

ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศไทย A Suitable Forecasting Model for Export Value of Small and Medium Enterprises in Thailand

รุ่งใจ แสงทอง

Rungjai Sangtong

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ประเทศไทย

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, Thailand

Received: 6 July 2026, Received in revised form: 24 August 2026, Accepted: 4 September 2026

Available online: 22 September 2026

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา: วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยมีบทบาทในการสร้างงาน การกระจายรายได้ การพัฒนาเศรษฐกิจในระดับประเทศ และยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยต้องเผชิญกับความผันผวนอย่างรุนแรงจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการชะลอตัวของเศรษฐกิจโลก ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ สงครามการค้า ตลอดจนผลกระทบเนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีความไม่แน่นอนสูงซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อเสถียรภาพทางการเงินและการเติบโตอย่างยั่งยืนของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทย ข้อมูลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำจะช่วยสนับสนุนในการวางแผนการผลิต การบริหารจัดการทรัพยากร การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด และการกำหนดนโยบายสนับสนุนวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ทางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยเรื่อง "ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย ด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนด้านการผลิตและการส่งออกของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมให้สอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการค้าระหว่างประเทศ

วิธีดำเนินการวิจัย: ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย (ล้านบาท) รายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 120 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 108 เดือน สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2568 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 12 เดือน สำหรับตรวจสอบ

ความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด

ผลการวิจัย: การศึกษามูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทยชุดที่ 1 เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ ได้ผลดังนี้ 1. วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ พบว่าค่าคงที่ที่เหมาะสม คือ $\alpha = 0.301$ และ $\gamma = 0.000047$ 2. วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก พบว่าค่าคงที่ที่เหมาะสม คือ $\alpha = 0.409$, $\gamma = 0.0000021$ และ $\delta = 0.000015$ 3. วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณ พบว่าค่าคงที่ที่เหมาะสม คือ $\alpha = 0.395$, $\gamma = 0.001$ และ $\delta = 0.217$ 4. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ พบว่าตัวแบบที่เหมาะสม คือ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ได้ผลดังนี้ 1. วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ ได้ค่า RMSE = 58,634.33 และ MAPE = 4.52% 2. วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก ได้ค่า RMSE = 49,628.21 และ MAPE = 4.33% 3. วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณ ได้ค่า RMSE = 51,212.36 และ MAPE = 4.43% 4. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ ได้ค่า RMSE = 44,696.63 และ MAPE = 3.90% ดังนั้น วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าวิธีอื่น

สรุปผลการวิจัย: ผลการศึกษามูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทยโดยนำข้อมูลมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยพิจารณาค่า RMSE และค่า MAPE ที่ต่ำที่สุด พบว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย

คำสำคัญ: มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม; วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์; วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์; วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

Abstract

Background and Objectives: Small and Medium Enterprises (SMEs) constitute an important driving force of Thailand's economy, playing a vital role in employment generation, income distribution, national economic development, and enhancing the country's competitiveness. Over the past several years, the export value of Thailand's SMEs has faced severe volatility driven by both domestic and international factors, including the global economic slowdown, foreign exchange rate fluctuations, trade wars, and the impacts of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic. Consequently, these factors have led to high uncertainty in SME export values, directly impacting the financial stability and long-term sustainable growth of Thai SME entrepreneurs. Accurate forecasting data supports production planning, resource management, marketing strategy development, and the formulation of policies to support small and medium enterprises (SMEs) in alignment with changing economic conditions. Therefore, the researcher was interested in conducting a study titled "A Suitable Forecasting Model for

Export Value of Small and Medium Enterprises in Thailand.” The objective of this study was to determine the most suitable forecasting model for predicting the export value of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Thailand by comparing forecasting techniques: Holt’s exponential smoothing method, Winter’s exponential smoothing method, and the Box-Jenkins method. The resulting forecasts were intended to provide reliable information for production planning and export management for SMEs, enabling them to align their business operations with changing trends in international trade.

Methodology: The data used in this study consisted of the monthly export value of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Thailand, measured in millions of Baht, covering the period from January 2016 to December 2025 (120 months). The dataset was divided into two subsets. The first subset, comprising 108 months of data from January 2016 to December 2024, served as the training dataset to construct forecasting models using time series analysis techniques, specifically Holt’s exponential smoothing method, Winter’s exponential smoothing method, and the Box-Jenkins method. The second subset, consisting of 12 months of data from January 2025 to December 2025, was used as the testing dataset to compare the forecasting accuracy of the methods. The evaluation was based on the lowest Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) criteria.

Main Results: In this study on the export value of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Thailand, the first dataset from January 2016 to December 2024 was used to construct forecasting models. The results were as follows:

1. Holt’s exponential smoothing method, the optimal smoothing parameters were $\alpha = 0.301$ and $\gamma = 0.000047$
 2. Winter’s additive exponential smoothing, the optimal smoothing parameters were $\alpha = 0.409$, $\gamma = 0.0000021$ and $\delta = 0.000015$
 3. Winter’s multiplicative exponential smoothing, the optimal smoothing parameters were $\alpha = 0.395$, $\gamma = 0.001$ and $\delta = 0.217$
 4. For the Box-Jenkins method, the most suitable model was identified as SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂. The second dataset, spanning from January 2025 to December 2025 was used to compare the accuracy of the forecasting methods. The evaluation results were as follows:
1. Holt’s exponential smoothing method yielded an RMSE of 58,634.33 and a MAPE of 4.52%
 2. Winter’s additive exponential smoothing yielded an RMSE of 49,628.21 and a MAPE of 4.33%
 3. Winter’s multiplicative exponential smoothing yielded an RMSE of 51,212.36 and a MAPE of 4.43%
 4. the Box-Jenkins method with the SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ model yielded an RMSE of 44,696.63 and a MAPE of 3.90%. Therefore, the Box-Jenkins method provide the highest forecasting accuracy among the methods considered.

Conclusions: This study constructed and compared forecasting models for the export value of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Thailand using time series analysis techniques, specifically Holt’s exponential smoothing method, Winter’s exponential smoothing method, and the Box-Jenkins method. Based on the lowest Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) criteria, the results indicated that the Box-

Jenkins method with the SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ model provided the highest accuracy, yielding the lowest forecasting errors.

Keywords: SMEs; Holt's Exponential Smoothing; Winter's Exponential Smoothing; Box-Jenkins

*Corresponding author. E-mail: rungjai.sa@udru.ac.th

Introduction

วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยมีบทบาทในการสร้างงาน การกระจายรายได้ การพัฒนาเศรษฐกิจในระดับประเทศ และยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ นอกจากนี้วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมยังมีส่วนสำคัญในการสร้างมูลค่าการส่งออก ซึ่งมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกที่สร้างรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวนมากในแต่ละปี จึงส่งผลต่อเสถียรภาพดุลการค้าและทุนสำรองระหว่างประเทศ จากข้อมูลสถานการณ์การส่งออกและนำเข้าของ SME ปี 2568 พบว่าในปี 2567 มีผู้ประกอบการ SME ที่ส่งออกจำนวน 22,231 ราย คิดเป็น 62.3% ของจำนวนผู้ส่งออกทั้งหมดโดยลดลงจากปีก่อน 198 ราย ภาพรวมการส่งออกของ SME เติบโตดีสะท้อนจากในช่วงปี 2563 – 2567 มูลค่าการส่งออกของผู้ประกอบการ SME มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยสะสมต่อปี (CAGR) อยู่ที่ 9.4% ข้อมูลในปี 2568 มูลค่าการส่งออกของผู้ประกอบการ SME อยู่ที่ 42,320 ล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็น 12.5% ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด โดยยังคงเติบโตสูงเมื่อเทียบกับปีก่อนถึง 26.3% โดยเฉพาะการส่งออกไปอินเดียและจีนที่เติบโตสูงเป็นสำคัญ (LH Bank Business Research, 2026) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทยต้องเผชิญกับความผันผวนอย่างรุนแรงจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการชะลอตัวของเศรษฐกิจโลก ความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ สงครามการค้า ตลอดจนผลกระทบเนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีความไม่แน่นอนสูง ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อเสถียรภาพทางการเงินและการเติบโตอย่างยั่งยืนของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของไทย จากสถานการณ์ทางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและคาดเดาได้ยาก ข้อมูลการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีความแม่นยำจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้ประกอบการ ตลอดจนหน่วยงานภาครัฐ สามารถคาดการณ์แนวโน้มการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำจะช่วยสนับสนุนในการวางแผนการผลิต การบริหารจัดการทรัพยากร การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด และการกำหนดนโยบายสนับสนุนวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมให้สอดคล้องกับสถานการณ์ทางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไป

ในปัจจุบันวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั้งทางด้านการแพทย์ เช่น Ausavapipit & Jayathavaj (2024) ได้ประยุกต์ใช้วิธีบอซ-เจนกินส์ในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบ ขณะที่งานด้านเศรษฐกิจ การนำเข้าและการส่งออก เช่น Rueangrit *et al.* (2020) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาทุเรียนในประเทศและราคาทุเรียนส่งออกของประเทศไทย ส่วน Detthamrong & Chansanam (2018) ได้ศึกษาการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา

ราคาปิดหุ้นของบริษัทจดทะเบียนด้วยตัวแบบ ARIMA และ Ramlan *et al.* (2021) ได้ประยุกต์ใช้วิธี Box-Jenkins ด้วยตัวแบบ ARIMA ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าของประเทศมาเลเซียในช่วงการแพร่ระบาดของ COVID-19 นอกจากนี้ Tunkaew *et al.* (2023) มีการประยุกต์ใช้นุกรมเวลาในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของอัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินต่างประเทศ 10 สกุลที่คนไทยนิยมไปท่องเที่ยวมากที่สุดเทียบกับค่าเงินบาท และยังมีงานวิจัยด้านการท่องเที่ยว เช่น Evania & Siregar (2024) ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ของ Holt Winter's และ SARIMA สำหรับข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เดินทางมาจังหวัดบาหลี นอกเหนือจากแบบจำลองอนุกรมเวลาดั้งเดิมได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Error, Trend and Seasonal (ETS) ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาทางเศรษฐกิจ เช่น Ali *et al.* (2025) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง ARIMA และ ETS สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเสื้อผ้าสำเร็จรูป (RMG) ของประเทศบังกลาเทศ ถึงแม้ว่าจะมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลาในด้านต่างๆ งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นภาพรวมการส่งออกระดับประเทศ แต่ยังขาดการศึกษาที่เจาะจงในกลุ่มของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยเรื่อง "ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย ด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา คือ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method) วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Winter's exponential smoothing method) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) เพื่อประเมินว่าวิธีใดสามารถให้ค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทยได้แม่นยำมากที่สุด อีกทั้งการศึกษาข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทยในครั้งนี้ได้ครอบคลุมช่วงเวลาก่อนการแพร่ระบาด ช่วงการแพร่ระบาด และช่วงหลังจากการแพร่ระบาดของ COVID-19 เพื่อให้ตัวแบบพยากรณ์สะท้อนลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในบริบทที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการพยากรณ์สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนด้านการผลิตและการส่งออกของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมให้สอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการค้าระหว่างประเทศ

Methodology

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย (ล้านบาท) มาใช้ในการวิจัย ซึ่งทำการเก็บรวบรวมมาจากเว็บไซต์ของสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Office of Small and Medium Enterprises Promotion, 2026) เป็นอนุกรมเวลารายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 120 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือชุดข้อมูลฝึกฝน (Training Data Set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 108 เดือน สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method) วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Winter's exponential smoothing method) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 คือ ชุดข้อมูลทดสอบ (Test Data Set) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2568 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 12 เดือน สำหรับการ

ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics Version 22 และ Microsoft Excel 365

2. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

2.1 วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method)

วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ หรือ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลเส้นตรง เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวเป็นแนวโน้มแบบเส้นตรง และยังเหมาะกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลาง สมการพยากรณ์แสดงได้ดังนี้ (Ketaeam, 2005)

$$\hat{Y}_t = a_t + b_t(m) \quad (1)$$

โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$

$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

α คือ ค่าคงที่การปรับเรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1

γ คือ ค่าคงที่การปรับเรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1

m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

2.2 วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Winter's exponential smoothing method)

การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำอนุกรมเวลาจากอดีตมาวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อกำหนดตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ค่าอนาคต วิธีการนี้มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล และยังเหมาะกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลาง การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก (Winter's additive exponential smoothing) และการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณ (Winter's multiplicative exponential smoothing) (Ketaeam, 2005 ; Hyndman & Athanasopoulos, 2021)

2.2.1 การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก (Winter's additive exponential smoothing)

การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก ควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลซึ่ง กล่าวคือความผันแปรตามฤดูกาลที่มีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป สมการพยากรณ์แสดงได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) + \hat{S}_{t-s+m} \quad (2)$$

โดยที่ $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$

$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1 - \delta)\hat{S}_{t-s}$$

α คือ ค่าคงที่การปรับเรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1

γ คือ ค่าคงที่การปรับเรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1

δ คือ ค่าคงที่การปรับเรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1

s คือ จำนวนฤดูกาล

m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

2.2.2 การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณ (Winter's multiplicative exponential smoothing)

การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป สมการพยากรณ์แสดงได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) \hat{S}_{t-s+m} \quad (3)$$

โดยที่ $a_t = \alpha \frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$

$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$$

$$\hat{S}_t = \delta \frac{Y_t}{a_t} + (1 - \delta)\hat{S}_{t-s}$$

2.3 วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method)

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล โดยหารูปแบบที่เหมาะสมโดยใช้ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation Function: ACF) และค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) มีตัวแบบในรูปทั่วไป คือ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s ดังนี้ (Box *et al.*, 2015 ; Hyndman & Athanasopoulos, 2021 ; Riansut, 2019)

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)\varepsilon_t \quad (4)$$

เมื่อ $\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^s)$ คือ ค่าคงตัว โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary)

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ คือ ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR(p))

$\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_p B^{ps}$ คือ ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Operator of Order P : SAR(P))

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ คือ ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Moving Average Operator of Order q : MA(q))

$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs}$ คือ ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Moving Average Operator of Order Q : SMA(Q))

d แทน ลำดับที่ของการหาผลต่าง

D แทน ลำดับที่ของการหาผลต่างฤดูกาล

B แทน ตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^s Y_t = Y_{t-s}$

S แทน จำนวนฤดูกาล

p แทน อันดับของ Autoregressive (AR)

P แทน อันดับของ Seasonal Autoregressive (SAR)

q แทน อันดับของ Moving Average (MA)

Q แทน อันดับของ Seasonal Moving Average (SMA)

3. ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

1. ทดสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่าเป็นอนุกรมเวลาแบบคงที่หรือไม่ หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ที่ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาแบบคงที่ก่อน

2. กำหนดตัวแบบพยากรณ์ด้วยการพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF

3. ประมาณค่าพารามิเตอร์ตามตัวแบบที่กำหนด

4. ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยพิจารณาจากค่า เกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (Bayesian Information Criterion : BIC) ที่ต่ำที่สุด และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ต้องมีความเป็นอิสระกัน มีการแจกแจงปกติด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และมีความแปรปรวนคงที่

5. พยากรณ์อนุกรมเวลาโดยใช้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด

4. การตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์โดยจะพิจารณาจากกราฟที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด โดยมีสูตรดังนี้ (Ketaeam, 2005)

4.1 กราฟที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}} \quad (5)$$

โดยที่ y_t คือ ข้อมูลจริง ณ เวลา t
 $\hat{y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
 n คือ จำนวนข้อมูล

4.2 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \quad (6)$$

โดยที่ y_t คือ ข้อมูลจริง ณ เวลา t
 $\hat{y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t
 n คือ จำนวนข้อมูล

Results

1. ผลการพิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

เมื่อรวบรวมข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมาแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลชุดที่ 1 มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2567 จำนวน 108 เดือน (Figure 1) มาพล็อตกราฟเพื่อดูแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล พบว่า มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล นอกจากการพิจารณากราฟของอนุกรมเวลาแล้วผู้วิจัยได้ตรวจสอบว่าอนุกรมเวลานี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มจากการทดสอบแนวโน้มแบบไม่อิงพารามิเตอร์โดยใช้สถิติ Mann-Kendall พบว่า ค่าสถิติ Mann-Kendall (s) เท่ากับ 3,990 ค่าสถิติทดสอบมาตรฐาน (Z) เท่ากับ 9.048 โดยมี p - value < 0.05 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทดสอบความผันแปรตามฤดูกาลแบบไม่อิงพารามิเตอร์โดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มของ Kruskal-Wallis เมื่อการจัดส่วนประกอบของแนวโน้มออกแล้ว พบว่า $\chi^2 = 56.507$ และ p - value < 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าข้อมูลชุดนี้มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล ถึงแม้ว่าข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล แต่การศึกษากครั้งนี้จะพิจารณาเปรียบเทียบวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวเป็นแนวโน้มเส้นตรง วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ทั้งรูปแบบการบวกและรูปแบบการคูณ ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและมีความผันแปรตามฤดูกาล และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด

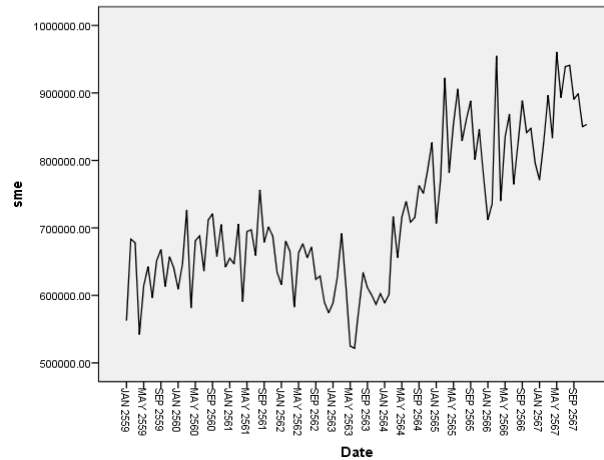


Figure 1 Time Series Plot of the Export Value of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Thailand from January 2016 to December 2024

2. ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลด์

สำหรับวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลด์ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลชุดที่ 1 มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 108 เดือน นำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลด์ โดยหาค่าคงที่ที่ปรับเรียบ 2 ตัว คือ α และ γ ที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำที่สุด พบว่าค่าคงที่ที่เหมาะสมคือ $\alpha = 0.301$ และ $\gamma = 0.000047$ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ RMSE = 55,542.668 และ MAPE = 6.111%

3. ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์

3.1 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก

สำหรับการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก ผู้วิจัยได้นำข้อมูลชุดที่ 1 มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 108 เดือน นำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก โดยหาค่าคงที่ที่ปรับเรียบ 3 ตัว คือ α , γ และ δ ที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำที่สุด พบว่าค่าคงที่ที่เหมาะสมคือ $\alpha = 0.409$, $\gamma = 0.0000021$ และ $\delta = 0.000015$ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ RMSE = 39,290.415 และ MAPE = 4.223%

3.2 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณ

สำหรับการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลชุดที่ 1 มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 108 เดือน นำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณ โดยหาค่าคงที่ที่ปรับเรียบ 3 ตัว คือ α , γ และ δ ที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำที่สุด พบว่าค่าคงที่ที่เหมาะสมคือ $\alpha = 0.395$, $\gamma = 0.001$ และ $\delta = 0.217$ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ RMSE = 41,913.803 และ MAPE = 4.414%

4. ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method)

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาชุดที่ 1 มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม 2567 จำนวน 108 เดือน (Figure 1) และจากการพิจารณากราฟ ACF และ PACF ดังแสดงใน Figure 2 และได้ทำการทดสอบ Augmented Dickey-Fuller (ADF) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ค่า p-value = 0.53 แสดงว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีลักษณะไม่คงที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่าง ($d = 1$) และหาผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ($D = 1, s = 12$) เนื่องจากข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นรายเดือนจึงมีจำนวนคาบของฤดูกาลเท่ากับ 12 ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว ดังแสดงใน Figure 3 และได้ทำการทดสอบ ADF อีกครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ค่า p-value < 0.05 แสดงว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่คาดว่าจะเป็นไปได้ โดยพิจารณา ACF ซึ่งมีลักษณะตัดค่อนข้างชัดที่ lag 1 จึงควรพิจารณา MA(1) เมื่อพิจารณา PACF ณ lag 1 มีค่าเป็นลบและเกินขอบเขตความเชื่อมั่น lag 2 มีค่าค่อนข้างเด่น และค่าต่างๆลดลง ดังนั้นควรพิจารณา AR(1) และ AR(2) ในที่นี้จะแสดงตัวแบบพยากรณ์ที่คาดว่าจะเป็นไปได้ เพียง 5 ตัวแบบที่ให้ค่า BIC ที่มีค่าต่ำที่สุด (Table 1)

Table 1 Parameter Estimators, BIC, Ljung-Box Q Statistic of SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₁₂ Model

Parameter Estimators	Model				
	(0,1,1)(0,1,1) ₁₂	(2,1,0)(0,1,1) ₁₂	(0,1,1)(1,1,0) ₁₂	(2,1,0)(2,1,0) ₁₂	(2,1,0)(1,1,0) ₁₂
Constant	496.520 (0.549)	485.360 (0.621)	135.086 (0.945)	171.172 (0.911)	150.743 (0.944)
AR(1)		-0.550 (0.000)		-0.564 (0.000)	-0.539 (0.000)
AR(2)		-0.358 (0.000)		-0.370 (0.000)	-0.343 (0.001)
MA(1)	0.556 (0.000)		0.532 (0.000)		
SAR(1)			-0.312 (0.008)	-0.496 (0.000)	-0.360 (0.002)
SAR(2)				-0.335 (0.005)	
SMA(1)	0.797 (0.000)	0.773 (0.000)			
BIC	21.660	21.690	21.697	21.821	21.878
Ljung-Box Q (lag 18)	29.321 (0.022)	17.632 (0.282)	21.556 (0.120)	19.399 (0.150)	20.207 (0.164)

Note: Values in parentheses indicate p-value

จาก Table 1 ที่ทำการเปรียบเทียบตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₁₂ พบว่าตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า BIC ต่ำที่สุดและค่าสถิติ Ljung-Box Q ณ lag 18 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ ตัวแบบ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ เมื่อทำการตรวจสอบข้อสมมติเบื้องต้นของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์โดยใช้ค่าส่วนเหลือ พบว่า 1. ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z = 0.062 , p-value = 0.200) 2. ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 0.248 , p-value = 0.804) 3. ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกัน (Ljung-Box Q = 17.632 , p-value = 0.282 และพิจารณาจากค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ของค่าคลาดเคลื่อน (Figure 4) พบว่า ACF และ PACF ของค่าคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่น 95% 4. ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ (Levene Statistic = 0.706 , p-value = 0.729 และพิจารณาจากแผนภาพการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อน พบว่า มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอค่าศูนย์ (Figure 5) ดังนั้นตัวแบบ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ มีความเหมาะสมสำหรับพยากรณ์ข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย และเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$Y_t = 0.450Y_{t-1} - 0.192Y_{t-2} - 0.358Y_{t-3} + Y_{t-12} - 0.450Y_{t-13} + 0.192Y_{t-14} + 0.358Y_{t-15} + e_t - 0.773e_{t-12}$$

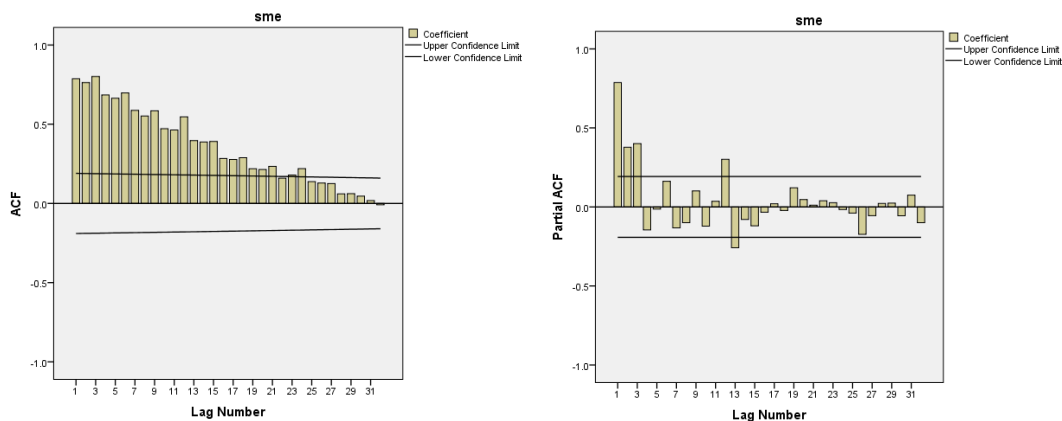


Figure 2 ACF and PACF Plots of the Export Value of SMEs in Thailand

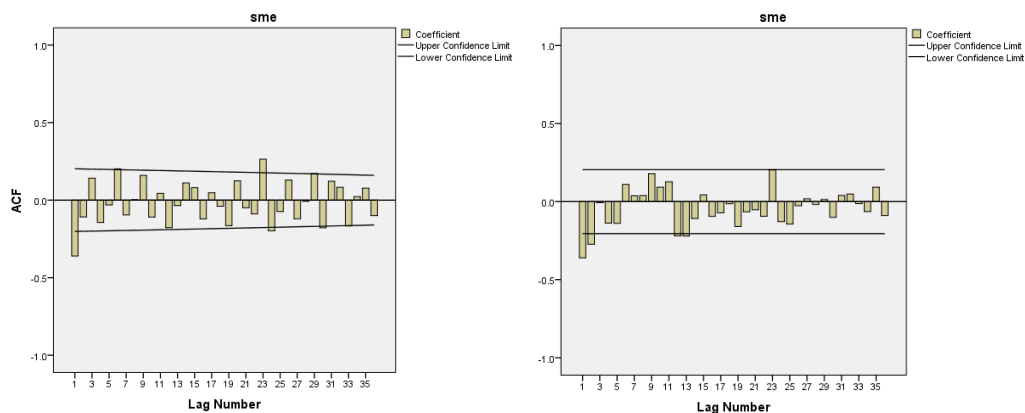


Figure 3 ACF and PACF Plots after First-Order Differencing and Seasonal First-Order Differencing

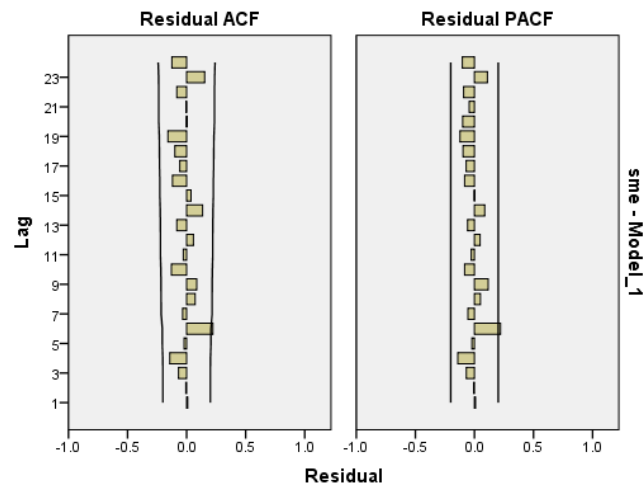


Figure 4 ACF and PACF Plots of the Residual from the SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ Model

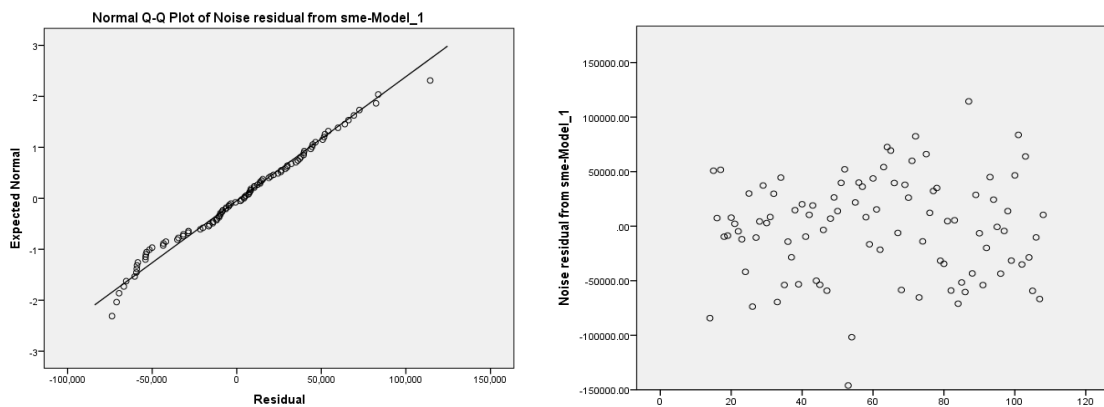


Figure 5 Normal Plots and Distribution of the Residual from the SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ Model

5. ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์

การพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย โดยพิจารณาตัวแบบที่ให้ค่า RMSE และค่า MAPE ที่ต่ำที่สุด ด้วยการนำวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของไฮลด์ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบบวก วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีบอซซ์-เจนกินส์มาหาค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน และทำการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้กับค่าจริงของข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2568 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568

พร้อมกับคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด (Table 2) ผลการศึกษาพบว่า วิธีบอซ-เจนกินส์ ตัวแบบ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ เป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าวิธีอื่น เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำที่สุด (RMSE = 44,696.63 , MAPE = 3.90%)

Table 2 RMSE, MAPE and Forecast Values from the Forecasting Methods

Period	Actual Value	Forecast Value			
		Holt	Winter's Additive	Winter's Multiplicative	SARIMA (2,1,0)(0,1,1) ₁₂
January,2025	865,594.94	885,490.84	827,274.16	817,225.35	822,444.63
February,2025	909,500.83	888,056.94	872,676.66	877,674.34	853,428.82
March,2025	990,957.68	890,623.05	954,731.45	984,839.08	963,539.61
April,2025	858,633.16	893,189.15	839,638.13	830,632.68	851,840.28
May,2025	1,025,486.49	895,755.25	908,642.97	904,771.65	927,726.83
June,2025	938,227.06	898,321.36	918,595.55	910,818.17	933,567.26
July,2025	928,341.57	900,887.46	889,258.97	876,851.83	909,588.56
August,2025	889,013.96	903,453.57	933,571.24	931,818.33	946,640.26
September,2025	1,000,904.77	906,019.67	929,737.96	931,929.29	948,346.64
October,2025	910,316.43	908,585.78	903,141.25	900,549.59	924,375.45
November,2025	890,204.14	911,151.88	910,085.39	908,594.01	926,743.81
December,2025	931,298.98	913,717.98	886,624.75	883,335.08	906,333.80
RMSE		58,634.33	49,628.21	51,212.36	44,696.63
MAPE		4.52%	4.33%	4.43%	3.90%

ค่าพยากรณ์และช่วงความเชื่อมั่น 95% ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2568 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 ที่คำนวณได้ด้วยวิธีบอซ-เจนกินส์ ตัวแบบ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ แสดงใน Figure 6

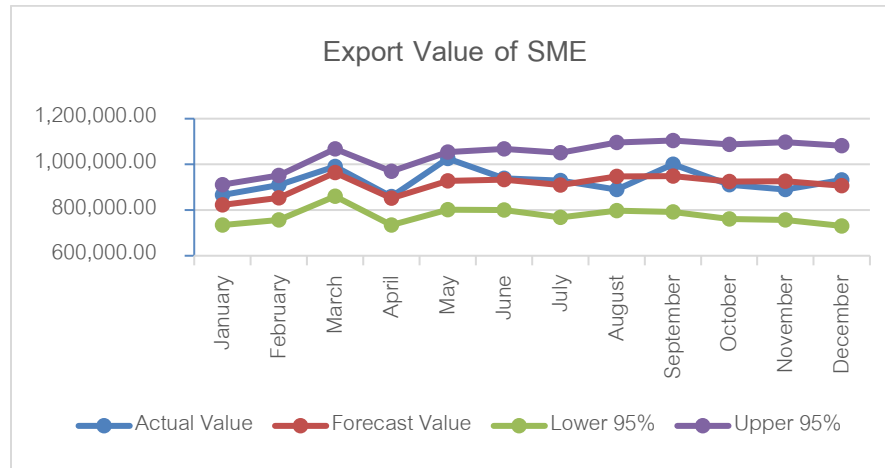


Figure 6 Forecast Value and 95% Confidence Interval for SME Value from January to December 2025
Using SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ Model

Discussion

จากการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ คือ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ และวิธีบอซ-เจนกินส์ ผลการศึกษาพบว่า วิธีบอซ-เจนกินส์ ตัวแบบ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ ให้ความแม่นยำในการพยากรณ์สูงที่สุด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำกว่าวิธีอื่น (RMSE = 44,696.63 , MAPE = 3.90%) ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ จะสามารถอธิบายองค์ประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลได้เช่นเดียวกัน แต่แนวคิดหลักเป็นการปรับเรียบข้อมูลในอดีตโดยให้น้ำหนักกับค่าข้อมูลล่าสุด ในขณะที่วิธีบอซ-เจนกินส์ สามารถจำลองโครงสร้างของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาได้โดยตรง ทั้งความสัมพันธ์ระยะสั้นในอดีตผ่านองค์ประกอบ Autoregressive (AR) และความสัมพันธ์เชิงฤดูกาลผ่านองค์ประกอบ Seasonal Moving Average (SMA) และสามารถจัดการความไม่คงที่ด้วยการหาผลต่าง ดังนั้น เมื่อข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลแบบจำลอง SARIMA จึงสามารถอธิบายโครงสร้างของข้อมูลได้อย่างละเอียดและยืดหยุ่นมากกว่า ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mingkwan (2022) ได้ทำการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์สำหรับปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ ด้วยวิธีบอซ-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ผลการวิจัยพบว่าวิธีของบอซ-เจนกินส์เป็นวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าล่วงหน้าช่วง 6 และ 12 เดือน และยิ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Riansut (2019) ได้ทำการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกปลาหมึกและผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือวิธีบอซ-เจนกินส์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Hasibuan *et al.* (2023) ได้ทำการเปรียบเทียบการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีลักษณะฤดูกาลโดยใช้แบบจำลอง SARIMA และวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์-วินเทอร์:

กรณีศึกษาข้อมูลการส่งออกของจังหวัดสุมาตราตะวันตก ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง SARIMA มีความเหมาะสมกับข้อมูลการส่งออกของจังหวัดสุมาตราตะวันตก

ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำแบบจำลอง SARIMA ไปหาค่าพยากรณ์รายเดือนเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำแผนการส่งออกล่วงหน้าและประเมินสถานการณ์การส่งออก ร่วมกับข้อมูลเศรษฐกิจอื่นๆ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงรุกและการวางแผนการส่งออกตลอดจนดำเนินมาตรการเพื่อส่งเสริมการส่งออกของประเทศไทย จากการศึกษามูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย ผู้วิจัยมุ่งเน้นการเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์อนุกรมเวลาตัวแปรเดียวเป็นหลักโดยเลือกใช้วิธีวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เนื่องจากเป็นวิธีมาตรฐานที่มีทฤษฎีรองรับชัดเจนในการจัดการโครงสร้างแนวโน้มและฤดูกาล และการศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลในช่วงมีความผันผวนสูงหรือต่ำกว่าปกติ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประมาณค่าพารามิเตอร์และความแม่นยำของการพยากรณ์ ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไปควรพัฒนาแบบจำลองโดยการนำปัจจัยภายนอกมาวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการพยากรณ์ให้สูงขึ้น เช่น ARIMAX , SARIMAX , ETS Model

Conclusions

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลมูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย (ล้านบาท) ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 120 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 จำนวน 108 เดือน สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method) วิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Winter's exponential smoothing method) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2568 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 12 เดือน สำหรับใช้ในการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ได้ค่าคงที่ที่เหมาะสม คือ $\alpha = 0.301$ และ $\gamma = 0.000047$ ส่วนวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ รูปแบบบวกได้ค่าที่เหมาะสม คือ $\alpha = 0.409$, $\gamma = 0.0000021$ และ $\delta = 0.000015$ รูปแบบคูณได้ค่าคงที่ที่เหมาะสม คือ $\alpha = 0.395$, $\gamma = 0.001$ และ $\delta = 0.217$ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ได้ตัวแบบที่เหมาะสม คือ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ เมื่อนำวิธีการดังกล่าวมาหาค่าพยากรณ์และทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบ SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂ เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมของประเทศไทย โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำที่สุด (RMSE = 44,696.63 , MAPE = 3.90%)

References

- Ali, M. P., Sadia, A. Z., & Khanam, M. (2025). ARIMA vs. ETS for RMG export forecasting of Bangladesh: A comparative study on model accuracy. *Dhaka University Journal of Science*, 73(2), 101-105
- Ausavapipit, J., & Jayathavaj, V. (2024). Forecasting the Number of Asthma and Bronchitis Cases using the Box and Jenkins Method. *Thai Journal of Public Health and Health Sciences:TJPHS*, 7(3), 64 – 76. (in Thai)
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (5th ed.). Wiley.
- Detthamrong, U. & Chansanam, W. (2018). Time Series Forecasting Stock Closing Prices of Listed Company Using ARIMA Model. *Journal of Business, Economics and Communications*, 13(2), 57 – 72. (in Thai)
- Evania, C. D. & Siregar, B. (2024). Comparison of Holt Winter's and SARIMA Methods on the Data of the Number of Foreign Tourist Visits in Bali Province. *Journal of Mathematics, Computations and Statistics*, 7(2), 350–359.
- Hasibuan, L. H., Musthofa, S., Putri, D.M., and Jannah, M. (2023). Comparison of Seasonal Time Series Forecasting Using SARIMA and Holt Winter's Exponential Smoothing (Case Study: West Sumatra Export Data). *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 17(3), 1773–1784.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting : Principles and Practice* (3rd ed.). OTexts.
- Ketaeam, S. (2005). *Forecasting Techniques* (2nd ed.). Songkhla: Thaksin University.
- LH Bank Business Research. (2026). SME Export and Import in 2025. <https://www.lhbank.co.th/getattachment/6c5c0041-6c19-46b3-b890-d2c2e65f41c6/economic-analysis-SME-Industry-Outlook-2026-SME-Export-Import-2568>
- Mingkwon, Y. (2022). A comparison of Forecasting Models for Electricity Consumption of Uttaradit Rajabhat University. *Academic Journal of Science and Applied Science*, 6(11), 11 – 24 . (in Thai)
- Office of Small and Medium Enterprises Promotion. (2026). Export Value of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Thailand. <https://gdcatalog.go.th/dataset/gdpublish-msme-export>

- Ramlan, M.N., Rahman, N.H.A., Ismail, M.T. and Razak, F.A. (2021). Lockdown 2.0 in Malaysia: Evaluating Forecast Performance of Goods Export with Box-Jenkins Methodology and ARIMA Model. *Journal of Economics, Finance and Accounting Studies*, 3(4), 92–102.
- Riansut, W. (2019). Forecasting the export quantity of squid and products. *UTK Research Journal*, 13(2), 131–143. (in Thai)
- Rueangrit, P., Jatuporn, C., Suvanvihok, V., & Wanaset, A. (2020). Forecasting Domestic Durian and Export Durian Prices of Thailand. *Maejo Business Review*, 2(2), 19 – 31. (in Thai)
- Tunkaew, T., Minsan, P., Nontapa, C., & Minsan, W. (2023). A Suitable Forecasting Model for Exchange Rates of the Top 10 Foreign Currencies Most Preferred by Thai Tourists Compared to the Thai Baht. *Thai Science and Technology Journal*, 31(3), 1 – 21. (in Thai)