

ẢNH HƯỞNG CỦA PHÁT TRIỂN TÀI CHÍNH, ĐẦU TƯ TRỰC TIẾP NƯỚC NGOÀI ĐẾN LƯỢNG PHÁT THẢI CARBON Ở VIỆT NAM: XEM XÉT VAI TRÒ CỦA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ VIỄN THÔNG

Phạm Đức Huy

Khoa Tài chính – Ngân hàng, trường Đại học Tài chính – Marketing

Email: huypham@ufm.edu.vn

Mã bài: JED-1689

Ngày nhận bài: 07/01/2024

Ngày nhận bài sửa: 02/02/2024

Ngày duyệt đăng: 07/3/2024

DOI: 10.33301/JED.VI.1689

Tóm tắt

Nghiên cứu phân tích ảnh hưởng của phát triển tài chính, đầu tư trực tiếp nước ngoài đến lượng phát thải carbon ở Việt Nam: xem xét vai trò của công nghệ thông tin và truyền thông. Kết quả nghiên cứu cho thấy trong ngắn hạn và dài hạn lượng phát thải carbon sẽ giảm khi phát triển tài chính gắn với đổi mới công nghệ thông tin và viễn thông. Đồng thời, khi chuyển giao công nghệ thông tin qua hoạt động đầu tư trực tiếp nước ngoài sẽ giúp giảm phát thải carbon trong ngắn hạn, nhưng sẽ làm gia tăng lượng phát thải carbon trong dài hạn. Các phát hiện này hàm ý rằng cơ quan quản lý nên thực hiện các giải pháp xanh hoá bằng công nghệ thông tin và viễn thông sẽ thúc đẩy sự thâm nhập sâu hơn của công nghệ thông tin và viễn thông vào các lĩnh vực xã hội khác nhau, làm tăng khối lượng công nghệ vào các hoạt động kinh tế xã hội, từ đó làm giảm lượng phát thải carbon, giảm thiểu vấn đề gây ô nhiễm môi trường.

Từ khoá: Phát triển tài chính, đầu tư trực tiếp nước ngoài, công nghệ thông tin và truyền thông, số hoá, phát thải carbon.

Mã JEL: C32, Q43, Q48

The impact of financial development and foreign direct investment on carbon emissions in Vietnam: examining the role of information and communication technology

Abstract

This research analyzes the impact of financial development and foreign direct investment on carbon emissions in Vietnam, specifically examining the role of information and communication technology. Research results show that in the short and long term, carbon emissions will decrease when financial development is associated with information technology and telecommunications innovation. At the same time, technology transfer through foreign direct investment will help reduce carbon emissions in the short term but increase carbon emissions in the long term. These findings imply that management agencies should implement greening solutions using information technology and telecommunications to promote deeper penetration of information technology and telecommunications into social sectors. In contrast, increasing the amount of technology in socio-economic activities can reduce carbon emissions and minimize environmental pollution problems.

Keywords: financial development, foreign direct investment, information and communication technology, digitalization, carbon emissions.

JEL Codes: C32, Q43, Q48

1. Đặt vấn đề

Đổi mới trong lĩnh vực công nghệ thông tin và viễn thông (CNTT) đã giúp cải thiện hiệu quả của các ngành trong nền kinh tế, đổi mới sáng tạo giúp nâng cao hiệu quả trong hoạt động đối ngoại và hội nhập quốc tế (Dagar & cộng sự, 2021). Tuy nhiên, hậu quả của nó đối với môi trường là một vấn đề cần cân nhắc, đặc biệt trong giai đoạn kỷ nguyên số như hiện nay. Thêm vào đó, khu vực tài chính được coi là đặc biệt quan trọng trong việc hỗ trợ tăng trưởng kinh tế và phát triển bền vững với vai trò giám sát nguồn vốn, dẫn vốn cho các hoạt động sản xuất trong nền kinh tế (Ahmad & cộng sự, 2022; Amna Intisar & cộng sự, 2020). Thông qua việc sử dụng CNTT trong hệ thống tài chính có thể giảm phát thải carbon như sử dụng các công nghệ hiện đại trong lĩnh vực năng lượng, năng lượng tái tạo dẫn đến giảm phát thải carbon và tăng chất lượng môi trường (Adedoyin & cộng sự, 2020; Ahmed & cộng sự, 2021; Ramzan & cộng sự, 2022). Tuy nhiên, một số thách thức môi trường mà các quốc gia phải đối mặt bao gồm quản lý chất thải, cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng, đa dạng sinh học, môi trường sống tự nhiên, chất lượng nước và lượng khí thải carbon. Ngoài ra, các xu hướng mới trong lĩnh vực công nghệ thông tin như dữ liệu lớn (Big Data), trí tuệ nhân tạo (AI), Internet vạn vật (IoT), cũng như blockchain và tiền điện tử có nguy cơ làm gia tăng đáng kể hơn nữa lượng phát thải khí nhà kính của ngành CNTT. Không thể phủ nhận những lợi ích đóng góp mà ngành CNTT đã mang lại cho sự tăng trưởng kinh tế, tuy nhiên việc đánh giá ảnh hưởng của CNTT đến chất lượng môi trường còn khá mờ nhạt, đặc biệt là ở các nền kinh tế đang phát triển. Không ai biết chính xác những quyết định ngày nay về việc ứng dụng CNTT sẽ ảnh hưởng như thế nào đến chất lượng môi trường, dẫn đến sự thay đổi về tính bền vững của phát triển kinh tế. Vì vậy, việc xem xét vai trò của CNTT trong các hoạt động kinh tế ảnh hưởng đến phát triển bền vững là một chủ đề cần nghiên cứu và làm rõ.

Xu hướng toàn cầu hoá có tác động đáng kể đến các mặt chính trị, kinh tế và xã hội của phúc lợi con người (Alzboun & cộng sự, 2017; Jahanger, 2021; Yang & cộng sự, 2022). Thông qua toàn cầu hoá, các hoạt động cung cấp CNTT như chuyển giao thiết bị kỹ thuật số, chuyển giao kiến thức bằng hình thức đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI), sử dụng máy móc tân tiến, xây dựng nhận thức nhằm giảm thiểu phát thải carbon (Danish & cộng sự, 2020; Jahanger, 2021; Yang & cộng sự, 2021) renewable energy, urbanization, natural resource rent, and ecological footprint in BRICS economies. The panel data estimators such as fully modified ordinary least squares (FMOLS). Hoạt động FDI mang lại những tác động tích cực tới tăng trưởng kinh tế, tuy nhiên mặt trái của nó là có thể gây hại cho môi trường, một số nguồn vốn FDI đổ vào các nền kinh tế đang phát triển do các quy định về môi trường còn được buông lỏng.

Mục tiêu chính của nghiên cứu là phân tích tác động của đầu tư trực tiếp nước ngoài gắn với đổi mới CNTT đối với lượng phát thải carbon là một chủ đề cần được quan tâm, đặc biệt đối với các nền kinh tế đang phát triển. Tiếp theo tổng quan nghiên cứu, nơi tác giả trình bày các giả thuyết và lược khảo các nghiên cứu trước ở mục 2, tác giả xây dựng mô hình nghiên cứu ở mục 3. Kết quả của nghiên cứu sẽ cung cấp bằng chứng thực nghiệm về vai trò điều tiết của CNTT về ảnh hưởng của phát triển tài chính, đầu tư trực tiếp nước ngoài đến lượng phát thải carbon ở Việt Nam và sẽ được thảo luận ở mục 4. Bài báo kết thúc với các kiến nghị liên quan đến đổi mới công nghệ trong lĩnh vực công nghệ thông tin và truyền thông, phát triển tài chính, đầu tư trực tiếp nước ngoài và bảo vệ môi trường ở Việt Nam ở mục 5.

2. Tổng quan lý thuyết

Lý thuyết hệ thống thế giới (world systems theory) cho rằng CNTT là một trong nhiều giải pháp cho các vấn đề xã hội, môi trường và kinh tế. Theo Nelson-Richards & Agbimson (2012), các quốc gia đầu tư mạnh vào CNTT thường dẫn đến năng suất và hiệu quả kinh doanh cao hơn. Tuy nhiên, Frey (2003) cho thấy các mối nguy hiểm về sức khỏe và môi trường được chuyển sang vùng ngoại vi của hệ thống thế giới như thế nào. Nhiều chính phủ ở các nước ngoại vi sẵn sàng chấp nhận các quy trình sản xuất nguy hiểm và tái chế chất thải nguy hiểm như tàu biển, chất thải điện tử và pin ô tô để đạt được lợi thế kinh tế (Buerk, 2006). Không đồng tình với quan điểm trên, Fors & Lennerfors (2013) cho rằng CNTT không chỉ bị coi là thủ phạm gây ra các vấn đề môi trường mà quan trọng hơn là nó là một phần của giải pháp nhằm giúp tăng trưởng kinh tế và bảo vệ môi trường.

Nghiên cứu của Mirza & cộng sự (2020) ở 29 quốc gia đang phát triển trong giai đoạn 2010 – 2014 cho thấy rằng CNTT đã làm gia tăng đáng kể lượng khí thải CO₂ từ nhiên liệu chất lỏng và nhiệt điện (Asongu & cộng sự, 2018). Tuy nhiên, Park & cộng sự (2018) cho thấy CNTT góp phần tích cực vào giảm lượng khí

thải carbon của 23 quốc gia thuộc Liên minh Châu Âu (EU) trong giai đoạn 2001 đến năm 2014 (Anwar & cộng sự, 2022). Để kiểm chứng lại các quan điểm trên, Huang & cộng sự (2022) đã nghiên cứu về mối liên hệ động giữa CNTT, năng lượng tái tạo, độ phức tạp kinh tế và dấu chân sinh thái giữa các quốc gia đang phát triển (E-7) và các quốc gia phát triển (G-7). Kết quả cho thấy rằng CNTT góp phần làm tăng dấu chân sinh thái ở các quốc gia đang phát triển nhưng CNTT lại góp phần làm giảm dấu chân sinh thái ở các quốc gia phát triển, kết quả này khá tương đồng với lý thuyết hệ thống thế giới khi các quốc gia phát triển đóng vai trò là trung tâm và các quốc gia đang phát triển với vị trí ngoại vi.

Theo lý thuyết đường cong Kuznets môi trường (EKC) cho thấy trong giai đoạn đầu có sự đánh đổi giữa tăng trưởng kinh tế và ô nhiễm môi trường, khi các hoạt động sản xuất trong nền kinh tế càng tăng sẽ dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường đến mức ổn định, sau đó ô nhiễm môi trường bắt đầu giảm khi người dân có thu nhập tốt hơn và cần môi trường sống chất lượng hơn (Grossman & Krueger, 1995). Tuy nhiên, Tadesse (2005) cho rằng đổi mới công nghệ sẽ giúp vừa cải thiện môi trường và đảm bảo tăng trưởng kinh tế thông qua sự phát triển của tài chính sẽ thu hút những dự án đầu tư công nghệ mới có khả năng giảm thiểu tác động đến môi trường. Cùng quan điểm, Chi & Meng (2023) cho thấy cả phần mềm và phần cứng của CNTT được áp dụng cho các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài, chất lượng môi trường có thể được cải thiện đáng kể. Hơn nữa, sự đổi mới lâu dài của phần mềm CNTT sẽ đảm bảo tính bền vững của môi trường. Gần đây, Jakada & cộng sự (2023) nghiên cứu vai trò của CNTT trong mối quan hệ giữa FDI và chất lượng môi trường đối với sáu nền kinh tế hàng đầu châu Phi trong giai đoạn 1970 đến năm 2020. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tác động tương tác của CNTT và FDI dẫn đến sự gia tăng lượng khí thải CO₂ trong dài hạn, nhưng lại có những tác động tích cực làm giảm lượng CO₂ trong ngắn hạn. Do đó, các quốc gia Châu Phi nên sớm thúc đẩy các hoạt động FDI đi cùng với công nghệ xanh nhằm nâng cao chất lượng môi trường. Đồng thời, Usman & cộng sự (2021) phát triển tài chính góp phần đáng kể vào việc khắc phục tình trạng suy thoái môi trường ở 15 quốc gia có lượng phát thải CO₂ cao nhất trong giai đoạn từ 1990 đến 2017. Tuy nhiên, Kamal & cộng sự (2021) cho thấy phát triển tài chính được coi là một trong những chỉ số quan trọng nhất cho thấy mức độ ô nhiễm gia tăng. Cùng quan điểm, Yang & Usman (2021) cho thấy rằng phát triển tài chính làm tăng đáng kể tình trạng suy thoái môi trường, trong khi đổi mới công nghệ là yếu tố thiết yếu làm giúp ngăn chặn tình trạng này (Jahanger & cộng sự, 2022) ở các quốc gia BICS.

Khoảng trống nghiên cứu: các nghiên cứu trước đã chỉ ra rằng phát triển tài chính, đầu tư trực tiếp nước ngoài, đổi mới công nghệ trong lĩnh vực công nghệ thông tin và truyền thông đều có ảnh hưởng nhất định đến lượng phát thải carbon (môi trường). Tuy nhiên, các nghiên cứu chưa chỉ rõ việc phát triển tài chính, đầu tư trực tiếp nước ngoài gắn với đổi mới công nghệ trong lĩnh vực công nghệ thông tin và truyền thông sẽ có những ảnh hưởng nhất định đến lượng khí thải carbon ở Việt Nam trong giai đoạn 1996 đến năm 2022. Do đó, việc nghiên cứu tác động của đầu tư trực tiếp nước ngoài gắn với đổi mới công nghệ thông tin và truyền thông đến lượng phát thải carbon ở quốc gia đang phát triển như ở Việt Nam là một chủ đề cần được quan tâm và có ý nghĩa về mặt thực tiễn.

3. Mô hình nghiên cứu

Mô hình nghiên cứu: Kế thừa nghiên cứu của Jakada & cộng sự (2023), Asongu & cộng sự (2018), Kamal & cộng sự (2021). Mô hình của nghiên cứu như sau:

$$\ln CO_2 = \beta_0 + \beta_1 \ln ICT_t + \beta_2 FD_t + \beta_3 \ln FDI_t + \beta_4 GDP_t + \beta_5 \ln TRD_t + \beta_6 URPt + \beta_7 \ln GFCt + \epsilon_t \quad (1)$$

Với mục tiêu là xem xét tác động FDI, FD gắn với ICT đến lượng phát thải CO₂. Do đó, phương trình (2) là một dạng mở rộng của phương trình (1) với các biến tương tác giữa FD, FDI, và ICT có thể được viết là

$$\ln CO_2 = \beta_0 + \beta_1 \ln ICT_t + \beta_2 \ln (FD_t \times ICT_t) + \beta_3 \ln (FDI_t \times ICT_t) + \beta_4 GDP_t + \beta_5 \ln TRD_t + \beta_6 URPt + \beta_7 \ln GFCt + \epsilon_t \quad (2)$$

Trong đó Biến CO₂ là biến phụ thuộc đại diện cho vấn đề ô nhiễm môi trường, được tính toán bằng cách lấy logarit lượng phát thải carbon (Trần Văn Hưng, 2024; Jakada & cộng sự, 2023; Yang & Usman, 2021). Biến ICT là biến đại diện cho phát triển công nghệ thông tin và truyền thông, biến FD đại diện cho phát triển tài chính được đo lường bằng điểm số PCA của 4 biến đầu vào gồm: tín dụng trong nước cho khu vực tư nhân, tín dụng ngân hàng cho khu vực kinh tế tư nhân, cung tiền, tăng trưởng cung tiền (Hưng, 2023), biến FDI đại diện cho nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài và được đo lường bằng logarit nguồn vốn đầu tư trực

tiếp nước ngoài. Biến tương tác FD x ICT thể hiện phát triển tài chính gắn với phát triển công nghệ thông tin và truyền thông và biến tương tác FDI x ICT thể hiện nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài đi kèm với đó là công nghệ mới (Jakada & cộng sự, 2023; Asongu & cộng sự, 2018; Kamal & cộng sự, 2021). Các biến kiểm soát bao gồm GDP là biến đại diện cho tổng sản phẩm quốc nội được tính theo tỷ lệ tăng trưởng hàng năm, TRD là biến đại diện cho độ mở thương mại được tính bằng logarit tổng xuất khẩu và nhập khẩu hàng hóa và dịch vụ trên tổng sản phẩm quốc nội, URB là biến đại diện cho đô thị hoá được tính bằng tỷ lệ tăng trưởng dân số ở thành thị hàng năm và GFC là biến tổng đầu tư cố định được tính bằng tổng vốn cố định hình thành tính trên GDP. Định nghĩa của tất cả các biến số và nguồn dữ liệu được cung cấp trong Bảng 1.

Bảng 1. Bảng mô tả các biến sử dụng trong mô hình

Biến trong mô hình	Ký hiệu	Cách tính
Phát thải carbon	CO2	Lấy logarit tự nhiên của lượng phát thải carbon bình quân trên đầu người (tấn)
Công nghệ thông tin và viễn thông	ICT	Lấy logarit của số người sử dụng internet (trên 100 người)
Phát triển tài chính	FD	Phân tích nhân tố (PCA score) của 4 yếu tố, bao gồm: (1) Tín dụng trong nước cho khu vực tư nhân trên GDP (2) Tín dụng ngân hàng cho khu vực kinh tế tư nhân trên GDP (3) Lượng cung tiền trên GDP (4) Tăng trưởng cung tiền hàng năm
Độ mở thương mại	TRD	Tổng lượng hàng hoá xuất nhập khẩu trên GDP
Đô thị hoá	UPG	Tăng trưởng dân số ở thành thị
Tổng đầu tư cố định	GFC	Tổng vốn cố định hình thành tính trên GDP
Đầu tư trực tiếp nước ngoài	FDI	Lấy logarit của vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài
Tổng sản phẩm quốc nội	GDP	Tăng trưởng GDP hàng năm

Dữ liệu nghiên cứu: dữ liệu thu thập gồm lượng phát thải carbon (bình quân tấn trên đầu người) từ Our World in Data, số lượng người sử dụng internet (trên 100 người), tín dụng trong nước cho khu vực tư nhân (% GDP), tín dụng ngân hàng cho khu vực kinh tế tư nhân (% GDP), cung tiền (% GDP), tăng trưởng cung tiền (%), độ mở thương mại (% of GDP), đô thị hoá (%), tổng vốn cố định hình thành (% GDP), vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài, tổng sản phẩm quốc nội (%) từ WDI trong giai đoạn từ năm 1996 đến 2022.

Phương pháp nghiên cứu: Marashdeh (2006) gợi ý rằng một trong những lý do chính khiến ARDL thích hơn các mô hình khác (Granger, Johansen) là nó có thể áp dụng khi các biến không cùng dừng 1 bậc hay đồng tích hợp. Trong quá trình phân tích, dữ liệu của nghiên cứu không dừng cùng 1 bậc do đó nghiên cứu sử dụng ARDL là phù hợp nhất.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Bảng 2: Kết quả kiểm định ADF bằng phương pháp IPS

Biến	Bậc gốc		Bậc 1	
	Thống kê t	Ý nghĩa thống kê	Thống kê t	Ý nghĩa thống kê
Im, Pesaran and Shin W-stat	-6,79455***	0,0000	-12,0340 ***	0,0000
CO2	-0,5049	0,8732	-5,8001	0,0001
ICT	-16,548***	0,0001	-5,0864	0,0005
ICTxFD	-4,2286***	0,0029	-4,3946	0,0021
ICTxFDI	-8,1000***	0,0000	-5,5077	0,0001
FDI	-0,1755	0,9301	-3,3106	0,0252
FD	0,5947	0,9867	-3,9331	0,0062
GDP	-6,1109***	0,0000	-6,2895	0,0000
TRD	-0,6692	0,8376	-5,0817	0,0004
URB	-0,5806	0,8587	-4,4455	0,0018
GCF	1,0901	0,9962	-4,3441	0,0023

Ghi chú: ***, **, * tương ứng với mức ý nghĩa 1%, 5% và 10%

ARDL hoạt động tốt hơn để xác định các mối quan hệ đồng liên kết trong các mẫu nhỏ, dữ liệu có thể được áp dụng bất kể các biến hồi quy dừng ở mức sai phân bậc nhất I(0) hay I(1). Tuy nhiên, chúng không

thể được áp dụng nếu các biến hồi quy dừng ở mức sai phân bậc I(2). Để kiểm tra độ phù hợp của dữ liệu, nghiên cứu sử dụng kiểm định Im, Pesaran, và Shin (IPS).

Thông qua kiểm định tính dừng bằng phương pháp IPS (Bảng 2) các biến ICT, ICTxFD, ICTxFDI, GDP đều dừng ở bậc gốc và các biến CO₂, FDI, FD, TRD, URB, GFC không dừng ở bậc gốc. Tuy nhiên, đối với kiểm định ADF ở bậc 1 đều cho kết quả dữ liệu dừng ở bậc 1 và ước lượng hồi quy ARDL là phù hợp và tiếp tục được đưa vào nghiên cứu.

Bảng 3: Kiểm định đường bao (Bound test)

Biến phụ thuộc	Giá trị F	Kết luận
CO ₂	4,7939**	Đồng liên kết
Giá trị tới hạn dưới, I(0) của kiểm định đường bao ở mức ý nghĩa 5%		
	2,730	
Giá trị tới hạn trên, I(1) của kiểm định đường bao ở mức ý nghĩa 5%		
	4,163	

Ghi chú: **: Có ý nghĩa thống kê ở mức 5%

Từ kết quả kiểm định đường bao (Bảng 3) cho thấy tại mức ý nghĩa 5% có giá trị thống kê F lớn hơn giá trị giới hạn đường bao, do đó kết quả này chấp nhận giả thuyết H1: tồn tại mối quan hệ đồng liên kết giữa các biến trong mô hình nghiên cứu, hay nói cách khác giữa các biến trong mô hình có mối quan hệ dài hạn.

Bảng 4: Thống kê mô tả các biến trong mô hình

	Số quan sát	Giá trị trung bình	Giá trị trung vị	Giá trị lớn nhất	Giá trị nhỏ nhất	Độ lệch chuẩn	Độ lệch	Độ nhọn
CO ₂	27	0,3559	0,3643	1,3243	-0,7478	0,6130	-0,0180	1,9646
ICT	27	30,2198	26,5500	78,5900	0,0001	26,8244	0,4023	1,8322
ICTxFD	27	3,9844	2,4735	21,0141	-1,4382	5,2136	1,4656	5,3074
ICTxFDI	27	24,1397	26,1576	27,9723	12,6850	4,1448	-1,2571	3,6445
GDP	27	0,0643	0,0669	0,0934	0,0256	0,0145	-0,9351	4,4710
GCF	27	0,3255	0,3211	0,3957	0,2763	0,0299	0,3930	2,6529
TRD	27	1,3488	1,3302	1,8643	0,9271	0,2602	0,2368	2,3227
URB	27	0,0313	0,0317	0,0343	0,0259	0,0020	-1,1238	3,8102

Bảng 4 tóm tắt thống kê mô tả của các biến được sử dụng trong nghiên cứu, bao gồm: CO₂ đo lường lượng phát thải carbon, ICT đại diện cho công nghệ thông tin và viễn thông, ICTxFD ICTxFDI là biến tương tác, các biến GDP, TRD, GCF, URB là các biến kiểm soát.

Bảng 5: Kết quả hồi quy ARDL trong ngắn hạn

Biến trong mô hình	Hệ số hồi quy	Sai số	Thống kê t	Ý nghĩa thống kê
COINTEQ*	-0,883444	0,130383	-6,775747	0,0000
D(LNCO ₂ (-1))	1,123836	0,182742	6,149845	0,0000
D(GFC)	0,317846	0,602106	0,527890	0,6037
D(ICTxFD)	-0,040373	0,009180	-4,398029	0,0003
D(ICTxFDI)	-0,130998	0,030459	-4,300766	0,0004
C	-0,942522	0,150761	-6,251781	0,0000
R-squared	0,723367	Mean dependent var		0,070655
Adjusted R-squared	0,650569	S.D. dependent var		0,074023
S.E. of regression	0,043757	Akaike info criterion		-3,214762
Sum squared resid	0,036379	Schwarz criterion		-2,922232
Log likelihood	46,18453	Hannan-Quinn criter.		-3,133627
F-statistic	9,936601	Durbin-Watson stat		2,184852
Prob(F-statistic)	0,000086			

Từ kết quả Bảng 5 cho thấy trong ngắn hạn, lượng phát thải CO₂ với tốc độ tự động điều chỉnh là 88,34% và nó có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Có nghĩa là một khi có sự thay đổi nào đó từ các hoạt động kinh tế hoặc những biến động ngắn hạn sẽ làm cho CO₂ lệch khỏi mức cân bằng dài hạn, nhưng ngay sau đó thì giá trị của những tác động này có xu hướng trở lại cân bằng với tỷ lệ điều chỉnh là 88,34%. Thêm vào đó,

kết quả nghiên cứu cho thấy rằng trong ngắn hạn FD gắn với ICT sẽ giảm lượng CO₂, cụ thể khi FDxICT tăng 1% thì sẽ làm CO₂ giảm 0,04%. Kết quả này khác với Jiaming Ke & cộng sự (2022), có thể thấy vai trò điều tiết của CNTT đối với phát triển tài chính trong ngắn hạn sẽ giúp cải thiện môi trường. Hơn nữa, kết quả còn cho thấy FDI gắn với ICT sẽ giảm lượng CO₂, có nghĩa là chuyển giao CNTT thông qua FDI sẽ giảm thiểu phát thải carbon (Danish & cộng sự, 2018; Jahanger, 2021; Yang & cộng sự, 2021). Kết quả này ủng hộ giả thuyết vầng hào quang ô nhiễm (pollution halo hypothesis), cho rằng việc quản lý tốt hơn, tuân thủ các tiêu chuẩn cao hơn về môi trường và sử dụng công nghệ tốt hơn từ việc thu hút nguồn vốn FDI sẽ mang lại những tác động tích cực về phát triển kinh tế, cũng như các vấn đề bảo vệ môi trường. Những tiêu chuẩn cao hơn đó có thể bao gồm cả những tiêu chuẩn được đặt ra ở các nước xuất khẩu FDI hoặc các nền kinh tế sở tại, điều này có thể dẫn đến tác động lan tỏa tích cực đến nước sở tại. Do đó, FDI có thể là một kênh quan trọng để chuyển giao công nghệ với lượng phát thải carbon thấp từ đó giúp bảo vệ môi trường và tăng trưởng kinh tế bền vững (Pigato & cộng sự, 2020). Đồng thời, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy đổi mới công nghệ sẽ giúp vừa cải thiện môi trường và đảm bảo tăng trưởng kinh tế thông qua sự phát triển của tài chính sẽ thu hút những dự án đầu tư công nghệ mới có khả năng giảm thiểu tác động đến môi trường (Tadesse, 2005; Chi & Meng, 2023).

Bảng 6. Kết quả hồi quy ARDL trong dài hạn

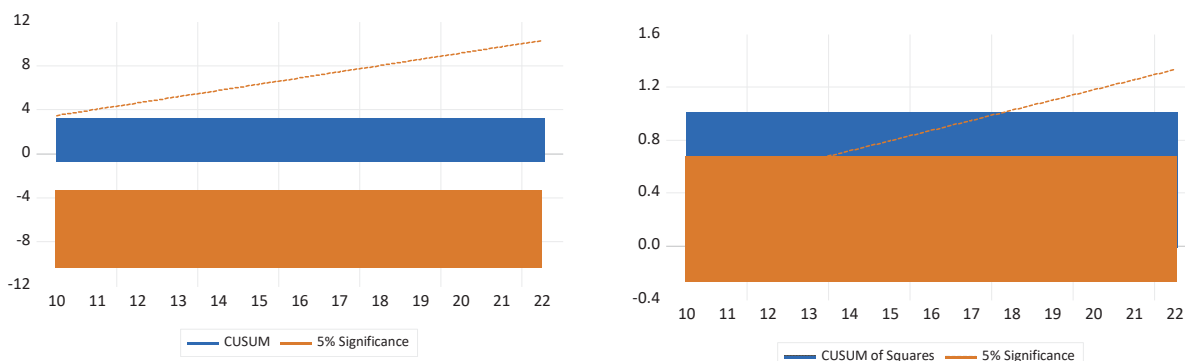
Biến trong mô hình	Hệ số hồi quy	Sai số	Thống kê t	Ý nghĩa thống kê
LNCO ₂ (-1)	-0,038783	0,290239	-0,133624	0,0590
LNICT(-1)	-0,136131	0,194211	-0,700945	0,0967
TRD	0,449828	0,242076	1,858208	0,0878
URB	20,17962	33,58532	0,600846	0,5591
GDP(-1)	5,224975	1,629501	3,206487	0,0075
GFC(-1)	0,755936	1,534341	0,492678	0,6311
ICTxFD(-1)	-0,020054	0,036694	-0,546524	0,0947
ICTxFDI(-1)	0,111896	0,107987	1,036204	0,0205
C	-4,101780	2,591631	-1,582702	0,1395
R-squared	0,604466	Mean dependent var		0,076938
Adjusted R-squared	0,575971	S.D. dependent var		0,079289
S.E. of regression	0,071975	Akaike info criterion		-2,121264
Sum squared resid	0,062165	Schwarz criterion		-1,443827
Log likelihood	41,57643	Hannan-Quinn criter.		-1,926187
F-statistic	1,410673	Durbin-Watson stat		1,839089
Prob(F-statistic)	0,019165			

Về dài hạn, FD gắn với ICT sẽ làm giảm lượng CO₂ (xem Bảng 6), có nghĩa là khi FDxICT tăng 1% sẽ giúp lượng CO₂ giảm 0,02%, điều này cho thấy vai trò điều tiết của CNTT đối với FD sẽ thu hút nguồn vốn xanh vừa giúp cải thiện môi trường và đảm bảo tăng trưởng kinh tế (Tadesse, 2005; Yang & cộng sự, 2021; Zhang & cộng sự, 2022). Theo Hoskisson & cộng sự (2000), các nền kinh tế mới nổi là những quốc gia có thu nhập thấp, tăng trưởng nhanh và sử dụng tự do hóa kinh tế làm động lực tăng trưởng chính, do đó đối với Việt Nam tự do hoá kinh tế sẽ là động lực tăng trưởng chính và thông qua sự phát triển tài chính, đi kèm với đó là các chính sách ưu tiên gắn với phát triển CNTT, nguồn tài chính xanh sẽ giúp bảo vệ môi trường vừa giúp đảm bảo tăng trưởng kinh tế. Thêm vào đó, kết quả nghiên cứu ở Bảng 6 cho thấy rằng FDI gắn với CNTT sẽ làm gia tăng lượng CO₂, có nghĩa rằng khi FDI x ICT tăng 1% sẽ làm lượng phát thải carbon tăng 0,11%. Kết quả nghiên cứu này được giải thích bởi lý thuyết hệ thống thế giới, khi cho rằng các nước đang phát triển (ngoại vi) sẵn sàng chấp nhận các quy trình sản xuất nguy hiểm và tái chế chất thải nguy hiểm như tàu biển, chất thải điện tử và pin ô tô để đạt được lợi thế kinh tế (Frey, 2003). Về mặt lâu dài, kết quả này cũng ủng hộ giả thuyết về nơi ẩn giấu ô nhiễm (pollution haven hypothesis) cho rằng FDI thường gắn liền với lượng khí thải carbon cao hơn, đặc biệt là ở các nước thu nhập thấp. Bên cạnh mục đích khai thác tài nguyên, dòng vốn FDI này còn nhằm thay đổi nơi xả thải và nhất là còn nhằm tìm nơi để chôn cất chất thải không xử lý được mà ở các quốc gia phát triển, doanh nghiệp không được phép thực hiện hay không thể thực hiện do những quy định rất nghiêm ngặt về môi trường, chi phí xử lý và thuế suất xả thải rất cao. Trong khi đó, các quốc gia có thu nhập thấp có xu hướng đặt ra tiêu chuẩn ô nhiễm thấp để có thể thu hút nguồn

tài nguyên cũng như FDI gây ô nhiễm. Ngoài ra, ICT sẽ làm giảm lượng CO₂ (Alzboun & cộng sự, 2017; Mirza & cộng sự, 2020), trong khi đó GDP, TRB là gia tăng lượng CO₂ (Anwar & cộng sự, 2022; Asongu & cộng sự, 2018; Mirza & cộng sự, 2020).

Để kiểm tra sự ổn định cấu trúc trong mô hình ARDL, kiểm định tổng tích lũy của phần dư và kiểm định bình phương tổng tích lũy của phần dư được sử dụng.

Hình 1. Kết quả kiểm định CUSUM và CUSUMSQ



Hình 1 cho thấy tổng tích lũy của phần dư (CUSUM) và bình phương tổng tích lũy của phần dư (CUSUMSQ) nằm giữa hai đường quan trọng với giá trị 5%, ngụ ý rằng mô hình ARDL là ổn định về cấu trúc trong giai đoạn nghiên cứu.

5. Kết luận

Nghiên cứu sử dụng mô hình ARDL nhằm xem xét ảnh hưởng của phát triển tài chính, đầu tư trực tiếp nước ngoài đến lượng phát thải CO₂ ở Việt Nam: xem xét vai trò của đổi mới công nghệ thông tin và viễn thông. Kết quả nghiên cứu cho thấy trong ngắn hạn và cả trong dài hạn lượng CO₂ sẽ giảm khi phát triển tài chính gắn với CNTT. Đồng thời, hoạt động chuyển giao công nghệ thông qua FDI sẽ giúp cải thiện môi trường trong ngắn hạn, nhưng lại làm gia tăng lượng CO₂ trong dài hạn. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cho thấy CNTT sẽ làm giảm lượng CO₂, tăng trưởng kinh tế, độ mở thương mại, tăng trưởng dân số đô thị sẽ làm gia tăng lượng CO₂ trong dài hạn. Từ kết quả nghiên cứu, cho thấy CNTT có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc giảm lượng CO₂ bằng cách giảm chi phí vận chuyển và phi vật chất hóa, đồng thời phát triển các hoạt động tài chính gắn với CNTT sẽ giúp chuyển giao vốn hiệu quả. Việc tiếp cận tín dụng ngân hàng dễ dàng thông qua CNTT xanh sẽ mang lại hiệu quả và tiêu thụ ít năng lượng hơn. Đồng thời, thông qua hoạt động FDI chính phủ nên khuyến khích đầu tư cơ sở hạ tầng CNTT xanh, xanh hoá trong các hoạt động của các ngành công nghiệp, giáo dục và kinh doanh để giúp giảm ô nhiễm và suy thoái môi trường. Thông qua các hoạt động xanh hoá bằng CNTT sẽ thúc đẩy sự thâm nhập sâu hơn của CNTT vào các lĩnh vực xã hội khác nhau, làm tăng “khối lượng công nghệ” vào các hoạt động kinh tế xã hội, từ đó làm giảm lượng CO₂ và giảm thiểu vấn đề gây ô nhiễm môi trường. Đối với mục tiêu phát triển tài chính và thu hút nguồn vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài, chính phủ nên có những chính sách ưu tiên, có chọn lọc các nguồn tín dụng xanh và các dự án xanh có hàm lượng công nghệ cao nhằm đảm bảo vừa phát triển kinh tế và vừa bảo vệ môi trường.

Một trong những hạn chế của nghiên cứu là dữ liệu, bộ dữ liệu của nghiên cứu theo năm trong giai đoạn 1996 đến năm 2022, đó đó nếu mở rộng dữ liệu theo quý và khoảng thời gian dài hơn sẽ cho những phát hiện thú vị hơn. Ngoài ra, các ước lượng hồi quy trong nghiên cứu này ở dạng tuyến tính, cần bổ sung thêm các mô hình ước lượng hồi quy dạng phi tuyến nhằm xem xét các cú sốc ở những nghiên cứu tiếp theo nhằm cung cấp thêm bằng chứng thực nghiệm về các mối quan hệ này.

Tài liệu tham khảo

- Adedoyin, F. F., Bekun, F. V., Driha, O. M., & Balsalobre-Lorente, D. (2020), 'The effects of air transportation, energy, ICT and FDI on economic growth in the industry 4.0 era: Evidence from the United States', *Technological Forecasting and Social Change*, 160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120297>.
- Ahmad, U. S., Usman, M., Hussain, S., Jahanger, A., & Abrar, M. (2022), 'Determinants of renewable energy sources in Pakistan: An overview', *Environmental Science and Pollution Research*, 29(19), 29183–29201. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18502-w>.
- Ahmed, Z., Zhang, B., & Cary, M. (2021), 'Linking economic globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: Evidence from symmetric and asymmetric ARDL', *Ecological Indicators*, 121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107060>.
- Alzaboun, B., Smad, O. M., & Baniabdelrahman, A. (2017), 'The Effect of Role Play Strategy on Jordanian EFL Tenth Grade Students' Speaking Skill', *Arab World English Journal*, 8(4), 121–136. DOI: <https://doi.org/10.24093/awej/vol8no4.8>.
- Amna Intisar, R., Yaseen, M. R., Kousar, R., Usman, M., & Makhdum, M. S. A. (2020), 'Impact of trade openness and human capital on economic growth: a comparative investigation of Asian countries', *Sustainability*, 12(7). DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072930>.
- Anwar, A., Malik, S., & Ahmad, P. (2022), 'Cogitating the role of technological innovation and institutional quality in formulating the sustainable development goal policies for E7 countries: evidence from quantile regression', *Global Business Review*, 0(0). DOI: <https://doi.org/10.1177/09721509211072657>.
- Asongu, S. A., Le Roux, S., & Biekpe, N. (2018), 'Enhancing ICT for environmental sustainability in sub-Saharan Africa', *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 209–216. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.022>.
- Buerk, R. (2006), *Breaking ships: How supertankers and cargo ships are dismantled on the beaches of Bangladesh*, Chamberlain Brothers, New York, 309-327.
- Chi, F., & Meng, Z. (2023), 'The effects of ICT and FDI on CO2 emissions in China', *Environmental Science and Pollution Research*, 30(2), 3133–3145. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22422-0>.
- Dagar, V., Khan, M. K., Alvarado, R., Usman, M., Zakari, A., Rehman, A., Murshed, M., & Tillaguango, B. (2021), 'Variations in technical efficiency of farmers with distinct land size across agro-climatic zones: Evidence from India', *Journal of Cleaner Production*, 315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128109>.
- Danish, Khan, N., Baloch, M. A., Saud, S., & Fatima, T. (2018), 'The effect of ICT on CO 2 emissions in emerging economies: does the level of income matters?', *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 22850–22860. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2379-2>.
- Danish, Ulucak, R., & Khan, S. U. D. (2020), 'Determinants of the ecological footprint: Role of renewable energy, natural resources, and urbanization', *Sustainable Cities and Society*, 54, 101996. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101996>.
- Fors, P., & Lennerfors, T. T. (2013), 'Translating green IT: The case of the Swedish green IT audit', in *First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability*, February 14-16, 2013, ETH Zurich, 208–216.
- Frey, R. S. (2003), 'The transfer of core-based hazardous production processes to the export processing zones of the periphery: The maquiladora centers of northern Mexico', *Journal of World-Systems Research*, 9(2), 317-354.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995), 'Economic growth and the environment', *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377.
- Hoskisson, R. E., Eden, L., Lau, C. M., & Wright, M. (2000), 'Strategy in emerging economies', *Academy of Management Journal*, 43(3), 249-267.
- Huang, Y., Haseeb, M., Usman, M., & Ozturk, I. (2022), 'Dynamic association between ICT, renewable energy, economic complexity and ecological footprint: is there any difference between E-7 (developing) and G-7 (developed) countries?', *Technology in Society*, 68(February). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101853>.
- Hung, N. T. (2023), 'Green investment, financial development, digitalization and economic sustainability in Vietnam: Evidence from a quantile-on-quantile regression and wavelet coherence', *Technological Forecasting and Social*

Change, 186(May 2022). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122185>.

- Trần Văn, H. (2024), ‘Mối quan hệ giữa FDI, toàn cầu hóa, tăng trưởng kinh tế, tăng trưởng xanh và khí thải CO₂ tại Việt Nam’, *Tạp chí Kinh tế và Phát triển*, 321, 41–51.
- Jahanger, A. (2021), ‘Influence of FDI characteristics on high-quality development of China’s economy’, *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 18977–18988. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09187-0>.
- Jahanger, A., Usman, M., Murshed, M., Mahmood, H., & Balsalobre-Lorente, D. (2022), ‘The linkages between natural resources, human capital, globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: The moderating role of technological innovations’, *Resources Policy*, 76 (June). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102569>.
- Jakada, A. H., Mahmood, S., Ali, U. A., & Ismail Aliyu, D. (2023), ‘The moderating role of ICT on the relationship between foreign direct investment and the quality of environment in selected African countries’, *Cogent Economics & Finance*, 11(1). DOI: <https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2197694>.
- Kamal, M., Usman, M., Jahanger, A., & Balsalobre-Lorente, D. (2021), ‘Revisiting the role of fiscal policy, financial development, and foreign direct investment in reducing environmental pollution during globalization mode: evidence from linear and nonlinear panel data approaches’, *Energies*, 14(21). DOI: <https://doi.org/10.3390/en14216968>.
- Marashdeh, H.A. (2006), ‘Financial integration of the MENA emerging stock markets’, PhD thesis, School of Economic and Information Systems, University of Wollongong.
- Mirza, F. M., Ansar, S., Ullah, K., & Maqsood, F. (2020), ‘The impact of information and communication technologies, CO₂ emissions, and energy consumption on inclusive development in developing countries’, *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 3143–3155. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07131-5>.
- Nelson-Richards, M. & Agbimson, Kandu E. (2012), ‘The pervasiveness of ICT in our present modern world-system’, in Babones, S. & Chase-Dunn, C. (Eds), *Routledge International Handbook of World-Systems Analysis*, Routledge, New York, NY, 288-289.
- Park, Y., Meng, F., & Baloch, M. A. (2018), ‘The effect of ICT, financial development, growth, and trade openness on CO₂ emissions: an empirical analysis’, *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 30708–30719. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3108-6>.
- Ramzan, M., Iqbal, H. A., Usman, M., & Ozturk, I. (2022), ‘Environmental pollution and agricultural productivity in Pakistan: new insights from ARDL and wavelet coherence approaches’, *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 28749–28768. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17850-3>.
- Tadesse, S. A. (2005), ‘Financial Development and Technology’, William Davidson Institute Working Paper, 749. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.681562>.
- Usman, M., Makhdom, 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102590>.
- Yang, B., Ali, M., Hashmi, S. H., & Jahanger, A. (2022), ‘Do income inequality and institutional quality affect CO₂ emissions in developing economies?’, *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 42720–42741. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18278-5>.
- Yang, B., Jahanger, A., Usman, M., & Khan, M. A. (2021), ‘The dynamic linkage between globalization, financial development, energy utilization, and environmental sustainability in GCC countries’, *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 16568–16588. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11576-4>.
- Yang, B., & Usman, M. (2021), ‘Do industrialization, economic growth and globalization processes influence the ecological footprint and healthcare expenditures? Fresh insights based on the STIRPAT model for countries with the highest healthcare expenditures’, *Sustainable Production and Consumption*, 28 (October), 893–910. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.07.020>.
- Zhang, L., Yang, B., & Jahanger, A. (2022), ‘The role of remittance inflow and renewable and non-renewable energy consumption in the environment: Accounting ecological footprint indicator for top remittance-receiving countries’, *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 15915–15930. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16545-z>.