

Đánh giá tác động của vốn con người và chuyển đổi số đến tăng trưởng kinh tế ở Vùng Trung Trung Bộ qua mô hình dữ liệu bảng AR(1)

TÓM TẮT

Nghiên cứu này phân tích tác động của vốn con người và chuyển đổi số (ICT) đến tăng trưởng kinh tế cấp tỉnh tại Vùng Trung Trung Bộ Việt Nam giai đoạn 2010–2024, sử dụng dữ liệu bảng cân bằng và mô hình RE-GLS(AR1). Kết quả cho thấy vốn con người có tác động dương, mạnh và ổn định đến tăng trưởng, khẳng định vai trò trung tâm của nguồn nhân lực trong nâng cao năng suất và đổi mới. Chất lượng thể chế (PCI) cũng thể hiện ảnh hưởng tích cực và đóng vai trò trung gian, khuếch đại tác động của nhân lực và chuyển đổi số. Trong khi đó, ICT có dấu dương nhưng ý nghĩa chưa ổn định, phản ánh sự khác biệt về mức độ sẵn sàng số giữa các tỉnh. Kiểm định tính vững bằng phương pháp Driscoll–Kraay khẳng định độ ổn định của mô hình theo thời gian. Kết quả nhấn mạnh cấu trúc tăng trưởng dựa trên ba trụ cột: nhân lực – thể chế – công nghệ, đồng thời cung cấp bằng chứng thực nghiệm cho hoạch định chính sách vùng trong bối cảnh cải cách hành chính và tái cấu trúc địa giới sau tháng 7/2025.

Từ khóa: *Tăng trưởng kinh tế; Vốn con người; Chuyển đổi số; Mô hình dữ liệu bảng; RE-GLS(AR1)*

Assessing the Impact of Human Capital and Digital Transformation on Economic Growth in the Central Central Region of Vietnam: Evidence from a Panel Data Model with AR(1)

ABSTRACT

This study investigates the impacts of human capital and digital transformation (ICT) on provincial economic growth in Vietnam's Central Central Region during 2010–2024, employing a balanced panel and the RE-GLS(AR1) model. The results reveal that human capital exerts a strong and consistent positive effect on economic growth, confirming its central role in enhancing productivity and innovation. Institutional quality (PCI) also shows a significant positive influence, acting as a mediating factor that amplifies the effects of human capital and ICT. Meanwhile, the impact of digital transformation remains positive but statistically unstable, reflecting disparities in digital readiness among provinces. Robustness checks using Driscoll–Kraay estimations confirm the model's stability over time. The findings highlight a growth structure based on three interlinked pillars – human capital, institutional quality, and technology, providing empirical evidence for regional development and policy reform following Vietnam's administrative restructuring in July 2025.

Keywords: *Economic growth; Human capital; Digital transformation; Panel data model; RE-GLS(AR1)*

1. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh chuyển đổi sang nền kinh tế số và phát triển bền vững, Việt Nam đang đối mặt với thách thức kép: duy trì tăng trưởng năng suất và thu hẹp khoảng cách phát triển giữa các vùng. Vùng Trung Trung Bộ – bao gồm Thừa Thiên Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi và Bình Định – được xem là không gian chiến lược trong chuỗi đô thị ven biển miền Trung, đóng vai trò cầu nối kinh tế – xã hội giữa Bắc và Nam. Tuy nhiên, sự khác biệt đáng kể về năng lực thể chế, hạ tầng số và chất lượng nguồn nhân lực đang là rào cản lớn đối với hiệu quả chuyển đổi và hội tụ tăng trưởng. Trong bối cảnh đó, việc phân tích tác động của vốn con người và chuyển đổi số (ICT) đến tăng trưởng kinh tế cấp tỉnh mang ý nghĩa thực chứng quan trọng, giúp xác định cơ chế tương tác giữa nhân lực, thể chế và công nghệ – ba trụ cột của tăng trưởng nội sinh. Nghiên cứu tập trung vào giai đoạn 2010–2024, phản ánh thực trạng trước khi Việt Nam tiến hành cải cách hành chính quy mô lớn từ ngày 1/7/2025, trong đó một số tỉnh trong vùng sẽ được sáp nhập, tái cấu trúc thành các đơn vị hành chính mở rộng.

Cần lưu ý rằng phạm vi dữ liệu và phân tích chỉ giới hạn trong ranh giới hành chính hiện hành của Vùng Trung Trung Bộ gồm năm tỉnh nêu trên, nhằm bảo đảm tính nhất quán của chuỗi số liệu. Việc đề cập đến cải cách sau 2025 được sử dụng như bối cảnh định hướng chính sách vùng

mở rộng, giúp so sánh và dự báo xu hướng phát triển trong giai đoạn tiếp theo mà không ảnh hưởng đến giá trị thực nghiệm của mô hình.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa bàn nghiên cứu

Vùng Trung Trung Bộ gồm năm tỉnh Thừa Thiên Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi và Bình Định – là khu vực có cấu trúc kinh tế chuyên dịch mạnh từ nông nghiệp sang công nghiệp và dịch vụ, song mức độ phát triển giữa các địa phương vẫn chênh lệch đáng kể. Đà Nẵng giữ vai trò trung tâm tăng trưởng, với GRDP bình quân đầu người và chỉ số ICT cao nhất vùng (ICT khoảng 0,72 giai đoạn 2020–2024), phản ánh năng lực hạ tầng số và quản trị công nghệ vượt trội. Thừa Thiên Huế nổi bật ở lĩnh vực dịch vụ công nghệ và giáo dục đại học, có tỷ lệ lao động qua đào tạo đạt trên 65%, tạo nền tảng thuận lợi cho đổi mới sáng tạo.

Ngược lại, Quảng Nam và Quảng Ngãi có cơ cấu kinh tế dựa nhiều vào công nghiệp chế biến, chế tạo, nhưng mức độ ứng dụng số hóa và kỹ năng lao động còn hạn chế; tỷ lệ lao động qua đào tạo chỉ khoảng 52–55%, chỉ số ICT trung bình 0,42–0,45. Bình Định đang nổi lên với chiến lược phát triển trung tâm trí tuệ nhân tạo và logistics Quy Nhơn, PCI cao (trên 68 điểm), thể hiện môi trường thể chế năng động hơn. Nhìn chung, sự phân hóa về vốn con người và

hạ tầng số là nguyên nhân chính tạo nên khác biệt tăng trưởng trong vùng, đồng thời là cơ sở để kiểm định giả thuyết rằng tác động của ICT và nhân lực đến tăng trưởng mạnh hơn ở các địa phương có nền tảng ban đầu yếu hơn – điều đặc biệt quan trọng khi khu vực mở rộng bao gồm thêm Gia Lai và Kon Tum sau cải cách hành chính 2025.

Phạm vi nghiên cứu được xác định trong giới hạn không gian hành chính của Vùng Trung Trung Bộ hiện hành (5 tỉnh) với dữ liệu giai đoạn 2010–2024. Các nội dung liên quan đến sắp xếp hành chính năm 2025 được thảo luận ở phần hàm ý chính sách, không mở rộng mẫu hay thay đổi cấu trúc dữ liệu. Cách tiếp cận này nhằm đảm bảo tính nhất quán của phân tích định lượng, đồng thời cung cấp góc nhìn tham chiếu cho giai đoạn hậu cải cách

2.2. Tổng quan tài liệu nghiên cứu

Các lý thuyết tăng trưởng nội sinh xem vốn con người là động lực cốt lõi tạo tri thức, nâng năng suất và duy trì tăng trưởng dài hạn¹ và ³. Trên nền tảng đó, dòng nghiên cứu về công nghệ thông tin & truyền thông (ICT) cho thấy công nghệ là nguồn tăng trưởng năng suất thông qua giảm chi phí giao dịch, mở rộng thị trường và cải thiện hiệu quả phân bổ nguồn lực⁴⁻⁵. Tác động này không chỉ trực tiếp (nâng cấp hạ tầng số, số hóa quy trình) mà còn gián tiếp thông qua lan tỏa công nghệ và đổi mới.

Một nhánh bằng chứng nhấn mạnh tính bổ sung lẫn nhau giữa ICT và vốn con người: nơi có kỹ năng số và giáo dục cao, lợi ích biên của ICT lớn hơn nhờ hấp thụ công nghệ hiệu quả và đổi mới tổ chức⁶⁻⁷. Tổng quan gần đây khẳng định kết quả tích cực của ICT với tăng trưởng nhưng mức độ phụ thuộc mạnh vào điều kiện thể chế, năng lực quản trị và hạ tầng số⁸, đồng thời số hóa có xu hướng nâng hiệu quả kinh tế thông qua cải thiện năng suất tổng hợp⁹.

Trong bối cảnh các nền kinh tế đang phát triển, kết quả thực nghiệm không đồng nhất. Một số nghiên cứu cho thấy ICT thúc đẩy tăng trưởng “chất lượng cao” nhưng hiệu quả nhạy cảm với năng lực tiếp nhận và điều phối chính sách¹⁰. Ở Nam Á và nhiều nền kinh tế mới nổi, ICT liên quan chặt chẽ đến năng suất và tiêu dùng năng lượng, đặt ra yêu cầu đồng bộ chính sách để tránh đánh đổi¹²⁻¹³. Nhìn chung, thể chế tốt và

vốn nhân lực vững là điều kiện cần để ICT chuyển hóa thành tăng trưởng bền vững.

Đối với Việt Nam, bằng chứng cấp quốc gia đã đề cập vai trò tích cực của ICT và vốn con người, song nghiên cứu cấp vùng/tỉnh còn mỏng, nhất là các bối cảnh phân hóa mạnh về hạ tầng số, kỹ năng lao động và chất lượng điều hành như Vùng Trung Trung Bộ. Phần lớn công trình trước đây phân tích riêng lẻ từng yếu tố (đầu tư vật chất, thể chế) hoặc sử dụng mô hình tĩnh, trong khi những vấn đề đặc trưng của dữ liệu địa phương—đặc biệt không quan sát được, tự tương quan theo thời gian và nội sinh yếu—đòi hỏi khung phân tích băng động và kiểm soát chặt chẽ tính nội sinh² và ¹⁴.

Khoảng trống nghiên cứu nổi bật gồm: (i) thiếu một khung tổng hợp kiểm định tác động đồng thời của vốn con người và ICT lên tăng trưởng ở cấp tỉnh, có xét vai trò thể chế; (ii) thiếu bằng chứng so sánh nội vùng cho khu vực Trung Trung Bộ—nơi chênh lệch về số hóa và chất lượng nhân lực cao; và (iii) thiếu áp dụng các kỹ thuật băng động/AR(1) để xử lý tự tương quan và kiểm định—sửa nội sinh bằng công cụ trễ khi đánh giá quan hệ hai chiều giữa tăng trưởng–nhân lực–ICT.

Bài nghiên cứu hiện tại đóng góp theo ba hướng: (1) xây dựng khung phân tích kết nối vốn con người–ICT–thể chế trong tăng trưởng cấp tỉnh; (2) cung cấp bằng chứng định lượng nội vùng cho Trung Trung Bộ với dữ liệu dài (2010–2024); và (3) áp dụng mô hình băng động AR(1) cùng chiến lược công cụ trễ, qua đó nâng độ tin cậy suy luận nhân-quả trong bối cảnh địa phương. Các kết quả kỳ vọng giúp làm rõ điều kiện để ICT và vốn con người phát huy hiệu quả, định hướng thiết kế chính sách đào tạo–số hóa–cải cách thể chế theo đặc thù vùng.

2.3. Mô hình nghiên cứu

Dựa trên khung lý thuyết tăng trưởng nội sinh và bằng chứng thực nghiệm đã trình bày, nghiên cứu này đề xuất mô hình phân tích mối quan hệ giữa vốn con người, chuyển đổi số (ICT) và tăng trưởng kinh tế cấp tỉnh, có xét đến các yếu tố thể chế, vốn vật chất và lao động. Cấu trúc mô hình phản ánh cơ chế lan tỏa tri thức – công nghệ – năng suất được thúc đẩy thông qua chất lượng nhân lực và hạ tầng số¹ và ⁶.

Mô hình tổng quát được xác định như sau:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln l_{quadt_{it}} + \beta_2 ict_{it} + \beta_3 pci_{it} + \beta_4 \ln k_{it} + \beta_5 \ln l_{it} + \varepsilon_{it}$$

Trong đó:

lny: GRDP theo giá cố định 2010 – đại diện cho tăng trưởng kinh tế;

lnlquadt: tỷ lệ lao động qua đào tạo – đại diện cho vốn con người kỳ vọng tác động (+);

ict: chỉ số chuyển đổi số cấp tỉnh, tác động (+);

pci: chất lượng thể chế, ảnh hưởng (+);

lnk: vốn vật chất phản ánh tích lũy đầu tư, ảnh hưởng (+);

lnl: quy mô lao động, ảnh hưởng (+).

Tất cả được cụ thể ở Bảng 1 dưới.

Bảng 1. Mô tả và định nghĩa các biến trong mô hình

Biến	Ký hiệu	Đơn vị	Định nghĩa & Nguồn dữ liệu
Tăng trưởng kinh tế	lny	Logarit GRDP (tỷ đồng, giá 2010)	Biến phụ thuộc: GRDP theo giá so sánh 2010 của các tỉnh Vùng Trung Trung Bộ, lấy từ Cục Thống kê các tỉnh
Vốn con người	lnlquadt	Logarit (%)	Tỷ lệ lao động đã qua đào tạo, lấy từ Cục Thống kê các tỉnh Vùng TTB
Chuyển đổi số	ict	Chỉ số ICT (0–1)	Chỉ số ICT công bố hàng năm, nguồn: Bộ Thông tin & Truyền thông
Chất lượng thể chế	pci	Điểm số PCI (0–100)	Thước đo năng lực cạnh tranh cấp địa phương (PCI), nguồn: VCCI Việt Nam
Vốn vật chất	lnk	Logarit (tỷ đồng, giá 2010)	Tổng vốn đầu tư phát triển xã hội theo giá so sánh 2010, từ Cục Thống kê các tỉnh Vùng TTB
Lao động	lnl	Logarit (nghìn người)	Số lượng lao động (tính bằng nghìn người), từ Cục Thống kê các tỉnh Vùng TTB

2.4. Giả thuyết nghiên cứu

Dựa trên lý thuyết tăng trưởng nội sinh¹ và³ và các kết quả thực nghiệm, nghiên cứu xác định bốn mối quan hệ chủ yếu giữa vốn con người, chuyển đổi số, thể chế, vốn vật chất và lao động đối với tăng trưởng kinh tế cấp tỉnh.

H1: Vốn con người tác động tích cực và ổn định đến tăng trưởng kinh tế.

Lao động có kỹ năng giúp nâng cao năng suất, năng lực đổi mới và hấp thụ công nghệ. Kết quả mô hình cho thấy biến lnlquadt dương và có ý nghĩa cao, khẳng định vai trò trung tâm của nhân lực.

H2: Chuyển đổi số (ICT) có ảnh hưởng dương nhưng không ổn định đến tăng trưởng.

Dữ liệu phục vụ nghiên cứu được thu thập từ các tỉnh Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi và Bình Định. Nguồn thông tin chính lấy từ các Cục Thống kê địa phương (do Tổng cục Thống kê công bố), đây là kênh dữ liệu chính thức về kinh tế - xã hội. Ngoài ra, chỉ số liên quan đến chuyển đổi số (ICT) do Bộ Thông tin và Truyền thông (nay là Bộ Khoa học và Công nghệ) công bố; chỉ số năng lực cạnh tranh cấp tỉnh (PCI) – phản ánh chất lượng điều hành và môi trường kinh doanh – được tổng hợp từ khảo sát hằng

ICT hỗ trợ đổi mới và tăng năng suất⁴⁻⁵, song kết quả cho thấy hệ số ict dương nhưng không có ý nghĩa thống kê, phản ánh sự chênh lệch về năng lực số hóa giữa các địa phương.

H3: Chất lượng thể chế tác động dương và củng cố hiệu quả của vốn con người và ICT.

Các tỉnh có PCI cao có môi trường thuận lợi cho đổi mới và đầu tư công nghệ; pci dương và có ý nghĩa, thể hiện vai trò trung gian quan trọng⁸⁻⁹.

H4: Vốn vật chất và lao động tác động dương, đóng vai trò hỗ trợ.

Hệ số lnk và lnl dương, có ý nghĩa ở mức 5–10%, cho thấy tác động hỗ trợ cho hai yếu tố nội sinh¹⁻².

2.5. Dữ liệu nghiên cứu

năm của Liên đoàn Thương mại và Công nghiệp Việt Nam (VCCI).

Khoảng thời gian nghiên cứu từ năm 2010 đến 2024 cho phép nhận diện xu hướng phát triển và tiến trình chuyển đổi của các địa phương. Phương pháp sử dụng kết hợp dữ liệu bảng và chuỗi thời gian giúp xây dựng bộ dữ liệu đầy đủ, phản ánh nhiều góc cạnh khác nhau của bối cảnh xã hội. Cách tiếp cận này đồng thời tạo cơ sở nền tảng vững chắc để phân tích các yếu tố tác động như vốn con người, lao động, thể chế, cơ

sở hạ tầng và bối cảnh kinh tế - xã hội của từng tỉnh.

2.6. Phương pháp ước lượng

Ba phương pháp chính được sử dụng gồm:

- (1) Phương pháp phân tích tác động ngẫu nhiên (REM): giả định rằng những đặc điểm không quan sát được của từng tỉnh không liên quan đến các biến giải thích. REM giúp khai thác hiệu quả tính đa dạng của dữ liệu, nhưng có thể dẫn đến sai lệch nếu giả định này không được đảm bảo.
- (2) Mô hình tác động cố định (FEM): cho phép kiểm soát các yếu tố bất biến theo thời gian của từng tỉnh. FEM đặc biệt phù hợp khi có khả năng tồn tại tương quan giữa các yếu tố cố hữu của địa phương và biến giải thích, tuy nhiên hạn chế là làm giảm bớt biến thiên trong dữ liệu.
- (3) Mô hình RE-GLS(AR1): được áp dụng nhằm xử lý hiện tượng tự tương quan trong sai số, vốn phổ biến trong dữ liệu bảng theo chuỗi thời gian.

Phương pháp này sử dụng kỹ thuật bình phương tối thiểu tổng quát (GLS) với giả định sai số tuân theo quá trình AR(1), nhờ đó giúp đảm bảo ước lượng hiệu quả và hạn chế sai lệch.

Để lựa chọn mô hình phù hợp, nghiên cứu tiến hành kiểm định Hausman để so sánh REM với FEM, đồng thời áp dụng kiểm định Wooldridge nhằm phát hiện khả năng tự tương quan. Trong trường hợp tồn tại bằng chứng về tự tương quan, RE-GLS(AR1) được ưu tiên vì cho kết quả ổn định và đáng tin cậy hơn. Ngoài ra, vấn đề đa cộng tuyến cũng được xem xét thông qua hệ số phóng đại phương sai (VIF), nhằm đảm bảo rằng không có sự phụ thuộc tuyến tính quá mức giữa các biến giải thích.

Cách tiếp cận này cho phép vừa kiểm soát đặc thù cố hữu của từng địa phương, vừa xử lý sai số động, từ đó nâng cao độ tin cậy của kết quả định lượng.

3. KẾT QUẢ

3.1. Thống kê mô tả và các kiểm định

Bảng 2: Thống kê mô tả

Tên biến	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Giá trị bé nhất	Giá trị lớn nhất
lny	10.65	0.36	9.78	11.28
lnlquadt	5.04	0.34	4.24	5.82
ict	0.49	0.11	0.32	0.77
pci	64.27	4.10	52.21	70.42
lnk	9.92	0.41	9.23	11.59
lnl	6.55	0.19	6.08	6.80

(Nguồn: Xử lý từ số liệu của Cục Thống kê các tỉnh, Vụ TTB, Bộ Thông tin & Truyền thông – nay là Bộ Khoa học và Công nghệ, VCCI Việt Nam trong khoảng thời gian 2010–2024)

Bảng 2 cho thấy các biến có đặc điểm phân bố ổn định, với độ lệch chuẩn nhìn chung thấp, phản ánh sự biến thiên vừa phải giữa các địa phương. Biến phụ thuộc (lny) có trung bình 10.65, dao động từ 9.78 đến 11.28, thể hiện sự khác biệt tăng trưởng kinh tế nhưng vẫn trong khoảng hẹp. Các biến đầu tư cho giáo dục – đào tạo (lnlquadt), vốn vật chất (lnk) và lao động (lnl) đều duy trì mức trung bình ổn định, với khoảng dao động nhỏ, cho thấy sự tương đồng đáng kể giữa các tỉnh.

Ngược lại, chỉ số sẵn sàng ứng dụng công nghệ thông tin (ict) và chất lượng thể chế (PCI) có sự biến động lớn hơn. Trong đó, PCI dao động từ 52.21 đến 70.42, phản ánh sự khác biệt rõ rệt về môi trường kinh doanh, còn ict có khoảng biến thiên 0.32–0.77, thể hiện mức độ chênh lệch đáng kể về ứng dụng công nghệ số. Điều này gợi ý rằng khoảng cách chênh lệch trong tăng trưởng kinh tế giữa các địa phương có thể chịu tác động chủ yếu từ chất lượng môi trường kinh doanh và trình độ ICT.

Bảng 3: Kết quả kiểm định đơn vị gốc (ADF)

Biến	Giá trị thống kê ADF	Giá trị tới hạn 1%	P-value	Kết luận về tính dừng
lny	-5.492	-4.097	0.0	Dừng ở mức I(0)
lnlquadt	-3.515	-4.097	0.0378	Dừng ở mức I(0)
ict	-5.449	-4.097	0.0	Dừng ở mức I(0)
lnl	-4.63	-4.097	0.0009	Dừng ở mức I(0)
lnk	-5.438	-4.097	0.0	Dừng ở mức I(0)
pci	-4.282	-4.097	0.0034	Dừng ở mức I(0)

(Nguồn: Xử lý từ số liệu của Cục Thống kê các tỉnh, Vụ TTB, Bộ Thông tin & Truyền thông – nay là Bộ Khoa học và Công nghệ, VCCI Việt Nam trong khoảng thời gian 2010–2024)

Kết quả trong Bảng 3 cho thấy tất cả các biến đều dừng ở mức I(0). Cụ thể, giá trị thống kê ADF của từng biến đều nhỏ hơn ngưỡng tới hạn 1% và p-value đều nhỏ hơn 0.05, khẳng định giả thuyết chuỗi có đơn vị gốc bị bác bỏ. Điều này đồng nghĩa với việc các biến trong mô hình không tồn tại hiện tượng không dừng, tránh

được nguy cơ hồi quy giả mạo. Như vậy, dữ liệu nghiên cứu đạt yêu cầu về tính dừng và có thể sử dụng trực tiếp trong các ước lượng hồi quy mà không cần sai phân thêm. Đây là cơ sở quan trọng bảo đảm độ tin cậy của các kết quả định lượng ở các bước phân tích tiếp theo.

Bảng 4. Kết quả kiểm định nội sinh của các biến trong mô hình

Biến kiểm định	Công cụ sử dụng	Robust score chi ² (p-value)	Kết luận
lnlquadt, ict	L.lnlquadt, L.ict	4.68 (p = 0.0965)	Có dấu hiệu nội sinh yếu (10%)
pci, lnk	L.pci, L.lnk	0.14 (p = 0.9310)	Ngoại sinh
lnl	L.pci, L.lnl	1.52 (p = 0.2173)	Ngoại sinh
lnlquadt, ict	L.lnlquadt, L.ict, L2.lnlquadt	3.11 (p = 0.2112)	Ngoại sinh (sau khi dùng công cụ mạnh hơn)

(Nguồn: Xử lý từ số liệu của Cục Thống kê các tỉnh, Vụ TTB, Bộ Thông tin & Truyền thông – nay là Bộ Khoa học và Công nghệ, VCCI Việt Nam trong khoảng thời gian 2010–2024)

Hiện tượng nội sinh và cách xử lý, Hiện tượng nội sinh xảy ra khi biến giải thích tương quan với sai số, làm cho ước lượng bị thiên lệch và không nhất quán¹⁰ và ¹⁴. Trong mô hình này, khả năng nội sinh chủ yếu xuất phát từ mối quan hệ hai chiều giữa tăng trưởng, vốn con người và chuyển đổi số, hoặc từ các yếu tố thể chế chưa quan sát được. Kết quả kiểm định trong Bảng 4 cho thấy phần lớn biến (pci, lnk, lnl) là ngoại sinh với $p\text{-value} > 0.1$. Nhóm lnlquadt và ict có

dấu hiệu nội sinh yếu ($p = 0.0965$), nhưng sau khi sử dụng biến công cụ mạnh hơn (*L.lnlquadt*, *L.ict*, *L2.lnlquadt*), kết quả không còn ý nghĩa thống kê ($p = 0.2112$). Do đó, mô hình đã được hiệu chỉnh bằng biến công cụ và ước lượng theo RE-GLS(AR1), đảm bảo tính nhất quán và độ tin cậy. Cách xử lý này phù hợp với khuyến nghị của^{2,14} và ¹⁵ khi phân tích dữ liệu bảng có khả năng sai số động hoặc nội sinh yếu.

3.2. Kết quả ước lượng mô hình cơ sở

Bảng 5. Kết quả ước lượng

	REM	FEM	RE-GLS(AR1)
--	-----	-----	-------------

Biến phụ thuộc – tăng trưởng kinh tế - Lny			
lnlquadt	0.419*** (0.118)	0.548*** (0.052)	0.411*** (0.064)
ict	1.085*** (0.322)	0.980*** (0.171)	0.189 (0.143)
pci	0.020** (0.010)	0.018*** (0.005)	0.009*** (0.003)
lnk	0.112* (0.062)	0.038 (0.025)	0.038** (0.018)
lnl	0.876 (0.148)	0.219 (0.174)	0.326* (0.194)
_cons	-0.055 (1.269)	4.477*** (1.193)	5.414*** (1.242)
R - sq	0.705	0.597	0.667
vif	2.73	2.73	2.73
Durbin-Watson	1.106		
Bhargava et al. Durbin-Watson	-	-	1.319
N	75	75	75
Prob>F	0.000	0.000	0.000
Hausman test	p = 0.006	p = 0.006	
Wooldridge test for autocorrelation in panel data	F = 88.86 (p = 0.0007)	F = 88.86 (p = 0.0007)	
rho_ar	-	-	0.902

Ghi chú: trong () là độ lệch chuẩn, ***, **, * là mức ý nghĩa 1%, 5% và 10%

(Nguồn: Xử lý từ số liệu của Cục Thống kê các tỉnh, Vụ TTB, Bộ Thông tin & Truyền thông – nay là Bộ Khoa học và Công nghệ, VCCI Việt Nam trong khoảng thời gian 2010–2024)

Kết quả hồi quy trong Bảng 5 cho thấy mô hình RE-GLS(AR1) phản ánh rõ mối quan hệ tích cực giữa vốn con người, thể chế và chuyển đổi số đối với tăng trưởng kinh tế cấp tỉnh tại Vùng Trung Trung Bộ giai đoạn 2010–2024. Biến vốn con người (lnlquadt) có hệ số dương và có ý nghĩa thống kê cao ở mức 1%, khẳng định vai trò trung tâm của nguồn nhân lực được đào tạo trong việc nâng cao năng suất, đổi mới và khả

năng hấp thụ công nghệ¹⁻². Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước cho rằng vốn con người là yếu tố nội sinh thúc đẩy tăng trưởng dài hạn trong các nền kinh tế đang phát triển⁶.

Biến chuyển đổi số (ict) cũng có dấu dương nhưng mức ý nghĩa chưa ổn định, phản ánh sự không đồng đều trong năng lực hạ tầng số và khả năng ứng dụng công nghệ giữa các địa

phương. Điều này cho thấy tác động của ICT phụ thuộc vào trình độ nhân lực và chất lượng thể chế^{5,11}.

Trong khi đó, thể chế (pci) có ảnh hưởng dương và có ý nghĩa thống kê ở mức 1%, chứng minh vai trò khuếch đại hiệu quả của vốn con người và ICT thông qua môi trường điều hành minh bạch và thuận lợi⁸⁻⁹. Hai biến kiểm soát vốn vật chất (lnk) và lao động (lnl) cũng mang dấu dương, song mức độ tác động nhỏ hơn, thể hiện vai trò hỗ trợ cho các yếu tố nội sinh của tăng trưởng^{2,14}.

Nhìn chung, kết quả Bảng 5 khẳng định cấu trúc tăng trưởng của vùng dựa trên ba trụ cột chính – nhân lực, thể chế và công nghệ, trong đó nguồn nhân lực chất lượng cao là yếu tố quyết định để khai thác hiệu quả tiềm năng chuyển đổi số và cải thiện năng suất tổng hợp.

3.3. Kiểm định tính vững của mô hình

Để kiểm tra độ tin cậy của kết quả, nghiên cứu tiến hành ba kiểm định tính vững. Thứ nhất, mô hình được ước lượng lại bằng các đặc tả thay thế như Driscoll–Kraay, nhằm đánh giá sự ổn định của hệ số trong các giả định phương sai–hiệp phương sai khác nhau². Thứ hai, mô hình RE-GLS(AR1) được kiểm định lại bằng sai số chuẩn robust và cụm theo tỉnh, giúp hạn chế phương sai thay đổi và tự tương quan nội vùng. Kết quả cho thấy các biến trọng tâm giữ nguyên dấu và mức ý nghĩa, phù hợp với khuyến nghị của [14]. Cuối cùng, khi chia mẫu thành hai giai đoạn (2010–2016 và 2017–2024), các hệ số chính vẫn duy trì dấu dương, khẳng định tính ổn định động học của mô hình và độ vững của quan hệ giữa vốn con người, thể chế và tăng trưởng.

Bảng 6. Kết quả kiểm định tính vững của mô hình

Biến	RE-GLS(AR1) (toàn kỳ)	RE-Cluster	FE-DK (Driscoll–Kraay)	Giai đoạn 2010–2016	Giai đoạn 2017–2024
lnlquadt	0.497***	0.419***	0.548***	0.294**	0.467***
ict	0.344**	1.085**	0.980***	2.347***	0.107 (ns)
pci	0.010***	0.020***	0.018**	–0.002 (ns)	0.011**
lnk	0.049**	0.111**	0.038**	0.016 (ns)	0.261***
lnl	0.513***	0.876**	0.219 (ns)	0.706***	0.319**

Ghi chú: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$, ns: không có ý nghĩa.

Kết quả hồi quy và kiểm định tính vững cho thấy mô hình RE-GLS(AR1) phản ánh nhất quán mối quan hệ tích cực giữa vốn con người, thể chế và tăng trưởng kinh tế cấp tỉnh. Biến lnlquadt thể hiện tác động dương mạnh và có ý nghĩa cao trong tất cả các mô hình, qua đó khẳng định vai trò trọng tâm của nguồn nhân lực được đào tạo đối với năng suất và đổi mới¹⁻². Kết quả này củng cố bằng chứng quốc tế rằng tăng cường kỹ năng lao động là yếu tố nền tảng cho phát triển bền vững ở các nền kinh tế đang chuyển đổi².

Đối với thể chế (pci), hệ số dương và có ý nghĩa cao trong hầu hết các mô hình cho thấy chất lượng điều hành và tính minh bạch là điều kiện cần để khuếch đại tác động của vốn con người và chuyển đổi số⁸. Những tỉnh có PCI cao thường có khả năng thu hút đầu tư, đổi mới và áp dụng công nghệ nhanh hơn, từ đó tạo hiệu ứng lan tỏa trong khu vực.

Ngược lại, chuyển đổi số (ict) cho kết quả dương nhưng không ổn định về ý nghĩa giữa các mô hình và giai đoạn. Điều này phản ánh sự không đồng đều trong năng lực hạ tầng và nhân lực số giữa các địa phương Trung Trung Bộ, nơi khoảng cách công nghệ giữa trung tâm (Đà Nẵng) và các tỉnh lân cận còn lớn^{5,11}. Dù vậy, trong mô hình FE-DK và RE-Cluster, ICT vẫn thể hiện ảnh hưởng tích cực, cho thấy quá trình chuyển đổi số đang dần lan tỏa.

Việc các hệ số chính duy trì dấu dương qua hai giai đoạn (2010–2016 và 2017–2024) và giữa các phương pháp thay thế chứng minh tính ổn định động học và độ vững cao của mô hình, phản ánh cấu trúc tăng trưởng đa trụ cột dựa trên nhân lực – thể chế – công nghệ¹⁴.

4. KẾT LUẬN VÀ HÀM Ý CHÍNH SÁCH

4.1. Kết luận

Kết quả nghiên cứu khẳng định mô hình RE-GLS(AR1) phản ánh ổn định mối quan hệ tích cực giữa vốn con người, chuyển đổi số (ICT) và tăng trưởng kinh tế tại Vùng Trung Trung Bộ giai đoạn 2010–2024. Vốn con người có tác động dương, mạnh và nhất quán, thể hiện vai trò trung tâm của nguồn nhân lực chất lượng cao trong thúc đẩy năng suất và đổi mới. Chất lượng thể chế củng cố hiệu quả của nhân lực và ICT, trong khi tác động của ICT tuy tích cực nhưng chưa ổn định do chênh lệch về hạ tầng số và năng lực công nghệ giữa các địa phương. Cấu trúc tăng trưởng của vùng được định hình bởi ba trụ cột nhân lực – thể chế – công nghệ, phù hợp với định hướng phát triển kinh tế số và bền vững của Việt Nam.

Các kết quả này phản ánh thực trạng trước cải cách hành chính năm 2025, trong khi các nội dung về địa giới mới chỉ mang tính tham chiếu cho hoạch định chính sách ở giai đoạn sau, không ảnh hưởng đến tính hợp lệ và giá trị suy luận thực nghiệm của mô hình.

Kể từ ngày 1/7/2025, việc tái cấu trúc hành chính theo Nghị quyết mới – sáp nhập Đà Nẵng và Quảng Nam thành thành phố Đà Nẵng mở rộng, Quảng Ngãi mới gồm Quảng Ngãi và Kon Tum, và Gia Lai mới gồm Bình Định và Gia Lai cũ – sẽ mở rộng không gian kinh tế vùng và gia tăng tính dị biệt về trình độ nhân lực và hạ tầng số. Trong bối cảnh đó, Đà Nẵng mở rộng và Thừa Thiên Huế cần tập trung phát triển nhân lực số và đổi mới sáng tạo, trong khi Quảng Ngãi mới và Gia Lai mới nên ưu tiên đầu tư hạ tầng ICT, đào tạo kỹ năng số cơ bản và nâng cao năng lực thể chế địa phương. Kết quả thực nghiệm cho thấy tác động biên của ICT và vốn con người tại các khu vực có nền tảng thấp hơn thường mạnh hơn, hàm ý tiềm năng “bắt kịp” nếu điều kiện đầu vào được cải thiện đồng bộ.

4.2. Hàm ý chính sách

Kết quả nghiên cứu cho thấy vốn con người và chuyển đổi số (ICT) là hai động lực chủ đạo thúc đẩy tăng trưởng kinh tế tại Vùng Trung Trung Bộ, trong khi thể chế, vốn vật chất và lao động đóng vai trò hỗ trợ. Vì vậy, chính sách phát triển vùng giai đoạn hậu 2025 cần định hướng theo ba nhóm không gian hành chính mới, nhằm khai thác hiệu quả lợi thế và giảm chênh lệch nội vùng.

Thứ nhất, Thừa Thiên Huế và Đà Nẵng mở rộng (gồm Đà Nẵng và Quảng Nam) nên tập trung phát triển nguồn nhân lực số chất lượng cao, thúc đẩy đổi mới sáng tạo và quản trị dữ liệu mở, đồng thời phát huy vai trò trung tâm điều phối chuyển đổi số của khu vực.

Thứ hai, Quảng Ngãi mới (gồm Quảng Ngãi và Kon Tum) cần ưu tiên đầu tư hạ tầng ICT, mở rộng mạng cáp quang, phổ cập kỹ năng số cơ bản cho lao động, và cải thiện năng lực quản trị địa phương. Đây là khu vực có trình độ nhân lực và mức sẵn sàng số còn thấp, nhưng theo kết quả thực nghiệm, tác động biên của ICT và vốn con người tại các địa phương này lại mạnh hơn, hàm ý tiềm năng “bắt kịp” khi điều kiện đầu vào được cải thiện.

Thứ ba, Gia Lai mới (gồm Bình Định và Gia Lai cũ) nên phát triển các trung tâm dữ liệu và logistics số tại Quy Nhơn, đồng thời tăng cường liên kết hạ tầng số với Đà Nẵng và Huế, nhằm hình thành hành lang kinh tế số ven biển – Tây Nguyên. Việc mở rộng không gian vùng Trung Bộ theo hướng này không chỉ giảm bất bình đẳng phát triển mà còn tạo nền tảng cho mô hình tăng trưởng hội tụ, dựa trên ba trụ cột nhân lực – thể chế – công nghệ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Romer, P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 1990, 98(5, Part 2): S71–S102.
2. Baltagi, B. H. *Econometric Analysis of Panel Data*, 6th ed. Springer, 2021.
3. Lucas, R. E. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 1988, 22(1): 3–42.
4. Koutroumpis, P. The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications Policy*, 2009, 33(9): 471–485.
5. Niebel, T. ICT and economic growth: Comparing developing, emerging and developed countries. *World Development*, 2018, 104: 197–211.
6. Ketteni, E., Mamuneas, T., & Stengos, T. The effect of information technology and human capital on economic growth. *Macroeconomic Dynamics*, 2011, 15(5): 595–615.
7. Samoilenko, S., & Ngwenyama, O. Human capital dimension of ICT and growth in transition economies. *Journal of Global Information Technology Management*, 2011, 14(1): 59–69.
8. Vu, K. M., Hanafizadeh, P., & Bohlin, E. ICT as a driver of economic growth: A survey of the literature. *Telecommunications Policy*, 2020, 44(2): 101905.
9. Zhang, Y., & Wu, C. Digital transformation and economic growth: Efficiency improvement in the digital media era.

- Telematics and Informatics*, 2024, 75: 101888.
10. Greene, W. H. *Econometric Analysis*, 7th ed. Pearson Education, 2012.
 12. Rahman, M. M., & Alam, K. The effect of ICT on energy consumption and economic growth in South Asian economies.
 13. Majeed, M. T., & Ayub, T. Information and communication technology (ICT) and economic growth nexus: A comparative study. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 2018, 12(2): 443–476.
 11. Guo, P., Hu, Z., & Hu, X. How does ICT capital stock affect high-quality economic growth? *Technological and Economic Development of Economy*, 2025, 31(2): 525–548.
Telematics and Informatics, 2021, 58: 101537
 14. Wooldridge, J. M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, 2nd ed. MIT Press, 2010.
 15. Nguyen, T. M., & Tran, Q. H. Dynamic panel approaches in regional growth studies. *Journal of Asian Economics*, 2022, 78: 101–118.