

التداعيات البيئية لتحرير التجارة في المملكة العربية السعودية

نشوى مصطفى على محمد

استاذ مشارك بقسم الاقتصاد، جامعة الملك سعود

بشرى أحمد المهدي ماجستير اقتصاد، جامعة الملك سعود

مقدمة:

يتجه الاقتصاد العالمي إلى مزيد من الانفتاح وتحرير التجارة، وإزالة القيود التعريفية وغير التعريفية، وأي صور قد تعيق حرية التجارة الدولية، سعياً منه إلى تحقيق العولمة بمفهومها الواسع، والذي جاء تعريفه في تقرير التنمية البشرية (1999)، الصادر عن برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، بأنه عبارة عن "توسيع وتعميق تدفقات التبادل التجاري والمالي، والمعلومات في سوق عالمي متكامل، تصبح فيه القيود التي يفرضها وجود الحدود السياسية بين الدول ليست ذات أهمية مع توسيع الفكر والثقافة والاقتصاد العالمي، من خلال تحرير الأسواق المحلية والعالمية". وضمن ما يفرضه هذا التوجه، تبرز عدد من القضايا، والتي ترتبط بتحرير التجارة بصورة مباشرة أو غير مباشرة، مثل قضايا البيئة وتلوث الهواء، على وجه الخصوص.

وفي هذا النطاق، تبنت المملكة العربية السعودية نظام الاقتصاد الحر بمفهومه الواسع والذي يقوم على مبدأ تحرير التجارة، والسماح بأكبر قدر ممكن من الحرية التجارية، وسجلت درجة كبيرة من الانفتاح مقارنة بعدد من دول العالم. حيث بلغ متوسط درجته خلال الفترة من عام 1994م وحتى 2011م، ما نسبته 77.6%. وهي نسبة فاقت عدد من اقتصاديات العالم المتقدم، حيث بلغ خلال نفس الفترة على سبيل المثال في كل من الولايات المتحدة الأمريكية، وبريطانيا، وألمانيا ما نسبته 25.7% و 57.2% و 69.5% على التوالي (مؤسسة النقد العربي السعودي، 2012).

تتمتع المملكة العربية السعودية بميزة نسبية في تصنيع وتصدير السلع الملوثة البيئية، حيث شكلت صادرات الصناعات الملوثة نسبة كبيرة من إجمالي صادرات المملكة العربية السعودية في عام 2012م، حيث بلغ حجم الصادرات المعدنية 87%، تلتها الصادرات من المنتجات الكيماوية بنسبة 4.6% ثم الصادرات من منتجات البلاستيك بنسبة بلغت 4%، ثم الصادرات من المعادن العادية ومصنوعاتها بنسبة 0.6% من إجمالي صادرات المملكة (مؤسسة النقد العربي السعودي، 2012). وقد توافقت اتجاه نمو الصادرات في الغالب مع اتجاه الزيادة في حجم الانبعاثات لغاز ثاني أكسيد الكربون في المملكة. حيث سجلت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون أقصى قيمة لها منذ 1960م في عام 2010م، حين بلغت 464,481 كيلو طن (البنك الدولي).

كما يؤدي زيادة الإنتاج الموجه للتصدير إلى زيادة في حجم حركة الشحن والنقل والتي يتبعها زيادة في حجم الانبعاثات الملوثة نتيجة ما يصدر من ملوثات من عوادم وسائل النقل المختلفة. فعلى سبيل المثال، بلغت قيمة الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون الصادر عن وسائل النقل البرية في عام 2010م، حوالي 104.42 مليون طن متري، بزيادة بلغت 3.82% عن العام 2009م والذي بلغت فيه حجم الانبعاثات 100,58 مليون طن متري (البنك الدولي). وهو ما يُعزى بشكل رئيسي إلى زيادة حركة نقل وشحن السلع عن طريق النقل البري.

ومن جانب الواردات، تشكل الواردات من الآلات والمعدات والأجهزة الكهربائية ما يقارب 26% من إجمالي واردات المملكة العربية السعودية في عام 2012م، تلتها معدات النقل بنسبة بلغت 18% في نفس العام. (مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات، 2012م). الأمر الذي يزيد العبء البيئي الناتج عن استهلاك هذه السلع؛ بسبب ما تُصدره من مخرجات ملوثة للهواء، ممثلة في الغازات المنبعثة من عوادم معدات النقل، وأيضاً لما يتطلبه من طاقة كهربائية لتشغيلها. حيث يؤدي تشغيل مزيداً من الآلات والمعدات إلى رفع استهلاك الطاقة الكهربائية، وهو ما

يستوجب الاستجابة لذلك بتوليد مزيد منها. وعادة ما تتضمن عملية التوليد احتراق داخلي للوقود السائل، يخلف عنه مزيداً من الانبعاثات الملوثة.

لذلك فإن خيار الانفتاح والتوجه نحو تحرير التجارة في المملكة العربية السعودية، سيفرض عليها عديداً من التحديات البيئية، التي من مظاهرها أن احتلت المملكة العربية السعودية المركز الحادي عشر بين دول العالم في تلوث الهواء بشكل خاص، حيث بلغ حجم انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، الناتج من حرق الوقود الأحفوري وإنتاج الاسمنت وحرق الغاز، ما يعادل 126 مليون طن متري في عام 2010م، وبزيادة قدرت 16 مليون طن متري عن عام 2007م (CDIAC, 2010). ورغم سعي المملكة العربية السعودية نحو الاهتمام بالبيئة وصباغة بعض السياسات الملائمة للحد من التلوث، إلا أن ميزة التراخي النسبي في سياساتها البيئية قد يجعلها ملاذاً للتلوث من قبل الدول المتقدمة والشركات متعددة الجنسيات، التي تتجه بأغلب استثماراتها إلى صناعات ملوثة للبيئة والهواء، يسهم تحرير التجارة في التوسع فيها.

وبناء على ما سبق، يتمثل هدف الدراسة في تحليل أثر تحرير التجارة في المملكة العربية السعودية على البيئة، وبالأخص تلوث الهواء. وتظهر أهمية الدراسة بشكل عام في ظل تنامي أعداد الدراسات التطبيقية، التي تتناول العلاقة بين التجارة والبيئة، ومحاولة لسد فجوة الأدب الاقتصادي في تحليل ودراسة علاقة تحرير التجارة وتلوث الهواء على وجه التحديد. كما أن الدراسات السابقة التي تناولت تلوث الهواء في المملكة العربية السعودية، كانت محدودة في العدد ومتخصصة في مجالات لا تغطي الجانب الاقتصادي، في حين تغطي هذه الدراسة الجانب الاقتصادي بالتحليل القياسي الذي سيتم فيه بناء نموذج انحدار متعدد، يتم تقديره باستخدام منهجية التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ، وذلك لتحديد طبيعة العلاقة في الأجل الطويل والقصير، بعد إجراء اختبار سكون السلاسل الزمنية لمتغيرات النموذج خلال الفترة (1971-2010) تبعاً لما توفر من بيانات. وتنقسم الدراسة فيما يلي إلى: الأساس النظري والدراسات السابقة، والنموذج القياسي، وأخيراً الخاتمة والتوصيات.

أولاً- الأساس النظري والدراسات السابقة:

توافقت عدد من نظريات التجارة الحديثة مع التوجه الجديد للاقتصاد العالمي والذي ربط الاقتصاد بالبيئة، بهدف التوفيق بين أهداف تحرير التجارة الدولية والأهداف البيئية، التي قد تضع قيوداً على المبادلات التجارية. ومن أبرز هذه النظريات نظرية وفرة عناصر الإنتاج، والمسماة أيضاً بنظرية هيكرش- أولين، ونظرية تعادل أسعار عناصر الإنتاج، والمعروفة أيضاً بنظرية هيكرش - أولين- سامويلسون.

حيث يأتي تطبيق نظرية هيكرش- أولين ممكناً في حالة اعتبار مصدر الميزة النسبية في بعض الدول هو تراخي السياسات البيئية. ففي بعض الدراسات الاقتصادية، تم اعتماد التلوث كعنصر يسمى بحقوق التلوث، يعطي الدولة تميز نسبي عن بقية الدول، بحيث يمكن اعتباره عنصراً محدداً للتجارة الدولية كباقي العناصر الأخرى من رأس المال والعمل. فالدولة التي تتمتع بالوفرة في حقوق التلوث، ستسمح بدرجة عالية من التلوث مقارنة بعرض العناصر الأخرى، وسوف تميل إلى إنتاج السلع كثيفة التلوث، نتيجة تراخي سياساتها البيئية، وضعف تطبيق الأنظمة البيئية وعدم صرامتها مقارنة بالدول الأخرى.

في حين جاءت نظرية هكشر- أولين- سامويلسن (H-O-S)، والتي تعكس تطور نظرية هكشر أولين (H-O) لتفيد بأنه عند تساوي الأسعار النسبية والمطلقة لعناصر الإنتاج بين الدول، سيكون لبعض الدول المتقدمة ذات السياسات البيئية القوية، خيارين بالنسبة للصناعات المنتجة للتلوث، الأول: الاستمرار في الإنتاج الصناعي الذي سيؤدي إلى إلحاق ضرر بالبيئة، مع فرض ضرائب على هذه الصناعات من أجل مواجهة تكاليف التلوث الحاصل من الصناعة، وهو في الغالب أمر مرفوض في هذه الدول لوجود خيار ثاني وبديل يعتبر أكثر كفاءة. ويتمثل الخيار الثاني في: نقل هذه الصناعات الملوثة إلى الدول ذات السياسات البيئية المترخية (الدول النامية) من أجل تقادي الأضرار البيئية فيها، ومن أجل استغلال انخفاض التكاليف لبعض عناصر الإنتاج مثل العمل وتوفر المواد الأولية لهذه الصناعات في الدول النامية.

ولقد تناول عدد كبير من الدراسات الاقتصادية العلاقة بين تحرير التجارة والبيئة. حيث انقسمت في ذلك إلى قسمين من الدراسات، القسم الأول توصل إلى الأثر السلبي لتحرير التجارة على البيئة ، والقسم الثاني توصل إلى وجود أثر إيجابي. وفيما يخص القسم الأول من الدراسات أمثال (United Nations, 1999; Dean, 1999; Gallagher & Ackerman, 2000; Manil & Jhi, 2006; Khalil & Inam, 2006; Nguyen, 2006; Alam, 2010; and Massison & Rehdanz, 2008) وكذلك دراسة (مصطفى، 2010). والتي اتفقت في مجملها، على الرغم من اختلاف نطاقها الزماني والمكاني والتحليل القياسي فيها، إلى أن تحرير التجارة سيؤدي إلى تدهور البيئة، نتيجة تراخي السياسات البيئية، وامتلاك بعض الدول ميزة نسبية في سلع كثيفة التلوث، وسعي بعض الدول النامية في سياق نحو القاع، من خلال استنزافها لمواردها الاقتصادية المتجددة والنابطة بهدف بقائها في حيز المنافسة العالمية دون أي اعتبارات.

وبالنسبة للقسم الثاني من الدراسات التي توضح الأثر الإيجابي لتحرير التجارة على البيئة، أمثال دراسة (Ekins, 2003; UNEP, 2001; Stern, 2003; Kirkpatrick & Scricciu, 2006; Isildar, 2008; and Thomassin & Mukhopadhyay, 2008) وأيضا (نظير وعصام، 2012). فقد أوضحت أن لتحرير التجارة أثرا إيجابيا ومعنويا على البيئة من خلال ما يحدثه تحرير التجارة من كفاءة في تخصيص الموارد بما في ذلك موارد البيئة، وما يؤدي إليه تحرير التجارة من التقارب بين المعايير البيئية للمنتجات والعمليات على مستوى أعلى في البلدان الغنية مقارنة بالدول الأقل دخلاً، وهو الأمر الذي يؤدي إلى زيادة أسواق المنتجات الصديقة للبيئة. بالإضافة إلى ما يشجعه تحرير التجارة من نقل للتكنولوجيا الصديقة للبيئة، ضمن التعاون الدولي لحماية البيئة. كما تناولت قلة من الدراسات الاقتصادية العلاقة بين تحرير التجارة والبيئة من خلال قنوات تأثيرية مختلفة، مثل تأثير الارتفاع في حجم الإنتاج نتيجة لتحرير التجارة، والتغيرات الهيكلية في الاقتصاد نحو الصناعات الملوثة للبيئة، وأيضا تأثير التجارة على نصيب الفرد من الدخل ومن ثم زيادته تفضيلاته للسلع والتكنولوجيا صديقة البيئة. ومن أهم هذه الدراسات (Grossman, 1993; Gallagher & Kevin, 2000; and Anteeiler et al, 2001).

يترتب على تحرير التجارة، زيادة في حجم الإنتاج وتوسع نطاقه، وبالتالي نمو النشاط الاقتصادي. حيث يتطلب البقاء في المنافسة العالمية ومواجهة الطلب العالمي المتزايد، مزيداً من الإنتاج الموجه للتصدير، الأمر الذي

يؤدي إلى ارتفاع الطلب على الموارد الطبيعية وزيادة استغلالها كونها تشكل المواد الأولية والخام للصناعات التصديرية في الدولة، وهو ما يؤدي إلى استنزاف الموارد الطبيعية بصورة تضر بالبيئة.

كما أن زيادة النشاط الاقتصادي عبر زيادة حجم الإنتاج، سيتبعه نقل لهذه السلع المصدرة عبر الحدود من خلال وسائل النقل المختلفة، والتي تلوث الهواء نتيجة ما تصدره من انبعاثات ملوثة، وعليه فإن مزيداً من الإنتاج يعني مزيداً من النقل والشحن، والذي يعني مزيداً من التلوث للبيئة.

ويؤدي زيادة الإنتاج الموجه للتصدير إلى تحسن ميزان المدفوعات نتيجة زيادة الصادرات، ومن ثم تحسن معدلات النمو الاقتصادي وتحسن دخل الفرد، والذي سوف يتم توجيه جزء منه إلى مزيد من الاستهلاك سواء كان لسلع محلية أو مستوردة، الذي قد يشمل بعض السلع الضارة بالبيئة أو التي تنتج مخلفات تضر بالبيئة نتيجة استهلاكها مثل السيارات.

كما ينتج عن تحرير التجارة تغيرات هيكلية في اقتصاد الدولة، حيث سيؤدي إلى تخصص الدولة في إنتاج سلع معينة تتمتع فيها بميزة نسبية. فإذا كانت التغيرات الهيكلية لصالح صناعات ملوثة، وتحت مظلة سياسات وتشريعات بيئية غير صارمة، سيكون هذا التأثير سلبي على البيئة. أما إذا كانت التغيرات الهيكلية لصالح صناعات أقل تلويثاً، فإن هذا التأثير سيكون إيجابياً على البيئة. وتبقى المحصلة النهائية لهذا التأثير محصورة في نوع السياسات البيئية والميزة النسبية التي تمتلكها الدولة في الإنتاج والصناعة في كونها ملوثة أم لا. وقد يسمى هذا التأثير أيضاً ملاذ التلوث، حيث تعتمد الدول المتقدمة من خلال الشركات متعددة الجنسيات، إلى إقامة بعض الصناعات الملوثة للبيئة، داخل الدولة ذات السياسات البيئية المترخية، مثل صناعات البتروكيماويات (Gallagher, 2000).

وفي المقابل، يبرز أثر إيجابي لتحرير التجارة على البيئة، من خلال ما يترتب عليها من زيادة في النمو الاقتصادي، وارتفاع في نصيب الفرد من الدخل، وارتفاع مستوى الرفاهية. ومن ثم البدء في المطالبة بسلع صديقة للبيئة كمتطلب من متطلبات رفاهيته، الأمر الذي يقود إلى أهمية التحول إلى تكنولوجيا أنظف.

ثانياً - النموذج القياسي:

ستعتمد هذه الدراسة في قياس أثر تحرير التجارة على تلوث الهواء في المملكة العربية السعودية على عدد من الأساليب القياسية الحديثة. حيث سيتم استخدام منهجية التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ، وذلك لتحديد طبيعة العلاقة في الأجل الطويل والقصير، بعد إجراء اختبار سكون السلاسل الزمنية لمتغيرات النموذج. وسوف يتم استعراض النموذج القياسي لهذا البحث بالإضافة إلى وصف متغيراته ومصادر البيانات المعتمد عليها، وتقديم تحليل للنتائج التي يتم التوصل إليها بعد تقدير النموذج.

1. تحليل السلاسل الزمنية:

تفترض الدراسات التطبيقية التي تستخدم بيانات سلسلة زمنية أن هذه السلسلة ساكنة. وفي حال غياب صفة الاستقرار فإن الانحدار الذي يحصل يكون بين متغيرات السلسلة الزمنية غالباً ما يعتبر زائفاً. ومن المؤشرات الأولية التي تدل على أن الانحدار المقدر من بيانات سلسلة زمنية زائفاً، كبر معامل التحديد (R^2)، وزيادة المعنوية الإحصائية للمعاملات المقدرة بدرجة كبيرة، مع وجود ارتباط سلسلي ذاتي يظهر في قيمة معامل ديرين واتسون

(DW). ويرجع هذا إلى أن البيانات الزمنية غالباً ما يوجد بها عامل الاتجاه (Trend) الذي يعكس ظروفًا معينة تؤثر على جميع المتغيرات فتجعلها تتغير في نفس الاتجاه على الرغم من عدم وجود علاقة حقيقية تربط بينها. (عبد القادر، 2009م) ويعد شرط الاستقرار أساسياً لدراسة السلاسل الزمنية وتحليلها، حيث تعتبر السلسلة الزمنية مستقرة في حال توافر الخصائص التالية:

1. ثبات متوسط القيم عبر الزمن. $E(Y_t) = \mu$
 2. ثبات التباين عبر الزمن. $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \delta^2$
 3. أن يكون التباين بين أي قيمتين لنفس المتغير معتمداً على الفجوة الزمنية بين القيمتين وليس على القيمة الفعلية للزمن الذي يحسب عنده التباين. $Y_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)]$ و
- حيث إن μ هو الوسط الحسابي، δ^2 التباين، و Y_k هو معامل التباين.

2. اختبارات السكون للسلاسل الزمنية:

ويتم إجراء اختبارات السكون للسلاسل الزمنية لمتغيرات النموذج من أجل التأكد من سكون السلاسل الزمنية، اعتماداً على عدد من المعايير مثل دالة الارتباط الذاتي (Autocorrelation Function (ACF-AF)، واختبار جذر الوحدة (The Unit Root Test). وفي هذا البحث سوف يتم الاعتماد على اختبار جذر الوحدة للتأكد من سكون السلاسل الزمنية، كما يوجد عدد من الاختبارات التي يمكن استخدامها للتأكد من وجود أو عدم وجود جذر الوحدة، من أهمها ما يلي:

• اختبار دكي - فولر الموسع:

يعتبر اختبار (Augment Dickey and Fuller (ADF)، الذي طوره (Dickey & fuller, 1981) من أكفأ اختبارات جذر الوحدة التي تأخذ في الاعتبار تصحيح مشكلة الارتباط الذاتي بين البواقي عن طريق تضمين دالة الاختبار عدداً معيناً من فروقات المتغير التابع المتباطئ، من خلال تقدير معادلة الانحدار، ولها ثلاث نماذج:

- النموذج بدون قاطع، وبدون اتجاه زمني:

$$\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} + \sum_{j=1}^K P_j \Delta Y_{t-j} + U_t \quad \dots (1)$$

- النموذج بقاطع فقط:

$$\Delta Y_t = \alpha + \lambda Y_{t-1} + \sum_{j=1}^K P_j \Delta Y_{t-j} + U_t \quad \dots (2)$$

- النموذج بقاطع و اتجاه زمني:

$$\Delta Y_t = \alpha + \alpha_1 T + \lambda Y_{t-1} + \sum_{j=1}^K P_j \Delta Y_{t-j} + U_t \quad \dots (3)$$

حيث تمثل:

Δ : الفرق الأول للمتغير.

K: عدد المتباطئات الزمنية للمتغير.

U: هو الحد العشوائي.

t: الزمن.

ويتم اختيار الفجوة الزمنية k لتحقيق غرضين هما: محاولة التوفير في درجات الحرية، وكذلك معالجة مشكلة الارتباط الذاتي بين البواقي. ويقوم اختبار (ADF) بفحص إحصائية t للمعلمة λ ومقارنة هذه الإحصائية بالقيم الجدولة أو الحرجة. فإذا كانت t_s المحسوبة أقل من t_c الجدولية (الحرجة) وهو ما يعني رفض الفرض البديل وقبول فرض العدم، أي أن السلسلة الزمنية غير ساكنة في مستواها الأصلي فيتم أخذ الفروق الأولى وإجراء اختبار جذر الوحدة الموسع (ADF) على الفروق، فإذا كانت t_s المحسوبة أكبر من t_c الجدولية (الحرجة) فهذا يعني قبول الفرض البديل ورفض العدم، وأن السلسلة الزمنية ساكنة عند الفرق الأول وتعد السلسلة متكاملة من الدرجة الأولى (1). ويمكن إجراء هذا الاختبار بعدة صيغ: إما بوجود قاطع فقط، أو بوجود قاطع واتجاه، أو بدون قاطع واتجاه.

• اختبار فيلبس-بيرون:

اقترح (Phillips & Perron 1988) اختباراً للتخلص من آثار الارتباط الذاتي في بواقي معادلة اختبار دكي فولر الموسع، وذلك عن طريق استخدام طريقة تصحيح لا معلمية، وذلك بإجراء تعديل معلمي لتباين النموذج حتى يأخذ في الاعتبار وجود الارتباط الذاتي واختلاف التباين ويعكس الطبيعة الديناميكية في السلسلة، ويتم تقدير التباين على النحو التالي:

$$S_U^2 = T^{-1} \sum_{i=1}^T U \hat{U}_i^2 + 2T^{-1} \sum_{j=1}^L \sum_{t=j+1}^T \hat{U}_i \hat{U}_{t-j} \quad (4)$$

حيث تمثل:

T : حجم العينة.

L : معامل إنهاء التباطؤ.

ويتم إجراء هذا الاختبار بنفس خطوات اختبار دكي فولر الموسع (ADF).

3. اختبار التكامل المشترك (جوهانسن):

تعد منهجية جوهانسن-جسليوس من أهم المناهج القياسية المستخدمة لاختبار التكامل المشترك للسلاسل الزمنية والتي تحدد طبيعة العلاقة بين المتغيرات في الأجل الطويل، حيث يتضمن هذا الاختبار تقدير نموذج متجه الانحدار الذاتي (Vector Auto regression Model) والمعروف (VAR)، وذلك باستخدام دالة الإمكان العظمى (Maximum Likelihood Function)، حيث طور هذا النموذج (Johansen, 1988)، (Johansen & Juselius, 1990)، لتجنب أوجه القصور التي ظهرت في منهجية الخطوتين (Engel-Granger tow step method)، والذي افترض وجود علاقة تكاملية واحدة بين المتغيرات، وهو غالباً ما لا يكون صحيحاً في نظام مكون من عدد من المعادلات. وكذلك كونه يفترض أن أحد المتغيرات فقط تابع والمتغيرات الأخرى مستقلة، في حين يقدم اختبار جوهانسن ميزة تحليل أثر التفاعل المتبادل بين المتغيرات. ويعتمد جوهانسن-جسليوس على نموذج متجه الانحدار الذاتي (VAR) حيث يفترض وجود k من المتغيرات الاقتصادية في متجه الانحدار الذاتي من الدرجة p وفق الصياغة التالية:

$$Y_t = \mu + \pi_1 Y_{t-1} + \dots + \pi_k Y_{t-k} + U_t \quad (5)$$

حيث:

π : تمثل مصفوفة المعاملات الثابتة، و μ : يمثل القاطع، U_t : الخطأ العشوائي،

و t : تمثل الزمن.

ويمكن إعادة كتابة المعادلة السابقة أعلاه كما يلي:

$$\Delta Y_t = \mu + \sum_{k=1}^p \pi_k \Delta Y_{t-1} + \pi Y_{t-k} + u \quad (6)$$

كما يمكن تحديد عدد متجهات التكامل يتم استخدام اختبارين إحصائيين يعتمدان على دالة الإمكان العظمى (Maximum Likelihood Function)، هما اختبار الأثر (Trace test - λ trace)، واختبار القيمة المميزة العظمى (Maximum Eigenvalues Test - λ trace). ويمكن حساب اختبار الأثر بالصيغة الآتية:

$$\lambda trace = -T \sum_{i=r+1}^n \log(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (7)$$

حيث يتم اختبار فرضية العدم أن عدد متجهات التكامل المشترك $r \geq$ مقابل الفرضية البديلة بأن عدد متجهات التكامل المشترك = r ، حيث أن $(r=0,1,2)$.

أما الاختبار الثاني فهو اختبار القيم المميزة العظمى والذي يمكن حسابه من خلال الصيغة الآتية:

$$\lambda max = -T \log(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (8)$$

حيث يتم اختبار فرضية العدم أن عدد متجهات التكامل المشترك = r مقابل الفرضية البديلة أن عدد متجهات التكامل $r+1$.

4. نموذج تصحيح الخطأ:

عندما يتم تحويل السلاسل الزمنية من سلاسل غير ساكنة إلى سلاسل ساكنة فإنها ستفقد معلومات مهمة عن العلاقات التي تربط السلاسل الزمنية محل الدراسة على المدى الطويل، ولذلك فقد تم تطوير ما يعرف بأسلوب تصحيح الخطأ، والذي يستلزم وجود المعلومات في مستواها وفي فروقها في نفس المعادلة. ولأن عملية الاستفادة من المعلومات الموجودة في الانحراف عن علاقة التوازن لسلوكيات المتغيرات تتم من خلال بناء مفهوم التكامل المشترك، والذي تم التوصل إليه من قبل كل من أنجل وجرانجر (1987م) (Engle & Granger, 1987)، وجرانجر (1981م)، حيث ربطوا العلاقة بين التكامل المشترك للسلاسل الزمنية ونموذج تصحيح الخطأ، من خلال بناء نموذج بصورة تصحيح أخطاء هذه السلاسل.

فإذا كان هناك علاقة التوازن بين المتغيرات التالية:

$$Y_{It} = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \dots + \beta_n X_{nt} + U_t \quad (9)$$

فإن الخطأ والذي يحتوي على معلومات هامة عن الاتجاهات t يتم توضيحه من خلال المعادلة التالية:

$$\hat{U}_t = Y_{It} - \beta_1 - \beta_2 Y_{2t} - \beta_3 Y_{3t} + \dots + \beta_n Y_{nt} \quad (10)$$

ومن خلال المعادلة رقم (9)، يمكن أن يُوضح الخطأ Error في الفترة السابقة بأنه:

$$\hat{U}_{t-1} = Y_{It-1} - \beta_1 - \beta_2 Y_{2t-1} - \beta_3 Y_{3t-1} + \dots + \beta_n Y_{nt-1} \quad (11)$$

والذي يشير إلى ما يعرف بعملية تصحيح الأخطاء (Enders,1995) (Error Correction Mechanis) ويعبر عن أثر الاختلالات التي تحدث في مستويات المتغيرات Y_{nt} . ويتم استخدام مقدرات سلسلة البواقي لعلاقة الأجل الطويل لتقدير نموذج تصحيح الخطأ، الذي يأخذ الشكل التالي:

$$\Delta Y_{It} = \beta_0 + \sum_{i=1} \beta_{1t-i} \Delta Y_{1t-i} + \sum_{i=2} \beta_{1t-2} \Delta Y_{1t-2} + \sum_{i=n} \beta_{nt-i} \Delta Y_{nt-i} + \beta_1 u_{t-1} \quad (12)$$

حيث يمثل: معامل تصحيح الخطأ (β_1) مقدار اختلال التوازن في المتغير التابع الذي يتم تصحيحه سنوياً من خلال تغير المتغيرات المستقلة، ومن المتوقع أن يكون ذا إشارة سالبة ومعنوياً إحصائياً.

5- معادلة الانحدار المراد تقديرها:

يمكن تمثيل معادلة الانحدار المتعدد لقياس أثر تحرير التجارة على تلوث الهواء في المملكة العربية السعودية، باستخدام الصورة اللوغاريتمات لجميع المتغيرات باستثناء صافي الاستثمار الأجنبي المباشر، وذلك لاحتوائه على قيم سالبة، ويمكن تمثيل النموذج بالصورة التالية :

$$\text{LOGCO}_2 = \beta_0 + \beta_1 \text{LOGOP} + \beta_2 \text{LOGPOIL} + \beta_3 \text{LOGPROIL} + \beta_4 \text{FDI} + \beta_5 \text{OT} + U \quad (13)$$

حيث يمثل كل من :

β_0 : ثابت المعادلة (القاطع).

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$: معاملات المعادلة.

CO_2 : تلوث الهواء، مقياس بانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بالكيلو طن.

OP: تحرير التجارة، مقياس بالانفتاح التجاري كنسبة مئوية للتجارة الخارجية من الناتج المحلي الإجمالي بالأسعار الجارية.

POIL: إنتاج المملكة العربية السعودية من النفط الخام مقياس بملايين البراميل.

PROIL: إنتاج المملكة العربية السعودية من المنتجات المكررة مقياس بالآلاف البراميل.

FDI: صافي التدفقات الداخلة للاستثمار الأجنبي المباشر ، مقياس بالأسعار الجارية بالمليون ريال.

OT: استهلاك الوقود على قطاع الطريق، مقياس بالكيلو طن مكافئ نفطي.

U: المتغير العشوائي.

6- توصيف المتغيرات:

1/6 المتغير التابع:

(CO_2): انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والذي يمثل مؤشر يقيس حجم تلوث الهواء في المملكة العربية

السعودية. وهو عبارة عن حجم الانبعاثات الناجمة من حرق الوقود الاحفوري. وتشمل هذه الانبعاثات غاز ثاني

أكسيد الكربون المنبعث أثناء استهلاك الوقود السائل، والصلب، والغاز، والناتج أيضاً من عمليات الحرق للغاز. وقد

تم اختيار هذا المتغير بناءً على توفر البيانات من قبل البنك الدولي، وقياساً بالدراسات الاقتصادية السابقة بنفس

الموضوع.

2/6 المتغيرات المستقلة المفسرة:

(OP): الانفتاح التجاري كمؤشر يعكس تحرير التجارة في المملكة العربية السعودية، والذي سوف يُحسب للتجارة الخارجية للسلع والخدمات كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي للمملكة العربية السعودية بالريال السعودي. وتم الاعتماد على بيانات مؤسسة النقد الصادرة في تقريرها السنوي الثامن والأربعون لهذا المتغير.

(POIL): إنتاج المملكة العربية السعودية من النفط الخام والمقاس بملايين البراميل، وقد تم اختيار هذا المتغير بناء على الأهمية والميزة النسبية التي تتمتع فيها المملكة من إنتاج وتصدير النفط، وقد تم الاعتماد على بيانات مؤسسة النقد الصادرة في تقريرها السنوي الثامن والأربعون لهذا المتغير.

(PROIL): إنتاج المملكة العربية السعودية من المنتجات المكررة والمقاس بآلاف البراميل، وقد تم اختيار هذا المتغير بناء على الضرر البيئي المتوقع والمرتبط بإنتاجها واستهلاكها داخل المملكة العربية السعودية، وقد تم الاعتماد على بيانات مؤسسة النقد الصادرة في تقريرها السنوي الثامن والأربعون لهذا المتغير.

(FDI): الاستثمار الأجنبي في المملكة العربية السعودية. حيث يرتبط الاستثمار الأجنبي بتلوث الهواء في المملكة العربية السعودية بصورة غير مباشرة عن طريق نوعية وآلية الاستثمار الأجنبي. حيث أنه من الممكن أن يكون الاستثمار الأجنبي ضار وملوث للبيئة إذا كان استثمار في صناعات ملوثة.

بالإضافة إلى أنه استعرضت عدد من الدراسات الاقتصادية علاقة الاستثمار الأجنبي غير المباشر بتلوث الهواء والبيئة، مثل دراسة (ManiL, 2006; Khalil, 2006). وقد تم الاعتماد على البيانات البنك الدولي لحجم صافي التدفقات الداخلة للاستثمار الأجنبي المباشر بالدولار بعد تحويله إلى ما يعادله بالريال السعودي.

(OT): استهلاك الوقود في قطاع الطرق، وهو مؤشر يعكس متغير النقل حيث تم استخدامه عوضاً عن عدد المركبات أو الرخص، نتيجة عدم توفر بيانات متسلسلة تغطي فترة البحث لهذه المؤشرات داخل المملكة العربية السعودية. وقد تم الاعتماد على بيانات البنك الدولي لهذا المتغير.

7- نتائج التقدير:

سوف يتم تقدير نموذج قياسي يغطي الفترة من (1971-2010)م، لتوضيح أثر تحرير التجارة على تلوث الهواء في المملكة العربية السعودية، وذلك بالاستعانة ببيانات لسلاسل سنوية لمتغيرات النموذج تم الحصول عليها من عدة مصادر هي: التقرير السنوي الثامن والأربعين لمؤسسة النقد العربي السعودي، وبيانات البنك الدولي، ومؤشرات مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية (الأنكاد). وتم التقدير باستخدام برنامج 7 Eviews الإحصائي.

وللكشف عن وجود أي ارتباط خطي محتمل بين المتغيرات المستقلة في الدراسة تم إجراء اختبار مصفوفة الارتباط. وجاءت النتيجة بوجود ارتباط خطي وارتفاع في معاملات الارتباط بين متغير استهلاك الوقود (OT)، وبين كل من المتغيرين إنتاج المنتجات المكررة (PROIL)، والاستثمار الأجنبي المباشر (FDI)، وخطو باقي المتغيرات من أي ارتباط، وذلك كما يظهر في الجدول (1). ونتيجة لذلك تم حذف متغير استهلاك الوقود من النموذج، من أجل التخلص من مشكلة الارتباط الخطي بين المتغيرات.

جدول (1): مصفوفة الارتباط الخطي بين المتغيرات المستقلة

OT	FDI	LOGPROIL	LOGPOIL	LOGOP	المتغيرات المستقلة
-0.1283	0.4880	-0.3211	0.2934	1.0000	LOGOP
0.0863	0.2211	0.1929	1.0000	0.2934	LOGPOIL
0.9379	0.4155	1.0000	0.1929	-0.3211	LOGPROIL
0.6356	1.0000	0.4155	0.2211	0.4880	FDI
1.0000	0.6356	0.9379	0.0863	-0.1283	OT

تم استخدام اختبارات جذر الوحدة المتمثلة في اختبار دكي فولر الموسع (ADF) واختبار فيليبس- بيرون (P-P). ويوضح الجدول (2) نتائج اختبارات السكون لسلاسل الزمنية للمتغيرات في مستواها الأصلي. وكما يوضح الجدول (3) نتائج اختبار الفروق الأولى لها، حيث يتم اختبار فرضية عدم بوجود جذر الوحدة عند مستوى معنوية معين، فإذا تم قبول فرضية عدم يكون المتغير غير ساكن في مستواه الأصلي ومن ثم يتم اختبار سكونه في فروقه. وبإجراء اختبار فيليبس بيرون (P-P) لجذر الوحدة اتضح أنها غير ساكنة أيضاً عند المستوى الأصلي، وساكنة في الفروق الأولى، وذلك وفقاً لما يوضحه كلاً من جدول (4) و جدول (5).

جدول (2): نتائج اختبار ديكي- فولر الموسع عند المستوى الأصلي

(فرض عدم: عدم سكون السلاسل الزمنية)						
عند المستوى الأصلي (level) بمستوى معنوية 5%						المتغير
بدون		بقاطع واتجاه		بقاطع		
T _S	T _C	T _S	T _C	T _S	T _C	القيم
2.591	-1.949	-3.2203	-3.529	-1.942	-2.938	LOG CO2
-1.508	-1.949	-2.107	-3.529	-2.179	-2.938	LOG OP
0.449	-1.949	-0.857	-2.738	-2.526	-2.938	LOG POIL
2.427	-1.999	-1.565	-3.529	-1.519	-2.938	LOG PROIL
0.203	-1.949	-1.095	-3.529	-0.234	-2.938	FDI

Tc: Test critical values (الجدولية) وهي تعني القيم الحرجة
Ts: Test -statistic وهي تعني القيم المحسوبة

جدول (3): نتائج اختبار ديكي- فولر الموسع عند الفرق الأول.

(فرض عدم: عدم سكون السلاسل الزمنية)						
الفرق الأول st (Difference) بمستوى معنوية 5%						المتغير
بدون		بقاطع واتجاه		بقاطع		
T _S	T _C	T _S	T _C	T _S	T _C	القيم
-5.374	-1,949	-6.123	-3.533	-6.118	-2.941	LOG CO2
-8.91	-1,611	-6.999	-3.533	-8.813	-2.941	LOG OP
-1.949	-1,950	-5.684	-3.533	-5,774	-2.941	LOG POIL
-6,201	-1,949	-7.463	-3.533	-7.238	-2.941	LOG PROIL
-5,359	-1,950	-5.584	-3.533	-5.431	-2.941	FDI

Tc: Test critical values (الجدولية) وهي تعني القيم الحرجة
Ts: Test -statistic وهي تعني القيم المحسوبة

جدول (4): نتائج اختبار فيليبس بيرون عند المستوى الأصلي

(فرض العدم: عدم سكون السلاسل الزمنية)						
عند المستوى الأصلي (level) بمستوى معنوية 5%						المتغير
بدون		بقاطع واتجاه		بقاطع		
T _S	T _C	T _S	T _C	T _S	T _C	القيم
2.768	-1.949	-3.203	-3.529	-1.994	-2.938	LOG CO2
-1.508	-1.949	-1.983	-3.529	-2.061	-2.938	LOG OP
0.391	-1.949	-2.449	-3.529	-2.486	-2.938	LOG POIL
2.709	-1.949	-1.565	-3.529	-1.630	-2.938	LOG PROIL
0.395	-1.999	-1.209	-3.529	-0.388	-2.938	FDI
T _C : Test critical values (الجدولية) وهي تعني القيم الحرجة						
T _S : Adj:t-statistic وهي تعني القيم المحسوبة						

جدول (5): نتائج اختبار فيليبس بيرون عند الفرق الأول

(فرض العدم: عدم سكون السلاسل الزمنية)						
الفرق الأول st (Difference) بمستوى معنوية 5%						المتغير
بدون		بقاطع واتجاه		بقاطع		
T _S	T _C	T _S	T _C	T _S	T _C	القيم
-5.349	-1,949	-6.193	-3.533	-6.151	-2.941	LOG CO2
-9.047	-1,949	-9.175	-3.533	-8.930	-2.941	LOG OP
-5.846	-1,949	-5.677	-3.533	-5, 770	-2.941	LOG POIL
-6,238	-1,949	-7.655	-3.533	-7.234	-2.941	LOG PROIL
-5,356	-1,950	-5.584	-3.533	-5.420	-2.941	FDI
TC: Test critical values (الجدولية) وهي تعني القيم الحرجة						
TS: Adj:t-Statistic وهي تعني القيم المحسوبة						

ويوضح جدول (4) نتائج اختبار فيليبس- بيرون عند المستوى الأصلي لسلاسل الزمنية، حيث يوضح أن القيم المحسوبة لإحصائية (T_S)، لمستويات سلاسل المتغيرات الداخلة في النموذج، أصغر من القيم الجدولية (T_C) عند مستوى معنوية 5%، مما يعني قبول فرض العدم القائل بوجود جذر الوحدة لجميع السلاسل، وبالتالي رفض الفرض البديل القائل بأن السلاسل الزمنية ساكنة في مستواها الأصلي. وعند أخذ الفروق الأولى للمتغيرات، كما هو موضح بالجدول (5)، حيث نجد أن القيم المحسوبة لإحصائية (T_S) أكبر من القيم الجدولية (T_C) عند مستوى معنوية 5%. مما يدل على رفض فرضية جذر الوحدة لجميع السلاسل الزمنية لمتغيرات النموذج، أي أن السلاسل الزمنية ساكنة في فروقها الأولى بوجود قاطع، وأن جميع المتغيرات متكاملة من الدرجة الأولى (1) أ.

وفيما يخص نتائج اختبار التكامل المشترك، يتضح أن متغيرات الدراسة غير ساكنة في مستوياتها الأصلية، ولكنها ساكنة في فروقها الأولى، مما يعني أنها متكاملة من الدرجة الأولى. وكذلك نظراً لأن النموذج المستخدم في هذه الدراسة يحتوي على أكثر من متغيرين، فإنه سيتم اختبار التكامل المشترك باستخدام طريقة جوهانسن، من أجل

اختبار وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات، وفقاً للنموذج الانحدار المتعدد التالي، وبوجود قاطع وفقاً لنتائج اختبارات جذر الوحدة للسكون السابقة.

$$LOG CO2 = \beta_0 + \beta_1 LOG OP + \beta_2 LOG POIL + \beta_3 LOG PROIL + \beta_4 LOG FDI + U \quad (14)$$

ويمكن استعراض نتائج هذا الاختبار من خلال الجدول (6) والجدول (7):

جدول(6): نتائج اختبار الأثر (Trace) للتكامل المشترك باستخدام منهجية جوهانسن

الاحتمالية	القيمة الذاتية	نسبة الإمكانية العظمى	القيمة الحرجة عند 5%	الفرض العدم
0.0291	0.6212	79.943	76.972	r=0
0.3271	0.4394	43.053	54.079	r<1
0.6585	0.2865	21.057	35.192	r<2
0.8055	0.1336	8.226	20.261	r<3
0.6239	0.0703	2.773	9.1645	r<4

حيث: r ترمز إلى عدد متجهات التكامل.

ويتضح من خلال نتائج اختبار الأثر (Trace Test) الموضحة أعلاه، وجود متجه واحد للتكامل المشترك. فعند مقارنة القيمة المحسوبة لنسبة الإمكانية العظمى (79.943) نجدها أكبر من القيمة الحرجة (76.972) بمستوى معنوية 5%، لذا يتم رفض فرضية العدم القائلة بعدم وجود أي متجه للتكامل المشترك. ولأن القيمة المحسوبة لنسبة الإمكانية العظمى (43.053) أقل من القيمة الحرجة (54.079)، يتم قبول فرضية العدم القائلة بوجود متجه واحد على الأكثر للتكامل المشترك.

جدول(7): نتائج اختبار القيمة المميزة العظمى (Maximum Eigenvalue) للتكامل المشترك باستخدام منهجية جوهانسن.

الاحتمالية	القيمة الذاتية	نسبة الإمكانية العظمى	القيمة الحرجة عند 5%	الفرض العدم
0.0278	0.6212	36.890	34.8057	r=0
0.2753	0.4394	21.995	28.5880	r<1
0.5731	0.2865	12.831	22.2996	r<2
0.8460	0.1336	5.4527	15.8921	r<3
0.6239	0.0703	2.773	9.16454	r<4

حيث: r ترمز إلى عدد متجهات التكامل.

وكذلك الحال بالنسبة لنتائج اختبار القيمة المميزة العظمى (Maximum Eigenvalue Test)، الموضحة في الجدول أعلاه، يتضح أن هناك متجه واحد للتكامل المشترك. فعند مقارنة القيمة المحسوبة لنسبة الإمكانية العظمى (36.890) نجدها أكبر من القيمة الحرجة (34.80) بمستوى معنوية 5%، مما يؤدي إلى رفض فرضية العدم

القائلة بعدم وجود أي متجه للتكامل المشترك. ولأن القيمة المحسوبة لنسبة الإمكانية العظمى (21.1995)، أقل من الحرجة (28.588)، يتم قبول فرضية عدم القائلة بوجود متجه واحد على الأكثر للتكامل المشترك.

وتؤكد هذه النتيجة وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات، مما يعني أن هذه المتغيرات لا تبتعد عن بعضها كثيراً بحيث تظهر سلوكاً متشابهاً، ويمكن توضيح دالة التكامل المشترك باستخدام نموذج الانحدار المتعدد كما يلي:

$$\text{LOGCO}_2 = -20.38 + 3.37\text{LOGOP} + 0.153\text{LOGPOIL} + 2.49\text{LOGPROI} - 0.000014 \text{ FDI} + U \quad (15)$$

(S.E)	(2.232)	(0.493)	(0.0167)	(0.4944)	(0.0000024)
(Ts)	(9.130)	(6.8357)	(9.1616)	(5.036)	(-5.8333)

$$\text{LOG Likelihood} = (-265.287)$$

وتوضح المعادلة (15) أن العلاقة طويلة الأجل بين المتغيرات المستقلة وحجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون تتفق مع توقعات الدراسة. حيث جاءت مرونة الدالة بالنسبة لمؤشر تحرير التجارة بقيمة معنوية موجبة بلغت 3.37، وهو ما يدل على وجود أثر إيجابي للتغير في نسبة الانفتاح التجاري على حجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل، حيث أنه كلما ارتفع مؤشر تحرير التجارة (OP) بنسبة (1%) فإن حجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون سوف ترتفع بنسبة 3.37%، مما يعني زيادة درجة التلوث في الهواء بنسبة كبيرة.

وجاءت مرونة الدالة بالنسبة لإنتاج النفط الخام في المملكة، أيضاً بقيمة معنوية موجبة بلغت 0.153، مما يدل على وجود أثر إيجابي للتغير في نسبة إنتاج النفط الخام على حجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل، حيث أنه إذا ارتفع الإنتاج من النفط الخام في المملكة (POIL) بنسبة (1%) فإن ذلك يؤدي إلى ارتفاع حجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.15%. وكذلك جاءت مرونة الدالة بالنسبة لإنتاج المملكة العربية السعودية من المنتجات المكررة بقيمة معنوية موجبة، حيث بلغت 2.49، مما يدل على وجود أثر إيجابي للتغير في نسبة إنتاج المنتجات المكررة على حجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون في الأجل الطويل، وذلك نتيجة ما يصاحب عمليات التكرير من انبعاثات ملوثة من غاز (CO₂)، حيث إنه إذا ارتفع إنتاج المملكة من المنتجات المكررة (PROIL) بنسبة (1%) فإن ذلك يؤدي إلى ارتفاع حجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 2.49%. وتأتي هذه النتائج بصورة متوافقة مع الواقع كون الإنتاج النفطي والصناعات النفطية من أهم مصادر تلوث الهواء في المملكة العربية السعودية.

في حين جاء ميل الدالة بالنسبة للاستثمار الأجنبي المباشر بقيمة معنوية سالبة بلغت 0.00000135، مما يدل على وجود أثر سلبي في الأجل الطويل للاستثمار الأجنبي المباشر على تلوث الهواء في المملكة. حيث أنه إذا ارتفع حجم الاستثمار الأجنبي المباشر بمقدار مليون ريال، فإن هذا سيؤدي إلى انخفاض في حجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.00000135%، إلا أن انخفاض قيمة المعامل يجعل أثره غير واضح، ولا يمكن الاستناد عليه في تفسير تلوث الهواء في المملكة.

يمكن توضيح نتائج نموذج تصحيح الخطأ الانحدار بالمعادلة رقم (16) التالية:

$$D(\text{LOGCO}_2) = 0.0166 + 0.161D(\text{LOGCO}_2(-1)) + 0.193D(\text{LOGOP}) \\ + 0.121D(\text{LOGPOIL}) + 0.891 D(\text{LOGPROIL}) - 7.8E-07D(\text{FDI}) - 0.433U_{t-1} \quad (16)$$

	β_0	D(LOGCO2(-1))	D(LOGOP)	D(LOGPOIL)	D(LOGPROIL)	D(FDI)	U_{t-1}
(TS)	(.860)	(1.2158)	(1.655)	(1.077)	(3.5129)	(-.757)	(-3)

وحيث إن قيمة كل من:

$$R^2 = (.538)$$

$$F\text{-Statistic} = (6.018)$$

$$\text{Log likelihood} = (41.076)$$

بحيث إن، D تشير إلى الفروقات، و U_{t-1} يشير إلى حد تصحيح الخطأ.

وتوضح المعادلة رقم (16) السابقة نتائج تقدير نموذج تصحيح الخطأ (ECM) لعلاقة الأجل القصير بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة، حيث بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (0.54) وتعني أن (54%) من التغير في متغير انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون يفسرها المتغيرات المستقلة في النموذج والنسبة الباقية يفسرها المتغير العشوائي. وبالنسبة لمعامل تصحيح الخطأ فقد ظهر سالب ومعنوي إحصائياً، ويفيد هذا المعامل أن ما مقداره (43%) تقريباً من اختلال التوازن عند الأجل الطويل، في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون يتم تصحيحه سنوياً من خلال تغيرات المتغيرات المستقلة، أي أن نسبة الاختلال في المتغير التابع يمكن تصحيحها في فترات زمنية أخرى.

كما أوضحت النتائج في المعادلة رقم (16)، أن مرونة المتغير التابع كمتغير مستقل مبطئ لفترة واحدة موجبة لكن غير معنوية، وهو ما يعني بأن الانبعاثات في السنة الماضية لن تؤثر أو تسبب في الانبعاثات في السنة الحالية. وكذلك المرونة لكل من تحرير التجارة (OP)، وإنتاج المملكة من النفط الخام (POIL) جاءت موجبة وغير معنوية. في حين جاءت مرونة الإنتاج للمنتجات المكررة في المملكة العربية السعودية بقيمة موجبة ومعنوية في الأجل القصير حيث بلغت 0.89، بمعنى أنه كلما ارتفع الإنتاج للمنتجات المكررة بنسبة (1%) فإن حجم الانبعاثات سوف ترتفع بنسبة 0.89%. أما بالنسبة لميل الدالة بالنسبة للاستثمار الأجنبي المباشر (FDI) فقد جاءت سالبة وغير معنوية.

ثالثاً - الخاتمة والتوصيات:

أثبتت نتائج التحليل القياسي وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين تحرير التجارة وتلوث الهواء. حيث جاءت هذه العلاقة معنوية وذات قيمة موجبة كبيرة، بحيث أنه إذا زادت درجة تحرير التجارة (الانفتاح التجاري) بما نسبته (1%) فإن حجم الانبعاثات من (CO₂) سوف تزيد بنسبة (3.37%) أي أن تحرير التجارة سوف يترتب عليه ارتفاع في مستوى تلوث الهواء.

وأثبتت النتائج أيضاً وجود علاقة طويلة الأجل بين تلوث الهواء وبين إنتاج المملكة من النفط الخام (POIL)، وإنتاجها من المنتجات المكررة (PROIL)، وقد جاءت هذه العلاقة معنوية وذات قيمة موجبة، حيث إن الزيادة في هذه المتغيرات سوف تؤدي إلى زيادة في حجم الانبعاثات من (CO₂)، حيث إن الزيادة في هذه المتغيرات بنسبة (1%) سوف تؤدي إلى زيادة في حجم الانبعاثات من (CO₂) بنسبة (0.153%) نتيجة زيادة إنتاج النفط الخام، وبنسبة (2.49%) نتيجة زيادة إنتاج المنتجات المكررة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة درجة تلوث الهواء. بما يتفق مع التحليل الذي ورد في الإطار التطبيقي، والذي يقضي بأن الصناعات القائمة هي صناعات ملوثة.

وقد دلت نتائج التحليل القياسي بأن الاستثمار الأجنبي لن يجعل المملكة العربية السعودية ملاذاً للتلوث في استثماراته الصناعية، حيث جاءت النتائج لتفيد بوجود علاقة توازنية طويلة الأجل سالبة بين حجم الانبعاثات من غاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂) وبين الاستثمار الأجنبي المباشر (FDI)، الأمر الذي قد يعطي دلالة على أن هذه الاستثمارات الأجنبية، قد تستخدم تكنولوجيا تخفض من حجم الانبعاثات الملوثة للهواء داخل المملكة. ومن ناحية أخرى، لم تثبت النتائج وجود علاقة في الأجل القصير.

وبناء على ما سبق يمكن اقتراح بعض التوصيات:

- بناء على نتائج الدراسة، والتي دلت على وجود علاقة توازنية موجبة طويلة الأجل وذات تأثير ضار بين تحرير التجارة وحجم الانبعاثات من CO₂، فإن المملكة العربية السعودية سوف تقف أمام تحديات عديدة تفرض عليها كثير من الجهد للتغلب على هذا الأثر. لذا ينصح بإعداد إستراتيجية وخطة بيئية تعمل على خفض التلوث، بحيث تشمل قطاعات الصناعات التصديرية، وبالأخص النفطية والتي تعتمد عليها المملكة في اقتصادها عالمياً، كمرحلة أولى لمواجهة هذه التحديات في ظل تحرير التجارة.
- نتيجة وجود علاقة وارتباط موجب في الأجل القصير والطويل بين إنتاج المملكة من المنتجات المكررة وحجم الانبعاثات من CO₂ وتماشياً مع النمو المتزايد الذي تشهده هذه الصناعات، فإنه يجب اعتماد واستخدام أحدث صور التكنولوجيا البيئية والتي تسهم وتعمل على تخفيض نسبة الانبعاثات الملوثة والناجمة من هذه الصناعات ومخلفاتها.
- بالرغم من عدم ثبوت وجود علاقة ضارة بين الاستثمار الأجنبي المباشرة وبين حجم الانبعاثات الملوثة من غاز ثاني أكسيد الكربون، اعتماداً على نتائج تقدير النموذج القياسي، إلا إنه يجب النظر والتأكيد على نوعية

الاستثمارات الأجنبية الداخلة إلى المملكة، وتقديم امتيازات أفضل لتلك الاستثمارات التي تعتمد على تكنولوجيا نظيفة وأكثر صداقة للبيئة.

- تشديد السياسات البيئية في المملكة العربية السعودية، ووضع عقوبات وجزاءات صارمة، تجاه أي متسبب بضرر على البيئة بأي صورة كانت، حتى لا تصبح المملكة ملاذاً للتلوث نتيجة تراخي السياسات البيئية فيها، ولا تصبح في سباق نحو القاع نتيجة عدم وجود رقابة، أو حماية لمواردها الطبيعية.
- تضافر جهود القطاع العام والخاص في حماية البيئة، عن طريق دعم البحوث والدراسات التي تهدف لتطوير الإنتاج ليمتشي مع المعايير البيئية الدولية، والتي باتت في كثير من الأحيان قيда على صادرات الدول النامية إلى الدول المتقدمة.

المراجع:

أولاً: العربية:

- البنك الدولي. مؤشرات التنمية العالمية. (<http://data.albankaldawli.org>).
- الحاجي، محمد. (2001م). حقيقة الجات. الطبعة الأولى. دار المكتبي. دمشق.
- تقرير التنمية البشرية (1999)، "العولمة بوجه إنساني"، برنامج الأمم المتحدة الإنمائي.
- عطية، عبدالقادر. (2009). الحديث في الاقتصاد القياسي بين النظرية والتطبيق. الدار الجامعية.
- مصطفى، نشوى. (2007م). "الأثر البيئي والاقتصادي لقطاع الصناعة المصري". مجلة مصر المعاصرة. مجلد 98. العدد 488. ص ص 271-301.
- مصطفى، نشوى. (2010م). "قياس العلاقة السببية بين الانفتاح التجاري والانبعاثات الكربونية". المجلة العلمية للبحوث والدراسات التجارية. كلية التجارة وإدارة الأعمال. جامعة حلوان. المجلد 24. العدد 2. ص ص 415-443.
- مؤسسة النقد العربي السعودي. (2012م). "التقرير السنوي". 48.
- موقع أرمكو السعودية. البيئة. (<http://www.saudiaramco.com>).
- موقع شركة سابك. (www.sabik.com).
- موقع مصلحة الإحصاءات العامة والمعلومات. (<http://www.cdsi.gov.sa/>).
- موقع منظمة التجارة العالمية. (<http://www.wtoarab.org/?lang=ar>).
- موقع مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية والتجارة (الانكتاد). (<http://unctad.org>).
- موقع وزارة التجارة والصناعة. (<http://www.mci.gov.sa>).
- موقع وزارة النقل في المملكة العربية السعودية. (<https://www.mot.gov.sa>).
- نظير، حنان وآخرون. (2012م). "أثر تحرير التجارة الدولية على البيئة في مصر". مجلة التنمية والسياسات الاقتصادية. المعهد العربي للتخطيط. المجلد الرابع عشر. العدد الثاني. ص ص 37-62.
- وزارة الخارجية. النظام الأساسي للحكم للمملكة العربية السعودية.
- وزارة المياه والكهرباء. (2009م). الكهرباء في المملكة العربية السعودية نموها وتطورها.
- وزارة المياه والكهرباء. (2010م). "التقرير السنوي". المملكة العربية السعودية.

ثانيا: الأجنبية:

- Anteeiler et al .(2001). "Is Free Trade Good for the Environment?". The American Economic Review.p877-p908.
(http://www.cer.ethz.ch/resec/teaching/seminar_aussenwirtschaft_wt_04_05/antweiler_cope_land_taylor_AER.pdf)
- Azhar, Usman; Ahmmed, Mohin; Khall, Samin. (2007). "Environment Effects of Trade Liberalization A Case Study of Pakistan". The Pakistan Development Review .volume 46.Issue4.pp.645-655.
- CDIAC. (2010). Carbon Dioxide Information Analysis Center.
(<http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/top2010.tot>).
- Dean, Judith.(1999). " Does Trade Liberalization Harm the Environment? A new test".The Canadian Journal of Economics.Revue Canadienne d'Economie.Vol.35,No4.p819-p842.
(<http://siteresources.worldbank.org/DEC/Resources/84797-1251813753820/6415739-1251814020192/dean.pdf>).
- Dickey,D; fuller,W. (1981). "Likelihood Ratio Statistical for Autoregressive Time Series with a Unit Root". Econometrica.VOL 49.NO.4.PP.1057-1072.
(<http://www.u.arizona.edu/~rlo/readings/278800.pdf>).
- Ekins , Paul .(2003)."Trade and Environment" . International Society for Ecological Economics Internet Encyclopedia of Ecological Economics .pp.1-13
(<http://www.ecoeco.org/pdf/tradeenv.pdf>).
- Enders,W. (1995) . Applied Econometric Time Series .john wiley & sons, inc.
(http://web.ku.edu/~finpko/myssi/FIN938/Enders_1995_ARCH.pdf).
- Engle,R; Granger,c. (1987). " Co integration and Error Correction Representation ,Estimation and Testing". Econometrica.Vol.55.No. 2. pp. 251-276.
(http://www.ntuzov.com/Nik_Site/Niks_files/Research/papers/stat_arb/EG_1987.pdf).
- Gallagher, Kevin; Ackerman, Frank. (2000). "Trade Liberalization and Pollution Intensive Industry in Developing Countries A Partial Equilibrium Approach". Global Development and Environment Institute. Working Paper 00-03.PP.1-20.
http://ase.tufts.edu/gdae/publications/Working_Papers/Pollution.pdf)
- Grossman, Gene. (1993)."Environmental Impacts Of A North American Free Trade Agreement". National Bureau Of Economic Research Working Papers Series. Working Paper No. 3914.PP.1-57. (http://www.nber.org/papers/w3914.pdf?new_window=1).
- Hjalmarsson,Erik. "Testing for Cointegration Using the Johansen Methodology When Variables are Near-Integrated". IMF Working Paper.WP/07/141.PP.1-21.
- Isildar , Pinar .(2008)."The Effect Of External Trade On Environment: AN Econometric Application for Turkey". Dokuz Eylul University.PP.1-13.(
<http://www.deu.edu.tr/DEUWeb/English/Icerik/Icerik.php?KOD=109>.pdf).
- Johansen,Soren. (1988). "Statistical Analysis of Co-integration Vectors". Journal of Economics. Dynamics and Control. 12.USA.
- Judith, M.(1999). "Does Trade Liberalization Harm the Environment? A New Test".PP.254-231. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V85-45MFRW4-D/2/365bd753601c1df754b7cce2e3baacbb>)

- Johansen, Soren; Juselius, K. (1990). "Maximum Likelihood Estimation and Interference on Cointegration with AP-Plication to the Demand for Money". Oxford Bulletin of Economics and Statistics, USA. VL.52. Issue2. PP.169-210, <http://time.dufe.edu.cn/wencong/jjwx/mleic.pdf>).
- Khalil , Samina ; Inam , Zeeshan .(2006). "IS Trade Good for Environment A Unit Root, Co-integration Analysis". The Pakistan Development Review, 45 : Part4. PP.1187-1196. <http://pide.org.pk/pdr/index.php/pdr/article/viewFile/2202/2175>).
- Kirkpatrick, Colin; Serban , S .(2006). " Trade Liberalization and The Environment: Assessing The Evidence". Impact Assessment Research Centre. Working Paper Series, No 16. pp.1-20.
(http://www.sed.manchester.ac.uk/research/iarc/pdfs/ss_ck_wp15.pdf).
- Maddison, David; Rehdanz, Katrin .(2008). "Carbon Emissions and Economic Growth: Causality Testing in Heterogenous Panels.FNU Working Paper163. PP.1-30. (<http://econpapers.repec.org/paper/sgcwpaper/163.htm>).
- Manil, Muthukumara; Jha, Shreyasi.(2006). " Trade Liberalization and the Environment in Vietnam". Public Disclosure Authorized. WPS3879. World Bank Policy Research .PP.6-29. (<http://www-wds.worldbank.org>).
- Nguyen, Loi. (2006). "The Impact Of Trade Liberalization On The Environment In Some East Asian Countries: An Empirical Study", The 22nd CEA annual conference at Oxford University. PP.1-28. (<http://www.cerdi.org/uploads/sfCmsContent/html/323/NguyenDuy.pdf>).
- Phillips, P.; Perron, P. (1988). "Testing for a Unit root in Time Series Regression". Biometrika. Cowles Foundation Paper 7006. VL.75.2. PP.335-346. (<http://cowles.econ.yale.edu/P/cp/p07a/p0706.pdf>).
- Thomassin, Paul; Mukhopadhyay, Kakali .(2008). "Impact of East-Asian Free Trade on Regional Greenhouse Gas Emissions". Journal of International and Global Economic Studies. 1(2) . December. 57-83. ([http://www2.southeastern.edu/orgs/econjournal/index_files/JIGES%20DEC%2008%20GREENHOUSE%20GAS%20EMISSIONS%20PAPERJIGES\(REVISED\)%203-2-09%20RV1.pdf](http://www2.southeastern.edu/orgs/econjournal/index_files/JIGES%20DEC%2008%20GREENHOUSE%20GAS%20EMISSIONS%20PAPERJIGES(REVISED)%203-2-09%20RV1.pdf)).
- UNEP.(2001). "Economic Reforms, Trade Liberalization and the Environment: A Synthesis of Country Projects". United Nations Environment Programme. pp.1-21. (<http://www.unep.ch/etu/doha/pdfs/papers/synthesisround2.pdf>).
- United Nations.(1999). "Trade Liberalization and the Environment Lessons learned from Bangladesh, Chile , India , Philippines , Romania and Uganda" .PP.1-84. (<http://www.unep.ch/etu/etp/acts/capbld/rdone/synrep.pdf>).
- World Bank,
(<http://data.albankaldawli.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC/countries/1W?display=graph>)