2021

العلاقة بين الطاقة المستهلكة والنمو الاقتصادي والبيئة في مصر خلال الفترة (1980-2017)

"دراسة تحليلية قياسية"

أ.د. أحمد أبو الفتوح الناقة

أستاذ الاقتصاد

كلية الدراسات الاقتصادية والعلوم السياسية

جامعة الإسكندرية

د. عبير شعبان عبده

أستاذ الاقتصاد المساعد

كلية الدراسات الاقتصادية والعلوم السياسية

جامعة الاسكندرية

رانيا أنيس الشرقاوي

مدرس مساعد

كلية الدراسات الاقتصادية والعلوم السياسية – جامعة الاسكندرية

الملخص

هدفت الدراسة إلى تحليل وقياس العلاقة الكمية والسببية بين الطاقة المستهلكة والتدهور البيئي والنمو الاقتصادي في الاقتصاد المصري خلال الفترة (1980–2017). وقد اعتمدت الدراسة على استخدام نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM) لتقدير العلاقات الكمية بين متغيرات الدراسة وكذلك لتحديد اتجاهات العلاقات السببية بينها. وقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة تأثير وتأثر متبادل بين كل من الطاقة المستهلكة والتدهور البيئي والنمو الاقتصادي في الاقتصاد المصري، فالطاقة المستهلكة تعتبر المسبب الرئيسي للتدهور البيئي – بشقيه التلوث واستزاف الموارد الاقتصادية – وما ينتج عنه من آثار سلبية تخفض من معدل النمو الاقتصادي. ومن ناحية أخرى، فإن استهلاك الطاقة يعد أهم محددات النمو الاقتصادي، وبالتالي فإن خفض استهلاك الطاقة – سواء بسبب نقص توافر إمداداتها أو بفعل سياسات الترشيد– قد يبطيء من معدل النمو الاقتصادي ويعيق عملية التنمية الاقتصادية في الأجل الطويل. ويكمن حل هذه المعضلة من خلال محورين؛ المحور الأول يتمثل في رفع كفاءة استهلاك الطاقة والذي يمكن الاقتصاد القومي من خفض كمية الطاقة المستهلكة بدون أن يؤثر ذلك على النمو الاقتصادي. والمحور الثاني يتمركز حول زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة مما يمكننا من تحقيق أمن الطاقة ويخفض من حدة تأثير الطاقة المستهلكة على البيئية.

Abstract

This Study mainly aims at investigating the relationship between energy consumption, economic growth and environmental degradation in Egypt during the period (1980-2017). The study uses Vector Error Correction Model (VECM) to estimate the relationships between the variables and also to examine the existence of causal relationships among them in both the short run and long run. The empirical findings of the study reveal to the existence of interrelationship between energy consumption and environmental degradation and economic growth in the Egyptian Economy. Since energy consumption is considered as one of the main causes of environmental degradation phenomenon from one side, it is also considered as one of the

main drivers of economic growth from the other side. The study concluded that energy conservation policies can exert adverse effects on economic growth in the long run in Egypt. The study recommends two policies to be carried out in parallel in order to solve this paradox; the first is to apply energy efficiency policies in all sectors of the economy which may help in reducing energy consumption without hindering economic growth. The second policy is to encourage exploiting new and renewable energy sources available in Egypt and increasing their contribution in the electricity generation mix in Egypt which may help in achieving sustainable economic growth and reducing environmental degradation simultaneously.

1. مقدمة

إن التدهور البيئي أصبح يشكل تحدياً رئيسياً في كل دول العالم نامية كانت أو متقدمة، وأصبحت المشكلات البيئة لا تقل في أهميتها عن المشاكل الاقتصادية الأخرى. فقد بدأ القلق العالمي بشأن الاستدامة البيئية يتزايد خاصة بعد تزايد تركز الغازات الدفيئة في طبقات الجو والتي تشكل بدورها عائقاً أمام خروج أشعة الشمس المنعكسة من الأرض، ويظل جزء منها داخل الغلاف الجوي للكرة الأرضية مما يهدد بارتفاع درجة حرارة الأرض، وإذابة الثلوج في القطبين، وفيضان المياه عن المناطق الساحلية، ويعرف ذلك بظاهرة الاحتباس الحراري. ولقد ترتب على ظاهرة الاحتباس الحراري والتوقعات بارتفاع حرارة الأرض زيادة الاهتمام العالمي في العقود الأخيرة بهذه المشكلة والسعي المستمر لإيجاد حلول لمواجهة آثارها السلبية من خلال عقد المؤتمرات البيئية العالمية؛ والتي أوصت جميعها بضرورة مواصلة جهود التنمية الاقتصادية لرفع مستوى المعيشة في مختلف دول العالم، مع اتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من التدهور البيئي (وزارة البيئة، 2018، ص 35).

وتتسم العلاقة بين البيئة من جهة والتنمية الاقتصادية من جهة أخرى بالتكامل والاعتماد المتبادل، إذ يتعذر تحقيق التنمية الاقتصادية في ظل التدهور البيئي ونضوب الموارد الطبيعية، كما يستحيل حماية البيئة والحفاظ عليها في ظل ظروف اقتصادية واجتماعية تتسم بالفقر والتخلف. وإذا كان لخطط التنمية الاقتصادية انعكاسات بيئية، فإن تحقيقها يتطلب استهلاك كميات متزايدة من الطاقة. حيث تعد الطاقة – بمصادرها المتجددة وغير المتجددة – ركيزة أساسية لتحقيق كافة أبعاد

التنمية المستدامة. وذلك لأنها تعتبر أحد أهم مدخلات الإنتاج في القطاعات الاقتصادية المختلفة، بالإضافة لارتباطها الوثيق بالتطور الاجتماعي فهي تلعب دوراً مهمًا في تحقيق التنمية البشرية والرفاهة الاجتماعية لكونها عنصرًا ضروريًا وجوهريًا لتلبية الاحتياجات الإنسانية. وتجدر الإشارة في هذا الصدد إلى أن أهم المشكلات البيئية المرتبطة باستهلاك الطاقة هي مشكلة الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود خاصة الوقود الأحفوري، سواء لغرض توليد الكهرباء، أو لغرض الاستهلاك المنزلي، أو لأغراض الصناعة، أو للنقل والمواصلات.

ولا شك أن توافر الطاقة بالكميات اللازمة وبالأسعار المناسبة مع تلافي الاختناقات الزمنية يعتبر عنصرًا ضروريًا لتحقيق معدلات النمو الاقتصادي المنشودة. ومن ثم يرتبط استهلاك الطاقة بالعديد من الأولويات التي تهدف الدولة لتحقيقها، ولعل أهمها النمو الاقتصادي وتقليص الفقر، وتوفير إمدادات كافية من الطاقة، واستغلال المصادر المتجددة المتاحة وتوفير ما تبقى من المصادر الأحفورية، والحفاظ على جودة البيئة وحمياتها من التدهور، والحصول على التقنيات اللازمة لذلك، وحشد المصادر التمويلية لتمويلها. ويُعد التحدي الأكبر الذي يواجه إنتاج واستهلاك الطاقة في مصر هو التوفيق بين هذه الأولويات المتباينة وضمان التقدم على كل هذه الجبهات.

1-1 مشكلة البحث

واجهت مصر في السنوات الأخيرة العديد من أزمات الطاقة والتي انعكست في الانقطاع المتكرر في التيار الكهربائي ونقص حاد في إمدادات المنتجات البترولية. وتُعزى أزمة الطاقة في مصر إلى العديد من الأسباب يرجع بعضها إلى جانب العرض، ويرجع البعض الآخر إلى جانب الطلب. ولعل أهم المشاكل التي تواجه جانب العرض هي محدودية الإحتياطيات المتوفرة من مصادر الطاقة الأحفورية وضعف الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.

ومن جانب الطلب على الطاقة، فإن استهلاك الطاقة يتزايد في مصر نتيجة لارتفاع معدل النمو السكاني، والوفاء بمتطلبات خطط التنمية في المناطق الحضرية والريفية، وتشييد صناعات جديدة كثيفة الإستهلاك للطاقة، والدعم المالي لأسعار الطاقة. وقد تزايد الإستهلاك الكلي للطاقة في مصر من 18 مليون طن نفط مكافئ [1] عام 1980 إلى 101 مليون طن نفط مكافئ عام 2017 ليسجل إرتفاع بنسبة تفوق 460% خلال هذه الفترة (BP statistical review of world energy, 2018). ولقد

[1] وحدة قياس للطاقة وتعرف على أنها كمية الطاقة التي تنتج عن احتراق طن واحد من النفط الخام.

أدت الزيادة في استهلاك الطاقة إلى فجوة بين جانبي الطلب والعرض لمصادر الطاقة الأولية. ومن المتوقع أن تستمر هذه الفجوة في الزيادة خلال السنوات المقبلة في ظل تزايد الاستهلاك والثبات النسبي للإنتاج بسبب محدودية المصادر الأحفورية المتاحة وتناقص الاحتياطيات المؤكدة منها.

وعلى صعيد آخر، أدى التوسع في النشاط الإقتصادي خاصة الإنتاج الصناعي وما ترتب عليه من زيادة استهلاك الطاقة إلى تفاقم مشاكل التدهور البيئي وعلى رأسها مشكلة الاحتباس الحراري. فقد أدى الاستهلاك المتزايد لمصادر الطاقة الأحفورية إلى زيادة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في مصر من 45.7 مليون طن مكافئ عام 1980 حتى بلغ 217.3 مليون طن مكافئ عام 2017 (BP statistical review of world energy, 2018) ليسجل بذلك ارتفاعًا يفوق 380% خلال هذه الفترة. وقد بلغت التكلفة الاقتصادية لتلوث الهواء في مصر حولي 17 مليار دولار عام 2017 أو ما يعادل 6.4% من إجمالي الناتج المحلي (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، 2018، ص 207).

وقد تنبهت الحكومة المصرية للعواقب البيئية المترتبة على التوسع في النشاط الاقتصادي وزيادة استهلاك الطاقة ووضعت عديد من الاستراتيجيات لتساعد في التغلب عليها. فقررت تنفيذ حزمتين من السياسات على التوازي؛ الأولى تتمثل في توجيه المجتمع نحو ترشيد استهلاك الطاقة والعمل على تخفيض هدر موارد الطاقة، والثانية تركز على تنويع مصادر إنتاج الطاقة والتوسع في استغلال مصادر الطاقة المتجددة التى يمكنها تحقيق توازن مزيج الطاقة والحد من آثاره البيئية في مصر. وباعتبار الطاقة أحد أهم المدخلات الإنتاجية التي تعتمد عليها العديد من الأنشطة الإقتصادية، فإن تبني الدولة لسياسات ترشيد استهلاك الطاقة والحد من التدهور البيئي يثير الشكوك والتساؤلات أهمها إلى أي مدى يؤثر ترشيد استهلاك الطاقة على النمو الاقتصادي في مصر؟ وكيف يؤثر المزيج الحالي للطاقة المستهلكة على التدهور البيئي في مصر؟ وإلى أي مدى يؤثر النمو الاقتصادي على جودة البيئة في مصر؟ وما أثر التدهور البيئي على النمو الاقتصادي في مصر؟ وأخيراً، ما اتجاه العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي والتدهور البيئي في مصر خلال الفترة (1980-2017)؟

2-1 أهمية البحث وهدفه

يكمن التحدي الأصعب في اتخاذ القرار بتنفيذ سياسات ترشيد استهلاك الطاقة والمفاضلة بين التأثيرات السلبية المحتملة لاستمرار هذا النمط الاستهلاكي المرتفع للطاقة خاصة بعد تحول مصر

لمستورد صافي للمنتجات البترولية والغاز الطبيعي، وبين الآثار السلبية المحتملة لخفض استهلاك الطاقة على الإنتاج ومن ثم على النمو الاقتصادي. وبناء عليه فإن دراسة العلاقة بين استهلاك الطاقة – بمصادرها المختلفة – والنمو الاقتصادي والتدهور البيئي يساعد صانعي السياسات في مصر على وضع سياسات ملائمة لترشيد استهلاك الطاقة والعمل على رفع كفاءة استهلاك الطاقة في الأنشطة الإقتصادية المختلفة، وكذلك تحديد مزيج الطاقة الأمثل في مصر، فضلاً عن وضع سياسات ملائمة للحفاظ على البيئة والحد من التدهور البيئي في ظل استهداف معدلات مرتفعة من النمو الاقتصادي.

3-1 فروض البحث

يسعى البحث لاختبار الفروض الآتية:

- يؤثر استهلاك الطاقة تأثيراً إيجابياً وذا دلالة معنوية على النمو الاقتصادي في الاقتصاد المصري.
- يؤثر التدهور البيئي تأثيراً سلبياً وذا دلالة معنوية على النمو الاقتصادي في الاقتصاد المصري.
- يؤثر استهلاك الطاقة تأثيراً إيجابياً وذا دلالة معنوية على التدهور البيئي في الاقتصاد المصري.
- يؤثر النمو الاقتصادي تأثيراً إيجابياً وذا دلالة معنوية على التدهور البيئي في الاقتصاد المصري.
- يوجد علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين كل اثنين من المتغيرات الثلاثة.

4-1 منهج البحث

يستخدم البحث الأسلوب الكمي في التحليل بالاعتماد على المنهج التحليلي القياسي حيث يتم استقراء البيانات الكمية عن كل من الطاقة المستهلكة والتدهور البيئي والنمو الاقتصادي في مصر خلال الفترة (1980–2017)، واستنباط العلاقة بينهم، ثم قياس العلاقة بينهم اعتماداً على أسلوب التكامل المشترك ونموذج تصحيح الخطأ (VECM)، فضلاً عن تحديد اتجاه العلاقة السببية بينهم في كل من الأجل الطويل والقصير.

5-1 خطة البحث

ينقسم البحث إلى أربعة أجزاء –بخلاف المقدمة– تتناول على الترتيب العلاقة بين استهلاك الطاقة والتدهور البيئي والنمو الاقتصادي في الأدب الاقتصادي، وتطور هذه العلاقة في الاقتصاد المصري خلال الفترة (1980–2017)، وقياس العلاقة بينهم خلال تلك الفترة، والنتائج والتوصيات.

2. الدراسات السابقة

تتمحور علاقة التأثير والتأثر المتبادل بين الاقتصاد والبيئة حول العلاقة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة من جهة، والعلاقة بين استهلاك الطاقة والتدهور البيئي من الجهة الأخرى. فالبيئة تقدم للاقتصاد الموارد الطبيعية بما في ذلك موارد الطاقة التي تتحول عن طريق عملية الإنتاج إلى سلع وخدمات استهلاكية يستخدمها الإنسان لإشباع حاجاته ثم تعود الموارد الطبيعية المستهلكة في نهاية الأمر إلى البيئة في صورة مخلفات غير مرغوب فيها. وعليه، يتأثر النشاط الاقتصادي بندرة وإمكانية نفاذ الموارد الطبيعية. وفي الوقت ذاته تتأثر وفرة وجودة الموارد البيئية المتاحة بالنشاط الاقتصادي؛ حيث يؤدي النمو الاقتصادي المتسارع إلى استنزاف الموارد البيئية، بينما يؤدي ضعف النشاط الاقتصادي إلى صعوبة تخصيص جزء من الموارد لحماية البيئة ومعالجة الأضرار البيئية (عبد الكريم وعزت، 2000، ص ص 31–32).

وقد اتجهت العديد من الأدبيات التطبيقية للاقتصاد البيئي إلى اختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي Environmental kuzents Curve (EKC) . فقد بدأ الاهتمام بدراسة العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي حين قام (Grossman and Krueger, 1991) بدراسة الآثار البيئية المترتبة على اتفاقية تحرير التجارة في أمريكا الشمالية (NAFTA)، باستخدام البيانات اللوحية (Panel Data) لاثنين وأربعين دولة. وأوضحت نتائج الدراسة أن التدهور البيئي يتناسب طرديًا مع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي وذلك عند المستويات المنخفضة من الدخل القومي، ولكن عند المستويات المرتفعة من الدخل القومي تتحول هذه العلاقة إلى علاقة عكسية، حيث ينخفض معدل التدهور البيئي مع زيادة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي. واستنتجت الدراسة أنه عندما يتراوح مستوى الدخل الفردي بين 4000 و5000 دولار أمريكي في الدول محل الدراسة يبدأ التدهور البيئي في الانخفاض، بل ويساهم النمو الاقتصادي في حماية البيئة وتحسين نوعيتها. ومنذ ذلك الوقت، بدأ الاهتمام بطبيعة العلاقة المتلازمة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في التزايد، حيث قام العديد من الاقتصاديين

باختبار فرضية منحنى كوزنتس البيئي للتحقق من مدى انطباقها على الدول محل الدراسة باستخدام مختلف أساليب الاقتصاد القياسي. واختصت بعض هذه الدراسات بتحليل العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي مع إدراج بعض المتغيرات التفسيرية الأخرى التي قد تؤثر من وجه نظر الباحثين على طبيبعة العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي مثل الزيادة السكانية والتبادل التجاري والتحضر والتطور المالي واستهلاك الطاقة من المصادر المتجددة والمصادر غير المتجددة.

بحثت دراسة (Nkengfack and Fotio, 2019) العلاقة السببية بين النمو الاقتصادي والانبعاثات الكربونية في ثلاث من الدول الإفريقية الأعلى في الانبعاثات البيئية وهي مصر والجزائر وجنوب أفريقيا خلال الفترة (1971–2015)، واستخدمت الدراسة نموذج الانحدار الذاتي ذي الفجوات الموزعة (ARDL). وقد توصلت الدراسة إلى وجود تأثير موجب ومعنوي لكل من استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي على التدهور البيئي في الأجلين الطويل والقصير. وبتقسيم الطاقة المستهلكة وفقًا لمصدرها، أظهرت النتائج أن البترول والكهرباء والفحم هي أكبر مصادر للطاقة تلويثًا للبيئة في الجزائر ومصر وجنوب أفريقيا على الترتيب. كما كشفت نتائج اختبار السببية عن وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين كل من استهلاك الطاقة والانبعاثات الكربونية، والانبعاثات الكربونية والنمو الاقتصادي، واستهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في مصر.

كما أجرى (Saboori et al., 2014) دراسة استهدفت اختبار العلاقة بين انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والطاقة المستهلكة في قطاع النقل والنمو الاقتصادي في دول منظمة التعاون الدولي والتنمية خلال الفترة (1960–2008)، باستخدام منهجية المربعات الصغرى المعدلة بالكامل لتقدير انحدار التكامل المشترك (Fully Modified Ordinary Least Squares Cointegration approach)، وأظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة ثنائية الاتجاه بين كل من التلوث البيئي والنمو الاقتصادي، والطاقة المستهلكة والنمو الاقتصادي، والطاقة المستهلكة والتلوث البيئي.

وأشارت نتائج دراسة (Omri, 2013) والمطبقة على أربع عشرة دولة من دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا خلال الفترة (1990–2011)، باستخدام نموذج المعادلات الآنية (Simultaneous Equation Model) إلى وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة مما يؤكد فرضية التغذية المرتدة. كما دعمت النتائج وجود علاقة أحادية الاتجاه من

استهلاك الطاقة إلى التدهور البيئي، وعلاقة ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في المنطقة بأكملها.

هدفت دراسة (Farhani and Ben Rejeb, 2012) إلى اختبار التكامل المشترك والعلاقة السببية بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي واستهلاك الطاقة، وذلك اعتمادًا على بيانات السلاسة الزمنية المقطعية (Panel Data) لخمس عشرة دولة من دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ومن بينها مصر خلال الفترة (1973-2008). وقد توصلت الدراسة إلى عدم وجود علاقة سببية بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي، استهلاك الطاقة والتدهور البيئي في الأجل القصير. ولكن في الأجل الطويل، اتضح وجود علاقة أحادية الاتجاه من النمو الاقتصادي والتدهور البيئي إلى استهلاك الطاقة.

وفي دراسة أخرى قام بها Salim and Rafiq (2012) على ست دول ناشئة وهي البرازيل، الصين، الهند، الفلبين، إندونيسيا، وتركيا، خلال الفترة (1980-2006)، وباستخدام نموذج ARDL ونموذج المربعات الصغرى المعدلة بالكامل (FOLS)، ونموذج المربعات الصغرى الديناميكي (DOLS) واختبار جرانجر للسببية (Granger Causality Test)، تم التوصل إلى وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة المتجددة والدخل، وأخرى بين استهلاك الطاقة المتجددة والانبعاثات في الاجل القصير.

تناولت دراسة Alam et al. (2011) تحليل العلاقة بينهم في الهند خلال الفترة (1971-2006)، باستخدام نموذج متعدد المتغيرات يتضمن متغيرين إضافيين وهما إجمالي القوة العاملة وإجمالي التكوين الرأسمالي الثابت، وكشفت نتائج اختبار جرانجر للسببية (Granger Causality Test) عن وجود علاقة ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة والتدهور البيئي مما يدعم فرضية التغذية المرتدة. كما أكدت النتائج فرضية الحيادية بين النمو الاقتصادي وكل من استهلاك الطاقة والتدهور البيئي في الأجل الطويل.

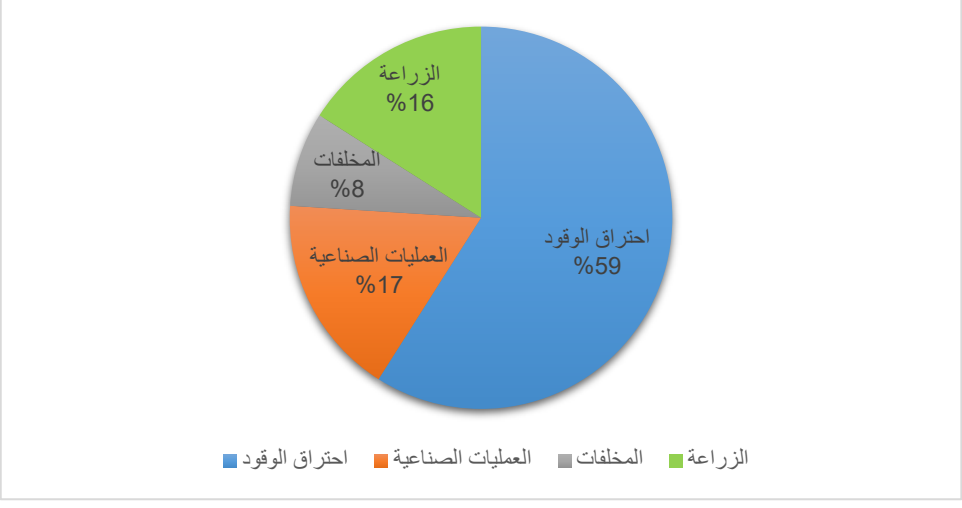
قامت دراسة Ang (2007) باختبار العلاقة الديناميكية السببية بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي في فرنسا خلال الفترة (1960-2000)، وذلك اعتمادًا على منهجية تحليل التكامل المشترك (Cointegration Testing Approach) ونموذج متجه تصحيح الخطأ (Vector Error Correction Model).

وأظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه من استهلاك الطاقة إلي النمو الاقتصادي في الأجل القصير، وأيضًا وجود علاقة أحادية الاتجاه من النمو الاقتصادي إلى كل من استهلاك الطاقة والتدهور البيئي في الأجل الطويل.

3. تطور الهيكل الاقتصادي والتلوث البيئي في مصر

تتعدد مظاهر التلوث البيئي الناتج عن احتراق الوقود الأحفوري بين تلوث الهواء، وتلوث المياه، وتلوث التربة. ويعتبر تلوث الهواء من أخطر صور التدهور البيئي. ويُعد احتراق الوقود من المصادر الأحفورية المسبب الرئيسي لتلوث الهواء خاصة انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث يستحوذ على حوالي 59% من إجمالي الانبعاثات، ويليه العمليات الصناعية التي تتسبب في انبعاث 17% من إجمالي الانبعاثات، ثم المخلفات الزراعية بنسبة 16%، وأخيراً، المخلفات 8% من إجمالي الانبعاثات الكربونية في مصر. ويعرض الشكل رقم (1) توزيع انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وفقاً لمصادر انبعاثه في مصر لعام 2005.

شكل رقم (1): التوزيع القطاعي لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في مصر عام 2005

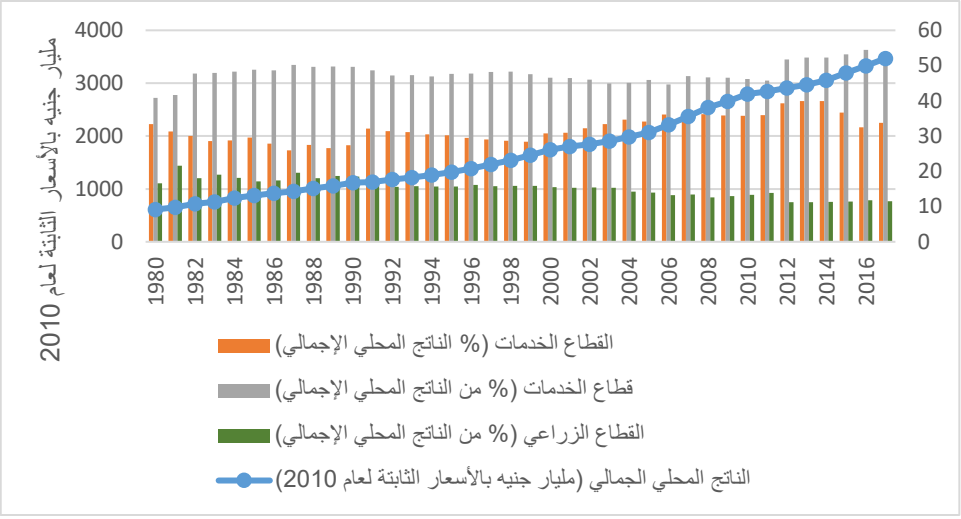


المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على (وزارة البيئة، 2017، ص 31).

ويتوقف الأثر النهائي للنمو الاقتصادي على البيئية على بعض العوامل أهمها الهيكل الاقتصادي ونصيب القطاعات الاقتصادية المختلفة من إجمالي الطاقة المستهلكة، ومزيج الطاقة

المستهلكة. ويوضح الشكل رقم (2) تطور الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي وتوزيعه في مصر خلال الفترة (1980-2017).

شكل رقم (2): تطور الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي في مصر خلال الفترة (1980-2017)



المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على قاعدة بيانات البنك الدولي www.data.worldbank.org/

وتشير البيانات الموضحة في الشكل السابق إلى أن الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي في مصر قد زاد من حوالي 609.7 مليار جنيه عام 1980 إلى 3470 مليار جنيه عام 2017. وقد بلغ متوسط معدل النمو السنوي للناتج المحلي الإجمالي نحو 5% سنوياً، حيث تساوى مع متوسط معدل النمو السنوي لاستهلاك الطاقة خلال الفترة محل الدراسة.

ويعتمد الناتج المحلي الإجمالي في الاقتصاد المصري على ثلاث قطاعات رئيسية وهي: قطاع الخدمات والقطاع الصناعي والقطاع الزراعي. ويوضح الشكل رقم (2) تطور مساهمة القطاعات الثلاثة في الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة (1980-2017)؛ فقد ارتفعت نسبة مساهمة قطاع الخدمات من 41% عام 1980 إلى 53% عام 2017، وانخفضت نسبة مساهمة القطاع الزراعي من 16.5% إلى 11.5%، بينما تذبذبت نسبة مساهمة القطاع الصناعي حول 30% خلال الفترة (1980-2012)، وانخفضت من ذروتها التي بلغت حوالي 40% عام 2013 إلى 33.8% عام 2017. وتشير بيانات استهلاك الطاقة في القطاعات الاقتصادية المختلفة لعام 2016 إلى أن قطاع الصناعة في مصر يستحوذ وحده على حوالي 33.8% من إجمالي الطاقة المستهلكة، بينما يستأثر

قطاع النقل والمواصلات على 32.2%، وتستهلك بقية القطاعات الاقتصادية وعلى رأسها القطاع الزراعي نحو 34% من إجمالي الطاقة المستهلكة .(OECD/IEA, 2018, p. 237)

ويلخص الجدول رقم (1) تطور الاستهلاك النهائي للطاقة موزعًا على القطاعات الاقتصادية، ونصيب هذه القطاعات من إجمالي الاستهلاك النهائي.

جدول رقم (1) : تطور الاستهلاك النهائي للطاقة في مصر موزعًا على القطاعات المختلفة خلال القترة (1980-2016)

السنة	الاستهلاك النهائي للطاقة (ألف طن نفط متكافئ)					هيكل استهلاك الطاقة (%)			
	الصناعة	النقل	القطاعات الأخرى[1]	غير أغراض الطاقة[2]	الإجمالي	الصناعة	النقل	القطاعات الأخرى[1]	غير أغراض الطاقة[2]
1980	5610	2690	3070	510	11880	47.2	22.6	25.8	4.3
1990	9510	4460	4940	1130	20040	47.5	22.3	24.7	5.6
2000	13970	8560	6950	11510	30990	45.1	21.6	22.4	4.9
2005	13542	11304	10955	4351	10150	33.7	28.2	27.3	10.8
2010	12768	12971	17074	6726	49539	25.8	26.2	34.5	13.6
2015	12640	18337	18850	5424	55250	22.9	33.2	34.1	9.8
2016	13477	18689	19754	6127	58050	23.2	32.2	34.0	10.6

[1] تشتمل القطاعات الأخرى المستهلكة للطاقة على القطاع الزراعي والقطاع المنزلي والقطاع التجاري.

[2] يستخدم كل من البترول والفحم والغاز الطبيعي في غير أغراض الطاقة كمادة خام في الصناعات المختلفة.

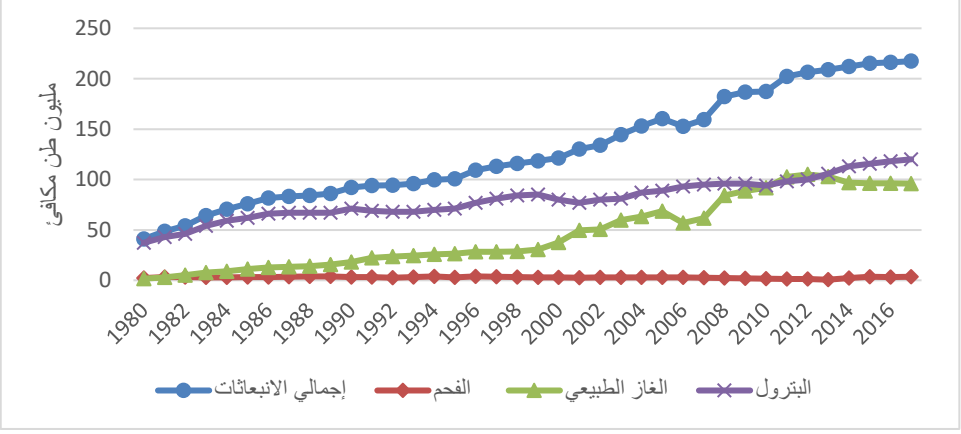
المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في(OECD/IEA, different issues).

ويتضح منه أن القطاع الصناعي ظل المستهلك الرئيسي للطاقة منذ بداية الفترة وحتى عام 2005. فقد تزايد الاستهلاك النهائي للطاقة في القطاع الصناعي بنسبة تقدر بحوالي 140% خلال الفترة (1980-2005) بمعدل نمو قدره 2.9% سنويًا. وعلى الرغم من ذلك فإن نصيب القطاع الصناعي من الاستهلاك النهائي للطاقة ظل في تناقص مستمر طوال الفترة محل الدراسة، فقد تناقص من حوالي 47.2% عام 1980 إلى حوالي 23.2 % عام 2016. ويجدر الإشارة إلى أن إجمالي

الاستهلاك النهائي للطاقة في القطاع الصناعي لا يتضمن استهلاك القطاع لغير أغراض الطاقة والذي يمثل ما يزيد عن 10.6% من الطاقة المستهلكة عام 2016. وينحصر الاستهلاك لغير أغراض الطاقة في استهلاك المنتجات البترولية التي تشمل الزيوت والشحوم والأسفلت وفي الغاز الطبيعي المستخدم كمادة خام في صناعة الأسمدة والكيماويات والبتروكيماويات. وعلى الرغم من تناقص نصيب القطاع الصناعي من الطاقة المستهلكة كوقود، فإن استهلاك القطاع للمنتجات البترولية والغاز الطبيعي لغير أغراض الطاقة قد تزايد من 510 إلى 6127 ألف طن نفط مكافئ خلال الفترة 1980–2016 بمعدل نمو سنوي قدره 8.6%. وعليه، فقد بلغ الاستهلاك النهائي للطاقة في القطاع الصناعي لأغرض الطاقة ولغير أغراض الطاقة 24816 ألف نفط مكافئ عام 2016 أي ما يعادل 33.8% من إجمالي الطاقة المستهلكة. أما قطاع النقل فقد تزايد استهلاكه من الطاقة في نفس الفترة بمعدل زيادة سنوي يقدر بحوالي 6%. وارتفع نصيبه في الاستهلاك النهائي للطاقة من 22.6% عام 1980 إلى 32.2% عام 2016، وأصبح يفوق نصيب القطاع الصناعي من استهلاك الطاقة منذ عام 2010. أما القطاعات الأخرى وتشمل القطاع الزراعي والقطاع المنزلي والتجاري والمرافق العامة فقد تزايد استهلاكها من الطاقة في الفترة موضع الدراسة من 3070 إلى 19754 ألف طن نفط مكافئ بمعدل نمو سنوي قدره 5.9%. ويعد القطاع المنزلي أكثر هذه القطاعات استهلاكًا للطاقة حيث يستهلك ما يزيد عن 70%، يليه القطاع التجاري والمرافق العامة اللذان يستهلكان معًا 17%، ولا يتخطى استهلاك القطاع الزراعي 10% من إجمالي استهلاك الطاقة النهائية في القطاعات الأخرى غير القطاع الصناعي وقطاع النقل عام 2016 (OECD/IEA, 2018, p. 237).

وينعكس مزيج الطاقة المُعتَمد عليه في مصر على تطور كمية الانبعاثات الناتجة عن استهلاكه. فيُظهر الشكل رقم (3) اتجاه انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استهلاك الطاقة في مصر نحو الارتفاع خلال الفترة (1980–2017). فقد ارتفعت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من 45.7 مليون طن مكافئ عام 1980 حتى بلغ 217.3 مليون طن مكافئ عام 2017 ليسجل بذلك ارتفاعًا يفوق 170% خلال هذه الفترة. ويقدر متوسط معدل النمو السنوي لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بحوالي 3.5% خلال العقد الماضي. وترجع زيادة الانبعاثات في مصر إلى زيادة استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية الملوثة للبيئة وعلى رأسها المنتجات البترولية والغاز الطبيعي وضعف الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة النظيفة.

شكل رقم (3): تطور انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في مصر خلال الفترة (1980-2017)



المصدر: اعداد الباحثة من واقع بيانات (BP statistical review of world energy, 2018).

4. قياس العلاقة بين الطاقة المستهلكة والنمو الاقتصادي والتدهور البيئي

يهدف هذا الجزء إلى تقدير العلاقات الكمية وتحديد اتجاه العلاقات السببية بين الطاقة المستهلكة والتدهور البيئي والنمو الاقتصادي في مصر خلال الفترة (1980-2017)، الأمر الذي يساعد صناع القرار على صياغة السياسات الاقتصادية الأكثر فاعلية في تخطيط الموارد البيئية على النحو الذي يكفل زيادة معدلات النمو الاقتصادي مع مراعاة حق الأجيال القادمة في هذه الموارد.

4-1 توصيف النموذج والمتغيرات المستخدمة

استناداً إلى الدراسات التي شملت متغير الطاقة كأحد المتغيرات الأساسية في تقدير دالة الإنتاج الكلية وتفسير النمو الاقتصادي (Rasche & Tatom, 1977, p. 13, 14; Berndt & Wood, 1975, p. 260; Stern & Cleveland, 2004, p. 44) وكذلك استفادةً من دراسة كل من (Jamel and Maktouf, 2017, p.8; Azam, et al., 2015, P. 6380; Muhammad, 2019, P. 234; Omri, 2013, P. 659) والتي أشارت إلى أهمية بعض المتغيرات الإضافية في التأثير على الناتج الكلي ومن ثم النمو الاقتصادي كالانبعاثات البيئية ورأس المال البشري والانفتاح التجاري؛ يمكن التعبير عن الدالة المقترحة لتقدير النموذج القياسي بعد تحويلها إلى صورة متغيرات لكل عامل وإدماج المتغيرات الإضافية بها على النحو التالي:

$$Y = f(GFC, EC, CO2, HC, TO, Dum)$$

وعليه، فإن الصورة اللوغاريتمية المزدوجة للنموذج المقترح يمكن صياغتها على النحو التالي:

$$Ln\ GDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 Ln\ GFC_t + \alpha_2 Ln\ EC_t + \alpha_3 Ln\ CO2_t + \alpha_4 LnHC_t + \alpha_5 LnTO_t + Dum + \varepsilon_i \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

ويتم تحويل متغير التدهور البيئي من متغير مستقل إلى متغير تابع بنفس الصيغة الواردة بالمعادلة رقم (1) لتقدير العلاقة التبادلية بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي باعتبار الطاقة المستهلكة محور التأثير المتبادل بين المتغيرين على النحو التالي:

$$Ln\ CO2_t = \alpha_0 + \alpha_1 Ln\ GFC_t + \alpha_2 Ln\ EC_t + \alpha_3 Ln\ GDP_t + \alpha_4 LnHC_t + \alpha_5 LnTO_t + Dum + \varepsilon_i \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث يشير:

$\boldsymbol{ln\ GDP_t}$: إلى الناتج المحلي الإجمالي كمقياس "**للنمو الاقتصادي**"، ويُقصد به التوسع في إنتاج السلع والخدمات في الاقتصاد القومي خلال فترة زمنية معينة. ويقاس من خلال متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي مقدراً بالجنيه المصري وبالأسعار الثابتة لعام 2010. ويتوقع أن يكون له تأثير إيجابي على التدهور البيئي.

$\boldsymbol{GFC_t}$: إلى "**رأس المال الثابت الحقيقي**"، ويقاس من خلال متوسط نصيب الفرد من إجمالي تكوين رأس المال الثابت الحقيقي مقدراً بالجنيه المصري وبالأسعار الثابتة لعام 2010. ويتوقع أن يكون تأثيره إيجابي على النمو الاقتصادي. بينما لا يتوقع له تأثير محدد على التدهور البيئي.

$\boldsymbol{EC_t}$: إلى "**استهلاك الطاقة**"، ويقاس من خلال متوسط نصيب الفرد من الطاقة المستهلكة مقدرة بالمليون طن نفط مكافئ. ومن المتوقع أن يكون تأثيره إيجابي على النمو الاقتصادي، أما عن تأثير استهلاك الطاقة على التدهور البيئي فيعتمد على كثافة الانبعاثات في مزيج الطاقة المستهلك في الاقتصاد القومي.

$\boldsymbol{CO2_t}$: إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمقياس "**للتدهور البيئي**"، ويقاس من خلال متوسط نصيب الفرد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون مقدراً بالمليون طن ثاني أكسيد الكربون. ومن المتوقع أن يكون تأثيره سلبياً على النمو الاقتصادي.

$\boldsymbol{HC_t}$: إلى "**رأس المال البشري**"، ويقاس من خلال نسبة العمالة الحاصلة على التعليم العالي (التعليم الجامعي وما فوقه). ومن المتوقع أن يكون تأثيره إيجابياً على النمو الاقتصادي وسلبياً على التدهور البيئي.

TO_t : إلى" **الانفتاح التجاري**"، ويقاس من خلال نسبة إجمالي الصادرات والواردات إلى الناتج المحلي الإجمالي. ومن المتوقع أن يكون له تأثير إيجابي على النمو الاقتصادي وسلبي على التدهور البيئي.

Dum : إلى متغير نوعي "**Dummy Variable**"، ويتم التعويض عنه بصفر للفترة قبل عام 2015، وبواحد صحيح ابتداءاً من عام 2015، حتى نهاية فترة الدراسة. وهو يستخدم كمؤشر لسياسة تصحيح دعم الطاقة (Energy Subsidy Reform Policy) في مصر، وقد تم إدراجه كمتغير خارجي بالنموذج.

ε_i : إلى حد الخطأ العشوائي [2].

وقد تم اختيار الصيغة اللوغارتمية الخطية المزدوجة (Double log linear function form) في تقدير معلمات متغيرات النموذج، حيث تعكس المعلمات المقدرة باستخدام هذه الصيغة المرونات، مما يسهل تحديد التأثير النسبي لكل متغير مستقل على المتغير التابع دون التأثر بوحدات القياس لكل متغير (نجا، 2016، ص 59- 60؛ أحمد وعابدين، 2016، ص 349).

وتستخدم الدراسة بيانات في صورة سلاسل زمنية سنوية تغطي الفترة (1980-2017)، وقد تم الحصول على بيانات كل من الناتج المحلي الإجمالي وإجمالي تكوين رأس المال الثابت وعدد السكان من خلال مؤشرات التنمية الاقتصادية للبنك الدولي {World Development Indicators (WDI)}، وقد تم الحصول على بيانات العمالة الحاصلة على التعليم العالي من قاعدة بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء، كما تم الحصول على البيانات الخاصة بكل من استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من قاعدة بيانات {British Petroleum statistical Review (BP)}.

ويوضح الجدول رقم (2) الإحصاءات الوصفية لمتغيرات الدراسة، واستناداً إلى اختبار (Jarque-Bera) الذي يؤكد أن سلاسل البيانات لمتغيرات النموذج تأخذ شكل التوزيع المعتدل الطبيعي في ظل وجود تباين ثابت وتغاير يساوي الصفر، فيما عدا متغير رأس المال البشري. ويلاحظ من مصفوفة معاملات الارتباط وجود علاقة ارتباط طردية قوية بين كل من استهلاك الطاقة والتدهور

[2] يُفترض أن يتبع حد الخطأ العشوائي التوزيع الطبيعي حول وسطه الحسابي الذي يساوي صفراً، وله تباين ثابت. ويفترض في هذا المتغير أنه غير مرتبط ذاتياً وغير مرتبط مع المتغيرات المستقلة المدرجة بالنموذج (Heij, et al., 2004, PP. 92- 93)

البيئي والنمو الاقتصادي والمتغيرات التفسيرية الأخري، وعلاقة ارتباط عكسية ضعيفة بين متغير الانفتاح التجاري والمتغيرات الأخرى.

جدول رقم (2) :الإحصاءات الوصفية لمتغيرات النموذج

Variable	$LnGDP_t$	$LnEC_t$	$LnCO2_t$	$LnGFC_t$	$LnHC_t$	$LnTO_t$
Mean	10.078	−0.368	0.541	8.035	1.260	3.891
Median	10.076	−0.414	0.505	7.994	1.479	3.892
Maximum	10.490	−0.031	0.841	8.611	1.806	4.310
Minimum	9.552	−0.880	0.053	7.464	−0.005	3.409
Std. Dev.	0.276	0.233	0.202	0.343	0.584	0.226
Skewness	−0.072	−0.052	−0.135	0.093	−1.040	0.012
Kurtosis	1.831	1.963	2.335	1.886	2.687	2.208
Jarque-Bera	2.195	1.718	0.815	2.018	7.011	0.992
Probability	0.333	0.423	0.665	0.364	0.030	0.608
Sum	382.990	−14.015	20.588	305.362	47.908	147.862
Sum Sq. Dev.	2.826	2.016	1.510	4.371	12.623	1.904
Observations	38	38	38	38	38	38
$LNGDP_t$	1					
$LNEC_t$	0.988	1				
$LNCO2_t$	0.977	0.995	1			
$LNGFC_t$	0.866	0.906	0.909	1		
$LNHC_t$	0.857	0.794	0.760	0.538	1	
$LNTO_t$	−0.386	−0.364	−0.394	−0.348	−0.196	1

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (1) م، وباستخدام البرنامج الإحصائي E-Views.

2-4 المنهج القياسي

تعتمد الدراسة التطبيقية على استخدام نموذج متجه تصحيح الخطأ {Vector Error Correction Model (VECM)} في دراسة العلاقات الكمية والسببية بين المتغيرات الاقتصادية. ويقوم النموذج على افتراض أنه إذا كانت هناك علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج، فسوف

يكون هناك علاقة توازنية بين هذه المتغيرات في الأجل الطويل مع إمكانية اختلال هذا التوازن في الأجل القصير. ويستخدم هذا النموذج حد تصحيح الخطأ {Error Correction Term (ECT)} كأداة للتوفيق بين سلوك العلاقات الاقتصادية بين المتغيرات في كل من الأجل القصير والأجل الطويل (Jian, et al., 2019, p. 5). حيث يعكس حد تصحيح الخطأ (ECT_{t-1}) فرضية أن قيمة المتغير التابع في الأجل القصير لا تتساوى مع قيمتها في الأجل الطويل. لذلك فإنه في الأجل القصير يحدث تصحيح جزئي لهذا الاختلال، وتمثل قيمة معامل حد تصحيح الخطأ (ECT_{t-1}) سرعة تعديل القيم الفعلية للمتغير التابع تجاه قيمته التوازنية من فترة لأخرى، وتقيس نسبة اختلال التوازن في الفترة السابقة (t−1) التي يتم تصحيحها في الفترة التالية (t).

ونظراً، لكون العلاقة بين الأداء الاقتصادي والأداء البيئي علاقة متداخلة مما يعني أن كل من متغير النمو الاقتصادي ومتغير التدهور البيئي قد يؤثران على بعضهم البعض، يتعين لتقدير العلاقة الكمية بينهم وضع المتغيرات في صيغة نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM). ويتم قياس علاقات الأجل الطويل باستخدام نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM) من خلال معادلات التكامل المشترك الآتية:

$$lnGDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 lnEC_t + \alpha_2 lnCO2_t + \alpha_3 LnGFC_t + \alpha_4 LnHC_t + \alpha_5 LnTO_t + u_{1t} \quad \ldots\ldots(3)$$

$$lnCO2_t = \lambda_0 + \lambda_1 lnGDP_t + \lambda_2 lnEC_t + \lambda_3 LnGFC_t + \lambda_4 LnHC_t + \lambda_5 LnTO_t + u_{3t} \quad \ldots\ldots(4)$$

ويتم تقدير حد تصحيح الخطأ (ECT_t) والذي يقيس سرعة التعديل أو التكيف (Speed of adjustment) لاختلال الأجل القصير من أجل تحقيق التوازن في الأجل الطويل، والذي يتم من خلاله تحديد الفترة الزمنية اللازمة لتحقيق التوازن في الأجل الطويل بناءً على المعادلات الآتية:

$$ECT_{1t} = \alpha_0 lnGDP_t - \alpha_1 lnEC_t - \alpha_2 lnCO2_t - \alpha_3 LnGFC_t - \alpha_4 LnHC_t - \alpha_5 LnTO_t \quad \ldots\ldots(5)$$

$$ECT_{2t} = \lambda_0 lnCO2_t - \lambda_1 lnGDP_t - \lambda_2 lnEC_t - \lambda_3 LnGFC_t - \lambda_4 LnHC_t - \lambda_5 LnTO_t \quad \ldots\ldots(6)$$

أما علاقات الأجل القصير فيتم تقديرها من خلال المعادلات الآتية :

$$\Delta lnGDP_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{1i} \Delta\, lnGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{2i}\, \Delta lnEC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{3i} \Delta lnCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{4i} \Delta\ LnGFC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{5i} \Delta\ LnHC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{6i} \Delta\ LnTO_t + \alpha_{7i} Dum_t + \theta_1 ECT_{t-1} + \ u_{1t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$\Delta lnCO2_t = \lambda_0 + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{1i}\, \Delta\, lnCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{2i}\, \Delta\, lnGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{3i} \Delta\, lnEC_{t-i} \sum_{i=1}^{p} \lambda_{4i} \Delta\ LnGFC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{5i} \Delta\ LnHC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{6i} \Delta\ LnTO_t + \lambda_{7i} Dum_t + \theta_2 ECT_{t-1} + \ u_{2t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

حيث:

Δ: الفرق الأول للمتغيرات المدرجة بالنموذج بفترات الابطاء المختلفة، p: العدد الأمثل لفترات الإبطاء الزمنية بالنموذج، ECT_{t-1} : حد تصحيح الخطأ، u_t: حد الخطأ العشوائي.

ويقتضي استخدام هذا النموذج أن تكون السلاسل الزمنية للمتغيرات المدرجة بالنموذج القياسي ذات رتبة تكامل (Integration Order) متناظرة أي تكون غير مستقرة عند المستوى (Non stationary at level) ولكنها مستقرة بأخذ الفرق الأول (Stationary at first difference)، وكذلك أن تتصف جميع المتغيرات المدرجة بالنموذج بخاصية التكامل المشترك (Co-integration)، الأمر الذي يحتم وجود علاقات خطية توازنية في الأجل الطويل بين المتغيرات محل الدراسة وهو ما يدل على أن هذه المتغيرات لن تتباعد عن بعضها البعض في الأجل الطويل (Engle and Granger, 1987, p. 275).

أولاً: اختبار استقرارية السلاسل الزمنية

يتطلب التأكد من مدى استقرار المتغيرات وتحديد رتبة تكاملها إجراء اختبار جذر الوحدة (Unit Root Test) لكل متغيرات النموذج كل على حدة، وفي حالة التأكد من استقرار متغيرات النموذج يتم تحديد درجة التكامل (Integration Order) لكل متغير على حدة. وسوف يتم الاعتماد في هذه الدراسة على اختبار فيلبس بيرون[3] {Phillips-Perron (PP), (1988)}، حيث يتميز هذا الاختبار بالتغلب على مشكلة الارتباط التسلسلي (Serial Autocorrelation) بين حدود

[3] يقوم اختبار ديكي- فولر الموسع (ADF) على فرضية أن السلسلة الزمنية متولدة من خلال الانحدار الذاتي (Autoregression)، أما اختبار فيلبس- بيرون يقوم على فرضية أكثر عمومية، وهي أن السلسلة الزمنية متولدة من خلال المتوسط المتحرك المتكامل ذي الانحدار الذاتي {Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)}، وعليه، تعتبر اختبار فيلبس- بيرون أكثر دقة من اختبار ديكي-فولر الموسع خاصة في حالة صغر حجم العينة (عبد الكريم، 2016، ص ص 100-101).

الأخطاء ومعالجته عن طريق أساليب الاحصاء اللامعلمية، دون الحاجة إلى إدراج حدود الفروق المبطأة (Lagged difference terms) كما هو الحال في اختبار ديكي– فولر الموسع (Gujarati, 2004, p. 818).

جدول رقم (3) : نتائج اختبار جذر الوحدة باستخدام اختبار فيليبس– بيرون (PP)

المتغير	المتغير عند المستوى (Level)(1)		المتغير في الفرق الأول (First difference)(2)		رتبة المتغير I (d)
	Constant	Constant & trend	Constant	Constant & trend	
$LnGDP_t$	−1.698 (0.423)	−2.597 (0.283)	−3.644 (0.009)	−3.760 (0.030)	I (1)
$LnEC_t$	−2.365 (0.158)	−2.983 (0.150)	−4.562 (0.000)	−4.471 (0.005)	I (1)
$LnCO2_t$	−2.350 (0.162)	−3.309 (0.080)	−4.811 (0.000)	−4.736 (0.002)	I (1)
$LnGFC_t$	−1.130 (0.693)	−1.984 (0.590)	−4.340 (0.001)	−4.266 (0.009)	I (1)
$LnHC_t$	−0.99 (0.743)	−1.918 (0.624)	−3.53 (0.012)	−3.44 (0.06)	I (1)
$LnTO_t$	−2.599 (0.102)	−2.540 (0.308)	−4.208 (0.002)	−4.166 (0.011)	I (1)

تشير القيم بين القوسين ( ) إلى قيمة (P–Value).

المصدر: إعداد الباحثة بالإعتماد على بيانات الجدول رقم (1) م ، وباستخدام البرنامج الإحصائي E–Views.

ويتضح من نتائج الاختبار الموضحة في الجدول رقم (3) عدم استقرار جميع متغيرات الدراسة عند المستوى، ولكنها تصبح مستقرة بعد أخذ الفرق الأول لها سواء عند مستوى معنوية 1% و5%، وبالتالي فإن كلاً من هذه المتغيرات متكامل من الدرجة الأولى I(1). ويتيح ذلك الانتقال إلى الخطوة التالية وهي تحديد فترات الإبطاء المثلى (Optimal Lag Selection) وتحليل التكامل المشترك (Co–integration Test).

ثانياً: تحديد طول فترة الإبطاء المثلى

بعد القيام بتحديد درجة تكامل المتغيرات المدرجة بالنموذج القياسي، وقبل الانتقال إلى الخطوة التالية وهي اختبار التكامل المشترك لابد من تحديد فترات التباطؤ الزمني المثلى (Optimal Lag Length) للمتغيرات المدرجة في النموذج، وسوف يتم ذلك باستخدام نموذج متجه الانحدار الذاتي {Vector Auto Regression Model (VAR)}. وسوف يتم الاعتماد على معيار Akaike Information Criterion (AIC) في اختيار فترات التباطؤ المثلى في هذه الدراسة. ويتضح من الجدول رقم (4) أن فترة التباطؤ الزمني المثلى هي ثلاثة فترات، حيث تحقق أقل قيمة لمعيار (AIC).

جدول رقم (4): تحديد العدد الأمثل لفترات الإبطاء الزمني وفقاً لتحليل (VAR)

Lag	0	1	2	3
AIC	-12.782	-22.911	-22.479	-23.380

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة بالجدول رقم (4)م، وباستخدام البرنامج الاحصائي E-Views.

ثالثاً: اختبار التكامل المشترك (Co-integration test)

يتم تحديد ما إذا كان هناك علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات المدرجة في النموذج في الأجل الطويل عن طريق مقارنة قيمة إحصائية الإختبار بالقيمة الحرجة للإختبار؛ فإذا كانت قيمة إحصاء الاختبار أقل من القيمة الحرجة نستطيع قبول فرض العدم القائل بعدم وجود أي علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج (H_0: r=0) وهو ما يعكس أن المتغيرات قد تتباعد عن بعضها البعض في الأجل الطويل، أما إذا كانت قيمة إحصائية الاختبار أكبر من القيمة الحرجة نستطيع رفض العدم، ونقبل بصورة مبدئية الفرض البديل القائل بوجود علاقة تكامل مشترك واحدة (H_1: r=1)، وبعد ذلك نعتبر أن فرض العدم هو (H_0: r=1) مقابل الفرض البديل (H_1: r=2) فإذا كانت قيمة إحصائية الاختبار أقل من القيمة الحرجة نقبل فرض العدم القائل بوجود علاقة تكامل مشترك واحدة بين متغيرات النموذج، أما إذا كانت قيمة إحصاء الاختبار أكبر من القيمة الحرجة نرفض فرض العدم ونقبل الفرض البديل القائل بوجود علاقتين تكامل مشترك بين المتغيرات، وهكذا...

ويعرض الجدول رقم (5) نتائج اختباري التكامل المشترك، حيث تم رفض فرض العدم القائل بعدم وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج وقبول الفرض البديل القائل بوجود علاقة تكامل مشترك واحدة بين متغيرات النموذج.

جدول رقم (5): نتائج اختبارات التكامل المشترك ليوهانسون

عدد علاقات التكامل بين المتغيرات	Trace test	Max- Eigen test				
	Trace statistic	0.05 Critical value	Prob.	Max-Eigen statistic	0.05 Critical value	Prob.
لا يوجد	118.47	103.84	0.003	43.54	40.95	0.025
بحد أقصى (1)	74.93	76.97	0.070	25.59	34.80	0.405
بحد أقصى (2)	49.33	54.07	0.124	18.25	28.58	0.553

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة بالجدول رقم (5)م، وباستخدام البرنامج الاحصائي E-Views.

رابعاً: نتائج التقدير

بعد أن تم التحقق من وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات النموذج من خلال اختبار جوهانسون للتكامل المشترك (Johansen's maximum likelihood procedure) ، تأتي الخطوة التالية وهي تطبيق نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM)، والذي يتم فيه تقدير معلمات المتغيرات المدرجة بالنموذج محل الدراسة، سواء للعلاقات في الأجل الطويل أو في الأجل القصير.

أ) تقدير العلاقات الأجل الطويل

يتم عرض النتائج التي تم تقديرها للعلاقات بين متغيرات النموذج في الأجل الطويل، وتشير قيم الأرقام بين القوسين إلى الخطأ المعياري (Standard Error) كما يلي:

$$LnGDP_t = \underset{}{6.33} + \underset{(0.12)}{1.39}LnEC_t - \underset{(0.14)}{2.21}LnCO2_t + \underset{(0.03)}{0.62}LnGFC_t + \underset{(0.01)}{0.31}LnHC_t + \underset{(0.01)}{0.04}LnTO_t \quad \ldots\ldots(9)$$

$$LnCO2_t = \underset{}{2.86} - \underset{(0.07)}{0.45}LnGDP_t + \underset{(0.07)}{0.63}LnEC_t + \underset{(0.01)}{0.28}LnGFC_t + \underset{(0.01)}{0.14}LnHC_t + \underset{(0.006)}{0.02}LnTO_t \quad \ldots\ldots(10)$$

1- النمو الاقتصادي

نستنتج من المعادلة رقم (9) ما يلي:

- وجود تأثير موجب ومعنوي لاستهلاك الطاقة على النمو الاقصادي، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن ارتفاع استهلاك الطاقة بنسبة 1% يترتب عليه ارتفاع النمو الاقتصادي بنسبة 1.39% ويتحقق ذلك عند مستوى معنوية 1%. وقد يرجع ذلك إلى أن الطاقة تعد مدخل أساسي للعملية الإنتاجية حيث تستلزم عمليات الإنتاج في جميع القطاعات الطاقة لتحويل المواد الخام إلي منتجات قابلة للاستهلاك وتحقيق المنفعة. وعليه، فإن استهلاك الطاقة يؤثر تأثيراً موجباً على النمو الاقتصادي. وعلى المستوى النظري تدعم هذه النتيجة نموذج (Solow, 1974) والذي طور دالة الإنتاج بإدخال متغير الطاقة كأحد مدخلات العملية الإنتاجية، أما على المستوى التطبيقي تتفق هذه النتيجة مع نتائج عدد من الدراسات التي أجريت عن مصر ومنها دراسة (Ibrahim, 2015) عن استهلاك الطاقة المتجددة ودراسة (Ibrahim, 2018) عن استهلاك الطاقة الكهربائية في مصر. ودراسة (Lee and Chang, 2007) والتي توصلت إلي أن الطاقة أكثر تأثيراً على النمو الاقتصادي من عوامل الإنتاج الأخرى.
- وجود تأثير سالب ومعنوي للتدهور البيئي على النمو الاقصادي، فقد بلغ معامل مرونة التدهور البيئي حوالي 2.21، وهو الأمر الذي يعني أن ارتفاع معدل التدهور البيئي بنسبة 1% يؤدي إلى انخفاض معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 2.21% ويتحقق ذلك عند مستوى معنوية 1%. ويمكن تفسير هذه النتيجة بتعدد الآثار السلبية التي يفرضها التدهور البيئي على الاقتصاد القومي ومن أبرزها تدهور الصحة العامة لأفراد المجتمع مما يتسبب في غيابهم المتكرر عن العمل وانخفاض إنتاجيتهم، فضلاً عن تدهور خصوبة الأراضي الزراعية وانخفاض إنتاجيتها وخسائر الثروة السمكية وأخيراً، تدهور البنية التحتية وكذلك السياحة البيئية. ويؤدي ذلك إلى تكبد الاقتصاد القومي العديد من الخسائر والنفقات لعلاج هذه الآثار والوقاية منها ومنع حدوثها. ويعكس ذلك خطورة التدهور البيئي على النمو في الاقتصاد المصري وأن التراخي في مكافحته قد يؤدي بشكل غير مباشر لكبح النمو الاقتصادي المستقبلي. وعلى المستوى النظري تدعم هذه النتيجة نموذج سولو الأخضر (Green Solow Model) وكذلك تتفق مع نماذج النمو الداخلي

المُعدلة: Reblo (1991) و Locus (1988) كما طورهما Gradus and Smulders (1993).

- وجود تأثير موجب ومعنوي لتكوين رأس المال الثابت الحقيقي على النمو الاقصادي، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة رأس المال الثابت الحقيقي بنسبة 1% يترتب عليه ارتفاع النمو الاقتصادي بنسبة 0.62%، ويرجع ذلك أهمية تكوين رأس المال الثابت في دعم الاستثمار واستغلال موارد المجتمع وتوظيف طاقاته المعطلة والإسهام في رفع مستوى معيشة الأفراد بالمجتمع ومحاربة الفقر والبطالة، وغيرها من الأدوار الحيوية ذات الانعكسات الإيجابية على الاقتصاد القومي.
- وجود تأثير موجب ومعنوي لرأس المال البشري على النمو الاقصادي، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة رأس المال البشري بنسبة 1% يترتب عليه ارتفاع معدل النمو الاقتصادي بنسبة 0.31% وذلك عند مستوى معنوية 1%، مما يعكس الأثر الإيجابي لرأس المال البشري على النمو الاقتصادي في الأجل الطويل. ويرجع ذلك إلى اعتماد النمو الاقتصادى على كفاءة عنصر العمل والتى من المفترض أن ترتفع مع ارتفاع المستوى التعليمى له؛ حيث يحفز التعليم والتدريب تحسين إنتاجية العنصر البشري وبالتالي يؤدي رفع معدل النمو الاقتصادي.
- وجود تأثير موجب ومعنوي للانفتاح التجاري على النمو الاقتصادي، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة درجة الانفتاح التجاري بنسبة 1% يترتب عليه زيادة معدل النمو الاقتصادي بحوالي 0.04% وذلك عند مستوى معنوية 1%، مما يعكس الأثر الإيجابي للانفتاح التجاري على النمو الاقتصادي في الأجل الطويل. ويرجع ذلك إلى تأثيره الإيجابي على الإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج، وزيادة الطلب على المنتج المحلي، ومواكبة التطورات المستمرة في تقنيات الإنتاج الحديثة، ورفع كفاءة عوامل الإنتاج خاصة رأس المال وزيادة إنتاجيتها، والاستفادة من وفورات الحجم، وتوفير النقد الأجنبي.

2- التدهور البيئي

نستنتج من المعادلة رقم (10) ما يلي:

- وجود تأثير سلبي ومعنوي للنمو الاقتصادي على التدهور البيئي، حيث تشير قيم المعلمة المقدرة إلى أن زيادة النمو الاقتصادي بنسبة 1% يترتب عليه انخفاض التدهور البيئي بنسبة 0.45%

وذلك عند مستوى معنوية 1%، أي أن التأثير غير مرن. ويمكن تفسير العلاقة العكسية بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في مصر من خلال عدة جوانب؛ أولاً: التغير في هيكل الاقتصاد المصري، فقد زاد الاعتماد على القطاعات منخفضة كثافة الانبعاثات الكربونية الملوثة للبيئة كقطاع الخدمات والذي ارتفعت مساهمته من حوالي 40% إلى 53% من الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة (1980-2017)، وكذلك تدهور الأهمية النسبية للصناعات كثيفة استهلاك الطاقة لصالح الصناعات ذات القيمة المضافة المرتفعة والاستهلاك الأقل للطاقة وبالتالي الأقل تلويثاً للبيئة. ثانياً، التقدم التقني وانتشار آليات الإنتاج النظيفة عالمياً مما ساهم في تخفيض الانبعاثات الكربونية في ظل زيادة الإنتاج عن طريق الاستفادة من خبرات الدول المتقدمة في أساليب الإنتاج النظيف. ثالثاً، السياسات البيئية التي لعبت دوراً – وإن كان محدوداً– في نشر الوعي البيئي وحماية البيئة وذلك من خلال فرض القيود ووضع الاشتراطات والمواصفات البيئية ومعاقبة المخالفات والتجاوزات التي تنال من الاستقرار البيئي. وأخيراً، التحول التدريجي لاستخدام الغاز الطبيعي النظيف نسبياً واحلاله محل الفحم والبترول الأكثر تلويثاً للبيئة. وعلى المستوى النظري، تدعم هذه النتيجة نموذج (Sink and Source Model). أما على المستوى التطبيقي اتفقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة (Ibrahim, 2016) عن مصر.

- وجود تأثير موجب ومعنوي للطاقة المستهلكة على التدهور البيئي، حيث تشير قيم المعلمة المقدرة إلى أن زيادة استهلاك الطاقة بنسبة 1% يترتب عليه زيادة التدهور البيئي بنسبة 0.63% وذلك عند مستوى معنوية 1%، وبذلك يكون استهلاك الطاقة هو المسبب الرئيسي للتدهور البيئي. ويمكن ارجاع السبب في ذلك إلى اعتماد مزيج الطاقة في مصر على الوقود الأحفوري الملوث للبيئة بنسبة تجاوزت 96% من إجمالي الطاقة الأولية المستهلكة وضعف مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة المصري. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسة (السيد وراضي، 2019) عن العلاقة بين الطاقة المتجددة المستهلكة والتدهور البيئي في مصر.
- وجود تأثير موجب ومعنوي لتكوين رأس المال المادي الحقيقي على التدهور البيئي، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة رأس المال الثابت الحقيقي بنسبة 1% يترتب عليه ارتفاع التدهور البيئي بنسبة 0.28%، وذلك عند مستوى معنوية 1%. ويعكس ذلك تكاملية العلاقة بين استهلاك الطاقة ورأس المال المادي؛ حيث تعد الطاقة الوقود المحرك لرأس المال المادي كالآلات

والمعدات. كما يمكن ارجاع ذلك إلى تركز الاستثمارات في مصر في القطاع الصناعي وقطاع التشييد والبناء، فقد تراوحت نسبة الاستثمار في قطاع الصناعة بين 27% و49%، ونسبة الاستثمار في قطاع التشيد والبناء بين 9% و25% من إجمالي الاستثمارات خلال الفترة 1990-2015 (السيد وراضي، 2019، ص11-12). هذا بالإضافة إلى غياب الوعي البيئي لدى المستثمرين وعدم توجيه الاستثمارات الرأسمالية الكافية لعلاج آثار التدهور البيئي والحد من تفاقمها، وضعف الاستثمارات الموجهة لقطاع الطاقة المتجددة، فضلاً عن غياب الحوافز لتشجيع الاستثمار في هذه المجالات.

- وجود تأثير إيجابي معنوي لرأس المال البشري على التدهور البيئي، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة رأس المال البشري بنسبة 1% يترتب عليه ارتفاع التدهور البيئي بنسبة 0.14%، وذلك عند مستوى معنوية 1%. ويمكن تفسير هذه النتيجة بأنه اتفاقاً مع (Copeland and Taylor, 1994) فإن الثلوث يعتبر منتجاً حتمياً للنشاط الاقتصادي وإن كل وحدة من الناتج ينتج عنها وحدات من التلوث، وعليه، فإن زيادة الاستثمار في رأس المال البشري وما ينتج عنه من زيادة الإنتاج قد يؤدي إلى زيادة التدهور البيئي. ومن جانب آخر، يعكس ذلك فشل نظم التعليم العالي في مصر في رفع القدرات المهارية للعاملين، بالقدر الذي يجعلهم قادرين على التعامل مع تقنيات الإنتاج الحديثة التي من شأنها رفع كفاءة استهلاك الطاقة وخفض الملوثات الناتجة عن عمليات الإنتاج، حيث ينصب اهتمام المناهج التعليمية على التعليم النظري وتتجاهل معظمها التطبيق العملي والتدريب الفني.
- وجود تأثير موجب ومعنوي للانفتاح التجاري على التدهور البيئي، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة مؤشر الانفتاح التجاري بنسبة 1% يترتب عليه ارتفاع التدهور البيئي بنسبة 0.02% وذلك عند مستوى معنوية 1%، وقد يرجع ذلك إلى اعتماد قطاع الصادرات في مصر على بعض الصناعات التحويلية كثيفة التلوث نظراً لتوافر المواد الأولية اللازمة لمثل هذه الصناعات. وتعتبر صناعات المنتجات المعدنية والكيماويات والأسمنت والغزل والنسيج والمنتجات الغذائية والتبغ من أهم الصادرات الصناعية في مصر. وعلى الرغم من جهود وزارة البيئة –بموجب القانون رقم (4) لسنة 1994 والمعدل بالقانون رقم (9) لسنة 2009 – في إلزام المصانع بتركيب مُرشحات وأجهزة تنقية إلا أنها – في معظم المصانع– لا تعمل بكفاءة ولا يتم

صيانتها بصورة دورية مما أدى إلى تقادم هذه المصانع وانبعاث كميات كبيرة من الملوثات البيئة منها، فضلاً عن عدم قدرة القطاعات الإنتاجية على التكيف مع هذه السياسات بسبب ضعف الهياكل الإنتاجية وعدم القدرة على التخلي عن تقنيات الإنتاج القديمة.

ونستنتج مما سبق أن كلاً من النمو الاقتصادي والتدهور البيئي يتأثر إيجابيًا بكل من الطاقة المستهلكة، وتكوين رأس المال المادي الحقيقي، والاستثمار في رأس المال البشري، ومعدل الانفتاح التجاري. بينما أظهرت نتائج التقدير وجود علاقة عكسية متبادلة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي؛ حيث يؤثر التدهور البيئي سلبيًا على النمو الاقتصادي وكذا يتأثر التدهور البيئي سلبيًا بالنمو الاقتصادي والجدير بالذكر أن جميع المعلمات المقدرة لعلاقات الأجل الطويل جاءت معنوية احصائياً عند مستوى معنوية 1%، الأمر الذي يدل على العلاقة القوية بين متغيرات الدراسة بالاقتصاد المصري، وأهمية الطاقة ودورها الإيجابي في تحقيق النمو الاقتصادي، وكذلك أثرها السلبي على جودة البيئة.

ب) تقدير علاقات الأجل القصير

توضح المعادلة الآتية النتائج المقدرة لمرونات الأجل القصير، وتشير قيم الأرقام بين القوسين إلى الخطأ المعياري (Standard Error). وقد تم الاقتصار على تفسير معلمات المتغيرات المعنوية إحصائياً[4] فقط في الأجل القصير كما يلي:

$$\Delta LnGDP_t = \underset{(0.01)}{0.06} + \underset{(0.23)}{0.54}\Delta LnGDP_{t-2} - \underset{(0.39)}{0.97}\Delta LnEC_{t-1} - \underset{(0.44)}{2.5}\Delta LnEC_{t-2} - \underset{(0.38)}{1.53}\Delta LnEC_{t-3} + \underset{(0.30)}{0.99}\Delta LnCO2_{t-1} + \underset{(0.28)}{1.55}\Delta LnCO2_{t-2} + \underset{(0.23)}{1.06}\Delta LnCO2_{t-3} - \underset{(0.05)}{0.18}\Delta LnGFC_{t-1} + \underset{(0.04)}{0.10}\Delta LnGFC_{t-3} - \underset{(0.02)}{0.11}\Delta LnHC_{t-1} - \underset{(0.02)}{0.08}\Delta LnHC_{t-2} - \underset{(0.02)}{0.06}LnHC_{t-3} - \underset{(0.01)}{0.03}DUM - \underset{(0.09)}{0.38}ECT_{t-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(11)$$

نستنتج من المعادلة السابقة ما يلي:

- يتأثر متغير النمو الاقتصادي بالقيمة المحققة له في فترة سابقة في الأجل القصير، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة قيمة متغير النمو الاقتصادي المبطأة لفترتين بنسبة 1% يترتب

[4] يتم عرض جميع معلمات النموذج المعنوية وغير المعنوية في الملحق الإحصائي في الجدول (6)م في الملحق الإحصائي، بينما نقتصر في هذا الجزء على تفسير المعلمات ذات المعنوية الاحصائية.

عليه زيادة قيمته في الفترة الحالية بنسبة 0.54%، وذلك عند مستوى معنوية 1%. مما يدل على الطبيعة التراكمية للنمو الاقتصادي في الاقتصاد المصري.

- وجود أثر سالب ومعنوي للطاقة المستهلكة على النمو الاقتصادي في الأجل القصير لفترة مبطأة ولفترتين إبطاء ولثلاث فترات مبطأة. حيث تشير قيم المعلمات المقدرة إلى أن زيادة استهلاك الطاقة بنسبة 1% يترتب عليه انخفاض النمو الاقتصادي بحوالي 0.97% مع وجود فترة إبطاء واحدة، وانخفاضه بنسبة 2.5% مع وجود فترتي إبطاء، وكذلك انخفاضه بنسبة 1.53% مع وجود ثلاث فترات إبطاء، وذلك عند مستوى معنوية 1%. وتختلف هذه النتيجة عن نظيرتها المتحصل عليها من تقدير علاقة الأجل الطويل، حيث كان لاستهلاك الطاقة تأثيرا إيجابيا على النمو الاقتصادي، ويمكن إرجاع ذلك إلى دعم استهلاك الطاقة في مصر خلال معظم الفترة محل الدراسة، والذي ينتج عنه خسائر يتكبدها النمو الاقتصادي؛ فبالإضافة إلى التكاليف المالية المباشرة للدعم المالي الموجه إلى قطاع الطاقة، يؤدي دعم الاستهلاك – من خلال تخفيض أسعار الاستهلاك النهائي للطاقة– إلى زيادة الاستهلاك وانخفاض حوافز الحفاظ على الطاقة وترشيد استهلاكها. وفي هذا السياق، يميل الدعم المقدم لمنتجي الطاقة عن طريق حمايتهم من الضغوط التنافسية في الأسواق إلى تقليل الحافز لديهم لخفض تكلفة الإنتاج إلى حدها الأدنى عن طريق رفع الكفاءة. ومن جانب آخر، يعزز دعم أسعار الطاقة الطلب على واردات الطاقة وكذلك يقلل من كميات موارد الطاقة المتاحة للتصدير مما يضر بميزان المدفوعات. فقد أدى انخفاض معدلات نمو الإنتاج مقابل زيادة الاستهلاك المحلي بمعدلات مرتفعة إلى انخفاض الصادرات النفطية في مصر وبالتالي انخفاض عوائدها. كما أن زيادة الاستهلاك المحلي للغاز الطبيعي قد أدي إلى الاضطرار إلى شراء حصة الشريك الأجنبي من الغاز الطبيعي المنتج في الحقول المصرية ولكن بأسعار السوق العالمية لسد العجز في المتاح من البترول والغاز الطبيعي لتلبية الطلب المحلي.
- وجود أثر موجب ومعنوي للانبعاثات على النمو الاقتصادي في الأجل القصير لفترة واحدة واثنين وثلاث فترات إبطاء. حيث تشير قيم المعلمات المقدرة إلى أن زيادة الانبعاثات بنسبة 1% يترتب عليه ارتفاع النمو الاقتصادي بحوالي 0.99% مع وجود فترة إبطاء واحدة، وارتفاعه بنسبة 1.55 % مع وجود فترتي إبطاء، وكذلك ارتفاعه بنسبة 1.06% مع وجود ثلاث فترات إبطاء، وذلك

عند مستوى معنوية 1%. وقد يرجع ذلك إلى ارتباط انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بالأنشطة الإنتاجية في الاقتصاد القومي، حيث يعتبر الانبعاثات الكربونية منتج ثانوي (By-Product) لإنتاج السلع والخدمات، بينما لا يظهر الأثر السلبي للتدهور البيئي على النمو الاقتصادي في الأجل القصير؛ ولعل هذا مرده إلى الطبيعة التراكمية لظاهرة التدهور البيئي والتي تحتاج لفترة طويلة من الزمن حتى تمارس تأثيرها على المتغيرات الأخرى.

- وجود أثر سلبي ومعنوي لرأس المال المادي الحقيقي على النمو الاقتصادي لفترة إبطاء واحدة، حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة تكوين رأس المال الثابت بنسبة 1% يترتب عليه انخفاض النمو الاقتصادي بنسبة 0.18% مع وجود فترة إبطاء واحدة، بينما يظهر أثر إيجابي ومعنوي مع وجود ثلاث فترات مبطأة. حيث تشير قيمة المعلمة المقدرة إلى أن زيادة تكوين رأس المال الثابت بنسبة 1% يترتب عليه ارتفاع معدل النمو الاقتصادي بنسبة 0.10% مع وجود ثلاث فترات مبطأة، وذلك عند مستوى معنوية 1%، وتؤكد هذه النتيجة على أهمية تراكم رأس المال الثابت ودوره الفعال في تحقيق النمو الاقتصادي مع بطء تأثيره على الناتج المحلي الإجمالي، حيث أن تكوين رأس المال ومن ثم الاستثمار يحتاج فترة من الزمن ليظهر أثرها على النمو الاقتصادي.
- وجود أثر سلبي ومعنوي لرأس المال البشري على النمو الاقتصادي لفترة وفترتين وثلاث فترات إبطاء، حيث تشير قيم المعلمات المقدرة أن زيادة رأس المال البشري بنسبة 1% يترتب عليها انخفاض معدل النمو الاقتصادي بنسبة 0.11% مع وجود فترة إبطاء واحدة، وبنسبة 0.08% مع وجود فترتين إبطاء، وبنسبة 0.06% مع وجود ثلاث فترات إبطاء. ويمكن ارجاع الأثر السلبي بينهم إلى المؤشر المستخدم للتعبير عن متغير رأس المال البشري – في حد ذاته– وهو نسبة العمالة الحاصلة على التعليم الجامعي وما فوقه. فقد يُعزى الأثر السلبي لنسبة العمالة الحاصلة على التعليم الجامعي وما فوقه على النمو الاقتصادي في الأجل القصير إلى انخفاض كفاءة تخصيص العمالة وعدم ملائمة التخصصات العلمية لمتطلبات سوق العمل في مصر. فكلما ارتفع المستوى التعليمى، ارتفع مستوى التخصص وبالتالي فإن العمل في غير التخصص يؤدى إلى انخفاض الإنتاجية ويعيق النمو الاقتصادي؛ فمع تزايد أعداد خريجي الجامعات، تضطر هذه الفئة إلى القبول بوظائف تتطلب مستوى تعليمى أقل ومن ثم مستوى مهاري أقل– حتى ولو

بشكل مؤقت– للهروب من البطالة، مما قد يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتهم ويصبح الاستثمار في رأس المال البشري في هذه الحالة تكلفة مهدرة تعيق تحقيق النمو الاقتصادي. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (قطب، 2018) عن مصر، وكذلك دراسة (Neycheva, 2019) على بعض دول الاتحاد الأوروبي.

- وجود أثر سلبي ومعنوي لتطبيق سياسة تصحيح دعم الطاقة على النمو الاقتصادي. ويرجع ذلك إلى وجود عدة قنوات لتأثير ارتفاع أسعار الطاقة على النمو الاقتصادي؛ فمن جانب الإنتاج (Supply Side Effect) تعتبر الطاقة أحد مدخلات الإنتاج الأساسية، وعليه، فإن ارتفاع أسعارها يؤدي إلى ارتفاع تكاليف إنتاج السلع والخدمات مما ينتج عنه تخفيض الناتج الكلي وبالتالي خفض معدل النمو الاقتصادي. ومن جانب الاستهلاك (Demand Side Effect) تؤثر سياسة رفع الدعم سلبياً على النمو الاقتصادي من خلال تأثيرها على التضخم؛ فارتفاع أسعار الطاقة يؤدي –بشكل غير مباشر من خلال تأثيره على تكاليف التصنيع والنقل– إلى ارتفاع أسعار السلع والخدمات مما يتمخض عنه خفض الطلب على السلع والخدمات وانخفاض مستوى النشاط الاقتصادي. ويدلل على ذلك ارتفاع معدل التضخم من 10.4% عام 2015 إلى 29.5% عام 2017 أي بحوالي 185% خلال الفترة (2015–2017) وفقاً للبيانات الصادرة عن البنك الدولي[5]. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (Breisinger, et al., 2019) حول الأثر السلبي لسياسة رفع أو تخفيض الدعم على الاقتصاد القومي في بداية تطبيق هذه السياسات، ولكن في الأجل الطويل يظهر الأثر الإيجابي لها. وعليه، لا نستطيع الحكم على مدى فاعلية سياسة تصحيح دعم الطاقة حيث بدأ تنفيذها في نهاية العام المالي 2015/2014 ولم تستوف إجراءات تنفيذها بعد. فعلى الرغم من قيام الحكومة بتحريك أسعار المنتجات البترولية والكهرباء بهدف رفع الدعم عن الطاقة لتخفيض عجز الموازنة العامة بالدولة، شهدت موازنة عام 2018/2017 ارتفاع الدعم الموجه لقطاع الطاقة قدر بحوالي 110 مليار جنيه مقابل 97.5 مليار جنيه عام 2015/2014. وذلك بهدف محاولة الحكومة القضاء على نقص إمدادات الطاقة والانقطاع المتكرر للتيار الكهربائي وذلك عن طريق زيادة قدرات التوليد للمحطات القائمة وإنشاء محطات إضافية (عبد الوهاب، والبنا، 2019، ص 22– 23).

(5) البيانات مناحة على قاعدة بيانات البنك الدولي www.data.worldbank.org/

- أن حد تصحيح الخطأ ECT(-1) الذي يمثل انحراف النمو الاقتصادي عن مستواه التوازني في الأجل الطويل يساوي 0.38- وهو يأخذ قيمة سالبة وذو دلالة إحصائية (معنوي)، وتشير قيمة معامل التصحيح إلى أن حوالي 38% من اختلال التوازن في الأجل القصير يتم تصحيحة من فترة زمنية لأخرى، وتشير هذه النسبة أن النمو الاقتصادي يستغرق حوالي 2.6 (0.38/1) عام للرجوع إلى الوضع التوازني بعد أثر صدمة في النموذج في الأجل القصير نتيجة للتغيرات في المتغيرات المستقلة المدرجة بالنموذج.

والجدير بالذكر أنه لم يظهر للنمو الاقتصادي ولا لاستهلاك الطاقة ولا لأي من المتغيرات التفسيرية الأخرى بالنموذج تأثير معنوي على التدهور البيئي عند مستويات المعنوية 1% أو 5% في الأجل القصير، وذلك على عكس الأجل الطويل. وهذا يعكس احتياج كل من استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي والمتغيرات الأخرى فترة طويلة من الزمن حتى يظهر تأثيرها على جودة البيئة، وتتفق هذه النتيجة مع الطبيعة التراكمية لظاهرة التدهور البيئي والتي لا تظهر إلا على المدى الطويل.

- أن حد تصحيح الخطأ ECT(-1) الذي يمثل انحراف التدهور البيئي عن مستواه التوازني في الأجل الطويل يساوي 1.36- وهو يأخذ قيمة سالبة وذو دلالة إحصائية (معنوي)، وتشير قيمة معامل التصحيح إلى أن حوالي 136% من اختلال التوازن في الأجل القصير يتم تصحيحة من فترة زمنية لأخرى، وتشير هذه النسبة أن النمو الاقتصادي يستغرق حوالي 0.73 (1.36/1) عام للرجوع إلى الوضع التوازني بعد أثر صدمة في النموذج في الأجل القصير نتيجة للتغيرات في المتغيرات المستقلة المدرجة بالنموذج.

وتوضح نتائج التقدير ارتفاع المقدرة التفسيرية للنموذج حيث يمكن تفسير 88% من التغيرات في النمو الاقتصادي بفعل التغير في المتغيرين الآخرين بالنموذج وهما استهلاك الطاقة والتدهور البيئي بالإضافة إلى المتغيرات التفسيرية الأخرى. كما يمكن تفسير 60% من التغيرات في التدهور البيئي من خلال التغير في استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي بالإضافة إلى المتغيرات التفسيرية الأخرى. وللتأكد من خلو نموذج متجه تصحيح الخطأ المستخدم في الدراسة من المشاكل القياسية، تم استخدام اختبارات تشخيص البواقي (Residual Tests) التي تأكد نتائجها على خلو النموذج من كافة المشاكل القياسية.

خامساً: تحليل العلاقة السببية بين متغيرات الدراسة

وفقاً لنظرية (Granger Representation theorem)، فإن اكتشاف وجود علاقات تكامل مشترك بين مجموعة من المتغيرات يعكس وجود علاقات سببية بين هذه المتغيرات في الأجلين القصير والطويل، وقد تكون هذه العلاقات السببية ذات اتجاه واحد (أحادية الاتجاه) (Unidirectional relationship) أو في الاتجاهين (ثنائية الاتجاه) (Bi-directional relationship). فإذا كانت قيمة أحد المتغيرات في فترة سابقة تؤثر في قيمة المتغير الآخر في الفترة الحالية، فهذا يدل على أن المتغير الأول هو الذي يسبب المتغير الثاني والعكس صحيح. فالعلاقة السببية بين متغيرين تعني أن أحد المتغيرين يكون "سبب" (Cause) والآخر يكون "مُسَبَبَ" أو "أثر" (Effect). وفي هذا الجزء سوف يتم تحليل العلاقات السببية متغيرات النموذج في كل من الأجل القصير والطويل، حيث يتم اختبار فرض العدم القائل بعدم وجود علاقة سببية بين كل متغيرين من متغيرات النموذج مقابل الفرض البديل القائل بوجود علاقة سببية تتجه من أحد المتغيرات إلى متغير آخر؛ وذلك من خلال تقدير معادلات نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM) على النحو التالي:

$$\Delta lnGDP_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{1i} \Delta\, lnGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{2i}\, \Delta lnEC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{3i} \Delta lnCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{4i} \Delta\, LnGFC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{5i} \Delta\, LnHC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_{6i} \Delta\, LnTO_t + \alpha_{7i} Dum_t + \theta_1 ECT_{t-1} + u_{1t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

$$\Delta lnCO2_t = \lambda_0 + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{1i} \Delta\, lnCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{2i} \Delta\, lnGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{3i} \Delta\, lnEC_{t-i} \sum_{i=1}^{p} \lambda_{4i} \Delta\, LnGFC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{5i} \Delta\, LnHC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \lambda_{6i} \Delta\, LnTO_t + \lambda_{7i} Dum_t + \theta_2 ECT_{t-1} + u_{2t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

$$\Delta lnEC_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_{1i} \Delta\, lnEC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{2i} \Delta\, lnGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{3i} \Delta\, lnCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{4i} \Delta\, LnGFC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{5i} \Delta\, LnHC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \beta_{6i} \Delta\, LnTO_t + \beta_{7i} Dum_t + \theta_3 ECT_{t-1} + u_{3t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

$$\Delta lnGFC_t = \delta_0 + \sum_{i=1}^{p} \delta_{1i} \Delta\, lnGFC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_{2i} \Delta\, lnGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_{3i} \Delta\, lnCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_{4i} \Delta\, LnEC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_{5i} \Delta\, LnHC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \delta_{6i} \Delta\, LnTO_t + \delta_{7i} Dum_t + \theta_4 ECT_{t-1} + u_{4t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

$$\Delta lnHC_t = \mu_0 + \sum_{i=1}^{p} \mu_{1i} \Delta\, lnHC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \mu_{2i} \Delta\, lnGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \mu_{3i} \Delta\, lnEC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \mu_{4i} \Delta\, LnGFC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \mu_{5i} \Delta\, LnCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \mu_{6i} \Delta\, LnTO_t + \mu_{7i} Dum_t + \theta_5 ECT_{t-1} + u_{5t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

$$\Delta lnTO_t = \vartheta_0 + \sum_{i=1}^{p} \vartheta_{1i} \Delta\, lnTO_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \vartheta_{2i} \Delta\, lnGDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \vartheta_{3i} \Delta\, lnEC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \vartheta_{4i} \Delta\, LnGFC_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \vartheta_{5i} \Delta\, LnCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^{p} \vartheta_{6i} \Delta\, LnHC_t + \vartheta_{7i} Dum_t + \theta_6 ECT_{t-1} + u_{6t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

حيث:

Δ: الفرق الأول للمتغيرات المدرجة بالنموذج بفترات الابطاء المختلفة، p: العدد الأمثل لفترات الإبطاء الزمنية بالنموذج، ECT_{t-1}: حد تصحيح الخطأ، u_t: حد الخطأ العشوائي.

ويتم استنباط اتجاهات العلاقات السببية طويلة الأجل بين المتغيرات محل الدراسة من خلال المعنوية الاحصائية لمعاملات تصحيح الخطأ {Error Correction Term (ECT_{t-1})} التي تربط علاقات الأجلين الطويل والقصير معاً، أما اتجاهات العلاقات السببية قصيرة الأجل فيتم اختبارها باستخدام اختبار Wald Test. ويوضح الجدول رقم (6) اتجاه العلاقات السببية بين المتغيرات في الأجلين الطويل والقصير على النحو التالي:

جدول رقم (6): تحليل العلاقة السببية بين متغيرات الدراسة في الأجل القصير والطويل

الأجل الطويل t-statistics	الأجل القصير Chi-square-statistics						المتغير
ECTt-1	ΔLnTO	ΔLnHC	ΔLnGFC	ΔLnCO2	ΔLnEC	ΔGDP	
-0.388*** (0.096) [-4.03]	9.29**	27.33***	15.52***	30.45***	32.11***	-	ΔLnGDP
-0.611*** (0.188) [3.25]	1.53	6.38*	1.74	6.53*	-	1.82	ΔLnEC
-0.618*** (0.287) [-2.15]	0.71	3.37	1.50	-	2.78	0.518	ΔLnCO2
-1.526 (0.887) [-1.71]	1.91	5.91	-	4.82	5.22	3.43	ΔLnGFC
0.521 (0.35) [0.44]	0.84	-	0.70	0.97	1.76	0.89	ΔLnHC
1.157 (1.338) [0.86]	-	3.52	1.98	4.97	6.80	6.18	ΔLnTO

تشير القيم بين القوسين ( ) إلى الخطأ المعياري، بينما تشير القيم بين القوسين [ ] إلى إحصائية t-statistics.

*** ،**، * تشير إلى أن المتغير معنوي احصائياً عند مستوى معنوية 1%، 5%، 10% على التوالي.

المصدر: إعداد الباحثة بالإعتماد على بيانات الجدول رقم (1) م ، وباستخدام البرنامج الإحصائي E-Views.

أ) تحليل العلاقات السببية في الأجل الطويل

يتم استنباط العلاقات السببية بين المتغيرات محل الدراسة في الأجل الطويل من خلال معاملات تصحيح الخطأ {Error Correction Term (ECT_{t-1})} التي تربط علاقات الأجلين الطويل والقصير معاً، وذلك من خلال نتائج تقدير التحليل الديناميكي متعدد المتغيرات وفقاً لنموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM) والتي تم عرضها في الجدول (6)، ونستخلص منها ما يلي:

- يتأثر كل من النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة والتدهور البيئي بالتغيرات السابقة في كل منهم، وعليه فإن القيمة المحققة لكل من النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة والتدهور البيئي في الفترة السابقة تسبب القيمة المحققة لهم في الفترة الحالية، حيث جاءت معلمة حد تصحيح الخطأ معنوية عند مستوى 1%، وهو ما يدعم النتيجة المتحصل عليها من تحليل التكامل المشترك وفقاً لاختبار يوهانسون للتكامل المشترك.
- توجد علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي والتدهور البيئي، حيث أن استهلاك الطاقة يسبب كل من النمو الاقتصادي والتدهور البيئي، كما أن النمو الاقتصادي يسبب كل من استهلاك الطاقة والتدهور البيئي، وكذلك يسبب التدهور البيئي كل من استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي، وتتحقق هذه النتائج عند مستوى معنوية 1%. مما يدل على التداخل والاعتماد الكبير المتبادل بين المتغيرات الثلاثة في الاقتصاد القومي. وتدعم العلاقة السببية ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي فرضية التغذية المرتدة (Feedback Hypothesis) في الأجل الطويل، مما يؤكد على اعتماد النمو الاقتصادي في مصر في الأجل الطويل على الطاقة المستهلكة وأن السياسات الهادفة إلى خفض استهلاك الطاقة قد تؤثر سلبياً على النمو الاقتصادي في الأجل الطويل. بينما تؤكد العلاقة السببية ثنائية الاتجاه بين التدهور البيئي والنمو الاقتصادي على التأثير والتأثر المتبادل بين الأداء الاقتصادي والأداء البيئي.
- توجد علاقة أحادية الاتجاه تتجه من كل من رأس المال المادي الحقيقي، ورأس المال البشري، والانفتاح التجاري إلى النمو الاقتصادي، وكذلك إلى استهلاك الطاقة والتدهور البيئي. وتتحقق هذه النتائج عند مستوى معنوية 1%. ويؤكد ذلك على الدور الذي يلعبه كل من تراكم رأس المال المادي الحقيقي، والاستثمار في رأس المال البشري، وكذلك الانفتاح التجاري في التأثير على الأداء الاقتصادي والبيئي في مصر. وتدعم العلاقة السببية أحادية الاتجاه من الانفتاح التجاري

إلى التدهور البيئي تحقق فرضية ملاجىء الثلوث (Pollution Haven Hypothesis) في مصر.

ب) تحليل العلاقات السببية في الأجل القصير

تستخدم الدراسة اختبار جرانجر للسببية (Multivariate Granger Causality) لتحديد اتجاهات العلاقات السببية بين المتغيرات المدرجة بالنموذج في الأجل القصير، ويتم ذلك من خلال تقدير علاقات الأجل القصير المناظرة للمعادلات (12) – (17)، وتوضح البيانات الواردة بالجدول رقم (6) النتائج التي تم التوصل إليها للعلاقات السببية بين متغيرات النموذج في الأجل القصير، ويتم ذلك من خلال اختبار Wald Test.

ويتضح من تحليل العلاقة السببية في الأجل القصير النقاط الآتية:

- وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تتجه من استهلاك الطاقة إلى النمو الاقتصادي، ويدعم ذلك تحقق فرضية النمو (Growth Hypothesis) أي أن الطاقة تقود النمو (Energy leads Growth) في الأجل القصير في مصر مما يدل على أهمية الطاقة المستهلكة في تحقيق النمو الاقتصادي، وأن ترشيد استهلاك الطاقة قد يتحقق على حساب النمو الاقتصادي في الأجل القصير.
- وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تتجه من التدهور البيئي إلى النمو الاقتصادي، ويدل ذلك على اعتماد النمو الاقتصادي على جودة البيئة في الاقتصاد المصري في الأجل القصير مما يؤكد على القيود التي يفرضها التدهور البيئي على النمو الاقتصادي.
- وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تتجه من تكوين رأس المال المادي الحقيقي إلى النمو الاقتصادي، وذلك باعتبار رأس المال أحد أهم عناصر الإنتاج في الاقتصاد القومي.
- وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تتجه من رأس المال البشري إلى النمو الاقتصادي، حيث أن الاستثمار في رأس المال البشرى – من خلال رفع المستوي التعليمي للعمالة– من أهم محددات النمو الاقتصادي، كما يسهم في رفع مستوى الإنتاجية من خلال تأثيره على التقدم التقنى، وتطوير كفاءة العنصر البشري.
- وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تتجه من الانفتاح التجاري إلى النمو الاقتصادي، وهو ما يؤكد على الدور الذي تلعبه كل من الصادرات والواردات في التأثير على النمو الاقتصادي.

ويتضح من مقارنة نتائج العلاقات السببية في الأجلين القصير والطويل أن العلاقات بين متغيرات الدراسة أكثر تداخلاً في الأجل الطويل مقارنة بالحال في الأجل القصير، وذلك نظراً لطبيعة المتغيرات الاقتصادية محل الدراسة والتي يظهر ارتباطها وتداخلها بدرجة أكثر وضوحاً في الأجل الطويل. وقد اتفقت هذه النتائج إلى حد كبير مع الفرض المبدئي للدراسة وكذلك مع الأدبيات النظرية والعديد من نتائج الدراسات التطبيقية.

النتائج والتوصيات

أولاً: النتائج

- اتضح من تحليل تطور الانبعاثات الكربونية الارتفاع التدريجي لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بمعدل سنوي قدرة 3.5% في المتوسط خلال الفترة (1980-2017). ويُعد احتراق الوقود من المصادر الأحفورية المسبب الرئيسي لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث يستحوذ على حوالي 59% من إجمالي الانبعاثات. ويؤثر النمو الاقتصادي على البيئة من خلال ثلاث قنوات وهي: الهيكل الاقتصادي ونصيب القطاعات الاقتصادية المختلفة من إجمالي الطاقة المستهلكة، ومزيج الطاقة المستهلكة. فقد اتضح من تحليل تطور الهيكل الاقتصادي في مصر انخفاض مساهمة القطاع الصناعي (كثيف استهلاك الطاقة) وارتفاع مساهمة قطاع الخدمات (الأقل كثافة لاستهلاك الطاقة). كما اتضح من تحليل تطور استهلاك مصادر الطاقة المستهلكة في مصر عدم تنوع مزيج الطاقة، وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية – والتي تتمثل في الفحم، والبترول، والغاز الطبيعي– فضلاً عن ضعف استغلال المصادر المتجددة للطاقة.
- اتضح من نتيجة القياس أن الطاقة المستهلكة تعد أكبر المدخلات الإنتاجية تأثيراً على النمو الاقتصادي مقارنةً برأس المال المادي والبشري. وكذلك تعتبر أكبر مسببات ظاهرة التدهور البيئي في مصر. كما نستنتج أن النمو الاقتصادي في مصر يساهم بدور فعال في تحسين جودة البيئة والحفاظ عليها من التدهور. وأن تكوين رأس المال الحقيقي والاستثمار في رأس المال البشري وزيادة معدل الانفتاح التجاري كلها عوامل تحفز النمو الاقتصادي وفي الوقت ذاته تضر بجودة البيئة.

- أوضحت نتائج اختبار العلاقات السببية في الأجل الطويل من خلال تحليل نموذج (VECM) وجود علاقة ثنائية الاتجاه بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة مما يدعم فرضية التغذية المرتدة (Feedback Hypothesis) وأيضاً وجود علاقة ثنائية الاتجاه بين استهلاك الطاقة والتدهور البيئي، ووجود علاقة ثنائية الاتجاه بين التدهور البيئي والنمو الاقتصادي مما يؤكد على تشابك العلاقات بين هذه المتغيرات. هذا بالإضافة إلى وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه تتجه من كل من رأس المال المادي الحقيقي، ورأس المال البشري، والانفتاح التجاري إلى النمو الاقتصادي، وكذلك إلى استهلاك الطاقة والتدهور البيئي. وتدعم العلاقة السببية المتجهة من الانفتاح التجاري إلى البيئي فرضية ملاجىء التلوث (Pollution Haven Hypothesis) في مصر. ويتحقق هذه النتائج عند مستوى معنوية 1%.

ثانياً: التوصيات

يمكن في ضوء ما تم التوصل إليه من نتائج تقديم بعض التوصيات لصناع القرار بشكل يضمن الحفاظ على البيئة دون عرقلة النمو الاقتصادي، وذلك على النحو التالي:

1. ضرورة إصلاح سياسات تسعير الطاقة في مصر واستكمال تطبيق سياسة تصحيح دعم الطاقة التي بدأت الحكومة في تنفيذها منذ عام 2014/ 2015 ولكن مع مراعاة زيادة أسعار المنتجات البترولية والغاز الطبيعي والكهرباء تدريجياً وبنسب معقولة حتى لا يؤدي ذلك إلى ارتفاع كبير في معدلات التضخم، فضلاً عن ضرورة اتباع برامج للحماية الاجتماعية بهدف تقليل الأعباء على الفئات المتضررة من رفع الدعم.
2. ضرورة تنويع مزيج الطاقة المستخدم، مع مراعاة التعديل المستمر لمزيج الطاقة لصالح احلال المصادر الجديدة والمتجددة محل المصادر غير المتجددة على المدى الطويل.
3. تنفيذ برامج صارمة لرفع كفاءة الطاقة المستهلكة وخفض الانبعاثات مختلف القطاعات الاقتصادية.
4. دمج السياسات البيئية في برامج وخطط التنمية الاقتصادية طويلة الأجل، وكذلك صياغة سياسات واضحة لعملية التقييم البيئي، والعمل على زيادة شبكات الرصد البيئي وتوزيعها على كافة محافظات الجمهورية مما يسهل تحديد الأطراف المتسببة في التلوث ومحاسبتها.

5. صياغة تشريعات بيئية مُلزمة وتفعيل الرقابة على تنفيذها وتنفيذ عقوبات جنائية مناسبة للتعامل مع الأطراف المنتجة للملوثات البيئية.
6. توفير سُبل الدعم المالي والحوافز الاقتصادية الفعالة التي تعمل على تشجيع المؤسسات والأفراد على الحفاظ على البيئة والتحول إلى تقنيات الإنتاج الأنظف من جانب وتحقق الإيرادات الحكومة لتمويل أنشطة مكافحة ومعالجة آثار التلوث من جانب آخر، ومن أمثلتها الإعانات الحكومية وضرائب التلوث ورسوم الانبعاثات.
7. ضرورة وضع اشتراطات بيئية صارمة، وترتيب الأولويات، وضع معايير بيئية واضحة ومفصلة عند اتخاذ أي قرار يتعلق بتنمية وتشجيع الصادرات الصناعية وكذا المشروعات الاستثمارية في القطاع الصناعي.
8. ضرورة نشر الوعي البيئي المجتمعي، ونقل المعرفة التقنية (Technical Knowhow) عن طريق الاستثمار في تعليم وتدريب العنصر البشري على استخدام سُبل الإنتاج النظيفة مما يساهم في رفع الآداء الفني.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

- أحمد، أميرة عقل، عابدين، داليا حسن، (2016)، "العلاقة بين الاستثمار الأجنبي المباشر وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر"، ***مجلة الدراسات والبحوث التجارية***، مجلد 2، العدد 4، ص ص 343-360.
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء (2018)، ***الكتاب الاحصائي السنوي***، باب البيئة.
- السيد، أشرف لطفي، وراضي، محمد محمد السيد، (2019)، "النمو الاقتصادي والبيئة: اختبار منحنى كوزنتس البيئي في الاقتصاد المصري خلال الفترة (1971-2017)، ***مجلة كلية التجارة للبحوث العلمية***، جامعة الاسكندرية، مجلد 56، العدد 1، ص ص 1-20.
- عبد الكريم، محمد وعزت، محمد، (2000)، ***اقتصاديات الموارد البيئية***، دار المعارف الجامعية.
- عبد الكريم، معتز محمد، (2016)، ***محددات الاستثمار المحلي الخاص في الاقتصاد المصري خلال الفترة (1980-2014): دراسة تحليلية قياسية***، رسالة ماجيستير، كلية التجارة، جامعة الاسكندرية.

- عبد الوهاب، أحمد، والبنا، أسماء، (2019)، ***دليل الدعم في مصر***، المركز المصري لدراسات السياسات العامة، ص ص 1-30.
- قطب، رشا محمد عبد الفتاح، (2018)، ***أثر التعليم على إنتاجية العنصر البشرى والنمو الاقتصادي في الاقتصاد المصري: دراسة تحليلية قياسية خلال الفترة (1980-2014)***، رسالة دكتوراة، كلية التجارة، جامعة الاسكندرية.
- نجا، علي عبد الوهاب، (2016)، "تقدير دالة الطلب على الواردات في دول المغرب العربي خلال الفترة (1970-2010)، **مجلة التنمية والسياسات الاقتصادية**، المجلد (18)، العدد (1)، ص ص 43-90.
- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، (2015)، ***التقرير السنوي***، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة.
- وزارة البيئة، (2018)، ***تقرير لحالة البيئة بجمهورية مصر العربية لعام 2016***، وزارة البيئة، جمهورية مصر العربية.

ثانياً: المراجع باللغة الانجليزية

- Alam, M. J., Begum, I. A., Buysse, J., Rahman, S., & Van Huylenbroeck, G., (2011), "Dynamic modeling of causal relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in India", ***Renewable and Sustainable Energy Reviews,*** Vol. 15(6), pp. 3243–3251.
- Ang, J. B., (2007), "CO2 emissions, energy consumption, and output in France", ***Energy Policy***, Vol. 35(10), PP. 4772–4778.
- Azam, M., Khan, A. Q., Abdullah, H. B., & Qureshi, M. E., (2016), "The impact of CO 2 emissions on economic growth: evidence from selected higher CO 2 emissions economies", ***Environmental Science and Pollution Research***, Vol. *23* (7), PP. 6376-6389.
- Berndt, E.R. and Wood, D.O., (1975), "Technology, Prices and Derived Demand for Energy", ***The Review of Economics and Statistics.***, Vol. 57, PP. 259–268.
- Breisinger, C., Mukashov, A., Raouf, M., & Wiebelt, M., (2019), "Energy subsidy reform for growth and equity in Egypt: The approach matters", ***Energy Policy***, Vol. *129*, PP. 661-671.
- British petroleum, (2018), ***Statistical review of world energy 2018***.
- Copeland, B. R., and Taylor, M. S., (1994), "North-South trade and the environment, ***The quarterly journal of economics***, Vol. 109(3), PP. 755-787.

- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). "Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing", ***Econometrica: journal of the Econometric Society,*** pp. 251-276.
- Farhani, S. and Ben Rejeb, J., (2012), "Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions: Evidence from Panel Data for MENA Region", ***International Journal of Energy Economics and Policy*** , Vol. 2 (2), PP. 71-81.
- Gradus, R., & Smulders, S., (1993), "The trade-off between environmental care and long-term growth—pollution in three prototype growth models", ***Journal of Economics***, Vol. 58 (1), PP. 25-51.
- Grossman, G.M., Krueger, A.B., (1991), ***Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement***, National Bureau of Economic Research, Cambridge, NBER Working Papers Series No. 3914.
- Gujarati D. N., (2004), ***Basic Econometrics***, McGraw-Hill companies, 4th Edition.
- Heij C., Boer P. D., Franses P. H., Kloek T. & Dijk H. K. V., (2004), ***Econometric Methods with Applications in Business and Economics***, Oxford University Press, 1st Edition.
- Ibrahiem, D. M., (2018), "Investigating the causal relationship between electricity consumption and sectoral outputs: evidence from Egypt", ***Energy Transitions***, Vol. 2 (1), PP. 31-48.
- Ibrahiem D.M., (2016), "Environmental Kuznets curve: an empirical analysis for carbon dioxide emissions in Egypt", ***International Journal of Green Economics***, Vol. 10(2), pp. 136-150.
- Ibrahiem D. M., (2015), "Renewable electricity consumption, foreign direct investment and economic growth in Egypt: An ARDL approach", ***Procedia Economics and Finance***, Vol. 30, PP. 313-323.
- Jamel, Lamia, and Samir Maktouf, (2017), "The nexus between economic growth, financial development, trade openness, and CO2 emissions in European countries", ***Cogent Economics & Finance*** , Vol. 5(1), PP: 1-25.
- Jian, J., Fan, X., He, P., Xiong, H., and Shen, H., (2019), **"**The Effects of Energy Consumption, Economic Growth and Financial Development on CO2 Emissions in China: A VECM Approach", ***Sustainability***, Vol. 11 (4850), pp. 1-16.
- Lee, C., and Chang, C., (2007), "The impact of energy consumption on economic growth: Evidence from linear and nonlinear models in Taiwan", ***Energy***, Vol. *32* (12), PP. 2282-2294.
- Muhammad, B., (2019), "Energy consumption, CO2 emissions and economic growth in developed, emerging and Middle East and North Africa countries", ***Energy,*** Vol. 179, PP. 232-245.

- Neycheva, M., (2019), "How might the negative impact of higher education on growth be explained? The role of vertical qualification (mis)match in an MRW-type model, ***Econ Transit Institut Change***, Vol.27, PP. 943–969.
- Nkengfack, H., and Fotio, H., (2019), "Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emissions: Evidence from the Top Three Emitters in Africa", ***Modern Economy***, Vol. 10, PP. 52-71.
- OECD/IEA, (2018), ***World energy balances***, 2018 edition, International Energy Agency (IEA).
- Omri, A., (2013), "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA countries: Evidence from Simultaneous Equations Models", ***Energy Economics***, Vol. 38, pp.951-959.
- Rasche, R. H., & Tatom, J. A. (1977). "Energy resources and potential GNP", ***Federal Reserve Bank of St. Louis Review***, PP. 10-24.
- Saboori, B., Sapri, M., & bin Baba, M., (2014), "Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)'s transport sector: A fully modified bi-directional relationship approach", ***Energy***, Vol. 66, pp. 150–161.
- Salim, R. A., & Rafiq, S., (2012), "Why do some emerging economies proactively accelerate the adoption of renewable energy?", ***Energy Economics***, Vol. 34(4), pp. 1051–1057.
- Stern, D. I., & Cleveland, C. J., (2004), "Energy and economic growth", ***Encyclopedia of energy***, Vol. 2, PP. 35-51.

الملحق الإحصائي

جدول رقم (1) م: المتغيرات التي يتضمنها النموذج القياسي خلال الفترة (1980-2017)

السنة	متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي (جنيه/ نسمة)[1]	متوسط نصيب الفرد من الطاقة المستهلكة (ط.ن.م/ نسمة)[2]	متوسط نصيب الفرد من الانبعاثات (طن/ نسمة)[3]	متوسط نصيب الفرد من رأس المال المادي الحقيقي (جنيه/ نسمة)[4]	رأس المال البشري (نسبة العمالة المتعلمة) (%)[5]	الانفتاح التجاري/GDP (%)[6]
1980	14077.6	0.4	1.1	1745.8	1.9	73.4
1981	14740.7	0.5	1.2	2066.6	1.7	74.5
1982	15795.8	0.5	1.3	2427.2	1.5	64.2
1983	16178.1	0.5	1.4	2510.7	1.1	57.1
1984	17295.7	0.6	1.5	2835.6	1.1	52.5
1985	17818.2	0.6	1.5	2934.0	1.0	46.1
1986	18168.0	0.6	1.5	2889.7	1.0	36.1
1987	18360.2	0.6	1.5	2681.6	1.5	35.3
1988	18852.6	0.6	1.5	2824.5	1.9	52.6
1989	19278.7	0.6	1.6	2565.5	2.4	50.1
1990	19882.8	0.6	1.6	2563.1	3.1	52.9
1991	19654.8	0.6	1.5	1996.5	3.3	62.8
1992	20099.2	0.6	1.5	1878.2	3.3	59.3
1993	20263.0	0.6	1.5	1745.6	3.8	55.9
1994	20649.0	0.6	1.4	1889.1	4.0	50.6
1995	21178.4	0.6	1.5	2074.1	3.9	50.2
1996	21791.8	0.6	1.6	2211.7	4.2	46.9
1997	22531.5	0.6	1.6	2395.9	4.2	43.7
1998	23317.7	0.6	1.6	2710.6	4.3	41.9
1999	24247.5	0.7	1.7	3098.8	4.5	38.4
2000	25298.9	0.7	1.7	3292.0	4.9	39.0

السنة	متوسط نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي (جنيه/ نسمة)[1]	متوسط نصيب الفرد من الطاقة المستهلكة (ط.ن.م/ نسمة)[2]	متوسط نصيب الفرد من الانبعاثات (طن/ نسمة)[3]	متوسط نصيب الفرد من رأس المال المادي الحقيقي (جنيه/ نسمة)[4]	رأس المال البشري (نسبة العمالة المتعلمة) (%)[5]	الانفتاح التجاري/GDP (%)[6]
2001	25700.0	0.7	1.8	3159.5	5.1	39.8
2002	25823.8	0.7	1.7	3272.5	5.3	41.0
2003	26157.8	0.8	1.8	2993.8	5.2	46.2
2004	26734.1	0.8	1.8	3118.6	4.9	57.8
2005	27429.8	0.8	1.9	3390.2	5.0	63.0
2006	28792.3	0.8	2.0	3797.7	5.2	61.5
2007	30297.7	0.9	2.0	4632.7	5.5	65.1
2008	31893.5	0.9	2.1	5261.0	5.5	71.7
2009	32767.4	0.9	2.2	4683.8	5.8	56.6
2010	33776.9	0.9	2.3	4952.6	6.1	47.9
2011	33654.0	0.9	2.2	4758.7	6.0	45.3
2012	33649.6	1.0	2.3	4949.9	6.0	40.7
2013	33614.0	0.9	2.2	4429.3	5.7	40.4
2014	33821.3	0.9	2.2	4402.2	5.6	36.9
2015	34529.4	0.9	2.2	4659.6	5.8	34.8
2016	35265.6	0.9	2.2	5065.9	5.8	30.2
2017	35980.0	1.0	2.3	5495.5	5.9	45.1

المصدر: [1]، [4]، [6]: تم الحصول عليها من قاعدة بيانات البنك الدولي www.data.worldbank.org/

[2]، [3]: تم الحصول عليها من قاعدة بيانات www.bp.com/

[4]: تم الحصول عليها من الكتاب الإحصائي السنوي الصادر عن الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.