الآثار المتبادلة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إطار فرضيات منحنى كوزنتس البيئي: دراسة حالة الأردن

قيس حسن علوان[1]، سعيد محمود الطراونة [2]

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى استقصاء العلاقة الديناميكية طويلة الأجل بين النمو الاقتصادي والمؤشر البيئي المتمثل في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الأردن، وذلك في إطار فرضيات منحنى كوزنتس البيئي Environmental Kuznets Curve (EKC). إضافة إلى اختبار اتجاه العلاقات السببية في الأجل القصير والطويل بين متغيرات النموذج الذي تضمنته الدراسة؛ من أجل تحديد الآثار المتبادلة بين النمو الاقتصادي والمؤشر البيئي. وتغطي الدراسة الفترة (1980–2010). ولتحقيق ذلك، تم استخدام طريقة الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة بأسلوب اختبار الحدود ARDL bounds testing approach the ونموذج متجه تصحيح الخطأ Vector Error Correction Mode (VECM). وقد اتضح من نتائج التحليل أن المعاملات المقدرة لنموذج انبعاثات CO_2 تتسجم مع فرضيات EKC.

وقد أظهرت النتائج أيضاً وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه في الأجل القصير والطويل بين متغيرات النموذج. ووفقاً لذلك، فقد خلصت الدراسة إلى ضرورة أخذ الجوانب البيئية في الاعتبار عند رسم السياسات الاقتصادية الكلية، وكذلك التوجه نحو استخدام التقنية النظيفة بيئياً في قطاعي الصناعة والنقل.

الكلمات الدالة: الآثار المتبادلة، منحنى كوزنتس البيئي، النمو الاقتصادي، انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، التقنية النظيفة بيئياً، الأردن.

المقدمـة

لقد بدأت أولى بوادر الاهتمام بالبيئة ضمن إطار تنظيمي في بداية السبعينيات من القرن الماضي عندما عقد أول مؤتمر للبيئة في ستوكهولم عام 1972 الذي نظمته الأمم المتحدة، وهو أول محاوله من جانب المجتمع الدولي لمعالجة العلاقة بين البيئة والتنمية على الصعيد العالمي، ثم توالت المؤتمرات البيئية الأخرى متمثلة بمؤتمر قمة الأرض الذي عقد في ريو دي جانيرو عام 1992 ومؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة في جوهانسبرغ عام 2002، وكان آخر تلك المؤتمرات هو مؤتمر كوبنهاجن للتغيرات المناخية الذي عقد في عام 2009. ونظراً لطبيعة العلاقة المتداخلة بين الأنشطة الاقتصادية من جهة والبيئة من جهة أخرى، فقد ازداد اهتمام الاقتصاديين بتلك العلاقة، إذ أولوا الجوانب البيئية اهتماماً كبيراً عند دراسة وتحليل العلاقات الاقتصادية سواء على مستوى الاقتصاد الجزئي أو الكلي.

وفي علم الاقتصاد، يُنظر إلى البيئة على أنها أصل مركب يوفر مجموعة من الخدمات. وإن هذا الأصل له طبيعة خاصة في توفير نظم بيئية تضمن ديمومة الحياة. وكما هو الحال بالنسبة للأصول الأخرى، فإن هذا الأصل يجب المحافظة عليه ليضمن توفير تلك الخدمات. كما أن البيئة تزود الاقتصاد بالمواد الخام التي تتحول من خلال عملية الإنتاج واستخدام الطاقة إلى سلع استهلاكية، وهذه المواد الخام والطاقة المستخدمة تعود مرة ثانية إلى البيئة على شكل

[1] وزارة البيئة، العراق.

✉ sssstarus@yahoo.com

[2] قسم اقتصاد الأعمال، الجامعة الأردنية، الأردن.

تاريخ استلام البحث 2013/6/13 وتاريخ قبوله 2013/10/6.

© 2014 عمادة البحث العلمي/ الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

نفايات؛ لذلك فإن العلاقة بين البيئة والاقتصاد هي علاقة مغلقة (Romano, 2003).

ولهذا، فإن مشكلة الدراسة تنبثق من طبيعة العلاقة المتلازمة بين النمو الاقتصادي والجوانب البيئية من جانب ومدى التعارض بينهما من جانب آخر، أي هل أن التوسع في الإنتاج يكون على حساب النوعية البيئية؟ أم أن الحفاظ على البيئة يتطلب عدم الإفراط في استخدام موارد الطاقة لأجل تقليل انبعاثات ملوثات الهواء حفاظاً على الصحة العامة، ومن ثم يحول دون تحقيق معدلات النمو المطلوبة؟

وتهدف هذه الدراسة إلى تتبع مسار المؤشر البيئي وسلوكه المتمثل بانبعاثات CO_2 عبر مراحل النمو الاقتصادي في الأردن. كما تهدف إلى تحليل العلاقة في إطار منحنى كوزنتس البيئي (EKC) بين المؤشرات الاقتصادية المتمثلة في النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة من جهة والمؤشر البيئي من جهة أخرى، وصولاً إلى اشتقاق نقطة التحول Turning Point (TP) وهي النقطة التي يبدأ عندها مستوى التلوث بالانخفاض مع زيادة مستويات الدخل، إضافة إلى اختبار العلاقة السببية في الأجلين القصير والطويل بين متغيرات نموذج انبعاثات CO_2، وتحديد اتجاه تلك العلاقة فيما إذا كانت علاقة سببية باتجاه واحد أو باتجاهين.

2. الدراسات السابقة

لقد أخذ الاهتمام يتزايد في البحث عن العلاقة بين النمو الاقتصادي والتلوث البيئي من قبل الاقتصاديين منذ بداية التسعينيات من القرن الماضي، وذلك في إطار العلاقة التي تستند إلى فرضياتEKC. ومن خلال استطلاع الدراسات التي ركزت على البحث في هذا المجال يتضح أنها اتخذت اتجاهين: الاتجاه الأول الذي يتناول تحليل تلك العلاقة على مستوى دول متعددة، ومن الأمثلة على هذه الاتجاه، الدراسات التي قام بها Acaravci & Ozturk (2010) و Pao & Tsai (2010) و Zilio & Recalde (2011). أما الاتجاه الثاني، فكان فيه التحليل على مستوى دولة منفردة single country، ومن الأمثلة على دراسات هذا الاتجاه،الدراسة التي قام بها Ang (2007) لاختبار العلاقات الديناميكية طويلة المدى بين انبعاثات CO_2 واستهلاك الطاقة والناتج المحلي الإجمالي في فرنسا للسلسلة الزمنية 1960–2000، وقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة قوية طويلة الأجل بين المتغيرات، وأن العلاقة بين انبعاثات CO_2 والناتج في الأجل الطويل تأخذ الصيغة الدالية التربيعية، وأن نقطة التحول تحدث عند مستوى دخل يساوي 9,31 (بالصيغة اللوغاريتمية) بالعملة المحلية الفرنسية. أما العلاقة السببية، فكانت أُحادية الاتجاه، أي أنها تتجه من استخدام الطاقة إلى الناتج في المدى القصير، وأن الناتج يسبب انبعاثات CO_2 واستهلاك الطاقة في المدى الطويل.

وبحثت الدراسة التي قام بها Pao and Tsai (2011) في اختبار العلاقة التوازنية طويلة الأجل بين انبعاثات الكربون واستهلاك الطاقة والناتج الحقيقي في البرازيل خلال الفترة 1980–2007. وأظهرت النتائج أن شكل العلاقة بين المتغيرات يأخذ شكل حرف U مقلوب. أما نقطة التحول، فتحصل عند مستوى الدخل الذي يبلغ $ 7,3 (بالصيغة اللوغارتمية). وبينت نتائج الدراسة أيضاً أن هناك علاقة سببية قوية ثنائية الاتجاه بين الناتج الحقيقي واستهلاك الطاقة وانبعاثات الملوثات.

وأجرى *Paoet al* (2011) دراسة استهدفت اختبار العلاقة الديناميكية بين انبعاثات CO_2 واستهلاك الطاقة والناتج الحقيقي في روسيا خلال الفترة 1990–2007. وتوصلت الدراسة إلى أن الناتج له أثر معنوي على انبعاثات التلوث، ولكنه لا يدعم فرضيات EKC، إضافةً إلى وجود علاقة سببية قوية باتجاهين بين الناتج واستهلاك الطاقة من جهة وانبعاثات التلوث من جهة أخرى.

وتناول Shahbaz*et al* (2012) تحليل العلاقة بين انبعاثات CO_2 واستهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في باكستان للفترة 1971–2009،وأشارت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة طويلة الأجل بين جميع المتغيرات، وبما يدعم فرضياتEKC، وأن هناك علاقة سببية أُحادية الاتجاه تتجه من النمو الاقتصادي إلى انبعاثات CO_2.

وقدم Tiwari*et al* (2013) تحليلاً للعلاقة بين استهلاك الفحم الحجري والنمو الاقتصادي والانفتاح التجاري وانبعاثات CO_2 في حالة الاقتصاد الهندي خلال الفترة 1966–2011. وقد توصلت الدراسة إلى تحقق فرضيات EKC في الأجلين

القصير والطويل، إضافة إلى وجود علاقة سببية قصيرة وطويلة الأجل تنتقل من متغيرات الدخل واستهلاك الطاقة إلى انبعاثات CO_2.

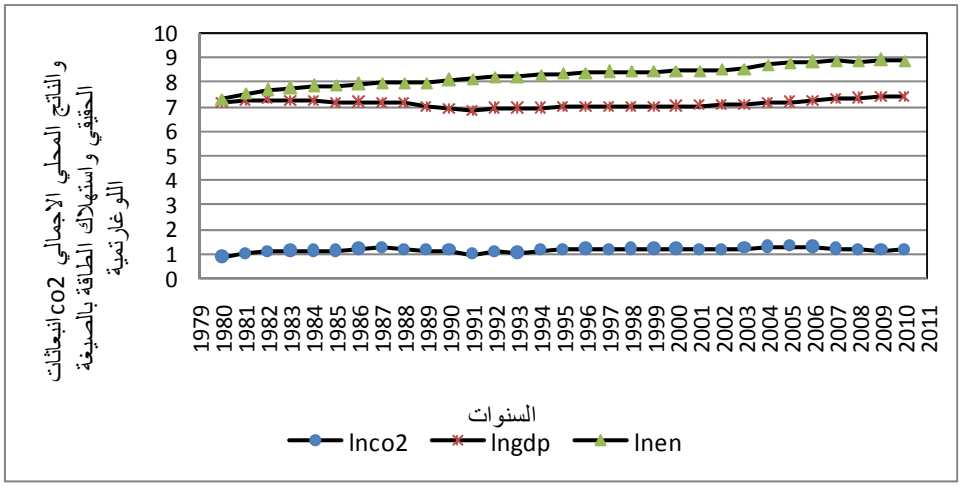
وفي ظل الاتجاه الثاني من هذه الدراسات، فإن هذا البحث يركز على استخدام بيانات دولة مفردة، وذلك لإبراز خصوصية القضية البيئية المتعلقة بانبعاثات CO_2 وعلاقتها بالنمو الاقتصادي في الأردن.

3. المتغيرات المستخدمة في الدراسة:

يستند تحليل النموذج في هذا البحث إلى نوعين من المؤشرات، هما: المؤشر الاقتصادي ويمثله متغير الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي GDP ومتغير استهلاك الطاقة، والمؤشر البيئي ويمثله متغير انبعاثات CO_2.

3.1 الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي

من خلال تتبع المسار الزمني للناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الثابتة (1994=100) في الشكل (1) يتضح أنه قد اتخذ اتجاها بوتيرة تصاعدية خلال فترة الدراسة 1980-2010، باستثناء الفترة الممتدة من 1988 إلى 1991 التي شهدت تراجعاً في مستوى الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي في أعقاب الأزمة الاقتصادية التي تعرض لها الاقتصاد الأردني؛ نتيجة تدهور سعر الصرف خلال تلك الفترة.



شكل (1)

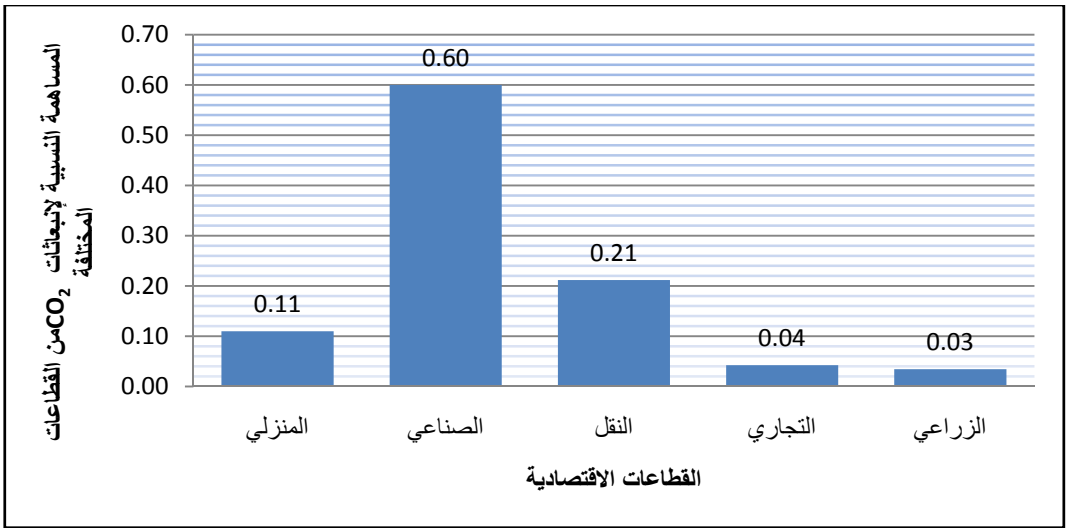
المسار الزمني للناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الثابتة 1994=100 (مليون دينار أردني) واستهلاك موارد الطاقة (كيلو طن مكافئ نفط) وانبعاثات غاز CO_2 من مختلف الأنشطة الاقتصادية (مليون طن متري) خلال الفترة 1980-2010 في الأردن.

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادا على (بيانات الحسابات القومية 1980-2010، دائرة الإحصاءات العامة) بالنسبة للناتج المحلي الإجمالي، وبيانات (World Bank, World Development Indicators) بالنسبة لاستهلاك الطاقة، وبيانات Energy Information Administration (EIA) بالنسبة لانبعاثات غاز CO_2.

إن الاتجاه التصاعدي لمسار الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي يعكس تنامي مستوى الناتج السلعي والخدمي عبر فترة الدراسة، حيث سجل معدل نمو مقداره 3,8% خلال فترة الدراسة. وقد جاء ذلك نتيجة لتزايد الطلب على السلع والخدمات المرتبط بزيادة معدل النمو السكاني الذي بلغ (3%) خلال الفترة نفسها.

3.2 استهلاك الطاقة

تعد موارد الطاقة من المدخلات الأساسية للأنشطة الاقتصادية، وهي المحرك الرئيس لقطاعات الاقتصاد المختلفة لكونها أحد المستلزمات الضرورية للقيام بعملية التنمية الاقتصادية. إن مصادر الطاقة المحلية محدودة جداً، حيث يسهم الإنتاج المحلي من النفط الخام والغاز الطبيعي بنسبة ضئيلة في مجمل الطاقة الكلية. ففي الفترة 2007–2011 (على سبيل المثال) كان الإنتاج المحلي من النفط الخام والغاز الطبيعي يشكل نسبة متواضعة بلغت 3,2% في مجمل الطاقة الكلية. لذلك –وفي ظل محدودية إنتاج مصادر الطاقة المحلية–، فإن الأردن يعتمد بدرجة كبيرة جداً على استيراد موارد الطاقة المتمثلة بالنفط الخام والمشتقات النفطية والغاز الطبيعي لتلبية حاجات الاقتصاد من تلك الموارد (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2011). ويتضح من الشكل (1) أن استخدام موارد الطاقة في الأردن اتخذ اتجاها متصاعدا، وبمعدل نمو سنوي بلغ 4,6% خلال الفترة 1980–2010. إن هذا الوضع يعكس الطلب المتزايد على موارد الطاقة من قبل القطاعات الاقتصادية، وأهمية تلك الموارد في تلبية متطلبات عملية التنمية الاقتصادية.



شكل (2)

المساهمة النسبية لانبعاثات CO_2 من القطاعات المختلفة في الأردن خلال الفترة 1994–2009.

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على دائرة الإحصاءات العامة، ونشرة إحصاءات البيئة، 2000–2009.

3.3 انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2

تُعرف انبعاثات CO_2 من قبل مركز تحليل معلومات ثاني أكسيد الكربون في الولايات المتحدة الأميركية بأنها تلك الانبعاثات التي تنتج من حرق الوقود الاحفوري وصناعة الاسمنت، وتتولد أيضاً نتيجة استهلاك الوقود سواء بحالته الصلبة أو السائلة أو الغازية. وفي الأردن ينبعث هذا الغاز من الأنشطة الاقتصادية المتمثلة في القطاع الصناعي والمنزلي والزراعي والتجاري وقطاع النقل. وتستحوذ انبعاثات غاز CO_2 على النسبة الأكبر من مجموع انبعاثات الغازات الأخرى الناتجة من استخدامات الطاقة في مختلف القطاعات، حيث شكلت تلك الانبعاثات ما نسبته 97% في المتوسط خلال الفترة 1994–2009. ويحتل القطاع الصناعي النسبة الأكبر في انبعاثات CO_2 مقارنةً بالقطاعات الاقتصادية الأخرى، حيث شكل ما نسبته **60%** في المتوسط خلال نفس الفترة، يليه قطاع النقل والذي بلغت نسبة مساهمته 21%، كما هو موضح في الشكل (2).

ونظراً للتغير الهيكلي في الاقتصاد الأردني المتمثل في تنامي نصيب القطاع الصناعي في الناتج المحلي الإجمالي ومعدل نمو سنوي موجب بلغ (**2,1%**) خلال فترة الدراسة، أو ما يمكن تسميته تأثير الهيكل الإنتاجي Composition Effect، فمن الطبيعي أن يرافق هذا التغير الهيكلي زيادة في استخدام مدخلات الإنتاج الصناعي المتمثلة أساسا بموارد الطاقة، وكذلك القطاعات الأخرى كقطاع النقل والقطاع المنزلي وغيرها. من هنا، فإن انبعاثات CO_2 اتخذت اتجاها متزايداً نتيجة زيادة حجم الأنشطة الاقتصادية المسببة للتلوث. ويتضح ذلك من خلال الشكل (1)، حيث بلغ معدل النمو السنوي لانبعاثات CO_2 (**4,1%**) خلال الفترة 1980–2010. ويلحظ من الشكل أيضا أن انبعاثات CO_2 في الفترة 2007–2010 قد شهدت اتجاها متناقصاً بعض الشيء. وقد يُعزى ذلك إلى ارتفاع أسعار النفط العالمي خلال تلك الفترة التي يرافقها انخفاض في الطلب على موارد الطاقة، مما يسهم في تقليل استخدام تلك الموارد في عمليات الإنتاج ومن ثم تقليل انبعاثات CO_2، وقد يُعزى أيضاً إلى الأزمة المالية العالمية التي رافقها انكماش في حجم النشاط الاقتصادي المصحوب بانخفاض استخدام الموارد في القطاعات المسببة للتلوث، أو قد يعود إلى التوجه في السنوات الأخيرة نحو استخدام الغاز الطبيعي الذي يمتاز بقلة انبعاثاته من CO_2.

ففي الوقت الذي كانت فيه الكمية المستهلكة من الغاز الطبيعي تشكل 28% من المجموع الكلي لاستهلاك الطاقة في عام 2006، ارتفعت لتشكل **40%** في عام 2009[1].

4. منهجية التحليل القياسي

4.1 اختبار سكون السلاسل الزمنية

من الاختبارات الشائعة للكشف عن سكون السلاسل الزمنية التي ستستخدم في هذا البحث هي اختبار دكي– فولر الموسع Augmented Dickey–Fuller test (ADF)، واختبار فيليب – بيرن Phillips –Perron test (PP).

1 حسبت اعتمادا على: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، التقرير السنوي، 2010.

4.2 اختبار التكامل المشترك

لأجل التحقق من وجود التكامل المشترك بين المتغيرات، فإن هناك مجموعة من الاختبارات التي تتمثل في اختبار (Engle & Granger, 1987)، واختبار (Johansen & Juselius, 1990). ويتطلب إجراء هذه الاختبارات أن تكون المتغيرات متكاملة من الدرجة نفسها. وفي هذه الحالة، لا يمكن إجراؤها في حالة وجود متغيرات متكاملة بدرجات مختلفة، أي I(0) وI(1)، لذلك ظهرت طريقة بديلة للكشف عن وجود هذا التكامل حتى إن كانت المتغيرات متكاملة بدرجات مختلفة. ويتم اختبار التكامل، المشترك وفقاً لهذه الطريقة باستخدام الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة من خلال أسلوب اختبار الحدود Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach المقترحة من قبل (Pesaran, *et al*, 2001).

وتتميز طريقة ARDL عن الطرق التقليدية المستخدمة لاختبار التكامل المشترك بمزايا عديدة: (1) يمكن إجراؤها بغض النظر عن درجة تكامل المتغيرات، سواءً كانت متكاملة من الدرجة نفسها؛ أي من الدرجة I(0) أو من الدرجة I(1)، أو متكاملة من درجات مختلفة، أي I(0) وI(1). (2) تعطي نتائج ومقدرات ذات كفاءة في حالة العينات الصغيرة. (3) تكون هذه الطريقة مفضلة فيما إذا كان سكون المتغيرات غير واضح (Hoque & Yusop, 2010). ووفقاً لمنهجية الدراسة، فسيتم استخدام طريقة ARDL على ثلاث مراحل. ففي المرحلة الأولى، يتم اختبار التكامل المشترك لكل نموذج من النماذج الثلاثة التي تتكون منها الدراسة، وذلك في إطار نموذج تصحيح الخطأ غير المقيد Unrestricted Error Correction Model (UECM) بالصيغة التالية (Baranzini, *et al*, 2013):

$$\Delta y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{m} \beta_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} \lambda_i \Delta x_{t-i} + \varphi y_{t-1} + \delta x_{t-1} + \eta_t \qquad (1)$$

حيث يمثل y المتغير التابع و x متجه المتغيرات المستقلة ويشير كل من α , β , λ , φ , δ إلى معاملات المتغيرات ويشير الرمز Δ إلى الفرق الأول first difference للمتغيرات، بينما

يمثل كل من m, n فترات الإبطاء lags لمتغيرات الفرق الأول ويمثل η حد الخطأ العشوائي. ويتم اختبار التكامل المشترك بين المتغيرات في المعادلة (1) من خلال الفروض الآتية: الفرض العدمي: عدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات :H_0 φ=δ=0، مقابل الفرض البديل: وجود تكامل مشترك بين المتغيرات H_1: φ≠ δ≠0. وبعد تقدير المعادلة (1) يتم مقارنة قيمة F-statistic المحسوبة بالقيم الجد وليه ضمن الحدود الحرجة critical bounds المقترحة من قبل (Pesaran, *et al*, 2001)، حيث يتكون الجدول من حدين: قيم الحد الأدنى(LCB) Lower Critical Bounds التي تفترض أن المتغيرات متكاملة من الدرجة I(0)، وقيم الحد الأعلى Upper Critical Bounds (UCB) التي تفترض أن المتغيرات متكاملة من الدرجة I(1). فإذا كانت قيمة F-statistic المحسوبة أكبر من قيمة الحد الأعلى الجدولية ففي هذه الحالة يتم رفض الفرض العدمي وقبول الفرض البديل؛ أي أن هناك علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات. وعلى النقيض من ذلك، إذا كانت قيمة F-statistic المحسوبة أقل من قيمة الحد الأدنى الجدوليه، ففي هذه الحالة يتم قبول الفرض العدمي الذي يشير إلى عدم وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، أما إذا وقعت قيمة F-statistic المحسوبة بين قيمة الحد الأعلى والأدنى، ففي هذه الحالة تكون النتيجة غير محسومة. وفي حالة وجود تكامل مشترك بين المتغيرات، فإن المرحلة الثانية تتضمن تقدير معادلة الأجل الطويل بالصيغة الآتية:

$$y_t = \theta + \sum_{i=1}^{p} \sigma_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^{q} \kappa_i x_{t-i} + \varepsilon_t \qquad (2)$$

حيث تمثل كل من θ, σ, κ معاملات المتغيرات وتشير p, q إلى فترات الابطاء لتلك المتغيرات، ويمثل ε حد الخطأ العشوائي.وفيما يتعلق بكيفية الحصول على المرونة طويلة الأجل للمتغيرات، فعلى سبيل المثال (إذا كان المتغير y, x بالصيغة اللوغارتمية) وكانت المعادلة (2) بالشكل الآتي:

$$y_t = \theta + \sigma_1 y_{t-1} + \sigma_2 y_{t-2} + \kappa_0 x_t + \kappa_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

ففي هذه الحالة يتم الحصول على المرونة طويلة الأجل للمتغير x كما يأتي:

$$\xi_x = \frac{\kappa_0 + \kappa_1}{1 - \sigma_1 - \sigma_2} \qquad (3)$$

حيث تمثل ξ_x المرونة طويلة الأجل للمتغير x. أما المرحلة الثالثة، فهي الحصول على العلاقة قصيرة الأجل للنموذج، وذلك من خلال استخدام البواقي المقدرة بفترة إبطاء واحدة ε_{t-1} التي يتم الحصول عليها من العلاقة طويلة الأجل في المعادلة (2)، لذا فإن العلاقة قصيرة الأجل وتصحيح الخطأ تأخذ الصيغة الآتية:

$$\Delta y_t = \mu + \sum_{i=1}^{r} \pi_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^{s} \omega_i \Delta x_{t-i} + \gamma \varepsilon_{t-1} + \nu_t \quad (4)$$

حيث تمثل γ معامل حد تصحيح الخطأ، الذي يقيس سرعة التعديل التي يتم بها تعديل الاختلال في التوازن disequilibrium من الأجل القصير باتجاه التوازن في الأجل الطويل.

4.3 اختبار العلاقة السببية قصيرة وطويلة الأجل

تأتي هذه الخطوة بعد التحقق من وجود التكامل المشترك الذي يترتب عليه وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرات، حيث تنطوي هذه العلاقة على وجود علاقة سببية على الأقل في جانب واحد، ولكن وجود هذه العلاقة لا يحدد اتجاه العلاقة السببية. لذلك ومن أجل التعرف إلى اتجاه العلاقة السببية بين المتغيرات، فإن اختبار اتجاه تلك العلاقة سيتم باستخدام سببية جرانجر Granger causality في الأجل القصير والطويل، وذلك في إطار نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM)، كما في المعادلة (4) حيث تنطوي هذه المعادلة على اختبار اتجاه العلاقة السببية في الأجل القصير من خلال اختبار المعنوية الإحصائية لمعاملات متغيرات الفرق الأول ω_i، وكذلك اختبار اتجاه العلاقة السببية في الأجل الطويل من خلال اختبار المعنوية الإحصائية لمعامل حد تصحيح الخطأ γ . وسيتم تطبيق هذه الاختبارات على نموذج انبعاثات CO_2.

5. توصيف نموذج انبعاثات CO_2

يمكن توصيف العلاقة الدالية بين انبعاثات CO_2 ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي الذي يمثل النمو الاقتصادي بالشكل الآتي:

$$CO_{2t} = f(GDP_t, GDP_t^2, EN_t) \quad (5)$$

ولأجل الحصول على مقدرات متسقة وكفوءة، تم تحويل متغيرات النموذج بالصيغة اللوغارتمية، وفي هذه الحالة يصبح النموذج بالشكل الآتي:

$$lnCO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 lnGDP_t + \beta_2 lnGDP_t^2 + \beta_3 lnEN_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

حيث تمثل CO_{2t} نصيب الفرد من انبعاثات CO_2 و GDP_t نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي بالدينار الأردني و EN_t استهلاك الطاقة، وتشير ε_t إلى حد الخطأ العشوائي. ووفقاً لفرضيات EKC، فإن الإشارة المتوقعة لمعامل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي ستكون موجبة، أي أن ($\beta_1 > 0$)، وأن الإشارة المتوقعة لمعامل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بالصيغة التربيعية ستكون سالبة؛ أي أن ($\beta_2 < 0$). وبما أن استهلاك الطاقة يعد من العوامل التي تؤثر في انبعاثات CO_2، فمن المتوقع أن تكون إشارته موجبة أي أن $\beta_3 > 0$.

6. نتائج التحليل القياسي

6.1 نتائج اختبار سكون المتغيرات

يلخص الجدول (1) نتائج اختبار جذر الوحدة لمتغيرات النموذج باستخدام اختبار ADF، حيث تشير نتائج الاختبار إلى أن المتغيرات $lnGDP^2, lnGDP, lnCO_2$ غير ساكنة عند المستوى، ولكنها أصبحت ساكنة عند استخدام الفرق الأول؛ أي أنها أصبحت متكاملة من الدرجة I(1) عند مستوى معنوية 1% . أما المتغير $lnEN$، فقد كان ساكناً عند المستوى، أي أنه متكامل من الدرجة I(0) عند مستوى معنوية 1% وعند استخدام اختبار (PP)، كانت النتائج متطابقة تماماً.

6.2 نتائج اختبار التكامل المشترك للنموذج

بما أن متغيرات النموذج كان بعضها ساكناً عند المستوى، وبعضها الآخر كان ساكناً عند الفرق الأول، يعني أن تلك المتغيرات متكاملة بدرجات مختلفة، أي I(0) و I(1)، ففي هذه الحالة إن طريقة الانحدار الذاتي لفترات الإبطاء الموزعة من خلال أسلوب اختبار الحدود bounds testing (ARDL) approach المقترحة من قبل Pesaran, *et al*, (2001) تكون هي الأنسب للكشف عن وجود التكامل المشترك بين متغيرات النموذج، حيث سيتم اختبار التكامل المشترك عندما يكون كل من CO_2 و GDP و EN متغيرات تابعة، وذلك في إطار نموذج تصحيح الخطأ غير المقيد (UECM) بالصيغة الآتية:

$$\Delta lnCO_{2t} = \beta_{0co2} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{ico2} \Delta lnCO_{2t-i} + \sum_{j=0}^{q} \beta_{jco2} \Delta lnGDP_{t-j} + \sum_{k=0}^{r} \beta_{kco2} \Delta lnGDP_{t-k}^2 + \sum_{l=0}^{s} \beta_{lco2} \Delta lnEN_{t-l} + \beta_{1co2} lnCO_{2t-1} + \beta_{2co2} lnGDP_{t-1} + \beta_{3co2} lnGDP_{t-1}^2 + \beta_{4co2} lnEN_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (7)$$

$$\Delta lnGDP_t = \beta_{0GDP} + \sum_{i=0}^{p} \beta_{iGDP} \Delta lnCO_{2t-i} + \sum_{j=1}^{q} \beta_{jGDP} \Delta lnGDP_{t-j} + \sum_{k=0}^{r} \beta_{kGDP} \Delta lnGDP_{t-k}^2 + \sum_{l=0}^{s} \beta_{lGDP} \Delta lnEN_{t-l} + \beta_{1GDP} lnCO_{2t-1} + \beta_{2GDP} lnGDP_{t-1} + \beta_{3GDP} lnGDP_{t-1}^2 + \beta_{4GDP} lnEN_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (8)$$

$$\Delta lnEN_t = \beta_{0EN} + \sum_{i=0}^{p} \beta_{iEN} \Delta lnCO_{2t-i} + \sum_{j=0}^{q} \beta_{jEN} \Delta lnGDP_{t-j} + \sum_{k=0}^{r} \beta_{kEN} \Delta lnGDP_{t-k}^2 + \sum_{l=1}^{s} \beta_{lEN} \Delta lnEN_{t-l} + \beta_{1EN} lnCO_{2t-1} + \beta_{2EN} lnGDP_{t-1} + \beta_{3EN} lnGDP_{t-1}^2 + \beta_{4EN} lnEN_{t-1} + \varepsilon_{3t} \quad (9)$$

جدول (1): نتائج اختبار جذر الوحدة ADF لمتغيرات نموذج انبعاثات CO_2

variables	ADF statistic				order of integration
	level		first differences		
	intercept	intercept & trend	intercept	intercept & trend	
$\ln CO_2$	-3.602182	-2.461780	-5.662210*	-5.841389*	I(1)
lnGDP	-1.252481	-1.391499	-3.689668*	-3.247448	I(1)
$\ln GDP^2$	-1.231378	-0.791067	-3.696185*	-3.228729	I(1)
lnEN	-3.020697*	-4.774139*	–	–	I(0)

*: معنوية عند مستوى 1%.

جدول (2): نتائج اختبار التكامل المشترك لمتغيرات نموذج CO_2 و GDP و EN.

K = 3		F- statistic
$CO_{2t} = f(GDP_t, GDP_t^2, EN_t)$, ARDL (0,0,0,0) $GDP_t = f(CO_{2t}, GDP_t^2, EN_t)$, ARDL (0,0,0,0) $EN_t = f(GDP_t, GDP_t^2, CO_{2t})$, ARDL (1,0,1,0)		7.8783* [0.000] 3.3439** [0.029] 0.85814 [0.507]
Significant level	Critical values bounds***	
	Lower Critical Bounds (LCB) I(0)	Upper Critical Bounds (UCB) I(1)
1%	4.29	5.61
5%	3.23	4.35
10%	2.72	3.77

* معنوية عند مستوى 1%، ** غير محسوم، *** المصدر: Pesaran, *et al*, (2001)

ولإجراء اختبار وجود التكامل المشترك بين المتغيرات في النماذج الثلاثة للمعادلات (7) إلى (9) تتم صياغة الفروض كما يأتي:

الفرض العدمي: عدم وجود تكامل مشترك بين المتغيرات

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$

الفرض البديل: وجود تكامل مشترك بين المتغيرات

$H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq 0$

وقبل تقدير النماذج الثلاثة، تم تحديد فترات الإبطاء لمتغيرات الفرق الأول لكل متغير من متغيرات النموذج وفقاً لمعيار Schwarz Bayesian Criterion (SBC)، حيث كانت فترات الإبطاء لنموذج CO_2 هي ARDL (0,0,0,0) ولنموذج GDP هي ARDL (0,0,0,0) ولنموذج EN هي ARDL (1,0,1,0). وبعد تقدير النماذج الثلاثة التي تمثلها المعادلات من (7) إلى (9) بطريقة ARDL تم الحصول على نتائج اختبار التكامل المشترك بين المتغيرات الموضحة في جدول (2).

وللتحقق من وجود تكامل مشترك بين المتغيرات في نموذج انبعاثات CO_2، كانت قيمة F-statistic المحسوبة تساوي 7,8783 وهي أكبر من قيمة الحد الأعلى الجدولية (UCB) الموجودة في الجدول المقترح من Pesaran, et al. (2001) التي تساوي 5,61 عند مستوى معنوية 1% وبوجود ثلاثة متغيرات K=3 وبوجود المقطع الثابت ومن غير اتجاه زمني. هذه النتيجة تعني أن هناك تكاملاً مشتركاً بين متغيرات نموذج انبعاثات CO_2، أما بالنسبة لنموذج GDP، فقد كانت قيمة F-statistic المحسوبة تساوي 3,3439 وهي في هذه الحالة تقع بين قيمتي الحد الأعلى والأدنى الجدولية عند مستوى 5%، وهذا يعني أن نتيجة التكامل المشترك غير محسومة. بينما لم يكن هناك تكامل مشترك بين متغيرات نموذج EN لأن قيمة F-statistic المحسوبة التي تساوي 0.85814 كانت أقل من قيم الحد الأدنى الجدولية (LCB). ونظراً لوجود تكامل مشترك بين متغيرات نموذج

انبعاثات CO_2، فإن هذا التكامل ينطوي على وجود علاقة طويلة الأجل بين تلك المتغيرات تأخذ الصيغة الآتية:

$$lnCO_{2t} = \beta_{0co2} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{ico2}\, lnCO_{2t-i} + \sum_{j=0}^{q} \beta_{jco2}\, lnGDP_{t-j} + \sum_{k=0}^{r} \beta_{kco2}\, lnGDP_{t-k}^{2} + \sum_{l=0}^{s} \beta_{lco2}\, lnEN_{t-l} + \varepsilon_{1t} \qquad (10)$$

وقبل تقدير المعادلة (10) تم تحديد عدد فترات الإبطاء لمتغيرات النموذج باستخدام معيار (SBC) حيث كانت فترة إبطاء النموذج هي ARDL(1,1,0,1)، وبعد التقدير تم التوصل إلى العلاقة طويلة الأجل التالية لنموذج انبعاثات CO_2:

$$lnCO_{2t} = -149.9 + 41.907 lnGDP_t - 2.933\, lnGDP_t^2 + 0.17 lnEN_t + \varepsilon_t \qquad (11)$$
$$(-6.3513)\ (6.3459) \qquad (-6.3363) \qquad (5.3882)$$
$$[0.000] \quad [0.000] \qquad [0.000] \qquad [0.000]$$
$$\bar{R}^2 = 0.80$$

وقد تم الحصول على المرونات طويلة الأجل للمتغيرات EN, GDP^2, GDP في المعادلة (11) من المعادلة (10) بصيغة المعادلة نفسها (3) مع الأخذ في الاعتبار فترات إبطاء المتغيرات. ويتضح من نتائج المعادلة (11) أن إشارة معامل GDP كانت موجبة بينما كانت إشارة GDP^2 سالبة، أي أن إشارتيهما كانتا متوافقة مع فرضيات EKC التي تشير إلى ارتفاع مستوى التلوث البيئي مع زيادة مستوى الدخل في المراحل الأولى من النمو الاقتصادي، وبعد وصول الاقتصاد إلى مرحلة معينة من النمو الاقتصادي، يبدأ أثر التلوث البيئي في الانخفاض؛ أي أن شكل العلاقة يأخذ حرف U مقلوب.

لقد تبين من نتائج التحليل تحقق وجود منحنى EKC في نموذج انبعاثات CO_2 الخاص بالاقتصاد الأردني. وبناءً على ذلك، يمكن الحصول على نقطة التحول (TP) للعلاقة طويلة الأجل بين انبعاثات CO_2 والناتج المحلي الإجمالي، وذلك من خلال إيجاد المشتقة الأولى للناتج المحلي الإجمالي بالنسبة لانبعاثات CO_2 من المعادلة (11) كما يأتي:

$$\frac{\partial lnCO_{2t}}{\partial lnGDP_t} = 41.9066 - 5.8668 lnGDP_t = 0 \Rightarrow lnGDP_t$$
$$= 7.143008113$$
$$\therefore TP = 1265.2$$

وللتأكد من أن نقطة التحول هي نقطة قصوى فقد تم التأكد من الشرط الكافي عن طريق أخذ المشتقة الثانية للمعادلة (11)، حيث اتضح أنها كانت سالبة. ومن هذا يتضح أن نقطة التحول (TP) التي تشير إلى (مستوى الدخل الذي تبدأ عنده انبعاثات CO_2 بالانخفاض عند زيادة الدخل) تساوي 7,143008113 (بالصيغة اللوغارتمية) التي تقابلها القيمة 1265,2، أي أن نقطة التحول في الدخل تحصل عندما يصل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي إلى JD1265,2، وتقع هذه القيمة بين عامي 2003 و2004. ويستدل من هذه النتيجة أن الرغبة في الدفع لأجل الحصول على نوعية بيئة جيدة تبدأ في فترة متأخرة من مراحل النمو في الاقتصاد الأردني. وفيما يتعلق بالمتغير الآخر الذي يؤثر في انبعاثات CO_2 وهو استهلاك الطاقة EN، فقد جاءت إشارته موجبة وبمعنوية إحصائية، وهذا يشير إلى أن العلاقة طردية بين المتغيرين، حيث بلغت مرونة هذا المتغير 0.17، وهذا يعني أن زيادة مقدارها 1% من استهلاك الطاقة في الاقتصاد الأردني تؤدي إلى زيادة مقدارها 0.17% في نصيب الفرد من انبعاثات CO_2. ويُعزى ذلك إلى كثافة استخدام الطاقة التقليدية التي تعد أحد أهم عناصر الإنتاج في العديد من الأنشطة الاقتصادية كما هو الحال في القطاع الصناعي وقطاع النقل، إضافةً إلى عدم التحول بشكل كاف نحو استخدام الطاقة البديلة النظيفة بيئياً.

6.3 نتائج الاختبارات التشخيصية

للتأكد من جودة النموذج المستخدم في التحليل وخلوه من

المشكلات القياسية، تم إجراء الاختبارات التشخيصية وفقاً لاختبار Lagrange multiplier statistics التي يوضح نتائجها الجدول (3).

جدول (3)

نتائج الاختبارات التشخيصية لنموذج انبعاثات CO_2

Lagrange multiplier statistics	p-Value
Normality test	[0.459]
Serial Correlation LM Test	[0.136]
Heteroskedasticity Test	[0.603]

يشير الاختبار المتعلق بالتوزيع الطبيعي للأخطاء العشوائية Normality test اعتمادا على القيمة الاحتمالية إلى عدم رفض الفرض العدمي القائل إن (الأخطاء العشوائية موزعة توزيع طبيعي). وفيما يتعلق باختبار الارتباط التسلسلي بين الأخطاء العشوائية، فإن القيمة الاحتمالية لاختبار LM-test تشير إلى خلو النموذج من مشكلة الارتباط التسلسلي. ويشير اختبار عدم ثبات تباين حد الخطأ Heteroskedasticity test إلى عدم رفض فرضية العدم القائلة بثبات تباين حد الخطأ وفقاً للقيمة الاحتمالية لهذا الاختبار.

6.4 نتائج اختبار العلاقة السببية قصيرة وطويلة الأجل

لغرض التعرف إلى اتجاه العلاقة السببية بين المتغيرات، فإن اختبار اتجاه تلك العلاقة سيتم باستخدام سببية جرانجر في الأجل القصير والطويل في إطار نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM) لنموذج انبعاثات CO_2 وGDP وEN الذي يمكن التعبير عنه بالصيغة التالية:

$$\Delta lnCO_{2t} = \gamma_{0co2} + \sum_{i=0}^{p} \gamma_{ico2}\, \Delta lnCO_{2t-i} + \sum_{j=0}^{q} \gamma_{jco2}\, \Delta lnGDP_{t-j} + \sum_{k=0}^{r} \gamma_{kco2}\, \Delta lnGDP_{t-k}^{2} + \sum_{l=0}^{s} \gamma_{lco2}\, \Delta lnEN_{t-l} + \lambda_{co2} ECT_{t-1} + u_{1t} \quad (12)$$

$$\Delta lnGDP_{t} = \gamma_{0GDP} + \sum_{i=0}^{p} \gamma_{iGDP}\, \Delta lnGDP_{t-i} + \sum_{j=0}^{q} \gamma_{jGDP}\, \Delta lnCO_{2t-j} + \sum_{k=0}^{r} \gamma_{kGDP}\, \Delta lnGDP_{t-k}^{2} + \sum_{l=0}^{s} \gamma_{lGDP}\, \Delta lnEN_{t-l} + \lambda_{GDP} ECT_{t-1} + u_{2t} \quad (13)$$

$$\Delta lnEN_{t} = \gamma_{0EN} + \sum_{i=0}^{p} \gamma_{iEN}\, \Delta lnEN_{t-i} + \sum_{j=0}^{q} \gamma_{jEN}\, \Delta lnGDP_{t-j} + \sum_{k=0}^{r} \gamma_{kEN}\, \Delta lnGDP_{t-k}^{2} + \sum_{l=0}^{s} \gamma_{lEN} \Delta lnCO_{2t-i} + u_{3t} \quad (14)$$

حيث تمثل λ_{co2} معامل حد تصحيح الخطأ لنوذج CO_2 وλ_{GDP} معامل حد تصحيح الخطأ لنموذج GDP بينما تشير ECT_{t-1} إلى حد تصحيح الخطأ لفترة سابقة الذي يتم الحصول عليه من العلاقة طويلة الأجل الخاصة بكل نموذج، ويمثل u_t حد الخطأ العشوائي.

إن حد تصحيح الخطأ سوف يتم تضمينه في النماذج التي يكون بين متغيراتها تكامل مشترك، ومن ثم فإن نماذج CO_2 وGDP ستحظى بتمثيل حد تصيح الخطأ لتحديد اتجاه العلاقة السببية القصيرة وطويلة الأجل، أما نموذج EN الذي لم يتحقق وجود التكامل المشترك بين متغيراته، فسيتم فيه تقدير العلاقة قصيرة الأجل من غير إضافة حد تصحيح الخطأ. وكما ذكر سابقاً، فإن تحديد اتجاه العلاقة السببية للمعادلات (12) إلى (14) في الأجل القصير يكون اعتمادا على المعنوية الإحصائية لمعاملات متغيرات الفروق المستقلة $\gamma_j, \gamma_k, \gamma_l$، أما تحديد اتجاه العلاقة السببية في الأجل الطويل، فيتم التعرف إليه من خلال اختبار المعنوية الإحصائية لمعامل حد

تصحيح الخطأ λ والذي يجب أن يكون أيضاً بإشارة سالبة. وبتقدير المعادلات (12) إلى (14) تم الحصول على مقدرات تلك العلاقة كما هو موضح في الجدول (4) الذي يبين نتائج اختبار اتجاه العلاقة السببية قصيرة وطويلة الأجل بين متغيرات النماذج الثلاثة.

جدول (4)

نتائج اختبار العلاقة السببية قصيرة وطويلة الأجل لنموذج انبعاثCO_2 و GDP و EN

Dependent variable	Direction of causality				
	Short- run causality				Long-run causality
	$\Sigma\Delta lnCO_2$	$\Sigma\Delta lnGDP$	$\Sigma lnGDP^2$	$\Sigma\Delta lnEN$	ECT_{t-1}
$\Delta lnCO_2$	-	(5.4423)* [0.000]	(-5.4238)* [0.000]	(3.3713)* [0.002]	-0.71496 (-5.3667)* [0.000]
$\Delta lnGDP$	(3.9686)* [0.001]	-	-	(-2.6891)* [0.013]	-0.61454 (-3.9626)* [0.001]
$\Delta lnEN$	(4.0760)* [0.000]	4.8507** [0.0175]	1.3389 [0.194]	-	-

* القيمة معنوية إحصائياً باستخدامt-statistics. ** القيمة معنوية إحصائياً باستخدامF-statistics.

ويتضح من نتائج اختبار السببية في الجدول (4) لنموذج انبعاثات CO_2 أن المتغيرات المستقلة ذات معنوية إحصائية. ويستدل من هذا وجود علاقة سببية قصيرة الأجل تنتقل من متغير نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (بصيغتيه الخطية والتربيعية) ومتغير استهلاك الطاقة إلى نصيب الفرد من انبعاث CO_2. ويتضح من قيمة حد تصحيح الخطأ لفترة سابقة ECT_{t-1} أنها كانت معنوية إحصائياً مما يدل على وجود علاقة سببية في الأجل الطويل بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع. وهذا يؤكد أن المتغيرات GDP و GDP^2 لها تأثير موجب وسالب (على التوالي) على انبعاثات CO_2، ومن ثم يؤكد وجود منحنى EKC في حالة الاقتصاد الأردني. وكذلك الحال لمتغير استهلاك الطاقة EN الذي كان له تأثير موجب على انبعاثات CO_2 .

في ما يتعلق بمعامل حد تصحيح الخطأ λ_{co2}، فقد كانت قيمته تساوي 0.71496- وجاءت إشارته المتوقعة سالبة، وكانت ذا معنوية إحصائياً، مما يؤكد وجود علاقة طويلة الأجل بين المتغيرات. من هنا، يتضح أن 71.5% من نسبة الاختلال في التوازن في الفترة السابقة يتم تصحيحها في الفترة اللاحقة بعد حدوث أي صدمة shock تتعرض لها المتغيرات المستقلة وتؤثر في المتغير التابع. إن قيمة λ_{co2} في هذه الحالة تعكس سرعة تعديل عالية؛ أي أن الاختلال في توازن متغير انبعاثات CO_2 يستغرق حوالي 1.4 سنة كي يعود إلى قيمته التوازنية. أما بالنسبة لنموذج GDP، فيتضح من الجدول (4) أن هناك علاقة سببية قصيرة الأجل تتجه من متغير انبعاثات CO_2 ومتغير استهلاك الطاقة إلى الناتج المحلي الإجمالي، وكانت قيمة معامل حد تصحيح الخطأλ_{GDP} ذات معنوية إحصائية وهذا يشير إلى وجود علاقة سببية في الأجل الطويل تتجه من متغير انبعاثات CO_2 ومتغير استهلاك الطاقة إلى الناتج المحلي الإجمالي. وبالنسبة لنموذج EN ، فقد كانت هناك علاقة سببية في الأجل القصير فقط تتجه من

انبعاثات CO_2 والناتج المحلي الإجمالي إلى استهلاك الطاقة.

وللتعرف إلى العلاقة التبادلية بين انبعاثات CO_2 والناتج المحلي الإجمالي يتضح من الجدول (4) ما يأتي:

أ- أن هناك علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين انبعاثات CO_2 والناتج المحلي الإجمالي في المدى القصير والطويل؛ أي أن هناك علاقة تبادلية بين المؤشر البيئي والمؤشر الاقتصادي.

ب- وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين انبعاثات CO_2 واستهلاك الطاقة في المدى القصير.

ج- هناك علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين الناتج المحلي الإجمالي واستهلاك الطاقة في المدى القصير.

لقد اتضح من نتائج التحليل القياسي للدراسة، أن العلاقة بين انبعاثات CO_2 والنمو الاقتصادي في الاقتصاد الأردني تتوافق مع فرضيات EKC التي يتم على أساسها الحصول على نقطة التحول في الدخل (TP)، وهذه النتيجة جاءت مماثلة للنتائج التي توصل إليها Ang (2007) و Pao and Tsai (2011) و Shahbaz*et al* (2012) و Tiwari, et al. (2013). بينما لم تتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه Pao*et al* (2011). ويعود ذلك إلى اختلاف الحالة البيئية وعلاقتها بالوضع الاقتصادي من دولة لأخرى.

7. الخاتمـة

بناءً على نتائج التحليل القياسي للنماذج الاقتصادية التي تستقصي العلاقة بين المؤشرات البيئية والاقتصادية، فقد تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:

أ- إن التطور الزمني للمؤشرات الاقتصادية كان يرافق حركة المؤشر البيئي، أي أنهما كانا يتحركان معاً عبر الزمن، مما يعكس العلاقة المتلازمة بين هذين المؤشرين.

ب- انسجام النتائج التي تم الحصول عليها لمقدرات نموذج انبعاثات CO_2 مع فرضيات منحنى EKC، أي أن العلاقة بين النمو الاقتصادي وانبعاثات CO_2 تتخذ شكل منحنى U مقلوب، حيث كان مستوى التلوث يزداد في المراحل الأولى للنمو الاقتصادي، ثم يصل مستوى معين يبدأ بعده مستوى التلوث بالانخفاض. وهذا يعني أن المراحل الأولى من النمو التي يتم فيها الحصول على مكاسب اقتصادية تكون مقترنة بتضحية بيئية، وبعد نقطة معينة يحصل تحسن في الحالة البيئية.

ج- يستدل من نقطة التحول TP التي تم التوصل إليها في نموذج انبعاثات CO_2 أنها تحدث في مرحلة متأخرة من مراحل النمو الاقتصادي في الاقتصاد الأردني؛ أي عندما يصل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي إلى 1265,5 JD، وتقع هذه القيمة بين عامي 2003 و2004. وهذا يعني أن الرغبة في الدفع لأجل الحصول على نوعية بيئة تنخفض فيها انبعاثات CO_2 تبدأ في فترة متأخرة من مراحل النمو في الاقتصاد الأردني.

د- كانت هناك علاقة طردية بين انبعاثات CO_2 واستهلاك الطاقة، ويعزى ذلك إلى كثافة استخدام مصادر الطاقة التقليدية التي يتولد عن استخدامها انبعاث CO_2 (النفط ومشتقاته) التي تعد أحد أهم عناصر الإنتاج في العديد من الأنشطة الاقتصادية كما هو الحال في القطاع الصناعي وقطاع النقل، إضافةً إلى عدم التحول بشكل كاف نحو استخدام الطاقة البديلة النظيفة بيئياً.

هـ- اتضح أن هناك علاقة سببية قصيرة وطويلة الأجل في كلا الاتجاهين بين المتغيرات الاقتصادية المتمثلة في الناتج المحلي الإجمالي واستهلاك الطاقة من جهة والمتغير البيئي المتمثل بانبعاثات CO_2، ويستدل من هذا أن هناك آثارا متبادلة بين النمو الاقتصادي والمؤشر البيئي في المدى القصير والطويل من مراحل النمو في الاقتصاد الأردني.

و- بشكل عام تبين أن هناك ترابطا ديناميكيا dynamic linkage بين المؤشرات الاقتصادية والمؤشرات البيئية، وأن المتغيرات الاقتصادية لها تأثير على زيادة الضغط البيئي على المدى الطويل في حالة الاقتصاد الأردني.

ز- إن من أهم النتائج التي استقصتها الدراسة وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين الناتج المحلي

الإجمالي والمؤشرات البيئية، مما يحتم على صانع القرار المفاضلة بين النمو الاقتصادي أو المحافظة على البيئة عند رسم السياسة الاقتصادية لزيادة معدلات النمو أو عند رسم السياسة البيئية للمحافظة على البيئة.

ووفقاً لتلك الاستنتاجات، فإن الدراسة توصي بما يلي:

أولاً: تضمين الاعتبارات البيئية عند رسم وإعداد السياسات الاقتصادية الكلية لتقليل آثار الضغط البيئي على الموارد البيئية من أجل تحقيق نمو اقتصادي مستدام.

ثانياً: استيراد وسائل الإنتاج النظيفة بيئياً التي تمتاز بترشيد استهلاك الوقود من المناشئ العالمية المتقدمة تكنولوجياً وذات الخبرة في مجال حماية البيئة.

ثالثاً: التوجه نحو تغيير نمط استخدام وسائط النقل الخاصة التي تسهم بشكل كبير في زيادة انبعاثات CO_2 إلى استخدام القطارات الخفيفة، إذ تترتب على ذلك فائدتان: الأولى بيئية، من خلال تقليل انبعاثات CO_2، والثانية اقتصادية، من خلال تقليل استهلاك الطاقة التي تكلف ميزانية الدولة مبالغ كبيرة.

رابعاً: إن أي سياسة للنمو الاقتصادي يجب أن تأخذ في الاعتبار آثارها على البيئة، كما أن أي استراتيجية للحفاظ على البيئة يجب أن تؤخذ في الاعتبار آثارها في النمو.

المصادر

دائرة الإحصاءات العامة (1980–2010). ***الحسابات القومية***، عمان، الأردن.

دائرة الإحصاءات العامة (2000). ***نشرة إحصاءات البيئة***، عمان، الأردن.

دائرة الإحصاءات العامة (2009). ***نشرة إحصاءات البيئة***، عمان، الأردن.

وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2011). ***التقرير السنوي***، عمان، الأردن.

وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2010). ***التقرير السنوي***، عمان، الأردن.

Acaravci, A. and Ozturk, I. (2010). on the relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in Europe, ***Energy*** 35: 5412-5420.

Ang, J. (2007). CO2 emissions, energy consumption, and output in France, ***Energy Policy***, 35 (10): 4772-4778.

Baranzini, A., Weber, S., Bareit, M. and Mathys, N. A. (2013). The causal relationship between energy use and economic growth in Switzerland. ***Energy Economics***, 36: 464-470.

Energy Information Administration (EIA): http://www.eia.gov. 20/12/2012.

Engle, R. F. and Granger, C.W.J. (1987). Co integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing, ***Econometrica***, 66: 251-276.

Hoque, M. M. and Yusop, Z. (2010). Impacts of trade liberalisation on aggregate import in Bangladesh: An ARDL Bounds test approach, ***Journal of Asian Economics***, 21: 37-52.

Johansen, S., Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on co integration - with application to the demand for money, ***Oxford Bulletin of Economics***, 52: 169-210.

Pao, H. and Tsai, C. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries, ***Energy Policy***, 38: 7850-7860.

Pao, H. and Tsai, C. (2011). Modeling and forecasting the CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in Brazil, ***Energy***, 36: 2450-2458.

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

Pesaran, M. H., Shin, Y. and Smith R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. ***Journal of Applied Econometrics***, 16: 289-326.

Romano, Donato (2003). ***Environmental Economics and***

Sustainable Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Shahbaz, M., Lean, H. and Shabbir, M. (2012). Environmental Kuznets Curve hypothesis in Pakistan: Co integration and Granger causality, ***Renewable and Sustainable Energy Reviews***, 16: 2947-2953.

Tiwari, A. K., Shabaz, M. and Hye, Q. M. A. (2013). The Environmental Kuznets Curve and The Role of Coal Consumption In India: Co integration And Causality Analysis in An Open Economy, ***Renewable and Sustainable Energy Reviews***, 18: 519-527.

World Bank, World Development Indicators: http://www.worldbank.org. 22/12/2012.

Zilio, M. and Recalde, M. (2011). GDP and environment pressure: The role of energy in Latin America and the Caribbean, ***Energy Policy***, 39: 7941-7949.

The Interrelationship between Economic Growth and CO_2 Emissions under Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Case Study for Jordan

Kais H. Alwan [1]***, Saeed Al-Tarawneh*** [2]

ABSTRACT

This study investigates the long run dynamic interrelationship between economic growth and carbon dioxide emissions as an environmental indicator in Jordan. The Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis is tested for this purpose. In addition, the direction of causality in short and long run among the variables is tested. The study used data for the period (1980-2010). In doing so, the autoregressive distributed lag (ARDL) bounds testing approach and vector error correction method (VECM) are applied. The empirical results reveal that the long run parameters of CO_2 emissions model are consistent with (EKC) hypothesis. Furthermore, the study found a short and long run bidirectional causality among variables of CO_2 model. Based on these findings, the study recommends: environmental considerations must be taken into account when macroeconomic policies are designed and industrial and transportation sector must be encouraged to import cleaner technologies.

Keywords: Interrelationship, Environmental Kuznets Curve, Economic Growth, CO_2 Emissions, cleaner technologies, Jordan.

[1] Ministry of Environment, Iraq
✉ sssstarus@yahoo.com
[2] Department of Business Economics, University of Jordan

Received on 13/6/2013 and Accepted for Publication on 6/10/2013.