

ẢNH HƯỞNG CỦA KHÍ NHÀ KÍNH PHÁT THẢI TỪ NGÀNH AFOLU ĐẾN SỰ ẤM LÊN TOÀN CẦU

Hồ Trọng Phúc¹, Nguyễn Văn Toàn¹

Ngày nhận bài: 10/04/2023

Ngày nhận bản sửa: 05/05/2023

Ngày duyệt đăng: 26/06/2023

Tóm tắt: Sự ấm lên toàn cầu dẫn đến biến đổi khí hậu đang gây ra những tác động tiêu cực đến đời sống và hoạt động sản xuất của con người. Sự ấm lên toàn cầu là do sự gia tăng nồng độ khí nhà kính phát thải từ các hoạt động của con người, trong đó có ngành nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất khác (AFOLU). Nghiên cứu này ước lượng sự tác động của khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU đến sự ấm lên toàn cầu sử dụng phương pháp hồi quy OLS. Kết quả cho thấy lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU có tác động dương đáng kể đến sự ấm lên toàn cầu, có nghĩa rằng ngành AFOLU có vai trò quan trọng trong việc kiểm soát sự ấm lên toàn cầu thông qua chương trình giảm phát thải khí nhà kính. Nghiên cứu đã tổng hợp và đề xuất một số giải pháp nhằm giảm thiểu phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU như áp dụng kỹ thuật canh tác lúa tưới ướt khô xen kẽ, giảm sử dụng phân bón hóa học, chuyển đất trồng lúa năng suất thấp sang trồng rau màu, sử dụng men tiêu hóa trong thức ăn chăn nuôi và phát triển mô hình hầm Biogas để xử lý phân trong chăn nuôi, bảo vệ và tăng diện tích trồng rừng.

Từ khóa: Khí nhà kính; Sự ấm lên toàn cầu; Hồi quy OLS; Nông nghiệp; Lâm nghiệp.

1. Đặt vấn đề

Sự ấm lên toàn cầu là hiện tượng nhiệt độ trung bình của không khí trên bề mặt Trái Đất tăng lên theo các quan sát trong các thập kỷ gần đây (NOAA, 2022). Sự ấm lên toàn cầu gây ra sự biến đổi khí hậu, ảnh hưởng tiêu cực đến đời sống và hoạt động sản xuất của con người. Theo IPCC (1992) nguyên nhân gây ra sự ấm lên toàn cầu là do sự gia tăng nồng độ khí nhà kính phát thải từ hoạt động của con người, trong đó có ba loại khí chính, bao gồm khí mê-tan (CH_4), khí nitơ oxit (N_2O) và khí cacbonic (CO_2). Nguồn phát thải khí nhà kính được phân theo năm nhóm ngành chính, gồm có hệ thống năng lượng, công nghiệp, xây dựng, giao thông, và nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất khác (AFOLU) (IPCC, 2014, 2019; Lamb & cs., 2021). Số liệu quan sát cho thấy,

¹Trường Đại học Kinh tế, Đại học Huế, email: htphuc@hueuni.edu.vn

hiệt độ trung bình của không khí trên bề mặt Trái Đất tăng khoảng $0.3 - 0.6^{\circ}\text{C}$ cuối thế kỷ 19 (IPCC, 1995), tăng lên 0.87°C (với khoảng $0.75^{\circ}\text{C} - 0.99^{\circ}\text{C}$) trong thập kỷ 2006–2015, và được dự báo tiếp tục tăng ở mức 0.2°C (với khoảng $0.1^{\circ}\text{C} - 0.3^{\circ}\text{C}$) cho mỗi thập kỷ do sự phát thải khí nhà kính (IPCC, 2022). Để kiểm soát sự ấm lên toàn cầu, IPCC (2022) tiến hành đánh giá, dự báo mức độ tác động của biến đổi khí hậu và thảo luận về chiến lược cắt giảm phát thải khí nhà kính trước năm 2030 để duy trì sự ấm lên toàn cầu ở mức 1.5°C cho các thập kỷ tới.

Ngành AFOLU được xác định có vai trò quan trọng trong chiến lược cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính bởi vì nó vừa là nguồn phát thải vừa có khả năng hấp thụ khí nhà kính (Liu & cs., 2019; Kwon & cs., 2021; Ly & cs., 2022). Khí nhà kính phát thải trong ngành AFOLU chủ yếu gồm khí CH_4 , N_2O và CO_2 . Theo số liệu thống kê năm 2018, lượng khí nhà kính phát thải của ngành AFOLU chiếm 21% tổng lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu, xếp thứ ba sau ngành hệ thống năng lượng (36%) và ngành công nghiệp (24%), nhưng cao hơn tổng lượng phát thải của hai ngành giao thông (14%) và xây dựng (6%) (Lamb & cs., 2021). Lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU dự báo tiếp tục tăng do nhu cầu về sản phẩm nông nghiệp tăng lên do sự gia tăng dân số, tăng lượng calo bình quân đầu người và thay đổi sở thích ăn uống (Beach & cs., 2008). Tuy nhiên, Beach & cs. (2008) cũng chỉ ra rằng ngành AFOLU có cơ hội để cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính với chi phí cơ hội thấp.

Đã có một số nghiên cứu về vai trò của ngành AFOLU trong chiến lược cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính (Beach & cs., 2008; Pant, 2009; Alig, 2011; Tubiello & cs., 2015; Blandford & Hassapoyannes, 2018; Tubiello & cs., 2021). Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào ước lượng mối liên hệ giữa lượng khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU đến sự ấm lên toàn cầu. Để hiểu rõ vai trò của ngành AFOLU trong chiến lược kiểm soát sự ấm lên toàn cầu ở mức 1.5°C cho các thập kỷ tới, nghiên cứu này tiến hành ước lượng sự ảnh hưởng của khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU đến sự thay đổi nhiệt độ trung bình của không khí trên bề mặt Trái Đất sử dụng bộ dữ liệu giai đoạn 1990–2018.

Nghiên cứu này có hai đóng góp chính: (1) Về mặt phương pháp luận, đây là nghiên cứu đầu tiên tiến hành lượng hóa mức độ ảnh hưởng của khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU đến sự ấm lên toàn cầu (sự thay đổi nhiệt độ trên bề mặt Trái Đất). Qua đó xác định được vai trò của ngành AFOLU trong việc kiểm soát sự tăng nhiệt độ trung bình của bề mặt Trái Đất thông qua việc cắt giảm lượng khí nhà kính phát thải từ ngành này. (2) Về mặt thực tiễn, kết quả ước lượng mô hình và các giải pháp đề xuất là tài liệu tham khảo cho các nhà hoạch định chính sách về môi trường và ngành AFOLU có cái nhìn tổng quan về vị trí, vai trò của ngành AFOLU và chiến lược cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính, từ đó xây dựng các chương trình hành động phù hợp và hiệu quả.

2. Tổng quan tài liệu

Sự ấm lên toàn cầu và biến đổi khí hậu là vấn đề nóng, mang tính toàn cầu, đã và đang nhận được sự quan tâm của các quốc gia, nhà hoạch định chính sách và nhà nghiên cứu, do phạm vi và mức độ ảnh hưởng của nó. Nguyên nhân gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu là do sự gia tăng nồng độ khí nhà kính phát thải chủ yếu từ hoạt động của con người (IPCC, 1992, 1995, 2001, 2007, 2014, 2022). Để kiểm soát sự ấm lên toàn cầu và giảm thiểu tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu, Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) được thành lập vào năm 1988 bởi Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP) dưới sự chủ trì của giáo sư Bert Bolin (IPCC, 1992). IPCC gồm có ba nhóm làm việc để đánh giá các thông tin khoa học liên quan đến biến đổi khí hậu (Working Group I), đánh giá tác động môi trường và kinh tế – xã hội do biến đổi khí hậu (Working Group II), và xây dựng các chiến lược ứng phó (Working Group III). Kể từ khi thành lập, IPCC đã có năm báo cáo tổng hợp về biến đổi khí hậu (IPCC, 1992, 1995, 2001, 2007, 2014), và báo cáo tổng hợp thứ sáu đang trong quá trình hoàn thiện. Các đánh giá tổng hợp của IPCC đã đóng một vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ các chính phủ trong việc ứng dụng và thực hiện các chính sách ứng phó với biến đổi khí hậu (IPCC, 2007).

Các báo cáo tổng hợp của IPCC đã chỉ ra nguồn phát thải khí nhà kính và mối quan hệ của chúng với sự ấm lên toàn cầu và biến đổi khí hậu. Trong đó, xác định ngành AFOLU có vai trò quan trọng trong việc cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính trong những thập kỷ tới nhờ đặc thù của ngành vừa là nguồn gây ra phát thải khí nhà kính vừa là nơi hấp thu khí nhà kính. Bên cạnh đó, đã có một số nghiên cứu về vai trò của ngành nông nghiệp và chiến lược giảm thiểu phát thải khí nhà kính, như nghiên cứu của McCarl & Schneider (2000) về vai trò ngành nông nghiệp Mỹ trong việc giảm phát thải khí nhà kính. Beach & cs. (2008) nghiên cứu tiềm năng và chi phí giảm phát thải khí nhà kính trong nông nghiệp. Pant (2009) nghiên cứu nhân tố ảnh hưởng phát thải khí cacbonic trong nông nghiệp đến biến đổi khí hậu. Hussain & cs. (2015) tổng quan tài liệu về cách thức quản lý sản xuất lúa để giảm phát thải khí nhà kính. Tubiello & cs. (2015) nghiên cứu về đóng góp của ngành AFOLU đến sự ấm lên toàn cầu giai đoạn 1990–2012. Blandford & Hassapoyannes (2018) nghiên cứu vai trò của nông nghiệp trong việc giảm phát thải khí nhà kính toàn cầu. Liu & cs. (2019) nghiên cứu tổng quan tài liệu về cơ chế phát thải khí nhà kính và biện pháp giảm thiểu lượng phát thải khí nhà kính trong nông nghiệp. Kwon & cs. (2021) nghiên cứu chiến lược giảm phát thải khí nhà kính và cơ hội cho ngành nông nghiệp. Tubiello & cs. (2021) ước lượng tổng lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU. Menegat, Ledo & Tirado (2022) nghiên cứu phát thải khí nhà kính từ sản xuất toàn cầu và việc sử dụng phân tổng hợp Urê trong nông nghiệp.

Ở Việt Nam, đã có một số nghiên cứu về sự phát thải khí nhà kính và chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu trong nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất. Ví dụ, Kumar, Bhattacharya & Pham (2003) nghiên cứu về tiềm năng giảm thiểu khí nhà kính của các công nghệ năng lượng sinh học ở Việt Nam. Nghiên cứu của Hoa, Hasegawa & Matsuoka (2014) về chiến lược giảm thiểu biến đổi khí hậu trong nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất ở Việt Nam. Tariq & cs. (2018) đánh giá các biện pháp giảm thiểu phát thải khí nhà kính trong sản xuất lúa ở miền Bắc Việt Nam. Tran & cs. (2018) nghiên cứu tác động của phương pháp tưới khô xen kẽ đến sự phát thải khí nhà kính trong sản xuất lúa ở miền Trung Việt Nam. Leon & cs. (2021) đánh giá tác động của phương pháp tưới khô xen kẽ đến sự phát thải khí nhà kính trong sản xuất lúa ở tỉnh An Giang, Việt Nam. Ho & Shimada (2021) nghiên cứu ảnh hưởng lựa chọn phương thức thích ứng với biến đổi khí hậu đến hiệu quả canh tác lúa ở đồng bằng Sông Cửu Long. Ly & cs. (2022) nghiên cứu ảnh hưởng của mô hình sử dụng đất nông nghiệp đến trữ lượng carbon hữu cơ trong đất ở thượng nguồn đồng bằng sông Cửu Long. Yamamoto & cs. (2022) đánh giá chi phí phát thải khí nhà kính của hệ thống nông nghiệp đa sản phẩm tại Việt Nam.

Các nghiên cứu đã chỉ ra bằng chứng về sự phát thải khí nhà kính từ hoạt động của ngành AFOLU và tính hiệu quả của các chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu và giảm sự phát thải khí nhà kính. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào tiến hành ước lượng mối liên hệ giữa lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU đến sự biến đổi khí hậu (sự thay đổi nhiệt độ trung bình của không khí).

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp hồi quy OLS

Theo Hyndman & Athanasopoulos (2021) để thể hiện mối liên hệ giữa các biến của chuỗi thời gian, chúng ta có thể sử dụng mô hình hồi quy tuyến tính. Do đó, trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình hồi quy tuyến tính bình phương bé nhất thông thường (OLS) để ước lượng sự ảnh hưởng của lượng khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU đến sự thay đổi nhiệt độ trung bình của không khí trên bề mặt Trái Đất. Có hai dạng hàm sản xuất được sử dụng phổ biến trong nghiên cứu để thể hiện mối liên hệ giữa các yếu tố đầu vào và đầu ra bao gồm hàm Cobb–Douglas (Cobb & Douglas, 1928) và hàm translog (Christensen, Jorgenson & Lau, 1971), trong nghiên cứu này chúng tôi áp dụng cả hai dạng hàm để ước lượng mối liên hệ giữa lượng phát thải khí nhà kính và sự thay đổi nhiệt độ bình quân bề mặt Trái Đất và sau đó lựa chọn mẫu hàm phù hợp. Mô hình thực nghiệm được thể hiện dưới dạng hàm tổng quát, hàm translog, như sau:

$$\ln y_t = \alpha + \sum_{j=1}^5 \beta_j \ln x_{jt} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^5 \sum_{l=1}^5 \beta_{jl} \ln x_{jt} \ln x_{lt} + \varepsilon_t$$

Trong đó, y_t là nhiệt độ tăng trung bình năm t , α và β là hệ số cần được ước lượng, ε là phần dư, và x_j là vector thể hiện lượng phát thải khí nhà kính phát thải từ ngành năng lượng (Energy), công nghiệp (Industry), nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất khác (AFOLU), giao thông vận tải (Transport), và xây dựng (Building), đơn vị tính bằng tỷ tấn khí CO₂ tương đương (GtCO₂eq).

3.2. Dữ liệu

Nghiên cứu này sử dụng nguồn dữ liệu thứ cấp cho giai đoạn 1990–2018, được thu thập từ các nguồn dữ liệu như: FAOSTAT, World Bank, EDGAR, NOAA, IPCC, UNFCCC và từ nghiên cứu của Lamb & cs. (2021).

Thống kê mô tả dữ liệu các biến được sử dụng trong mô hình OLS được thể hiện ở Bảng 1. Chúng ta có thể thấy rằng, nhiệt độ trung bình bề mặt Trái Đất đã tăng lên bình quân 0.6°C/năm so với giai đoạn 1910–2000, với khoảng biến thiên trong khoảng giá trị thấp nhất là 0.24 và giá trị lớn nhất là 0.99.

Bảng 1: Thống kê mô tả dữ liệu được sử dụng để ước lượng mô hình OLS

Biến	Đơn vị	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn	Giá trị tối thiểu	Giá trị tối đa
Tempc	°C	0.60	0.20	0.24	0.99
Energy	GtCO ₂ eq	15.41	2.86	11.67	19.70
Industry	GtCO ₂ eq	10.30	2.41	7.59	14.09
AFOLU	GtCO ₂ eq	11.17	0.68	10.10	12.37
Building	GtCO ₂ eq	3.02	0.10	2.83	3.30
Transport	GtCO ₂ eq	6.37	1.11	4.70	8.26

Chú thích: °C là độ C; GtCO₂eq là tỷ tấn CO₂ tương đương.

Nguồn: Lamb & cs. (2021)

Lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu đến từ 5 ngành chính, bao gồm ngành năng lượng (Energy), công nghiệp (Industry), nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất khác (AFOLU), xây dựng (Building) và giao thông (Transport), được quy đổi tương đương sang khí cacbonic (CO₂eq) với đơn vị tính là tỷ tấn (Gt). Bình quân chung giai đoạn 1990–2018, lượng khí nhà kính phát ra từ ngành năng lượng là cao nhất, 15.41 GtCO₂eq/năm, kế tiếp là từ ngành AFOLU, 11.17 GtCO₂eq/năm, đứng thứ ba là ngành công nghiệp, 10.30 GtCO₂eq/năm. Lượng phát thải khí nhà kính từ ngành giao thông vận tải và xây dựng đứng thứ tư và thứ năm, với mức phát thải tương ứng là 6.37 GtCO₂eq/năm và 3.02 GtCO₂eq/năm.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Nguồn phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU

Theo FAOSTAT (2022) nguồn phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU thông qua các nguồn như canh tác lúa, đốt phụ phẩm cây trồng, phụ phẩm cây trồng, đất hữu cơ bị sới mòn, thông qua quá trình lên men đường ruột, quản lý phân bón, phân bón cho đất,

phân bón còn lại trên đồng cỏ, phân bón tổng hợp, diện tích rừng, chuyển đổi rừng rỗng, đốt cháy đất hữu cơ, cháy rừng, cháy thảo nguyên.

Trong trồng trọt, khí nhà kính phát thải từ canh tác lúa gồm có khí CH_4 sinh ra từ quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ trong ruộng lúa. Khí nhà kính phát thải (trực tiếp và gián tiếp) từ phụ phẩm trồng trọt chủ yếu là khí N_2O từ quá trình phân hủy nitơ trong các phụ phẩm trồng trọt để lại trên cánh đồng. Phụ phẩm trồng trọt phổ biến như lúa mạch, đậu, ngô, kê, yến mạch, khoai tây, lúa mạch đen, đậu nành, lúa mì, và gạo. Khí nhà kính phát thải từ việc đốt phụ phẩm cây trồng bao gồm khí CH_4 và khí N_2O được tạo ra bởi quá trình đốt cháy một tỷ lệ phần trăm phụ phẩm cây trồng trên đồng ruộng (FAOSTAT, 2022).

Trong chăn nuôi, phát thải khí nhà kính từ quá trình lên men đường ruột bao gồm khí CH_4 được tạo ra trong hệ thống tiêu hóa của động vật nhai lại và ở mức độ thấp hơn của động vật không nhai lại (các loại loài vật nuôi như trâu, bò, lừa, lạc đà, dê, ngựa, cừu, lợn). Bên cạnh đó, lượng khí nhà kính N_2O phát thải từ phân còn sót lại trên đồng cỏ do chăn thả gia súc trên đồng cỏ (FAOSTAT, 2022).

Trong quản lý và sử dụng phân bón, khí nhà kính phát thải từ quá trình quản lý phân bón bao gồm khí CH_4 và N_2O thải ra từ các quá trình phân hủy hiếu khí và kỵ khí của phân bón. Phát thải khí nhà kính từ phân bón cho đất bao gồm sự phát thải khí N_2O trực tiếp và gián tiếp từ nitơ của phân bón được thêm vào đất nông nghiệp. Cụ thể, N_2O được tạo ra bởi các quá trình nitrat hóa và khử nitrat của vi sinh vật diễn ra tại vị trí bón phân (khí thải trực tiếp), và sau quá trình bay hơi/tái lắng đọng và quá trình lọc (khí thải gián tiếp). Khí nhà kính phát thải từ phân bón tổng hợp bao gồm khí N_2O từ việc bón nitơ tổng hợp vào đất. Cụ thể, N_2O được tạo ra bởi các quá trình vi khuẩn nitrat hóa và khử nitrat hóa diễn ra tại vị trí bón phân tổng hợp (khí thải trực tiếp), và sau quá trình bay hơi/tái lắng đọng và quá trình lọc (khí thải gián tiếp) (FAOSTAT, 2022).

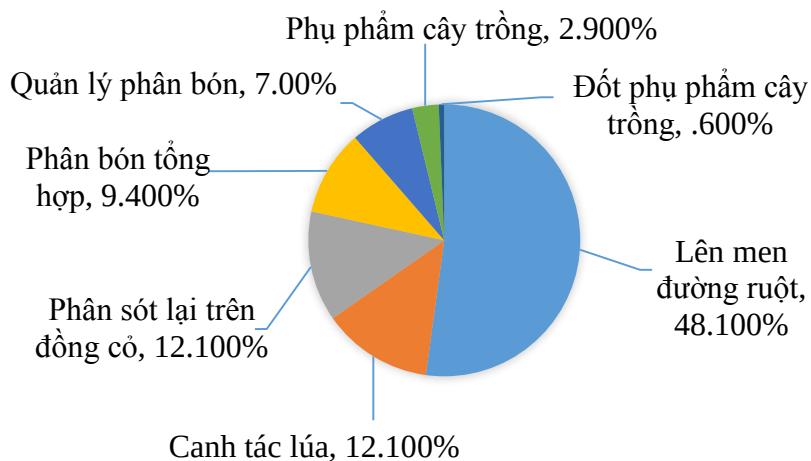
Trong ngành lâm nghiệp, rừng vừa phát thải vừa hấp thu khí CO_2 tương ứng với sự thay đổi trữ lượng cacbon của rừng (sinh khối sống trên mặt đất và dưới mặt đất) (FAOSTAT, 2022).

Về hỏa hoạn (cháy rừng, cháy thảo nguyên và đốt cháy đất hữu cơ), khí phát thải từ hỏa hoạn bao gồm khí CH_4 , N_2O và CO_2 từ việc đốt sinh khối trong một loạt các loại thực vật và từ các đám cháy ở đất hữu cơ (FAOSTAT, 2022).

Về quản lý đất, lượng khí nhà kính phát thải từ xói mòn đất hữu cơ bao gồm khí N_2O và CO_2 liên quan đến quá trình khoáng hóa và oxy hóa chất hữu cơ trong đất hữu cơ được thoát nước từ đất nông nghiệp (đất trồng trọt và đồng cỏ) (FAOSTAT, 2022).

Xét theo nguồn phát thải (loại trừ diện tích rừng, chuyển đổi rừng rỗng, cháy rừng và đốt cháy đất hữu cơ), thì lượng phát thải khí nhà kính qua đường tiêu hóa chiếm tỷ trọng phát thải lớn nhất, với 48.1% (Hình 1). Theo sau là hoạt động canh tác lúa và phân bón để lại trên đồng cỏ, cùng có chung tỷ lệ 12.1%. Phân bón tổng hợp đứng thứ 4, với

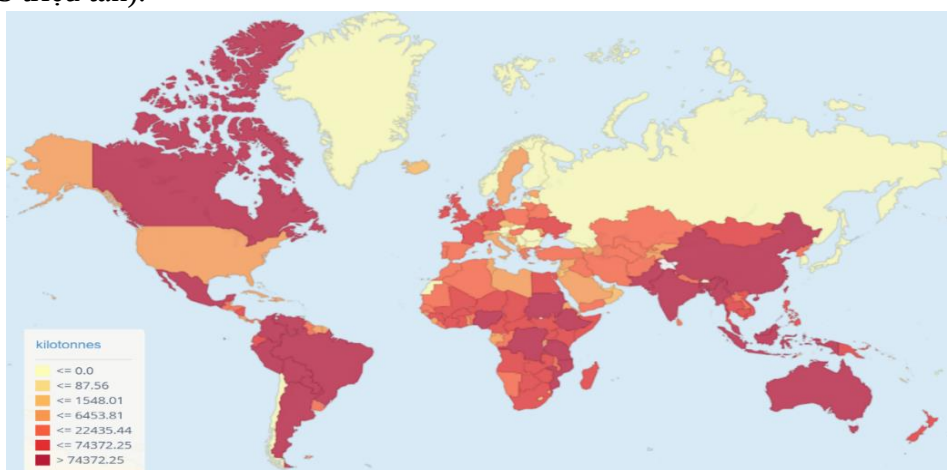
9.4% và theo sau là quản lý phân bón, với 7%. Phụ phẩm cây trồng và hoạt động đốt phụ phẩm cây trồng chiếm lần lượt là 2.9% và 0.6% (FAOSTAT, 2022).



Hình 1: Tỷ lệ phát thải khí nhà kính (CO₂eq) từ ngành AFOLU theo nguồn, giá trị trung bình giai đoạn 1990 – 2020

Nguồn: FAOSTAT (2022)

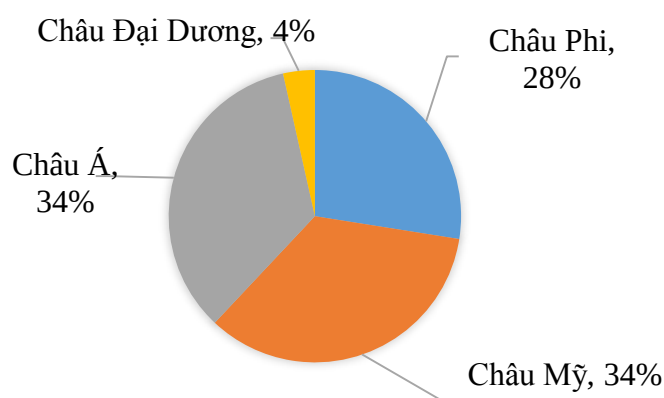
Hình 2 thể hiện lượng phát thải khí nhà kính (nghìn tấn CO₂eq) từ ngành AFOLU phân bố theo quốc gia (giá trị trung bình của giai đoạn 1990–2020). Chúng ta có thể thấy rằng, lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU giữa các quốc gia không đồng đều, chủ yếu tập trung ở các quốc gia lớn. Điều này cũng được thể hiện qua Hình 4, liệt kê top 10 quốc gia có lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU lớn nhất gồm có Brazil (1,296.98 triệu tấn), Indonesia (801.32 triệu tấn), India (598.27 triệu tấn), Congo (498.47 triệu tấn), China (227.27 triệu tấn), Canada (224.94 triệu tấn), Myanmar (201.52 triệu tấn), Australia (195.3 triệu tấn), Argentina (193.41 triệu tấn) và Pakistan (147.05 triệu tấn).



Hình 2. Lượng phát thải khí nhà kính (nghìn tấn CO₂eq) từ ngành AFOLU phân bố theo quốc gia, giá trị trung bình giai đoạn 1990–2020

Nguồn: FAOSTAT (2022)

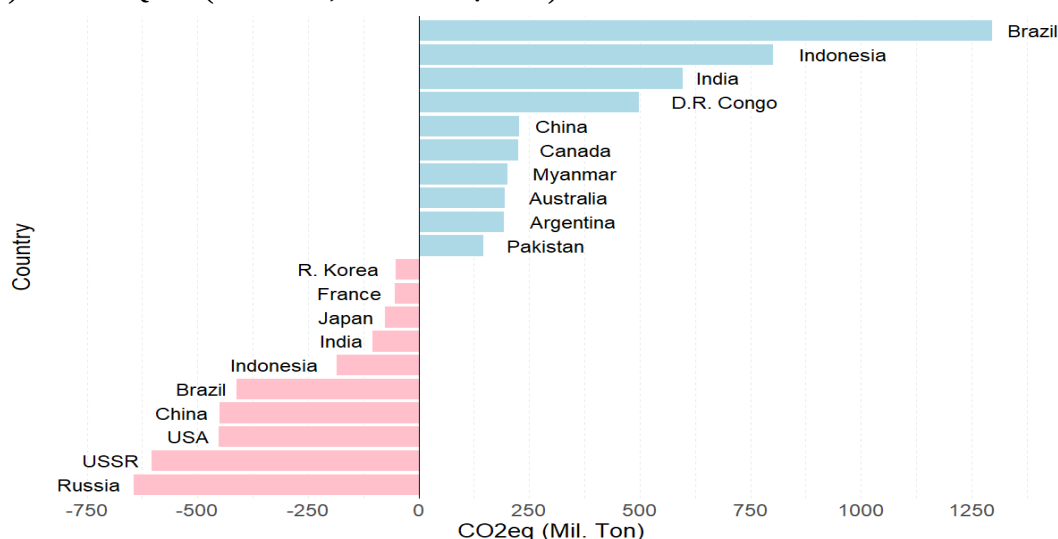
Hình 3 thể hiện tỷ lệ lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU theo Châu lục (giá trị bình quân giai đoạn 1990–2020). Biểu đồ cho thấy rằng, Châu Á và Châu Mỹ chiếm tỷ lệ phát thải lớn nhất, cùng mức 34%. Theo sau bởi Châu Phi, 28%. Phần còn lại là Châu Đại dương, chiếm 4%.



Hình 3: Tỷ lệ phát thải khí nhà kính (CO₂eq) từ ngành AFOLU theo châu lục, giá trị trung bình giai đoạn 1990 – 2020

Nguồn: FAOSTAT (2022)

Hình 4 liệt kê top 10 quốc gia có lượng khí nhà kính được hấp thụ bởi diện tích rừng (Forestland) lớn nhất thế giới, theo thứ tự gồm có Nga (Russia, –645.22 triệu tấn), USSR (–605.72 triệu tấn), Hoa Kỳ (USA, –454.95 triệu tấn), Trung Quốc (China, –452.18 triệu tấn), Brazil (–412.99 triệu tấn), Indonesia (–187.46 triệu tấn), Ấn Độ (India, –106.6 triệu tấn), Nhật Bản (Japan, –78.07 triệu tấn), Pháp (France, –55.95 triệu tấn) và Hàn Quốc (R. Korea, –52.95 triệu tấn).



Hình 4. Top 10 quốc gia phát thải (theo AFOLU) và Top 10 quốc gia hấp thụ khí nhà kính (theo diện tích rừng), giá trị trung bình giai đoạn 1990 – 2020

Nguồn: FAOSTAT (2022)

4.2. Ảnh hưởng của khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU đến sự ấm lên toàn cầu

Kết quả ước lượng mô hình OLS về mức ảnh hưởng của khí nhà kính phát thải từ các nguồn đến sự thay đổi nhiệt độ bề mặt Trái Đất được trình bày ở Bảng 2.

Giá trị R^2 điều chỉnh của mô hình hàm translog là 0.927, cao hơn so với mô hình Cobb–Douglas, 0.886. Điều này có nghĩa là hàm translog phù hợp hơn hàm Cobb–Douglas, do đó kết quả ước lượng của hàm translog được sử dụng để giải thích. Giá trị R^2 của mô hình ước lượng khá cao, 0.979, cho thấy các biến đưa vào mô hình (lượng phát thải khí nhà kính từ 5 ngành) có khả năng giải thích được khoảng 98% sự thay đổi của nhiệt độ trung bình trên bề mặt Trái Đất.

Bảng 2: Kết quả ước lượng của mô hình OLS

Biến	Hàm Cobb–Douglas		Hàm Translog	
	Hệ số ước lượng	Sai số chuẩn	Hệ số ước lượng	Sai số chuẩn
Constant	3.158 ***	0.047	−0.004 **	0.001
lnEnergy	−0.049	0.037	−0.088	0.079
lnIndustry	−0.008	0.021	−0.006	0.048
lnAFOLU	0.080 ***	0.017	0.077 **	0.023
lnTransport	0.077 ***	0.018	0.126 **	0.048
lnBuilding	−0.022	0.026	−0.028	0.036
$\frac{1}{2}$ lnEnergy_sq			−11.603	8.744
$\frac{1}{2}$ lnIndustry_sq			−0.213	1.816
$\frac{1}{2}$ lnAFOLU_sq			−0.334	0.822
$\frac{1}{2}$ lnTransport_sq			−5.937 *	2.853
$\frac{1}{2}$ lnBuilding_sq			3.692	3.461
lnEnergy_Industry			3.122	3.769
lnEnergy_AFOLU			−3.633	2.291
lnEnergy_Transport			9.037 *	4.655
lnEnergy_Building			5.669	3.800
lnIndustry_AFOLU			2.754 *	1.211
lnIndustry_Transport			−3.063	1.925
lnIndustry_Building			−4.090	2.475
lnAFOLU_Transport			0.263	1.361
lnAFOLU_Building			−1.096	1.607
lnTransport_Building			−0.909	1.461
R^2	0.906		0.979	
R^2 điều chỉnh	0.886		0.927	

Chú thích: ***, **, * thể hiện mức ý nghĩa thống kê ở mức 1%, 5% và 10%.

Nguồn: Tính toán của tác giả

Hệ số ước lượng của biến AFOLU là 0.077 và có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, có nghĩa là nếu lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU tăng thêm 1% thì nhiệt độ trung bình bề mặt Trái Đất tăng thêm 0.08%, trong khi các yếu tố khác giữ nguyên không đổi. Điều này cũng đồng nghĩa rằng nếu chúng ta cắt giảm được 1% lượng khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU thì có thể kiểm soát sự gia tăng nhiệt độ trung bình bề mặt Trái Đất khoảng 0,08%.

Cùng với hệ số ước lượng của biến AFOLU, hệ số ước lượng của ngành giao thông cũng có hệ số dương, 0.126, và có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, có nghĩa là nếu lượng phát thải khí nhà kính từ ngành giao thông tăng thêm 1% thì nhiệt độ trung bình bề mặt Trái Đất tăng thêm 0.126%, trong khi các yếu tố khác giữ nguyên không đổi.

Ngược lại, hệ số ước lượng của biến Energy, Industry và Building là âm, nhưng không có ý nghĩa thống kê. Có nghĩa rằng, chưa có bằng chứng thống kê về mối liên hệ giữa lượng phát thải khí nhà kính từ ngành năng lượng (Energy), công nghiệp (Industry) và xây dựng (Building) đến sự thay đổi nhiệt độ trung bình của bề mặt trái đất. Điều này có thể được giải thích là trong những thập kỷ gần đây các chiến lược, hành động của các chính phủ về việc cam kết cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính từ những ngành này đã có hiệu quả.

4.3. Giải pháp giảm phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU

4.3.1. Giải pháp cho ngành nông nghiệp

Các hoạt động tạo ra lượng phát thải khí nhà kính trong ngành trồng trọt chủ yếu đến từ hoạt động canh tác lúa nước. Để giảm thiểu lượng phát thải khí nhà kính từ ngành này, một số nghiên cứu đã chỉ ra một số giải pháp cắt giảm phát thải khí nhà kính trong canh tác lúa như sử dụng phương pháp tưới khô xẽ kẽ (alternative Wetting Drying) để giảm lượng phát thải khí CH₄, mô hình nông nghiệp thông minh thích ứng với biến đổi khí hậu (climate-smart agriculture practices) như cắt giảm lượng phân bón, đặc biệt là phân Urê, ví dụ: Tín & cs. (2012) đánh giá mô hình canh tác lúa ít khí thải nhà kính ở tỉnh An Giang vụ đông xuân 2010–2011. Đình Quang Hiếu (2019) nghiên cứu Phát thải khí nhà kính từ mô hình canh tác lúa thông minh (CSA) thích ứng với biến đổi khí hậu trên đất canh tác một vụ lúa tại tỉnh Quảng Nam. Trang & cs. (2021) ứng dụng mô hình sinh địa hóa để tính toán phát thải khí nhà kính từ hoạt động canh tác lúa nước ở Thịnh Long, Hải Hậu, Nam Định. Bong & cs. (2019) đánh giá Biện pháp thích ứng cho hệ thống canh tác dựa trên lúa gạo tại các tỉnh Đồng bằng Sông Cửu Long trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Bên cạnh đó, có thể chuyển đổi đất lúa kém hiệu quả sang các cây trồng cạn khác. Do lượng khí nhà kính phát thải trong cây trồng cạn rất thấp nên việc chuyển đổi đất trồng lúa nước sang các cây trồng cạn khác sẽ đem lại hiệu quả cao trong giảm phát thải khí nhà kính.

Lượng khí nhà kính phát thải từ ngành chăn nuôi chủ yếu xuất phát từ hệ tiêu hóa và lượng phân. Giải pháp để giảm lượng phát thải khí nhà kính là giảm lượng phát thải

khí CH₄ từ dạ cỏ của trâu bò như sử dụng bánh dinh dưỡng hoặc các chế phẩm dinh dưỡng khác nhằm giảm lượng khí CH₄ sinh ra từ dạ cỏ của trâu bò. Bên cạnh đó, áp dụng các giải pháp xử lý chất thải chăn nuôi nhằm giảm phát thải khí nhà kính. Ví dụ đầu tư công trình khí sinh học (biogas) nhằm xử lý chất thải chăn nuôi đồng thời sử dụng triệt để khí CH₄ phục vụ cho đun nấu, phát điện. Ngoài ra, còn khá nhiều giải pháp xử lý chất thải chăn nuôi nhằm ngăn chặn phát thải khí CH₄ và N₂O từ chất thải chăn nuôi như sử dụng máy tách ép phân, ủ phân chuồng làm phân bón hữu cơ, sử dụng nước thải chăn nuôi tưới cho cây trồng, chăn nuôi lợn tiết kiệm nước. Thay đổi chế độ ăn và quá trình lên men thức ăn. Một số nghiên cứu đã đánh giá sự phát thải trong ngành chăn nuôi như Thuận & cs. (2017) nghiên cứu Đánh giá phát thải khí nhà kính từ chăn nuôi lợn tập trung tại Lâm Đồng. Lê Đình Phùng & cs. (2020) nghiên cứu giảm thiểu phát thải khí CH₄ từ đường tiêu hóa trong chăn nuôi bò ở Việt Nam.

4.3.2. Giải pháp cho ngành lâm nghiệp

Nghiên cứu của Hoa, Hasegawa & Matsuoka (2014) đã chỉ ra rằng giải pháp đối với ngành lâm nghiệp để giảm lượng phát thải khí nhà kính đó là bảo vệ và quản lý bền vững diện tích rừng sản xuất hiện có, bảo tồn diện tích rừng phòng hộ và tiến hành trồng những cây gỗ phát triển nhanh. Chuyển đổi diện tích rừng tự nhiên nghèo sang rừng sản xuất, đặc biệt là vùng đệm quanh rừng tự nhiên. Hạn chế hiện tượng chặt phá rừng làm nương rẫy, đặc biệt ở các quốc gia nghèo và vùng đồng bào dân tộc thiểu số. Áp dụng dịch vụ chi trả môi trường rừng để duy trì và tăng diện tích rừng ở thượng nguồn.

4.3.3. Giải pháp cho quản lý và sử dụng đất, phân bón

Kumar & Aravindakshan (2022) đã chỉ ra rằng cần có những khuyến cáo cụ thể về sử dụng phân đạm bón cho đất ở mức tối ưu, tiết kiệm và hiệu quả, không nên bón quá nhiều phân urê dẫn đến nồng độ nitơ trong đất cao gây phát thải trực tiếp và gián tiếp các khí N₂O. Phát triển và ứng dụng các dạng đạm chậm tan nhằm giảm thất thoát đạm khi bón cho cây trồng cũng là một trong những giải pháp để giảm lượng phát thải khí nhà kính (Akiyama, Yagi & Yan, 2005). Quản lý đất tốt, giữ đất thông thoáng, tránh ngập nước, dọn sạch tàn dư động thực vật, bón phân chuồng đúng cách nhằm hạn chế môi trường thuận lợi cho vi khuẩn phân giải đạm thành các khí nhà kính.

5. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu này tiến hành ước lượng sự ảnh hưởng của khí nhà kính phát thải từ ngành AFOLU đến sự ấm lên toàn cầu sử dụng mô hình hồi quy OLS. Nghiên cứu sử dụng nguồn dữ liệu thứ cấp thu thập từ các nguồn FAOSTAT, EDGAR, World Bank, NOAA, IPCC và từ nghiên cứu của Lamb & cs. (2021).

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU có ảnh hưởng dương đến sự thay đổi của nhiệt độ trung bình bề mặt Trái Đất. Hệ số ước lượng của biến lnAFOLU là 0.08 và có ý nghĩa thống kê ở mức 5%, có nghĩa là nếu lượng khí nhà kính từ ngành AFOLU tăng lên 1% thì nhiệt độ trung bình bề mặt Trái

Đất tăng lên 0.08%. Điều này đồng nghĩa rằng, nếu toàn cầu cắt giảm được 1% lượng phát thải khí nhà kính từ ngành AFOLU thì sẽ kiểm soát sự tăng nhiệt độ khoảng 0.08% trong khi các yếu tố khác không đổi.

Nghiên cứu đã tổng hợp và đề xuất một số giải pháp để cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính trong ngành AFOLU. Cụ thể, trong ngành nông nghiệp, cần áp dụng các mô hình canh tác lúa có khả năng cắt giảm lượng phát thải khí nhà kính như mô hình tưới khô xen kẽ. Chuyển từ đốt rơm rạ, sang sử dụng cho mục đích thức ăn chăn nuôi. Cần chuyển đổi đất lúa năng suất thấp sang các hoạt động sản xuất khác ít phát thải khí nhà kính hơn. Trong chăn nuôi, thay đổi chế độ ăn và áp dụng quá trình lên men thức ăn. Xây dựng mô hình Biogas để giảm phát thải phân bón ra môi trường. Đối với ngành lâm nghiệp, hạn chế hiện tượng chặt phá rừng bừa bãi, bảo vệ rừng tự nhiên và tăng diện tích rừng trồng để tăng khả năng hấp thu khí CO₂.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Akiyama, H., Yagi, K. and Yan, X. (2005), Direct N₂O emissions from rice paddy fields: summary of available data, *Global Biogeochemical Cycles* 19.
- Alig, R.J. (2011), Land use and climate change: A global perspective on mitigation options: Discussion, *American Journal of Agricultural Economics* 93: 356-357.
- Beach, R.H., DeAngelo, B.J., Rose, S., Li, C., Salas, W. and DelGrosso, S.J. (2008), Mitigation potential and costs for global agricultural greenhouse gas emissions 1, *Agricultural Economics* 38: 109-115.
- Blandford, D. and Hassapoyannes, K. (2018), The role of agriculture in global GHG mitigation, *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*.
- Bong, B.B., Bo, N.V., Tung, L.T., Vuong, N.D., Tao, C.T., Tuan, D.M. and Trung, N.D. (2019), Biện pháp thích ứng cho hệ thống canh tác dựa trên lúa gạo tại các tỉnh vùng Bán đảo Cà Mau trong bối cảnh biến đổi khí hậu: Báo cáo đánh giá, *CCAFS Working Paper*.
- Christensen, L.R., Jorgenson, D.W. and Lau, L.J. (1971), Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Functions, *Econometrica* 39: 225-256.
- Cobb, C.W. and Douglas, P.H. (1928), A Theory of Production, *The American Economic Review* 18: 139-165.
- Đinh Quang Hiếu, B.T.P.L., Cao Hương Giang, Nguyễn Thị Hoài Thu, Dương Linh Phượng, Phạm Thị Minh Ngọc (2019), Phát thải khí nhà kính từ mô hình canh tác lúa thông minh (CSA) thích ứng với biến đổi khí hậu trên đất canh tác một vụ lúa tại tỉnh Quảng Nam, *Khoa học công nghệ nông nghiệp Việt Nam* 106: 112 - 119.
- FAOSTAT (2022), Emissions (CO₂eq (AR5)) by country, -- AFOLU + (Total) Average 1990 - 2020.
- Ho, T.T. and Shimada, K. (2021), The effects of multiple climate change responses on economic performance of rice farms: Evidence from the Mekong Delta of Vietnam, *Journal of Cleaner Production* 315: 128129.

- Hoa, N.T., Hasegawa, T. and Matsuoka, Y. (2014), Climate change mitigation strategies in agriculture, forestry and other land use sectors in Vietnam, *Mitigation and adaptation strategies for global change* 19: 15-32.
- Hussain, S., Peng, S., Fahad, S., Khaliq, A., Huang, J., Cui, K. and Nie, L. (2015), Rice management interventions to mitigate greenhouse gas emissions: a review, *Environmental Science and Pollution Research* 22: 3342-3360.
- Hyndman, R.J. and Athanasopoulos, G. (2021), *Forecasting: Principles and Practice*, Monash University, Australia.
- IPCC (1992), *Climate change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments (IPCC First Assessment Report: Overview and Policymaker Summaries and 1992 IPCC Supplement)*, World Meteorological Organization/United Nations Environment Programme, Canada.
- IPCC (1995), *IPCC Second Assessment: A Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IPCC (2001), *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 pp.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- IPCC (2014), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC (2019), Annex I: Glossary [van Diemen, R. (ed.)]. in [P.R. Shukla, J.S., E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai,, R. Slade, S.C., R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, and P. Vyas, E.H., K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)] (eds.), *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*.
- IPCC (2022), *Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kumar, A., Bhattacharya, S. and Pham, H.-L. (2003), Greenhouse gas mitigation potential of biomass energy technologies in Vietnam using the long range energy alternative planning system model, *Energy* 28: 627-654.
- Kumar, B.M. and Aravindakshan, S. (2022), Carbon footprints of the Indian AFOLU (Agriculture, Forestry, and Other Land Use) sector: a review, *Carbon Footprints* 1: 7.

- Kwon, H., Liu, X., Xu, H. and Wang, M. (2021), Greenhouse gas mitigation strategies and opportunities for agriculture, *Agronomy Journal* 113: 4639-4647.
- Lamb, W.F., Wiedmann, T., Pongratz, J., Andrew, R., Crippa, M., Olivier, J.G., Wiedenhofer, D., Mattioli, G., Al Khourdajie, A. and House, J. (2021), A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018, *Environmental research letters* 16: 073005.
- Lê Đình Phùng, Đình Văn Dũng, Lê Đức Ngoan and An, Đ.T.B. (2020), *Giảm thiểu phát thải khí Mêtan từ đường tiêu hóa trong chăn nuôi bò ở Việt Nam (Sách chuyên khảo)*, Nhà xuất bản Đại học Huế.
- Leon, A., Minamikawa, K., Izumi, T. and Chiem, N.H. (2021), Estimating impacts of alternate wetting and drying on greenhouse gas emissions from early wet rice production in a full-dike system in An Giang Province, Vietnam, through life cycle assessment, *Journal of Cleaner Production* 285: 125309.
- Liu, Y., Tang, H., Muhammad, A. and Huang, G. (2019), Emission mechanism and reduction countermeasures of agricultural greenhouse gases—a review, *Greenhouse Gases: Science and Technology* 9: 160-174.
- Ly, N.T.H., Phuong, N.T., Anh, L.N., Nguyet, D.A. and Nguyen, H. (2022), Effect of Agricultural Land-Use Patterns on Soil Organic Carbon Stock in the Upper Vietnamese Mekong Delta, *Polish Journal of Environmental Studies* 31: 1-12.
- McCarl, B.A. and Schneider, U.A. (2000), US agriculture's role in a greenhouse gas emission mitigation world: An economic perspective, *Applied Economic Perspectives and Policy* 22: 134-159.
- Menegat, S., Ledo, A. and Tirado, R. (2022), Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture, *Scientific Reports* 12: 1-13.
- NOAA (2022), National Centers for Environmental information, Climate at a Glance: Global Time Series.
- Pant, K.P. (2009), Effects of agriculture on climate change: a cross country study of factors affecting carbon emissions, *Journal of Agriculture and Environment* 10: 84-102.
- Tariq, A., de Neergaard, A., Jensen, L.S., Sander, B.O., Van Trinh, M., Vu, Q.D., Wassmann, R. and de Tourdonnet, S. (2018), Co-design and assessment of mitigation practices in rice production systems: A case study in northern Vietnam, *Agricultural Systems* 167: 72-82.
- Thuận, N.T.T., Anh, C.T., Dung, N.T.B. and Huy, L.Q. (2017), Đánh giá phát thải khí nhà kính từ chăn nuôi lợn tập trung tại Lâm Đồng, *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ* 20.
- Tín, H.Q., Anh, N.V., Hughes, J., Hòa, T.T., Hà, T.T., Cúc, N.H. and Sánh, N.V. (2012), Canh tác lúa ít khí thải nhà kính tỉnh An Giang vụ đông xuân 2010-2011, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 31-41.

- Tran, D.H., Hoang, T.N., Tokida, T., Tirol-Padre, A. and Minamikawa, K. (2018), Impacts of alternate wetting and drying on greenhouse gas emission from paddy field in Central Vietnam, *Soil science and plant nutrition* 64: 14-22.
- Trang, B.T.T., Trịnh, M.V., Hưng, Đ.T., Thương, Q.T.T., Tiệp, P.T., Trang, H.T. and Tú, Đ.N. (2021), Ứng dụng mô hình sinh địa hóa DNDC để tính toán phát thải khí nhà kính từ hoạt động canh tác lúa nước: Thí điểm tại thị trấn Thịnh Long, huyện Hải Hậu, tỉnh Nam Định, *Tạp chí Khoa Học biến đổi khí hậu*.
- Tubiello, F.N., Rosenzweig, C., Conchedda, G., Karl, K., Gütschow, J., Xueyao, P., Obli-Laryea, G., Wanner, N., Qiu, S.Y. and De Barros, J. (2021), Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base, *Environmental research letters* 16: 065007.
- Tubiello, F.N., Salvatore, M., Ferrara, A.F., House, J., Federici, S., Rossi, S., Biancalani, R., Condor Golec, R.D., Jacobs, H. and Flammini, A. (2015), The contribution of agriculture, forestry and other land use activities to global warming, 1990–2012, *Global change biology* 21: 2655-2660.
- UNFCCC (1992), United Nations framework convention on climate change.
- Yamamoto, A., Huynh, T.K.U., Saito, Y. and Matsuishi, T.F. (2022), Assessing the costs of GHG emissions of multi-product agricultural systems in Vietnam, *Scientific Reports* 12: 1-12.

IMPACT OF GREENHOUSE GAS EMISSION FROM AFOLU ON GLOBAL WARMING

Ho Trong Phuc, Nguyen Van Toan

Abstract: Global warming has been leading to climate change that is causing negative impacts on human life and production activities. Global warming is due to an increase in the concentration of greenhouse gases (GHG) emitted from anthropogenic activities including agriculture, forestry and other land use (AFOLU) sector. This study estimates the impact of GHG emissions from the AFOLU sector on global warming using OLS regression method. The results show that the GHG emissions from the AFOLU has a significant positive effect on global warming, indicating that the AFOLU sector has an important role to control the global warming through the strategy of GHG emission mitigation. This research suggests some solutions to mitigate GHG emissions from the AFOLU such as promoting the adoption of alternative wet dry rice farming practice, reducing the use of chemical fertilizers, converting low-yielding rice land to vegetable cultivation, using digestive enzymes and developing models of bio-gas tunnels to treat manure in livestock, and protecting and increasing the afforestation area.

Keywords: GHG; Global warming; OLS regression; Agriculture; Forestry.