



Tác động lan tỏa của tăng trưởng kinh tế và trình độ dân trí đến độ che phủ rừng ở Việt Nam

NGUYỄN HUỲNH MAI TRÂM ^a, NGUYỄN MINH HÀ ^b, BÙI HOÀNG NGỌC ^{*, c},
NGUYỄN VĂN HIẾU ^d

^a Trường Đại học Hùng Vương Thành phố Hồ Chí Minh

^b Trường Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh

^c Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh

^d Trường Đại học Lao động Xã hội

THÔNG TIN	TÓM TẮT
Ngày nhận: 11/03/2025 Ngày nhận lại: 08/04/2025 Duyệt đăng: 09/04/2025 Mã phân loại JEL: C23; F43; Q51; Q56; Q57. Từ khóa: Độ che phủ rừng; Tăng trưởng kinh tế; Vốn con người; Chuyển đổi số; Việt Nam. Keywords: Forest coverage rate; Economic growth;	Trong kỷ nguyên toàn cầu hóa, những nỗ lực bảo vệ môi trường của một cá nhân, một tổ chức hay một địa phương sẽ không giải quyết được gốc rễ của vấn đề. Bối cảnh đó thúc đẩy sự quan tâm của các nhà nghiên cứu, cơ quan quản lý trong việc phối hợp hành động vì các lợi ích chung. Nghiên cứu này được thực hiện để kiểm định tác động trực tiếp và gián tiếp của tăng trưởng kinh tế, và trình độ dân trí đến bền vững môi trường (đo lường bằng độ che phủ của diện tích rừng) ở 60 tỉnh của Việt Nam từ 2013 đến 2022. Đồng thời bài viết cũng xem xét đến vai trò điều tiết của chuyển đổi số lên mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và độ che phủ rừng. Không dừng lại ở việc cung cấp bằng chứng thực nghiệm mà nghiên cứu này còn khuyến nghị những chính sách cần thiết giúp cơ quan quản lý về môi trường trong việc tăng cường sự phối hợp hành động giữa các tỉnh để bảo vệ diện tích rừng tự nhiên ở Việt Nam. Abstract In the age of globalization, efforts to protect environmental challenges from one individual, organizational, or local initiatives will not address all the issues. This highlights the critical need for collaboration between

* Tác giả liên hệ.

Biên tập viên: Nguyễn Lương Tâm.

Email: tramnhm@dhv.edu.vn (Nguyễn Huỳnh Mai Trâm); ha.nm@ou.edu.vn (Nguyễn Minh Hà); ngocbh@huit.edu.vn (Bùi Hoàng Ngọc); hieunv@ldxh.edu.vn (Nguyễn Văn Hiếu).

Trích dẫn bài viết: Nguyễn Huỳnh Mai Trâm, Nguyễn Minh Hà, Bùi Hoàng Ngọc, & Nguyễn Văn Hiếu. (2025). Tác động lan tỏa của tăng trưởng kinh tế và trình độ dân trí đến độ che phủ rừng ở Việt Nam. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 36(2), 128-143.

Human capital; Digital transformation; Vietnam.	researchers and managers to harmonize their efforts towards common goals. This study aims to assess the direct and indirect impacts of economic growth and educational attainment on sustainable environmental practices (measuring by forest area coverage) in 60 provinces in Vietnam from 2013 to 2022. Furthermore, it examines the moderating role of digital transformation in the relationship between economic growth and forest coverage rate. In addition to providing empirical insights, this research offers strategic policy recommendations designed to empower environmental management agencies, fostering enhanced collaboration among provinces to protect Vietnam's natural forests.
---	--

1. Giới thiệu

Con người là đối tượng thụ hưởng cao nhất của những thành tựu trong các hoạt động kinh tế; và sự tiến bộ của con người được xem là mục tiêu quan trọng nhất của những chính sách kinh tế do Chính phủ ban hành. Bên cạnh việc phải được thỏa mãn các nhu cầu vật chất, thì con người rất cần một chất lượng môi trường sống tốt để có thể phát triển toàn diện. Do đó, phát triển bền vững kết hợp giữa tăng trưởng kinh tế và bảo vệ môi trường là mục tiêu kép mà Chính phủ các quốc gia cần hướng tới. Trong một thời gian dài trước đây, giả thuyết về đường cong môi trường của Kuznets (Environmental Kuznets Curve – EKC) (Kuznets, 1955) được viện dẫn như là một hệ quả “không thể né tránh” trong lựa chọn giữa thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và gây ra những hậu quả tiêu cực cho chất lượng môi trường. Điều này đặt ra những thách thức to lớn cho việc hài hòa chính sách để đạt được mục tiêu kép, bởi cho đến gần đây vẫn tồn tại hai luồng quan điểm vừa cực đoan, vừa trái ngược nhau. Quan điểm thứ nhất cho rằng tăng trưởng kinh tế là cần thiết để giảm bớt các thiệt hại về môi trường (Fan và cộng sự, 2024). Những người ủng hộ quan điểm này cho rằng muốn khắc phục hậu quả của ô nhiễm môi trường không chỉ dựa vào sự thay đổi trong nhận thức và hành động của các cá nhân, mà còn cần có máy móc, công nghệ, mô hình quản lý phù hợp. Những điều này chỉ đạt được khi quốc gia đó có tăng trưởng kinh tế tốt và phát triển đến trình độ nhất định.

Quan điểm thứ hai khuyến cáo tăng trưởng kinh tế chắc chắn gây ra nhiều vấn đề cho chất lượng môi trường; do vậy, để duy trì môi trường sạch hơn, thì việc giữ hoặc giảm tăng trưởng kinh tế ở mức độ phù hợp là rất cần thiết (den Butter & Verbruggen, 1994). Đường giới hạn khả năng sản xuất (Product Possibility Frontier – PPF) được những người ủng hộ quan điểm này viện dẫn khi cho rằng, ô nhiễm môi trường là chi phí cơ hội của sản lượng kinh tế. Tuy nhiên, cũng cần một sự hiểu biết toàn diện hơn về sự đánh đổi này. Theo đó, nếu không tính đến chi phí gây ô nhiễm môi trường thì tăng trưởng kinh tế là cao hơn (theo cách hiểu truyền thống). Nếu lấy thành tựu của tăng trưởng kinh tế để tài trợ cho các biện pháp bảo vệ môi trường thì tác hại tiêu cực sẽ nhỏ lại, còn nếu hai yếu tố này độc lập với nhau hoàn toàn thì cơ chế giá cả sẽ phát huy tác dụng. Tức là khi mức độ ô nhiễm môi trường càng lớn, thì chi phí cho một điều kiện sống tốt, sống sạch, sẽ càng đắt đỏ.

Chính phủ Việt Nam đã ban hành quyết định số 888/QĐ-TTg để đề ra các giải pháp tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về chống biến đổi khí hậu, tiến tới đạt mục tiêu net-zero (phát thải ròng bằng 0) vào năm 2050. Bất chấp nỗ lực này, việc hài hòa chính sách giữa thúc đẩy tăng

trường kinh tế và bảo vệ tốt chất lượng môi trường ở Việt Nam, vẫn luôn là thách thức bởi một số lý do sau: (1) Những tín hiệu về giảm ô nhiễm môi trường vẫn chưa xuất hiện. Theo số liệu của cơ quan năng lượng thế giới (International Energy Agency – IEA) thì năm 2022, toàn bộ nền kinh tế Việt Nam phát thải 344 tấn mét lượng khí CO₂, và quan trọng hơn là chỉ số này vẫn luôn tăng từ năm 1970 cho đến hiện nay (International Energy Agency, 2022). Theo IQAir (2025) vào lúc 15h30 ngày 09/03/2025 thì Hà Nội là thành phố có chỉ số chất lượng không khí tồi tệ nhất thế giới, với nồng độ bụi mịn PM_{2.5} đạt 188 µg/m³, vượt quá từ 5 đến 7 lần mức khuyến nghị của tổ chức Y tế thế giới. (2) Việc chuyển đổi sang nền kinh tế xanh (ít gây ô nhiễm môi trường) đòi hỏi phải đầu tư lớn vào công nghệ sản xuất hiện đại, hoàn chỉnh cơ sở hạ tầng, thiết lập các chuẩn mực môi trường mới v.v..., và tất cả những yếu tố này đều cần thời gian. Do vậy việc giảm ngay lập tức những tác động xấu đến chất lượng môi trường là bất khả thi trong điều kiện hiện nay ở Việt Nam (Bùi Hoàng Ngọc, 2025). (3) Nhận thức và có hành động thiết thực để bảo vệ môi trường vẫn chưa đồng đều giữa các thành phần kinh tế và giữa các vùng miền. Lợi ích kinh tế trong ngắn hạn có thể làm các doanh nghiệp phớt lờ trách nhiệm với môi trường, điển hình như vụ việc gây ô nhiễm môi trường chần động của công ty Vedan và tập đoàn Formosa. Trong khi đó, tập quán sinh hoạt hàng ngày có thể làm người dân ở các vùng nông thôn vô tình để lại nhiều hệ lụy xấu như tiêu thụ các loại năng lượng không tái tạo, hoặc xả trực tiếp chất thải của gia đình và vật nuôi ra môi trường.

Đây không phải là chủ đề mới đối với Việt Nam. Tuy nhiên, trên con đường tiến tới phát triển bền vững vẫn cần thêm các nghiên cứu thực nghiệm nhằm cung cấp cách tiếp cận khác, hoặc những bằng chứng mới để hoàn thiện hơn hiểu biết về những yếu tố gây ảnh hưởng tiêu cực cho chất lượng môi trường. Tổng kết một số nghiên cứu thực nghiệm cho Việt Nam, bài viết nhận thấy còn tồn tại một số hạn chế sau: Thứ nhất, nhiều nghiên cứu trước đây như Trần Hữu Tuyền và Phạm Đức Anh (2021) hay Hoàng Mạnh Hùng và Trần Thị Tùng Quyên (2018) sử dụng lượng khí thải CO₂ để đo lường chất lượng môi trường. Cách tiếp cận này đã bỏ sót khả năng hấp thụ của môi trường. Về cơ chế sinh học, nếu lượng khí thải CO₂ do hoạt động kinh tế tạo ra mà được cây xanh hấp thụ hết, thì đồng nghĩa với ô nhiễm môi trường xấp xỉ bằng không (Moldan và cộng sự, 2012). Do vậy, sử dụng chỉ số độ che phủ của rừng để làm đại diện cho ô nhiễm môi trường chưa từng được khám phá trong các nghiên cứu trước đây. Bên cạnh đó, những nghiên cứu trước chủ yếu tập trung tìm kiếm tác động trực tiếp (Direct Effect) mà bỏ qua tác động lan tỏa (Spillover Effect) trong phân tích các vấn đề về bảo vệ môi trường. Rõ ràng, việc cháy rừng tại một địa phương hay một quốc gia không chỉ ảnh hưởng trực tiếp tới địa phương/quốc gia đó; mà khói bụi, ô nhiễm môi trường, sự bất ổn trong tâm lý có thể lây lan sang địa phương/quốc gia lân cận. Ngoài ra, tác động của công nghệ đến thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và cải thiện chất lượng môi trường có tính hai mặt (Nasreen và cộng sự, 2023). Các tỉnh thành của Việt Nam có sự chênh lệch đáng kể về tốc độ tăng trưởng, quy mô dân số, cũng như khả năng ứng dụng công nghệ vào thực tiễn cuộc sống. Điều này đặt ra một câu hỏi là liệu rằng những tỉnh thành có thu nhập bình quân đầu người cao hơn có thực sự ứng dụng công nghệ tốt hơn vào hoạt động kinh tế để giảm thiểu những tác động tiêu cực lên môi trường? Nghiên cứu này được thực hiện để lấp đầy 3 hạn chế trên. Rõ ràng, khi số lượng và tốc độ các loại ô nhiễm vẫn không ngừng tăng lên ở Việt Nam, thì việc hiểu biết thấu đáo yếu tố nào giúp cải thiện, yếu tố nào có tác động lan tỏa, sẽ giúp ích to lớn cho cơ quan quản lý về môi trường hoạch định chiến lược ứng phó phù hợp.

2. Cơ sở lý thuyết và lược khảo một số nghiên cứu trước

2.1. Lý thuyết nền

Grossman và Krueger (1991) là người tiên phong đưa ra giả thuyết đường cong môi trường Kutznets khi cho rằng tăng trưởng kinh tế tạo ra những tác động không đồng nhất đến chất lượng môi trường. Cụ thể hơn, tác động này đi theo lộ trình chữ U ngược, khi thời kỳ đầu của tăng trưởng kinh tế sẽ làm ô nhiễm môi trường tăng nhanh, đạt cực đại, sau đó giảm dần và tốt lên ở giai đoạn tăng trưởng kinh tế phát triển cao. Grossman (1995) làm sâu sắc hơn nghiên cứu của mình bằng cách chỉ ra 3 hiệu ứng tác động của tăng trưởng kinh tế đến chất lượng môi trường gồm: hiệu ứng quy mô (Scale Effect), hiệu ứng cơ cấu (Structural Effect), và hiệu ứng công nghệ (Technique Effect). Hiệu ứng quy mô có xu hướng làm tăng, trong khi hiệu ứng công nghệ có xu hướng cải thiện ô nhiễm môi trường. Tác động của hiệu ứng cơ cấu sẽ phụ thuộc vào chiến lược kinh tế mà từng quốc gia theo đuổi. Một quốc gia muốn giảm cơ cấu ngành nông nghiệp, tăng cơ cấu ngành công nghiệp - xây dựng thì ô nhiễm môi trường có xu hướng tăng, và ngược lại.

Dietz (1994) đã đề xuất mô hình tác động ngẫu nhiên của dân số, sự sung túc, và công nghệ đến chất lượng môi trường (về sau được gọi là mô hình STIRPAT). Theo đó, những tác động chủ yếu của con người lên môi trường là do ba yếu tố chính gồm: quy mô dân số, sự giàu có, và công nghệ (Dietz, 1994). Một quốc gia có tổng dân số càng đông thì nhu cầu tác động lên môi trường để khai thác nguyên vật liệu, xây dựng cơ sở hạ tầng, ăn uống... càng nhiều, và ngược lại. Tương tự, một quốc gia mà đã đạt được sự sung túc và có trình độ công nghệ cao thì ít gây ra các tác động tiêu cực hơn, so với các quốc gia nghèo, hay đang phát triển. Nhìn chung giả thuyết EKC và mô hình STIRPAT đều đã được nhiều nghiên cứu thực nghiệm chứng minh là thực sự có tồn tại (Yang và cộng sự, 2021; Zhang và cộng sự, 2023).

2.2. Lược khảo một số nghiên cứu thực nghiệm

Grossman và Krueger (1991) đã truyền cảm hứng cho các nhà nghiên cứu tiếp theo về khám phá mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và ô nhiễm môi trường, bằng cách đề xuất ra hiệu ứng chữ U ngược. Narayan và cộng sự (2016) đã điều tra mối quan hệ động giữa tăng trưởng kinh tế và lượng khí thải CO₂ cho 181 quốc gia bằng một cách tiếp cận mới dựa trên các ước tính tương quan chéo. Kết quả cho thấy rằng đối với 21 trong số 181 quốc gia (12%), có bằng chứng rõ ràng ủng hộ giả thuyết EKC. Với câu hỏi liệu thu nhập tăng có làm giảm lượng khí thải trong tương lai hay không, Narayan và cộng sự (2016) nhận thấy rằng đối với 49 quốc gia (27%), tăng trưởng thu nhập sẽ làm giảm lượng khí thải trong tương lai. Đồng thời, Adeel-Farooq và cộng sự (2021) đã phân tích giả thuyết EKC trong mối quan hệ giữa phát thải khí metan (CH₄) và tăng trưởng kinh tế giữa sáu quốc gia thuộc Hiệp hội các Quốc gia Đông Nam Á từ năm 1985 đến năm 2012. Bằng việc áp dụng các phương pháp hồi quy trung bình gộp (Mean Group – MG) và trung bình gộp theo nhóm (Pooled Mean Group – PMG), các phát hiện cho thấy rằng giả thuyết EKC đối với lượng khí thải CH₄ ở các nền kinh tế này là có giá trị. Nói cách khác, tăng trưởng kinh tế làm giảm lượng khí thải CH₄. Tương tự, nghiên cứu cho 29 quốc gia Châu Á; trong đó có Việt Nam, Phạm Đức Anh và Phạm Thị Lâm Anh (2021) sử dụng phương pháp ước lượng momen tổng quát (Generalized Method of Moments – GMM) xác nhận tăng trưởng kinh tế làm tăng ô nhiễm môi trường ở các quốc gia này, hiệu ứng chữ U ngược có tồn tại, và điểm đảo chiều nằm gần mức 31.920 đô la Mỹ/người/năm. Tuy nhiên, kết quả của Lin

và cộng sự (2016) sử dụng mô hình STIRPAT cho thấy không có bằng chứng về giá trị của giả thuyết EKC ở Châu Phi, bất kể phát triển kinh tế là do nông nghiệp hay công nghiệp hóa. Hay giả thuyết EKC không hợp lệ đối với Brazil, Trung Quốc, Canada, Ấn Độ, Na Uy, và Hoa Kỳ trong giai đoạn 1965–2016 khi sử dụng phương pháp tự hồi quy phân phối trễ (Autoregressive Distributed Lags - ARDL) (Pata & Aydın, 2020). Do đó, mối quan hệ giữa tăng trưởng và sự bền vững môi trường vẫn nhận được nhiều sự quan tâm và kêu gọi mở rộng nghiên cứu dưới các bối cảnh khác nhau.

Khác với tăng trưởng kinh tế, tác động của vốn con người đến chất lượng môi trường thường ghi nhận những kết quả cùng chiều. Zhang và cộng sự (2022) sử dụng phương pháp hồi quy bình phương nhỏ nhất có hiệu chỉnh (Fully Modified Ordinary Least Square – FMOLS) và hồi quy bình phương nhỏ nhất dạng động (Dynamic Ordinary Least Square – DOLS) để khám phá tác động của vốn con người lên chất lượng môi trường ở Ý từ năm 1985 đến 2018. Kết quả của Zhang và cộng sự (2022) chỉ ra rằng một sự tăng lên của vốn con người, toàn cầu hóa và tiêu thụ năng lượng tái tạo đều làm giảm đi nhu cầu khai thác tài sản sinh thái, từ đó làm chất lượng môi trường bớt bị phá hủy. Tương tự, Jahanger và cộng sự (2022) điều tra tác động của tăng trưởng kinh tế, tiến bộ công nghệ, và vốn con người đến chất lượng môi trường ở 73 quốc gia đang phát triển trong giai đoạn từ 1990 đến 2016. Kết quả thực nghiệm của họ cho thấy khi yếu tố vốn con người tăng lên 1% thì mức độ ô nhiễm môi trường (đo lường bằng chỉ số dấu chân sinh thái) giảm đi 0,4659%. Lý giải cho tác động tích cực này, Jahanger và cộng sự (2022) cho rằng: (1) khi con người có trình độ giáo dục cao hơn, thì họ có xu hướng lựa chọn lối sống thân thiện hơn với môi trường; (2) sự phát triển của con người sẽ kéo theo sự phát triển của các loại công nghệ mới, điều này nếu kết hợp tốt với nhận thức về trách nhiệm với môi trường, sẽ tạo ra các công nghệ xanh, công nghệ thân thiện hơn với môi trường.

Tác động của yếu tố công nghệ hay chuyển đổi số đến môi trường vẫn còn những tranh luận. Cụ thể, Huang và cộng sự (2022) nhấn mạnh rằng các yếu tố liên quan đến công nghệ làm tăng mức độ ô nhiễm ở 7 nước đang phát triển. Trong khi đó, Danish và cộng sự (2018) đã kiểm tra tác động của yếu tố công nghệ đối với lượng khí CO₂ ở 11 quốc gia mới nổi từ năm 1990 đến năm 2015. Các phát hiện của Danish và cộng sự (2018) chỉ ra rằng yếu tố công nghệ làm suy giảm chất lượng sinh thái thông qua việc tăng CO₂. Dehghan và Shahnazi (2019) khẳng định rằng trong khi công nghệ làm giảm lượng khí thải trong lĩnh vực giao thông vận tải và dịch vụ, thì nó lại làm tăng lượng khí CO₂ trong lĩnh vực nông nghiệp và công nghiệp ở Iran. Tương tự, Avom và cộng sự (2020) đã tiến hành nghiên cứu trên 21 quốc gia Châu Phi cận Sahara, thấy rằng chuyển đổi số có ảnh hưởng tích cực trực tiếp đến lượng khí CO₂ thông qua các kênh truyền tải như tăng trưởng tài chính, tiêu thụ năng lượng, và mở cửa thương mại. Tựu chung lại, cho dù không còn là chủ đề nghiên cứu mới, nhưng có thể thấy việc sử dụng chỉ số độ che phủ rừng làm đại diện cho chất lượng môi trường, đồng thời phân tích tác động lan tỏa của các biến số kinh tế giữa các địa phương trong cùng một quốc gia, hay giữa các quốc gia với nhau, vẫn còn khiêm tốn. Đây chính là động lực để nhóm tác giả thực hiện nghiên cứu này cho bối cảnh các tỉnh thành của Việt Nam.

3. Mô hình và phương pháp nghiên cứu

3.1. Mô hình nghiên cứu

Phân lược khảo các nghiên cứu trước đã chỉ ra hiệu ứng chữ U ngược thực sự có tồn tại, và tác động của trình độ dân trí đến bảo vệ môi trường là có ý nghĩa. Do vậy, mô hình đề xuất ban đầu của nhóm tác giả là:

$$ES_{it} = \beta_0 + \beta_1 EG_{it} + \beta_2 EG_{it}^2 + \beta_3 HC_{it} + v_t + \mu_i + u_{it} \quad (1)$$

Trong đó, ES_{it} và EG_{it} phản ánh cho bền vững môi trường và tăng trưởng kinh tế của tỉnh i ở năm t . EG^2 là bình phương của biến EG . v_t và μ_i minh họa cho các đặc điểm riêng theo thời gian t và theo tỉnh (i), còn u_{it} đại diện cho sai số. Ngoài ra, theo Zhang và cộng sự (2024) tác động của kinh tế số hay khoa học kỹ thuật đến chất lượng môi trường có tính hai mặt. Vì bản chất vẫn là máy móc, dây chuyền nên chúng có thể gây ô nhiễm môi trường, nhưng do có sự đột phá về công nghệ nên chúng có khả năng tạo ra giá trị cao hơn nhờ chất lượng và năng suất. Cho nên, chuyển đổi số nếu phù hợp sẽ giúp giảm các tác động tiêu cực của tăng trưởng kinh tế lên chất lượng môi trường, còn nếu không phù hợp có thể làm trầm trọng hơn những tác động này (Zha và cộng sự, 2022). Nói cách khác, chuyển đổi số có thể đóng vai trò điều tiết. Để kiểm định vai trò điều tiết của chuyển đổi số lên tác động của tăng trưởng kinh tế tỉnh đến tỉnh bền vững môi trường, bài viết lập thêm biến tương tác $INTER = (\text{Biến chuyển đổi số} * \text{Biến } EG)$. Do vậy, Mô hình (1) có thể viết lại đầy đủ là:

$$ES_{it} = \beta_0 + \beta_1 EG_{it} + \beta_2 EG_{it}^2 + \beta_3 HC_{it} + \beta_4 INTER_{it} + v_t + \mu_i + u_{it} \quad (2)$$

Trong Mô hình (2), nếu $\beta_1 > 0$ và $\beta_2 < 0$, và cùng có ý nghĩa thống kê thì hiệu ứng chữ U ngược tồn tại. Trong trường hợp $\beta_1 < 0$ và $\beta_2 > 0$, thì hiệu ứng chữ U tồn tại. Tổng tác động của tăng trưởng kinh tế tỉnh đến bền vững môi trường sẽ là $(\beta_1 + \beta_4)$. Ngoài ra nếu $\beta_4 > 0$ và có ý nghĩa thống kê, chúng tỏ việc tỉnh áp dụng chuyển đổi số càng nhiều thì tác động của tăng trưởng kinh tế tỉnh đến bảo vệ môi trường càng tích cực.

3.2. Nguồn dữ liệu

Bài viết sử dụng chỉ số độ che phủ rừng (đơn vị %) theo tổng diện tích đất đai của tỉnh, để đại diện cho biến số bền vững môi trường. Về trình độ dân trí (biến HC), nghiên cứu này sử dụng biến tỷ lệ dân số tốt nghiệp lớp 12 của từng tỉnh để làm đại diện. Dữ liệu độ che phủ rừng và tỷ lệ dân số tốt nghiệp lớp 12 được thu thập từ số liệu của Tổng cục thống kê. Biến chuyển đổi số được lấy đại diện là chỉ số ứng dụng công nghệ thông tin của từng tỉnh, chỉ số này được tính toán và công bố bởi Bộ Thông tin và Truyền thông. Dữ liệu có độ dài từ năm 2013 đến 2022, áp dụng cho 60 tỉnh thành của Việt Nam. Ba tỉnh gồm Hưng Yên, Vĩnh Long, và Cần Thơ bị loại ra, do không có dữ liệu về độ che phủ rừng. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu cấp tỉnh, nên việc lựa chọn chỉ số đại diện cho từng biến số được gạn lọc từ những chỉ số tốt nhất được công bố.

3.3. Phương pháp nghiên cứu

Đầu tiên, bài viết sử dụng kiểm định phụ thuộc chéo (Cross-sectional Dependence – CD) để kiểm định hiện tượng phụ thuộc chéo giữa các đối tượng trong mô hình. Pesaran (2004) đề xuất công thức kiểm định CD như sau:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (\text{Công thức 1})$$

Trong đó N số đối tượng (60 tỉnh), T là số năm có dữ liệu (10 năm), và $\hat{\rho}_{ij}$ phản ánh hệ tương quan của phần dư giữa tỉnh (i) với tỉnh (j). Giả thuyết trống H_0 : Không có sự phụ thuộc chéo giữa tỉnh (i) với tỉnh (j). Nếu giả thuyết H_0 bị bác bỏ, điều này hàm ý rằng tồn tại sự phụ thuộc chéo giữa tỉnh (i) với tỉnh (j) trong mẫu dữ liệu.

Tiếp theo, một vấn đề hay gặp phải trong phân tích dữ liệu bảng, đó là hiện tượng độ dốc không đồng nhất (Slopy Heterogeneity – SH). Sở dĩ hiện tượng này có khả năng tồn tại là vì mỗi đối tượng (tỉnh) có những đặc điểm riêng, có tốc độ và tiềm năng phát triển không giống nhau. Để kiểm định hiện tượng này, bài viết ứng dụng kiểm định SH do Blomquist và Westerlund (2013) đề xuất, với công thức như sau:

$$\tilde{J}_{SH} = \sqrt{N} \cdot (2k)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{N} \tilde{S} - k \right) \quad (\text{Công thức 2})$$

$$\tilde{J}_{adjSH} = \sqrt{N} \cdot \left(\frac{2k(T-k-1)}{T+1} \right)^{-\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{N} \tilde{S} - 2k \right) \quad (\text{Công thức 3})$$

Trong đó, $\tilde{J}_{SH}$ là tiêu chí thống kê chính thức, và $\tilde{J}_{adjSH}$ là tiêu chí thống kê chính thức có hiệu chỉnh.

Một điều kiện khác để có thể áp dụng được phương pháp hồi quy không gian là phải tồn tại tương quan không gian (Spatial Correlation). Để xác định hiện tượng này thực sự có tồn tại trong mẫu dữ liệu, bài viết sử dụng chỉ số Moran's I, được xác định theo công thức:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [w_{ij}(X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})]}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (\text{Công thức 4})$$

trong đó, w_{ij} là các thành phần của ma trận trọng số không gian. X_i và X_j là những giá trị thực của biến X của tỉnh (i) và tỉnh (j). Còn $\bar{X}$ là giá trị trung bình cộng của biến X . Nếu chỉ số Moran's $I > 0$ và có ý nghĩa thống kê thì hàm ý có tương quan không gian dương giữa tỉnh (i) và tỉnh (j), và ngược lại. Sau khi hiện tượng tương quan không gian được xác nhận, bài viết sử dụng ba mô hình hồi quy không gian để xác định tác động trực tiếp và gián tiếp của tăng trưởng kinh tế và trình độ dân trí đến sự bền vững môi trường của tỉnh. Mô hình (2) được viết lại dưới dạng hồi quy không gian như sau:

$$ES_{it} = \beta_0 + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} ES_{jt} + \sum_{k=1}^K X_{itk} \beta_k + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n w_{ij} X_{jtk} \theta_k + v_t + \mu_i + u_{it} \quad (3)$$

$$u_{it} = \lambda \sum_{j=1}^n m_{ij} u_{jt} + \varepsilon_{it} \quad \text{với } i = 1, \dots, n \text{ và } t = 1, \dots, T$$

Trong đó, X đại diện cho các biến độc lập trong mô hình 2. Theo Yu và cộng sự (2008), nếu $\lambda = 0$, Mô hình (3) được gọi là mô hình Dubin không gian (Spatial Dubin Model – SDM). Nếu $\lambda = 0$ và $\theta = 0$, Mô hình (3) được đặt tên là mô hình tự hồi quy không gian (Spatial Autoregression Model – SAR). Tương tự, nếu $\rho = 0$ và $\theta = 0$, thì Mô hình (3) được gọi là mô hình sai số không gian (Spatial Error Model – SEM). Để lựa chọn được mô hình phù hợp nhất với mẫu dữ liệu, bài viết tuân theo hướng dẫn của Elhorst (2016) khi sử dụng kiểm định Lagrange, và giá trị của các tiêu chí thông tin (Akaike Information Criteria – AIC) cùng (Bayesian Information Criteria – BIC).

Phương pháp hồi quy không gian sẽ tin cậy được khi ma trận trọng số không gian (Spatial Weight Matrix) được xây dựng phù hợp. Theo Ghemawat (2001), có bốn dạng khoảng cách để có thể xây dựng ma trận trọng số không gian gồm: (1) khoảng cách văn hóa, (2) khoảng cách kinh tế, (3) khoảng cách địa lý, và (4) khoảng cách trình độ quản lý. Ma trận khoảng cách được sử dụng nhiều nhất, và thường được xây dựng dưới dạng nghịch đảo như sau:

Các thành phần ma trận $w_{ij} = \begin{cases} 1/|d_{ij}| & \text{(trong } d_{ij} \text{ là khoảng cách thực tế đường bộ hoặc đường hàng không giữa trung tâm của tỉnh/quốc gia (i) với trung tâm của tỉnh/quốc gia j).} \\ 0 & \end{cases}$

Xét trong thực tế bối cảnh 60 tỉnh của Việt Nam đều chịu sự tác động chung từ những chính sách của Chính phủ, nên việc áp dụng khoảng cách văn hóa, khoảng cách kinh tế, và khoảng cách trình độ quản lý sẽ gặp khó khăn. Bài viết quyết định sử dụng biến quy mô dân số của tỉnh để làm trọng số, và sử dụng ma trận nghịch đảo khoảng cách để xây dựng ma trận trọng số không gian $W = \sum w_{ij}$, với w_{ij} là các phần tử riêng (Elements) của ma trận W . Việc sử dụng ma trận khoảng cách nghịch đảo được dựa trên lý thuyết về chi phí, do các tỉnh/quốc gia càng gần nhau về mặt địa lý thì càng có nhiều hoạt động kinh tế, giao thương, và bởi chi phí vận chuyển thấp. Ngoài ra, việc sử dụng quy mô dân số làm trọng số giúp phản ánh hoạt động giao thương sẽ sôi động hơn, đối với các tỉnh thành có dân số đông, và ngược lại.

4. Kết quả thực nghiệm và thảo luận

4.1. Kết quả thực nghiệm

Bảng 1.

Thông kê mô tả các biến số trong mô hình

Tên biến	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Kiểm định Pesaran CD
ES	32,772	22,703	0,707	73,400	15,042***
EG	1.046,330	1.799,525	58,654	14.340,541	126,196***
EG ²	4.321.000	20.130.000	3.440,341	206.200.000	126,565***
INTER	535,013	1.095,210	11,627	8.013,490	102,643***
HC	93,203	6,741	59,223	99,394	51,242***

Ghi chú: *** phản ánh mức ý nghĩa thống kê 1%.

Theo báo cáo của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn năm 2022, diện tích rừng bao gồm rừng trồng chưa khép tán là 14,79 triệu ha, trong đó rừng tự nhiên là 10,13 triệu ha và rừng trồng là 4,65 triệu ha. Tỷ lệ che phủ rừng toàn quốc đạt 42,02%, nhờ diện tích này mà ước tính sẽ hấp thụ được khoảng 70 triệu tấn CO₂¹. Đây có thể được xem là nỗ lực của cả nước trong việc duy trì sự cân bằng giữa hoạt động kinh tế và bảo vệ diện tích rừng tự nhiên. Theo Pesaran (2007), nếu bỏ qua sự

¹ Tham khảo thêm tại: <https://nangluongsachvietnam.vn/d6/vi-VN/news/Cap-nhat-hien-trang-rung-toan-quoc-6-179-21255>

phụ thuộc chéo, có thể dẫn đến các hệ số ước lượng bị sai lệch (Biased Coefficients), trầm trọng hơn có thể gây ra những hiểu biết sai lệch về độ lớn của tác động, hoặc kết quả bị đảo chiều. Kết quả kiểm định CD trong Bảng 1 tiết lộ rằng các biến trong mô hình 2 xảy ra sự phụ thuộc chéo. Điều này cũng hàm ý rằng việc áp dụng các kỹ thuật ước lượng cơ bản như phương pháp bình phương tối thiểu cho dữ liệu bảng (Panel Ordinary Least Square – POLS), mô hình tác động cố định (Fixed Effect Model – FEM), hay mô hình tác động ngẫu nhiên (Random Effect Model – REM) có thể cung cấp các hệ số ước lượng bị chệch.

Hiện tượng độ dốc không đồng nhất (Slope Heterogeneity Problem) cũng có thể xảy ra trong phân tích dữ liệu bảng. Theo kết quả trong Bảng 2, cả hai tiêu chí thống kê đều có ý nghĩa ở mức 1%, như vậy là bác bỏ giả thuyết trống. Điều này hàm ý rằng, tồn tại độ dốc không đồng nhất giữa các đối tượng, hay thực tế là các tỉnh của Việt Nam có mức độ phát triển kinh tế, trình độ dân trí, độ che phủ rừng là không giống nhau (Blomquist & Westerlund 2013).

Bảng 2.

Kết quả kiểm định độ dốc không đồng nhất

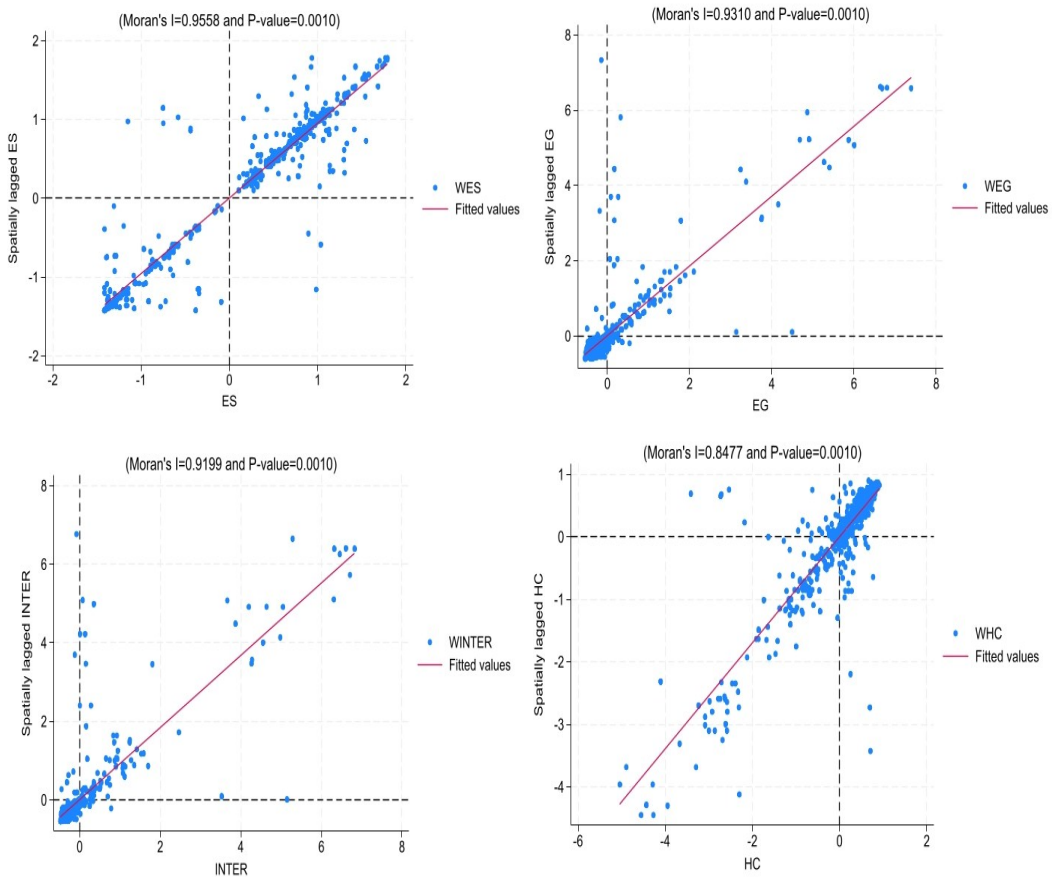
Loại kiểm định	Hệ số	p-value
$\tilde{\Delta}_{SH}$	3,81	0,000
$\tilde{\Delta}_{adjSH}$	10,78	0,000

Bảng 3.

Chỉ số Moran's I cho từng biến số

Tiêu chí	ES	EG	INTER	HC
Moran's I	0,956	0,931	0,919	0,848
Giá trị trung bình	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002
Độ lệch chuẩn	0,051	0,051	0,051	0,051
Thống kê Z	18,617	18,135	17,919	16,517
p-value	0,000	0,000	0,000	0,000

Điều kiện tiếp theo để áp dụng được những phương pháp ước lượng không gian là các biến số trong mô hình 2 phải xảy ra tương quan không gian. Bài viết sử dụng chỉ số Moran's I để kiểm định hiện tượng này, và kết quả trong Bảng 3 tiết lộ rằng tất cả những chỉ số Moran's I đều dương và có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Hình 1 cho thấy các sai số tập trung chủ yếu ở hướng I và III của đồ thị. Những kết quả này khẳng định có tương quan không gian giữa các biến số trong Mô hình (2). Theo Moran và cộng sự (2008), chỉ số Moran's I dương, hàm ý các tỉnh của Việt Nam có sự cạnh tranh với nhau về tăng trưởng kinh tế, trình độ dân trí, cũng như độ che phủ rừng.



Hình 1. Chỉ số Moran's I cho từng biến số

Bảng 4 cho thấy các hệ số ước lượng bằng cả ba mô hình hồi quy không gian đều tương đồng nhau về cả chiều tác động, lẫn độ lớn. Theo đó, tăng trưởng kinh tế có nguy cơ đe dọa sự bền vững môi trường (giảm độ che phủ rừng), trong khi cải thiện trình độ dân trí có xu hướng trung hòa các tác động tiêu cực đến môi trường. Hiệu ứng tương tác của chuyển đổi số trong mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và bền vững môi trường, là chưa rõ ràng. Bên cạnh đó, kết quả kiểm định Hausman trong bảng 5 cho thấy giả thuyết trống bị bác bỏ, hàm ý rằng hệ số μ_i trong Mô hình (1) là có ý nghĩa, và việc phân tích theo tác động cố định (Fixed-effect) sẽ phù hợp hơn theo tác động ngẫu nhiên (Random-effect). Kiểm định Wald trong bảng 5 cũng khuyến nghị rằng mô hình SDM là mô hình phù hợp nhất với mẫu dữ liệu (LeSage & Pace, 2009).

Theo Elhorst (2016), khi áp dụng hồi quy không gian, nếu dữ liệu xảy ra hiện tượng độ dốc không đồng nhất thì cần so sánh tác động cố định theo đối tượng (Individual-fixed Effect) và tác động cố định theo thời gian (Time-fixed Effect). Do vậy, trong bước tiếp theo, bài viết cố định hai kiểu tác động này, và sử dụng tiêu chí thông tin là AIC và BIC để lựa chọn loại hiệu ứng cố định phù hợp nhất.

Bảng 4.

Kết quả thực nghiệm của các mô hình hồi quy không gian

Tên biến	SAR	SEM	SDM
Tác động trực tiếp			
EG	0,000	0,000	-0,001
EG ²	-0,000	-0,000	0,000
HC	0,406***	0,409***	0,337***
INTER	0,001	0,000	0,001
Tác động gián tiếp			
EG			0,001**
EG ²			-0,000***
HC			0,137*
INTER			0,000
ρ (rho)	0,128***		0,119***
λ (lamda)		0,112***	
Cố định theo tỉnh	Có	Có	Có
Cố định theo thời gian	Không	Không	Không

Ghi chú: *, **, và *** minh họa cho mức ý nghĩa thống kê 10%, 5%, và 1%.

Bảng 5.

Kiểm định sự phù hợp của các mô hình

Giả thuyết	Wald test	p-value
Mô hình SDM phù hợp hơn mô hình SAR	9,564	0,008
Mô hình SDM phù hợp hơn mô hình SEM	12,131	0,002
Kiểm định Hausman	28,705	0,000

Kết quả trong bảng 6 cho thấy giá trị của 2 tiêu chí thông tin AIC (= 2.385,471) và BIC (= 2.425,043) trong hiệu ứng cố định theo thời gian là nhỏ hơn trong hiệu ứng cố định theo tỉnh, hàm ý rằng hiệu ứng cố định theo thời gian là hiệu ứng tốt nhất cho mẫu dữ liệu của nghiên cứu. Đề cập đến tác động trực tiếp, cột 4 bảng 6 cho thấy hệ số hồi quy của biến EG và EG² đều có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Điều này hàm ý rằng việc tỉnh (*i*) thúc đẩy tăng trưởng kinh tế có thể đe dọa trực tiếp tới độc che phủ rừng tự nhiên của chính tỉnh đó. Hiệu ứng chữ U được tìm thấy, chứng tỏ rằng mặc dù tăng trưởng kinh tế có thể ảnh hưởng tiêu cực đến diện tích rừng, nhưng xu hướng này có khả năng đảo chiều và tốt dần lên. Tương tự, tác động của trình độ dân trí (biến HC, $\beta = 0,279$) là dương và có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, hàm ý rằng việc tăng cường tuyên truyền, giáo dục về nhận thức và trách nhiệm phải bảo vệ rừng cho người dân, sẽ giúp giảm tình trạng chặt phá/khai thác rừng. Bên cạnh đó biến INTER ($\beta = 0,014$, p-value = 0,000) minh họa cho vai trò điều tiết của việc tỉnh áp dụng các tiến

bộ khoa học công nghệ vào việc quản lý và bảo vệ rừng, sẽ giúp giảm các tác động tiêu cực đến rừng, góp phần vào bền vững môi trường tại tỉnh.

Bảng 6.

Kết quả mô hình Dubin không gian với 2 hiệu ứng cố định

Tên biến	Cố định theo tỉnh		Cố định theo thời gian	
	β	t-statistic	β	t-statistic
Tác động trực tiếp				
EG	-0,001	-1,404	-0,015***	-5,652
EG ²	0,000	0,455	0,000***	5,016
HC	0,338***	4,373	0,279**	2,265
INTER	0,001	0,882	0,014***	3,551
Tác động gián tiếp				
EG	0,001**	2,372	0,007***	2,972
EG ²	-0,000***	-3,621	-0,000***	-4,023
HC	0,137*	1,747	-0,404***	-3,152
INTER	0,000	0,061	-0,005	-1,316
<i>p</i> (rho)	0,119***	3,507	0,552***	23,696
Giá trị của AIC	5.035,891		2.385,471	
Giá trị của BIC	5.071,072		2.425,043	

Ghi chú: *, **, và *** minh họa cho mức ý nghĩa thống kê 10%, 5%, và 1%.

Về tác động gián tiếp, cột 4 của bảng 6 cho thấy hiệu ứng chữ U ngược tồn tại. Theo đó, sự phát triển kinh tế tốt ở các tỉnh lân cận sẽ giúp sự bền vững môi trường ở tỉnh (*i*) được cải thiện, và ngược lại. Một chi tiết khá thú vị khác được tìm thấy là sự cải thiện trình độ dân trí ở các tỉnh lân cận lại không giúp bảo vệ môi trường ở tỉnh (*i*). Cuối cùng, biến INTER ($\beta = -0,005$) lại không có ý nghĩa thống kê, hàm ý rằng việc áp dụng tiến bộ công nghệ vào quản lý các vấn đề môi trường ở tỉnh nào thì chỉ phát huy hiệu quả ở chính tỉnh đó (tức là chỉ tìm thấy tác động trực tiếp, mà không tìm thấy tác động gián tiếp).

4.2. Thảo luận kết quả

Kết quả thực nghiệm của nghiên cứu này cho thấy tăng trưởng kinh tế của tỉnh có hiệu ứng chữ U với diện tích che phủ của rừng của chính tỉnh đó. Điều đó có nghĩa là trong thời kỳ đầu, việc thúc đẩy tăng trưởng kinh tế sẽ làm ảnh hưởng tới diện tích trồng rừng, nhưng khi thu nhập tăng tới mức nhất định thì xu hướng này giảm, đảo chiều và tốt dần lên. Kết luận này tương đồng với nghiên cứu của Koc và Bulus (2020) cho kinh tế Hàn Quốc. Tuy nhiên, tác động lan tỏa lại chứng minh hiệu ứng chữ U ngược có tồn tại. Điều này hàm ý rằng sự phát triển kinh tế tốt của tỉnh (*i*) có thể dẫn đến nhu cầu cao hơn các sản phẩm từ rừng từ các địa phương lân cận. Trong thực tế, điều này là phù hợp bởi vì

nó được vận hành thông qua cơ chế giá cả. Ai trả giá cao hơn sẽ là người cuối cùng được thụ hưởng sản phẩm đó, bất chấp họ có phải là người của địa phương đó hay không.

Vai trò của trình độ dân trí cũng được xác nhận trong nghiên cứu này, một sự gia tăng tỷ lệ dân số tốt nghiệp từ lớp 12 trở lên sẽ làm diện tích rừng ở chính tỉnh đó có sự cải thiện. Kết luận này tương đồng với nghiên cứu của Jahanger và cộng sự (2022), hay Zhang và cộng sự (2022). Tuy nhiên, điều thú vị là tác động lan tỏa của trình độ dân trí lại mang dấu âm và có ý nghĩa thống kê. Kết quả này hàm ý là phát triển vốn con người có thể tốt cho tỉnh (*i*) nhưng có thể không tốt cho sự phát triển diện tích rừng ở các tỉnh lân cận và ngược lại. Điều này có thể được giải thích thông qua mật độ dân số. Tức là khi dân số của tỉnh (*i*) tăng lên, sẽ kéo theo giá nhà ở, giá sinh hoạt phí, giá y tế giáo dục tăng theo... và không phải mọi người dân đều có thể thích ứng kịp. Những người nghèo, người yếu thể có thể vì lý do đó mà tìm kiếm môi trường sống mới ở các tỉnh khác có chi phí phù hợp hơn với họ.

Cuối cùng, chuyển đổi số sẽ giúp thúc đẩy những tác động tích cực của tăng trưởng kinh tế đến độ che phủ rừng của tỉnh (*i*), nhưng không đủ bằng chứng để kết luận có ảnh hưởng đến diện tích rừng ở các tỉnh lân cận. Đối chiếu với thực tiễn kinh tế xã hội của Việt Nam, điều này hàm ý là yếu tố công nghệ của tỉnh (*i*) mới thực sự phát huy trong nội bộ tỉnh đó. Một nguyên nhân khác có thể là do chuỗi cung ứng của các doanh nghiệp còn phát triển nhỏ lẻ, hoặc doanh nghiệp vẫn muốn giữ bí quyết công nghệ cho chính mình, mà thiếu đi sự chia sẻ.

5. Kết luận và một số khuyến nghị chính sách

Bảo vệ sự bền vững của môi trường không chỉ là thách thức đối với Việt Nam, mà còn đối với nhiều quốc gia trên thế giới. Lấy diện tích che phủ của rừng tự nhiên làm đại diện cho sự bền vững môi trường của từng tỉnh, nghiên cứu này muốn khám phá tác động của tăng trưởng kinh tế, trình độ dân trí và vai trò điều tiết của chuyển đổi số đến sự bền vững môi trường ở 60 tỉnh của Việt Nam trong giai đoạn 2013–2022. Kết quả thu được từ mô hình Dubin không gian, với hiệu ứng cố định theo thời gian cho thấy: (1) Mặc dù sự phát triển kinh tế xã hội của tỉnh (*i*) có thể gây ra một số nguy cơ cho diện tích rừng của tỉnh (*i*), nhưng xu hướng này có thể đảo ngược được. Kết luận tiếp theo là có sự tác động gián tiếp theo hướng tiêu cực từ phát triển kinh tế xã hội của các tỉnh lân cận đến diện tích rừng ở tỉnh (*i*), và ngược lại. Việc tỉnh (*i*) áp dụng các tiến bộ công nghệ trong quản lý rừng chỉ có phạm vi tác động trong chính tỉnh (*i*), còn tác động lan tỏa sang các tỉnh khác là không rõ ràng. Cuối cùng, việc nâng cao trình độ dân trí thông qua tuyên truyền về nhận thức và trách nhiệm cho từng người dân sẽ trong tỉnh (*i*) sẽ tốt cho việc bảo vệ diện tích rừng hiện có của chính tỉnh đó.

Kết luận của nghiên cứu này đã rõ ràng, tuy nhiên khi vận dụng những kết luận này vào thực tiễn, nhóm tác giả có một số lưu ý và khuyến nghị một số hàm ý chính sách sau: (1) Tác động cố định theo thời gian tối ưu hơn cố định theo tỉnh, đồng thời trình độ dân trí có tác động tích cực. Do vậy, chính quyền địa phương và ngành giáo dục tiếp tục có các hoạt động lồng ghép cải thiện nhận thức về bảo vệ rừng, bảo vệ môi trường, bên cạnh các kiến thức chuyên môn, ở tất cả các cấp học. (2) Chính quyền địa phương cũng cần đầu tư các trang thiết bị, hệ thống phần mềm quản lý (như ứng dụng GIS, hệ thống giám sát bằng vệ tinh, và Flycam) giúp xác định hiện trạng, giám sát trực tiếp để kịp thời phát hiện và ngăn chặn các hành vi xâm hại rừng, và sự đa dạng tự nhiên của rừng. (3) Cơ quan quản lý cần tính toán phí bảo vệ môi trường phù hợp với tốc độ tăng trưởng kinh tế và thu nhập của các doanh

ngiệp. Làm được điều này sẽ giúp tái đầu tư, lấy lợi ích từ tăng trưởng kinh tế phục vụ cho các hoạt động bảo vệ diện tích rừng trong những chu kỳ phát triển kế tiếp.

Đóng góp của nghiên cứu này đã được khẳng định trong những kết luận. Tuy nhiên, không phải không có hạn chế. Đầu tiên, nghiên cứu này chỉ khẳng định được tác động trực tiếp và tác động lan tỏa của tăng trưởng kinh tế và trình độ dân trí của tỉnh (i) ảnh hưởng đến chất lượng môi trường của các tỉnh lân cận, mà không chỉ ra được cụ thể tỉnh A có ảnh hưởng đến tỉnh B. Thứ hai, các yếu tố ảnh hưởng đến độ che phủ của rừng rất đa dạng như: tốc độ phát triển cơ sở hạ tầng, sự nghiêm ngặt trong các quy định về xử lý các hành vi phá hoại rừng, tổng chi phí cho hoạt động tuyên truyền về bảo vệ rừng v.v..., những yếu tố này chưa được khám phá trong khuôn khổ của bài viết. Nhóm tác giả thừa nhận những hạn chế trên, đồng thời cũng là gợi mở cho các nghiên cứu tiếp theo trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

- Adeel-Farooq, R. M., Raji, J. O., & Adeleye, B. N. (2021). Economic growth and methane emission: Testing the EKC hypothesis in ASEAN economies. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(2), 277-289.
- Phạm Đức Anh, & Phạm Thị Lâm Anh. (2021). Hiệu ứng ngưỡng môi trường Kuznets tại các quốc gia đang phát triển ở khu vực Châu Á. *Tạp chí Quản lý & Kinh tế Quốc tế*, 139(8), 19-35.
- Avom, D., Nkengfack, H., Fotio, H. K., & Totouom, A. (2020). ICT and environmental quality in Sub-Saharan Africa: Effects and transmission channels. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120028.
- Blomquist, J., & Westerlund, J. (2013). Testing slope homogeneity in large panels with serial correlation. *Economics Letters*, 121(3), 374-378.
- Danish, Khan, N., Baloch, M. A., Saud, S., & Fatima, T. (2018). The effect of ICT on CO2 emissions in emerging economies: Does the level of income matters?. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(23), 22850-22860.
- Dehghan S., Z., & Shahnazi, R. (2019). Energy consumption, carbon dioxide emissions, information and communications technology, and gross domestic product in Iranian economic sectors: A panel causality analysis. *Energy*, 169, 1064-1078.
- den Butter, F. A. G., & Verbruggen, H. (1994). Measuring the trade-off between economic growth and a clean environment. *Environmental and Resource Economics*, 4(2), 187-208.
- Dietz, T. a. R., E.A. (1994). Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology. *Human Ecology Review*, 1, 277-300.
- Elhorst, J. P. (2016). Specification and estimation of spatial panel data models. *International Regional Science Review*, 26(3), 244-268.
- Fan, L., Usman, M., Haseeb, M., & Kamal, M. (2024). The impact of financial development and energy consumption on ecological footprint in economic complexity-based EKC framework: New evidence from BRICS-T region. In *Natural Resources Forum*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.

- Ghemawat, P. (2001). Distance still matters: The hard reality of global expansion. *Harvard Business Review*, 79(8), 137-147.
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Papers*, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Grossman, G. M. (1995). Pollution and growth: What do we know?. In I. Goldin and L.A. Winters, (Eds.), *The Economics of Sustainable Development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 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, 101853.
- Hoàng Mạnh Hùng, & Trần Thị Tùng Quyên. (2018). Đầu tư trực tiếp nước ngoài và ô nhiễm môi trường ở Việt Nam. *Tạp chí Kinh tế & Phát triển*, 255(9), 20-29.
- International Energy Agency. (2022). Truy cập tại: <https://www.iea.org/data-and-statistics>.
- IQAir. (2025). *Chất lượng không khí tại Việt Nam*. Truy cập tại: https://www.iqair.com/vi/vietnam?srsId=AfmBOopooklZ78C6uoN_qXA0N_Zm_3cH_IZ0BF3xRfghIGmD23Jr-Le
- 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, 18.
- Koc, S., & Bulus, G. C. (2020). Testing validity of the EKC hypothesis in South Korea: Role of renewable energy and trade openness. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(23), 29043-29054.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- LeSage, J., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics (1st ed.)*. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420064254>.
- Lin, B., Omoju, O. E., Nwakeze, N. M., Okonkwo, J. U., & Megbowon, E. T. (2016). Is the environmental Kuznets curve hypothesis a sound basis for environmental policy in Africa?. *Journal of Cleaner Production*, 133, 712-724.
- Moldan, B., Janoušková, S., & Hák, T. (2012). How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. *Ecological Indicators*, 17, 4-13.
- Moran, D. D., Wackernagel, M., Kitzes, J. A., Goldfinger, S. H., & Boutaud, A. (2008). Measuring sustainable development – Nation by nation. *Ecological Economics*, 64(3), 470-474.
- Narayan, P. K., Saboori, B., & Soleymani, A. (2016). Economic growth and carbon emissions. *Economic Modelling*, 53, 388-397.
- Nasreen, S., Khan, F. I., & Nghiem, X. H. (2023). The effects of financial development and technological progress on environmental sustainability: Novel evidence from Asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(18), 53712-53724.
- Bùi Hoàng Ngọc. (2025). Tác động của hiệu quả sử dụng năng lượng đến lượng khí thải CO₂ ở Việt Nam. *Tạp chí Kinh tế, Luật và Ngân hàng*, 274(1-2), 65-78.

- Pata, U. K., & Aydin, M. (2020). Testing the EKC hypothesis for the top six hydropower energy-consuming countries: Evidence from Fourier Bootstrap ARDL procedure. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121699.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics Volume*, 60, 13-50.
- Quyết định số 888/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt Đề án về những nhiệm vụ, giải pháp triển khai kết quả Hội nghị lần thứ 26 các bên tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu. Truy cập tại: <https://vanban.chinhphu.vn/?pageid=27160&docid=206247>
- Trần Hữu Tuyền & Phạm Đức Anh. (2021). Kiểm định hiệu ứng ngưỡng Kuznets của tăng trưởng kinh tế đến môi trường tại Việt Nam. *Kinh tế & Phát triển*, 285(2), 17-26.
- Yang, B., Usman, M., & jahanger, A. (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, 893-910.
- Yu, J., de Jong, R., & Lee, L. F. (2008). Quasi-maximum likelihood estimators for spatial dynamic panel data with fixed effects when both n and T are large. *Journal of Econometrics*, 146(1), 118-134.
- Zha, Q., Huang, C., & Kumari, S. (2022). The impact of digital economy development on carbon emissions -- based on the Yangtze River Delta urban agglomeration. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1028750>
- Zhang, H., Qi, R., Liu, Y., Wang, T., Zhong, F., Zhou, Q., & Wang, K. (2024). The spatial impact of digital economy on carbon emissions reduction: evidence from 215 cities in China. *Frontiers in Environmental Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1370938>
- Zhang, H. Q., Chen, T. T., & Yu, Y. (2023). From finance to sustainability: Understanding the financial development-environment nexus with the environmental Kuznets curve in East-Asia and Pacific economies. *Borsa Istanbul Review*, 23(6), 1448-1457.
- Zhang, M., Adebayo, T. S., Awosusi, A. A., Ramzan, M., Otrakçi, C., & Kirikkaleli, D. (2022). Toward sustainable environment in Italy: The role of trade globalization, human capital, and renewable energy consumption. *Energy & Environment*, 35(4), 1-21.