



DOI:10.22144/ctujos.2026.068

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH NHÂN TÍNH TRONG DỰ BÁO SẢN LƯỢNG GẠO XUẤT KHẨU CỦA VIỆT NAM

Nguyễn Thị Ngọc Thứ* và Lê Ngọc Danh

Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): ntnthu@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 10/06/2025

Sửa bài (Revised): 10/08/2025

Duyệt đăng (Accepted): 15/01/2026

Title: Application of the multiplicative components model to forecast Vietnam's rice export output

Author(s): Nguyen Thi Ngoc Thu* and Le Ngoc Danh

Affiliation(s): Can Tho University of Technology, Viet Nam

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, mô hình nhân tính đã được ứng dụng nhằm phân tích và dự báo sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam đến năm 2027, dựa trên dữ liệu chuỗi thời gian giai đoạn 2020 - 2024 được tổng hợp từ Hiệp hội Lương thực Việt Nam. Quy trình nghiên cứu gồm bốn bước: (1) nhận diện đặc điểm chuỗi dữ liệu, (2) điều chỉnh yếu tố mùa vụ, (3) ước lượng hàm xu thế và (4) dự báo. Kết quả cho thấy mô hình đạt độ chính xác cao, với giá trị thực tế quý I năm 2025 nằm trong khoảng tin cậy 95% và gần khớp với giá trị dự báo điểm. Việc dự báo đến quý IV năm 2027 cho thấy sản lượng gạo xuất khẩu có xu hướng tăng 2,89 triệu tấn (khoảng tin cậy từ 2,13 đến 3,64 triệu tấn). Trên cơ sở đó, một số khuyến nghị thực tiễn đã được đề xuất nhằm nâng cao độ chính xác và hiệu quả công tác dự báo sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam trong thời gian tới.

Từ khóa: Chuỗi thời gian, dự báo, gạo xuất khẩu, mô hình nhân tính

ABSTRACT

This study applies the multiplicative components model to analyze and forecast Vietnam's rice export volume through 2027, using time series data from 2020 to 2024 compiled by the Vietnam Food Association. The research follows a four-step methodological framework: (1) identifying the characteristics of the time series, (2) adjusting for seasonal effects, (3) estimating the trend function, and (4) generating forecasts. The results demonstrated that the model achieves high accuracy, with the actual export volume in the first quarter of 2025 falling within the 95% confidence interval and closely matching the point forecast. Forecasts through the fourth quarter of 2027 indicate an upward trend, with projected export volumes reaching approximately 2.89 million tons, within a confidence range of 2.13 to 3.64 million tons. Based on these findings, the study proposes several practical recommendations to enhance the accuracy and effectiveness of rice export forecasting in Vietnam in the coming years.

Keywords: Forecasting, multiplicative components model, rice export, time series

1. GIỚI THIỆU

Xuất khẩu gạo là một trong những trụ cột quan trọng của nền kinh tế Việt Nam, góp phần đáng kể vào tăng trưởng thương mại và đảm bảo sinh kế cho hàng triệu người dân nông thôn. Theo Tổng cục Hải quan Việt Nam (2025), trong năm 2024 Việt Nam đã xuất khẩu khoảng 9 triệu tấn gạo, đạt 5,67 tỷ USD, mức cao nhất từ trước đến nay, tăng 11,1% về sản lượng và 21,2% về giá trị so với năm 2023. Tuy nhiên, trong bối cảnh hội nhập kinh tế sâu rộng và cạnh tranh ngày càng gia tăng, hoạt động xuất khẩu gạo vẫn còn đối mặt với nhiều thách thức như biến động giá, thị trường chưa ổn định và áp lực từ các nước xuất khẩu trong khu vực (Linh & Yên, 2016; Hà & Nhân, 2022; Tinh & Dung, 2023). Nếu thiếu dự báo chính xác, hoạt động xuất khẩu gạo dễ rơi vào tình trạng mất cân đối cung-cầu và giảm hiệu quả kinh tế. Ngược lại, việc dự báo chính xác góp phần nâng cao khả năng thích ứng, tối ưu hóa chiến lược kinh doanh và hỗ trợ hoạch định chính sách bền vững (Ngọc và ctv., 2018). Do vậy, việc nâng cao năng lực dự báo sản lượng gạo xuất khẩu là yêu cầu cấp thiết, nhằm hỗ trợ ra quyết định trong sản xuất và thương mại, góp phần phát triển ngành một cách bền vững.

Hoạt động xuất khẩu đóng vai trò quan trọng trong việc gia tăng nguồn vốn, mở rộng cơ hội việc làm và thúc đẩy đổi mới công nghệ, qua đó góp phần thúc đẩy tăng trưởng kinh tế tại Việt Nam (Hải, 2019). Trong bối cảnh này, dự báo được xem như công cụ cốt lõi của hoạch định kinh tế, bởi nó không chỉ ước lượng xu hướng tương lai mà còn cung cấp cơ sở để xác định mục tiêu, xây dựng chiến lược và phân bổ nguồn lực hiệu quả (Hyndman & Athanasopoulos, 2018; Petropoulos et al., 2022). Kết quả nhiều nghiên cứu đã chứng minh tính hiệu quả của các mô hình chuỗi thời gian trong dự báo xuất khẩu. Việc áp dụng mô hình ARIMA cho dự báo sản lượng xuất khẩu mặt hàng cá tra và cá phê đã cho thấy mức tăng trưởng ổn định trong xuất khẩu và kết quả dự báo đáng tin cậy (Phung et al., 2024; Hồng và ctv., 2017). Mô hình Box-Jenkins dự báo diện tích, năng suất và sản lượng lúa, kết quả phù hợp với xu hướng thực tế, đặc biệt hiệu quả trong dự báo ngắn hạn (Phúc & Hùng, 2023). Mô hình Holt-Winters được áp dụng trong dự báo giá trị xuất khẩu gạo Việt Nam, với sai số chỉ khoảng 2,4% so với số liệu do Bộ Công Thương công bố (Trâm, 2023). Mô hình SARIMA dự báo cơ cấu xuất khẩu hàng hóa và sản lượng bột cá xuất khẩu, cho độ chính xác cao với số liệu chuỗi thời gian (Diệp, 2022; Tuyền, 2023). Kết quả các nghiên cứu khác

chỉ ra sự khác biệt về tính phù hợp của mô hình, như ARIMA có độ chính xác cao hơn Holt trong dự báo giá nông sản (Mehmet, 2020). Holt-Winters thích hợp cho dự báo dài hạn, trong khi hồi quy bội hiệu quả hơn ở ngắn hạn (Tratar & Strmcnik, 2016). Ngoài ra, các mô hình xu thế như tuyến tính, bậc hai và tăng trưởng cũng đã được chứng minh là hữu ích trong dự báo sản lượng nông sản xuất khẩu (Koliadenko et al., 2020; Thứ và ctv., 2025) và dự báo lượng khách du lịch (Bình và ctv., 2023).

Nhìn chung, có nhiều phương pháp dự báo khác nhau, mỗi phương pháp đều có những ưu điểm và hạn chế nhất định, không có phương pháp nào hoàn toàn vượt trội (Nữ, 2025). Trong trường hợp có ít dữ liệu quá khứ theo tháng hoặc theo quý và khi biểu diễn lên đồ thị cho thấy rõ dữ liệu không chỉ tăng (yếu tố xu thế), mà còn có quy luật vận động lặp đi lặp lại sau mỗi năm (yếu tố mùa vụ) thì mô hình nhân tính trong phương pháp phân tích chuỗi thời gian được xem là một lựa chọn phù hợp. Mặc dù, đây là một hướng tiếp cận tương đối mới và chưa được áp dụng rộng rãi trong nghiên cứu, song nó đặc biệt hiệu quả khi xử lý các chuỗi dữ liệu có chứa cả yếu tố xu thế và biến động mùa vụ (Hoài và ctv., 2013). Phương pháp này hữu ích trong các bài toán dự báo ngắn hạn và có thể được triển khai linh hoạt thông qua các phần mềm phân tích dữ liệu như Microsoft Excel và Eviews. Về bản chất, mô hình này được áp dụng dựa trên việc nhận diện và phân tích quy luật vận động của dữ liệu trong quá khứ để làm cơ sở dự báo các giá trị tương lai, nên đặc biệt phù hợp với nghiên cứu dự báo sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam. Mục tiêu nghiên cứu là việc ứng dụng mô hình nhân tính để dự báo sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam. Trên nền tảng kết quả phân tích, một số khuyến nghị thực tiễn đã được đề xuất trong nghiên cứu nhằm nâng cao độ chính xác và hiệu quả của công tác dự báo sản lượng gạo xuất khẩu trong giai đoạn tới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu là chuỗi thời gian về sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam trong giai đoạn từ quý I năm 2020 đến quý IV năm 2024. Nguồn dữ liệu được thu thập từ Hiệp hội Lương thực Việt Nam (VFA) thông qua trang thông tin điện tử chính thức tại địa chỉ: <https://vietfood.org.vn>. Đây là nguồn dữ liệu duy nhất được sử dụng nhằm đảm bảo tính nhất quán, độ tin cậy và khả năng cập nhật định kỳ trong quá trình phân tích.

2.2. Phương pháp phân tích số liệu

Với dữ liệu chuỗi thời gian, việc dự báo sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam đã được tiến hành bằng cách áp dụng mô hình nhân tính. Đây là một mô hình dự báo truyền thống, được sử dụng phổ biến cho cả mục tiêu dự báo ngắn hạn và dài hạn. Mặc dù ra đời từ khá sớm trong lịch sử các kỹ thuật dự báo, mô hình nhân tính vẫn được áp dụng rộng rãi tại nhiều quốc gia phát triển (Wilson & Keating, 2007). Phương pháp phân tích chuỗi thời gian được xây dựng dựa trên nền tảng của phương pháp trung bình di động kết hợp với hàm xu thế. Riêng ở mô hình nhân tính có tính đến kết hợp với yếu tố mùa vụ nhằm nâng cao độ chính xác của dự báo. Mô hình được phát triển dựa trên cấu trúc tổng quát của chuỗi thời gian, bao gồm bốn thành phần chính: xu thế, chu kỳ, mùa vụ và yếu tố bất thường hoặc ngẫu nhiên (Hoài, 2001).

Xu thế là thành phần thể hiện sự tăng lên hoặc giảm xuống ẩn bên trong của một chuỗi thời gian và được ký hiệu là T . Chu kỳ là một chuỗi những sự dao động giống như hình sóng và sự dao động này sẽ lặp lại sau một thời kỳ thường dài hơn một năm, ký hiệu là C . Mùa là thành phần thể hiện những dao động có tính chất mùa vụ rất thường được tìm thấy với dữ liệu theo quý, theo tháng hoặc theo tuần. Sự dao động mùa vụ liên quan đến kiểu thay đổi khá ổn định xuất hiện hàng năm và kiểu thay đổi đó lại được lặp lại ở năm sau và các năm sau nữa và được ký hiệu là S . Ngẫu nhiên hoặc bất thường là thành phần bao gồm những thay đổi ngẫu nhiên hay không dự đoán được, ký hiệu là I (Hoài và ctv., 2013).

Trong 4 thành phần của một chuỗi thời gian thì thành phần chu kỳ thường khó xác định và thường được xem như là một phần của yếu tố xu thế và cần có một chuỗi dữ liệu ít nhất trên 30 năm, còn thành phần ngẫu nhiên hay bất thường thì không thể nào dự báo được (Hoài, 2001). Vì vậy, mô hình nhân tính đã được sử dụng trong nghiên cứu nhằm tập trung tìm ra hai thành phần xu thế và mùa vụ, đồng thời những cách thức kết hợp của hai thành phần này đã được tìm ra để dự báo sản lượng gạo xuất khẩu. Mối quan hệ giữa các thành phần của một chuỗi thời gian với chuỗi dữ liệu gốc (biến Y) được thể hiện qua mô hình nhân tính:

$$Y_t = T_t \times C_t \times S_t \times I_t \quad (1)$$

Việc dự báo mô hình nhân tính trong phân tích chuỗi thời gian được thực hiện qua 4 bước sau:

Bước 1. Nhận dạng chuỗi dữ liệu thời gian

Từ dữ liệu của biến Y theo thời gian, chuỗi dữ liệu thời gian được biểu diễn trên đồ thị, khi đó ta có khả năng nhận ra rằng dữ liệu không chỉ tăng hay giảm theo thời gian (yếu tố xu thế), mà nó còn có quy luật vận động theo hướng lặp đi lặp lại sau mỗi năm (dao động mang tính chất mùa vụ). Trong trường hợp này, dữ liệu bao gồm yếu tố xu thế và yếu tố mùa vụ. Ngoài ra, dữ liệu còn có hai thành phần khác nữa là yếu tố ngẫu nhiên và yếu tố chu kỳ. Tuy nhiên, hai yếu tố này chỉ được xét trong chuỗi dữ liệu dài hạn khoảng vài chục năm.

Nếu yếu tố mùa thể hiện chưa rõ ràng qua đồ thị, và việc nhận định cũng khá chủ quan qua quan sát đồ thị, thì lúc này tính mùa vụ cần được kiểm định. Trong nghiên cứu này, kiểm định Kruskal-Wallis đã được sử dụng cho chuỗi dữ liệu $S_t \times I_t$ với một biến Y theo quý (Gaynor & Kirkpatrick, 1994). Chuỗi $S_t \times I_t$ có được xác định bằng cách lấy chuỗi dữ liệu ban đầu (biến Y_t) chia cho trung bình trung tâm (Centered Moving Average-CMA_t) của chuỗi ban đầu.

Kiểm định Kruskal-Wallis, với giả thuyết H_0 và H_1 được phát biểu như sau:

H_0 : Không có yếu tố mùa (qua các năm, phân phối của $S_t \times I_t$ tương tự ở các quý).

H_1 : Có yếu tố mùa (phân phối của $S_t \times I_t$ khác nhau giữa các quý). Nếu P-value của thống kê Kruskal-Wallis $< \alpha$ thì ở mức ý nghĩa α , chuỗi dữ liệu (biến Y) có yếu tố mùa vụ. Ngược lại, chuỗi dữ liệu không có yếu tố mùa vụ.

Kiểm định Kruskal-Wallis đã được áp dụng rộng rãi trong các nghiên cứu có đặc điểm dữ liệu không tuân theo phân phối chuẩn, đặc biệt trong bối cảnh phân tích sự khác biệt giữa các nhóm theo mùa vụ hoặc khu vực, nhóm tuổi, mức thu nhập,... Lelwala et al. (2024) cho rằng Kruskal-Wallis có thể phát hiện sự tồn tại của mùa vụ trong chuỗi thời gian lượng khách du lịch. Luyên và Anh (2024) sử dụng phương pháp này để kiểm tra sự khác biệt về thói quen sử dụng tài liệu học tập theo giới tính. Trang và ctv. (2024) đã sử dụng kiểm định Kruskal-Wallis để đánh giá sự khác biệt trong mức độ sử dụng các phương pháp phát triển năng lực tự học theo giới tính, thâm niên dạy học và vùng miền. Vinh và ctv. (2022) cho rằng Kruskal-Wallis là công cụ hữu hiệu trong so sánh các mô hình đo lường kiệt quệ tài chính. Nhìn chung, qua việc tổng hợp các nghiên cứu trước, có thể thấy kiểm định này còn được xem như một bước phân tích sơ bộ để nhận diện yếu tố mùa vụ, làm cơ sở cho việc lựa chọn mô hình dự báo phù hợp.

Bước 2: Tách yếu tố mùa vụ trong dữ liệu chuỗi thời gian

Khi dữ liệu có yếu tố mùa, thì yếu tố mùa cần phải được tách ra khỏi chuỗi dữ liệu, sau đó chuỗi dữ liệu được điều chỉnh yếu tố mùa được sử dụng để thực hiện dự báo xu thế. Với mô hình nhân tính, việc tách yếu tố mùa được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp tỷ lệ trung bình di động.

+ Tính toán trung bình trung tâm (Centered moving average - CMA)

$$CMA_t = \frac{0,5 Y_{t+2} + Y_{t+1} + Y_t + Y_{t-1} + 0,5 Y_{t-2}}{4} \quad (2)$$

CMA_t bao gồm yếu tố xu thế và chu kỳ kết hợp lại. Vì vậy, trong mô hình dự báo nhân tính thì:

$$CMA_t = T_t \times C_t \quad (3)$$

+ Tính tỷ lệ trung bình $\tau_t = Y_t / CMA_t$ (4)

Từ (1) và (4) ta được: $\tau_t = S_t \times I_t$ (5)

+ Tính các chỉ số mùa vụ, chỉ số mùa vụ i_m cho quý m bằng trung bình τ_t với các quan sát chỉ cho quý m.

+ Điều chỉnh các chỉ số mùa để tích của chúng bằng 1, được thực hiện bằng cách tính các nhân tố mùa S_t . Với S_t là tỉ số của chỉ số mùa và trung bình nhân của các chỉ số: $S_t = \frac{i_m}{\sqrt[4]{i_1 i_2 i_3 i_4}}$ (6)

Bước 3: Ước lượng và kiểm định mô hình xu thế

Chuỗi dữ liệu đã điều chỉnh yếu tố mùa được xác định bằng cách chia Y_t cho nhân tố mùa S_t ta được:

$$Y_t / S_t = T_t \times C_t \times I_t \quad (7)$$

Yếu tố chu kỳ và ngẫu nhiên bị triệt tiêu khi chúng ta tính trung bình để tìm ra chỉ số mùa i_m ở bước 2. Lúc đó, $C_t = 1$ và $I_t = 1$, khi đó chuỗi dữ liệu đã hiệu chỉnh yếu tố mùa chỉ còn lại yếu tố xu thế T_t . Chuỗi Y_t/S_t đã được sử dụng để dự đoán thành phần xu thế trong tương lai.

Phân tích xu thế là một phương pháp dự báo định lượng nhằm ước lượng mô hình xu hướng tổng quát dựa trên chuỗi dữ liệu theo thời gian, từ đó xây dựng hàm dự báo tương ứng cho các giai đoạn tương lai. Phương pháp này đặc biệt phù hợp khi chuỗi dữ liệu không chứa yếu tố mùa vụ (Tirkeş et al., 2017). Mô hình tăng trưởng mũ được sử dụng nhằm phản ánh xu thế dài hạn của sản lượng xuất khẩu, với giả định rằng giá trị chuỗi tăng theo tỷ lệ phần trăm qua thời gian phù hợp với các hiện tượng kinh tế có tính tích lũy như xuất khẩu. Mô hình tăng trưởng mũ có khả năng mô tả tốt xu hướng tăng liên tục và ổn định

trong chuỗi số liệu sau khi điều chỉnh mùa vụ (Gujarati & Porter, 2009; Makridakis et al., 1998).

Mô hình tăng trưởng mũ được thực hiện dựa trên giả định rằng dạng thức vận động của dữ liệu trong quá khứ sẽ tiếp tục trong tương lai. Với biến thời gian (time) được sử dụng làm biến giải thích, được đánh số liên tục bắt đầu từ 1 tại quan sát đầu tiên và tăng dần theo thứ tự thời gian, với giá trị cuối cùng là n tương ứng với quan sát cuối cùng trong chuỗi dữ liệu. $Y_t = e^{\beta_0 + \beta_1 Time + u_t}$, mô hình này được ước lượng gián tiếp thông qua mô hình Log-tuyến tính $Ln(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 Time + u_t$. Việc ước lượng này có thể thực hiện qua sự hỗ trợ của phần mềm Eviews. Trong đó, biến Y là biến phụ thuộc, time là biến xu thế.

Mức độ chính xác mô hình dự báo được đánh giá dựa vào các tiêu chuẩn thống kê như sau:

- Sai số dự báo là phần chênh lệch giữa giá trị thực tế và giá trị dự báo của một biến trong mô hình dự báo.

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad (8)$$

Trong đó: e_t là sai số dự báo trong giai đoạn t ,

Y_t là giá trị thực tế trong giai đoạn t ,

\hat{Y}_t là giá trị dự báo.

- Sai số tuyệt đối trung bình (Mean Absolute Error - MAE).

$$MAE = \frac{\sum |e_t|}{n} \quad (9)$$

Trong đó: n là số quan sát của biến dự báo.

- Sai số phần trăm tuyệt đối trung bình (Mean Absolute Percentage Error - MAPE).

$$MAPE = \frac{\sum |e_t/Y_t|}{n} \quad (10)$$

- Căn bậc hai sai số bình phương trung bình (Root Mean Square Error - RMSE).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum e_t^2}{n}} \quad (11)$$

- Hệ số không ngang bằng Theil's U

$$U = \frac{\sqrt{\sum (Y_t - \hat{Y}_t)^2}}{\sqrt{\sum (Y_t - Y_{t-1})^2}} \quad (12)$$

Trong đó: Y_{t-1} là giá trị thực tế ở giai đoạn $t-1$.

Hệ số Theil's U có giá trị càng tiến về không thì mô hình dự báo càng chính xác. Khi giá trị $U < 0,55$ thì mô hình dự báo được đánh giá rất tốt (Hoài và ctv., 2013).

Bước 4: Thực hiện dự báo

Việc dự báo bằng mô hình nhân tính được thực hiện bằng cách kết hợp đồng thời yếu tố xu thế và yếu tố mùa vụ (Trung và ctv., 2016).

Dự báo điểm theo công thức: $YF = YSAF \times S_t$ (13)

Trong đó: YF là giá trị dự báo, YSAF là dự báo xu thế và S_t là chỉ số mùa vụ.

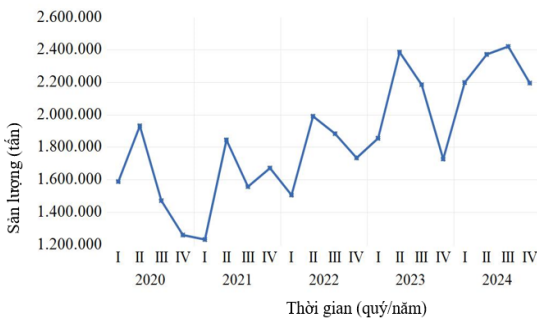
Dự báo khoảng, ở độ tin cậy 95%: $YF \pm 2SE$ (14)

Trong đó, SE là sai số chuẩn trong dự báo xu thế.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khảo sát số liệu

Chuỗi số liệu thực tế về sản lượng gạo xuất khẩu trong giai đoạn từ quý I năm 2020 đến quý IV năm 2024 được thể hiện ở Hình 1.



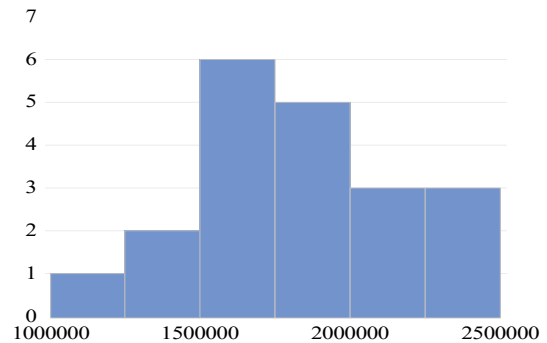
Hình 1. Sự biến động sản lượng gạo xuất khẩu giai đoạn 2020-2024

(Nguồn: VFA, 2024)

Chuỗi dữ liệu quá khứ về sản lượng gạo xuất khẩu thể hiện xu hướng tăng theo thời gian. Cụ thể, sản lượng xuất khẩu từ mức 1.589.056 tấn trong quý I năm 2020 đã tăng dần và đạt 2.197.568 tấn vào quý IV năm 2024. Trong giai đoạn khảo sát, vẫn xuất hiện một số thời điểm sản lượng sụt giảm đáng kể, chẳng hạn như quý IV năm 2020 và quý I năm 2021. Ngoài ra, yếu tố mùa vụ cũng được nhận thấy khá rõ ràng, thể hiện qua việc sản lượng thường tăng cao vào quý II hằng năm. Do đó, về mặt trực quan, chuỗi thời gian này mang đồng thời cả hai đặc điểm là xu thế và mùa vụ. Tuy nhiên, để xác định rõ ràng hơn mức độ ảnh hưởng của yếu tố mùa vụ, việc kiểm định thống kê cần được tiến hành nhằm đưa ra kết luận chính xác, để từ đó lựa chọn mô hình dự báo phù hợp.

Dữ liệu nghiên cứu gồm 20 quan sát theo quý từ quý I năm 2020 đến quý IV năm 2024, phản ánh diễn biến của biến Y (sản lượng gạo xuất khẩu). Giá

trị trung bình của Y đạt khoảng 1,85 triệu tấn. Giá trị lớn nhất là 2.420.527 và nhỏ nhất là 1.234.588, độ lệch chuẩn là 360.550, phản ánh mức độ biến động vừa phải của dữ liệu quanh giá trị trung bình.



Hình 2. Thống kê mô tả dữ liệu

(Nguồn: VFA, 2024)

3.2. Kiểm định tính mùa vụ

Kết quả kiểm định tính mùa vụ trong dữ liệu chuỗi thời gian được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả kiểm định tính mùa vụ

Phương pháp kiểm định	Giá trị thống kê	Giá trị p
Median Chi-square	7,9688	0,0467
Adjusted Median Chi-square	4,1408	0,2467
Kruskal-Wallis	10,0765	0,0179
Van der Waerden	9,9141	0,0193

Việc phân tích kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis được thực hiện nhằm đánh giá sự tồn tại của yếu tố mùa vụ trong dữ liệu. Kết quả cho thấy giá trị p của thống kê kiểm định là 0,0179, nhỏ hơn mức ý nghĩa 0,05. Điều này cho phép bác bỏ giả thuyết H_0 và khẳng định rằng yếu tố mùa vụ có ảnh hưởng đáng kể đến biến nghiên cứu ở mức độ tin cậy 95%. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu trước đây, khi kiểm định Kruskal-Wallis cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các quý, phản ánh rõ nét yếu tố mùa vụ trong dữ liệu lượng khách du lịch đến Sri Lanka giai đoạn 1990 - 2019 (Lelwala et al., 2024).

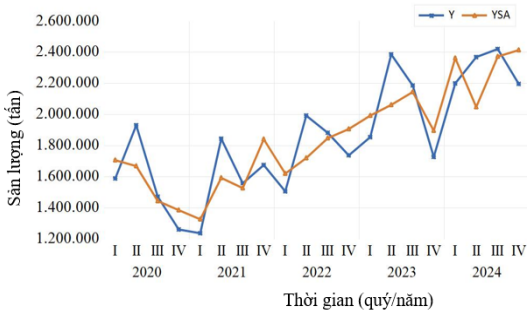
3.3. Tách yếu tố mùa vụ

Khi dữ liệu có chứa yếu tố mùa vụ, việc tách riêng thành phần mùa là cần thiết nhằm loại bỏ ảnh hưởng chu kỳ và thu được chuỗi dữ liệu đã điều chỉnh mùa. Chuỗi điều chỉnh này được sử dụng cho các bước dự báo tiếp theo. Kết quả tách và điều chỉnh yếu tố mùa vụ được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tách yếu tố mùa vụ trong dữ liệu chuỗi thời gian

Quý	Dữ liệu	Chỉ số mùa	Dữ liệu đã điều chỉnh mùa	Quý	Dữ liệu	Chỉ số mùa	Dữ liệu đã điều chỉnh mùa
I-2020	1.589.056	0,9304	1.707.909	III-2022	1.883.919	1,0197	1.847.483
II-2020	1.932.365	1,1577	1.669.130	IV-2022	1.735.970	0,9104	1.906.763
III-2020	1.470.628	1,0197	1.442.186	I-2023	1.855.525	0,9304	1.994.309
IV-2020	1.261.067	0,9104	1.385.137	II-2023	2.386.106	1,1577	2.061.061
I-2021	1.234.588	0,9304	1.326.929	III-2023	2.187.591	1,0197	2.145.282
II-2021	1.845.049	1,1577	1.593.708	IV-2023	1.727.970	0,9104	1.897.976
III-2021	1.557.449	1,0197	1.527.327	I-2024	2.199.657	0,9304	2.364.180
IV-2021	1.674.739	0,9104	1.839.508	II-2024	2.371.289	1,1577	2.048.262
I-2022	1.506.055	0,9304	1.618.700	III-2024	2.420.527	1,0197	2.373.714
II-2022	1.992.178	1,1577	1.720.795	IV-2024	2.197.568	0,9104	2.413.776

Kết quả phân tách yếu tố mùa cho thấy chỉ số mùa tương ứng với bốn quý trong năm lần lượt là 0,9304; 1,1577; 1,0197 và 0,9104 với tích của chúng bằng 1, phản ánh tính chu kỳ hoàn chỉnh của yếu tố mùa trong năm. Các chỉ số này được lập lại một cách định kỳ qua các năm, thể hiện tính ổn định của cấu trúc mùa vụ trong chuỗi thời gian. Dữ liệu sau khi đã điều chỉnh yếu tố mùa được sử dụng để phân tích và dự báo xu thế trong tương lai. Trong ngắn hạn, yếu tố chu kỳ được xem như không tồn tại ($C = 1$), còn yếu tố ngẫu nhiên được triệt tiêu thông qua quá trình lấy trung bình khi tính chỉ số mùa ($I = 1$). Do đó, chuỗi dữ liệu đã điều chỉnh yếu tố mùa được xem như chuỗi dữ liệu thực tế, là cơ sở để thực hiện dự báo cho giai đoạn 2025 - 2027.



Hình 3. Sự biến động sản lượng gạo xuất khẩu đã hiệu chỉnh yếu tố mùa

Ghi chú: Y - sản lượng thực tế, YSA - dữ liệu đã điều chỉnh yếu tố mùa.

Đồ thị Hình 3 cho thấy chuỗi dữ liệu YSA thể hiện xu hướng tăng ổn định theo thời gian trong giai đoạn từ quý I năm 2020 đến quý IV năm 2024. Do đó, mô hình tăng trưởng hàm mũ đã được ứng dụng để ước lượng và kiểm định thành phần xu thế trong chuỗi dữ liệu.

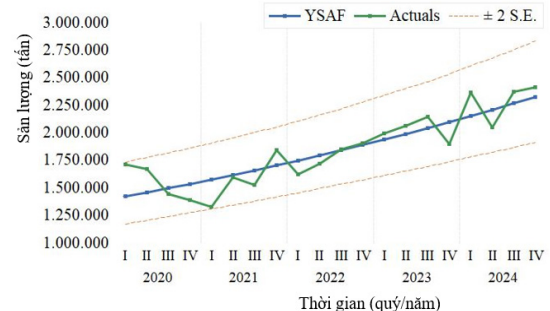
3.4. Ước lượng và kiểm định mô hình xu thế

Sau khi điều chỉnh yếu tố mùa vụ, chuỗi dữ liệu xuất khẩu gạo thể hiện xu thế tăng trưởng ổn định và đều đặn theo thời gian. Trên cơ sở đó, mô hình tăng trưởng mũ được lựa chọn nhằm phản ánh sát thực xu hướng và nâng cao độ tin cậy của kết quả dự báo.

Bảng 3. Kết quả ước lượng mô hình xu thế

Biến	Hệ số ước lượng	Sai số chuẩn	Thống kê t	Giá trị p
C	14,140	0,042	336,915	0,000
T	0,0259	0,003	7,3923	0,000

Kết quả ước lượng mô hình Log-tuyến tính với $\hat{Y}_t = 14,14 + 0,0259 T$, $R^2 = 0,75$, $Adj R^2 = 0,74$, $DW = 1,54$ và $n = 20$. Hệ số hồi quy β_1 có ý nghĩa thống kê ở độ tin cậy 95%, do $Prob(\beta_1)$ bằng 0,000 (nhỏ hơn 0,05). Với $R^2 = 0,75$ cho thấy 75% biến thiên của biến YSA được giải thích bởi mô hình, do $Prob(F\text{-statistic}) = 0,000$. Vì vậy, ta có thể kết luận mô hình tăng trưởng mũ phù hợp với dữ liệu.



Hình 4. Dự báo bằng mô hình tăng trưởng mũ

Ghi chú: YSAF- giá trị dự báo, Actuals - giá trị thực tế, $\pm 2 S.E$ sai số chuẩn

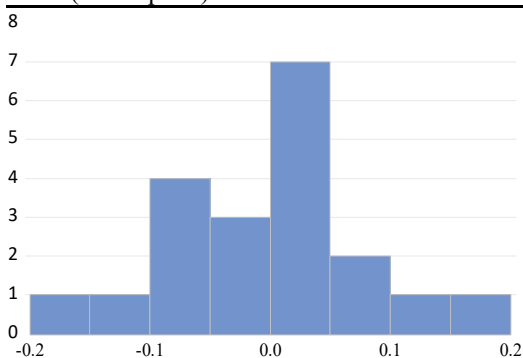
Kết quả dự báo trên cho thấy, các chỉ tiêu đo lường sai số của mô hình dự báo với RMSE = 145.292; MAE = 123.464; MAPE = 7,02 và hệ số Theil's U = 0,038 (nhỏ hơn rất nhiều so với 0,55) nên độ chính xác của mô hình rất tốt.

Bảng 4. Kiểm định tự tương quan

Thống kê kiểm định	Giá trị thống kê	Giá trị p
F-statistic	0,1674	0,8473
Obs*R-squared (Chi-Square)	0,4100	0,8146

Bảng 5. Kiểm định phương sai sai số thay đổi

Thống kê kiểm định	Giá trị	p-value
F-statistic	1,1212	0,3036
Obs*R-squared (Chi-Square)	1,1728	0,2788
Scaled explained SS (Chi-Square)	0,8719	0,3504



Hình 5. Kiểm định Jarque – Bera

Kết quả kiểm định hiện tượng tự tương quan bậc 1 hoặc bậc 2 cho thấy mô hình không bị vi phạm

hiện tượng tự tương quan do Prob của F bằng 0,8473 (lớn hơn 0,05).

Việc kiểm định Harvey về hiện tượng phương sai sai số thay đổi cho thấy Prob của thống kê F bằng 0,3036 (lớn hơn 0,05) nên mô hình không bị vi phạm hiện tượng phương sai sai số thay đổi.

Kết quả kiểm định Jarque - Bera (JB) cho thấy giá trị JB là 0,186 và Prob của thống kê này bằng 0,911 lớn hơn mức 0,05 nên ở độ tin cậy 95% và sai số dự báo của mô hình xấp xỉ phân phối chuẩn.

3.5. Dự báo sản lượng gạo xuất khẩu giai đoạn 2025 - 2027

Kết quả được trình bày ở Bảng 6 cho thấy mô hình đạt được mức độ chính xác tương đối cao với MAE là 122.202 và MAPE ở mức 7% < 10%, phản ánh sai số tuyệt đối và sai số phần trăm tuyệt đối trung bình đều ở mức thấp. Giá trị RMSE là 142.830 cho thấy sai số dự báo không có sự dao động lớn so với giá trị thực tế. Đáng chú ý, chỉ số Theil's U đạt 0,45 < 0,55 cho thấy mô hình có hiệu quả dự báo vượt trội. Như vậy, xét trên các chỉ số đánh giá, mô hình dự báo được xây dựng đảm bảo độ chính xác và có tiềm năng ứng dụng trong thực tiễn. Tương tự, kết quả các nghiên cứu đã chỉ ra MAPE < 10%, Theil's U < 0,55 thì mô hình dự báo được xem là phù hợp với dữ liệu thực tế (Hong và ctv., 2017; Ngọc và ctv., 2018).

Bảng 6. Các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác của mô hình dự báo

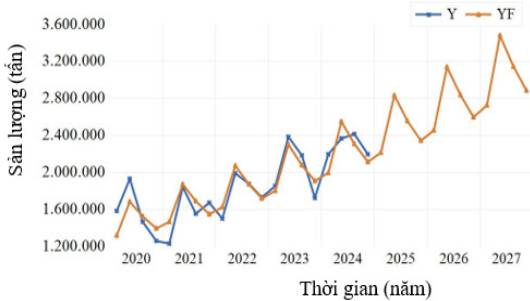
Kết quả	MAE	MAP E	RMS E	Theil's U
Kết quả ước lượng	122.202	0,07	142.830	0,45

Bảng 7. Kết quả dự báo sản lượng gạo xuất khẩu giai đoạn 2025 - 2027 (Đơn vị: tấn)

Quý	Giá trị xu thế	Chỉ số mùa vụ	Sai số dự báo xu thế	Dự báo điểm	Khoảng tin cậy 95%	
					Cận dưới	Cận trên
I/2025	2.385.115	0,9304	237.619	2.219.135	1.743.897	2.694.373
II/2025	2.447.698	1,1577	247.149	2.833.720	2.339.422	3.328.018
III/2025	2.511.924	1,0197	257.273	2.561.462	2.046.916	3.076.008
IV/2025	2.577.835	0,9104	268.011	2.346.931	1.810.909	2.882.953
I/2026	2.645.475	0,9304	279.382	2.461.376	1.902.612	3.020.140
II/2026	2.714.890	1,1577	291.408	3.143.050	2.560.234	3.725.866
III/2026	2.786.127	1,0197	304.110	2.841.072	2.232.852	3.449.292
IV/2026	2.859.232	0,9104	317.509	2.603.122	1.968.104	3.238.140
I/2027	2.934.256	0,9304	331.628	2.730.061	2.066.804	3.393.317
II/2027	3.011.249	1,1577	346.488	3.486.147	2.793.168	4.179.123
III/2027	3.090.261	1,0197	362.114	3.151.204	2.426.977	3.875.434
IV/2027	3.171.347	0,9104	378.529	2.887.280	2.130.224	3.644.339

Sau cùng, yếu tố mùa vụ được tích hợp cùng với yếu tố xu thế để xây dựng mô hình dự báo sản lượng gạo xuất khẩu từ quý I năm 2025 đến quý IV năm 2027. Kết quả dự báo thu được từ mô hình nhân tính được trình bày trong Bảng 7.

Kết quả dự báo điểm được xác định bằng cách nhân giá trị xu thế với chỉ số mùa tương ứng. Cụ thể, sản lượng gạo xuất khẩu dự báo cho quý I năm 2025 là 2,22 triệu tấn, kết quả dự báo này gần sát với số liệu thực tế là 2,3 triệu tấn và nằm trong khoảng từ 1,74 đến 2,69 triệu tấn, phản ánh mức độ biến động dự báo trong điều kiện độ tin cậy 95%. Đến quý IV năm 2027, sản lượng xuất khẩu dự báo đạt 2,89 triệu tấn, tăng khoảng 10,9% so với cùng kỳ năm 2026, cho thấy xu hướng tăng trưởng ổn định nhưng vẫn chịu ảnh hưởng của yếu tố mùa vụ.



Hình 6. So sánh giá trị thực tế và dự báo

Ghi chú: Y - sản lượng thực tế và YF - giá trị dự báo.

Kết quả so sánh được thể hiện ở Hình 6 cho thấy hai đường Y và YF bám rất sát nhau, phản ánh mức độ phù hợp cao của mô hình trong việc dự báo sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam giai đoạn 2020 - 2027. Đồng thời, sản lượng xuất khẩu có xu hướng tăng trưởng rõ rệt, cho thấy tiềm năng phát triển tích cực trong thời gian tới.

3.6. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu tại mục 3.2 đã khẳng định chuỗi sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam có yếu tố mùa vụ rõ rệt. Điều này phù hợp với giả thuyết nghiên cứu và lý thuyết mô hình nhân tính, trong đó thành phần mùa vụ biến động theo mức độ của chuỗi dữ liệu (Gaynor & Kirkpatrick, 1994; Wilson & Keating, 2007). Kết quả này tương đồng với nghiên cứu thực nghiệm (Lelwala et al., 2024; Tuyên, 2023) và nhất quán với thực tiễn sản xuất nông sản vốn chịu ảnh hưởng mạnh bởi mùa vụ (Diệp, 2022; Ngọc và ctv., 2018; Trâm, 2023). Kết quả tại mục 3.3 thể hiện kết quả tách yếu tố mùa, cho thấy chỉ số mùa tương ứng với bốn quý trong năm lần lượt là 0,9304; 1,1577; 1,0197 và 0,9104.

Kết quả này phù hợp với giả thuyết tích của các chỉ số mùa bằng 1, phản ánh tính cân bằng trong biến động mùa vụ (Hoài và ctv., 2013). Kết quả này phù hợp với thực nghiệm khi việc tách riêng thành phần mùa giúp giảm sai số và nâng cao độ chính xác dự báo (Mbuli et al., 2020; Tirkeş et al., 2017).

Kết quả tại mục 3.4 cho thấy chuỗi dữ liệu sau khi được điều chỉnh mùa vụ thể hiện xu thế tăng trưởng ổn định với hệ số hồi quy có ý nghĩa ở mức 95% và $R^2 = 0,75$. Các kiểm định đều đạt yêu cầu, cho thấy mô hình tăng trưởng mũ phù hợp và đáng tin cậy. Điều này cũng củng cố giả thuyết rằng việc loại bỏ yếu tố mùa vụ giúp làm nổi bật xu thế dài hạn (Gujarati & Porter, 2009; Makridakis et al., 1998). Mô hình xu thế được đánh giá cao (MAPE = 7,02; Theil's U = 0,038) phù hợp với các nghiên cứu dự báo nông sản xuất khẩu (Abbasi et al., 2015; Thử và ctv., 2025).

Kết quả dự báo mục 3.5 cho thấy mô hình nhân tính đạt độ chính xác cao, thể hiện qua MAE = 122.202, MAPE = 7% (< 10%), RMSE = 142.830 và Theil's U = 0,45 (< 0,55). Các chỉ số này chứng minh mô hình có khả năng dự báo tin cậy, phù hợp với tiêu chuẩn đánh giá trong các nghiên cứu trước (Hong và ctv., 2017; Ngọc và ctv., 2018). Việc sai số dự báo thấp phản ánh ưu thế của mô hình nhân tính trong xử lý dữ liệu có yếu tố xu thế và mùa vụ (Hoài và ctv., 2013; Hyndman & Athanasopoulos, 2018; Makridakis et al., 1998; Tirkeş et al., 2017).

4. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Kết quả nghiên cứu khẳng định tính phù hợp của mô hình nhân tính trong dự báo sản lượng gạo xuất khẩu của Việt Nam, thể hiện cả giá trị học thuật và ý nghĩa ứng dụng thực tiễn. Về mặt lý luận, kết quả nghiên cứu đã giúp củng cố cơ sở cho việc vận dụng mô hình nhân tính trong xử lý chuỗi dữ liệu có yếu tố mùa vụ, đồng thời làm rõ mối quan hệ giữa thành phần mùa vụ và xu thế trong chuỗi thời gian. Về mặt thực tiễn, mô hình đạt được độ chính xác cao trên chuỗi dữ liệu theo quý, được minh chứng qua các chỉ tiêu sai số như RMSE và MAPE. Điều này khẳng định tính khả thi và tiềm năng ứng dụng của mô hình khi dữ liệu đầu vào được cập nhật đầy đủ và đáng tin cậy. Độ tin cậy của mô hình còn được củng cố thông qua quy trình lựa chọn mô hình phù hợp và các kiểm định chặt chẽ trên dữ liệu giai đoạn 2020 - 2024, đây vốn là giai đoạn phản ánh đầy đủ các điều kiện thị trường đặc thù, bao gồm cả yếu tố thuận lợi (như giá gạo tăng, nhu cầu phục hồi sau đại dịch, hiệp định thương mại) và bất lợi (như tác động của biến đổi khí hậu, giá nguyên liệu tăng và hậu COVID-19). Tuy nhiên, để dự báo dài hạn trong bối

cảnh kinh tế toàn cầu chịu tác động bởi các yếu tố như chính trị, tỷ giá, lạm phát, chính sách thương mại và biến đổi khí hậu, thì độ chính xác và tính ứng dụng của mô hình có thể bị ảnh hưởng. Do đó, nghiên cứu tiếp theo khi được thực hiện cần hướng đến việc xây dựng các kịch bản dự báo linh hoạt nhằm nâng cao khả năng thích ứng và giá trị ứng dụng của mô hình trong thực tiễn.

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả đề xuất một số khuyến nghị: (i) Cơ quan quản lý nhà nước cần tiếp tục hoàn thiện và cập nhật thường xuyên các dữ liệu mới nhằm tạo nền tảng cho các mô hình dự báo hoạt động hiệu quả; (ii) Doanh nghiệp xuất khẩu gạo cần chủ động hợp tác chia sẻ thông tin với các cơ quan và tổ chức nghiên cứu,

đồng thời ứng dụng kết quả dự báo vào lập kế hoạch sản xuất – kinh doanh, công nghệ phân tích dữ liệu và chuyển đổi số cần được đầu tư nhằm nâng cao hiệu quả quản trị; (iii) Các viện nghiên cứu và cơ sở đào tạo cần đẩy mạnh việc xây dựng và phát triển các mô hình tích hợp, tăng cường hợp tác nghiên cứu, đào tạo nhân lực chuyên sâu về phân tích dữ liệu và mô hình dự báo trong lĩnh vực nông nghiệp; (iv) Các hiệp hội và tổ chức ngành hàng nên thiết lập nền tảng chia sẻ thông tin chung về thị trường và logistics, đồng thời các khóa tập huấn nâng cao năng lực dự báo và phân tích dữ liệu cho doanh nghiệp cũng cần tổ chức, góp phần xây dựng hệ thống dự báo đáng tin cậy và phát triển bền vững ngành hàng lúa gạo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abbasi, S. S., Tahir, A., Raza, I., Abid, S., & Khan, M. N. (2015). Trend analysis and forecasting of wheat and rice prices in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 28(3), 310–317.
- Binh, C. T., Nguyễn, D. N. M., Anh, P. L., & Linh, V. T. (2023). Phân tích và dự báo số khách du lịch quốc tế đến tỉnh Bình Định bằng các mô hình chuỗi thời gian. *Tạp chí Kinh tế Châu Á-Thái Bình Dương*, (4), 89-91.
<https://doi.org/10.1007/s12230-020-09788-y>
- Diệp, N. T. N. (2022). Xuất khẩu và ứng dụng mô hình Sarima để dự báo giá trị xuất khẩu của Việt Nam trong đại dịch Covid-19. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ - Kinh tế - Luật và Quản lý*, 6(2), 2832-2839.
<https://doi.org/10.32508/stdjelm.v6i2.891>
- Gaynor, Patricia E., & Kirkpatrick, Rickey C. (1994). *Introduction to time-series modeling and forecasting in business and economics*. McGraw-Hill Education.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Hà, T. T. H., & Nhân, N. T. T. (2022). Phát triển bền vững xuất khẩu gạo của Việt Nam. *Tạp chí Công Thương*, 9, 67-71.
- Hải, N. M. (2019). Phân tích thực nghiệm mối liên hệ giữa tăng trưởng xuất khẩu và tăng trưởng kinh tế ở Việt Nam. *Tạp chí Khoa học & Đào tạo Ngân hàng*, 210, 1-1.
- Tổng cục Hải quan Việt Nam. (2025). *Xuất khẩu gạo đối mặt với nhiều thách thức*.
<https://www.customs.gov.vn/index.jsp?pageId=3244&aid=209735&cid=5278>
- Hiệp hội Lương thực Việt Nam. (2025). *Thị trường xuất khẩu gạo tháng 12/2024*.
<https://vietfood.org.vn/thi-truong/thong-ke/>
- Hoài, N. T. (2001). *Mô hình hóa và dự báo chuỗi thời gian trong kinh doanh và kinh tế*. Nhà xuất bản Thống kê Hà Nội.
- Hoài, N. T., Binh, P. T., & Duy, N. K. (2013). *Dự báo và phân tích dữ liệu trong kinh tế và tài chính*. Nhà xuất bản Tài chính Hà Nội.
- Hồng, T. T. K., Lam, L. T. D., & Đức, N. M. (2017). Dự báo sản lượng cá tra xuất khẩu của Việt Nam vào thị trường Hoa Kỳ. *Tạp chí Khoa học Đại học Văn Hiến*, 5(5), 89-95.
<https://doi.org/10.58810/vhujs.5.5.2017.5521>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and practice* (2nd ed.). Monash University.
<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.fpp2>
- Koliadenko, S., Andreichenko, A., Galperina, L., Minenko, S., & Kovylyna, M. (2020). Analysis and forecasting of Ukrainian agrarian exports to the EU countries. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 6(3), 29-47.
<https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.02>
- Lelwala, E. I., Seamasinghe, W. M., & Gunarathna, K. M. L. M. (2024). Nonparametric approach to detecting seasonality in time series: Application of the Kruskal–Wallis (KW) test on tourist arrivals to Sri Lanka. *South Asian Journal of Business Insights*, 4(1), 3-19.
<https://doi.org/10.4038/sajbi.v4i1.61>
- Linh, N. T. C., & Yên, P. T. (2016). Đánh giá khả năng biến động tăng sản lượng gạo xuất khẩu - Trường hợp các doanh nghiệp xuất khẩu gạo Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Mở Thành phố Hồ Chí Minh*, 11(3), 145-156.
- Luyến, T. T. A., & Anh, N. T. K. (2024). Các yếu tố tác động đến thói quen sử dụng tài liệu học tập của học sinh, sinh viên Trường Cao đẳng Du lịch Huế. *Tạp san Thông tin - Khoa học*, (1), 59-74.

- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and applications* (3rd ed.). Wiley.
- Mbuli, N., Mathonsi, M., Seitshiro, M., & Pretorius, J. H. C. (2020). Decomposition forecasting methods: A review of applications in power systems. *Energy Reports*, 6, 298-306. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.11.238>
- Mehmet, S. A. (2020). Potato price forecasting with Holt-Winters and ARIMA methods: A case study. *American Journal of Potato Research*, 97, 336-346. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.04.115>
- Ngọc, L. N. B., Thông, L. Q., & Hòa, T. A. (2018). Mô hình dự báo giá tôm sú xuất khẩu Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 6D(54), 188-195. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2018.111>
- Nữ, V. T. (2025). Dự báo tổng mức bán lẻ hàng hóa và doanh thu dịch vụ tiêu dùng Việt Nam đến năm 2050. Trong Đ. Đ. Đào., T. T. Quân., N. T. D. Chi., Đ. T. T. Hồng., N. P. Lan & Đ. T. Phương (Chủ biên). *Dịch vụ Logistics ở Việt Nam trong tiến trình đổi mới mô hình tăng trưởng kinh tế* (trang 239-251). Nhà xuất bản Lao động Tp. Hồ Chí Minh.
- Petropoulos, F., Apiletti, D., Assimakopoulos, V., Babai, M. Z., Barrow, D. K., Taieb, S. B., Bergmeir, C., Bessa, R. J., Bijak, J., & Boylan, J. E. (2022). Forecasting: Theory and practice. *International Journal of Forecasting*, 38(3), 705-871. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2022.01.001>
- Phúc, H. T., & Hùng, P. X. (2023). Dự báo diện tích, năng suất và sản lượng lúa của Việt Nam: Áp dụng mô hình Arima. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Kinh tế và Phát triển*, 132(5C), 85-104. <https://doi.org/10.26459/hueunijed.v132i5C.7179>
- Phung, Q.D., Trinh, Q. T., D. Q. T., Nguyen, N. G., Nguyen, V. H., Ngo, G. K., & Tran, T. M. N. (2024). Building the ARIMA model for forecasting the production of Vietnam's coffee export. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 12, 1237-1246. <https://www.scirp.org/journal/jamp>
- Thứ, N. T. N., Lợi, T. P., & Ngân, T. T. (2025). Phân tích và dự báo sản lượng cao su xuất khẩu của Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 3D(61), 299-306. <https://doi.org/10.22144/ctujos.2025.102>
- Tính, N. H., & Dung, L. C. (2023). Phân tích các nhân tố tác động đến kim ngạch xuất khẩu gạo của Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 1D(60), 244-234. <https://doi.org/10.22144/ctujos.2024.248>
- Tirkeş, G., Güray, C., & Çelebi, N. (2017). Demand forecasting: A comparison between the Holt-Winters, trend analysis and decomposition models. *Tehnički vjesnik*, 24(2), 503 - 509. <https://doi.org/10.17759/TV-20160615204011>
- Trâm, N. T. Q. (2023). Dự báo giá trị xuất khẩu gạo Việt Nam bằng phương pháp san mũ có yếu tố xu thế và thời vụ. *Tạp chí Công Thương*, 10, 98-102.
- Trang, N. T. T., Hồng, H. T., Vân, T. T. N., & Hoàng, N. D. (2024). Thực trạng phát triển năng lực tự học cho học sinh trong dạy học hóa học thông qua dạy học kết hợp. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Hà Nội*, 69(5), 187-195. <https://doi.org/10.18173/2354-1075.2024-0129>
- Tratar, L. F., & Strmcnik, E. (2016). The comparison of Holt-Winters method and multiple regression method: A case study. *Energy*, 109, 266-276. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.04.115>
- Trung, N. Q., Anh, Đ. B. H., & Lan, V. T. (2016). *Dự báo trong kinh doanh*. Nhà xuất bản Lao Động.
- Tuyên, T. D. (2023). Ứng dụng mô hình Sarima dự báo sản lượng xuất khẩu bột của Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 6D(59), 237-247. <https://doi.org/10.22144/ctujos.2023.211>
- Vinh, L. H., Quang, P.L., & Dung, B. K. (2022). Mô hình nào phù hợp để đo lường kiệt quệ tài chính cho công ty phi tài chính niêm yết tại Việt Nam. *Tạp chí Quản lý và Kinh tế Quốc tế*, (16), 54-59.
- Wilson, J. H., & Keating, Barry. (2007). *Business forecasting with accompanying Excel-based ForecastXTM software* (5th ed.). McGraw-Hill Education.