

# Chỉ số gộp đánh giá chất lượng môi trường: Đề xuất cách tính và phân tích minh họa cho các quốc gia đang phát triển châu Á

TỪ THUÝ ANH\*

CHU THỊ MAI PHƯƠNG\*\*

**Tóm tắt:** Bài nghiên cứu đề xuất một chỉ số gộp đánh giá chất lượng môi trường dựa trên bốn yếu tố: Lượng phát thải khí nhà kính, thay đổi nhiệt độ bề mặt trung bình, diện tích rừng khai thác, và tần suất thiên tai. Dựa trên dữ liệu từ 23 quốc gia đang phát triển tại châu Á<sup>1</sup>, nghiên cứu áp dụng phương pháp Phân tích thành phần chính (PCA) để đo lường mức độ biến đổi khí hậu và đánh giá tác động đến chất lượng môi trường. Kết quả cho thấy ba yếu tố gồm diện tích rừng bị khai thác, biến đổi nhiệt độ bề mặt, và tần suất thiên tai đóng góp đáng kể nhất vào bức tranh biến đổi khí hậu chung, lần lượt chiếm 38,7%, 25,8%, và 25% tác động. Trong khi đó, lượng phát thải khí nhà kính chỉ chiếm 10,5% tác động. Chỉ số biến đổi khí hậu của các nước đang phát triển châu Á dao động mạnh qua các năm, với điểm cao nhất năm 1994 (2,69 điểm) và thấp nhất vào năm 2013 (-1,04 điểm), phản ánh cả các giai đoạn gia tăng công nghiệp hóa cao lẫn ảnh hưởng tích cực tới phát triển bền vững của giảm hoạt động kinh tế trong đại dịch Covid-19. Nghiên cứu nhấn mạnh nhu cầu cấp thiết về các chính sách bảo vệ môi trường như tăng cường sử dụng năng lượng tái tạo, bảo vệ và tái trồng rừng, cùng với hợp tác quốc tế trong giám sát và ứng phó biến đổi khí hậu.

**Từ khóa:** Chất lượng môi trường, phát thải khí nhà kính, thay đổi nhiệt độ bề mặt, diện tích rừng khai thác, tần suất thiên tai, các nước đang phát triển châu Á, phương pháp PCA.

## 1. Giới thiệu chung

Biến đổi khí hậu (BĐKH) và suy thoái chất lượng môi trường đã và đang trở thành

vấn đề toàn cầu cấp bách, thu hút sự quan tâm của các nhân, tổ chức, quốc gia trên toàn thế giới, đặc biệt là giới khoa học. Môi trường đóng vai trò quyết định trong việc duy trì sự sống trên hành tinh đồng thời ảnh hưởng đến nhiều khía cạnh của cuộc sống con người, từ sức khỏe đến an sinh xã hội và kinh tế. Ở cấp độ toàn cầu, chất lượng môi trường chịu ảnh hưởng bởi quá trình công nghiệp hóa, dẫn đến ô nhiễm không

\* \*\* Trường Đại học Ngoại Thương

<sup>1</sup> 23 quốc gia bao gồm: Bangladesh, Bhutan, Brunei, Campuchia, Trung Quốc, Fiji, Ấn Độ, Indonesia, Lào, Malaysia, Maldives, Mông Cổ, Myanmar, Nepal, Papua New Guinea, Philippines, Samoa, quần đảo Solomon, Sri Lanka, Thái Lan, Đông Timor, Vanuatu và Việt Nam.



khí, nước, thu hẹp diện tích rừng, tạo điều kiện đầy nhanh biến đổi khí hậu (IPCC, 2021). Tại châu Á, nơi đa dạng văn hóa và cảnh quan tự nhiên, áp lực về vấn đề môi trường ngày càng tăng trong bối cảnh của sự phát triển kinh tế nhanh chóng và dân số đông đúc, đặc biệt đối với các quốc gia đang phát triển (WMO, 2023). Cụ thể, mở cửa kinh tế, tăng trưởng đô thị hóa và sử dụng nguồn tài nguyên tự nhiên một cách không bền vững có thể coi là những tác nhân hàng đầu. Những vấn đề này không chỉ đe dọa đến sức khỏe con người mà còn làm suy giảm sự phát triển bền vững, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ sinh thái và nền kinh tế khu vực. Trong bối cảnh này, việc xây dựng một hệ thống chỉ số đánh giá chất lượng môi trường toàn diện, nhằm đo lường, giám sát và phản ánh chính xác tình trạng môi trường của các quốc gia là vô cùng cần thiết. Bộ chỉ số bao gồm những yếu tố phản ánh tình trạng môi trường đồng thời có tác động trực tiếp đến các hoạt động đời sống của con người như lượng phát thải khí nhà kính, nhiệt độ trung bình, diện tích rừng hay thiên tai. Nghiên cứu cũng tập trung phân tích và đánh giá trường hợp cụ thể là các quốc gia đang phát triển tại châu Á, những nơi thường xuyên phải đối mặt với những vấn đề môi trường nghiêm trọng. Chỉ số đánh giá chất lượng môi trường được đề xuất sẽ là công cụ hữu hiệu để phân tích, đưa ra các khuyến nghị cụ thể nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu và các vấn đề môi trường, đồng thời đưa ra định hướng chính sách và chiến lược bảo vệ môi trường phù hợp cho từng quốc gia.

Bài nghiên cứu bao gồm bốn phần. Tiếp sau phần 1, phần 2 đưa ra tổng quan lý thuyết về các chỉ số trong bộ chỉ số đề xuất. Sau đó, phần 3 đánh giá chất lượng môi trường tại các quốc gia này thông qua bộ chỉ số. Cuối cùng, phần 4 là kết luận và đề xuất các hàm ý chính sách.

## 2. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng môi trường

### 2.1. Lượng phát thải khí nhà kính

Khí nhà kính là những loại khí có khả năng giữ nhiệt trong bầu khí quyển của trái đất. Ban ngày, ánh nắng từ mặt trời đem theo nhiệt lượng xuyên qua bầu khí quyển, làm bề mặt của trái đất ấm lên, phù hợp cho phát triển sự sống. Về đêm, khi không còn được chiếu sáng bởi mặt trời, bề mặt trái đất sẽ hạ nhiệt và tỏa ra nhiệt lại vào không khí. Tuy nhiên, thay vì toàn bộ lượng nhiệt này tỏa lại vào không gian, một phần nhỏ được hấp thụ lại bởi các khí nhà kính có trong bầu khí quyển (Ma, 1998). Đây là lý do tại sao nhiệt độ trung bình trái đất có thể được duy trì ở mức khoảng  $14^{\circ}\text{C}$  ( $57^{\circ}\text{F}$ ). Nếu không có các khí nhà kính, nhiệt độ trái đất sẽ giảm xuống còn  $-18^{\circ}\text{C}$ , không thể đảm bảo duy trì sự sống trên hành tinh này (IPCC, 2021). Do hoạt động công nghiệp của con người, lượng khí nhà kính đã tăng lên đáng kể, góp phần trực tiếp vào hiện tượng nóng lên toàn cầu và biến đổi khí hậu (EDGAR, 2023). Khí nhà kính là tổ hợp của nhiều loại khí khác nhau, nhưng chiếm chủ yếu là carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), methane ( $\text{CH}_4$ ), dinito monoxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozone ( $\text{O}_3$ ), và các khí CFC cùng với hơi nước ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Trong đó, các khí được cho là có tác động trực tiếp nhất đến chất lượng môi trường là  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  và  $\text{N}_2\text{O}$ .

Carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) trong tự nhiên được sản xuất thông qua quá trình như phun trào núi lửa, hô hấp của thực vật và động vật, trong đó có con người. Tuy nhiên, nồng độ  $\text{CO}_2$  trong khí quyển đã tăng đột ngột lên 50% kể từ khi cuộc cách mạng công nghiệp bắt đầu vào những năm 1800, chủ yếu đến từ hoạt động của con người như đốt nhiên liệu hóa thạch và phá rừng quy mô lớn (Ma, 1998). Khí  $\text{CO}_2$  được coi là tác nhân chính dẫn đến sự nóng lên toàn cầu, góp phần gây ra biến đổi khí hậu (IPCC, 2021).



Tương tự, methan ( $\text{CH}_4$ ) trong tự nhiên là kết quả của quá trình phân hủy. Nhưng hoạt động của con người đã làm thay đổi sự cân bằng tự nhiên này. Một lượng lớn khí methan được thải ra mỗi năm, khoảng 50 triệu tấn, từ hoạt động chăn nuôi gia súc, bãi rác thải, trồng lúa và sản xuất dầu khí truyền thống (EDGAR, 2023).

Khác với hai loại khí trên, nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dù tồn tại trong tự nhiên nhưng có nồng độ rất thấp, chỉ chiếm 6% lượng khí nhà kính, chủ yếu đến từ các vi khuẩn trong đất và nước. Dù vậy, loại khí này được cho là gây hại hơn  $\text{CO}_2$  khi hiệu ứng nhà kính gây ra mạnh hơn gấp gần 300 lần và cần tới hơn 114 năm để phân rã. Tuy nhiên, thông qua hoạt động sử dụng phân bón hữu cơ và thương mại quy mô lớn, đốt nhiên liệu hóa thạch, sản xuất axit nitric và đốt sinh khối, lượng khí này cũng đã tăng lên gần 40% trong vòng bốn thập kỷ qua, tương đương ba triệu tấn mỗi năm (IPCC, 2023).

Bên cạnh các khí nhà kính tự nhiên, khí nhà kính nhân tạo bao gồm ba loại khí flo hóa công nghiệp lần lượt HFC, PFC, và  $\text{SF}_6$  được con người tạo ra trong quá trình công nghiệp và có khả năng giữ nhiệt rất hiệu quả, trong đó  $\text{SF}_6$  có khả năng “làm nóng toàn cầu” gấp hơn 23.000 lần so với  $\text{CO}_2$  (EDGAR, 2023).

## 2.2. Nhiệt độ bề mặt trung bình

Nhiệt độ bề mặt trái đất là nhiệt độ của đất liền, các thân nước (như biển, hồ và sông), và các bề mặt rắn hoặc lỏng khác trên bề mặt hành tinh. Nhiệt độ bề mặt thường được đo bằng độ Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) hoặc độ Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Đây là một chỉ số quan trọng về khí hậu được sử dụng để theo dõi và nghiên cứu các mô hình thời tiết cũng như biến đổi khí hậu và điều kiện môi trường (WMO, 2023). Nhiệt độ là khác nhau giữa các khu vực và giữa các thời điểm trong ngày, đóng vai trò quan trọng

trong việc hình thành hệ thống khí hậu và thời tiết của trái đất (IPCC, 2021). Cũng vì vậy, đòi hỏi cần phải có chỉ số nhiệt độ bề mặt trung bình để có thể đánh giá tình trạng hiện tại và dự báo tương lai về biến đổi khí hậu một cách chuẩn xác nhất.

Một trong những biểu hiện của biến đổi khí hậu là sự tăng nhiệt độ bề mặt trung bình trái đất. Việc này gây ra sự biến đổi về mô hình thời tiết và khí hậu trên toàn cầu, bao gồm việc tăng cường cường độ và tần suất của các thiên tai như hạn hán và lũ lụt (IPCC, 2023). Bên cạnh đó, sự tăng nhiệt độ bề mặt của trái đất còn đẩy nhanh quá trình tan băng ở cực bắc và cực nam trái đất, gây tác động đến cường độ và mô hình dòng chảy biển (WMO, 2023). Đồng thời, thay đổi nhiệt độ trái đất cũng tác động gián tiếp đến sự phát triển của các loài thực vật và động vật thông qua môi trường sống của chúng (IPCC, 2021).

## 2.3. Diện tích rừng sử dụng

Rừng là một môi trường tự nhiên được phủ kín bởi cây cối, cây bụi và các loại thực vật khác. Các loại rừng khác nhau được xác định dựa trên loại cây và thực vật thường mọc trong khu vực đó. Rừng có những vai trò quan trọng đối với khí hậu như là: (i) Rừng lưu trữ carbon trong quá trình sinh vật hấp thụ khí  $\text{CO}_2$  từ không khí trong quá trình quang hợp. Trong quá trình này, cây cối sử dụng ánh sáng mặt trời,  $\text{CO}_2$  và nước để tạo năng lượng và các hợp chất hữu cơ, như đường và cellulose. Các hợp chất này được lưu trữ trong cây và đất rừng. (ii) Rừng giúp duy trì sự đa dạng sinh học và cân bằng sinh thái của hệ thống trái đất. Là môi trường sống cho hàng nghìn loài cây, động thực vật, côn trùng... rừng giúp bảo vệ sự đa dạng sinh học toàn cầu vì đây là nơi cư trú và sinh sản của nhiều loại động vật quý hiếm hoặc đang bị đe dọa. Bên cạnh đó, rừng giúp giữ nước và kiểm soát lũ lụt, ngăn sạt lở đất và xói mòn (IPCC, 2023).



Do đó, diện tích rừng bị giảm có ảnh hưởng đáng kể tới BĐKH. Việc khai thác rừng quá mức hoặc biến đất rừng thành đất nông nghiệp hoặc đất đô thị sẽ khiến tăng lượng CO<sub>2</sub> trong khí quyển do mất lưu trữ carbon. Việc mất rừng có thể dẫn đến thay đổi trong mô hình gió và sự biến đổi trong mức nhiệt độ và lượng mưa, ảnh hưởng đến khí hậu của vùng đó (WMO, 2023).

#### 2.4. Tần suất thiên tai

Thiên tai là hiện tượng tự nhiên bất thường có thể xảy ra gây thiệt hại về người, tài sản, môi trường, điều kiện sống và các hoạt động kinh tế - xã hội, bao gồm: Bão, lũ lụt, động đất, sóng thần, hạn hán, mưa đá, sạt lở... (IPCC, 2023). Thiên tai là biểu hiện điển hình của biến đổi khí hậu. Những hiện tượng khí hậu cực đoan như mưa lớn, nắng nóng, rét đậm, rét hại, hạn hán, hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới có xu hướng biến đổi cả tần suất, cường độ và mức độ thiệt hại. Nghiên cứu về tần suất thiên tai, giúp việc đánh giá về mức độ biến đổi khí hậu được chính xác và hiệu quả (WMO, 2023).

#### 2.5. Đề xuất chỉ số gộp đánh giá chung về chất lượng môi trường

Để đánh giá chất lượng môi trường một cách tổng hợp, bốn chỉ số bao gồm lượng phát thải khí nhà kính, nhiệt độ bề mặt trung bình, diện tích rừng sử dụng và tần suất thiên tai đều cần được đưa vào để xem xét.

Về phương pháp thu thập dữ liệu, dữ liệu về các biến trong bài được thu thập từ các nguồn chính thống bao gồm IMF, WDI và UNDP. Sau đó, dữ liệu được xử lý sơ bộ bằng phần mềm Excel. Bên cạnh đó, một số hình, biểu đồ minh họa được dùng để phân tích trong bài cũng được thiết kế bằng Excel. Số liệu được xử lý qua phần mềm phân tích dữ liệu STATA.

Phương pháp Phân tích thành phần chính (Principal Components Analysis - PCA) được sử dụng để đo lường chỉ số biến đổi

khí hậu dựa trên dữ liệu về bốn chỉ số bao gồm diện tích rừng đã sử dụng, thay đổi nhiệt độ bề mặt trung bình hàng năm, số lượng thiên tai liên quan đến khí hậu và lượng phát thải nhà kính.

Để thực hiện phương pháp PCA bao gồm sáu bước chính, từ bước đầu tiên là chuẩn bị dữ liệu, sau đó là tính toán ma trận hiệp phương sai, tiếp theo là tính toán các thành phần chính, rồi tiến hành xếp hạng các thành phần chính và sau cùng là biến đổi dữ liệu.

Cụ thể, chuẩn bị dữ liệu là bước giúp loại bỏ các giá trị thiếu của dữ liệu và đảm bảo tính chuẩn hoá. Tiếp theo, bước thứ hai giúp mô tả mức độ biến thiên và sự tương quan giữa các biến. Ở bước thứ ba, PCA sẽ tính ra các thành phần chính của mỗi biến, mỗi thành phần này là một tổ hợp tuyến tính của biến gốc. Sau đó, các thành phần chính được sắp xếp theo phương sai giảm dần, thành phần chính đầu tiên là thành phần chứa tác động lớn nhất tới dữ liệu. Kế tiếp, sẽ có một số thành phần chính được chọn để giữ lại nhằm giảm chiều dữ liệu, thành phần chính này vẫn sẽ đủ để bảo toàn thông tin quan trọng. Cuối cùng, từ những dữ liệu gốc, PCA sẽ giúp tạo ra biến mới dựa trên các thành phần chính đã chọn.

Tuy nhiên, để thực hiện được phương pháp PCA cần phải thực hiện kiểm định Kaiser - Mayer - Olkin (KMO) và kiểm định Bartlett nhằm đánh giá tính phù hợp, của dữ liệu cho việc phân tích thành phần chính. Kiểm định KMO sẽ đưa ra một giá trị KMO nằm trong khoảng từ 0 đến 1, giá trị càng cao thì dữ liệu sẽ càng phù hợp. Hutcheson và Sofroniou (1999) đã đề xuất các ngưỡng giá trị KMO như sau:

- $KMO \geq 0,5$ : Mức chấp nhận tối thiểu
- $0,5 < KMO \leq 0,7$ : Bình thường
- $0,7 < KMO \leq 0,8$ : Tốt
- $0,8 < KMO \leq 0,9$ : Rất tốt
- $KMO > 0,9$ : Xuất sắc



Kiểm định Bartlett là một kiểm định xem xét có mối tương quan giữa các biến tham gia vào PCA. Kiểm định Bartlett kiểm tra giả thiết ma trận hiệp phương là ma trận đơn vị, tức là tất cả các biến không tương quan với nhau. Nó hoạt động theo nguyên tắc so sánh ma trận hiệp phương sai thực tế với một ma trận đơn vị lý thuyết. Nếu ma trận hiệp phương sai thực tế không giống với ma trận đơn vị lý thuyết, điều này ngụ ý rằng các biến trong dữ liệu có tương quan với nhau và phù hợp cho việc thực hiện phân tích PCA. Kiểm định bao gồm hai giả thuyết thống kê sau đây:

*H0: Không có mối tương quan giữa các biến quan sát*

*H1: Có mối tương quan giữa các biến quan sát*

Nếu hệ số sig của kiểm định Bartlett nhỏ hơn 0,05 thì giả thuyết H0 sẽ bị bác bỏ và kết luận các biến tham gia vào phân tích nhân tố có sự tương quan với nhau và ngược lại.

Sau khi vượt qua hai kiểm định KMO và kiểm định Bartlett thì dữ liệu hoàn toàn phù hợp cho việc phân tích thành phần chính.

### **3. Đánh giá chất lượng môi trường ở các quốc gia châu Á bằng bộ chỉ số đề xuất**

Châu Á - lục địa đông dân số nhất thế giới đang phải đối mặt với nhiều hiện tượng thời tiết khắc nghiệt, cùng với đó là những ảnh hưởng khác của tình trạng biến đổi khí hậu gây ảnh hưởng đến hệ sinh thái khu vực (WMO, 2023).

#### **3.1. Lượng phát thải khí nhà kính đáng báo động**

Trong khoảng mười năm trở lại đây, lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu luôn duy trì ở mức trên 50 triệu tấn mỗi năm (EDGAR, 2023). Đặc biệt, lượng lớn khí nhà kính đến từ các quốc gia đang phát triển tại châu Á, trong đó, đứng đầu là Trung Quốc với lượng khí phát thải đạt hơn 15 triệu tấn, chiếm 30% lượng khí phát thải toàn cầu.

Trên thực tế, tại các quốc gia đang phát triển, năng lượng hóa thạch vẫn được coi là nguồn nhiên liệu chính phục vụ cho các hoạt động của con người từ sinh hoạt cho tới phát triển kinh tế. Châu Á là khu vực có trữ lượng khổng lồ các nguồn nhiên liệu này. Theo Our World in Data (2024), trong năm 2022, lượng phát thải khí nhà kính tại khu vực châu Á có nhiều biến động đáng chú ý. Một số quốc gia như Nhật Bản, Lào, Campuchia, Hàn Quốc, và Việt Nam đã ghi nhận sự giảm nhẹ từ 1 - 5% trong lượng khí phát thải. Trung Quốc cũng đạt được kết quả tích cực khi chỉ tăng nhẹ khoảng 1% lượng CO<sub>2</sub> phát thải, cho thấy nỗ lực kiểm soát khí thải. Tuy nhiên, các quốc gia khác như Ấn Độ, Indonesia, Malaysia, Philippines, và Thái Lan lại ghi nhận mức tăng đáng kể, đặc biệt là Ấn Độ với mức tăng lên tới 10%.

#### **3.2. Nhiệt độ bề mặt bất thường**

Nhiệt độ bề mặt tăng cao tại châu Á gây ra sự lo ngại về nhiệt đới và nóng bức. Vào năm 2022, nhiệt độ trung bình ước tính trên toàn châu Á cao hơn 0,73°C so với mức trung bình giai đoạn 1991 - 2020, khiến năm 2022 trở thành năm có nhiệt độ trung bình cao thứ hai được ghi nhận trong thời gian qua (WMO, 2023). Xu hướng nóng lên của châu Á đã vượt mức trung bình toàn cầu (IPCC, 2021). Nhiệt độ không khí ở độ cao 2m so với mặt đất tại châu Á vào năm 2022 có sự bất thường so với mức trung bình dài hạn của giai đoạn 1991 - 2020. Nhiệt độ tăng cao nhất lên hơn 2°C so với trung bình và thấp nhất là hơn 0,5°C. Tuy nhiên, sự gia tăng này không đồng đều, chỉ được ghi nhận tại phía bắc Siberia, phía bắc Trung Đông, Trung Á, và các khu vực phía Tây ven biển Trung Quốc.

Ngoài ra, phân tích từ các tổ chức như Berkeley Earth, ERA-5, GISTEMP (NASA), HadCRUT5, JRA-55 và NOAA Global Temp cho thấy sự thay đổi nhiệt độ bề mặt của châu Á giữa các tổ chức không có sự chênh lệch lớn (GISTEMP, 2023).



Theo thời gian, chênh lệch nhiệt độ tăng dần và vượt ngưỡng 0 vào cuối thế kỷ XX. Hiện tại, mức chênh lệch nhiệt độ so với trung bình tại châu Á được ghi nhận xấp xỉ  $0,7^{\circ}\text{C}$  (WMO, 2023).

Trong giai đoạn nghiên cứu, nhiệt độ bề mặt của các quốc gia đang phát triển tại châu Á cũng có xu hướng tăng, khi so sánh với nhiệt độ cơ sở giai đoạn 1951 - 1980. Theo số liệu từ IMF, nhiệt độ thay đổi thấp nhất vào năm 1990 là  $-0,73^{\circ}\text{C}$  tại Đông Timor và cao nhất vào năm 2007 với  $2,73^{\circ}\text{C}$  tại Mông Cổ. Từ năm 1990 đến 2015, mức thay đổi dao động trong khoảng  $0^{\circ}\text{C}$  đến  $1^{\circ}\text{C}$ , và từ năm 2015 trở đi, con số này tăng lên từ  $0,5^{\circ}\text{C}$  đến  $2^{\circ}\text{C}$ . Những xu hướng này cho thấy trong tương lai, nhiệt độ bề mặt tại các quốc gia đang phát triển châu Á dự kiến sẽ tiếp tục tăng (IMF, 2023).

### 3.3. Diện tích rừng tự nhiên bị thu hẹp

Dù các tổ chức, quốc gia trên toàn thế giới đã đề xuất những giải pháp nhằm tái tạo lại diện tích rừng tự nhiên đã bị mất đi nhưng tình trạng sa mạc hóa vẫn không có dấu hiệu được cải thiện. Trong khoảng thời gian từ 2010 đến 2020, diện tích rừng bị thu hẹp toàn cầu mỗi năm đạt 4,7 triệu héc-ta (GFRA, 2020). Các quốc gia đang phát triển là khu vực có diện tích rừng tự nhiên giảm mạnh nhất, điển hình như là Ấn Độ hay Campuchia. Theo Our World in Data (2024), sự chênh lệch giữa diện tích rừng tăng lên và diện tích rừng giảm đi mỗi năm ở châu Á là rất đáng kể. Năm 2020, Indonesia và Myanmar lần lượt ghi nhận sự thu hẹp về diện tích rừng là 0,78% và 0,96%. Trong khi đó tại Campuchia, con số đạt tới 2,68%, một con số đáng báo động cho thấy càng là các quốc gia đang phát triển thì việc khai thác rừng để phục vụ cho đời sống của con người càng lớn, bất chấp các cảnh báo về tình trạng phức tạp của biến đổi khí hậu.

### 3.4. Tần suất thiên tai dày đặc

Khi xem xét đến thực trạng BĐKH, việc đo lường lượng mưa trung bình cũng là điều

cần quan tâm. Năm 2022, Iraq, hạ lưu sông Hằng, bán đảo Triều Tiên và Nhật Bản là những địa điểm ghi nhận lượng mưa ít hơn trung bình. Trong khi đó, phía nam Pakistan, Ấn Độ, Đông Nam Á và phía Đông Bắc Trung Quốc ghi nhận lượng mưa rất lớn, chênh lệch khoảng 400 - 500mm so với mức trung bình. Do ảnh hưởng của thảm họa lũ lụt vào tháng 7 và tháng 8/2022 nên lượng mưa tại Pakistan tăng bất bình thường. Trong đa số các khu vực của châu Á, lượng mưa cao hơn trung bình khoảng 100 - 200mm do ảnh hưởng của ENSO, đặc biệt là của La Niña với lượng mưa cao hơn bình thường tại Nam Á (TTXVN, 2023).

Hiện tượng El Niño và La Niña là hai giai đoạn đối nghịch của hiện tượng tự nhiên ENSO (El Niño - South Oscillation). El Niño xảy ra khi nước biển ở phía đông Thái Bình Dương ấm hơn bình thường, ngược lại, La Niña xảy ra khi nước biển lạnh hơn bình thường. Hai hiện tượng này có thể gây ra mưa, hạn hán, lũ lụt, siêu bão lớn trên khắp thế giới, gây ảnh hưởng đến con người và nền kinh tế (IMF, 2022). Tại châu Á, El Niño thường gây ra hạn hán tại miền Trung và miền Nam của Ấn Độ, Đông Nam Á. Đặc biệt, tại Việt Nam, trong điều kiện El Niño, bão và áp thấp nhiệt đới xuất hiện nhiều hơn, mùa đông kết thúc sớm hơn bình thường, lượng mưa bị thâm hụt, tăng độ mặn của mực nước biển, giảm sản lượng thủy điện, gây nhiều thiệt hại.

Tiếp theo, phân tích về mực nước biển dâng là một phần quan trọng trong việc đánh giá về tác động và tình trạng BĐKH (IPCC, 2021).

Sự ấm lên của nhiệt độ khiến các tảng băng, sông băng tan chảy và làm mực nước biển dâng cao hơn theo thời gian. Hiện tại, mực nước biển trung bình toàn cầu tăng với tốc độ  $4,6\text{mm}/\text{năm}$  trong giai đoạn 2013 - 2022. Tuy nhiên, mực nước biển dâng không tăng đồng đều ở mọi khu vực do có sự khác biệt về nhiệt độ cũng như độ mặn



của nước biển. Mức nước biển dâng trung bình toàn cầu (GMSL) trong giai đoạn 1993 - 2022 là 3,4mm/ năm, tại châu Á, hầu hết các khu vực đều có mức nước biển dâng cao hơn mức trung bình này. Đặc biệt, phía đông bắc Ấn Độ Dương và phía tây Thái Bình Dương ghi nhận mức dâng hơn 4mm/ năm.

Tổ chức Khí tượng thế giới cho biết châu Á là lục địa bị ảnh hưởng nặng nề nhất bởi thiên tai trên thế giới. Cụ thể, trong năm 2022, xuất hiện 80 thảm họa tự nhiên tại châu lục này gây ảnh hưởng tới hơn 50 triệu người và khiến 5000 người tử vong. Lũ lụt gây thiệt hại nền kinh tế Trung Quốc 7,6 tỷ USD. 14% dân số của Pakistan bị ảnh hưởng bởi thảm họa mưa lũ tháng 7-8 năm 2022 và quốc gia này bị thiệt hại kinh tế 15 tỷ USD. Lĩnh vực nông nghiệp được ghi nhận là lĩnh vực bị ảnh hưởng nhiều nhất bởi hạn hán, bão nhiệt đới, lũ lụt (IMF, 2022).

Vì vậy, có thể kết luận rằng tần suất thiên tai liên quan tới khí hậu tại 23 quốc gia đang phát triển châu Á có xu hướng tăng trong thời gian qua. Những thiên tai được IMF nhắc tới gồm: hạn hán, nhiệt độ khắc nghiệt, lũ lụt, sạt lở đất, bão, cháy rừng. Trước năm 2000, những thiên tai xảy ra do ảnh hưởng của BĐKH chỉ rơi vào khoảng 55 - 73 thiên tai trong mỗi năm. Tuy nhiên, vào những năm 2000 trở đi, số lượng thiên tai ghi nhận cao hơn rất nhiều, đỉnh điểm lên tới 122 thiên tai xảy ra trong năm 2006. Đa phần trong khoảng thời gian này, số lượng thiên tai xuất hiện khoảng 98 đến hơn 100 thiên tai mỗi năm. Nhưng thiên tai không xảy ra ở tất cả 23 quốc gia này mà chỉ tập trung tại một số quốc gia như: Trung Quốc, Ấn Độ, Philippines, Việt Nam, Indonesia với nguyên nhân chủ yếu do vị trí địa lý của các quốc gia này dễ bị ảnh hưởng bởi biển Đông hoặc Thái Bình Dương.

Tóm lại, qua việc tìm hiểu sự chênh lệch nhiệt độ, sự bất thường về lượng mưa, chênh lệch mực nước biển cũng như tần suất xuất hiện của những thiên tai liên quan

đến khí hậu của châu Á nói chung và các quốc gia đang phát triển châu Á nói riêng, có thể kết luận rằng châu lục này đang chịu những tác động tiêu cực của BĐKH. Điều này gây ra sự suy giảm trong hệ sinh thái môi trường, thiệt hại về kinh tế lớn cũng như ảnh hưởng đến đời sống và sức khỏe của con người tại lục địa này. Trước thực trạng BĐKH ngày càng trầm trọng, châu Á cần có những biện pháp quyết liệt và hợp tác để thích ứng và giảm thiểu tác động tiềm năng do châu lục này đang đối mặt với một trong những thách thức lớn nhất của thế kỷ XXI, và để giải quyết được nó đòi hỏi sự hợp tác của tất cả các bên trong và ngoài khu vực.

### ***3.5. Đánh giá chất lượng môi trường bằng chỉ số biến đổi khí hậu - minh họa cho trường hợp các quốc gia đang phát triển châu Á***

Dựa trên bốn chỉ số là diện tích rừng khai thác, thay đổi nhiệt độ bề mặt trung bình hàng năm, số lượng thiên tai liên quan khí hậu và lượng phát thải khí nhà kính, tác giả thực hiện đo lường chỉ số biến đổi khí hậu bằng phương pháp PCA. Tích của giá trị từng chỉ số và trọng số tương ứng cho ra kết quả điểm số toàn diện của mỗi quốc gia. Chỉ số dương càng cao chứng tỏ mức độ biến đổi khí hậu càng lớn và theo hướng chất lượng môi trường bị ảnh hưởng càng mạnh. Ngược lại, chỉ số âm và nhỏ chứng tỏ mức độ biến đổi khí hậu càng nhỏ và theo hướng môi trường được phục hồi về chất lượng. Quy trình cần thực hiện kiểm định Kaiser - Meyer - Olkin (KMO) kiểm định Bartlett dùng để xem xét sự thích hợp của việc phân tích nhân tố. Tiếp theo, phương pháp xoay phương sai cực đại được áp dụng, từ đó trích ra các nhân tố có trị số Eigenvalue (giá trị riêng) lớn hơn 1. Bước cuối cùng của quy trình là ước lượng các nhân tố đã được trích ra trước đó để có được chỉ số BĐKH - chỉ số gộp đánh giá chất lượng môi trường.



Đối với mẫu nghiên cứu của 23 quốc gia đang phát triển châu Á trong giai đoạn nghiên cứu, kết quả kiểm định Bartlett cho thấy hệ số sig = 0,000 < 0,05 cho thấy các

biến quan sát có mối tương quan với nhau trong tổng thể. Kiểm định KMO cho kết quả trị số KMO = 0,555 > 0,5, do đó việc phân tích nhân tố có ý nghĩa, chi tiết xem Bảng 1.

**Bảng 1:** Kết quả kiểm định Barlett và kiểm định KMO

|                                                     |   |         |
|-----------------------------------------------------|---|---------|
| Xác định của ma trận tương quan                     |   |         |
| Det                                                 | = | 0,401   |
| Kiểm tra tính cầu của Bartlett =                    |   |         |
| Thống kê Chi - bình phương                          | = | 632,625 |
| Bậc tự do                                           | = | 6       |
| p - value                                           | = | 0,000   |
| H0: Các biến không tương quan với nhau              |   |         |
| Kaiser - Meyer - Olkin đo lường tính đầy đủ của mẫu |   |         |
| KMO                                                 | = | 0,555   |

*Nguồn:* Tác giả tính toán từ STATA.

Sử dụng phương pháp xoay phương sai cực đại thu được ba thành phần chính có trị

số Eigenvalue lớn hơn 1, với phần trăm phương sai trích tương đương gần 90%.

**Bảng 2:** Kết quả tổng phương sai trích các nhân tố trong phân tích thành phần chính

|                                 |               |                      |        |          |
|---------------------------------|---------------|----------------------|--------|----------|
| Thành phần chính/tương quan     |               | Số quan sát          | =      | 695      |
|                                 |               | Số chỉ số thành phần | =      | 4        |
|                                 |               | Hàm Trace            | =      | 4        |
| Phép quay: (không quay = chính) |               | Hệ số tương quan     | =      | 1,0000   |
| Thành phần                      | Giá trị riêng | Chênh lệch           | Tỷ lệ  | Tích lũy |
| Thành phần 1                    | 1,5477        | 0,516123             | 0,3869 | 0,3869   |
| Thành phần 2                    | 1,03158       | 0,0248421            | 0,2579 | 0,6448   |
| Thành phần 3                    | 1,00673       | 0,592471             | 0,2517 | 0,8965   |
| Thành phần 4                    | 0,413993      | .                    | 0,1035 | 1,0000   |

*Nguồn:* Tác giả tính toán từ STATA.

Kết quả tính toán thể hiện ở Bảng 2 cho thấy, đóng góp lớn nhất vào biến đổi khí hậu ở các quốc gia đang phát triển châu Á là *Diện tích rừng tự nhiên bị khai thác* (chiếm 38,7%), đóng góp khá quan trọng và tương đối ngang nhau tiếp theo là *Thay đổi nhiệt độ trung bình bề mặt hàng năm* và *Tần suất thiên tai liên quan tới khí hậu* (lần lượt đóng góp 25,8% và 25%). Dù được coi là tác nhân chính gây ra biến đổi khí hậu nhưng *Lượng phát thải khí nhà kính* lại chỉ đóng góp

10,5% vào biến đổi khí hậu chung của các quốc gia đang phát triển châu Á. Điều này có thể được giải thích bởi khí nhà kính là nguyên nhân sâu xa, cần có thời gian để có thể gây ra những tác động đến chất lượng môi trường. Ngược lại, thu hẹp rừng, nhiệt độ bất thường hay thiên tai liên miên lại trực tiếp thể hiện sự nghiêm trọng của tình trạng biến đổi khí hậu mà toàn thế giới nói chung và 23 quốc gia đang phát triển tại châu Á nói riêng phải đối mặt. Nói cách



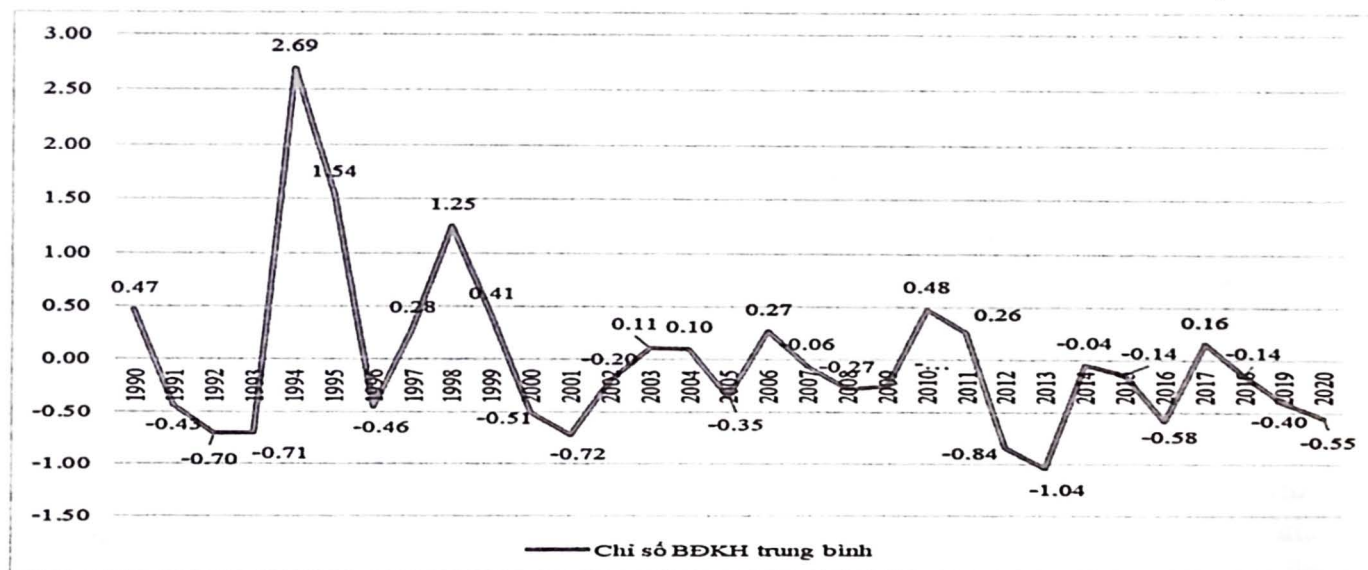
khác, ba chỉ số diện tích rừng khai thác, thay đổi nhiệt độ trung bình năm và tần suất thiên tai cho thấy hiệu quả đáng kể trong việc đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường.

Hình 1 cho thấy sự thay đổi đa dạng của chỉ số biến đổi khí hậu trung bình tại 23 quốc gia đang phát triển châu Á trong giai đoạn nghiên cứu. Mức độ âm dương dao động mạnh và có thay đổi đáng kể qua các năm. Năm 1994 ghi nhận sự tăng lên đột ngột của chỉ số biến đổi khí hậu với 2,69 điểm. Trong khi đó, năm 2012 và 2013 ghi nhận sự giảm sâu của chỉ số này với lần lượt là -0,84 và -1,04 điểm. Các năm 1995,

1998 cũng ghi nhận chỉ số này ở mức dương cao với 1,54 điểm và 1,25 điểm. Sự tăng cao vào thời gian 1994, 1995 và 1998 có thể do hoạt động công nghiệp của con người đã tăng mạnh trong khoảng thời gian đó. Năm 2019 và 2020 cũng ghi nhận sự suy giảm mạnh của chỉ số khi đây là hai năm diễn ra đại dịch Covid-19, làm giảm phần lớn các hoạt động khai thác của con người và giúp trái đất có thời gian tự phục hồi. Nhìn chung, sự biến động đa dạng của biến đổi khí hậu cho thấy thách thức cũng như cơ hội mà các quốc gia đang phát triển châu Á này phải đối mặt.

**Hình 1:** Chỉ số biến đổi khí hậu trung bình của 23 quốc gia đang phát triển châu Á giai đoạn 1990 - 2020

Đơn vị: Điểm



*Nguồn: Tác giả tổng hợp.*

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã có đóng góp quan trọng trong việc đề xuất phương pháp PCA để tính toán chỉ số gộp đo lường chất lượng môi trường khi môi trường bị ảnh hưởng không bởi các yếu tố đơn lẻ mà bởi một tập hợp nhiều yếu tố khác nhau. Nghiên cứu nhấn mạnh sự cấp thiết trong việc bảo vệ môi trường và đối phó với biến đổi khí hậu, đặc biệt chỉ ra trong phân tích chuyên sâu ở các quốc gia đang phát triển châu Á. Việc xây

dựng một bộ chỉ số đánh giá chất lượng môi trường toàn diện đã chứng minh tính hiệu quả trong việc đo lường và phân tích các yếu tố quan trọng như diện tích rừng tự nhiên bị khai thác, thay đổi nhiệt độ trung bình và tần suất thiên tai. Dù vậy, lượng phát thải khí nhà kính lại chưa cho thấy tính phù hợp trong việc đánh giá tình trạng chất lượng môi trường vì tác động từ khí nhà kính là gián tiếp. Tuy nhiên, kết quả vẫn khẳng định những tác động nghiêm trọng từ các hoạt



động công nghiệp hóa, đô thị hóa không bền vững và khai thác tài nguyên thiên nhiên quá mức, đòi hỏi các biện pháp cấp thiết để kiểm soát và giảm thiểu thiệt hại.

*Thứ nhất*, cần tăng cường các chính sách khuyến khích năng lượng tái tạo, đồng thời giảm thiểu sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Việc giảm sự phụ thuộc vào năng lượng hóa thạch là điều cấp thiết để giảm lượng khí nhà kính. Chính phủ các quốc gia cần thiết lập chính sách hỗ trợ tài chính cho các dự án năng lượng gió, mặt trời và sinh học. Ngoài ra, việc ban hành các ưu đãi thuế cho các doanh nghiệp chuyển đổi sang công nghệ năng lượng tái tạo sẽ thúc đẩy quá trình chuyển đổi này một cách nhanh chóng và hiệu quả hơn.

*Thứ hai*, các quốc gia cần thực hiện các biện pháp bảo vệ rừng, như quản lý và tái trồng rừng, nhằm giảm thiểu phát thải CO<sub>2</sub> và duy trì đa dạng sinh học. Rừng đóng vai trò quan trọng trong việc hấp thụ CO<sub>2</sub> và bảo vệ đa dạng sinh học. Các chính sách cần tập trung vào quản lý bền vững tài nguyên rừng, bao gồm cấm khai thác gỗ trái phép và thực hiện các chương trình trồng rừng mới. Ngoài ra, việc hợp tác với các tổ chức quốc tế để nhận hỗ trợ kỹ thuật và tài chính cho các dự án tái tạo rừng cũng sẽ giúp nâng cao hiệu quả bảo vệ môi trường và kiểm soát khí thải.

*Thứ ba*, các chương trình đầu tư vào cơ sở hạ tầng bền vững và sử dụng công nghệ xanh trong sản xuất và phát triển đô thị cũng cần được ưu tiên. Việc xây dựng cơ sở hạ tầng xanh không chỉ giúp giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu mà còn tăng cường khả năng chống chịu của các khu vực đô thị. Các quốc gia cần ưu tiên phát triển giao thông công cộng thân thiện với môi

trường, các công trình xây dựng tiết kiệm năng lượng, và áp dụng công nghệ xử lý chất thải hiện đại. Đặc biệt, các chính sách hỗ trợ doanh nghiệp nghiên cứu và ứng dụng công nghệ xanh sẽ là đòn bẩy quan trọng để đạt được mục tiêu phát triển bền vững.

*Cuối cùng*, cần thúc đẩy hợp tác quốc tế và xây dựng cơ chế giám sát minh bạch. Để đảm bảo tính chính xác và minh bạch trong việc đo lường phát thải và theo dõi biến đổi môi trường, chính phủ các quốc gia cần hợp tác chặt chẽ với các tổ chức quốc tế như Liên hợp quốc, Ngân hàng Thế giới và các tổ chức phi chính phủ chuyên về môi trường. Các cơ chế này bao gồm việc thiết lập hệ thống theo dõi chung, thu thập dữ liệu đồng bộ, và tiêu chuẩn hóa các phương pháp đo lường. Điều này giúp tăng cường trách nhiệm, minh bạch và tạo điều kiện cho các quốc gia cùng chia sẻ dữ liệu, nguồn lực và kiến thức kỹ thuật. Đồng thời, các chương trình đánh giá định kỳ và công bố công khai số liệu phát thải cũng là cách thức hiệu quả để tạo áp lực cho các quốc gia trong việc đạt được cam kết về môi trường.

Dù vậy, nghiên cứu vẫn còn tồn tại những hạn chế. Nghiên cứu mới chỉ tập trung vào 4 chỉ số chính có tác động trực tiếp tới biến đổi khí hậu là diện tích rừng sử dụng, thay đổi nhiệt độ bề mặt trung bình hàng năm, số lượng thiên tai liên quan tới khí hậu và lượng phát thải khí nhà kính. Các chỉ số có tác động gián tiếp như đa dạng sinh học, lượng rác thải nhựa hàng năm... vẫn chưa được đề cập tới. Bên cạnh đó, các nghiên cứu trong tương lai có thể chuyển hướng sang các đối tượng khác là các quốc gia phát triển hoặc các khu vực khác để thấy được bức tranh toàn cảnh về biến đổi khí hậu toàn cầu♦



### Tài liệu tham khảo:

1. Abidoye, B.O., Odusola, A.F. (2015), "Climate Change and Economic Growth in Africa: An Econometric Analysis," *Journal of African Economies*, Oxford University Press (OUP), Vol. 24 No. 2, pp. 277–301.
2. Acaroğlu, H., Güllü, M. (2022), "Climate change caused by renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: A time series ARDL analysis for Turkey," *Renewable Energy*, Elsevier BV, Vol. 193, pp. 434–447.
3. Al-Mulali, U., Gholipour, H.F., Solarin, S.A. (2021), "Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis: does government effectiveness matter? Evidence from 170 countries," *Environment, Development and Sustainability*, SpringerLink, available at: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01962-4>.
4. Bekun, F.V., Yalçiner, K., Etokakpan, M.U., Alola, A.A. (2020), "Renewed evidence of environmental sustainability from globalization and energy consumption over economic growth in China," *Environmental Science and Pollution Research*, SpringerLink, available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08866-2>.
5. Berkeley Earth (2023), "Temperature Anomalies in Asia," Berkeley Earth.
6. EDGAR. (2023), "EDGAR v7.0 – Fossil CO2 emissions of all world countries," European Commission, available at: <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report>.
7. GISTEMP (2023), "Global Temperature Report 2023," NASA.
8. IMF. (2022), "World Economic Outlook Database, April 2022," available at: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/April>.
9. IPCC. (2021), "Climate Change 2021: The Physical Science Basis," IPCC, available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1>.
10. IPCC. (2023), "AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability," IPCC, available at: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii>.
11. Ma, Q. (1998), "NASA GISS: Science Briefs: Greenhouse Gases: Refining the Role of Carbon Dioxide," NASA GISS.
12. Sarkodie, S.A., Adams, S., Leirvik, T. (2020), "Foreign direct investment and renewable energy in climate change mitigation: Does governance matter?" *Journal of Cleaner Production*, Elsevier BV, Vol. 263, p. 121262.
13. TTXVN. (2023), "El Niño, La Niña và ENSO khác nhau thế nào?" *Báo Dân Tộc và Phát Triển*, available at: <https://baodantoc.vn/news-1689559823300.htm>.
14. WMO. (2023), "State of the Climate in Asia 2022," *World Meteorological Organization*, available at: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate/Asia-2022>.

### Thông tin tác giả:

PGS. TS. TỪ THUÝ ANH *Trường Đại học Ngoại thương*  
 TS. CHU THỊ MAI PHƯƠNG  
 Email: [maiphuongchu@ftu.edu.vn](mailto:maiphuongchu@ftu.edu.vn)