

**PHÂN TÍCH TÁC ĐỘNG CỦA NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO, NGUỒN
TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN, TOÀN CẦU HÓA TÀI CHÍNH VÀ TĂNG
TRƯỞNG KINH TẾ LÊN CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG TẠI VIỆT NAM**

**Ngô Thái Hưng¹, Hoàng Hải Yến²,
Nguyễn Hưng Thịnh³, Hồ Nguyễn Ngọc Hân⁴,
Nguyễn Phạm Mai Trang⁵, Bùi Võ Bách Hợp⁶**

Tóm tắt

Nghiên cứu này nhằm phân tích tác động của năng lượng tái tạo, nguồn tài nguyên thiên nhiên, toàn cầu hóa tài chính và tăng trưởng kinh tế đến chất lượng môi trường tại Việt Nam trong giai đoạn 1990–2023. Bằng việc áp dụng phương pháp Wavelet Quantile Correlation và Wavelet Coherence, nghiên cứu cho thấy tồn tại mối quan hệ đáng kể giữa các yếu tố trên với chất lượng môi trường trong ngắn hạn và dài hạn. Kết quả chỉ ra rằng năng lượng tái tạo có vai trò tích cực trong việc cải thiện chất lượng môi trường, trong khi nguồn tài nguyên thiên nhiên và tăng trưởng kinh tế tác động tiêu cực. Toàn cầu hóa tài chính cho thấy ảnh hưởng khác nhau tùy theo từng giai đoạn và tần suất. Từ đó, nghiên cứu đề xuất các chính sách nhằm thúc đẩy phát triển năng lượng tái tạo, sử dụng hiệu quả tài nguyên thiên nhiên và điều tiết hoạt động tài chính quốc tế để hướng đến tăng trưởng bền vững và cải thiện chất lượng môi trường tại Việt Nam.

Từ khóa: Năng lượng tái tạo, nguồn tài nguyên thiên nhiên, toàn cầu hóa tài chính, tăng trưởng kinh tế, dấu chân sinh thái.

**ANALYZING THE IMPACT OF RENEWABLE ENERGY,
NATURAL RESOURCES, FINANCIAL GLOBALIZATION AND
ECONOMIC GROWTH ON ENVIRONMENTAL QUALITY IN VIETNAM**

Abstract

This study aims to analyze the impact of renewable energy, natural resources, financial globalization, and economic growth on environmental quality in Vietnam during the period 1990–2023. By applying Wavelet Quantile Correlation and Wavelet Coherence, the study reveals significant relationships between these factors and environmental quality in both the short and long term. The results indicate that renewable energy plays a positive role in improving environmental quality, while natural resources and economic growth have negative effects. Financial globalization shows varying impacts depending on the period and frequency. Based on these findings, the study proposes policies to promote the development of renewable energy, efficient use of natural resources, and regulation of international financial activities to achieve sustainable growth and enhance environmental quality in Vietnam.

Keywords: Renewable energy, natural resources, financial globalization, economic growth, ecological footprint.

JEL classification: C22, Q53, Q56.

DOI: 10.63767/TCKT.34.2025.2.13

1. Giới thiệu

Dấu chân sinh thái luôn là một trong những vấn đề được quan tâm hàng đầu trên thế giới, không chỉ bởi các nhà nghiên cứu mà còn bởi chính những người đang trực tiếp sinh sống, hít thở và khai thác môi trường tự nhiên. Nghiên cứu của Trần Quang Tuyến (2014) đã cho thấy, trong những thập kỷ gần đây, vấn đề này đang dần trở nên nhức nhối khi dấu chân sinh thái bắt đầu có những dấu hiệu đáng báo động, trong đó có Việt Nam. Theo William và cộng sự (1992),

dấu chân sinh thái (Ecological Footprint - EF) là một thước đo về nhu cầu diện tích đất, nước, tài nguyên thiên nhiên; có khả năng cung cấp các nguồn lực thiết yếu như đất, nước, thực phẩm, nguyên liệu thô và năng lượng, nhằm phục vụ cho đời sống và hoạt động sản xuất của con người. Dấu chân sinh thái không chỉ đo lường mức tiêu dùng tài nguyên của con người mà còn phản ánh gián tiếp mức độ áp lực từ các hoạt động kinh tế và xã hội lên môi trường tự nhiên. Khi dấu chân sinh thái vượt quá khả năng tái tạo

của Trái Đất, điều đó đồng nghĩa với việc tài nguyên khi bị khai thác quá mức, chất lượng môi trường suy giảm, các hệ sinh thái bị phá vỡ và nguy cơ vượt ngưỡng chịu đựng sinh thái ngày càng rõ rệt. Ngày nay, khi đối mặt với sự phát triển mạnh mẽ của kinh tế, chuyển giao các nền công nghệ mới và hội nhập toàn cầu, các hoạt động khai thác tài nguyên thiên nhiên tại Việt Nam ngày càng gia tăng, đi cùng với tiến trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Những hoạt động này tuy thúc đẩy phát triển kinh tế, nhưng đồng thời đã làm gia tăng đáng kể áp lực lên môi trường - thể hiện qua sự gia tăng dấu chân sinh thái. Một số hệ lụy nghiêm trọng như ô nhiễm không khí, suy thoái môi trường và biến đổi khí hậu. Đứng trước những tác động tiêu cực trên vấn đề về dấu chân sinh thái cần phải được chú trọng như một chỉ số cảnh báo sớm về mức độ bền vững trong phát triển, đặc biệt tại quốc gia đang phát triển như Việt Nam.

Một số giải pháp đã được đề xuất để giảm thiểu dấu chân sinh thái, đầu tiên phải nhắc đến là năng lượng tái tạo. Theo nghiên cứu gần đây của Ahmad và cộng sự (2023), việc chuyển đổi sang các nguồn năng lượng tái tạo giúp giảm lượng lớn dấu chân sinh thái và các tác động tiêu cực đến môi trường. Không chỉ vậy, nghiên cứu của Dingemans và cộng sự (2024) còn nhấn mạnh rằng năng lượng tái tạo giúp nâng cao hiệu suất trong các ngành công nghiệp tiêu thụ năng lượng cao, góp phần tiết kiệm tài nguyên và giảm phát thải carbon. Một số nghiên cứu khác cũng đã khẳng định rằng hiệu quả của năng lượng tái tạo sẽ được tối ưu hóa nếu được triển khai với các chính sách phát triển bền vững và công nghệ sạch. Tuy nhiên, tại Việt Nam, quá trình ứng dụng năng lượng tái tạo vẫn còn tồn tại nhiều thách thức, nhà nghiên cứu đặt ra câu hỏi về mức độ tác động thực sự của yếu tố này đối với dấu chân sinh thái. Bên cạnh năng lượng tái tạo, nguồn tài nguyên thiên nhiên cũng được xem là một yếu tố có ảnh hưởng đến dấu chân sinh thái. Nghiên cứu của Pata và cộng sự (2021) cho rằng sự dồi dào nguồn tài nguyên thiên nhiên có thể giúp giảm dấu chân sinh thái nếu đi kèm với phát triển con người và chính sách bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, kết quả từ nghiên cứu của Li và cộng sự (2023) lại chỉ ra rằng khi khai thác không hợp lý, nguồn tài nguyên thiên nhiên lại làm gia tăng dấu chân sinh thái.

Điều này cho thấy vẫn còn nhiều tranh cãi và thiếu thống nhất trong đánh giá tác động của nguồn lực này. Toàn cầu hóa tài chính (FG) cũng là một yếu tố có tác động hai chiều đến dấu chân sinh thái. Nghiên cứu của Kimobo và cộng sự (2022) đã phát hiện rằng chính sách tài chính xanh có thể góp phần giảm dấu chân sinh thái một cách đáng kể. Trong khi đó, nghiên cứu khác của Ghosh và cộng sự (2024) cho rằng toàn cầu hóa tài chính có thể tạo điều kiện thúc đẩy đầu tư vào công nghệ xanh và mô hình sản xuất bền, nhưng điều này chỉ hiệu quả nếu được giám sát chặt chẽ. Như vậy, toàn cầu hóa tài chính có thể là “con dao hai lưỡi” tùy thuộc vào cách thức quản lý và định hướng chính sách tại từng quốc gia.

Ngoài việc xác định các yếu tố tác động đến dấu chân sinh thái, nhiều nghiên cứu đã nỗ lực tìm hiểu mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế, toàn cầu hóa tài chính và nguồn tài nguyên thiên nhiên tại các quốc gia khác nhau. Tuy nhiên, kết quả vẫn chưa thống nhất và chưa phản ánh đầy đủ bối cảnh riêng biệt của từng quốc gia. Ví dụ, nghiên cứu của Bhanu Murthy và các cộng sự (2020) tại 7 quốc gia Nam Á cho thấy mối quan hệ nhân quả giữa toàn cầu hóa tài chính và tăng trưởng kinh tế là khá yếu. Trong khi đó, Ben - Salha và cộng sự (2021) lại chỉ ra mối quan hệ hai chiều giữa nguồn tài nguyên thiên nhiên và tăng trưởng kinh tế trong dài hạn. Những khác biệt này cho thấy cần có thêm các nghiên cứu chuyên sâu trong từng quốc gia cụ thể để cung cấp căn cứ thực tiễn vững chắc cho hoạch định chính sách. Tại Việt Nam, nơi nền kinh tế vẫn phụ thuộc tương đối nhiều vào khai thác tài nguyên thiên nhiên và chịu ảnh hưởng lớn từ các chính sách năng lượng, việc đánh giá cụ thể các yếu tố ảnh hưởng đến dấu chân sinh thái là rất cần thiết. Đặc biệt, trong bối cảnh Việt Nam đang theo đuổi chiến lược tăng trưởng xanh và phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, nghiên cứu này càng có ý nghĩa cấp bách hơn.

Một số động lực khác để chúng tôi thực hiện nghiên cứu này xuất phát từ các yếu tố sau: Mặc dù đã có một số nghiên cứu về tác động của tăng trưởng kinh tế, toàn cầu hóa tài chính, nguồn tài nguyên thiên nhiên, năng lượng tái tạo lên dấu chân sinh thái như nghiên cứu của Uddin và cộng sự (2016), Wei và cộng sự (2021),... Tuy nhiên, đa số những nghiên cứu này đều tập trung phân tích và tìm hiểu ở các quốc gia hoặc nhóm quốc gia lớn trên thế giới. Vì vậy, nghiên cứu này được

thực hiện nhằm góp phần cung cấp cái nhìn toàn diện về tác động phức tạp giữa các yếu tố nói trên tại một quốc gia đang phát triển như Việt Nam.

Cụ thể, nghiên cứu tập trung phân tích mối quan hệ giữa các yếu tố: tăng trưởng kinh tế (GDP), toàn cầu hóa tài chính (FG), nguồn tài nguyên thiên nhiên (NRR) và năng lượng tái tạo (RET) đối với dấu chân sinh thái (EF) tại Việt Nam giai đoạn 1990 - 2023. Kết quả nghiên cứu sẽ không chỉ đóng góp thêm vào hệ thống nghiên cứu trong nước về chủ đề mà còn có thể đưa ra các gợi ý chính sách phát triển bền vững trong tương lai.

Bài nghiên cứu bao gồm các chương như sau: phần 1 giới thiệu về đề tài nghiên cứu, phần 2 trình bày tổng quan các nghiên cứu và xây dựng giả thuyết khoa học, phần 3 là mô tả phương pháp được áp dụng trong đề tài, chương 4 trình bày kết quả nghiên cứu và phần 5 đưa ra kết luận và khuyến nghị.

2. Tổng quan nghiên cứu

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu và suy giảm tài nguyên thiên nhiên thì dấu chân sinh thái là một trong những chỉ số quan trọng để đánh giá tác động của các hoạt động kinh tế - xã hội lên môi trường. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng nhiều yếu tố khác nhau có thể làm ảnh hưởng đến dấu chân sinh thái bao gồm: Tăng trưởng kinh tế (GDP), khi nền kinh tế phát triển thì nhu cầu về sản xuất và tiêu dùng cũng gia tăng. Từ đó kéo theo sự khai thác của tài nguyên thiên nhiên và phát ra nhiều chất thải cao làm tăng dấu chân sinh thái. Năng lượng tái tạo (RET) là thay thế những nguồn năng lượng hoá thạch đang dần cạn kiệt thành các nguồn năng lượng sạch, dồi dào như: gió, mặt trời... qua đó góp phần vào giảm thiểu phát thải khí Cacbon, đồng thời giảm áp lực lên dấu chân sinh thái. Nguồn tài nguyên không tái tạo có tác động hai chiều đến dấu chân sinh thái nếu khai thác quá mức các nguồn tài nguyên không tái tạo như dầu mỏ, than đá, sẽ làm gia tăng dấu chân sinh thái, ngược lại nếu có chính sách thích hợp sẽ làm giảm dấu chân sinh thái đáng kể. Toàn cầu hóa tài chính (FG) là quá trình hội nhập kinh tế giúp thúc đẩy thương mại quốc tế nhưng nó lại có thể làm gia tăng dấu chân sinh thái mặc dù có thể giúp nâng cao hiệu quả sản xuất và phân phối tài nguyên.

Nhiều nhà nghiên cứu đã tìm ra những mối liên hệ tích cực giữa dấu chân sinh thái và tăng

trưởng kinh tế. Nguyen và cộng sự (2024) đã kiểm tra mối quan hệ giữa tăng trưởng kinh tế và dấu chân sinh thái bằng giả thuyết đường cong Kuznets tại Việt Nam, từ đó cho ra kết quả tăng trưởng kinh tế ở Việt Nam có tác động phi tuyến tính đến dấu chân sinh thái. Bên cạnh đó có nghiên cứu của Ahmed và cộng sự (2022) cũng đã kiểm chứng về mối quan hệ giữa dấu chân sinh thái và tăng trưởng kinh tế và cho ra kết quả tăng trưởng kinh tế ở các nước G7 sẽ đi kèm với việc mở rộng tiêu dùng, sản xuất và khai thác tài nguyên cho nên sẽ làm tăng áp lực lên dấu chân sinh thái. Chen và cộng sự (2023) đã kiểm tra và thấy được tăng trưởng kinh tế có tác động tiêu cực đến môi trường, điều đó được thể hiện khi dấu chân sinh thái bị tăng lên đáng kể.

Ahmad và cộng sự (2023) nghiên cứu về năng lượng tái tạo và dấu chân sinh thái tại nhiều quốc gia. Dựa vào phương pháp hồi quy đa biến để cho ra được kết quả rằng năng lượng tái tạo giúp giảm phụ thuộc vào năng lượng hóa thạch từ đó làm giảm được EF. Nghiên cứu của Li và cộng sự (2022) đã kiểm tra quan hệ giữa năng lượng tái tạo và dấu chân sinh thái tại 120 quốc gia. Họ đã sử dụng mô hình FMOLS và DOLS để kiểm tra và cho ra kết quả năng lượng tái tạo giúp giảm dấu chân sinh thái, làm nổi bật lên vai trò của năng lượng sạch trong việc bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, việc chuyển đổi sang năng lượng tái tạo đòi hỏi chi phí đầu tư cao nên có thể gây ảnh hưởng đến GDP tại một số quốc gia. Nghiên cứu của Liao và cộng sự (2023) trong giai đoạn từ năm 1990 đến 2019 ở các quốc gia thuộc OECD để chỉ ra mối quan hệ giữa RET và EF. Họ sử dụng mô hình MMQR giúp phân tích tác động bất đối xứng của các yếu tố lên dấu chân sinh thái. Đồng thời sử dụng mô hình tuyến tính cùng với hệ số không đồng nhất để kiểm tra sự ảnh hưởng của các biến số. Từ đó cho ra kết quả, khi chuyển đổi năng lượng sạch và đổi mới sẽ góp phần làm giảm dấu chân sinh thái. Nghiên cứu của Wan và cộng sự (2022) về mối quan hệ giữa RET và EF tại Ấn Độ vào giai đoạn 1990-2018. Kết quả có được nhờ vào mô hình ARDL để nhận thấy được rằng khi chuyển đổi sang năng lượng sạch sẽ giúp làm giảm dấu chân sinh thái nhưng hiệu quả thì phụ thuộc vào mức độ phát triển kinh tế. Li và Wang (2023) phân tích tại 130 quốc gia ở giai đoạn 1990-2019 về mối quan hệ của RET và EF cho ra

được kết quả rằng tiêu thụ năng lượng tái tạo có động tiêu cực đến áp lực môi trường, tức là làm giảm dấu chân sinh thái và lượng khí carbon bình quân đầu người

Li và cộng sự (2023) nghiên cứu về nguồn tài nguyên thiên nhiên và dấu chân sinh thái tại 158 quốc gia bằng hồi quy đa biến cho ra được kết quả khi nguồn tài nguyên thiên nhiên (NRR) tăng thì đồng thời EF cũng sẽ tăng nếu quản trị yếu, nhưng ngược lại nếu quản trị tốt thì EF vẫn có thể giảm. Ullah và cộng sự (2021) nghiên cứu từ giai đoạn 1996 -2018 ở nhiều quốc gia về sự tác động giữa nguồn tài nguyên thiên nhiên và dấu chân sinh thái. Nhóm tác giả sử dụng mô hình phi tuyến cùng với phương pháp hồi ngưỡng kết hợp với phân tích hồi quy phân vị để cho ra kết quả tác động của NRR có ảnh hưởng đến dấu chân sinh thái và mang tính phi tuyến. Khi quản trị yếu, việc khai thác NRR có thể làm tăng EF do suy thoái môi trường và sử dụng không bền vững. Ngược lại, nếu quản trị tốt, NRR có thể giúp giảm EF bằng cách tối ưu hóa khai thác và kiểm soát phát thải. Ulucak và Khan (2020) áp dụng hồi quy dữ liệu bảng cùng mô hình ARDL để thấy được nếu năng lượng tái tạo làm giảm EF thì NRR và đô thị hóa lại làm tăng EF. Alvarado và cộng sự (2021) đã sử dụng hồi quy phân vị cùng mô hình SUR ở Mỹ Latinh, nêu lên được tác động của NRR sẽ làm tăng EF. Xu và cộng sự (2022) áp dụng phân tích chính sách từ dữ liệu của nhóm E7 để chỉ ra được mối quan hệ giữa NRR và EF phụ thuộc vào cấu trúc năng lượng tái tạo. Admed và cộng sự (2020) chọn nghiên cứu tại Trung Quốc về tác động của NRR và EF. Nhóm tác giả phân tích bằng phương pháp phân tích thực nghiệm cho ra được kết quả NRR và đô thị hóa làm tăng dấu chân sinh thái. Tuy nhiên nếu đầu tư vào giáo dục thì có thể làm EF giảm. Pata và cộng sự (2021) đã thực hiện nghiên cứu về 10 quốc gia có EF lớn nhất và họ kết luận rằng sự dồi dào tài nguyên thiên nhiên có thể làm giảm EF khi kết hợp với phát triển con người và các chính sách bảo vệ môi trường. Mặt khác, nếu không có các chính sách thích hợp, sự dồi dào này có thể dẫn đến “lời nguyền tài nguyên” làm gia tăng dấu chân sinh thái.

Nghiên cứu của Ahmad và cộng sự (2021) chỉ ra tác động giữa FG và EF. Họ sử dụng phương pháp hồi quy FMOLS và DOLS để nhận thấy rằng FG có xu hướng làm gia tăng dấu chân

sinh thái do sự mở rộng của các hoạt động tài chính và doanh nghiệp. Mặt khác, nếu các nền kinh tế có chính sách tài chính bền vững thì FG sẽ hạn chế ảnh hưởng tiêu cực lên EF bởi các đầu tư vào các công nghệ xanh và năng lượng tái tạo. Tương tự, nghiên cứu của Sibte-e-Ali và cộng sự (2024) đã kiểm tra mối quan hệ giữa FG và EF vào giai đoạn 1990-2021 tại các quốc gia mới phát triển. Họ sử dụng mô hình MMQR để cho ra được kết quả rằng FG có tác động tiêu cực đến môi trường do sự gia tăng đầu tư quốc tế vào các ngành công nghiệp thâm dụng tài nguyên. Tuy nhiên, FG cũng có thể làm giảm EF khi có kế hoạch định hướng vào các lĩnh vực công nghệ sạch và phát triển bền vững. Nghiên cứu của Shahzad và cộng sự (2022) tại Trung Quốc từ quý 1 năm 1996 đến quý 4 năm 2019 đã sử dụng mô hình phân tích tác động lan tỏa để chỉ ra mối quan hệ giữa FG và EF. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng FG đối với GDP thì sẽ có ảnh hưởng tích cực nhưng đối với EF thì lại có ảnh hưởng tiêu cực do sự mở rộng các hoạt động ở các ngành công nghiệp. Đồng thời ở nghiên cứu này còn chỉ ra được ngành công nghệ cao chưa đóng vai trò đáng kể ở việc làm giảm dấu chân sinh thái tại Trung Quốc. Bên cạnh đó, nghiên cứu của Abid và cộng sự (2021) đã kiểm tra mối quan hệ giữa FG và EF bằng cách sử dụng dữ liệu từ 118 quốc gia trong giai đoạn 1971-2018. Nhờ vào phương pháp hồi quy bình phương để cho ra kết quả rằng FG làm tăng EF ở hầu hết các quốc gia, đặc biệt ở các nước thu nhập thấp và trung bình, do dòng vốn quốc tế thường tập trung vào các ngành công nghiệp nặng. Ngược lại, ở một số nước phát triển thì FG lại có thể giảm EF bằng cách hỗ trợ đầu tư và năng lượng tái tạo và đổi mới công nghệ.

3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này chúng tôi áp dụng phương pháp phân tích Wavelet. Phương pháp này đặc biệt cho phép phân tích mối quan hệ giữa các biến trong cả miền thời gian và miền tần số, phù hợp với những yếu tố kinh tế có đặc trưng thay đổi theo thời gian, điều mà không phải công cụ phân tích nào cũng có thể nắm bắt trọn vẹn (Guo và cộng sự, 2022). Từ đó, nghiên cứu giúp hiểu rõ về sự tác động của mối liên hệ giữa dấu chân sinh thái, tăng trưởng kinh tế, năng lượng tái tạo, nguồn tài nguyên thiên nhiên, toàn cầu hóa tài chính thể hiện qua mô hình sau:

$$EF = \beta_0 + \beta_1 GDP + \beta_2 RET + \beta_3 NRR + \beta_4 FG$$

Trong đó: biến phụ thuộc là dấu chân sinh thái và các biến độc lập là tăng trưởng kinh tế,

năng lượng tái tạo, nguồn tài nguyên thiên nhiên, toàn cầu hóa tài chính.

Bảng 1: Mô tả nguồn dữ liệu các biến nghiên cứu
(cung cấp các định nghĩa của tất cả các biến trong mô hình)

Biến	Ký hiệu	Mô tả	Nguồn tham khảo
Biến phụ thuộc			
Dấu chân sinh thái	EF	Đo lường mức tài nguyên thiên nhiên con người tiêu thụ so với khả năng tái tạo của Trái Đất	Global Footprint Network
Biến độc lập			
Tăng trưởng kinh tế	GDP	GDP bình quân đầu người	World Bank
Năng lượng tái tạo	RET	Công nghệ khai thác và chuyển đổi năng lượng tự nhiên bền vững thành điện hoặc nhiệt	World Bank
Nguồn tài nguyên thiên nhiên	NRR	Giá trị kinh tế thu được từ khai thác tài nguyên thiên nhiên sau khi trừ chi phí	World Bank
Toàn cầu hoá tài chính	FG	Sự liên kết và tích hợp các thị trường tài chính quốc tế	KOF Swiss Economic Institute

Nguồn: Thống kê của nhóm tác giả

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu từ World Bank, Global Footprint Network, và KOF Globalisation Index trong giai đoạn 1990–2023 để phân tích tác động của các yếu tố kinh tế và môi trường đến dấu chân sinh thái. Dữ liệu được thu thập theo tần suất quý, cụ thể từ quý I năm 1990 đến quý IV năm 2023, tương ứng với 136 quan sát. Việc thu thập dữ liệu từ nhiều quốc gia và trong một khoảng thời gian dài giúp phản ánh xu hướng biến động của dấu chân sinh thái dưới ảnh hưởng của tăng trưởng kinh tế, năng lượng tái tạo, nguồn tài nguyên thiên nhiên và toàn cầu hóa tài chính. Dữ liệu này không chỉ cho phép đánh giá mối quan hệ tổng thể giữa các biến mà còn giúp xác định những thay đổi theo thời gian, làm rõ tác động ngắn hạn và dài hạn của các yếu tố kinh tế đối với môi trường. Trong quá trình phân tích, nghiên cứu này sử dụng kiểm định Brock-Dechert-Scheinkman (BDS) là một phương pháp phi tham số dùng để kiểm tra tính độc lập và phân phối đồng nhất nhằm phát hiện các phụ thuộc phi tuyến trong chuỗi thời gian. Phân tích Wavelet là một công cụ phân tích mạnh mẽ cho phép nghiên cứu mối quan hệ động giữa hai chuỗi thời gian trong cả miền thời gian và miền tần số. So với các phương pháp truyền thống như hồi quy tuyến tính hoặc phân tích tương quan thông thường, phân tích Wavelet có những ưu điểm vượt trội. Cụ thể, phương pháp này giúp phát hiện mối quan hệ không tuyến tính, không ổn định và biến đổi theo

thời gian, điều thường gặp trong các hiện tượng kinh tế - tài chính thực tiễn (Xuan và Hung, 2025). Ngoài ra, kỹ thuật này còn cho phép nhận diện các mối quan hệ tiềm ẩn ở các tần số khác nhau, từ đó cung cấp góc nhìn toàn diện về tính chất ngắn hạn, trung hạn và dài hạn của mối liên hệ giữa các biến.

Dựa trên định nghĩa Quantile Correlation của Li và cộng sự (2015), Wavelet Quantile Correlation được sử dụng để đo lường mối tương quan giữa dấu chân sinh thái và các biến độc lập ở các phân vị khác nhau. Phương pháp này giúp phát hiện mối tương quan âm giữa các biến. Công thức tính của Wavelet Quantile Correlation được biểu diễn như sau:

$$qcov_t(X, Y) = \frac{qcov_t(Y, X)}{\sqrt{var(\phi_\tau(Y - Q_{\tau,Y}))var(X)}}$$

Công thức biểu diễn hệ số tương quan phân vị $qcov_t(X, Y)$, đo lường mức độ phụ thuộc giữa hai biến X và Y tại phân vị τ . Trong đó, $qcov_t(Y, X)$ là hiệp phương sai phân vị, phản ánh sự đồng biến của hai biến ở từng mức phân vị cụ thể. $Q_{\tau,Y}$ là phân vị bậc τ của Y , còn $\phi_\tau(Y - Q_{\tau,Y})$ là hàm trọng số xác định sự lệch của Y so với phân vị của nó. Phương sai của hàm trọng số phân vị $var(\phi_\tau(Y - Q_{\tau,Y}))$ và phương sai $var(X)$ giúp chuẩn hóa để loại bỏ tác động của đơn vị đo lường.

Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng áp dụng Continuous Wavelet Transform nhằm phân tích các mối quan hệ động giữa các chuỗi thời gian trong không gian thời gian – tần số. Phương pháp

này cho phép nhận biết sự biến đổi của các chuỗi dữ liệu trong cả ngắn hạn lẫn dài hạn, đồng thời bảo toàn độ chính xác của dữ liệu. Biến đổi Wavelet liên tục giúp chia nhỏ chuỗi thời gian thành các thành phần tần số khác nhau, từ đó nhận diện các giai đoạn có biến động lớn hoặc các khu vực tập trung năng lượng mạnh trong dữ liệu.

Cuối cùng, nghiên cứu sử dụng Wavelet Coherence để kiểm tra sự đồng biến giữa các chuỗi thời gian, từ đó phân tích mối liên hệ dài hạn và bất thường giữa các yếu tố. Kỹ thuật này, được phát triển bởi Torrence và Compo (1998), giúp xác định các khu vực có mối quan hệ mạnh trong không gian thời gian-tần số:

$$W^2(P, q) = \frac{|M(M^{-1}Nab(p, q)|^2)}{M(M^{-1}|N_a(p, q)|^2)M(M^{-1}|N_b(p, q)|^2)}$$

Công thức trên biểu diễn hệ số $W^2(P, q)$, đo lường mức độ tương quan giữa hai tín hiệu P và q trong không gian thời gian - tần số. Từ số $|M(M^{-1}Nab(p, q)|^2)$ đại diện cho bình phương mô

đun của tích chập chéo giữa hai tín hiệu, phản ánh sự liên kết cục bộ. Mẫu số gồm: $M(M^{-1}|N_a(p, q)|^2)$ và $M(M^{-1}|N_b(p, q)|^2)$ lần lượt biểu diễn năng lượng của từng tín hiệu riêng lẻ, giúp chuẩn hóa hệ số coherence về khoảng [0,1].

Wavelet Coherence được đánh giá là đặc biệt hữu ích trong bối cảnh nghiên cứu liên quan đến các yếu tố biến động phức tạp. Các phương pháp trên được thiết kế vừa đảm bảo nghiên cứu đánh giá được mối quan hệ tĩnh giữa các biến vừa có thể phân tích chi tiết các thay đổi động, qua đó cung cấp cái nhìn sâu sắc về cách các yếu tố kinh tế, năng lượng và toàn cầu hóa tài chính ảnh hưởng đến đầu chân sinh thái trong cả ngắn hạn và dài hạn.

4. Kết quả nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, bảng 2 thống kê các biến được đã được sử dụng để trình bày các đặc điểm quan trọng của dữ liệu, bao gồm giá trị trung bình, giá trị nhỏ nhất, giá trị lớn nhất, trung vị và độ lệch chuẩn.

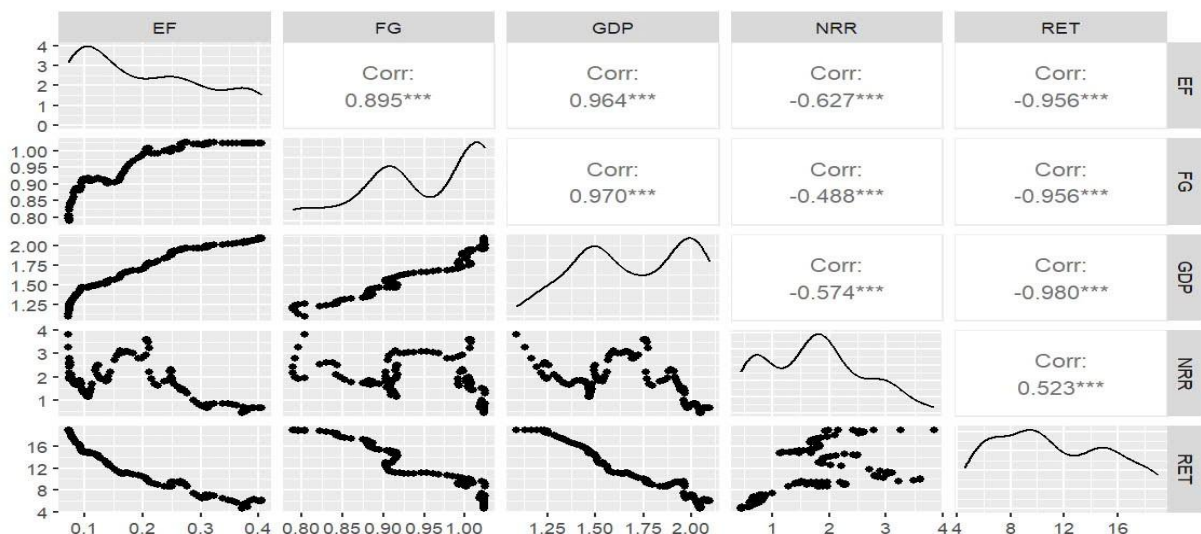
Bảng 2: Thống kê mô tả

Tên các biến	Số quan sát	Giá trị trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Trung vị	Độ lệch chuẩn
EF	136	0,2062	0,0718	0,4053	0,1883	0,1091
FG	136	0,9507	0,7884	1,0253	0,9732	0,0707
GDP	136	1,6943	1,0876	2,0950	1,6841	0,2849
NRR	136	1,7437	0,4408	3,8432	1,7917	0,8452
RET	136	11,336	4,6000	18,9828	10,8152	4,3154

Nguồn: Thống kê của nhóm tác giả

Kể từ năm 1990, nền kinh tế Việt Nam đã có những bước tăng trưởng vượt bậc. Một minh chứng cụ thể là GDP bình quân đầu người đã tăng trưởng mạnh từ 96,72 USD vào năm 1990 lên

3.586,35 USD vào năm 2020. Bên cạnh đó, tỷ trọng năng lượng tái tạo trong tổng sản lượng điện toàn hệ thống cũng tăng lên đáng kể, từ mức 4,6% năm 1990 lên khoảng 18,98% vào năm 2020.

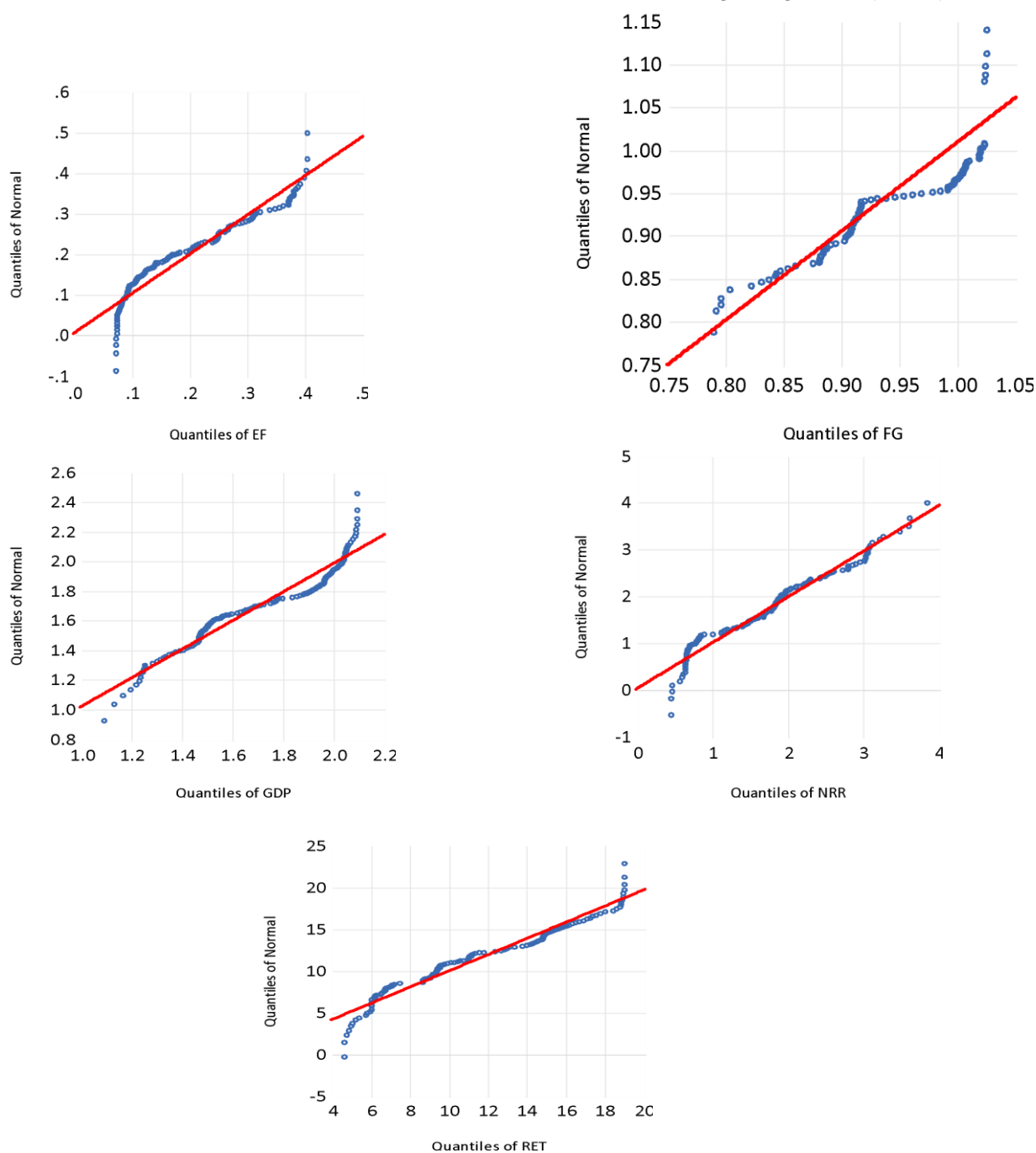


Hình 1: Biểu đồ phân phối và mối tương quan theo cặp của các biến

Nguồn: Thống kê của nhóm tác giả

Kết quả ở Hình 1 cho thấy dấu chân sinh thái (EF) có mối quan hệ tích cực rất mạnh với toàn cầu hóa tài chính (FG) và tăng trưởng kinh tế (GDP), với hệ số tương ứng là 0,895 và 0,964. Trong khi đó dấu chân sinh thái (EF) lại có mối quan hệ tiêu cực với nguồn tài nguyên thiên nhiên (NRR) và năng lượng tái tạo (RET) với hệ số lần lượt là -0,627 và -0,956. Toàn cầu hóa tài chính

(FG) cũng thể hiện mối quan hệ tích cực mạnh với tăng trưởng kinh tế (GDP) 0.970 trong khi đó lại có mối quan hệ tiêu cực với NRR (-0.488) và RET (-0.980). Cuối cùng, GDP có mối tương quan tích cực với NRR (0.523), cho thấy rằng tăng trưởng kinh tế có thể dẫn đến khai thác tài nguyên thiên nhiên nhiều hơn, trong khi có mối quan hệ tiêu cực rất mạnh với năng lượng tái tạo (-0.980).



Hình 2: Biểu đồ $Q-Q$

Hình 2 thể hiện cả bốn biến đều không hoàn toàn tuân theo phân phối chuẩn, nhưng EF, GDP và NRR có xu hướng gần chuẩn hơn so với RET.

Nguồn: Thống kê của nhóm tác giả
Kiểm định BDS

Bảng 3: Kết quả kiểm định BDS

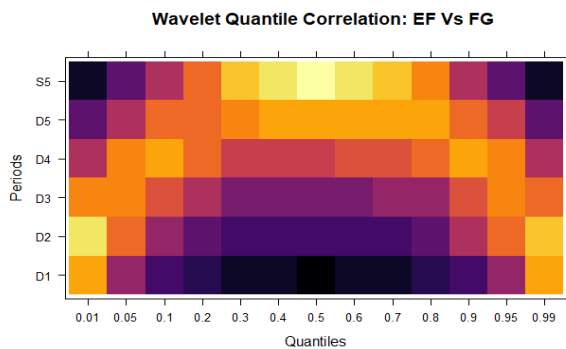
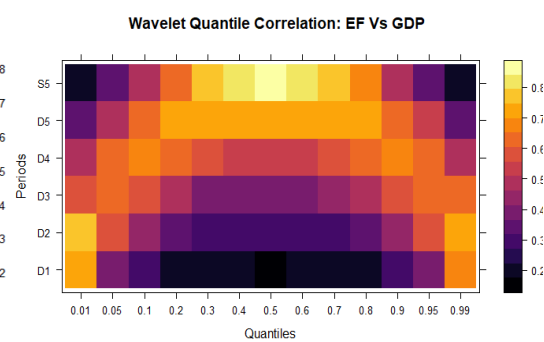
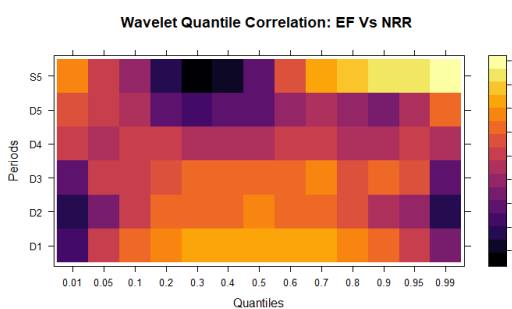
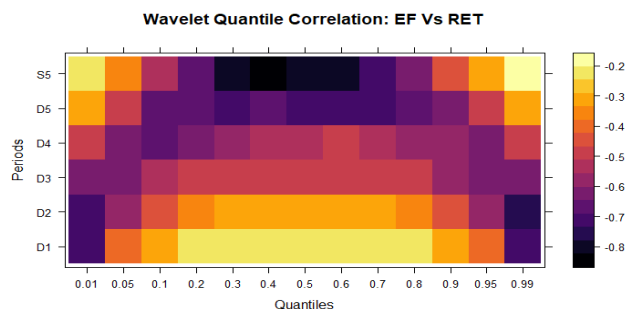
	EF	FG	GDP	NRR	RET
E.D.2	0,202027	0,193936	0,206805	0,174227	0,204732
Prob	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E.D.3	0,340591	0,327444	0,350577	0,286891	0,346689
Prob	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E.D.4	0,436649	0,418959	0,451324	0,357016	0,445523
Prob	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E.D.5	0,503924	0,480492	0,522437	0,397881	0,514532
Prob	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E.D.6	0,551797	0,521073	0,573584	0,419457	0,562954
Prob	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nguồn : Thống kê của nhóm tác giả

Kết quả kiểm định BDS được chúng tôi phân tích từ phần mềm Eview trong Bảng 3 cho thấy tất cả các biến (EF, FG, GDP, NRR, RET) đều có giá trị Prob. = 0.0000 ở tất cả các bậc độ trễ từ E.D.2 đến E.D.6. Điều này chỉ ra rằng không có bằng chứng thống kê nào để bác bỏ giả thuyết rằng các biến này có tính tuyến tính. Cụ thể, giá

trị E.D. cho các biến đều dương và tăng dần theo các bậc độ trễ, cho thấy rằng mức độ phi tuyến tính không đáng kể hoặc không tồn tại trong các chuỗi thời gian này.

Kết quả phân tích bằng phương pháp wavelet quantile correlation

Hình a**Hình b****Hình c****Hình d****Hình 3:** Wavelet Quantile Correlation

Đối với nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành phân tích dữ liệu trên phần mềm R để phân tích mối tương quan định lượng trên từng thang thời gian khác nhau. Chúng tôi thể hiện rằng trục hoành mô tả phân vị của phân phối các cặp biến và trục tung mô tả các miền tần số trong đó D1 D2 là ngắn hạn, D3 D4 là trung hạn và D5 S5 là

Nguồn: Thống kê của nhóm tác giả

dài hạn. Trục màu thể hiện cường độ tương quan của các cặp biến trong từng miền.

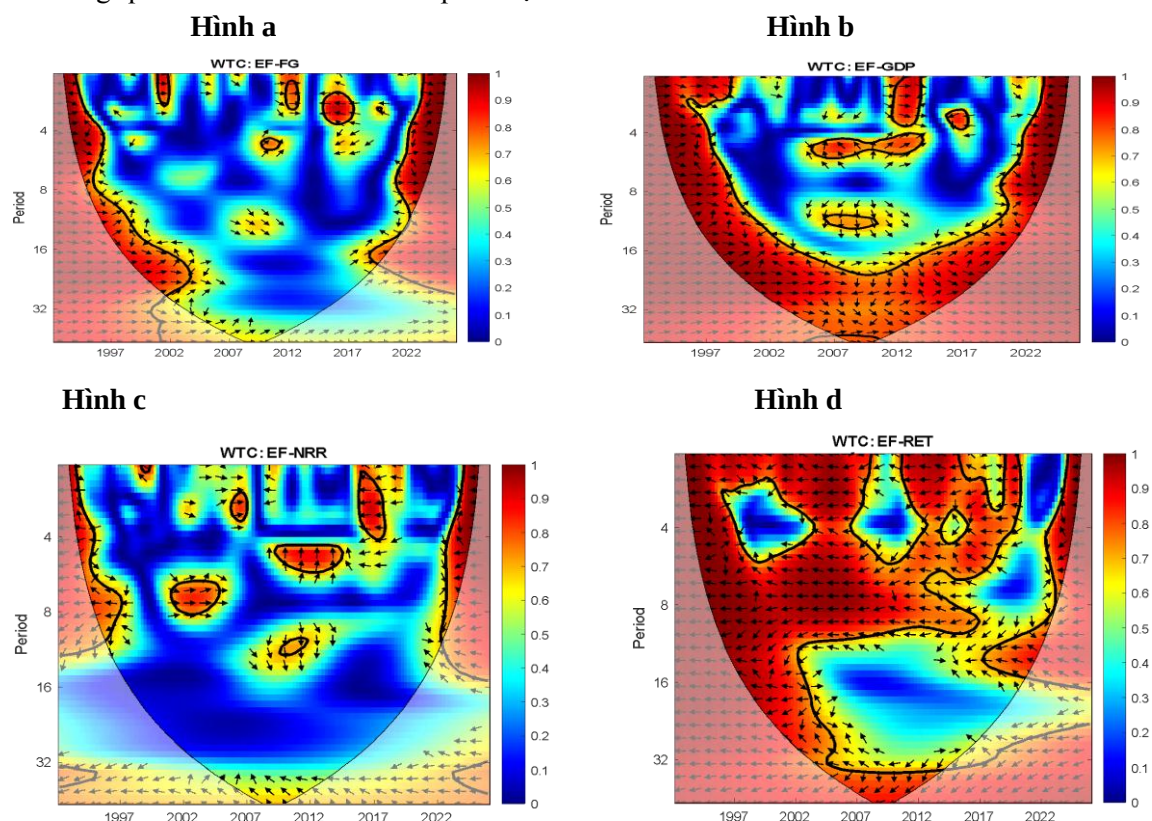
Đối với trục màu của hình 3a và 3b thể hiện cường độ tương quan từ 0,2 đến 0,8, ta được thấy mối tương quan dương ở cả 2 hình. Với hình 3a ở phân vị 0,3 đến 0,7 ta thấy mối quan hệ dương yếu với màu đen ở ngắn hạn và tăng dần lên màu vàng nhạt tương quan dương mạnh ở dài

hạn. Khi toàn cầu hóa tài chính FG tăng lên thì dấu chân sinh thái EF cũng sẽ tăng theo. Còn ở hình 3b ở phân vị từ 0,2 đến 0,8 ta thấy mối quan hệ dương yếu với màu đen ở ngắn hạn và tăng dần lên tương quan dương mạnh ở dài hạn với màu vàng nhạt. Từ đó cho thấy khi GDP tăng lên thì EF cũng có xu hướng tăng theo.

Đối với hình 3c trục màu lại thể hiện cường độ tương quan từ -0,8 đến 0 cho thấy mối tương quan âm trên các miền và phân vị

khác nhau. Từ đó ta rút ra được rằng khi NRR tăng lên thì dấu chân sinh thái EF sẽ giảm xuống. Tương tự như vậy, kết quả hình 3d cho thấy trục màu thể hiện cường độ tương quan từ -0,2 đến -0,8 cho thấy mối tương quan âm giữa EF và RET. Ta thấy được khi RET tăng lên thì dấu chân sinh thái EF sẽ giảm xuống.

Kết quả phân tích bằng phương pháp wavelet coherence



Hình 4: Biến đổi Wavelet Coherence

Đối với nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành phân tích dữ liệu trên phần mềm R để xử lý chuỗi dữ liệu theo miền thời gian và tần số. Chúng tôi thể hiện rằng trục tung mô tả thời gian nghiên cứu từ 1997 đến 2022 còn trục tung mô tả các tần số cụ thể 0 đến 4 là ngắn hạn, 4 đến 8 là trung hạn, 8 đến 16 là dài hạn và từ 16 trở lên là rất dài hạn. Trong đó cột màu thể hiện cường độ mối quan hệ giữa hai biến với màu xanh từ 0 đến 0,6 là mối quan yếu và màu đỏ từ 0,6 đến 1 thể hiện mối quan hệ mạnh.

Ở hình 4a từ năm 2015 đến năm 2017 ở miền tần số thấp có mũi tên chỉ sang trái thể hiện mối tương quan âm, mạnh. Còn lại từ các năm từ 1997 đến 2022 trên mọi miền tần số hầu hết mũi tên đều chỉ sang phải, chứng tỏ được mối quan hệ của toàn cầu hóa tài chính FG và dấu chân sinh thái

Nguồn: Thống kê của nhóm tác giả

EF là mối quan hệ dương. Từ năm 2002 đến năm 2017 là vùng màu xanh chỉ ra đây là mối quan hệ dương yếu có nghĩa là khi toàn cầu hóa tài chính FG tăng thì dấu chân sinh thái EF cũng tăng lên.

Hình 4b cho thấy tổng thể các mũi tên đều chỉ sang phải thể hiện vùng màu đỏ cho thấy mối quan hệ của GDP và EF là mối quan hệ dương mạnh nghĩa là khi GDP tăng lên thì EF cũng tăng lên. Điều này có thể được giải thích rằng khi GDP tăng lên tức là khai thác nhiên liệu hóa thạch và tiêu thụ năng lượng càng nhiều. Tuy nhiên, từ năm 2002 đến 2010 các mũi tên ở các miền tần số ngắn hạn, trung hạn có mũi tên chỉ sang bên trái và là vùng màu xanh thể hiện rằng ở khoảng này GDP và EF có mối quan hệ âm, yếu.

Hình 4c đa số các mũi tên đều chỉ sang trái chỉ ra rằng mối quan hệ giữa NRR và EF là mối quan hệ âm có nghĩa là khi NRR tăng lên thì EF sẽ giảm xuống. Trong đó, khoảng thời gian từ năm 2002 đến 2005 các mũi tên ở các vùng nhỏ trên các miền tần số trung hạn có mũi tên chỉ về bên phải và thể hiện màu xanh cho thấy được ở khoảng này NRR và EF có mối quan hệ dương, hệ yếu.

Hình 4d tại cặp biến EF-RET các mũi tên đều chỉ sang trái và đa số các vùng đều là màu đỏ, ta thấy được trong các khoảng thời gian khác nhau mối quan hệ giữa năng lượng tái tạo và dấu chân sinh thái là mối quan hệ âm mạnh và mang tính tích cực có nghĩa rằng khi RET tăng lên thì EF sẽ giảm xuống.

5. Kết luận và hàm ý

Nghiên cứu đánh giá mối quan hệ giữa năng lượng tái tạo (RET), nguồn tài nguyên thiên nhiên (NRR), toàn cầu hóa tài chính (FG) và tăng trưởng kinh tế (GDP) tác động lên dấu chân sinh thái (EF) tại Việt Nam bằng cách sử dụng hai phương pháp phân tích chính là Wavelet Coherence và Wavelet Quantile Correlation trong giai đoạn 1990-2023 thông qua chuỗi số liệu theo quý. Với phương pháp này, kết quả nghiên cứu đạt được cho phép chúng tôi quan sát sự thay đổi của các biến qua thời gian và trên các miền tần số khác nhau, từ đó phản ánh tính phức tạp trong quá trình phát triển bền vững đồng thời thể hiện cái nhìn toàn diện về tác động của các yếu tố kinh tế lên môi trường. Đối với cặp biến EF- GDP, kết quả phân tích cho thấy được sự tương quan dương mạnh mẽ qua các thời điểm phản ánh rằng tăng trưởng kinh tế Việt Nam vẫn còn phụ thuộc rất lớn vào hoạt động khai thác năng lượng hóa thạch từ đó gây áp lực nặng nề lên môi trường, cán cân giữa bảo vệ môi trường và mục tiêu phát triển kinh tế chênh lệch rõ rệt khiến cho môi trường phải gánh chịu tổn thất lớn. Đối với cặp biến EF- RET, kết quả thể hiện rằng đây là mối quan hệ có xu hướng âm nghĩa là việc gia tăng sử dụng năng lượng tái tạo sẽ góp phần tích cực trong việc làm giảm dấu chân sinh thái. Tuy nhiên việc này còn phụ thuộc nhiều vào hiệu quả chính sách đầu tư, đặc biệt trong các ngành công nghiệp tiêu thụ nhiều năng lượng như công nghiệp nặng và giao thông vận tải... Việc chuyển đổi năng lượng sạch cần phải thực thi trong dài hạn và cần sự hỗ trợ khuyến khích chuyển đổi từ chính sách nhà nước. Đối với cặp biến EF – NRR, kết quả tồn tại mối quan hệ âm mang tính tiêu cực, thể hiện rằng việc khai thác tài nguyên quá mức là nguyên nhân dẫn đến suy giảm

chất lượng môi trường nghiêm trọng. Trong khi không có các biện pháp quản lý bền vững thì dấu chân sinh thái sẽ gia tăng đáng kể thậm chí là cạn kiệt môi trường. Cuối cùng, đối với cặp biến EF - FG tồn tại mối quan hệ dương, tác động tiêu cực đến môi trường. Dòng vốn quốc tế thường thu hút đầu tư đối với các ngành tiêu thụ mức năng lượng cao như bất động sản, xây dựng... Việc này làm gia tăng dấu chân sinh thái với mức phát thải lớn khi thiếu sự kiểm soát nghiêm ngặt từ chính phủ, cần điều tiết dòng vốn vào các lĩnh vực phát triển xanh từ đó tạo sự hài hòa giữa phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường.

Dựa trên kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả có đề xuất một số hàm ý chính sách như sau:

Đối với tăng trưởng kinh tế, chúng tôi nhận thấy rằng yếu tố này có thể giúp thúc đẩy chuyển đổi mô hình tăng trưởng sang kinh tế tuần hoàn, kinh tế xanh. Tuy nhiên, tăng trưởng kinh tế hiện tại đang tạo áp lực lớn lên dấu chân sinh thái, khi mà có mối quan hệ dương giữa GDP và EF. Chính vì vậy, Việt Nam cần ưu tiên chuyển đổi sang có mô hình tăng trưởng ít phát thải hơn, đồng thời đẩy mạnh sử dụng tài nguyên hiệu quả và bền vững hơn.

Đối với năng lượng tái tạo thì Việt Nam nên đẩy mạnh phát triển năng lượng tái tạo nhiều hơn vì theo như kết quả nghiên cứu của chúng tôi thể hiện rằng năng lượng tái tạo có mối quan hệ âm với dấu chân sinh thái nghĩa là chúng có mối quan hệ tích cực giữa hai biến. Vì vậy, chính phủ Việt Nam nên có những chính sách khuyến khích các doanh nghiệp đầu tư vào năng lượng sạch, bền vững như điện gió, điện mặt trời,... Đó là định hướng lâu dài và là nhiệm vụ cấp bách, trọng tâm tạo ra nguồn năng lượng sạch, hạn chế ô nhiễm môi trường.

Đối với nguồn tài nguyên thiên nhiên, chúng tôi nhận thấy rằng nhà nước ta cần quản lý chặt chẽ và cần kiểm soát việc khai thác các nguồn tài nguyên truyền thống. Nhiều nghiên cứu đồng thời có chính sách quản lý và kiểm soát hiệu quả thì sẽ dẫn đến “lời nguyền tài nguyên”. Cho nên, nhà nước cần quan tâm và tăng cường thêm những chính sách quản lý khai thác, phục hồi hệ sinh thái sau khai thác.

Đối với toàn cầu hóa tài chính thì nhà nước ta nên điều tiết dòng vốn theo hướng bền vững để vừa hội nhập quốc tế vừa cân bằng được chất lượng môi trường tại Việt Nam. Bởi thực tế trên kết quả nghiên cứu đã chỉ ra mối quan hệ dương

mạnh giữa FG và EF. Do đó, Việt Nam cần tối ưu hóa lợi ích xu thế, tận dụng tối đa các cơ hội từ thu hút dòng vốn đầu tư, gia tăng thu nhập quốc dân và đẩy mạnh chuyển dịch sang nền kinh tế tuần hoàn. Hỗ trợ các doanh nghiệp khởi nghiệp cùng với các chính sách thuế ưu đãi, khuyến khích

doanh nghiệp phát triển theo hướng kinh tế xanh, bền vững. Ngoài ra, nước ta cần tăng cường hợp tác với các tổ chức tài chính quốc tế để hỗ trợ kỹ thuật và tài chính cải thiện sự tích cực trong mối quan hệ của toàn cầu hoá lên môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abid, A., Majeed, M. T., & Luni, T. (2021). Analyzing ecological footprint through the lens of globalization, financial development, natural resources, human capital and urbanization. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 15(4), 765–795.
- Ahmad, M., Dai, J., Mehmood, U., & Abou Houran, M. (2023). Renewable energy transition, resource richness, economic growth, and environmental quality: Assessing the role of financial globalization. *Renewable Energy*, 216, 119000.
- Ahmad, M., Jiang, P., Murshed, M., Shehzad, K., Akram, R., Cui, L., & Khan, Z. (2021). Modelling the dynamic linkages between eco-innovation, urbanization, economic growth and ecological footprints for G7 countries: Does financial globalization matter? *Sustainable Cities and Society*, 70, 102881.
- Ahmed, Z., Ahmad, M., Rjoub, H., Kalugina, O. A., & Hussain, N. (2022). Economic growth, renewable energy consumption, and ecological footprint: Exploring the role of environmental regulations and democracy in sustainable development. *Sustainable Development*, 30(4), 595–605.
- Ahmed, Z., Asghar, M. M., Malik, M. N., & Nawaz, K. (2020). Moving towards a sustainable environment: The dynamic linkage between natural resources, human capital, urbanization, economic growth, and ecological footprint in China. *Resources Policy*, 67, 101677.
- Alvarado, R., Tillaguango, B., Dagar, V., Ahmad, M., Işık, C., Méndez, P., & Toledo, E. (2021). Ecological footprint, economic complexity and natural resources rents in Latin America: Empirical evidence using quantile regressions. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128585.
- Ben-Salha, O., Dachraoui, H., & Sebri, M. (2021). Natural resource rents and economic growth in the top resource-abundant countries: A PMG estimation. *Resources Policy*, 74, 101229.
- Bhanumurthy, N. R., & Kumawat, L. (2020). Financial globalization and economic growth in South Asia. *South Asia Economic Journal*, 21(1), 31–57.
- Chen, S., Wang, F., & Haroon, M. (2023). The impact of green economic recovery on economic growth and ecological footprint: A case study in developing countries of Asia. *Resources Policy*, 85, 103955.
- Dingemans, A. M. C., Smit, E. F., & Hendriks, L. E. (2024). Selpercatinib or chemotherapy in RET fusion-positive NSCLC. *New England Journal of Medicine*, 390(4), 381–382.
- Ghosh, S. (2024). Harnessing the roles of renewable energy, high tech industries, and financial globalization for environmental sustainability: Evidence from newly industrialized economies. *Natural Resources Forum*. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12345> (nếu chưa có DOI, cần bổ sung)
- Guo, T., Zhang, T., Lim, E., Lopez-Benitez, M., Ma, F., & Yu, L. (2022). A review of wavelet analysis and its applications: Challenges and opportunities. *IEEE Access*, 10, 58869–58903.
- Li, G., Li, Y., & Tsai, C.-L. (2015). Quantile correlations and quantile autoregressive modeling. *Journal of the American Statistical Association*, 110(509), 246–261.
- Li, R., Wang, Q., Li, L., & Hu, S. (2023). Do natural resource rent and corruption governance reshape the environmental Kuznets curve for ecological footprint? Evidence from 158 countries. *Resources Policy*, 85, 103890.
- Li, R., Wang, X., & Wang, Q. (2022). Does renewable energy reduce ecological footprint at the expense of economic growth? An empirical analysis of 120 countries. *Journal of Cleaner Production*, 346, 131207.
- Liao, J., Liu, X., Zhou, X., & Tursunova, N. R. (2023). Analyzing the role of renewable energy transition and industrialization on ecological sustainability: Can green innovation matter in OECD countries? *Renewable Energy*, 204, 141–151.
- Nguyen, M. Q., Dimou, M., Vu, T. T. H., Schaffar, A., The, C. P., & Nguyen, N. Q. (2024). Testing the ecological footprint of economic growth in developing countries: The case of Vietnam. *Journal of International Development*, 36(5), 2457–2477.

- Pata, U. K., Aydin, M., & Haouas, I. (2021). Are natural resources abundance and human development a solution for environmental pressure? Evidence from top ten countries with the largest ecological footprint. *Resources Policy*, 70, 101923.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 4(2), 121–130.
- Shahzad, U., Ferraz, D., Nguyen, H. H., & Cui, L. (2022). Investigating the spillovers and connectedness between financial globalization, high-tech industries and environmental footprints: Fresh evidence in context of China. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121205.
- Sibt-e-Ali, M., Xiqiang, X., Javed, K., Javaid, M. Q., & Vasa, L. (2024). Greening the future: Assessing the influence of technological innovation, energy transition and financial globalization on ecological footprint in selected emerging countries. *Environment, Development and Sustainability*, 1–27. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03097-4> (bổ sung DOI nếu có)
- Torrence, C., & Compo, G. P. (1998). A practical guide to wavelet analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79(1), 61–78.
- Trần, Q. T. (2014). Phát triển kinh tế, công nghiệp hóa và chất lượng môi trường: Bằng chứng thực nghiệm mới từ nghiên cứu 133 nước. *Tạp chí kinh tế phát triển*, 2014 (10)
- Uddin, G. A., Alam, K., & Gow, J. (2016). Does ecological footprint impede economic growth? An empirical analysis based on the environmental Kuznets curve hypothesis. *Australian Economic Papers*, 55(3), 301–316.
- Ullah, A., Ahmed, M., Raza, S. A., & Ali, S. (2021). A threshold approach to sustainable development: Nonlinear relationship between renewable energy consumption, natural resource rent, and ecological footprint. *Journal of Environmental Management*, 295, 113073.
- Ulucak, R., & Khan, S. U. D. (2020). Determinants of the ecological footprint: Role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101996.
- Wan, X., Jahanger, A., Usman, M., Radulescu, M., Balsalobre-Lorente, D., & Yu, Y. (2022). Exploring the effects of economic complexity and the transition to a clean energy pattern on ecological footprint from the Indian perspective. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 816519.
- Wei, Y. C., Lee, M. W., Chou, P. T., Scholes, G. D., Schatz, G. C., & Hsu, L. Y. (2021). Can nanocavities significantly enhance resonance energy transfer in a single donor–acceptor pair? *The Journal of Physical Chemistry C*, 125(33), 18119–18128.
- Xu, P., Hussain, M., Ye, C., Wang, J., Wang, C., Geng, J., ... & Chen, J. (2022). Natural resources, economic policies, energy structure, and ecological footprints' nexus in emerging seven countries. *Resources Policy*, 77, 102747.
- Xuan, H. T., & Hung, N. T. (2025). Green growth and environmental degradation: An empirical study in Vietnam. *VNU Journal of Economics and Business*, Vol. 5, No. 1 (2025) 34–41

Thông tin tác giả:
1. Ngô Thái Hưng

- Đơn vị công tác: Đại học Tài chính – Marketing
- Địa chỉ email: hung.nt@ufm.edu.vn

2. Hoàng Hải Yến

- Đơn vị công tác: Đại học Tài chính – Marketing

3. Nguyễn Hưng Thịnh

- Đơn vị công tác: Đại học Tài chính – Marketing

4. Hồ Nguyễn Ngọc Hân

- Đơn vị công tác: Đại học Tài chính – Marketing

5. Nguyễn Phạm Mai Trang

- Đơn vị công tác: Đại học Tài chính – Marketing

6. Bùi Võ Bách Hợp

- Đơn vị công tác: Đại học Tài chính – Marketing

Ngày nhận bài: 9/4/2025

Ngày nhận bản sửa: 5/6/2025

Ngày duyệt đăng: 20/8/2025