



## EVALUATING THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE, HUMAN CAPITAL, FINANCIAL DEVELOPMENT, AND RENEWABLE ENERGY ON AGRICULTURAL PRODUCTION IN VIETNAM

Ngo Thai Hung<sup>1\*</sup>, Pham Tien Dung<sup>1</sup>, Lai Kim Hoang<sup>1</sup>, Vo Thuy Hang<sup>1</sup>, Vo Hong Son<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Finance – Marketing, Vietnam

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>DOI: 10.52932/jfm.vi4.519</p> <p><i>Received:</i> April 02, 2024</p> <p><i>Accepted:</i> April 21, 2024</p> <p><i>Published:</i> June 25, 2024</p> <p><b>Keywords:</b> Agricultural production; Climate change; Financial development; Human capital; Renewable energy.</p> <p><b>JEL codes:</b> Q5, Q51, Q56</p>	<p>This study aims to analyze how climate change, human capital, financial development, and renewable energy affect agricultural production in Vietnam during the period: 1995-2023, using wavelet analysis and spectral Granger causality. The results show that there is a significant relationship between climate change, human capital, financial development, renewable energy, and agricultural production over the sample period in Vietnam. More specifically, human capital, financial development, and renewable energy consumption positively influence agricultural production, while climate change has a negative impact on agricultural production. This means that human capital, financial development, and renewable energy remarkably enhance agricultural production, while climate change significantly reduces agricultural production. In addition, the spectral Granger causality test indicates that there is a bidirectional causality between these regressors and agricultural production in Vietnam across different frequencies. Climate change and financial development have a causal relationship with agricultural production in the short run. However, in the long run, we should pay attention to boosting the development of human resources and clean energy to achieve clean and sustainable agriculture in Vietnam. Furthermore, fiscal policies are able to support human capital, renewable energy, and decrease the level of climate change to promote agricultural production. The government should provide fair, transparent, and reliable long-term human capital policies, as well as incentives to attract private and foreign investment capital to participate in the growth of renewable energy.</p>

\*Corresponding author:

Email: [hung.nt@ufm.edu.vn](mailto:hung.nt@ufm.edu.vn)



## ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, VỐN CON NGƯỜI, PHÁT TRIỂN TÀI CHÍNH VÀ NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO ĐẾN SẢN XUẤT NÔNG NGHIỆP TẠI VIỆT NAM

Ngô Thái Hưng<sup>1\*</sup>, Phạm Tiến Dũng<sup>1</sup>, Lại Kim Hoàng<sup>1</sup>, Võ Thúy Hằng<sup>1</sup>, Võ Hồng Sơn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài chính – Marketing

THÔNG TIN	TÓM TẮT
<p>DOI: 10.52932/jfm.vi4.519</p> <p><i>Ngày nhận:</i> 02/04/2024</p> <p><i>Ngày nhận lại:</i> 21/04/2024</p> <p><i>Ngày đăng:</i> 25/06/2024</p> <p><b>Từ khóa:</b> Biến đổi khí hậu; Năng lượng tái tạo; Phát triển tài chính; Sản xuất nông nghiệp; Vốn con người.</p> <p><b>Mã JEL:</b> Q5, Q51, Q56</p>	<p>Nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, vốn nhân lực, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo đến sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam trong thời đoạn từ 1995 đến 2023. Sử dụng phương pháp Wavelet và kiểm định quan hệ nhân quả quang phổ của, kết quả nghiên cứu tại Việt Nam trong giai đoạn thực nghiệm giữa biến đổi khí hậu, vốn nhân lực, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo có mối tương quan hai chiều với sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam. Không những thế, tồn tại tác động dương vốn con người, phát triển tài chính, năng lượng tái tạo, tác động âm của biến đổi khí hậu tại hầu hết chuỗi thời gian, nghĩa là vốn con người, phát triển tài chính, năng lượng tái tạo thúc đẩy sản xuất nông nghiệp còn biến đổi khí hậu làm suy giảm sản xuất nông nghiệp. Kiểm định quan hệ nhân quả quang phổ cho thấy, tồn tại quan hệ hai chiều giữa biến đổi khí hậu, vốn con người, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo đến sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam. Trong ngắn hạn, biến đổi khí hậu và phát triển tài chính tác động đáng kể đến việc sản xuất nông nghiệp. Trong dài hạn, để có nền nông nghiệp sạch và bền vững tại Việt Nam, cần quan tâm thúc đẩy phát triển nguồn nhân lực và năng lượng sạch. Ngoài ra, các chính sách tài chính có thể hỗ trợ nguồn vốn nhân lực, năng lượng tái tạo và làm cải thiện biến đổi khí hậu và thúc đẩy sản xuất nông nghiệp. Chính phủ cần xây dựng các chính sách công bằng, rành mạch, ổn định trong dài hạn về đào tạo nguồn vốn nhân lực, các phương thức kích lệ vốn đầu tư tư nhân và vốn đầu tư nước ngoài tham gia vào việc phát triển năng lượng sạch, năng lượng tái tạo.</p>

### 1. Đặt vấn đề

Ngành nông nghiệp đặc biệt là một trong những lĩnh vực chịu ảnh hưởng nặng nề vì sự

gia tăng không ngừng của nhiệt độ trung bình hàng năm cùng những biến đổi khí hậu đang gây suy giảm lớn trong năng suất. Việt Nam là một trong những quốc gia nông nghiệp nằm trong khu vực có biến đổi khí hậu mạnh mẽ. Vì các loài cây nông nghiệp quan trọng thường rất nhạy cảm với các biến đổi trong khí hậu,

\*Tác giả liên hệ:

Email: [hung.nt@ufm.edu.vn](mailto:hung.nt@ufm.edu.vn)

bao gồm sự tăng nhiệt độ, thay đổi mô hình và cường độ mưa, tăng nồng độ carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), mức độ dâng cao của mực nước biển và sự gia tăng của cường độ thiên tai (Ahmad & Heng, 2012; Boonwichai và cộng sự, 2019; Mendelsohn, 2007). Để khắc phục hạn chế này thì năng lượng tái tạo là giải pháp cho vấn đề năng lượng cạn kiệt và ô nhiễm môi trường. Sử dụng năng lượng tái tạo trong sản xuất nông nghiệp không chỉ giúp giảm lượng khí thải ra môi trường mà còn giúp tiết kiệm chi phí và tăng tính bền vững của ngành nông nghiệp.

Một số các kết quả của các bài nghiên cứu đưa ra rằng, tăng vốn nhân lực làm tăng sản lượng nông nghiệp (Chandio và cộng sự, 2022; De Barros và cộng sự, 2022; Ndour, 2017; Wegren, 2014), các kết quả này được tổng hợp từ dữ liệu của các nguồn trên thế giới đều mang đến kết quả tích cực. Hơn nữa, nghiên cứu của (Hena và cộng sự, 2022) đưa ra kết luận trong dài hạn ảnh hưởng mạnh hơn trong ngắn hạn.

Về tác động của sự phát triển tài chính đến sản xuất nông nghiệp được thông qua từ góc độ lý thuyết đã cho thấy, các nhà nghiên cứu đều đưa ra quan điểm rằng, việc phát triển tài chính đều làm tăng trưởng đến sản xuất nông nghiệp. Một số nghiên cứu (Akpaeti, 2015; Kuzman và cộng sự, 2017; Shahbaz và cộng sự, 2013; Yazdi & Khanalizadeh, 2014) chỉ ra rằng, phát triển tài chính có thể gia tăng sản xuất nông nghiệp.

Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng, sử dụng năng lượng tái tạo giúp cho việc sản xuất nông nghiệp sạch và bền vững (Chopra và cộng sự, 2022; Hernandez và cộng sự, 2022; Palys và cộng sự, 2021; Zaman và cộng sự, 2022). Tuy có các mức độ khác nhau và tùy thuộc vào mỗi quốc gia sử dụng các năng lượng tái tạo khác nhau, kết luận thực nghiệm của các tác giả cũng nêu rằng, có mối quan hệ mạnh mẽ giữa sử dụng năng lượng tái tạo và sản xuất nông nghiệp. Năng lượng tái tạo là xu thế hiện nay, ưu tiên hàng đầu giúp cải thiện môi trường và

mục tiêu phát triển nông nghiệp sạch, bền vững.

Các bài nghiên cứu trước đây đã sử dụng các phương pháp định tính và định lượng, kinh tế lượng truyền thống như quan hệ nhân quả, CS – ARDL, kiểm tra đồng liên kết (Westerlund, 2008), để kiểm định tác động của biến đổi khí hậu, vốn nhân lực, phát triển tài chính, năng lượng tái tạo đến sản xuất nông nghiệp ở nhiều nền kinh tế trên thế giới. Theo như hiểu biết của nhóm tác giả, chưa xuất hiện bài nghiên cứu nào xem xét mối tương quan giữa các biến trong bối cảnh Việt Nam bằng cách sử dụng phương pháp Wavelet (Torrence & Webster, 1999). Bài nghiên cứu này đóng góp về mặt nội dung bằng cách khám phá mối quan hệ theo thời gian chuỗi hàng quý và miền tần số khác nhau giữa các chỉ số này và dựa vào các kết quả nghiệm thu được để đưa ra các hàm ý chính sách liên hệ đến biến đổi khí hậu, vốn nhân lực, phát triển tài chính, năng lượng tái tạo từ đó đưa ra các giải pháp nhằm nâng cao sản xuất nông nghiệp bền vững và thúc đẩy kinh tế tại Việt Nam.

## 2. Cơ sở lý thuyết và tổng quan nghiên cứu

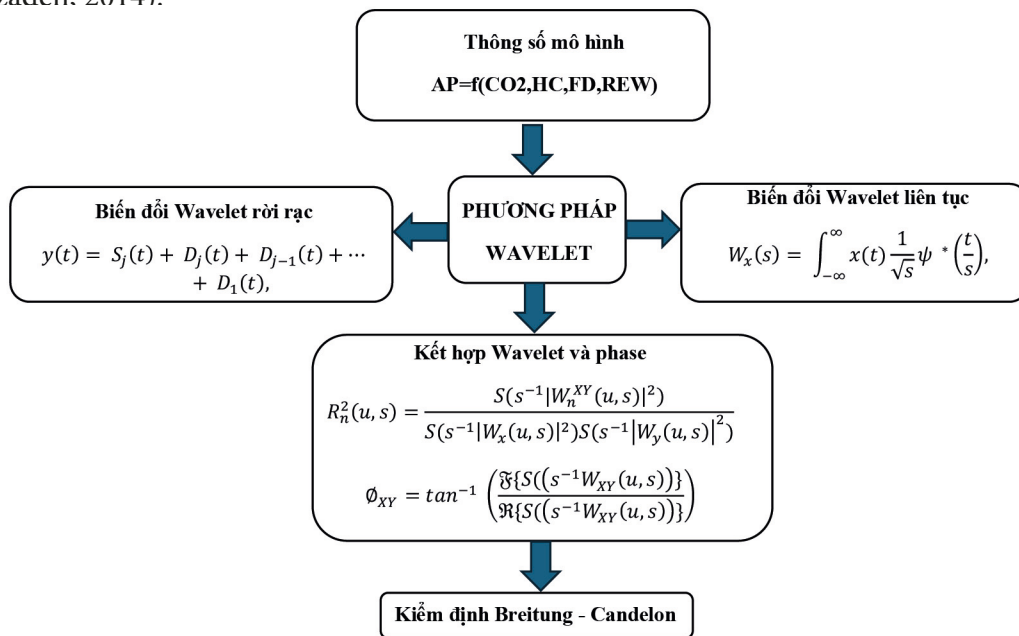
Nghiên cứu về mối quan hệ giữa biến đổi khí hậu, phát triển tài chính, vốn con người và năng lượng tái tạo đối với sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam. Tổng hợp các nghiên cứu về mối quan hệ giữa biến đổi khí hậu và sản xuất nông nghiệp với nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau ở từng khu vực quốc gia khác nhau (*xem Phụ lục 1 online*). Các nghiên cứu đã cho thấy, khí hậu có tác động tích cực đến năng suất của nông nghiệp (Anh và cộng sự, 2023; Mendelsohn, 2007) nhưng phần lớn nghiên cứu cho thấy, sự tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu đối với sản xuất nông nghiệp (Chandio và cộng sự, 2020; Ngaira, 2007; Shakoor và cộng sự, 2011). Các nghiên cứu ở phạm vi khu vực hoặc nhiều quốc gia cho thấy, được kết quả từ những sự tác động của vốn con người (HC) đối với sản xuất nông nghiệp

như những tác động tích cực (*xem Phụ lục 2 online*) (Anik và cộng sự, 2017; Bashir & Susetyo, 2018; Conto và cộng sự, 2012; Chandio và cộng sự, 2022; Hena và cộng sự, 2022; Huang & Luh, 2009; Hye & Jafri, 2011; Kalirajan, 1989; Kijek và cộng sự, 2016; Lanzona Jr, 2013; Sharma và cộng sự, 2021; Xu và cộng sự, 2020; Zhang và cộng sự, 2023).

Bên cạnh đó, những ảnh hưởng tích cực của yếu tố năng lượng tái tạo đối với sản xuất nông nghiệp (*xem Phụ lục 3 online*) (Adelaja & Hailu, 2008; Appel và cộng sự, 2016; Jebli & Youssef, 2017; Paramati và cộng sự, 2018; Shahbaz và cộng sự, 2013; Zaman và cộng sự, 2022; Zhang và cộng sự, 2023) cũng như là những tích cực từ sản xuất nông nghiệp cũng tác động đến năng lượng tái tạo (Chopra và cộng sự, 2022; Liu và cộng sự, 2017). Bên cạnh đó, những nghiên cứu cũng (*xem Phụ lục 4 online*) cho thấy, những tác động tích cực của phát triển tài chính đến sản xuất nông nghiệp cũng như là những ảnh hưởng từ sản xuất nông nghiệp đến phát triển tài chính thông qua việc tham khảo các nghiên cứu (Akpaeti, 2015; Egwu, 2016; Kuzman và cộng sự, 2017; Olaniyi, 2017; Shahbaz và cộng sự, 2013; Yan & Xiao, 2011; Yazdani, 2008; Yazdi & Khanalizadeh, 2014).

### 3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp Wavelet liên tục và biến đổi Wavelet rời rạc để nắm bắt quá trình biến đổi phương sai cục bộ và hiệp phương sai của hai chuỗi thời gian, đồng thời phân tích pha và kết hợp Wavelet để ước tính mối tương quan cùng chuyển động giữa hai biến trong miền tần số và thời gian (Reboredo, 2017). Phân tích Wavelet được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm biến đổi Wavelet liên tục, Wavelet kết hợp và Wavelet chéo. Wavelet kết hợp định nghĩa là hệ số tương quan cục bộ trong không gian thời gian – tần số. Chúng mô tả mối tương quan theo ba chiều, bao gồm các yếu tố thời gian và tần suất cũng như cường độ tương quan. Ưu điểm chính của các phương pháp Wavelet là khả năng hiển thị các quá trình phát triển mảng tuần hoàn, xu hướng và tính không cố định. Phân tích Wavelet cung cấp cái nhìn sâu sắc về mối tương quan giữa hai chỉ số ở các tần số khác nhau, chuyển động cùng pha và lệch pha, và mối quan hệ dẫn đầu. Do đó, Wavelet đã được sử dụng rộng rãi trong kinh tế học và tài chính để kiểm tra các biến động theo thời gian giữa các biến ở các phạm vi khác nhau. Hình 1 mô tả quy trình phân tích dữ liệu.



Hình 1. Quy trình phân tích dữ liệu

**Biến đổi Wavelet rời rạc**

Một chuỗi  $y(t)$  có thể được phân tách ra thành nhiều thang thời gian khác nhau như sau:

$$y(t) = \sum_k S_{J,k\phi J,k}(t) + \sum_k d_{J,k\psi J,k}(t) + \sum_k d_{J-1,k\psi J-1,k}(t) + \dots + \sum_k d_{1,k\psi 1,k}(t) \quad (1)$$

Trong đó  $\phi$  và  $\psi$  là các hàm Wavelet cha và Wavelet mẹ và chúng biểu thị các thành phần mượt mà (tần số thấp) của tín hiệu và các thành phần chi tiết (tần số cao). Các hàm  $S_j(t)$  và  $D_j(t)$  lần lượt là đại diện cho tín hiệu mượt mà và tín hiệu chi tiết.

Do đó, chuỗi thời gian  $y(t)$  có thể được viết lại:

$$y(t) = S_j(t) + D_j(t) + D_{j-1}(t) + \dots + D_1(t) \quad (2)$$

Trong đó, mức độ mịn  $S_j(t)$  được đặc trưng bởi tín hiệu mượt mà và  $D_1(t), D_2(t), \dots, D_j(t)$  được kết nối với các dao động có độ dài tương ứng như  $2 - 4, 4 - 8, \dots, 2^j + 2^{j+1}$ . Chúng tôi đã sử dụng dữ liệu hàng ngày và thiết lập giá trị  $J = 8$  để đánh giá mức độ đa độ phân giải.

**Biến đổi liên tục**

Hàm Wavelet được định nghĩa như sau

$$W_x(s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \frac{1}{\sqrt{s}} \psi \left( \frac{t}{s} \right) \quad (3)$$

Trong đó dấu \* biểu thị liên hợp phức và tham số tỉ lệ  $s$  xác định khả năng của Wavelet trong việc phát hiện các thành phần tần số cao hoặc thấp của chuỗi  $x(t)$ .

**Wavelet kết hợp**

Sự tương tác giữa hai chuỗi  $x(t)$  và  $y(t)$  trong Wavelet chéo được mô tả như sau:

$$W_n^{XY}(u, s) = W_n^X(u, s) W_n^{Y*}(u, s) \quad (4)$$

Trong đó,  $u$  mô tả cho vị trí,  $s$  mô tả cho tỷ lệ và \* mô tả cho liên hợp phức. Torrence

và Webster (1999) đã đề xuất phương pháp Wavelet kết hợp. Hệ số Wavelet bình phương được xác định sau đây:

$$R_n^2(u, s) = \frac{S(s^{-1}|W_n^{XY}(u,s)|^2)}{S(s^{-1}|W_x(u,s)|^2)S(s^{-1}|W_y(u,s)|^2)} \quad (5)$$

Ở đây,  $s$  là tham số làm mịn cho cả thời gian và tần số. Hệ số  $R$  thuộc khoảng  $0 \leq R \leq 1$ .

**Phase**

Để xác định độ lệch pha giữa  $x(t)$  và  $y(t)$  ta sử dụng công thức như sau: (Reboredo và cộng sự 2017)

$$\phi_{XY} = \tan^{-1} \left( \frac{\Im\{S((s^{-1}W_{XY}(u,s)))\}}{\Re\{S((s^{-1}W_{XY}(u,s)))\}} \right) \quad (6)$$

**Dữ liệu nghiên cứu**

Dữ liệu dùng cho nghiên cứu này là các biến theo Bảng 1 trong giai đoạn từ năm 1995 đến năm 2023. Giai đoạn nghiên cứu tương ứng với nguồn dữ liệu sẵn có. Song song đó, dữ liệu qua các năm trong nghiên cứu này đã được nhóm tác giả sử dụng phương pháp Quadratic Match – Sum để chuyển đổi thành tần số hàng quý được mô tả trong nghiên cứu (Hung, 2022). Dữ liệu của Sản xuất nông nghiệp (AP) được lấy từ Ngân hàng dữ liệu trực tuyến của tổ chức nông lương thế giới (FAOSTAT); Dữ liệu các biến Biến đổi khí hậu (CO2) và Năng lượng tái tạo được tổng hợp từ World bank, Vốn nhân lực (HC) tổng hợp từ Penn World Table, Phát triển tài chính (FD) được tổng hợp từ Quỹ tiền tệ Quốc tế (IMF). Trước khi thực hiện nghiên cứu, tất cả các chuỗi được chuyển thành logarit tự nhiên của chúng. Trong Bảng 1 đã cho thấy được các chi tiết có liên quan đến các biến.

**Bảng 1.** Nguồn dữ liệu cho nghiên cứu

Kí hiệu	Biến	Nguồn	Đo lường
REW	Năng lượng tái tạo	WDI	kWh (kilowatt – giờ)
HC	Vốn con người	PWT	Chỉ số nguồn vốn con người (Tri thức, kỹ năng và tình trạng sức khỏe)
FD	Phát triển tài chính	PWT	Tỷ lệ tín dụng tư nhân/GDP; tỷ lệ vốn hóa thị trường/GDP
CO2	Biến đổi khí hậu	WDI	Tấn trên bình quân đầu người
AP	Sản xuất nông nghiệp	FAOSTAT	Diện tích canh tác và sản lượng nông nghiệp

**Chú thích:** FAOSTAT = United Nations Statistics Division of the Food and Agriculture Organization, WDI = 358 World Development Indicators, PWT = Penn World Table, ICRG = International Country Risk 359 Group, IMF = International Monetary Fund.

#### 4. Kết quả nghiên cứu

##### Kết quả tương quan

Phân phối dữ liệu và sự tương quan giữa các chỉ số đang được khảo sát được minh họa (xem Phụ lục 5 online). Kết quả cho thấy, mối quan hệ giữa các biến không chỉ xuất hiện tương quan âm mà có cả tương quan dương. Theo đó, ta thấy được mức tương quan dương 0,93 của chỉ số AP đối với biến CO2 cho thấy được mối tương quan thuận của AP đối với CO2. Cùng với đó, AP cũng có mối tương quan tích cực FD và HC với mức tương quan lần lượt là 0,5 và 0,99. Ngoài các xu hướng tích cực từ những mối tương quan nói trên, AP cũng có mối tương quan âm với biến REW với cường độ tương quan là -0,98. Do đó, ở phần kế tiếp, một phân tích thực nghiệm được thực hiện bằng các phương pháp Wavelet để đánh giá cường độ của mối liên quan nhân quả giữa biến đổi khí hậu, phát triển tài chính, vốn con người, tài nguyên tái tạo và sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam.

##### Thống kê mô tả

Các số liệu thống kê mô tả của các biến AP, CO2, FD, HC và REW đều được tổng hợp lại (xem Phụ lục 5 online). Kết quả cho thấy, tất cả các biến phụ thuộc và độc lập đều có giá trị trung bình dương ở Việt Nam, xác định trong khoảng từ 0,08943 đến 19,88116. Độ lệch chuẩn của AP có độ lệch chuẩn cao nhất là

5,64883, tức là AP biến động nhiều nhất trong số các biến đang được nghiên cứu. Dù vậy, hệ số này của FD có giá trị nhỏ nhất (0,01076) khi so với ba biến độc lập còn lại CO2, HC, REW, điều đó chứng tỏ dữ liệu này ít bị biến thiên hơn so với giá trị trung bình. Cùng với đó, cả bốn biến đều có phân phối lệch phải với hệ số dương lần lượt theo CO2, FD, HC, REW là 0,74414; 0,36213; 0,22456; 0,08862. Cuối cùng, đối với kết quả của phép thử kiểm định Jarque – Bera cho thấy, tất cả các biến có ý nghĩa thống kê, điều này chứng tỏ rằng, tất cả các biến đều không có phân phối chuẩn.

##### Kết quả phân tích Wavelet

Trong phần này nhóm tác giả trình bày kết luận thực nghiệm của phân tích Wavelet về mối quan hệ của biến đổi khí hậu, vốn con người, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo lên sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam. Bằng cách sử dụng phân tích Wavelet giúp trình bày một cách chi tiết hơn về các kết quả của nghiên cứu với các hệ số giữa các cặp biến trên chuỗi thời gian theo quý.

**Biến đổi Wavelet liên tục:** nghiên cứu sử dụng WPS để nắm bắt sự biến động, tương quan của các biến CO2 và AP, HC, FD và REW ở Việt Nam trong quý 1 năm 2000 đến quý 4 2022. Đồng thời, kiểm tra thêm các thuộc tính dữ liệu trong các miền thời gian - tần số khác nhau và các biểu đồ được biểu thị (xem Phụ lục 7 online) lần lượt mô tả WPS của CO2, AP, HC

và REW, FD. Thang đo Wavelet được mô tả các vùng màu đỏ đậm thể hiện sự biến động mạnh, trong khi màu xanh lam, xanh lục và các bề mặt màu vàng cho thấy, độ biến thiên yếu dần. Rõ ràng, chúng ta thấy rằng, biến CO<sub>2</sub>, AP và HC chỉ có ở năm 2011 ở tần số là 32 có biến động nhẹ và không có bất kỳ vùng màu nào nổi lên trên tất cả các ô trong biểu đồ, về REW có thêm biến động ở tần số 16. Do đó, chúng ta có thể kết luận rằng, CO<sub>2</sub>, AP, HC và REW có mức độ biến động là thấp trong giai đoạn mẫu được nghiên cứu. Riêng biểu đồ FD xuất hiện nhiều vùng màu đỏ đậm và vàng, điều này thể hiện có sự biến động nhiều ở năm 2011 ở tần số 32 đến 8 nên kết luận FD trong giai đoạn mẫu nghiên cứu này có mức độ biến động mạnh.

**Biến đổi Wavelet chéo:** nghiên cứu mở rộng phân tích bằng cách dùng đến phương pháp biến đổi Wavelet chéo (XWT) (*xem Phụ lục 8 online*) để xác định biến động và tương quan giữa các cặp biến. Trong phân tích cặp biến AP-CO<sub>2</sub>, nghiên cứu quan sát một hình nón chứa các mũi tên phức tạp được phân bố từ miền tần số thấp đến miền tần số cao. Điều này mô tả mối tương quan đặc biệt giữa AP và CO<sub>2</sub> trong nhiều miền tần số khác nhau.

Ngoài ra, khi xem xét cặp biến AP-FD, AP-HC, AP-REW cũng nhận thấy, sự chuyển biến phức tạp của các mũi tên trong nhiều miền tần số. Sự chuyển biến này ngầm chỉ ra rằng, từ năm 2000 đến 2022, mối liên hệ giữa AP và CO<sub>2</sub>, AP và FD, AP và HC, AP và REW ở Việt Nam đều trải qua ảnh hưởng đáng kể từ cả yếu tố nội và ngoại vi.

### Wavelet kết hợp

Quan hệ giữa AP và CO<sub>2</sub> từ năm 2000 đến năm 2006 và 2011 đến 2022 chủ yếu là phần diện tích màu đỏ đậm (*xem Phụ lục 9 online*), đa số các mũi tên đều hướng về bên phải, biểu thị mối liên quan dương và mạnh theo đó cũng biểu thị sự tương ứng của chỉ số AP dẫn đầu. Từ năm 2011 đến 2014 (quý 3 – 4), sự chuyển đổi sang trái của mũi tên có tương quan âm mạnh giữa chỉ số CO<sub>2</sub> và AP. Thêm vào đó, trong giai đoạn từ năm 2000 tới năm 2018, ở cả tần

suất trung bình thấp và tần suất cao, quan sát thấy hiện diện các mũi tên hướng sang trái và đi xuống. Điều này chỉ ra rằng, giữa AP và CO<sub>2</sub> có một mối tương quan âm, mặc dù không có sự liên kết mạnh mẽ. Trải qua thời kỳ từ năm 2000 đến 2022, Việt Nam đã phải đối mặt với tác động ngày càng trầm trọng của biến đổi khí hậu đối với ngành nông nghiệp Việt Nam, đứng trong top 5 quốc gia dễ bị tác động nhất bởi biến đổi khí hậu, đặc biệt là trong lĩnh vực nông nghiệp. Đến năm 2022, ngành nông nghiệp đã chứng kiến sự tăng trưởng ổn định, với mức tăng 3,36%. Tuy nhiên, nông nghiệp vẫn là một trong những lĩnh vực chịu tác động nặng nề nhất từ biến đổi khí hậu, đặc biệt là khi phải đối mặt trực tiếp với các biến động thời tiết và các điều kiện tự nhiên không ổn định. Kết luận từ các số liệu cho thấy rằng, thay đổi trong khí hậu đang có ảnh hưởng đến sự gia tăng của chỉ số AP. Những kết quả này tương đồng với kết quả của (Amin và cộng sự, 2014; Crane-Droesch, 2018).

Quan hệ giữa AP và FD (*xem Phụ lục 10 online*), ta quan sát được giai đoạn từ 2000 đến 2005, mũi tên chủ yếu hướng về phía phải biểu hiện mối liên hệ dương, mạnh giữa AP và FD, cùng hướng với chỉ số AP ban đầu. Tuy nhiên có sự khác biệt ở giai đoạn năm 2006 đến 2010 (quý 0-8), có sự ngược pha giữa các chỉ số với AP dẫn đầu, ở tần suất trung bình thấp các mũi tên hướng ngược lại về phía bên trái biểu thị mối liên quan âm và mạnh giữa hai biến AP và FD. Bên cạnh đó, trong miền tần suất trung bình thấp những năm từ 2011 đến 2022 có xuất hiện những mũi tên hướng sang phải và xuống dưới. Dấu hiệu này cho thấy rằng, giữa biến AP và FD có mối liên hệ dương, mạnh và FD có chức năng là biến dẫn đầu. Điều này cho ta biết được rằng, trong ngắn hạn và trung hạn việc tăng sự phát triển tài chính sẽ thúc đẩy nền sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam phát triển. Nhìn lại với thực tế tình hình ở Việt Nam về khía cạnh kinh tế và xã hội rất giống với kết quả nghiên cứu. Các chính sách tài chính, tín dụng có ý nghĩa vô cùng quan trọng, cung cấp nguồn lực mạnh mẽ để thúc đẩy sự tiến bộ trong lĩnh vực nông nghiệp công nghệ cao. Kết quả này

cũng tương đồng với kết quả của (Magazzino và cộng sự, 2021; Yazdi & Khanalizadeh, 2014), đây chính là minh chứng tích cực hai chiều về mối liên hệ giữa phát triển tài chính và sản xuất nông nghiệp.

Quan hệ giữa AP và HC (*xem Phụ lục 11 online*), theo quan sát cho thấy được rằng, màu đỏ đậm chiếm hầu hết trong hình, trong khoảng thời gian từ năm 2000 đến năm 2006, tại các tần suất khác nhau, hầu hết các mũi tên đều hướng về phía bên phải, biểu thị mối tương quan dương mạnh mẽ và tương đồng với chỉ số AP dẫn đầu. Ngoài ra, phần ranh giới ngoài rìa hình chữ U trong trung hạn (tần suất trung bình) từ năm 2007 đến năm 2015 (quý 9 – 17) và từ năm 2018 – 2021 (quý 4 – 8) các mũi tên đều lệch pha (tương quan nghịch) với AP dẫn đầu. Bên cạnh đó, trong giai đoạn từ năm 2018 – 2022 (quý 4 – 32) các thông số đều hướng sang phải, cùng pha (tương quan thuận) với AP dẫn đầu. Hàm ý rằng, vốn nhân lực giúp phát triển sản xuất nông nghiệp trong ngắn hạn, và sản xuất nông nghiệp sẽ là bước tiến giúp tăng nguồn vốn nhân lực trong dài hạn. Kết quả cho thấy rằng, việc tăng nguồn vốn nhân lực đồng nghĩa với việc gia tăng chỉ số AP. Kết luận này phù hợp với nghiên cứu của Bashir & Susetyo (2018), Hena và cộng sự (2022) rằng, mối quan hệ giữa vốn con người và sản xuất nông nghiệp là mối quan hệ tích cực hai chiều.

Quan hệ giữa AP và REW (*xem Phụ lục 12 online*), theo quan sát ta thấy, REW và AP có mối tương quan âm trong giai đoạn 2000 – 2005. Biểu đồ thể hiện qua màu đỏ xuất hiện ở hầu hết các miền tần số, với xu hướng mũi tên hướng sang trái và một vài mũi tên hướng xuống, thể hiện mối liên hệ âm và chỉ số REW dẫn đầu. Tuy nhiên, trong giai đoạn 2011, ở miền tần số trung bình, xuất hiện tương quan dương (mũi tên hướng sang phải) nhưng nhìn chung mối tương quan vẫn là âm

Phân tích biểu đồ cho thấy, mối tương quan giữa REW và AP trong giai đoạn 2013 - 2020. Mảng màu xanh xuất hiện ở cả ba miền tần

suất ngắn hạn, trung hạn và dài hạn. Ở dài hạn, mũi tên hướng sang trái và đi lên, mũi tên đi xuống và sang trái ở trung hạn cho thấy, tương quan âm nhưng yếu, nghĩa là REW có thể giúp cải thiện AP trong ngắn hạn. Tuy nhiên, về lâu dài, AP sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc gia tăng sử dụng REW. Do đó, đầu tư vào năng lượng tái tạo sẽ mang lại lợi ích cho cả hai lĩnh vực: Nâng cao chất lượng sản xuất nông nghiệp và thúc đẩy sử dụng năng lượng tái tạo. Điều này phù hợp với thực tế tại Việt Nam, nơi đang hướng tới phát triển năng lượng tái tạo và nâng cao năng suất nông nghiệp

Nói một cách đơn giản, thì tiêu thụ năng lượng tái tạo có tác động tích cực hơn đến sản lượng kinh tế của nông nghiệp so với tiêu thụ năng lượng không tái tạo trong ngắn hạn, còn trong dài hạn, sản xuất nông nghiệp sẽ có sự thúc đẩy việc tăng sử dụng năng lượng tái tạo vì năng lượng tái tạo không bị cạn kiệt. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của (Chopra và cộng sự, 2022), tồn tại bằng chứng tích cực hai chiều trong mối quan hệ giữa năng lượng tái tạo và sản xuất nông nghiệp.

### Kiểm định Breitung – Candelon

phương pháp kiểm định nhân quả quang phổ do Breitung và Candelon (2006) phát triển để đánh giá mối quan hệ nhân quả giữa các HC và REW, CO2 và FD tại Việt Nam (*xem Phụ lục 13 và Phụ lục 14 online*). Tại các khoảng tần số khác nhau (0 - 1, 1 - 2 và 2 - 3), mối quan hệ nhân quả giữa HDI và các biến độc lập phản ánh tuần tự theo thời gian dài, trung bình và ngắn hạn. Kết quả của thử nghiệm được mô tả như sau: Dòng được sắp xếp trên cùng (được đánh dấu màu đỏ) biểu thị mức ý nghĩa ở mức 5%, trong khi dòng ở dưới cùng (được đánh dấu màu xanh) biểu thị mức ý nghĩa ở mức 10%. Ở giả thuyết đầu tiên  $H_0$  “HC không có quan hệ nhân quả với AP” không bị bác bỏ ở mức ý nghĩa 10% trong dài hạn (*xem Phụ lục 13 online*). Trong khi đó, giả thuyết về “HC không có quan hệ nhân quả với AP” bị bác bỏ ở mức ý nghĩa tương ứng là 5% và 10% trong trung hạn và ngắn hạn. Tiếp đó, mối quan hệ nhân quả



giữa REW và sản xuất nông nghiệp AP. Kết quả cho thấy, chỉ ở mức ý nghĩa 10% trong trung hạn thì giả thuyết “Không có quan hệ nhân quả” giữa REW và AP là bị vô hiệu tại Việt Nam, còn ở mức ý nghĩa 10% trong dài hạn và ngắn hạn là không bị bác bỏ. “CO2 không có quan hệ nhân quả với AP” chỉ chấp nhận ở mức ý nghĩa 10% trong trung hạn. Trong dài hạn và trung hạn, giả thuyết  $H_0$  “FD không có quan hệ nhân quả với AP” không được chấp nhận ở mức ý nghĩa 5% và 10% trong dài hạn và trung hạn. Ngược lại, thì không bị vô hiệu ở mức ý nghĩa 10% trong ngắn hạn. Tóm lại, từ kết quả trên, chỉ ra rằng, việc sử dụng REW, CO2, FD, HC đều thể hiện mức độ phát triển đến sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam ở tất cả các tần số.

Giả thuyết  $H_0$  “AP không có quan hệ nhân quả với CO2” chỉ bị bác bỏ ở mức ý nghĩa tương ứng 10% trong quan hệ nhân quả dài hạn tức là AP có tác động đến CO2 (*xem Phụ lục 14 online*). Mặc khác giả thuyết vô hiệu về “AP không có quan hệ nhân quả với CO2” không bị vô hiệu hóa ở trong mức trung hạn và ngắn hạn. Tiếp theo đó mô tả mối quan hệ nhân quả giữa AP và FD. Kết quả cho thấy, ở mức ý nghĩa 10% trong dài hạn, bị bác bỏ giả thuyết  $H_0$  “AP không có mối quan hệ nhân quả với FD” và ở mức 5% và 10% trong ngắn hạn giả thuyết  $H_0$  cũng bị bác bỏ. Mặc khác trong trung hạn giả thuyết  $H_0$  không bị vô hiệu. Giả thuyết  $H_0$  “AP không có quan hệ nhân quả với HC” không bị vô hiệu ở mức ý nghĩa 5% và 10% trong dài hạn và trung hạn. Trong khi đó, giả thuyết “AP không có quan hệ nhân quả với HC” bị bác bỏ ở mức ý nghĩa 5% và 10% trong mối quan hệ nhân quả ngắn hạn, có nghĩa là AP có tác động đến HC. Cuối cùng là mô tả mối quan hệ nhân quả giữa AP và REW. Nhìn vào kết quả ta hiểu được ở mức ý nghĩa 5% và 10% trong dài hạn bác bỏ giả thuyết  $H_0$  “AP không có mối quan hệ nhân quả với REW” và ở mức ý nghĩa 5% và 10% trong trung hạn và ngắn hạn không bị bác bỏ giả thuyết. Tóm lại, từ kết quả trên chỉ ra rằng, việc phát triển sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam đều tác động đến REW, CO2, FD, HC ở tất cả các tần số.

## 5. Thảo luận kết quả

Phân tích thực nghiệm về tác động biến đổi khí hậu, vốn con người, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo lên sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam trong thời đoạn từ năm 1995-2023, nghiên cứu đã thực hiện các bước bao gồm phân tích từ kết quả tương quan, thống kê mô tả và sử dụng kết quả phân tích Wavelet, cùng với đó là thực hiện kiểm định quan hệ nhân quả quang phổ của (Breitung & Candelon, 2006) các kết quả nhận được như sau: -

Thông qua phân tích từ phương pháp Wavelet bao gồm biến đổi Wavelet liên tục, Wavelet chéo và kết hợp cho thấy rằng, có mối quan hệ âm giữa biến đổi khí hậu và sản xuất nông nghiệp giống với các nghiên cứu trước đó (Chandio và cộng sự, 2020; Ngaira, 2007; Shakoor và cộng sự, 2011), ngược lại vốn con người, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo có mối tương quan dương dài hạn với sản xuất nông nghiệp tương tự như trong nghiên cứu của (Anik và cộng sự, 2017; Bashir và Susetyo, 2018; Chandio và cộng sự, 2022; Hena và cộng sự, 2022; Zaman và cộng sự, 2022; Akpaeti, 2015; Kuzman và cộng sự, 2017) . Kiểm định nhân quả quang phổ của Breitung và Candelon trên từng chuỗi thời gian khẳng định tồn tại mối quan hệ hai chiều giữa các biến biến đổi khí hậu, vốn con người, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo lên sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam. Nói cách khác, vốn con người, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo làm gia tăng sản lượng nông nghiệp, riêng biến đổi khí hậu sẽ ảnh hưởng xấu đến sản xuất nông nghiệp và việc tồn tại chiều tác động ngược lại từ phía sản xuất nông nghiệp đến biến đổi khí hậu, vốn con người, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo chứng minh rằng, đối với nền kinh tế Việt Nam trong giai đoạn mục tiêu bền vững thì sản xuất nông nghiệp tạo ra các cơ hội cho vốn con người, phát triển tài chính và năng lượng tái tạo, đồng thời đánh đổi với môi trường, khí hậu là không thể tránh khỏi.

## 6. Kết luận và khuyến nghị

### Kết luận

Nghiên cứu khẳng định biến đổi khí hậu, sử dụng năng lượng tái tạo, vốn con người và phát triển tài chính trong giai đoạn 1995-2023 có ảnh hưởng cả tiêu cực lẫn tích cực đến sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam. Hơn nữa mối quan hệ giữa biến đổi khí hậu, sử dụng năng lượng tái tạo, vốn con người và phát triển tài chính với sản xuất nông nghiệp là quan hệ hai chiều. Kết quả nghiên cứu này là đáng tin cậy, có thể sử dụng làm cơ sở để xuất các giải pháp cho phát triển kinh tế bền vững.

Từ các kết quả này, nghiên cứu đưa ra một số hàm ý về quan hệ giữa biến đổi khí hậu, phát triển tài chính, vốn con người và năng lượng tái tạo lên sản xuất nông nghiệp:

*Một là*, cơ cấu lại ngành nông nghiệp cần tập trung vào việc phân loại các sản phẩm chủ lực và phân tích lĩnh vực mà chúng thuộc, từ đó áp dụng phương pháp cơ cấu lại ngành nông nghiệp theo nhóm sản phẩm chủ lực. Điều này giúp tối ưu hóa quy trình sản xuất và tiêu thụ sản phẩm, từ đó tạo điều kiện cho sự phát triển ổn định và bền vững của ngành. Bên cạnh đó, để đối phó với biến đổi khí hậu và bảo vệ môi trường hiệu quả, cần thiết lập các cơ chế và hệ thống giám sát tài nguyên và môi trường một cách chặt chẽ và hiệu quả.

*Hai là*, vốn con người có mối quan hệ hai chiều tích cực đến sản xuất nông nghiệp tại Việt Nam. Từ đây, nghiên cứu nhận thấy được rằng, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực cần phải: Thay đổi định kiến về lao động nông nghiệp, hướng đến hình ảnh lao động trẻ năng động, sáng tạo, sử dụng công nghệ cao, tận dụng hạ tầng công nghệ hiện có, khuyến khích nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ cao vào sản xuất nghiệp, tạo điều kiện cho khởi nghiệp trong lĩnh vực nông nghiệp bền vững, xây dựng nông nghiệp sạch. Đồng thời hoàn thiện hệ thống pháp luật và khuyến khích sáng tạo ý tưởng, dự án, khởi nghiệp trong lĩnh vực nông nghiệp, Chính phủ và các nhà nghiên cứu chính

sách cũng cần hoàn thiện hệ thống pháp luật, chính sách liên quan đến vốn nhân lực cho nông nghiệp cho thành thị và nông thôn, đảm bảo tính bền vững, ổn định trong nông nghiệp và tính nhất quán trong thực thi chính sách, các nhà hoạch định cũng nên tổ chức các cuộc thi sáng tạo, khởi nghiệp, tạo sân chơi thể hiện ý tưởng và dự án mới của mình ở cấp độ quốc gia. Ngoài ra, cũng thường xuyên tổ chức các hội nghị và hội thảo cho nông dân, doanh nhân trong lĩnh vực nông nghiệp để nâng cao kỹ năng quản lý, nâng cao năng lực (Penda, 2012). Việc sử dụng nguồn nhân lực hiệu quả là hữu ích để cải thiện nông nghiệp nước ta, nâng cao vị thế kinh tế. Đối với khu vực thành thị, cần chú trọng công tác tổ chức các hội thảo, dự án phát triển nguồn nhân lực bền vững. Đối với khu vực nông thôn và vùng sâu vùng xa, nông nghiệp là ngành chủ yếu ở khu vực này, Chính phủ cần đặc biệt quan tâm đến nguồn nhân lực, đảm bảo chất lượng và giá trị gia tăng của sản phẩm nông nghiệp. Sự đầu tư vào vốn con người của Chính phủ sẽ mang lại rất nhiều lợi ích cho tương lai cũng như giải quyết được vấn đề an ninh lương thực (Djomo & Sikod, 2012)

*Ba là*, phát triển tài chính có mối quan hệ nhân quả hai chiều tích cực đối với sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam. Tài chính phát triển nó giúp cho các nhà sản xuất nông nghiệp có thể dễ dàng áp dụng các công nghệ mới vào sản xuất, sản xuất nông nghiệp xanh thân thiện môi trường đem lại năng suất cao, sản phẩm chất lượng. Do đó, việc cải thiện chính sách tài chính tín dụng linh hoạt để cho những nhà sản xuất nông nghiệp có thể tiếp cận được nguồn tài chính tốt nhất một cách dễ dàng như đơn giản hóa các thủ tục cho vay, điều kiện cho vay linh hoạt, tài sản thế chấp,...giúp đẩy nhanh ứng dụng khoa học công nghệ vào sản xuất nông nghiệp không chỉ là giải pháp tối ưu mà còn là một vấn đề tất yếu để nâng cao năng suất, chất lượng, sức cạnh tranh của nông phẩm, bảo đảm cho kinh tế nông nghiệp Việt Nam phát triển bền vững. Kèm theo đó là các chính sách tuyên truyền, vận động, phổ cập kiến thức cho người nông dân về các thủ tục, phương pháp để có thể tiếp cận được nguồn vốn và khai thác chúng

một cách hiệu quả (Đặng, 2023). Vậy nên cần phải tăng cường, thúc đẩy thị trường tài chính phát triển không ngừng, phát huy mạnh mẽ và hợp lý hóa hệ thống tài chính để hỗ trợ cho nông nghiệp phát triển. Và hiện nay, ở các thị trường châu Âu, châu Mỹ hay châu Á họ cũng đã siết chặt hơn về vấn đề an toàn thực phẩm, việc các mặt hàng nông sản Việt Nam liên tục bị trả về nước vì dư lượng thuốc trừ sâu vượt mức quy định cho thấy, nông sản Việt Nam đang gặp một thử thách rất lớn ở các thị trường quốc tế. Nhà nước cần kiểm soát gắt gao hơn về vấn đề này, Chính phủ có thể đánh thuế cao vào các mặt hàng như phân hóa học, thuốc trừ sâu... để người sản xuất giảm việc sử dụng quá mức các hóa chất hóa học.

Bốn là, mối quan hệ nhân quả hai chiều giữa năng lượng tái tạo và sản xuất nông nghiệp, trong ở trung và dài hạn, cả hai chỉ số này luôn hỗ trợ và thúc đẩy lẫn nhau. Sử dụng năng lượng tái tạo sẽ đóng góp vào sự phát triển bền vững của nông nghiệp. Chính vì lý do đó những năm gần đây năng lượng tái tạo đang được đầu tư nghiên cứu và khuyến khích sử dụng trên hầu hết các quốc gia, đặc biệt là năng lượng mặt trời, năng lượng gió thay thế cho các nguồn năng lượng hóa thạch, nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường do sản xuất nông nghiệp gây ra.

### Tài liệu tham khảo

- Adelaja, A. O., & Hailu, Y. G. (2008). *Renewable energy development and implications to agricultural viability*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.6132>
- Ahmad, K., & Heng, A. C. T. (2012). Determinants of agriculture productivity growth in Pakistan. *International Research Journal of Finance and Economics*, 95(2), 165-172. <http://www.internationalresearchjournaloffinanceandeconomics.com>
- Akpaeti, A. J. (2015). Impact of financial sector reforms on agricultural growth in Nigeria: a vector autoregressive (VAR) approach. *American Journal of Experimental Agriculture*, 7(1), 17-35. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/11423>
- Amin, M. R., Zhang, J., & Yang, M. (2014). Effects of climate change on the yield and cropping area of major food crops: A case of Bangladesh. *Sustainability*, 7(1), 898-915. <https://doi.org/10.3390/su7010898>
- Anik, A. R., Rahman, S., & Sarker, J. R. (2017). Agricultural productivity growth and the role of capital in South Asia (1980–2013). *Sustainability*, 9(3), 470. <https://doi.org/10.3390/su7010898>
- Anh, D. L. T., Anh, N. T., & Chandio, A. A. (2023). Climate change and its impacts on Vietnam agriculture: A macroeconomic perspective. *Ecological Informatics*, 74, 101960. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101960>
- Appel, F., Ostermeyer-Wiethaup, A., & Balmann, A. (2016). Effects of the German Renewable Energy Act on structural change in agriculture—The case of biogas. *Utilities Policy*, 41, 172-182. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.02.013>
- Bashir, A., & Susetyo, D. (2018). The relationship between economic growth, human capital, and agriculture sector: Empirical evidence from Indonesia. *International Journal of Food and Agricultural Economics (IJFAEC)*, 6(4), 35-52. <https://ageconsearch.umn.edu/record/283873>
- Boonwichai, S., Shrestha, S., Babel, M. S., Weesakul, S., & Datta, A. (2019). Evaluation of climate change impacts and adaptation strategies on rainfed rice production in Songkhram River Basin, Thailand. *Science of the Total Environment*, 652, 189-201. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.201>
- Breitung, J., & Candelon, B. (2006). Testing for short-and long-run causality: A frequency-domain approach. *Journal of Econometrics*, 132(2), 363-378. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.02.004>

- Conto, F., Fiore, M., La Sala, P., & Papapietro, P. (2012). The role of education, knowledge and human resources for the agricultural development in the perspective of new cap: an hypothesis of change in Basilicata. *APSTRACT: Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 6, 123-130. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.138099>
- Crane-Droesch, A. (2018). Machine learning methods for crop yield prediction and climate change impact assessment in agriculture. *Environmental Research Letters*, 13(11), 114003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aae159>
- Chandio, A. A., Jiang, Y., Rehman, A., & Rauf, A. (2020). Short and long-run impacts of climate change on agriculture: an empirical evidence from China. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 12(2), 201-221. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-05-2019-0026>
- Chandio, A. A., Shah, M. I., Sethi, N., & Mushtaq, Z. (2022). Assessing the effect of climate change and financial development on agricultural production in ASEAN-4: the role of renewable energy, institutional quality, and human capital as moderators. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-760373/v1>
- Chopra, R., Magazzino, C., Shah, M. I., Sharma, G. D., Rao, A., & Shahzad, U. (2022). The role of renewable energy and natural resources for sustainable agriculture in ASEAN countries: do carbon emissions and deforestation affect agriculture productivity? *Resources Policy*, 76, 102578. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102578>
- De Barros, P. H. B., de Castro, G. H. L., & Menezes-Filho, N. (2022). *The human capital effect on productivity and agricultural frontier expansion in Brazil*. [https://ideas.repec.org/p/ris/nereus/2022\\_006.html](https://ideas.repec.org/p/ris/nereus/2022_006.html)
- Djomo, v. S. (2012). The effects of human capital on agricultural productivity and farmer's income in Cameroon. *International Business Research*, 5(4), 134. <https://doi.org/10.5539/ibr.v5n4p149>
- Đặng, H. N. (2023). Tác động của phát triển tài chính đến năng suất nông nghiệp các quốc gia Đông Nam Á. *Tạp chí Kinh tế và Phát triển*, 24 - 34(316). <https://doi.org/10.33301/JED.VI.1154>
- Egwu, P. N. (2016). Impact of agricultural financing on agricultural output, economic growth and poverty alleviation in Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(2), 36-42. <https://core.ac.uk/download/pdf/234661869.pdf>
- Hena, S., Khan, S. U., Rehman, A., Khalid, S., Shah, F., & Luan, J. (2022). A symbiotic association between human capital and agricultural growth in Pakistan; assessment through auto regressive distributed lag model. *Fresen Environ Bull*, 31, 857-866. <https://www.prt-parlar.de/>
- Hernandez, Q., Muñoz-Rodríguez, D., Vargas-Casillas, A., Juárez Lopez, J. M., Aparicio-Martínez, P., Martínez-Jiménez, M. P., & Perea-Moreno, A.-J. (2022). Renewable Energies in the Agricultural Sector: A Perspective Analysis of the Last Three Years. *Energies*, 16(1), 345. <https://doi.org/10.3390/en16010345>
- Huang, F. M., & Luh, Y. H. (2009). The Economic Value of Education in Agricultural Production: A Switching Regression Analysis of Selected East Asian Countries. In *2009 Conference, August 16-22, 2009, Beijing, China* (No. 50928). International Association of Agricultural Economists.. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.50928>
- Hung, N. T. (2022). Asymmetric impact of economic growth, financial development and energy consumption on CO2 emissions in Vietnam. *Science & Technology Development Journal: Economics-Law & Management*, 6(4), 3526-3541. doi:10.32508/stdjelm.v6i4.1152
- Hye, Q. M. A., & Jafri, Z. (2011). Trade, human capital and agricultural sector growth of Pakistan economy. *African Journal of Agricultural Research*, 6(27), 5999-6007. <http://www.academicjournals.org/AJAR>

- Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2017). The role of renewable energy and agriculture in reducing CO2 emissions: Evidence for North Africa countries. *Ecological indicators*, 74, 295-301. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.032>
- Kalirajan, K. P. (1989). On measuring the contribution of human capital to agricultural production. *Indian Economic Review*, 247-261. <https://www.jstor.org/stable/29793524>
- Kijek, T., Nowak, A., & Domańska, K. (2016). The role of knowledge capital in Total Factor Productivity changes: The case of agriculture in EU countries. *German Journal of Agricultural Economics*, 65(3), 171-181. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.284977>
- Kuzman, B., Djurić, K., Mitrović, L., & Prodanović, R. (2017). Agricultural budget and agriculture development in Republic of Serbia. *Economics of Agriculture*, 64(2), 515-531. <https://doi.org/10.5937/ekoPolj1702515K>
- Lanzona Jr, L. A. (2013). Human capital and agricultural productivity: The case of the Philippines. *Productivity Growth in Philippine Agriculture*. <https://ideas.repec.org/b/sag/sep/2013222.html>
- Liu, X., Zhang, S., & Bae, J. (2017). The nexus of renewable energy-agriculture-environment in BRICS. *Applied Energy*, 204, 489-496. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.07.077>
- Magazzino, C., Mele, M., & Santeramo, F. G. (2021). Using an artificial neural networks experiment to assess the links among financial development and growth in agriculture. *Sustainability*, 13(5), 2828. <https://doi.org/10.3390/su13052828>
- Mendelsohn, R. (2007). Past climate change impacts on agriculture. *Handbook of agricultural economics*, 3, 3009-3031. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(06\)03060-X](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(06)03060-X)
- Ndour, C. T. (2017). Effects of human capital on agricultural productivity in Senegal. *World Scientific News*(64), 34-43. <https://doi.org/10.4236/tel.2023.136081>
- Ngaira, J. K. W. (2007). Impact of climate change on agriculture in Africa by. *Scientific Research and Essays*, 2(7), 238-243. [https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference\\_id/505314](https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/505314)
- Olaniyi, E. (2017). Back to the land: The impact of financial inclusion on agriculture in Nigeria. *Iranian Economic Review*, 21(4), 885-903. <https://doi.org/10.22059/IER.2017.64086>
- Palys, M. J., Wang, H., Zhang, Q., & Daoutidis, P. (2021). Renewable ammonia for sustainable energy and agriculture: vision and systems engineering opportunities. *Current opinion in chemical engineering*, 31, 100667. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2020.100667>
- Paramati, S. R., Apergis, N., & Ummalla, M. (2018). Dynamics of renewable energy consumption and economic activities across the agriculture, industry, and service sectors: evidence in the perspective of sustainable development. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 1375-1387. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0552-7>
- Penda, v. S. (2012). Human capital development for agricultural business in Nigeria. *International Food and Agribusiness Management Review*, 15, 89-91. Được truy lục từ <http://purl.umn.edu/129182> 67
- Reboredo, J. C.-C. (2017). Wavelet-based test of co-movement and causality between oil and renewable energy stock prices. *Energy Economics*, 61, 241-252. doi:10.1016/j.eneco.2016.10.015
- Shahbaz, M., Shahbaz Shabbir, M., & Sabihuddin Butt, M. (2013). Effect of financial development on agricultural growth in Pakistan: New extensions from bounds test to level relationships and Granger causality tests. *International Journal of Social Economics*, 40(8), 707-728. <https://doi.org/10.1108/IJSE-01-2012-0002>
- Shakoor, U., Saboor, A., Ali, I., & Mohsin, A. (2011). Impact of climate change on agriculture: empirical evidence from arid region. *Pak. J. Agri. Sci*, 48(4), 327-333. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS>

- Sharma, G. D., Shah, M. I., Shahzad, U., Jain, M., & Chopra, R. (2021). Exploring the nexus between agriculture and greenhouse gas emissions in BIMSTEC region: The role of renewable energy and human capital as moderators. *Journal of environmental management*, 297, 113316. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113316>
- Torrence, C., & Webster, P. J. (1999). Interdecadal changes in the ENSO–monsoon system. *Journal of climate*, 12(8), 2679–2690. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1999\)012%3C2679:ICITEM%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1999)012%3C2679:ICITEM%3E2.0.CO;2)
- Wegren, S. K. (2014). Human capital and Russia’s agricultural future. *Post-Communist Economies*, 26(4), 537–554. <https://doi.org/10.1080/14631377.2014.964467>
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the Fisher effect. *Journal of applied econometrics*, 23(2), 193–233. <https://doi.org/10.1002/jae.967>
- Xu, X. L., Chen, H. H., & Zhang, R. R. (2020). The impact of intellectual capital efficiency on corporate sustainable growth—evidence from smart agriculture in China. *Agriculture*, 10(6), 199. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060199>
- Yan, C.-d., & Xiao, H.A. (2011). Analysis of factors influencing comprehensive productivity of agriculture in Henan Province on the basis of grey correlation. *Asian Agricultural Research*, 3(10), 6–10. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.122941>
- Yazdani, S. (2008). Financial market development and agricultural economic growth in Iran. <https://www.aensiweb.net/AENSIWEB/aejsa/aejsa/2008/338-343.pdf>
- Yazdi, S. K., & Khanalizadeh, B. A. H. M. A. N. (2014). The financial development and agriculture growth in Iran: ARDL approach. In *Proceedings of the 5th International Conference on Development, Energy, Environment, Economics, Recent Advances in Energy, Environment and Financial Planning* (Vol. 2119, pp. 335–342). <http://bahmanyarnovin.ir/wp-content/uploads/2023/02/khanalizadeh.en-5.pdf>
- Zaman, S., uz Zaman, Q., Zhang, L., Wang, Z., & Jehan, N. (2022). Interaction between agricultural production, female employment, renewable energy, and environmental quality: Policy directions in context of developing economies. *Renewable Energy*, 186, 288–298. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.131>
- Zhang, X., Fu, X., Xue, Y., Chang, X., & Bai, X. (2023). A review on basic theory and technology of agricultural energy internet. *IET Renewable Power Generation*. <https://doi.org/10.1049/rpg2.12808>