# قياس وتحليل أثر استهلاك الطاقات المتجددة في التلوث البيئي–لبلدان أسيوية مختارة للمدة (1990–2022)

# Measuring and analyzing the impact of renewable energy consumption on environmental pollution - for selected Asian countries for the period (1990-2022)

مسرة هزاع محمد سامي
masarra hazaa mohamed
masara.23bap177@student.uomosul.edu.iq

أ.م.د. علاء وجيه مهدي النعمة
Ass.Prof.Dr. Alaa Wajeh Mahdi
alaa_wajeh@uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الادارة والاقتصاد/ قسم الاقتصاد

تاريخ تقديم البحث : 2025/05/24
تاريخ قبول النشر : 2025/06/16

**المستخلص:**

يهدف البحث إلى التعرف على ماهية الطاقات المتجددة والتلوث البيئي وتوضيح العلاقة بينهما، فضلاً عن قياس وتحليل أثر استهلاك الطاقات المتجددة في التلوث البيئي معبراً عنه بنصيب الفرد من انبعاث غاز ثاني أوكسيد الكربون $CO_2$ لمجموعة مختارة من البلدان الاسيوية شملت (اليابان، تايلاند، ماليزيا، الصين) تم اختيارها وفق مؤشر الأداء البيئي الأعلى خلال مدة زمنية بلغت (33) عام للمدة من (1990–2022). ولإثبات فرضية البحث تم توظيف المنهج الوصفي التحليلي المدعم بالبيانات الإحصائية والاشكال والرسوم البيانية، والمنهج الكمي المعتمد على تحليل نماذج البانل أو ما يعرف بأسلوب البيانات المزدوجة الديناميكية باستخدام مقدرات وسط المجموعة المدمجة (PMG) عن طريق استخدام الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة للبيانات المزدوجة المقدرة (Dynamic Panel ARDL). إن زيادة انبعاث غاز $CO_2$ من قبل بعض البلدان يعود إلى أسباب عديدة أهمها الاعتماد الكبير على استخدام مصادر الطاقة التقليدية (الوقود الاحفوري)، والذي أدى إلى تفاقم مشكلات بيئية عديدة كالاحتباس الحراري وفقدان التنوع الحيوي والتغيرات المناخية. مما يدفعنا إلى طرح التساؤل الاتي: هل أن البلدان المذكورة استطاعت الاستفادة من استهلاك الطاقات المتجددة (كبديل للطاقة التقليدية) لتخفيض انبعاث الكربون أم لا؟

توصل البحث لعدة استنتاجات أهمها: ان لاستهلاك الطاقات المتجددة أثر عكسي ومعنوي في نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$ في الاجل الطويل.

**الكلمات المفتاحية: الطاقات المتجددة/ التلوث البيئي/ بلدان اسيوية.**

**Abstract**:

The research aims to identify the nature of renewable energy and environmental pollution and clarify the relationship between them, as well as to measure and analyze the impact of renewable energy consumption on environmental pollution, expressed as per capita carbon dioxide (CO2) emissions for a selected group of Asian countries, including (Japan, Thailand, Malaysia, and China), which were selected according to the highest environmental performance index over a period of (33) years, from (1990-2022). To prove the research hypothesis, the descriptive analytical approach was employed, supported by statistical data, figures, and graphs, and the quantitative approach based on panel model analysis, or what is known as the dynamic coupled data method, using the PMG estimators using the Autoregressive Distributed Lag (ADDL) for coupled data. The increase in CO2 emissions by some countries is due to many reasons, the most important of which is the heavy reliance on the use of traditional energy sources (fossil fuels), which has exacerbated many environmental problems such as global warming, loss of biodiversity, and climate change. Which leads us to ask the following question: Have the aforementioned countries been able to

benefit from the consumption of renewable energy (as an alternative to conventional energy) to reduce carbon emissions? The research reached several conclusions, the most important of which is that the consumption of renewable energy has an inverse and significant impact on per capita CO2 emissions in the long term.

**Keywords: Renewable energy/Environmental pollution/Asian countries.**

**المقدمة:**

تعد الطاقات المتجددة واستخداماتها إحدى الحلول المهمة لمواجهة التحديات البيئية في عصرنا الحالي، لا سيما في ظل تفاقم المشكلات البيئية وتأثيراتها المختلفة كالتغير المناخي والاحتباس الحراري وتلوث الهواء والماء والتربة، الناتجة عن استعمال مصادر الطاقة التقليدية (الوقود الاحفوري) والتي تنعكس اثارها الخطيرة على النظام البيئي. لذا تزايد الاهتمام بضرورة البحث عن بدائل مستدامة، لما لها من اثار سلبية على البيئة واستنزاف الموارد الطبيعية، إذ تعد الطاقات المتجددة من أهم السلع الاستراتيجية التي أدركها الانسان منذ القدم، إذ قام باستعمال الطاقة الناتجة عن الظواهر الطبيعية كطاقة الرياح وتدفق المياه وغيرها. ومع التطورات التي حصلت في الأفكار وتطور الحضارات وتطور الحياة الاقتصادية وارتفاع معدل النمو السكاني وزيادة الطلب على الطاقة، ظهرت واستعملت العديد من المصادر الاخرى للطاقة كالنفط والفحم والغاز، مما أدى إلى تفاقم مشكلة التلوث البيئي، إذ تشير إحصاءات منظمة الطاقة الدولية بأن استهلاك منتجات النفط عالمياً بلغ نحو (167766134) تيرة /جول في عام 2022 مقارنة بعام 1990 إذ بلغ نحو (108673090) تيرة /جول، كما إن التلوث العالمي بغاز ثاني اكسيد الكربون في تزايد مستمر إذ بلغ نصيب الفرد من انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون عالمياً نحو (4.80) طن/ متري في عام 2022 وهذا السبب دفع العالم إلى التوجه نحو مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية، التي اكتسبت أهمية كبيرة نظراً لدورها الفاعل في الحد من مشكلة التلوث البيئي بأنواعه المختلفة، لا سيما انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق الوقود الاحفوري. لذلك شهد نمو الطاقة المتجددة في بلدان العالم نمواً سريعاً وبوتيرة متزايدة. ويعود هذا النمو الى عوامل رئيسة كالتقدم التكنولوجي، وزيادة الوعي العالمي والاهتمام بالبيئة، فضلاً عن الدعم الحكومي والحوافز المالية، والسعي الى تحقيق اهداف التنمية المستدامة.

وعليه سيركز هذا البحث على قياس وتحليل أثر استهلاك الطاقات المتجددة في التلوث البيئي لمجموعة مختارة من البلدان الاسيوية للمدة (1990-2022).

**أهمية البحث:**

تأتي أهمية البحث من خلال إدراك أهمية الطاقات المتجددة في حماية البيئة باعتبار ان الطاقة المتجددة هي طاقة نظيفة وان استعمالها يسهم في الحد من الاثار السلبية في البيئة، والتي تعرف بالتلوث البيئي الناتج عن استخدام مصادر الطاقة التقليدية لا سيما (الوقود الاحفوري). فضلاً عن مساهمتها في مساعدة متخذي القرار والباحثين من وضع استراتيجيات فعالة لتعزيز استهلاك الطاقات النظيفة.

**مشكلة البحث:**

يواجه العديد من بلدان العالم سواء المتقدمة منها أم النامية والتي تعتمد على الوقود الاحفوري كمصدر أساس للطاقة مشكلات عديدة أهمها عدم القدرة على تلبية متطلبات القطاعات الاقتصادية من الطاقة للاستمرار بأداء وظائفها الإنتاجية سيما بعد ارتفاع معدلات الطلب من دون حدوث أضرار في البيئة، فضلاً عن التحديات التي تواجه هذه البلدان في التحول نحو اعتماد الطاقات المتجددة والمتمثلة بالتكلفة المرتفعة والبنية التحتية والتقنية والسياسات الحكومية. لذلك يمكن طرح السؤال الاتي: هل يؤثر استهلاك الطاقات المتجددة في التلوث البيئي؟

**أهداف البحث:** يسعى البحث الى تحقيق الأهداف الاتية:

1- التعرف على ماهية الطاقات المتجددة والتلوث البيئي.
2- التعرف على العلاقة النظرية بين الطاقات المتجددة والتلوث البيئي.
3- قياس وتحليل أثر استهلاك الطاقات المتجددة في التلوث البيئي في بلدان اسيوية مختارة للمدة (1990-2022).

**فرضية البحث:** ينطلق البحث من الفرضية الاتية:

ان استهلاك الطاقات المتجددة تسهم في تقليل انبعاثات غاز $CO_2$ وبالتالي تقليل التلوث البيئي متمثلاً بانبعاث غاز ثاني أوكسيد الكربون $CO_2$ في البلدان قيد الدراسة.

**منهج البحث:**

من أجل تحقيق هدف البحث واثبات فرضيته والاحاطة بمختلف جوانبه، اعتمد البحث على استخدام المنهج الوصفي من خلال بعض الدراسات السابقة المختلفة التي تناولت الموضوع، فضلاً عن المنهج التحليلي والكمي معتمداً على أساليب الاقتصاد القياسي من أجل قياس وتحليل أثر استهلاك الطاقات المتجددة على التلوث البيئي متمثلاً في انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكربون $CO_2$ .

**الحدود الزمانية والمكانية:**

يشمل البحث مجموعة مختارة من البلدان الاسيوية، والتي تضمنت أربعة بلدان، شملت **(اليابان، تايلاند، ماليزيا، الصين)**. تمتد الدراسة على مدى **(33)** عاماً من **(1990-2022)**.

**المحور الاول: الدراسات السابقة**

1- دراسة (ابراهيم واخرون ،2021) بعنوان: " أثر استهلاك الطاقات المتجددة وغير المتجددة على البيئة في مجموعة دول البريكس، دراسة قياسية باستخدام نماذج البانل الساكنة والديناميكية"، تهدف الدراسة الى: تحديد المحددات الاساسية للتدهور البيئي في دول البريكس استنادا الى الدراسة الاحصائية خلال الفترة (1190-2018). تم الاعتماد على المنهج الوصفي والتحليلي لتحديد أهم المحددات الفعلية للتدهور البيئي من خلال بعض من الدراسات السابقة، وكذلك المنهج الاستقرائي من خلال استعمال أساليب التحليل الإحصائي بغية التعرف على محددات التدهور البيئي في دول البريكس. أكدت إن استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة تعتبر من بين المحددات الاساسية لمتغير انبعاثات ثاني أكسيد الكاربون بالنسبة لمجموعة دول البريكس، وان تأثير استهلاك الطاقة المتجددة يكون إيجابياً على البيئة أما تأثير الطاقة غير المتجددة فيكون سلبياً، ووجود علاقة توازنيه طويلة الاجل بين متغيرات الدراسة أي أن انبعاثات ثاني أكسيد الكاربون يتكامل تكامل مشترك مع المتغيرات التفسيرية المعتمدة، وجود علاقة معنوية بين استهلاك الطاقة والبيئة في مجموعة البريكس.
2- دراسة(امين،2022) بعنوان:" أثر استهلاك الطاقات المتجددة وغير المتجددة على التلوث البيئي في دول شمال أفريقيا للفترة (1990.2018) باستخدام بنل الديناميكي" تهدف الدراسة الى: إبراز العلاقة التي تربط استهلاك الطاقات المتجددة وغير المتجددة بالتلوث البيئي في دول شمال إفريقيا للفترة (1990.2018)، من خلال تقدير نماذج بانل الدينامكي، واعتمدت على أسلوب مقدرة وسط المجموعة المدمجة (PMG) لتقدير نموذج الدراسة. تم الاعتماد على المنهج الوصفي من خلال اقتباس مختلف الدراسات السابقة، كما اعتمدت على المنهج القياسي باتباع الطرق القياسية والإحصائية الحديثة لبيانات بانل الديناميكي بهدف دراسة العلاقة بين استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة على التلوث البيئي المعبر عنه بانبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون. توصلت الدراسة الى وجود علاقة معنوية طردية بين استهلاك الطاقة غير المتجددة والتلوث البيئي . بالإضافة الى إن معلمة الطاقة ظهرت غير معنوية، أما نتائج تقدير نموذج تصحيح الخطأ فقد اوضحت غياب علاقة معنوية بين أثر الطاقة غير المتجددة والتلوث البيئي. وكذلك إن معلمة الطاقة المتجددة ظهرت بعلاقة عكسية مع التلوث البيئي على المدى القصير.

3- دراسة (Haruna & Mahmood,2019) بعنوان:" أثر استهلاك الطاقة والتلوث البيئي في ماليزيا" تهدف الدراسة إلى: التعرف على كيفية تأثير استعمال الطاقة على البيئة على المدى القصير والطويل والجهود الحكومية للتعامل مع التأثير الناتج في ماليزيا تم استعمال نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الموزعة(ARDL) في تحليل بيانات السلاسل الزمنية من 1980-2017. وتوصلت الدراسة إلى إن استهلاك الطاقة نتيجة النمو الاقتصادي، والنمو السكان يسبب التلوث البيئي على المدى القصير والطويل. لذلك يجب تحسين كفاءة الإنفاق الحكومي للحد من التلوث . فضلاً عن ذلك فإن استخدام الطاقة الصديقة للبيئة لا يكفي لحل المشكلة على المدى القصير والطويل. على الرغم من التوسع في استخدام الطاقة المتجددة، مازالت ماليزيا تسعى الى تنوع مزيجها الطاقوي، لذا يجب على صناع السياسات إدراك أن بناء مزيج طاقوي مستدام يرتكز على مصادر متجددة منخفضة التكاليف وتكنولوجيات قادرة على منافسة المصادر التقليدية.

4- دراسة (Yesbolova, et al.2024) بعنوان:" تحليل تأثير استهلاك الطاقة المتجددة والإنتاج الصناعي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجمهوريات التركية باستخدام أسلوب تحليل البيانات اللوحية " تهدف الدراسة إلى: تحليل تأثير استهلاك الطاقة والإنتاج الصناعي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المنطقة التركية. تم استخدام طريقة البيانات اللوحية(Panel Data) للفترة من 2000-2020. وتوصلت الدراسة إلى ان زيادة استهلاك الطاقة المتجددة يؤدي إلى انخفاض انبعاثات الكربون ومع ذلك لم يكن تأثير الإنتاج الصناعي على انبعاثات ثاني اوكسيد الكربون ذات دلالة إحصائية، وان التنمية الصناعية لا تشكل مشكلة انبعاثات ثاني اوكسيد الكربون في البلدان المختارة.

**المحور الثاني/ الإطار النظري للطاقات المتجددة والتلوث البيئي والعلاقة بينهما**

**أولاً: الطاقات المتجددة:**

تطرقت العديد من الهيئات والمنظمات الوطنية والاقليمية والدولية فضلاً عن الكتاب والباحثين المهتمين بهذا المجال تعريف الطاقات المتجددة، يمكن التعرف على البعض منها: إذ تم تعريفها من قبل برنامج الامم المتحدة للحماية البيئية (UNEB) بأنها عبارة عن طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها (عبد القادر ومونية، 2020، 202). وعرفها صندوق النقد العربي بأنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي لا تنفذ وتتجدد باستمرار. وتعرف أيضاً بأنها الطاقة الناتجة عن مصادر طبيعية تتجدد بمعدل يفوق ما يتم استهلاكه منها، كما يطلق عليها عدة مصطلحات منها الطاقة النظيفة والطاقة الصديقة (سليمان،2024، 5). مستخلصة من الظواهر الطبيعية وتتجدد باستمرار وهي تمتد بصورها المختلفة بشكل مباشر من أشعه الشمس والرياح والامطار والمد والجزر في المحيطات والكتلة الحيوية وموارد الطاقة الحرارية الأرضية المتولدة في باطن الارض (Mohtasham,2015,1290). وتأتي أهمية الطاقات المتجددة كونها تسهم في تقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكاربون، وفي تقرير صادر عن شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرون (R.E.N)، يتلخص مضمونه بأنه يجب أن تلعب الطاقة المتجددة دوراً رئيساً في إمدادات الطاقة العالمية، وذلك من أجل مواجهة التهديدات البيئية والاقتصادية للتغير المناخي التي تتزايد خطراً (محمد،2013، 1076). تحتل الطاقة المتجددة أهمية كبيرة في بلدان العالم لكونها متوافرة، لذا تعد البديل لمصادر الطاقة التقليدية الملوثة للبيئة التي يكون مصدرها محلي لا ينتقل إلى باقي البلدان، كما تعد الطاقة المتجددة مورد نظيف لا تؤدي إلى تلوث البيئة وتحافظ على الصحة العامة، لكونها اقتصادية في أغلب الاستعمالات (بركات وناصف، 2020، 89). وتتمثل في كل من الطاقة المتجددة والطاقة النووية والتي تعد من الطاقات الجديدة كمصادر رئيسة للطاقة الكهربائية العالمية خارج نطاق الطاقة الكهربائية التي تتولد من الوقود الاحفوري. يوجد اهتمام يكاد أن يكون عالمي وكبير بهذين المصدرين كمصادر مستقبلية للطاقة، وتسعى العديد من البلدان لا سيما الصناعية منها إلى استبدالها محل الطاقات التقليدية. إن الدافع الأول الرئيس للاهتمام بموضوع الطاقات المتجددة هو الدافع البيئي، إذ أن أهم التأثيرات البيئية المرتبطة باستعمالات الطاقة ما يعرف بظاهرة الاحتباس الحراري، وإن استعمال الطاقة المتجددة لم يؤشر إلى أي أثر معروف في الأضرار بالبيئة فقد تمكنت من تحقيق خفض للانبعاثات من الغازات الدفيئة (الفحل والبراوي، 2022، 245). ومن أهم انواع الطاقات

المتجددة (الطاقة الشمسة، الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، طاقة الهيدروجين، طاقة الحرارة الجوفية، الطاقة الكيميائية). وتتميز الطاقة المتجددة بأنها طاقة اقتصادية، يسهل استعمالها وذلك بالاعتماد على تقنيات وآليات بسيطة، كما تعد عاملاً في التنمية البيئية والاجتماعية وكافة المجالات. تتوفر الطاقة المتجددة بصورة جيدة في جميع انحاء العالم. وتعد صديقة للبيئة ونظيفة، وهي قابلة للتجدد وتتواجد بشكل دائم، كما تحد من تجمع النفايات بكافة صورها، وتساعد على إخلاء المزروعات من الملوثات الكيميائية، وترفع من الانتاجية الزراعية(محمد وعكلو،2019 ،3).

**ثانياً: التلوث البيئي:**

وردت مفاهيم عديدة للتلوث البيئي اختلفت باختلاف الجهات المتعددة المهتمة بموضوع التلوث البيئي، والتي يمكن التعرف عليها من خلال الآتي: حددت منظمة الأمم المتحدة عام 1974 مفهوم التلوث بأنه النشاطات الانسانية التي تؤدي بالضرورة الى زيادة أو إضافة مواد أو طاقة جديدة إلى البيئة إذ تعمل هذه الطاقات أو المواد إلى تعريض الانسان أو صحته أو معيشته أو رفاهيته أو مصادره الطبيعية للخطر سواءً كان ذلك بشكل مباشر أو غير مباشر (سماقه يى، 2006، 49). كما عرفه البنك الدولي بأنه كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو التربة في شكل كمي تؤدي إلى التأثير في نوعية الموارد وعدم ملائمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر في استقرار استخدام تلك الموارد (المرشدي،2016، 30). أو هو وجود مواد وشوائب سواءً كانت غازية أم سائلة أو صلبة في الهواء أو الماء أو الغذاء وهذه المواد والشوائب قد تكون حية أو غير حية تتسبب بتغيير يؤثر بشكل سلبي على صحة الوظائف المختلفة لجميع الكائنات الحية الموجودة على كوكب الارض، ويعرف كذلك بأنه وجود ما يسبب أضراراً في العملية الإنتاجية بسبب الاختلال في كمية أو نوعية المواد المتجددة المتاحة لهذه العملية (غرايبة، 2010، 122). وهناك أنواع عديدة للتلوث البيئي تتمثل بتلوث الهواء، وتلوث التربة، وتلوث المياه، والتلوث الضوضائي وغيرها. كما ينشأ التلوث من مصدرين رئيسين هما: مصادر التلوث الطبيعية ومصادر التلوث الصناعية. ومن اجل السيطرة عليه والحد من اثاره في البيئة لابد من اتباع سياسات فعالة من قبل الحكومات أهمها: الأدوات القانونية وأدوات تحديد الملكية وتحديد الحصص والأدوات الاقتصادية (التجارية) كالضرائب البيئية والرسوم.

**ثالثاً: العلاقة النظرية للطاقات المتجددة والتلوث البيئي:**

تعد الانشطة البشرية المصدر الرئيسي لانبعاثات ثاني اكسيد الكربون كحرق الوقود الاحفوري، واستعمال الطاقة التقليدية المستمدة من مشتقات الوقود الاحفوري، كالبترول، والغاز الطبيعي، والفحم، والتي تم اعتبارها السبب الرئيس في انبعاثات الغازات الدفيئة مما يؤدي الى ظاهرة الاحتباس الحراري، ونظراً لأن الطاقة التقليدية لها دوراً كبيراً في انبعاثات ثاني اكسيد الكربون، الذي له تأثير سلبي كبير في البيئة والاستدامة البيئية. وفي ظل القلق المتزايد بشأن قضية تغير المناخ وانبعاثات الغازات الدفيئة وتلوث البيئة، قام الباحثون والممارسون باستثمار الوقت والمال الكثير لتحديد مصادر الطاقة البديلة للتنمية الخضراء والمستدامة، وزيادة الوعي من قبل المنظمات كالفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ واتفاقية الأمم المتحدة لاستعمال الطاقة المتجددة من أجل الحد من الغازات الدفيئة والتلوث الناجم عن غاز ثاني اكسيد الكربون (Muazu, 2023, 1). إذ يعد استهلاك الطاقة أحد العوامل الرئيسة للتدهور البيئي سيما عند الاعتماد على الوقود الاحفوري الذي يؤدي إلى زيادة انبعاثات الكربون والبصمة البيئية، وأيضاً من الممكن أن يساعد استهلاك الطاقة على تحقيق الحياد الكربوني للبلدان بهدف خفض الانبعاثات من غاز ثاني اكسيد الكربون او البصمة الكربونية الى الصفر عن طريق موازنة الكمية التي تنبعث في الغلاف الجوي مع تلك الكميات التي تتم ازالتها من خلال تعويض الكربون، لذلك اتجهت البلدان إلى تبني تقنيات انتاج الطاقة ذات الكفاءة العالية الموفرة للطاقة مقارنة بطرق الانتاج كثيفة الاستهلاك (Ehigiamusoe, et al.2023, 2). كما أصبحت مشكلة التلوث البيئي تتمثل كضريبة يدفعها الانسان من أجل التطور العلمي والتقنيات، بسبب استعمال الانسان لمصادر الطاقة الاحفورية، نتيجة لهذا اتجه العالم إلى البحث عن مصادر بديلة صديقة للبيئة والتي تتمثل في مصادر الطاقة المتجددة النظيفة، معتمدة على موارد طبيعية بديلاً عن المصادر الملوثة

(حوالف، بدون سنة، 306-307). ويمكن فهم العلاقة بين الطاقات المتجددة والتلوث البيئي من خلال العديد من الفرضيات والنظريات المهتمة بتفسير هذه العلاقة ومنها (فرضية كوزنتس، وفرضية ملجأ التلوث، وفرضية بورتر، ونظرية مفارقة كفاءة الطاقة)، **والتي يمكن توضيحها بشكل موجز من خلال الاتي:**

### 1. فرضية منحنى كوزنتس البيئي

في العقود الماضية تم اختبار العلاقة بين الملوثات البيئية والنمو الاقتصادي على نطاق واسع في الادبيات الاقتصادية للطاقة إذ تم استخدام فرضية منحنى كوزنتس (EKC) التي تشير إلى علاقة على شكل مقلوب حرف U بين التلوث البيئي والنمو الاقتصادي أي أنه سوف يزداد التلوث البيئي في المراحل الأولى من النمو الاقتصادي إلى أن يصل إلى أقصى نقطة وبعد ذلك يبدأ بالانخفاض في المراحل اللاحقة، تفترض فرضية كوزنتس أنه عند ارتفاع دخل الدولة يتصاعد التلوث البيئي في المراحل الأولى فيها وبعد أن يصل إلى نقطة معينة يبدأ بالانخفاض كما تفترض أن الصناعات غير المهتمة بالبيئة تهاجر من اقتصادات البلدان المتقدمة وذات الدخل المرتفع إلى البلدان التي يكون متوسط دخلها منخفض(Haruna & mahmood ,2019 ,2).

تشير العديد من الدراسات مثل دراسة (Xihui.et al,2023) عن الصين أنه مع نمو الاقتصاد هناك علاقة سلبية بين استعمال الطاقة المتجددة ومستوى التلوث، إذ أن زيادة الانتاج تعني زيادة النفايات والانبعاثات كمنتج ثانوي للنشاط الاقتصادي مما يسهم في تدهور البيئة إذ يرتفع التلوث بداية مرحلة النمو الاقتصادي إلى أن يصل الى ذروته وبعدها يبدأ بالانخفاض فضلاً عن تحقيق مستويات أعلى من التنمية مع نمو الدخل ويحقق الناس مستوى معيشة أعلى ويهتمون أكثر بنوعية البيئة التي يعيشون فيها، وأن الطلب على بيئة أفضل مع نمو الدخل يؤديان إلى تغيرات اقتصادية هيكلية في الاقتصاد تميل للحد من التدهور البيئي، فمن ناحية يسهم الوعي البيئي المتزايد والطلب الاستهلاكي الأخضر إلى تحول الانتاج والتقنيات نحو الأنشطة الصديقة للبيئة، ومن جهة أخرى من الممكن أن تحفز السياسات البيئية المسيطرة من قبل الحكومة كاللوائح البيئية الأكثر صرامة، وتنفيذ أفضل سياسة قائمة، وزيادة النفقات البيئية. ويسهم هذا ايضاً في تحويل الاقتصاد لقطاعات وتقنيات أقل تلوثاً. ومن ثم أن زيادة الطلب على بيئة أفضل واستجابة السياسات الناتجة هي من الركائز الأساسية وراء المسار المتناقص لمنحنى كوزنتس. إن التدهور البيئي يميل الى الزيادة مع تغيير هيكل الانتاج من الريف إلى الحضر، وكذلك من الزراعة الى الصناعة، ويبدأ في التراجع مع التغير الهيكلي الثاني من الصناعات الثقيلة التي تعتمد على الطاقة التقليدية إلى الخدمات والصناعة الكثيفة التقنية، ويحصل التقدم التكنولوجي في الكثير من الأحيان مع النمو الاقتصادي لأن البلدان الاكثر ثراءً يمكن أن تتحمل المزيد من الإنفاق على البحث والتطوير، وهذا يؤدي عموماً إلى استبدال التكنولوجيات القديمة والملوثة بأخرى أنظف، مما يحسن من جودة البيئة ويقلل تلوثها(سمير واخرون، 2020، 555-556).

### 2. فرضية ملجأ التلوث

تنص الفرضية إلى أن البلدان ذات القوانين البيئية الشديدة الصارمة قد تشهد خروج الصناعات الملوثة للبيئة الى البلدان التي لا تفرض قوانين بيئية أي أقل صرامة، يعني ذلك أن العديد من الشركات في البلدان الصناعية الكبرى تنقل مصانعها الى البلدان النامية أو الاقل تشدداً في القوانين البيئية، وبذلك يمكنها تفادي التكاليف الإلزامية بالمعايير البيئية وهذه القوانين يمكن أن يكون لها تأثير سلبي على تعزيز القدرة التنافسية للبلدان من إبعاد الصناعات الداخلية التي تولد التلوث ونقلها الى البلدان التي تعطي تسهيلات للشركات الملوثة من أجل أن تصبح أكثر جذباً للاستثمار الأجنبي المباشر، مما يعزز قدرتها التنافسية على حساب البلدان الاخرى، وأن صناع السياسات يجب أن يأخذوا بعين الاعتبار التوزيع المكاني لموارد الطاقة المتجددة في مناطق مختلفة والتي تختلف بشكل كبير لتعزيز مصادر الطاقة النظيفة ومكافحة التلوث بشكل فعال، إذ أن استخدام الطاقة المتجددة يمكن أن يحسن من الجودة البيئية من خلال دعم السلطات المركزية والمحلية ولذلك تم غلق بعض الصناعات الملوثة بشدة (مثل صناعة الاسمنت ومحطات الطاقة التي تعمل بالفحم ومصانع الحطب) بينما تم الترويج لتقنيات أكثر نظافة (مثل مصادر الطاقة المتجددة والمحطات الكهربائية) وهذا التحول دفع العديد من الصناعات للانتقال الى البلدان الأخرى (mirhaosyni,et al. 2022, 33-34) (Copland and taylor, 2003, 4-5).

### 3. فرضية بورتر

تنص الفرضية على أن القوانين الصارمة للبيئية لا تؤدي الى زيادة التكاليف للشركات بل على العكس من الممكن أن تعود بالنفع على الشركات عن طريق تشجيع الابتكار بالتقنيات المستخدمة بالإنتاج واستخدام تقنيات نظيفة كتقنيات الطاقة المتجددة والطاقة الشمسية التي تؤدي إلى تعزيز القدرة التنافسية، وأيضاً يمكن للقوانين الأكثر صرامة أن تدفع الشركات إلى الاستثمار في البحث والتطوير من أجل عمليات إنتاج أكثر كفاءة ونظافة، كما يمكن للقوانين البيئية أن تفيد المجتمع عن طريق تحسين البيئة والصناعة الخاصة من خلال عوائد الابتكار المربحة للجانبين إن هذه الفرضية مثيرة للجدل لأنها تتحدى نموذجاً قديماً في الاقتصاد يفترض بأن الشركات تسعى إلى تحقيق الارباح بأكثر الطرق كفاءة لتحقيق اقصى قدر من الارباح. لقد زاد الاهتمام بالبيئة بدلاً من أن يتضاءل على مدى السنوات الماضية ويرجع هذا إلى التداعيات القوية لهذه الفرضية، إذ اثبتت أن القوانين المصممة بذكاء جيد تفيد الشركات فقد يصبح من الأسهل على الحكومة والصناعات وضع قوانين بيئية تعزز الانتاجية وتعزز القدرة التنافسية وتحقق أهدافاً بيئية تفيد المجتمع(chen,et al. 2023, 5).

### 4. نظرية مفارقة كفاءة الطاقة

تعرف أيضاً باسم مفارقة جيفونز، تشير إلى أن تحسين كفاءة استخدام الطاقة المتجددة يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة بدلاً من تقليله مما يلغي مكاسب الحد من التلوث، أي تؤدي التحسينات إلى تقليل تكلفة استخدام الطاقة مما يسمح بزيادة استخدامها. وسميت هذه النظرية باسم الاقتصادي ويليام ستانلي جيفونز الذي لاحظ في عام 1865 أن التحسينات في المحركات البخارية جعلت من استعمال الفحم الحجري أكثر فعالية من حيث التكلفة مما زاد الطلب عليه بدلاً من تقليله، وتحدث المفارقة عندما يتم تحسين كفاءة جهاز ما يصبح استهلاك الطاقة أقل لكل وحدة إنتاج وأن تخفيض التكاليف يعود إلى الكفاءة المحسنة مما يجعلها أقل كلفة بالنسبة للمستهلك، وزيادة الطلب على الطاقة عند انخفاض التكاليف مما يجعلهم يشعرون أنهم يحصلون على قيمة أكبر من الطاقة التي يستخدمونها ويحدث الارتداد في كفاءة الطاقة عندما تؤدي التحسينات إلى انخفاض تكلفة الطاقة، مما يجعل المستهلكون يستهلكون المزيد أو ينفقون الأموال على أنشطة أخرى ومن أنواع الارتداد هو الارتداد المباشر الذي ينتج عن زيادة استخدام جهاز يصبح اكثر كفاءة وهو مزيج من تأثيرات السعر والدخل، والارتداد الغير مباشر الذي ينتج عن زيادة استهلاك السلع والخدمات الأخرى وزيادة استخدام الطاقة المرتبط بإنتاج تلك السلع والخدمات مع زيادة الدخل المتاح للمستهلك، بشكل عام إن ارتداد مفارقة كفاءة الطاقة يظهر الجهود المبذولة في خفض انبعاثات الكربون وتخفيف تغير المناخ وأن تحسين الكفاءة وحده ليس كافياً دائماً لتحقيق تخفيضات كبيرة في الاستهلاك ويحتاج الى سياسة مصاحبة من اجل ضبط استخدام الطاقة والتحكم في الطلب عليها كفرض ضرائب الكربون أو القوانين التنظيمية (Steinhurst& Sabodash, 2011, 1).

## المحور الثالث: الإطار التطبيقي

### أولاً: توصيف النموذج والتعريف بمتغيراته

تتمثل الصيغة الرياضية للنموذج المطلوب تقديره في هذه البحث على ضوء المتغير المعتمد والمتغيرات المستقلة على النحو الآتي:

$$Y= F (X1, X2, X3, X4, X5) \ldots\ldots\ldots\

عليه سيكون عدد المشاهدات المستخدمة في التقدير معتمداً على المقاطع العرضية (N) أي عدد البلدان، وعلى السلاسل الزمنية (T) أي سنوات الدراسة. وبما أن المقاطع العرضية في دراستنا هي (N=4)، ومدة الدراسة هي (T=33) فإن عدد المشاهدات لكل مجموعة مختارة سيكون كالآتي:

**Observations = N*T = 4*33 = 132**

أما عن الأسلوب المستخدم في القياس فهو بأسلوب البيانات المزدوجة أو ما يسمى نموذج البانل (Panel Data). وعليه، ومن الصيغة الرياضية (1)، فإن تقدير نموذج البيانات المزدوجة الديناميكي للتلوث البيئي باستخدام مقدر وسط المجموعة المدمجة (PMG)، يتم عن طريق استخدام تقنية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة للبيانات المزدوجة المقدرة ( Dynamic Panel ARDL) والمتاحة في البرمجية الجاهزة (Eviews-13). وعليه فإن الصيغة القياسية لنموذج البيانات المزدوجة الديناميكي لمجموعة البلدان سوف تأخذ الشكل الآتي:

$$\Delta(Y_i)_t = \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j^i \Delta(Y_i)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_j^i \Delta(X_i)_{t-j} + \varphi^i \left[(Y_i)_{t-1} - \{\beta_0^i + \beta_1^i (X_i)_{t-1}\}\right] + \varepsilon_{it} \dots\dots (2)$$

**i=1, 2,…., (4) ; t=1, 2,…., 33**

**ثانياً: اختبار استقرارية السلاسل الزمنية:**

يوضح الجدول (1) من خلال الاعتماد على القيم الاحتمالية الخاصة بالقيم الاحصائية لاختبار (LLC)، أن المتغير المستقل الرابع المتمثل بالتحضر قد ظهر مستقر بالمستوى، مما يعني أنه لا يحتوي على جذر وحدة بمعنى أخر أن هذا المتغير متكامل من الدرجة I(0). أما المتغير المعتمد وباقي المتغيرات المستقلة المتمثلة بـ (استهلاك الطاقة المتجددة، نصيب الفرد من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية، النمو الاقتصادي، مساحة الغابات) فقد ظهرت غير مستقرة في المستوى، وهذا يعني قبول فرضية العدم والتي تشير إلى أن هذه المتغيرات تحتوي على جذر وحدة؛ وذلك لان القيمة الاحتمالية لهذه المتغيرات غير معنوية ولكن عند أخذ الفروق الأولى لها فقد أصبحت مستقرة مما يعني أنها متكاملة من الدرجة I(1)،

**الجدول(1) اختبار استقرارية متغيرات النموذج في بلدان آسيوية باستخدام اختبار (LLC)**

| Levin, Lin and Chu Test | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **At Level** | | **At First Difference** | | **Decision** |
| | **Intercept** | **Trend and Intercept** | **Intercept** | **Trend and Intercept** | |
| LNY | -2.94151 | 2.12395 | -5.87289 | -1.94678 | I(1) |
| prob. | 0.0016*** | 0.9832n.s | 0.0000*** | 0.0258** | |
| LNX1 | -0.75064 | -0.42995 | -4.84067 | -5.00227 | I(1) |
| prob. | 0.2264n.s | 0.9759n.s | 0.0000*** | 0.0000*** | |
| LNX2 | -2.65490 | -0.62371 | -5.10619 | -4.65710 | I(1) |
| prob. | 0.0040*** | 0.7336n.s | 0.0000*** | 0.0000*** | |
| LNX3 | -2.12142 | -0.06421 | -5.06182 | -5.00631 | I(1) |
| prob. | 0.0169** | 0.5256n.s | 0.0000*** | 0.0000*** | |
| LNX4 | -5.27675 | -6.60265 | -8.72287 | -7.26872 | I(0) |
| prob. | 0.0000*** | 0.0000*** | 0.0000*** | 0.0000*** | |
| LNX5 | -4.54363 | -0.12634 | -6.98261 | -5.80166 | I(1) |
| prob. | 0.0000*** | 0.5503n.s | 0.0000*** | 0.0000** | |

**ثالثاً: اختبار التكامل المشترك:**

للتأكد من وجود علاقات التكامل المشترك في البيانات المزدوجة من عدمه، توجد العديد من الاختبارات التي تستخدم لتحقيق ذلك، أهمها اختبار كاو (Kao) واختبار بيدروني (Pedrone) واختبار فيشر (Fisher)، وفي هذا البحث سيتم الاعتماد على الاختبار الأول كونه من أدق الاختبارات في اكتشاف العلاقات التكاملية، إذ يتم الحكم على وجود تكامل مشترك بين متغيرات البحث من عدمه من خلال مقارنة قيمة (t) المحسوبة مع قيمتها الجدولية عند مستوى معنوية (5%) ففي حالة كون القيمة المحسوبة أكبر من الجدولية فأننا سوف نرفض فرضية العدم ونقبل الفرضية البديلة والتي تشير إلى وجود علاقة طويلة الآجل بين متغيرات النموذج، والعكس صحيح في حالة كون القيمة المحسوبة أقل من الجدولية (حسن، 2023، 183) و(حسين وعبدالله، 2022، 105).

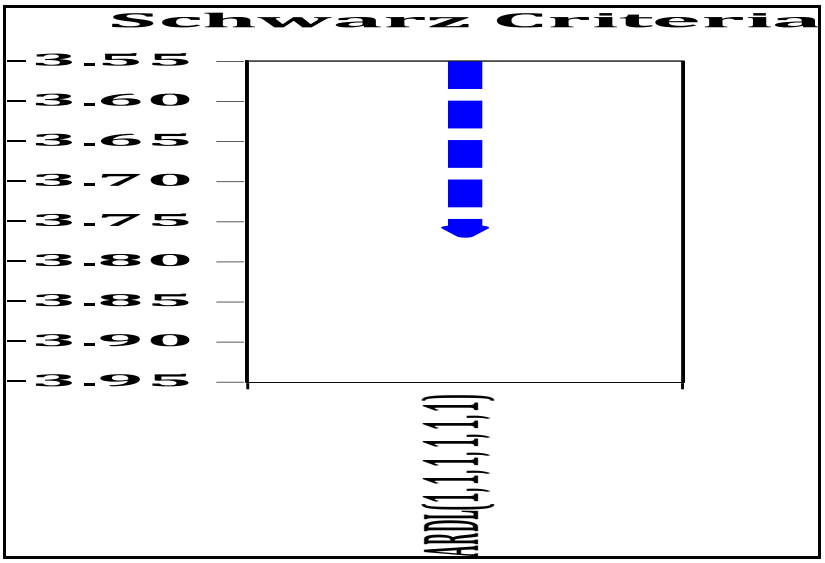
يتضح من الجدول (2)، وباستخدام اختبار كاو (Kao) للكشف عن علاقات التكامل المشترك بين المتغير المعتمد وبين المتغيرات المستقلة في بلدان آسيوية مختارة، أن قيمة (t) الاحصائية الخاصة بالاختبار قد بلغت (3.379−) عند مستوى معنوية أكبر من (5%) وهذا يشير إلى رفض فرضية العدم وقبول الفرضية البديلة والتي تشير إلى وجود تكامل مشترك بين متغيرات النموذج، أي أن متغيرات النموذج كافة (المتغير المعتمد والمتغيرات المستقلة) تتجه سوياً نحو التوازن في الآجل الطويل.

**جدول (2): نتائج اختبار التكامل المشترك في بلدان آسيوية مختارة**

| Kao Residual Counteraction Test | | |
|---|---|---|
| | t-Statistic | Prob. |
| ADF | -3.378718 | 0.0004*** |

**رابعاً: تحديد فترة الإبطاء المثلى:**

يتضح من شكل (1)، وحسب معيار معلومات شوارز (SIC)، أن أفضل فجوة ابطاء يمكن استخدامها لغرض تقدير النموذج هي (1) وعليه فأن النموذج الذي يعطي أفضل النتائج هو (1, 1, 1, 1, 1, 1) والذي يحقق أقل قيمة للمعيار والبالغة (3.76−) من بين النماذج الأخرى وكما يظهر في الشكل أدناه:




**الشكل (1): فترة الإبطاء المثلى للنموذج في بلدان آسيوية مختارة**

**خامساً: تطبيق نموذج البيانات المزدوجة الديناميكي باستخدام مقدرات (PMGE):**

يتم في هذه المرحلة تقدير معلمات النموذج، فبعد اكتشاف العلاقات التكاملية عن طريق كل من جذر الوحدة واختبارات التكامل المشترك للبيانات المزدوجة، نقوم بتوظيف مقاربة قياسية متمثلة بوسط المجموعة المدمجة (PMG) في بيئة نموذج (ARDL) والمقترحة من قبل كل من بيساران وشين وسميث عام 1999 وتتلخص هذه الطريقة في أنها تفرض قيد التجانس على معلمات المدى الطويل أي انها تسمح بتفاوت معلمات المدى القصير، وحدود تصحيح اختلال التوازن وتباينات حد الخطأ (حسين وعبد الله، 2022،102). وبذلك فأن مقدرات (PMG) من جهة تحظى بكفاءة التقدير المدمج، ومن جهة ثانية تتلافى مشكلة عدم الاتساق الناجمة عن دمج العلاقات الديناميكي غير المتجانسة، ففي ظل هذا الفرض تكون مقدرات (PMG) متسقة وأعلى كفاءة (عبد اللاوي وآخرون، 2017، 275).

يتضح من الجدول (3)، نتائج مقدرات وسط المجموعة المدمجة والمتمثلة بمعامل تصحيح الخطأ ومعلمات العلاقة في الآجل القصير والطويل للنموذج في بلدان آسيوية مختارة، وعليه نستنتج ما يلي:

**نتيجة معامل تصحيح الخطأ (ECF):**

أظهرت العلاقة المقدرة أن قيمة (ECF) قد ظهرت بقيمة سالبة ومعنوية وأقل من (1−)، إذ بلغت (0.271307−) وهذا ما يؤكد صحة العلاقة التوازنية طويلة الآجل، بمعنى أن (27%) من الاختلالات التي تحدث في التوازن في الآجل القصير بين المتغير المعتمد وبين المتغيرات المستقلة في فترة ما يتم تصحيحها بعد ثلاثة سنوات وسبعة أشهر تقريباً ليقترب من التوازن في الآجل الطويل $\left\{\frac{1}{0.271307} = 3.69 \cong 3.7\right\}$.

**نتائج تقدير معلمات الآجل القصير:** وجاءت هذه النتائج متباينة، إذ يمكن تفسيرها كما يلي:

1. عدم وجود أثر معنوي لاستهلاك الطاقة المتجددة في نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$؛ وذلك لكون أن القيمة الاحتمالية لمعلمة المتغير قد جاءت غير معنوية.

   ويمكن تفسير ذلك من خلال أن الاعتماد على الطاقة المتجددة لايزال في مراحله الأولية، وبالتالي لم يحصل تأثيراً ملموساً على المدى القصير. وقد يعود أيضاً إلى اعتماد العديد من البلدان الاسيوية سيما في الصين على الفحم والنفط بشكل كبير كمصادر للطاقة، فضلاً عن ضعف البنية التحتية للطاقة المتجددة في بعض البلدان وهذا يقلل تأثيرها المباشر على الانبعاثات، كما إن التحول إلى الطاقة المتجددة قد يحتاج إلى فترة زمنية طويلة المدى لبيان تأثيره في الانبعاثات.
2. لنصيب الفرد من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية أثر طردي ومعنوي، فعندما يزداد نصيب الفرد من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية بنسبة (1%) فأن ذلك سوف يؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$ بنسبة (0.142%).

   وهذه النتيجة تتوافق مع المنطق الاقتصادي في أن زيادة استهلاك المنتجات النفطية يؤدي إلى زيادة الانبعاثات من الغازات الدفيئة. وهذا يدل على أن الاقتصاد الاسيوي لايزال يعتمد بشكل أساسي على الوقود الاحفوري سيما في قطاعات النقل والتصنيع وتوليد الكهرباء.
3. للنمو الاقتصادي أثر طردي ومعنوي، فعندما يزداد النمو الاقتصادي بنسبة (1%) فأن ذلك سوف يؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$ بنسبة (0.652%).

   وهذه نتيجة منطقية على اعتبار أن النمو الاقتصادي يحتاج أو يتطلب استخدام مزيد من الطاقة لتلبية حاجة القطاعات الاقتصادية، وعادة ما تكون الطاقة المستخدمة تعتمد على الطاقة غير المتجددة (الوقود الاحفوري) مما يتسبب في زيادة الانبعاثات.
4. عدم وجود أثر معنوي للتحضر في نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$؛ وذلك لكون أن القيمة الاحتمالية لمعلمة المتغير قد جاءت غير معنوية.

أي أن زيادة سكان المناطق الحضرية على المدى القصير لا يتسبب في زيادة الانبعاثات على اعتبار أن تأثيراتها قد تكون بشكل أوضح ومعنوي في المدى الطويل أي تحتاج إلى فترة زمنية مناسبة لظهورها.

**5.** عدم وجود أثر معنوي لمساحة الغابات في نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$؛ وذلك لكون أن القيمة الاحتمالية لمعلمة المتغير قد جاءت غير معنوية.

وقد يعود سبب ذلك إلى إزالة الغابات واستخدامها لأغراض الزراعة والسكن تزامناً مع الاستهلاك الكبير لمصادر الطاقة غير المتجددة والتي قد يفوق تأثيرها السلبي على التأثير الإيجابي لمساحة الغابات ولاسيما في المدى القصير.

**نتائج تقدير معلمات الآجل الطويل:** وجاءت هذه النتائج متباينة، إذ يمكن تفسيرها كما يلي:

**1.** لاستهلاك الطاقة المتجددة أثر عكسي ومعنوي، فعندما يزداد استهلاك الطاقة المتجددة بنسبة (1%) فأن ذلك سوف يؤدي إلى انخفاض نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$ بنسبة (0.195-%).

وهذه النتيجة تتوافق مع المنطق الاقتصادي وفرضية البحث في أن التأثيرات لاستهلاك الطاقات المتجددة سوف تكون أوضح في المدى الطويل مقارنة مع نتائج المدى القصير. ويفسر هذا بأن البلدان الاسيوية متجهة نحو زيادة استهلاك الطاقات المتجددة من أجل الحفاظ على البيئة والحد من انبعاثات الكربون، التي ظهرت اثارها في المدى الطويل.

**2.** لنصيب الفرد من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية أثر طردي ومعنوي، فعندما يزداد نصيب الفرد من إجمالي استهلاك المنتجات النفطية بنسبة (1%) فأن ذلك سوف يؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$ بنسبة (0.242%). وهذا يعود إلى أن معظم البلدان الاسيوية لاتزال تعتمد بشكل كبير على الوقود الاحفوري في قطاعاتها الاقتصادية المختلفة، فضلاً عن زيادة الطلب على النفط لغرض النقل او التصنيع.

**3.** عدم وجود أثر معنوي للنمو الاقتصادي في نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$؛ وذلك لكون أن القيمة الاحتمالية لمعلمة المتغير قد جاءت غير معنوية.

وقد يعود ذلك إلى أن النمو المتحقق في هذه البلدان قد يكون ناتج أو متحقق بنسبة كبيرة منه من قطاعات لا تساهم بشكل كبير في زيادة انبعاث غاز $CO_2$، كما هو الحال في ماليزيا المعتمدة على قطاع الخدمات المالية والتكنولوجيا (الذكاء الاصطناعي، الالكترونيات، البرمجيات) والسياحة. وكذلك اليابان التي تهتم بالاقتصاد الدائري المعتمد على إعادة تدوير النفايات بكافة أصنافها. أو بلدان تعتمد بشكل كبير من تحقيق نموها على القطاع الزراعي. كما يمكن تفسير النتيجة الموجبة وفق فرضية منحنى كوزنتس البيئي بأن البلدان قيد الدراسة تقع ضمن المرحلة الأولى لمنحنى كوزنتس المتمثل بزيادة الرفاهية للأفراد (نصيب الفرد من الناتج المحلي) دون الاخذ بنظر الاعتبار تلوث الهواء بانبعاث غاز $CO_2$.

**4.** للتحضر أثر طردي ومعنوي، فعندما يزداد التحضر بنسبة (1%) فأن ذلك سوف يؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من انبعاث $CO_2$ بنسبة (1.129%). وتمثل نتيجة منطقية إذ أن زيادة التحضر تعني زيادة الضغط والطلب على الموارد الاقتصادية، التي تتطلب بنية تحتية ضخمة كالطرق والمباني وأنظمة النقل والتوسع العمراني والتي تعتمد في الغالب على الوقود الاحفوري، مما يؤدي إلى زيادة الانبعاثات.

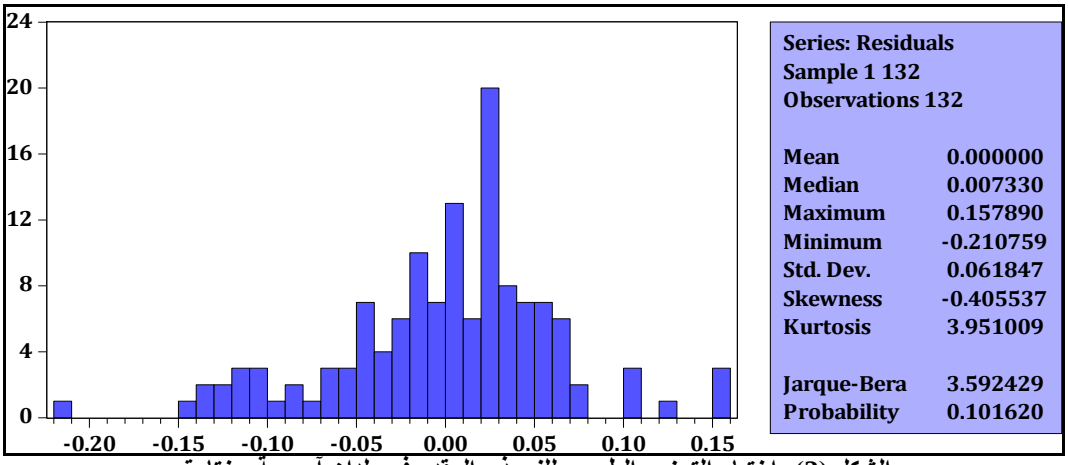
**5.** لمساحة الغابات أثر عكسي ومعنوي، فعندما تزداد مساحة الغابات بنسبة (1%) فأن ذلك سوف يؤدي إلى انخفاض نصيب الفرد من $CO_2$ بنسبة (1.248-%). وتفسر هذه النتيجة في أن الغابات تعمل على امتصاص $Co_2$ من الغلاف الجوي وتطرح الاوكسجين، وبالتالي فهي تخفض من انبعاثات الغازات الدفيئة.

**الجدول(3): نتائج مقدرات وسط المجموعة المدمجة للنموذج في بلدان آسيوية مختارة**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Method: Panel ARDL-PMG** | | | | |
| **Dependent Variable: D(LNY)** | | | | |
| **Maximum dependent lags: 1 (Automatic selection)** | | | | |
| **Model selection method:(SIC)** | | | | |
| **Dynamic regresses (1 lag, automatic): LNX1, LNX2, LNX3, LNX4, LNX5** | | | | |
| **Selected Model: ARDL (1, 1, 1, 1, 1, 1)** | | | | |
| **Long Run Equation** | | | | |
| **Variables** | **Coefficient** | **Std. Error** | **t-Statistic** | **Prob.** |
| **LNX1** | -0.194802 | 0.053809 | -3.620263 | 0.0005*** |
| **LNX2** | 0.241605 | 0.127046 | 1.901715 | 0.0600* |
| **LNX3** | 0.165531 | 0.104603 | 1.582460 | 0.1166n.s |
| **LNX4** | 1.128792 | 0.166183 | 6.792468 | 0.0000*** |
| **LNX5** | -1.248125 | 0.098596 | -12.65900 | 0.0000*** |
| **Short Run Equation** | | | | |
| **ECF** | -0.271307 | 0.131121 | -2.069135 | 0.0410** |
| **D(LNX1)** | -0.174076 | 0.134506 | -1.294186 | 0.1985n.s |
| **D(LNX2)** | 0.142198 | 0.035789 | 3.973252 | 0.0001*** |
| **D(LNX3)** | 0.652205 | 0.082639 | 7.892219 | 0.0000*** |
| **D(LNX4)** | 0.058900 | 1.484790 | 0.039669 | 0.9684n.s |
| **D(LNX5)** | -31.82001 | 32.51794 | -0.978537 | 0.3301n.s |
| **ECF: Error Correction Form.** | | | | |

**سادساً: اختبار التوزيع الطبيعي للإخطاء العشوائية:**

يتضح من الشكل (2)، أن القيمة الاحصائية للاختبار قد بلغت (3.951) وهي غير معنوية، وعليه نقبل فرضية العدم التي تشير إلى أن الأخطاء العشوائية تتوزع توزيعاً طبيعياً في النموذج المقدر بمتوسط مساوي للصفر وبانحراف معياري بلغ نحو (0.062).




**الشكل (2): اختبار التوزيع الطبيعي للنموذج المقدر في بلدان آسيوية مختارة.**

**سابعاً: اختبار مشكلة عدم ثبات التباين:**

يتضح من الجدول (4)، أن القيمة الاحصائية للاختبار قد بلغت (1.404) وهي غير معنوية، وعليه نقبل فرضية العدم والتي تنص على أن النموذج المقدر يتمتع بثبات التباين ونرفض الفرضية البديلة.

**الجدول (4): اختبار مشكلة عدم ثبات التباين للنموذج المقدر في بلدان آسيوية مختارة**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Heteroscedasticity Test by: ARCH** | | | |
| F- Statist. | 1.404398 | Prob. F (8,11) | 0.2940n.s |
| Obs.*R- Squared | 10.10577 | Prob. Chi- Square (8) | 0.2577n.s |

**ثامناً: اختبار التعدد الخطي بين متغيرات النموذج:**

يتضح من الجدول (5)، أن جميع عوامل التضخم المركزية لاختبار عامل تضخم التباين جاءت أقل من (10)، وهذا يشير إلى خلو النموذج المقدر من مشكلة التعدد الخطي (التداخل الخطي المتعدد).

**الجدول (5): اختبار التعدد الخطي لمتغيرات النموذج المقدر في بلدان آسيوية مختارة**

| Variance Inflation Factors | | | |
|---|---|---|---|
| **Variable** | **Coefficient Variance** | **Un centered VIF** | **Centered VIF** |
| **LNX1** | 0.176998 | 9.588083 | 4.150260 |
| **LNX2** | 0.291206 | 85.01323 | 6.348006 |
| **LNX3** | 0.118422 | 22.38805 | 3.365796 |
| **LNX4** | 0.105194 | 24.48897 | 3.637717 |
| **LNX5** | 0.062122 | 16.69084 | 1.404610 |
| **C** | 1.592614 | 25.25611 | NA |

**الاستنتاجات:**

1- ان لاستهلاك الطاقات المتجددة تؤثر بشكل ايجابي على تقليل من انبعاثات الكربون في الاجل الطويل، أي كلما زاد استهلاك الطاقات المتجددة أدى إلى انخفاض نصيب الفرد من انبعاثات غاز الكربون.

2- لنصيب الفرد من استهلاك المنتجات النفطية أثر سلبي على انبعاثات $Co_2$ في الاجل الطويل، حيث كلما زاد نصيب الفرد من استهلاك المنتجات النفطية أدى إلى زيادة نصيب الفرد من انبعاثات الكربون. ل

3- لا يوجد أثر معنوي لنصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي المعبر عنه بالنمو الاقتصادي في نصيب الفرد من انبعاثات الكربون، لأن القيمة الاحتمالية جاءت غير معنوية. اي ان النمو الاقتصادي لا يؤدي بالضرورة إلى زيادة في التلوث البيئي. وقد يعود ذلك إلى اعتماد بعض الدول الاسيوية قيد الدراسة على قطاعات ذات انبعاثات منخفضة مثل الخدمات والتكنولوجيا، كما في ماليزيا، او على الاقتصاد الدائري كما في اليابان، او على الزراعة.

4- للتحضر أثر طردي ومعنوي في نصيب الفرد من انبعاثات الكربون في الاجل الطويل، أي كلما زاد التحضر أدى إلى زيادة نصيب الفرد من انبعاثات الكربون.

5- لمساحة الغابات أثر في الحد من انبعاثات الكربون في الاجل الطويل، أي كلما زادت مساحة الغابات أدى إلى انخفاض نصيب الفرد من انبعاثات الكربون.

**المقترحات:**

1- التوسع في الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة بكافة أنواعها والتشجيع على زيادة نسبة انتاجها واستهلاكها مقارنة بالطاقة التقليدية. من خلال منح القروض والتسهيلات والاعفاءات والدعم والامتيازات لمشاريع الطاقة المتجددة.

2- اتخاذ إجراءات وسياسات بيئية فاعلة من أجل ترشيد استهلاك الطاقة التقليدية (الوقود الاحفوري).

3- الحد من التوسع الحضري العشوائي، من خلال اتباع سياسات كفيلة تحد من انتقال الافراد من الريف الى الحضر، كتوفير فرص العمل والخدمات المتنوعة.

4- الحفاظ على الغابات وحمايتها والعمل على استدامتها ونشر ثقافة وأهمية التشجير بين افراد المجتمع للحفاظ على البيئة.

5- نشر الوعي البيئي بين افراد المجتمع بضرورة الانتقال ولو بشكل جزئي وتدريجي من استخدام الطاقات التقليدية نحو الطاقات المتجددة بكافة أنواعها، فضلاً عن توضيح الاثار المترتبة على الاستمرار في استخدام الطاقة التقليدية في البيئة.

**المصادر:**

**اولاً:المصادر العربية**


1-ابراهيم، قارة والطبيب، مزوري وسميرة، جمعي، 2021، اثر استهلاك الطاقات المتجددة وغير المتجددة على البيئية في مجموعة دول البريكس دراسة قياسية باستخدام نماذج البانل الساكنه والديناميكية، المجلة العلمية الجزائرية ASJP، مجلد17، العدد 3.

2- أحمد سليمان، صندوق النقد العربي، 2024، الطاقة المتجددة، الامارات العربية المتحدة.

3-أمين، تمار، 2022، أثر استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة على التلوث البيئي في دول شمال افريقيا للفترة(1990-2018) باستخدام بانل الديناميكي، مجلة ابحاث اقتصادية وادارية، المجلد 16، العدد 02، الجزائر.

4-بركات، احمد وناصف، حسان، 2020، اهمية ودور الطاقة المتجددة دوليا، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، المجلد3 العدد2، الجزائر.

5-حسن، محمد أحمد محمد، 2023، قياس وتقدير أثر الإيرادات النفطية في عدد من متغيرات الاقتصاد الكلي لبلدان نفطية مختارة مع إشارة إلى العراق للمدة (2003-2020)، رسالة ماجستير غير منشورة، **جامعة الموصل**، كلية الإدارة والاقتصاد، الموصل، العراق.

6-حسين، أحمد إبراهيم وعبدالله، هاشم محمد، 2022، فاعلية أدوات السياسة المالية لمعالجة الخلل في عجز الموازنة العامة لبلدان نامية مختارة للمدة (2002-2019)، **مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية**، المجلد 18، العدد 58، الجزء 1، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة تكريت، تكريت، العراق.

7-حوالف، حليمة، بدون سنة، اهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة وانعكاساتها الايجابية على الاقتصاد، المجلة الجزائرية للقانون المقارن، مجلد2، العدد2، الجزائر.

8-سماقه يي، البيئة والتنمية المستدامة، الطبعة الاولى، مكتب التفسير للنشر والاعلان/ اربيل، العراق، 2006.

9-سمير، بن محاد و الرزاق ،نذير عبد وعيسى، حجاب، 2020، اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي للعلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي دراسة حالة مجموعة من الدول العربية باستعمال بيانات نماذج البيانات الطولية، مجلة معهد العلوم الاقتصادية ، المجلد 23، العدد1، الجزائر.

10-عبد القادر، بن جيلاني فرج و مونية، خليفة، 2020، التحول الطاقوي من الطاقة التقليدية الى الطاقة المتجددة لتحقيق ابعاد التنمية المستدامة، مجلة الدراسات التجارية والاقتصادية المعاصرة، المجلد3، العدد 2، الجزائر.

11-عبد اللاوي، عقبة، جديدي، سمية وجرمون، سعاد، 2017، أثر المشاركة في سلاسل القيمة العالمية على التنمية البشرية في الدول النامية –دراسة قياسية لمجموعة من الدول الناشئة للفترة (1995-2014)، **مجلة الباحث**، عدد 17.

12-غرايبة، خليف مصطفى، 2010، التلوث البيئي: مفهومه واشكاله وكيفية التقليل من خطورته، مجلة الدراسات البيئية، مجلد3، مصر.

13-الفحل، خضر جاسم حمد و البراوي، أنمار امين حاجي، 2022، الواقع والفرص الاقتصادية المتاحة للطاقات المتجددة في العراق، مجلة جامعة كركوك للعلوم الادارية والاقتصادية، العدد خاص، العراق.

14- محمد، إبراهيم عبدالله عبد الرءوف، 2013، الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة دراسة تحليلية وتطبيقية على الطاقة الشمسية فى مصر، مجلة البحوث القانونية والاقتصادية، المجلد3، العدد54، مصر.

15-محمد، لهيب احمد و عكلو، خنساء ناصر، 2019، اهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة، رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة(ابن الهيثم)، جامعة بغداد، العراق.

16-المرشدي، ابتهال ناهي شاكر، 2016، دور السياسة المالية في مواجهة التلوث البيئي في العراق وامكانية الاستفادة من بعض التجارب الدولية، رسالة ماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة كربلاء، العراق.


**ثانياً: المصادر الاجنبية**


1- Chen, Xihui Haviour & Tee, kienpin & Elnahass, Marwa & Ahmed, Rizwan, 2023, Assessing the environmental impacts of renewable energy sources: A case study on air pollution and carbon emissions in China, Journal of Environmental management, china.

2- Copeland, Brian & Taylor, M.Scott, 2003, Trade, Growth, and the Environment, Journal of Economic Literature, Vol 42, no1.

3- Ehigiamusoe, Kizito Uyi & Ramakrishnan, Suresh & Lean, Hooi Hooi & Somasundram, Sotheeswari, 2023, Role of Energy Consumption on the Environmental Impact of Sectoral Growth in Malaysia, Journals sage open, Vol 13, no 2, Malaysia.

4- Haruna, Muhammad Aminu & Mahmood, Suraya , 2019, Impact of Energy Consumption and Environmental Pollution in Malaysia , journal Energy Economics Letters, vol 5, no1, Indonesia.
https://www.iea.org/terms/creative-commons-cc-licenses .

5- **IEA, International Energy Agency, World Energy Balances, Data released**

6- Mirhoseyni, Seyed Valiallah & Izadi, Seyed Hossein & Beheshti, Aliakbar, 2023, An empirical investigation of the Pollution Haven Hypothesis in Iran, The Open Access Journal of Resistive Economics, vol .11, lssue 1, Iran.

7- Mohtasham, Javid, 2015. Renewable Energies. In proceeedings of the international conference on technologies and materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability(TMEES15), 1289-1297. Journal Energy procedia, vol.74, Netherland.

8- Muazu, Abdullahi & Yu, Qian & Alariqi , Mona, 2023, The Impact of Renewable Energy Consumption and Economic Growth on Environmental Quality in Africa: A Threshold Regression Analysis, journal Enirgies, Vol 16, no 11, Switzerland.

9- Steinhurst, William & Sabodash, Vladlena, The Jevons Paradox and Energy Efficiency, Synapse Energy Economics, 2011, USA.

10- World Bank, Data and Statistics, World Development Indicators, Washington, USA.

11- Yesbolova, Ainur Yergazievna & Abdulova, Tolkyn & Nurgabylov, Murat & Yessenbekova, Sapargul & Turalina, Svetlana & Baytaeva, Gulnara & Myrzabekkyzy, Kundyz , 2023, Analysis of the Effect of Renewable Energy Consumption and Industrial Production on CO2, Emissions in Turkic Republics by Panel Data Analysis Method, International Journal of Energy Economics and Policy, Vol 14, Issue 1, Turkey.

**ملحق البيانات**

**الملحق(1): يوضّح البيانات السنوية لمتغيرات الدراسة لمجموعة البلدان الآسيوية للمدة(1990-2022)**

| البلدان | السنوات | نصيب الفرد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون طن / متري | استهلاك الطاقة المتجددة (% من اجمالي استهلاك الطاقة النهائي) | نصيب الفرد من اجمالي الاستهلاك لمنتجات النفط / جيجا جول | النمو الاقتصادي معبراً بنصيب الفرد من الناتج المحلي الاجمالي (دولار امريكي) | سكان المناطق الحضرية (% من إجمالي عدد السكان) | مساحة الغابات (%من اجمالي المساحة) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Countries | Years | Y | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 |
| JPN | 1990 | 8.473 | 4.30 | 60.46 | 28422.21 | 77.339 | 68.431 |
| JPN | 1991 | 8.532 | 4.50 | 61.136 | 29308.27 | 77.473 | 68.411 |
| JPN | 1992 | 8.579 | 4.00 | 61.796 | 29462.65 | 77.61 | 68.391 |
| JPN | 1993 | 8.498 | 4.20 | 62.329 | 29232.44 | 77.746 | 68.37 |
| JPN | 1994 | 8.9 | 3.30 | 64.045 | 29466.76 | 77.881 | 68.35 |
| JPN | 1995 | 8.958 | 3.70 | 66.531 | 30171.16 | 78.016 | 68.33 |
| JPN | 1996 | 9.048 | 3.60 | 67.081 | 31046.17 | 78.145 | 68.328 |
| JPN | 1997 | 8.947 | 3.80 | 66.76 | 31276.19 | 78.272 | 68.308 |
| JPN | 1998 | 8.624 | 3.80 | 65.393 | 30795.09 | 78.398 | 68.288 |
| JPN | 1999 | 8.914 | 3.70 | 67.46 | 30636.27 | 78.523 | 68.267 |
| JPN | 2000 | 9.019 | 3.70 | 66.778 | 31430.63 | 78.649 | 68.247 |
| JPN | 2001 | 8.911 | 3.50 | 66.068 | 31476.05 | 79.99 | 68.272 |
| JPN | 2002 | 9.177 | 3.70 | 66.061 | 31416.12 | 81.647 | 68.296 |
| JPN | 2003 | 9.224 | 4.20 | 64.721 | 31830.22 | 83.196 | 68.321 |
| JPN | 2004 | 9.17 | 4.30 | 64.775 | 32515.12 | 84.64 | 68.346 |
| JPN | 2005 | 9.227 | 4.00 | 63.609 | 33098.55 | 85.978 | 68.37 |
| JPN | 2006 | 9.049 | 4.40 | 61.71 | 33531.52 | 87.118 | 68.395 |
| JPN | 2007 | 9.32 | 4.30 | 59.057 | 33990.04 | 88.146 | 68.42 |
| JPN | 2008 | 8.796 | 4.40 | 54.005 | 33557.65 | 89.103 | 68.444 |
| JPN | 2009 | 8.383 | 4.50 | 54.009 | 31651.08 | 89.989 | 68.469 |
| JPN | 2010 | 8.819 | 4.70 | 53.737 | 32942.20 | 90.812 | 68.494 |
| JPN | 2011 | 9.273 | 4.80 | 52.628 | 33011.13 | 91.069 | 68.482 |
| JPN | 2012 | 9.609 | 4.70 | 51.912 | 33518.44 | 91.148 | 68.47 |
| JPN | 2013 | 9.72 | 5.00 | 52.603 | 34239.89 | 91.226 | 68.458 |
| JPN | 2014 | 9.336 | 5.60 | 50.633 | 34386.91 | 91.304 | 68.446 |
| JPN | 2015 | 9.044 | 6.20 | 50.335 | 34960.64 | 91.381 | 68.433 |
| JPN | 2016 | 8.941 | 6.40 | 49.29 | 35242.20 | 91.457 | 68.422 |
| JPN | 2017 | 8.841 | 6.90 | 49.366 | 35861.97 | 91.535 | 68.409 |
| JPN | 2018 | 8.547 | 7.30 | 48.035 | 36138.53 | 91.616 | 68.409 |
| JPN | 2019 | 8.273 | 7.80 | 46.962 | 36043.78 | 91.698 | 68.409 |
| JPN | 2020 | 7.85 | 8.50 | 43.687 | 34650.80 | 91.782 | 68.409 |
| JPN | 2021 | 7.992 | 8.80 | 43.685 | 35701.45 | 91.867 | 68.409 |
| JPN | 2022 | 7.793 | 8.36 | 42.728 | 36202.64 | 91.955 | 68.409 |
| THA | 1990 | 1.476 | 33.50 | 11.483 | 2608.17 | 29.424 | 37.897 |
| THA | 1991 | 1.612 | 33.00 | 11.719 | 2787.40 | 29.593 | 37.826 |
| THA | 1992 | 1.733 | 31.70 | 12.612 | 2968.32 | 29.763 | 37.755 |
| THA | 1993 | 1.925 | 26.40 | 14.213 | 3166.70 | 29.934 | 37.683 |
| THA | 1994 | 2.119 | 23.80 | 16.073 | 3371.29 | 30.105 | 37.612 |
| THA | 1995 | 2.368 | 22.60 | 17.601 | 3595.06 | 30.276 | 37.541 |
| THA | 1996 | 2.624 | 21.00 | 19.803 | 3748.66 | 30.449 | 37.47 |
| THA | 1997 | 2.655 | 21.10 | 19.934 | 3598.93 | 30.622 | 37.399 |
| THA | 1998 | 2.379 | 21.50 | 17.681 | 3283.48 | 30.795 | 37.328 |
| THA | 1999 | 2.446 | 21.10 | 19.239 | 3395.26 | 30.969 | 37.257 |
| THA | 2000 | 2.432 | 21.80 | 19.42 | 3511.44 | 31.386 | 37.186 |
| THA | 2001 | 2.53 | 19.90 | 20.039 | 3599.10 | 32.548 | 37.397 |
| THA | 2002 | 2.656 | 19.90 | 22.518 | 3786.34 | 33.734 | 37.607 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| THA | 2003 | 2.745 | 20.20 | 24.467 | 4023.81 | 34.941 | 37.817 |
| THA | 2004 | 2.982 | 19.90 | 26.193 | 4241.90 | 36.169 | 38.028 |
| THA | 2005 | 3.06 | 20.10 | 25.443 | 4385.28 | 37.411 | 38.238 |
| THA | 2006 | 3.062 | 20.50 | 25.314 | 4568.56 | 38.673 | 38.449 |
| THA | 2007 | 3.135 | 21.60 | 25.262 | 4780.30 | 39.95 | 38.659 |
| THA | 2008 | 3.18 | 22.60 | 23.736 | 4826.58 | 41.242 | 38.869 |
| THA | 2009 | 3.033 | 22.80 | 24.91 | 4758.93 | 42.543 | 39.08 |
| THA | 2010 | 3.25 | 22.80 | 26.341 | 5082.25 | 43.856 | 39.29 |
| THA | 2011 | 3.203 | 23.00 | 27.068 | 5091.96 | 44.698 | 39.286 |
| THA | 2012 | 3.421 | 23.60 | 28.487 | 5425.69 | 45.445 | 39.281 |
| THA | 2013 | 3.521 | 23.20 | 30.514 | 5537.74 | 46.193 | 39.276 |
| THA | 2014 | 3.446 | 24.40 | 30.34 | 5561.70 | 46.943 | 39.271 |
| THA | 2015 | 3.527 | 22.60 | 30.523 | 5708.79 | 47.694 | 39.267 |
| THA | 2016 | 3.456 | 22.40 | 31.717 | 5878.75 | 48.448 | 39.181 |
| THA | 2017 | 3.475 | 22.20 | 31.834 | 6099.20 | 49.2 | 39.11 |
| THA | 2018 | 3.398 | 23.70 | 32.329 | 6336.24 | 49.949 | 39.04 |
| THA | 2019 | 3.531 | 23.90 | 32.399 | 6453.89 | 50.692 | 38.969 |
| THA | 2020 | 3.376 | 20.90 | 31.328 | 6049.19 | 51.43 | 38.899 |
| THA | 2021 | 3.269 | 19.00 | 30.781 | 6133.29 | 52.163 | 38.828 |
| THA | 2022 | 3.487 | 21.26 | 31.178 | 6275.93 | 52.889 | 38.899 |
| MYS | 1990 | 2.832 | 8.30 | 22.277 | 4260.28 | 49.794 | 62.756 |
| MYS | 1991 | 3.327 | 7.60 | 24.081 | 4537.33 | 50.576 | 62.474 |
| MYS | 1992 | 3.396 | 6.90 | 25.577 | 4804.67 | 51.814 | 62.192 |
| MYS | 1993 | 3.557 | 6.70 | 27.205 | 5135.03 | 53.109 | 61.909 |
| MYS | 1994 | 3.726 | 6.80 | 28.025 | 5453.87 | 54.402 | 61.627 |
| MYS | 1995 | 3.952 | 6.10 | 31.634 | 5826.87 | 55.688 | 61.345 |
| MYS | 1996 | 4.394 | 4.90 | 32.65 | 6238.65 | 56.969 | 61.063 |
| MYS | 1997 | 4.579 | 4.20 | 34.341 | 6519.00 | 58.237 | 60.781 |
| MYS | 1998 | 4.48 | 4.50 | 31.086 | 5883.80 | 59.496 | 60.498 |
| MYS | 1999 | 4.754 | 4.90 | 33.023 | 6089.11 | 60.742 | 60.216 |
| MYS | 2000 | 5.015 | 4.40 | 33.434 | 6461.99 | 61.977 | 59.934 |
| MYS | 2001 | 5.116 | 4.20 | 33.635 | 6330.63 | 62.922 | 59.708 |
| MYS | 2002 | 5.24 | 3.50 | 33.316 | 6506.12 | 63.856 | 59.481 |
| MYS | 2003 | 5.368 | 3.30 | 33.327 | 6716.64 | 64.78 | 59.255 |
| MYS | 2004 | 5.786 | 3.20 | 35.11 | 7004.14 | 65.694 | 59.029 |
| MYS | 2005 | 6.061 | 3.00 | 34.571 | 7209.62 | 66.594 | 58.802 |
| MYS | 2006 | 6.155 | 3.10 | 32.655 | 7444.03 | 67.483 | 58.576 |
| MYS | 2007 | 6.622 | 2.80 | 36.969 | 7742.58 | 68.36 | 58.35 |
| MYS | 2008 | 6.923 | 3.00 | 34.863 | 7948.95 | 69.225 | 58.123 |
| MYS | 2009 | 6.057 | 2.30 | 33.887 | 7675.24 | 70.075 | 57.897 |
| MYS | 2010 | 6.648 | 2.00 | 34.926 | 8101.41 | 70.912 | 57.671 |
| MYS | 2011 | 6.579 | 2.20 | 33.895 | 8393.96 | 71.609 | 57.985 |
| MYS | 2012 | 6.517 | 2.50 | 33.995 | 8711.30 | 72.275 | 58.299 |
| MYS | 2013 | 6.94 | 2.80 | 39.014 | 8976.55 | 72.93 | 58.614 |
| MYS | 2014 | 7.202 | 3.00 | 40.048 | 9369.10 | 73.577 | 58.928 |
| MYS | 2015 | 7.094 | 3.40 | 37.114 | 9699.60 | 74.213 | 59.243 |
| MYS | 2016 | 6.868 | 4.40 | 37.57 | 9984.16 | 74.84 | 58.788 |
| MYS | 2017 | 6.596 | 5.20 | 37.8 | 10416.04 | 75.447 | 58.635 |
| MYS | 2018 | 7.042 | 5.30 | 36.544 | 10777.77 | 76.036 | 58.482 |
| MYS | 2019 | 7.06 | 5.70 | 38.01 | 11114.56 | 76.607 | 58.33 |
| MYS | 2020 | 6.796 | 7.00 | 31.096 | 10382.73 | 77.16 | 58.177 |
| MYS | 2021 | 6.711 | 7.50 | 29.044 | 10605.68 | 77.696 | 58.024 |
| MYS | 2022 | 7.105 | 6.73 | 31.455 | 11399.40 | 78.214 | 58.177 |
| CHN | 1990 | 2.09 | 33.90 | 3.126 | 905.03 | 26.442 | 16.738 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CHN | 1991 | 2.17 | 33.10 | 3.399 | 975.46 | 27.312 | 16.95 |
| CHN | 1992 | 2.25 | 32.80 | 3.65 | 1100.65 | 28.2 | 17.161 |
| CHN | 1993 | 2.41 | 31.50 | 3.931 | 1239.13 | 29.103 | 17.373 |
| CHN | 1994 | 2.51 | 31.10 | 4.088 | 1384.93 | 30.024 | 17.584 |
| CHN | 1995 | 2.75 | 29.40 | 4.47 | 1520.03 | 30.961 | 17.796 |
| CHN | 1996 | 2.71 | 30.50 | 4.77 | 1653.43 | 31.916 | 18.007 |
| CHN | 1997 | 2.76 | 30.00 | 5.26 | 1787.77 | 32.883 | 18.219 |
| CHN | 1998 | 2.81 | 29.50 | 5.37 | 1909.62 | 33.867 | 18.43 |
| CHN | 1999 | 2.73 | 30.30 | 5.791 | 2038.21 | 34.865 | 18.642 |
| CHN | 2000 | 2.88 | 29.60 | 6.093 | 2193.90 | 35.877 | 18.853 |
| CHN | 2001 | 3 | 28.40 | 6.152 | 2359.57 | 37.093 | 19.105 |
| CHN | 2002 | 3.22 | 27.00 | 6.599 | 2557.89 | 38.425 | 19.356 |
| CHN | 2003 | 3.7 | 23.90 | 7.27 | 2797.18 | 39.776 | 19.608 |
| CHN | 2004 | 4.24 | 20.20 | 8.453 | 3061.83 | 41.144 | 19.859 |
| CHN | 2005 | 4.78 | 17.40 | 8.763 | 3390.72 | 42.522 | 20.111 |
| CHN | 2006 | 5.27 | 16.40 | 9.418 | 3800.77 | 43.868 | 20.362 |
| CHN | 2007 | 5.69 | 14.90 | 9.961 | 4319.03 | 45.199 | 20.614 |
| CHN | 2008 | 5.83 | 14.10 | 10.188 | 4711.64 | 46.539 | 20.865 |
| CHN | 2009 | 6.21 | 13.40 | 10.509 | 5128.90 | 47.88 | 21.117 |
| CHN | 2010 | 6.75 | 12.30 | 11.542 | 5647.07 | 49.226 | 21.368 |
| CHN | 2011 | 7.33 | 11.30 | 12.042 | 6152.70 | 50.511 | 21.575 |
| CHN | 2012 | 7.51 | 11.50 | 12.68 | 6591.66 | 51.765 | 21.781 |
| CHN | 2013 | 7.82 | 11.50 | 13.332 | 7056.42 | 53.013 | 21.987 |
| CHN | 2014 | 7.86 | 11.90 | 13.82 | 7532.79 | 54.259 | 22.194 |
| CHN | 2015 | 7.71 | 12.20 | 14.704 | 8016.45 | 55.5 | 22.4 |
| CHN | 2016 | 7.68 | 12.60 | 15.07 | 8516.53 | 56.736 | 22.63 |
| CHN | 2017 | 7.81 | 13.10 | 15.61 | 9053.23 | 57.96 | 22.831 |
| CHN | 2018 | 8.14 | 13.50 | 16.834 | 9619.21 | 59.152 | 23.031 |
| CHN | 2019 | 8.3 | 14.30 | 17.007 | 10155.51 | 60.308 | 23.231 |
| CHN | 2020 | 8.44 | 14.90 | 17.288 | 10358.17 | 61.428 | 23.431 |
| CHN | 2021 | 8.92 | 15.20 | 18.373 | 11223.26 | 62.512 | 23.632 |
| CHN | 2022 | 8.89 | 14.80 | 18.052 | 11560.24 | 63.56 | 23.431 |

**Sources:**

- **World Bank, Data and Statistics, World Development Indicators, Washington, USA.**
- **IEA, International Energy Agency, World Energy Balances, Data released**

https://www.iea.org/terms/creative-commons-cc-licenses .