



Working Paper 2024.1.5.7
- Vol 1, No 5

Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG TẠI CÁC QUỐC GIA CHÂU Á: VAI TRÒ TRUNG GIAN CỦA CÔNG NGHIỆP HÓA VÀ ĐÔ THỊ HÓA

Trần Hoàng Tấn¹, Nguyễn Hoàng Anh, Trần Khánh Ly, Huỳnh Diệu My,
Trần Như Ngọc

Sinh viên K60 - Kinh tế đối ngoại

Trường Đại học Ngoại thương Cơ sở II, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Nguyễn Thị Mai, Huỳnh Hiền Hải

Giảng viên cơ sở II

Trường Đại học Ngoại thương Cơ sở II, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Tóm tắt

Nghiên cứu đo lường tác động của đô thị hóa và công nghiệp hóa đối với lượng khí nhà kính thải ra ở 49 quốc gia châu Á giai đoạn 1990 - 2020. Thông qua phương pháp GLS, kết quả nghiên cứu cho thấy tăng trưởng công nghiệp hóa sẽ gia tăng lượng khí thải. Đối với các quốc gia có mức độ tăng trưởng đô thị hóa sẽ làm tăng lượng phát thải CO₂ đồng thời giảm phát thải lượng khí CH₄. Đáng chú ý, các mối quan hệ trên đều đảo ngược ở các quốc gia có thu nhập trung bình và cao. Từ đó, nhóm tác giả đề xuất một số khuyến nghị như (1) Chính phủ ban hành những chính sách khuyến khích ngành công nghiệp phát thải thấp và áp thuế môi trường nếu cần thiết, (2) Phát triển đô thị thông qua thúc đẩy sử dụng năng lượng tái tạo, triển khai đổi mới công nghệ và thúc đẩy lối sống xanh nhằm giảm lượng khí thải carbon, góp phần phát triển bền vững.

Từ khóa: đô thị hóa, công nghiệp hóa, ô nhiễm môi trường, Châu Á, phát triển bền vững.

ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN ASIAN COUNTRIES: MODERATING ROLE OF INDUSTRIALIZATION AND URBANIZATION

Abstract

The study measures the impact of urbanization and industrialization on greenhouse gas emissions in 49 Asian countries between 1990 and 2020. Through the GLS method, the study results show that industrialization growth will increase emissions. For countries with increased

¹ Tác giả liên hệ; Email: trantanhoang2003@gmail.com

levels of urbanization, CO₂ emissions will increase while reducing CH₄ emissions. Notably, the relationships of the aforementioned variables are reversed in middle- and high-income countries. As a result, the authors propose a number of recommendations such as (1) The Government promulgates policies to encourage low-emission industries and impose environmental taxes if necessary, (2) Urban development through promoting promote the use of renewable energy, deploy technological innovation and promote green lifestyles to reduce carbon emissions, contributing to sustainable development.

Keywords: urbanization, industrialization, pollution, Asia, sustainable development.

1. Giới thiệu chung

Đối với nhiều quốc gia, phát triển kinh tế đồng nghĩa với công nghiệp hóa, bởi lẽ, sự phát triển của công nghiệp sẽ kéo theo sự tăng trưởng kinh tế và đô thị hóa (Mahmood & cộng sự, 2020). Có nghiên cứu đã cho thấy thách thức toàn cầu về ô nhiễm môi trường chủ yếu trở nên trầm trọng hơn do quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa nhanh chóng (Majeed & Tauqir, 2020). Nghiên cứu Yuan & cộng sự (2019) đã chỉ ra mối liên hệ giữa môi trường đô thị và mật độ dân số cao hơn có thể dẫn đến suy thoái môi trường như thế nào. Ngoài ra, khu vực đô thị là một trong những khu vực sử dụng nhiều điện nhất trong hệ thống kinh tế, do nhu cầu về các thiết bị điện tử (điều hòa, thiết bị, đèn, điện lạnh, v.v.) tăng lên dẫn đến lượng khí thải CO₂ tăng lên (Raihan & cộng sự, 2022).

Một cuộc điều tra gần đây, do Cơ quan Khí quyển và Đại dương Quốc gia (NOAA) công bố trên tạp chí Vật lý và Hóa học Khí quyển vào tháng 3 năm 2022, đã định lượng những thay đổi về lượng phát thải ở quy mô lục địa trong thời gian từ tháng 11 năm 2009 đến tháng 9 năm 2011 và tháng 8 năm 2016 đến tháng 5 năm 2018. Phân tích CFC trong khí quyển toàn cầu cho thấy lượng khí thải từ châu Á chiếm tỷ lệ lớn nhất trong lượng khí thải CFC-11 toàn cầu trong các giai đoạn đó với mức trung bình lần lượt là 43% và 57% (Hu & cộng sự, 2022).

Bên cạnh đó, một lượng lớn CH₄ phát thải do con người gây ra có thể là do việc mở rộng khai thác dầu, khí đốt và than, điều này được thúc đẩy ít nhất một phần bởi tăng trưởng kinh tế ở Đông Á và đặc biệt là Trung Quốc, nơi riêng sản xuất than đã tăng trung bình 10%/năm trong khoảng thời gian từ 2000 và 2009 (Cheng & cộng đồng, 2011). Chăn nuôi gia súc cũng được coi là một nguồn phát thải khí CH₄ quan trọng tại Châu Á (Yamaji & cộng sự, 2003; Garg & cộng sự, 2001).

Hơn nữa, so với các quốc gia và khu vực khác trên thế giới, Châu Á có tốc độ công nghiệp hóa nhanh nhất thế giới trong những thập kỷ gần đây, đồng thời là khu vực có nhiều quốc gia công nghiệp hóa hàng đầu thế giới, gắn liền với mức độ vượt bậc về đô thị hóa (cao thứ hai thế giới sau châu Phi). Điều này đồng nghĩa với quá trình gia tăng đáng kể về lượng khí thải và mức sử dụng năng lượng trong ba thập kỷ qua tại các quốc gia trên (Chang & cộng sự, 2018).

Mặc dù đa dạng về bối cảnh, tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào bao quát về tình trạng ô nhiễm môi trường do công nghiệp hóa và đô thị hóa tại các quốc gia châu Á. Đồng thời, sự khác nhau trong thu nhập của các quốc gia trong mối liên hệ với hai quá trình trên cũng như yếu tố mức độ dân chủ của thể chế cũng chưa được đề cập.

2. Cơ sở lý thuyết và nghiên cứu tiền nghiệm về ô nhiễm môi trường

2.1. Cơ sở lý thuyết của CNH, ĐTH đến ô nhiễm môi trường

Triết lý cơ bản của đường cong Kuznets môi trường (EKC) sử dụng mô hình hiệu ứng hình chữ U ngược được Grossman & Krueger (1991) đề xuất. Theo đó, chất lượng môi trường thường suy giảm ở giai đoạn đầu của phát triển kinh tế, nhưng sau đó được cải thiện khi thu nhập đạt mức nhất định. Do đó, nó có hình dạng tương tự như một đường cong hình chữ U ngược. Điều này ngụ ý rằng các nền kinh tế giàu có thường có khả năng thể hiện ảnh hưởng tích cực của tăng trưởng kinh tế đối với môi trường, trong khi các quốc gia nghèo thường phản ánh ảnh hưởng tiêu cực.

Bên cạnh đó, lý thuyết chuyển đổi môi trường đô thị của Emmanuel (1998) nhấn mạnh vào quá trình thay đổi của môi trường đô thị theo thời gian và giai đoạn phát triển của thành phố. Ở giai đoạn phát triển thấp, các vấn đề môi trường chủ yếu liên quan đến vệ sinh và nước sạch. Khi mức thu nhập tăng lên, các hoạt động sản xuất phát triển, dẫn đến ô nhiễm công nghiệp. Tuy nhiên, ở các thành phố giàu có hơn, chuyển đổi cơ cấu kinh tế, áp dụng công nghệ và quy định nghiêm ngặt về môi trường giúp giảm thiểu ô nhiễm từ sản xuất.

Ngược lại, lý thuyết hiện đại hóa sinh thái xuất hiện ở Châu Âu vào những năm 1980 và được phát triển bởi các nghiên cứu viên như Spaargaren & Mol (1992), đặt ra quan điểm rằng quá trình hiện đại hóa có thể tiếp diễn một cách bền vững với môi trường. Lý thuyết này đã giúp nâng cao nhận thức về tầm quan trọng của việc tích hợp các mục tiêu kinh tế, xã hội và môi trường trong quá trình phát triển (Beck, 1986).

Được mô tả lần đầu bởi hai tác giả Copeland & Taylor (1994), giả thuyết PHH đầu tiên được nghiên cứu trong bối cảnh thương mại hàng hóa - dịch vụ giữa các nước thành viên tham gia Hiệp định NAFTA và các nước thành viên được chia làm hai miền Bắc (đại diện cho nhóm nước phát triển) và miền Nam (đại diện cho nhóm nước đang phát triển). Nghiên cứu đã đưa ra giả thuyết rằng phía Bắc sẽ xuất khẩu những hàng hóa - dịch vụ phát thải ít, đồng thời nhập khẩu những hàng hóa - dịch vụ phát thải nhiều và ngược lại, điều này đồng nghĩa với việc những ngành sản xuất phát thải cao sẽ tập trung phần lớn tại miền Nam dẫn đến việc ô nhiễm môi trường tại đây. Ngoài ra, giả thuyết còn cho rằng sự chênh lệch trong trình độ phát triển giữa Bắc và Nam càng lớn thì không chỉ lượng ô nhiễm tại phía Nam bị ảnh hưởng mà tổng lượng phát thải của cả khu vực sẽ tăng do tỷ lệ giữa nhu cầu giữa các sản phẩm phát thải thấp và sản phẩm phát thải cao sẽ thiên lệch về phía sản phẩm phát thải cao, từ đó thúc đẩy sự phát triển các ngành công nghiệp gây ô nhiễm nhiều.

2.2. Tổng quan tình hình nghiên cứu về công nghiệp hóa và đô thị hóa

Áp dụng phương pháp DOLS, Raihan & Tuspekova (2022) dự đoán rằng trong dài hạn, tốc độ đô thị hóa tăng sẽ dẫn đến lượng phát thải CO₂ tăng. Điều này cho thấy sự tăng trưởng ồ ạt của dân số đô thị đang gây nguy hiểm cho chất lượng lâu dài của môi trường. Kết quả này cũng được hỗ trợ bởi các nghiên cứu khác như nghiên cứu của Yuan & cộng sự (2019), Wang & Wang (2017). Tuy nhiên, Pardo Martínez & cộng sự (2018) cho rằng quá trình đô thị hóa cũng có thể đóng vai trò trong việc giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu vì nhóm dân số này có nhận thức cao hơn.

Kết quả nghiên cứu của Raihan & Tuspekova (2022) cho thấy giá trị gia tăng của công nghiệp tăng 1% có liên quan đến lượng phát thải CO₂ tăng 0,24%. Trong giai đoạn đầu, chuyển đổi từ nông nghiệp sang sản xuất nặng tập trung vào quy mô và cơ cấu sản xuất, gây tăng phát thải CO₂ do nhu cầu năng lượng cao và thiếu thiết bị tiết kiệm năng lượng. Tuy nhiên, quá trình phát triển này có thể dẫn đến sự thay đổi trong công nghiệp hóa, với ít hoạt động gây ô nhiễm và sản xuất sạch hơn. Ở khu vực địa lý khác, kết quả tương tự cũng đã được phân tích ở Trung Quốc bởi tác giả Li & cộng sự (2019) rằng cho dù các hoạt động công nghiệp hóa có được kiểm chế đến đâu thì môi trường cũng không có tác động tiêu cực, điều đó khiến cho việc kiểm soát các hoạt động này và đảm bảo rằng các hoạt động xanh hơn được sử dụng trên quy mô lớn hơn là điều hết sức cần thiết. Ví dụ, Friedl & Getzner (2003) đã chứng minh mối liên hệ hình chữ N giữa tăng trưởng và phát thải, khi tăng trưởng nhiều hơn, phát thải có thể bắt đầu giảm, nhưng sẽ đến lúc chúng bắt đầu tăng trở lại và sau đó tiếp tục tăng theo cấp số nhân.

Dựa trên phương pháp FMOLS, Mahmood (2022) phát hiện rằng tăng trưởng kinh tế tăng 1% sẽ làm giảm lượng khí thải carbon lần lượt là 0,667, 0,320 và 0,397% ở HIC, UMIC và LMIC. Ngược lại, LIC có lượng khí thải carbon tăng 0,549% với mức tăng trưởng kinh tế 1%. Do các nước LIC có điều kiện công nghệ chưa phát triển, công nghệ thừa tiêu thụ năng lượng không hiệu quả và làm tăng lượng khí thải (Majeed & Ayub, 2018). Trong khi đó, các nước phát triển đầu tư vào các công nghệ mới, tiên tiến và thân thiện với môi trường, giúp giảm lượng khí thải CO₂ vào khí quyển (Majeed & cộng sự, 2020). Mặt khác, Kolstad (2006) báo cáo mối liên hệ yếu giữa tăng trưởng kinh tế và lượng khí thải carbon, điều này giải thích rằng tăng trưởng kinh tế không dẫn đến thiệt hại nghiêm trọng như vậy đối với môi trường. Kể từ khi Đường cong Kuznets môi trường (Grossman & Krueger, 1991) được giới thiệu, nhiều nghiên cứu đưa ra những đánh giá và kết quả thực nghiệm mâu thuẫn với giả thuyết đường cong Kuznets về môi trường (Managi & Jena, 2008).

Trong nghiên cứu của Murshed & Saadat (2018), với mức ý nghĩa 10% đã tìm ra mối quan hệ tiêu cực giữa công nghiệp hóa và lượng phát thải khí thải CH₄. Đồng thời, nghiên cứu cũng tìm mối quan hệ tích cực giữa dân số đô thị và lượng phát thải CH₄ tại mức ý nghĩa 5%. Tác giả đưa ra lập luận rằng đô thị hóa đi kèm với sự gia tăng công nghiệp hóa và tăng mức tiêu thụ năng lượng bình quân đầu người, cả hai đều làm trầm trọng thêm tình trạng biến đổi khí hậu.

Kết quả nghiên cứu của Hartley & cộng sự (1996) cho thấy CFC chủ yếu được tiêu thụ và thải ra bởi các nước công nghiệp hóa nằm trong khoảng vĩ độ 30°N đến 70°N. Vì vậy, tỷ lệ pha trộn tầng đối lưu ở bán cầu Bắc trong lịch sử có cao hơn so với Nam bán cầu (Elkins & cộng sự, 1993). Đồng thời, sự làm giàu các chế phẩm CFC trong không khí là không phổ biến ở khu vực nông thôn, nhưng đã được ghi nhận ở một số khu vực thành thị và công nghiệp hóa (Ho & cộng sự, 1998; Oster & cộng sự, 1996).

3. Phương pháp nghiên cứu và mô hình đánh giá tác động của CNH, ĐTH đến với ô nhiễm môi trường tại Châu Á

3.1. Dữ liệu nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu bảng của 49 quốc gia Châu Á được phân loại nhóm thu nhập theo từng năm của World Development Indicator, UNEP Data Centre, Zenodo dựa trên tổng thu nhập quốc dân trong giai đoạn 1990-2020. Từ đó, nhóm tác giả tạo các biến số theo dữ liệu của từng quốc gia theo từng năm điều tra từ 1990 đến 2020 và kết nối thành một bộ dữ liệu.

3.2. Mô hình nghiên cứu

Trên cơ sở lý thuyết và tổng quan các nghiên cứu Majeed & cộng sự (2020); Raihan & cộng sự (2022); Raihan (2023); Ali & cộng sự (2020); Fraser và cộng sự (2020); Mahmood (2022); Danish & cộng sự (2018); Ouyang & Lin (2017); Gierałtowska & cộng sự (2022); Adams & Acheampong (2019); Chou & cộng sự (2020); Valadkhani & cộng sự (2019), nhóm tác giả đề xuất mô hình nghiên cứu nhằm ước lượng mối tương quan giữa các yếu tố đến tình trạng ô nhiễm môi trường ở các quốc gia Châu Á trong giai đoạn 1990 - 2020 như sau:

$$\begin{aligned} \ln CO_2 = & \alpha + \beta_1 * IND + \beta_2 * \ln URB + \beta_3 * GDP + \beta_4 * GDP^2 + \beta_5 * REC + \beta_6 \\ & * DEMO + \beta_7 * TO + \beta_8 * \ln TR + \beta_9 * AGR + \beta_{10} * MIDDLE + \beta_{11} \\ & * HIGH + \beta_{12} * INT + \beta_{13} * INT2 + \beta_{14} * INT3 + \beta_{15} * INT4 \end{aligned}$$

Bảng 1: Các biến sử dụng trong nghiên cứu

Ký hiệu	Diễn giải	Kế thừa nghiên cứu trước
Biến phụ thuộc		
Inco2	Lượng khí thải CO2 (Kilotons)	Majeed & cộng sự (2020). Raihan & cộng sự (2022). Raihan (2023).
Inch4	Lượng khí thải metan trong lĩnh vực năng lượng, quy đổi về nghìn tấn điôxít cacbon tương đương	Ali và cộng sự (2020)
Incfc	Lượng khí thải CFC trong lĩnh vực năng lượng, quy đổi về tấn điôxít cacbon tương đương	Fraser và cộng sự (2020)
Biến độc lập		
ind	Phần trăm giá trị gia tăng công nghiệp (%)	Raihan & cộng sự (2022). Raihan (2023).

Ký hiệu	Diễn giải	Kế thừa nghiên cứu trước
urb	Dân số thành thị (Người)	Mahmood (2022). Raihan (2023).
int1	Phần trăm giá trị gia tăng công nghiệp x Nhóm nước có thu nhập trung bình	Li & Lin (2015) Danish & cộng sự (2018)
int2	Phần trăm giá trị gia tăng công nghiệp x Nhóm nước có thu nhập cao	Li & Lin (2015) Danish & cộng sự (2018)
int3	Dân số thành thị x Nhóm nước có thu nhập trung bình	Li & Lin (2015) Du & Xia (2018)
int4	Dân số thành thị x Nhóm nước có thu nhập cao	Li & Lin (2015) Du & Xia (2018)
gdp	Tăng trưởng GDP hằng năm (%)	Ouyang & Lin (2017) Mahmood (2022)
gdp ²	Bình phương tăng trưởng GDP hằng năm	Ouyang & Lin (2017) Mahmood (2022)
rec	Lượng năng lượng tái tạo tiêu thụ (% tổng lượng năng lượng tiêu thụ)	Gierałtowska & cộng sự (2022). Adams & Acheampong (2019)
demo	Trung bình cộng của quyền tự do chính trị và tự do dân quyền	Chou & cộng sự (2020). Adams & Acheampong (2019).
to	Độ mở thương mại (% GDP)	Mahmood (2022).
Intr	Du lịch quốc tế (số chuyên)	Raihan & cộng sự (2022). Raihan (2023).
agr	Nông, lâm, ngư nghiệp, giá trị gia tăng (% GDP)	Raihan (2023).

Ký hiệu	Diễn giải	Kế thừa nghiên cứu trước
middle	Nhóm nước có thu nhập trung bình	Valadkhani & cộng sự (2019).
high	Nhóm nước có thu nhập cao	Valadkhani & cộng sự (2019).

Nguồn: Nhóm tác giả (2024)

Bài nghiên cứu sử dụng mô hình hồi quy gộp (Pooled OLS), mô hình hiệu ứng cố định (FEM) và mô hình hiệu ứng ngẫu nhiên (REM). Để kiểm soát được hiện tượng tự tương quan và phương sai thay đổi, nhóm tác giả thực hiện kiểm định lựa chọn mô hình phù hợp nhất và dùng ước lượng GLS (Generalized Least Squares) để khắc phục các giả thuyết vi phạm.

4. Kết quả nghiên cứu đo lường tác động của công nghiệp hóa, đô thị hóa đến ô nhiễm môi trường

Để kiểm tra sự tương quan giữa các biến và nhằm phát hiện hiện tượng đa cộng tuyến trong mô hình, nhóm tác giả thực hiện ma trận hệ số tương quan (phụ lục 1) và kiểm định thừa số phóng đại (VIF) (phụ lục 2). Từ kết quả kiểm định lựa chọn phương pháp hồi quy ở phụ lục 4 (hình phương pháp hồi quy FEM là phù hợp nhất để giải thích cho mô hình (1) (3) và REM phù hợp nhằm giải thích mô hình (2)). Bên cạnh đó, nhóm tác giả đã sử dụng kiểm định phương sai thay đổi và Wooldridge để đánh giá sự tự tương quan giữa các biến trong mô hình (Phụ lục 3). Do đó, nghiên cứu sử dụng mô hình GLS để khắc phục hiện tượng phương sai thay đổi và tự tương quan của mô hình FEM. Kết quả của quá trình kiểm định được thể hiện tại (phụ lục 4). Do xuất hiện hiện tượng phương sai thay đổi và tự tương quan thông qua các kiểm định trên nên mô hình FGLS được sử dụng để khắc phục vấn đề này. Bảng 2 dưới đây thể hiện kết quả của mối tác động giữa công nghiệp hóa, đô thị hóa đối với tình trạng ô nhiễm môi trường bằng các chỉ tiêu CO₂, CH₄ và CFC.

Bảng 2: Kết quả hồi quy mô hình FGLS đo lường tác động của công nghiệp hóa, đô thị hóa đến ô nhiễm môi trường

Mô hình	Model (1)	Model (2)	Model (3)
Biến	lnco2	lnch4	lnfc
int1=ind*middle	-1,604*** (0,495)	-2,111*** (0,638)	-2,457*** (0,659)
int2=ind*high	-1,487*** (0,506)	-1,787*** (0,673)	-0,681 (1,066)
int3=urb*middle	-0,054 (0,399)	1,783*** (0,409)	1,130** (0,461)
int4=urb*high	-0,252	1,243***	0,906**

Mô hình	Model (1)	Model (2)	Model (3)
Biến	lnco2	lnch4	lnfc
	(0,400)	(0,410)	(0,474)
ind	2,124*** (0,488)	2,681*** (0,630)	2,562*** (0,571)
lnurb	1,070*** (0,399)	-1,107*** (0,409)	-0,251 (0,463)
gdp	0,183*** (0,530)	-0,026 (0,125)	0,383* (0,196)
gdp^2	-0,0001*** (0,000)	-0,000 (0,523)	-0,000 (0,000)
rec	-2,488*** (0,086)	0,109 (0,076)	-0,096 (0,197)
demo	0,016** (0,006)	0,036*** (0,008)	0,069*** (0,016)
to	-0,017 (0,023)	-0,289 (0,031)	0,159 (0,102)
lntr	0,028*** (0,006)	0,030*** (0,008)	-0,008 (0,022)
agr	-0,107 (0,166)	0,314 (0,229)	1,366*** (0,464)
middle	1,994 (6,339)	-18,994*** (6,533)	-16,875** (0,659)
high	5,692 (6,350)	-27,253*** (6,525)	-14,078** (7,647)
Hệ số chặn	-7,659 (6,338)	33,221*** (6,519)	19,438*** (7,376)
Số quan sát	891	891	891
Số quốc gia	49	49	49

Giá trị trong ngoặc đơn là sai số chuẩn

(***) mức ý nghĩa 1%, (**) mức ý nghĩa 5%, (*) mức ý nghĩa 10%

Nguồn: Nhóm tác giả (2024)

Kết quả hồi quy ở bảng trên cho thấy *giá trị gia tăng công nghiệp hóa* có tác động cùng chiều đến tình trạng ô nhiễm môi trường, hàm ý rằng khi quá trình công nghiệp hóa ngày càng được đẩy mạnh, lượng khí phát thải ngày càng tăng lên. Kết quả này tương tự với các kết quả trong các nghiên cứu trước đây của Mahmood & cộng sự (2020), Majeed & Tauqir (2020) và Raihan & Tuspekova (2022). Theo đó, chuyển đổi từ nền nông nghiệp sang công nghiệp và dịch vụ ở Châu Á đã thúc đẩy các ngành công nghiệp như sản xuất, xây dựng và giao thông, làm tăng lượng phát thải CO₂ do sử dụng nhiên liệu hóa thạch và kiểm soát khí thải không hiệu quả. Đồng thời, việc tạo ra việc làm trong ngành công nghiệp cũng thu hút dân từ nông thôn đến đô thị, tăng mật độ dân số thành thị và gia tăng lượng khí thải CO₂. Hơn nữa, theo nhận định của Singh (1994), việc coi khí CFC là chỉ bắt nguồn từ công nghiệp đồng nghĩa với quá trình công nghiệp hóa có thể làm tăng lượng khí CFC trong môi trường, một trong những khí gây hại tầng ozon nghiêm trọng. Cùng với đó, khí CH₄ là một trong những loại khí vi lượng đã làm tăng đáng kể nồng độ trong khí quyển kể từ Cách mạng Công nghiệp và do đó góp phần làm tăng hiệu ứng nhà kính (Reay & cộng sự, 2007). Trong số những nguyên nhân gây ra lượng khí CH₄ trong bầu khí quyển, khai thác than, khí tự nhiên và công nghiệp hóa dầu chiếm 19% và là nguyên nhân quan trọng thứ ba sau vùng đất ngập nước (22%) và lên men đường ruột ở động vật và chất thải động vật (20%) (Heilig, 1994). Khí methane được thải ra ngoài không khí thông qua hệ thống thông gió của mỏ than; một số lượng nhỏ cũng được cho là thoát ra từ than khi vận chuyển. CH₄ cũng rò rỉ từ đường ống và giếng của dầu và khí tự nhiên và trong quá trình chế biến nhiên liệu hóa thạch bởi ngành công nghiệp hóa chất dầu khí.

Tiếp theo đó, ảnh hưởng của biến *số dân đô thị* (urb) có tác động cùng chiều, tức làm tăng lượng khí CO₂, nhưng lại mang tác động ngược chiều với phát thải CH₄. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu còn chỉ ra rằng quá trình đô thị hóa không ảnh hưởng đến lượng phát thải khí CFC. Với kết quả thu được, khi số dân đô thị tăng lên sẽ làm tăng phát thải CO₂, được ủng hộ bởi Majeed & Tauqir (2020), Mahmood (2022) và Raihan (2023). Lý giải cho mối quan hệ trên, phát triển đô thị đông đúc làm tăng nhu cầu năng lượng và sử dụng rộng rãi nhiên liệu hóa thạch, gây phát thải CO₂. Dân cư đô thị tăng lên kéo theo sự gia tăng tiêu thụ hàng hóa, tăng số lượng xe cơ giới gây tắc nghẽn giao thông, từ đó đóng góp vào gia tăng phát thải CO₂. Bên cạnh đó, với mức ý nghĩa 1%, đô thị hóa giúp giảm lượng phát thải khí CH₄. Phát hiện này cũng được tìm thấy trong nghiên cứu của Acheampong & cộng sự (2022), đô thị hóa làm giảm đáng kể lượng khí thải carbon ở Trung-Đông Phi, trong khi đó nó lại thúc đẩy lượng khí thải carbon ở Nam Phi. Điều này chứng tỏ rằng tác động môi trường của quá trình đô thị hóa là không đồng nhất. Lý do đưa ra cho kết quả thu được là việc chính quyền thành phố sẵn sàng giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu bằng cách kiểm soát lượng khí thải của chính họ thông qua quản lý và kiểm soát theo thẩm quyền đối với các nguồn phát thải của thành phố và địa phương khác (Gurney & cộng sự, 2015).

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tạo hai biến giả liên quan đến thu nhập trung bình của các quốc gia được điều tra bao gồm nhóm các nước có thu nhập cao (high) và nhóm các nước có thu nhập trung bình (middle). Mặc dù hai biến giả này không có ý nghĩa trong mô hình 1 ở bảng 2 nhưng hai biến tương tác tạo từ hai biến này với biến giá trị gia tăng công nghiệp hóa

và biến số dân đô thị lại có tác động đáng kể đến biến phụ thuộc. Biến tương tác *giá trị gia tăng công nghiệp hóa x quốc gia thu nhập trung bình (middle)* hoặc *quốc gia thu nhập cao (high)* có tác động ngược chiều với lượng khí phát thải. Kết quả cho thấy rằng tác động của công nghiệp hóa tại các quốc gia có thu nhập trung bình và cao mặc dù vẫn cùng chiều với lượng phát thải khí nhà kính nhưng tác động này có xu hướng suy yếu khi mức thu nhập của quốc gia tăng. Điều này có thể được giải thích bằng việc những quốc gia có thu nhập trung bình hoặc cao thường có tiềm lực phát triển và áp dụng các công nghệ tiên tiến hơn, cũng như thi hành các biện pháp quản lý môi trường chặt chẽ hơn (Heilig, 1994). Bên cạnh đó, theo Danish & cộng sự (2018), những tiến bộ về khoa học kỹ thuật tại các nền kinh tế phát triển giúp làm giảm lượng phát thải từ sản xuất.

Ngoài ra, nhóm tác giả còn nghiên cứu sự khác biệt trong tác động của biến *lnurb* trong các nhóm thu nhập khác nhau thông qua biến tương tác *mức độ đô thị hóa x quốc gia thu nhập trung bình (int3)* và *quốc gia thu nhập cao (int4)*. Kết quả từ mô hình (1) cho thấy *int3* và *int4* có tác động ngược chiều nhưng không đáng kể với lượng phát thải khí CO₂. Trong khi đó, mô hình (2) và (3) cho thấy tác động cùng chiều giữa *int3* và *int4* với phát thải khí CH₄ và CFC. Đối với khí nhà kính, tại mức phát triển kinh tế thấp, hạ tầng kỹ thuật bảo vệ môi trường không bắt kịp với tốc độ đô thị hóa làm trầm trọng hóa các vấn đề phát thải; ngược lại, khi đạt trình độ phát triển kinh tế cao, các thành thị đã chú trọng đầu tư bảo vệ môi trường nhưng đồng thời lại làm tăng tốc quá trình đô thị hóa khiến cho tình trạng phát thải khí nhà kính tiếp tục vượt mặt các nỗ lực bảo vệ môi trường (Emmanuel, 1998; Li & Lin, 2015; Du & Xia, 2018). Tuy nhiên, kết quả hồi quy của biến tương tác *int3* và *int4* đối với khí CH₄ và CFC lại không phản ánh được điều này. Nguyên nhân chính có thể bắt nguồn từ việc nhận thức của nhân dân lẫn các nhà hoạch định chính sách và quy hoạch đô thị đa phần chỉ xác định rằng CO₂ là mối nguy hại duy nhất, qua đó bỏ quên tác hại của những loại khí nhà kính khác khiến cho dư luận cũng như chính sách môi trường hiện hành lơ là trong việc đối phó với các loại khí thải như CH₄ và CFC (Jorgenson, 2006; Kemfert & Schill, 2009).

Bên cạnh đó, hai biến giả về *thu nhập trung bình của các quốc gia* có tác động ngược chiều đến biến phụ thuộc trong mô hình 2 và 3 ở bảng 2. Điều này chứng tỏ thu nhập trung bình của quốc gia tăng đến một mức nhất định sẽ hạn chế lượng phát thải ra môi trường. Điều này có thể được lý giải rằng các quốc gia có nền kinh tế phát triển đầu tư vào các công nghệ mới, tiên tiến và thân thiện với môi trường, từ đó giúp giảm lượng khí thải vào khí quyển (Majeed & cộng sự, 2020). Kết quả này phù hợp với triết lý cơ bản của đường cong Kuznets về môi trường (Grossman & Krueger, 1991).

Bên cạnh những yếu tố nêu trên, *sự phát triển của kinh tế* một quốc gia được cho là góp phần làm tăng lượng khí thải CO₂ và CFC trong không khí, trong khi không có mối quan hệ rõ ràng nào được chỉ ra giữa phát triển kinh tế và CH₄. Theo Mitić & cộng sự (2017), GDP tăng trưởng cùng với sự gia tăng sản xuất sử dụng nhiều nhiên liệu hóa thạch, từ đó tăng lượng khí thải CO₂. Hơn nữa, khi nền kinh tế phát triển, các ngành công nghiệp tập trung ở khu vực thành thị, thu hút người dân từ khu vực nông thôn tìm kiếm cơ hội việc làm tốt hơn. Nhu cầu về sản phẩm tăng lên do đô thị hóa dẫn đến tăng đầu tư vào các ngành công nghiệp, góp phần tăng cường mở cửa thương mại và tăng sản xuất và xuất khẩu. Tuy nhiên, quá trình này cũng dẫn đến sự gia tăng nhu cầu năng lượng, chủ yếu được đáp ứng bằng cách đốt nhiên liệu hóa

thạch, cuối cùng dẫn đến lượng phát thải khí nhà kính cao hơn (Goswami & cộng sự, 2023). Bài nghiên cứu của Karaaslan & Çamkaya (2022), Phong & cộng sự (2018), Anwar & cộng sự (2020) cũng ủng hộ kết quả nêu trên. Tương tự, tăng trưởng kinh tế cũng là nguyên nhân làm tăng lượng phát thải CFC (Kleemann & Abdulai, 2013).

Kết quả cũng cho thấy đường cong Kuznet môi trường tồn tại trong mối quan hệ giữa CO₂ và GDP, trong khi mối quan hệ này với CH₄ và CFC là không có ý nghĩa. Ô nhiễm môi trường đầu tiên tăng lên khi kinh tế phát triển và khi đạt đến một mức độ nhất định, sự phát triển của kinh tế hỗ trợ làm giảm ô nhiễm môi trường. Mối quan hệ này cũng được tìm thấy trong đề tài nghiên cứu của Ouyang & Lin (2017), Afridi & cộng sự (2019), Jalil & Mahmud (2009). Theo đó, ở giai đoạn đầu của phát triển kinh tế, chính phủ và nền kinh tế thường tập trung vào công nghiệp hóa mà không quan tâm đến môi trường, dẫn đến tăng khí thải CO₂ và suy thoái môi trường. Tuy nhiên, khi đạt được mức độ phát triển nhất định, các nước chuyển sang quan tâm nhiều hơn đến môi trường, đưa ra các quy định nghiêm ngặt và ưu tiên sử dụng công nghệ xanh thân thiện. Đồng thời, sự phát triển kèm theo trình độ học vấn và nhận thức cao hơn về môi trường cũng giúp giảm ô nhiễm (Xie & Liu, 2019). Khi GDP được xem xét ở dạng bậc hai, mối quan hệ với CH₄ và CFC trở nên không có ý nghĩa thống kê. Kết quả này được ủng hộ bởi nghiên cứu của Paziienza & De Lucia (2020) và Mehmood & cộng sự (2021). Kết quả này có thể được giải thích bởi các quốc gia thường tập trung vào nghiên cứu và giảm phát thải CO₂ mà bỏ qua các khí nhà kính khác (Jorgenson, 2006) do đó cho dù nền kinh tế của một quốc gia phát triển thì vấn đề về khí CFC và CH₄ sẽ không được chú trọng giải quyết như CO₂ thế nên ta không quan sát được sự tồn tại của đường cong EKC cho hai loại khí này.

Ngoài ra, *mức độ dân chủ của thể chế chính trị* của một quốc gia càng tăng sẽ góp phần làm giảm lượng phát thải của cả 3 khí thải là CO₂, CH₄ và CFC, được ủng hộ bởi Lv (2017) và Joshi & Beck (2018). Lý do đưa ra là bởi các nhà nước dân chủ thường bị ảnh hưởng bởi áp lực chính trị từ các nhóm vận động vì môi trường. Những nhóm trên có ảnh hưởng lớn đến các cử tri và thường tổ chức các cuộc biểu tình yêu cầu các nhà lập pháp ban hành các đạo luật và quy định bảo vệ môi trường.

Ở mức ý nghĩa 1%, kết quả nghiên cứu cho thấy *du lịch* gia tăng sẽ góp phần làm tăng lượng khí thải carbon và CH₄. Du lịch góp phần vào tăng lượng khí thải CO₂ qua việc sử dụng phương tiện di chuyển dùng nhiên liệu hóa thạch, xây dựng và duy trì cơ sở lưu trú và dịch vụ du lịch. Ngoài ra, tiêu thụ hàng hóa và dịch vụ trong du lịch cũng đóng góp vào vấn đề này qua quá trình sản xuất, đóng gói và vận chuyển. Phát hiện này được ủng hộ bởi các nghiên cứu của Raihan & Tuspekova (2022), Eyuboglu & Uzar (2020) và Raza & cộng sự (2017).

5. Một số khuyến nghị nhằm giảm thiểu lượng khí thải gây ô nhiễm môi trường

Đối với vấn đề công nghiệp hóa, các doanh nghiệp và nhà đầu tư nước ngoài cần chịu trách nhiệm về khí thải và môi nguy hiểm đối với sức khỏe cộng đồng, tuân thủ quy định về sản xuất và thực hiện các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm. Ngoài ra, Chính phủ có thể áp dụng biện pháp hành chính để hạn chế phát thải nặng, có những chính sách khuyến khích ngành công nghiệp phát thải thấp và áp thuế môi trường nếu cần thiết. Các tổ chức nghiên cứu và phát triển cũng cần được quan tâm để phát triển các công nghệ tiên tiến, thân thiện với môi trường.

Đối với vấn đề đô thị hóa, phát triển đô thị thông qua thúc đẩy sử dụng năng lượng tái tạo, triển khai đổi mới công nghệ và thúc đẩy lối sống xanh cần được tập trung để đảm bảo tính bền vững của tăng trưởng kinh tế và tránh suy thoái môi trường. Chính phủ có thể khuyến khích người dân tránh các siêu đô thị, thúc đẩy phát triển công nghiệp ở khu vực nông thôn để giảm áp lực cho các thành phố lớn.

Đối với phát triển kinh tế, Chính phủ cần phát triển hệ thống quản lý môi trường để giảm khí thải CO₂ nhưng vẫn duy trì sự phát triển kinh tế. Việc xây dựng và thúc đẩy nền kinh tế ít carbon là một điều cần thiết bằng việc sử dụng các công nghệ phát thải ít và chuyển đổi sang sử dụng các năng lượng tái tạo.

Đối với vấn đề phát triển du lịch, Chính phủ cần tạo ra một khuôn khổ khuôn khổ buộc người dân địa phương, khách du lịch và các bên có liên quan chịu trách nhiệm về hành vi của họ liên quan đến hệ sinh thái tự nhiên. Đồng thời, Chính phủ cũng cần khuyến khích các doanh nghiệp du lịch chuyển sang hoạt động xanh, sử dụng công nghệ giao thông vận tải tiết kiệm năng lượng và triển khai thu phí môi trường tại các điểm nóng du lịch.

Đối với thể chế, Chính phủ các quốc gia Châu Á cần xây dựng các chính sách cải thiện về dân chủ nhằm cải thiện chất lượng môi trường. Các quốc gia dân chủ có thể làm tăng ý thức và nhu cầu bảo vệ môi trường của cộng đồng dân cư, đồng thời có thể chịu áp lực từ chính cộng đồng này trong việc ban hành các quy định pháp luật về bảo vệ môi trường.

Đối với mức thu nhập, Chính phủ cần tạo điều kiện thuận lợi để phát triển kinh tế quốc gia, đồng thời khuyến khích các doanh nghiệp hoạt động trong nền kinh tế đầu tư vào các công nghệ mới, tiên tiến và thân thiện với môi trường. Từ đó, nền kinh tế quốc gia có tiềm năng phát triển bền vững và giảm lượng khí thải ra môi trường.

Hạn chế nghiên cứu và hướng nghiên cứu mới

Thứ nhất, nghiên cứu gặp hạn chế về dữ liệu do một số thông tin chưa được cập nhật hoàn chỉnh. Để cải thiện điều này, nghiên cứu sau có thể tìm kiếm các phương pháp thu thập dữ liệu thay thế hoặc bổ sung để làm cho bộ dữ liệu đầy đủ hơn và tăng tính chính xác của kết quả.

Thứ hai, nghiên cứu tập trung vào việc đo lường lượng khí thải CO₂, CH₄ và CFC, mà chưa xem xét thêm các thành phần khí khác. Để có cái nhìn toàn diện hơn về ô nhiễm môi trường, cần tích hợp nhiều biến số hơn trong đánh giá ô nhiễm môi trường.

6. Phụ lục

Phụ lục 1: Ma trận hệ số tương quan

Biến	ind	lnurb	gdp	rec	demo	to	lntr	agr
ind	1,000							
lnurb	0,063*	1,000						
gdp	0,055*	0,038	1,000					
rec	-0,246*	0,072*	0,095*	1,000				
demo	0,349*	-0,091*	0,048	0,022	1,000			
to	-0,119*	-0,322*	0,009	-0,252*	-0,022	1,000		
lntr	0,016	0,397*	-0,041	-0,419*	-0,082*	0,223*	1,000	
agr	-0,379*	0,032	-0,006	0,666*	0,219*	-0,322*	-0,485*	1,000

(*) mức ý nghĩa 5%

Nguồn: Nhóm tác giả (2024)

Phụ lục 2: Kiểm tra hệ số phóng đại VIF

Biến	lnco2	lnch4	lnfcf
ind		1,56	1,56
lnurb		1,95	1,95
gdp		1,23	1,23
gdp ²		1,21	1,21
rec		2,07	2,07
demo		1,56	1,56
to		1,39	1,39
lntr		2,26	2,26

agr	3,27	3,27	3,29
Trung bình	1,85	1,85	1,84

Nguồn: Nhóm tác giả (2024)

Phụ lục 3: Kiểm định Modified Wald test và kiểm định Wooldridge test

<p>(1) Kiểm định phương sai thay đổi</p> <p>Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity in fixed effect regression model</p> <p>H0: $\sigma^2(i) = \sigma^2$ for all i</p> <p>chi2 (44) = 28340.28 Prob>chi2 = 0.0000</p>	<p>(1) Kiểm định tự tương quan</p> <p>Wooldridge test for autocorrelation in panel data</p> <p>H0: no first-order autocorrelation</p> <p>F(1, 43) = 56.989 Prob > F = 0.0000</p>
<p>(2) Kiểm định phương sai thay đổi</p> <p>Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity in fixed effect regression model</p> <p>H0: $\sigma^2(i) = \sigma^2$ for all i</p> <p>chi2 (44) = 5.5e+06 Prob>chi2 = 0.0000</p>	<p>(2) Kiểm định tự tương quan</p> <p>Wooldridge test for autocorrelation in panel data</p> <p>H0: no first-order autocorrelation</p> <p>F(1, 43) = 1.439 Prob > F = 0.2368</p>
<p>(3) Kiểm định phương sai thay đổi</p> <p>Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity in fixed effect regression model</p> <p>H0: $\sigma^2(i) = \sigma^2$ for all i</p> <p>chi2 (44) = 28340.28 Prob>chi2 = 0.0000</p>	<p>(3) Kiểm định tự tương quan</p> <p>. xtserial lncfc ind1 lnurb2 gdp2 gdpmuhai2 rec demo to lntr agr</p> <p>Wooldridge test for autocorrelation in panel data</p> <p>H0: no first-order autocorrelation</p> <p>F(1, 42) = 0.064 Prob > F = 0.8018</p>

Nguồn: Nhóm tác giả (2024)

Phụ lục 4: Kiểm định lựa chọn mô hình

Model (1)

Kiểm định	Pooled OLS và FEM	Pooled OLS và REM	FEM và REM
F-test	F(9 , 838) = 608,98 Prob > F = 0.000		

Breusch–Pagan Lagrangian	chibar2(01) = 5128.75 Prob>chibar2=0.000		
Hausman test	chi2(8)= 43,16 Prob>chi2=0.000		
Quyết định về giả thuyết H0	Bác bỏ H0	Bác bỏ H0	Bác bỏ H0
Kết luận	Chọn FEM	Chọn REM	Chọn FEM

Nguồn: Nhóm tác giả (2024)

Model (2)

Kiểm định	Pooled OLS và FEM	Pooled OLS và REM	FEM và REM
F-test	F(9 , 838) = 608,98 Prob > F = 0.000		
Breusch–Pagan Lagrangian	chibar2(01) = 2169.65 Prob>chibar2= 0.000		
Hausman test	chi2(8)= 9,39 Prob>chi2= 0,310		
Quyết định về giả thuyết H0	Bác bỏ H0	Bác bỏ H0	Bác bỏ H0
Kết luận	Chọn FEM	Chọn REM	Chọn REM

Nguồn: Nhóm tác giả (2024)

Model (3)

Kiểm định	Pooled OLS và FEM	Pooled OLS và REM	FEM và REM
F-test	F(9 , 798) = 3,03 Prob > F = 0.001		
Breusch–Pagan Lagrangian		chibar2(01) = 3622.07 Prob>chibar2= 0.000	
Hausman test			chi2(9)= 27,61 Prob>chi2= 0.001
Quyết định về giả thuyết H0	Bác bỏ H0	Bác bỏ H0	Bác bỏ H0
Kết luận	Chọn FEM	Chọn REM	Chọn FEM

Nguồn: Nhóm tác giả (2024)

Tài liệu tham khảo

Acheampong, A. O., Opoku, E. E. O. & Dzator, J. (2022). “Does democracy really improve environmental quality? Empirical contribution to the environmental politics debat” *Energy Economics*, Vol. 109, pp. 105942.

Adams, S. & Acheampong, A. O. (2019). “Reducing carbon emissions: The role of renewable energy and democracy”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 240, pp. 118245.

Afridi, M. A., Kehelwalatenna, S., Naseem, I. & Tahir, M. (2019). “Per capita income, trade openness, urbanization, energy consumption, and CO2 emissions: An empirical study on the SAARC Region”, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 26 No. 29, pp. 29978–29990.

Ali, S., Yusop, Z., Kaliappan, S. R. & Chin, L. (2020). “Dynamic common correlated effects of trade openness, FDI, and institutional performance on environmental quality: Evidence from OIC countries”, *Environmental Science and Pollution Research International*, Vol. 27 No. 11, pp. 11671–11682.

Anwar, A., Younis, M. & Ullah, I. (2020). “Impact of Urbanization and Economic Growth on CO2 Emission: A Case of Far East Asian Countries”, *International Journal of*

Environmental Research and Public Health, Vol. 17 No. 7.

Beck, U. (1986). *Risikogesellschaft: Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Suhrkamp.

Chang, H.-J., Zach, K. & UNU-WIDER. (2018), *Industrial development in Asia: Trends in industrialization and industrial policy experiences of developing Asia* (120th a.b, Vol 2018).

Cheng, Y.-P., Wang, L. & Zhang, X.-L. (2011). “Environmental impact of coal mine methane emissions and responding strategies in China”, *International Journal of Greenhouse Gas Control*, Vol. 5 No. 1, pp. 157–166.

“Combined nonlinear effects of economic growth and urbanization on CO₂ emissions in China: Evidence from a panel data partially linear additive model”, (2019). *Energy*, Vol. 186.

Copeland, B. R. & Taylor, M. S. (1994). “North-South Trade and the Environment”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 109 No. 3, pp. 755–787.

Danish, Khan, N., Baloch, M. A., Saud, S. & Fatima, T. (2018). “The effect of ICT on CO₂ emissions in emerging economies: Does the level of income matters?” *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 25 No. 23, pp. 22850–22860.

Du, W. C. & Xia, X. H. (2018). “How does urbanization affect GHG emissions? A cross-country panel threshold data analysis”, *Applied Energy*, Vol. 229.

Elkins, J. W., Thompson, T. M., Swanson, T. H., Butler, J. H., Hall, B. D., Cummings, S. O., Fishers, D. A. & Raffo, A. G. (1993). “Decrease in the growth rates of atmospheric chlorofluorocarbons 11 and 12”, *Nature*, Vol. 364, pp. 6440).

Emmanuel, R. (1998). *The urban environmental transition:some reflections on the use of vegetation to monitor urban environmental quality*, Sri Lanka.

Eyuboglu, K. & Uzar, U. (2020). “The impact of tourism on CO₂ emission in Turkey”, *Current Issues in Tourism*, Vol. 23 No. 13, pp. 1631–1645.

Fraser, P. J., Dunse, B. L., Krummel, P. B., Steele, L. P., Derek, N., Mitrevski, B., Allison, C. E., Loh, Z., Manning, A. J., Redington, A. & Rigby, M. (2020). “Australian chlorofluorocarbon (CFC) emissions: 1960–2017”, *Environmental Chemistry*, Vol. 17 No. 8, pp. 525–544.

Friedl, B. & Getzner, M. (2003). “Determinants of CO₂ emissions in a small open economy”, *Ecological Economics*, Vol. 45 No. 1, pp. 133–148.

Garg, A., Bhattacharya, S., Shukla, P. R. & Dadhwal, V. K. (2001). “Regional and sectoral assessment of greenhouse gas emissions in India”, *Atmospheric Environment*, Vol. 35 No. 15, pp. 2679–2695.

Gierałowska, U., Asyngier, R., Nakonieczny, J. & Salahodjaev, R. (2022). “Renewable Energy, Urbanization, and CO₂ Emissions: A Global Test”, *Energies*, Vol. 15 No. 9.

Goswami, A., Kapoor, H. S., Jangir, R. K., Ngigi, C. N., Nowrouzi-Kia, B. & Chattu, V. K. (2023). “Impact of Economic Growth, Trade Openness, Urbanization and Energy Consumption on Carbon Emissions: A Study of India”, *Sustainability*, Vol. 15 No. 11.

Grossman, G. M. & Krueger, A. B. (1991), *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement* (Working Paper 3914), National Bureau of Economic Research.

Gurney, K. R., Romero-Lankao, P., Seto, K. C., Hutyra, L. R., Duren, R., Kennedy, C., Grimm, N. B., Ehleringer, J. R., Marcotullio, P., Hughes, S., Pincetl, S., Chester, M. V., Runfola, D. M., Feddema, J. J. & Sperling, J. (2015). “Climate change: Track urban emissions on a human scale”, *Nature*, Vol. 525 No. 7568, pp. 179–181.

Hartley, D. E., Kindler, T., Cunnold, D. M. & Prinn, R. G. (1996). “Evaluating chemical transport models: Comparison of effects of different CFC-11 emission scenarios”, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 101 No. 9, pp. 14381–14385.

Heilig, G. K. (1994). “The greenhouse gas methane (CH₄): Sources and sinks, the impact of population growth, possible interventions”, *Population and Environment*, Vol. 16 No. 2, pp. 109–137.

Ho, D. T., Schlosser, P., Smethie, W. M. & Simpson, H. J. (1998). “Variability in Atmospheric Chlorofluorocarbons (CCl₃F and CCl₂F₂) near a Large Urban Area: Implications for Groundwater Dating”, *Environmental Science & Technology*, Vol. 32 No. 16, pp. 2377–2382.

Hu, L., Montzka, S. A., Moore, F., Hints, E., Dutton, G., Siso, M. C., Thoning, K., Portmann, R. W., McKain, K., Sweeney, C., Vimont, I., Nance, D., Hall, B. & Wofsy, S. (2022). “Continental-scale contributions to the global CFC-11 emission increase between 2012 and 2017”, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Vol. 22 No. 4, pp. 2891–2907.

Jalil, A. & Mahmud, S. F. (2009). “Environment Kuznets curve for CO₂ emissions: A cointegration analysis for China” *Energy Policy*, Vol. 37 No. 12, pp. 5167–5172.

Jorgenson, A. K. (2006). “Global warming and the neglected greenhouse gas: A cross-national study of the social causes of methane emissions intensity, 1995”, *Social Forces*, Vol. 84 No. 3, pp. 1779-1798.

Karaaslan, A. & Çamkaya, S. (2022). “The relationship between CO₂ emissions, economic growth, health expenditure, and renewable and non-renewable energy consumption: Empirical evidence from Turkey”, *Renewable Energy*, Vol. 190, pp.457–466.

Kemfert, C. & Schill, W.-P. (2009). “Methane: A Neglected Greenhouse Gas”, *Weekly Report*, Vol. 5 No. 32, pp. 218–223.

Kleemann, L. & Abdulai, A. (2013). “THE IMPACT OF TRADE AND ECONOMIC GROWTH ON THE ENVIRONMENT: REVISITING THE CROSS-COUNTRY EVIDENCE”, *Journal of International Development*, Vol. 25 No. 2, pp. 180–205.

Kolstad, C. D. (2006). “Interpreting Estimated Environmental Kuznets Curves for Greenhouse Gases”, *The Journal of Environment & Development*, Vol. 15 No. 1, pp. 42–49.

Li, K. & Lin, B. (2015). “Impacts of urbanization and industrialization on energy consumption/CO₂ emissions: Does the level of development matter?” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 52, pp. 1107–1122.

Li, T., Li, Y., An, D., Han, Y., Xu, S., Lu, Z. & Crittenden, J. (2019). “Mining of the association rules between industrialization level and air quality to inform high-quality development in China”, *Journal of Environmental Management*, Vol. 246, pp. 564–574.

Mahmood, H. (2022). “Trade Openness, Industrialization, Urbanization and Pollution Emissions in GCC countries: A Way Towards Green and Circular Economies”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, Vol. 12 No. 2

Mahmood, H., Alkhateeb, T. T. Y. & Furqan, M. (2020). “Industrialization, urbanization and CO2 emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis”, *Energy Reports*, Vol. 6, pp. 1553–1560.

Majeed, M. T. & Ayub, T. (2018). “Information and communication technology (ICT) and economic growth nexus: A comparative global analysis”, *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, Vol. 12 No. 2, pp. 443–476.

Majeed, M. T. & Tauqir, A. (2020). *Effects of urbanization, industrialization, economic growth, energy consumption, financial development on carbon emissions: An extended STIRPAT model for heterogeneous income groups.*

Majeed, M. T., Samreen, I., Tauqir, A. & Mazhar, M. (2020). “The asymmetric relationship between financial development and CO2 emissions: The case of Pakistan”, *SN Applied Sciences*, Vol. 2 No. 5, pp. 827.

Managi, S. & Jena, P. R. (2008). “Environmental productivity and Kuznets curve in India”, *Ecological Economics*, Vol. 65 No. 2, pp. 432–440.

Mehmood, U., Imran, A., Abid, A., Tariq, S., ul haq, Z., Mazhar, R., Daud, A., Mahmood, K., Iqbal, M. & Batool, S. (2021). “Nexus between Greenhouse Gas Emissions, Energy Use and Economic Growth: Empirical Evidence From South Asian Countries”, *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 31.

Mitić, P., Munitlak Ivanović, O. & Zdravković, A. (2017). “A Cointegration Analysis of Real GDP and CO2 Emissions in Transitional Countries”, *Sustainability*, Vol. No. 4.

Murshed, M. & Saadat, S. Y. (2018). *Effects of Urbanization on Climate Change: Evidence From Bangladesh* (SSRN Scholarly Paper 3247302).

Oster, H., Sonntag, C. & Münnich, K. O. (1996). “Groundwater age dating with chlorofluorocarbons”, *Water Resources Research*, Vol. 32 No. 10, pp. 2989–3001.

Ouyang, X. & Lin, B. (2017). “Carbon dioxide (CO2) emissions during urbanization: A comparative study between China and Japan”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 143, pp. 356–368.

Pardo Martínez, C. I., Alfonso Piña, W. H. & Moreno, S. F. (2018). “Prevention, mitigation and adaptation to climate change from perspectives of urban population in an emerging economy”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 178, pp. 314–324.

Pazienza, P. & De Lucia, C. (2020). “How does FDI in the “agricultural and fishing” sector affect methane emission? Evidence from the OECD countries”, *Economia Politica*, Vol. 37 No. 2, pp. 441–462.

Phong, L. H., Van, D. T. B. & Bao, H. H. G. (2018). “The Role of Globalization on CO2 Emission in Vietnam Incorporating Industrialization, Urbanization, GDP per Capita and Energy Use”, *International Journal of Energy Economics and Policy*, Vol. 8 No. 6.

Raihan, A. (2023). “The dynamic nexus between economic growth, renewable energy use, urbanization, industrialization, tourism, agricultural productivity, forest area, and carbon dioxide emissions in the Philippines”, *Energy Nexus*, Vol. 9, pp. 100180.

Raihan, A. & Tuspekova, A. (2022). “Dynamic impacts of economic growth, renewable energy use, urbanization, industrialization, tourism, agriculture, and forests on carbon emissions in Turke”, *Carbon Research*, Vol. 1 No. 1, pp. 20.

Raihan, A., Faruk, O. & Rahman, M. (2022). “Dynamic Impacts of Economic Growth, Renewable Energy Use, Urbanization, and Tourism on Carbon Dioxide Emissions in Argentina”, *Environmental Processes*, Vol. 9 No. 2, pp. 38.

Raza, S. A., Sharif, A., Wong, W. K. & Karim, M. Z. A. (2017). “Tourism development and environmental degradation in the United States: Evidence from wavelet-based analysis”, *Current Issues in Tourism*, Vol. 20 No. 16, pp. 1768–1790.

Reay, D. S., Smith, K. A. & Hewitt, C. N. (2007). “Methane: Importance, sources and sinks”, *Greenhouse gas sinks*, pp. 143–151.

Singh, O. N. (1994). *Industrialization and Pollution*, p. 1-25.

Spaargaren, G. & Mol, A. P. J. (1992). “Sociology, environment, and modernity: Ecological modernization as a theory of social change”, *Society & Natural Resources*, Vol. 5 No. 4, pp. 323–344.

Valadkhani, A., Smyth, R. & Nguyen, J. (2019). “Effects of primary energy consumption on CO2 emissions under optimal thresholds: Evidence from sixty countries over the last half century”, *Energy Economics*, Vol. 80, pp. 680–690.

Wang, C. & Wang, Z.-H. (2017). “Projecting population growth as a dynamic measure of regional urban warming”, *Sustainable Cities and Society*, Vol. 32, pp. 357–365.

Yamaji, K., Ohara, T. & Akimoto, H. (2003). “A country-specific, high-resolution emission inventory for methane from livestock in Asia in 2000”, *Atmospheric Environment*, Vol. 37 No. 31, pp. 4393–4406

Yuan, M., Yin, C., Sun, Y. & Chen, W. (2019). “Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China”, *Sustainable Cities and Society*, Vol. 50, pp. 101678.

Zhang, M., Weng, S., Gao, H., Liu, L., Li, J. & Zhou, X. (2021). “Urbanization degree rather than methanotrophic abundance decreases soil CH4 uptake” *Geoderma*, Vol. 404, pp. 115368.