الآثار المباشرة وغير المباشرة لتحرير التجارة على التلوث البيئي:
"مدخل وسط المجموعة المدمجة للانحدار الذاتى للتوزيعات المبطأة"

إعداد

د. رفعت محمد الصغير أحمد

أستاذ الاقتصاد المساعد

معهد العباسية للحاسبات الآلية والعلوم التجارية

جمهورية مصر العربية

Email: DrRefat2023@gmail.com

مجلة البحوث التجارية - كلية التجارة جامعة الزقازيق

المجلد الخامس والأربعين - العدد الثاني أبريل 2023

رابط المجلة: https://zcom.journals.ekb.eg/

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقدير الآثار المباشرة وغير المباشرة لتحرير التجارة على مستوى التلوث البيئي مقاساً بانبعاثات ثانى أكسيد الكربون CO_2، باستخدام مدخل وسط المجموعة المدمجة لنموذج الانحدار الذاتى للتوزيعات المبطأة، لـعدد 14 دولة متقدمة و15 دولة نامية خلال الفترة (1979-2021). وفيما يتعلق بالآثار غير المباشرة فى الأجل الطويل، خلصت الدراسة إلى أن أثر الحجم المرتبط بتحرير التجارة كان سالباً على جودة البيئة، بينما كان أثر التكنولوجيا والهيكل المرتبطين بتحرير التجارة موجباً، ولكن صافي الأثر للحجم والتكنولوجيا والهيكل كان سالباً على جودة البيئة، سواء في الدول النامية أو المتقدمة.

كما خلصت الدراسة، فيما يتعلق بالآثار المباشرة فى الأجل الطويل، سواء للدول النامية أو المتقدمة، إلى انخفاض مستوى التلوث بزيادة كثافة التجارة، بينما جاء أثر الهيكل ووفرة عنصر رأس المال سالباً على مستوى التلوث. أما أثر اللوائح البيئية والتكنولوجيا فقد كان موجباً على جودة البيئة في الدول المتقدمة فقط.

وأخيراً كان الأثر الصافى لتحرير التجارة (المباشر وغير المباشر) سلبياً على جودة البيئة فى الأجل الطويل سواء فى الدول النامية أو المتقدمة، لكن الأثر السالب لتحرير التجارة على البيئة كان قوياً فى الدول المتقدمة مقارنةً بنفس الأثر على الدول النامية.

الكلمات المفتاحية: أثر الحجم؛ الهيكل؛ التكنولوجيا؛ تحرير التجارة؛ جودة البيئة؛ PMG

مقدمة:

يتحدد مستوى التلوث البيئى بالعديد من العوامل منها ما هو اقتصادى مثل: مستوى النشاط الاقتصادى واستهلاك الطاقة ودرجة تحرير التجارة والاستثمار الأجنبى المباشر والتطوير المالى، ومنها ما هو اجتماعى وديموغرافى مثل: عدد السكان والمستوى التعليمى ودرجة التحضر وغيرها من العوامل. وبخصوص العلاقة بين عامل تحرير التجارة الدولية والتلوث البيئى، فإن البيانات تشير إلى وجود تزامن بين نمو التجارة مقاساً بقيمة الصادرات السلعية العالمية (FOB)، وبين زيادة التلوث البيئى، مقاساً بانبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2.

وطبقاً لبيانات (WDI, 2022)، فقد نمت الصادرات السلعية العالمية من 1,8 تيريلون دولار عام 1980، إلى حوالى 22,1 تيريلون دولار عام 2021، أى بأكثر من اثنى عشر ضعفًا، كما زادت نسبة الصادرات السلعية والخدمية من إجمالي الناتج المحلى العالمى، كمؤشر لتحرير التجارة، من 20,6 % عام 1980 إلى 29,1% عام 2021. وفى المقابل زادت انبعاثات غاز CO_2 الملوثة، من 19,8 مليار طن مترى فى عام 1980إلى 37,1 مليار طن مترى فى عام 2021. وفى عام 2021، جاء 41٪ من انبعاثات CO_2 من احتراق الفحم، 34٪ من من احتراق مشتقات النفط، 19٪ من الغاز و 5,6٪ من صناعة الأسمنت (OWID, 2022).

لكن الروابط بين تحرير التجارة والتلوث البيئى تعتبر معقدة، بالتالى يصعب قياس وتوقع أثر تحرير التجارة على التلوث استناداً على مؤشر وحيد وهو درجة الانفتاح (كثافة التجارة). فهذا المؤشر وإن كان يقيس–فقط- جزءً من الأثر المباشر لتحرير التجارة على التلوث ، إلا أنه يرتبط أيضاً بمتغيرات عديدة، تتاثر بعمليات تحرير التجارة بطرق مباشرة أوغير مباشرة، ثم تؤثر على مستوى التلوث، مثل نمو الناتج المحلى الإجمالى GDP المترتب على تحرير التجارة، والذى من خلاله يؤثر تحرير التجارة على التلوث بطريق غير مباشر، وهذا الأثر يعرف بأثر الحجم أو أثر النطاق Scale Effect ، وهذا الأثر، نظرياً، يرتبط بزيادة التلوث فى المراحل الأولى للتنمية، ثم يصبح هذا الأثر موجباً على البيئة وينخفض مستوى التلوث فى الأجل الطويل.

أيضاً يؤثر تحرير التجارة على مدى الوفرة لعناصر الإنتاج (أو معدل رأس المال/العمل) وعلى مدى تراكم رأس المال وعلى مزيج الإنتاج، ونكون هنا بصدد أثر غير مباشر لتحرير التجارة قد يكون موجباً وقد يكون سالباً، وهو ما يعرف بأثر الهيكل Composition Effect. أيضاً يرتبط تحرير التجارة بمدى صرامة أو تراخى اللوائح البيئية، وهو ما يمثل أثر غير مباشر للتحرير، قد

يكون موجباً أو سالباً على التلوث، كما أن مدى صرامة اللوائح البيئية تتحدد وتتأثر بالزيادة فى الدخل الناتجة عن نمو وتوسع التجارة الدولية، ويكون أثرها موجب على البيئة وهو ما يعرف بأثر التكنولوجيا Technique Effect.

لذا، فقد فشلت العديد من الدراسات التطبيقية السابقة، وأشهرها دراسة (Frankel & Rose,2005)، فى إثبات وجود علاقة معنوية بين مؤشر تحرير التجارة (درجة الانفتاح أوكثافة التجارة) ومستوى التلوث، التى استخدمت طريقتى OLS العادية وطريقة 2SLS، فى قياس أثر تحرير التجارة على 3 مؤشرات للتلوث (الجسيمات الدقيقة (PMParticulate Matter)، ثانى أكسيد النيتروجين NO_2 وتركيز ثاني أكسيد الكبريت SO_2)، لبيانات مقطعية لمجموعة من الدول لعام 1990، وبيانات مقطعية (panal data) للفترة (1970-1990).

لكن عدم إثبات الأثر، أو أن أثر التجارة كان محايداً على تلوث البيئة، لا يعنى عدم وجوده، وإنما يعنى وجود قوى وأثار متعارضة (الحجم – الهيكل - التكنولوجيا) ترتبط بتحرير التجارة، بعضها له أثر إيجابى يخفض التلوث، وبعضها له أثر سلبي يزيد من التلوث، سواء بشكل مباشر أو غير مباشر، وعندما تتعادل هذه القوى المرتبطة بتحرير التجارة يصبح الأثر (الصافى) لتحرير التجارة على التلوث البيئى محايداً وغير معنوياً.

لذا قامت دراسة (Grossman & Krueger, 1993)، بتحليل وتفكيك (تجزئة) العلاقة النظرية المعقدة بين تحرير التجارة وتلوث البيئة، من خلال تتبع الأثار المختلفة للتغير فى المتغيرات الأساسية المرتبطة بتحرير التجارة على الاستخدام الإجمالى للبيئة وهذه المتغيرات هى: حجم الناتج ومدى الوفرة Endowments للعناصر (معدل رأس المال/العمل) والأسعار والتى تعكس تكلفة إنتاج السلع الملوثة و فنون الإنتاج أو التكنولوجيا، والسياسات البيئية.

من ثم قامت دراسات عديدة، أشهرها دراسات (Antweiler et al.,2001) و (Copeland & Taylor, 2004) و (Cole & Elliott, 2003)، باختبار أثر تحرير التجارة على التلوث تطبيقياً، بتفكيك أثر تحرير التجارة إلى: أثر المجال أو الحجم Scale Effect، وأثر الهيكل Composition Effect وأثر التكنولوجيا وفنون الإنتاج Technique Effect، ذلك بتوظيف طريقتى الأثر العشوائى التقليدى Random Effect(RE)، والأثر الثابت Fixed Effect(FE) للبيانات المقطعية Panel Data. ثم قامت دراسات تالية بتطوير المعادلة التى قدمتها دراسة (Antweiler et al.,2001)، ولكن باستخدام طريقة العزوم المعممة GMM، مثل دراسة

(Managi et al., 2008)، أو باستخدام طريقتى OLS العادية وطريقة 2SLS مثل دراسة (Frankel& Rose,2005).

لكن تلك الدراسات التطبيقية السابقة كان عليها ملاحظتين: الأولى: أنها قامت باستخدام عدد كبير من المتغيرات المفسرة التى ترتبط بمؤشر تحرير التجارة فى معادلة الانحدار، مما أدى إلى صعوبة فى تفسير مدلول أثر تلك المتغيرات، والثانية: أن طرق القياس التقليدية فشلت فى التعامل مع مشكلة التعدد الخطى الهيكلى Structural Multicollinearity، التى نتجت عن وجود ارتباط كبير بين أثنين أو أكثر من المتغيرات المفسرة.

ونظراً لأن الجدل مازال مستمراً ومحتدماً بين الدول النامية والمتقدمة حول أثر التجارة الدولية على التغيرات المناخية، حيث أن مفاوضات مؤتمر المناخ، والتى كان آخرها مؤتمرCOP27 المنعقد بمدينة شرم الشيخ المصرية خلال الفترة من 6 حتى 18نوفمبر 2022، لا تخلو أجندتها من بحث العلاقة بين التجارة والتلوث. وهذا الجدل يتمحور حول تحديد مسئولية الأطراف الدولية عن التلوث البيئى، وإلزامها بتمويل أنشطة تخفيض التلوث باعتبارها المسئولة عن زيادة انبعاث الكربون.

أيضاً هناك ندرة فى الدراسات باللغة العربية فى مجال تحليل وتفكيك وتجزئة الأثر Effect Decomposition، وتوضيح العلاقة النظرية المعقدة لأثر المجال - الهيكل - والتكنولوجيا، الناتجة عن تحرير التجارة، على التلوث البيئى واختبارها قياسياً. وأخيراً فإن الدراسات السابقة توسعت فى اختبار العلاقة محل البحث تطبيقياً على الدول المتقدمة أو النامية فقط من دول آسيا والتركيز على طرق قياسية تقليدية.

وفى هذه الدراسة سوف يتم تقدير الأثار المباشرة وغير المباشرة والصافية لتحرير التجارة على التلوث البيئي باستخدام بيانات مقطعية (Panel Data)، لمجموعتين من الدول النامية والمتقدمة كل على حده، وذلك من خلال إعادة صياغة معادلة التقدير المستخدمة بواسطة (Antweiler et al.,2001)، وتوظيف منهجية متوسط المجموعات المدمجة Pooled Mean-Group (PMG)، التى تم تقديمهما بواسطة (Pesaran et al., 1997,1999) .

مشكلة الدراسة:

يمكن صياغة المشكلة محل الدراسة على شكل التساؤل الرئيسى التالى:

- ما هو الأثر المباشر وغير المباشر (أثر الحجم والهيكل والتكنولوجيا) لتحرير التجارة على انبعاثات ثانى أكسيد الكربون الملوثة فى الأجل الطويل فى الدول النامية والدول المتقدمة؟

ومن ثم الإجابة عن التساؤلات الفرعية التالية:

- ما هو مقدار أثر الحجم المرتبط بتحرير التجارة على التلوث البيئى؟
- هل التغير فى الهيكل المرتبط بتحرير التجارة له أثر إيجابى أم سلبي على جودة البيئة؟
- هل يؤدى تحرير التجارة إلى زيادة أثر التكنولوجيا الإيجابى على جودة البيئة؟
- ما هو الأثر الصافى لتحرير التجارة على التلوث البيئى؟
- هل يختلف أثر الحجم والهيكل والتكنولوجيا لتحرير التجارة على التلوث ما بين الدول النامية والدول المتقدمة؟

فرضيات الدراسة:

بناءً على الاعتبارات النظرية السابقة، والتساؤلات التى طرحتها مشكلة الدراسة، فإن الدراسة تهدف إلى اختبار الفرضيات التالية:

أولاً: من المتوقع أن يكون أثر الحجم المرتبط بتحرير التجارة سالباً على جودة البيئة.

ثانياً: من المتوقع أن يكون أثر التكنولوجيا المرتبط بتحرير التجارة موجباً على جودة البيئة.

ثالثاً: من المتوقع أن يكون أثر الهيكل المرتبط بتحرير التجارة سالباً على جودة البيئة.

رابعاً: من المتوقع أن يكون الأثر الصافى لتحرير التجارة موجباً على جودة البيئة.

منهجية وخطة الدراسة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الاستنباطى Induction Approach، وأدواته لتحقيق أهداف الدراسة واختبار فرضياتها، حيث ركزت على الأسلوب الوصفى والتحليلى فى استعراض وتحليل الإطار النظرى لموضوع الدراسة، والأسس النظرية لتطور النموذج المستخدم. كما اعتمدت الدراسة على المنهج الإستقرائى Deduction Approach، وأدواته، باستخدام المعادلات الإحصائية القائم عليها نموذج الدراسة، باستخدام بيانات سنوية لعينتين، الأولى مكونة من 15 دولة نامية، والثانية 14دولة متقدمة خلال الفترة (1979-2021)، ثم استخدام المنهج الكمى لاختبار فرضيات الدراسة، من خلال إعادة صياغة معادلة التقدير المستخدمة بواسطة Antweiler et)

(al.,2001، وتوظيف منهجية متوسط المجموعات المدمجة Pooled Mean-Group (PMG، التى تم تقديمهما بواسطة (Pesaran et al., 1997; 1999).

ولاختبار الفرضيات محل البحث سوف يتم تقسيم الدراسة إلى:1 - الإطار النظرى لتفكيك أثر تحرير التجارة على الانبعاثات الملوثة، 2- منهجية قياس أثر تحرير التجارة على التلوث البيئى، 3- نتائج الدراسات السابقة، 4- النموذج والبيانات ومنهج القياس، 5- نتائج التقدير، 6- الخلاصة والتوصيات.

1- الإطار النظرى لتفكيك أثر تحرير التجارة على الانبعاثات الملوثة:

طبقاً لدراسة (Grossman & Krueger, 1993) عن أثار اتفاقية التجارة الحرة لأمريكا الشمالية (NAFTA)، فإن تحرير التجارة يمكن أن يؤثر بطريق مباشر وغير مباشر على التلوث البيئي من خلال القنوات التالية:

أولاً: أثر الحجم الناجم عن التجارة Trade-Induced Scale Effect:

يشير أثر الحجم أو النطاق إلى أثر الزيادة فى الناتج المحلى الإجمالى، المترتبة على تحرير التجارة على مستوى التلوث، لأن تحرير التجارة يرتبط بفتح أسواق جديدة كانت مقيدة، بالتالى زيادة حجم الإنتاج، والذي يتطلب مزيداً من المدخلات والموارد لإنتاج سلعاً لإشباع الطلب النهائى المتزايد فى الأسواق الدولية الجديدة، وفى النهاية زيادة استهلاك الطاقة واستنزاف الموارد، وزيادة الانبعاثات الملوثة وتدهور البيئة. وبافتراض ثبات العوامل الأخرى، فإن الانفتاح التجارى سيزيد من النشاط الاقتصادى، مما سيؤدى لحدوث مستويات أعلى من الانبعاثات الملوثة فى المرحلة الأولى، ثم فى مرحلة تالية سوف ينخفض حجحم التلوث بزيادة النشاط الاقتصادى.

ثانياً: الأثر البنيوى أو الهيكلى الناجم عن التجارة Trade-Induced CompositionEffect:

يوضح هذا الأثر كيفية تأثر الانبعاثات الملوثة بمزيج الإنتاج أو هيكل الناتج أو درجة التخصص، والتى تحددها درجة الانفتاح التجارى بالإضافة إلى الميزة النسبية للبلد على النحو التالى:

(أ) أثر رأس المال والعمالة Capital-Labor Effect (KLE)، أو فرضية عامل الوفرة Factor Endowment Hypothesis: ويتعلق بملكية الدولة للعديد من مكونات الإنتاج، مثل العمالة ورأس المال والأرض والتكنولوجيا والإدارة. ومن المتوقع أن تتمتع الدول وفيرة عنصر رأس المال، بميزة نسبية فى إنتاج وتصدير السلع كثيفة رأس المال (أى السلع الملوثة)، بالتالى تنتج المزيد من الانبعاثات، وتعمل حرية التجارة على تعزيز آثارهذه الميزة النسبية، ومن ثم زيادة نسبة

السلع الملوثة من الإنتاج (Muhammad & Ernesto, 2021).

(ب) أثر اللوائح البيئية Environmental Regulations Effect (ERE)، أو أثر مأوى (ملجأ) التلوث Pollution Haven Effect: فمن شأن تحرير التجارة أن يقلل من الميزة النسبية للسلع كثيفة رأس المال فى الدول ذات الدخل المرتفع، والتى لديها سياسات بيئية صارمة نسبياً، مع زيادة الميزة النسبية لهذه السلع فى الدول ذات الدخل الأقل واللوائح البيئية غير المتشددة. مما يعنى أن التراخى البيئى هو مصدر الميزة النسبية، نتيجةً لذلك يتناقص (يزيد) إنتاج السلع كثيفة رأس المال فى ظل الأنظمة الأكثر (الأقل) صرامة بيئياً، بينما قد تقل (تزيد) الانبعاثات الملوثة، والأثر الصافى لأثر الهيكل المترتب على تحرير التجارة، قد يكون إيجابياً أوسلبياً وذلك اعتماداً على الحجم النسبى لكلٍ من أثر رأس المال والعمالة (KLE) أو أثر اللوائح البيئية (ERE) .

ثالثاً: أثر التكنولوجيا الناجمة عن التجارة Trade-Induced Technique Effect:

يمكن أن يؤدى تحرير التجارة إلى تحسينات واستثمارات جديدة، فى تقنيات الإنتاج التى تولد انبعاثات أقل تلوثًاً، ويمكن أن يحدث هذا الانخفاض فى شدة الانبعاثات الملوثة بطريقتين:

(**1**) ستؤدى التجارة الحرة إلى زيادة توافر السلع والتقنيات الصديقة للبيئة وتقليل تكلفتها، وهذا مهم بشكل خاص للدول التى لا تنتج صناعاتها المحلية هذه المنتجات والتقنيات على نطاق كافٍ أو بأسعار أقل، وبالنسبة للمصدرين يمكن أن يوفر النفاذ السهل إلى الأسواق، حوافز لتطوير منتجات وتقنيات جديدة للتخفيف من انبعاثات التلوث.

(**2**) من المتوقع أن تؤدى الزيادة فى متوسط نصيب الفرد من الدخل المصاحبة لنمو التجارة، إلى مطالبة المجتمع بجودة بيئية أفضل وانبعاثات أقل تلوثًاً.

ونظرًا لأن أثر كلاً من الحجم والتكنولوجيا، يؤثران فى اتجاهين متعاكسين، كذلك تاثير الهيكل على الوفرة والميزة النسبية لكل دولة، فإن التأثير الإجمالى لتحرير التجارة على انبعاثات التلوث، سيعتمد على حجم أو قوة كلٍ من التأثيرات الثلاثة معاً، بعبارةٍ أخرى، فإن الأثر الصافى لتحرير التجارة على التلوث البيئي لدولة ما، يتطلب بالتالى معرفة وتحديد أثر كلِ من الحجم والهيكل والتكنولوجيا كلٍ على حدة على التلوث البيئي لدولة ما.

2 ـ منهجية قياس أثر تحرير التجارة على التلوث البيئى

قدمت دراسة (Antweiler et al., 2001)، أول نموذج نظرى وتجريبى يوصف العلاقة المعقدة بين تحرير التجارة والتلوث البيئى، استناداً على دراسة (Grossman& Krueger,

(1995)، ثم جاءت بعدها دراسات (Copeland & Taylor,2001, 2004) و (Cole & Elliott, 2003)، وتبدأ هذه الدراسات بافتراض أن الاقتصاد مفتوح، وأن عدد السكانN ، وأن الاقتصاد ينتج سلعتين نهائيتين هما: X و Y ، باستخدام مدخلين للإنتاج هما: العمل L ورأس المال K، وأن السلعة أو الصناعة Y ، كثيفة العمالة لا تلوث البيئة، بينما الصناعة X كثيفة رأس المال وينتج عنها التلوث كمنتج ثانوى، ويساهم الاقتصاد المفترض في التجارة الدولية بنسبة معدلها β والتى تؤثر على السعر المحلى P للسلعة X أو:

$$P= \beta P^{w} \text{----------(1)}$$

أى أن أسعار السلع محلياً P تتحدد بأسعارالسلعة X عالمياً P^{w} ، وعلى نسبة الانفتاح على الخارج β، مع ملاحظة أن $\beta<0$ إذا كانت الدولة تصدر X، وأن $\beta>0$ عندما تكون الدولة مستوردة للسلعة X.

ثم قامت دراسة (Antweiler et al., 2001) ، بتفكيك التغير فى التلوث $\hat{z}$ إلى ثلاثة آثار هى: أثر الحجم $\hat{S}$، أثر الهيكل $\hat{\sigma}$ وأثر فنون الإنتاج أو التكنولوجيا $\hat{e}$ كالتالى:

$$\hat{Z} = \hat{S} + \hat{\delta} + \hat{e} \text{ ... ...(2)}$$

حيث أن المتغير S هو أثر الحجم Scale Effect، و يمثل التغير فى الانبعاثات نتيجة تغير حجم الاقتصاد، بافتراض ثبات المتغيرات الأخرى، والمتغير σ هو أثر الهيكل Composition Effect، الذى يمثل نسبة السلعة X كثيفة التلوث من الناتج الإجمالى، والمتغير e هو أثر التقنية Technique Effect ويمثل كثافة التلوث للصناعة الملوثة.

ثم قامت الدراسة السابقة بتحليل أعمق لمحددات التلوث بالمعادلة (2)، سمح لها بالوصول إلى طلب القطاع الخاص للتلوث، والذى يتحدد كدالة موجبة للحجم S، وبمدى الوفرة لعناصر الإنتاج أو K/L، وبالسعر العالمى للسلعة الملوثة P^{w}، وكدالة سالبة لضريبة التلوث δ. كما تؤثر أيضاً درجة الاحتكاك التجارى β، على الطلب على التلوث، ولكن يعتمد اتجاه هذا التأثير على ما إذا كان البلد مستورداً أومصدراً للسلعة الملوثة X.

وتم الوصول أيضاً إلى محددات عرض التلوث، كدالة عكسية فى سعرأو ضريبة التلوثδ، أو اللوائح البيئية والتى هى الأخرى تتحدد بالدخل الحقيقى Y،حيث أن الزيادة فى الدخل الحقيقى للفرد ستزيد من الطلب على الجودة البيئية، وبدمج دالة العرض مع دالة الطلب على التلوث، تم الوصول إلى الصيغة المختزلة Reduced Form الممثلة بالمعادلة التالية :

$$\widehat{\boldsymbol{Z}} = \widehat{\boldsymbol{S}} + \widehat{\boldsymbol{K/L}} - \widehat{\boldsymbol{Y}} - \widehat{\boldsymbol{N}} - \widehat{\boldsymbol{\delta}} + \widehat{\boldsymbol{pw}} + \widehat{\boldsymbol{\beta}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث يشير الرمز "^" إلى " النسبة المئوية للتغير، والمتغير Z يقيس الانبعاثات الملوثة، وتعكس المتغيرات الثلاثة δ،N،Y تأثيرات التغيرات فى السياسة البيئية المتعلقة بالتلوث، وهو ما يقيس أثر التكنولوجيا.

ولاختبار المعادلة (3) تطبيقياً، قدمت دراسة (Antweiler et al., 2001) المعادلة التالية للتقدير:

$$\begin{aligned} Z_{i,t} = {} & \beta_0 + \beta_1 S_{i,t} + \beta_2 (Y)_{i,t} + \beta_3 (Y)^2_{i,t} + \beta_4 (KL)_{i,t} + \beta_5 (KL)^2_{it} \\ & + \beta_6 (Y).(KL)_{i,t} + \beta_7 O_{it} + \beta_8 (O).(RY)_{it} + \beta_9 (O).(RKL)_{it} \\ & + \beta_{10} (O).(RY)^2_{it} + \beta_{11} (O).(RKL)^2_{it} + \beta_{12} (O).(RY).(RKL)_{it} \\ & + \beta_{13} D_1^{SUB} + \beta_{14} D_2^{Rar} \\ & + \beta_{15} D_3^{CC} + \beta_{16} D_3^{CC}.(Y)_{i,t-1} + \beta_{17} D_1^{CC}.(Y)^2_{i,t-1} \\ & + \beta_{18} AVTem + \beta_{19} HP + \epsilon \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4) \end{aligned}$$

حيث أن:

■S: الناتج المحلى الإجمالى لكل كيلو متر مربع لكل مدينة GDP/km^2، ويقيس أثر الحجم.

■ Y، Y^2: حيث Yهى متوسط متحرك لثلاث فترات مبطأة لمتوسط نصيب الفرد من إجمالى الناتج المحلى بالأسعار الثابتة أي $Y=(GDP_{(-1)} + GDP_{(-2)} + GDP_{(-3)})/3$، ويقيسان أثر الحجم والتكنولوجيا.

■ KL: نسبة رأس المال/العمل، ويقيس أثر الهيكل أما $(KL)^2$: فيمثل تراكم رأس المال.

■ (Y. KL): يقيس أثر التفاعل بين الدخل Y ومعدل رأس المال/ العمل(K/L)، ويعكس ما إذا كان أثر(K/L)على التلوث يتوقف على مستوى الدخل Y أو العكس.

■ O :نسبة إجمالى الصادرات والواردات إلى الناتج المحلى الإجمالى، كمتغير لقياس درجة تحرير التجارة (أو كثافة التجارة)، ويتضمن المتغير O المكونين Pw وβ فى المعادلة (1).

■ $(RY)_i$: يمثل الدخل النسبى، مقاساً بمتوسط نصيب الفرد من الدخل فى الدولة i، إلى المتوسط العالمى.

■ $(RKL)_i$: نسبة رأس المال/العمل فى الدولة i منسوبةً للمتوسط العالمى.

■ $O.(RKL)_i$. $O.(RKL)^2$: يقيس أثر تفاعل مؤشر التحريرO مع مؤشر $(RKL)_i$ ومربعة، فى الدولة i على التوالى ويعكسان أثر الوفرة Endowment Effect .

■ $O.(RY)_i$، $O.(RY)_i^2$: يقيسان أثر تفاعل O مع RY فى الدولة i ومربعة على التوالى، ويعكسان أثر اللوائح البيئية المترنبة على زيادة الدخل.

■ $(RKL)_i$. $(O.RY)_i$: يقيس أثر التفاعل بين مؤشر تحرير التجارة والدخل النسبى ونسبة رأس المال/ العمل.

■ $D_1^{SUB} D_2^{Rar} D_3^{CC}$: متغيرات صورية، تعكس ما إذا كانت الوحدةi، حضر SUB أم ريف Rar أم تنتمى إلى المعسكر الشرقى CC وAVTem درجة الحرارة وHP ما إذا كانت الوحدة موقعة على برتوكول هلسنكى، ϵ حد الخطأ.

ثم قدمت الدراسات التالية أشكالاً وصيغاً مختلفة للمعادلة (4)، حيث استبعدت بعض المتغيرات، وأضافت متغيرات أخرى ومربعاتها والتفاعل بينها وبين متغير كثافة التجارة.

3-نتائج الدراسات السابقة:

■باستخدام طريقتى الأثار الثابتة والأثار العشوائية، لتقدير المعادلة (4)، وباعتبار تركيز ثانى أكسيد الكبريت يمثل التلوث، توصلت دراسة (Antweiler et al., 2001) ، لعدد 109 مدينة فى44 دولة متقدمة ونامية، خلال الفترة (1971-1996) إلى أن مرونة الحجم S المرتبط بتحرير التجارة، تراوحت فى الأجل الطويل ما بين 0,11 ، 0,40 ، وأن مرونة الهيكل المترتبة على تغير مزيج الإنتاج بسبب التجارة، تراوحت ما بين 0,58، 1,005، وأن مرونة التقنية، تراوحت بين سالب 0,91 وسالب 1,6، وأن مرونة كثافة التجارة تراوحت بين سالب 0,4 وسالب 0,9، أى أن الأثر الصافى للتجارة يعتبر فى صالح تحسين جودة البيئة للدول محل الدراسة.

■بحثت دراسة (Cole & Elliott, 2003)، أثرتحرير التجارة على متوسط نصيب الفرد من الانبعاثات من (SO_2) وأكاسيد النيتروجين (NOx) لـ 26 دولة متقدمة ونامية، خلال الفترة (1975-1990)، وأثر تحرير التجارة على انبعاثات ثانى أكسيد الكربون (CO_2)، لـ 32 دولة متقدمة ونامية خلال الفترة (1975-1995)، وتم استبعاد متغير الحجم (S) من المعادلة المقدرة، واستخدمت دخل الفرد المبطأ لفترة واحدة للمتغير Y ومربعه، وتوصلت الدراسة إلى أن تأثير الهيكل الناجم عن التجارة ضئيل، بالمقارنة بأثرالحجم والتقنية، وأن الاختلافات فى اللوائح البيئية، قد تؤثر على حركة التجارة البينية والتجارة بين الصناعات Intra - and Inter-industry Trade فى دول العينة.

■قامت دراسة (Managi et al., 2008) بتحليل تأثير تحرير التجارة على انبعاثات غازات ثانى أكسيد الكربون CO_2، وثانى أكسيد الكبريت SO_2 (لبيانات 88 دولة للفترة 1973-2000)، والطلب الأوكسجينى البيولوجى BOD، كمؤشر لتلوث الماء (لبيانات 83 دولة للفترة 1980-2000)، وخلصت الدراسة باستخدام طريقة العزوم المعممة GMM، إلى أن زيادة الانفتاح التجارى بنسبة 1٪، تقلل من انبعاث ثانى أكسيد الكبريت، وثانى أكسيد الكربون والطلب الأوكسجينى البيولوجى بنسبة 1.22%، 0.77% و 0.05% على التوالى، وبالتالى فإن الانفتاح التجارى مفيد للبيئة.

■قامت دراسة (Frankel& Rose,2005)، باستخدام طريقتى OLS العادية وطريقة 2SLS، فى قياس أثر التجارة على 3 مؤشرات للتلوث (الجسيمات العالقة (PM)، ثانى أكسيد النيتروجين NO_2، وتركيزثاني أكسيد الكبريت SO_2)، لبيانات مقطعية لمجموعة من الدول لعام 1990، وبيانات مقطعية للفترة (1970-1990)، ولكنها توصلت إلى عدم وضوح أثر التجارة على التلوث.

■خلصت دراسة (Eléazar,2015)، عن دول أفريقيا جنوب الصحراء، إلى وجود علاقة معنوية

إحصائياً لكنها ضعيفة بين تحرير التجارة و انبعاثات ثانى أكسيد الكربون. كما تشير دراستى (Hering&Poncet, 2015)، (Bekmez&Ozsoy, 2016)، إلى أن معدل الانفتاح التجارى للدول المتقدمة، له تأثير سلبى على مستوى انبعاثات ثانى أكسيد الكربون، فى حين أن معدل الانفتاح التجارى للدول النامية والأقل نمواً، له تأثير إيجابى على هذه الانبعاثات. من ناحيةٍ أخرى خلصت دراسة (Shahbazet al., 2016) إلى أن الانفتاح التجارى يحسن من جودة البيئة ويخفض من التلوث، لأن التجارة الحرة تعزز مستوى أعلى من البحوث والتطوير المرتبط بالاستثمار الأجنبى المباشر.

■من أهم الدراسات السابقة عن مصر: خلصت دراسة (Nazier&Esam, 2012)، خلال الفترة (1980-2007)، باستخدام التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ، لعدم وجود علاقة أحادية الاتجاه بين التجارة والبيئة (تلوث الهواء والأرض).

من ناحيةٍ أخرى قامت دراسة (عليوه، 2016)، إلى أن أثر الصادرات والواردات والاستثمار الأجنبى المباشر (كمؤشر لتحرير التجارة)، جاء أثره موجباً ومعنوياً على حجم انبعاثات غاز ثانى

أكسيد الكربون على الاقتصاد المصرى، وذلك عن الفترة (1991- 2014)، وذلك باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية.

وأخيراً توصلت دراسة (Ramadan et al., 2019)، لاختبار منحنى كوزنتس البيئى على مصر، للفترة (1977-2014)، باستخدام آليات التكامل المشترك Co-Integration، واستنتجت الدراسة تحقق فرضية منحنى كوزنتس البيئى فى مصر عن تلك الفترة.

نخلص من الدراسات السابقة أن معظم تلك الدراسات، توسعت فى استخدامعددكبيرمن المتغيرات المستقلة (كمستوى)، والقيم التربيعية Quadratic، والتفاعل بين هذه المتغيرات فى معادلة الانحدار، كما تم استخدام نماذج التأثيرات الثابتة أو العشوائية فى أغلب التقديرات، بالإضافة إلى منهجية التكامل المشترك التقليدية، وطريقتى المربعات الصغرى العادية وذات المرحلتين، إلا أن واحدة من أكثر المشكلات شيوعاً عند استخدام هذه الطرق فى حالة البيانات المقطعية، تمثلت فى وجود ارتباط وثيق بين أثنين أو أكثر من المتغيرات المستقلة، وهو ما يعرف بمشكلة التعدد الخطى الهيكلى Structural Multicollinearity.

4 -البيانات والنموذج ومنهج القياس

4-1- البيانات ومصدرها

تم الحصول على بيانات المتغيرات التالية من مؤشرات التنمية العالمية (WDI 2022) من موقع (http://publications.worldbank.org/wdi): حيث أن:

- المتغير Z، هو متوسط نصيب الفرد من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون CO_2 .
- المتغيرY، هو متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلى الإجمالىGDP بالأسعار الثابتة للعملة المحلية لعام 2017 بالمليون دولار.
- المتغير O ، نسبة إجمالى الصادرات والواردات إلى الناتج المحلى الإجمالى، كمتغير للانفتاح التجارى (أو كثافة التجارة).

وتم الحصول على المتغيرات التالية من جدول Penn World Table, version 10.0 ومصدرها

(http: //pwt.econ.upenn.edu/php_ site / pwt63/ pwt63_form .php)

- المتغير $(KL)_i$ نسبة رصيد رأس المال العمل بالأسعار الثابتة، لعام 2017 مقومة بمليون دولار أمريكى مقسومة على عدد العمال بالمليون فى كل دولة i .

■المتغير $(RY)_i$ ، الدخل النسبى أو متوسط نصيب الفرد من الدخل للدولة i إلى المتوسط العالمى.

■المتغير $(RKL)_i$ ، نسبة رأس المال/العمل للدولة i إلى المتوسط العالمى، وتم حساب المتوسط العالمى بمعرفة الباحث من الجدول السابق.

4-2- توصيف النموذج المستخدم

تستخدم هذه الدراسة توصيفاً مبسطاً للمعادلة (4)، بعد إجراء التعديلات التالية:

■ تم استبعاد مؤشر الحجم $S=GDP/km^2$، لأن مؤشر التلوث (المتغير التابع)، وهو "انبعاثات" ثانى أكسيد الكربون، على مستوى الدول، وليس "التركيزات" الملوثة على مستوى المدن.

■ تم استخدام متوسط نصيب الفرد من الناتج الجارى، بدلاً من متغير الوسط المرجح للمتغير Y لثلاث فترات $Y=(GDP_{(-1)} + GDP_{(-2)} + GDP_{(-3)})/3$، لعدم وجود فرق بين أثره وأثر المتغير YوY^2، كما يتوافق استخدام Y وY^2 ، مع حساب أثر الحجم - التكنولوجيا، طبقاً لنهج فرضية منحنى كوزنتس البيئىEKC .

■ تما ستبعاد بعض المتغيرات التفاعلية المستخدمة فى الصيغ السابقة من المعادلة المقدرة، لأنه سيكون من الصعب تفسير مدلولات المعلمات والنتائج، لكن السبب الأهم هو أن اشتمال معادلة التقدير، على هذه المتغيرات سيؤدى حتم أإلى وجود مشكلة الازدواج أو التعدد الخطى Multicollinearity.

■ سوف يتم تقدير الأثر على مجموعتين من الدول، المجموعة الأولى: الدول المتقدمة، ذات مربع دخل نسبى مرتفع $(RY)^2$ ، وأعلى معدل $(RKL)^2$، وعددها 14 دولة وتشمل (أستراليا والنمسا وألمانيا وبلجيكا والدنمارك وفرنسا وإيطاليا واليابان وإسبانيا والسويد وسويسرا وتركيا والمملكة المتحدة والولايات المتحدة). والمجموعة الثانية: الدول النامية ذات المعدل المنخفض لكل من $(RY)^2$، $(RKL)^2$ ، وعددها 15 دولة وتشمل (الجزائر والأرجنتين والبرازيل والكاميرون وشيلى وكوت ديفوار ومصر وغانا والهند والأردن والمغرب ونيجيريا وباكستان وجنوب إفريقيا وتونس).

■ سيتم إدخال جميع المتغيرات فى المعادلة (5) فى شكل لوغاريتمى، والمتغير التابع $LnZ_{i,t}$، يمثل متوسط نصيب الفرد من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون CO_2 ، للفرد فى البلد i فى العام t ، ومواصفات المتغيرات المستقلة هى نفسها المستخدمة فى المعادلة (4). والصيغة المعدلة للمعادلة (4) ستكون على النحو التالى:

$$LnZ_{i,t} = \theta_{0i} + \theta_{1i}LnY_{i,t} + \theta_{2i}(LnY)^2_{i,t} + \theta_{3i}(LnKL)_{i,t} + \theta_{4i}(LnKL)^2_{it} + \theta_{5i}LnO_{it} + \theta_{6i}(LnO.RY)^2_{it} + \theta_{7i}(LnO.RKL)_{it} + \varepsilon_{i,t} \dots\dots\dots\dots (5)$$

حيث تقيس المعلمات θ_1 وθ_2 وθ_3 وθ_4 الاثار غير المباشرة لتحرير التجارة، بينما تقيس المعلمات θ_5 و θ_6 و θ_7 الاثار المباشرة لتحرير التجارة. وحيث من المتوقع:

(1) أن تكون مرونة LnZ بالنسبة إلى LnY موجبة $\theta_1 > 0$ أو سالبة $\theta_1 < 0$، كمقياس لتأثير المجال- التكنولوجيا. ويجب أن يكون تأثير الدخل المربع سالباً $\theta_2 < 0$. أما التأثير الجزئى لـLnYعلى المتغير التابع LnZ فيساوى: $\theta_1 + \theta_2 LnY$.

(2) أن تكون إشارة مرونة نسبة رأس المال للعمالة LnKL موجبة $\theta_3 > 0$ للدول المتقدمة، وسالبة $\theta_3 < 0$، للدول النامية. ويمكن أن يكون تأثير المتغير $(LnKL)^2$ سالباً $\theta_4 < 0$ أو موجباً $\theta 4 > 0$، والتأثير الجزئى لـLnKL، على المتغير LnZ يساوى $\theta_3 + \theta_4$ LnKL.

(3) أن تكون إشارة كثافة التجارة موجبة $\theta_5 > 0$، للدول النامية، وسالبة $\theta_5 < 0$، للدول المتقدمة. من المتوقع كذلك أن يؤدى تحرير التجارة إلى تقليل التلوث فى الدول ذات الدخل النسبى المرتفع LnO.RY، أى أن تكون $\theta_6 < 0$، فى الدول المتقدمة. وأخيراً يتوقع زيادة التلوث فى الدول ذات المعدل المنخفض لرأس المال/العمالة LnO.KL، أى أن $\theta_7 > 0$ فى الدول المتقدمة، والعكس بالنسبة للدول النامية $\theta_7 < 0$.

3-4 منهجية القياس

من أشهر نماذج التقدير للبيانات المقطعية والسلاسل الزمنية (البيانات الجدولية Data Panel)، هى نموذجى الأثر العشوائى التقليدى Random Effect (RE) والأثر الثابت Fixed Effect (FE)، إلا أن من عيوب هذه النماذج أنها تركز بشكل عام، على البيانات المقطعية ذات الفترة الزمنية T القصيرة والوحدات (الدول) N الكبيرة، وتسمح بالتباين بين الدول، مع افتراض أن الميول واحدة، ولا يوجد تمييز بين المدى القصير والمدى الطويل، سواء فى تقدير (FE) أو (RE).

وللتعامل مع المشكلات القياسية السابقة اقترح (Pesaran et al., 1997; 1999)، طريقة جديدة لتقدير المعلمات البيانات المقطعية غير الساكنة، وهى طريقة متوسط المجموعات المدمجة. Pooled Mean-Group (PMG)، والتى تميز بين الأجل الطويل والقصير وتتعامل مع مشكلة عدم التجانس Heterogeneity، على المدى القصير ومشكلة التقارب Convergence،

على المدى الطويل، حيث يفترض مقدر PMGEstimator التجانس فى معاملات المدى الطويل، بينما يسمح بالتباين فى معاملات المدى القصير وتباينات الخطأ.

والافتراضات الأساسية لمقدر PMG هى: **1**) لا يوجد ارتباط سلسلى بين حدود الخطأ، وتتوزع بشكل مستقل عن المقدرات Repressors، أى يمكن معاملة المتغيرات المفسرة على أنها خارجية exogenous؛ **2**) هناك علاقة طويلة الأجل بين المتغير التابع والمتغيرات التفسيرية ؛ و **3**) المعلمات طويلة الأجل هى نفسها عبر الدول.

وإذا افترضنا أن توصيف العلاقة الديناميكية المتباطئة لفترة واحدة، أى تتبع نموذج ARDL (1,1,1,1,1,1,1,1)، فإن معادلة التقدير (6) ستكون على الشكل التالى:

$$\mathrm{LnZ_{i,t}} = \gamma_{\mathrm{i}} + \lambda_{\mathrm{i}}\mathrm{LnZ_{i,t-1}} + \delta_{10}\mathrm{LnY_{i,t}} + \delta_{11}\mathrm{LnY_{i,t}} + \delta_{20}(\mathrm{LnY})^2_{\mathrm{i,t}} +$$
$$\delta_{21}(\mathrm{LnY})^2_{\mathrm{i,t}} + \delta_{30}(\mathrm{LnKL})_{\mathrm{i,t}} + \delta_{31}(\mathrm{LnKL})_{\mathrm{i,t}} + \delta_{40}(\mathrm{LnKL})^2_{\mathrm{it}} +$$
$$\delta_{41}(\mathrm{LnKL})^2_{\mathrm{it}} + \delta_{50}\mathrm{LnO_{it}} + \delta_{51}\mathrm{LnO_{it}} + \delta_{60}(\mathrm{LnO.}\,(\mathrm{RY})^2_{\mathrm{it}} + \delta_{61}(\mathrm{LnO.}\,(\mathrm{RY})^2_{\mathrm{it}}$$
$$+ \delta_{70}(\mathrm{LnO.}\,(\mathrm{RKL})_{\mathrm{it}} + \delta_{71}(\mathrm{LnO.}\,(\mathrm{RKL})_{\mathrm{it}} + \varepsilon_{i,t} \ldots\ldots (\mathbf{6})$$

حيث عدد المجموعات i=1,2,…,N، عدد الفترات t=1,2,…T ؛ δ_{ij}، تمثل متجهات المعلمات، بينما γ_{i} تمثل الأثر الخاص بالمجموعة.

ويمكن تحويل المعادلة (6) إلى معادلة تصحيح الخطأ التالية:

$$\Delta\mathrm{LnZ_{i,t}} = \phi_{\mathrm{i}}[\mathrm{LnZ_{i,t-1}} - \theta_{0\mathrm{i}} - \theta_{1\mathrm{i}}\mathrm{LnY_{i,t}} + \theta_{2\mathrm{i}}(\mathrm{LnY})^2_{\mathrm{i,t}} + \theta_{3\mathrm{i}}(\mathrm{LnKL})_{\mathrm{i,t}}$$
$$+\theta_{4\mathrm{i}}(\mathrm{LnKL})^2_{\mathrm{it}} + \theta_{5\mathrm{i}}\mathrm{LnO_{it}} + \theta_{6\mathrm{i}}(\mathrm{LnO.}\,(\mathrm{RY})^2_{\mathrm{it}} + \theta_{7\mathrm{i}}(\mathrm{LnO.}\,(\mathrm{RKL})_{\mathrm{it}}]$$
$$+\delta_{10\mathrm{i}}(\Delta\mathrm{LnY})_{\mathrm{it}} + \delta_{20\mathrm{i}}(\Delta\mathrm{LnY})^2_{\mathrm{it}} + \delta_{30\mathrm{i}}(\Delta\mathrm{LnKL})_{\mathrm{i,t}} + \delta_{40\mathrm{i}}(\Delta\mathrm{LnKL})^2_{\mathrm{i,t}}$$
$$+\delta_{50\mathrm{i}}(\Delta\mathrm{LnO})_{\mathrm{i,t}} + \delta_{60\mathrm{i}}(\Delta\mathrm{LnO.}\,(\mathrm{RY})_{\mathrm{i,t}} + \delta_{60\mathrm{i}}(\Delta\mathrm{LnO.}\,(\mathrm{RKL})_{\mathrm{it}}$$
$$+ \varepsilon_{i,t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{7})$$

حيث تمثل **θ**، مرونات الأجل الطويل، وتمثل **δ** مرونات الأجل القصير، ϕ_{i} تمثل معلمة التكيف.

5 -نتائج التقدير:

يوضح جدول (1) الإحصاءات الوصفية للمتغيرات المستخدمة فى التقدير، ومن ثم يتضح أن القيم المتوسطة والصغرى والقصوى للمتغيرات هى الأكبر فى عينة الدول المتقدمة مقارنة بعينة

الدول النامية، وخصوصاً قيم الدخل النسبى ومعدل رأس المال/العمل النسبى. من ناحيةٍ أخرى فإن الانحراف المعيارى للعينة لكل قيم المتغيرات هو الأكبر فى الدول النامية بالمقارنة بالدول المتقدمة. ويعنى ذلك أن التباين فى قيم المتغيرات فى الدول النامية أكبر مقارنة بالاختلاف فى التباين لقيم نفس المتغيرات فى عينة الدول المتقدمة.

جدول (1) : الإحصاءات الوصفية للقيم اللوغاريتمية لمتغيرات الدراسة

	الدول النامية					الدول المتقدمة				
	Mean	**Max**	**Min**	**Std. Dev.**	**Obs.**	**Mean**	**Max**	**Min**	**Std. Dev.**	**Obs.**
Ln Z	**0.31**	**2.28**	**-1.73**	**1**	**614**	**2.13**	**3.12**	**0.53**	**0.47**	**573**
LnY	**7.89**	**9.56**	**5.92**	**0.81**	**614**	**10.38**	**11.39**	**8.28**	**0.55**	**573**
LnKL	**11.08**	**12.46**	**9.28**	**0.83**	**614**	**12.98**	**13.56**	**11.33**	**0.39**	**573**
LnO	**3.92**	**5.01**	**1.84**	**0.55**	**614**	**3.29**	**4.42**	**1.17**	**0.56**	**573**
LnRY	**-1.07**	**0.56**	**-2.77**	**0.79**	**614**	**2.13**	**3.12**	**0.53**	**0.47**	**573**
LnRKL	**-0.57**	**1.15**	**-1.96**	**0.83**	**614**	**1.42**	**2.34**	**-0.41**	**0.52**	**573**

5 - 1 - نتائج اختبار جذر الوحدة:

أ) بالنسبة للدول النامية: يتضح من جدول (2)، وباستخدام 5 اختبارات لجذر الوحدة Unit Root، أن سلسلة لوغاريتم مؤشر التلوث**LnZ** ساكنة ومتكاملة من الرتبة صفر I(O) ، حيث يمكن رفض الفرض الصفرى بوجود جذر الوحدة لأن الاحتمالية Probability تقل عن 0,05 فى جميع الاختبارات. بينما يمكن قبول الفرض الصفرى بوجود جذر الوحدة فى سلسلة لوغاريتم متوسط نصيب الفرد من الدخل الحقيقىLnY وتعتبر سلسلة غير ساكنة، لأن الاحتمالية تزيد عن 0.05 فى جميع الاختبارات. ولكن بعد أخذ الفروق الأولى لهذه السلسة يتضح أنها ساكنة بجميع الاختبارات أى أنها متكاملة من الرتبة الأولى I(1).

أما السلاسل اللوغاريتمية لمتغيرات: تحرير التجارة (LnO) ومعدل رأس المال/العمل (LnK/L) والدخل الحقيقى النسبى LnR(Y) ومعدل رأس المال/العمل النسبى LnR(K/L)، فقد جاءت نتائج اختبارات وجود جذر الوحدة بين ساكنة وغير ساكنة، ولكن جميع السلاسل سكنت بعد أخذ الفروق الأولى. ومعنى ذلك أن هناك اختلاف بين رتب السلاسل، ولكنها تنحصر بين الرتبة

صفر والرتبة الأولى، بالتالى فإن طريقة التقدير باستخدام PMG للتوزيعات المبطأة ARDL تعتبر مناسبة وسوف تعطى مقدرات مقبولة ودقيقة.

جدول (2): قيم الاحتماليةProbabilities لاختبارات جذر الوحدة للمتغيرات فى مستوياتها

	Levin, Lin & Chu t+	Breitung t-stat+	Im, Pesaran and Shin W-stat ++	Fisher Chi-square++	Choi Z-stat++
الدول النامية					
LnZ	**0.03**	**0.01**	**0.03**	**0.04**	**0.03**
LnY	**0.10**	**0.78**	**0.41**	**0. 34**	**0.43**
LnO	**0.07**	**0.00**	**0.07**	**0.16**	**0.06**
LnK/L	**0.00**	**0.99**	**0.59**	**0.07**	**0.63**
LnR(Y)	**0.03**	**0.92**	**0.02**	**0.00**	**0.04**
LnR(K/L)	**0.10**	**1.00**	**0.19**	**0.01**	**0.28**
الدول المتقدمة					
LnZ	**0.99**	**0.99**	**1.00**	**0.99**	**1.00**
LnY	**0.84**	**0.99**	**0.99**	**0.99**	**1.00**
LnO	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**
LnK/L	**0.34**	**1.00**	**0.96**	**0.73**	**0.97**
LnR(Y)	**0.00**	**1.00**	**0.93**	**0.80**	**0.94**
LnR(K/L)	**0.26**	**0.05**	**0.00**	**0.00**	**.00**

+Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)

++Null: Unit root (assumes individual unit root process)

ب) بالنسبة للدول المتقدمة: يتضح من جدول (2) أن سلسلة لوغاريتم معدل تحرير التجارة (LnO) ساكنة ومن الرتب صفر I(O)، بينما سلسلة لوغاريتم مؤشر التلوث (LnZ) ومتوسط نصيب الفرد من الدخل الحقيقى (LnY) ومعدل رأس المال/العمل Ln (K/L)، جاءت غير ساكنة، ولكن بعد أخذ الفروق الأولى لها اتضح أنها ساكنة بجميع الاختبارات، أى متكاملة من الرتبة الأولى I(1) .

أما سلاسل المتغيرات: تحرير التجارة (LnO)، معدل رأس المال/العمل النسبى LnRK/L، والدخل الحقيقى النسبىLnR(Y)، فقد جاءت نتائج اختبار وجود جذر الوحدة بها متعارضة، بين ساكنة وغير ساكنة من الرتبة الأولى، ولكن بعد أخذ الفروق الأولى لها اتضح أنها ساكنة بجميع الاختبارات، أى متكاملة من الرتبة الأولىI(1) .

ونظراً لاختلاف رتب تكامل السلاسل بين I(0) وI(1)، ولا توجد سلسلة متكاملة من الرتبة الثانية I(2)، فإن طريقة التقدير ستتمثل في استخدام مدخل متوسط المجموعات المدمجة Pooled Mean-Ggroup (PMG) لنموذج الانحدار الذاتى للتوزيعات المبطأة ARDL.

5 -2- نتائج تقدير مرونات الأجل الطويل:

5 – 2- 1- نتائج التقدير بالنسبة للدول النامية:

من متطلبات استخدام طريقة (ARDL/PMG) هو تحديد عدد فترات الإبطاء المثلى للمتغيرات المفسرة، ويوضح جدول (3) أن التوصيف الأفضل هو ARDL(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)، طبقاً لأقل قيمة لمعيار HQ ومعيار BIC، بينما التوصيف الأفضل هو ARDL (1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4)، طبقاً لأكبر قيمة لمعيار LOGL وأقل قيمة لمعيار AIC، لذا سوف نقوم بالاختبار فى ظل هذين التوصيفين، ثم نختار النموذج الأفضل قياسياً:

جدول (3): معايير اختيار عدد فترات الإبطاء لعينة الدول النامية

التوصيف	معيار HQ	معيار SIC	معيار AIC	معيار LogL	عدد فترات الابطاء
ARDL(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)	**-2.235****	**-1.561****	**-2.667**	**880.81**	**1**
ARDL(1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4)	**-1.873**	**0.298**	**-3.263****	**1360.97****	**4**
ARDL(1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2)	**-1.851**	**-0.678**	**-2.602**	**967.76**	**2**
ARDL(1, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3)	**-1.830**	**-0.158**	**-2.901**	**1155.66**	**3**

LogL (Log-likelihood), AIC(Akaike Information Criterion), SIC(Schwarz Criterion), HQ(Hannan-Quinn Criterion)

ويوضح جدول (3) نتائج تقدير المعادلة (7) لعينة الدول النامية باستخدام (PMG)، فى ظل التوصيفين ARDL (1,1,1,1,1,1,1,1)، ARDL(1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4) ومنهما يتضح ما يلي :

أولاً: أن معلمة التكيف ϕ_i جاءت سالبة ومعنوية فى التوصيفين، وبذلك يمكن التوصل إلى:

(1) يوجد تكامل مشترك بين المتغيرات، أى توجد علاقة توازنية فى الأجل الطويل بين متغير التلوث والمتغيرات المفسرة الأخرى.

(2) أن ما نسبته 42% إلى 59% من الانحرافات عن التوازن فى الأجل الطويل، يتم تصحيحها سنوياً فى الدول النامية.

(3) يوجد علاقة سببية جرانجر المشتركة Granger's Jointly Causality، من المتغيرات المستقلة السبعة إلى المتغير التابع فى الأجل الطويل.

ثانياً: أن التوصيف ARDL (1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4) هو الأفضل، من حيث عدد المعلمات المعنوية وأكبر قيمة للوغاريتم الاحتمال الأعظم Log Likelihood، وبالتالى سوف نختار هذا التوصيف بالعمود 3 بجدول (4).

ثالثاً: الاثار غير المباشرة لتحرير التجارة Indirect Trade-Induced Effect

(1) أثرالحجم- التكنولوجيا الناجم عن التجارة:

<u>بالنسبة للدول النامية:</u> من العمود 3 بجدول (4)، بلغت مرونة الأجل الطويل لأثر متغير متوسط نصيب الفرد من الناتج LnY على متوسط نصيب الفرد من غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2، قيمة موجبة (θ_1 =4.73) وبمعنوية عالية. أى أن زيادة LnY بمعدل 1%، تؤدى إلى زيادة مستوى التلوث بمعدل 4,73%، وهو ما يمثل أثر الحجم Scale. كما بلغت مرونة متغير مربع متوسط نصيب الفرد من الناتج $(lnY)^2$، بالنسبة للمتغير LnZ، قيمة سالبة ومعنوية، (θ_2 =-0.24)، أى أن زيادة $(lnY)^2$ بمعدل 1%، تؤدى إلى تخفيض مستوى التلوث بمعدل 0,24% ، وهو ما يمثل أثر التكنولوجيا Technique، أو فنون الإنتاج الناجم عن تحرير التجارة.

جدول (4): نتائج تقدير نموذج PMG/ARDL للدول النامية
المتغير التابع لوغاريتم متوسط نصيب الفرد من غاز ثاني أكسيد الكربون LnZ

Independent variables	ARDL (1,1,1,1,1,1,1,1)	ARDL (1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4)	المتغيرات المستقلة
(1) أثر الحجم والتكنولوجيا: <u>Scale and Technique Effect</u>			
IncomeLnYθ_1	4.87***	4.73***	متوسط نصيب الفرد من الدخل
Income sq . (LnY) $^2\theta_2$	-0.28***	-0.24***	متوسط نصيب الفرد (من الدخل)^2
(2) أثر الهيكل: <u>Composition Effect</u>			
Capital-Labour Ratio LnKLθ_3	-1.37	-4.18***	معدل رأس المال/العمل
$(LnKL)^2\theta_4$	0.08	0.17***	(معدل رأس المال/العمل)^2

Trade-Induced Composition Effect:		(3) أثر الهيكل المباشر	
(EX+IM)/GDP LnOθ_5	0.16***	-0.14**	معدل تحرير التجارة
O × relative income LnO.(RY)θ_6	0.11***	-0.04	تحرير التجارة×الدخل النسبي
O × relative (KL) Ln O.(RKL) θ_7	-0.04	0.04*	تحرير التجارة K/L النسبى X
Error Correction Coeff. ϕ_i	-0.42***	-0.59***	معلمة التكيف
Log Likelihood	910.52	1360.97	جودة التوصيف
Number of obs	599	554	عدد المشاهدات
Number of groups	15	15	عدد المجموعات

*، **، *** معنوية عند مستوى10% ، 5% ، 1% على الترتيب

ومعنى ذلك أن أثر الحجم الذي يزيد من انبعاثات CO_2 الملوثة، يسيطر على أثر التكنولوجيا الذى يقلل انبعاثاتCO_2 الملوثة، وأن الأثر الصافى للحجم - التكنولوجيا المرتبط بالتجارة (بشكل غير مباشر)، ضار بالبيئة فى الدول النامية، بافتراض ثبات العوامل الأخرى.

(2) أثرالهيكل الناجم عن التجارة The Trade-Induced Composition:

بلغت مرونة الأجل الطويل لأثر متغير نسبة رأس المال/العمل (LnKL) مقاساً بالمعلمة θ_3، ومربعة $(LnKL)^2$، مقاساً بالمعلمة θ_4، على متوسط نصيب الفرد من CO_2، قيمة (4.18-) و (0.17) على الترتيب و بالتالى فإن زيادة (LnKL) بمعدل 1% ، تؤدى إلى خفض مستوى التلوث بمعدل 4,2% تقريباً، وأن زيادة $(lnKL)^2$ بمعدل 1%، تؤدى إلى زيادة مستوى التلوث بمعدل 0,17%، وهما يمثلان أثر الهيكل Composition أو التخصص، الناجم عن تحرير التجارة. ويعنى ذلك أن زيادة تراكم رأس المال فى الدول النامية يعزز الميزة النسبية فى الصناعات الملوثة للبيئة.

رابعاً: الأثار المباشرة لتحرير التجارة Indirect Trade-Induced Effect

(1) أثر كثافة التجارة:

كما يتضح في الجدول (4)، بلغت مرونة الأجل الطويلθ_5، لأثر متغير تحرير التجارة (LnO) على متوسط نصيب الفرد من غاز ثانى أكسيد الكربون، قيمة سالبة ومعنوية بلغت (0.14-)، أى أن زيادة درجة انفتاح التجارة بمعدل 1%، تؤدى إلى تخفيض انبعاثات غاز ثانى

أكسيد الكربون بمعدل 0,14%.

(2) أثر اللوائح البيئية والوفرة:

<u>بالنسبة للدول النامية</u>: والتى من المتوقع أن تكون ذات معدل دخل نسبى (منسوباً إلى متوسط الدخل العالمى) منخفض وبالتالى لوائح بيئية أقل تشدداً، ومعدل رأس المال /العمل (منسوباً إلى متوسط رأس المال/العمل العالمى) منخفض، بالتالى تتخصص فى السلع كثيفة عنصر العمل وقليلة التلوث، يوضح الجدول (4)، أن أثر التفاعل بين دخلها النسبى وتحرير التجارة (RY).LnO، على التلوث جاء غير معنوى، أى لا يوجد أثر للوائح البيئية على تخفيض التلوث فى الدول النامية، أو أن اللوائح مصممة بشكل يساعد على مخالفتها مما يشجع على الاستثمار فى الصناعات الملوثة. كما يوضح الجدول (4)، أن أثر التفاعل بين معدل (رأس المال/العمل) النسبى، وتحرير التجارة (KL).LnO، على التلوث جاء موجباً ولكن بمعنويةٍ منخفضة، أى يوجد أثر لوفرة عنصر رأس المال على زيادة التلوث، لكنه ضعيف فى الدول النامية.

5-2-2- نتائج التقديربالنسبة للدول المتقدمة:

يوضح جدول (5) أن التوصيف الأفضل هو ARDL(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)، طبقاً لأقل قيمة لمعيار HQ ومعيار BIC، بينما التوصيف الأفضل هو ARDL (1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4)، طبقاً لأكبر قيمة لمعيار LOGL وأقل قيمة لمعيار AIC، لذا سوف نقوم بالاختبار فى ظل هذين التوصيفين، ثم نختار النموذج الأفضل قياسياً:

جدول (5) : معايير اختيار عدد فترات الإبطاء لعينة الدول المتقدمة

التوصيف	معيار HQ	معيار SIC	معيار AIC	معيار LogL	عدد فترات الابطاء
ARDL(1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4)	**-2.955**	**-0.891**	**-4.284*** **	**1520.509*** **	**4**
ARDL(1, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3)	**-2.825**	**-1.251**	**-3.839**	**1307.444**	**3**
ARDL(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)	**-3.364*** **	**-2.769*** **	**-3.747**	**1087.631**	**1**
ARDL(1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2)	**-2.999**	**-1.915**	**-3.698**	**1172.815**	**2**

Logl (Log-likelihood), AIC(Akaike information criterion), SIC(Schwarz Criterion), HQ(Hannan-Quinn Criterion)

ومن جدول (6) يتضح أن التوصيفARDL(1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4)، هو الأفضل من حيث مستوى معنوية معلمة التكيف ϕ_i، كما أن إشارات المعلمات تتطابق مع التوقعات النظرية، بالإضافة إلى أنه يعطى أكبر قيمة للوغاريتم الاحتمال الأعظم Log Likelihood، بالتالى سوف نختار هذا التوصيف بالعمود 3 بجدول (6).

ومن العمود 3 بالجدول (6) يمكن التوصل إلى النتائج التالية بالنسبة للدول المتقدمة:

أولاً: أن معلمة التكيف جاءت سالبة ومعنوية $\boldsymbol{\phi_i = -32}$، ويعنى ذلك أن :

(1) هناك تكامل مشترك بين المتغيرات، أى توجد علاقة توازنية فى الأجل الطويل بين متغير التلوث والمتغيرات المفسرة الأخرى.

(2) أن ما نسبته 32% من الانحرافات عن التوازن فى الأجل الطويل يتم تصحيحها سنوياً فى الدول المتقدمة.

(3) يوجد علاقة سببية جرانجر المشتركة من المتغيرات المستقلة السبعة إلى المتغير التابع فى الأجل الطويل.

ثانياً: الأثار غير المباشرة لتحرير التجارة:Indirect Trade-Induced Effect

(1) أثرالحجم-التكنولوجيا الناجم عن التجارة:

يوضح العمود 3 بالجدول (6)، أن أثر الحجم لتحرير التجارة فى الدول المتقدمة، جاء موجباً ومعنوياً وبقيمة عالية نسبياً وبمعامل مرونة$\theta_1 = 67.2$، وجاء أثر التكنولوجيا سالباً ومعنوياً وبمعامل مرونة $\theta_2 = -3.25$. ومعنى ذلك أيضاً، أن أثر الحجم الذي يزيد من انبعاثات التلوث، يسيطر على أثر التكنولوجيا التى تقلل انبعاثات التلوث، ولكن الأثر الصافى للحجم -التكنولوجيا المرتبط بتحرير التجارة بشكل غير مباشر، يُعد أكثر ضرراً بالبيئة فى الدول المتقدمة مقارنةً بالدول النامية.

جدول (6): نتائج تقدير نموذج PMG/ARDL للدول المتقدمة

المتغير التابع لوغاريتم متوسط نصيب الفرد من غاز ثاني أكسيد الكربون LnZ

Independent variables	ARDL (1,1,1,1,1,1,1,1)	ARDL (1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4)	المتغيرات المستقلة
Scale and Technique Effect			(1) أثرالحجم والتكنولوجيا
IncomeLnYθ1	18.74***	67.20***	متوسط نصيب الفرد من الدخل
Income sq . (LnY) ^{2}θ2	-0.85***	-3.25***	متوسط نصيب الفرد (من الدخل)^2
Composition Effect:			(2) أثر الهيكل
Capital-Labour Ratio LnKLθ3	14.25***	-58.02***	معدل رأس المال/العمل
$(LnKL)^2\theta_4$	-0.55***	2.12***	(معدل رأس المال/العمل)^2

Trade-Induced Composition Effect:	(3) أثر الهيكل المباشر		
(EX+IM)/GDP LnOθ_5	-0.30**	-0.36***	معدل تحرير التجارة
O × relative income LnO.(RY)θ_6	0.10**	-0.53***	تحرير التجارة×الدخل النسبى
O × relative (KL) Ln O.(RKL) θ_7	0.14	0.80***	تحرير التجارةxK/Lالنسبى
Error Correction Coeff. ϕ_i	-0.35***	-0.32**	معلمة التكيف
Log Likelihood	1253.261	164.439	جودة التوصيف
Number of obs	599	517	عدد المشاهدات
Number of groups	14	14	عدد المجموعات

*، **، *** معنوية عند مستوى10% ، 5% ، 1% على الترتيب.

(2) الأثر البنيوى أو الهيكلى الناجم عن التجارة The Trade-Induced Composition :

بلغت مرونة الأجل الطويل لأثر متغير نسبة رأس المال /العمل (LnKL) مقاساً بالمعلمة θ_3،ومربعه^2(LnKL) مقاساً بالمعلمة θ_4،على متوسط نصيب الفرد من غاز ثانى أكسيد الكربون (58.02-) و (2.12) وبمعنوية عالية على الترتيب، بالتالى فإن زيادة (LnKL) بمعدل 1%، تؤدى إلى خفض مستوى التلوث بمعدل 58%، وأن زيادة ^{2}(lnKL) بمعدل1%، تؤدى إلى زيادة مستوى التلوث بمعدل 2%، وهما ما يمثلان أثر الهيكلCompositionأو التخصص الناجم عن تحرير التجارة.

ثالثا: الأثار المباشرة لتحرير التجارة Direct Trade-Induced Effect:

(1) أثر كثافة التجارة:

جاءت مرونة الأجل الطويل θ_5، لأثر متغير تحرير التجارة (LnO) على متوسط نصيب الفرد من غاز ثانى أكسيد الكربون معنويةً وسالبةً $\theta_5 = -0.36$، أأن زيادة درجة انفتاح الدول المتقدمة بمعدل 1%، سوف يؤدى إلى خفض متوسط نصيب الفرد من انبعاثات CO_2 بمعدل 0,36% فى الأجل الطويل.

(2) أثر اللوائح البيئية والوفرة:

بالنسبة للدول المتقدمة، والتى من المتوقع أن تكون ذات معدل دخل نسبى مرتفع، بالتالى لوائح بيئية أكثر صرامةً و تشدداً، ومعدل (رأس المال/العمل) النسبى مرتفع، بالتالى تتخصص فى السلع كثيفة رأس المال الوفير والملوثة للبيئة، يوضح الجدول (6)، أن أثر التفاعل بين دخلها النسبى

وتحرير التجارة LnO.(RY) (وهو ما يقيس اللوائح البيئية على التلوث)، جاء معنوياً وسالباً θ_6 0.53-. وهذه النتيجة متوقعة، حيث يوجد أثر للوائح البيئية الصارمة على تخفيض التلوث فى الدول المتقدمة. وكما يوضح الجدول (3)، فقد جاء أثر التفاعل بين معدل (رأس المال/العمل) النسبى وتحرير التجارة LnO.(KL) على التلوث، موجباً ومعنوياً θ_7 0.8=، أى يوجد أثر لوفرة عنصر رأس المال على زيادة التلوث فى الدول المتقدمة.

رابعاً: الأثر الصافى (المباشر وغير المباشر) لتحرير التجارة على تلوث البيئة:

يوضح جدول (7)، أن الأثر الصافى (المباشر وغير المباشر) لتحرير التجارة كان ضاراً بالبيئة، ويزيد من انبعاثات غاز CO_2 فى الأجل الطويل فى كل من الدول النامية والمتقدمة، ولكنه كان أشد ضرراً بالبيئة فى الدول المتقدمة مقارنة بالدول النامية، حيث أن تغيراً قدره 1% فى القوى المرتبطة بتحرير التجارة، والمتمثلة فىأثر كلٍ من الحجم- التكنولوجيا-الهيكل، واللوائح والوفرة، يؤدى إلى زيادة انبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون بمعدل 0,38% فى الدول النامية وبمعدل 8% تقريباً فى الدول المتقدمة.

جدول (7): الأثر الصافى (المباشر وغير المباشر) لتحرير التجارة على تلوث البيئة فى الأجل الطويل

	الأثر	الدول النامية	الدول المتقدمة
الأثر غير المباشر لتحرير التجارة	الحجم - التكنولوجيا	4.49	63.95
	الهيكل	-4.01	-55.90
الأثر المباشر لتحرير التجارة	كثافة التجارة	-0.14	-0.36
	اللوائح والتكنولوجيا	غير معنوي	-0.53
	الهيكل والوفرة	0.04	0.8
الأثر الصافى		0.38	7.96

المصدر : من جدول (4) وجدول(6)

وتفسير ذلك التباين، هو أن حجم النشاط الاقتصادى مقاساً بالناتج المحلى الإجمالى كبير جداًفى الدول المتقدمة مقارنةً بالدول النامية، وهو ما يترتب عليه زيادة استهلاك الطاقة، بالتالى فإن أثر الحجم الذي يزيد من الانبعاثات الملوثة كبير جداً، وهكذا يسيطرأثر الحجم المترتب على تحرير التجارة (كأثر غير مباشر)، على أثر الهيكل والتكنولوجيا المرتبطين بتحرير التجارة بشكل مباشر أو غير مباشر، مما زاد من التلوث فى حالة الدول المتقدمة خلال الفترة (1979-2021).

6 -الخلاصة والنتائج:

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الآثار طويلة الأجل لتحرير التجارة على التلوث البيئى، مقاساً بمتوسط نصيب الفرد من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون **CO_2**، لـ 14 دولة متقدمة و15 دولة نامية، خلال الفترة (1979-2021). وركزت هذه الدراسة أولاً على الإطار النظرى الذى طورته دراسة (Antweiler et al., 2001)، التى مثلت إحدى الإسهامات النظرية المهمة فى تحليل وتفكيك الأثر البيئى لتحرير التجارة، إلى أثر الحجم Scale والتقنية Technique والهيكل Composition.

وباستخدام 5 اختبارات لجذر الوحدة لاختبار سكون سلاسل البيانات المقطعية، اتضح أن المتغيرات بعضها ساكن من الرتبة صفر I(0)، وبعضها غير ساكن ومتكامل من الرتبة I(1)، ونظراً لاختلاف رتب تكامل السلاسل بين I(0) وI(1)، فإن طريقة التقدير باستخدام Pooled Mean-Group (PMG)، للتوزيعات المبطأة ARDL تعتبر مناسبة وسوف تعطى مقدرات مقبولة.

وباستخدام طريقة متوسط المجموعات المدمجة **(PMG-ARDL)**، تم تقدير مرونات الأجل الطويل للمتغيرات التى تعكس أثر الحجم، الذي يزيد من التلوث البيئى، وأثر التكنولوجيا، الذى يخفض مستوى التلوث، وأثر الهيكل، الذى يتوقف أثره على درجة الانفتاح، ومدى وفرة عناصر الإنتاج واللوائح البيئية فى دول العينة كمجموعتين نامية ومتقدمة، كما اتضح وجود علاقة توازنية فى الأجل الطويل بين متغيرات الدراسة.

<u>وخلصت الدراسة إلى</u> النتائج التالية:

أولاً: إنطباق الفرضية الأولى والثانية على الدول النامية والدول المتقدمة، حيث جاء أثر الحجم المرتبط بتحرير التجارة سالباً على جودة البيئة، وجاء أثر التكنولوجيا المرتبط بتحرير التجارة موجباً على جودة البيئة، لأن أثر متوسط نصيب الفرد من الناتج (أثر الحجم)، على متوسط نصيب الفرد من انبعاثات **CO2** كان موجباً، أى يؤدى إلى زيادة مستوى التلوث، بينما جاء أثر مربع متوسط نصيب الفرد من الناتج (أثر التكنولوجيا) سالباً، أى يؤدى إلى خفض مستوى التلوث فى الدول النامية والدول المتقدمة.

ولكن الأثر الصافى للحجم والتكنولوجيا كان سالباً على جودة البيئة، أى يؤدى إلى زيادة مستوى التلوث فى الدول النامية والدول المتقدمة.

ثانياً: فيما يخص الفرضية الثالثة، فقد جاء الأثر الصافى للهيكل ومزيج المنتج والوفرة المرتبط بتحرير التجارة (سواء كان مباشراًأوغير مباشراً)، موجباًعلى جودة البيئة، حيث أن أثر معدل (رأس المال/العمل) والمؤشرات المرتبطة به، على متوسط نصيب الفرد من انبعاثات CO_2 كان سالباً، أى يؤدى إلى خفض مستوى التلوث، فى الدول النامية والدول المتقدمة.

ثالثاً: أن زيادة درجة تحرير التجارة الخارجية، مقاسةً بنسبة مجموع الصادرات والواردات إلى الناتج المحلى الإجمالى، تؤدى إلى انخفاض انبعاثات غاز CO_2 بالدول النامية والدول المتقدمة.

رابعاً: عدم انطباق الفرضية الرابعة، حيث كان الأثر الصافى لتحرير التجارة (المباشر وغير المباشر) سلبياً على جودة البيئة فى الأجل الطويل فى الدول النامية والدول المتقدمة، كما كان الأثر السالب لتحرير التجارة على البيئة قوياً فى الدول المتقدمة مقارنةً بالأثر على الدول النامية.

التوصيات:

- يجب العمل على ضرورة سن قوانين وتشريعات صارمة، تكون فوق القوميات، لها صفة الإلزام، على كل الدول، متقدمة ونامية، وأن تبدأ بالموضوعات المتفق عليها دولياً مثل: وقف دعم الوقود الأحفورى، وتحديد سعر الكربون، والتقليل من استخدام الفحم وإلزام الدول بتبنى التكنولوجيا النظيفة، وتقديم حوافز لها للاستثمار فى البحوث والتطوير.

- توظيف مؤتمر المناخ الذي يعقد سنوياً بتحديد آليات ملزمة للدول المتقدمة –والتى تعد سبباً فى التلوث- بأن تتحمل مسئوليتها تجاه الدول النامية، سواء بتعويض بعض الأضرار والخسائر التى تقع على الدول النامية، أو تقديم المعونات اللازمة (فنية وتكنولوجية وغيره) للتخلص من آثار التلوث أهمها النفايات الضارة.

- التعاون الدولى والإقليمى والثنائى لمشاركة التقنيات المطلوبة لتحسين جودة البيئة.

- يجب أن تأخذ البحوث المستقبلية فى اعتبارها مؤشرات الانبعاثات الأخرى ذات الصلة مثل: البصمة البيئية وثانى أكسيد النيتروجين وثانى أكسيد الصوديوم والهيدروجين الأخضر ومعدن الليثيم ودوره فى تحقيق تكنولوجيا نظيفة وغيرها، كذلك ضروررة العمل على توسيع نطاق البحوث لتشمل تجارة السلع البيئية.

- بما أنه لا يوجد إجماع على نتيجة واحدة وقاطعة تؤكد العلاقة بين التجارة وانبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون، لذا يجب على الدول والجهات البحثية إجراء المزيد من البحوث التى تتناول جميع جوانب تلك الظاهرة ، وأن تتسم تلك البحوث بالدورية والاستمرار، لضمان عدم وجود فوارق زمنية بعيدة للوقوف على كل المستجدات.

المراجع

قائمة المراجع باللغة العربية:

عليوة، زينب توفيق السيد، (2016)، أثر التجارة الدولية والاستثمار الأجنبى المباشر كمؤشرات للنمو الاقتصادى على التلوث البيئي مع إشارة إلى الحالة المصرية، مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، مجلد17، العدد (1)، ص ص: 43-83.

قائمة المراجع باللغة الإنجليزية:

-Ali, S, Dogan, E, Chen, F., &Khan, Z. (2020). International Trade and Environmental Performance in Top Ten-Emitters Countries: The Role of Eco-Innovation and Renewable Energy Consumption, **Sustainable Development**, Vol.28.

-Al-Mulali U., Weng-Wai C., Sheau-Ting L., &Mohammed A-H. (2015). Investigating the Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis by Utilizing the Ecological Footprint as An Indicator of Environmental Degradation, **Ecological Indicarors**, Vol.48, PP: 315–323.

-Antweiler, W., Copeland, B. R., &Taylor, M. S. (2001). Is Free Trade Good for the Environment? **American Economic Review**, Vol. 91, No.4, PP: 877–908.

-Apergis, N& Payne, J. E.(2014). The Causal Dynamics Between Renewable Energy, Real GDP, Emissions and Oil Prices: Evidence from OECD Countries, **Applied Economics**, Vol.46, No.36, PP:4519-4525.

-Bakhsh, K., Rose, S., Ali, M. F., Ahmad, N., & Shahbaz, M. (2017). Economic Growth, CO2 Emissions, Renewable Waste and FDI Relation in Pakistan: New Evidences from 3SLS. **Journal of Environmental Management**, Vol.196, PP: 627-632.

-Bekmez, S. & F. N.Ozsoy. (2016). TheRelation Between Environmental Pollution and Trade: A Panel Data Analysis, **Journal of Agriculture and Environment for International Development, JAEID**, Vol.110, No.1.

-Breitung, Jörg. (2000). The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data, in B. Baltagi (ed.), **Advances in Econometrics**, Vol. 15:

Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels, Amsterdam: JAI Press, PP: 161–178.

-Chen L; Li W; Yuan K; &Zhang X. (2022). Can Informal Environmental Regulation Promote Industrial Structure Upgrading? Evidence from China, **Applied Economics**, Vol.54,PP: 2161-2180.

-Chen, M., Sinha, A., Hu, K., &Shah, M. I. (2021). Impact of Technological Innovation on Energy Efficiency in Industry 4.0 Era: Moderation of Shadow Economy in Sustainable Development, **Technological Forecasting and Social Change**, Vol. 164.

-Cole , M.A.,& R.J.R. Elliott, (2003). Determining the Trade-Environment Composition Effect: The Role of Capital, Labor and Environmental Regulations, **Journal of Environmental Economics and Management**, Vol.46, No.3, PP: 363-383.

-Cole M.A. (2006). Does Trade Liberalization Increase Energy Use?, **Economics Letters**, Vol.92, No.1, PP:108–112.

-Copeland, Brian R.,&M. Scott Taylor, (2001). International Trade and the Environment: A Framework for Analysis, **National Bureau of Economic Research Working Paper**, 8540.

-Copeland, Brian R.,&M. Scott Taylor, (2004). Trade, Growth, and the Environment, **Journal of Economic Literature**, Vol. 42, PP: 7–71.

-DemissewBeyene S., &Kotosz, B. (2020). Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis:An Empirical Study for East African Countries, **International Journal of Environmental Studies**, Vol.77, No.4, PP: 636-654.

-Dian M.Sandahl&Robert Robertson, (1989).Social Determinants of Environmental, Concern: Specification and Test of the Model, **Environment And Behavior**, Vol.21, No.1, PP: 57-81.

-Ding, Q., Khattak, S. I., &Ahmad, M. (2020). Towards Sustainable Production and Consumption: Assessing the Impact of Energy Productivity and Eco-Innovation on Consumption-Based Carbon Dioxide Emissions (CCO2) in **G-7 Nations, Sustainable Production and Consumption**,Vol. 27, PP:254-

268.

-Dogan, E& Ozturk, I. (2017). The Influence of Renewable and Nonrenewable Energy Consumption and Real Income on CO_2 Emissions in the USA: Evidence from Structural Break Tests, **Environmental Science and Pollution Research**, Vol.24,No.11, PP: 10846-10854.

-David Dollar &AartKraay, (2004). Trade, Growth, and Poverty, **The Economic Journal**, Vol.114. No.493, PP: 22-49.

-Dong J., Dou Y., Jiang Q.,& Zhao J. (2022). Can Financial Inclusion Facilitate Carbon Neutrality in China? **The Role of Energy, Efficiency Energy**, Vol.251.

-Dong, K ،.Dong, X., &Jiang, Q. (2020). How Renewable Energy Consumption Lower Global CO2 Emissions? Evidence from Countries with Different Income Levels, **The World Economy**, Vol.43, PP: 1665-1698.

-Dong, K ،.Hochman, G., &Timilsina, G. R. (2020). Do Drivers of CO_2 Emission Growth Alter Overtime and by the Stage of Economic Development? **Energy Policy**,Vol.140.

-Eléazar, Z. (2015). CO_2 Emissions, Growth, Energy Consumption and Foreign Trade in Sub-Sahara African countries, **document de Travail Working Paper**, EA 4272.

-Erdogan, Seyfettin, (2021). Dynamic Nexus between Technological Innovation and Building Sector Carbon Emissions in the BRICS Countries, **Journal of Environmental Management**, Vol. 293.

-Frankel, J & A. Rose, (2005). Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting out the Causality, **Review of Economics and Statistics**, Vol.87, No. 1, PP: 85- 91.

-Frankel, J & D. Romer, (1999). Does Trade Cause Growth? **American Economic Review**, Vol.89, No.3, PP: 379-399.

-Grossman, Gene M & Alan B. Krueger, (1993). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, in Peter Garber, editor, "**The U.S.-Mexico Free Trade Agreement**", Cambridge: MIT Press.

-Grossman, Gene M & Alan B. Krueger, (1995). Economic Growth and the Environment, **Quarterly Journal of Economics**, Vol.110, PP: 353-357.

-Gyamfi, B. A., Onifade, S. T., Nwani, C., &Bekun, F. V. (2021). Accounting for the Combined Impacts of Natural Resources Rent, Income Level, and Energy Consumption on Environmental Quality of G7 Economies: A Panel Quantile Regression Approach, **Environmental Science and Pollution Research**,Vol.13, No.1, PP: 2806-2816.

-Gyamfi, B. A.,Onifade, S. T., Bekun, F. V.,&Altuntaş, M. (2022). Significance of Air Transport to Tourism-Induced Growth Hypothesis in E7 Economies: Exploring the Implications for Environmental Quality **.Tourism, An International Interdisciplinary Journal**, Vol.70,No.3, PP:339-353.

-Hussain, M., Mir, G. M., Usman, M., Ye, C., &Mansoor, S. (2020). Analysing the Role of Environment-Related Technologies and Carbon Emissions in Emerging Economies: A Step Towards Sustainable Development, **Environmental Technology**, Vol.41, PP:1-24.

-Im, K. S., M. H. Pesaran., &Y. Shin, (2003). Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels, **Journal of Econometrics**, Vol.115, PP: 53–74.

-Jaffe, A. B., &Palmer, K. (1997). Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study, **Review OfEcononics and Statistics**, Vol.79, No.4, PP: 610-619.

-Katircioğlu ST., &Taşpinar N. (2017). Testing the Moderating Role of Financial Development in an Environmental Kuznets Curve: Empirical Evidence from Turkey,**Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Vol.68, PP: 572–586.

-Komail, T.,& S. Younespour, (2012). The Effect of Trade Openness on Environmental Quality: Evidence from Iran's Trade Relations with the Selected Countries of the Different Blocks, **Iranian Economic Review**, Vol.16, No.32.

-Levin, A., C. F. Lin., &C. Chu, (2002). Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-SampleProperties, **Journal of Econometrics**,

Vol.108, PP:1–24.

-Li, J., Li, X.P.,&Hao, L.F. (2021). Impact of Dual Environmental Regulations on Carbon Emission Intensity under the Constraint of Technological Innovation, **China Popul. Res. Environ**, Vol.31, PP: 34-44.

-Li, X., Shu, Y.,& Jin, X. (2022). Environmental Regulation, Carbon Emissions and GreenTotal Factor Productivity: A Case Study of China, **Environ. Dev. Sustain**, Vol.24, PP: 2577-2597.

-Lopez, R & Mitra, S. (2000). Corruption, Pollution and the Environmental kuznets Curve, **Journal ofEnvironmental Economics and Management**, Vol.40, No.2, PP:137-150.

-Managi S., A, Hibiki., & T. Tsurumi, (2008). Does Trade Liberalization Reduce Pollution Emissions? **RIETI Discussion Paper Series**, No.08-E-013.

-Muhammad, Jawad Sajid., &Ernesto D.R. (2021). The Role of Labor and Capital in Sectoral CO2 Emissions and Linkages: The Case of China, India and the USA, **Ecological Indicators**, Vol.131.

-Nazier, Hanan.,& Mona Esam, (2012). Environmental Impacts of Trade Liberalization: The Case of Egypt, **Journal of Development and Economic Policies**, Arab Planning Institute, Vol.14, No.2, PP: 37- 62.

-OWID, (2022). The Complete Our World in Data, CO_2 and Greenhouse Gas Emissions Dataset, **by Pablo Rosado, Hannah Ritchie and Edouard Mathieu**.

-Peng, B., Yan, W., Elahi, E., & Wan, A. (2021b). Does the Green Credit Policy Affect the Scale of Corporate Debt Financing? Evidence from Listed Companies in Heavy Pollution Industries in China, **Environ. Sci. Pollut. Res,** PP: 1-13.

-**Penn World Table, Version 10.0** :(http: //pwt.econ.upenn.edu/php_ site / pwt63/pwt63_form .php).

-Pesaran, M. H., Y. Shin.,& R. P. Smith, (1977). Estimating Long-run Relationships in Dynamic Heterogeneous Panels, **DAE Working Papers Amalgamated Series,** No.9721.

-Pesaran, M. H., Y. Shin., &R. P. Smith, (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels, **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 94, PP:621-634.

-Porter, M. E.,&Linde, C. V. d. (1995). Toward A New Conception of the Environment- Competitiveness Relationship, **Journal of Economic Perspectives**, Vol.9, No.4,PP:97-118.

-Porter, M. E. (1991). Essay, **Scientific American**, Vol.246, No.168.

-Ramadan El, A.M., &Kamel, M.M. (2019). The Relationship Between Economic Growth and Environmental Pollution: Testing The Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Egypt. **Available online.**

-Shahbaz M., Li J., Dong X.,& Dong K. (2022). How Financial Inclusion Affects the Collaborative Reduction of Pollutant and Carbon Emissions: The Case of China, **Energy Economics**, Vol.107.

-Shahbaz, M., Alam, M.M., Uddin, G.S., &Nanthakumar, L. (2016). The Effect of Scale, Technique, Composition and Trade Openness on Energy Demand: Fresh Evidence from Malaysia, **Bulletin of Energy Economics**, Vol 4, No.3, PP: 280-296.

-Shahbaz, M., Nasir, M. A., Hille, E., &Mahalik, M. K. (2020). UK's Net-zero Carbon Emissions Target: Investigating the Potential Role of Economic Growth, Financial Development, and R**&**D Expenditures Based on Historical Data (1870–2017), **Technological Forecasting and Social Change**,Vol.161.

-Sheng, X., Peng, B., Elahi, E., &Wei, G. (2019). Regional Convergence of Energy-Environmental Efficiency: From the Perspective of Environmental Constraints, **Environmental Science and Pollution Research**, Vol.26,PP: 25467-25475.

-Sinha, A., Sengupta, T., &Alvarado, R. (2020). Interplay Between Technological Innovation and Environmental Quality: Formulating the SDG Policies for Next 11 Economies, **Journal of Cleaner Production**, Vol.242.

-Sohag, K., Al Mamun, M., Uddin, G. S., &Ahmed, A. M. (2017). Sectoral

Output, Energy Use, and CO_2 Emission in Middle-Income Countries, **Environmental Science and Pollution Research**, Vol. 24, No.10, PP: 9754-9764.

-Su, C. W., Naqvi, B., Shao, X. F., Li, J. P., &Jiao, Z. (2020). Trade and Technological Innovation: The Catalysts for Climate Change and Way Forward for COP21, **Journal of Environmental Management**, Vol.269.

-Wang, F., Cai, W., &Elahi, E. (2021). Do Green Finance and Environmental Regulation Play A Crucial Role in the Reduction of CO_2 Emissions? An Empirical Analysis of 126 Chinese Cities, **Sustainability**, Vol.13.

-World DevelopmentIndicators, (2022).

-Xiong, B., &Wang, R. (2020). Effect of Environmental Regulation on Industrial SolidWaste Pollution in China: From the Perspective of Formal Environmental Regulation and Informal Environmental Regulation, **IJERPH,** Vol.17 **.**

-Yao, Hongxing., Olivier, Joseph., Abban, Alex., Dankyi, Boadi., Evans Takyi.,&AnkomahAsare, (2021). Exploring the Relationship Between Economic Growth, Energy Consumption, Urbanization, Trade, and CO_2 Emissions: A PMG-ARDL Panel Data Analysis on Regional Classification Along 81 BRI Economies, Environmental Science and Pollution Research. **Online**.

-Zaman, R. (2012). CO_2 Emissions, Trade Openness and GDP Per Capita: Bangladesh Perspective, **MPRA Paper**, No. 48515.

-Zameer, H., Yasmeen, H., Zafar, M. W., Waheed, &A., Sinha, A. (2020). Analyzing the Association Between Innovation, Economic Growth, and Environment: Divulging the Importance of FDI and Trade Openness in India, **Environmental Science and Pollution Research,** Vol.27, No23, PP: 29539-29553.

Direct and Indirect Impacts of Trade Liberalization on Environmental Pollution: Pooled Mean Group of Autoregressive Distributed Lag Approach

Dr: Refaat Mohamed El-Sagheer Ahmed

Assistant Professor of Economics
Abbassia Institute for Computer Science
and Managerial Science
Arab Republic of Egypt

Abstract

This study aims to estimate the long- run direct and indirect impacts of trade liberalization on the level of environmental pollution as measured by CO_2 emissions. The study utilizes Pooled Mean Group Autoregressive Distributed Lag (PMG/ARDL) estimator, for 14 developed countries and 15 developing countries, during the period 1979 to 2021. With regard to the indirect effects, the study concluded that the scale effect was negative, the technique and composition effects was positive, but the net impact of scale, technology and structure was negative on the quality of the environment, for both developed and developing countries.

With regard to the indirect effects, the study concluded that: the level of pollution decreased by increasing the trade intensity, while the composition and abundance effect was negatively on the level of pollution. As for the impact of environmental regulations and technology effets was positive on the environment for developed countries only.

Finally, the net impact of trade liberalization (direct and indirect) was negative on the environment, for developing and developed countries, put the negative impact of trade liberalization was strongest for developed countries compared by the same effect on developing countries.

Keywords: Scale; Composition; Technology Effect; Trade Liberalization; Environment Quality; PMG.