

التقدير القياسي للعلاقة بين النمو الاقتصادي، استخدام الطاقة، والتغير المناخي في المملكة العربية السعودية للفترة (1990م-2022م)

Standard estimation of the relationship between economic growth, energy use, and climate change in the Kingdom of Saudi Arabia for the period (1990- 2022)

[10.35781/1637-000-133-007](https://doi.org/10.35781/1637-000-133-007)

أ.د. محمد عبدالقادر محمد خير

أ. عبدالرحمن بن مانع بن هليل الحربي

المستخلص:

كما توجد علاقة طردية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المملكة خلال فترة الدراسة، فضلاً عن وجود علاقة طردية بين نسبة التحضر وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

الكلمات المفتاحية: النمو الاقتصادي - استخدام الطاقة - التغير المناخي

يهدف البحث إلى الكشف عن طبيعة العلاقة بين النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة التقليدية وتأثير هذه العلاقة على جودة البيئة في المملكة العربية السعودية بين (1990م-2022م)، وقد تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي من خلال نموذج قياسي لتقدير العلاقة بين المتغيرات الثلاثة، حيث توصل البحث إلى عدة نتائج أهمها: أن النمو الاقتصادي في المملكة أثر سلباً على جودة البيئة،

Abstract

The research aims to reveal the nature of the relationship between economic growth and the use of traditional energy and the impact of this relationship on environmental quality in the Kingdom of Saudi Arabia between (1990 AD - 2022 AD).

The descriptive analytical approach was used through a standard model to estimate the relationship between the three variables. The research reached several results, the most important of which is that economic growth in the

Kingdom has had a negative impact on environmental quality.

There is also a direct relationship between economic growth and carbon dioxide emissions in the Kingdom during the study period, as well as a direct relationship between the urbanization rate and carbon dioxide emissions.

Keywords: Economic growth - Energy use - Climate change

المقدمة:

في ظل الجهود التنموية التي ظلت تشهدها المملكة العربية السعودية منذ عقود، وما ترتب عليها من نمو اقتصادي رافقته مستويات متزايدة من استهلاك الطاقة وظهور تحديات بيئية متعلقة بآثار تغير المناخ، فإنه يفترض بالضرورة وجود شمة علاقة ارتباط بين هذه المتغيرات الثلاثة (النمو الاقتصادي، استخدام الطاقة، التغير المناخي)، ولفهم هذه العلاقة الارتباطية فإن هذا البحث يهدف إلى تقديم تقرير قياسي لها، وذلك من خلال تحليل بيانات سلاسل زمنية متعلقة بهذه المتغيرات باستخدام نموذج قياسي يقيس مدى تأثير النمو الاقتصادي من خلال التوسع في استخدام الطاقة على التغير المناخي في المملكة العربية السعودية.

أهمية البحث:

تبرز أهمية البحث في هذا الموضوع من خلال الآتي:

- 1- مثل البحث محاولة لفهم كيفية تفاعل النمو الاقتصادي مع أنماط استهلاك الطاقة السائدة في المملكة العربية السعودية وتأثير ذلك على التغير المناخي.
- 2- التزام المملكة العربية السعودية باتفاقات المناخ الدولية وخططها الهادفة إلى رفع كفاءة الطاقة وتنويع مصادرها يتطلب إجراء دراسة قياسية للكشف عن ديناميكيات التفاعل بين النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة والتغير المناخي.
- 3- يساهم البحث في دعم وتعزيز صانعي القرار والسياسات العامة في المملكة العربية السعودية في وضع الخطط المناسبة التي تراعي متطلبات النمو ومقتضيات تحقيق الاستدامة البيئية.

مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في وجود الحاجة إلى نموذج قياسي دقيق يكشف عن مستوى العلاقة التي تربط بين كل من النمو الاقتصادي في المملكة العربية السعودية والتوسع في استخدام الطاقة التقليدية وأثر ذلك على التغير المناخي، وتتضمن مشكلة البحث الأسئلة التالية:

- 1- ما طبيعة العلاقة المباشرة بين النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة التقليدية في المملكة العربية السعودية؟
- 2- ما أثر استخدام الطاقة التقليدية على الانبعاثات الكربونية في المملكة العربية السعودية؟
- 3- ما مدى تأثير مستوى التحضر على جودة البيئة في المملكة العربية السعودية؟

فرضيات البحث:

يعمل البحث على اختبار صحة الفرضيات التالية:

- 1- توجد علاقة سلبية ذات دلالة معنوية بين النمو الاقتصادي وجودة البيئة في المملكة العربية السعودية.
- 2- توجد علاقة موجبة ذات دلالة إحصائية بين التوسع في استخدام الطاقة والتغير المناخي في المملكة العربية السعودية.
- 3- توجد علاقة موجبة ذات دلالة إحصائية بين ارتفاع نسبة التحضر والانبعاثات الكربونية كمؤشر للتغير المناخي.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى الكشف عن طبيعة العلاقة بين النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة التقليدية وتأثير هذه العلاقة على جودة البيئة في المملكة العربية السعودية وذلك عن طريق بناء نموذج قياسي لتقدير العلاقة بين كل من النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة والتغير المناخي.

منهج البحث:

اتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي مستخدماً في ذلك أدوات الاقتصاد القياسي.

هيكل البحث:

يشمل البحث على مقدمة منهجية وثلاثة مباحث وخاتمة، يتضمن المبحث الأول الإطار النظري لمتغيرات الدراسة، بينما يتضمن المبحث الثاني توصيف النموذج القياسي وبيانات الدراسة، فيما يتضمن المبحث الثالث تقدير النموذج القياسي، أما الخاتمة فتتضمن النتائج والتوصيات.

الدراسات السابقة:

- 1- دراسة (الفكي وأحمد 2018) بعنوان "العلاقة بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في السودان خلال الفترة (1984-2014)" هدفت إلى بحث العلاقة بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في السودان في الفترة (1984-2014)، وتضمنت الدراسة متغيرات إضافية متمثلة في: إجمالي تكوين رأس المال الثابت، والانفتاح التجاري، وسكان الحضر، واستخدمت الدراسة نموذج الانحدار الذاتي الموزع $ARDL$ ، أظهرت الدراسة وجود علاقة توازن طويلة المدى بين المتغيرات؛ فاستهلاك الطاقة

على المدى الطويل له تأثير سلبي على النمو الاقتصادي، أما على المدى القصير فإن استهلاك الطاقة كان له تأثيرات مختلفة على النمو الاقتصادي.

2- دراسة (المحيسن، طارق عبدالله 2018) بعنوان "العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة والنشاط الاقتصادي في الأردن" هدفت هذه الدراسة بشكل رئيسي إلى تحليل اتجاه العلاقة السببية بين استخدام الطاقة والنشاط الاقتصادي في الأردن على المستوى الكلي، وذلك لكل من الطاقة الأولية والكهربائية وكذلك على المستوى القطاعي: الصناعة، الخدمات، بالنسبة للطاقة الكهربائية؛ ولتحقيق هذا الهدف تم تطبيق أسلوب نموذج الانحدار بفترات الابطاء الموزعة (*ARDL*) بعد إجراء الاختبارات القياسية المناسبة، وذلك باستخدام بيانات للفترة 1976-2014، وودلت نتائج اختبار السببية على سيادة فرضية الترشيح في الأجلين القصير والطويل لعلاقة القيمة المضافة في القطاع الصناعي بالكميات المستهلكة من الكهرباء فيه، بينما سادت فرضية التغذية العكسية في الأجل القصير للعلاقة بين القيمة المضافة لقطاع الخدمات والطاقة الكهربائية المستهلكة فيه وعلى المستوى الكلي سادت فرضية التغذية العكسية بالنسبة للعلاقة بين الناتج المحلي الإجمالي والطاقة الأولية المستهلكة في الأجل القصير، وفرضية الترشيح في الأجل الطويل أما بالنسبة للطاقة الكهربائية على المستوى الكلي وعلاقتها مع الناتج المحلي فقد سادت فرضية الترشيح في الأجلين القصير والطويل؛ اعتماداً على هذه النتائج توصي الدراسة بإتباع استراتيجية واضحة وفعالة لترشيح استخدام الطاقة لأن الترشيح لا يؤثر سلباً على النمو الاقتصادي، كما توصي الدراسة بزيادة الاهتمام بتحسين مستويات كفاءة استخدام الطاقة لتخفيف العبء من الطاقة المستوردة.

3- دراسة (عبدالجواد وشرف، 2017) بعنوان "العلاقة بين استهلاك أنواع الطاقة والنمو الاقتصادي في مصر خلال الفترة (1980 - 2012)" هدفت إلى تحليل وقياس العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة (الإجمالي والنوعي) والنمو الاقتصادي في مصر خلال الفترة من 1980 إلى 2012، واستخدمت الدراسة نموذج متعدد المتغيرات (يتضمن كال من العمل ورأس المال المادي). واستخدمت الدراسة اختبار غرانجر في بحث العلاقة السببية بين المتغيرات، وتوصلت الدراسة إلى عدم وجود علاقة سببية بين إجمالي استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي، أما من حيث نوع الطاقة فقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تمتد من النمو الاقتصادي إلى استهلاك النفط واستهلاك الكهرباء.

4- دراسة (صيدا وحماي 2016) بعنوان "العلاقة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة (1990-2012)" هدفت إلى بحث العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي لـ 58 دولة خلال الفترة (1990-2012)، وأن متغيرات الدراسة بجانب المتغيرات الأساسية هي: رأس المال الثابت، والاستثمار الأجنبي المباشر، والقوة العاملة، والانفتاح التجاري؛ وذلك باستخدام نماذج البيانات المقطعية الديناميكية المتزامنة-)

dynamic simultaneous equation panel (data models) توضح النتائج إلى وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في جميع دول الدراسة، كما تدعم النتائج حدوث عائق سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في جميع دول الدراسة، بالإضافة إلى وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تمتد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى النمو الاقتصادي.

5- دراسة (Shahateet 2014) بعنوان "دراسة العلاقة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة في الدول العربية خلال الفترة (1980-2011)" هدفت إلى بحث العلاقة بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في 17 دولة عربية هم: (الجزائر، والبحرين، ومصر، والعراق، والأردن، والكويت، ولبنان، وليبيا، والمغرب، و عمان، وقطر، والمملكة العربية السعودية، والسودان، وسوريا، وتونس، والإمارات العربية المتحدة، واليمن) وذلك باستخدام التكامل المشترك لنموذج الانحدار الذاتي الموزع *ARDL* خلال الفترة (1980-2011) أظهرت النتائج أنه لا توجد علاقة سببية تمتد من استهلاك الطاقة إلى النمو الاقتصادي، ولا توجد علاقة سببية تمتد من النمو الاقتصادي إلى استهلاك الطاقة في جميع البلدان العربية باستثناء حالة الكويت.

ويتضح من الدراسات السابقة أنها تختلف مع محل الدراسة في هذا البحث وهو المملكة العربية السعودية، وكذلك الفترة الزمنية المستهدفة (1990-2022م).

المبحث الأول: الإطار النظري لمتغيرات الدراسة:

تتمثل المتغيرات الرئيسية للدراسة في كل من النمو الاقتصادي والطاقة التقليدية والتغير المناخي، حيث يتم في هذا المبحث بيان المفاهيم الأساسية المتعلقة بكل متغير منها والعلاقة الترابطية بينها من الناحية النظرية.

أولاً: مفهوم النمو الاقتصادي ومقاييسه:

1 - مفهوم النمو الاقتصادي: توجد عدة تعريفات تمت صياغتها بغرض تحديد مفهوم النمو الاقتصادي أهمها:

- تعريف بول سامو يلون و ولينام نور هاوس: النمو الاقتصادي هو التوسع المستدام في القدرة على توفير المزيد من السلع والخدمات المتنوعة للسكان⁽¹⁾.

(1) بول سامو يلون وولينام نورهاوس، الاقتصاد، ماكجروهيل، ط9، 19، 2014م، ص298

(2) مايكل توادارو وستيفن سميث، التنمية الاقتصادية، دار النشر العالمية، ط124، 2019م، ص37

- تعريف مايكل توادرو وستيفن سميث: النمو الاقتصادي يعكس ارتفاع إنتاج السلع والخدمات الحقيقية لكل فرد في الاقتصاد⁽²⁾.
 - تعريف ن - غريغوري مانكيو: النمو الاقتصادي هو ارتفاع القدرات الإنتاجية للاقتصاد الوطني، والذي يقاس بزيادة دائمة في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي⁽³⁾.
 - تعريف محمد قاسم خليل: النمو الاقتصادي يشير إلى الزيادة المستمرة في الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للفرد ضمن إطار زمني محدد⁽⁴⁾.
 - تعريف البنك الدولي: النمو الاقتصادي هو معدل التغير السنوي في الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للدولة⁽⁵⁾.
 - تعريف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية: النمو الاقتصادي هو التغير النسبي في الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي لكل فرد خلال فترة معينة⁽⁶⁾.
 - تعريف الأمم المتحدة: النمو الاقتصادي هو الزيادة المستمرة في الناتج الحقيقي لكل فرد نتيجة لتحسين مستويات الإنتاجية⁽⁷⁾.
- يلاحظ التوافق الكبير في التعريفات السابقة على مفهوم النمو الاقتصادي وارتباطه بالنشاط الإنتاجي للفرد واقتصاد الدولة ككل خلال فترة زمنية معينة، حيث يرتبط النمو الاقتصادي بشكل مباشر بالناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للاقتصاد الوطني. وفي الواقع فإن النمو الاقتصادي المستمر المستدام إنما هو نتيجة طبيعية للتنمية الاقتصادية والاجتماعية كعملية مستمرة عبر الزمن، يتم من خلالها استغلال الموارد الطبيعية والاستثمار فيها بفرض تحقيق قيمة مضافة على المستوى الاقتصادي والكلي فضلاً عن إحداث تغيرات جذرية في الهياكل الاقتصادية والاجتماعية السائدة بهدف تحسين نوعية الحياة والارتقاء بمستوى جودتها.
- 2- مقاييس النمو الاقتصادي:** هنالك عدة مؤشرات تستخدم في قياس النمو الاقتصادي، يتمثل أهمها في الآتي:
- معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي: وهو النسبة المئوية للتغير في قيمة الإنتاج الكلي بعد إزالة أثر التضخم⁽²⁾ ⁽¹⁾.

(3) ن . غريغوري مانكيو، مبادئ الاقتصاد، البنك الدولي، ط12، 2017م، ص412،

(4) د.محمد قاسم خليل، النمو الاقتصادي والتنمية الاقتصادية، دار النهضة العربية، ط1، 2015م، ص22

(5) البنك الدولي، تقرير التنمية في العالم، واشنطن، 2022م، ص14

(6) منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية(OECD)، Glossary of statistical terms، باريس، 2018م، ص1

(7) الأمم المتحدة، أهداف التنمية المستدامة(8):العمل اللائق والنمو الاقتصادي، نيويورك، 2023م، ص10

(2) ن.غريغوري مانكيو، مرجع سابق، ص348.

- نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي: وهو متوسط إنتاجية الفرد في الاقتصاد محسوباً بقسمة قمة الناتج المحلي الإجمالي الاسمي على عدد السكان⁽³⁾.
- الناتج المحلي الإجمالي وفقاً لمقياس تعادل القوة الشرائية: وهو الذي يتم حسابه عن طريق تحويل الناتج المحلي الإجمالي إلى عملة موحدة هي الدولار الأمريكي من خلال مقياس تعادل القوة الشرائية⁽⁴⁾.

ثانياً: مفهوم الطاقة استخداماتها وأنواعها ومصادرها:

1- مفهوم الطاقة واستخداماتها: وردت عدة تعريفات للطاقة مرتبطة باستخداماتها، من أبرزها:

- هي أحد أهم المقومات الرئيسية التي تعتمد عليها المجتمعات الحديثة المختلفة قطاعات في مختلف مجالات الحياة اليومية، حيث يتم استخدامها في تشغيل المصانع وفي وسائل التنقل المختلفة وفي استخدامات المنزلية وغيرها من الأغراض⁽⁵⁾.
- هي الوسيلة الرئيسية التي يتعمدها الإنسان لتحقيق حياة أفضل وراحة وسعادة أكبر، حيث تعتبر المفتاح الرئيسي لنمو الحضارة الإنسانية على مر التاريخ، وبها يمكن قياس مدى تقدم المجتمع من خلال قدرته على التحكم فيها واستغلال مصادرها المختلفة بكفاءة⁽⁶⁾.
- هي كمية الحرارة التي يتم تحويلها أو استبدالها أو استخدامها لإتمام عملية تصنيع أو توزيع سلعة معينة في النظام الاقتصادي⁽⁷⁾.

(3) بول سامو يلسون ووليام نور هاوس، مرجع سابق، ص30.

(4) المرجع السابق.

(5) سمير مجاد، استهلاك الطاقة في الجزائر: دراسة تحليلية قياسية، مذكرة ماجستير ف العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، 2009م، ص3.

(6) عبدالله خبابة وآخرون، تطوير الطاقات المتجددة بين الأهداف الطموحة وتحديات التنفيذ، دراسة حالة برنامج التحويل الطاقوي لألمانيا، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، جامعة الجزائر العدد (10)، 2013م، ص44.

(7) محمد طالبى ومحمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة - عرض تجربة ألمانيا، مجلة الباحث، جامعة قاصدي مرباح، الجزائر، العدد (6)، 2008م، ص20.

2- أنواع الطاقة ومصادرها: تنقسم أنواع الطاقة بحسب طبيعتها إلى طاقة تقليدية ناضبة وطاقة غير تقليدية متجددة ومستدامة، ولكل من النوعين مصادر متعددة ومتنوعة، ويمكن بيان ذلك كما يلي:

1/2 الطاقة التقليدية: هذا النوع من الطاقة ترتبط مصادره بالطبيعة، غير أنها مصادر ناضبة تنفذ بمرور الزمن وكثرة الاستخدام، وتتصف هذه الطاقة بأنها طاقة ملوثة للبيئة كونها مصدر للانبعاثات الكربونية، ومن أهم مصادرها:

الفحم: ويشمل كل من الفحم الحجري، الذي هو عبارة عن صخر رسوبي قابل للاحتراق ويوجد في طبقات أرضية أو في شكل عروق، ويتكون أصلاً من الكربون بالإضافة إلى عناصر أخرى بنسب متفاوتة، والفحم النباتي الذي يتكون من بقايا النباتات المتحللة على مدى فترات طويلة، وهو مكون من كربون صرف وللفحم الحجري مجموعة من الاستخدامات أهمها توليد الكهرباء وصناعة الحديد وال فولاذ، وفي صناعة الاسمنت والأدوية والأصبغ والأسمدة، كما يستخدم له التدفئة وتسخين المياه وكوقود بديل في بعض الصناعات، أما الفحم النباتي فيستعمل للحصول على الطاقة للأغراض المنزلية (التدفئة، الطهي)، كما يستخدم في الدول التي يتوفر فيها خشب الغابات بكثرة في مشاريع توليد الكهرباء، ويعد الفحم أكبر مصادر الطاقة التقليدية تلويثاً للبيئة بسبب الكثافة العالمية لنسبة الكربون التي يحتويها، حيث تشير المصادر إلى أن محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم كانت المساهم الأكبر في نمو انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم عام 2018م⁽⁸⁾.

النفط: وهو سائل هيدروكربوني طبيعي يتكون من بقايا عضوية للكائنات الحية القديمة التي تحللت عبر ملايين السنين تحت ضغط وحرارة عالية في باطن الأرض ويستخرج من الصخور الرسوبية ويعد من الوقود الأحفوري، وله استخدامات عديدة منها كوقود للسيارات والشاحنات والبواخر والقطارات والطائرات وتوليد كهرباء وتشغيل المصانع، كما تستخدم مخلفات تكريره كمدخلات إنتاج في العديد من الصناعات البتروكيمياوية، وعلى هذا الأساس يكتسب أهميته الاقتصادية والسياسية في الساحة الدولية، وذلك كونه مصدراً رئيسياً للطاقة⁽⁹⁾، غير أن لاستخراجه واستخداماته آثاراً بيئية عديدة ومعقدة تتمثل في تلوث مياه البحار والمحيطات وتهديد الحياة البحرية كما قد تتسرب المواد الكيميائية المستخدمة في استخراجه إلى المياه الجوفية وتؤثر على جودة مياه الشرب، كما تتمثل هذه الآثار في تلوث الهواء من خلال انبعاثات الغازات السامة التي تتسبب في الأمطار الحمضية، والغازات

(8) الفحم الخام تكوينه، استخداماته وآثاره البيئية والبدائل. <https://charcoalcitrus.com>

(9) خالد بن سلطان بن عبدالعزيز، البترول: معامل التكرير، موسوعة مقاتل من الصحراء 2018م، وانظر كذلك مصطفى يوسف كافي، اقتصاديات الموارد والبيئة، المهتل، 2019م، ص139.

الدفينة مثل ثاني أكسيد الكربون الذي يساهم بشكل كبير في حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري⁽¹⁰⁾.

الغاز الطبيعي: هو خليط من الهيدروكربونات الحقيقية ونسبته ضئيلة من الغازات الخاملة، ويتكون تحت ضغط وحرارة مرتفعين من خلل الكائنات العضوية المدفونة في الطبقات الرسوبية عبر ملايين السنين⁽¹¹⁾ ويحتل المرتبة الثالثة من حيث الأهمية في استهلاك العالم من الطاقة بعد الفحم و النفط، إذ يشكل ما نسبته 24٪ من معمل الاستهلاك العالمي للطاقة التقليدية⁽¹²⁾ ويستخدم الغاز الطبيعي في عدة مجالات أهمها توليد الكهرباء والتدفئة والطهي وكوقود لبعض وسائل النقل وخاصة النقل البحري، ويتميز الغاز مقارنة بالفحم والنفط بكونه أنظف أنواع الوقود الأحفوري، غذائه لا يخلو من آثار بيئية من خلال مساهمته بنسبة أقل في تلوث الهواء و حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ⁽¹³⁾.

2/2 الطاقة المتجددة: هذا النوع من الطاقة ترتبط مصادره أيضا بالطبيعة، غير أنها مصادر متجددة مستدامة، وتتميز بكونها طاقة نظيفة وصديقة للبيئة ومقارنة مصادر الطاقة التقليدية، وتتمثل مصادر هذه الطاقة في الآتي⁽¹⁴⁾:

- **الطاقة الشمسية:** وهي الطاقة المستمدة من الشمس، وكذلك في شكل حرارة أو ضوء، حيث يتم تحويلها إلى طاقة كيميائية عن طريق التمثيل الضوئي الطبيعي أو الحرارية المركزة، وتستخدم الطاقة الشمسية بدرجة رئيسية في توليد الكهرباء.
- **الطاقة المائية:** يتم إنتاج هذا النوع من الطاقة عن طريق إنشاء محطات لتوليد الطاقة الكهربائية في مساقط الأنهار والسدود الاصطناعية.
- **طاقة الرياح:** تستخدم هذه الطاقة في توليد الكهرباء عن طريق الطاقة الحركية المستمدة من حركة الرياح والتيارات الجوية الناتجة عن التفاوت في درجات حرارة سطح الأرض، حيث تعد طاقة الرياح واحدة من أسرع تقنيات الطاقة المتجددة نمواً في جميع أنحاء العالم، وتتميز بأنها أقل تكلفة إنتاجية.

(10) الأثر البيئي لصناعة النفط، ويكيبيديا: ar.m.wikipedia.org.

(11) سميل، فاكلاف، الطاقة من منظور عالمي، ترجمة د. خالد سليمان، دار كلمات، الكويت، 2018م، ص112.

(12) أحلام زواوية، دور اقتصاديات الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية، دراسة مقارنة الجزائر، المغرب، تونس، مذكرة ماجستير العلوم الاقتصادية، جامعة فرحات عباس، 2013م، ص24.

(13) الأثر البيئي لغاز الطبيعي: الواقع والتحديات، متاح على الرابط: ay.yenovablesvedes.com.

(14) سارة صبحي فتحي، وآخرون، اثر استخدام الطاقة المتجددة على النمو الاقتصادي دراسة حالة جمهورية مصر العربية (1990-2020م)، المركز الديمقراطي العربي، 2023، ص ص30-32.

- **الطاقة الحرارية الأرضية:** هي الطاقة المستمدة من حرارة باطن الأرض، ويتم إنتاجها عن طريق النشاط الإشعاعي الطبيعي للصخور المكونة للقشرة الأرضية، ولا يمكن الحصول على هذه الطاقة ما لم تكن المكونات الجيولوجية لباطن الأرض تحتوي على طبقات خازنة للمياه، أي بها ماء أو بخار ماء، ويستخدم هذا النوع من الطاقة في التدفئة والتبريد، كما يمكن تسخيرها لتوليد كهرباء النظيفة.

- **طاقة الكتلة الحيوية:** وهي مجموعة المواد العضوية ذات الأصل النباتي أو الحيواني من وسط طبيعي، وتشمل الخشب وموادها الثانوية والمواد الفرعية من الصناعة والزراعة والمواد الفرعية الحيوانية والنفايات الحضرية، ويتم استخدام هذا النوع من الطاقة في التدفئة والتسخين في المصانع والمباني، وفي إنتاج الكهرباء وفي النقل البري.

ثالثاً: التغير المناخي: يشكل التغير المناخي أحد الظواهر البيئية المعاصرة التي تمثل تهديداً مباشراً وخطيراً للحياة على كوكب الأرض، وذلك بسبب الآثار الخطيرة والمدمرة التي تتعرض لها مكونات البيئة ومواردها المختلفة، فيما يلي بيان ذلك:

1/ مفهوم التغير المناخي : بحسب تعريف الأمم المتحدة فإن مفهوم التغير المناخي يشير إلى التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس، ويمكن أن تكون هذه التحولات طبيعية بسبب التغيرات في نشاط الشمس أو بسبب الانفجارات البركانية، غير أنه ومنذ القرن التاسع عشر كانت الأنشطة البشرية هي المحرك الرئيسي لتغير المناخ نتيجة للتوسع في استخدام الأنواع المختلفة للوقود الأحفوري (الفحم، النفط، الغاز)، والذي نتج عنه تزايد انبعاثات الغازات الدفيئة، ممثلة له ثاني أكسيد الكربون والميثان، والتي تعمل مثل غطاء ملفوف حول الأرض يؤدي إلى حبس حرارة الشمس ورفع درجات الحرارة⁽¹⁵⁾.

2/ آثار التغير المناخي: تلخص آثار التغير المناخي في الآتي⁽¹⁶⁾:

- الارتفاع الشديد في درجات الحرارة، وما يرتبط بذلك من تزايد الأمراض ذات الصلة بالحر، مما تصعب معه حركة تنقل البشر وتأثر العمل ونشاط الإنتاج، فضلاً عن تزايد حرائق الغابات.
- تغيرات في هطول الأمطار وحدوث العواصف المتكررة الأكثر حدة، وما يصاحب ذلك من فيضانات مدمرة وانهيارات أرضية.

(15) الأمم المتحدة، ما هو تغير المناخ؟: مناخ على الرابط: <https://www.un.org>.

(16) المرجع السابق.

- تزايد ندرة المياه واتساع دائرة الجفاف وما يصاحب ذلك من عواصف رملية وزحف صحراوية وتراجع المساحات الصالحة للزراعة وتفاقم أزمة إنتاج الغذاء.
- احترار المحيطات والبحار وارتفاع مستوى سطحها ونسبة الحموضة فيها مما يهدد الحياة البحرية ويعرضها للخطر.
- نقص الغذاء وتفاقم مشكلة الجوع وسوء التغذية في العديد من مناطق العالم، وما يصاحب ذلك من اتساع نطاق دائرة الفقر والنزوح.

رابعاً: التآطير النظري للعلاقة بين النمو الاقتصادي والتغير المناخي:

ثبتت علاقة تبادلية بين هذه المتغيرات الثلاثة يمكن تصورها نظرياً، فتحقيق النمو الاقتصادي يقتضي التوسع في استخدام الطاقة، والتوسع في استخدام الطاقة يترتب عليه آثار بيئية، سلبية على المناخ، وهذه بدورها لها آثار مرتدة على النمو الاقتصادي وفي الواقع فإن النمو الاقتصادي يتحقق من خلال التوسع في النشاط الاقتصادي بمختلف مجالاته وقطاعاته، الأمر الذي يتزايد معه الطلب على الطاقة بشكل مطرد، حيث أصبحت الطاقة منذ الثورة الصناعية الأولى هي المحرك الرئيسي للنشاط الإنتاجي، ومتطلباً أساسياً في أنشطة الصناعة والزراعة والتثقل والبنائات التحتية وغيرها، وغالباً ما يتم تلبية الطلب المتزايد على الطاقة من المصادر الأحفورية لتوفرها بتكلفة منخفضة وسهولة نقلها وتخزينها مقارنة بمصادر الطاقة المتجددة، ولاشك أن التوسع الكبير في استخدام الطاقة التقليدية قد ساهم بشكل كبير في حدوث ظاهرة التغير المناخي نتيجة لما صاحب هذا الاستخدام من انبعاثات غازية كبيرة، فالأدلة العلمية ثابتة على أن تراكم الغازات الدافئة في الغلاف الجوي نتيجة لحرق الوقود الأحفوري يؤدي إلى ارتفاع معدل الاحتباس الحراري⁽¹⁷⁾، وهذا له ارتدادات عكسية على معدلات النمو الاقتصادي بسبب الآثار السلبية لهذه الظاهرة على الموارد البيئية التي تستخدم في النشاط الإنتاجي الذي هو مصدر النمو، حيث تؤكد تقارير البنك الدولي أن الدول النامية ستفقد ما بين 10% - 15% بحلول عام 2050م في حال استمرار الانبعاثات الكربونية بنفس الوتيرة الحالية⁽¹⁸⁾.

17) (Stern.n.the economics of climate change:thestern review, cambrige universitu bress,2007,pp:xvi, 75.

(18) مجموعة البنك الدولي، تغير المناخ، متاح الرابط: <https://www.albankaldawli.org>

المبحث الثاني: توصيف النموذج القياسي وبيانات الدراسة

يتضمن هذا المبحث توصيفاً للنموذج القياسي الذي يتم من خلاله تحليل العلاقة بين النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة والتغير المناخي في المملكة العربية السعودية خلال فترة الدراسة (1990-2022م) كما يتضمن مصادر بيانات الدراسة والإحصاءات الوصفية لمتغيراتها.

المطلب الأول: صياغة النموذج القياسي

أولاً: نموذج الدراسة:

تسعى هذه الدراسة إلى تقدير العلاقة بين النمو الاقتصادي، واستهلاك الطاقة والتغير المناخي في المملكة العربية السعودية خلال فترة 1990 - 2022م، ويأخذ النموذج المستخدم في هذه الدراسة الصيغة الرياضية المبينة بالمعادلة رقم (1):

$$(1) CO_2 = f(GDP, GDPSQ, EC, UP)$$

حيث أن:

CO_2 : متوسط نصيب الفرد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

GDP : نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي.

$GDPSQ$: مربع الدخل الحقيقي للفرد.

EC : استهلاك الفرد من الطاقة.

UP : عدد سكان المناطق الحضرية (% من إجمالي السكان)

تم استخدام التحويل اللوغاريتمي، وفق الصيغة الخطية بالمعادلة رقم (2):

$$(2) \ln CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln GDPSQ_t + \beta_3 \ln EC_t + \beta_4 \ln UP_t + \varepsilon_t$$

حيث أن:

$\ln CO_{2t}$: اللوغاريتم الطبيعي لمتوسط نصيب الفرد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون.

$LnGDP_t$: اللوغاريتم الطبيعي لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي.

$LnGDPSQ_t$: مربع اللوغاريتم الطبيعي لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي.

$LnEC_t$: اللوغاريتم الطبيعي لاستهلاك الفرد من الطاقة.

$LnUP_t$: اللوغاريتم الطبيعي لعدد سكان المناطق الحضرية.

$\beta_0 \beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4$: معلمات النموذج.

ε : حد الخطأ، و t الزمن.

تستخدم هذه الدراسة منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة ($ARDL$)، وهو أسلوب يستخدم في إطار الاقتصاد القياسي للسلاسل الزمنية لتحليل العلاقة بين المتغيرات في الأجل القصير والأجل الطويل، ويتميز بقدرته على التعامل مع المتغيرات المدمجة من الرتبة $I(0)$ والرتبة $I(1)$ ، ولا يشترط أن تكون هذه المتغيرات متكاملة من نفس الرتبة، ولكن يجب ألا تكون متكاملة عند الرتبة الثانية ($I(2)$) أو أكثر، وذلك بسبب أن القيم الحرجة للاختبار المطورة من قبل بيسران وزملاؤه لا يمكن استخدامها في حالة وجود متغيرات متكاملة من الرتبة الثانية أو أعلى.

تتميز هذه المنهجية بالخصائص التالية مقارنة بمنهجيات التكامل المشترك الأخرى:

1. يعطي النموذج نتائج دقيقة حتى مع العينات الصغيرة مقارنة بالمنهجيات الأخرى مثل نموذج التكامل المشترك لجوهانسن.
2. يحدد العلاقة الديناميكية بين المتغيرات، حيث يتيح إمكانية تقدير تأثيرات الأجل القصير والأجل الطويل في نفس النموذج في آن واحد.
3. يستخدم في تحديد وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة في الدراسة عبر استخدام اختبار الحدود ($Bound Test$).
4. يأخذ بالاعتبار الفجوات الزمنية ($lags$) مما يساعد في تحليل التأثير المبطأ للمتغيرات المستقلة على المتغير التابع.

وتتمثل خطوات تطبيق منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة (ARDL) في الآتي:

- 1- اختبار درجة تكامل متغيرات الدراسة للتأكد من أن المتغيرات ليست متكاملة من الرتبة (2)، لأن النموذج لا يصلح في هذه الحالة.
- 2- اختيار الفجوات الزمنية المثلى ((lag selection)).
- 3- تقدير النموذج وتحليل المعاملات طويلة الأجل.
- 4- إجراء اختبار الحدود (Bound Test) للتحقق من وجود العلاقة طويلة الأجل.
- 5- حساب معامل تصحيح الخطأ (ECM) لمعرفة سرعة التعديل تجاه التوازن في الأجل الطويل.
- 6- إجراء الاختبارات التشخيصية واختبارات استقرارية النموذج.

المطلب الثاني: مصادر بيانات الدراسة والإحصاءات الوصفية للمتغيرات.

أولاً- مصادر بيانات الدراسة:

تستخدم هذه الدراسة بيانات السلاسل الزمنية التي تغطي الفترة (1990 - 2022م)، والتي تضم 33 مشاهدة، تم الحصول عليها من قاعدة بيانات مؤشرات التنمية العالمية التي يصدرها البنك الدولي (WDI). المتغير التابع في هذه الدراسة يتمثل في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون مقاساً بالكيلوغرام من مكافئ النفط، والمتغيرات المستقلة المستخدمة في هذه الدراسة تتمثل في نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي، النمو الاقتصادي بالدولار الأمريكي وهذا المتغير يعبر عن النمو الاقتصادي، إلى جانب بعض المتغيرات المفسرة الأخرى وهي: استهلاك الفرد السنوي من الطاقة بالطن المتري، وعدد سكان المناطق الحضرية كنسبة من إجمالي سكان المملكة.

كذلك تم استخدام متغير مربع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي من أجل التحقق من فرضية منحني كوزنتس البيئي والتأكد من أن شكل العلاقة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون تأخذ شكل الحرف (U) مقلوب في حالة تحقق الفرضية أم حرف (U) في حالة عدم انطباق الفرضية. الجدول رقم (1) يقدم تعريفاً بمتغيرات الدراسة ومصادر البيانات.

الجدول رقم (1)

تعريف متغيرات الدراسة ومصادر البيانات

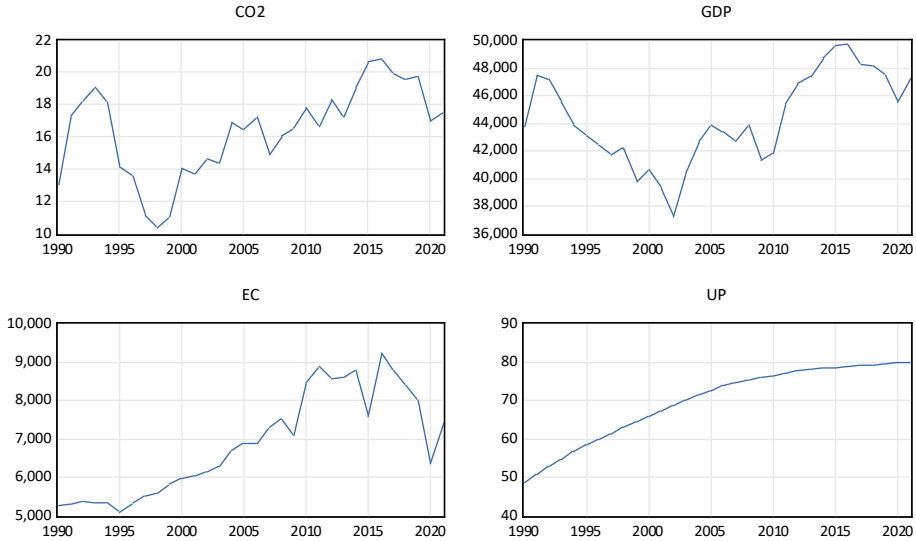
المتغير	الوصف	مصادر البيانات
GDP	نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي وفقاً لتعادل القوة الشرائية (دولار)	البنك الدولي
CO2	متوسط نصيب الفرد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (طن متري)	البنك الدولي
EC	استهلاك الفرد من الطاقة: (كغم مكافئ نفط للفرد).	البنك الدولي
UP	عدد سكان المناطق الحضرية (% من إجمالي السكان)	البنك الدولي

المصدر: إعداد الباحث.

يوضح الشكل رقم (1) تطور متغيرات الدراسة خلال الفترة قيد الدراسة، حيث تشير البيانات في الشكل المذكور إلى أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية قد ارتفعت من 13.03 طن متري للفرد في عام 1990م إلى 17.56 طن متري في عام 2021م. كذلك تظهر البيانات أن استخدام الطاقة في المملكة العربية السعودية قد ارتفع من 5,267.40 كيلوجرام مكافئ نفط للفرد إلى 7,459.63 كيلوجرام مكافئ نفط للفرد خلال الفترة المذكورة. بالنسبة لعدد سكان المناطق الحضرية فقد ارتفعت نسبتهم من إجمالي سكان المملكة إلى 80.08% في عام 2021 مقابل 48.67% في عام 1990م.

الشكل رقم (1)

تطور المتغيرات خلال فترة الدراسة



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

ثانياً - الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة:

يوضح الجدول رقم (2) أهم مقاييس الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة، حيث نجد أن الوسط الحسابي لهذه المتغيرات قد بلغت قيمته 16.43 طن متري لمتغير انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون للفرد (CO2)، وبلغت قيمته لمتغير نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (GDP) نحو 44,361 دولار وفقاً لتعادل القوة الشرائية، بينما بلغت قيمته لمتغير استهلاك الفرد من الطاقة (EC) 6,873.41 كغم مكافئ نفط، وبلغت 69.68% لمتغير عدد سكان المناطق الحضرية من إجمالي السكان (UP). من خلال الجدول نفسه نلاحظ أن أعلى قيمة لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون للفرد بلغت نحو 20.87 طن متري وأدنى قيمة بلغت 10.41، حيث يلاحظ الارتفاع الملحوظ لمستويات الانبعاثات خلال فترة الدراسة. من خلال اختبار Jarque-Bera نجد أن بيانات متغير (CO2) تتبع التوزيع الطبيعي لأن الاحتمالية الإحصائية أكبر من 0.05، وبالتالي يتم قبول فرضية العدم التي تنص بعدم وجود مشكلة في توزيع بيانات المتغير المذكور.

بلغت قيمة الوسيط للمتغير (GDP) نحو 43,848، وبلغت أعلى قيمة له 49,717 وأدنى قيمة 37,210. وفقاً لاختبار Jarque-Bera نلاحظ أن سلسلة بيانات المتغير (GDP) تتبع التوزيع الطبيعي لأن

الاحتمالية الإحصائية أكبر من 0.05 ، وبالتالي يتم قبول فرضية العدم التي تنص بعدم وجود مشكلة في توزيع بيانات المتغير المذكور.

الجدول رقم (2)

الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة

	CO2	GDP	EC	UP
Mean	16.43978	44361.00	6873.414	69.68563
Median	16.95749	43848.50	6799.629	73.27350
Maximum	20.87068	49717.00	9259.861	80.07700
Minimum	10.41183	37210.00	5097.889	48.66900
Std. Dev.	2.800994	3269.220	1338.060	9.794541
Skewness	-0.473795	-0.116898	0.271753	-0.712306
Kurtosis	2.469956	2.147220	1.672881	2.198900
Jarque-Bera	1.571831	1.042526	2.742189	3.561707
Probability	0.455702	0.593770	0.253829	0.168494
Sum	526.0729	1419552.	219949.3	2229.940
Sum Sq. Dev.	243.2125	3.31E+08	55502554	2973.924
Observations	32	32	32	32

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

ثالثاً- اختيار فترات الإبطاء المثلى:

يتم اختيار فترة الإبطاء المثلى باستخدام نموذج متجه الانحدار الذاتي غير المقيد (Unrestricted VAR)، وهناك خمسة معايير مختلفة لتحديد ذلك، وهي: معيار معلومات أكايكي (AIC)، معيار شوارتز (SIC)، معيار حنان وكوين (HQ)، معيار خطأ التوقع النهائي (FPE)، ومعيار (LR).

الجدول رقم (3)

اختيار فترات الإبطاء المثلى

VAR Lag Order Selection Criteria

Lag	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
LnCO ₂					
0	NA	0.035058	-0.512887	-0.466180	-0.497945
1	35.11378*	0.010695*	-1.700284*	-1.606871*	-1.670400*
2	0.617269	0.011179	-1.656479	-1.516359	-1.611654
LnGDP					
0	NA	0.005915	-2.292471	-2.245765	-2.277529
1	41.20992*	0.001451*	-3.697587*	-3.604174*	-3.667704*
2	0.770125	0.001508	-3.659444	-3.519324	-3.614618
LnGFPSQ					
0	NA	2.702646	3.832084	3.878790	3.847025
1	41.37187*	0.659354*	2.421184*	2.514597*	2.451067*
2	0.782875	0.684990	2.458855	2.598975	2.503681
LnEC					
0	NA	0.029370	-0.689918	-0.643212	-0.674977
1	82.33589*	0.001659*	-3.563819*	-3.470406*	-3.533936*
2	0.000622	0.001774	-3.497176	-3.357056	-3.452350
LnUP					
0	NA	0.000618	-4.551930	-4.505224	-4.536988
1	188.4465	7.88e-07	-11.21550	-11.12208	-11.18561
2	28.84041*	2.90e-07*	-12.21699*	-12.07687*	-12.17217*

* Indicates lag order selected by the criterion

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

تظهر النتائج الموجودة بالجدول رقم (3) أن فترة الإبطاء المثلى لكل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، والدخل الحقيقي للفرد، ومربع الدخل الحقيقي للفرد، واستهلاك الطاقة تساوي 1، في حين أن طول فترة الإبطاء المثلى لعدد سكان الحضر تساوي 2. علاوة على ذلك، توضح النتائج أن معيار شوارتز (SIC) هو أفضل تقنية لتحديد فترة الإبطاء المثلى لأنه يحتوي على أقل قيمة بين المعايير الأخرى.

المبحث الثالث: تقدير النموذج القياسي

المطلب الأول: اختبار استقراريه متغيرات الدراسة واختبار التكامل المشترك

أولاً- اختبار الاستقرارية: تعتبر السلسلة الزمنية مستقرة إذا كان كل من متوسطها وتباينها ثابتين عبر الزمن، أي أنها لا تتغير بمرور الوقت. تُستخدم اختبارات الاستقرارية للتأكد من أن السلسلة الزمنية لا تحتوي على اتجاه عام (Trend) تؤثر على التحليل والتنبؤ المستقبلي.

ومن أهم اختبارات استقراريه السلاسل الزمنية اختبار ديكي-فولر الموسع، ويتعلق باختبار

الفرضيتين التاليتين:

فرضية العدم: السلسلة تحتوي على جذر الوحدة.

الفرضية البديلة: السلسلة تحتوي على جذر الوحدة.

ويوضح الجدول رقم (4) نتائج اختبار الاستقرارية لمتغيرات الدراسة باستخدام اختبار ديكي-فولر الموسع (ADF). تشير نتائج اختبار ديكي - فولر الموسع في الجدول رقم (4) أن جميع متغيرات الدراسة غير ساكنة عند المستوى (Level)، حيث أن قيمة ديكي - فولر المحسوبة أصغر من القيمة الجدولية عند جميع مستويات الدلالة، وبعد أخذ الفرق الأول (First Difference) أصبحت جميعها ساكنة عند الفرق الأول $I(1)$ ، كما هو مبين في الجدول رقم (5).

الجدول رقم (4)

نتائج اختبار جذر الوحدة (ديكي- فولر الموسع) عند المستوى

القيمة الاحتمالية *Prob	احصاءة t	المتغير
0.3129	1.934511-	LnCO2
0.6068	1.321594-	LnGDP
0.6086	1.317875-	LnGDPSQ
0.7207	1.054444-	LnEC
0.9104	0.320345-	LnUP
-3.661661		القيمة الحرجة للاختبار (1%)
-2.960411		القيمة الحرجة للاختبار (5%)
-2.619160		القيمة الحرجة للاختبار (10%)
*MacKinnon (1996) one-sided p-values		

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

الجدول رقم (5)

نتائج اختبار جذر الوحدة (ديكي- فولر الموسع) عند المستوى

المتغير	احصاءة t	الدلالة*
LnCO2	-3.322405	0.0234
LnGDP	-5.155607	0.0002
LnGDPSQ	-5.151281	0.0002
LnEC	-5.257012	0.0002
LnUP	-5.510930	0.0001
القيمة الحرجة للاختبار (1%)	-3.689194	
القيمة الحرجة للاختبار (5%)	-2.971853	
القيمة الحرجة للاختبار (10%)	-2.625121	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

ثانياً- اختبار التكامل المشترك وفقاً لمنهجية الحدود:

يتم اختبار التكامل المشترك بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة وفقاً للفرضيتين التاليتين:

فرضية العدم: لا يوجد تكامل مشترك بين المتغيرات.

الفرضية البديلة: يوجد تكامل مشترك بين المتغيرات.

ويوضح الجدول رقم (6) نتائج اختبار التكامل المشترك.

الجدول رقم (6)

نتائج اختبار التكامل المشترك (اختبار الحدود)

الحد الأدنى	الحد الأعلى	مستوى الدلالة	القيمة	فيشر المحسوبة F. statistic
2.525	3.560	10%	4.473	
3.058	4.223	5%		

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

يلاحظ من الجدول رقم (6) أن قيمة F المحسوبة والبالغة (4.473) أكبر من القيم الحرجة للحد الأدنى $I(0)$ والحد الأعلى $I(1)$ عند مستويات الدلالة الموضحة بالجدول، وبذلك يتم رفض فرضية العدم القائلة بعدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات، وبالتالي قبول الفرضية البديلة القائلة بوجود تكامل مشترك بين المتغيرات.

المطلب الثاني: نتائج الدراسة القياسية وتقييم الجودة القياسية والإحصائية للنموذج المقدر

أولاً- تقدير العلاقة بين متغيرات النموذج في الأجل الطويل:

بعد أن تم التأكد من وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة، تأتي الخطوة التالية وهي تقدير المعلمات الممثلة للمكونات الجزئية الخاصة بعلاقة المتغيرات المستقلة بالمتغير التابع في الأجل الطويل، كما هو مبين بالجدول رقم (7).

الجدول رقم (7)

تقدير معلمات الأجل الطويل وفقاً لنموذج (ARDL)

المتغير	المعلمات	الخطأ المعياري	t إحصاء	P-value
LnGDP	-64.30906	34.69043	-1.853798	0.0766
LnGDPSQ	3.016835	1.628793	1.852191	0.0769
LnEC	1.325024	0.366460	3.615743	0.0015
LnUP	53.23837	17.88472	2.976752	0.0067
C	336.7027	185.4439	1.815658	0.0825
$R^2 = 0.847261$ $Adj R^2 = 0.800775$				
DW = 2.191630				

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

تشير النتائج بالجدول رقم (7) إلى أن معامل متغير نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي سالب وداال إحصائياً، بينما معامل مربع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي موجب وداال إحصائياً،

أي أن العلاقة تأخذ شكل الحرف (U). كذلك تشير النتائج بالجدول المذكور إلى وجود تأثير إيجابي ومعنوي لكل من متغير استهلاك الطاقة للفرد، ومتغير التحضر (نسبة سكان المناطق الحضرية من إجمالي السكان) على مستوى انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية خلال سنوات الدراسة. على سبيل المثال، تشير النتائج إلى أن زيادة استهلاك الطاقة بنسبة 1% تؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المملكة بنسبة 1.32%.

ثانيا - نموذج تصحيح الخطأ (ECM):

يستخدم نموذج تصحيح الخطأ لقياس سرعة تصحيح الخطأ في الأجل القصير واستعادة التوازن في الأجل الطويل من خلال معلمة تصحيح الخطأ التي يجب أن تكون قيمتها سالبة ومعنوية إحصائياً. ويوضح الجدول رقم (8) نتائج نموذج تصحيح الخطأ.

الجدول رقم (8)

نموذج تصحيح الخطأ

المتغير	المعاملات	الخطأ المعياري	إحصاءه t	P-value
ECM(-1)	-0.373766	0.065392	-5.715800	0.0000

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

تشير النتائج الموجودة بالجدول رقم (8) إلى أن معامل تصحيح الخطأ (ECM) إشارته سالبة بقيمة (-37) ومعنوي إحصائياً عند مستوى دلالة أقل من (0.05)، بما يدل على وجود علاقة تكاملية في الأجل الطويل بين المتغيرات المستخدمة، وبما يعني أن الانحرافات في معدل النمو الاقتصادي في الأجل القصير يتم تصحيحها سنوياً بنحو 37% للعودة للتوازن في الأجل الطويل.

ثالثاً- تقييم الجودة القياسية والإحصائية للنموذج المقدر:

للتأكد من خلو النموذج المستخدم من المشاكل القياسية، يتم إجراء مجموعة من الاختبارات التشخيصية تتمثل في اختبار التوزيع الطبيعي، اختبار الارتباط الذاتي، اختبار عدم ثبات التباين، اختبار أخطاء توصيف النموذج، واختبارات الاستقرار الهيكلي للنموذج.

1- اختبار توزيع البواقي (Normality Test): والهدف من الاختبار التأكد من أن فرضية التوزيع الطبيعي للبواقي متحققة أم لا، وذلك من خلال اختبار (Jarque-Bera) الذي يستند إلى الفرضيتين التاليتين:

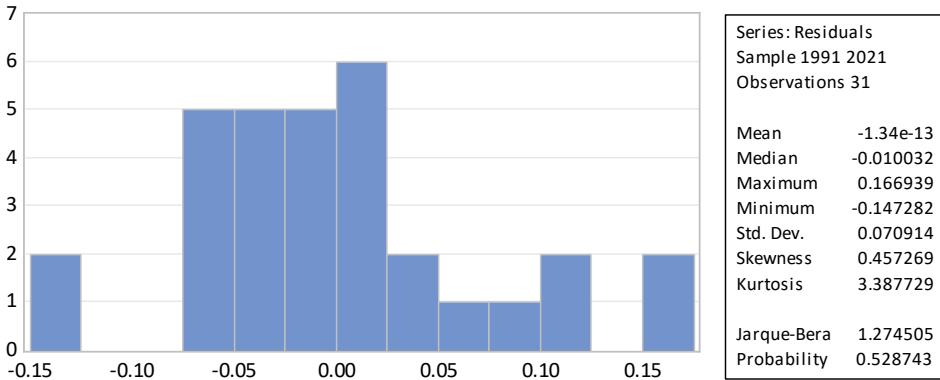
فرضية العدم: البواقي تخضع للتوزيع الطبيعي.

الفرضية البديلة: البواقي لا تخضع للتوزيع الطبيعي.

والشكل البياني رقم (2) يوضح نتيجة الاختبار.

الشكل رقم (2)

نتائج اختبار Jarque-Bera



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

يلاحظ من الشكل رقم (2) أن قيمة المعلومات الخاصة بهذا الاختبار غير معنوية عند مستوى 0.05، وبالتالي نقبل فرضية العدم القائلة بأن البواقي تخضع للتوزيع الطبيعي.

2- اختبار الارتباط الذاتي: يتم ذلك من خلال اختبار بروش - جودفري والمعروف باختبار (LM Test)، حيث يتم اختبار الفرضيتين التاليتين:

فرضية العدم: يوجد ارتباط ذاتي بين البواقي.

الفرضية البديلة: لا يوجد ارتباط ذاتي بين البواقي.

ويوضح الجدول رقم (9) نتيجة الاختبار.

الجدول رقم (9)

اختبار الارتباط الذاتي

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.745803	Prob. F(2,21)	0.4865
Obs*R-squared	2.055868	Prob. Chi-Square(2)	0.3577

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

يتضح من الجدول رقم (9) أن قيمة كل من (F- statistic) و (Chi- Square) غير معنوية عند مستوى دلالة 5%، وعليه نقبل فرضية العدم التي تنص على عدم وجود ارتباط ذاتي بين البواقي، وبذلك نخلص إلى أن النموذج المقدر لا يعاني من مشكلة الارتباط الذاتي.

3- اختبار مشكلة عدم ثبات التباين: ويتم ذلك من خلال اختبار (بروش باجان جودفري)، من خلال الفرضيتين التاليتين:

فرضية العدم: لا توجد مشكلة عدم ثبات التباين

الفرضية البديلة: توجد مشكلة عدم ثبات التباين

ويوضح الجدول رقم (10) نتيجة الاختبار.

الجدول رقم (10)

نتائج اختبار عدم ثبات التباين

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	2.025849	Prob. F(7,23)	0.0953
Obs*R-squared	11.82351	Prob. Chi-Square(7)	0.1065
Scaled explained SS	7.770227	Prob. Chi-Square(7)	0.3533

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

يتضح من الجدول رقم (10) أن قيمة كل من (F- statistic) و (Chi- Square) غير معنوية عند مستوى دلالة 5٪، وعليه نقبل فرضية العدم التي تنص على عدم وجود مشكلة انعدام ثبات التباين، وبذلك نخلص إلى أن النموذج المقدر لا يعاني من مشكلة عدم ثبات التباين.

4- اختبار أخطاء توصيف النموذج Ramsey Reset

ويقوم باختبار الفرضيتين التاليتين:

فرضية العدم: غياب مشكلة خطأ التوصيف للنموذج المقدر

الفرضية البديلة: وجود مشكلة خطأ التوصيف للنموذج المقدر

ويوضح الجدول رقم (11) نتيجة الاختبار.

الجدول رقم (11)

نتائج اختبار Ramsey Reset

Ramsey RESET Test
Equation: UNTITLED
Omitted Variables: Squares of fitted values
Specification: LNCO2 LNCO2(-1) LNGDP LNGDPSQ LNEC LNEC(-1)
LNUP LNUP(-1) C

	Value	df	Probability
t-statistic	1.154355	22	0.2607
F-statistic	1.332535	(1, 22)	0.2607
Likelihood ratio	1.822995	1	0.1770

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

يتضح من الجدول رقم (11) أن النموذج المقدر لا يعاني من مشكلة سوء التوصيف الرياضي، حيث قدرت قيمة احتمالية كل من (t- statistic) و (F- statistic) بـ 0.2607 وهي غير معنوية عند مستوى دلالة 5٪، وعليه نقبل فرضية العدم التي تنص على عدم وجود مشكلة خطأ التوصيف للنموذج المقدر، وبذلك نخلص إلى أن النموذج المقدر لا يعاني من مشكلة سوء التوصيف الرياضي.

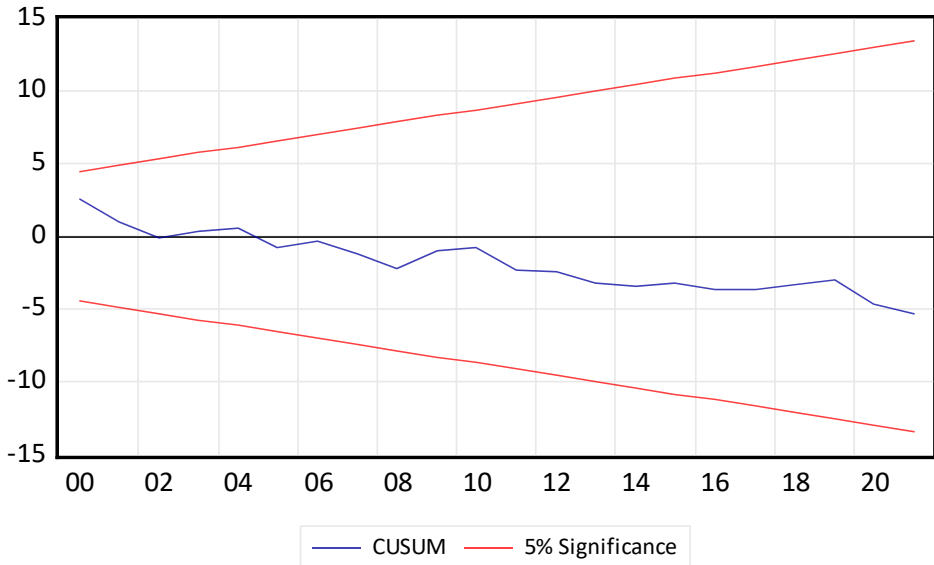
5- اختبار الاستقرار الهيكلي للنموذج: ويتم ذلك من خلال استخدام اختبار المجموع التراكمي للبواقي المقدرة (CUSUM) Cumulative Sum of Recursive Residual، واختبار المجموع التراكمي

لمربعات البواقي المقدرة Cumulative Sum of Square Residual (CUSUMSQ). ويكون النموذج المقدر وفقا لهذين الاختبارين مستقرا إذا كان كل من منحني مجموع البواقي ومجموع مربعاتها يقع داخل الحدود الحرجة بين الخط السفلي والخط العلوي عند مستوى معنوية 5%. وعند خروج الخط البياني لمجموع البواقي ومربعاتها خارج الحدود الحرجة عند مستوى دلالة 5% يكون النموذج المقدر في هذه الحالة لا يتسم بالاستقرارية.

يتضح من الشكل رقم (3) والشكل رقم (4) أن كل من مجموع البواقي ومجموع مربعات البواقي تقع داخل حدود المعنوية 5%، مما يعني أن النموذج المقدر يتسم بالاستقرارية.

الشكل رقم (3)

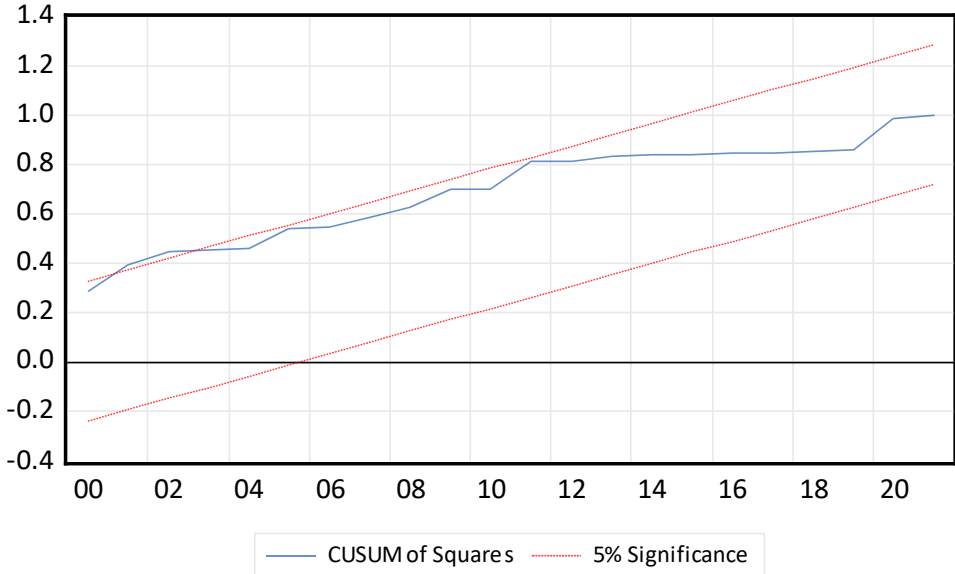
المجموع التراكمي للبواقي



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

الشكل رقم (4)

المجموع التراكمي لمربعات البواقي



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Eviews13).

الخاتمة: وتشمل النتائج والتوصيات:

أولاً: النتائج:

- 1- العلاقة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون تأخذ شكل الحرف الانجليزي (U)، أي أن ارتفاع معدل النمو الاقتصادي أثر سلباً على جودة البيئة في المملكة العربية السعودية.
- 2- وجود علاقة طردية ومعنوية إحصائياً بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، أي أن استهلاك الطاقة غير المتجددة له تأثير سلبي ملحوظ على التلوث البيئي في المملكة العربية السعودية.
- 3- وجود علاقة طردية ومعنوية إحصائياً بين التحضر وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، أي أن ارتفاع نسبة سكان المناطق الحضرية له تأثير سلبي على جودة البيئة في المملكة العربية السعودية.
- 4- السياسات والمبادرات الطموحة التي تم إطلاقها لتعزيز التحول للاقتصاد الأخضر قد تحتاج إلى بعض الوقت حتى تنعكس إيجاباً على مؤشرات الأداء البيئي للمملكة في المستقبل القريب.
- 5- التحول للاقتصاد الأخضر من خلال مشاريع الطاقة المتجددة، وتبني استراتيجيات كفاءة الطاقة والاقتصاد الدائري للكربون سيكون لها دور فعال في المستقبل القريب في التخفيف من حدة التدهور البيئي في المملكة.

ثانياً: التوصيات:

- 1- تعزيز كفاءة استخدام الطاقة التقليدية بتطوير وتحديث معايير استهلاك الوقود في القطاعين السكني والصناعي ودعم برامج ترشيد استهلاك الطاقة في المباني والمصانع.
- 2- الإسراع والتوسع في تنويع مصادر الطاقة في إطار توجه المملكة نحو التحول إلى الاقتصاد الأخضر.
- 3- التوسع في إطلاق حملات التوعية والتثقيف المجتمعي بخصوص فوائد ترشيد استهلاك الطاقة من الناحية الاقتصادية والبيئية.
- 4- الانضمام للمبادرات العالمية الخاصة بالحد من الانبعاثات الكربونية وإقامة مشاريع مشتركة في مجالات البحث والتطوير والاستثمار في الطاقة المتجددة.
- 5- مواصلة الجهود الرامية إلى تحقيق الاستدامة البيئية عبر السياسات والتشريعات والمبادرات ذات الصلة.

قائمة المصادر والمراجع:

- الأثر البيئي لغاز الطبيعي: الواقع والتحديات، متاح على الرابط: ay.yenovablesvedes.com
- أحلام زواوية، دور اقتصاديات الطاقة المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية، دراسة مقارنة الجزائر، المغرب، تونس، مذكرة ماجستير العلوم الاقتصادية، جامعة فرحات عباس، 2013م.
- الأمم المتحدة، أهداف التنمية المستدامة (8): العمل اللائق والنمو الاقتصادي، نيويورك، 2023م.
- الأمم المتحدة، ما هو تغير المناخ؟: متاح على الرابط: <https://www.un.org>
- البنك الدولي، تقرير التنمية في العالم، واشنطن، 2022م.
- بول سامو يلسون ووليام نورهاوس، الاقتصاد، ماكجروهيل، ط19، 2014م.
- خالد بن سلطان بن عبدالعزيز، البترول: معامل التكرير، موسوعة مقاتل من الصحراء 2018م.
- د.محمد قاسم خليل، النمو الاقتصادي والتنمية الاقتصادية، دار النهضة العربية، ط1، 2015م.
- سارة صبحي فتحي، وآخرون، اثر استخدام الطاقة المتجددة على النمو الاقتصادي دراسة حالة جمهورية مصر العربية (1990-2020م)، المركز الديمقراطي العربي، (2023).
- سمير مجاد، استهلاك الطاقة في الجزائر: دراسة تحليلية قياسية، مذكرة ماجستير ف العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، 2009م.
- سميل، فاكلاف، الطاقة من متطور عالمي، ترجمة د. خالد سليمان، دار كلمات، الكويت، 2018م.
- عبدالله خبابة وآخرون، تطوير الطاقات المتجددة بين الأهداف الطموحة وتحديات التنفيذ، دراسة حالة برنامج التحويل الطاقوي لألمانيا، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، جامعة الجزائر العدد (10)، 2013م.
- الفحم الخام تكوينية، استخداماته وآثاره البيئية والبدائل
- مايكل توادارو وستيفن سميث، التنمية الاقتصادية، دار النشر العالمية، ط124، 2019م.
- مجموعة البنك الدولي، تغير المناخ، متاح الرابط: <https://www.albankaldawli.org>
- محمد طالبي ومحمد ساحل، أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لاجل التنمية المستدامة - عرض تجربة ألمانيا، مجلة الباحث، جامعة قاصدي مرباح، الجزائر، العدد (6)، 2008م.
- مصطفى يوسف كايفي، اقتصاديات الموارد والبيئة، المهتل، 2019م.
- منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD)، *Glossary of statistical terms*، باريس، 2018م.

- ن. غريغوري ما نكيو، مبادئ الاقتصاد، البنك الدولي، ط12، 2017م.

- ويكيبيديا، الأثر البيئي لصناعة النفط: ar.m.wikipedia.org

- Stern.n.the economics of climate change:the stern review, cambrige universitu bress,2007,pp:xvi, 75.

التقدير القياسي للعلاقة بين النمو الاقتصادي، استخدام الطاقة، والتغير المناخي في المملكة العربية السعودية للفترة (1990م-2022م).
أ.د. محمد عبدالقادر محمد خير، أ. عبدالرحمن بن مانع بن هليل الحربي



مجلة الأندلس للعلوم الإنسانية والاجتماعية

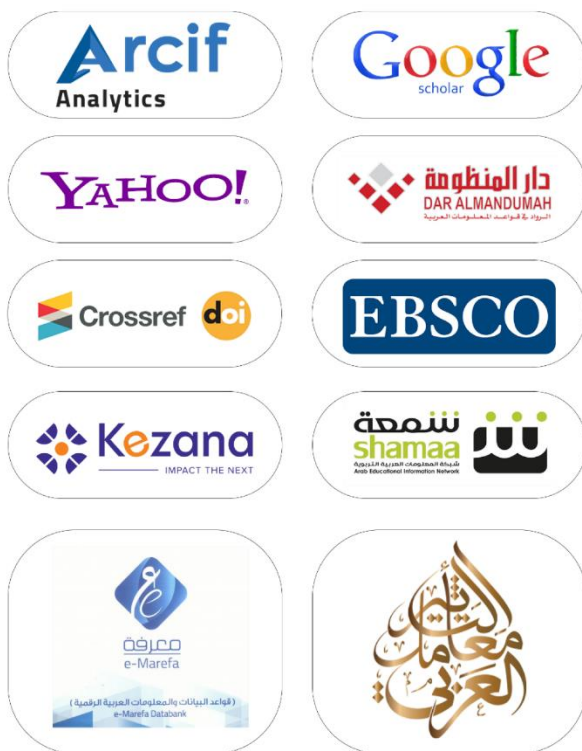
مجلة دولية شهرية علمية محكمة

الترقيم الدولي الإلكتروني : ISSN : 2410- 521X

الترقيم الدولي الورقي : ISSN : 2410- 1818

البريد الإلكتروني : journal@andalusuniv.net

المجلة مفهرسة في المواقع الآتية :



2024	2023	2022	2021	2020	العام
0.3068	0.3759	0.1954	0.2692	0.0366	معامل أرسيف
1.55	1.25	1.73	1.60	1.60	معامل التأثير العربي