



Ô nhiễm môi trường và phúc lợi của người dân Việt Nam

BÙI HOÀNG NGỌC *

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

THÔNG TIN	TÓM TẮT
Ngày nhận: 06/08/2024 Ngày nhận lại: 13/10/2024 Duyệt đăng: 14/10/2024 Mã phân loại JEL: B22; C14; F43; O11; O44. Từ khóa: Tỷ lệ tử vong; Tuổi thọ; Thu nhập bình quân. Keywords: Environmental pollution; Well-being; Mortality rate; Life expectancy; Income per capita; Vietnam.	Ô nhiễm môi trường là thách thức đối với nhân loại nói chung và vẫn đang tiếp tục gia tăng ở nhiều quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Nghiên cứu này được thực hiện để trả lời cho hai câu hỏi quan trọng về mối quan hệ giữa ô nhiễm môi trường và phúc lợi của người dân Việt Nam giai đoạn 1975–2022: Câu hỏi thứ nhất là lượng khí thải CO2 năm hiện tại cao hơn năm liền kề trước đó, và cao hơn trung bình mười năm trước đó thì phúc lợi của người dân sẽ thay đổi như thế nào; câu hỏi thứ hai là trong giai đoạn 1975–2022, thời kỳ nào mối quan hệ giữa các biến số này diễn ra mạnh mẽ nhất. Áp dụng kỹ thuật phân tích Wavelet, nghiên cứu tìm thấy tác động yếu ở các miền tần số thấp, và tác động mạnh ở các miền tần số cao. Xu hướng này trở nên rõ nét từ sau năm 2003 đến hiện nay. Những phát hiện này sẽ hỗ trợ các cơ quan quản lý Nhà nước trong việc hoạch định chính sách bảo vệ môi trường và thúc đẩy phúc lợi cho người dân. Abstract Environmental pollution represents a major challenge for humanity and is continuously increasing in many countries, including Vietnam. The study aims to answer two important questions about the interaction between environmental pollution and well-being in Vietnam from 1975 to 2022: First, this study examines how well-being changes when current carbon dioxide emissions are higher than the previous year and higher than the average of the preceding ten years; Second, identifying which periods between 1975 and 2022 when the relationship between these variables is strongest. By applying the Wavelet analysis, the author reveals that the impact of CO2 emissions on well-being is light at low and medium frequencies, and strong at

* Tác giả liên hệ.

Biên tập viên: Trần Lê Thùy Duyên.

Email: ngocbh@huit.edu.vn (Bùi Hoàng Ngọc).

Trích dẫn bài viết: Bùi Hoàng Ngọc. (2024). Ô nhiễm môi trường và phúc lợi của người dân Việt Nam. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 35(7), 21-35.

high frequencies. Moreover, this trend has become more pronounced since 2003. The findings are instrumental in assisting policymakers in formulating environmental protection policies and promoting well-being in Vietnam.

1. Giới thiệu

Tình hình ô nhiễm môi trường, biến đổi khí hậu cực đoan ở Việt Nam và nhiều nước trên thế giới đã và đang gióng lên hồi chuông cảnh báo về cách mà con người khai thác và chung sống hòa bình với tự nhiên (Demir và cộng sự, 2023; Usman và cộng sự, 2022). Theo báo cáo của cơ quan năng lượng quốc tế (International Energy Agency) (IEA, 2024) thì phát thải khí CO₂ từ ngành năng lượng toàn cầu tăng 1,1% trong năm 2023, đạt mức kỷ lục là 37,4 tỷ tấn, cao hơn 410 triệu tấn so với năm 2022; Việt Nam đã phát thải 344 triệu tấn CO₂ trong năm 2022, trung bình mỗi người Việt Nam phát thải 2,3 tấn CO₂ mỗi năm. Trong khi đó, ở các quốc gia khác, Mỹ là 16,5 tấn/người/năm, còn Trung Quốc là 7,2 tấn/người/năm, Ấn Độ là 1,7 tấn/người/năm (IEA, 2024). Đây là con số đáng báo động vì trong khi Mỹ, Trung Quốc, hay Ấn Độ đều đã đạt mức thu nhập bình quân đầu người cao thì Việt Nam vẫn thuộc nhóm quốc gia đang phát triển, với mức thu nhập bình quân đầu người thuộc nhóm thấp - trung bình của thế giới. Theo báo cáo chất lượng không khí toàn cầu do Swiss Organisation IQAir công bố năm 2023, Việt Nam có chất lượng không khí tồi tệ thứ hai trong các nước ASEAN (sau Indonesia), và đứng thứ 22 thế giới về những quốc gia có chất lượng môi trường thấp (Swiss Organisation IQAir, 2023). Nghiên cứu về vấn đề chất lượng môi trường ở Việt Nam ngày càng trở nên cấp thiết bởi các lý do: (1) Chất lượng môi trường ngày càng xấu đi bởi cả số lượng và tốc độ tăng trưởng của các loại ô nhiễm; (2) khắc phục hậu quả của ô nhiễm cần thời gian dài, thậm chí là không thể phục hồi như ban đầu được (Xu và cộng sự, 2022); và (3) Việt Nam là quốc gia đang phát triển, với thu nhập bình quân đầu người ở mức trung bình thấp, nên việc chuyển ngay sang công nghệ sản xuất tiên tiến, thân thiện với môi trường là thiếu tính thực tế (Bùi Hoàng Ngọc và cộng sự, 2022).

Ô nhiễm môi trường gây ra nhiều hệ lụy tiêu cực như giảm tăng trưởng kinh tế (Chishti và cộng sự, 2021), bệnh tật và tử vong (Faridi và cộng sự, 2018), tăng chi phí cho các vấn đề sức khỏe (Bayat và cộng sự, 2019), giảm hạnh phúc của người dân (Khasanah, 2023), thậm chí gây bất ổn cho xã hội (Liu và cộng sự, 2022). Lý thuyết về sự đánh đổi chất lượng môi trường lấy tăng trưởng kinh tế được viện dẫn trong một thời gian dài để xoa dịu sự bức xúc của người dân với các chính sách thúc đẩy kinh tế từ các chính phủ mà xem nhẹ những tác động tới môi trường. Tuy nhiên, bối cảnh hiện nay đã có nhiều thay đổi và bài học từ sự thất bại trong việc khắc phục những hậu quả của ô nhiễm môi trường ở một số quốc gia phát triển đã khuyến khích người dân ở những quốc gia đang phát triển giảm bớt sự chấp nhận đánh đổi, và quan tâm nhiều hơn đến chất lượng môi trường sống của chính họ (Zhu & Lin, 2022).

Một biểu hiện rõ nét nhất về tác động của ô nhiễm môi trường đến phúc lợi của người dân Việt Nam là chi phí cho vấn đề sức khỏe liên tục tăng. Theo số liệu của Tổ chức Y tế Thế giới công bố năm 2023 thì chi phí cho vấn đề sức khỏe của Việt Nam năm 2000 ước vào khoảng 7.849 tỷ đồng (tương đương 554 triệu đô la Mỹ), bình quân là 19,13 đô la Mỹ/người/năm. Đến năm 2020, mức chi cho vấn đề sức khỏe bình quân đầu người đã tăng gấp gần 9 lần, đạt mức 166,23 đô la Mỹ/người/năm

(WHO, 2024). Không dừng lại ở vấn đề chi phí khám chữa bệnh, mà tình trạng quá tải của hệ thống y tế quốc gia đã và đang xuất hiện với mật độ ngày càng nhiều. Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm trả lời cho hai câu hỏi: (1) Ô nhiễm môi trường tác động như thế nào đến phúc lợi của người dân Việt Nam? và (2) Trong giai đoạn 1975–2022 thì giai đoạn nào mối quan hệ giữa hai biến số này là chặt chẽ nhất? Đóng góp của nghiên cứu được khái quát qua những điểm sau:

- *Thứ nhất*: Các nghiên cứu trước thường chỉ khám phá riêng lẻ tác động của ô nhiễm môi trường đến một vài khía cạnh như tăng trưởng kinh tế, thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài, chi phí cho vấn đề sức khỏe... (Mei và cộng sự, 2023). Một nghiên cứu toàn diện về ảnh hưởng của ô nhiễm môi trường đến phúc lợi của người dân trên cả ba khía cạnh gồm: thu nhập, tỷ lệ tử vong của trẻ em dưới 5 tuổi, tuổi thọ bình quân chưa được thực hiện.

- *Thứ hai*: Bên cạnh việc xem xét tác động tổng thể, nghiên cứu này còn so sánh tác động của việc gia tăng ô nhiễm không khí so với năm liền kề trước đó, và so với giá trị trung bình 10 năm trước đó. Phát hiện này giúp bổ sung hàm ý chính sách để điều chỉnh kịp thời nếu có các “cú sốc” về ô nhiễm môi trường xảy ra trong ngắn hạn.

- *Thứ ba*: Các mô hình hồi quy truyền thống như mô hình hồi quy tuyến tính, mô hình phân phối trễ và tự hồi quy ARDL... thường chỉ cung cấp một hệ số ước lượng duy nhất của biến độc lập đến biến phụ thuộc (Adebayo, 2021). Điều này dẫn đến một hạn chế là những mô hình này không chỉ ra được trong khoảng thời gian từ A đến B, mối quan hệ giữa hai biến số X và Y là mạnh, hay yếu; mạnh và yếu trong toàn bộ khoảng thời gian đó, hay chỉ trong một khoảng thời gian cụ thể. Nghiên cứu này sử dụng kỹ thuật phân tích Wavelet Coherence để cung cấp mối quan hệ giữa các cặp biến số theo miền thời gian và miền tần số, từ đó chỉ ra được mối quan hệ giữa ô nhiễm môi trường và phúc lợi của người dân Việt Nam sẽ mạnh hay yếu trong giai đoạn nào, đồng thời cũng chỉ ra được vai trò của mỗi biến số trong các miền thời gian đó.

2. Lý thuyết nền và lược khảo những nghiên cứu thực nghiệm

2.1. Lý thuyết nền

Dưới góc độ kinh tế học, “Ô nhiễm môi trường là sự thay đổi không có lợi cho môi trường sống về các tính chất vật lý, hóa học, sinh học mà qua đó có thể gây tác hại tức thời hoặc lâu dài đến sức khỏe của con người, các loài động thực vật và các điều kiện sống khác” (Beckerman, 1992). Hiện nay, nhân loại nói chung đang phải đối mặt với nhiều loại ô nhiễm như ô nhiễm không khí, ô nhiễm đất, ô nhiễm nguồn nước, ô nhiễm rác thải, và ô nhiễm tiếng ồn. Có nhiều nguyên nhân gây ra tình trạng ô nhiễm, nhưng nổi cộm nhất vẫn là do những tác động từ các hoạt động kinh tế và tiêu dùng của con người. Tác động trực tiếp của những hoạt động kinh tế có ảnh hưởng tới chất lượng môi trường được đề cập trực tiếp trong giả thuyết đường cong Kuznets về môi trường (Environmental Kuznets Curve – EKC). Theo đó, chất lượng môi trường có xu hướng giảm xuống ở giai đoạn nền kinh tế phát triển tiền công nghiệp, mức độ ô nhiễm trầm trọng hơn ở giai đoạn công nghiệp, và có khả năng cải thiện ở giai đoạn hậu công nghiệp. Do vậy, mối quan hệ này có thể mang nhiều hình dạng khác nhau, ban đầu là hình chữ U ngược do Kuznets (1955) đề xuất; sau đó, nhiều nhà nghiên cứu khác tìm thấy hiệu ứng hình chữ N, M, hay chữ W (Bekun và cộng sự, 2021).

Dietz và Rosa (1994) đề xuất mô hình tác động của dân số, sự phong phú tài nguyên và trình độ công nghệ (về sau được đặt tên là mô hình STIRPAT) để lý giải tác động của những hoạt động kinh tế của nhân loại nói chung đến môi trường tự nhiên. Theo đó, chất lượng môi trường bị ảnh hưởng chủ yếu bởi quy mô dân số, sự phong phú của tài nguyên thiên nhiên, và trình độ phát triển khoa học kỹ thuật của từng quốc gia. Ngoài ra, để lý giải cho mối quan hệ giữa ô nhiễm môi trường và phúc lợi của người dân, bài viết này sử dụng giả thuyết “Biophilia” (tạm dịch là người sống hòa đồng với thiên nhiên) do Wilson (1984) đề xuất. Theo đó, một người sống hòa đồng với thiên nhiên thường sẽ có tâm trạng, nhận thức và sức khỏe tinh thần tốt hơn những người thường xuyên phải sống trong môi trường ô nhiễm. Sự hòa đồng với thiên nhiên sẽ thúc đẩy cá nhân đó có xu hướng trải nghiệm tích cực hơn, lan tỏa trải nghiệm tích cực cho những người xung quanh, đồng thời thúc đẩy họ có những hành động thiết thực để bảo vệ môi trường.

2.2. *Lược khảo các nghiên cứu thực nghiệm*

Khái niệm phúc lợi của người dân (Well-Being) chưa có sự thống nhất, nhưng nó thường được hiểu là việc một cá nhân cảm thấy “hài lòng với tình trạng sức khỏe, sự giàu có, và hạnh phúc của chính bản thân họ” (Diener và cộng sự, 1997). Trong các nghiên cứu thực nghiệm, phúc lợi thường được đo lường thông qua ba trụ cột chính: (1) thu nhập bình quân đầu người (phản ánh sự giàu có); (2) tuổi thọ (phản ánh tình trạng sức khỏe); và (3) chất lượng môi trường sống (phản ánh sự hạnh phúc). Do mục đích của nghiên cứu này là khám phá tác động của ô nhiễm môi trường đến phúc lợi, nên bài viết thay thế yếu tố chất lượng môi trường sống bằng tỷ lệ tử vong của trẻ dưới 5 tuổi.

Sự suy giảm chất lượng môi trường ảnh hưởng đến phúc lợi của người dân đã được khẳng định bởi nhiều nghiên cứu trước đây. Knight và Rosa (2011) xây dựng bộ chỉ số hiệu quả môi trường của phúc lợi (Environmental Efficiency of Well-Being – EWEB) để đánh giá toàn diện tác động của những yếu tố kinh tế, xã hội tác động đến phúc lợi ở 105 quốc gia; kết quả chỉ ra rằng chỉ số EWEB bị tác động tiêu cực bởi tăng trưởng kinh tế và bất bình đẳng thu nhập. Nghiên cứu ở Mỹ, một quốc gia có thu nhập cao, và tiêu chuẩn môi trường nghiêm ngặt, Clement và cộng sự (2021) cũng vẫn tìm thấy tác động ngược chiều giữa chỉ số dấu chân Carbon (Carbon Footprint) với chất lượng cuộc sống của người dân Mỹ. Tương tự, nghiên cứu cho 16 quốc gia thuộc cộng đồng các nước phát triển ở Nam Phi, Phiri và cộng sự (2023) muốn khám phá liệu nghèo có phải là nguyên nhân dẫn đến chất lượng môi trường thấp hay không? Kết quả chỉ ra sự tồn tại của hiệu ứng chữ U ngược, và điểm đảo chiều áp dụng cho hiệu ứng nhà kính khi đo lường bằng chỉ số CO₂ là ở mức 4.675 đô la Mỹ, khi sử dụng chỉ số CH₄ là 6.310 đô la Mỹ. Ở các phân vị càng cao thì mức độ tác động càng lớn.

Nghiên cứu cho các nước ASEAN, Khasanah (2023) tìm thấy tác động ngược chiều của ô nhiễm không khí đến chỉ số hạnh phúc, tuy nhiên, kết luận này không có bằng chứng thống kê. Tương tự, tại Trung Quốc, một “điểm đen” về chất lượng môi trường theo xếp hạng của diễn đàn kinh tế thế giới, thì mối quan hệ giữa chất lượng môi trường và phúc lợi của người dân được quan tâm ngày càng sát sao. Zhu và Lin (2022) phát hiện ra rằng nhóm thanh niên tại Trung Quốc lại quan tâm tới vấn đề môi trường nhiều hơn nhóm trung niên, tương tự, nhóm người có thu nhập tốt, có học vấn cao và hiện đang sống tại các đô thị thì có mức độ nhận thức và hành vi bảo vệ môi trường tốt hơn những nhóm còn lại. Lý giải cho sự khác biệt này, Zhu và Lin (2022) cho rằng, mỗi cá nhân chịu sự tác động bởi ba cơ chế: khả năng tự nhận thức, sự né tránh, và sự ghen tỵ.

Ô nhiễm môi trường có thể ảnh hưởng đến phúc lợi của người dân trên nhiều khía cạnh. Ở góc độ sự giàu có, Li và cộng sự (2021) nghiên cứu cho 58 thành phố của Trung Quốc giai đoạn 2001–2016 và cho thấy sự gia tăng các loại bụi mịn (PM_{10} và $PM_{2.5}$) làm giảm đáng kể lượng thu hút khách du lịch quốc tế và nội địa, tức là ô nhiễm môi trường đã đánh mất, hoặc làm giảm sút cơ hội việc làm, đe dọa tiềm tàng đến sự giàu có của người dân, đặc biệt là những người lao động trình độ thấp, hoặc các nhóm yếu thế trong xã hội. Ở khía cạnh sức khỏe, Faridi và cộng sự (2018) phát hiện việc tiếp xúc thường xuyên với ô nhiễm môi trường (đo lường bằng chỉ số bụi mịn $PM_{2.5}$) gây ra từ 24,5% đến 36,2% tỷ lệ tử vong do bệnh mạch máu não (đột quỵ); 19,8% đến 24,1% do bệnh tim thiếu máu cục bộ; 13,6% đến 19,2% do ung thư phổi; 10,7% đến 15,3% do bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính; 15,0% đến 25,2% do nhiễm trùng đường hô hấp dưới cấp tính; và 7,6% đến 11,3% tử vong hàng năm do mọi nguyên nhân cho Iran trong giai đoạn 2006–2015. Trước đó, Asongu (2018) cũng báo cáo rằng ô nhiễm không khí làm giảm chỉ số phát triển con người, đặc biệt, làm giảm tuổi thọ ở 44 quốc gia châu Phi. Tựu trung lại, một số lý do được viện dẫn để giải thích cho tác động tiêu cực của ô nhiễm môi trường đến phúc lợi của người dân là: (1) Ô nhiễm môi trường ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe thể chất của người dân, việc tiếp xúc thường xuyên với các loại ô nhiễm gây ra nhiều bệnh lý về hô hấp, tim mạch, và ung thư; (2) việc đánh đổi chất lượng môi trường lấy tăng trưởng kinh tế để cải thiện thu nhập có thể chỉ đạt được trong ngắn hạn; trong dài hạn, việc gia tăng thu nhập có thể sẽ không đủ bù đắp các chi phí cho vấn đề sức khỏe (Demir và cộng sự, 2023; Yazdi & Khanalizadeh, 2017); và (3) ô nhiễm môi trường làm gia tăng bất ổn cho xã hội bởi những nhóm người yếu thế trong xã hội như người già, người nghèo, người khuyết tật... bị tác động nhiều hơn, do họ không đủ thu nhập chi trả để đảm bảo cho các điều kiện sống tối thiểu như nước sạch, không gian sạch, hay các dịch vụ y tế cao cấp (Ahmad và cộng sự, 2023).

Tác động của ô nhiễm môi trường đến một vài khía cạnh của phúc lợi cho bối cảnh kinh tế Việt Nam đã được khám phá. Bùi Hoàng Ngọc và cộng sự (2022) phát hiện ra rằng thúc đẩy thu nhập bình quân đầu người, và tỷ lệ đô thị hóa cao là hai nguyên nhân làm tăng lượng khí thải CO_2 , cho dù việc gia tăng phát triển nông nghiệp có làm hạn chế bớt tình trạng ô nhiễm, nhưng mức độ giảm là không đáng kể. Trước đó, Trần Văn Thiện (2016) cũng báo cáo rằng các chất thải rắn, chất lỏng được thải ra từ các làng nghề tiểu thủ công nghiệp tại Bắc Ninh đã lớn hơn từ 1,5–10 lần mức cho phép, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng sinh lời của đất, chất lượng cây trồng, vật nuôi bị suy giảm, nhiều loại sinh vật thủy sinh bị tiêu diệt, từ đó làm đời sống của người dân trở nên bấp bênh, và hình thành tư tưởng rời bỏ sản xuất nông nghiệp. Theo tìm hiểu của tác giả, những dạng câu hỏi cụ thể như: Mức độ ô nhiễm không khí tăng lên 1 metric tons có tác động đến tỷ lệ tử vong hay tuổi thọ bình quân của người dân Việt Nam hay không; và ở mức độ là bao nhiêu vẫn chưa được những nghiên cứu trước đề cập. Những “khoảng trống” được đề cập ở trên là mục đích mà nghiên cứu này muốn làm sáng tỏ.

3. Mô hình, dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

3.1. Mô hình và nguồn dữ liệu

Kế thừa các nghiên cứu của Bi và cộng sự (2024), Venkatraja (2023), Yang và cộng sự (2022), Zhang và cộng sự (2023), mô hình nghiên cứu tổng quan của nghiên cứu này có thể được biểu diễn thông qua hàm toán học:

$$WB(GDP, MOR, LIFE) = f(CO_2)$$

Trong đó,

CO₂: đại diện cho chất lượng môi trường, được đo lường bằng lượng khí thải CO₂ (đơn vị tính: metric tons/người).

WB: phản ánh phúc lợi của người dân, gồm 3 thành phần: GDP biểu hiện cho trụ cột sự giàu có, được đại diện bằng thu nhập bình quân đầu người (đơn vị tính: đô la Mỹ/người/năm); biến MOR là tỷ lệ tử vong của trẻ em dưới 5 tuổi (đơn vị tính: người/năm), phản ánh trụ cột sự hạnh phúc; biến LIFE là tuổi thọ (đơn vị tính: năm) thể hiện trụ cột tình trạng sức khỏe của khái niệm phúc lợi.

Cả bốn biến số đều được thu thập từ dữ liệu của ngân hàng thế giới (World Bank Database) để tạo sự thống nhất và độ tin cậy. Dữ liệu được thu thập theo năm, giai đoạn 1975–2022.

Kế thừa các nghiên cứu kể trên, và xét trong bối cảnh kinh tế Việt Nam là quốc gia mới chuyển sang nhóm các nước đang phát triển, cùng xu hướng tăng ô nhiễm không khí hiện nay thì bằng kỳ vọng tác động của biến CO₂ đến các biến số đại diện cho phúc lợi của người dân được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1.

Kỳ vọng tác động của biến số

Mô hình	Tác động của biến độc lập lên biến phụ thuộc		
	CO ₂ => GDP	CO ₂ => MOR	CO ₂ => LIFE
Kỳ vọng tác động	Cùng chiều (+)	Cùng chiều (+)	Ngược chiều (-)

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Trước tiên, bài viết sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất (Ordinary Least Square – OLS) để cung cấp tổng quan tác động của ô nhiễm môi trường đến phúc lợi. Tuy nhiên, phương pháp OLS chỉ cung cấp thông tin về tác động của biến độc lập lên biến phụ thuộc trong toàn bộ miền thời gian nghiên cứu. Tức là, nó không chỉ ra được tác động của năm hiện tại với năm trước đó, hay tác động của năm hiện tại với trung bình 10 năm trước đó. Điều này có thể gây khó khăn cho việc đề xuất chính sách ứng phó với các tình huống khẩn cấp (nếu có). Do vậy, bài viết tính thêm chỉ số biến động với năm liền kề trước đó theo công thức: $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$, và so với giá trị trung bình của 10 năm trước đó theo công thức: $\Delta X_{\text{mean}} = X_t - X_{\text{mean}}$; với $X_{\text{mean}} = (X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-10})/10$.

Để chỉ ra những giai đoạn mà các biến số có mối quan hệ chặt chẽ với nhau, bài viết sử dụng bộ công cụ phân tích Wavelet do Torrence và Webster (1999) đề xuất. Theo đó, sự biến thiên của một chuỗi dữ liệu theo thời gian $x(t)$ sẽ được biểu diễn dưới dạng sóng, thông qua công thức chuyển đổi:

$$W_x(s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \frac{1}{\sqrt{s}} \psi^* \left(\frac{t}{s} \right) dt \quad (\text{Công thức 1})$$

Trong đó, s là bước sóng (Scale), còn $\psi \left(\frac{t}{s} \right)$ là hàm phức hợp (Complex Conjugate) biểu diễn giá trị thực tại thời điểm t theo bước sóng s .

Hiểu một cách đơn giản, phép biến đổi này là chia sự biến thiên của chuỗi dữ liệu $x(t)$ theo các bước sóng s . Torrence và Webster (1999) đề xuất các bước sóng s nên chia thành 2, 4, 8, 16, 32...,

những giá trị s càng nhỏ được gọi là miền tần số thấp (Low Frequency), những giá trị s càng lớn gọi là miền tần số cao (High Frequency). Nghiên cứu này sử dụng dữ liệu theo năm, nên miền tần số thấp ($s = 2, 4$) được hiểu là sự biến thiên của chuỗi dữ liệu sẽ được ghi nhận theo 2 hay 4 năm/lần, tức là các bước sóng ở miền tần số thấp sẽ dao động liên tục. Nếu so sánh với kỹ thuật phân phối trễ và tự hồi quy ARDL, thì miền tần số thấp có thể được xem là nhằm phân tích các tác động ở ngắn hạn. Tương ứng, miền tần số cao có thể được hiểu là nhằm phân tích các tác động trong dài hạn.

Do đó, để phân tích được tác động của chuỗi $x(t)$ lên chuỗi $y(t)$ theo những miền tần số khác nhau (thấp, trung bình, và cao), Torrence và Webster (1999) đề xuất kỹ thuật Wavelet Coherence, theo công thức:

$$R_n^2(u, s) = \frac{\left| S \left(s^{-1} W_n^{xy}(u, s) \right) \right|^2}{S \left(s^{-1} \left| W_x(u, s) \right|^2 \right) S \left(s^{-1} \left| W_y(u, s) \right|^2 \right)} \quad (\text{Công thức 2})$$

Trong đó, u là vị trí (Location), S là tham số phẳng (Smoothing Parameter) phản ánh sự biến thiên của cả chuỗi $x(t)$ và $y(t)$ tại vị trí u , và xét ở bước sóng s . $R_{(u,s)}^2$ là hệ số tương quan, càng gần 1 thì mối quan hệ giữa chuỗi $x(t)$ và $y(t)$ càng mạnh. Tương tự, càng gần 0 thì mối quan hệ này càng yếu.

Sau đó, Bloomfield và cộng sự (2004) bổ sung kỹ thuật phân tích sự lệch pha trong phép phân tích Wavelet Coherence. Theo đó, nếu mũi tên trong phép phân tích sự lệch pha mà chỉ sang phải và hướng lên ($\nearrow$), hoặc sang trái và hướng xuống ($\swarrow$), thì biến số đứng trước (trong việc thiết lập thông số ban đầu của kỹ thuật Wavelet) sẽ đóng vai trò là biến dẫn hướng (Leading Variable). Ngược lại, mũi tên chỉ sang trái và hướng lên ($\nwarrow$), hoặc sang phải và hướng xuống ($\searrow$), thì biến số đứng sau sẽ đóng vai trò là biến dẫn hướng, biến đứng trước sẽ đóng vai trò là biến theo sau (Lagging Variable). Biến dẫn hướng được hiểu là trong khoảng thời gian từ A đến B, biến đó sẽ biến động trước, rồi gây ra tác động lên biến dao động chậm hơn (gọi là biến theo sau). Tức là, kỹ thuật phân tích sự lệch pha cho phép hoán đổi vai trò của biến độc lập và biến phụ thuộc ngay trong từng bước sóng. Đây là điều mà các kỹ thuật ước lượng truyền thống không xử lý được, và nó cũng là minh chứng cho sự đóng góp của nghiên cứu này.

4. Kết quả thực nghiệm

4.1. Thống kê mô tả

Theo báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2021 (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2022), tất cả các loại ô nhiễm môi trường đã xuất hiện ở Việt Nam. Một xu hướng đáng quan ngại là lượng CO_2 bình quân đầu người của Việt Nam có xu hướng tăng liên tục từ năm 1989 đến nay (Hình 1). Năm 2022, lượng khí thải CO_2 bình quân đạt mức 3,5 metric tons/người, cao hơn mức trung bình của thế giới là 2,56. Mặc dù tỷ lệ tử vong của trẻ dưới 5 tuổi có giảm, nhưng mức chỉ tiêu cho vấn đề sức khỏe của người dân cũng tăng vọt: năm 2000, chỉ tiêu cho vấn đề sức khỏe là 19,17 đô la Mỹ/người/năm, đến năm 2020, đã tăng lên mức 166,23 đô la Mỹ/người/năm. Bên cạnh đó, mức chi tiêu công của Chính phủ cho lĩnh vực y tế cũng tăng từ 17 đô la Mỹ (năm 2000) lên 71 đô la Mỹ (năm 2018). Tính trung bình trong giai đoạn 2000–2020, Việt Nam đã dành 7,7% giá trị GDP cho lĩnh vực y tế. Bài viết không kết luận mức chi tiêu trên có phù hợp hay không, nhưng so sánh với Trung Quốc

(5%); Cambodia (6%); Thái lan, Philippines (4%); Lào, Indonesia (3%), thì tỷ lệ ngân sách dành cho chi tiêu y tế của Việt Nam có phần vượt trội hơn. Thống kê mô tả các biến số được bổ sung thêm trong Bảng 2.

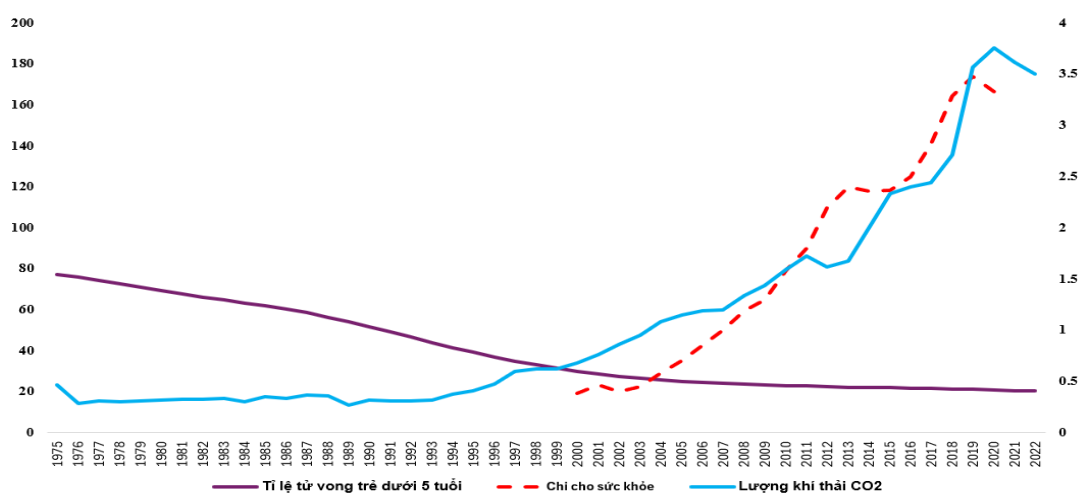
Bảng 2.

Thống kê các biến trong mô hình

Tên biến	Đơn vị tính	Giá trị trung bình	Sai số	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
CO ₂	metric tons/người	1,10	1,02	0,26	3,76
GDP	đô la Mỹ/người/năm	1.297,61	1.015,37	326,70	3.655,46
MOR	người/năm	40,52	19,51	20,40	77,41
LIFE	tuổi	71	3,22	63	76

Ghi chú: Số quan sát: 48;

CO₂: Lượng khí thải CO₂; GDP: thu nhập bình quân đầu người; MOR: tỷ lệ tử vong của trẻ em dưới 5 tuổi; LIFE: tuổi thọ.



Hình 1. Diễn biến lượng khí thải CO₂, tỷ lệ tử vong và chỉ tiêu cho sức khỏe của Việt Nam

Nguồn: WHO (2023).

4.2. Kết quả thực nghiệm

Về tác động tổng quan cho toàn bộ dữ liệu, Bảng 3 cho thấy sự gia tăng lượng khí thải CO₂ làm tăng thu nhập bình quân, tuổi thọ, và giảm tỷ lệ tử vong của trẻ em dưới 5 tuổi. Tuy nhiên, việc giảm tỷ lệ tử vong không có ý nghĩa thống kê. Để trả lời cho câu hỏi khi mức độ ô nhiễm môi trường năm hiện tại cao hơn năm trước đó, thì thu nhập, tuổi thọ và tỷ lệ tử vong thay đổi như thế nào, bài viết so sánh với năm liên kề và giá trị trung bình của 10 năm trước đó. Kết quả trong Bảng 3 cho thấy, việc chấp nhận tăng 1 metric tons lượng khí thải CO₂ cho năm hiện tại sẽ giúp tăng thu nhập bình quân

đầu người lên 174,38 đô la Mỹ; và trong 10 năm, giúp tăng 626,27 đô la Mỹ. Kết luận này có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. Tương tự, việc tăng lượng khí thải CO₂ làm cũng làm tăng tỷ lệ tử vong ở trẻ em, cụ thể là tăng 2 người so với năm trước đó, và 5 người so với giá trị trung bình trong 10 năm. Ngoài ra, Bảng 3 cũng cho thấy sự gia tăng ô nhiễm môi trường làm giảm tuổi thọ so với năm liền kề và so với giá trị trung bình trong 10 năm, tuy nhiên, kết luận này không có bằng chứng thống kê ủng hộ.

Bảng 3.

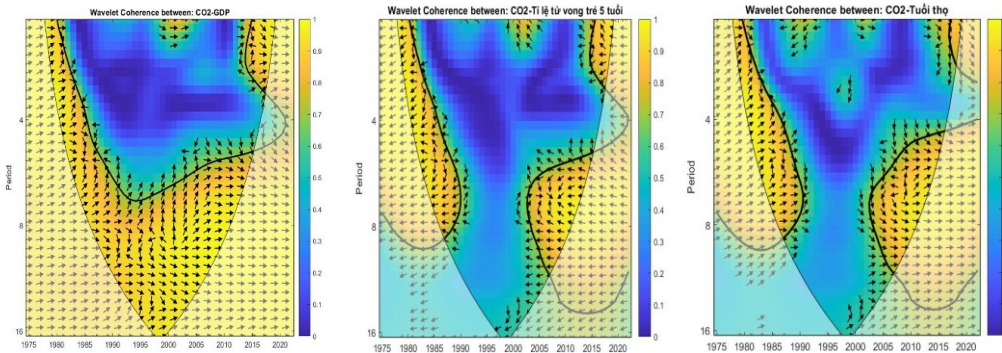
Kết quả thực nghiệm bằng phương pháp OLS

Mô hình	GDP	MOR	LIFE
<i>Mô hình 1: Tác động tổng quan</i>			
CO ₂	976,460 [0,000]	-13,582 [0,145]	2,225 [0,000]
Hệ số chặn	220,891 [0,000]	55,492 [0,000]	68,424 [0,000]
<i>Mô hình 2: So sánh với năm liền kề</i>			
$\Delta\text{CO}_{2,t}$	174,382 [0,011]	1,883 [0,015]	-0,247 [0,567]
Hệ số chặn	65,130 [0,000]	-1,307 [0,000]	0,249 [0,001]
<i>Mô hình 3: So sánh với giá trị trung bình trong 10 năm</i>			
ΔCO_2 (mean)	626,273 [0,000]	4,126 [0,032]	-0,527 [0,161]
Hệ số chặn	94,991 [0,000]	-5,479 [0,000]	0,848 [0,000]

Ghi chú: CO₂: Lượng khí thải CO₂; GDP: thu nhập bình quân đầu người; MOR: tỷ lệ tử vong của trẻ em dưới 5 tuổi; LIFE: tuổi thọ;

Giá trị trong ngoặc vuông [] biểu thị cho giá trị của p-value.

Tiếp theo, bài viết sử dụng kỹ thuật Wavelet Coherence để khám phá thời gian các biến số này có tương quan mạnh với nhau, đồng thời, xác định được vai trò của từng biến số trong thời gian đó. Hình 2a biểu diễn kết quả phân tích Wavelet Coherence cho cặp biến số CO₂ và GDP. Theo đó, ở các miền tần số thấp (tương ứng với bước sóng từ 0 đến 4), tương quan giữa biến CO₂ và biến GDP là yếu trong giai đoạn 1981–2015. Tuy nhiên, ở các tần số cao (bước sóng từ 8 đến 16), mối quan hệ tương quan được biểu thị bằng màu vàng, hàm ý giữa chúng có tương quan mạnh với nhau. Mũi tên trong giai đoạn này chủ yếu hướng sang phải, và lên trên, chứng tỏ rằng biến động của CO₂ và GDP là đồng pha (Co-Movement), đồng thời, biến CO₂ đóng vai trò là biến dẫn hướng (Leading Variable), còn biến GDP đóng vai trò là biến theo sau (Lagging Variable).

**Hình 2a****Hình 2b****Hình 2c****Hình 2.** Kết quả phân tích Wavelet Coherence cho các cặp biến số

Ghi chú: Màu xanh biểu thị cho tương quan yếu, màu vàng biểu thị tương quan mạnh; trục hoành biểu thị cho năm, trục tung biểu thị cho bước sóng.

Tương tự, Hình 2b minh họa kết quả phân tích Wavelet Coherence cho cặp biến CO_2 và MOR. Theo đó, mối tương quan giữa cặp biến số này chỉ mạnh trong giai đoạn 1975–1990, và từ 2003 đến hiện nay; đồng thời, tương quan yếu trong giai đoạn 1991–2002. Tác động này chủ yếu xảy ra ở các tần số thấp và trung bình (bước sóng từ 0 đến 8), hàm ý rằng tác động của CO_2 đến tỷ lệ tử vong của trẻ dưới 5 tuổi chủ yếu xảy ra trong ngắn và trung hạn. Các hình mũi tên quay sang trái, và diễn ra chủ yếu ngoài hình nón, chứng tỏ biến động của biến CO_2 và MOR là không cùng pha. Nếu so sánh với Hình 2a và Hình 2c, thì có thể thấy tương quan giữa CO_2 và MOR là yếu nhất.

Cuối cùng, Hình 2c thể hiện kết quả Wavelet Coherence cho cặp biến CO_2 và LIFE. Kết quả cũng tiết lộ rằng tương quan giữa CO_2 và LIFE là mạnh trong giai đoạn từ 2003 đến nay, đồng thời, chỉ mạnh trong ngắn và trung hạn. Các mũi tên ở giai đoạn này chủ yếu hướng xuống, chứng tỏ mối tương quan này là ngược chiều, biến LIFE đóng vai trò là biến dẫn hướng. Tức là, tuổi thọ bình quân tăng thì biểu hiện cho lượng khí thải CO_2 có xu hướng giảm. Tựu trung lại, tác động của CO_2 đến GDP chủ yếu xảy ra trong trung và dài hạn, còn đến MOR và LIFE chủ yếu xảy ra trong ngắn và trung hạn.

4.3. Thảo luận kết quả

Nghiên cứu này tìm được bằng chứng thống kê là có tương quan dương giữa ô nhiễm môi trường và tăng trưởng kinh tế ở Việt Nam, tuy nhiên, mối quan hệ này chỉ diễn ra mạnh trong trung và dài hạn. Kết luận này đúng với kỳ vọng ban đầu và trùng với nghiên cứu trước của Jahanger và cộng sự (2022), Liu và cộng sự (2022), Zheng và cộng sự (2023). Xuất phát từ thực tiễn phát triển kinh tế của Việt Nam, có một số lý do để tin rằng kết luận trên là hợp lý: (1) Việt Nam duy trì trong một thời gian khá dài việc thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài theo chiều rộng để đổi lấy việc làm và tăng trưởng kinh tế; khi đó, những tiêu chí về tác động đến môi trường chưa được chú trọng đúng mức; (2) các tiêu chuẩn về môi trường của Việt Nam áp dụng cho các doanh nghiệp sản xuất trong nước, liên doanh với nước ngoài cũng thuộc dạng thấp và trung bình so với thế giới; và (3) lực lượng cảnh sát môi trường còn mỏng, và cũng mới được thành lập những năm gần đây, cộng với chế tài xử phạt vi phạm còn thấp dẫn đến việc phát hiện và răn đe các hành vi phá hoại môi trường chưa phát huy được tính hiệu quả (Ngoc & Lieu, 2022). Tuy nhiên, cũng có quan điểm cho rằng việc đánh đổi chất lượng môi trường lấy tăng trưởng kinh tế dường như là không thể tránh khỏi đối với những nước đang phát triển

như Việt Nam, bởi vì các dự án đầu tư nước ngoài có “tính động” cao, và sự thay đổi công nghệ sản xuất luôn cần có thời gian. Tức là, nếu Việt Nam quá chú trọng bảo vệ chất lượng môi trường thông qua các tiêu chuẩn về môi trường nghiêm ngặt, thì chủ đầu tư nước ngoài sẽ chọn quốc gia khác để đầu tư, bởi mục đích cuối cùng của các doanh nghiệp vẫn là lợi nhuận.

Tương tự, việc tăng ô nhiễm môi trường làm tăng tỷ lệ tử vong ở trẻ em, và giảm tuổi thọ ở người già cũng phù hợp với kỳ vọng ban đầu, đồng thời đã được khẳng định trong nghiên cứu của Li và cộng sự (2021), Faridi và cộng sự (2018), Clement và cộng sự (2021), Jorgenson và Givens (2015). Theo báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2021 (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2022), Việt Nam có đầy đủ các loại ô nhiễm gồm: ô nhiễm không khí, ô nhiễm đất, ô nhiễm nguồn nước, và ô nhiễm tiếng ồn. Trong bốn loại ô nhiễm này thì ô nhiễm không khí là tác nhân gây tổn hại trực tiếp cho sức khỏe, và cũng khó phòng tránh nhất. Bụi mịn được xem là thủ phạm chính bởi nó có kích thước vô cùng nhỏ, phát tán xa, tồn tại lâu trong không khí, và nguy hiểm hơn là do kích thước rất nhỏ, cơ thể con người có thể thẩm thấu bụi mịn trực tiếp qua da và qua hít thở. Các bệnh lý thường thấy do ô nhiễm không khí là các bệnh lý về hô hấp, rối loạn nhịp tim, tắc mạch máu, đau đầu, vô sinh... Việc tiếp xúc nhiều và quá lâu với ô nhiễm không khí làm tăng nguy cơ đối với các nhóm có sức đề kháng yếu như: người già, người bệnh, phụ nữ có thai, và trẻ em dưới 15 tuổi. Theo số liệu quan trắc môi trường được công bố tại website <https://www.iqair.com/vi/vietnam>, chất lượng không khí năm 2023 của Việt Nam được xếp hạng trung bình, với nồng độ bụi mịn $PM_{2.5}$ đã cao gấp 5,9 lần giá trị theo khuyến nghị của tổ chức Y tế Thế giới. Điều này nếu không được khắc phục sớm sẽ ảnh hưởng không nhỏ tới việc duy trì sức khỏe và kéo dài tuổi thọ cho người dân Việt Nam.

5. Kết luận và hàm ý chính sách

Nghiên cứu này được thực hiện để trả lời hai câu hỏi rất thiết thực cho bối cảnh kinh tế Việt Nam về tác động của ô nhiễm không khí tới phúc lợi của người dân. Bằng việc so sánh với năm liền kề trước đó, và giá trị trung bình trong 10 năm, và kỹ thuật phân tích Wavelet Coherence trong giai đoạn 1975–2022, nghiên cứu này rút ra được một số kết luận sau:

- *Thứ nhất*, việc đánh đổi chất lượng môi trường có làm tăng thu nhập bình quân đầu người, tức là làm gia tăng trụ cột sự giàu có trong khái niệm phúc lợi. Mối quan hệ này yếu trong ngắn hạn, nhưng mạnh trong trung và dài hạn.

- *Thứ hai*, việc gia tăng ô nhiễm không khí làm tăng tỷ lệ tử vong ở trẻ em dưới 5 tuổi, tức là, làm giảm trụ cột chất lượng môi trường sống trong khái niệm phúc lợi của người dân. Điều này diễn ra mạnh trong ngắn và trung hạn, sau đó giảm dần ở trong dài hạn. Xu hướng này rõ nét trong giai đoạn từ 2003 đến hiện nay.

- *Thứ ba*, tác động của ô nhiễm không khí tới tuổi thọ bình quân (trụ cột sức khỏe của khái niệm phúc lợi) là ngược chiều, nhưng không có ý nghĩa thống kê. Sau giai đoạn 1982–2002 có xu hướng giảm, thì tương quan giữa ô nhiễm không khí và tuổi thọ bình quân có xu hướng mạnh lên từ năm 2003 đến nay.

Bằng chứng thực nghiệm cho thấy hy sinh chất lượng môi trường có thể làm tăng thu nhập cho người dân Việt Nam, nhưng nghiên cứu này không khuyến nghị việc đánh đổi này. Do đó, tác giả xin khuyến nghị một số hàm ý chính sách, và vận dụng kết quả thực nghiệm này vào thực tiễn như sau: (1) Để hạn chế ô nhiễm không khí thì biện pháp kinh tế nhất và có tính khả thi cao cho Việt Nam là

trồng thêm cây xanh; do vậy, cần có sự vào cuộc, đồng lòng từ các cơ quan quản lý nhà nước, doanh nghiệp, và người dân; trong đó, đặc biệt nhấn mạnh vào vai trò xung kích của các tổ chức xã hội như: Đoàn thanh niên, Hội phụ nữ trong việc giáo dục ý thức và phát động các phong trào trồng cây; (2) Có cơ chế khuyến khích, hỗ trợ các doanh nghiệp, người dân sản xuất và sử dụng các sản phẩm tái chế, sản phẩm có nguồn gốc tự nhiên, năng lượng sinh học; thêm vào đó, mô hình sản xuất tự tạo ra năng lượng từ các sản phẩm phụ của quá trình sản xuất hoặc sinh hoạt cũng cần được xem xét; (3) Quy hoạch lại các khu công nghiệp, làng nghề, kiên quyết di dời các cơ sở sản xuất có nguy cơ gây ô nhiễm ra khỏi khu vực đông dân cư; phát triển các phương tiện di chuyển công cộng thân thiện với môi trường để hạn chế sự gia tăng phương tiện cá nhân tại các đô thị lớn; và (4) Việt Nam cũng cần kêu gọi sự hỗ trợ và phối hợp từ Chính phủ các nước phát triển trong việc tiếp cận, cung cấp tín dụng và chuyển giao các công nghệ sản xuất sạch, thân thiện với môi trường.

Tài liệu tham khảo

- Adebayo, T. S. (2021). Testing the EKC hypothesis in Indonesia: Empirical evidence from the ARDL-Based bounds and wavelet coherence approaches. *Applied Economics Journal*, 28(1), 78-100.
- Ahmad, N., Raid, M., Alzyadat, J., & Alhawal, H. (2023). Impact of urbanization and income inequality on life expectancy of male and female in South Asian countries: A moderating role of health expenditures. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02005-1>
- Asongu, S. A. (2018). CO2 emission thresholds for inclusive human development in sub-Saharan Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(26), 26005-26019.
- Bayat, R., Ashrafi, K., Shafiepour Motlagh, M., Hassanvand, M. S., Daroudi, R., Fink, G., & Kunzli, N. (2019). Health impact and related cost of ambient air pollution in Tehran. *Environ Res*, 176, 108547.
- Beckerman, W. (1992). Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment?. *World Development*, 20(4), 481-496.
- Bekun, F. V., Alola, A. A., Gyamfi, B. A., & Yaw, S. S. (2021). The relevance of EKC hypothesis in energy intensity real-output trade-off for sustainable environment in EU-27. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(37), 51137-51148.
- Bi, K. J., Akhtar, R., Masud, M. M., Sultana, S., Zhao, Y., & Al-Mamun, A. (2024). Unveiling the nexus of globalization, economic growth, and environmental sustainability. *Natural Resources Forum*. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12443>
- Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2022). *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2021*. Truy cập từ <https://cdn.sg.twv.me/twvsg/sites/49/2023/03/20075832/20230217baocaohtmtquocgianam2021.pdf>
- Bloomfield, D. S., McAteer, R. T. J., Lites, B. W., Judge, P. G., Mathioudakis, M., & Keenan, F. P. (2004). Wavelet phase coherence analysis: Application to a Quiet-Sun magnetic element. *The Astrophysical Journal*, 617(1), 623-632.

- Chishti, M. Z., Ahmed, Z., Murshed, M., Namkambe, H. H., & Ulucak, R. (2021). The asymmetric associations between foreign direct investment inflows, terrorism, CO2 emissions, and economic growth: A tale of two shocks. *Environ Sci Pollut Res Int*, 28(48), 69253-69271.
- Clement, M. T., Smith, C. L., & Leverenz, T. (2021). Quality of life and the carbon footprint: A Zip-Code level study across the United States. *Journal of Environment & Development*, 30(4), 323-343.
- Demir, S., Demir, H., Karaduman, C., & Cetin, M. (2023). Environmental quality and health expenditures efficiency in Türkiye: the role of natural resources. *Environ Sci Pollut Res Int*, 30(6), 15170-15185.
- Diener, E., Suh, E., & Oishi, S. (1997). Recent findings on subjective well-being. *Indian Journal of Clinical Psychology*, 24(1), 25-41.
- Dietz, T., & Rosa, E. A. (1994). Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology. *Human Ecology Review*, 1, 277-300.
- Faridi, S., Shamsipour, M., Krzyzanowski, M., Kunzli, N., Amini, H., Azimi, F., . . . Naddafi, K. (2018). Long-term trends and health impact of PM2.5 and O3 in Tehran, Iran, 2006-2015. *Environ Int*, 114, 37-49.
- IEA. (2024). *Data and Statistics*. Retrieved from <https://www.iea.org/data-and-statistics>.
- IQAir. (2023). *Chất lượng không khí tại Việt Nam*. Truy cập từ https://www.iqair.com/vi/vietnam?srsId=AfmBOopooklZ78C6uoN_qXA0N_Zm_3cH_IZ0BF3xRfghIGmD23Jr-Le
- Jahanger, A., Usman, M., Murshed, M., Mahmood, H., & Balsalobre-Lorente, D. (2022). The linkages between natural resources, human capital, globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: The moderating role of technological innovations. *Resources Policy*, 76, 18.
- Jorgenson, A. K., & Givens, J. (2015). The changing effect of economic development on the consumption-based carbon intensity of well-being, 1990-2008. *PLoS One*, 10(5), 14.
- Khasanah, L. (2023). *The impact of air pollution on the happiness index of ASEAN communities*. Paper presented at the IOP conference series: Earth and environmental science. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1165/1/012044/pdf>
- Knight, K. W., & Rosa, E. A. (2011). The environmental efficiency of well-being: A cross-national analysis. *Social Science Research*, 40(3), 931-949.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Li, J., Duan, K., Xu, Q., Sun, X., Zhang, Y., & Hua, C. (2021). Efficiency of tourism development in China's major cities under the constraint of PM2.5. *PLoS One*, 16(8), e0255508.
- Liu, Q., Dong, G., Zhang, W., & Li, J. (2022). The influence of air pollution on happiness and willingness to pay for clean air in the Bohai Rim area of China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9).

- Liu, Y., Sadiq, F., Ali, W., & Kumail, T. (2022). Does tourism development, energy consumption, trade openness and economic growth matters for ecological footprint: Testing the Environmental Kuznets Curve and pollution haven hypothesis for Pakistan. *Energy*, 245, 123208.
- Mei, Y., He, J. L., & Luo, N. S. (2023). Traffic exhaust pollution and residents' happiness: Analysis from China general social survey (CGSS) data. *Current Psychology*, 43, 16113–16137. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s12144-023-05527-8>
- Ngoc, B. H., & Lieu, P. T. (2022). Linking foreign direct investment, economic growth, energy consumption and ecological footprint in Vietnam: Evidence from quantile on quantile approach. *Science & Technology Development Journal - Economics - Law and Management*, 6(4), 3855-3866.
- Bùi Hoàng Ngọc, Phan Thị Liệu, & Nguyễn Minh Hà. (2022). Mối quan hệ giữa tỷ lệ đô thị hóa, tăng trưởng kinh tế, phát triển nông nghiệp và lượng khí thải CO₂ ở Việt Nam. *Những vấn đề kinh tế và chính trị thế giới*, 311(3), 60-71.
- Phiri, A., Mhaka, S., & Taonezvi, L. (2023). Too poor to be clean? A quantile ARDL assessment of the environmental Kuznets curve in SADC countries. *Environment, Development and Sustainability*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/373173189_Too_poor_to_be_clean_A_quantile_ARDL_assessment_of_the_environmental_Kuznets_curve_in_SADC_countries. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03760-6>.
- Trần Văn Thiện. (2016). Thực trạng ô nhiễm môi trường, sức khỏe người lao động, và hiệu quả biện pháp can thiệp tại làng nghề tái chế kim loại Văn Môn, Yên Phong, Bắc Ninh. *Luận án tiến sĩ Y tế công cộng*, Viện Vệ sinh dịch tễ Trung ương.
- Torrence, C., & Webster, P. J. (1999). Interdecadal changes in the ENSO–Monsoon system. *Journal of Climate*, 12(8), 2679-2690.
- Usman, M., Balsalobre-Lorente, D., Jahanger, A., & Ahmad, P. (2022). Pollution concern during globalization mode in financially resource-rich countries: Do financial development, natural resources, and renewable energy consumption matter?. *Renewable Energy*, 183, 90-102.
- Venkatraja, B. (2023). Integrating economic growth with the environmental intensity of human well-being: Evidence from Bhutan. *Climate and Development*, 15(8), 704-716.
- WHO. (2023). *Health financing in Viet Nam*. Retrieved from <https://www.who.int/vietnam/health-topics/health-financing>
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- Xu, F., Luo, X. L., & Zhou, D. (2022). Air pollution, residents' happiness, and environmental regulation: Evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(43), 64665-64679.
- Yang, Z. M., Cai, J. J., Lu, Y., & Zhang, B. (2022). The impact of economic growth, industrial transition, and energy intensity on carbon dioxide emissions in China. *Sustainability*, 14(9), 14.
- Yazdi, K. S., & Khanalizadeh, B. (2017). Air pollution, economic growth and health care expenditure. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 1181-1190.

- Zhang, Y., Dong, X. B., Wang, X. C., Zhang, P., Liu, M. X., Zhang, Y. F., & Xiao, R. M. (2023). The relationship between the low-carbon industrial model and human well-being: A case study of the electric power industry. *Energies*, 16(3), 1357. <https://doi.org/10.3390/en16031357>
- Zheng, G. W., Murshed, M., Siddik, A., Alam, M. S., Balsalobre-Lorente, D., & Mahmood, H. (2023). Achieving the objectives of the 2030 sustainable development goals agenda: Causalities between economic growth, environmental sustainability, financial development, and renewable energy consumption. *Sustainable Development*, 31(2), 680-697.
- Zhu, P., & Lin, B. (2022). Vanishing happiness: How does pollution information disclosure affect life satisfaction?. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9530.