DOI: 10.33948/ESJ-KSU-17-1-2

تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والجودة البيئية في دول الخليج العربي وإيران خلال الفترة (2001-2020)

هداية طلال العلياني [1]

(قُدِّم للنشر 19 صفر 1446هـ - وقُبِل للنشر 23 رجب 1446هـ)

المستخلص: هدفت هذه الدراسة إلى استعراض تأثير العوامل والمؤشرات الاقتصادية والصناعية على جودة البيئة في دول الخليج العربي وإيران، وتحليل العلاقات بين حجم الصادرات، واستهلاك الطاقة المتجددة، وتدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر الداخلة، والنمو السنوي في القيمة المضافة الصناعية، وتأثيرها على نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في السعودية، والإمارات، وقطر، وإيران، وذلك باستخدام نماذج البيانات اللوحية لتحليل البيانات للفترة من 2001 إلى 2020. أشارت النتائج إلى أن الصادرات لها تأثير معنوي سلبي على الانبعاثات، مما يعني أن زيادة الصادرات تسهم في تقليل الانبعاثات، ويُعزى ذلك إلى طبيعة الصادرات في الدول قيد الدراسة. في المقابل؛ وُجد أن تأثير الاستثمار الأجنبي المباشر على انبعاثات الكربون غير ثابت؛ حيث يمكن تفسير التأثير الإيجابي للاستثمار الأجنبي المباشر بأن زيادته تؤدي إلى زيادة طفيفة في انبعاثات الكربون، مما يعكس الطبيعة المعقدة لتأثيرات الاستثمار على المعايير البيئية. أما النمو الصناعي، فيميل إلى زيادة الانبعاثات، مما يسلط الضوء على التكلفة البيئية للتوسع الصناعي. وعلى الجانب الآخر؛ لم يظهر استهلاك الطاقة المتجددة تأثيرًا معنويًا في خفض الانبعاثات، وهو ما يشير إلى أن الاستثمارات الحالية في الطاقة المتجددة ليست كافية لإحداث تأثير ملحوظ على جودة البيئة. وعموماً، تُقدِّم هذه الدراسة رؤية شاملة حول التفاعلات بين النمو الاقتصادي والبيئي، مع التركيز على الاستثمار كعنصر حيوي في هذا التفاعل.

الكلمات المفتاحية: الاستدامة، جودة البيئة، النمو الصناعي، الاستثمار، كفاءة الطاقة.

Balancing Economic Growth and Environmental Quality within Gulf Cooperation Council (GCC) countries and Iran for The Period (2001-2020)

Hidayah T. Alalyani [1]

(Received: August 23, 2024 – Accepted for publication: January 23, 2025)

Abstract: This study delves into the impact of economic and industrial factors on environmental quality within Gulf Cooperation Council (GCC) countries and Iran. The research aims to analyze the relationships between export, renewable energy consumption, FDI inflows, annual industrial value-added growth, and their effects on per capita carbon dioxide emissions in Saudi Arabia, UAE, Qatar, and Iran, using panel data models for the period (2001–2020). The findings indicate that exports have a significant negative impact on CO2 emissions, suggesting that increased exports help reduce emissions. This can be attributed to the nature of exports within the countries. In contrast, FDI shows a mixed impact on CO2 emissions. This reflects the complex nature of investment and its varying environmental standards. Furthermore, the growth in industrial value-added is found to increase CO2 emissions, underscoring the environmental cost of industrial expansion. However, renewable energy consumption does not show a significant impact on reducing emissions, indicating that the current level of investment in renewable energy is insufficient to make a substantial difference in environmental quality. In summary, this study provides an in-depth understanding of the interplay between economic growth and environmental sustainability, emphasizing the crucial role of investment in shaping this dynamic.

Keywords: Sustainability, environmental quality, industrial growth, investment, energy efficiency.

(1) باحثة، قسم الاقتصاد -كلية الاقتصاد والإدارة، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية.

(1) *Researcher, Department of Economics, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia.*
E-mail: halalyani0006@stu.kau.edu.sa.

1. مقدمة

تُعدّ الاستدامة البيئية واحدة من أكثر القضايا تداولًا بين صانعي القرار عالميًا خلال العقدين الماضيين؛ نظرًا إلى التحديات التي يفرضها تغيّر المناخ (Ma et al., 2021). وأشار تقرير التقييم الوطني الرابع للمناخ، الذي نُشر في عام 2018، إلى أنه إذا لم تُكبح انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن النشاط البشري الصناعي التوسعي، فإن تغيّر المناخ قد يُعطّل الاقتصاد الأمريكي والعالمي بشكل خطير (Cho, 2019). ومن المتوقع أن يؤدي ارتفاع درجات الحرارة ومستوى سطح البحر إلى الإضرار بالممتلكات والبنية التحتية الحيوية، مما يؤثر بدوره على صحة الإنسان وإنتاجيته، إلى جانب تأثيره السلبي على قطاعات حيوية تشمل الزراعة، والغابات، ومصايد الأسماك، والسياحة. وقد يشهد الاقتصاد العالمي تعطّلًا نتيجة تزايد الطلب على الطاقة لدعم النمو الصناعي المتسارع، مما يعرّض إمدادات المياه لضغط عالٍ، ويؤثر على التجارة الدولية وسلاسل التوريد.

وفي هذا السياق، تتزايد أهمية فهم مدى تأثير السياسات الاقتصادية والصناعية الحالية وعواملها على الاستدامة البيئية وجودة البيئة، لضمان تحقيق النمو الاقتصادي المستقبلي مع الحفاظ على جودة البيئة للأجيال القادمة (Moldan et al., 2011). وقد دفع هذا الباحثين إلى دراسة هذه التأثيرات، خصوصًا في المناطق التي تعتمد بشكل كبير على النفط والغاز، مثل دول الخليج وإيران. ومع ذلك، لا تزال الحاجة قائمة لتحليلٍ يأخذ في الاعتبار التطورات الاقتصادية والصناعية الحالية؛ حيث شهدت هذه المناطق تحولات اقتصادية وبيئية متسارعة ومتنوعة نتيجة الخصائص الفريدة لكل بلد، بالإضافة إلى السياقات الجيوسياسية والاقتصادية التي تعمل بها.

بناءً على ما سبق، يُعدّ تطوير الخطط الاقتصادية التي تأخذ في الاعتبار الاستدامة ضرورة ملحّة تتطلب فهمًا عميقًا للعوامل المؤثرة على التحولات الاقتصادية والبيئية والصناعية، وتحليل العلاقات المتبادلة بينها. ولهذا، أُنشئت هذه الدراسة بهدف تقييم التفاعلات بين متغيرات اقتصادية وصناعية مختلفة، وهي: حجم الصادرات، استهلاك الطاقة المتجددة، تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر الداخلة، والنمو السنوي في القيمة المضافة الصناعية (بما في ذلك البناء)، وتأثيرها على المتغير التابع الذي يقيس الجودة البيئية، والمتمثل في نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.استخدمت الدراسة نماذج البيانات اللوحية لتحليل البيانات للفترة (2001–2020)؛ حيث تسعى إلى الكشف عن العلاقات الأساسية التي يمكن أن تساعد في صياغة استراتيجيات التنمية المستدامة. لا يطمح هذا البحث إلى إثراء المناقشات الأكاديمية حول الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة في منطقة الخليج فحسب، بل يهدف أيضًا إلى المساهمة في إنشاء توصيات تساعد القادة والمسؤولين على تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة، من خلال تحديد وتحليل العلاقات المتعددة بين متغيرات الدراسة، يمكن للبحث أن يقدّم نظرة معمّقة حول كيفية تفاعل هذه العوامل وتأثيرها على الجودة البيئية.

1-1: مشكلة الدراسة

تواجه دول الخليج العربي وإيران تحديات متزايدة تتعلق بالاستدامة البيئية، في ظل خطط التوسع الاقتصادي السريع والاعتماد الكبير على صناعات استخراج النفط والغاز (HAYMAN, 2019). وتشمل هذه التحديات تزايد معدلات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتأثيراتها المحتملة على البيئة والصحة العامة والنمو الاقتصادي المستقبلي. ورغم الجهود المبذولة لتحقيق التنمية المستدامة، لا تزال هناك حاجة إلى فهم أعمق لكيفية تأثير بعض مقاييس ومؤشرات الأنشطة الاقتصادية على جودة البيئة في الدول قيد الدراسة. حيث إن الفهم الواضح لهذه العلاقات يُعدّ ضروريًا لصياغة استراتيجيات فعّالة تدعم النمو الاقتصادي دون إهمال الاعتبارات البيئية.

تهدف هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة المعرفية من خلال تحليل العلاقات بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع قيد الدراسة، والإجابة عن الأسئلة التالية:

- هل يؤثر نمو الصادرات في كل من السعودية، والإمارات، وقطر، وإيران على جودة البيئة في هذه الدول؟ وكيف يحدث ذلك؟
- ما دور استهلاك الطاقة المتجددة في التأثير على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد؟
- كيف ترتبط مستويات الاستثمار الأجنبي المباشر بالنمو السنوي في القيمة المضافة الصناعية، وما تأثيرها على الانبعاثات الكربونية؟

2-1-أهمية وأهداف الدراسة

يُسهم هذا البحث في تعميق الفهم النظري حول التأثيرات المتبادلة بين مؤشرات النمو الاقتصادي والصناعي والعوامل البيئية في دول الخليج وإيران. كما تكمن الأهمية التطبيقية لهذا البحث في المساهمة بصياغة سياسات فعالة من خلال النتائج المستخلصة التي ستوفر أدلة ملموسة يمكن استخدامها لتوجيه السياسات العامة.

وبناءً على الفهم المكتسب لكيفية تأثير استهلاك الطاقة المتجددة، والاستثمار الأجنبي المباشر الداخل، ونمو الصادرات، ونمو القيمة المضافة الصناعية على جودة البيئة، يمكن لصنّاع القرار تطوير استراتيجيات تعزّز النمو المستدام، وذلك عبر تحديد العوامل التي تُسهم في تحسين جودة البيئة مع الحفاظ على التنمية الاقتصادية. من خلال هذه الأبعاد، يُبرز البحث قيمته العلمية والعملية.

ويكمن الهدف الرئيس للدراسة في تحليل وفهم الارتباط بين المتغيرات الاقتصادية والصناعية وتأثيرها على جودة البيئة في دول الخليج العربي وإيران. ويتضمن هذا الهدف الأهداف الفرعية التالية:

- **تقييم العلاقة بين حجم الصادرات واستهلاك الطاقة المتجددة :**دراسة كيفية تأثير هذين المتغيرين على الاستدامة البيئية ومعدلات انبعاث ثاني أكسيد الكربون للفرد في المنطقة.
- **تحليل دور الاستثمار الأجنبي المباشر في تعزيز أو تقويض الجودة البيئية:** فهم كيفية تأثير الاستثمارات الأجنبية المباشرة على الأداء البيئي للدول المدروسة.
- **النظر في تأثير النمو السنوي للقيمة المضافة الصناعية على مستويات الانبعاثات :**دراسة

العلاقة بين النمو الصناعي وزيادة الانبعاثات الكربونية.

1-3-فرضيات الدراسة:

استنادًا إلى مشكلة الدراسة وتساؤلاتها، فقد تم صياغة فرضيات الدراسة على النحو التالي:

الفرضية الأولى: تؤثر الصادرات سلبًا على جودة البيئة، **الفرضية الثانية**: يؤثر الاستثمار الأجنبي المباشر سلبًا في جودة البيئة، **الفرضية الثالثة**: يؤثر النمو الصناعي سلبًا في جودة البيئة.

1-4-منهجية الدراسة

تعتمد منهجية هذه الدراسة على المنهج الكمي لتحليل العلاقات بين المتغيرات المحددة. جُمِعَت البيانات وحُلِّلت لاختبار الفرضيات المتعلقة بالتأثيرات المتبادلة بين الصادرات، واستهلاك الطاقة المتجددة، الاستثمار الأجنبي المباشر، والقيمة المضافة الصناعية، ومستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، باستخدام البيانات الصادرة عن البنك الدولي ومنصة البيانات السعودية المفتوحة خلال الفترة 2001-2020م. بالإضافة إلى ذلك، تم الاستعانة ببيانات من مصادر متعددة، بما في ذلك قواعد البيانات الحكومية، مثل: البوابة الرسمية لحكومة دولة الإمارات العربية المتحدة، وتقارير المنظمات الدولية مثل البنك الدولي، والمنشورات الاقتصادية الصادرة عن الجهات الحكومية للدول قيد الدراسة. توفر هذه المصادر نظرة شاملة على التطورات الاقتصادية والبيئية خلال هذه الفترة. أما بالنسبة إلى أدوات التحليل، فقد تم استخدام نماذج البيانات الطولية المجمعة (Panel Data Models).

1-5- خطة الدراسة:

قُسِّمت الدراسة إلى أربعة أقسام، بخلاف المقدمة والنتائج والتوصيات والبحوث المستقبلية. يتناول القسم الأول أدبيات الدراسة المتعلقة بالعلاقة بين النمو الاقتصادي وجودة البيئة، ويختص القسم الثاني بالإطار النظري لهذه العلاقة. أما القسم الثالث، فيوضح تحليل تطور النمو الاقتصادي وجودة البيئة في دول الدراسة، بينما يبيّن القسم الرابع نموذجًا قياسيًا لأثر النمو الاقتصادي على جودة البيئة.

2- الأدب الاقتصادي للعلاقة بين النمو الاقتصادي وجودة البيئة:

2-1- الأدب الاقتصادي للعلاقة بين الصادرات وجودة البيئة:

إن العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والتجارة الدولية معقدة، وقد يكون لها تأثيرات إيجابية وسلبية على الانبعاثات العالمية (Sun et al., 2019). فمن ناحية، تتيح التجارة الدولية توزيع السلع والخدمات والتقنيات ذات الانبعاثات المنخفضة في جميع أنحاء العالم، مما قد يؤدي إلى خفض الانبعاثات العالمية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للتجارة أن تمارس ضغوطًا على الشركات لتحسين كفاءة استخدام الطاقة، مما يؤدي إلى تقليل الانبعاثات بشكل أكبر. ومن ناحية أخرى، تسهم التجارة أيضًا في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال التكاليف البيئية للنقل، خاصةً الشحن، ومن خلال السماح بنقل إنتاج السلع كثيفة الانبعاثات من الدول ذات المعايير البيئية العالية إلى الدول ذات المعايير الأقل، وهي ظاهرة تُعرف باسم "تسرب الكربون."

وفي هذا السياق، تناول بيلومي والشهري (Belloumi & Alshehry, 2020) تأثير الانفتاح التجاري على التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية، من خلال استخدام تحليل التكامل المشترك ونموذج الانحدار الذاتي ذي الفجوات الموزعة للبيانات السنوية خلال الفترة من 1971 إلى 2016. وقد أشارت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة طويلة الأجل بين الانفتاح التجاري ومؤشرين للتنمية المستدامة: النمو الاقتصادي والجودة البيئية، كما أظهرت النتائج أن الانفتاح التجاري لا يؤثر على مؤشرات النمو الاقتصادي وجودة البيئة في الأجل القصير. ومع ذلك، في الأجل الطويل، وُجد أن للانفتاح التجاري تأثيرًا سلبيًا كبيرًا على النمو الاقتصادي عندما يُقاس بمتغيري نسبة الصادرات والواردات إلى الناتج المحلي الإجمالي، ونسبة الصادرات إلى الناتج المحلي الإجمالي. بينما كان للواردات تأثير إيجابي كبير نسبةً إلى الناتج المحلي الإجمالي.

وبالنظر أيضًا إلى دراسة سون وآخرين (Sun et al., 2019)، استخدم الباحثون فيها أساليب التكامل المشترك (panel cointegration approaches) لدراسة التفاعل بين التجارة وعامل التلوث البيئي المتمثل في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مع دمج النمو الاقتصادي واستخدام الطاقة كعوامل حاسمة في هذا السياق. شملت الدراسة 49 دولة ذات انبعاثات عالية خلال الفترة من 1991 إلى 2014؛ حيث تم تصنيف الدول وفق مستويات الدخل: عالية الدخل، ومتوسطة الدخل، ومنخفضة الدخل، في مناطق جغرافية مختلفة. وقد أظهرت النتائج أن المتغيرات الأربعة كانت ثابتة في الأجل الطويل. وبالمثل، أشارت نتائج الباحثين إلى أن الانفتاح التجاري كان له تأثير إيجابي وسلبي على التلوث البيئي، حيث يختلف التأثير باختلاف الدول. كما أظهرت نتائج نموذج متجه تصحيح الخطأ (VECM) وجود تأثير سببي طويل الأجل بين التجارة والنمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة والتلوث البيئي في بعض المناطق، مثل: المناطق الواقعة في مبادرة الحزام (المبادرة التابعة لجمهورية الصين الشعبية)، ودول أوروبا، ومناطق الدخل المرتفع والمتوسط والمنخفض المحددة في الدراسة. وفي دراسة لعبدولي ودالي (Daly & Abdouli, 2023)، استكشف الباحثان العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والتجارة والنمو الاقتصادي باستخدام المعادلة المتزامنة في المملكة العربية السعودية خلال الفترة من 1990 إلى 2017. وقد كشفت النتائج عن وجود علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي. كما أشارت النتائج إلى أن النمو الاقتصادي قد ينتقص من الجودة البيئية في الأجل القصير.

2-2-الأدب الاقتصادي للعلاقة بين النمو الصناعي وجودة البيئة:

تُسلط الدراسات السابقة الضوء على تحديات الدول المصدرة للنفط التي تواجه ضغوطًا متزايدة للموازنة بين النمو الصناعي والحفاظ على البيئة. ففي دراسة محمود وآخرين (Mahmood et al., 2020)، ركز الباحثون على تحليل تأثير التصنيع والتحضر على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في السعودية خلال الفترة من 1968 إلى 2014. وأظهرت النتائج أن كلاً من التصنيع والتحضر لهما تأثير سلبي ملحوظ على جودة

البيئة؛ حيث يؤثر التصنيع بشكل كبير وغير مرن على زيادة الانبعاثات، بينما يؤثر التحضر بشكل أكثر مرونة. كما كشفت الدراسة عن وجود تأثيرات غير متناسقة للتصنيع على الانبعاثات؛ إذ تتسبب الزيادة في التصنيع في زيادة الأثر البيئي بشكل أكبر مقارنةً بتأثير الانخفاض فيه. من جهة أخرى، تناولت دراسة وانغ وفينغ (Wang & Feng, 2017) التأثيرات المختلفة للعوامل الاقتصادية والتكنولوجية على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الصناعة الصينية خلال الفترة من 2000 إلى 2005م، واستخدم الباحثان نموذج تحليل التحلل النظري للإنتاج (PDA) وتحليل التحلل القياسي (IDA) لتقسيم التغيرات في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصناعية في الصين إلى سبعة عوامل مختلفة. وأظهرت النتائج الأولية ما يلي: أولاً، ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنحو 2.6560 مرة؛ حيث كان النشاط الاقتصادي المحرك الرئيس لهذه الزيادة، على الرغم من وجود اختلافات كبيرة بين المقاطعات المختلفة. ثانيًا، التغيرات في تكنولوجيا الناتج المحلي الإجمالي وكثافة الطاقة المحتملة كانت القوى الرئيسة التي ساعدت جهود خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ومع ذلك؛ في العديد من المقاطعات الغربية، أدت التغيرات في كثافة الطاقة المحتملة إلى زيادة في الانبعاثات. ثالثًا، التغييرات في تكنولوجيا توفير الطاقة ساهمت في تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في معظم المقاطعات، حيث بلغ متوسط معدلات الانخفاض السنوي أقل من 3%. وأخيرًا، التغيرات في مزيج الطاقة وكفاءة استخدام الطاقة والكفاءة الفنية للناتج المحلي الإجمالي كان لها تأثير ضئيل على الانبعاثات، وكانت النتائج غير متسقة بين المقاطعات المختلفة.

2-3- الأدب الاقتصادي للعلاقة بين الاستثمار الأجنبي المباشر الداخل وجودة البيئة:

اهتمت دراسة روشان وآخرين (Roshan et al., 2020) باستكشاف آثار الاستثمار الأجنبي المباشر، والانفتاح التجاري، واستهلاك الطاقة، والنمو الاقتصادي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إيران والمملكة العربية السعودية. وقيّم الباحثون العلاقات بين المتغيرات خلال الفترة من 198 إلى 2016م، وذلك باستخدام نموذج جوهانسن-جوسيليوس للتكامل المشترك، وكشف تحليل التكامل المشترك عن وجود علاقة طويلة الأجل بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والمتغيرات المستقلة المحددة. بالإضافة إلى ذلك، أشارت النتائج إلى أن الاستثمار الأجنبي المباشر يسهم بشكل ثابت في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في إيران تحديدًا. ولذلك، أوصى الباحثون بفرض ضرائب على الشركات المشاركة في الاستثمار الأجنبي المباشر، خاصة تلك التي تدير مشاريع عالية التلوث وكثيفة الاستخدام للطاقة، بهدف تحسين جودة البيئة في إيران. وفي دراسة للباحثين تشانغ وتشو (Zhang & Zhou, 2016)، التي رُكِّزَ فيها على دراسة كيفية تأثير الاستثمار الأجنبي المباشر على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المستويين الوطني والإقليمي في الصين، واستخدمت الدراسة بيانات لوحة المقاطعات للفترة من 1995 إلى 2010م، ونموذج التأثيرات العشوائية من خلال إطار عمل الانحدار على السكان، والثراء، والتكنولوجيا (STIRPAT)، وأشار تحليل نموذج الدراسة إلى أن

الاستثمار الأجنبي المباشر يؤدي بشكل عام إلى انخفاض معدلات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في جميع أنحاء الصين. وتدعم هذه النتائج فرضية "هالة التلوث"، التي تشير إلى أن الشركات الأجنبية تجلب تقنيات صديقة للبيئة من الدول المتقدمة إلى الدول النامية، مما يساعد على إدارة الأعمال بطريقة أكثر فائدة للبيئة.

2-4- الأدب الاقتصادي للعلاقة بين استهلاك الطاقة المتجددة وجودة البيئة

من خلال الأدبيات السابقة حول الاستدامة البيئية، دَرَسَ كايا وآخرون (Kahia et al., 2020) التأثير المشترك للنمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة المتجددة على تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية خلال الفترة من 1990 إلى 2016، واستخدم الباحثون طريقة المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل (FMOLS) ومقدرات المربعات الصغرى الديناميكية العادية (DOLS)، وأظهرت النتائج أن التأثير المشترك لاستهلاك الطاقة المتجددة والنمو الاقتصادي على مؤشرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كان سلبيًا وغير مهم لجميع النماذج المقدّرة، مما يشير إلى أن مستوى استهلاك الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية لا يكفي لتخفيف التأثير السلبي للنمو الاقتصادي على جودة البيئة في المملكة. من ناحية أخرى، تناولت دراسة بيلغيلي وآخرون,.Bilgili et al) (2015 فرضية منحنى كوزنتس البيئي(EKC) ، وركّز الباحثون على اكتشاف التأثير المحتمل لاستهلاك الطاقة المتجددة على الجودة البيئية. هدف البحث إلى التحقق من صحة فرضية EKC باستخدام انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمتغير تابع، إلى جانب الناتج المحلي الإجمالي، والناتج المحلي الإجمالي التربيعي، واستهلاك الطاقة المتجددة كمتغيرات مستقلة. شملت الدراسة تحليل البيانات الجماعية لـ 17 دولة من دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية خلال الفترة (1977-2010)، مع تطبيق تقنيات تقدير FMOLS و DOLS أكدت النتائج صحة فرضية EKC للعينة، حيث تبين أنه في حين أن نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي يؤثر بشكل إيجابي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، فإن مربع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي يؤثر عكسيًا على الانبعاثات. كما أظهرت الدراسة أن استهلاك الطاقة المتجددة له تأثير إيجابي من خلال تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. بالإضافة إلى ذلك، أشارت الورقة العلمية إلى أن قابلية تطبيق فرضية EKC لا تتأثر بمستويات الدخل في دول الدراسة، حيث كانت الفرضية صالحة لجميع مستويات الدخل.

2-5 – تعليق على الدراسات السابقة والفجوة البحثية:

نستخلص من الدراسات السابقة أن تأثير المتغيرات المستقلة على جودة البيئة يتباين ويختلف باختلاف السياسات والإجراءات المتبعة في الدول المختلفة. وتتضح الفجوة العلمية في الأدبيات السابقة من خلال نقص الدراسات التي تغطي الفترات الزمنية الحديثة، والتي تأخذ بعين الاعتبار التحولات الاقتصادية والجيوسياسية الراهنة، مما يستدعي الحاجة إلى دراسات حديثة. ومن هنا، فإن هذه الدراسة تتشابه مع الدراسات السابقة من حيث المتغيرات المستخدمة لتقييم جودة البيئة، لكنها تنفرد بتطبيق المفاهيم

القياسية، إلى جانب كونها دراسة تطبيقية تركز على دول مجلس التعاون الخليجي وإيران خلال الفترة الزمنية الحديثة(2001-2020) .

3-الإطار النظري للنمو الاقتصادي وجودة البيئة

3-1- استدامة البيئة و استدامة الاقتصاد

وفقًا لوكالة حماية البيئة الأمريكية، تُعرف الاستدامة البيئية بأنها مسؤولية الحفاظ على الموارد الطبيعية وحماية النظم البيئية العالمية، بما في ذلك الأضرار البيئية المرتبطة بزيادة نسبة انبعاثات الكربون، لدعم الصحة والرفاهية في الحاضر والمستقبل. وقد تمت صياغة مصطلح "التنمية المستدامة" من قِبل الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة في عام 1980 ضمن استراتيجية الحفظ العالمية(IUCN, UNEP and WWF, 1980) ، التي أشارت إلى أنه لكي تكون التنمية مستدامة، يجب أن تأخذ في الاعتبار العوامل الاجتماعية والبيئية إلى جانب العوامل الاقتصادية.

وتُعرَّف استدامة الاقتصاد بأنها إدارة الموارد الاقتصادية بطريقة تسمح بتحقيق النمو الاقتصادي وتلبية احتياجات الأجيال الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة (Spangenberg, 2005). ويعني ذلك استخدام الموارد بشكل مستدام لضمان استمرارية النمو الاقتصادي دون الإضرار بالبيئة والمجتمع. يشمل هذا النهج تعزيز الابتكار، وتطوير التكنولوجيا النظيفة، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، وتحقيق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية.

وفي إطار "الاستدامة الاقتصادية والحفاظ على الأصول البيئية"، يوضح فويا (Foy, 1990) أن الاستدامة الاقتصادية تتطلب، من الناحية العملية، ألا يُلقي النشاط الاقتصادي الحالي عبئًا ثقيلًا على كاهل الأجيال المقبلة. من منظور الاقتصاديين، يجب اعتبار الأصول البيئية الملموسة وغير الملموسة جزءًا من القيمة الرأسمالية، ويجب أن يشمل حفظها التحليلات المالية. كما يؤكد فويا على أهمية التقليل من الاعتماد المفرط على المنطق الاقتصادي التقليدي لضمان الاستدامة، حيث يجب أن تتضمن الاستدامة الاقتصادية تحليلًا يركز على خفض التكاليف الاجتماعية المرتبطة بتحقيق معايير حماية البيئة، دون تحديد صارم لما يجب أن تكون عليه هذه المعايير.

3-2 –استدامة البيئة والنمو الاقتصادي بين النظرية والتطبيق

لقد كانت العلاقة بين الاستدامة البيئية والنمو الاقتصادي موضوعًا محوريًا في كل من الخطاب النظري وصنع السياسات العملية، غالبًا ما يتم تأطير هذه العلاقة من خلال النقاش الدائر حول كيفية الموازنة بين الحفاظ على البيئة والنمو الاقتصادي.

3-3-1 في النطاق النظري:

تعددت النظريات المرتبطة بالاستدامة البيئية والنمو الاقتصادي للدولة من أهمها:

3-3-1-1 منحنى كوزنتس البيئي "EKC") Environmental Kuznets Curve)

إن نظرية منحنى Environmental Kuznets Curve [EKC] استُخدمت لتفسير العلاقة بين مستويات التنمية الاقتصادية والصناعية (والتي تمثل المتغيرات المستقلة في هذا البحث) والتأثيرات البيئية. وقد قُدِم مفهوم EKC لأول مرة من خلال

الاقتصاديين Grossman وKrueger في عام 1991 (Suri & Chapman, 1998)، في سياق النقاش حول الآثار البيئية للاتفاقية التجارة الحرة لأمريكا الشمالية (NAFTA). وخلال دراستهما وجد الباحثان أن التدهور البيئي يزداد مع نمو الاقتصاد حتى يوصل إلى مستوى معين من الدخل المتوسط، وبعد هذه النقطة تبدأ البيئة في التحسن مع استمرار نمو الاقتصاد. تفترض هذه النظرية أن النمو الاقتصادي يؤدي في البداية إلى التدهور البيئي، ولكن بعد الوصول إلى عتبة معينة من الدخل، تسهم المعايير الاقتصادية الأعلى والتقنيات الأكثر كفاءة إلى تحسين البيئة. ورغم ذلك، تعرضت نظرية [EKC] للنقد والتشكيك من قِبل الاقتصاديين في قدرتها على تفسير العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي باستخدام منحنى حرفU المقلوب إذ يعتبر العديد من الباحثين أن هذه العلاقة أكثر تعقيدًا (Kahia et al., 2020).

وبالنظر إلى دراسة التفاعل بين منحنىEKC والتجارة الدولية يمكن القول إن التجارة تؤدي في البداية إلى زيادة التلوث البيئي نتيجة نمو الصناعات التي غالبًا ما تكون كثيفة التلوث. حيث تمثل الانبعاثات المتجسدة في التجارة الدولية أكثر من 20% من الانبعاثات العالمية (Mi et al., 2018). ومن الناحية الأخرى، أي التأثير الإيجابي للتجارة، يمكن للتجارة أن تتيح نقل التكنولوجيات والممارسات الصديقة للبيئة وتحسين المعايير البيئية مع ارتفاع الدخل. أي أنه مع مزيد من الانفتاح، قد تتبنى الاقتصادات تكنولوجيات أنظف بشكل أسرع. ووفقاً إلى أولسان وآخرين (Steen-Olsen et al., 2016) – وكجزء من عملية العولمة – يتم الفصل بين استهلاك السلع وانتاجها بشكل متزايد، حيث تمتد سلاسل التوريد في كثير من الأحيان إلى دول متعددة. ولذلك، استمر إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة العالمية بالزيادة بنسبة 4٪ تقريبًا سنويًا اعتبارًا من عام 1995 مع زيادة التجارة الدولية، ويعود ذلك الى ان الانبعاثات الملوثة تُنتج داخل دولة ما (المنتج) وينجم عن استهلاك دولة ما (المستهلك) للسلع تلوث آخر، حيث يتم فصل السلاسل والمسؤوليات البيئية عن طريق التجارة الدولية في سياق عالم متصل يمكن التحايل عليه من قبل المستهلكين (Jiang et al., 2016; Wang et al., 2018)، والذي قد يضع الدول المنتجة للسلع مسؤولة دولياً بشكل أكبر من الدول المستهلكة.

عادة ما يرتبط اعتماد مصادر الطاقة المتجددة بتقليل التدهور البيئي من خلال التقليل من الانبعاثات الكربونية الناتجة عن استخدام مصادر الطاقة غير المتجددة. ومع نمو الاقتصادات ونضجها، هناك ميل إلى التحول نحو أشكال أكثر استدامة لاستهلاك الطاقة، والتي يمكن أن تقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأشكال التلوث الأخرى، مما قد يؤدي إلى تسطيح أو خفض منحنى [EKC] . وقد أظهرت نتائج دراسة بيلغيلي وآخرين (Bilgili et al., 2015) والتي تمت على النرويج والسويد، أن السياسات الفعّلة المتعلقة بإنتاج الطاقة المتجددة واستهلاكها في الدولة هي أحد اهم العوامل لمساهمة استهلاك الطاقة المتجددة في خفض انبعاثات الكربون داخل الدول المنتجة.

2-1-3-3 منظور النظرية الاقتصادية النيو كلاسيكية، إن الانفتاح التجاري يمكن أن يشجع

تكوين رأس المال وتحسين كفاءة تخصيص الموارد، وبالتالي يسهم في تحسين نوعية النمو الاقتصادي وجودته. وتشير نظرية النمو الداخلي إلى أن الانفتاح على التجارة الدولية يعمل أساسًا على تحسين نوعية النمو الاقتصادي من خلال تسريع الإبداع وتحفيز إنتاجية العوامل. ومع ذلك، ووفقًا إلى الدراسات، فإن تأثير التجارة الدولية على البيئة غامضًا من الناحية النظرية والتجريبية. أي أنه يعتمد على تأثير المقياس، وتأثير التركيب، وتأثير التقنية (Sun et al., 2019)، وحتى مع عدم الاتفاق على تأثير التجارة الدولية على النمو الاقتصادي والتدهور البيئي، مازالت الأبحاث التي تناولت تأثير التجارة الدولية على التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية محدودة العدد.

2-3-3 في النطاق التطبيقي:

إن بروتوكول كيوتو هو معاهدة دولية تلزم أطرافها بالحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، استنادًا إلى فرضية مفادها "أن الانحباس الحراري العالمي موجود، وأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن النشاط البشري، وتحديداً الصناعي، هي السبب وراء ذلك". وقد تم اعتماد البروتوكول في 11 ديسمبر/ كانون الأول 1997 في كيوتو باليابان، ودخل حيز التنفيذ في 16 فبراير/ شباط 2005. وهو اتفاق ملزم قانونًا بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (U.S. Environmental Protection Agency | US EPA, 2025)؛ حيث تلتزم الدول الأطراف في هذه الاتفاقية بتخفيض انبعاثاتها من ثاني أكسيد الكربون وخمسة غازات دفيئة أخرى، بالإضافة إلى المشاركة في تداول الانبعاثات إذا حافظت على انبعاثات هذه الغازات أو زادت منها. وقد أنشأ بروتوكول كيوتو ثلاث آليات قائمة على السوق تهدف إلى مساعدة الدول على تحقيق أهدافها بفعالية من حيث التكلفة: أولاً، التجارة الدولية في الانبعاثات – تسمح للدول التي لديها وحدات انبعاثات احتياطية (الانبعاثات المسموح بها، ولكنها غير "مستخدمة") ببيع هذه القدرة الفائضة إلى الدول التي تجاوزت أهدافها. **ثانياً،** آلية التنمية النظيفة – (CDM) تسمح لأي دولة ملتزمة بخفض الانبعاثات أو الحد منها بموجب بروتوكول كيوتو بتنفيذ مشروع لخفض الانبعاثات في الدول النامية. ومن الممكن أن تحصل مثل هذه المشاريع على أرصدة معتمدة لخفض الانبعاثات(CER) ، يعادل كل منها طنًا واحدًا من ثاني أكسيد الكربون، والتي يمكن احتسابها لتحقيق أهداف كيوتو. وأخيراً، التنفيذ المشترك – (JI) يسمح لبلد ملتزم بموجب بروتوكول كيوتو بالحصول على وحدات خفض الانبعاثات (ERUs) من مشروع خفض الانبعاثات أو إزالة الانبعاثات في طرف آخر في بروتوكول كيوتو، وعادة ما يكون اقتصادًا انتقاليًا أو دولة نامية، والتي يتم احتسابها نحو تحقيق هدف كيوتو.

إن تحقيق التوازن بين الأولويات الاقتصادية المباشرة والأهداف البيئية طويلة الأجل أمر صعب (Knudsen & Lafferty, 2022). غالبًا ما يكون للنمو الاقتصادي الأسبقية على حماية البيئة في عديد من القرارات المتعلقة بالسياسات، وخاصةً في الدول التي يشكل فيها الفقر والبطالة والنمو السكاني مصدر قلق أكثر إلحاحًا (Kostka & Hobbs, 2012). ومن الناحية العملية، تحاول الحكومات والمنظمات تطبيق نظريات

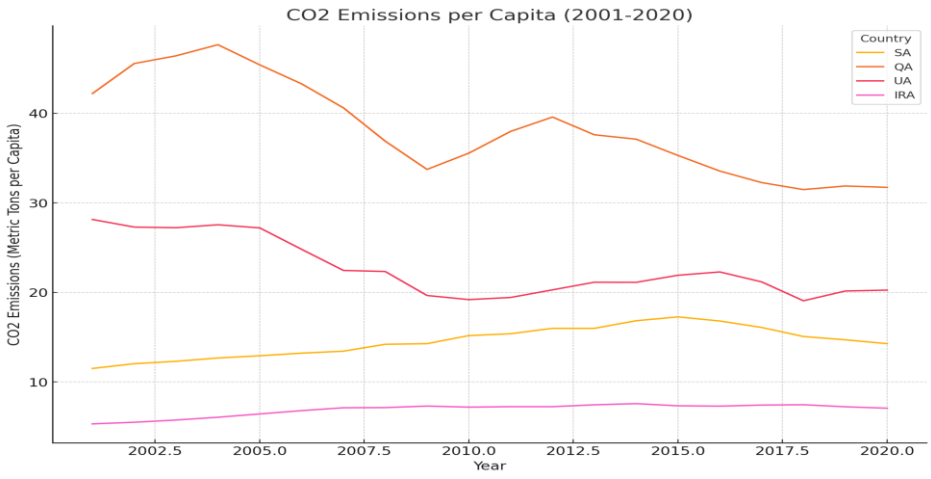
مثل نظرية المعرفة البيئية والتنمية المستدامة من خلال سياسات مثل تسعير الكربون، ودعم الطاقة المتجددة، واللوائح التي تحد من التلوث. وتختلف فعالية هذه السياسات بشكل كبير عبر السياقات السياسية والاقتصادية المختلفة للدول المتعددة. وقد تبنت عديد من الدول مفهوم الاقتصاد الأخضر، مما أدى إلى تعزيز النمو الاقتصادي والتنمية مع ضمان استمرار الأصول الطبيعية لتوفير الموارد والخدمات البيئية التي يعتمد عليها الأجيال المستقبلية، وتشمل مبادرات الاقتصاد الاخضر الاستثمار في التكنولوجيا الخضراء، والطاقة المتجددة، ومشاريع البنية التحتية المستدامة (Making Peace With Nature, n.d.). قد تتضمن مرحلة التطبيق في عدة دول عدة قيودًا أهمها، القيود التكنولوجية والمالية، وفي حين تفترض النماذج النظرية في كثير من الأحيان توافر التكنولوجيات المتقدمة والموارد المالية الكافية لتنفيذ الممارسات المستدامة، إلا أن هذه ليست متاحة دائمًا في الممارسة العملية، حيث تفتقر الدول النامية لمقومات تنفيذ المبادرة، وإن التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون يتطلب استخداماً مكثفاً للموارد ويتطلب استثمارات كبيرة في التكنولوجيا والبنية التحتية. باختصار، يتطلب سد الفجوة بين الأطر النظرية الداعمة للاستدامة البيئية والنمو الاقتصادي وتطبيقاتها العملية سياسات متكاملة، وتمويلًا مبتكرًا، وأطر حوكمة قوية.

ومع استمرار العالم في مواجهة تغير المناخ والتدهور البيئي، يصبح التوليف بين النظرية والتطبيق أمرًا بالغ الأهمية على نحو متزايد؛ لتحقيق الاستدامة البيئية والنمو الاقتصادي، ويتطلب الأمر تكاملًا بين النظرية والتطبيق، بالإضافة إلى التعاون بين الحكومات والمؤسسات والمجتمع المدني لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

4- تحليل تطور النمو الاقتصادي وجودة البيئة في دول الدراسة (السعودية، والإمارات، وقطر، وايران) خلال الفترة (2001-2020): بالمقارنة من خلال الأشكال البيانية:

4- 1- تحليل تطور جودة البيئة.

شكل رقم (1): تطور انبعاثات الكربون للفرد في الدول قيد الدراسة (metric tons per capita)



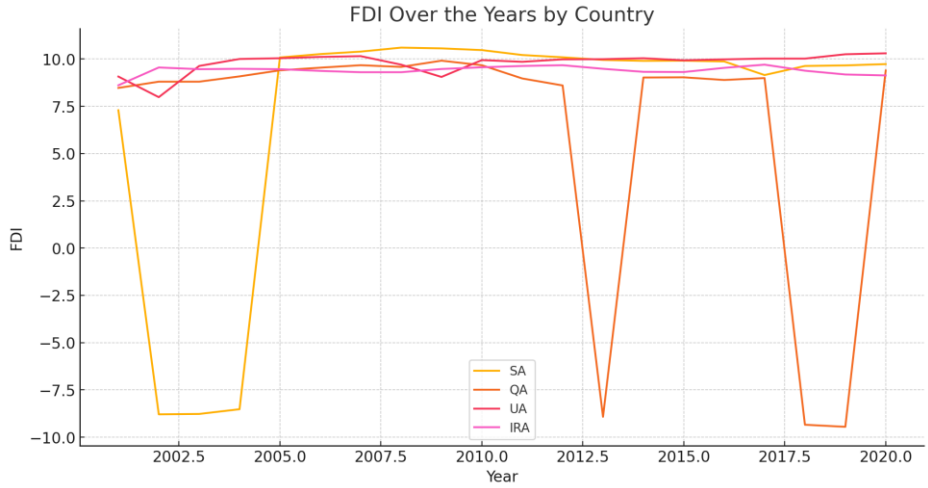
المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الصادرة من البنك الدولي، 2023.

يوضح الرسم البياني أعلاه اتجاهات نمو وانكماش نصيب الفرد من ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية، وقطر، والإمارات العربية المتحدة، وإيران خلال الفترة (2001-2020). تُظهر البيانات تسجيل دولة قطر أعلى مستويات من الانبعاثات الكربونية مع اتجاه تناقصي منذ عام 2000. بينما شهدت المملكة العربية السعودية نموًا متزايدًا حتى عام 2015، تلاه انخفاض يعود الى الإصلاحات الاقتصادية التابعة لرؤية 2023.كما تظهر دولة الإمارات انخفاضًا عامًا في الانبعاثات خلال سنوات الدراسة. الى جانب تسجيل إيران انبعاثات منخفضة نسبيًا مع اتجاه طفيف نحو الزيادة.

4- 2- تحليل تطور الاستثمار الأجنبي المباشر

يوضح الشكل رقم (2) بشكل عام المستويات المختلفة لاتجاهات صافي تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر الداخلة للدول قيد الدراسة.

شكل رقم (2): تطور صافي التدفقات الداخلة للاستثمار الأجنبي المباشر



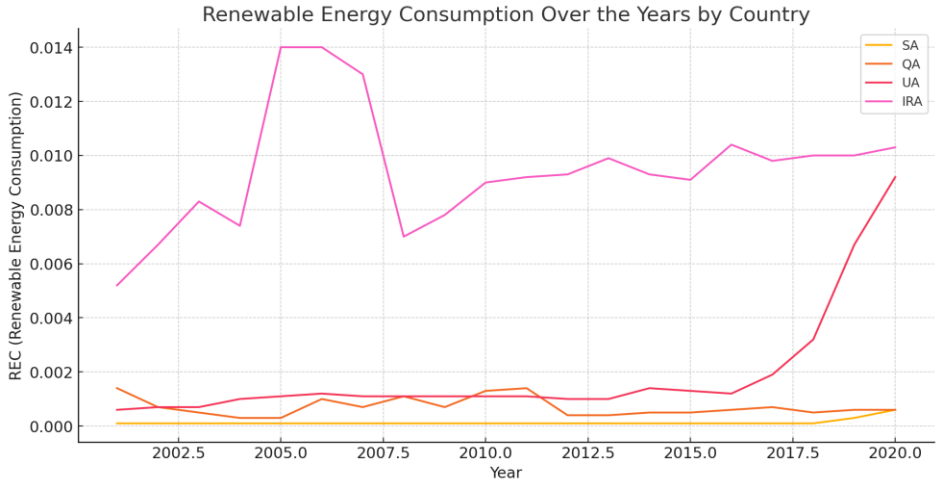
المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الصادرة من البنك الدولي، 2023

وفقاً للشكل أعلاه، تُظهر المملكة العربية السعودية تقلبات كبيرة في الاستثمار الأجنبي المباشر، مع تسجيل قيم سالبة ملحوظة خلال الفترات (2002-2004) و (2013-2015). مما يشير الى سحب الأموال أو انخفاض الجاذبية للمستثمرين الأجانب ، والذي قد يعود الى مشاكل سياسية واقتصادية واجهتها المنطقة خلال تلك الفترات. ويسجل الاستثمار الأجنبي المباشر في المملكة استقرارًا نسبيًا فيما بعد عام 2016. بينما توضح البيانات انخفاضًا حادًا لدولة قطر خلال الأعوام 2012 و 2018 و 2019 ، ولكنها استعادت قيمها الموجبة بحلول عام 2020، والذي قد يشير الى تأثير العوامل الاقتصادية أو الجيوسياسية المختلفة التي أثرت على ثقة المستثمرين خلال تلك الفترات. وبالنظر الى دولة الإمارات، تظهر البيانات محافظة الاستثمار الأجنبي المباشرعلى مستويات اكثر اتساقًا وإيجابية خلال فترة الدراسة ، حيث احتفظت بقيمة عالية مع إنخفاضات طفيفة في عام 2009. ويشير هذا الاستقرار الى مناخ استثماري ثابت نسبيًا في الامارات بالمقارنة مع السعودية وقطر. وتُظهر إيران اتجاهاً مستقرًا وإيجابيًا في الاستثمار الأجنبي المباشر طوال الفترة بأكملها، دون تسجيل انخفاضات سلبية كبيرة.

4- 3- تحليل تطور استهلاك الطاقة

يوضح الشكل (3) الاتجاه العام لنسبة استهلاك الطاقة المتجددة من اجمالي استهلاك الطاقة للدول قيد الدراسة.

شكل رقم (3): الاتجاه العام لاستهلاك الطاقة المتجددة (٪ من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي)



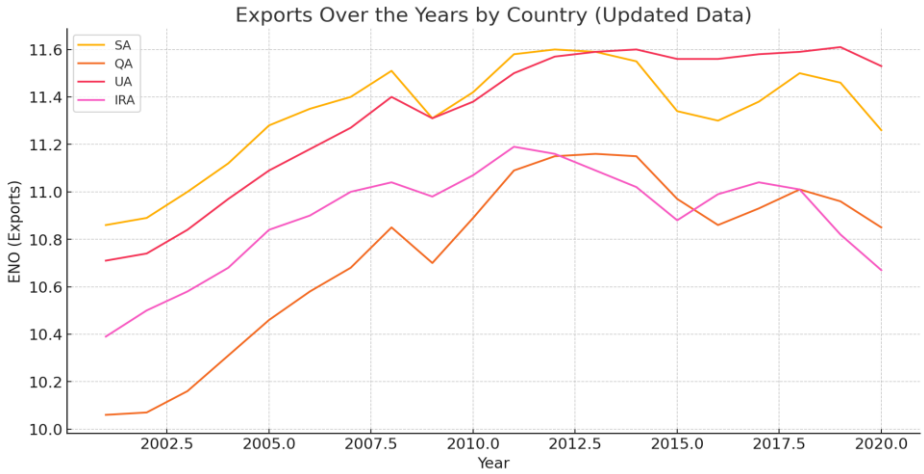
المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الصادرة من البنك الدولي، 2023

أظهرت إيران أعلى مستويات استهلاك للطاقة المتجددة بين الدول الأربع، مع ارتفاع متزايد منذ عام 2001 بلغ ذروته في عامي 2005-2006 عند 0.014 ثم استقر بعد ذلك عند مستويات أقل قليلًا. كما يوضح الرسم البياني زيادة محلوظة في استهلاك الطاقة المتجددة لدى دولة الإمارات بدءًا من عام 2018، واستمرت في الإرتفاع حتى عام 2020.مما يشير الى زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة في السنوات الأخيرة.أما السعودية فتتمتع بأدنى قيم استهلاك للطاقة المتجددة؛ حيث حافظت على معدل صغير جدًا وثابت من عام 2018 إلى 2019، مع زيادة طفيفة فقط في عامي 2019 و2020. كما أظهرت دولة قطر مستوى معتدلًا من استهلاك الطاقة المتجددة مقارنة بالدول الأخرى، مع تقلبات طفيفة.

4- 4- تحليل تطور الصادرات الصناعية

ويوضح الشكل رقم (4) الاتجاه العام لنمو او انخفاض حجم الصادرات للدول قيد الدراسة.

شكل رقم (4) تطور حجم الصادرات



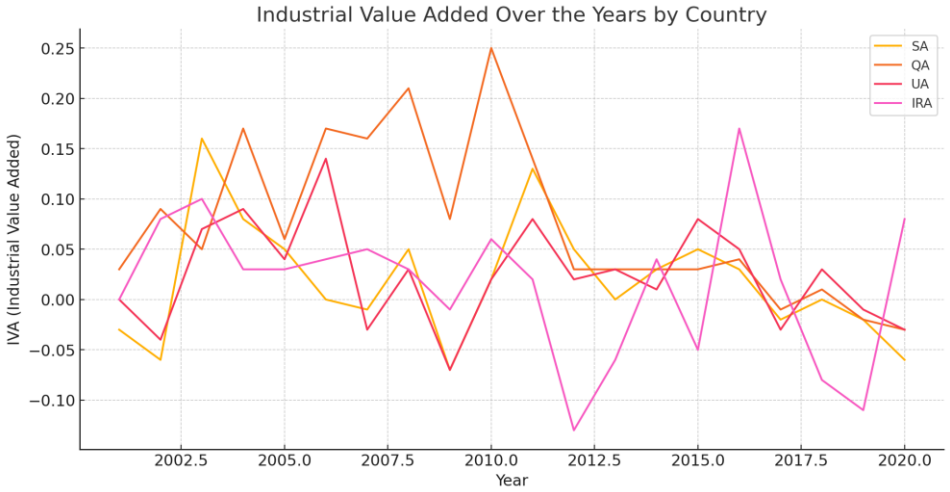
المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الصادرة من البنك الدولي، 2023

بالنظر الى الاتجاه العام، فقد أظهرت الدول قيد الدراسة نموًا عامًا خلال فترة الدراسة. سجلت المملكة العربية السعودية والإمارات القيم الأعلى، مع نمو ثابت حتى منتصف العقد الأول من القرن الحالي. ويعود هذا النمو في الصادرات للمملكة العربية السعودية إلى قدرتها التصديرية الكبيرة للنفط، في حين أظهرت قطر وإيران تقلبًا في الصادرات، مما يشير على الأرجح إلى ضغوط خارجية أو تغيرات اقتصادية.

4-5- تحليل تطور النمو الصناعي

ويوضح الشكل رقم (5) تطور القيمة المضافة السنوية للصناعية للدول قيد الدراسة.

شكل رقم (5) تطور القيمة المضافة السنوية للصناعية مضمنة البناء



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الصادرة من البنك الدولي، 2023

يوضح الرسم البياني أعلاه تسجيل دولة قطر أعلى مستويات للقيمة المضافة الصناعية في الأعوام 2004 و2010، مما يشير إلى نمو كبير في النشاط الصناعي خلال هذه السنوات. الى جانب تقلبات كبيرة، تظهر فترات من النمو الصناعي المرتفع والانكماش الطفيف، خاصة بعد عام 2013.أما إيران، فتُظهر تقلبات كبيرة بلغت ذروتها في عام 2016، مع انخفاضات حادة في عامي 2012 و2019. مما قد يشير إلى عدم الاستقرار الاقتصادي أو السياسي الذي أثر على القطاع الصناعي. تُظهر المملكة العربية السعودية قيمًا إيجابية للقيمة المضافة الصناعية في الغالب، لكنها تتسم بتقلبات، حيث بلغت ذروتها المعتدلة في عام 2011 تلاها انخفاض متسارع. يشير هذا التقلب العام إلى فترات من النمو الصناعي يتبعها استقرار أو انخفاض، ومن المحتمل أن تكون هذه التغيرات متأثرة بأسعار النفط أو الإصلاحات الاقتصادية. أما الإمارات فقد سجّلت قيمًا معتدلةً نسبيًا، مع ذروات في الأعوام 2003 و2006 و2015. ومع ذلك، تُظهر الامارات أيضًا فترات من القيمة المضافة الصناعية السلبية، خاصة في الأعوام 2002 و2009 و2017، مما يشير إلى انخفاض الإنتاج الصناعي خلال هذه السنوات. أخيرًا، وبالنظر الى الاتجاه العام: تشهد قطر وإيران التقلبات الأكثر دراماتيكية، حيث يمر كلا البلدين بفترات ذروة وفترات ركود كبيرة، مما يعكس عدم

الاستقرار في قطاعاتها الصناعية. بينما تُظهر المملكة العربية السعودية والإمارات تغيرات أكثر اعتدالًا، على الرغم من أنهما لا تزالان تشهدان قممًا وانخفاضات ملحوظة، مما يعكس فترات من التوسع الصناعي والانكماش.

5- منهجية ونموذج الدراسة

لتوضيح العلاقة بين متغيرات الدراسة، تم استخدام نماذج البيانات الطولية المجمعة للتعبير عن مدى تأثر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (الأطنان المترية للفرد) كمتغير تابع بالمتغيرات المستقلة التي تمثل مؤشرات النمو الاقتصادي والصناعي. وتم اختيار متغيرات الدراسة بناءً على ما تم اقتراحه في الأبحاث المرجعية لهذه الدراسة واجتهاد الباحثة. اعتمدت بيانات متغيرات الدراسة من البنك المركزي الدولي The World Bank (2024) والهيئة العامة للإحصاء (2024). ولتقدير العلاقات محل الدراسة، وبعد تعديد متغيرات الدراسة والفرضيات المراد اختبارها، تم اجراء الاختبارات الوصفية وتوضيح الاتجاه العام لتلك المتغيرات وذلك من خلال البرنامج الإحصائي EViews.

5-1- توصيف النموذج

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة التجريبية هو دراسة الارتباط والتكامل بين استهلاك الطاقة المتجددة، والنمو في الصادرات، والاستثمار الأجنبي المباشر الداخل، ومعدل القيمة المضافة الصناعية السنوي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (الأطنان المترية للفرد) في حالة أربع دول هي: المملكة العربية السعودية، وقطر، والإمارات، وإيران خلال الفترة (2001-2020). وتم اختيار الدول قيد الدراسة من خلال تحليل توافر البيانات وتقارب الطبيعة الجيوسياسية والاقتصادية وحجم الاقتصاد في منطقة الشرق الأوسط. كما تم اختيار فترة الدراسة لتغطية تأثير التغيرات الاقتصادية والصناعية الحالية وهو ما تفتقره الدراسات السابقة. أخيرًا، تم اتباع المنهج الكمي لتحليل العلاقات داخل الدراسة. وتوضح المعادلة التالية رقم (1) نموذج الدراسة:

معادلة رقم (1)

$$C_t = \alpha + \alpha_1 Y_t + \alpha_2 \ln Y_t^2 + \alpha_3 \ln Y_t^3 + \alpha_4 Y_t^4 + \varepsilon_t$$

حيث إن:

- T هي الفترة الزمنية (... ,T = 1، N = 80).
- C هو مؤشر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (metric tons per capita).
- Y_t يمثل استهلاك الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية
- Y_t^2 هو النمو في الصادرات.
- Y_t^3 هو تغيرات الاستثمار الأجنبي المباشر في السوق السعودي[1].
- Y_t^4 هو معدل القيمة المضافة الصناعية السنوية، و ε_t هو مصطلح الخطأ.

وبالتالي، وبالتوفيق مع الإطار النظري وما تم دراسته وتحليله من قِبل الباحثة يمكن صياغة العلاقة بين المتغيرات كما يلي:

5-1-1-المتغير التابع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (الأطنان المترية للفرد): استخدم الباحثان

(1) تم اخذ لوغاريتم متغير الصادرات والاستثمار الأجنبي المباشر لحسين التماثل وتقليل الانحراف.

بيلومي والشهري (Belloumi & Alshehry, 2020) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمتغير قياسي لتمثيل جودة البيئة عند قياس تأثير التجارة الدولية على الاستدامة البيئية. كما استخدمت العجمي (Alajmi, 2021) المتغير ذاته للإشارة الى قياس جودة البيئة. إن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (الأطنان المترية للفرد emissions (metric tons per capita (CO2) المستخدمة في هذا البحث تمثل متوسط كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي ينتجها الفرد داخل دولة أو منطقة معينة خلال فترة محددة (عادةً سنة). ويتم حساب هذا المقياس عن طريق قسمة إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في بلد ما على عدد سكانه. وغالبًا ما تُستخدم أرقام الانبعاثات السنوية لمقارنة مساهمة الدول في تغير المناخ، يعكس هذا المقياس في كثير من الأحيان الاختلافات في حجم السكان حول العالم. ويُستخدم كبديل لقياس التلوث البيئي؛ حيث يعد مؤشرًا شائعًا لتقييم تأثير النشاط البشري على البيئة، خاصة فيما يتعلق بالتنمية الاقتصادية والتحضّر. ويتيح استخدام انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كبديل تحليل اتجاهات وأنماط التلوث البيئي بمرور الوقت وعبر المناطق المختلفة. كما يساعد على مقارنة فعالية السياسات البيئية للدول، ومستويات المعيشة المستدامة، ومساهماتها في انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية.

وتشير الانبعاثات المرتفعة للفرد إلى بصمة كربونية ثقيلة لكل شخص، وغالبًا ما ترتبط بمستويات عالية من الاستهلاك، واستخدام الطاقة، والاعتماد على الوقود الأحفوري. وعلى العكس، قد يشير انخفاض نصيب الفرد من الانبعاثات إلى استخدام أكثر كفاءة للموارد، أو زيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، أو أنماط حياة أقل كثافة في استخدام الطاقة. إنه مقياس حاسم لفهم ديناميكيات الانبعاثات العالمية لأنه يسلط الضوء ليس فقط على إجمالي الانبعاثات لدولة ما (والتي يمكن أن تكون مرتفعة جدًا في الدول المكتظة بالسكان)، ولكن أيضًا على مدى كثافة الانبعاثات في متوسط نمط الحياة داخل كل دولة. وهذا يمكن أن يفيد السياسات الوطنية والدولية التي تهدف إلى الحد من آثار الكربون ومكافحة تغير المناخ. على الرغم من ارتفاع نصيب الفرد من انبعاثات الكربون في المملكة خلال الأعوام من 1990م إلى 2015م، إلا أن الشكل رقم (1) يوضح بشكل عام المستويات المتدنية لهذا المتغير في الأعوام اللاحقة لما بعد الرؤية، ليبلغ أدنى قيمة له في عام 2020م وقد يعود ذلك الى عدة الأسباب تم ذكرها سابقاً.

1-5 -2- المتغيرات المستقلة، وتتمثل في التالي:

1- الاستثمار الأجنبي المباشر

تم تحديد متغير الاستثمار الأجنبي المباشر (FDI) بالعودة الى دراسة الباحثين تشانغ وتشو (Zhang & Zhou, 2016) حيث تناولت الدراسة تأثير الاستثمار الأجنبي المباشر على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المستويين الوطني والإقليمي في الصين. كما تم الرجوع إلى دراسة أغاسافاري وآخرين (Aghasafari et al., 2021) التي حللت العلاقة بين انبعاثات الكربون والصادرات والاستثمار الأجنبي المباشر في منطقة الشرق الأوسط. أوضحت الدراسات السابقة أن علاقة الاستثمار الأجنبي المباشر بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالأطنان المترية للفرد تعتمد على

العديد من العوامل. وتُوصف بأنها علاقة معقدة تشمل جوانب متعددة مثل نوع الصناعات المستثمر فيها، ونوع الطاقة المستهلكة في عملية التصنيع، التكنولوجيا المستخدمة، وسياسات الدولة المضيفة. وتشير الدراسات أن الدول التي لديها سياسات صارمة لحماية البيئة تسجل معدلات منخفضة من انبعاثات الكربون. كما يمكن أن يؤثر الاستثمار الأجنبي المباشر على البنية التحتية والتنمية الحضرية للدول من خلال زيادة عمليات البناء والنقل.

2- استهلاك الطاقة المتجددة (% من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي)

تم تحديد هذا المتغير بالعودة إلى دراسة كايا وآخرين (Kahia et al., 2020) التي وسعت تحليل الاستدامة البيئية من خلال دراسة التأثير المشترك للنمو الاقتصادي والطاقة المتجددة على تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية باستخدام المربعات الصغرى العادية المعدلة بالكامل (FMOLS) ومقدرات DOLS العادية الديناميكية للمربعات الصغرى. وقد بيّنت الدراسة ان الطاقة المتجددة لها تأثير ضعيف في خفض مؤشرات التدهور البيئي. كذلك أوضحت دراسة بيلغيلي وآخرين (Bilgili et al., 2015) التأثير المحتمل لاستهلاك الطاقة المتجددة على الجودة البيئية. لذلك، حددت الباحثة أن استهلاك الطاقة المتجددة كنسبة من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي يملك علاقة مباشرة بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد، وتميل هذه العلاقة إلى أن تكون عكسية. بمعنى، كلما زاد استهلاك الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة لدولة ما، يمكن أن تقل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد، بشرط وجود سياسات العامة وسلوكيات مناسبة تتوافق مع طبيعة ونوع الصناعات والاستهلاك في الدولة المعنية.

3- حجم الصادرات

تم تحديد متغير الصادرات من خلال العودة الى دراسة أغاسافاري وآخرين (Aghasafari et al., 2021)؛ حيث اهتمت الدراسة بتحديد العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وصادرات السلع والخدمات وتدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر في دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. كما تناولت دراسة عبدولي ودالي (Daly & Abdouli, 2023) العلاقة بين الانفتاح التجاري (المقاس بقسمة الصادرات على صافي الميزان التجاري) بانبعاثات الكربون كمؤشر على جودة البيئة. أوضحت الدراسات السابقة أن حجم الصادرات ونوعيتها يحددان الطبيعة الصناعية للبلد ونمط الاستهلاك العام للطاقة محليًا. وتأثير ذلك على الجودة البيئية للدولة. لذلك يدرس هذا المتغير العلاقة الكمية بين تغيرات حجم الصادرات سنويًا وانبعاثات الكربون للفرد، بينما يوضح الجزء الوصفي طبيعة التغيرات في نوعية الصادرات للمملكة العربية السعودية تحديداً. وقد أشارت الدراسات إلى أن علاقة الصادرات غير النفطية بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد قد تكون معقدة ومتغيرة، وتعتمد بشكل كبير على طبيعة الصادرات وكيفية إنتاجها والسياسات البيئية المحلية للدولة المصنعة. يمكن أن يشكل تعزيز الصادرات غير النفطية جزءًا من استراتيجية التنمية المستدامة وخفض الانبعاثات الكربونية، خاصة إذا كان

ذلك يتم في إطار سياسات تدعم الابتكار وكفاءة الطاقة وحماية البيئة.

4- القيمة المضافة السنوية للصناعة

تمت دراسة هذا المتغير بالاعتماد على توصيات دراستي ـمحمود وآخرين (Mahmood et al., 2020)، ووانغ وفينغ (Wang & Feng, 2017). تعد العلاقة بين القيمة المضافة الصناعية (نسبة النمو السنوي) وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون موضوعًا مهمًا في الاقتصاد البيئي. غالبًا ما يرتبط نمو الصناعة بزيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بسبب ديناميكيات استهلاك الطاقة، والنمو الاقتصادي، والتصنيع، والتقدم التكنولوجي، والأطر التنظيمية، والسياسية. وتشير الدراسات التجريبية في مختلف الدول إلى نتائج متباينة، اعتمادًا على عوامل مثل مرحلة التنمية الاقتصادية، والمزيج الصناعي للاقتصاد، ومصادر الطاقة، والسياسات البيئية المعمول بها. عمومًا، هناك علاقة إيجابية بين النمو الصناعي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، لكن وجود إدارة بيئية قوية واعتماد التكنولوجيا المناسبة يمكن أن يخفف من هذه العلاقة. إن فهم هذه العلاقة يُعد أمرًا مهمًا لصنّاع السياسات وأصحاب المصلحة لصياغة استراتيجيات تعزز النمو الصناعي المستدام دون المساس بالجودة البيئية.

5-2- تقدير النموذج:

5-2-1-التحليل الوصفي لمتغيرات النموذج:

جدول رقم (1) الإحصاءات الوصفية لمتغيرات النموذج

Variable	Mean	Std.Dev.S	Max.	Min.	Obs.
CO2 emissions (metric tons per capita)	20.58	12.13598496	47.66	5.31	80
Renewable energy consumption (% of total final energy consumption)	0.00305	0.004094793	0.01	0.00	80
Industry (including construction), value added (annual % growth)	0.03429	0.070190832	0.25	-0.13	80
Exports of goods and services	11.08	0.382696	11.61	10.06	80
Foreign direct investment, net inflows (Bop, current US$)	8.17	4.942893	10.60	-9.45	80

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات البنك الدولي.

بالنظر إلى نتائج الجدول أعلاه، تظهر بيانات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون انتشارًا كبيرًا، مما يعني أن مستويات ثاني أكسيد الكربون تختلف بشكل كبير عبر الملاحظات المختلفة. كما أظهرت بيانات استهلاك الطاقة المتجددة أن حصة استهلاك الطاقة المتجددة ضئيلة وتظهر تباينًا منخفضًا، مما يشير إلى الاستخدام المحدود للطاقة المتجددة في مجموعة البيانات. وبالنظر ايضًا إلى النمو الصناعي، يُعتبر معدل نمو الصناعات متواضعًا، حيث تشير بعض القيم السلبية إلى وجود انكماش خلال فترات معينة. وتوضح بيانات التصدير استقرارًا نسبيًا مع وجود تباين بسيط عبر العينة. وأخيرًا، تشير تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر إلى تباين ملحوظ، مع تسجيل تدفقات إيجابية عالية وتراجع كبير في الاستثمار خلال فترات معينة.

5-2-2- تقدير النموذج التجميعي Pooled Model، تم صياغة معادلة الانحدار التالية:

معادلة رقم (2)

$$co2 = \beta_1 + \beta_2 \mathrm{ENO}_{2it} + \beta_3 FDI_{3it} + \beta_4 IVA_{4it} + \beta_5 REC_{5it} + \varepsilon_{it}$$

حيث إن:

- I, t يمثل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد في البلد I والزمن t .
- $co2$ هو مؤشر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (metric tons per capita) ويُقاس بوحدة الطن المتري للفرد.
- β_1 يمثل الثابت في المعادلة، ويشير الى مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأساسي عندما تكون المتغيرات الأخرى تساوي الصفر.
- $\beta_2 ENO_{2it}$ يمثل تأثير حجم الصادرات على انبعاثات الكربون، والذي يعكس العلاقة بين التجارة وجودة البيئة. تشير النظرية الاقتصادية إلى أن الزيادة في حجم الصادرات تساهم في الزيادة في الانبعاثات، نتيجة للهدر المتزايد من العملية الإنتاجية لسلع التصدير. مما يؤدي الى تدهور البيئة.
- $\beta_3 FDI_{3it}$ يمثل تأثير تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر على انبعاثات الكربون، مما يشير إلى العلاقة بين الاستثمارات الأجنبية وجودة البيئة. حيث إن الاستثمار الأجنبي المباشر قد يؤدي الى زيادة الانبعاثات إذا تركزت الاستثمارات الأجنبية في الصناعات كثيفة التلوث، ولكنه قد يساهم في تقليل الانبعاثات إذا جلبت الاستثمارات التقنيات الصديقة للبيئة.
- $\beta_4 IVA_{4it}$ يعكس تأثير النمو الصناعي على انبعاثات الكربون، مما يربط بين مدى مساهمة الطاقة المتجددة وخفض الانبعاثات البيئة.
- $\beta_5 REC_{5it}$ يمثل تأثير استهلاك الطاقة المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ويعكس مدى مساهمة الطاقة المتجددة في خفض الانبعاثات. تنص النظرية الاقتصادية على أن زيادة استهلاك الطاقة المتجددة يقلل من استخدام الوقود الأحفوري، وبالتالي يقلل من الانبعاثات الكربونية.
- و ε_{it} هو مصطلح الخطأ، ويشمل جميع التأثيرات غير المشمولة في المعادلة أعلاها، التي قد تؤثر في معدل الانبعاثات الكربونية للفرد.

يوضح الجدول (2) نتيجة استخدام طريقة المربعات الصغرى العادية في تقدير معلمات النموذج:

جدول (2): تقدير معلمات النموذج باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية (LS and AR) – Least Squares

Variable	Coefficient	St.Error	t-Statistic	Prob.
ENO	-13.1047	2.5350	-5.1693	0.0000
FDI	0.1882	0.1896	0.9924	0.3242
IVA	29.4499	13.6581	2.1562	0.0343
REC	-1924.157	235.5887	-8.1674	0.0000

R-squared	0.5795	Mean dependent var	20.5775
Adjusted R-squared	0.5571	S.D. dependent var	20.5775
S.E. of regression	8.0763	Akaik info criterion	12.1359
Sum squared resid	4892.081	Schwarz criterion	7.0762
Log likelihood	-278.0489	Hannah- Quinn criter	7.2251
F-statistic	25.8448	Durbin-Watson stat	7.1359
Prob(F-statistic)	0.0000		0.2104

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات البنك الدولي.

تُظهر نتائج تقدير معلمات النموذج باستخدام طريقة المربعات الصغرى العادية أن معظم المتغيرات لها تأثير معنوي احصائيًا على المتغير التابع، باستثناء الاستثمار الأجنبي المباشر الذي لم يظهر تأثيرًا معنويًا (باحتمالية أكبر من 0.05). المتغيرات ذات العلامة الموجبة، مثل الاستثمار الأجنبي المباشر والقيمة المضافة الصناعية، تشير إلى وجود علاقة طردية مع المتغير التابع. من ناحية أخرى، المتغيرات مثل استهلاك الطاقة المتجددة وإجمالي الصادرات، والتي تحمل علامة سالبة، تُظهر علاقة عكسية. ومن الجدير بالذكر أن قيمة معامل دوربين-واتسون (DW=0.2104) منخفضة، مما يشير إلى وجود ارتباط ذاتي في البيانات. هذا يعني أن هناك عناصر أخرى تؤثر على النموذج ولم تُدرج في التحليل. كما أن افتراض تساوي معاملات الميل لجميع المتغيرات غير واقعي، ما يدل على أن النموذج المجمع قد لا يعبر بدقة عن العلاقات الحقيقية بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة. ولتفسير النتائج:

$$co2 = \beta_1 + \beta_2 ENO_{2it} + \beta_3 FDI_{3it} + \beta_4 IVA_{4it} + \beta_5 REC_{5it} + \varepsilon_{it}$$
$$co2 = 169.04 - 13.10 ENO_{2it} + 0.19 FDI_{3it} + 29.44 IVA_{4it} - 1924.15 REC_{5it} + \varepsilon_{it}$$
$$ts = (5.996)(-5.169)(0.992)(2.156)(-8.167)$$
$$Pv = (0.000)(0.000)(0.324)(0.034)(0.000)$$
$$R^2 = 0.579 \qquad DW = 0.210 \qquad n = 80 \qquad df = 75$$

- حيث تساوي β_2 (13.10-) وتمثل الميل الحدي لحجم الصادرات للدول الأربع، مما يعني أنه عندما يزيد حجم الصادرات بوحدة واحدة، يؤدي ذلك الى انخفاض انبعاثات الكربون للفرد بمقدار (-13.10).
- β_3 تساوي 0.19 وتمثل الميل الحدي لصافي التدفقات الداخلة للاستثمار الأجنبي المباشر للدول الأربع، مما يعني أنه عندما يزيد صافي التدفقات الداخلة للاستثمار الأجنبي المباشر بمقدار وحدة واحدة، تزداد انبعاثات الكربون للفرد بمقدار 0.19.
- β_4 وتمثل الميل الحدي للنمو في القيمة الصناعية المضافة السنوية للدول الأربع مما يعني أنه عند زيادة القيمة الصناعية المضافة بوحدة واحدة، تزداد انبعاثات الكربون للفرد بمقدار 29.44.
- β_5 تساوي 1924.15- وتمثل الميل الحدي لاستهلاك الطاقة المتجددة كنسبة من اجمالي استهلاك الطاقة للدول الأربع، مما يعني أنه عند زيادة الاستهلاك الطاقة المتجددة للفرد بوحدة واحدة، يؤدي ذلك الى انخفاض انبعاثات الكربون بمقدار 1924.15.

5-2-3- تقدير نموذج التأثيرات الثابتة

The Fixed Effect Least-Squares Dummy Variable (LSDV) Model بصيغة معادلة الانحدار لطريقة المربعات الصغرى باستخدام المتغير الوهمي على النحو التالي:

معادلة رقم (3)

$$co2_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 ENO_{2i} + \alpha_3 FDI_{3i} + \alpha_4 IVA_{4i} + \alpha_5 REC_{5i} + \mu_i$$

- it يمثل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد في البلد i والزمن t .

- $co2$ هو مؤشر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (metric tons per capita) ويُقاس بوحدة الطن المتري للفرد.
- α_1 يمثل الثابت في المعادلة وفقًا إلى صيغة معادلة الانحدار لطريقة المربعات الصغرى، ويشير الى مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأساسي عندما تكون المتغيرات الأخرى تساوي الصفر.
- $\alpha_2 ENO_{2i}$ يمثل تأثير حجم الصادرات على انبعاثات الكربون، مما يعكس العلاقة بين التجارة وجودة البيئة، وذلك وفقًا لصيغة معادلة الانحدار لطريقة المربعات الصغرى.
- $\alpha_3 FDI_{3i}$ يمثل تأثير تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر على انبعاثات الكربون، مما يشير الى العلاقة بين الاستثمارات الأجنبية وجودة البيئة. وفقًا لصيغة معادلة الانحدار لطريقة المربعات الصغرى.
- $\alpha_4 IVA_{4i}$ يعكس تأثير النمو الصناعي على انبعاثات الكربون، ويربط مدى مساهمة النمو الصناعي في خفض أو زيادة الانبعاثات البيئة. وفقًا لصيغة معادلة الانحدار لطريقة المربعات الصغرى.
- $\alpha_5 REC_{5i}$ يمثل تأثير استهلاك الطاقة المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ويعكس مدى مساهمة الطاقة المتجددة في خفض الانبعاثات. وفقًا لصيغة معادلة الانحدار لطريقة المربعات الصغرى.
- و μ_i هو مصطلح الخطأ، ويشمل جميع التأثيرات غير المشمولة التي قد تؤثر في معدل الانبعاثات الكربونية للفرد.

يوضح الجدول (3) نتيجة طريقة المربعات الصغرى باستخدام المتغير الوهمي في تقدير معلمات النموذج:

جدول (3): تقدير معلمات النموذج بطريقة المربعات الصغرى باستخدام المتغير الوهمي The Fixed Effect Least-Squares Dummy Variable (LSDV) Model

Variable	Coefficient	St.Error	t-Statistic	Prob.
ENO	-5.7983	1.0945	-5.2976	0.0000
FDI	0.2193	0.0624	3.5093	0.0008
IVA	6.3263	4.5075	1.4034	0.1648
REC	17.5878	194.5528	0.0904	0.9282

R-squared	0.958	Mean dependent var	20.5775
Adjusted R-squared	0.954	S.D. dependent var	12.1359
S.E. of regression	2.6023	Akaik info criterion	4.84533
Sum squared resid	487.5927	Schwarz criterion	5.0835
Log likelihood	-185.8132	Hannah- Quinn criter	4.9408
F-statistic	235.1594	Durbin-Watson stat	0.4923
Prob(F-statistic)	0.0000		

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات البنك الدولي.

ولتفسير نتائج النموذج:

$$co2_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 ENO_{2i} + \alpha_3 FDI_{3i} + \alpha_4 IVA_{4i} + \alpha_5 REC_{5i} + \mu_i$$

$$Co2_{it} = 82.73 - 5.79 ENO_{2i} + 0.219 FDI_{3i} + 6.32 IVA_{4i} + 17.58 REC_{5i} + \mu_i$$

$$ts = (82.732)\ \ (-5.798)\ \ (0.219)\ \ (6.326)\ \ (17.587)$$

$$Pv = (0.000)\ \ (0.000)\ \ (0.0008)\ \ (0.1648)\ \ (0.9282)$$

$$R^2 = 0.958 \qquad DW = 0.4923 \qquad df = 72$$

- حيث تساوي α_2 (-5.798) وتمثل الميل الحدي لحجم الصادرات، مما يعني أنه عندما يزيد حجم الصادرات بوحدة واحدة، يؤدي ذلك الى انخفاض انبعاثات الكربون للفرد بمقدار (-5.798).
- α_3 تساوي 0.219 وتمثل الميل الحدي لصافي التدفقات الداخلة للاستثمار الأجنبي المباشر مما يعني أنه عندما يزيد صافي التدفقات الداخلة للاستثمار الأجنبي المباشر بمقدار وحدة واحدة، تزيد انبعاثات الكربون للفرد بمقدار 0.219.
- α_4 وتمثل الميل الحدي للنمو في القيمة الصناعية المضافة السنوية المضافة، مما يعني أنه عند زيادة القيمة الصناعية المضافة بوحدة واحدة، تزداد انبعاثات الكربون للفرد بمقدار 6.326.
- α_5 تساوي 17.587 وتمثل الميل الحدي لاستهلاك الطاقة المتجددة كنسبة من إجمالي استهلاك الطاقة، مما يعني، يؤدي ذلك الى زيادة انبعاثات الكربون بمقدار 17.587.

يلاحظ أن كلًا من الصادرات والاستثمار الأجنبي المباشر لهما تأثير معنوي على انبعاثات الكربون، حيث يظهر تأثير الصادرات سلبًا على الانبعاثات (تقليل الانبعاثات)، بينما يظهر تأثير الاستثمار الأجنبي المباشر إيجابًا (زيادة الانبعاثات) .أما بالنسبة للقيمة المضافة الصناعية واستهلاك الطاقة المتجددة، فلم يُظهرا تأثيرًا معنويًا إحصائيًا على انبعاثات الكربون لدى الدول قيد الدراسة. وبالنظر إلى إحصاءات الملاءمة الكلية للنموذج فإن R-square (معامل التحديد) يساوي 0.958، مما يعني ان 95.8% من التغيرات في انبعاثات الكربون للفرد يمكن تفسيرها بالمتغيرات المستقلة المحددة في النموذج، ومع حساب Adjusted R-squared: 0.954 أي بعد تعديل درجات الحرية، يبقى النموذج يفسر 95.4% من التباين في البيانات. وتشير قيمة F-statistic: 235.1594. إلى معنوية النموذج ككل، مع احتمالية (p-value) المصاحبة التي تساوي 0.0000، مما يعني أن النموذج ككل معنوي إحصائيًا.

3-5 – تقييم النموذج:

5-3-1-اختبار المفاضلة بين النموذج التجميعي ونموذج التأثيرات الثابتة (Wald Test)

نعتمد في المفاضلة بين النموذجين على قيمة P-Value. فعندما تكون نتائج القيمة الاحتمالية أقل من القيمة المعنوية (قيمة $Pv < 0.05$)، يعني ذلك أن نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج الملائم. وفي حين (قيمة $Pv > 0.05$)، نقبل فرض العدم القائل بأن النموذج التجميعي هو الأنسب للدراسة.

الفروض الإحصائية كالتالي:

H_0 : نموذج الانحدار التجميعي هو النموذج الملائم (المتغيرات الوهمية =0)

H_1 : نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج الملائم (المتغيرات الوهمية $\neq 0$)

جدول رقم (4) يوضح نتائج اختبار المفاضلة

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	27.76974	(3,75)	0.0000
Chi-square	83.30922	3	0.0000

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات البنك الدولي.

وهنا يمكن ملاحظة من خلال متابعة قيمة P-Value أن نموذج التأثيرات الثابتة هو الملائم ونقبل الفرض القائل:

H_1 : نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج الملائم (المتغيرات الوهمية $\neq 0$)

جدول رقم (5): فرضية العدم – القيود الخطية في المعادلات

Normalized Restriction (=0)	Value	St. Err.
C (2)	0.188217	0.189642
C (3)	29.44993	13.65818
C (4)	-1924.157	235.5887

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات البنك الدولي.

$$Pv = 0.0000 < 0.05$$

جدول رقم (6): Pooled OLS using fixed-effect method

Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Prob.
ENO	-1.16	4.38	-2.65	0.0099
FDI	4.05	5.59	0.72	0.47
IVA	9.39	5.28	1.77	0.07
REC	-78.45	231.29	-0.33	0.73

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات البنك الدولي.

5-2-3-اختبار المفاضلة بين نموذج التأثيرات الثابتة ونموذج التأثيرات العشوائية (Hausman Test)

الفروض الإحصائية كالتالي:

H_0 : نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج الملائم.

H_1 : نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج الملائم.

جدول رقم (7)

Test Summary	Ch.Sq. d.f.	Prob.
Cross-Section random	4	0.0000

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات البنك الدولي.

وهنا يمكن ملاحظة من خلال متابعة قيمة P-Value أن نموذج التأثيرات الثابتة هو الملائم ونقبل الفرض القائل:

H_1 : نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج الملائم.

5-4-نتائج النموذج القياسي:

تشير نتائج النموذج القياسي إلى أن الصادرات لها تأثير سلبي معنوي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مما يعني أن زيادة الصادرات تساعد في تقليل الانبعاثات. تتماشى هذه النتيجة مع ما ذكره (Sun et al., 2019)، حيث يمكن للتجارة الدولية أن تسهم في توزيع تكنولوجيات ذات انبعاثات منخفضة حول العالم، مما يقلل الانبعاثات. كما أوضحت دراسة بيلومي والشهري (Belloumi & Alshehry, 2020) أن الانفتاح التجاري يمكن أن يؤدي إلى تحسين الجودة البيئية على المدى الطويل من خلال تعزيز كفاءة الطاقة. بالنسبة للقيمة المضافة الصناعية، لم يظهر النموذج تأثيرًا معنويًا على انبعاثات الكربون. يتوافق هذا مع نتائج دراسة محمود وآخرين (Mahmood et al., 2020) التي

أظهرت أن التصنيع في السعودية له تأثير سلبي ملحوظ على البيئة، ولكنه يتباين بناءً على عوامل أخرى مثل التحضر والتقدم التكنولوجي. كما دعمت دراسة وانغ وفينغ (Wang & Feng, 2017) هذه الفكرة، حيث إن النشاط الاقتصادي كان المحرك الرئيسي لزيادة الانبعاثات في الصين، ولكن التقدم في تكنولوجيا توفير الطاقة يمكن أن يسهم في خفض الانبعاثات. أظهرت النتائج أيضًا أن الاستثمار الأجنبي المباشر له تأثير إيجابي معنوي على انبعاثات الكربون، مما يعني أنه يزيد من الانبعاثات. يدعم ذلك فرضية التلوث التي أشار إليها الباحثون روشن وآخرين (Roshan et al., 2020)؛ حيث يسهم الاستثمار الأجنبي المباشر في زيادة انبعاثات الكربون في إيران. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت دراسة تشانغ وتشو (Zhang & Zhou, 2016) أن تأثير الاستثمار الأجنبي المباشر على خفض الانبعاثات يختلف حسب المنطقة، مما يعزز فكرة أن السياسات المحلية والتكنولوجيا المستوردة تلعب دورًا كبيرًا في التأثير على الانبعاثات. أما استهلاك الطاقة المتجددة، فلم يظهر تأثيرًا معنويًا على خفض انبعاثات الكربون. يتفق هذا مع نتائج دراسة كايا وآخرين (Kahia et al., 2020) التي وضحت أن تأثير الطاقة المتجددة في خفض التدهور البيئي كان ضعيفًا في السعودية. أيضًا، أظهرت دراسة بيلغيلي وآخرين (Bilgili et al., 2015) أن استهلاك الطاقة المتجددة له تأثير مفيد على تقليل انبعاثات الكربون في الدول ذات مستويات الدخل المرتفعة، مما يشير إلى أن فعالية الطاقة المتجددة تعتمد بشكل كبير على مستوى الاستثمار والتكنولوجيا المتاحة في كل دولة.

6-الخلاصة والتوصيات والبحوث المستقبلية:

6-1-الخلاصة:

تؤكد نتائج هذه الدراسة على ضرورة تبني سياسات بيئية واستثمارية مدروسة تدعم النمو الاقتصادي وتعزز في الوقت نفسه الجودة البيئية، مع الاخذ بالاعتبار الطبيعة الاقتصادية والجيوسياسية للدول المختلفة. يبرز البحث الحاجة إلى زيادة الاستثمارات في الطاقة المتجددة وتقنيات الإنتاج النظيفة، بالإضافة إلى تنظيم الاستثمار الأجنبي المباشر بشكل يحد من الآثار البيئية السلبية ويحمي الاقتصاد المحلي من التقلبات الناتجة عن دخول وخروج الاستثمارات الأجنبية نتيجة التقلبات السياسية والاقتصادية المؤقتة المختلفة. من خلال فهم هذه العلاقات بشكل أفضل، يمكن للدول تطوير استراتيجيات فعالة لتحقيق التنمية المستدامة.

6-2- التوصيات:

بناءً على النتائج السابقة التي توصلت إليها الدراسة، يمكن توجيه عدد من التوصيات التي يتعين على متخذي القرار وصانعي السياسات الاقتصادية أخذها في الاعتبار للمحافظة على البيئة وترشيد استهلاك الطاقة، ولعل أهم هذه التوصيات ما يلي:

1- تشجيع الاستثمار في الطاقة النظيفة: زيادة الاستثمار في البنية التحتية وتقنيات الطاقة المتجددة لتعزيز استهلاك الطاقة النظيفة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وبالتالي تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

2- تنظيم الاستثمار الأجنبي المباشر: تنفيذ لوائح صارمة لضمان توافق الاستثمارات الأجنبية المباشرة مع

أهداف حماية البيئة، لا سيما في الصناعات شديدة التلوث.

3- تشجيع الممارسات الصناعية الخضراء: تعزيز التقنيات الصديقة للبيئة داخل القطاع الصناعي عبر الإعانات والحوافز الضريبية، بهدف التخفيف من تأثير أنشطة القيمة المضافة الصناعية على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

4-دعم تنويع الصادرات: تشجيع الصادرات غير النفطية وتعزيز السلع المستدامة بيئيًا لتحقيق التوازن في النمو الاقتصادي مع تقليل الآثار السلبية على جودة البيئة.

5- اعتماد آليات تسعير الكربون: استيعاب التكلفة البيئية لانبعاثات الكربون من خلال آليات تسعير فعالة.

6- تعزيز الأنظمة البيئية: تعزيز الأنظمة التي تحد من انبعاثات الكربون للفرد، ووضع معايير واضحة لمكافحة التلوث وتحفيز الصناعات على تبني ممارسات منخفضة الكربون.

7- الاستثمار في برامج كفاءة الطاقة: دعم برامج كفاءة الطاقة التي تستهدف استخدام الطاقة في المناطق السكنية والتجارية والصناعية لتقليل البصمة الكربونية في جميع القطاعات.

8- تعزيز التعاون الإقليمي: تعزيز التعاون الإقليمي بين دول الخليج وإيران لتبادل المعرفة والموارد والتقنيات لتحقيق الأهداف الجماعية في الحد من انبعاثات الكربون وتعزيز النمو المستدام.

3-6- البحوث المستقبلية:

يمكن للدراسات المستقبلية أن تتناول بشكل أوسع تأثير الاستثمارات المختلفة على انبعاثات الكربون، مع التركيز على طبيعة الصادرات وتأثير السياسات المختلفة على عاملي الصادرات والاستثمار الأجنبي المباشر. كما تقترح الباحثة تكرار هذه الدراسة باستخدام بيانات محدثة لما بعد الفترة قيد الدراسة، ودراسة الفترات الزمنية بشكل منفصل. آملةً أن تقوم الجهات المعنية بتوفير البيانات المطلوبة في أقرب وقت. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن تأخذ الدراسات المستقبلية في الاعتبار تأثير التحضر، توزيع الطاقة المستدامة، الابتكار، تنمية رأس المال البشري، وسياسات التنظيم البيئي. كما يُوصى بدراسة تأثير تنفيذ إجراءات تقييم الأثر البيئي للأنشطة الصناعية والاقتصادية المحلية على معدلات انبعاث الكربون.

7-المراجع (References)

Alajmi, R. G. (2021). Factors that impact greenhouse gas emissions in Saudi Arabia: Decomposition analysis using LMDI. *Energy Policy*, *156*, 112454. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112454

Belloumi, M., & Alshehry, A. (2020). The Impact of International Trade on Sustainable Development in Saudi Arabia. *Sustainability*, *12*(5421), 5421. https://doi.org/10.3390/su12135421

Bilgili, F., Koçak, E., & Bulut, Ü. (2015). The dynamic impact of renewable energy consumption on CO 2 emissions: A revisited Environmental Kuznets Curve approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *54*, 838–845. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.080

Cho, R. (2019b, June 20). *How climate change impacts the economy*. State of the Planet. https://news.climate.columbia.edu/2019/06/20/climate-change-economy-impacts/

Daly, S., & Abdouli, M. (2023). The Nexus between Environmental Quality, Economic Growth, and Trade Openness in Saudi Arabia (1990-2017). *International Journal of Energy Economics and Policy*, *13*(4), 579–598. https://doi.org/10.32479/ijeep.14119

Foy, G. (1990). Economic sustainability and the preservation of environmental assets. *Environmental Management*, *14*(6), 771–778. https://doi.org/10.1007/bf02394171

Kahia, M., Omri, A., & Jarraya, B. (2020b). Does Green Energy Complement Economic Growth for Achieving Environmental Sustainability? Evidence from Saudi Arabia. *Sustainability*, *13*(1), 180. https://doi.org/10.3390/su13010180

Knudsen, J. K., & Lafferty, W. M. (2022). Environmental policy integration: the importance of balance and trade-offs. In *Edward Elgar Publishing eBooks* (pp. 277–300). https://doi.org/10.4337/9781839108327.00020

Kostka, G., & Hobbs, W. (2012c). Local Energy Efficiency Policy Implementation in China: Bridging the Gap between National Priorities and Local Interests. *The China Quarterly*, *211*, 765–785. https://doi.org/10.1017/s0305741012000860

Ma, Q., Murshed, M., & Khan, Z. (2021b). The nexuses between energy investments, technological innovations, emission taxes, and carbon emissions in China. *Energy Policy*, *155*, 112345. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112345

Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y., & Furqan, M. (2020). Industrialization, urbanization and CO2 emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis. *Energy Reports*, *6*, 1553–1560. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.06.004

Mi, Z., Meng, J., Green, F., Coffman, D. M., & Guan, D. (2018). China's "Exported Carbon" peak: patterns, drivers, and implications. *Geophysical Research Letters*, *45*(9), 4309–4318. https://doi.org/10.1029/2018gl077915

Moldan, B., Janoušková, S., & Hák, T. (2011). How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. *Ecological Indicators*, *17*, 4–13. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.033

GREEN FINANCE FRAMEWORK. (2024). https://www.pif.gov.sa/-/media/project/pif-corporate/pif-corporate-site/our-financials/green-finance-framework/pdf/pif_green-finance-framework-august-2024.pdf

Roshan, S. A., Adinehvand, Z., & Sobhani, M. (2020b). Foreign direct investment, trade openness, energy consumption and CO<SUB align="right">2 emission: evidence from Iran and Saudi Arabia. *International Journal of Sustainable Economy*, *12*(4),

383. https://doi.org/10.1504/ijse.2020.112306

Steen-Olsen, K., Owen, A., Barrett, J., Guan, D., Hertwich, E. G., Lenzen, M., & Wiedmann, T. (2016). Accounting for value added embodied in trade and consumption: an intercomparison of global multiregional input–output databases. *Economic Systems Research*, *28*(1), 78–94. https://doi.org/10.1080/09535314.2016.114175 1

Spangenberg, J. H. (2005). Economic sustainability of the economy: concepts and indicators. *International Journal of Sustainable Development*, *8*(1/2), 47. https://doi.org/10.1504/ijsd.2005.007374

Sun, H., Clottey, S. A., Geng, Y., Fang, K., & Amissah, J. C. K. (2019). Trade Openness and Carbon Emissions: Evidence from Belt and Road Countries. *Sustainability*, *11*(9), 2682. https://doi.org/10.3390/su11092682

U.S. Environmental Protection Agency | US EPA. (2025, January 2). US EPA. https://www.epa.gov/

Wang, M., & Feng, C. (2017). Understanding China's industrial CO2 emissions: A comprehensive decomposition framework. *Journal of Cleaner Production*, *166*, 1335–1346. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.136

Zhang, C., & Zhou, X. (2016b). Does foreign direct investment lead to lower CO2 emissions? Evidence from a regional analysis in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *58*, 943–951. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.226

Jiang, X., & Guan, D. (2016). Determinants of global CO2 emissions growth. *Applied Energy*, *184*, 1132–1141. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.06.142

Wang, H., & Ang, B. (2018). Assessing the role of international trade in global CO2 emissions: An index decomposition analysis approach. *Applied Energy*, *218*, 146–158. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.02.180

Suri, V., & Chapman, D. (1998b). Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, *25*(2), 195–208. https://doi.org/10.1016/s0921-8009(97)00180-8

Making peace with nature. (n.d.). UNEP - UN Environment Programme. https://www.unep.org/resources/making-peace-nature

Hayman, R. (2019). The contribution of civil society to sustainable development in the Gulf and beyond. *Development in Practice*, *29*(5), 645–650. https://doi.org/10.1080/09614524.2019.1589422

Aghasafari, H., Aminizadeh, M., Karbasi, A., & Calisti, R. (2021). CO2 emissions, export and foreign direct investment: Empirical evidence from Middle East and North Africa Region. *The Journal of International Trade & Economic Development*, *30*(7), 1054–1076. https://doi.org/10.1080/09638199.2021.1934087