



ISSN 1859-3666
E-ISSN 2815-5726

Tạp chí KHOA HỌC THƯƠNG MẠI

TẠP CHÍ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC THƯƠNG MẠI





khoa học thương mại

TẠP CHÍ CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC THƯƠNG MẠI
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ:

NGUYỄN ĐỨC NHUẬN

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP:

TRƯỞNG BAN TRỊ SỰ

NGUYỄN THỊ QUỲNH TRANG

☐ Tòa soạn

Phòng 202 nhà T

Trường Đại học Thương mại

Số 79 đường Hồ Tùng Mậu

Mai Dịch, Cầu Giấy, Hà Nội

☐ Điện thoại: 024.37643219 máy lẻ 2102

☐ Fax: 024.37643228

☐ Email: tckhtm@tmu.edu.vn

☐ Website: tckhtm.tmu.edu.vn

☐ GP hoạt động báo chí:

Số 195/GP-BTTTT ngày 05/6/2023

☐ Chế bản tại: Tòa soạn

Tạp chí Khoa học Thương mại

☐ In tại: Cty TNHH In & TM Hải Nam

☐ Nộp lưu chiểu: 4/2026

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC BIÊN TẬP

Đình Văn Sơn - Đại học Thương mại (Chủ tịch)

Phạm Vũ Luận - Đại học Thương mại (Phó Chủ tịch)

Nguyễn Bách Khoa - Đại học Thương mại (Phó chủ tịch)

Phạm Minh Đạt - Đại học Thương mại (Ủy viên thư ký)

Các ủy viên

- **Vũ Thành Tự Anh** - ĐH Fulbright Việt Nam (Hoa Kỳ)

- **Lê Xuân Bá** - Viện QLKT TW

- **Hervé B. Boismery** - Đại học Reunion (Pháp)

- **H. Eric Boutin** - Đại học Toulon Var (Pháp)

- **Nguyễn Thị Doan** - Hội Khuyến học Việt Nam

- **Haasis Hans** - Đại học Bremen (Đức)

- **Lê Quốc Hội** - Đại học Kinh tế quốc dân

- **Nguyễn Thị Bích Loan** - Đại học Thương mại

- **Nguyễn Hoàng Long** - Đại học Thương mại

- **Nguyễn Mai** - Chuyên gia kinh tế độc lập

- **Dương Thị Bình Minh** - ĐH Kinh tế Tp Hồ Chí Minh

- **Hee Cheon Moon** - Hội Nghiên cứu TM Hàn Quốc

- **Bùi Xuân Nhàn** - Đại học Thương mại

- **Lương Xuân Quỳ** - Hội Khoa học kinh tế Việt Nam

- **Nguyễn Văn Song** - Học viện Nông nghiệp Việt Nam

- **Nguyễn Thanh Tâm** - Đại học California (Hoa Kỳ)

- **Trương Bá Thanh** - ĐH Kinh tế - Đại học Đà Nẵng

- **Đình Văn Thành** - Viện Nghiên cứu thương mại

- **Đỗ Minh Thành** - Đại học Thương mại

- **Lê Đình Thắng** - Đại học Québec (Canada)

- **Trần Đình Thiên** - Viện Kinh tế Việt Nam

- **Nguyễn Quang Thuận** - Viện Hàn lâm KHXH Việt Nam

- **Washio Tomoharu** - ĐH Kwansey Gakuin (Nhật Bản)

- **Lê Như Tuyền** - Grenoble École de Management (Pháp)

- **Zhang Yujie** - Đại học Tsinghua (Trung Quốc)

KINH TẾ VÀ QUẢN LÝ

- 1. Phạm Đức Hiếu** - Kế toán tài sản mã hóa tại Việt Nam: khoảng trống chuẩn mực và hàm ý chính sách. **Mã số: 212.1Bacc.12** 3
Accounting For Crypto Assets In Vietnam: Standards Gap And Policy Implications
- 2. Nguyễn Kim Đức và Nguyễn Đông Phong** - Tăng trưởng hai con số giai đoạn 2026-2030 ở Việt Nam: từ đối sánh quốc tế đến hành động quốc gia. **Mã số: 212.1Deco.12** 15
Towards Double-Digit Growth in Vietnam: International Lessons and Strategic Actions (2026-2030)
- 3. Mai Hương Giang và Lê Thanh Trà** - Tác động của Cơ chế Điều chỉnh Biên giới Carbon (CBAM) đến xuất khẩu thép Việt Nam sang Liên minh Châu Âu. **Mã số: 212.1IHEM.11** 31
The Impact of the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) on Vietnam's Steel Exports to the European Union
- 4. Lê Trung Đạo, Hồ Thị Lam và Nguyễn Thị Hoa** - Phát triển tài chính, đổi mới công nghệ và bền vững môi trường. **Mã số: 212.1FiBa.11** 47
Financial Development, Technological Innovation, and Environmental Sustainability

QUẢN TRỊ KINH DOANH

- 5. Phạm Ngọc Quang và Nguyễn Nam Trung** - Chuyển đổi số trong kế toán tại các doanh nghiệp bán lẻ Việt Nam - góc nhìn từ khung TOE. **Mã số: 212.2Bacc.21** 59
Accounting digital transformation in Vietnamese retail enterprises - A TOE framework perspective

- 6. Khúc Đại Long** - Ảnh hưởng của chất lượng dịch vụ xuất nhập khẩu hàng hoá tại khu vực biên giới tỉnh Lạng Sơn đến sự hài lòng của khách hàng. **Mã số: 212.2BMkt.21** 69

The impact of import - Export service quality in the border area of Lang Son province on customer satisfaction

- 7. Phan Thu Trang** - Nghiên tác động của đổi mới xanh đến hiệu quả xuất khẩu của các doanh nghiệp Việt Nam. **Mã số: 212.2TrEM.21** 82

Analyzing the impact of green innovation on the export performance of Vietnamese enterprises

- 8. Nguyễn Văn Tuấn** - Các nhân tố ảnh hưởng đến phát triển tín dụng xanh trong lĩnh vực nông nghiệp để đảm bảo an ninh lương thực quốc gia: nghiên cứu tại ngân hàng nông nghiệp và phát triển nông thôn Việt Nam. **Mã số: 212.2FiBa.21** 94

Factors Affecting the Development of Green Credit in the Agricultural Sector to Ensure National Food Security: A Study at the Vietnam Agricultural and Rural Development Bank

Ý KIẾN TRAO ĐỔI

- 9. Nguyễn Việt Bằng và Đoàn Ngọc Minh Hương** - Mối quan hệ giữa trò chơi hoá, trí tuệ nhân tạo và hiệu quả học tập của sinh viên: Sự tham gia của động lực học tập cá nhân. **Mã số: 212.3OMIs.31** 105

The relationship between gamification, artificial intelligence, and students' learning effectiveness: The involvement of individual learning motivation

PHÁT TRIỂN TÀI CHÍNH, ĐỔI MỚI CÔNG NGHỆ VÀ BỀN VỮNG MÔI TRƯỜNG

Lê Trung Đạo*

Email: ltdao@ufm.edu.vn

Hồ Thị Lam*

Email: holam@ufm.edu.vn

Nguyễn Thị Hoa*

Email: nguyenhhoa@ufm.edu.vn

*Trường Đại học Tài chính - Marketing

Ngày nhận: 18/03/2025

Ngày nhận lại: 24/06/2025

Ngày duyệt đăng: 30/06/2025

Nghiên cứu này xem xét tác động của phát triển tài chính (FD) và đổi mới công nghệ (TI) đối với bền vững môi trường tại các quốc gia Châu Á. Sử dụng dữ liệu bảng của 24 nền kinh tế châu Á trong giai đoạn 2002-2023, nhóm tác giả áp dụng phương pháp hồi quy moment phân vị (MMQR) để đánh giá tác động không đồng nhất ở các mức độ bền vững môi trường khác nhau. Kết quả cho thấy phát triển tài chính làm gia tăng suy thoái môi trường, đặc biệt tại các quốc gia có mức bền vững thấp. Tuy nhiên, khi kết hợp với đổi mới công nghệ, tác động tiêu cực này được giảm thiểu đáng kể và chuyển sang tích cực, cho thấy đổi mới công nghệ đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển đổi tài chính thành động lực thúc đẩy phát triển bền vững. Những phát hiện này đưa ra các hàm ý chính sách quan trọng: (i) Các quốc gia châu Á cần ưu tiên phát triển thị trường tài chính xanh để hướng dòng vốn vào công nghệ thân thiện với môi trường, (ii) Triển khai các ưu đãi tài khóa để khuyến khích đổi mới công nghệ trong khu vực tư nhân, (iii) Tích hợp các tiêu chí Môi trường, Xã hội và Quản trị (ESG) vào quy định tài chính, và (iv) Tăng cường hợp tác công - tư để đẩy nhanh quá trình ứng dụng công nghệ xanh. Nghiên cứu nhấn mạnh sự cần thiết của việc kết hợp mở rộng tài chính với các chính sách đổi mới sáng tạo nhằm hướng tới một nền kinh tế bền vững lâu dài ở Châu Á.

Từ khóa: Bền vững môi trường, dấu chân sinh thái, đổi mới công nghệ, phát triển tài chính, MQR.

Keywords: Environmental sustainability, ecological footprint, technological innovation, financial development, MQR

DOI: 10.54404/JTS.2026.212V.04

JEL Classifications: C31, Q51, Q55, O16, O32.

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng nghiêm trọng, các quốc gia châu Á đang đối mặt với thách thức cân bằng giữa tăng trưởng kinh tế và bảo vệ môi trường. Khu vực này đang chứng kiến tốc độ công nghiệp hóa nhanh, đô thị hóa mở rộng và phụ thuộc nhiều vào nhiên liệu hóa thạch (Ho et al., 2024). Trước áp lực đó, phát triển tài chính (FD) và đổi mới công nghệ (TI) được kỳ vọng là hai công cụ chủ chốt thúc đẩy tăng trưởng bền vững thông qua việc cung cấp nguồn lực tài chính và công nghệ tiên tiến cho các giải pháp thân thiện với môi trường (Adebayo et al.,

2023; Wang et al., 2023). Phát triển tài chính có thể tạo điều kiện cho các dự án xanh thông qua mở rộng tín dụng, đầu tư vào ngành công nghiệp sạch và tăng khả năng tiếp cận nguồn vốn (Lei et al., 2022). Đồng thời, đổi mới công nghệ có thể cải tiến quy trình sản xuất, nâng cao hiệu quả tài nguyên và giảm phát thải khí nhà kính, từ đó đóng góp tích cực cho cả tăng trưởng và chất lượng môi trường (Bett, 2024; N. Sharma, 2016).

Khi kết hợp, FD và TI không chỉ bổ trợ mà còn có thể khuếch đại tác động tích cực lẫn nhau - phát triển tài chính cung cấp vốn cho nghiên cứu và triển khai công nghệ mới,

trong khi đổi mới công nghệ giúp nâng cao hiệu quả sử dụng các nguồn lực tài chính (Wang et al., 2023). Tuy nhiên, tác động của phát triển tài chính đến môi trường không phải lúc nào cũng tích cực. Nhiều nghiên cứu đã ghi nhận hiệu ứng kép: một mặt giúp tài trợ các sáng kiến xanh, mặt khác lại làm gia tăng ô nhiễm nêu dòng vốn đổ vào các ngành thâm dụng tài nguyên (Cole et al., 2008; Lundgren, 2003).

Yuxiang & Chen (2011) đã phân loại thành bốn hiệu ứng: vốn hóa, công nghệ, thu nhập và quy định. Các hiệu ứng này có thể hỗ trợ hoặc cản trở bền vững môi trường tùy vào điều kiện thể chế và mức độ phát triển. Do đó, mối quan hệ giữa tài chính, công nghệ và môi trường có thể mang tính phi tuyến, không đồng nhất và thay đổi theo từng giai đoạn phát triển (Ruza & Caro-Carretero, 2022; Houda & Lamia, 2016). Đổi mới công nghệ cũng có thể tạo ra các tác động trái chiều. Trong khi nhiều công trình chỉ ra rằng công nghệ xanh giúp giảm dấu chân sinh thái, vẫn có trường hợp công nghệ mới làm gia tăng ô nhiễm do thiếu chính sách quản lý phù hợp (Liang, 2024).

Đáng chú ý, đa số nghiên cứu hiện nay chủ yếu phân tích tác động riêng lẻ của phát triển tài chính hoặc đổi mới công nghệ, ít khi xem xét tác động kết hợp hoặc tương tác giữa hai yếu tố. Ngoài ra, phần lớn các nghiên cứu tập trung vào các nền kinh tế phát triển, trong khi các quốc gia châu Á có đặc thù riêng như công nghiệp hóa nhanh, cơ cấu tài chính chưa hoàn thiện và hạn chế trong tiếp cận tài chính xanh. Bên cạnh đó, nhiều nghiên cứu sử dụng phát thải CO₂ làm chỉ số môi trường - vốn chưa phản ánh đầy đủ các khía cạnh khác như sử dụng đất, nước, sinh khối. Vì vậy, cần nghiên cứu toàn diện hơn bằng các thước đo bền vững sâu sắc hơn, như dấu chân sinh thái (ecological footprint - EF).

Xuất phát từ khoảng trống đó, nghiên cứu này tập trung phân tích tác động đồng thời và tác động tương tác giữa phát triển tài chính và đổi mới công nghệ đối với bền vững môi trường tại các quốc gia châu Á, trong đó EF được sử dụng như chỉ báo toàn diện. Khác với các nghiên cứu truyền thống, nghiên cứu này sử dụng phương pháp hội quy moment phân vị (MMQR) để khám phá đặc điểm phi tuyến và không đồng nhất trong mối quan hệ giữa FD, TI và EF. Cụ thể, nghiên cứu hướng đến trả lời ba câu hỏi:

(i) Phát triển tài chính và đổi mới công nghệ ảnh hưởng như thế nào đến bền vững môi trường tại các quốc gia châu Á?

(ii) Mối quan hệ này có đặc điểm phi tuyến hoặc bất đối xứng hay không?

(iii) Liệu đổi mới công nghệ có thể khuếch đại tác động tích cực hoặc làm suy yếu tác động tiêu cực của phát triển tài chính đối với môi trường hay không?

2. Tổng quan nghiên cứu và giả thuyết nghiên cứu

2.1. Tổng quan nghiên cứu

Mối quan hệ giữa phát triển tài chính, đổi mới công nghệ và bền vững môi trường ngày càng được quan tâm trong bối cảnh các quốc gia phải đồng thời theo đuổi tăng trưởng kinh tế và mục tiêu phát triển bền vững. Các nghiên cứu hiện có cho thấy phát triển tài chính và đổi mới công nghệ đều có thể tác động đến môi trường theo cả chiều hướng tích cực lẫn tiêu cực, tùy thuộc vào chất lượng thể chế, định hướng chính sách và trình độ phát triển của từng nền kinh tế.

Phát triển tài chính và bền vững môi trường

Phát triển tài chính có thể thúc đẩy bền vững môi trường thông qua việc mở rộng khả năng tiếp cận vốn cho các dự án năng lượng tái tạo, công nghệ sạch và đổi mới xanh. Một hệ thống tài chính phát triển giúp huy động và phân bổ nguồn lực hiệu quả hơn cho các hoạt động đầu tư thân thiện với môi trường, qua đó hỗ trợ giảm phát thải và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng (Saadaoui, 2022; Wang et al., 2023). Một số nghiên cứu thực nghiệm cũng cho thấy phát triển tài chính có thể góp phần cải thiện chất lượng môi trường, đặc biệt tại các quốc gia có hệ thống thể chế và chính sách hỗ trợ phù hợp (Majeed & Mazhar, 2019); Tamazian & Bhaskara Rao, 2010).

Tuy nhiên, phát triển tài chính không phải lúc nào cũng mang lại kết quả tích cực đối với môi trường. Trong nhiều trường hợp, việc mở rộng tín dụng và thị trường vốn có thể thúc đẩy sản xuất, tiêu dùng năng lượng và khai thác tài nguyên, từ đó làm gia tăng áp lực môi trường. Shahbaz et al., (2023) cho thấy phát triển tài chính có thể làm gia tăng dấu chân sinh thái tại các quốc gia phát thải lớn, trong khi (Shoaib et al., 2020) cũng ghi nhận rằng tác động của phát triển tài chính đến phát thải CO₂ có sự khác biệt đáng kể giữa các nhóm quốc gia. Nhìn chung, bằng chứng thực nghiệm về mối quan hệ giữa phát triển tài chính và bền vững môi trường vẫn còn chưa thống nhất, hàm ý rằng tác động này phụ

thuộc mạnh vào bối cảnh phát triển và cơ chế phân bổ vốn của từng quốc gia.

Đổi mới công nghệ và bền vững môi trường

Đổi mới công nghệ được xem là một động lực quan trọng thúc đẩy bền vững môi trường thông qua việc nâng cao hiệu suất năng lượng, sử dụng tài nguyên hiệu quả hơn và hỗ trợ phát triển các công nghệ sạch. Nhiều nghiên cứu cho thấy tiến bộ công nghệ có thể góp phần giảm phát thải và cải thiện chất lượng môi trường, đặc biệt khi được định hướng theo các mục tiêu tăng trưởng carbon thấp và phát triển bền vững (Kahouli, 2018; Shahbaz et al., 2016; Shabir et al., 2023); Yi & Geetha, 2017). Tuy nhiên, tác động của đổi mới công nghệ đến môi trường không hoàn toàn đồng nhất. Trong một số bối cảnh, tiến bộ công nghệ có thể đi kèm với tiêu dùng năng lượng lớn hơn, mở rộng quy mô sản xuất hoặc làm phát sinh áp lực môi trường mới nếu thiếu định hướng chính sách phù hợp. Do đó, hiệu quả môi trường của đổi mới công nghệ phụ thuộc vào chất lượng thể chế, cấu trúc kinh tế và cách thức ứng dụng công nghệ trong thực tiễn.

Tương tác giữa phát triển tài chính với đổi mới công nghệ và bền vững môi trường

Mối quan hệ tương tác giữa phát triển tài chính và đổi mới công nghệ trong thúc đẩy bền vững môi trường có thể được lý giải từ nhiều khung lý thuyết. Theo cách tiếp cận tài chính xanh, một hệ thống tài chính được định hướng phù hợp có thể tạo điều kiện phân bổ vốn cho các hoạt động R&D, công nghệ sạch và đầu tư vào năng lượng tái tạo, qua đó hỗ trợ đổi mới công nghệ theo hướng thân thiện hơn với môi trường (Wang et al., 2023; Saadaoui, 2022). Trong bối cảnh này, phát triển tài chính không chỉ mở rộng quy mô vốn mà còn góp phần làm giảm các rào cản tài chính đối với đổi mới công nghệ xanh (Rennings, 2000; Costantini & Crespi, 2008).

Bên cạnh đó, lý thuyết hệ thống đổi mới quốc gia cho rằng đổi mới công nghệ là kết quả của sự tương tác giữa nhiều chủ thể, trong đó hệ thống tài chính giữ vai trò hỗ trợ quan trọng đối với hoạt động R&D và thương mại hóa các sáng kiến đổi mới (Lundvall, 1992; Freeman, 1995). Đồng thời, tiếp cận Triple Bottom Line nhấn mạnh rằng tài chính và công nghệ cần được định hướng không chỉ cho mục tiêu tăng trưởng kinh tế mà còn cho hiệu quả xã hội và môi trường (Elkington, 1997; Dyllick & Hockerts, 2002). Vì vậy, tác động của phát triển tài chính đến bền vững

môi trường không nên được xem xét tách biệt, mà cần đặt trong mối quan hệ tương tác với đổi mới công nghệ. Tuy nhiên, hiệu quả của mối quan hệ này còn phụ thuộc vào chất lượng thể chế, định hướng chính sách và giai đoạn phát triển của từng quốc gia (Sharma & Parmati, 2021; Shoaib et al., 2020).

2.2. Giả thuyết nghiên cứu

Dựa trên cơ sở lý thuyết và bằng chứng thực nghiệm được trình bày ở trên, nghiên cứu này đề xuất các giả thuyết như sau:

Giả thuyết H1: Phát triển tài chính có tác động không đồng nhất đến bền vững môi trường.

Cơ sở lý thuyết: Giả thuyết Đường cong Kuznets Môi trường (EKC) gợi ý rằng phát triển tài chính ở giai đoạn đầu có thể làm gia tăng suy thoái môi trường do mở rộng công nghiệp và sử dụng tài nguyên, nhưng ở giai đoạn cao hơn sẽ giúp cải thiện chất lượng môi trường nhờ đầu tư vào công nghệ sạch và các chính sách kiểm soát môi trường (Tamazian & Bhaskara Rao, 2010; Zhang, 2011; Ozturk & Acaravci, 2013).

Giả thuyết H2: Đổi mới công nghệ có tác động không đồng nhất đến bền vững môi trường.

Cơ sở lý thuyết: Các tiến bộ trong công nghệ xanh và quy trình sản xuất sạch đã được chứng minh có khả năng giảm lượng khí thải CO₂, giảm tiêu thụ năng lượng và cải thiện chất lượng môi trường ở cả các nước đang phát triển và phát triển (Shabir et al., 2023; Nathaniel et al., 2021; Shoaib et al., 2020). Tuy nhiên, trọng khi các nước phát triển hưởng lợi từ đổi mới công nghệ nhờ cơ sở hạ tầng tiên tiến và chính sách môi trường rõ ràng, thì tại các nước đang phát triển, thiếu sự quản lý và kiểm soát có thể khiến công nghệ mới tạo ra các hình thức ô nhiễm mới hoặc làm tăng rác thải điện tử (Shahbaz et al., 2023; Dehghan Shabani & Shahnazi, 2019).

Giả thuyết H3: Phát triển tài chính trong điều kiện đổi mới công nghệ thúc đẩy bền vững môi trường.

Cơ sở lý thuyết: Các nghiên cứu đã cho thấy phát triển tài chính giúp tăng khả năng tiếp cận vốn cho các dự án R&D và năng lượng tái tạo, từ đó thúc đẩy đổi mới công nghệ nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Đổi mới công nghệ giúp định hướng lại dòng vốn tài chính vào các lĩnh vực giảm phát thải và gia tăng hiệu quả sử dụng tài nguyên, góp phần cải thiện chất lượng môi trường và giảm tác động tiêu cực của phát triển tài chính đến bền vững môi trường (Saadaoui, 2022; Pata et al., 2023; Shoaib et al., 2020).

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Mô hình nghiên cứu

Dựa theo các nghiên cứu trước (Abid et al., 2023; Huo et al., 2022; Majeed & Mazhar, 2019; Yang et al., 2021), mô hình nghiên cứu của nhóm tác giả được xây dựng như sau:

$$EF_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 FD_{i,t-1} + \gamma_2 TI_{it} + \gamma_3 (FD * TI)_{it} + \Gamma X'_{it} + (\mu_i + \varepsilon_{it}) \quad (1)$$

Trong đó, EF là thước đo bền vững môi trường được đo lường bởi dấu chân sinh thái; FD là phát triển tài chính là thước đo tổng hợp về phát triển thị trường tài chính và phát triển các tổ chức tài chính và TI là thước đo đổi mới công nghệ. X là tập hợp các biến kiểm soát bao gồm phát triển kinh tế công nghiệp, đầu tư trực tiếp nước ngoài, tiêu dùng năng lượng, vốn nhân lực. là hiệu ứng cố định của mô hình và là sai số ước lượng của mô hình, được giả định là độc lập, với giá trị trung bình bằng 0 và phương sai không đổi σ^2 ($\varepsilon_{it} \sim i.i.d(0, \sigma_\varepsilon)$)

3.2. Dữ liệu

Nghiên cứu xem xét tác động của đổi mới công nghệ và phát triển tài chính đến bền vững môi trường tại các quốc gia châu Á trong giai đoạn 2002-2023. Bộ dữ liệu sử dụng gồm biến phụ thuộc là bền vững môi trường (EF), các biến giải thích chính là đổi mới công nghệ (TI) và phát triển tài chính (FD), cùng các thành phần của phát triển tài chính gồm phát triển các tổ chức tài chính (FI) và phát triển thị trường tài chính (FM). Ngoài ra, mô hình còn sử dụng các biến kiểm soát gồm phát triển kinh tế công nghiệp (IV), đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI), tiêu dùng năng lượng (EC) và vốn nhân lực (HDI).

Dữ liệu nghiên cứu là dữ liệu bảng cân bằng (balanced panel data), qua đó giúp bảo đảm tính nhất quán trong ước lượng. Trước khi phân tích, dữ liệu được làm sạch nhằm xử lý giá trị thiếu và hạn chế tác động của ngoại lai. Cụ thể, các quan sát thiếu ở mức thập được nội suy tuyến tính, trong khi các biến thiếu quá nhiều bị loại bỏ. Đồng thời, các giá trị ngoại lai được xử lý bằng phương pháp winsorizing tại ngưỡng 1% và 99% để giảm thiểu ảnh hưởng bất thường đến kết quả ước lượng.

Trong nghiên cứu này, bền vững môi trường được đo bằng dấu chân sinh thái (Ecological Footprint - EF). Đây là chỉ số phản ánh diện tích đất và nước cần thiết để cung cấp tài nguyên cho hoạt động sống của con người và hấp thụ lượng chất thải phát sinh, bao gồm cả phát thải carbon từ nhiên

liệu hóa thạch. So với chỉ tiêu phát thải CO₂, EF được xem là thước đo toàn diện hơn vì không chỉ phản ánh ô nhiễm không khí mà còn bao quát mức độ khai thác tài nguyên và khả năng tái tạo của hệ sinh thái. Do đó, EF cho phép đánh giá đầy đủ hơn áp lực môi trường do quá trình phát triển kinh tế gây ra; giá trị EF càng lớn cho thấy mức độ bền vững môi trường càng thấp. Chỉ số này được Global Footprint Network công bố cho hơn 200 quốc gia, với đơn vị tính là hectares toàn cầu trên đầu người (GHA/người).

Griliches (1990) đề xuất rằng số lượng đơn xin cấp bằng sáng chế là thước đo hiệu quả để đo lường hiệu suất đổi mới của một quốc gia. Hơn nữa, thông tin về bằng sáng chế được ghi lại một cách có hệ thống ở hầu hết các quốc gia trên thế giới và do đó cung cấp thước đo tốt cho các hoạt động đổi mới ở cấp quốc gia (Wen et al., 2021). Do đó, theo Cai et al. (2020), nhóm tác giả áp dụng tổng số đơn xin cấp bằng sáng chế công nghệ liên quan đến môi trường ở mỗi quốc gia (được ghi lại trong số liệu thống kê của OECD), làm thước đo của đổi mới công nghệ (TI).

Để đo lường phát triển tài chính, nhiều nghiên cứu đã sử dụng thước đo tín dụng tư nhân trên GDP, chủ yếu để đánh giá sự phát triển của lĩnh vực ngân hàng (Arcand et al., 2012; Krause & Rioja, 2006; Ma & Lin, 2016) hoặc tỷ lệ vốn hóa thị trường chứng khoán trên GDP để đo lường sự phát triển của thị trường tài chính (Ma & Lin, 2016; Rajan & Zingales, 1998). Dù vậy, việc chỉ dựa vào từng chỉ số riêng lẻ có thể không đủ để đánh giá toàn diện mức độ phát triển tài chính. Trong bối cảnh hệ thống tài chính ngày càng phát triển đa dạng, ngoài các ngân hàng truyền thống, nhiều tổ chức tài chính như công ty bảo hiểm, quỹ tương hỗ, quỹ hưu trí và công ty đầu tư mạo hiểm cũng đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp dịch vụ tài chính (Svirydzenka, 2016). Do đó, để đảm bảo tính chính xác và toàn diện, nghiên cứu này áp dụng chỉ số phát triển tài chính tổng hợp (FD) do Svirydzenka (2016) phát triển và được công bố bởi IMF nhằm nắm bắt đầy đủ các khía cạnh của hệ thống tài chính. Svirydzenka (2016), dựa trên phương pháp của (Sahay et al., 2015), đã xây dựng một bộ chỉ số tổng hợp đánh giá sự phát triển của các tổ chức tài chính (ngân hàng, công ty bảo hiểm, quỹ tương hỗ, quỹ hưu trí) và thị trường tài chính (thị trường chứng khoán, trái phiếu) theo ba tiêu chí chính: chiều sâu (quy mô và

tính thanh khoản), khả năng tiếp cận (khả năng cá nhân và doanh nghiệp tiếp cận dịch vụ tài chính) và hiệu quả (chi phí dịch vụ tài chính, mức độ ổn định doanh thu và mức độ hoạt động của thị trường vốn).

Để theo đuổi mục tiêu của nghiên cứu, nhóm tác giả đã tận dụng và tổng hợp được các biên trên từ nhiều nguồn dữ liệu khác nhau, bao gồm World Development Indicators (WDI), Global Footprint Network và Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD). Bảng 1 tóm tắt các biên của nghiên cứu này và các nguồn tương ứng của chúng.

Bảng 1: Mô tả biến nghiên cứu

Biến	Ký hiệu	Định nghĩa	Nguồn
Bền vững môi trường	EF	Dấu chân sinh thái bình quân đầu người (gha/người)	Global Footprint Network
Phát triển tài chính	FD	Chỉ số phát triển tài chính tổng hợp bao gồm 3 khía cạnh: Hiệu quả, Khả năng tiếp cận và Độ sâu của Thị trường tài chính và Các tổ chức tài chính	IMF
Đổi mới công nghệ	TI	Logarit tự nhiên của Số lượng bằng sáng chế về công nghệ	OECD
Phát triển kinh tế công nghiệp	IV	Giá trị gia tăng công nghiệp trên GDP (%)	WDI
Đầu tư trực tiếp nước ngoài	FDI	Tỷ lệ dòng vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài ròng trên GDP (%)	WDI
Tiêu thụ năng lượng	EC	Logarit tự nhiên của mức tiêu thụ năng lượng bình quân đầu người	WDI
Vốn nhân lực	HDI	Chỉ số phát triển con người	WDI

(Nguồn: Tổng hợp của tác giả)

3.3. Phương pháp nghiên cứu

Do tác động của phát triển tài chính và đổi mới công nghệ đến bền vững môi trường có thể khác nhau giữa các phân vị của phân phối dấu chân sinh thái, nghiên cứu sử dụng phương pháp hồi quy phân vị mô men cho dữ liệu bảng (Method of Moments Quantile Regression - MMQR) do Machado & Santos Silva (2019) đề xuất.

Phương pháp này cho phép ước lượng tác động của các biến giải thích tại nhiều phân vị khác nhau của biến phụ thuộc, qua đó phản ánh rõ hơn tính không đồng nhất, bất đối xứng và phương sai thay đổi trong dữ liệu bảng so với các phương pháp hồi quy trung bình truyền thống. Đồng thời, MMQR cũng ít nhạy cảm hơn với các giá trị ngoại lai và phù hợp với bối cảnh mối quan hệ giữa các biến

có thể thay đổi theo từng mức độ bền vững môi trường (Awan và cộng sự, 2022; Machado & Santos Silva, 2019).

Theo Machado và Santos Silva (2019), mô hình MMQR được biểu diễn như sau:

$$Y_{it} = \alpha_i + X'_{it}\beta + (\delta_i + Z'_{it}\gamma)U_{it} \quad (2)$$

Trong đó, xác suất $P\{\beta_1 + Z'_{it}\gamma > 0\} = 1.(\alpha, \beta', \delta, \gamma)'$ phải được ước tính. (α_i, δ_i) , $i = 1, \dots, n$, đại diện cho một hiệu ứng cố định thứ i , Z đại diện cho một vecto của các thừa số K đã biết của X , chúng là các phép

biên đôi có thể phân biệt được và các phân tử l như sau:

$$Z_l = Z_l(X), l = 1, \dots, k \quad (3)$$

X'_{it} đối với mỗi cố định được phân bố đều và độc lập tại mọi thời điểm (T), U_{it} được phân bố đều trên cá thể i và thời gian t theo cùng một cách và trực giao với X_{it} . Các biên còn lại không cần phải hoàn toàn ngoại sinh và phương trình (3) có thể được biểu diễn bằng công thức sau:

$$Q_y(\tau|X_{it}) = (\alpha_i + \delta_i(\tau)) + X'_{it}\beta + Z'_{it}\gamma q(\tau) \quad (4)$$

Trong đó, vecto biên giải thích được ký hiệu là X'_{it} , $Q_y(\tau|X_{it})$, biểu thị vecto của các biên được giải thích $X'_{it} - \alpha(\tau) = \alpha_i + \beta_i q(\tau)$ biểu thị một hệ số vô hướng chỉ ra rằng các hiệu ứng cố định phân vị (quantile fixed

effects) τ khác với các hiệu ứng cố định bình phương tối thiểu thông thường ở chỗ các hiệu ứng riêng lẻ không có sự dịch chuyển giao điểm. Mẫu phân vị thứ τ , ký hiệu là $q(\tau)$, được ước tính bằng cách giải bài toán tối ưu hoá thu được.

$$\min_q \sum_i \sum_t \rho_\tau(R_{it} - (\delta_i + z'_{it}\gamma)q) \quad (5)$$

Trong đó, hàm kiểm tra được ký hiệu là

$$\rho_\tau(A) = (\tau - 1)AI\{A \leq 0\} + TAI\{A > 0\}$$

Tiếp theo, từ mô hình đề xuất ở phương trình (1), nhóm tác giả xây dựng lại mô hình theo phương pháp MMQR bằng cách kết hợp các biên trong mô hình nghiên cứu của nhóm tác giả. Chi tiết được trình bày trong phương trình (6)

$$\begin{aligned} Q_{EF}(\tau|X_{it}) = & \alpha_{it} + \beta_{1\tau}FD_{it} + \beta_{2\tau}TI_{it} \\ & + \beta_{3\tau}(FD_{it} \times TI_{it}) + \beta_{4\tau}IV_{it} \\ & + \beta_{5\tau}FDI_{it} + \beta_{6\tau}EC_{it} + \beta_{7\tau}HDI_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (6)$$

Bảng 2: Thống kê mô tả

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
EF	576	3,285	2,423	0,440	13,860
FD	576	0,423	0,202	0,075	0,933
TI	576	46029	180075	0	1426644
IV	576	33,196	10,343	16,878	66,429
FDI	576	4,332	6,831	-37,173	55,073
EC	576	30871	38949	411	169048
HDI	576	0,741	0,111	0,434	0,949

(Nguồn: Tính toán của tác giả)

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Thống kê mô tả

Bảng 2 cung cấp thông kê mô tả các biến nghiên cứu. Dấu chân sinh thái bình quân đầu người (EF) của các quốc gia châu A trong giai đoạn 2002-2023 có giá trị trung bình là 3,285 gha/người, với độ lệch chuẩn 2,423, dao động từ 0,440 đến 13,860. Mức trung bình khá cao này cho thấy áp lực sinh thái ở mức đáng kể, phản ánh việc tiêu thụ tài nguyên thiên nhiên của các quốc gia châu A nhìn chung cao so với khả năng tái tạo của môi trường. Sự chênh lệch lớn giữa các quốc gia cho thấy một số nước có mức sử dụng tài nguyên thấp và phát triển theo hướng bền vững hơn, trong khi một số nước khác có dấu chân sinh thái rất cao, có thể do tăng trưởng công nghiệp mạnh, tiêu thụ năng lượng cao hoặc phát thải carbon lớn.

Chỉ số phát triển tài chính (FD) có trung bình 0,423 với độ lệch chuẩn 0,202, phản ánh mức độ phát triển tài chính ở châu A, khá đa dạng. Về đổi mới công nghệ (TI), số lượng bằng sáng chế liên quan đến môi trường có trung bình 46.029 nhưng độ lệch chuẩn rất lớn (180.075), với giá trị nhỏ nhất bằng 0 và lớn nhất lên tới 1.426.644. Điều này cho thấy sự phân hóa mạnh mẽ giữa các quốc gia châu A, khi một số nước đầu tư đáng kể vào công nghệ xanh, trong khi một số khác hậu như không có sáng chế nào liên quan đến môi trường. Các nước có nền khoa học - công nghệ phát triển như Nhật Bản và Hàn Quốc chiếm phần lớn số lượng bằng sáng chế, trong khi các nước đang phát triển chưa thực sự tập trung vào đổi mới công nghệ.

4.2. Kết quả kiểm định đồng nhất độ dốc

Trong phân tích dữ liệu bảng, giả định về độ dốc đồng nhất (slope homogeneity) thường được áp dụng trong các mô hình hội quy truyền thống. Tuy nhiên, trong thực tế,

các quốc gia có sự khác biệt đáng kể về các yếu tố kinh tế, tài chính và môi trường, dẫn đến khả năng mối quan hệ giữa các biến có thể thay đổi theo từng quốc gia và theo từng mức độ của biến phụ thuộc. Nếu độ dốc không đồng nhất nhưng mô hình giả định là đồng nhất, kết quả ước lượng có thể bị sai lệch, dẫn đến kết luận không chính xác (Pesaran & Yamagata, 2008). Do đó, việc kiểm định tính đồng nhất độ dốc là cần thiết để lựa chọn phương pháp ước lượng phù hợp, đặc biệt là trong bối cảnh dữ liệu có sự phân tán và dị biệt giữa các đơn vị quan sát.

Bảng 3 trình bày kết quả kiểm định đồng nhất độ dốc sử dụng kiểm định Delta và Adjusted Delta. Cả hai kiểm định đều có giá trị thống kê cao (19,954 và 25,24) với mức ý nghĩa thống kê 1%. Điều này cung cấp bằng

chứng mạnh mẽ rằng các hệ số độ dốc không đồng nhất giữa các quốc gia, tức là tác động của các biến giải thích lên biến phụ thuộc không giống nhau giữa các đơn vị quan sát. Điều này có thể xuất phát từ sự khác biệt về trình độ phát triển tài chính, chính sách môi trường, mức độ công nghiệp hóa và khả năng đổi mới công nghệ của từng quốc gia.

Bảng 3: Kết quả kiểm định đồng nhất độ dốc

Delta	19,954***	0.000
Adj.	25,24***	0.000

Ghi chú: *, **, *** thể hiện mức ý nghĩa thống kê 10%, 5% và 1%, tương ứng.

Nguồn: Tính toán của tác giả

Kết quả này hàm ý rằng các phương pháp ước lượng truyền thống như FEM hoặc REM không còn phù hợp, vì chúng giả định mối quan hệ hồi quy cố định giữa các quốc gia. Trong bối cảnh này, phương pháp MMQR là một lựa chọn phù hợp, vì nó cho phép kiểm tra tính không đồng nhất của hệ số hồi quy trên toàn bộ phân vị của biến phụ thuộc. Khác với các mô hình truyền thống chỉ cung cấp ước lượng trung bình, MMQR giúp đánh giá tác động của các biến trọng từng mức độ khác nhau của phát triển bền vững, qua đó làm rõ hơn sự khác biệt về tác động của các yếu tố kinh tế và tài chính giữa các quốc gia. Ngoài ra, MMQR còn giúp kiểm soát các vấn đề về phương sai thay đổi và ngoại lệ trong dữ liệu, giúp kết quả ước lượng trở nên đáng tin cậy hơn.

4.3. Kết quả hồi quy MMQR

Với bằng chứng về độ dốc không đồng nhất từ kiểm định Delta, nghiên cứu này áp dụng MMQR để nắm bắt sự thay đổi của mối quan hệ giữa đổi mới công nghệ, phát triển tài chính và bền vững môi trường theo từng phân vị của phân phối biến phụ thuộc, thay vì chỉ tập trung vào tác động trung bình như các phương pháp truyền thống¹. Bảng 4 trình bày kết quả ước lượng MMQR với biến phụ thuộc EF. Vì EF càng cao phản ánh tính bền vững môi trường càng thấp, nên các hệ số dương thể hiện tác động tiêu cực, trong khi các hệ số âm thể hiện tác động tích cực đến tính bền vững môi trường. Kết quả được trình bày theo các phân vị từ Q10 đến Q90, phản ánh tác động của các biến giải thích ở từng mức độ khác nhau của bền vững môi trường.

Tác động của phát triển tài chính (FD) lên đầu chân sinh thái (EF) có sự khác biệt đáng kể giữa các phân vị, phản ánh mối quan hệ không đồng nhất giữa phát triển tài chính và bền vững môi trường. Ở các phân vị thấp (Q10 - Q60), FD có tác động dương và có ý nghĩa thống kê, cho thấy ở phân vị thấp, sự mở rộng của hệ thống tài chính có xu hướng

làm gia tăng đầu chân sinh thái. Tuy nhiên, ở các phân vị cao (Q70 - Q90), tác động này không còn có ý nghĩa hoặc có xu hướng âm, hàm ý rằng tại các quốc gia có mức ô nhiễm môi trường cao, hệ thống tài chính có thể đã chuyển đổi theo hướng hỗ trợ các hoạt động bền vững hơn. Những phát hiện của nhóm tác giả phù hợp với phân đoạn tăng ban đầu của giả thuyết Đường cong Kuznets về môi trường (Tamazian & Bhaskara Rao, 2010; Zhang, 2011; Ozturk & Acaravci, 2013). Điều này cũng có quan điểm được quan sát thấy ở các nền kinh tế mới nổi, nơi sự mở rộng tài chính nhanh chóng thúc đẩy hoạt động công nghiệp và khai thác tài nguyên, do đó làm tăng lượng khí thải (Baloch et al., 2019; Bekhet et al., 2017; Huang & Zhao, 2018). Tuy nhiên, ở các phân vị cao hơn (Q90), hiệu ứng biên của FD trở thành tiêu cực, phù hợp với bằng chứng từ các quốc gia BRICS (Tamazian và cộng sự, 2009; Majeed & Mazhar, 2019) cho thấy FD góp phần cải thiện môi trường khi ngưỡng phát triển và cấu trúc quy định bị vượt qua. Do đó, nghiên cứu vừa xác nhận động lực giống Kuznets vừa mở rộng nó bằng cách định lượng sự tiên hóa của nó trên phân phối có điều kiện của EF.

Về mặt kinh tế, kết quả này phản ánh thực tế rằng ở giai đoạn đầu của phát triển tài chính, nguồn vốn thường được sử dụng để tài trợ cho các hoạt động công nghiệp và cơ sở hạ tầng, làm gia tăng tiêu thụ tài nguyên và phát thải khí nhà kính. Nhiều quốc gia châu Á như Việt Nam, Indonesia và Ấn Độ đang trong giai đoạn này, khi các ngân hàng và tổ chức tài

¹ Trước khi áp dụng MMQR, nhóm tác giả đã thực hiện kiểm định phụ thuộc chéo, kiểm định tính dừng, kiểm định đồng liên kết để nhận diện các đặc tính của dữ liệu và lựa chọn mô hình phù hợp. Do giới hạn độ dài bài báo, nhóm tác giả không trình bày trong bài song sẵn sàng cung cấp nếu được yêu cầu hợp lý.

chính chủ yếu hỗ trợ các ngành công nghiệp truyền thống và mở rộng đô thị hóa. Việc thiêu các cơ chế tài chính xanh hoặc các chính sách ưu đãi cho đầu tư bền vững có thể khiến dòng vốn tiếp tục chảy vào các lĩnh vực có tác động tiêu cực đến môi trường. Tuy nhiên, khi mức độ ô nhiễm môi trường tăng cao, tác động của FD lên EF dần giảm và có xu hướng không còn ý nghĩa thống kê. Điều này có thể là do các quốc gia đã triển khai các chính sách tài chính xanh hiệu quả hơn, như tín dụng xanh, trái phiếu xanh và quỹ đầu tư tái tạo.

Về tác động của đổi mới công nghệ (TI) đến dấu chân sinh thái, các mô hình phụ thuộc vào phân vị tương tự xuất hiện đối với TI, ở các phân vị thấp (Q10 - Q50), TI có hệ số dương và có ý nghĩa thống kê, trong khi ở các phân vị cao (Q80 - Q90), hệ số của TI chuyển sang âm và có ý nghĩa thống kê. Điều này cho thấy trong giai đoạn đầu, đổi mới công nghệ có thể chưa phát huy tác động tích cực đối với bền vững môi trường, nhưng ở giai đoạn sau, đổi mới công nghệ đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện tính bền vững môi trường. Điều này cũng hưởng với các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy việc áp dụng công nghệ ở giai đoạn đầu có thể gây ô nhiễm (Dehghan Shabani & Shahnazi, 2019; Usman & Hammar, 2021), trong khi ứng dụng công nghệ rộng hơn - đặc biệt là đổi mới “xanh” - mang lại lợi ích về môi trường trong bối cảnh ô nhiễm nặng (Shabir và cộng sự, 2023; Nathaniel và cộng sự, 2021; Shoab và cộng sự, 2020).

Một cách giải thích hợp lý cho kết quả này là ở các nền kinh tế đang phát triển, đổi mới công nghệ có thể vẫn còn ở giai đoạn sơ khai, chưa đạt được mức độ phổ biến cao hoặc chưa đủ mạnh để tạo ra tác động tích cực đáng kể đến môi trường. Các quốc gia ở phân vị thấp có thể chưa đầu tư nhiều vào nghiên cứu và phát triển công nghệ xanh, hoặc quá trình thương mại hóa các sáng chế về môi trường còn hạn chế. Hơn nữa, một số công nghệ mới có thể cần thời gian để đạt đến quy mô đủ lớn để tác động đến toàn bộ hệ thống sản xuất và tiêu dùng. Điều này giải thích tại sao TI có tác động dương ở các phân vị thấp, tức là không giúp giảm dấu chân sinh thái ngay lập tức mà có thể thậm chí làm tăng phát thải trong ngắn hạn do quá trình chuyển đổi công nghệ. Tuy nhiên, ở các phân vị cao (Q80 - Q90), tác động của đổi mới công nghệ trở nên âm và có ý nghĩa thống kê. Điều này cho thấy ở những nền kinh tế có mức độ phát triển

cao hơn hoặc đang chịu áp lực môi trường lớn, các sáng chế liên quan đến môi trường thực sự có thể góp phần cải thiện chất lượng môi trường. Các quốc gia này thường có chính sách hỗ trợ mạnh mẽ hơn cho công nghệ xanh, đồng thời có nền tảng công nghiệp và khoa học tốt hơn để áp dụng hiệu quả các giải pháp đổi mới nhằm giảm phát thải và sử dụng tài nguyên bền vững hơn. Nhật Bản và Hàn Quốc đã đầu tư mạnh mẽ vào công nghệ tái tạo, xe điện và hệ thống sản xuất sạch, giúp giảm đáng kể mức phát thải carbon dù vẫn duy trì tăng trưởng kinh tế.

Sự chuyển đổi tác động của TI từ dương sang âm theo từng mức độ bền vững môi trường còn cho thấy rằng chỉ riêng đổi mới công nghệ là chưa đủ để ngay lập tức cải thiện môi trường. Việc thúc đẩy đổi mới công nghệ cần đi kèm với chính sách hỗ trợ hiệu quả như ưu đãi tài chính cho doanh nghiệp đầu tư vào công nghệ xanh, cải cách hệ thống thuế môi trường và tạo ra cơ chế thị trường để khuyến khích ứng dụng các sáng chế xanh. Điều này giúp đảm bảo rằng đổi mới công nghệ không chỉ dừng lại ở nghiên cứu mà còn được triển khai rộng rãi trong thực tiễn, từ đó tạo ra tác động tích cực đến tính bền vững môi trường.

Nhận định trên được củng cố bởi kết quả ước lượng cho tác động của biến tương tác giữa FD và TI. Ở các phân vị thấp đến trung bình (Q20–Q60), hệ số của biến tương tác giữa phát triển tài chính và đổi mới công nghệ (FD*TI) là âm và có ý nghĩa thống kê, cho thấy rằng đổi mới công nghệ kết hợp cùng phát triển tài chính sẽ giảm tác động tiêu cực đến bền vững môi trường tại các mức ô nhiễm trung bình. Phát hiện này ủng hộ lý thuyết tài chính xanh, cho rằng tài chính hướng đến các công nghệ thân thiện với môi trường có thể vô hiệu hóa hoặc đảo ngược các tác động suy thoái của FD (Saadaoui, 2022; Pata và cộng sự, 2023; Rafique và cộng sự, 2022). Các nghiên cứu bảng điều khiển trước đây đã nhấn mạnh vai trò kép của tài chính và đổi mới trong việc thúc đẩy tính bền vững của môi trường, nhưng mô hình phân vị của nhóm tác giả còn nắm bắt được tính không đồng nhất của tác động điều tiết này trên các cấp độ EF.

Để hiểu rõ hơn, nhóm tác giả tính toán tác động riêng của phát triển tài chính tại từng mức đổi mới công nghệ. Dựa trên kết quả hồi quy định lượng ở bảng 4 và giá trị trung bình của biến TI là $\ln(46.029) = 3.828$, tác động riêng của FD đến EF dưới vai trò của TI được tính như sau:

Bảng 4: Kết quả ước lượng MMQR

Biến	Location	Scale	Q10	Q20	Q30	Q40	Q50	Q60	Q70	Q80	Q90
FD	0,246	-0.709***	1.065***	0.873***	0.745***	0.604***	0.456*	0,236	-0,187	-0,74	-1,298
	[0.311]	[0.262]	[0.195]	[0.184]	[0.195]	[0.217]	[0.253]	[0.319]	[0.459]	[0.636]	[0.823]
TI	-0,0155	-0.0667***	0.0615***	0.0435***	0.0315**	0,0182	0,00423	-0,0164	-0,0562	-0.108**	-0.161***
	[0.0233]	[0.0196]	[0.0147]	[0.0137]	[0.0145]	[0.0162]	[0.0189]	[0.0241]	[0.0347]	[0.0475]	[0.0611]
FD*TI	-0,00489	0.0869***	-0.105***	-0.0817***	-0.0661***	-0.0488*	-0,0306	-0,00367	0,0482	0,116	0.185*
	[0.0382]	[0.0321]	[0.0239]	[0.0226]	[0.0239]	[0.0267]	[0.0310]	[0.0392]	[0.0563]	[0.0781]	[0.101]
IV	0.0117***	0.00390**	0.00717***	0.00823***	0.00893***	0.00971***	0.0105***	0.0117***	0.0141***	0.0171***	0.0202***
	[0.00216]	[0.00182]	[0.00135]	[0.00128]	[0.00135]	[0.00151]	[0.00176]	[0.00221]	[0.00317]	[0.00443]	[0.00575]
FDI	0.00959*	0.00913**	-0,00095	0,00152	0,00316	0,00497	0,00689	0.00971*	0.0152*	0.0223**	0.0295**
	[0.00545]	[0.00459]	[0.00339]	[0.00323]	[0.00341]	[0.00381]	[0.00442]	[0.00556]	[0.00798]	[0.0112]	[0.0145]
EC	0.153***	-0.0888***	0.255***	0.231***	0.215***	0.198***	0.179***	0.152***	0.0985*	0,0293	-0,0406
	[0.0339]	[0.0285]	[0.0213]	[0.0199]	[0.0210]	[0.0235]	[0.0274]	[0.0349]	[0.0503]	[0.0687]	[0.0881]
HDI	-0.371***	-0.0503*	-0.313***	-0.327***	-0.336***	-0.346***	-0.356***	-0.372***	-0.402***	-0.441***	-0.481***
	[0.0340]	[0.0286]	[0.0211]	[0.0202]	[0.0214]	[0.0239]	[0.0276]	[0.0346]	[0.0497]	[0.0699]	[0.0910]
Constant	-3.703***	1.047***	-4.912***	-4.629***	-4.440***	-4.232***	-4.013***	-3.688***	-3.063***	-2.246***	-1.421**
	[0.249]	[0.209]	[0.161]	[0.144]	[0.153]	[0.171]	[0.201]	[0.264]	[0.381]	[0.499]	[0.628]

Ghi chú: Độ lệch chuẩn trong ngoặc vuông []; *, **, *** thể hiện mức ý nghĩa thống kê 10%, 5% và 1%, tương ứng.
(Nguồn: Tính toán của tác giả)

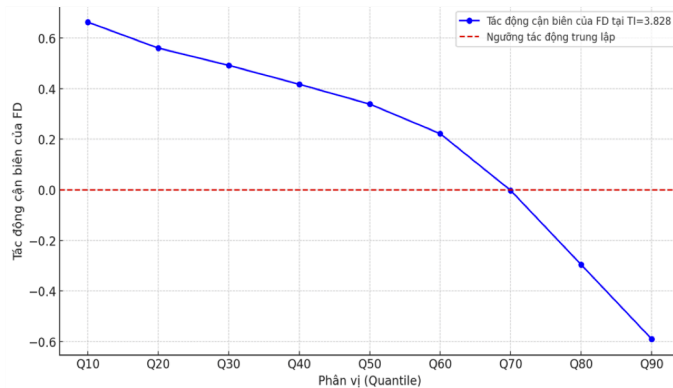
$$\frac{\partial EF}{\partial FD} = \beta_{FD} + \beta_{(FD*TI)} * TI$$

Trong đó, β_{FD} là hệ số của biến FD và $\beta_{(FD*TI)}$ là hệ số của biến tương tác FD×TI tại mỗi phân vị. Khi thay giá trị trung bình của TI vào biểu thức, nhóm tác giả thu được tác động cận biên của FD tại các phân vị từ Q10 đến Q90 và được biểu diễn qua hình 1.

Hình 1 cho thấy, khi giữ TI ở mức trung bình, tác động cận biên của FD đến EF thay đổi theo hướng phi tuyến giữa các phân vị. Cụ thể, từ Q10 đến Q60, FD có tác động dương đến EF, hàm ý rằng phát triển tài chính làm

gia tăng đầu chân sinh thái và do đó làm suy giảm bền vững môi trường. Tuy nhiên, độ lớn tác động này giảm dần theo phân vị. Từ Q70 đến Q90, tác động cận biên chuyển sang âm, cho thấy tại các quốc gia có mức EF cao hơn, phát triển tài chính kết hợp với đổi mới công nghệ có thể góp phần làm giảm EF. Kết quả này, phản ánh rõ tính không đồng nhất và phi tuyến trong mối quan hệ giữa FD, TI và bền vững môi trường.

Hình 2 tiếp tục cho thấy tác động cận biên của FD đến EF khác biệt đáng kể theo cả mức TI và các phân vị của EF. Ở Q10 và Q50, FD nhìn chung làm gia tăng EF khi TI ở mức thấp



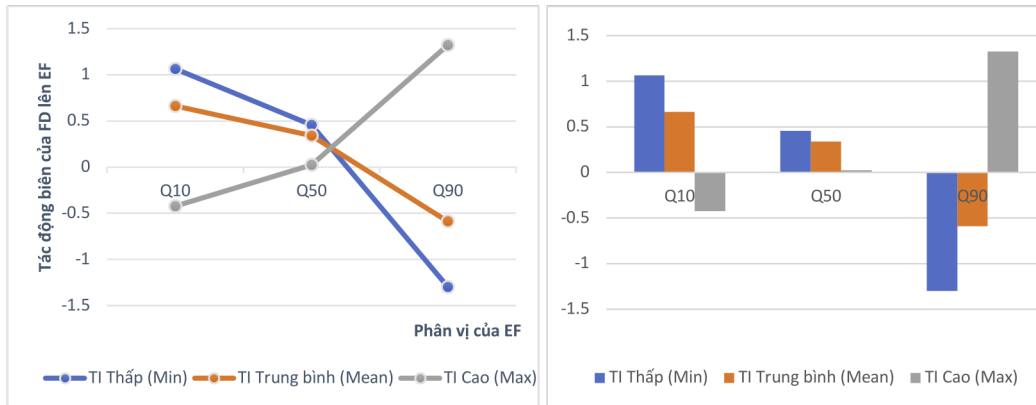
(Nguồn: Nhóm tác giả)

Hình 1: Tác động cận biên của FD đến EF theo phân vị tại mức TI trung bình

hoặc trung bình, nhưng tác động này suy giảm khi TI tăng. Ngược lại, tại Q90, FD có thể làm giảm EF khi TI ở mức thấp hoặc trung bình, song tác động này đảo chiều khi TI đạt mức rất cao. Như vậy, TI đóng vai trò điều tiết quan trọng trong mối quan hệ giữa FD và EF, nhưng hiệu ứng điều tiết này không đồng nhất giữa các nhóm quốc gia và có thể thay đổi theo mức độ ô nhiễm môi trường.

suy thoái môi trường, nên dấu tác động của các biến độc lập được diễn giải theo chiều ngược lại so với mô hình sử dụng EF. Kết quả trong Bảng 5 cho thấy các kết luận chính nhìn chung vẫn nhất quán, qua đó củng cố độ tin cậy của các phát hiện ban đầu.

Cụ thể, FD làm gia tăng phát thải CO₂ ở các phân vị thấp và trung bình, nhưng tác động này giảm dần và chuyển sang âm ở phân



(Nguồn: Nhóm tác giả)

Hình 2: Tác động cận biên của FD đến EF theo mức độ TI

Tổng thể, các kết quả cho thấy tác động môi trường của phát triển tài chính tại các quốc gia châu Á phụ thuộc đáng kể vào trình độ đổi mới công nghệ và mức độ bền vững môi trường hiện có, qua đó phản ánh tính không đồng nhất và phi tuyến trong mối quan hệ giữa FD, TI và EF. Ở các quốc gia có mức ô nhiễm thấp đến trung bình, phát triển tài chính có xu hướng làm gia tăng dấu chân sinh thái nếu không đi kèm với đổi mới công nghệ phù hợp. Ngược lại, khi đổi mới công nghệ được thúc đẩy theo hướng bền vững, tác động tiêu cực này có thể suy giảm, thậm chí đảo chiều ở một số phân vị. Tuy nhiên, tại các quốc gia có mức ô nhiễm cao, hiệu quả môi trường của phát triển tài chính vẫn chưa rõ ràng và phụ thuộc nhiều vào khả năng định hướng dòng vốn vào các hoạt động thân thiện với môi trường. Nhìn chung, kết quả nghiên cứu hàm ý rằng phát triển tài chính chỉ có thể hỗ trợ bền vững môi trường khi đi cùng với đổi mới công nghệ xanh và cơ chế chính sách phù hợp.

4.4. Kết quả kiểm định tính vững

Để kiểm định tính vững của kết quả ước lượng, nghiên cứu thay biến dấu chân sinh thái bình quân đầu người (EF) bằng lượng khí thải carbon dioxide bình quân đầu người (CO₂) như một đại diện thay thế cho bền vững môi trường. Do CO₂ gia tăng phản ánh

vi cao nhất, cho thấy hiệu quả môi trường của phát triển tài chính thay đổi theo mức độ ô nhiễm. TI có tác động dương đến CO₂ ở các phân vị thấp đến trung bình, nhưng không còn ý nghĩa thống kê ở các phân vị cao hơn. Trong khi đó, hệ số tương tác giữa FD và TI mang dấu âm và có ý nghĩa thống kê ở hầu hết các phân vị, hàm ý rằng sự kết hợp giữa phát triển tài chính và đổi mới công nghệ có thể góp phần giảm phát thải CO₂. Nhìn chung, kết quả kiểm định tính vững tiếp tục khẳng định vai trò điều tiết quan trọng của đổi mới công nghệ trong mối quan hệ giữa phát triển tài chính và bền vững môi trường.

Tóm lại, kết quả kiểm định tính vững bằng CO₂ như một thước đo thay thế cho tính bền vững môi trường đã xác nhận độ tin cậy của các kết quả chính trong nghiên cứu. Tác động tiêu cực của phát triển tài chính đến bền vững môi trường vẫn được duy trì. Đổi mới công nghệ cũng thể hiện mô hình tương tự, củng cố lập luận rằng hiệu quả của công nghệ trong việc giảm phát thải CO₂ phụ thuộc vào mức độ phát triển kinh tế. Hơn nữa, phát hiện này nhấn mạnh vai trò quan trọng của sự tương tác giữa tài chính và công nghệ trong việc định hình kết quả môi trường. Những hiểu biết này nhấn mạnh tầm quan trọng của các chính sách can thiệp có mục tiêu nhằm đảm bảo rằng

những tiến bộ về tài chính và công nghệ có thể mang lại lợi ích môi trường rõ ràng.

ngành khởi nghiệp trong lĩnh vực năng lượng tái tạo, tiết kiệm năng lượng và sản xuất sạch

Bảng 5: Kết quả kiểm định tính vững với thước đo CO₂

Biến	Location	Scale	Q10	Q20	Q30	Q40	Q50	Q60	Q70	Q80	Q90
FD	0.769*	-1.295***	2.419***	2.066***	1.754***	1.214**	0.828*	0,359	-0,188	-0,836	-1.514**
	[0.460]	[0.332]	[0.649]	[0.584]	[0.550]	[0.490]	[0.461]	[0.456]	[0.489]	[0.552]	[0.681]
TI	0.0926***	-0.0832***	0.199***	0.176***	0.156***	0.121***	0.0964***	0.0663**	0,0312	-0,0104	-0,054
	[0.0328]	[0.0237]	[0.0470]	[0.0424]	[0.0396]	[0.0351]	[0.0329]	[0.0325]	[0.0347]	[0.0394]	[0.0484]
FD*TI	-0.123**	0.108***	-0.262***	-0.232***	-0.206***	-0.161***	-0.128**	-0.0891*	-0,0433	0,0109	0,0678
	[0.0536]	[0.0388]	[0.0773]	[0.0697]	[0.0649]	[0.0573]	[0.0538]	[0.0529]	[0.0564]	[0.0644]	[0.0788]
IV	0.0215***	0,00143	0.0196***	0.0200***	0.0204***	0.0210***	0.0214***	0.0219***	0.0225***	0.0232***	0.0240***
	[0.00318]	[0.00230]	[0.00471]	[0.00426]	[0.00391]	[0.00342]	[0.00320]	[0.00312]	[0.00330]	[0.00382]	[0.00463]
FDI	0,00309	0.0165***	-0,018	-0,0134	-0,00947	-0,00259	0,00234	0,00832	0.0153*	0.0235**	0.0322**
	[0.00862]	[0.00623]	[0.0124]	[0.0112]	[0.0104]	[0.00921]	[0.00864]	[0.00850]	[0.00906]	[0.0104]	[0.0127]
EC	0.383***	-0.0721**	0.475***	0.456***	0.438***	0.408***	0.387***	0.361***	0.330***	0.294***	0.256***
	[0.0437]	[0.0316]	[0.0637]	[0.0575]	[0.0532]	[0.0469]	[0.0439]	[0.0431]	[0.0458]	[0.0526]	[0.0641]
HDI	-0.366***	-0.0790**	-0.265***	-0.287***	-0.306***	-0.339***	-0.362***	-0.391***	-0.424***	-0.464***	-0.505***
	[0.0442]	[0.0320]	[0.0648]	[0.0585]	[0.0540]	[0.0476]	[0.0445]	[0.0436]	[0.0533]	[0.0533]	[0.0649]
Hàng số	-6.366***	1.114***	-7.786***	-7.483***	-7.214***	-6.750***	-6.417***	-6.013***	-5.543***	-4.986***	-4.402***
	[0.339]	[0.245]	[0.477]	[0.429]	[0.405]	[0.363]	[0.341]	[0.339]	[0.364]	[0.408]	[0.506]

Ghi chú: Độ lệch chuẩn trong ngoặc vuông []; *, **, *** thể hiện mức ý nghĩa thống kê 10%, 5% và 1%, tương ứng.

(Nguồn: Tính toán của tác giả)

5. Kết luận và hàm ý chính sách

Nghiên cứu này kiểm tra mối quan hệ giữa phát triển tài chính (FD), đổi mới công nghệ (TI) và bền vững môi trường (ES) tại các quốc gia châu A giai đoạn 2002 - 2023 bằng phương pháp MMQR. Kết quả cho thấy FD làm suy giảm tính bền vững môi trường, đặc biệt ở các quốc gia có mức phát thải thấp, trong khi TI đóng vai trò tích cực trong cải thiện ES ở các nền kinh tế có áp lực môi trường lớn. Kiểm định với phát thải CO₂ cũng có độ tin cậy của phát hiện này. Tương tác giữa FD và TI cho thấy hiệu ứng tích cực đáng kể tại các nền kinh tế có mức độ phát triển trung bình, hàm ý rằng công nghệ có thể là yếu tố trung gian chuyển đổi tài chính thành công cụ thúc đẩy tăng trưởng xanh.

Từ các kết quả thực nghiệm, nghiên cứu đề xuất một số chính sách then chốt:

Thứ nhất, các quốc gia cần mở rộng tiếp cận tài chính xanh nhằm hỗ trợ đổi mới công nghệ thân thiện môi trường. Chính phủ có thể thiết lập quỹ tín dụng ưu đãi, phát triển thị trường trái phiếu xanh và ban hành quy định về báo cáo môi trường đối với tổ chức tài chính để định hướng dòng vốn vào các lĩnh vực sạch.

Thứ hai, thúc đẩy hoạt động R&D công nghệ xanh là thiết yếu. Ngoài chính sách tài trợ, cần có ưu đãi thuế để khuyến khích khu vực tư nhân đầu tư vào các giải pháp công nghệ giảm phát thải. Việc hỗ trợ doanh

sẽ giúp hấp thụ dòng vốn hiệu quả và gia tăng lợi ích môi trường.

Thứ ba, tăng cường hợp tác công - tư trong nghiên cứu và ứng dụng công nghệ bền vững là hướng đi khả thi. Các mô hình kết nối giữa cơ quan nhà nước, doanh nghiệp và viện nghiên cứu sẽ đảm bảo lan tỏa và thương mại hóa các sáng kiến công nghệ phục vụ mục tiêu môi trường.

Thứ tư, các hệ thống tài chính phát triển cần chú trọng phân bổ vốn hiệu quả hơn thay vì chỉ mở rộng tín dụng. Việc tích hợp các tiêu chuẩn ESG vào hoạt động cho vay, kết hợp với cơ chế định giá carbon và thuế môi trường, sẽ giúp điều chỉnh hành vi đầu tư và sản xuất theo hướng bền vững.

Thứ năm, thiết lập hệ thống giám sát và quản trị môi trường minh bạch là điều kiện cần thiết. Các quốc gia cần hoàn thiện khung pháp lý về đánh giá tác động môi trường, đồng thời tăng cường giáo dục cộng đồng nhằm thay đổi hành vi tiêu dùng và nâng cao nhận thức về phát triển bền vững.

Tóm lại, để phát triển tài chính thực sự trở thành động lực cho tăng trưởng xanh, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa chính sách tài chính và đổi mới công nghệ xanh. Hướng đi này không chỉ giảm thiểu các tác động tiêu cực của tài chính đối với môi trường mà còn góp phần đẩy nhanh quá trình chuyển đổi sang nền kinh tế tuần hoàn và phát thải thấp tại châu A. ♦

Tài liệu tham khảo:

Adebayo, T. S., Ghosh, S., Nathaniel, S., & Wada, I. (2023). Technological innovations, renewable energy, globalization, financial development, and carbon emissions: role of inward remittances for top ten remittances receiving countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(26), 69330–69348. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27184-x>.

Fakher, H. A., & Ahmed, Z. (2023). Does financial development moderate the link between technological innovation and environmental indicators? An advanced panel analysis. *Financial Innovation*, 9(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00513-2>.

Machado, J. A. F., & Santos Silva, J. M. C. (2019). Quantiles via moments. *Journal of Econometrics*, 213(1), 145–173. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2019.04.009>

Majeed, M. T., & Mazhar, M. (2019). Financial development and ecological footprint: A global panel data analysis. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 13(2), 487–514.

Saadaoui, H. (2022). The impact of financial development on renewable energy development in the MENA region: the role of institutional and political factors. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(26), 39461–39472. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18976-8>.

Shahbaz, M., Dogan, M., Akkus, H. T., & GURSOY, S. (2023). The effect of financial development and economic growth on ecological footprint: evidence from top 10 emitter countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(29), 73518–73533. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27573-2>.

Shoib, H. M., Rafique, M. Z., Nadeem, A. M., & Huang, S. (2020). Impact of financial development on CO2 emissions: A comparative analysis of developing countries (D8) and developed countries (G8). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), 12461–12475. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06680-z>.

Sviryzhenka, K. (2016). Introducing a New Broad-based Index of Financial Development. *IMF Working Paper, WP/16/5*(January), 1–43.

Tamazian, A., & Bhaskara Rao, B. (2010). Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. *Energy Economics*, 32(1), 137–

145. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2009.04.004>.

Wang, R., Usman, M., Radulescu, M., Cifuentes-Faura, J., & Balsalobre-Lorente, D. (2023). Achieving ecological sustainability through technological innovations, financial development, foreign direct investment, and energy consumption in developing European countries. *Gondwana Research*, 119, 138–152. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.02.023>.

Phụ lục

Danh sách các nước nghiên cứu (24 quốc gia châu Á)

Armenia, Azerbaijan, Bangladesh, China, Georgia, Indonesia, India, Israel, Japan, Jordan, Kazakhstan, Malaysia, Pakistan, Philippines, Saudi Arabia, South Korea, Singapore, Thailand, Turkey, United Arab Emirates, Việt Nam, Uzbekistan, Mongolia, Srilanka.

Summary

This study examines the impact of financial development and technological innovation on environmental sustainability in Asian countries. Using panel data from 24 Asian economies over the period 2002–2023, we apply the MMQR to assess the heterogeneous effects at different levels of environmental sustainability. The results show that financial development increases environmental degradation, especially in countries with low sustainability levels. However, when combined with technological innovation, this negative impact is significantly mitigated and turns positive, indicating that technological innovation plays an important role in transforming finance into a driving force for sustainable development. These findings provide important policy implications: Asian countries need to prioritize the development of green financial markets to direct capital flows into environmentally friendly technologies, implement fiscal incentives to encourage technological innovation in the private sector, integrate ESG criteria into financial regulations, and strengthen public-private partnerships to accelerate the adoption of green technologies. This study highlights the necessity of combining financial expansion with innovation policies to achieve long-term sustainable economic growth in Asia.