تأثير الانفتاح التجاري على انبعاثات الكربون في الولايات المتحدة والصين ومصر

د. هبة الله أحمد سيد أحمد سليمان
مدرس الاقتصاد
كلية إدارة الأعمال والتسويق الدولي
جامعة سيناء
جمهورية مصر العربية

د. حسام الدين محمد عبد القادر أحمد
مدرس الاقتصاد
كلية التجارة
جامعة عين شمس
جمهورية مصر العربية

الملخص

تحاول هذه الورقة قياس تأثير كل من الانفتاح التجاري، والتنمية الاقتصادية، والاستثمار الأجنبي المباشر، واستهلاك الطاقة، والتحضر على البيئة باستخدام بيانات السلاسل الزمنية Time Series خلال الفترة 1982-2013 في حالات دول الولايات المتحدة، والصين، ومصر، وذلك من خلال اتباع أسلوب Engle-Granger Two-Step Model لاختبار العلاقة طويلة الأجل بين المتغيرات والعلاقة الديناميكية في الأجل القصير، من خلال تطبيق نموذج تصحيح الخطأ (Error Corection Method - ECM). وقد أوضحت النتائج أن السبب الرئيس في خفض انبعاثات الكربون في الولايات المتحدة (دولة متقدمة) هو صافي التجارة الدولية. أما بالنسبة للصين ومصر- من الدول النامية- فنلاحظ أنهما ملاذ للتلوث، حيث إن صافي التجارة والاستثمار الأجنبي يؤديان إلى زيادة الانبعاثات؛ مما يوضح تسرب الكربون من الولايات المتحدة إلى دول أخرى، وكذلك تدعم النتائج فرضية منحنى «كوزنتس» البيئي.

الكلمات المفتاحية: *الانفتاح التجاري - انبعاثات الكربون - تغير المناخ - نموذج تصحيح الخطأ ECM.*

المقدمة

أصبحت قضية التغير المناخي من القضايا المهمة، سواء على المستوى المحلي أو الدولي. وقد زاد الاهتمام بهذه القضية في ظل النظام التجاري العالمي الحالي حول افتراض التعارض المحتمل ما بين تحقيق منافع التجارة ووضع البيئة تحت مخاطر عديدة، بسبب المخاوف من أن المزيد من التجارة والنشاط الاقتصادي المتمثل في زيادة التصنيع قد يؤدي إلى زيادة واضحة في استخدام الطاقة. وكذلك زيادة الانبعاثات السامة وظهور العديد من المشكلات البيئية، والتي منها التغير المناخي. كما إن المنافسة الناجمة عن التجارة الحرة قد تضغط على الحكومات لخفض المعايير البيئية، وكذلك فإن اتفاقيات التجارة الدولية قد تمنع الحكومات من سن لوائح وقوانين معينة للبيئة (Low et al., 2012: 485).

ويضيف التكامل الاقتصادي العالمي طبقة جديدة من التعقيد إلى السياسة البيئية الوطنية (Ackerman, et al., 2007: 44-55)، حيث يؤدي الحجم الكبير والمتزايد للتجارة الدولية إلى الانفصال الجغرافي بين استهلاك المنتجات والتلوث المنبعث خلال عملية إنتاج هذه المنتجات. وهذا يعطي آلية للمستهلكين لنقل التلوث البيئي من أماكن استهلاكهم إلى أماكن أخرى لديها تشريعات بيئية ضعيفة، وبالتالي يوجد خطر من تنامي قضية تسرب الكربون Carbon Leakage، كما هو واضح من النمو السريع في كل من الإنتاج والانبعاثات من CO_2 في الصين (Peters & Hertwich, 2008:1401)، حيث إنه في السنوات الأخيرة، وتمشيًا مع قوى التوسع الاقتصادي، أظهرت الصين نموًا كبيرا في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث ارتفعت الانبعاثات من 1450مليون طن عام 1980 إلى 9023 مليون طن عام 2013، وهو ما يمثل 28 % من الانبعاثات العالمية. وكذلك أصبحت الصين أول مصدَر على مستوى العالم للمنتجات الصناعية. وقد تزامن

* تم استلام البحث في نوفمبر 2017، وقبل للنشر في مارس 2018، وتم نشره في مارس 2020.
(معرف الوثائق الرقمي): DOI: 10.21608/aja.2020.76527

ذلك مع انخفاض انبعاثات الكربون من الولايات المتحدة التي كانت أول منتج للكربون على مستوى العالم من 5702 مليون طن عام 2005 إلى 5119 مليون طن عام 2013 (IEA, 2015). وهو ما يثير التساؤل حول ما إذا كان قد تم خفض الانبعاثات نتيجة تنفيذ الالتزامات المفروضة طبقًا لبروتوكول «كيوتووهي» - من دول المجموعة الأولى (المرفق الأول) - أم نتيجة نقل الأنشطة كثيفة الكربون إلى الدول النامية، والتحول إلى استيرادها بدلًا من تصديرها.

ويلاحظ توجه الولايات المتحدة الأمريكية نحو إعادة هيكلة قطاع الصناعة بالابتعاد عن الصناعات التحويلية كثيفة الاستهلاك للطاقة نحو الخدمات والأنشطة القائمة على المعلومات، حيث إن العديد من الصناعات التي كانت تنتج في الولايات المتحدة أصبحت الآن تصنع في الخارج ويتم استيرادها. وقد وجدت دراسة (Zhao et al., 2016: 1-5)خلال الفترة 1995-2009 أن هناك زيادة مستمرة في اختلال الميزان التجاري للكربون، حيث إن انبعاثات الكربون في الصادرات الصينية إلى الولايات المتحدة كانت أكبر، مقارنة مع الانبعاثات من صادرات الولايات المتحده إلى الصين. وبناء على ذلك لا تعتمد السيطرة على الانبعاثات الكربونية العالمية فقط على تحسين كفاءة الإنتاج من جانب الصين، ولكن أيضًا على تخفيض الاستهلاك، حيث إن الدول المتقدمة مستهلك صافي لمنتجات التجارة الدولية من السلع الأكثر تلوثًا للبيئة، في حين أن الدول النامية هي المنتج الصافي لهذه السلع. وبالتالي فإن زيادة التركيز على التجارة الدولية في مفاوضات المناخ من الممكن أن تمثل ضغطًا على الصين لتحسين الملف البيئي، ويجب على السلطات في الدول المتقدمة أن تأخذ زمام المبادرة في نقل التكنولوجيا منخفضة الكربون إلى البلدان النامية (Guan et al., 2008: 633).

ويحاول البحث استكشاف العلاقة ما بين الانفتاح التجاري وتنامي التجارة الدولية وانبعاثات ثاني أكسيدالكربون. وقد تم اختيار ثلاث دول لإجراء النماذج القياسية عليها، وهي الولايات المتحدة الأمريكية والصين، لأنهما تستحوذان على النصيب الأكبر من التجارة الدولية وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، كما تمت إضافة دولة مصر باعتبارها دولة نامية من فئة الدخل المتوسط التي تتماثل مع حالتها عدة دول.

خطة الدراسة

يقسم البحث في الجزء التالي إلى فروض الدراسة، والدراسات السابقة، ومنهجية البحث، والبيانات وتحليلها، النماذج القياسية في الولايات المتحدة والصين ومصر. كما تتلو ذلك النتائج والتوصيات.

فروض الدراسة

تحاول الدراسة اختبار مدى صحة الفروض التالية:

- تلعب التجارة الدولية دورًا أساسيًا في حدوث ظاهرة التغير المناخي، حيث تؤدي إلى ارتفاع انبعاثات الكربون.
- إنتاج الصادرات في الدول النامية مرتفع الكربون، وغير متوافق مع الاقتصاد الأخضر.
- انخفاض انبعاثات الكربون في الولايات المتحدة يرجع إلى نقل الإنتاج كثيف الكربون إلى دول الجنوب وليس إلى جهود مكافحة المناخ مما يحد من فعالية بروتوكول «كيوتو».

الدراسات السابقة

ركزت دراسات عديدة على تأثير التجارة الدولية، والنمو الاقتصادي، والاستثمار الأجنبي المباشر، واستهلاك الطاقة، والتنمية المالية، والجودة المؤسسية على انبعاثات الكربون. ومن هذه الدراسات دراسة (Ibrahim & Law, 2015: 1)، حيث قاما بشرح دور التجارة والجودة المؤسسية في التأثير على انبعاثات CO_2 لعدد 40 دولة في جنوب صحراء إفريقيا خلال الفترة 2000-2010. وقد وجدا أن الإصلاحات المؤسسية لها دور في تحسين جودة البيئة، وترتبط آثار التجارة على البيئة بمدى جودة الإصلاحات المؤسسية، حيث إن الانفتاح التجاري له آثار سلبية على البيئة في الدول ذات الإصلاحات المؤسسية الضعيفة، ومفيد للبيئة في الدول ذات الإصلاحات المؤسسية المرتفعة، وهذا يعني أن الإصلاحات المؤسسية تعد من المتطلبات الأساسية في البلدان ذات الجودة المؤسسية المنخفضة لتفعيل التأثير المفيد للتجارة على البيئة، وعند تنفيذ الانفتاح التجاري في إطار مؤسسي سليم يحتمل أن يجلب معه المزيد من النمو ويحسن وضع البيئة.

قام (Zakarya et. al., 2015: 114) بتحليل التفاعلات التي قد تكون موجودة بين إجمالي استهلاك الطاقة والاستثمار الأجنبي المباشر والنمو الاقتصادي وانبعاثات CO_2 في دول البريكس BRICS للفترة الزمنية 1990- 2012، ووجدوا أن هناك علاقة تكامل مشترك Co-integration بين انبعاثات CO_2 والمتغيرات الاقتصادية سالفة الذكر. ويؤثر الاستثمار الأجنبي المباشر FDI تأثيرا مباشرًا على النمو الاقتصادي، كما لم يجدوا تأثيرا مباشرًا على انبعاثات CO_2؛ مما يعني أن FDI يلعب دورًا هامًا في النمو الاقتصادي المستمر في المنطقة وفي الحد من الانبعاثات، من خلال تطوير مصادر الطاقة المتجددة، وزيادة نقل التكنولوجيا الجديدة منخفضة الكربون من خلال الشركات الأجنبية للحد من الضرر البيئي.

وفي دراسة (Jalil, 2014: 1) كان الهدف هو الوصول إلى محددات انبعاث CO_2 في 18 بلدًا في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا خلال الفترة من 1971-2009، ووجد الباحث تأثيرا كبيرا لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، واستهلاك الطاقة من الوقود الأحفوري، والاستثمار الأجنبي المباشر، والإنتاج الزراعي- على زيادة انبعاثات الكربون في المنطقة.

كما قام (Ozturk & Acaravci, 2013: 262) بدراسة العلاقة السببية بين التنمية المالية، والتجارة الدولية، والنمو الاقتصادي، واستهلاك الطاقة، وانبعاثات الكربون في تركيا للفترة 1960-2007. ووجدا أن زيادة التجارة تؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من الانبعاثات، وتدعم النتائج فرضية منحني «كوزنتس» البيئي التي تعني أن الانبعاثات تزداد في البداية مع زيادة الدخل إلى أن تصل إلى نقطة الاستقرار، ومن ثم تنخفض.

وفي دراسة (Farhani et al., 2013: 1)تمت دراسة العلاقة بين انبعاثات الكربون، والناتج المحلي الإجمالي، واستهلاك الطاقة، والانفتاح التجاري، والتحضر في 11دولة من الشرق الأوسط وشمال إفريقيا خلال الفترة 1980-2009. ووجدوا أن المزيد من استخدام الطاقة، وارتفاع الناتج المحلي الإجمالي، والمزيد من الانفتاح التجاري يؤدي إلى زيادة انبعاثات CO_2. وينبغي لبلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا البحث في أفضل سياسة لتحقيق الاستقرار في نمو الناتج المحلي الإجمالي والانفتاح التجاري، والتي تمكن أيضًا من التحكم في الزيادة المستمرة في استهلاك الطاقة.

وبالنسبة لـ (Shahbaz et al., 2013: 1452)، فقد قاموا بدراسة تأثير التنمية المالية، والنمو الاقتصادي، واستهلاك الفحم، والانفتاح التجاري على البيئة خلال الفترة 1965-2008، في جنوب إفريقيا. وتوضح النتائج أن زيادة النمو الاقتصادي تؤدي إلى زيادة انبعاثات الكربون، بينما التنمية المالية تخفضها، واستهلاك الفحم له تأثير معنوي على تدمير البيئة، والانفتاح التجاري يحسن جودة البيئة.

ولقد قام (Al-Mulali, 2012: 564)بالتحقق من العوامل الرئيسة التي تؤثر على انبعاثات CO_2 في 12 بلدًا في الشرق الأوسط خلال الفترة 1990-2009، ووجد أن إجمالي استهلاك الطاقة الأولية (الفحم، والنفط، والغاز الطبيعي)، وصافي تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر، والناتج المحلي الإجمالي، وإجمالي التجارة من العوامل المهمة في زيادة انبعاثات CO_2. وبالتالي فمن المهم لهذه الدول دراسة متطلبات الاستثمار الأجنبي لتعزيز حماية البيئة وزيادة نقل التكنولوجيا من خلال الشركات الأجنبية؛ للحد من الضرر البيئي، واتخاذ التدبيرات والسياسات ذات الصلة بالتجارة لزيادة حماية البيئة، حيث إن زيادة إجمالي التجارة تؤدي إلى زيادة انبعاثات CO_2.

وفي دراسة (Li & Hewitt, 2008: 1907) تم تقدير انبعاثات الكربون من التجارة بين الصين والمملكة المتحدة عام 2004، ووجدا انخفاضًا في انبعاثات الكربون في المملكة المتحدة بنحو 11 %، وهو ما يعادل 69 مليون طن بسبب الواردات من الصين. وبلغت انبعاثات الصين من الصادرات للمملكة المتحدة 186 مليون طن بسبب زيادة كثافة الكربون وعمليات الإنتاج غير الكفء نسبيًا في قطاع الصناعة الصيني. ونتج عن التجارة بين الصين والمملكة المتحدة إضافة 117 مليون طن انبعاثات كربون للانبعاثات العالمية وهو ما يمثل 0.4 %. مما يشير إلى أن التجارة الدولية لها تأثير واضح على البيئة يتمثل في تزايد الانبعاثات العالمية من الغازات الدفيئة.

وبالنسبة لـ (Ackerman et al., 2007: 4455)، فإن هدف الدراسة هو تحليل انبعاثات الغازات الدفيئة من التجارة بين الولايات المتحدة واليابان عام 1995. ووجدوا أن التجارة بين اليابان والولايات المتحدة خفضت انبعاثات الكربون الصناعية في الولايات المتحدة بنحو 14.6 مليون طن مكافئ CO_2، وارتفعت الانبعاثات في اليابان بنحو 6.7 مليون طن. والتجارة بين البلدين على المستوى العالمي أدت إلى تجنب 7.9 مليون طن، وهذه الكمية أقل من 1 % من إجمالي انبعاثات الكربون في كلا البلدين، وقد تخفض الصناعة في الولايات المتحدة انبعاثات الكربون بأكثر من النصف إذا اتبعت الأداء البيئي نفسه في اليابان.

يختلف البحث الحالي عن الدراسات السابقة التي أجريت من حيث إن الدراسة الحالية تحاول تقدير تأثير كلٍ من استهلاك الطاقة، والنمو الاقتصادي، والاستثمار الأجنبى المباشر، والتحضر، والانفتاح التجارى على تغير المناخ، وذلك خلال الفترة الزمنية 1982-2013 بالتطبيق على الولايات المتحدة الأمريكية، والصين وجمهورية مصر العربية. مما يوضح أن الدراسة الحالية تختلف عن الدراسات السابقة من حيث المتغيرات المستخدمة والفترة الزمنية، وكذلك اختيارها لثلاث دول تمثل ثلاث مجموعات من دول العالم المتقدم والأخذ في النمو والنامي، حتى يمكن لنا الوقوف على الوضع العام في العالم.

منهجية البحث

تم استخدام بيانات السلاسل الزمنية، وذلك لأن العلاقات الاقتصادية ديناميكية وليست ساكنة، حيث تمثل السلسلة الزمنية مجموعة من قيم المشاهدات لمتغير معين مأخوذة في فترات زمنية متتالية. كما إن السلاسل الزمنية تستخدم بكثافة في دراسات الاقتصاد القياسي، وبشكل خاص في مجال الاقتصاد الكلي، وتكون أكثر فائدة في الإجابة عن الأسئلة الكمية التجريبية عندما تكون بيانات القطاع العرضي Cross Section غير كافية، ويمكن أن تفسر تأثير السببية وتعطي توقعات مقبولة. وتعد نماذج الانحدار الذاتي ذات المبطآت الموزعة (Autoregressive Distributed Lag Models- ADL) من أكثر النماذج شيوعًا واستخدامًا في السلاسل الزمنية، حيث يتم استخدام القيم السابقة للتنبؤ بالقيم المستقبلية للمتغير التابع، ولزيادة قدرة نماذج الانحدار على التنبؤ، فمن الأفضل إضافة متغيرات مفسرة أخرى (Ahmed, 2013)، وتحدد طول فترة الإبطاء الأمثل للنموذج بالاختبارات الخاصة بذلك ومن أشهرها معيار «بايز» للمعلومات Bayes Information Criterion، ومعيار «شواتز»SchwarzInformation Criterion، ومعيار «أكيكى» Akaike Information Criterion. ويكون نموذج ADL في حالة وجود مقدار ثابت وبدون اتجاه زمني كما يلي:

$$Y_t = \alpha + \sum_{j=1}^{J} \beta_j Y_{t-j} + \sum_{i=1}^{N} \sum_{k=0}^{K} \delta_{ik} X_{i,t-k} + \varepsilon_t$$

$$\forall\, i=1,2,\ldots,N \quad ,j=1,2,\ldots,J \quad ,k=0,1,\ldots,K$$

حيث إن Y المتغير التابع، X_i المتغيرات المستقلة، α الثابت، β، δ مقدرات النموذج، ε_tالخطأ المعياري.

ولكن توجد مشكلة عند التعامل مع السلاسل الزمنية، حيث إن عملية تقدير النماذج الاقتصادية الديناميكية تتطلب سكون السلسلة الزمنية للمتغيرات الاقتصادية، أي أن المتوسط والتباين للمتغير محل الدراسة لا يتغيران بشكل كبير خلال الزمن.ولكن غالبية السلاسل الزمنية للمتغيرات الاقتصادية غير ساكنة. وإذا كانت السلاسل الزمنية للمتغيرات غير ساكنة، فإن ذلك يؤدي إلى انحدار زائف Spurious Regression، مما يعني أن نتائج النموذج المقدر تكون مضللة. ولكن توجد حالة خاصة، وذلك إذا كانت السلاسل الزمنية غير المستقرة الداخلة في الانحدار تُكوِّن معًا تركيبًا خطيًا مستقرًا أو ساكنًا، وهو ما يشار إليه بأن المركب الجديد ذو تكامل من الدرجة صفر، ويكتب I(0)، كما قد يطلق عليها إزعاجات بيضاء (نظيفة) White Noise. وفي هذه الحالة يمكن الاعتماد على الإحصاءات الخاصة بالمعلمات المقدرة في كل من إحصاءات F و T، ومقارنتها بنظيراتها في الجداول الخاصة بهما (عامر، 2015: 1696). وهنا يظهر لنا مفهوم التكامل المشترك Cointegration، مما يعني أن هذه المتغيرات الغير المستقلة تكون متكاملة، أي بينها علاقة في الأجل الطويل، وهو ما يعني أن المتغيرات المفسرة تؤثر على المتغير التابع في الأجل الطويل. وتشير النظرية الاقتصادية إلى أن المتغيرات الاقتصادية في الأجل الطويل لن تنحرف بعيدًا عن المستوى التوازني لها في الأجل الطويل، في حين أنها قد تتباعد في المدى القصير عن ذلك المستوى التوازني، ونتيجة لذلك فإن العلاقة التوازنية تعود مرة أخرى من خلال قوى اقتصادية موجودة في النظام الاقتصادي مثل آلية السوق، أو تدخل الحكومة (Ahmed, 2013: 7).

ولتقدير النماذج الاقتصادية الديناميكية، يتم إجراء اختبار استقرارية السلاسل الزمنية المسماة «اختبارات جذر الوحدة Unit Root Tests»، ومن أكثر الاختبارات استخدامًا هو اختبار ديكي-فولر Dickey-Fuller (DF) Test (Ahmed, 2013: 7-8). يتمثل الفرض العدمي في H_0:φ=1 ويعني أن السلسة الزمنية غير مستقرة Nonstationary Time Series، والفرض البديل H_0:φ<1 ويعني أن السلسة الزمنية مستقرة وفقًا للمعادلة رقم (1).

$$Y_t = \varphi y_{t-1} + u_t \quad (1)$$

ويمكن أن تكتب المعادلة رقم (1) كما في المعادلة رقم (2) بالشكل التالي، وفي هذه الحالة فإن $\psi = \phi - 1$ويكون فرض العدم هو H_0:$\psi = 0$، والفرض البديل هو H_1:$\psi < 0$.

$$\Delta y_t = \psi y_{t-1} + u_t \qquad (2)$$

وقد يتضمن اختبار "ديكي فولر" ثابتًا فقط أو ثابتًا واتجاهًا، وبالتالي فإن معادلة رقم (1) يمكن كتابتها كما في المعادلة رقم 3 أو رقم 4.

$$y_t = \mu + \phi y_{t-1} + \lambda t + u_t \qquad (3)$$

$$\Delta y_t = \mu + \psi y_{t-1} + \lambda t + u_t \qquad (4)$$

ومن خلال اختبار المعنوية الإحصائية يكون فرض العدم هو $\psi = 0$ ونحصل عليه من خلال نسبة ψ المقدرة إلى الخطأ المعياري المقدر من المعادلة التالية:

$$T_{statistic} = \frac{\hat{\psi}}{\widehat{SE}(\hat{\psi})} \qquad (5)$$

ويتطلب اختبار ديكي فولر أن يكون الخطأ المعياري u_t سلسلة من الإزعاجات البيضاء، وهو ما يعني أنه لا يوجد ارتباط ذاتي بين البواقي (الأخطاء). ولكن في الحالات التي يكون فيها الخطأ به ارتباط ذاتي، يتم عمل اختبار جديد يسمى اختبار ديكي فولر الموسع Augmented Dickey-Fuller Test، حيث يتم هذا الاختبار بإضافة مبطآت للمتغيرات في المعادلة الخاصة بالاختبار. ويكون اختبار ديكي فولر الموسع كما يلي:

$$\Delta y_t = \Psi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \Delta y_{t-i} + u_t \qquad (6)$$

يوجد العديد من الاختبارات الأخرى لجذر الوحدة، ومنها Phillps-Perron (PP) test الذي يأخذ في الاعتبار احتمال الارتباط الذاتي بين البواقي، وهو اختبار يعتمد على الطرائق غير المعلمية Nonparametric، من خلال تعديل اختبار ديكي فولر، ويستخدم التوزيع الخاص به نفسه. وعلاوة على ذلك يوجد اختبار Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin(KPSS) Test وفي هذا الاختبار يكون الفرض العدمي هو أن السلاسل الزمنية مستقرة حول اتجاه محدد، حيث يفترض أن السلسلة يكون لها مجموع اتجاه محدد The sum of deterministic trend ويفترض أن الأخطاء تتبع حالة السير العشوائي وأنها مستقرة Random walk and stationary error.

إن العديد من السلاسل الزمنية للمتغيرات الاقتصادية الكلية مستقرة في الدرجة الأولى $I(1)$، وللتعامل مع السلاسل غير المستقرة يتم أخذ الفروق الأولى First Difference لهذه السلاسل، ولكن استخدام علاقات تعتمد على الفروق الأولى للسلاسل الزمنية يعني اقتصار اهتمامنا على النتائج قصيرة الأجل Short-Run Results أو حالة عدم التوازن للظاهرة محل الدراسة، ومن ثم إهمالنا للنتائج طويلة الأجل Long Run Results أو حالة التوازن التي تعتمد على ظهور المتغيرات بقيمها الفعلية كما تقتضي غالبية النظريات الاقتصادية. وبالتالي يمكن حل هذه المشكلة من خلال نماذج تصحيح الخطأ Error-Correction Model (ECM) (Ahmed, 2013, 8). وتعتمد معادلة نموذج تصحيح الخطأ على أسلوب ADL ويمكن تعديلها لتكون نموذج تصحيح خطأ كما في المعادلة التالية (Ahmed, 2013, 8-9).

$$\Delta y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{N} \sum_{K=0}^{K} \beta_{i,k} \Delta X_{i,t-K} + \theta \left(y_{t-1} - \alpha_0 - \sum \gamma_i X_{i,t-1} \right) + \varepsilon_t$$

حيث إن ($y_{t-1} - \alpha_0 - \sum \gamma_i X_{i,t-1}$) يعبر عن حد تصحيح الخطأ، ويكون γ_i مقدر معلمة التكامل بين Y و X_i ويوضح العلاقة طويلة الأجل بين المتغيرات. وتكون العلاقة في الأجل القصير بين Y و X_i تقاس بـ β_i، بينما θ توضح سرعة التصحيح التي يجب أن تكون سالبة وأصغر من الواحد الصحيح للتأثير على التوازن، مما يضمن عودة النظام إلى الاستقرار في الأجل الطويل وإزالة التشوهات والاختلالات التي حدثت في الأجل القصير.

البيانات وتحليلها

سيتم استخدام اللوغاريتم الطبيعي في توصيف العلاقة طويلة الأجل بين نصيب الفرد من انبعاثات الكربون، ونصيب الفرد من استهلاك الطاقة، ونصيب الفرد من الدخل، وصافي تدفق الاستثمار الأجنبي المباشر، والانفتاح التجاري والتحضر، وذلك بهدف تقريب السلاسل الزمنية إلى الشكل الخطي، وذلك بالنسبة للولايات المتحدة الأمريكية والصين. بينما بالنسبة لمصر تم اتباع السابق، ما عدا صافي تدفق الاستثمار الأجنبي المباشر، فلم يتم أخذ اللوغاريتم لأن السلسلة الزمنية بها أرقام سالبة، ولكن تمت قسمة الأرقام على مليار، ويمكن التعبير عن النموذج كالتالي:

$$CO_2 = f(EU, FDI, MT, UP, GDP)$$

ويتم كتابة المعادلة كما يلي

$$CO_{2t} = \beta_1 + \beta_2 EU_t + \beta_3 FDI_t + \beta_4 MT_t + \beta_5 UP_t + \beta_6 GDP_t + \varepsilon_t \qquad (1)$$

حيث إن CO_2 نصيب الفرد من انبعاثات الكربون (مقاس بالمتر/طن)، EU نصيب الفرد من استهلاك الطاقة (مقاس بالكيلو جرام مكافئ نفطي)، FDI صافي تدفق الاستثمار الأجنبي المباشر (مقاس بالأسعار الجارية للدولار الأمريكي)، GDP نصيب الفرد من الدخل (بالأسعار الثابتة 2010 للدولار الأمريكي) وذلك لتوحيد المقياس بين الدول حتى يسهل المقارنة بينهم، MT التجارة السلعية (نسبة من الناتج المحلي الإجمالي)، UP سكان الحضر (نسبة من إجمالي السكان)، ε_t الخطأ المعياري. وجميع هذه المتغيرات تم إدخالها في نموذج الولايات المتحدة ومصر، وتم استبعاد UP في نموذج دولة الصين. وقد تم الحصول على بيانات السلاسل الزمنية السنوية من مؤشرات التنمية في البنك الدولي خلال الفترة الزمنية 1982-2013.[1]

وتشير β_i إلى تقدير المرونة طويلة الأجل بين نصيب الفرد من استهلاك الطاقة، وصافي الاستثمار الأجنبي، والتجارة، وسكان الحضر، ونصيب الفرد من الدخل، ونصيب الفرد من انبعاثات الكربون، حيث إن $i = 2,3, \dots 6$. ووفقًا للنظرية الاقتصادية يتوقع أن تكون العلاقات فيما بين المتغيرات (الإشارة) كما يلي: زيادة نصيب الفرد من الطاقة (التقليدية) سوف يدفع انبعاثات الكربون إلى الزيادة، حيث إن الطاقة تلعب دورًا كبيرا في تلبية مختلف احتياجات القطاع السكني والصناعي والنقل والكهرباء. إن حرق الوقود الأحفوري هو المحرك الأساسي للمكنات في القطاع الإنتاجي، لأن الطاقة تستخدم في إنتاج السلع والخدمات، وعند حرق الوقود الأحفوري تنبعث كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يلوث البيئة. ويؤدي النمو الاقتصادي (الناتج المحلي الإجمالي) إلى زيادة استهلاك الطاقة، مما سيؤدي إلى زيادة انبعاثات الكربون على الأقل في المدى القصير، حيث إنه وفقًا لفرضية منحنى "كوزنتس" البيئي، فإن إشارة نصيب الفرد من الدخل تكون إيجابية، وبالتالي تؤدي إلى زيادة الانبعاثات، وبعد الوصول إلى نقطة التحول مع مضاعفة الدخل يكون التأثير سلبيًا على الانبعاثات.

وبالنسبة للتجارة فقد تكون موجبة أو سالبة، وذلك يعتمد على مستوى دخل الدولة ومرحلة النمو الاقتصادي. فبالنسبة للدول المتقدمة- مثل (الولايات المتحدة)- يتوقع أن تكون الإشارة سالبة، وذلك لأن هذه الدول تكون أكثر تقدمًا وتطورًا في استخدام التكنولوجيا، والتي تسمح لهذه الدول بإنتاج السلع المتطورة تكنولوجيا، وإنتاج أقل من السلع كثيفة الطاقة والتلوث. واستيراد هذه السلع من دول أخرى ذات لوائح بيئية أقل صرامة، ولكن بالنسبة للصين فإن الإشارة قد

(1) Source: The World Bank (2018)WorldDevelopment Indicators, WB-Database.

تكون موجبة؛ نظرًا لاعتمادها على الإنتاج الملوث للبيئة بشكل واسع، وأما مصر- باعتبارها دولة نامية، يتوقع أن تكون الإشارة موجبة؛ وذلك لأنها أقل تقدمًا في إنتاج السلع المتطورة، وتعتمد بدرجة أكبر على الصناعات كثيفة التلوث.

وفي حالة التحضر حيث يهاجر الأفراد من المناطق الريفية إلى المناطق الحضرية بحثًا عن أفضل فرص للعمل والتعليم ومستويات معيشة وحياة أفضل، مما يزيد من الضغط على الموارد الحضرية والبيئية، وهذا يؤدي إلى المزيد من التلوث. وبالنسبة للاستثمار الأجنبي المباشر يتوقع أن يكون له تأثير إيجابي على انبعاثات الكربون في دول مثل الصين ومصر، حيث إنها لا تزال في مرحلة النمو ولا تضع قوانين بيئية صارمة؛ مما يؤدي إلى جذب المزيد من الصناعات كثيفة الطاقة، بينما الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة يتوقع أن يكون التأثير فيها سلبيًا، حيث إن هذه الدول تضع اشتراطات بيئية قوية، وبالتالي تجذب الاستثمار الأجنبي النظيف.[2]

جدول رقم (1)
التحليل الوصفي للمتغيرات

UP	MT	GDP	FDI	EU	CO_2	Statisticc	Country
77.797	17.798	41253	1.34E+11	7589.934	18.967	Mean	USA
2.462	3.355	6864.227	1.10E+11	326.079	1.022	Std. Dev.	
0.032	0.188	0.166	0.821	0.043	0.054	Variance	
	39.455	2015.08	7.17E+10	1080.716	3.465	Mean	China
	12.344	1576.056	8.77E+10	474.071	1.813	Std. Dev.	
	0.313	0.782	1.223	0.439	0.523	Variance	
43.196	35.428	1920.534	2.34E+09	661.122	1.817	Mean	Egypt
0.426	13.152	436.541	3.16E+09	156.627	0.472	Std. Dev.	
0.010	0.371	0.227	1.350	0.237	0.259	Variance	
32	32	32	32	32	32	Observations	

ويوضح الجدول رقم (1) الإحصاءات الوصفية لجميع المتغيرات المستخدمة في الدراسة. نلاحظ أن الوسط الحسابي لنصيب الفرد من انبعاثات الكربون مرتفع في الولايات المتحدة، تليها الصين ثم مصر 18.97، 3.46، 1.82 متر/طن على التوالي. ونلاحظ أن الصين ثم مصر هما الأكثر تقلبًا في زيادة نصيب الفرد من انبعاثات الكربون، حيث إن لديهما أعلى معامل تباين 0.523، 0.259 على الترتيب، بينما الولايات المتحدة 0.054 نصيب الفرد من الطاقة أعلى بالنسبة للولايات المتحدة 7589.9، تليها الصين 1080.7، ثم مصر 661. كما إن الوسط الحسابي لصافي تدفق الاستثمار الأجنبي مرتفع في الولايات المتحدة مقارنة بالصين ومصر، ويلاحظ أن الوسط الحسابي للدخل مرتفع في الولايات المتحدة- أيضًا- مقارنة بكل من الصين ومصر. بالإضافة إلى أن مصر والصين هما الأكثر تقلبًا في التجارة، حيث إن لديهما أعلى معامل تباين 0.371، 0.313 على الترتيب، بينما يبلغ التباين في الولايات المتحدة 0.188، أما اتجاه التحضر كنسبة من إجمالي السكان مرتفع في الولايات المتحدة، وتليها مصر.

النموذج القياسي

يبدأ التحليل القياسي للمتغيرات بإجراء اختبارات جذر الوحدة، حيث إن العديد من اختبارات التكامل المشترك لا يمكن استخدامها إلا إذا كانت المتغيرات لها الترتيب نفسه تكامليًا. ويوضح جدول رقم (2) نتائج اختبارات جذر الوحدة للمتغيرات. ومن جدول رقم (2) يتضح أن جميع المتغيرات بالنسبة للدول مستقرة في الفرق الأول، أي أنها متكاملة من الدرجة الأولى (1)I وبالتالي يمكن إجراء التكامل المشترك.

(2) راجع:, Kohler. (2013, p1044), Ozturk & Acaravci. (2013, P263)

Shahbaz *et. al.,* (2013, P1454), Hossain. (2012, P96), and Sharma. (2011, P378)

جدول رقم (2)
اختبارات جذر الوحدة للمتغيرات

المتغيرات	ADF-test						PP-test						KPSS-test					
	Level			Difference			Level			Difference			level			Difference		
الولايات المتحدة																		
CO_2	c	0	0.38	-	0	-4.62*	c	3	0.24	-	3	-4.63*	c	0	1.10	c	3	0.48*
GDP	t	1	-1.94	c	0	-3.14*	t	0	-1.38	c	5	-2.98**	t	0	0.48	c	2	0.46**
FDI	c	0	-1.78	-	0	-5.09*	c	4	-1.72	-	3	-5.09*	c	0	2.44	c	6	0.15***
MT	c	0	-0.83	-	0	-6.68*	c	0	-0.83	-	4	-6.88*	c	0	2.89	c	4	0.47**
EU	c	0	-0.63	-	2	-2.01**	c	3	-0.84	-	3	-5.03*	c	0	0.75	c	3	0.47*
UP	t	1	-2.88	t	6	-3.84**	t	4	-1.09	c	4	-3.21**	t	0	0.53	c	0	0.71*
الصين																		
CO_2	c	1	-2.09	c	0	-2.64***	t	2	-1.15	c	2	-2.72***	t	0	0.61	c	3	0.19***
GDP	c	2	-2.40	c	1	-4.31*	t	1	-2.03	c	5	-2.63***	t	0	0.30	c	7	0.11***
FDI	t	6	-1.31	c	0	-3.79*	t	2	-2.04	c	5	-3.64**	t	0	0.49	c	1	0.26***
MT	c	1	-2.57	-	0	-3.72*	c	1	-1.90	-	2	-3.75*	c	2	0.87	c	2	0.19***
EU	c	0	-0.89	c	0	-3.15**	t	1	-0.53	c	2	-3.14**	t	0	0.72	c	3	0.44**
مصر																		
CO_2	c	0	-0.81	-	0	-6.46*	c	0	-0.81	-	3	-6.38*	c	3	0.87	c	5	0.11***
GDP	t	0	-1.47	c	2	-3.46*	t	0	-1.47	c	2	-3.34*	t	0	0.48	c	0	0.12***
FDI	-	6	2.09	-	3	-4.17*	-	0	-1.19	-	2	-4.59*	c	0	1.21	c	7	0.12***
EU	t	0	-1.83	c	0	-4.84*	t	3	-2.16	c	3	-4.84*	t	0	0.37	c	3	0.11***
MT	c	1	-2.07	-	0	-4.18*	c	0	-1.63	-	3	-4.11*	c	0	0.76	c	1	0.11***
UP	c	0	-1.87	-	1	-1.87***	c	0	-1.60	-	3	-2.53**	c	4	2.00	c	1	0.52*

*، **، *** تعني المعنوية عند 1%، 5%، 10%. وتشير الارقام التي بجانب القيمة الجدولية إلى أرقام المبطآت، بينما,,ct - بعد القيمة الجدولية تعني: ثابت، ثابت واتجاه، لا ثابت ولا اتجاه في السلسلة الزمنية.

النموذج المقدر للولايات المتحدة الأمريكية:

تم تقدير العلاقة بين انبعاثات الكربون، واستهلاك الطاقة، والاستثمار الأجنبي المباشر، والناتج المحلي الإجمالي، وصافي التجارة ونسبة سكان الحضر في الولايات المتحدة كما في المعادلة التالية:[3]

$$CO_{2t} = \underset{(-7.507)}{-7.927} + \underset{(26.877)}{1.203}\ EU_t + \underset{(0.882)}{0.003}\ FDI_t - \underset{(-1.795)}{0.106}\ GDP_t - \underset{(-1.690)}{0.046}\ MT_t + \underset{(0.937)}{0.295}\ UP_t$$

T=32 R^2=0.983 R^2_{adj}= 0.979 RSS= 0.002 σ = 0.056 F=294.904[0.000]

وعند اختبار جذر الوحدة للبواقي وجد إنها مستقرة في المستوى مما يعني أن هذه المتغيرات بينها تكامل مشترك.[4] وننتقل إلى الخطوة التالية من نموذج "إنجل- جرانجر" للتكامل المشترك Engle-Granger الذي يعبر عنه نموذج تصحيح الخطأ، وتقدير العلاقة يعد الخطوة الثانية من أسلوب إنجل جرانجر، كما في جدول (3).

(3) حيث إن T الفترة الزمنية (عدد المشاهدات)، R^2 معامل التحديد، R^2_{adj} معامل التحديد المعدل، RSS مجموع مربعات الخطأ، σ الخطأ المعياري، F الإحصائية.

(4) نتائج الاختبارات2.742-،26.480-،0.114 على التوالي في اختبارات ADF،PP ،وKPSS ، وهي معنوية إحصائيًا.

بالنظر إلى نموذج (1) بالجدول رقم (3) نجد أن إشارة المتغيرات تتفق تمامًا مع النظرية الاقتصادية، حيث إن زيادة انبعاثات الكربون في سنة سابقة تؤدي إلى زيادة (معنوية إحصائية) في الانبعاثات الحالية بـ 16%، كما إن زيادة استهلاك الطاقة بـ100% تؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من الانبعاثات بـ 106%، وزيادة صافي تدفق الاستثمار الأجنبي بـ100% تؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من الانبعاثات بـ 0.3%، وفي العام نفسه، وبعد فترتي إبطاء تؤدي إلى انخفاض الانبعاثات، وهذا متوقع في دولة متقدمة مثل الولايات المتحدة التي تجذب الاستثمارات النظيفة، لكن هذا التأثير غير معنوي إحصائيًا، فمضاعفة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي تؤدي إلى انخفاض نصيب الفرد من الانبعاثات بـ 8% إلا أن هذا التأثير غير معنوي إحصائيًا. ويتفق ذلك مع فرضية منحنى "كوزنتس" البيئي، حيث إن التلوث يزداد مع زيادة الدخل، وبعد ذلك ينخفض التلوث بعد أن يصل الدخل إلى مستوى معين. وتؤدي زيادة صافي التجارة إلى الضعف في سنة سابقة- إلى انخفاض انبعاثات الكربون بـ0.9% في السنة التالية، ويؤدي ذلك إلى انخفاض انبعاثات الكربون بـ 3% (معنوي إحصائيًا)، مما يشير إلى أن وضع الميزان التجاري يعمل لصالح الولايات المتحدة فيما يتعلق بانبعاثات CO_2، حيث إنها تستورد الصناعات الملوثة للبيئة وتصدر الصناعات غير الملوثة للبيئة. كما إن زيادة نسبة سكان الحضر تؤدي إلى زيادة الوعي البيئي وزيادة الطلب على المنتجات النظيفة، غير ان هذا المتغير غير معنوي إحصائيًا.

وبالنسبة إلى حد تصحيح الأخطاء ECM_{t-1} فإنه معنوي إحصائيًا وذو إشارة سالبة ويساوي 0.581، مما يعني أن الانحرافات (عدم التوازن) التي تحدث في الأجل القصير سوف تصحح آليًا في أقل من عامين، وهذا منطقي حيث في دولة مثل الولايات المتحدة، ففيها نظام السوق فعال، والحكومة تتسم بالكفاءة في مواجهة الاختلالات، وإعادة النظام إلى التوازن من جديد في فترة قصيرة نسبيًا.

وللتأكد من جودة وصلابة النموذج، فقد تم تقدير كل من النموذج (2) والنموذج (3)، ولا تختلف نتائج النموذجين (2) و(3) عن نتائج النموذج (1) مما يشير إلى قوة النموذج الأخير. كما إن اختبارات جودة التوفيق كلها

جدول رقم (3)

نموذج تصحيح الخطأ بالنسبة للولايات المتحدة

المتغيرات	ΔCO_{2t}		
	(1)	(2)	(3)
Constant	0.005 (1.335)	0.004 (0.845)	0.004 (1.001)
ΔCO_{2t-1}	0.162 * (2.425)	0.145 ** (2.002)	
ΔCO_{2t-3}			0.014 (0.225)
ΔEU_t	1.064 * (14.450)	1.068 * (14.247)	1.048 * (12.413)
ΔEU_{t-1}			0.188 * (2.029)
ΔFDI_t	0.003 (1.316)	0.003 (0.998)	0.003 (1.053)
ΔFDI_{t-2}	−0.0003 (−0.199)	−0.0006 (−0.297)	−0.001 (−0.489)
ΔGDP_t	−0.084 (−0.758)	−0.101 (−0.877)	−0.041 (−0.333)
ΔGDP_{t-1}	−0.041 (−0.450)	−0.017 (−0.179)	−0.027 (−0.224)
ΔMT_t	−0.009 (−0.538)	−0.003 (−0.183)	−0.016 (−0.821)
ΔMT_{t-1}	−0.033 *** (−1.826)	−0.034 *** (−1.855)	−0.034 (−1.437)
ΔUP_t	−1.366 (−1.469)	−2.335 (−1.373)	−0.255 (−1.216)
ΔUP_{t-1}		1.365 (0.685)	
ECM_{t-1}	−0.581 * (−2.668)	−0.514 ** (−2.129)	−0.489 * (−2.004)
Goodness of Fit Measures			
T	32	32	32
R^2	0.975	0.975	0.975
R^2_{adj}	0.961	0.960	0.958
RSS	0.000	0.000	0.000
Σ	0.023	0.023	0.024
F	70.416 [0.000]	62.168 [0.000]	57.818 [0.000]
Diagnostic Tests			
F_{ar}	0.363 [0.701]	0.020 [0.979]	0.129 [0.880]
F_{het}	0.461 [0.894]	0.528 [0.858]	0.640 [0.771]
X^2_{nor}	0.872 [0.646]	0.504 [0.777]	0.067 [0.966]
F_{reset}	0.196 [0.663]	0.157 [0.697]	0.158 [0.696]

*، **، *** تعني أن المتغيرات معنوية إحصائيًا عند 1%، 5%،10%، القيم بين ( ) (القوسين) هي t الجدولية، وقيم P بين [ ]. F_{ar} توضح نتيجة اختبار F-test، F_{het} نتيجة اختبار Heteroskedasticity، X^2_{nor} تعني Chi-Square-test for Normality، F_{reset} تمثل Ramsey-test.

جيدة جدًا حيث يتراوح معامل التحديد ومعامل التحديد المعدل ما بين 96% و97%، مما يعني أن إجمالي التغيرات التي تحدث في انبعاثات الكربون في الولايات المتحدة يمكن تفسير 97% منها بالتغير في متغيرات النموذج. كما إن مجموع مربعات الأخطاء RSS والخطأ المعياري σ كلاهما صغير نسبيًا في كل النماذج، في حين أن F-test لكل النماذج الثلاثة يشير إلى أن النموذج ككل معنوي إحصائيًا عند مستوى ثقة 99%.

والنماذج كلها لا تعاني من أي مشكلات إحصائية خاصة بالارتباط الذاتي أو عدم ثبات التباين أو التوزيع الطبيعي، كما إن معادلات النماذج موصفة بشكل سليم، وهذا ما يتضح من نتائج الاختبارات التشخيصية في نهاية الجدول رقم (3).

مما سبق يتضح أن تنامي استهلاك الطاقة ذو تكلفة بيئية مرتفعة، حيث يعد السبب الرئيس لارتفاع انبعاثات الكربون، وبالتالي لا بد من زيادة الاستثمار في مجال الطاقة النظيفة للتحكم في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ولابد من زيادة كفاءة الطاقة، وزيادة التوسع في مصادر الطاقة المتجددة، وذلك لمواجهة الطلب على الطاقة والتحديات البيئية. كما يتضح ذلك في القانون الأمريكي لإنعاش وإعادة الاستثمار عام 2009 (2015, 2) *The White House* الذي كان لصدوره تأثير كبير على قطاع الطاقة، من خلال زيادة الاستثمار في البنية التحتية للطاقة ومشروعات الطاقة النظيفة وكفاءة الطاقة واستثمرت وزارة الطاقة 32مليار دولار لدعم مجموعة واسعة من مشروعات تكنولوجيا الطاقة النظيفة، وتعد أمريكا الآن موطنًا لبعض أكبر محطات طاقة الرياح والطاقة الشمسية في العالم. مما انعكس على انبعاثات الكربون، حيث انخفضت من 5355 مليون طن عام 2010 إلى 5119 مليون طن عام 2013 (IEA, 2015).

النموذج المقدر لدولة الصين

باتباع الإجراءات نفسها التي تمت في نموذج دولة الولايات المتحدة سيكون نموذج دولة الصين كالتالي، مع مراعاة حذف متغير نسبة سكان الحضر، وذلك استنادًا إلى نتائج الدراسات السابقة عن الصين، وكذلك لأن المتغير غير مستقر بالفرق الأول.

$$CO_{2t} = \underset{(-24.177)}{-7.926} + \underset{(17.912)}{1.284}\ EU_t + \underset{(4.146)}{0.064}\ FDI_t - \underset{(-3.184)}{0.194}\ GDP_t + \underset{(0.763)}{0.025}\ MT_t$$

T=32 R^2=0.996 R^2_{adj}=0.996 RSS=0.025 σ =0.470 F=1833.79[0.000]

ويلاحظ أن قيمة معامل التحديد R^2 مرتفعة، وبإجراء اختبارات جذور الوحدة على البواقي (حد الأخطاء) من معادلة الانحدار (النموذج المقدر) يتضح انها مستقرة عند المستوى. وهو ما يشير إلى إمكان التوصل إلى علاقة تكامل مشترك في الأجل الطويل لا تعاني من مشكلة الانحدار الزائف.5 ويوضح نموذج الانحدار بالنسبة لدولة الصين أن كلًا من استهلاك الطاقة، والاستثمارات الأجنبية المباشرة، والتجارة الدولية لها تأثير إيجابي على زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتلوث البيئة في الصين. وقد يفسر ذلك بشكل واضح في أن زيادة استهلاك الطاقة يؤدي إلى تزايد انبعاثات CO_2 المصاحبة لذلك، كما إن الاستثمارات الأجنبية الواردة إلى الصين كانت في مجال الصناعات الملوثة للبيئة، مما جعل العلاقة طردية، وارتبط ذلك بصادرات الصين من الصناعات الملوثة للبيئة، في حين أن زيادة الدخل القومي لها تأثير إيجابي على البيئة، وذلك يمكن تفسيرة في أن ارتفاع وتنامي الناتج المحلي الإجمالي سوف يدفع إلى مطالبة الأفراد والحكومة باتباع سياسات تحد من التلوث وتشجع الصناعات النظيفة والصديقة للبيئة، وهو ما يتفق مع فرضية منحنى "كوزنتس" البيئي. والنموذج السابق معنوي عند درجة 99%، بالإضافة إلى أن معامل التحديد له مرتفع جدًا ومربع الأخطاء والانحراف المعياري له منخفضان.

بالنظر إلى نموذج رقم (4) في الجدول رقم (4) نلاحظ أن إشارة المتغيرات تتفق تمامًا مع النظرية الاقتصادية، حيث إن زيادة انبعاثات الكربون في سنة سابقة تؤدي إلى زيادة الانبعاثات بـ19% في السنة التالية، وزيادة 100% من نصيب الفرد

(5) نتائج الاختبارات 3.690-، 3.507-، و0.115 على التوالي في اختبارات ADF، PP، وKPSS ، وهي معنوية إحصائيًا.

من استهلاك الطاقة تؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من الانبعاثات بـ 103% (معنوي إحصائيا). ويرجع ذلك إلى زيادة التوسع في الإنتاج الصناعي، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة، وبالتالي يضغط على البيئة من خلال زيادة انبعاثات الكربون؛ مما يتطلب ضرورة التحكم في استهلاك الطاقة. حيث إنه مع زيادة السكان والإنتاج الصناعي، وفي ظل غياب سياسات الحفاظ على الطاقة؛ فإن التنمية الاقتصادية قد تؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة، مما يؤدي إلى زيادة تلوث البيئة، وبالتالي لا بد من وضع سياسات للحفاظ على الطاقة بهدف خفض الانبعاثات، وذلك بالإضافة إلى الإجراءات البيئية التي اتخذتها الصين في دعم الاقتصاد الأخضر، حيث تعد الخطة الخمسية الثانية عشرة (2011-2016) دفعة قوية للتحول نحو الاقتصاد الأخضر، حيث إنها تجاوزت تحقيق أهدافها الخضراء بانخفاض في كثافة الطاقة بلغ 18.2%، وانخفاض في كثافة الكربون بلغ 20%، وأصبح لدى الصين خمسة أو ثلاثة من أصل أكبر عشر شركات في الرياح واللوحات الشمسية في العالم، وأصبحت عام 2015 الدولة الرائدة على مستوى العالم في الطاقة المتجددة (Henderson et al., 2016).

زيادة صافي تدفق الاستثمار الأجنبي بـ 100% تؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من الانبعاثات بـ 5% (معنوي إحصائيًا)، وبعد عام بـ 2% وبعد عامين بـ 3% لكن التأثيرات هذه غير معنوية إحصائيًا. وهذا يثير قضية نوعية الاستثمارات الأجنبية المباشرة الواردة إلى الداخل ومدى ملاءمتها للشروط البيئية وتأثيرها على انبعاثات CO_2 من الصناعات التي تشارك فيها. وهو ما يحتاج إلى ترتيب الأولويات ووضع معايير واضحة لتشجيع الاستثمارات النظيفة الصديقة للبيئة والتي تحد من الاستثمارات الملوثة للبيئة. تعد الصين أكبر بلد مضيف للاستثمار الأجنبي المباشر بين البلدان النامية، وثاني أكبر بلد مضيف في العالم بعد الولايات المتحدة (Ali & Guo, 2005, 22).

ومنذ عام 1990 قامت الصين بتوفير سياسات تفضيلية لجذب الاستثمار الأجنبى المباشر، وذلك بهدف

جدول رقم (4)

نموذج تصحيح الخطأ بالنسبة للصين

المتغيرات	ΔCO_{2t}			
	(4)	(5)	(6)	(7)
Constant	-0.069* (-1.995)	-0.063* (-1.880)	-0.087* (-2.653)	-0.0413 (-1.597)
ΔCO_{2t-1}	0.191 (1.295)	0.220 (1.563)		
ΔCO_{2t-2}	-0.121 (-1.029)	-0.127 (-1.089)	-0.048 (-0.460)	
ΔEU_t	1.039* (5.584)	0.981* (5.788)	1.174* (7.435)	1.021* (8.258)
ΔFDI_t	0.050*** (1.713)	0.049*** (1.717)	0.054*** (1.816)	0.025 (0.905)
ΔFDI_{t-1}	0.020 (0.800)		0.028 (1.138)	0.011 (0.565)
ΔFDI_{t-2}	0.035 (1.451)	0.032 (1.377)	0.035 (1.437)	
ΔGDP_t	-0.083 (-0.250)	-0.069 (-0.213)	-0.071 (-0.212)	0.082 (0.287)
ΔGDP_{t-1}	-0.124 (-0.391)	-0.0127 (-0.045)	-0.095 (-0.296)	
ΔGDP_{t-3}				0.333 (1.488)
ΔGDP_{t-4}	0.798* (2.478)	0.664* (2.440)	0.934* (3.006)	
ΔMT_t	0.103*** (1.724)	0.101*** (1.722)	0.104*** (1.715)	0.110* (2.180)
ΔMT_{t-4}				0.114* (2.566)
ECM_{t-1}	-0.892* (-3.607)	-0.847* (-3.558)	-0.933* (-3.731)	-0.447* (-2.120)
Goodness of Fit Measures				
T	32	32	32	32
R^2	0.884	0.879	0.871	0.872
R^2_{adj}	0.800	0.805	0.792	0.816
RSS	0.008	0.009	0.009	0.009
Σ	0.052	0.052	0.052	0.052
F	10.479 [0.000]	11.727 [0.000]	10.898 [0.000]	15.376 [0.000]
Diagnostic Tests				
F_{ar}	0.069 [0.934]	0.091 [0.914]	0.361 [0.703]	0.093 [0.911]
F_{het}	1.057 [0.449]	1.244 [0.336]	1.230 [0.343]	1.098 [0.408]
X^2_{nor}	0.118 [0.943]	0.083 [0.959]	0.387 [0.824]	0.098 [0.952]
F_{reset}	1.041 [0.325]	0.752 [0.399]	1.709 [0.211]	0.941 [0.359]

*، **، *** تعني أن المتغيـــرات معنوية إحصـائيًا عند 1%، 5%، 10%، القيم بين ( ) هيt الجدولية، وقيم P بين [ ].

جذب التكنولوجيا والمهارات الإدارية المتقدمة. ونتيجة لذلك شهدت الصين نموًا في التدفقات بشكل مستقر أكثر من أي وقت مضى، وبحلول عام 1992 كانت الصين تتلقى ما يقرب من 25% من إجمالي تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر إلى البلدان النامية، وقد توسع الاستثمار الأجنبي ليصبح- إلى حد بعيد- أهم مصدر من مصادر رؤوس الأموال الخارجية (Broadman& Sun, 1997, 341)، ويستحوذ قطاع الصناعات التحويلية على أكبر نسبة من تدفقات FDI بسبب زيادة العرض من اليد العاملة الرخيصة والتكلفة النسبية المنخفضة من المواد الخام (Liu& Daly,2011)، مما أسفر عن زيادة الحصة الإجمالية للصادرات المصنعة من إجمالي الصادرات من 74.4% عام1990إلى 95.1% عام 2013 China Statistical Year Book, (1996-2014)، وصادرات التكنولوجيا المتقدمة من الصادرات المصنعة من 6% عام 1992 إلى 27% عام 2013 (World Bank data, China)، وأصبح الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات أحدث وجهة لـ FDI، مما أسفر عن زيادة صادرات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من إجمالي صادرات السلع من 17.7% عام 2000 إلى 27.4% عام 2013.

وبعد انضمام الصين إلى WTO في ديسمبر 2001، ارتفعت حصة الخدمات من إجمالي التدفقات من 23.2% عام 2004 إلى 56% عام2013، حيث إنه من عام 2011 بدأت التدفقات لقطاع الخدمات تتجاوز التدفقات لقطاع الصناعة، وذلك بسبب توجهات الخطة الخمسية الثانية عشرة نحو الاقتصاد الأخضر، وزيادة الاستثمارات في الطاقة المتجددة. ويظهر ذلك من خلال زيادة القيمة المضافة لقطاع الخدمات كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، حيث ارتفعت من 40.4% عام 2004 إلى 46% عام 2013، وبذلك تجاوزت القيمة المضافة لقطاع الصناعة عام 2013، والتي بلغت 43.9% China) (Statistical Book,2014، وانخفضت حصة قطاع الصناعة من FDI من 75% إلى42% خلال الفترة 2004-2013، وتمثل حصة التصنيع 92% من قطاع الصناعة عام 2013.

مضاعفة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي يؤدي إلى انخفاض نصيب الفرد من الانبعاثات بـ8% تقريبًا، وبعد فترة زمنية واحدة بـ12%، وكلاهما غير معنوي إحصائيا. وبالتالي هناك حاجة لقوانين صارمة للعمل على زيادة الدخل لأنه من الممكن أن يشجع على جلب تقنيات إنتاج أفضل، ويتفق ذلك مع نتائج دراسة (Jayanthakumaran & Liu, 2012)، وبعد أربع فترات زمنية تؤدي مضاعفة الدخل إلى زيادة الانبعاثات بـ 79% (معنوي إحصائيا)، حيث إنها ارتبطت بنمو الصناعات ذات الانبعاثات المرتفعة. ويتفق ذلك مع فرضية منحنى "كوزنتس" البيئي حيث إن التلوث يزداد مع زيادة الدخل، وبعد ذلك ينخفض التلوث بعد أن يصل الدخل إلى مستوى معين. أما زيادة صافي التجارة إلى الضعف فتؤدي إلى زيادة انبعاثات الكربون بـ 10% (معنوي إحصائيًا)، مما يوضح أن الصين مصدر لانبعاثات الكربون، وتتفق النتائج مع نتائج دراسة (Pao &Tasi, 2011)، وكذلك مع نتائج دراسة (Zakarya *et al.*, 2015).

مما سبق يتضح أن كلًا من زيادة نصيب الفرد من الطاقة والدخل، وزيادة صافي التجارة الدولية، وزيادة صافي تدفق الاستثمار الأجنبي المباشر يؤدي إلى زيادة انبعاثات الكربون، وهذا يتفق مع النظرية الاقتصادية ويدعم فرضية ملاذ التلوث، وفرضية منحنى "كوزنتس" البيئي. وتتفق هذه النتائج مع دراسات عديدة، مثل (Ren *et al.*, 2014)، و(Sharma, 2011)، و(Ang, 2009)، وتتفق النتائج من حيث تأثير التجارة على زيادة الانبعاثات مع نتائج الدراسات السابقة.[6]

ويعبرمعامل ECM_{t-1} المقدر بـ 0.892- على أن الاختلالات الحادثة في الفترة الحالية تعدل وتصحح في مدى زمني يزيد قليلًا على عام، وذلك يشير إلى أن أخطاء الأجل القصير يمكن تصحيحها من أجل العودة إلى الوضع التوازني في الأجل الطويل، مما يعكس اهتمام صانعي القرار في الصين بالاستجابة للاختلالات الحادثة ومحاولة علاجها في أسرع وقت ممكن.

(6) Lin & Sun(2010), Weber *et al.* (2008), Guan *et al.* (2008), Peters *et al.* (2007), Wang and Watso(2007), Ren *et al.*(2014).

ومقاييس جودة التوفيق للنموذج السابق كلها جيدة جدًا، حيث إن معامل التحديد 87% والنموذج ككل معنوي وفقًا لاختبار (F)، كما إن الانحراف المعياري ومجموع مربعات الأخطاء كلاهما صغير نسبيًا بشكل واضح. وهذا بالإضافة إلى أن كل الاختبارات التشخيصية للنموذج تشير إلى جودة النموذج، فهو لا يعاني من مشكلات الارتباط التسلسلي، أو عدم ثبات التباين، أو عدم اتباع التوزيع الطبيعي، كما إن Ramsy-test يشير إلى جودة توصيف النموذج. والنموذج متماسك إحصائيًا، وذلك لأن النتائج الخاصة به لا تتغير ما بين النماذج المختلفة من النموذج (4) إلى النموذج (7) كما في الجدول رقم (4).

النموذج المقدر لدولة مصر:

في حالة مصر تم تقسيم نماذج تصحيح الخطأ إلى ثلاثة أقسام، حيث إنه في القسم الأول تم إدخال جميع المتغيرات في النموذج، بينما في القسم الثاني تم حذف متغير نسبة سكان الحضر، وفي القسم الثالث تم حذف متغيري نسبة سكان الحضر والاستثمار الأجنبي المباشر، وذلك للوصول إلى أفضل النتائج التي تتفق مع الحالة المصرية. وباتباع الخطوات نفسها التي تمت في نموذجي الولايات المتحدة والصين سيكون نموذج مصر كالتالي:

1- بالنسبة للقسم الأول

$$CO_{2t} = \underset{(-0.697)}{-6.837} - \underset{(-0.142)}{0.039}\ EU_t + \underset{(1.309)}{0.007}\ FDI_t + \underset{(4.078)}{1.102}\ GDP_t + \underset{(0.093)}{0.006}\ MT_t - \underset{(-0.072)}{0.183}\ UP_t \quad (1)$$

T=32 R^2=0.957 R^2_{adj}=0.949 RSS=0.088 σ =0.256 F=115.553[0.000]

2- بالنسبة للقسم الثاني

$$CO_{2t} = \underset{(-12.292)}{-7.539} - \underset{(-0.137)}{0.037}\ EU_t + \underset{(1.343)}{0.007}\ FDI_t + \underset{(4.171)}{1.104}\ GDP_t + \underset{(0.061)}{0.002}\ MT_t \quad (2)$$

T=32 R^2=0.957 R^2_{adj}=0.950 RSS=0.088 σ =0.256 F=149.965[0.000]

3- بالنسبة للقسم الثالث

$$CO_{2t} = \underset{(-13.783)}{-7.867} + \underset{(0.484)}{0.119}\ EU_t + \underset{(3.901)}{1.010}\ GDP_t + \underset{(0.359)}{0.014}\ MT_t \quad (3)$$

T=32 R^2=0.954 R^2_{adj}=0.949 RSS=0.094 σ =0.256 F=193.779[0.000]

النماذج في الأقسام الثلاثة تفسر 95% من التغير في انبعاثات الكربون، وعند اختبار جذر الوحدة للبواقي جدول رقم (5) وُجد أنها مستقرة في المستوى عند مستوى معنوية 1%، مما يعني إمكان وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات في الأجل الطويل.

يتضح من نموذج الانحدار في المستوى Level بالنسبة للقسم الأول لدولة مصر من المعادلة (1)، حيث نجد أن كلًا من الاستثمارات الأجنبية المباشرة والدخل القومي والتجارة لها تأثيرا موجبًا على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتلوث البيئة في مصر. وقد يفسر ذلك بشكل واضح في أن الاستثمارات الأجنبية الواردة إلى مصر كانت الصناعات الملوثة للبيئة، مما جعل العلاقة طردية، وكذلك صادرات مصر من الصناعات الملوثة، في حين أن زيادة الدخل القومي لها تأثير سلبي على البيئة، حيث إنها ارتبطت بنمو الصناعات ذات الانبعاثات المرتفعة.

جدول رقم (5)
اختبارات جذر الوحدة للبواقي في الحالة المصرية

ADF-test			PP-test			KPSS-test		
القسم الأول								
C	0	-4.605*	c	1	-4.607*	c	0	0.107***
القسم الثاني								
C	0	-4.603*	C	1	-4.605*	c	0	0.107***
القسم الثالث								
C	0	-4.124*	c	0	-4.124*	c	9	0.107***

جدول رقم (6)

نماذج تقدير انبعاثات CO_2 في الحالة المصرية

ΔCO_{2t}						المتغيرات
Part(3)		Part(2)		Part (1)		
(13)	(12)	(11)	(10)	(9)	(8)	
−0.025 (−0.603)	−0.033 (−0.777)	−0.049 (-1.345)	−0.061 (−1.620)	−0.073 (−1.581)	−0.203 * (−3.069)	Constant
−0.199 (−1.095)	−0.209 (−1.142)		−0.149 (−0.884)		0.076 (0.418)	ΔCO_{2t-2}
−0.371 ** (−2.193)	−0.369 ** (−2.184)	−0.367 ** (−2.135)	−0.378 ** (−2.281)	−0.336 (−1.653)	−0.152 (−0.881)	ΔCO_{2t-4}
0.143 (0.484)	0.232 (0.751)	0.347 (1.234)	0.368 (1.376)	0.020 (0.064)	0.844 * (2.221)	ΔEU_t
					1.633 * (2.778)	ΔEU_{t-1}
				0.259 (0.941)	1.595 * (3.570)	ΔEU_{t-2}
−0.243 (−0.844)	−0.243 (−0.843)	−0.513 (−1.412)	−0.442 (−1.223)	−0.033 (0.089)		ΔEU_{t-3}
					−0.373 (−0.997)	ΔEU_{t-4}
		0.002 (0.369)	0.003 (0.531)	0.002 (0.211)	−0.009 (−1.046)	ΔFDI_t
					−0.027 * (−2.682)	ΔFDI_{t-1}
		0.012 (1.546)	0.011 (1.519)		−0.033 * (−2.473)	ΔFDI_{t-2}
				−0.015 (1.251)	−0.031 * (−2.970)	ΔFDI_{t-4}
1.962 ** (2.129)	2.432 ** (2.343)	2.503 ** (2.920)	2.783 * (3.127)	1.333 (1.251)	1.406 (1.296)	ΔGDP_t
				0.804 (0.866)	5.284 * (3.243)	ΔGDP_{t-1}
	−0.887 (−0.986)	−1.987 ** (−2.035)	−2.206 ** (−2.256)			ΔGDP_{t-2}
2.369 ** (2.708)	2.637 ** (2.876)	3.010 ** (2.303)	3.537 ** (2.523)	2.074 * (1.744)		ΔGDP_{t-3}
−1.479 (−1.331)	−1.103 (−0.938)					ΔGDP_{t-4}
0.107 *** (1.815)	0.089 (1.449)	0.023 (0.313)	0.016 (0.218)	0.139 * (1.938)	0.169 * (2.367)	ΔMT_t
0.011 (0.163)	−0.029 (−0.377)	−0.092 (−1.174)	−0.095 (−1.263)	0.029 (0.379)	−0.073 (−1.270)	ΔMT_{t-1}
0.070 (0.978)	0.046 (0.609)			0.102 (1.228)	−0.017 (−0.232)	ΔMT_{t-2}
−0.044 (−0.707)	−0.024 (−0.369)	−0.006 (−0.118)			0.313 * (−3.468)	ΔMT_{t-3}
		−0.034 (−0.402)	−0.063 (0.717)			ΔMT_{t-5}
				6.210 (0.590)	−55.126 * (−1.931)	ΔUP_t
					41.807 * (1.749)	ΔUP_{t-1}
				−13.202 (1.060)		ΔUP_{t-2}

ΔCO_{2t}						المتغيرات
Part(3)		Part(2)		Part (1)		
(13)	(12)	(11)	(10)	(9)	(8)	
−0.582 ** (−2.108)	−0.523 *** (−1.826)	−0.539 *** (−1.775)	−0.529 *** (−1.801)	−0.809 * (−2.813)	−0.787 * (−3.334)	ECM_{t-1}
Goodness of Fit Measures						
32	32	32	32	32	32	T
0.701	0.722	0.752	0.767	0.753	0.897	R^2
0.445	0.444	0.483	0.514	0.418	0.619	R^2_{adj}
0.033	0.031	0.027	0.025	0.027	0.011	RSS
0.065	0.065	0.066	0.066	0.065	0.065	Σ
2.741 [0.038]	2.599 [0.048]	2.795 [0.042]	3.032 [0.032]	2.245 [0.090]	3.228 [0.059]	F
Diagnostic Tests						
2.708 [0.107]	2.879 [0.099]	0.894 [0.439]	0.587 [0.574]	1.181 [0.350]	0.229 [0.803]	F_{ar}
1.308 [0.313]	1.662 [0.186]	1.461 [0.259]	1.036 [0.479]	1.181 [0.397]	2.244 [0.139]	F_{het}
0.727 [0.695]	0.446 [0.800]	0.717 [0.699]	0.443 [0.801]	0.017 [0.991]	0.101 [0.950]	X^2_{nor}
0.474 [0.503]	0.072 [0.792]	0.338 [0.573]	0.384 [0.548]	0.805 [0.391]	0.162 [0.701]	F_{reset}

*، **، *** تعني أن المتغيرات معنوية إحصائيًا عند 1%، 5%، 10%، القيم بين ( ) هيt الجدولية، وقيم P بين [ ].

وبالنسبة للمتغيرات الخاصة باستهلاك الطاقة ونسبة سكان الحضر، فإن لها تأثيرا سلبيًا على انبعاثات CO_2. وذلك يمكن تفسيرة بالنسبة لنسبة سكان الحضر، فقد تفسر على أنها كلما زادت، كان ذلك مصحوبًا بزيادة الوعي لأهمية الحفاظ على البيئة، مما يشكل ضغطًا على متخذ القرار في العمل على الحد من التلوث.

بالنظر إلى نموذج (8) بالقسم الأول من جدول رقم (6) نجد أن إشارة المتغيرات تتفق تمامًا مع النظرية الاقتصادية، حيث إن زيادة انبعاثات الكربون بعد فترتي إبطاء تؤدي إلى زيادة الانبعاثات بـ 7%، وبعد أربع فترات إبطاء تؤدي إلى انخفاض انبعاثات الكربون بـ 15%، ومضاعفة نصيب الفرد من استهلاك الطاقة تؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من الانبعاثات بـ 84% في العام نفسه، وبعد عام واحد ترتفع إلى 163%، وبعد فترتين إلى 159%. ويرجع ذلك إلى زيادة التوسع في الإنتاج الصناعي، مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الطاقة، وبالتالي يضغط على البيئة من خلال زيادة انبعاثات الكربون. ولكن بعد فترة زمنية تصل إلى أربع سنوات يؤدى زيادة استهلاك الطاقة إلى انخفاض الانبعاثات بـ 37%، مما يعني محاولة التحكم في استهلاك الطاقة. زيادة صافي تدفق الاستثمار الأجنبي بـ 100% يؤدي إلى انخفاض نصيب الفرد من الانبعاثات بـ 0.9% في العام نفسه، وبعد فترة واحدة إلى انخفاض الانبعاثات بـ 2.7%، وبعد فترتين إلى انخفاض الانبعاثات بـ 3.3%، وبعد أربع فترات إلى انخفاض الانبعاثات بـ 3%. وذلك لأن غالبية تدفقات الاستثمار الأجنبي تكون في قطاع البترول (صناعة استخراجية)، وهو ما يحتاج إلى ترتيب الأولويات ووضع معايير واضحة لتشجيع الاستثمارات النظيفة الصديقة للبيئة، وتحد من الاستثمارات الملوثة للبيئة.

زيادة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي إلى الضعف تؤدي إلى زيادة نصيب الفرد من الانبعاثات بـ 141% العام نفسه، وبعد عام إلى 528%، ويتفق ذلك مع فرضية منحنى "كوزنتس" البيئي، حيث إن التلوث يزداد مع زيادة الدخل، وبعد ذلك ينخفض التلوث بعد أن يصل الدخل إلى مستوى معين. ويعد النمو الاقتصادي ذا تكلفة بيئية مرتفعة نسبيًا في مصر.

زيادة صافي التجارة بـ100% تؤدي إلى ارتفاع انبعاثات الكربون بـ 17% في العام نفسه، وبعد فترة عام واحد يؤدي إلى انخفاض 7.3%، وبعد عامين ينخفض بمقدار 1.7%، وبعد ثلاث فترات إلى زيادة الانبعاثات بـ 31%، مما يوضح أن مصر مصدر لانبعاثات الكربون، ويدعم ذلك فكرة ملاذ التلوث. زيادة نسبة سكان الحضر بنسبة 1% تؤدي إلى انخفاض الانبعاثات بنسبة 55%، وذلك قد يفسر بأن زيادة الدخل سوف تدفع إلى زيادة الطلب على السلع غير الملوثة للبيئة وانتشار الوعي البيئي.

وتتفق نتائج الدراسة مع نتائج دراسة (Farhani et al. 2013)، ودراسة (Al-mulali, 2012) حيث إن الطاقة والاستثمار الأجنبي والدخل والتجارة تؤدي إلى زيادة انبعاثات الكربون، وذلك بالتطبيق على دول الشرق الأوسط، مما يتطلب من هذه الدول ضرورة دراسة الاستثمار الأجنبي والعمل على نقل التكنولوجيا المتطورة من خلال الشركات الأجنبية. وذلك لحماية البيئة. كذلك يجب البحث في أفضل سياسة لتحقيق الاستقرار في نمو الناتج المحلي الإجمالي، والانفتاح التجاري، والذي يمكِّن أيضًا من التحكم في الزيادة المستمرة في استخدام الطاقة.

وقد بلغ معامل تصحيح الأخطاء (الرجوع إلى التوازن) في النموذج (12) مقدار 0.523- وهو ما يعني أن الاختلالات الحادثة في الفترة الحالية تعدل وتصحح في مدى زمني يبلغ عامين تقريبًا، وذلك يشير إلى أن أخطاء الأجل القصير يمكن تصحيحها من أجل العودة إلى الوضع التوازني في الأجل الطويل، مما يعكس محاولة صانعي القرار في مصر الاستجابة للاختلالات الحادثة ومحاولة علاجها في المدى المتوسط.

ومقاييس جودة التوفيق للنموذج السابق كلها جيدة، حيث إن معامل التحديد 75% والنموذج ككل معنوي وفقًا لاختبار (F)، كما إن الانحراف المعياري ومجموع مربعات الأخطاء كلاهما صغير نسبيًا بشكل واضح. وهذا بالإضافة إلى أن كل الاختبارات التشخيصية للنموذج تشير إلى جودة النموذج، فهو لا يعاني من مشكلات الارتباط التسلسلي أو عدم ثبات التباين أو عدم التوزيع الطبيعي، كما إن Ramsy-Test يشير إلى جودة توصيف النموذج. والنموذج متماسك إحصائيًا، وذلك لأن النتائج الخاصة به لا تتغير ما بين النموذج (8) و(9) كما في الجدول (6).

وعند حذف متغير نسبة سكان الحضر، نصل إلى النموذج (10)، والنموذج (11)، حيث نلاحظ أنه عند حذف نسبة سكان الحضر، جعل النموذج أفضل من حيث معامل تصحيح الخطأ، حيث إن ECM_{t-1} مقدر بـ 0.529- ولكن نلاحظ أن استهلاك الطاقة يؤدي إلى زيادة الانبعاثات، ولكن (غير معنوي إحصائيًا)، وزيادة الدخل تؤدي إلى زيادة الانبعاثات (معنوي إحصائيا)، وكذلك صافي الاستثمار الأجنبي أصبح ذا تأثير إيجابي على انبعاثات الكربون، ولكن (غير معنوي إحصائيًا)، وكذلك التجارة تؤدي إلى زيادة الانبعاثات (غير معنوي إحصائيًا). ومقاييس جودة التوفيق للنموذج السابق كلها جيدة جدًا، حيث إن معامل التحديد 76% والنموذج ككل معنوي وفقًا لاختبار (F)، كما إن الانحراف المعياري ومجموع مربعات الأخطاء كلاهما صغير نسبيًا بشكل واضح. وهذا بالإضافة إلى أن كل الاختبارات التشخيصية للنموذج تشير إلى جودة النموذج فهو لا يعاني من مشكلات الارتباط التسلسلي أو عدم ثبات التباين أو عدم التوزيع الطبيعي، كما إن Ramsy-test يشير إلى جودة توصيف النموذج. والنموذج متماسك إحصائيًا وذلك لأن النتائج الخاصة به لا تتغير مقارنة بالنماذج الأخرى.

وعند حذف صافي الاستثمار الأجنبي من النموذج السابق نحصل على النموذج (12) والنموذج (13) حيث نلاحظ أنه لا يوجد اختلاف جوهري بين المتغيرات وكذلك لا يوجد اختلاف في معامل تصحيح الأخطاء، ولكن نلاحظ انخفاض نسبة معامل التحديد ومعامل التحديد المعدل. ومقاييس جودة التوفيق للنموذج السابق كلها جيدة، حيث إن معامل التحديد 72% والنموذج ككل معنوي وفقًا لاختبار (F)، كما إن الانحراف المعياري ومجموع مربعات الأخطاء كلاهما صغير نسبيًا بشكل واضح. وهذا بالإضافة إلى أن كل الاختبارات التشخيصية تشير إلى جودة النموذج.

وفي إطار جهود مصر للحد من الانبعاثات فقد قامت بالتصديق على اتفاقية الأمم المتحدة للتغيرات المناخية، وإصدار قانون البيئة رقم 4 لعام 1994، وكذلك تم التصديق على بروتوكول كيوتو. وحيث إن مصر ليست من دول المرفق الأول، وبالتالي ليست ملزمة بخفض نسبة الانبعاثات، وبذلك يمكنها الاستفادة مباشرة من آلية التنمية النظيفة، وقد تم تشكيل اللجنة الوطنية لآلية التنمية النظيفة عام 2005، وقد تم تسجيل عدد (1) برنامج أنشطة آلية تنمية نظيفة خلال عام 2014 في مجال تحسين كفاءة الطاقة ليصل إجمالي المشروعات المسجلة دوليًا إلى (25) مشروعًا تحقق خفضًا سنويًا فعليًا يقدر بنحو 4,2 مليون طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وباستثمارات تقدر بنحو 573 مليون دولار. وبناءً على ذلك وصل إجمالي المشروعات الفعلية في الحافظة إلى (40) مشروعًا تحقق خفضًا سنويًا في الانبعاثات يقدر بنحو 5,4 مليون طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون وتكلفة استثمارية تبلغ حوالي 755 مليون دولار. (وزارة البيئة، 2016، 98)، وقد وافق المجلس الأعلى للطاقة في 2007 على استراتيجية تهدف إلى زيادة نسبة الطاقة المولدة من الطاقات المتجددة إلى 20% من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة في مصر عام 2020، تساهم فيها الطاقة المائية بحوالي 6%، والرياح 12%، و2% من مصادر الطاقات المتجددة الأخرى وعلى الأخص الطاقة الشمسية. وقد تضمنت الاستراتيجية إنشاء محطات رياح بمساهمة القطاع الخاص ليصل إجمالي القدرات المركبة من الرياح إلى حوالي 7200 ميجاوات بحلول عام 2020(وزارة الكهرباء، 2014، 28).

النتائج

تم تلخيص نتائج الدول في جدول رقم (7)، وذلك لجعل المقارنة بين الدول أسهل، وتتمثل النقاط الرئيسة كالتالي: توضح النتائج أن:

استهلاك الطاقة في الدول الثلاث له تأثير إيجابي ومعنوي، مما يوضح أن استهلاك الطاقة ذو تكلفة بيئية مرتفعة، حيث إن الطاقة تلعب دورًا كبيرا في تلبية مختلف احتياجات القطاع السكني والصناعي والنقل والكهرباء وغيرها من القطاعات، كما إن الطاقة تستخدم في إنتاج السلع والخدمات، وعند حرق الوقود الأحفوري تنبعث كمية كبيرة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مما يلوث البيئة. مما يتطلب وضع سياسات صارمة للحفاظ على الطاقة والبيئة وزيادة الاستثمار في الطاقة النظيفة.

وبالنسبة لصافي الاستثمار الأجنبي يلاحظ أن تأثيره إيجابي وغير معنوي التأثير في الولايات المتحدة، ولكن معنوي التأثير في الصين وسلبي، ولكن غير معنوي التأثير في مصر، مما يتطلب ضرورة وضع اشتراطات بيئية قوية، وترتيب الأولويات ووضع معايير واضحة لتشجيع الاستثمارات النظيفة الصديقة للبيئة والحد من الاستثمارات الملوثة للبيئة.

وبالنسبة لتأثير نصيب الفرد من الدخل على الانبعاثات وجد أنه غير معنوي إحصائيًا في الدول الثلاث، ولكنه ذو تأثير سلبي في كل من الولايات المتحدة والصين، بينما في مصر هو ذو تأثير إيجابي، وهذا يتفق مع فرضية منحنى "كوزنتس" البيئي، حيث إن مستوى التلوث يزداد مع تطور الدولة، ولكنه يبدأ في الانخفاض عندما يتجاوز الدخل نقطة التحول. وبالتالي لا بد من العمل على زيادة الدخل لأنه يشجع على جلب تقنيات إنتاج أفضل.

وبالنسبة للتجارة الدولية فإنها ذات تأثير سلبي على الانبعاثات في الولايات المتحدة، ولكن (غير معنوية إحصائيًا)، مما يوضح أنها تدعم جودة البيئة، حيث إن الولايات المتحدة مصدر للسلع الغير الملوثة ومستورد للسلع الملوثة، وذلك لأنها أكثر تقدمًا وتطورًا في استخدام التكنولوجيا التي تسمح بإنتاج السلع المتطورة

جدول رقم (7)
تأثير المتغيرات على انبعاثات CO_2 في جميع الدول وفقًا للنماذج المقدرة

المتغيرات	الولايات المتحدة	الصين	مصر
EU_t	(+)√	(+)√	(+)√
FDI_t	(+)	(+)√	(-)
GDP_t	(-)	(-)	(+)
MT_t	(-)	(+)√	(+)√
UP_t	(-)		(-)√

تشـــير إلى المعنوية الإحصائية، (-)، (+) توضح تأثير المتغير سلبي أم إيجابي على انبعاثات الكربون√

تكنولوجيا وإنتاج أقل من السلع كثيفة الطاقة والتلوث واستيراد هذه السلع من دول أخرى ذات لوائح بيئية ضعيفة؛ وبالتالي فإنها تُلقي بالعبء البيئي على شركائها التجاريين، كما إن التجارة الدولية لها تأثير معنوي طردي على الانبعاثات في كل من الصين ومصر، مما يوضح أن الصين ومصر مصدر للصناعات الملوثة للبيئة، مما يدعم فرضية ملاذ التلوث، وذلك لأن هذه الدول أقل تقدمًا في إنتاج السلع المتطورة، وتعتمد أكثر على الصناعات كثيفة التلوث. ويوضح ذلك فكرة تسرب الكربون من الدول المتقدمة إلى الدول النامية.

وبالنسبة لمستوى التحضر يلاحظ أنه ذو تأثير سلبي في كلٍ من الولايات المتحدة ومصر، مما يعكس انتشار الوعي البيئي وزيادة الطلب على السلع الغير الملوثة للبيئة.

مما سبق يتضح ان التجارة الدولية لها أهمية في التأثير على المشاركة الفعالة في سياسات المناخ العالمي، حيث تجعل بروتوكول "كيوتو" أقل فعالية في الحد من الانبعاثات العالمية؛ وذلك لأن تحديد أهداف خفض الانبعاثات في البروتوكول تم على أساس مواقع الانبعاثات، وليس على أساس الموقع النهائي للاستهلاك الذي تسبب في زيادة الانبعاثات، وبالتالي يتجاهل البروتوكول تأثير التجارة الدولية على انبعاثات الكربون، مما يؤدى إلى زيادة الانبعاثات من الدول ذات الصادرات المرتفعة للمنتجات كثيفة الكربون (الغير الملزمة بخفض الانبعاثات في بروتوكول كيوتو)، بينما الدول المستوردة (الملزمة بخفض الانبعاثات وفقًا لبروتوكول "كيوتو") تنخفض انبعاثاتها من خلال تجنب الإنتاج المحلي ،وهو ما يدعم صحة الفرض الأول.

توجد دلائل في الصين ومصر تدعم كلًا من فرضية ملاذ التلوث، وفرضية منحنى "كوزنتس" البيئي. حيث إن الانفتاح التجاري والتكامل الاقتصادي أدى إلى نقل الأنشطة كثيفة الكربون من الدول المتقدمة إلى الدول النامية، وأصبحت الدول المتقدمة مستوردًا صافيًا للانبعاثات، والدول النامية مصدرًا صافيًا للانبعاثات، مما يوضح تسرب الكربون وليس اتخاذ إجراءات بخفض الانبعاثات كما هو متفق عليه في بروتوكول كيوتو. وهو ما يؤكد صحة الفرض الثاني.

أدت التجارة إلى تحسين البيئة في الولايات المتحدة، حيث إن السبب الرئيس في خفض انبعاثات الكربون هو صافي التجارة الدولية، حيث نلاحظ أن الولايات المتحدة أصبحت مستوردًا للصناعات كثيفة التلوث، وما زال نصيب الفرد من استهلاك الطاقة مرتفعًا، مما يوضح أن الولايات المتحدة تلقي بالعبء البيئي على شركائها التجاريين. وهو ما يشير إلى تحقق الفرض الثالث.

التوصيات

يمكن تلخيص التوصيات فيما يلي:

4- للحد من تأثير التجارة الدولية في سياسة المناخ العالمي؛ فإنه من الضروري أن تتخذ الدول تعهدات ملزمة باعتبارها جزءًا من ائتلاف بدلًا من الالتزامات الفردية، وذلك لمواجهة مشكلة تسرب الكربون.

5- بالنسبة للولايات المتحدة من الضروري زيادة الاستثمار في مجال الطاقة النظيفة للتحكم في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك لمواجهة الطلب على الطاقة والتحديات البيئية، وبالتالي لا بد من إعادة النظر في سياسات الطاقة وتطبيق سياسات بيئية صارمة.

6- بالنسبة للصين ومصر يجب التحكم في استهلاك الطاقة، حيث إنه مع زيادة الإنتاج الصناعي وفي ظل غياب سياسات الحفاظ على الطاقة بسبب التنمية الاقتصادية؛ سيؤدى ذلك إلى زيادة استهلاك الطاقة، مما يؤدى إلى زيادة تلوث البيئة. وبالتالي لا بد من وضع سياسات للحفاظ على الطاقة، ولابد من دراسة متطلبات الاستثمار الأجنبي، وضرورة وضع اشتراطات بيئية قوية، وترتيب الأولويات ووضع معايير واضحة لتشجيع الاستثمارات النظيفة الصديقة للبيئة، والحد من الاستثمارات الملوثة للبيئة. ويجب على السلطات في الدول المتقدمة أن تأخذ

زمام المبادرة في نقل التقنيات منخفضة الكربون فضلًا عن تنفيذ الحوافز لتطويـــر الشركات لتسريع نقل تكنولوجيا الطاقة المتقدمة إلى البلدان النامية، كذلك لا بد من العمل على زيادة الدخل لأنه من الممكن أن يشـــجع على جلب تقنيات إنتاج أفضل.

الخلاصة

أوضحت النتائج أن السبب الرئيس في خفض انبعاثات الكربون في الولايات المتحدة (دولة متقدمة) هو التجارة الدولية، حيث نلاحظ أن الولايات المتحدة أصبحت مستوردًا للصناعات كثيفة التلوث وتجذب الاستثمار الأجنبي المباشر في التكنولوجيا المتقدمة، ومن ثم زاد نصيب الفرد من استهلاك الطاقة، كما تم نقل الأنشطة الملوثة للبلاد الأخرى، وبالتالي حدث تسرب للكربون. مما يعني أنه لا بد من زيادة الاستثمار في الطاقة النظيفة لمواجهة الطلب على الطاقة والتحديات البيئية.

أما بالنسبة للصين ومصر (دول نامية) نلاحظ أنهما ملاذ للتلوث، حيث إن صافي التجارة يؤدي إلى زيادة الانبعاثات؛ وذلك لأن الانفتاح التجاري والتكامل الاقتصادي أدى إلى نقل الأنشطة كثيفة الكربون من الدول المتقدمة إلى الدول النامية، وأصبحت الدول المتقدمة مستوردًا للانبعاثات، والدول النامية مصدرًا للانبعاثات، مما يوضح تسرب الكربون، وليس اتخاذ إجراءات بخفض الانبعاثات كما هو متفق عليه في بروتوكول كيوتو، وبالتالي لا بد من إعادة النظر في البروتوكول، ويتم محاسبة الدول على أساس الاستهلاك للانبعاثات، وذلك ليكون البروتوكول أكثر فاعلية في الحفاظ على البيئة وتجنب تسرب الكربون. وكذلك لا بد من وضع سياسات للحفاظ على الطاقة؛ بهدف خفض الانبعاثات وترتيب أولويات الاستثمار الأجنبي المباشر، ووضع معايير واضحة تشجع الاستثمارات النظيفة الصديقة للبيئة، وزيادة الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة، والحد من الاستثمارات الملوثة للبيئة.

المراجع

أولاً- المراجع باللغة العربية:

- غزال عامر. (2015). ***الاقتصاد القياسي وتحليل السلاسل الزمنية***. مطابع الشرطة للطباعة والنشر، القاهرة.
- وزارة الدولة لشئون البيئة. (2016). جمهورية مصر العربية، ***تقرير حالة البيئة في مصر 2014***.
- وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة. (2014). ***الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوى، 2014/2013***. جمهورية مصر العربية

ثانيًا- المراجع باللغة الأجنبية:

- Ackerman, F. et al. (2007). The Carbon Content of Japan–US Trade. ***Energy Policy***, Vol. 35.
- Ahmed, Hossam. E. M. A.(2013). ***Investigating the Transmission Mechanism of Monetary Policy in Egypt***. (PhD), Economic Department, University of Birmingham, Birmingham, the UK.
- Ali, S. and Guo, W. (2005). "Determinant of FDI in China", ***Journal of Global Business and Technology***, Vol. 1 (2).
- Al-Mulali, U. (2012). "Factors Affecting Emissions in the Middle East: A Panel Data Analysis", ***Energy***, Vol. 44.
- Ang, J. (2009). "Emissions, Research and Technology Transfer in China", ***Ecological Economics***, Vol. 68.
- Broadman, H. and Sun, X. (1997). ***The Distribution of Foreign Direct Investment in China***. Blackwell Publishers Ltd.
- National Bureau of Statistics of China, ***China Statistical Year Book, 1996-2014***, Available at:http://www.stats.gov.cn/english/statisticaldata/
- Farhani, S. et al. (2013). ***Panel Analysis of Emissions, GDP, Energy Consumption, Trade Openness and Urbanization for MENA Countries***. Munich Personal RePEc Archive, MPRA Paper No. 49258.
- Guan, D. et al. (2008) The drivers of Chinese emissions from 1980 to 2030. Global Environment Change.
- Henderson. G et al, (2016). ***5 Questions: What Does China's New Five-Year Plan Mean for Climate Action***, World Resources Institute, March 18. Avalable at:http://www.wri.org/blog/2016/03/5-questions-what-doeschinas-new-five-year-plan-mean-climate-action
- Hossain, S. (2012). "An Econometric Analysis for Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Foreign Trade and Urbanization of Japan", ***Low Carbon Economy***, Vol. 3.
- Ibrahim, M. and Law, S. (2015). Institutional Quality and Emission–Trade Relations: Evidence from Sub-Saharan Africa, South African. ***Journal of Economics***.
- International Energy Agency. (2015). ***CO2 Emissions from Fuel Combustion***, IEA, Paris.
- Jalil, S. (2014). Carbon Dioxide Emission in the Middle East and North African (MENA) Region: A Dynamic Panel Data Study. ***Journal of Emerging Economies and Islamic Research***, Vol. 2 (3).
- Jayanthakumaran, K. and Liu, Y. (2016). Bi-lateral CO2 Emissions Embodied in Australia–China trade. ***Energy Policy***, Vol. 92.
- Kohler, M. (2013). Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade: A South African Perspective. ***Energy Policy***, Vol. 63.

- Li and Hewitt. (2008). "The Effect of Trade between China and the UK on National and Global Carbon Dioxide Emissions", ***Energy Policy***, Vol. 36.
- Lin, B. and Sun, C. (2010). "Evaluating Carbon Dioxide Emissions in International Trade of China", ***Energy Policy***, Vol. 38.
- Liu, K. and Daly, K. (2011). "Foreign Direct Investment in China Manufac-turing Industry Transformation from a Low Tech to High Tech Manufacturing", ***International Journal of Business and Management***, Vol. 6 (7).
- Low, P. et al. (2012). "The Interface between the Trade and Climate Change Regimes: Scoping the Issues", ***Journal of World Trade***, Vol. 46 (3).
- Ozturk , I. and Acaravci, A. (2013). "The Long-run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey", ***Energy Economics***, Vol. 36.
- Pao, H. and Tsai, C. (2011). "Multivariate Granger Causality between Emissions, Energy Consumption, FDI and GDP: Evidence from a Panel of BRIC Countries", ***Energy***, Vol. 36.
- Peters, G. et al. (2007). "China's Growing Emissions: A Race between Increasing Consumption and Efficiency Gains", ***Environmental Science and Technology***, Vol. 41 (17).
- Peters, G. P. and Hertwich, E. G. (2008). "Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy", ***Environmental Science and Technology***, Vol. 42, (5).
- Ren, S. et al. (2014). "The Impact of International Trade on China's Industrial Carbon Emissions Since Its Entry into WTO", ***Energy Policy***, Vol. 69.
- Shahbaz, M. et al. (2013). "The Effects of Financial Development, Economic Growth, Coal Consumption and Trade Openness on Emissions in South Africa", ***Energy Policy***, Vol. 61.
- Sharma, S. (2011). Determinants of Carbon Dioxide Emissions: Empirical Evidence from 69 Countries. ***Applied Energy***, Vol. 88.
- The White House. (2015). ***President Obama's Climate Action Plan***. 2nd Anniversary Progress Report, Continuing to Cut Carbon Pollution, Protect American Communities, and Lead Internationally.
- Wang, T. and Watson, J. (2007). ***Who Owns China's Carbon Emissions***. Tyndall Center for Climate Change Research, No 23.
- Weber, C. et al.(2008). "The Contribution of Chinese Exports to Climate Change", ***Energy Policy***, Vol. 36.
- World Bank. (N. D). ***Data, By Country, China, Excel Tables***, available at http://data.albankaldawli.org/country/china#cp_wdi
- Zakarya, G. et al. (2015). "Factors Affecting Emissions in the BRICS Countries: A Panel Data Analysis", ***Production Economics and Finance***, Vol. 26.
- Zhao, Y. et al. (2016). "Driving Factors of Carbon Emissions Embodied in China-US Trade: A Structural Decomposition Analysis", ***Journal of Cleaner Production***. Volume 131, 10 September: 678-689.

The Impact of Trade Openness on Carbon Dioxide Emissions In USA, China and Egypt

DR. Hebatallah A. Soliman
Assistant Professor of Economic
Faculty of Business Adminstration
and International Marketing
Sinai University, Egypt

DR. Hossam Eldin M. Abdelkader
Assistant Professor
Economic Dep.
Faculty of Commerce
Ain Shams University, Egypt

ABSTRACT

Climate Change is one of the most important issues facing our planet, the concerns are growing under the global trading system. trade benefits may generate considerable pressure on the environment because of more trade and economic activity would lead to an increase in energy consumption. Carbon dioxide is the main source of greenhouse effect and captures great attention in the recent years, are most of the emissions comes from fossil fuels consumption.

Recently, China has shown significant growth in emissions, accounting for 28% of global emissions in 2013. It also became the world's first exporter of industrial products, and the world's biggest emitter of emissions, while the emissions of USA decreased from 5702 (Million tonnes) in 2005 to 5119 (Mt) in 2013. That leads to raise the questionif the USA emissions have been decreased as a result of implementions the commitments under the Kyoto Protocol, or as a result of transfering carbon-intensive activities to developing countries, and conversion to import rather than export these products.

This paper is trying to measure the impact of trade openness, economic development, foreign direct investment, energy consumption and urbanization on environment,using Time -Series data over the period 1982-2013 in the United States, China and Egypt. The Engle -Granger Two-Step Model is used to test the long-runand short-run relationships between the variables by applying the Error-Correction Model (ECM). The results showed that the main reason for reducing carbon dioxide emissions in the United States is net trade,while in China and Egypt are a pollution haven of direty products as net trade and foreign direct investment lead to increase emissions. In addition, The results support environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis.