



Working Paper 2025.1.2.13

- Vol. 1, No. 2

MỐI QUAN HỆ GIỮA NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO VÀ TĂNG TRƯỞNG KINH TẾ: NGHIÊN CỨU TẠI CÁC QUỐC GIA CHÂU Á

Hồ Nguyễn Tuấn Anh¹, Võ Linh Kiều, Lưu Nguyễn Quỳnh Như

Sinh viên K61 – Kinh tế đối ngoại

Trường Đại học Ngoại thương Cơ sở II, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Lê Thị Thanh Ngân

Giảng viên Cơ sở II

Trường Đại học Ngoại thương Cơ sở II tại TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Tóm tắt

Tăng trưởng kinh tế là thước đo quan trọng phản ánh tăng trưởng của một quốc gia. Trong khi đó, việc sử dụng năng lượng tái tạo là một vấn đề cấp bách hiện nay, không chỉ giúp giảm thiểu tác động tiêu cực lên môi trường mà còn được nhiều nghiên cứu chứng minh mối quan hệ cùng chiều với tăng trưởng kinh tế. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm hiểu mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và năng lượng tái tạo tại các quốc gia Châu Á. Các tác giả sử dụng dữ liệu bảng được tổng hợp từ các nguồn thứ cấp với 503 quan sát trong giai đoạn từ năm 2003 đến 2021 tại các nước Châu Á. Bằng phương pháp FGLS, 2SLS và System GMM, kết quả chỉ ra sự tồn tại của mối quan hệ phi tuyến hình chữ U giữa năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế đối với các quốc gia trong mẫu nghiên cứu.

Từ khóa: tăng trưởng kinh tế, năng lượng tái tạo, Châu Á, System GMM.

¹ Tác giả liên hệ, Email: k61.2214115146@ftu.edu.vn

THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY AND ECONOMIC GROWTH: A STUDY IN ASIAN COUNTRIES

Abstract

Economic growth is an important measure reflecting a country's growth. Meanwhile, the use of renewable energy is an urgent issue today, not only helping to minimise negative impacts on the environment but also proving a positive relationship with economic growth in many studies. Therefore, this study investigated the relationship between economic growth and renewable energy in Asian countries. The authors used panel data compiled from secondary sources with 503 observations from 2003 to 2021 in Asian countries. Using the FGLS, 2SLS and System GMM methods, the results indicate the existence of a U-shaped nonlinear relationship between renewable energy and economic growth for countries in the study sample.

Keywords: economic growth, renewable energy, Asia, System GMM

1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh toàn cầu đang đối mặt với các thách thức nghiêm trọng từ biến đổi khí hậu, khủng hoảng năng lượng và các tác động tiêu cực của toàn cầu hóa, tăng trưởng kinh tế bền vững trở thành một mục tiêu ưu tiên hàng đầu. Sự gia tăng nhanh chóng của nhu cầu năng lượng và phát triển kinh tế đang gây ra những áp lực lớn lên môi trường tự nhiên, bao gồm phát thải khí nhà kính, cạn kiệt tài nguyên và suy thoái sinh thái (Teklie & Yağmur, 2024). Điều này đặc biệt nghiêm trọng khi việc sử dụng năng lượng hóa thạch tiếp tục là nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường và làm trầm trọng thêm biến đổi khí hậu (Jain & cộng sự, 2023).

Trong khi đó, năng lượng tái tạo và đổi mới xanh được chứng minh là các công cụ hữu hiệu trong việc cân bằng giữa phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc áp dụng các công nghệ năng lượng sạch không chỉ giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch mà còn thúc đẩy tăng trưởng kinh tế bền vững thông qua việc cải thiện hiệu suất năng lượng và nâng cao chất lượng thể chế (Teklie & Yağmur, 2024; Doğan & cộng sự, 2020). Bên cạnh đó, độ phức tạp kinh tế và độ mở thương mại đóng vai trò then chốt trong việc nâng cao năng lực cạnh tranh của các quốc gia thông qua đa dạng hóa sản phẩm và thúc đẩy sự hội nhập toàn cầu (Hidalgo & Hausmann, 2009).

Nhìn chung, các nghiên cứu trước đây đồng thuận rằng năng lượng tái tạo có ảnh hưởng đến tăng trưởng kinh tế. Tuy nhiên, chiều hướng và cơ chế tác động vẫn còn nhiều sự khác biệt trong kết luận giữa các nghiên cứu. Các nghiên cứu trong lĩnh vực năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế cho thấy rằng năng lượng tái tạo không chỉ giảm phát thải carbon mà còn thúc đẩy tăng trưởng kinh tế dài hạn, đặc biệt là ở các quốc gia Châu Á (Jain & cộng sự, 2023). Các chiến lược như thủy điện, năng lượng gió và mặt trời đã chứng minh vai trò tích cực trong việc cải thiện chất lượng môi trường và đảm bảo an ninh năng lượng. Tương tự, nghiên cứu của Azam (2019) về các

nước BRICS nhấn mạnh vai trò của tiêu thụ năng lượng, phát triển tài chính, vốn vật chất và vốn con người trong tăng trưởng kinh tế, đồng thời chỉ ra rằng ô nhiễm môi trường làm giảm tốc độ tăng trưởng. Bổ sung góc nhìn khác, Shahbaz & cộng sự (2022) cho rằng vốn con người và chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển (R&D) có mối quan hệ nghịch chiều với tiêu thụ năng lượng, nhấn mạnh tầm quan trọng của đổi mới công nghệ và nâng cao nhận thức cộng đồng về sử dụng năng lượng hiệu quả. Nghiên cứu của Deka & cộng sự (2023) cũng cho thấy năng lượng tái tạo và hiệu quả năng lượng đóng vai trò tích cực trong tăng trưởng GDP, trong khi năng lượng hóa thạch chỉ mang lại lợi ích ngắn hạn và gây tác động tiêu cực lâu dài.

Như vậy, nghiên cứu về vai trò của năng lượng tái tạo đối với nền kinh tế, đặc biệt là qua thước đo tăng trưởng kinh tế đóng vai trò quan trọng trong cung cấp thêm lý luận và bằng chứng thực nghiệm, từ đó giúp các nhà hoạch định chính sách và các bên liên quan ra quyết định phù hợp. Trong bối cảnh hiện nay, các nghiên cứu vẫn chưa thống nhất về cơ chế tác động, các biến số kiểm soát trong mô hình cũng như phương pháp đo lường các biến, các tác giả quyết định thực hiện đề tài “Mối quan hệ giữa năng lượng tái tạo đến tăng trưởng kinh tế: Nghiên cứu tại các quốc gia Châu Á” nhằm hệ thống hóa cơ sở lý thuyết và cung cấp bằng chứng thực nghiệm cụ thể về mối quan hệ giữa hai biến số nói trên tại khu vực Châu Á.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Các khái niệm

Tăng trưởng kinh tế là quá trình gia tăng sản lượng kinh tế, đo lường qua các chỉ số như tổng sản phẩm quốc nội (GDP) hoặc sản lượng sản xuất bình quân đầu người. Đây là một lĩnh vực nghiên cứu phong phú, được nhiều học giả khám phá từ nhiều khía cạnh khác nhau. Theo Arroyo & Miguel (2020), năng lượng tái tạo là các nguồn năng lượng khai thác từ tự nhiên và có khả năng tái tạo nhanh chóng, chẳng hạn như ánh sáng mặt trời, gió, nước, sinh khối và địa nhiệt. Năng lượng tái tạo mang lại nhiều lợi ích vượt trội về mặt xã hội, kinh tế và môi trường. Về xã hội, nó cải thiện sức khỏe cộng đồng nhờ giảm ô nhiễm từ nhiên liệu hóa thạch và cung cấp năng lượng sạch. Về kinh tế, năng lượng tái tạo thúc đẩy tăng trưởng thông qua thu hút đầu tư, khuyến khích đổi mới công nghệ và tạo việc làm. Về môi trường, tiêu thụ năng lượng tái tạo phát sinh ít khí thải carbon và ô nhiễm hơn, giảm thiểu biến đổi khí hậu và cải thiện chất lượng không khí (Wang & cộng sự, 2018).

2.2. Lý thuyết nền

2.2.1. Lý thuyết tăng trưởng tân cổ điển

Theo Solow (1999), lý thuyết tăng trưởng tân cổ điển tập trung vào vai trò của tích lũy vốn, lao động và tiến bộ công nghệ trong sự phát triển kinh tế. Lý thuyết tăng trưởng tân cổ điển cũng nhấn mạnh vai trò của tích lũy vốn và vốn con người trong việc thúc đẩy năng suất. Theo Azam

(2019), sự gia tăng vốn con người thông qua đầu tư vào giáo dục và đào tạo có tác động tích cực đến năng suất lao động và khả năng hấp thụ công nghệ mới. Theo lý thuyết tân cổ điển, năng lượng được xem là một yếu tố sản xuất bổ sung trong hàm sản xuất. Shahbaz & cộng sự (2022) cho rằng năng lượng tái tạo không chỉ là nguồn lực quan trọng mà còn góp phần duy trì tăng trưởng bền vững thông qua cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng. Do đó, các tác giả sử dụng lý thuyết tăng trưởng tân cổ điển để giải thích các biến trong mô hình nghiên cứu.

2.2.2. Hàm sản xuất Cobb-Douglas

Hàm sản xuất Cobb-Douglas là một mô hình kinh tế học cổ điển, được phát triển bởi Charles Cobb và Paul Douglas, nhằm mô tả mối quan hệ giữa các yếu tố đầu vào sản xuất và sản lượng kinh tế. Hàm sản xuất Cobb-Douglas giả định rằng vốn và lao động đều tuân theo quy luật lợi suất giảm dần. Shahbaz & cộng sự (2022) đã kết hợp năng lượng tái tạo vào hàm sản xuất để đánh giá vai trò của các nguồn năng lượng này đối với tăng trưởng kinh tế. Kết quả nghiên cứu cho thấy năng lượng tái tạo không chỉ cải thiện hiệu quả sản xuất mà còn giảm thiểu phát thải khí nhà kính, qua đó thúc đẩy tăng trưởng bền vững.

2.2.3. Lý thuyết tăng trưởng ngoại sinh

Lý thuyết tăng trưởng ngoại sinh tập trung vào vai trò của các yếu tố bên ngoài như tiến bộ công nghệ để giải thích tăng trưởng kinh tế dài hạn. Lý thuyết tăng trưởng ngoại sinh cũng giải thích vai trò của năng lượng trong tăng trưởng kinh tế. Năng lượng tái tạo và công nghệ sạch được xem như các yếu tố hỗ trợ cho tiến bộ công nghệ. Áp dụng năng lượng tái tạo và các công nghệ xanh có thể làm tăng hiệu quả sản xuất, đồng thời giảm thiểu tác động môi trường (Teklie và Yağmur, 2024). Nghiên cứu của Zhu và Li (2017) cho thấy rằng phức tạp kinh tế được dẫn dắt bởi tri thức và tiến bộ công nghệ.

2.3. Các bằng chứng thực nghiệm

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra mối quan hệ tích cực giữa tiêu thụ năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế. Farhani & Shahbaz (2014) cho thấy tiêu thụ năng lượng tái tạo thúc đẩy tăng trưởng kinh tế thông qua tác động tích cực đến thu nhập bình quân thực tế tại các khu vực dân cư. Điều này đã được chứng minh ở các nước như vùng Biển Đen, bán đảo Balkan (Kocak & Sarkgunesi, 2017), Đức (Rafindadi & Ozturk, 2017) và các nước EU (Tutak & Brodny, 2022). Ngoài ra, các nghiên cứu như Wang & Wang (2020) và Chen & cộng sự (2020) chứng minh năng lượng tái tạo có tác động tích cực đến tăng trưởng kinh tế ở các nước OECD và các quốc gia đang phát triển, trong khi không có tác động đáng kể ở các nước phát triển. Nghiên cứu của Chen & cộng sự (2020) cho thấy ở các nước đang phát triển và không thuộc OECD, năng lượng tái tạo ảnh hưởng đến tăng trưởng kinh tế ở một ngưỡng nhất định. Doytch & Narayan (2021) cho rằng năng lượng tái tạo thúc đẩy tăng trưởng ở các ngành dịch vụ ở các nền kinh tế có thu nhập cao và ngành sản xuất ở các nền kinh tế có thu nhập trung bình.

Ferhi và Kamel (2024) nghiên cứu mối quan hệ phi tuyến tính giữa mức tiêu thụ năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế của 24 quốc gia OECD từ năm 1990 đến 2015, cho thấy tác động tích cực của tiêu thụ năng lượng tái tạo đối với tăng trưởng kinh tế là có điều kiện. Mức tiêu thụ năng lượng tái tạo ban đầu có thể ức chế tăng trưởng GDP thực tế, nhưng về lâu dài, tác động tiêu cực chuyển thành tích cực (Fend & Zhao, 2022). Như vậy, đầu tư vào năng lượng tái tạo không chỉ thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, cải thiện thu nhập bình quân đầu người mà còn nâng cao khả năng tiếp cận năng lượng cho cộng đồng và cải thiện sự đổi mới kinh tế (Gao, 2023).

2.4. Phát triển giả thuyết nghiên cứu

2.4.1. Giả thuyết về mối quan hệ giữa năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế

Năng lượng tái tạo

Mối quan hệ giữa năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế được nghiên cứu rộng rãi. Lý thuyết tăng trưởng xem năng lượng là yếu tố quan trọng thúc đẩy sản xuất, đặc biệt ở các nước OECD và APEC (Inglesi-Lotz & cộng sự, 2016). Tiêu thụ năng lượng tái tạo tăng thu nhập bình quân (Farhani & Shahbaz, 2014) và hỗ trợ kinh tế ở các quốc gia thu nhập trung bình-cao (Doytch & Narayan, 2021). Do đó, nhóm tác giả đề xuất H1 như sau.

H1. Lượng tiêu thụ năng lượng tái tạo có tác động đến tăng trưởng kinh tế.

Nghiên cứu phi tuyến tính cho thấy tác động tích cực của năng lượng tái tạo lên kinh tế là có điều kiện (Ferhi & Kamel, 2024). Ban đầu, nó có thể ức chế GDP, nhưng lâu dài lại thúc đẩy tăng trưởng bền vững (Wang & Wang, 2020), mang lợi ích kinh tế và môi trường (Sharma & cộng sự, 2021). Do đó, các tác giả đề xuất giả thuyết H2 dưới đây.

H2. Tác động của năng lượng tái tạo lên tăng trưởng kinh tế ban đầu là tích cực và sau đó là tiêu cực.

2.4.2. Giả thuyết về ảnh hưởng của biến kiểm soát đến tăng trưởng kinh tế

Mức độ phức tạp kinh tế

Mức độ phức tạp kinh tế, thể hiện qua sản xuất đa dạng và xuất khẩu phức tạp có thể thúc đẩy tăng trưởng (Hidalgo & Hausmann, 2009). Các nước thu nhập cao vượt trội nhờ công nghệ và lao động chất lượng (Hartmann & cộng sự, 2017). Ngoài ra, xuất khẩu giá trị gia tăng cao tăng GDP và giảm thất nghiệp (Koch, 2021). Nghiên cứu 28 nước OECD xác nhận mối liên hệ này (Shahzad & cộng sự, 2022). Từ đó, các tác giả đề xuất giả thuyết sau:

H3. Quốc gia có độ phức tạp kinh tế cao thì tăng trưởng cao.

Độ mở thương mại

Lý thuyết ngoại sinh cho rằng độ mở thương mại thúc đẩy chuyên môn hóa, giảm chi phí, tăng trưởng (Romer, 1989). Thương mại cải thiện chất lượng, đa dạng xuất khẩu (Benita, 2019), giúp nước đang phát triển tiếp thu kiến thức, nâng năng suất. Từ đó, các tác giả đề xuất giả thuyết sau:

H4. Độ mở thương mại lớn thì tăng trưởng kinh tế cao.

Vốn đầu tư nước ngoài (FDI)

FDI hỗ trợ tăng trưởng qua chuyển giao công nghệ, nâng kỹ năng lao động (Osano & Koine, 2016). Tại châu Á, FDI thúc đẩy kinh tế Hàn Quốc, Trung Quốc, Việt Nam (Mejia, 2023). Từ đó, các tác giả đề xuất giả thuyết sau:

H5. Thu hút nhiều FDI thì tăng trưởng kinh tế cao.

Vốn con người

Chỉ số HDI cao liên quan đến GDP tăng nhờ lao động chất lượng (Dragoi, 2020). Từ đó, các tác giả đề xuất giả thuyết sau:

H6. HDI cao thì tăng trưởng kinh tế cao.

Dân số lớn tạo lao động dồi dào nhưng gây áp lực tài nguyên, cản trở tăng trưởng (Khan & cộng sự, 2021). Từ đó, các tác giả đề xuất giả thuyết sau:

H7. Dân số lớn thì tăng trưởng thấp.

Phát triển tài chính

Phát triển tài chính cải thiện đầu tư, phân bổ vốn, thúc đẩy tăng trưởng. Ở nước đang phát triển, nó tăng hiệu quả vốn (Ahmad & Malik, 2009). Từ đó, các tác giả đề xuất giả thuyết sau:

H8. Chỉ số phát triển tài chính cao thì tăng trưởng kinh tế cao.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Dữ liệu nghiên cứu và đo lường các biến

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp nghiên cứu định lượng để phân tích tác động của năng lượng tái tạo đến tăng trưởng kinh tế ở các quốc gia Châu Á. Trong phương pháp này, phân tích dữ liệu đóng vai trò quan trọng nhằm tìm ra các xu hướng và mối quan hệ giữa các biến. Dữ liệu thu thập từ các nguồn đáng tin cậy như Quỹ Tiền tệ Thế giới (IMF), Chương trình Phát triển của Liên Hợp Quốc (UNDP), The Atlas of Economic Complexity và Ngân hàng Thế giới (World Bank), với mẫu gồm 503 quan sát từ năm 2003 đến năm 2021. Dữ liệu được xử lý và phân tích bằng Python và phần mềm Stata. Các kỹ thuật như tạo biến mới, chuyển đổi logarit và xử lý ngoại lai được sử dụng để đảm bảo độ tin cậy của kết quả nghiên cứu. Cụ thể, các biến số như bình phương năng lượng tái tạo được tạo ra để nghiên cứu tác động phi tuyến, và các biến được chuyển

sang dạng logarit để phân phối chuẩn và tránh chênh lệch lớn. Ngoài ra, để giảm thiểu hiện tượng đa cộng tuyến, kỹ thuật centering với biến năng lượng tái tạo được áp dụng. Cuối cùng, các quan sát ngoại lai được loại bỏ bằng kỹ thuật winsorization tại 1% và 99%. Bộ dữ liệu hoàn chỉnh được xử lý kỹ lưỡng nhằm đảm bảo tính chính xác cao và tránh các ảnh hưởng ngẫu nhiên từ các yếu tố bên ngoài như khủng hoảng kinh tế.

Bảng dưới đây thể hiện cách đo lường và định nghĩa các biến trong mô hình:

Bảng 1. Định nghĩa và đo lường các biến

Biến	Định nghĩa	Nguồn dữ liệu	Dấu kỳ vọng	Trích dẫn
Biến phụ thuộc				
GROWTH	GDP bình quân trên mỗi lao động (Y/L) Y/L = GDP/Số người lao động	World Bank		Doğan & cộng sự (2020)
Biến độc lập				
REN	Năng lượng tái tạo = Lượng năng lượng tái tạo sử dụng/Tổng năng lượng cuối cùng	World Bank	-	Gozgor (2018)
REN_SQR	Bình phương của biến REN	Tự tính toán từ dữ liệu World Bank	+	
Biến kiểm soát				
ECI	Chỉ số phức tạp kinh tế (SITC_ECI)	The Atlas of Economic Complexity	-	Hoeriyah & Pasaribu (2022)
TRADE	Độ mở thương mại = (Xuất khẩu + Nhập khẩu)/GDP	World Bank	+	Intisar & cộng sự (2020)
FDI	Vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài vào quốc	World Bank	-	Mejia (2023)

Biến	Định nghĩa	Nguồn dữ liệu	Dấu kỳ vọng	Trích dẫn
	gia			
POP	Quy mô dân số tính bằng tổng dân số (người)	World Bank	-	Jones (2022)
HDI_CAO	Biến giả, nhận giá trị “1” nếu là quốc gia có HDI cao và “0” cho trường hợp khác	Tự tính toán từ dữ liệu UNDP	-	Appiah & Frowne (2019)
HDI_TBINH	Biến giả, nhận giá trị “1” nếu là quốc gia có HDI trung bình và “0” cho trường hợp khác	Tự tính toán từ dữ liệu UNDP	+	
FIN	Chỉ số phát triển tài chính	Quỹ tiền tệ thế giới IMF	-	Bijlsma & cộng sự (2018)

Chú thích: Các biến GROWTH, REN, REN_SQR, ECI, FDI, POP được logarit hóa để có phân phối chuẩn. Tất cả biến được xử lý bằng kỹ thuật centering để hạn chế đa cộng tuyến.

Nguồn: Các tác giả tổng hợp (2025)

3.2. Mô hình

Để xác nhận có giả thuyết nghiên cứu bằng phương pháp định lượng, trên cơ sở tham khảo tài liệu, các tác giả đề xuất mô hình kinh tế lượng dưới đây:

$$GROWTH_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 REN_{i,t} + \beta_2 REN_{i,t}^2 + \beta_3 CONTROL + \varepsilon_{i,t}$$

Trong đó, GROWTH đại diện cho biến phụ thuộc là tăng trưởng kinh tế theo năm, REN và REN^2 lần lượt là biến năng lượng tái tạo và biến năng lượng tái tạo bình phương, CONTROL đại diện cho các biến kiểm soát khác trong mô hình, ε là phần dư.

3.3. Phương pháp xử lý dữ liệu

3.3.1. Vấn đề nội sinh

Nội sinh thường xảy ra khi ước lượng mô hình có các biến kinh tế liên kết chặt chẽ (Semykina & Wooldridge, 2010), xuất hiện khi phần sai số tương quan với một hoặc một số biến độc lập. Tác

giả lập luận rằng vấn đề này có thể do tăng trưởng kinh tế bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như năng lượng (Abbasi & cộng sự, 2021), đô thị hóa (Pradhan & cộng sự, 2021) và toàn cầu hóa (Sun & cộng sự, 2023). Đưa quá nhiều biến vào mô hình có thể dẫn đến overfitting (Rohlf, 2023), nên một số yếu tố tiềm tàng không được bao gồm có thể gây ra nội sinh. Đồng thời, vấn đề nội sinh xảy ra khi biến phụ thuộc và các biến nội sinh được xác định đồng thời, ví dụ như GDP cao hơn thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài và ngược lại (Li & Liu, 2022; Dhungel & Lamichhane, 2023; Purnama & Yao, 2019). Các nghiên cứu trước đề xuất sử dụng biến trễ (Wang & Bellemare, 2019) và phương pháp ước lượng phù hợp (Ullah & cộng sự, 2021) để giải quyết vấn đề này.

3.3.2. Phương pháp bình phương tối thiểu tổng quát khả thi (FGLS)

Phương pháp bình phương tối thiểu tổng quát khả thi (FGLS) sử dụng ước lượng GLS, trực tiếp tính đến tính không đồng nhất và các tương quan chéo theo chiều dọc và theo thời gian, nên đáng tin cậy hơn so với OLS (Abadie & cộng sự, 2023). Phương pháp này hạn chế các khuyết tật của mô hình về tự tương quan và đảm bảo tính vững của kết quả (Bai & cộng sự, 2021).

3.3.3. Phương pháp bình phương tối thiểu hai giai đoạn (2SLS)

Phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu hai giai đoạn (2SLS) được giới thiệu bởi Theil, Basman, và Sargan là một phương pháp xử lý nội sinh hiệu quả. 2SLS sử dụng các biến công cụ để cung cấp ước lượng nhất quán khi các biến giải thích là nội sinh. Quy trình gồm hai giai đoạn: giai đoạn đầu ước lượng các biến nội sinh trên biến công cụ và giai đoạn thứ hai sử dụng giá trị dự đoán này làm biến giải thích trong phương trình chính. 2SLS giúp giảm thiểu vấn đề nội sinh và cung cấp các ước lượng tham số đáng tin cậy hơn.

3.3.4. Phương pháp ước lượng moment tổng quát (GMM)

Phương pháp ước lượng moment tổng quát (GMM) là phương pháp linh hoạt hơn, sử dụng các điều kiện khoảng khắc để ước lượng tham số. Được đề xuất bởi Hansen (1982) và mở rộng bởi Arellano & Bover (1995) và Blundell & Bond (1998), GMM tạo ra các ước lượng vững và xử lý các khuyết tật như phương sai sai số thay đổi và tự tương quan. GMM phù hợp với dữ liệu bảng có nhiều quan sát nhưng ít mốc thời gian, mô hình động có chứa biến trễ, các biến độc lập không hoàn toàn ngoại sinh, và phần dư có thể có phương sai thay đổi hoặc tự tương quan. Phương pháp GMM hệ thống, cải tiến bởi Arellano & Bover (1995) và Blundell & Bond (1998), sử dụng sai phân bậc nhất và biến công cụ để cải thiện độ chính xác. GMM có hai tùy chọn: một bước và hai bước, trong đó GMM hai bước khắc phục hiện tượng phương sai sai số thay đổi và đáng tin cậy hơn (Hwang & Sun, 2018). Tóm lại, GMM thích hợp để nghiên cứu các nhân tố tác động đến tăng trưởng và khắc phục vấn đề nội sinh. Các tác giả chọn biến trễ GMM hệ thống hai bước kết hợp cùng sai số chuẩn mạnh và độ lệch trực giao, phù hợp với dữ liệu bảng không cân.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Thống kê mô tả

Bảng 2. Kết quả thống kê mô tả dữ liệu nghiên cứu

Tên biến	Số quan sát	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Nhỏ nhất	Lớn nhất
GRW	503	10,555	0,893	8,309	12,061
REN	503	-0,870	1,478	-2,994	1,531
REN_SQR	503	-3,866	6,372	-10,558	9,918
ECI	503	-0,154	0,922	-4,029	1,320
FDI	503	1,409	0,898	-0,416	3,880
TRADE	503	89,036	47,877	24,702	228,144
POP	503	16,819	1,915	13,885	20,994
HDI_TBINH	503	0,237	0,425	0,000	1,000
HDI_CAO	503	0,678	0,468	0,000	1,000
FIN	503	0,400	0,196	0,070	0,930

Trong đó: REN là biến năng lượng tái tạo; REN_SQR là biến năng lượng tái tạo bình phương; ECI là biến chỉ số phức tạp kinh tế; FDI là biến đầu tư trực tiếp nước ngoài; TRADE là biến độ mở thương mại; HDI_TBINH là biến HDI trung bình; HDI_CAO là biến HDI cao; FIN là biến chỉ số phát triển tài chính.

Nguồn: Các tác giả tổng hợp (2025)

4.2. Ma trận tương quan

Kết quả từ bảng 3 cho thấy, ngoại trừ tương quan giữa biến REN và REN² do bản chất chúng có mối quan hệ theo hàm bình phương, các biến độc lập còn lại đều có hệ số tương quan nhỏ hơn 0,7. Điều này khẳng định điều kiện không có tương quan cao giữa các biến độc lập được đảm bảo.

Bảng 3. Ma trận tương quan Pearson

Biến	REN	REN_SQR	ECI	FDI	TRADE	POP	HDI_TBINH	HDI_CAO	FIN
REN	1								
REN_SQR	0,9631*	1							
ECI	-0,1144*	-0,2219*	1						
FDI	-0,1329*	-0,2023*	0,047	1					
TRADE	-0,4430*	-0,4096*	0,1582*	0,5724*	1				
POP	0,4984*	0,4496*	0,1621*	-0,4571*	-0,5431*	1			
HDI_TBINH	0,4135*	0,4221*	-0,2302*	-0,0944*	-0,2346*	0,3538*	1		
HDI_CAO	-0,6136*	-0,6633*	0,3761*	0,2077*	0,3636*	-0,4753*	-0,8077*	1	
FIN	-0,4181*	-0,4983*	0,6767*	0,0523	0,3270*	0,0876*	-0,3727*	0,5136*	1

Trong đó: REN là biến năng lượng tái tạo; REN_SQR là biến năng lượng tái tạo bình phương; ECI là biến chỉ số phức tạp kinh tế; FDI là biến đầu tư trực tiếp nước ngoài; TRADE là biến độ mở thương mại; HDI_TBINH là biến HDI trung bình; HDI_CAO là biến HDI cao; FIN là biến chỉ số phát triển tài chính.

*: $p\text{-value} < 0,1$

Nguồn: Các tác giả tổng hợp (2025)

4.3. Kết quả hồi quy

Bảng 4. Kết quả hồi quy

Biến	FGLS	2SLS	System GMM
REN	-0,642*** (0,041)	-0,721*** (0,045)	-0,591*** (0,113)
REN_SQR	0,101*** (0,010)	0,120*** (0,011)	0,071** (0,028)
ECI	0,053*** (0,020)	0,062** (0,028)	0,058 (0,062)
FDI	0,004 (0,020)	0,047 (0,029)	0,002 (0,063)
TRADE	-0,003*** (0,000)	-0,004*** (0,001)	-0,002*** (0,001)
POP	-0,134*** (0,011)	-0,141*** (0,012)	-0,121*** (0,033)
HDI_TBINH	0,082 (0,053)	0,048*** (0,059)	0,042*** (0,112)
HDI_CAO	0,588 (0,064)	0,535*** (0,075)	0,381** (0,167)
FIN	2,123*** (0,115)	2,271*** (0,146)	1,724 (0,396)
Hệ số chặn	11,652*** (0,215)	11,804*** (0,228)	
Số quan sát	503	456	456
R bình phương		0,897	
Sai số chuẩn mạnh		Có	Có

Wald chi2	0,000	0,000	0,000
p-value			
AR(2)			0,788
Pr > z			
Hansen test			0,305
Prob > chi2			

Trong đó: REN là biến năng lượng tái tạo; REN_SQR là biến năng lượng tái tạo bình phương; ECI là biến chỉ số phức tạp kinh tế; FDI là biến đầu tư trực tiếp nước ngoài; TRADE là biến độ mở thương mại; HDI_TBINH là biến HDI trung bình; HDI_CAO là biến HDI cao; FIN là biến chỉ số phát triển tài chính.

*Chú thích: (***), (**), (*) cho biết các mức ý nghĩa thống kê tương ứng là 1%, 5%, 10%. Độ lệch chuẩn trong dấu ngoặc đơn.*

Nguồn: Các tác giả tổng hợp (2025)

Ảnh hưởng của năng lượng tái tạo đến tăng trưởng kinh tế

Kết quả nghiên cứu ủng hộ giả thuyết năng lượng tái tạo có tác động phi tuyến đến tăng trưởng kinh tế. Điều này được thể hiện qua hệ số hồi quy âm của biến REN và hệ số hồi quy dương của biến REN_SQR, với dấu đồng nhất ở cả ba phương pháp ước lượng. Hệ số hồi quy của biến REN âm cho thấy khi năng lượng tái tạo tăng sẽ làm giảm mức độ tăng trưởng kinh tế. Có thể thấy, các nước cần phải tiêu tốn chi phí lớn để đầu tư vào các dự án năng lượng tái tạo trong thời gian đầu. Điều này sẽ buộc các quốc gia giảm phân bổ nguồn lực cho các hoạt động kinh tế, sản xuất, thúc đẩy tăng trưởng trong thời gian đầu (Dogan & cộng sự, 2020; Smolović & cộng sự, 2020). Do đó, các chi phí đầu tư ban đầu này có thể là rào cản cho việc tăng trưởng kinh tế trong giai đoạn tạm thời. Ngoài ra, quá trình chuyển đổi sang năng lượng tái tạo, đặc biệt là đối với các ngành phụ thuộc vào các nguồn năng lượng hóa thạch truyền thống có thể gây ra ảnh hưởng tạm thời đến hoạt động sản xuất – kinh tế, từ đó tác động tiêu cực đến tăng trưởng kinh tế. Cụ thể hơn, theo Yazdi & Shakouri (2017), Chen & cộng sự (2020) và Ito (2016), sự dịch chuyển sang năng lượng tái tạo có thể gây ra những gián đoạn tạm thời cho cấu trúc kinh tế, nhất là các ngành công nghiệp nặng. Như vậy, nghiên cứu đã chỉ ra rằng tồn tại hiệu ứng ngưỡng trong mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và năng lượng tái tạo. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng tác động tích cực của năng lượng tái tạo đối với tăng trưởng kinh tế chỉ được thể hiện rõ ràng sau khi vượt qua các ngưỡng tiêu thụ nhất định. Dưới các ngưỡng này, tác động là tiêu cực do chi phí kinh tế của việc tiêu thụ năng lượng tái tạo có thể lớn hơn lợi ích nhận được (Chen & cộng sự, 2020; Feng & Zhao, 2022). Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng hệ số hồi quy của biến năng lượng tái tạo bình phương có hệ số hồi quy dương và có ý nghĩa thống kê mạnh ở mức 1%. Điều này ngụ ý rằng khi vượt qua một ngưỡng

nhất định (tại đỉnh của đường parabol), năng lượng tái tạo sẽ có mối quan hệ cùng chiều với tăng trưởng kinh tế. Điều này là phù hợp về mặt thực tiễn khi xét đến các nguyên nhân sau đây. Đầu tiên, nhiều nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng năng lượng tái tạo có tác động tích cực đến tăng trưởng kinh tế trong dài hạn (Bhuiyan & cộng sự, 2022). Cụ thể hơn, các nghiên cứu chỉ ra mối quan hệ tích cực lâu dài giữa tiêu thụ năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế. Bên cạnh đó, việc tăng sử dụng năng lượng tái tạo góp phần giảm lượng phát thải, từ đó hỗ trợ tăng trưởng kinh tế (Rahman & Velayutham, 2020). Rõ ràng, việc sử dụng năng lượng tái tạo thân thiện với môi trường góp phần làm giảm phát thải khí nhà kính, gián tiếp làm giảm các chi phí liên quan nhằm xử lý khí thải và ngoại tác tiêu cực cho hoạt động kinh tế mang lại.

Các biến kiểm soát khác

Đối với các biến kiểm soát khác trong mô hình, có sáu trong số bảy biến có ý nghĩa thống kê. Trong đó, chỉ số phức tạp kinh tế, chỉ số phát triển con người và phát triển tài chính đều có mối quan hệ cùng chiều đối với tăng trưởng kinh tế. Ở chiều ngược lại, các kết quả hồi quy chỉ ra các biến độ mở thương mại và dân số có tác động ngược chiều đến biến phụ thuộc. Điều này có thể được giải thích như sau.

Thứ nhất, hệ số hồi quy biến ECI là dương và có ý nghĩa thống kê cho thấy chỉ số phức tạp kinh tế có mối quan hệ cùng chiều đối với sự tăng trưởng kinh tế của các quốc gia. Điều này phù hợp với giả thiết về dấu và các nghiên cứu trước đây như của Ranjbar & Rassekh (2022), Kannan (2020). Theo đó, sự đa dạng góp phần tăng khả năng cạnh tranh, năng lực sản xuất và khả năng đổi mới để thích nghi với nhu cầu ngày càng thay đổi của thị trường quốc tế. Ngoài ra, theo Sepehrdoust & cộng sự (2019), các quốc gia có chỉ số phức tạp kinh tế cao thường có chính sách cởi mở hơn đối với thương mại và đổi mới sáng tạo, là những động lực quan trọng của kinh tế.

Thứ hai, hệ số hồi quy của hai biến giả đại diện cho HDI đều nhận giá trị dương. Điều này được hiểu là các quốc gia có HDI trong khoảng từ 0,550 đến 0,700, trung bình, có chỉ số GDP bình quân trên mỗi lao động cao hơn so với các quốc gia có HDI dưới 0,550 và các quốc gia có HDI từ 0,700 trở lên, trung bình, có chỉ số GDP bình quân trên mỗi lao động cao hơn đáng kể so với các quốc gia có HDI dưới 0,550. Kết quả này cho một lần nữa khẳng định các nghiên cứu trước đây về mối quan hệ giữa phát triển con người và tăng trưởng kinh tế.

Thứ ba, bằng chứng thống kê xác nhận rằng phát triển tài chính có tác động cùng chiều đáng kể đến tăng trưởng kinh tế. Do đó, có thể thấy rằng phát chỉ số triển tài chính càng cao, tăng trưởng kinh tế càng cao tại các quốc gia Châu Á từ năm 2003 đến năm 2021. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây của Thathsarani & cộng sự (2021); Sethi & Sethy (2019),

Thứ tư, biến độ mở thương mại có tác động tiêu cực đến tăng trưởng kinh tế với mức ý nghĩa 1%. Điều này có vẻ mâu thuẫn với các lý thuyết trước đây về thương mại quốc tế. Tuy nhiên, xét trên bối cảnh và các quốc gia trong mẫu nghiên cứu, kết quả này được tương đồng với nghiên cứu

gần đây của Nguyen & cộng sự (2023). Cụ thể hơn, trong khi việc mở cửa thương mại thường được kỳ vọng sẽ thúc đẩy tăng trưởng kinh tế bằng cách tạo điều kiện tiếp cận các thị trường lớn hơn và thúc đẩy hiệu quả, bối cảnh cụ thể của các nước châu Á cho thấy một số điểm khác biệt. Ngoài ra, khu vực địa lý cũng đóng vai trò quan trọng trong giải thích mối quan hệ giữa hai biến này. Ví dụ, ở Nam Á, độ mở thương mại đã được chứng minh là ảnh hưởng tiêu cực đến tăng trưởng kinh tế, có thể do cơ sở hạ tầng hoặc khuôn khổ thể chế không đầy đủ không hỗ trợ lợi ích của thương mại mở (Rahman & cộng sự, 2020).

Thứ năm, biến quy mô dân số POP có hệ số hồi quy âm khoảng -0,15 và có ý nghĩa thống kê ở mức 1% trong các phương pháp ước lượng sử dụng. Điều này ủng hộ giả thuyết quy mô dân số có mối quan hệ ngược chiều đối với tăng trưởng kinh tế tại các quốc gia nghiên cứu. Nói cách khác, giữ cho các yếu tố khác không đổi, dân số đông hơn nói chung sẽ có thể cản trở và làm giảm sự tăng trưởng của các nền kinh tế trong mẫu nghiên cứu. Sự gia tăng dân số nhanh chóng có thể dẫn đến căng thẳng về các nguồn lực như vốn, tiêu dùng của chính phủ và xuất khẩu, tác động tiêu cực đến các chỉ số kinh tế như GNP bình quân đầu người (Stavig, 1979).

5. Kết luận

Tăng trưởng kinh tế là một trong những mục tiêu quan trọng trong chiến lược phát triển tổng thể của nhiều quốc gia. Kinh tế - một phần của cơ sở hạ tầng có tác động quan trọng và quyết định sự phát triển của kiến trúc thượng tầng. Ngoài ra, bối cảnh hiện nay đã và đang cho thấy vấn đề an ninh năng lượng ngày càng được quan tâm và xu hướng chuyển dịch sang các nguồn năng lượng tái tạo, xanh, thân thiện với môi trường chứng minh được sự cần thiết, được áp dụng rộng rãi nhiều quốc gia trên thế giới. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm phát hiện, bổ sung thêm vào cơ sở lý thuyết và bằng chứng thực nghiệm về mối quan hệ giữa hai biến số quan trọng kể trên. Đầu tiên, các tác giả đã kết luận rằng có một mối quan hệ phi tuyến giữa năng lượng tái tạo và tăng trưởng kinh tế ở các quốc gia Châu Á từ năm 2003 đến năm 2021. Hệ số hồi quy âm của biến năng lượng tái tạo cho thấy việc tăng năng lượng tái tạo có thể giảm tăng trưởng kinh tế, tuy nhiên, biến REN_SQR có dấu dương khẳng định mối quan hệ hình chữ U giữa hai yếu tố này. Ban đầu, việc đầu tư vào năng lượng tái tạo có thể gây chi phí cao và tác động tiêu cực, nhưng khi đạt ngưỡng nhất định, năng lượng tái tạo mang lại nhiều lợi ích đối với tăng trưởng kinh tế. Thứ hai, các yếu tố ngoại sinh như FDI, độ mở thương mại và chỉ số phức tạp kinh tế (ECI) ảnh hưởng phức tạp đến tăng trưởng kinh tế, trong đó ECI có tác động tích cực rõ rệt, cho thấy sự phức tạp kinh tế thúc đẩy tăng trưởng mạnh hơn FDI hay thương mại. Vốn con người và phát triển tài chính cũng đóng vai trò quan trọng. Quy mô dân số lớn tạo áp lực nguồn lực, giảm tăng trưởng, trong khi chỉ số HDI cao cải thiện tăng trưởng. Phát triển tài chính cao hỗ trợ tăng trưởng bằng cách nâng khả năng tiếp cận vốn.

Nghiên cứu này không thể tránh khỏi một số hạn chế nhất định do hạn chế về thời gian và trình độ người viết. *Thứ nhất*, dữ liệu sử dụng còn hạn chế và chưa được cập nhật mới nhất, phần lớn là dữ liệu thứ cấp từ các nguồn như World Bank và IMF. Số liệu có độ trễ và có thể khác biệt về phương pháp luận xử lý giữa các nguồn. *Thứ hai*, nghiên cứu chưa làm rõ ảnh hưởng của từng loại năng lượng tái tạo mà chỉ nghiên cứu năng lượng tái tạo nói chung trong cơ cấu năng lượng. *Cuối cùng*, nghiên cứu chỉ thực hiện tại Châu Á, dẫn đến các biến số có thể không phù hợp hoặc khác biệt so với các nghiên cứu khác, làm giới hạn tính khái quát hóa của kết quả. Do đó, các tác giả đề xuất hướng nghiên cứu tương lai bao gồm sử dụng dữ liệu cập nhật hơn, làm rõ cơ chế tác động của năng lượng tái tạo theo nhóm thu nhập, khu vực hoặc trình độ phát triển, và tiến hành nghiên cứu chi tiết ở cấp độ quốc gia hoặc doanh nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Abadie, A., Athey, S., Imbens, G.W. & Wooldridge, J.M. (2023), “When should you adjust standard errors for clustering?”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.138 No. 1, pp. 1-35.

Abbasi, K.R., Shahbaz, M., Jiao, Z. & Tufail, M. (2021), “How energy consumption, industrial growth, urbanization, and CO2 emissions affect economic growth in Pakistan? A novel dynamic ARDL simulations approach”, *Energy*, Vol.221, p. 119793.

Ahmad, E. & Malik, A. (2009), “Financial sector development and economic growth: An empirical analysis of developing countries”, *Journal of Economic Cooperation and Development*, Vol.30 No. 1, pp. 17-40.

Ali, A., Radulescu, M. & Balsalobre-Lorente, D. (2023), “A dynamic relationship between renewable energy consumption, nonrenewable energy consumption, economic growth, and carbon dioxide emissions: Evidence from Asian emerging economies”, *Energy & Environment*, Vol.34 No. 8, pp. 3529-3552.

Amna Intisar, R., Yaseen, M.R., Kousar, R., Usman, M. & Makhdom, M.S.A. (2020), “Impact of trade openness and human capital on economic growth: a comparative investigation of Asian countries”, *Sustainability*, Vol.12 No. 7, p. 2930.

Arellano, M. & Bover, O. (1995), “Another look at the instrumental variable estimation of error-components models”, *Journal of Econometrics*, Vol.68 No. 1, pp. 29-51.

Arroyo M, F.R. & Miguel, L.J. (2020), “The role of renewable energies for the sustainable energy governance and environmental policies for the mitigation of climate change in Ecuador”, *Energies*, Vol.13 No. 15, p. 3883.

Azam, M. (2019), “Relationship between energy, investment, human capital, environment, and economic growth in four BRICS countries”, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol.26 No. 33, pp. 34388-34400.

Bai, J., Choi, S.H. & Liao, Y. (2021), “Feasible generalized least squares for panel data with cross-sectional and serial correlations”, *Empirical Economics*, Vol.60, pp. 309-326.

Benita, F. (2019), “Trade openness, economic growth and the global financial crisis of 2007–2009 in Latin America”, *Journal of International Development*, Vol.31 No. 5, pp. 411-431.

Bhuiyan, M.A., Zhang, Q., Khare, V., Mikhaylov, A., Pinter, G. & Huang, X. (2022), “Renewable energy consumption and economic growth nexus—a systematic literature review”, *Frontiers in Environmental Science*, Vol.10, p. 878394.

Bijlsma, M., Kool, C. & Non, M. (2018), “The effect of financial development on economic growth: a meta-analysis”, *Applied Economics*, Vol.50 No. 57, pp. 6128-6148.

Blundell, R. & Bond, S. (1998), “Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models”, *Journal of Econometrics*, Vol.87 No. 1, pp. 115-143.

Chen, C., Pinar, M. & Stengos, T. (2020), “Renewable energy consumption and economic growth nexus: Evidence from a threshold model”, *Energy Policy*, Vol.139.

Chen, T., Gozgor, G., Koo, C.K. & Lau, C.K.M. (2020), “Does international cooperation affect CO2 emissions? Evidence from OECD countries”, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol.27, pp. 8548-8556.

Deka, A., Ozdeser, H., Seraj, M. & Kadir, M.O. (2023), “Does energy efficiency, renewable energy and effective capital promote economic growth in the emerging 7 economies? New evidence from CS-ARDL model”, *Future Business Journal*, Vol.9 No. 1, p. 52.

Dhungel, B. & Lamichhane, P. (2023), “Impact of foreign direct investment on economic growth”, *Humanities and Social Sciences Journal*, Vol.15 No. 1-2.

Dogan, E., Altinoz, B., Madaleno, M. & Taskin, D. (2020), “The impact of renewable energy consumption to economic growth: a replication and extension”, *Energy Economics*, Vol.90, p. 104866.

Doytch, N. & Narayan, S. (2021), “Does transitioning towards renewable energy accelerate economic growth? An analysis of sectoral growth for a dynamic panel of countries”, *Energy*, Vol.235, p. 121290.

Dragoi, D. (2020), “Economic growth versus economic development”, *Atlantic Review of Economics (ARoEc)*, Vol.4 No. 1, pp. 1-11.

Farhani, S. & Shahbaz, M. (2014), “What role of renewable and non-renewable electricity consumption and output is needed to initially mitigate CO2 emissions in MENA region?”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.40, pp. 80-90.

Feng, Y. & Zhao, T. (2022), “Exploring the nonlinear relationship between renewable energy consumption and economic growth in the context of global climate change”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol.19 No. 23.

Ferhi, A. & Kamel, H. (2024), “The nonlinear nexus between renewable energy consumption and economic growth in OECD countries: evidence from PTR and PSTR estimates”, *Journal of Economic Studies*, Vol.51 No. 1, pp. 185-201.

Gao, M. (2023), “Role of financial inclusion and natural resources for green economic recovery in developing economies”, *Resources Policy*, Vol.83, p. 103537.

Gozgor, G. (2018), “A new approach to the renewable energy-growth nexus: evidence from the USA”, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol.25 No. 17, pp. 16590-16600.

Hansen, L.P. (1982), “Large sample properties of generalized method of moments estimators”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, Vol.50 No. 4, pp. 1029-1054.

Hartmann, D., Guevara, M.R., Jara-Figueroa, C., Aristarán, M. & Hidalgo, C.A. (2017), “Linking economic complexity, institutions, and income inequality”, *World Development*, Vol.93, pp. 75-93.

Hidalgo, C.A. & Hausmann, R. (2009), “The building blocks of economic complexity”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol.106 No. 26, pp. 10570-10575.

Hoeriyah, L., Nuryartono, N. & Pasaribu, S.H. (2022), “Economic complexity and sustainable growth in developing countries”, *Economics Development Analysis Journal*, Vol.11 No. 1, pp. 23-33.

Hwang, J. & Sun, Y. (2018), “Should we go one step further? An accurate comparison of one-step and two-step procedures in a generalized method of moments framework”, *Journal of Econometrics*, Vol. 207 No. 2, pp. 381- 405.

Inglesi-Lotz, R. (2016), “The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application”, *Energy Economics*, Vol.53, pp. 58-63.

Ito, K. (2016), “CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries”, *International Economics*, Vol.151, pp. 1-6.

Jain, M., Jain, T. & Jain, P. (2023), “Revisiting the nexus between economic growth and environment health: An empirical study on 180 nations”, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol.30 No. 58, pp. 122550-122579.

Jones, C.I. (2022), “The end of economic growth? Unintended consequences of a declining population”, *American Economic Review*, Vol.112 No. 11, pp. 3489-3527.

Kannen, P. (2020), “Does foreign direct investment expand the capability set in the host economy? A sectoral analysis”, *Monetary Economics eJournal*.

Khan, I., Hou, F., Irfan, M., Zakari, A. & Le, H.P. (2021), “Does energy trilemma a driver of economic growth? The roles of energy use, population growth, and financial development”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.146, p. 111157.

Koçak, E. & Şarkgüneşi, A. (2017), “The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries”, *Energy Policy*, Vol.100, pp. 51-57.

Koch, P. (2021), “Economic complexity and growth: Can value-added exports better explain the link?”, *Economics Letters*, Vol.198, p. 109682.

Li, H. & Liu, B. (2022), “The effect of industrial agglomeration on China’s carbon intensity: Evidence from a dynamic panel model and a mediation effect model”, *Energy Reports*, Vol.8, pp. 96-103.

Makhdom, M.S.A., Usman, M., Kousar, R., Cifuentes-Faura, J., Radulescu, M. & Balsalobre-Lorente, D. (2022), “How do institutional quality, natural resources, renewable energy, and financial development reduce ecological footprint without hindering economic growth trajectory? Evidence from China”, *Sustainability*, Vol.14 No. 21, p. 13910.

Mejia, S.A. (2023), “The economic growth effects of foreign direct investment in developing countries, 1980–2019”, *International Journal of Sociology*, Vol.53 No. 4, pp. 239-260.

Nguyen, V., Ho, T., Nguyen, L. & Pham, A. (2023), “The impact of trade openness on economic stability in Asian countries”, *Sustainability*, Vol.15 No. 15.

Osano, H.M. & Koine, P.W. (2016), “Role of foreign direct investment on technology transfer and economic growth in Kenya: a case of the energy sector”, *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, Vol.5 No. 1, p. 31.

Pradhan, R.P., Arvin, M.B. & Nair, M. (2021), “Urbanization, transportation infrastructure, ICT, and economic growth: A temporal causal analysis”, *Cities*, Vol.115, p. 103213.

Purnama, P. & Yao, M. (2019), “The relationship between international trade and economic growth”, *International Journal of Applied Business Research*, Vol.1 No. 2.

Rafindadi, A.A. & Ozturk, I. (2017), “Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.75, pp. 1130-1141.

Rahman, M. & Velayutham, E. (2020), “Renewable and non-renewable energy consumption-economic growth nexus: New evidence from South Asia”, *Renewable Energy*, Vol.147.

Rahman, M., Saidi, K. & Mbarek, M. (2020), “Economic growth in South Asia: the role of CO2 emissions, population density and trade openness”, *Heliyon*, Vol.6 No. 5.

Ranjbar, O. & Rassekh, F. (2022), “Does economic complexity influence the efficacy of foreign direct investment? An empirical inquiry”, *The Journal of International Trade & Economic Development*, Vol. 31 No. 6, pp. 894-910.

Rohlf, C. (2023), “Forbidden knowledge and specialized training: A versatile solution for the two main sources of overfitting in linear regression”, *The American Statistician*, Vol.77 No. 2, pp. 160-168.

Romer, P.M. (1989), “Human capital and growth: Theory and evidence”, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Vol.32, pp. 251-286.

Semykina, A. & Wooldridge, J.M. (2010), “Estimating panel data models in the presence of endogeneity and selection”, *Journal of Econometrics*, Vol.157 No. 2, pp. 375-380.

Sepehrdoust, H., Davarikish, R. & Setarehie, M. (2019), “The knowledge-based products and economic complexity in developing countries”, *Heliyon*, Vol.5 No. 12.

Sethi, D. & Sethy, S. (2019), “Financial inclusion matters for economic growth in India”, *International Journal of Social Economics*, Vol.46 No. 1.

Shahbaz, M., Wang, J., Dong, K. & Zhao, J. (2022), “The impact of digital economy on energy transition across the globe: The mediating role of government governance”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.166, p. 112620.

Shahzad, U., Madaleno, M., Dagar, V., Ghosh, S. & Doğan, B. (2022), “Exploring the role of export product quality and economic complexity for economic progress of developed economies: Does institutional quality matter?”, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol.62, pp. 40-51.

Sharma, G.D., Tiwari, A.K., Erkut, B. & Mundi, H.S. (2021), “Exploring the nexus between non-renewable and renewable energy consumptions and economic development: Evidence from panel estimations”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.146, p. 111152.

Smolović, J., Muhadinovic, M., Radonjić, M. & Đurašković, J. (2020), “How does renewable energy consumption affect economic growth in the traditional and new member states of the European Union?”, *Energy Reports*, Vol.6, pp. 505-513.

Solow, R.M. (1999), “Neoclassical growth theory”, *Handbook of Macroeconomics*, Vol.1, pp. 637-667.

Stavig, G. (1979), “The impact of population growth on the economy of countries”, *Economic Development and Cultural Change*, Vol.27 No. 4, pp. 735-750.

Sun, C., Abbas, H.S.M., Xu, X., Gillani, S., Ullah, S. & Raza, M.A.A. (2023), “Role of capital investment, investment risks, and globalization in economic growth”, *International Journal of Finance & Economics*, Vol.28 No. 2, pp. 1883-1898.

Teklie, D.K. & Yağmur, M.H. (2024), “Effect of economic growth on CO2 emission in Africa: do financial development and globalization matter?”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, Vol.14 No. 1, pp. 121-140.

Thathsarani, U., Wei, J. & Samaraweera, G. (2021), “Financial inclusion’s role in economic growth and human capital in South Asia: An econometric approach”, *Sustainability*, Vol.13 No. 8, p. 4303.

Thiel, A. & Zarosinski, I. (2014), “Determinants of economic growth in a panel of 86 developing countries.

Tutak, M. & Brodny, J. (2022), “Renewable energy consumption in economic sectors in the EU-27. The impact on economics, environment and conventional energy sources. A 20-year perspective”, *Journal of Cleaner Production*, Vol.345, p. 131076.

Ullah, S., Zaefarian, G. & Ullah, F. (2021), “How to use instrumental variables in addressing endogeneity? A step-by-step procedure for non-specialists”, *Industrial Marketing Management*, Vol.96, pp. A1-A6.

Wang, B., Wang, Q., Wei, Y.M. & Li, Z.P. (2018), “Role of renewable energy in China’s energy security and climate change mitigation: An index decomposition analysis”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.90, pp. 187-194.

Wang, Q. & Wang, L. (2020), “Renewable energy consumption and economic growth in OECD countries: A nonlinear panel data analysis”, *Energy*, Vol.207, p. 118200.

Wang, Y. & Bellemare, M.F. (2019), “*Lagged variables as instruments*”, Working Paper, Department of Applied Economics, University of Minnesota.

Yazdi, S. & Shakouri, B. (2017), “Renewable energy, nonrenewable energy consumption, and economic growth”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Vol.12 No. 11, pp. 1038-1045.

Zhu, S. & Li, R. (2017), “Economic complexity, human capital and economic growth: empirical research based on cross-country panel data”, *Applied Economics*, Vol.49 No. 38, pp. 3815-3828.