

هل يمكن للشمول المالي أن يسهم في تحقيق الحياد الكربوني في مصر؟ دور كفاءة الطاقة

أ.م.د. أميرة تهاى الطيب*
د. نسمة محمد روى**

(*) أ.م.د. أميرة تهاى الطيب: أستاذ مساعد الاقتصاد كلية التجارة/قسم الاقتصاد/جامعة الزقازيق وتتمثل الاهتمامات البحثية فى الاقتصاد البيئي والتنمية المستدامة في مصر والدول النامية ومنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، تحليل دور الإنفاق الحكومي والتحول الرقمي في تحسين الأداء البيئي، الاستثمار الأجنبي المباشر والتلوث البيئي، واستكشاف أثر التحضر واستهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي على استدامة البيئة وجودة الهواء. كما أدرس العلاقة بين الاستثمار الأجنبي المباشر والتلوث البيئي و كذا المخاطر المناخية، بالإضافة إلى تقييم إمكانيات تحقيق الأمن الغذائي في ظل التحديات البيئية.

Email: amira_eltayb@zu.edu.eg

(**) د. نسمة محمد روى: مدرس الاقتصاد كلية التجارة/قسم الاقتصاد/جامعة الزقازيق وتتمثل الاهتمامات البحثية فى النظرية الاقتصادية والابتكار، تحليل دور الابتكار في الحد من ندرة الموارد الطبيعية في إطار نظرية النمو الداخلي، تحليل دور الابتكار في التحكم في استهلاك الطاقة، دراسة تحليلية لحالة قطاع السيارات على الحدود التكنولوجية، والاثر المباشر وغير المباشر للتحويل الرقمي على ريادة الاعمال. بالإضافة إلى دراسة دور الحكومة الالكترونية في الحد من الاقتصاد غير الرسمي.

Email: nmibrahim@commerce.zu.edu.eg

■ الملخص

تتزايد أهمية العلاقة بين الشمول المالي وانبعاثات الكربون، نظرًا للوعي المتزايد بالآثار السلبية لتغير المناخ وانبعاثات الكربون على البيئة وصحة الإنسان. ولذلك، تُقيّم هذه الورقة البحثية ما إذا كان الشمول المالي، إلى جانب تحسين كفاءة الطاقة، قادرًا على التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر باستخدام إطار STIRPAT خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٢٣). و تم استخدام نموذج NARDL لتحليل أثر الشمول المالي البنكي، ونموذج ARDL لدراسة أثر الشمول المالي السوقي على انبعاثات الكربون. وتشير النتائج إلى وجود علاقة غير خطية تتطابق مع منحنى كوزنتس البيئي AKC، حيث يأخذ شكل حرف U مقلوب بين الشمول المالي للمؤسسات المالية وانبعاثات الكربون للفرد في مصر. بينما تُظهر النتائج أن الشمول المالي للأسواق المالية يُعزز أخطار المناخ من خلال زيادة انبعاثات الكربون، وهذا يتضمن أن سياسات تعزيز الشمول المالي للأسواق المطبقة في مصر لا تُحقق أهدافها المتعلقة بالرفاهية البيئية. وفي المقابل، يُسهم تحسين كفاءة الطاقة وزيادة حصة الطاقة المتجددة في إجمالي استهلاك الطاقة في الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. علاوة على ذلك، تُخفف مكاسب كفاءة الطاقة من الارتباط بين الشمول المالي والانبعاثات من خلال خفض انبعاثات الكربون وزيادة الشمول المالي معًا. وأخيرًا، تشير النتائج إلى أن النمو الاقتصادي والتجارة الدولية والتوسع الحضري تحد من أخطار المناخ من خلال تقليل معدلات الانبعاثات.

الكلمات الدالة: الشمول المالي للمؤسسات، الشمول المالي للأسواق، الحياد الكربوني، كفاءة الطاقة، المخاطر البيئية.

١. المقدمة

في السنوات الأخيرة، أصبح المجتمع العالمي يشعر بقلق متزايد إزاء الانبعاثات الكربونية المفرطة، وخاصة أن اقتصاديات العالم تجد صعوبةً نسبيةً في تسريع معدلات نموها الاقتصادي دون التسبب في وفورات بيئية سلبية. علاوة على اعتمادها بشكل كبير على إمدادات الوقود الأحفوري لتلبية احتياجاتها من الطاقة، وهو ما يسبب أضراراً بيئية مرتبطة بتغير المناخ.

وقد تجلّت أهمية خفض انبعاثات الكربون بشكل أكبر بعد المبادرات الأخيرة، مثل مؤتمر الأمم المتحدة السادس والعشرين لتغير المناخ (COP26)، وقانون باريس لتغير المناخ، ومشروع قانون الطاقة، وغيرها. وتحت أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة (SDGs) الدول على اتخاذ إجراءات جادة لمكافحة تغير المناخ وأثاره من خلال خفض انبعاثات الكربون. وخلال مؤتمر COP26، اتفق المشاركون على أن الانتقال إلى الحياد الكربوني والاستدامة البيئية أمر مستحيل دون تحسين الخدمات المالية والموارد والأسواق (Hussain, et al., 2023).

ومن هنا أصبح دراسة تأثير الشمول المالي على الاستدامة البيئية أمر يستحق التحليل، حيث يسهم الشمول المالي بشكل أساسي في تحقيق اقتصاد أكثر استدامة من خلال توفير رأس المال للمشاريع منخفضة الكربون. والاستجابة للتكاليف الحتمية لتغير المناخ والتدهور البيئي لتحقيق الانتعاش الاقتصادي الضروري (UNFCCC, 2021). كما تدعم البنوك وصناديق الاستثمار المشتركة والمستثمرون وشركات التأمين الاستدامة من خلال تحسين إدارة تعرضها للمخاطر البيئية، وتمويل مشاريع الطاقة المستدامة، بما في ذلك استثمارات الطاقة المتجددة وتكنولوجيا كفاءة الطاقة، وإصدار أدوات دين مبتكرة جديدة تُستخدم بشكل رئيسي لتمويل مشاريع الإنتاج المستدام مثل السندات الخضراء (Bilgili, et al., 2025).

على الرغم من أن تقارير السياسات تُسلط الضوء على أهمية الشمول المالي في تقليل الآثار السلبية للصعوبات الاقتصادية والبيئية، بل وعكسها، فقد توصلت العديد من الدراسات التي تبحث في العلاقة بين الشمول المالي والحد من أخطار المناخ إلى نتائج متباينة في بلدان مختلفة، وفي البلد نفسه، خلال فترات زمنية مختلفة. ومع ذلك، تختلف نتائجها التجريبية في الغالب بسبب التحليل طويل الأجل وقصير الأجل، ومتغيرات التحكم المستخدمة. لذلك تتيح هذه التناقضات في الأدبيات التجريبية فرصة لإعادة النظر في العلاقة التجريبية بين النظام المالي الشامل وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

و تُعد مصر حالة مثالية لفحص هذه العلاقة، نظرًا لما تشهده من تحولات هيكلية في القطاع المالي والاقتصادي، بالتوازي مع التزاماتها البيئية وفقًا لاتفاق باريس للمناخ وخطة الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ ٢٠٥٠. فعلى الرغم من أن مساهمة مصر في الانبعاثات الكربونية العالمية لا

تزال محدودة نسبياً، إذ بلغت نحو ٠.٦٩% من الإجمالي العالمي في عام ٢٠٢٢، فإن كمية الانبعاثات الفعلية لا يمكن تجاهلها، حيث سجلت حوالي ٢٤٩ مليون طن متري من ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠٢٣، مقارنة بـ ٢٤٧ مليون طن في عام ٢٠٢٢، وفقاً لأحدث البيانات (Worldometer, 2023; TheGlobalEconomy.com, 2024). ويؤثر هذا النمو المتواصل في الانبعاثات تساؤلات جوهرية حول كفاءة الأدوات والسياسات الحالية في تحقيق التوازن بين النمو والاستدامة.

في المقابل، أظهرت مؤشرات الشمول المالي في مصر تحسناً ملحوظاً، إذ ارتفعت نسبة البالغين الذين يمتلكون حساباً مالياً (بنك، بريد، تمويل صغير، أو محفظة إلكترونية) من ٦٤.٨% في عام ٢٠٢٢ إلى ٧٠.٧% في نهاية عام ٢٠٢٣، بما يعادل ٤٦.٥ مليون شخص (Central Bank of Egypt, 2023). ويعزى هذا التقدم إلى جهود البنك المركزي في تيسير الوصول إلى الخدمات المالية، وتعزيز الثقافة المالية، وتوسيع البنية التحتية الرقمية، خصوصاً في المناطق المهمشة. ومن ثم، يثور التساؤل حول مدى قدرة هذا التوسع في الشمول المالي على التأثير إيجابياً في تقليص الانبعاثات الكربونية، لا سيما من خلال رفع كفاءة الطاقة و تحفيز الاستثمارات الخضراء وتقليل الاعتماد على أنشطة ملوثة.

وقد حظى دور الشمول المالي باهتمام كبير من صانعي السياسات والباحثين (Dong et al., 2022). إلى جانب دور الشمول المالي في التقدم التكنولوجي والنمو الاقتصادي المستدام، يُجادل الباحثون المعاصرون بأن النظام المالي الشامل قد أثر بالقدر نفسه على جودة البيئة، وخاصةً انبعاثات الكربون (Yang et al., 2022). من الناحية النظرية، توجد علاقة غير قاطعة بين الشمول المالي والاستدامة البيئية (Le et al., 2020)؛ (Renzhi & Baek, 2020)؛ حيث جادل فريق من الباحثين بأن الشمول المالي يُعزز الاستدامة البيئية ويقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال زيادة الإنفاق على البحث والتطوير والابتكارات التكنولوجية (Fareed et al., 2022)؛ (Shahbaz et al., 2022). وبشكل أكثر تحديداً، تميل الحكومات والشركات إلى تبني تقنيات صديقة للبيئة تُقلل من انبعاثات الكربون وتُعزز الاستدامة البيئية نظراً لانخفاض تكلفة الاقتراض (Qin et al., 2021). على العكس من ذلك، تُجادل فرق أخرى من الدراسات بأن

النظام المالي المُيسّر والمُزوّد بتمويل مُيسّر يُعزّز الأنشطة الصناعية والتصنيعية، مما يزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ويُضر بجودة البيئة (Chang et al., 2022). بالإضافة إلى ذلك، تدعم الدراسات الحالية أيضًا العلاقة غير الخطية بين انبعاثات الكربون وتنمية القطاع المالي [(Chaudhry et al., 2022)(Renzhi & Baek, 2020)]. كما وجد (Shahbaz et al., 2022) تأثيرًا غير مُتكافئ للشمول المالي على ثاني أكسيد الكربون يختلف جغرافيًا. علاوة على ذلك، يكون التدهور البيئي واسع النطاق إذا كانت الدولة في مرحلة مبكرة من التنمية. في المقابل، يُعزّز النمو الاقتصادي الحفاظ على البيئة في مرحلة التنمية اللاحقة. تجريبيًا، وجد (Chaudhry et al., 2022; Acheampong, 2019) علاقة على شكل حرف U مقلوب بين الشمول المالي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وبالمثل، لاحظ (Renzhi & Baek, 2020) علاقة غير خطية بين انبعاثات الكربون وتنمية القطاع المالي.

ومع ذلك، جادلوا بأن عدم الخطية بين جودة البيئة والنظام المالي الشامل مرتبطة بآلية حوكمة قوية. لذلك، فإن الالتزام الصارم باللوائح البيئية القائمة على البيئة والمجتمع والحوكمة (ESG) هو مفتاح ضمان التنمية المستدامة. بعبارة أخرى، قد لا تكون هذه العلاقة غير خطية في البلدان أو المناطق ذات آليات الحوكمة الضعيفة المتعلقة بالبيئة والمجتمع والحوكمة. وبالتالي، قد يختلف الارتباط غير الخطي بين الاستدامة البيئية والشمول المالي باختلاف مستويات التنمية الاقتصادية وآليات الحوكمة. تُنتج هذه التناقضات في الأدبيات التجريبية فرصة لإعادة النظر في العلاقة التجريبية بين النظام المالي الشامل وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

وقد سعت هذه الورقة البحثية إلى معالجة أوجه القصور في الأدبيات السابقة من خلال تغطية فترة زمنية طويلة نسبيًا (١٩٨٠-٢٠٢٣) مع التركيز على مصر كدراسة حالة، مما أتاح تفسيرًا أكثر شمولًا للعلاقات المدروسة يعكس التعقيدات والخصوصيات المحلية التي تغفلها غالبًا الدراسات المعتمدة على بيانات Panel. كما تميزت الدراسة بتناولها لتأثير الشمول المالي من منظورين مختلفين: المؤسسات البنكية والأسواق المالية، على انبعاثات الكربون.

و لتحقيق هدف البحث سوف يتم الاعتماد على (i) المنهج الوصفي التحليلي (Descriptive) و (ii) المنهج التحليلي (Analytical Approach): من خلال الرسوم البيانية التي تصف تطور الشمول المالي و

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و كذلك العلاقة بين المتغيرين محل الدراسة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٢٣). // المنهج التحليلي الكمي: (Analytical Quantitative Approach) باستخدام نموذج STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology) لدراسة تأثير الشمول المالي على انبعاثات الكربون خلال فترة الدراسة.

وقد تم تنظيم هذه الورقة البحثية على النحو التالي: في القسم الثاني، يتم استعراض تطور الأدبيات السابقة المرتبطة بهدف البحث. في القسم الثالث، يتم تقديم تحليل بياني لتطور الشمول المالي والمخاطر البيئية في مصر. أما في القسم الرابع، فتتم مناقشة المواصفات التجريبية للنماذج البحثية المستخدمة، مع توضيح المتغيرات ومنهجية التقدير المتبعة. في القسم الخامس، يتم عرض النتائج التجريبية، بينما يتناول القسم السادس مناقشة النتائج بالإضافة إلى الاستنتاجات وانعكاساتها على السياسات الاقتصادية.

٢. الأدبيات السابقة

قدّم الباحثون وجهات نظر متباينة حول تأثير الشمول المالي على انبعاثات الكربون؛ فهناك من يرى أن الشمول المالي يؤثر إيجابياً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي فهو يعزز أخطار المناخ. فقد أظهرت دراسة (Muhammad et al., 2020) أن زيادة الشمول المالي بنسبة 1% ستُسرع انبعاثات الكربون بنسبة 0.499%، 1.204% في دول مجموعة الثماني النامية (D8) والتماني الصناعية (G8) على التوالي على المدى الطويل، مع آثار ضئيلة على المدى القصير.

وقد تعددت القنوات التي يؤثر بها الشمول المالي إيجابياً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛ فيجادل (Le et al., 2020) بأن الشمول المالي سيؤدي إلى تقاوم انبعاثات الكربون في دول آسيا، بسبب الزيادة الهائلة في الأجهزة المنزلية المسببة للتلوث. وفسر (Jiang et al., 2022) ذلك بقولهم أن الشمول المالي يُسهل الحصول على الائتمان والقروض الاستهلاكية، التي تزيد من القدرة الشرائية للأفراد، وبالتالي زيادة استهلاك السلع الفاخرة، مثل السيارات ومكيفات الهواء، المسؤولة عن التلوث البيئي.

كما يرى البعض أن الشمول المالي الفعال ممكن أن يوسع قنوات التمويل ويُمكن الشركات من الحصول على رأس مال بتكاليف أقل، مما يسهل توسيع الانتاج وتشجيع الاستثمارات في القطاعات ذات البصمة الكربونية العالية، فرأت دراسة (Gul et al., 2022) أن الشمول المالي يعزز الأنشطة الصناعية والتصنيعية من خلال توفير تمويل ميسور التكلفة، مما يزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ويضر بجودة البيئة. وتوصلت دراسة (Cetin & Bakirtas, 2020) الى أنه كلما ارتفعت حصة ائتمانات القطاع الخاص التي تقدمها البنوك في الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 1%، زادت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المدى الطويل في هذه الدول بنحو 0.8%. وأيدهم في ذلك دراسة (Faisal et al., 2020) الذين وجدوا أدلة على عدم فعالية الشمول المالي في التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون؛ و وجدوا أن الشمول المالي يُعزز كفاءة السوق والأنشطة التجارية من خلال تسهيل عمل جميع الأطراف المشاركة في الأنشطة الاقتصادية التي تُعزز النمو الاقتصادي. وبالتالي، تحفيز استخدام الوقود الأحفوري وزيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مع ما يترتب على ذلك من آثار بيئية وخيمة. ومع ذلك، يرى البعض أنه في حالة ارتفاع معدل انتشار الإنترنت، يمكن للشمول المالي الحد من الانبعاثات بشكل فعال.

كما وجد (Qin et al., 2021) عند تطبيقهم على الاقتصادات السبع الناشئة (E7)، أن زيادة الشمول المالي تؤدي إلى زيادة تكوين رأس المال الثابت الإجمالي، مما يؤدي بدوره إلى زيادة الطلب على الطاقة، مما يؤدي إلى تدهور جودة البيئة. كما توصل (B. Zhao & Yang, 2020) إلى نتائج مماثلة بالنسبة للصين. وتوصل (Zaidi et al., 2021) لنفس النتائج بالنسبة لـ ٢٣ دولة من دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD). وكذلك (Chaudhry, et al., 2022) بالنسبة لدول منظمة التعاون الإسلامي (OIC).

وعلى الجانب الآخر، يدعم بعض الباحثين الاستنتاج المعارض القائل بأن الشمول المالي يؤثر سلباً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي يُساعد في تسهيل تحقيق ذروة الكربون والحياد الكربوني. فقد أظهرت دراسة (Shahbaz, et al., 2022) في الصين أن زيادة الشمول المالي بنسبة 1% يؤدي إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 0.124%. علاوة على ذلك،

سيؤدي تحسين التنمية الاقتصادية والتصنيع، والاستثمار في الحد من الملوثات، إلى التخفيف من التلوث وتأثير الاحتباس الحراري.

وقد تعددت القنوات التي يؤثر بها الشمول المالي سلبياً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أيضاً، فيجادل البعض بأن الشمول المالي يعزز الاستدامة البيئية ويقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال زيادة الإنفاق على البحث والتطوير والابتكارات التكنولوجية (Khan et al., 2021). وبشكل أكثر تحديداً، يساعد الشمول المالي الشركات على تكييف التقنيات المتقدمة منخفضة الكربون، حيث تميل الحكومات والشركات إلى تبني تقنيات صديقة للبيئة تقلل من انبعاثات الكربون وتعزز الاستدامة البيئية نظراً لانخفاض تكلفة الاقتراض، وبالتالي يعمل كأداة فعالة للإدارة البيئية (Usman et al., 2021).

بالإضافة إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال الابتكار التقني، يُعزز الشمول المالي أيضاً خفض انبعاثات الكربون من خلال التخفيف من فقر الطاقة. وعلى وجه التحديد، فحص (Koomson & Danquah, 2021) تأثير الشمول المالي في القضاء على فقر الطاقة في غانا، ووجدوا أن الشمول المالي لديه القدرة على القضاء على فقر الوقود في غانا. كما أثبت (J. Zhao et al., 2021) تجريبياً العلاقة الإيجابية بين فقر الطاقة وتأثير الاحتباس الحراري. وتوصل باحثون آخرون، مثل (Renzhi & Baek, 2020) إلى نتيجة مماثلة.

بالإضافة إلى الرابط الخطي المذكور أعلاه، قد توجد أيضاً علاقة غير خطية بين الشمول المالي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. فأشارت دراسة (Renzhi & Baek, 2020) إلى أن الشمول المالي مرتبط عكسياً على شكل حرف U مع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. إذ تُظهر وجود مراحل مختلفة للشمول المالي، وأن تأثيره على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون يختلف عبر هذه المراحل. كما تؤكد أبحاث أخرى هذه النتيجة مثل (Acheampong et al., 2020). ومع ذلك، فقد جادلوا بأن عدم الخطية بين الجودة البيئية والنظام المالي الشامل يرتبط بآلية حوكمة قوية. لذلك، فإن الالتزام الصارم باللوائح البيئية القائمة على الحوكمة البيئية والاجتماعية والحوكمة (ESG) هو مفتاح ضمان التنمية المستدامة. بعبارة أخرى، قد يختلف الارتباط غير الخطي بين الاستدامة البيئية والشمول المالي عبر مستويات مختلفة من التنمية الاقتصادية وآليات الحوكمة.

كما تُظهر نتائج دراسة (Ben Cheikh & Rault, 2024) أن الشمول المالي يؤثر على تلوث الهواء تبعاً لمستويات التنمية الاقتصادية، وهو ما يتوافق مع EKC. وبينما يزيد الشمول المالي من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأنظمة ذات الدخل المنخفض، يبدو أن جودة البيئة تتعزز مع زيادة الشمول في مراحل لاحقة من التنمية. ففي البلدان ذات الدخل المنخفض، يهتم الأفراد أكثر بتحسين مستوى معيشتهم؛ وبالتالي، فإن أي تحسن في القدرة على تحمل تكاليف المنتجات والخدمات المالية سيؤدي إلى زيادة الاستهلاك وانبعاثات ملوثات أكبر. ومع ذلك، فبعد تجاوز مستوى دخل معين، يمكن للشمول المالي أن يساعد الأفراد على تحسين مستويات معيشتهم، وبنيت لهم الوصول إلى فرص استثمارية جديدة، بما في ذلك الفرص المسؤولة بيئياً.

وبناءً على الأدبيات المذكورة أعلاه، نفترض ما يلي:

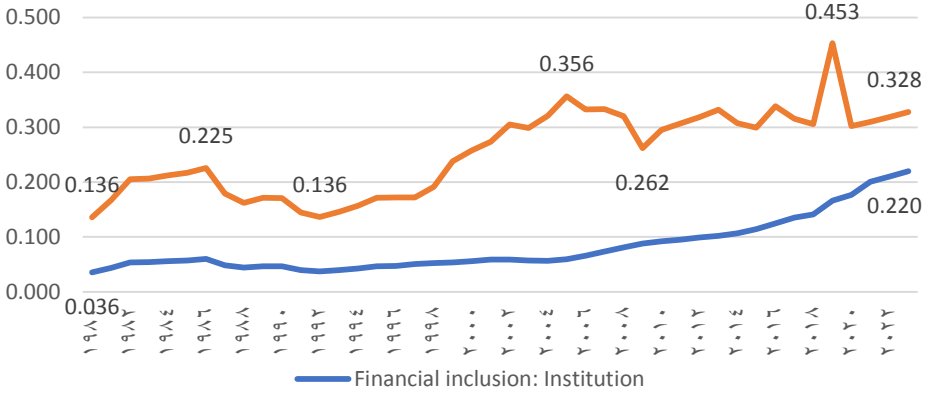
H_1 : توجد علاقة إيجابية بين الشمول المالي و زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

H_2 : تقلل كفاءة الطاقة من التأثير الإيجابي بين الشمول المالي وزيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

٣. الشمول المالي والمخاطر البيئية في مصر

بالنسبة للشمول المالي في مصر، فنلاحظ من (الشكل رقم ١) أن مسار الشمول المالي للمؤسسات البنكية خلال الفترة من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٣ يتبع نمطاً مستقرًا ومتدرجًا في النمو، حيث ارتفع من مستوى منخفض للغاية (٠.٠٣٥ في ١٩٨٠) إلى نحو ٠.٢٢ بحلول عام ٢٠٢٣. هذا الاتجاه التصاعدي يعكس تطورًا تدريجيًا في وصول الأفراد والشركات إلى الخدمات البنكية الرسمية، ما يشير إلى تحسن بنية النظام المصرفي المصري بشكل مستدام، مدفوعًا بالإصلاحات المالية وتوسع الخدمات الرقمية والسياسات التنظيمية المشجعة للاندماج المالي.

Figure 1. Development of the financial inclusion in Egypt, 1980–2023



وفي المقابل، يُظهر مؤشر الشمول المالي للأسواق المالية رغم أنه أعلى من نظيره البنكي في معظم السنوات، تقلبًا ملحوظًا على مدار العقود. فقد شهد فترات من الارتفاع السريع مثل الفترة من ١٩٩٨ إلى ٢٠٠٦، تبعها انخفاضات في بعض السنوات مثل ٢٠٠٩ (بسبب الأزمة المالية العالمية)، ما يعكس حساسية هذا المؤشر للعوامل الاقتصادية والسياسية المحلية والعالمية. هذا التذبذب يشير إلى أن الوصول إلى الأسواق المالية في مصر مرتبط بشكل أكبر بتقلبات السوق والاستثمار الأجنبي والسياسات المالية، مما يجعله أقل استقرارًا مقارنةً بالشمول المالي البنكي.

وبالانتقال إلى المخاطر البيئية، فيتضح من (الشكل رقم ٢) أن نصيب الفرد من انبعاثات الكربون في مصر قد شهد ارتفاعًا تدريجيًا ومستقرًا منذ أوائل الثمانينيات وحتى منتصف العقد الثاني من الألفية، حيث ارتفع من حوالي ١ طن للفرد في عام ١٩٨٠ إلى ما يزيد عن 2.5 طن للفرد في ٢٠١٧. هذا النمو يعكس توسع النشاط الاقتصادي والصناعي، وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية مثل الغاز الطبيعي والنفط، إلى جانب التوسع العمراني والسكاني. لكن بدءًا من 2018 وحتى ٢٠٢٣، يظهر منحنى الانبعاثات تباطؤًا واضحًا، بل وتراجعًا نسبيًا في بعض السنوات، وهو ما قد يرتبط بإجراءات التحول نحو الطاقة النظيفة، وتنامي الوعي البيئي، وكذلك تأثيرات جائحة كوفيد-١٩ على النشاط الاقتصادي. هذا النمط يُشير إلى أن مصر تمر حاليًا بمرحلة انتقالية من النمو المعتمد على الكربون إلى نماذج تنموية أكثر استدامة، إلا أن الوصول إلى انخفاضات مستدامة يتطلب سياسات بيئية أكثر حسمًا وتنوعًا في مصادر الطاقة.

كما تُظهر بيانات عام ٢٠٢٣ (الشكل رقم ٣) أن القطاع الأكبر مساهمة في انبعاثات الكربون للفرد في مصر هو قطاع الكهرباء والطاقة، حيث بلغ نصيبه نحو 0.78 طن للفرد، وهو ما يعادل حوالي 36% من إجمالي الانبعاثات الفردية. يليه قطاع النقل بـ 0.45 طن للفرد تقريبًا، ثم العمليات الصناعية والاحتراق الصناعي بنصيب مشترك يقارب 0.60 طن للفرد، مما يعكس وزنًا كبيرًا للقطاع الصناعي في البصمة الكربونية. أما القطاع السكني/المباني فيُساهم بحوالي 0.15 طن للفرد، وهو أقل نسبيًا، في حين أن مساهمة الزراعة والانبعاثات المتسربة كانت محدودة نسبيًا، وكلٌ منها أقل من 0.17 طن للفرد.

اللافت للنظر هو أن القطاع الصناعي والطاقة والنقل مجتمعين يشكلون أكثر من 80% من إجمالي الانبعاثات، مما يشير بوضوح إلى أن جهود خفض الكربون في مصر يجب أن تركز أولاً على تحسين كفاءة الطاقة، وتبني بدائل أنظف في الصناعة والنقل، وتوسيع الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة. أما انبعاثات الزراعة والنفايات فتتمثل جزءًا ضئيلاً، لكنها ما زالت تستحق الاهتمام في إطار التنمية المستدامة المتكاملة.

Figure 2. Timeline of CO2 emission per capita in Egypt, 1980–2023

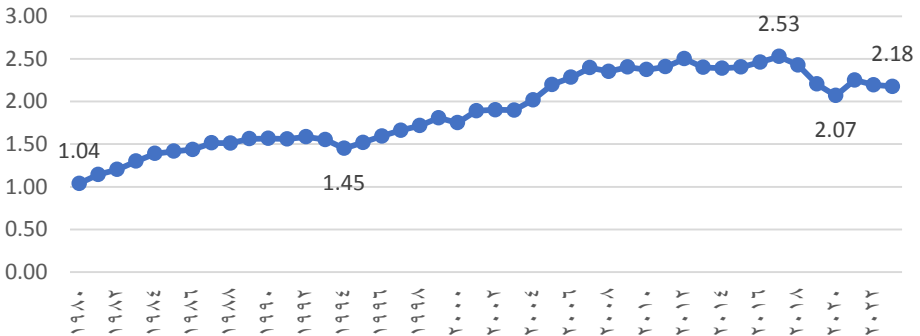
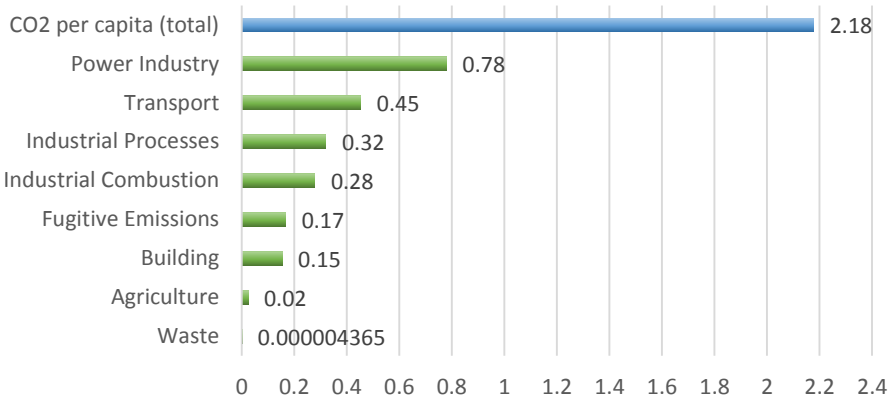


Figure 3. CO2 emission per capita in the sectors in 2023

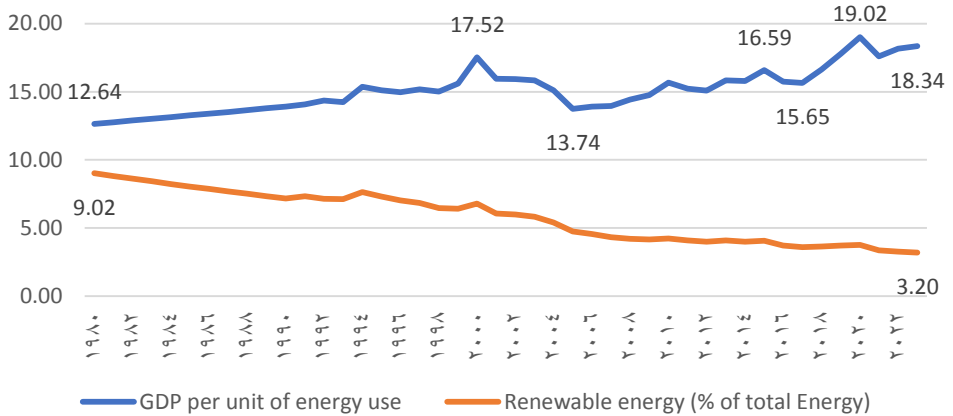


ومن خلال تحليل تطور كفاءة استخدام الطاقة ونسبة الطاقة المتجددة في مصر من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٣ بالشكل ٤، يمكن ملاحظة اتجاهين متناقضين. أولاً، شهدت كفاءة استخدام الطاقة تحسناً مستمراً خلال هذه الفترة، حيث ارتفعت من نحو ١٢.٦٤ دولار لكل كغم من مكافئ النفط في عام ١٩٨٠ إلى ١٨.٣٤ دولار في عام ٢٠٢٣، مع تسجيل أعلى قيمة في عام ٢٠٢٠. يعكس هذا التحسن زيادة قدرة الاقتصاد المصري على استخدام الطاقة بكفاءة أكبر، وهو ما يرتبط بتحسينات تكنولوجية في قطاعات عدة مثل الصناعة والتحسينات في استهلاك الطاقة.

على النقيض من ذلك، تراجعت نسبة الطاقة المتجددة والنفايات القابلة للاحتراق من إجمالي الطاقة المستهلكة في مصر بشكل مستمر، حيث انخفضت من 9.02% عام ١٩٨٠ إلى 3.19% عام ٢٠٢٣. هذا التراجع قد يكون مرتبطاً بالنمو الكبير في حجم الاقتصاد المصري وزيادة استهلاك الطاقة بشكل عام. على الرغم من أن كمية الطاقة المتجددة المنتجة قد تكون قد زادت بشكل مطلق، إلا أن الطلب المتزايد على الطاقة بسبب التوسع في القطاعات الاقتصادية مثل الصناعة والنقل أدى إلى أن النسبة المئوية للطاقة المتجددة من إجمالي استهلاك الطاقة تراجعت، حيث أصبح استهلاك الطاقة التقليدية (مثل النفط والغاز الطبيعي) هو المهيمن لتلبية الاحتياجات المتزايدة للطاقة. هذا التفسير يعكس التحديات التي تواجهها مصر في تعزيز الطاقة المتجددة لتلبية النمو الاقتصادي

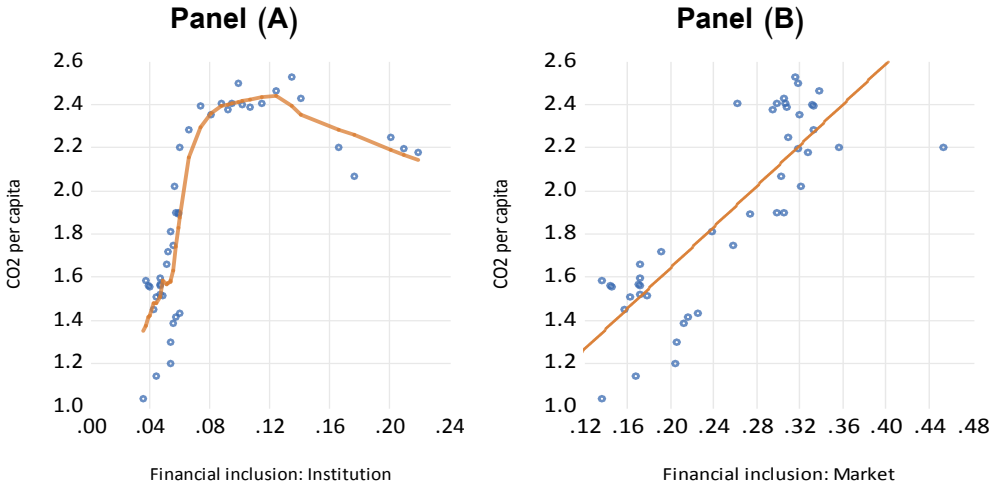
السريع، ويؤكد على أهمية تكثيف الجهود والاستثمارات في هذا القطاع لضمان استدامة النمو الاقتصادي مع تقليل الانبعاثات الكربونية وتحقيق أهداف التحول إلى الطاقة النظيفة.

Figure 4. Timeline of Energy use efficiency and Renewable energy in Egypt, 1980–2023



وأخيراً، في (الشكل رقم ٥)، نجد رسمة انتشارية تظهر العلاقة بين الشمول المالي ونصيب الفرد من انبعاثات الكربون في مصر خلال الفترة من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٣. الرسمة مقسمة إلى لوحين: اللوحة (A) تظهر العلاقة بين الشمول المالي للمؤسسات المالية ونصيب الفرد من انبعاثات الكربون في مصر. هنا، نلاحظ علاقة غير خطية تأخذ شكل حرف "U" مقلوب. في البداية، مع زيادة الشمول المالي للمؤسسات، تزداد انبعاثات الكربون بشكل تدريجي. لكن بعد فترة من النمو المستمر، تبدأ هذه العلاقة في الانخفاض تدريجياً، ما يشير إلى أن الشمول المالي للمؤسسات قد يؤدي في البداية إلى زيادة الانبعاثات ولكن مع مرور الوقت واستخدام تقنيات وأنظمة طاقة أكثر كفاءة، تبدأ الانبعاثات في التراجع. قد تعكس هذه الديناميكية التغيرات في التكنولوجيا والسياسات البيئية على مدار السنين.

Figure 5. Scatter plot between financial inclusion and CO2 per capita in Egypt, 1980–2023



أما اللوحة (B) تمثل العلاقة بين الشمول المالى للأسواق المالية ونصيب الفرد من انبعاثات الكربون. هنا، نلاحظ أن العلاقة تأخذ الشكل الخطي، حيث تزداد انبعاثات الكربون بشكل مستمر مع زيادة الشمول المالى للأسواق. هذا يشير إلى أن توسع الأسواق المالية قد يؤدي إلى زيادة في الأنشطة الصناعية التي تستهلك المزيد من الطاقة، وبالتالي تساهم في زيادة انبعاثات الكربون. قد تكون هذه الزيادة مرتبطة بتوسع الاستثمار في مشاريع صناعية واستهلاك طاقة أكثر. وبالتالي، من خلال هذا التحليل، يمكن استنتاج أن الشمول المالى للمؤسسات المالية يسهم في تحول تدريجي قد يؤدي إلى تقليل الانبعاثات على المدى البعيد، بينما يشير التوسع في الشمول المالى للأسواق إلى علاقة مستمرة مع زيادة انبعاثات الكربون، مما يعكس الدور الكبير الذي تلعبه الأسواق في دعم الصناعات عالية الاستهلاك للطاقة.

٤. النموذج التجريبي والبيانات والمنهجية

٤.١ النموذج التجريبي

لقد تناولت العديد من الدراسات التجريبية المحددات المختلفة للرفاهية البيئية في الأدبيات السابقة، حيث سعى عدد كبير منها إلى استقصاء المحددات الاقتصادية الكلية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال تطبيق النموذج التجريبي لفرضية منحنى كوزننيس البيئي (EKC). ومع ذلك، فقد تعرض هذا النموذج لانتقادات متزايدة في السنوات الأخيرة (Hamid, et al., 2022; Murshed, et al., 2022b)، الأمر الذي دفع بعض الباحثين إلى تبني نماذج بديلة أكثر ملاءمة. وانطلاقاً من هذا التوجه، تعتمد هذه الدراسة على نموذج Li, et al. (2022) وتوظف نموذج التأثيرات العشوائية بالانحدار على السكان والثراء والتكنولوجيا (STIRPAT)، الذي طوره Dietz & Rosa (1997)، كأساس منهجي لتحليل محددات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويُعد نموذج STIRPAT تطويراً عشوائياً للنموذج الأصلي المعروف باسم IPAT، الذي صاغه Ehrlich (1971) & Holdren. وبناءً على ذلك، يتم استخدام الصيغة الأساسية لنموذج STIRPAT في هذه الدراسة لتفسير محددات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر، عل النحو التالي:

$$\ln CO2E_t = \beta_0 + \beta_1 \ln FI_t + \beta_2 \ln EE_t + \beta_3 \ln RE_t + \beta_4 \ln Y_t + \beta_5 \ln TO_t + \beta_6 \ln URB_t + \varepsilon_t$$

في المعادلة (١)، يُشير الرمز t إلى الفترة الزمنية الخاصة بالتحليل، بينما يُمثل ε حد الخطأ العشوائي بصفاته المعتادة. أما β_0 فهو ثابت الدالة، وتمثل المعاملات $\beta_i (i = 1, 2, \dots, 6)$ معاملات المرونة المطلوب تقديرها. وبالنظر إلى أخطار المناخ، فإن هذه الدراسة تتبنى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كمؤشر رئيسي لها؛ إذ يُعد ارتفاع مستويات هذه الانبعاثات دلالة على تصاعد حدة المخاطر المناخية، وذلك استناداً إلى ما هو متفق عليه في الأدبيات الحالية، والتي تؤكد أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تمثل السبب الأساسي وراء ظاهرة التغير المناخي (Razzaq, et al., 2023). بناءً على ذلك، فإن ظهور معاملات المرونة بإشارات سالبة (أو موجبة) يُفسر على أن الصدمات الإيجابية في المتغيرات المستقلة المعنية تؤدي إلى تقليص (أو تعزيز) المخاطر المناخية، من خلال خفض (أو زيادة) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وقد تم تحويل هذا المتغير، إلى جانب المتغيرات التفسيرية الأخرى، إلى الصورة اللوغاريتمية الطبيعية، بهدف صياغة نموذج تجريبي بدالة

لوارثية مزدوجة، مما يسمح بقياس مرونة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بسهولة استجابة لتغير
بنسبة 1% في المتغيرات المستقلة بسهولة.

ومن بين المتغيرات التفسيرية في هذه الدراسة، يُمثل مؤشر الشمول المالي (FI) المتغير
الرئيس محل الاهتمام. ونظرًا لتضارب النتائج الواردة في الدراسات السابقة بشأن الآثار البيئية
المرتبطة بالشمول المالي، فإنه من الصعب التنبؤ بإشارة معامل المرونة المقابل (β_1) بشكل مسبق.
ثانيًا، يُعبر المتغير $\ln EE$ عن اللوغاريتم الطبيعي لمستوى كفاءة استخدام الطاقة السنوي في
مصر، والذي يُجسد الجانب التكنولوجي في نموذج STIRPAT، حيث يُنظر إلى كفاءة الطاقة
كنتاج للتقدم التكنولوجي، إذ يُفترض أن إدخال تقنيات حديثة يسهم في تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة
(Chen, et al., 2021b). ثالثًا، يُشير المتغير $\ln RE$ إلى اللوغاريتم الطبيعي لمستوى الطاقة
المتجددة. ولا يعكس هذا المتغير الوضع الراهن لقطاع الطاقة المتجددة في مصر فحسب، بل يلتقط
كذلك البعد التكنولوجي في إطار نموذج STIRPAT (Alam, et al., 2022). وفي هذا السياق،
تشير الأدبيات إلى أن ضعف التقدم التكنولوجي يُعد عائقًا رئيسًا أمام التحول من مصادر الطاقة
التقليدية إلى الطاقة المتجددة (Boulogiorgou & Ktenidis, 2020). وبالتالي، فإن الزيادة في
حصة الطاقة المتجددة ضمن مزيج الطاقة الوطني يمكن تفسيرها كدلالة على الابتكار التكنولوجي
داخل قطاع الطاقة.

رابعًا، يأخذ النموذج الموضح في المعادلة (١) في الاعتبار أثر الوفرة من خلال تضمين
اللوغاريتم الطبيعي لمستوى دخل الفرد، والمشار إليه بالرمز $(\ln Y)$. وبحسب فرضية منحنى
كوزنتس البيئي (EKC)، فإن النمو الاقتصادي قد يسهم في تقاوم أو تقليص المخاطر المناخية، إما
من خلال زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أو تقليصها على التوالي (Alola & Ozturk, 2021)،
مما يجعل من غير الممكن تحديد إشارة معامل المرونة المرتبط بهذا المتغير مسبقًا.
خامسًا، يُمثل اللوغاريتم الطبيعي للانفتاح التجاري ($\ln TO$) أحد المتغيرات التفسيرية الأخرى
المستخدمة في النموذج، والذي يعكس درجة انخراط الدولة في التجارة الدولية. وأخيرًا، يُشير المتغير
($\ln URB$) إلى معدل التحضر، والذي يُفترض في إطار نموذج STIRPAT أنه يُمثل أحد أوجه

تأثير النمو السكاني؛ حيث إن ازدياد الكثافة السكانية في المناطق الحضرية غالباً ما يُصاحب بضغط بيئية متزايدة (Abbasi, et al., 2021).

وعلاوة على دراسة التأثيرات المباشرة والمعدولة لكل من كفاءة استخدام الطاقة والشمول المالي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2E)، تتناول هذه الدراسة أيضاً الأثر التفاعلي أو غير المباشر لهذين المتغيرين على مستويات انبعاثات CO_2E في مصر. وبناءً على ذلك، يتم توسيع النموذج الأساسي الموضح في المعادلة (١) من خلال إدراج مصطلح تفاعلي بين كفاءة الطاقة والشمول المالي، بما يُمكن من تطوير نموذج إضافي يأخذ في الاعتبار هذا التأثير المشترك، كما هو موضح أدناه:

$$\ln CO_2E_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln FI_t + \alpha_2 \ln EE_t + \alpha_3 (\ln FI_t \times \ln EE_t) + \alpha_4 \ln RE_t + \alpha_5 \ln Y_t + \alpha_6 \ln TO_t + \alpha_7 \ln URB_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

في المعادلة (٢)، يُمثل المتغير $\ln FI_t \times \ln EE_t$ مصطلح التفاعل بين كفاءة استخدام الطاقة والشمول المالي. ومن ثم، يُظهر معامل المرونة α_3 تأثير هذه المتغيرات مجتمعة على مستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر. يُعتبر التحليل الذي يتضمن مصطلح التفاعل ذا أهمية خاصة، حيث أدركت وكالة الطاقة الدولية الدور المحوري لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في الحد من أخطار المناخ، سواء بشكل مباشر أو غير مباشر (IEA, 2019).

٤.٢ البيانات

لتنشغيل نموذج الدراسة سيتم استخدام بيانات سلاسل زمنية لمصر خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠٢٣) بإجمالي ٤٤ مشاهدة سنوية. وقد تم اختيار تلك الفترة بناءً على مدي توافر بيانات الشمول المالي. وفي هذا السياق، يُمثل المتغير التابع CO_2E اللوغاريتم الطبيعي لنصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية (مقاسة بالطن المتري)، والتي يتم الحصول عليها من مؤشرات التنمية العالمية للبنك الدولي (WB). وبالنسبة للشمول المالي FI (المتغير المستقل) فتم استخدام مؤشري الوصول للمؤسسات البنكية والأسواق المالية الصادر عن صندوق النقد الدولي (IMF)، والذي تتراوح قيمته بين الصفر والواحد الصحيح.

Table 1. Description of the study variables

Variables (symbols)	Description	Source
Climate Risks (CO2E)	Carbon dioxide (CO2) emissions excluding LULUCF per capita (t CO2e/capita)	WB
Financial inclusivity (FI_I)	Financial Institutions Access Index	IMF
Financial inclusivity (FI_M)	Financial Markets Access Index	IMF
Energy use efficiency (EE)	Energy use efficiency GDP per unit of energy use (constant 2021 PPP \$ per kg of oil equivalent)	WB
Renewable Energy (RE)	Combustible renewables and waste (% of total energy)	WB
Income level (Y)	GDP per capita (constant 2015 US\$)	WB
Trade Openness (TO)	Trade (% of GDP)	WB
Urbanization rate (URBR)	Urban population (% of total population)	WB

فبالنسبة لمؤشر الوصول الخاص بالمؤسسات المالية فهو يقيس مدى سهولة وصول الأفراد والشركات إلى البنوك والمؤسسات المالية، مثل البنوك التجارية، شركات التمويل، البريد المالي، وغيرها. وهو مؤشر مركب من أربع مؤشرات فرعية وهي، *i*) عدد فروع البنوك لكل ١٠٠ ألف بالغ، *ii*) عدد أجهزة الصراف الآلي لكل ١٠٠ ألف بالغ، *iii*) نسبة السكان الذين لديهم حسابات بنكية، *iv*) عدد العملاء لكل فرع أو جهاز. أما مؤشر الوصول الخاص بالأسواق المالية فهو يركز على مدى قدرة المؤسسات والشركات الكبيرة وحتى الأفراد على الوصول إلى الأسواق المالية الرسمية، مثل البورصة وأسواق السندات. ويتكون من؛ *i*) عدد الشركات المدرجة في سوق الأوراق المالية لكل مليون نسمة، *ii*) القيمة السوقية للأسهم كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، *iii*) عدد إصدارات السندات (خاصة وعامة)، *iv*) مدى استخدام الأدوات المالية كالسندات والأسهم من قبل الشركات والمؤسسات.

وبالنسبة للمتغيرات الضابطة، فتم حساب كفاءة استخدام الطاقة *EE* من خلال قسمة قيمة الناتج المحلي الإجمالي السنوي على مستوى استهلاك الطاقة السنوي المقابل. وذلك لأن الاستخدام الأكثر كفاءة للطاقة مرادف لزيادة الإنتاج لكل وحدة طاقة مستخدمة. وبالنسبة للطاقة المتجددة *RE* فتشير إلى حصة الطاقة المتجددة في إجمالي مستوى الاستهلاك النهائي للطاقة. ونظرًا لأن مستوى الدخل القومي *Y* يشير إلى مستوى نمو الاقتصاد، فقد استخدمت العديد من الدراسات مستوى نصيب الفرد

من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي كمؤشر على النمو الاقتصادي/الوفرة (Aslam, et al., 2021). والانفتاح التجاري TO والذي يُعطى من خلال النسبة المئوية لحصة الصادرات والواردات في الناتج المحلي الإجمالي للدول الناشئة المعنية وفي الأدبيات الحالية، يُستخدم هذا المتغير على نطاق واسع كمؤشر للتجارة الدولية (Das, et al., 2022). وأخيراً، نحصل على معدل التحضر URB من خلال النسبة المئوية لسكان الحضر من إجمالي سكان الدولة، وقد تم الحصول على كافة المتغيرات الضابطة من مؤشرات التنمية العالمية للبنك الدولي. ويُبين الجدول ١ وحدات القياس ومصادر بيانات هذه المتغيرات. بينما يبين الجدولين ٢، ٣ التوصيف الإحصائي لمتغيرات الدراسة ومصفوفة الارتباط بينهم على الترتيب.

Table 2. Descriptive summary statistics, 1980-2023

	Unit	Obs.	Mean	Median	Std. Dev.	Min	Max	Normality test
Dependent Variable:								
<i>CO2 per capita</i>	(t CO2e/capita)	44	1.896	1.895	0.437	1.040	2.527	[3.3002]
Independent Variables:								
<i>Financial inclusion Institution</i>	(Scale 0 - 1)	44	0.082	0.058	0.049	0.036	0.220	[18.130]***
<i>Financial inclusion Market</i>	(Scale 0 - 1)	44	0.254	0.268	0.077	0.136	0.453	[1.2965]
Control Variables:								
<i>Energy use efficiency</i>	(2021 PPP \$)	44	15.09	15.10	1.598	12.64	19.02	[2.5406]
<i>Renewable energy</i>	(% of Energy)	44	5.837	6.018	1.841	3.197	9.024	[4.0108]
<i>Real GDP per capita</i>	(2015 US\$)	44	2600.5	2495.3	757.4	1431.4	4111.2	[2.9351]
<i>Trade openness</i>	(% of GDP)	44	48.45	46.15	11.64	29.86	74.46	[2.4683]
<i>Urbanization</i>	(% of Population)	44	43.14	42.99	0.432	42.66	43.95	[6.7320]**

Note: ***, **, * indicate significance at 1%, 5% and 10% respectively.

تشير بيانات الفترة ١٩٨٠-٢٠٢٣ إلى أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد الواحد بقيت عند مستويات معتدلة (بمتوسط ١.٨٩٦ طن/فرد)، ما يعكس بنية اقتصادية لم تصل بعد إلى مستويات صناعية عالية الكثافة الكربونية. ومع ذلك، فإن التباين (٠.٤٣٧) يشير إلى وجود فترات شهدت تغيراً ملموساً، ربما بفعل النمو الاقتصادي أو التحول في مزيج الطاقة. وبالنظر إلى مؤشري الشمول المالي، نجد أن مؤشر المؤسسات (بمتوسط ٠.٠٨٢) منخفض جداً، ما يعكس هشاشة البنية التحتية

المالية من حيث التغطية الجغرافية أو عدد المؤسسات المالية المتاحة للفرد. في المقابل، فإن متوسط مؤشر السوق (٢٠٢٥٤) أعلى نسبياً، مما قد يشير إلى تطور أدوات التمويل والخدمات المالية، دون أن يصاحب ذلك توسع مؤسسي. هذا الانفصال بين الجانبين قد يُشير جزئياً إلى ضعف كفاءة الشمول المالي في مصر.

من جهة أخرى، فإن كفاءة استخدام الطاقة (١٥.٠٩ دولار ناتج/وحدة طاقة) تشير إلى مستوى إنتاجي مقبول نسبياً، لكن القيم الدنيا (١٢.٦٤) توحى بوجود فترات أو قطاعات منخفضة الكفاءة، ربما بسبب الاعتماد على مصادر تقليدية أو تقنيات قديمة. ارتباط ذلك بالانبعاثات الكربون يُحتمل أن يكون مباشراً، حيث الكفاءة المنخفضة غالباً ما ترتبط بارتفاع الانبعاثات. أما الطاقة المتجددة فتتمثل نسبة ضئيلة من إجمالي الاستهلاك (متوسط 5.84%)، وهي إشارة واضحة إلى بطء تبني مصادر الطاقة النظيفة خلال العقود الماضية. هذا الضعف في التحول الطاقى يعكس غياب استراتيجيات حازمة في سياسة الطاقة، رغم وجود إمكانيات قد تكون متاحة. ويُحتمل أن يكون هذا أحد العوامل المفسرة لاستقرار نسبي في معدلات الانبعاثات، بدلاً من انخفاضها.

وبالنسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي للفرد (٢٦٠٠ دولار)، فهو يعكس مستوى دخل متوسط إلى منخفض، ويتسق مع مستويات متوسطة من الانبعاثات والاعتماد على الوقود التقليدي. أما الانفتاح التجاري بمعدل 48.5% من الناتج المحلي يُعد مرتفعاً نسبياً، ما يشير إلى اقتصاد منفتح على التجارة الدولية، وهو ما قد تكون له آثار مزدوجة: فمن جهة يمكن أن يجذب التكنولوجيا النظيفة، ومن جهة أخرى قد يؤدي إلى "تسرب الكربون" إذا أصبحت البلاد وجهة للصناعات الملوثة. أما التحضر الذي استقر عند حوالي 43% فهو مؤشر على بنية ديموغرافية ما زالت شبه ريفية، ما قد يُفسر محدودية الضغط الكربوني نسبياً، لكن في الوقت نفسه يُشير إلى تحديات مستقبلية محتملة حال تسارعت وتيرة التحضر دون بنية تحتية مستدامة.

Table 3. Correlation matrix between study variables, 1980-2023

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>ln CO2 per capita</i>	(1) 1							
<i>ln Fin. inclusion: Institution</i>	(2) 0.739	1						
<i>ln Fin. inclusion: Market</i>	(3) 0.830	0.779	1					
<i>ln Energy use efficiency</i>	(4) 0.633	0.751	0.573	1				
<i>ln Renewable energy</i>	(5) -0.933	-0.906	-0.833	-0.721	1			
<i>ln Real GDP per capita</i>	(6) 0.933	0.898	0.826	0.824	-0.982	1		
<i>ln Trade openness</i>	(7) -0.407	-0.575	-0.384	-0.683	0.434	-0.522	1	
<i>ln Urbanization</i>	(8) -0.711	-0.450	-0.486	-0.762	0.642	-0.726	0.422	1

Note: All correlation coefficients are statistically significant at the 1% level..

وهنا تكشف مصفوفة الارتباط بالجدول ٣ إلى أن انبعاثات CO₂ للفرد ترتبط بشكل إيجابي قوي بكل من الشمول المالي المؤسسي (73.9%) وشمول السوق المالي (83%). هذه العلاقة تعكس أن توسع النشاط المالي لم يترافق مع سياسات بيئية موازية؛ بل قد يكون قد ساهم في توسيع أنشطة اقتصادية عالية الانبعاث، مثل التوسع العمراني غير المستدام أو التمويل الموجّه نحو مشاريع ذات كثافة طاقة مرتفعة. هذا النمط يتناقض مع التوجهات التي ترى في الشمول المالي أداة لتمويل الطاقة المتجددة والمشاريع النظيفة.

وبالنسبة للمتغيرات الضابطة، فنجد أن أكثر المتغيرات الضابطة ارتباطاً بانبعاثات الكربون هي الناتج المحلي للفرد (93.3%) هذه العلاقة القوية جداً تشير إلى نمط تقليدي من النمو الاقتصادي المصحوب بارتفاع التلوث، وهو ما يتوافق مع المراحل الأولى من "منحنى كوزننتس البيئي" دون بلوغ نقطة التحول البيئية. كذلك الطاقة المتجددة (-93.3%) هذه العلاقة السلبية القوية تُظهر أن تبني مصادر الطاقة النظيفة كان له تأثير كبير في تقليل الانبعاثات، وهو ما يبرز أهمية التحول إلى الطاقة المتجددة لتحقيق أهداف خفض الكربون. يليهم معدل التحضر بعلاقة سلبية قوية (-71.1%) وبالتالي فالتحضر قد يكون أدى إلى تقليل الانبعاثات بفضل تحسن الكفاءة في النقل واستخدام الطاقة في المدن مقارنة بالمناطق الريفية. ثم كفاءة استخدام الطاقة بعلاقة إيجابية (63.3%) وهذا قد يُفسر بظاهرة "أثر الاسترجاع"، حيث تؤدي الكفاءة لتحفيز النشاط الاقتصادي وزيادة الاستهلاك، مما يرفع الانبعاثات بدلاً من خفضها. وأخيراً، الانفتاح التجاري (-40.7%) هذه العلاقة السلبية توحي بإمكانية تأثير إيجابي للتجارة عبر استيراد التكنولوجيا أو نقل الصناعات الملوثة إلى الخارج.

٤.٤ المنهجية

نظرًا لما أظهره الشكل ٥ من وجود عدم تجانس في العلاقة بين الشمول المالي وانبعثات الكربون للفرد في مصر، فإن الورقة البحثية تتبنى منهجيات تحليلية مختلفة لالتقاط طبيعة العلاقة بدقة. فقد أوضح الشكل أن العلاقة بين الشمول المالي من خلال المؤسسات البنكية وانبعثات الكربون تتخذ شكلًا غير خطي (على هيئة حرف U مقلوب) كما في Panel A، في حين أن العلاقة بين الشمول المالي للأسواق المالية وانبعثات الكربون تبدو خطية كما في Panel B. وبناءً عليه، تم اختيار نماذج قياسية تتلاءم مع طبيعة كل علاقة، حيث سيتم استخدام نموذج NARDL لتحليل أثر الشمول المالي للمؤسسات البنكية على انبعثات الكربون، نظرًا لطبيعة العلاقة غير الخطية، في حين سيتم توظيف نموذج ARDL لتحليل العلاقة بين الشمول المالي للأسواق المالية والانبعثات، لملاءمته مع العلاقات الخطية.

فيُعد نموذج (ARDL (Autoregressive Distributed Lag Model، كما طوره [Pesaran, et al. \(2001\)](#)، من أبرز الأدوات القياسية لتحليل العلاقات الديناميكية بين المتغيرات الاقتصادية في الأجلين القصير والطويل، مع تجاوز القيود المرتبطة بنماذج التكامل المشترك التقليدية مثل Johansen، Engle-Granger. ويتميز النموذج بعدة خصائص تجعله شائع الاستخدام في الدراسات التطبيقية، أبرزها: *i*) المرونة في التكامل، حيث يمكن استخدامه عندما تكون المتغيرات متكاملة من الدرجة الأولى (1) أو غير متكاملة (0)، شرط ألا تكون من الدرجة الثانية (2). *ii*) إدراج فترات إبطاء كافية (Lags) مما يساعد في تتبع التأثيرات الديناميكية للعلاقات الاقتصادية. *iii*) الكفاءة في العينات الصغيرة: حيث يمكنه تقديم نتائج موثوقة دون الحاجة إلى حجم عينة كبير. *iv*) القدرة على تقدير الأجلين القصير والطويل في إطار واحد. وأخيرًا، *v*) استخراج نموذج تصحيح الخطأ (ECM) بشكل مباشر، لقياس سرعة التعديل إتجاه التوازن في الأجل الطويل.

أما أسلوب (NARDL (Nonlinear Autoregressive Distributed Lag Model، كما طورها [Shin, et al. \(2014\)](#)، فهي امتداد غير خطي لمنهجية ARDL، وتسمح بتحليل العلاقات غير المتماثلة بين المتغيرات، سواء على المدى القصير أو الطويل، حتى في وجود تباين في درجات التكامل. وتتمثل الفكرة الرئيسة للنموذج في تفكيك المتغير المستقل إلى مكونين يعكسان التغيرات الإيجابية والسلبية بشكل منفصل، ما يتيح اختبار ما إذا كانت زيادات المتغير المستقل تؤدي إلى نتائج مختلفة عن الانخفاضات. وتُعد هذه الخاصية ذات أهمية خاصة في تحليل العلاقات الاقتصادية التي لا تكون دائمًا متماثلة من حيث التأثير. ومن الناحية الإجرائية، تبدأ تطبيقات NARDL باختبار تماثل العلاقة باستخدام اختبارات مثل Wald أو BDS، يلي ذلك تقسيم

المتغير إلى مركباته الإيجابية والسلبية التراكمية. ثم يتم استخدام اختبار الحدود للتحقق من وجود علاقة طويلة الأجل، وفي حال ثبوتها، يمكن تقدير الأثر غير المتماثل للتغيرات الصاعدة والهابطة في كل من الأجلين.

وبناءً على ذلك، فإن اعتماد أسلوبين مختلفين (ARDL، NARDL) يعكس ملائمة النماذج مع خصائص العلاقات موضوع الدراسة، ويضمن الحصول على تقديرات أكثر دقة وواقعية.

٥. النتائج والمناقشة

بعد التحقق من سكون السلاسل الزمنية والتأكد من عدم وجود أي متغيرات في النموذج درجة تكاملها $I(2)$ ، وهو شرط تطبيق ARDL، NARDL. بالإضافة إلى التحقق من جودة النماذج المستخدمة في التحليل وخلوها من مشاكل القياس المختلفة، وذلك للاطمئنان إلى النتائج المتحصلة. تم تقدير نموذجي الدراسة سواء للمؤسسات أو الأسواق في الجدول ٤ والذي يوضح نتائج الأجل الطويل والقصير ومعامل تصحيح الخطأ، بالإضافة إلى الإحصاءات العامة، واختبار الحدود للتكامل المشترك، واختبار عدم التماثل بالنسبة للعلاقات غير الخطية، وأخيراً حجم الأثر (الدالة العملية) لعلاقة الشمول المالي بالمخاطر البيئية.

ومن أسفل الجدول ٤ يتضح أن قيمة إحصائية F المحسوبة لاختبار الحدود جاءت دالة إحصائياً عند 1% للأربع انحدارات مما يفيد وجود علاقة توازنه طويلة الأجل بين الشمول المالي (للمؤسسات أو الأسواق) وباقي المتغيرات المفسرة وبين انبعاثات الكربون للفرد (المخاطر البيئية)، أي هناك علاقة تكامل مشترك عند مستوى 1%. مما يمكننا من تحليل العلاقات طويلة وقصيرة الأجل بين المتغيرات.

ومن نتائج النموذج الأول الخاص ببحث أثر الشمول المالي للمؤسسات البنكية على انبعاثات الكربون باستخدام نموذج NARDL، يتضح وجود عدم تماثل واضح في تأثير الشمول المالي للمؤسسات على انبعاثات الكربون للفرد في مصر في الأجلين الطويل والقصير، فجاءت قيمة معامل CUMDP للتغيرات الإيجابية في الشمول المالي بالأجل الطويل -0.863، مما يشير إلى أن الزيادات في الشمول المالي للمؤسسات البنكية تؤدي إلى انخفاض كبير في انبعاثات الكربون على المدى الطويل. بعبارة أخرى، تحسين الوصول إلى الخدمات البنكية يسهم في تقليل الانبعاثات الكربونية، ربما من خلال دعم الاستثمارات في التقنيات النظيفة أو تحسين الكفاءة المالية والاقتصادية. وفي المقابل، جاءت قيمة معامل CUMDN للتغيرات السلبية في الشمول المالي 0.540، هذا يعني أن الانخفاض في الشمول المالي يرتبط بزيادة انبعاثات الكربون على المدى الطويل، مما يدل على أن التراجع في تغطية أو كفاءة المؤسسات البنكية قد يؤدي إلى آثار بيئية

سلبية. كما أن كلا الأثرين أقوى في الأجل القصير من حيث القيمة المطلقة مقارنة بالأجل الطويل، ما يشير إلى استجابة بيئية أكثر حدة وسرعة للتغيرات الفورية في الشمول المالي.

Table 4. Financial inclusivity and climate risks: Econometric results
Dependent Variable: $\ln CO_2$ per capita

	Financial inclusion: Institution		Financial inclusion: Market	
	Model (1)	Model (2)	Model (1)	Model (2)
Long-run coefficients:				
CUMDP (In Financial inclusion)	-0.863 [-31.11]***	0.731 [3.459]***	-0.103 [-1.169]	3.197 [3.449]***
CUMDN (In Financial inclusion)	0.540 [16.96]***	1.659 [9.577]***		
$\ln (FI \times EE)$		-0.487 [-7.275]***		-1.073 [-3.167]**
$\ln$ Energy use efficiency (EE)	0.370 [4.719]***	-0.904 [-4.524]***	-1.502 [-3.059]***	-0.892 [-2.123]**
$\ln$ Renewable energy (RE)	-1.038 [-20.77]***	-1.202 [-10.81]***	-1.724 [-4.004]***	-2.032 [-3.748]***
$\ln$ Real GDP per capita (Y)	1.395 [21.79]***	-0.043 [-3.889]**	1.109 [3.757]**	0.670 [1.781]*
$\ln$ Trade openness (ITO)	-0.045 [-3.652]***	0.618 [5.256]***	-0.296 [-7.034]***	-0.053 [-1.723]*
$\ln$ Urbanization (URB)	-8.439 [-25.61]***	-6.233 [-8.394]***	-22.75 [-9.711]***	-16.62 [-7.603]***
Constant	23.64 [18.45]***	20.36 [7.031]***		
Trend			-0.059 [-5.330]***	-0.071 [-5.745]***
Error correction coefficient:				
ECM(-1)	-3.986 [-18.87]***	-1.448 [-15.43]***	-0.528 [-15.47]***	-0.626 [-20.75]***
Short-run coefficients:				
$\ln CO_2$ per capita	-3.986 [-10.19]***	-1.448 [-9.709]***	-0.528 [-5.284]***	-0.626 [-10.44]***
CUMDP (In Financial inclusion)	-3.441 [-9.951]***	1.059 [3.683]***	-0.054 [-1.400]	2.003 [4.082]***
CUMDN (In Financial inclusion)	2.153 [8.334]***	2.404 [8.006]***		
$\ln (FI \times EE)$		-0.705 [-6.930]***		-0.672 [-3.692]***
$\ln$ Energy use efficiency (EE)	1.473 [4.376]***	-1.309 [-4.978]***	-0.793 [-3.276]***	-0.559 [-2.138]**
$\ln$ Renewable energy (RE)	-4.138 [-9.523]***	-1.740 [-6.575]***	-0.910 [-3.577]***	-1.273 [-4.276]***
$\ln$ Real GDP per capita (Y)	5.559 [9.078]***	-0.063 [-3.583]***	0.585 [3.544]***	0.419 [1.613]
$\ln$ Trade openness (ITO)	-0.179 [-3.580]***	0.895 [4.555]***	-0.156 [-5.977]***	-0.033 [-1.774]*
$\ln$ Urbanization (URB)	-33.64 [-9.119]***	-9.029 [-5.900]***	-12.01 [-6.056]***	-10.41 [-7.791]***
Constant	94.21 [8.598]***	29.50 [5.327]***	45.95 [5.672]***	41.38 [7.161]***
Trend			-0.031 [-4.420]***	-0.044 [-6.094]***
Key Regression Statistics				
Method	NARDL	NARDL	ARDL	ARDL
F-Bounds test	18.4664***	16.6559***	19.4451***	35.4889***
Selected model	(3,3,4,3,3,3,3)	(0,2,0,2,1,0,0,0)	(3,3,2,2,0,3,2)	(1,0,0,2,0,2,2,0)
Symmetry test (χ^2 stats.)	93.7177***	44.8740***		
Adjusted R-squared	97.4%	93.4%	99.9%	99.6%
Fisher test (F stats.)	45.8981***	30.6657***	1033.18***	579.042***
Effect Size for Financial inclusion: Cohen's d				
CUMDP (In Financial inclusion)	-25.399 [Large]	1.5467 [Large]	-0.6751 [Medium]	1.4706 [Large]
CUMDN (In Financial inclusion)	13.845 [Large]	4.2829 [Large]		
$\ln (FI \times EE)$		-3.2533 [Large]		-1.3505 [Large]

Note: ***, **, * indicate significance at 1%, 5% and 10% respectively.

وقد جاءت إحصائية χ^2 لاختبار عدم التماثل (93.718) دالة إحصائياً عند 1%، مما يدل على وجود أثر غير متماثل في العلاقة بين الشمول المالي وانبعاثات الكربون، مما يبرر استخدام نموذج NARDL. فالزيادة في الشمول المالي تؤدي إلى تحسن بيئي (تقليل الانبعاثات)، بينما التراجع فيه يؤدي إلى تدهور بيئي (زيادة الانبعاثات)، وهو ما يتسق مع أدبيات تربط الشمول المالي بالتنمية المستدامة والتحول نحو الاقتصاد الأخضر.

وبالنسبة للمتغيرات الضابطة فتشير النتائج إلى أن تحسن كفاءة استخدام الطاقة يؤدي إلى زيادة في انبعاثات الكربون للفرد على المدى الطويل (0.370)، وهو ما قد يبدو مفاجئاً، ولكنه قد يُعزى إلى "أثر الارتداد (rebound effect)"، حيث يؤدي تحسن الكفاءة إلى زيادة الاستهلاك الكلي للطاقة. كما أن النمو الاقتصادي مرتبط بزيادة الانبعاثات الكربونية في الأجل الطويل (1.395)، مما يدعم فرضية أن التنمية الاقتصادية في مصر ما زالت تعتمد على أنشطة ملوثة للبيئة. وفي المقابل، نجد أن زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة، والانفتاح التجاري، والتحضر تؤدي إلى انخفاض ملحوظ في انبعاثات الكربون. مما يؤكد على أهمية الطاقة النظيفة في دعم التحول البيئي المستدام، مع انتقال التكنولوجيا أو تحسن الكفاءة البيئية عبر التجارة، وتوافر خدمات النقل الجماعي وكفاءة البنية التحتية في المدن الكبرى مقارنة بالمناطق الريفية. وقد جاءت نتائج الأجل القصير متسقة مع نتائج الأجل الطويل. كما أن التغير في انبعاثات الكربون في الأجل القصير يساهم في الحد من الانبعاثات في الأجل القصير.

كما أن معامل تصحيح الخطأ (ECM) جاء سالباً ودال إحصائياً عند 1%، مما يشير إلى وجود علاقة توازنه طويلة الأجل بين المتغيرات، ويعني أن حوالي 399% من الانحراف عن التوازن يتم تصحيحه في فترة واحدة، وهي سرعة تصحيح عالية جداً تشير إلى استجابة سريعة للمتغيرات نحو التوازن.

وبالانتقال للنموذج الثاني الخاص ببحث أثر الدور التفاعلي (غير المباشر) للشمول المالي للمؤسسات وكفاءة استخدام الطاقة على انبعاثات الكربون باستخدام نموذج NARDL، فنكتشف وجود تأثير سلبي للمتغير التفاعلي ($FI \times EE$) على انبعاثات الكربون للفرد، وهذا يتضمن أن الشمول المالي عندما يكون مصحوباً بكفاءة أعلى في استخدام الطاقة، فإن الأثر البيئي يصبح أكثر إيجابية (أي أن الانبعاثات تنخفض). وهذا يعكس أهمية التكامل بين السياسات المالية وسياسات الطاقة لتحقيق أهداف الاستدامة. وبالتالي فالعلاقة بين الشمول المالي والانبعاثات الكربونية ليست فقط غير خطية، ولكنها مشروطة بمستوى كفاءة الطاقة. فالتحسين في الشمول المالي قد لا يكون كافياً لخفض الانبعاثات إذا لم يُقترن بكفاءة عالية في استخدام الطاقة. فالمتغير التفاعلي يمثل نقطة محورية لصانعي السياسات، فدعم الشمول المالي يجب أن يتم عبر آليات صديقة للبيئة مثل تمويل

الطاقة النظيفة أو مشاريع الكفاءة الطاقية. كما أن التفاعل قد أظهر تأثير سلبي لكفاءة استخدام الطاقة على انبعاثات الكربون للفرد، وهذا يعزز من صحة السياسات التي تُشجع على الابتكار التكنولوجي، وتحديث البنية التحتية الطاقية، وتقليل الفاقد في الإنتاج والاستهلاك.

وبالنسبة للشمول المالي للأسواق المالية، أوضح النموذج الأول الخاص ببحث أثر الشمول المالي للأسواق المالية على انبعاثات الكربون باستخدام نموذج ARDL، إلى عدم وجود أي تأثير للشمول المالي للمؤسسات على انبعاثات الكربون للفرد، ما يشير إلى أن تحسن الوصول إلى الأسواق المالية لا يؤثر بشكل مباشر أو جوهري على الانبعاثات الكربونية في الأجلين الطويل والقصير. وبالنسبة للمتغيرات الضابطة، فتكشف نتائج النموذج أن تحسين كفاءة الطاقة، وزيادة استخدام الطاقة المتجددة، والتوسع في الانفتاح التجاري والتحضر يخفض انبعاثات الكربون بشكل كبير، مما يؤكد على أهمية برامج ترشيد الطاقة وتحديث تقنياتها، ودور التحول نحو مصادر الطاقة النظيفة، وتحسن التكنولوجيا أو نقل ممارسات أكثر كفاءة بيئيًا من خلال التجار، ودور البنية التحتية المتطورة في المدن في خفض الكثافة الكربونية، أو تحسين كفاءة النقل والطاقة. بينما زيادة دخل الأفراد يؤدي إلى زيادة الانبعاثات، مما يعكس أن العلاقة التقليدية بين التنمية الاقتصادية والتأثير البيئي (منحنى كوزنتس البيئي) قد تنطبق جزئيًا. كما أن الاتجاه العام لتطور الانبعاثات الكربونية خلال فترة الدراسة كان تنازليًا، مما يدل على تقدم في السياسات البيئية والتكنولوجية التي ساهمت في الحد من الانبعاثات.

بينما أوضح النموذج الثاني الخاص ببحث أثر الدور التفاعلي (غير المباشر) للشمول المالي للأسواق المالية وكفاءة استخدام الطاقة على انبعاثات الكربون باستخدام نموذج ARDL، إلى وجود تأثير سلبي للمتغير التفاعلي على انبعاثات الكربون في الأجلين الطويل والقصير. وبالتالي فتحسن كفاءة الطاقة مع زيادة الشمول المالي يؤدي إلى تقليل الانبعاثات، وهذا يعزز أهمية تحسين كفاءة الطاقة مع التوسع في الوصول إلى الأسواق المالية. كما أدى التفاعل إلى إظهار تأثير إيجابي مباشر للشمول المالي للأسواق على انبعاثات الكربون للفرد بالأجلين الطويل والقصير، وهذا يعني أن زيادة الشمول المالي قد يرتبط بزيادة في انبعاثات الكربون، وربما يشير إلى أن توسع الوصول إلى الخدمات المالية يؤدي إلى استهلاك أكبر للطاقة والموارد.

وأخيراً، تُشير الإحصاءات العامة إلى ارتفاع قيمة معامل التحديد المعدل ($\bar{R}^2$) والتي تتراوح مابين 93.4% - 99.9%، مما يُشير لارتفاع القوة التفسيرية للنماذج. كما يشير اختبار فيشر (Fisher) إلى رفض الفرض العدمي وقبول الفرض البديل بوجود دلالة إحصائية للنماذج المستخدمة ككل عند مستوى معنوية 1%.

■ مناقشة النتائج

يُعدّ التخفيف من أخطار المناخ مصدر قلق كبير للاقتصادات الناشئة، نظراً لتوقعات هذه الدول بتحقيق نمو اقتصادي سريع، والذي قد يؤدي في الوقت نفسه إلى تدهور البيئة. وفي هذا الصدد، تُشير نتائجنا، إلى عدم وجود تجانس في تأثير الشمول المالي على انبعاثات الكربون للفرد بناءً على ما إذا كان الشمول المالي للمؤسسات البنكية أو الأسواق المالية. فتشير نتائج نموذج NARDL إلى وجود علاقة غير خطية على شكل حرف U مقلوب بين الشمول المالي للمؤسسات المالية وانبعاثات الكربون للفرد في مصر. ويعكس هذا النمط غير الخطي أن أثر الشمول المالي على البيئة لا يسير في اتجاه واحد، بل يتغير حسب مستوى الشمول المالي ذاته. ففي المرحلة الأولى، حيث يكون مستوى الشمول المالي منخفضاً، تؤدي الزيادة في الشمول المالي إلى ارتفاع في انبعاثات الكربون. ويرجع ذلك إلى أن المؤسسات التي تدخل النظام المالي حديثاً غالباً ما تستخدم التمويل في توسيع أنشطتها الإنتاجية بالاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية وتقنيات قديمة تفقر إلى الكفاءة البيئية، مما يؤدي إلى زيادة الانبعاثات. وقد أشار [Shahbaz, et al. \(2015\)](#) إلى أن التوسع المالي في مراحله الأولى قد يؤدي إلى آثار بيئية سلبية نتيجة استخدام الموارد المالية في أنشطة ملوثة.

ولكن مع استمرار تحسن الشمول المالي وبلوغ المؤسسات مستوى أعمق من الاندماج في النظام المالي، تبدأ آثاره البيئية في التغير. ففي هذه المرحلة، تستثمر المؤسسات بشكل أكبر في التقنيات النظيفة وتحسين كفاءة الطاقة، كما يمكنها الوصول إلى أدوات تمويل خضراء وممارسات تشغيل أكثر استدامة، مما يؤدي إلى تراجع تدريجي في انبعاثات الكربون. وهذا ما يمثل الجانب الهابط من منحنى U المقلوب. ويدعم هذا التفسير ما توصل إليه [Shin, et al. \(2014\)](#) في إطار تحليلهم للعلاقات غير المتماثلة، وكذلك ما أشار إليه [Zhang & Liu \(2023\)](#) من أن الشمول المالي، في ظل حوكمة مؤسسية فعّالة، قد يشكل أداة لتحفيز التحول نحو اقتصاد منخفض الكربون.

وبالتالي، توضح النتائج أن الشمول المالي للمؤسسات لا يُعد عاملاً بيئياً موجِباً أو سلبياً بشكل مطلق، بل يتوقف تأثيره على المرحلة التي تمر بها المؤسسات في علاقتها مع النظام المالي، وهو ما يعكس أهمية صياغة سياسات مالية تراعي هذه الديناميكية وتدعم التحول التدريجي نحو التمويل المستدام.

بينما تُظهر النتائج أن الشمول المالي للأسواق المالية يُعزز أخطار المناخ من خلال زيادة انبعاثات الكربون، وهذا يتضمن أن سياسات تعزيز الشمول المالي للأسواق المُطبقة في مصر لا تُحقق أهدافها المتعلقة بالرفاهية البيئية. علاوة على ذلك، يُمكن تفسير العلاقة الإيجابية بين الشمول المالي للأسواق وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من حيث الآثار البيئية السلبية المرتبطة بتأثير الحجم للنمو الاقتصادي (Shahbaz, et al., 2016). يُشير "تأثير الحجم" بشكل أساسي إلى أنه مع ارتفاع مستوى الإنتاج المحلي (أي مع بدء نمو الاقتصاد)، يميل ذلك إلى الضغط على الطلب على الطاقة، مما يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وبالمثل، يُمكن ربط الشمول المالي في مصر بارتفاع الطلب على الطاقة من قنوات الإنتاج والاستهلاك. علاوة على ذلك، ونظراً لاعتماد هذه الدول الناشئة بشكل كبير على الوقود الأحفوري، فمن المتوقع أن يؤدي ارتفاع مستويات الطلب على الطاقة واستخدامها، نتيجةً للشمول المالي، إلى تعزيز أرقام انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر. وقد أفاد (Dou & Li (2022)، Liu, et al. (2022a) بآثار مماثلة لتعزيز انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجةً لزيادة الشمول المالي في دول البريكس وخمس دول آسيوية ناشئة على التوالي. ومن ناحية أخرى، يشير اكتشاف مكاسب كفاءة استخدام الطاقة التي تقلل من أخطار المناخ عن طريق الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى أن تأثير الارتداد لا يحدث في مصر. ونتيجةً لذلك، إذا أمكن استخدام موارد الطاقة بكفاءة أكبر، فمن المرجح أن يتم توفير موارد الطاقة للاستهلاك المستقبلي دون المساس بالطلب الإجمالي على الطاقة. وبالتالي، يمكن افتراض أن إدارة جانب الطلب لمتطلبات الطاقة، الناتجة عن كفاءة الطاقة، فعالة في السيطرة على ارتفاع مستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر. وتتوافق نتائجنا مع التأكيدات التي طرحها Liu, et al. (2021) في الدراسة. حيث ادعى المؤلفون أن تأثير الارتداد مسؤول عن زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الصين على المستويين الجزئي والكلي. تتوافق هذه النتيجة المتعلقة بالعلاقة السلبية بين كفاءة استخدام الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون مع النتائج التي أوردتها Nibedita & Irfan (2021) في حالات أكبر سبع اقتصادات ناشئة. علاوة على ذلك، من النتائج الرئيسية الأخرى لهذه الدراسة الحالية أن ارتفاع حصص الطاقة المتجددة في إجمالي مستويات الاستهلاك النهائي للطاقة

في مصر يمكن أن يخفف من أخطار المناخ من خلال الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وهذا أمر مفهوم من منظور أن ارتفاع حصص استهلاك الطاقة المتجددة في إجمالي مستوى استهلاك الطاقة يشير إلى انخفاض الاعتماد على الوقود الأحفوري في مصر المثيرة للقلق. وبالتالي، مع انخفاض كميات موارد الطاقة غير النظيفة التي يتم حرقها، يمكن توقع انخفاض كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة باستخدام الطاقة. وبناءً على ذلك، فقد تم تسليط الضوء بشكل مناسب على أهمية التحول نحو قطاع طاقة قائم على الطاقة المتجددة لتحسين الظروف البيئية عالمياً في العديد من الدراسات السابقة (Sun, et al., 2022). تدعم نتائجنا أيضاً الدراسات التي أجراها (Zafar, et al. (2019 على ١٨ اقتصاداً ناشئاً، Paramati, et al. (2017 لدول الأحد عشر التالية.

وبصرف النظر عن التأثير المباشر لمكاسب كفاءة استخدام الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، نجد أن الاستخدام الفعال للطاقة يُحدث تأثيراً مُخففاً لخفض أخطار المناخ من خلال تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مع الشمول المالي سواء للمؤسسات أو الأسواق. ويمكن اعتبار هذه النتيجة جديدة نظراً لأن التأثيرات المُخففة للشمول المالي على البيئة، من خلال القطاع المالي، هي بعض القضايا غير المستكشفة في الأدبيات. والأهم من ذلك، أن التأثير المشترك لتنشيط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لمكاسب كفاءة استخدام الطاقة وزيادة الشمول المالي يُظهر أن دور الشمول المالي في الحد من أخطار المناخ مشروط بتحسين المستوى العام لكفاءة استخدام الطاقة في مصر المثيرة للقلق. ويمكن تفسير هذه الظاهرة من خلال فهم أنه مع تزايد شمول القطاع المالي، يُمكن توقع الضغط على الطلب على الطاقة. وفي ظل هذه الظروف، إذا كان استخدام التكنولوجيا المتقدمة قادراً على ضمان استخدام أكثر كفاءة للطاقة، فإن الارتفاع الكبير في الطلب على الطاقة الناجم عن الشمول المالي يمكن إدارته بفعالية؛ وبالتالي، يمكن توقع انخفاض أرقام انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الدول الناشئة.

النتيجة الرئيسية الأخرى المتعلقة بالنمو الاقتصادي الذي يعزز أخطار المناخ من خلال تحفيز ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تؤكد فكرة أنه نظراً لأن مصر في طريقها لتحقيق نمو أعلى لاقتصادها وتدير احتياجاتها من الطاقة في الغالب باستخدام مصادر غير متجددة، فمن المرجح أن تؤدي الأنشطة الاقتصادية التي تتم في مصر إلى مقايضة بين النمو الاقتصادي الأعلى وزيادة الضائقة البيئية. يربط هذا السيناريو بنظرية EKC، تشير نتائجنا إلى أن مصر تعمل في الجزء المنحدر الصاعد من EKC ولم تصل بعد إلى مستوى النمو العتيبي الذي يمكن بعده اعتماد

سياسات تثبيط ثاني أكسيد الكربون وتنفيذها. تؤكد نتائجنا المتعلقة بالعلاقة الإيجابية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون النتائج التي وثقها (Wan & Zhang 2021) لـ ١٨٢ اقتصادًا عالميًا، (Shahbaz, et al. (2021) للاقتصاد الناشئ في الهند.

كمت أظهر الانفتاح التجاري اتجاهًا سالبًا على انبعاثات الكربون، مما يعني أن زيادة درجة الانفتاح على الاقتصاد العالمي ترتبط بانخفاض الانبعاثات الكربونية. يمكن تفسير هذا الأثر من خلال عدة آليات: من جهة، قد يؤدي الانفتاح التجاري إلى انتقال التكنولوجيا النظيفة والمعرفة البيئية من الشركاء التجاريين الأكثر تقدمًا، مما يحسن من كفاءة الإنتاج المحلي ويقلل من الاعتماد على مصادر الطاقة الملوثة. كما أن تحرير التجارة قد يُعزز من المنافسة التي تدفع المنتجين المحليين إلى تبني ممارسات إنتاج أكثر كفاءة لتقليل التكاليف، بما في ذلك التكاليف البيئية. وتدعم هذه النتيجة ما توصل إليه (Antweiler, et al. (2001 في دراستهم عن تأثير التجارة على البيئة، حيث أشاروا إلى أن التجارة قد تقلل الانبعاثات من خلال "تأثير التقنية (Technique Effect)" (Effect) متى ما تم نقل التكنولوجيا الأنظف.

وأخيرًا، فالعلاقة السلبية بين التضرر وانبعاثات الكربون، تعكس تحولًا في طبيعة المدن المصرية، حيث إن التوسع الحضري قد أصبح يترافق تدريجيًا مع تحسين في البنية التحتية، وزيادة الكفاءة الطاقية، وتوسع وسائل النقل العام. فالتضرر المدعوم بتخطيط عمراني فعال يمكن أن يقلل من الأثر البيئي عبر تقليل الاعتماد على النقل الفردي، وتكثيف الأنشطة الاقتصادية ضمن نطاقات جغرافية محدودة، ما يحد من استهلاك الطاقة وانبعاثاتها. وتشير بعض الدراسات الحديثة مثل تلك التي أجراها (Poumanyong & Kaneko (2010 إلى أن أثر التضرر على البيئة يختلف بحسب مستوى الدخل، حيث يمكن أن يكون التضرر عاملاً إيجابيًا بيئيًا في الدول ذات البنية التحتية المتطورة نسبيًا.

٦. الاستنتاجات وانعكاساتها على السياسات الاقتصادية

تشكل قضايا التغير المناخي تحديًا جوهريًا أمام الاقتصادات الناشئة، التي تسعى لتحقيق معدلات نمو اقتصادي مرتفعة قد تُفضي، في المقابل، إلى آثار بيئية سلبية. وفي هذا السياق، هدفت هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين الشمول المالي وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر، مع الأخذ في الاعتبار عددًا من المحددات الأخرى مثل كفاءة استخدام الطاقة، والطاقة المتجددة، والنمو الاقتصادي، والانفتاح التجاري، والتضرر، وذلك ضمن إطار STIRPAT للفترة من ١٩٨٠ إلى ٢٠٢٣.

تشير النتائج التجريبية إلى وجود تباين في تأثير الشمول المالي على نصيب الفرد من انبعاثات الكربون، وذلك بحسب نوع الشمول المالي. فقد كشفت نتائج نموذج NARDL عن علاقة غير خطية على شكل منحني U مقلوب بين الشمول المالي للمؤسسات المالية وانبعاثات الكربون للفرد، وهو ما يعكس تحولاً في التأثير البيئي لهذا النوع من الشمول حسب مرحلة التطور. ففي المراحل المبكرة، يسهم ارتفاع الشمول المالي في زيادة الانبعاثات نتيجة توجيه التمويل نحو أنشطة إنتاجية تعتمد على الطاقة التقليدية. ومع تعمق هذا الشمول، تبدأ المؤسسات في تبني تقنيات نظيفة وممارسات تشغيل أكثر استدامة، ما يؤدي إلى تقليص الانبعاثات.

في المقابل، تظهر النتائج وجود علاقة خطية موجبة بين الشمول المالي للأسواق المالية وانبعاثات الكربون، إذ يؤدي اتساع نطاق الأسواق المالية إلى تسهيل التمويل لأنشطة كثيفة الانبعاثات، لا سيما في ظل اعتماد مصر الكبير على الوقود الأحفوري، وغياب ضوابط بيئية صارمة على التوسع الإنتاجي. علاوة على ذلك، أظهرت النتائج أن كفاءة استخدام الطاقة تمثل عنصراً حاسماً في التخفيف من الآثار البيئية السلبية للشمول المالي، إذ إن تعزيز الكفاءة يمكن أن يُعادل الآثار السلبية الناتجة عن توسع الوصول المالي. كما تبين أن النمو الاقتصادي، والانفتاح التجاري، والتحضر تساهم جميعها في الحد من انبعاثات الكربون على المدى الطويل، مما يشير إلى أهمية هذه العوامل في تحقيق التحول البيئي المنشود.

وتتبع هذه النتائج على عدد من السياسات ذات الصلة، أهمها: (i) تعزيز الاستدامة البيئية في القطاع المالي من خلال دمج المعايير البيئية في أدوات التمويل وتوسيع نطاق التمويل الأخضر، إلى جانب بناء قدرات المؤسسات المالية على إدارة المخاطر المناخية. (ii) تحفيز كفاءة استخدام الطاقة عبر زيادة الاستثمارات في البحث والتطوير في مجال تكنولوجيا الطاقة النظيفة، وتشجيع استبدال الأجهزة كثيفة الاستهلاك للطاقة بأخرى أكثر كفاءة، وتفعيل آليات تشجيعية مثل الحوافز المالية والإعفاءات الضريبية لتعديل سلوك المستهلكين. (iii) تسريع التحول نحو الطاقة المتجددة عبر استبدال أنظمة الطاقة المعتمدة على الوقود الأحفوري، وتوسيع استثمارات الحكومة والقطاع الخاص في مشاريع الطاقة النظيفة، بما في ذلك البحث والتطوير في مجالات تقنيات التوليد المستدامة.

■ المراجع

- Abbasi, F., & Riaz, K. (2016). CO2 emissions and financial development in an emerging economy: an augmented VAR approach. *Energy policy*, 90, 102-114.
- Acheampong, A. O., Amponsah, M., & Boateng, E. (2020). Does financial development mitigate carbon emissions? Evidence from heterogeneous financial economies. *Energy Economics*, 88, 104768. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104768>.
- Alam, M.S., Alam, M.N., Murshed, M., Mahmood, H., Alam, R. (2022). Pathways to securing environmentally sustainable economic growth through efficient use of energy: a bootstrapped ARDL analysis. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29 (33), 50025–50039.
- Alola, A.A., Ozturk, I. (2021). Mirroring risk to investment within the EKC hypothesis in the United States. *J. Environ. Manag.* 293, 112890.
- Aslam, B., Hu, J., Shahab, S., Ahmad, A., Saleem, M., Shah, S.S.A., Hassan, M. (2021). The nexus of industrialization, GDP per capita and CO 2 Environ. *Technol. Innov.* 23, 101674.
- Ben Cheikh, N., & Rault, C. (2024). Financial inclusion and threshold effects in carbon emissions. *Energy Policy*, 192.
- Bilgili, F., Muğaloğlu, E., Kuşkaya, S., Cifuentes-Faura, J., Khan, K., & Alnour, M. (2025). The nexus between the financial development and CO2 emissions: fresh evidence through time–frequency analyses. *Financial Innovation*, 11(1).
- Boulogiorgou, D., Ktenidis, P. (2020). TILOS local scale Technology Innovation enabling low carbon energy transition. *Renew. Energy* 146, 397–403.
- Cetin, M. A., & Bakirtas, I. (2020). The long-run environmental impacts of economic growth, financial development, and energy consumption: Evidence from emerging markets. *Energy and Environment*, 31(4), 634–655.
- Chaudhry, I. S., Yusop, Z., & Habibullah, M. S. (2022). Financial inclusion-environmental degradation nexus in OIC countries: new evidence from environmental Kuznets curve using DCCE approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(4), 5360–5377.
- Chen, M., Sinha, A., Hu, K., Shah, M.I. (2021). Impact of technological innovation on energy efficiency in industry 4.0 era: Moderation of shadow economy in sustainable development. *Technol. Forecast. Soc. Change* 164, 120521.

- Central Bank of Egypt. (2023). Financial inclusion indicators – 2023. Retrieved April 30, 2025, from <https://www.cbe.org.eg/-/media/project/cbe/page-content/rich-text/financial-inclusion/financial-inclusion-indicators--2023-en-v5.pdf>
- Das, N., Murshed, M., Rej, S., Bandyopadhyay, A., Mahmood, H., Hossain, M.E., Dagar, V., Bera, P. (2022). Can clean energy adoption and international trade contribute to the achievement of India's 2070 carbon neutrality agenda? Evidence using quantile ARDL measures. *Int. J. Sust. Dev. World Ecol.* <https://doi.org/10.1080/13504509.2022.2139780>.
- Dou, D., Li, L. (2022). Does sustainable financial inclusion and energy efficiency ensure green environment? Evidence from BRICS countries. *Econ. Res. - Ekon. Istraživanja*. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2032785>.
- Dong, J., Dou, Y., Jiang, Q., & Zhao, J. (2022). Can financial inclusion facilitate carbon neutrality in China? The role of energy efficiency. *Energy*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123922>.
- Dou, Y., Zhao, J., Malik, M. N., & Dong, K. (2021). Assessing the impact of trade openness on CO2 emissions: Evidence from China-Japan-ROK FTA countries. *Journal of Environmental Management*, 296(July), 113241.
- Ehrlich, P.R., Holdren, J.P. (1971). Impact of Population Growth: Complacency concerning this component of man's predicament is unjustified and counterproductive. *Science* 171 (3977), 1212–1217.
- Faisal, F., Azizullah, Tursoy, T., & Pervaiz, R. (2020). Does ICT lessen CO2 emissions for fast-emerging economies? An application of the heterogeneous panel estimations. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(10), 10778–10789.
- Gul, R., Abdulaziz Saleh Al-Faryan, M., & Ellahi, N. (2022). The Nexus Between Intellectual Capital and Financial Performance: An Econometric Analysis from Pakistan. *Journal of Asian Finance Economics and Business*, 9(7), 231–237.
- Gul, R., Leong, K., Mubashar, A., Al-Faryan, M. A. S., & Sung, A. (2023). The Empirical Nexus between Data-Driven Decision-Making and Productivity: Evidence from Pakistan's Banking Sector. *Cogent Business and Management*, 10(1).
- Haldar, A., & Sethi, N. (2022). Environmental effects of Information and Communication Technology - Exploring the roles of renewable energy, innovation, trade and financial development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153(May 2021), 111754.

- Hamid, I., Alam, M.S., Kanwal, A., Jena, P.K., Murshed, M., Alam, R. (2022). Decarbonization pathways: the roles of foreign direct investments, governance, democracy, economic growth, and renewable energy transition. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29(33), 49816–49831.
- Hussain, S., Gul, R., Ullah, S., Waheed, A., & Naeem, M. (2023). Empirical nexus between financial inclusion and carbon emissions: Evidence from heterogeneous financial economies and regions. *Heliyon*, 9(3).
- IEA (2019). Multiple Benefits of Energy Efficiency, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/multiple-benefits-of-energy-efficiency>.
- Jiang, Q., Rahman, Z. U., Zhang, X., Guo, Z., & Xie, Q. (2022). An assessment of the impact of natural resources, energy, institutional quality, and financial development on CO2 emissions: Evidence from the B&R nations. *Resources Policy*, 76(May), 102716.
- Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J., & Kui, Z. (2021). Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in belt & Road Initiative countries. *Renewable Energy*, 171, 479–491.
- Koomson, I., & Danquah, M. (2021). Financial inclusion and energy poverty: Empirical evidence from Ghana. *Energy Economics*, 94, 105085. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.105085>.
- Le, T. H., Le, H. C., & Taghizadeh-Hesary, F. (2020). Does financial inclusion impact CO2 emissions? Evidence from Asia. *Finance Research Letters*, 34.
- Li, X., Ozturk, I., Ullah, S., Andlib, Z., Hafeez, M. (2022). Can top-pollutant economies shift some burden through insurance sector development for sustainable development? *Econ. Anal. Policy* 74, 326–336.
- Lin, S., & Wu, R. (2022). On the nexus between energy efficiency, financial inclusion and environment: Evidence from emerging seven economies using novel research methods. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 35(1), 6756–6779.
- Liu, H., Ren, Y., Wang, N. (2021). Energy efficiency rebound effect research of China's coal industry. *Energy Rep.* 7, 5475–5482.
- Liu, N., Hong, C., & Sohail, M. T. (2022). Does financial inclusion and education limit CO2 emissions in China? A new perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(13), 18452–18459.
- Liu, D., Xie, Y., Hafeez, M., Usman, A. (2022). The trade-off between economic performance and environmental quality: does financial inclusion matter for emerging Asian economies. *Environ. Sci. Pollut. Res.*

- Muhammad, H. A., Sultan, H., Lee, B., Imran, M., Baek, I. H., Baik, Y. J., & Nam, S. C. (2020). Energy minimization of carbon capture and storage by means of a novel process configuration. *Energy Conversion and Management*, 215(April), 112871.
- Murshed, M., Nurmakhanova, M., Al-Tal, R., Mahmood, H., Elheddad, M., Ahmed, R. (2022). Can intra-regional trade, renewable energy use, foreign direct investments, and economic growth mitigate ecological footprints in South Asia? *Energy Sources, Part B: Econ. Plan. Pol.* 17(1), 2038730.
- Nibedita, B., Irfan, M. (2021). The role of energy efficiency and energy diversity in reducing carbon emissions: empirical evidence on the long-run trade-off or synergy in emerging economies. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28(40), 56938–56954.
- Nguyen, T. A. N. (2022). Financial Development, Human Resources, and Economic Growth in Transition Countries. *Economies*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/economies10060138>.
- Paramati, S.R., Sinha, A., Dogan, E. (2017). The significance of renewable energy use for economic output and environmental protection: evidence from the Next 11 developing economies. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24(15), 13546–13560.
- Qin, L., Raheem, S., Murshed, M., Miao, X., Khan, Z., & Kirikkaleli, D. (2021). Does financial inclusion limit carbon dioxide emissions? Analyzing the role of globalization and renewable electricity output. *Sustainable Development*, 29(6), 1138–1154.
- Razzaq, A., Fatima, T., Murshed, M. (2023). Asymmetric effects of tourism development and green innovation on economic growth and carbon emissions in Top 10 GDP Countries. *J. Environ. Plan. Manage.* 66(3), 471–500.
- Renzhi, N., & Baek, Y. J. (2020). Can financial inclusion be an effective mitigation measure? evidence from panel data analysis of the environmental Kuznets curve. *Finance Research Letters*, 37.
- Shahbaz, M., Solarin, S.A., Sbia, R., Bibi, S. (2015). Does energy intensity contribute to CO₂ 50, 215–224.
- Shahbaz, M., Jam, F.A., Bibi, S., Loganathan, N. (2016). Multivariate Granger causality between CO evidence from cointegration and causality analysis. *Technol. Econ. Dev. Econ.* 22(1), 47–74.
- Shahbaz, M., Li, J., Dong, X., & Dong, K. (2022). How financial inclusion affects the collaborative reduction of pollutant and carbon emissions: The case of China. *Energy Economics*, 107.

- Sun, Y., Li, H., Andlib, Z., Genie, M.G. (2022). How do renewable energy and urbanization cause carbon emissions? Evidence from advanced panel estimation techniques. *Renew. Energy* 185, 996–1005.
- TheGlobalEconomy.com. (2024). Carbon dioxide emissions in Egypt. Retrieved April 30, 2025, from https://www.theglobaleconomy.com/Egypt/Carbon_dioxide_emissions
- UNFCCC. (2021). United Nations Climate Change Report 2021. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC_Annual_Report_2021.pdf.
- Usman, M., Makhdum, M. S. A., & Kousar, R. (2021). Does financial inclusion, renewable and non-renewable energy utilization accelerate ecological footprints and economic growth? Fresh evidence from 15 highest emitting countries. *Sustainable Cities and Society*, 65.
- Wang, Q., Zhang, F. (2021). The effects of trade openness on decoupling carbon emissions from economic growth—evidence from 182 countries. *J. Clean. Prod.* 279, 123838.
- Worldometer. (2023). Egypt CO2 Emissions. Retrieved April 30, 2025, from <https://www.worldometers.info/co2-emissions/egypt-co2-emissions>
- Zafar, M.W., Mirza, F.M., Zaidi, S.A.H., Hou, F. (2019). The nexus of renewable and nonrenewable energy consumption, trade openness, and CO framework of EKC: evidence from emerging economies. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 26(15), 15162–15173.
- Zaidi, S. A. H., Hussain, M., & Uz Zaman, Q. (2021). Dynamic linkages between financial inclusion and carbon emissions: Evidence from selected OECD countries. *Resources, Environment and Sustainability*, 4.
- Zhao, B., & Yang, W. (2020). Does financial development influence CO2 emissions? A Chinese province-level study. *Energy*, 200.
- Zhao, J., Jiang, Q., Dong, X., & Dong, K. (2021). Assessing energy poverty and its effect on CO2 emissions: The case of China. *Energy Economics*, 97, 105191.