ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทย

วรางคณา เรียนสุทธิ์*

มหาวิทยาลัยทักษิณ ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93210

* *Corresponding Author: warang27@gmail.com*

รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ :

รับเพื่อพิจารณา : 15 มีนาคม 2565

แก้ไข : 11 พฤศจิกายน 2565

ตอบรับ : 7 ธันวาคม 2565

DOI : 10.14456/kmuttrd.2022.26

คำสำคัญ :

กล้วยไม้ / การส่งออก / บ็อกซ์-เจนกินส์ การทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลัง / การพยากรณ์รวม

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทยด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้รายเดือนจากเว็บไซต์สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2565 จำนวน 133 เดือน แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2564 จำนวน 121 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 8 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565 จำนวน 12 เดือน ใช้สำหรับเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุด ผลการศึกษา พบว่า วิธีที่มีความแม่นสูงที่สุด คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์

A Model for Forecasting the Export Quantity of Orchids from Thailand

Warangkhana Riansut*

Thaksin University, Banpraw, Pa Phayom, Phatthalung 93210

*Corresponding Author: warang27@gmail.com

Associate Professor, Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science.

Article Info

Article History:
Received: March 15, 2022
Revised: November 11, 2022
Accepted: December 7, 2022
DOI : 10.14456/kmuttrd.2022.26

Keywords : Orchids / Export / Box-Jenkins / Exponential Smoothing / Combining Forecasts

Abstract

The objective of this study is to construct an appropriate forecasting model for the export quantity of orchids from Thailand via statistical methods. The monthly average data gathered from the Office of Agricultural Economics website during the 133 months from January 2011 to January 2022 were divided into 2 datasets. The first dataset consisted of 121 months from January 2011 to January 2021 used to construct the forecasting models via the use of 8 statistical methods, namely, Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, Brown's exponential smoothing method, damped trend exponential smoothing method, simple seasonal exponential smoothing method, Winters' additive exponential smoothing method, Winters' multiplicative exponential smoothing method, and combining forecasts method. The second dataset consisted of 12 months from February 2021 to January 2022 used to compare the accuracy of the forecasting models via the lowest mean absolute percentage error and root mean squared error. The results indicated that the most accurate method was the damped trend exponential smoothing method.

1. บทนำ

กล้วยไม้ (Orchids) เป็นพืชวงศ์ใหญ่ที่มีดอกสวยงาม มีความหลากหลายทั้งสีสัน ลวดลาย ขนาด รูปทรง และกลิ่น เป็นพืชดอกที่มีความหลากหลายมากกว่า 800 สกุล พบในธรรมชาติมากกว่า 20,000 ชนิด ด้วยความสวยงามและความหลากหลายทำให้กล้วยไม้เป็นที่นิยมไปทั่วโลก มีการปรับปรุงสายพันธุ์โดยการผสมข้ามชนิดข้ามสกุลมากกว่า 30,000 คู่ผสม ทำให้กล้วยไม้มีความสวยงามและหลากหลายมากยิ่งขึ้น [1] ประเทศไทยเป็นแหล่งเพาะปลูกกล้วยไม้เมืองร้อนที่สำคัญ ในอดีตการขยายพื้นที่เพาะปลูกยังทำได้ค่อนข้างจำกัด เนื่องจากเกษตรกรที่จะปลูกต้องมีความรู้ ความชำนาญ ประกอบกับที่ดินและปัจจัยการผลิตมีราคาสูง เมื่อขาดทั้งความรู้ ความชำนาญ และเงินลงทุนในการดูแลและบำรุงรักษา ทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน จึงอาจเป็นเหตุผลให้การส่งออกต้นกล้วยไม้มีปริมาณลดลง [2] อย่างไรก็ตาม กล้วยไม้ยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยตลาดกล้วยไม้โลกมีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 400 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ส่วนใหญ่เป็นกล้วยไม้เขตร้อน ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกดอกกล้วยไม้เป็นอันดับ 1 ของโลก ขณะที่ประเทศเนเธอร์แลนด์เป็นผู้ส่งออกต้นกล้วยไม้เป็นอันดับ 1 ของโลก [3] สำหรับการส่งออกกล้วยไม้ยังคงมีจุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เช่น งานวิจัยยังไม่ครบวงจร การขาดอำนาจต่อรองในการได้รับการจัดสรรเที่ยวบินที่เหมาะสม ทำให้เสียโอกาสทางการตลาด ไม่มีตลาดกลางมาตรฐานกล้วยไม้ มีข้อจำกัดเกี่ยวกับค่าระวางขนส่ง ระบบโลจิสติกส์ (Logistics) ไม่เอื้ออำนวย ขาดการทำการตลาดเชิงรุก ขาดข้อมูลการผลิตและการตลาดทั้งในและต่างประเทศ การประชาสัมพันธ์ การพัฒนาตราสินค้า การปรับปรุงคุณภาพผลผลิต การควบคุมคุณภาพการส่งออกกล้วยไม้ไทยไปต่างประเทศยังไม่เหมาะสม ซึ่งกล้วยไม้เป็นสินค้าที่เน่าเสียง่าย จึงต้องการความรวดเร็วและความระมัดระวังในการขนส่งเป็นอย่างมาก คุณภาพของผลผลิตที่ได้ไม่สม่ำเสมอและลดต่ำลงเมื่อถึงมือผู้บริโภค เนื่องจากขาดการจัดการที่มีประสิทธิภาพในระดับสวน/ฟาร์ม มีการตัดดอกในขณะที่ยังมีจำนวนดอกบานน้อย การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม อีกทั้งปริมาณและมูลค่าการส่งออกยังคงมีความผันแปรตามฤดูกาล [2, 4-5] ด้วยเหตุผลของความไม่แน่นอนในปริมาณการส่งออก จึงนำมาสู่วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทยในอนาคตว่าเป็นอย่างไร จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า Keerativibool [4] ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ โดยการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกมีความเหมาะสมมากกว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ Pasunon และ Apirakchaisakul [5] ได้ศึกษาการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกดอกกล้วยไม้แบบรายเดือนของประเทศไทยด้วยวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบพยากรณ์ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error: MSE) น้อยที่สุด เมื่อ α= 0.259, γ = 0.014 และ δ = 0.000 โดยผลการตรวจสอบความแม่นด้วยเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) พบว่า MAPE = 7.273 และ Wonginyoo และ Ditsathaporncharoen [6] ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งออกดอกกล้วยไม้ไทยไปจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่น ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบแบ่งเป็น 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในกิจการ ปัจจัยภายนอกกิจการที่สำคัญ คือ ด้านลูกค้า/ผู้บริโภค ด้านเศรษฐกิจ ด้านพฤติกรรมลูกค้าญี่ปุ่น ด้านสภาพสังคม/วัฒนธรรม/ประเพณี ด้านกฎหมาย/ระเบียบ/ข้อบังคับ ปัจจัยภายในกิจการที่สำคัญ คือ ด้านบุคลากร และด้านทำเลที่ตั้ง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า Keerativibool [4] ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ แต่เป็นการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์เพียง 2 วิธีเท่านั้น และใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนกรกฎาคม 2556 ทำให้ตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ไม่เป็นปัจจุบัน จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำนายปริมาณการส่งออกในอนาคต ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ด้วยวิธีการทางสถิติที่หลากหลาย จำนวน 8 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วย

เลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม ผลการวิจัยที่ได้จะทำให้ทราบการเคลื่อนไหว แนวโน้ม และฤดูกาลของปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ รวมทั้งนำตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ไปพยากรณ์ปริมาณการส่งออกในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจวางแผนการผลิตและการส่งออกสำหรับกลุ่มผู้ผลิตและส่งออกต้นกล้วยไม้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังนำข้อมูลไปเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายส่งเสริมการลงทุนและการตลาดของต้นกล้วยไม้ของภาครัฐได้อีกด้วย

2. วิธีการวิจัย

รวบรวมข้อมูลปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทย (กิโลกรัม) โดยใช้ค่าเฉลี่ยต่อเดือนของปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้จากเว็บไซต์สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร [2] ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2565 จำนวน 133 เดือน แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2564 จำนวน 121 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้โปรแกรม SPSS version 17 ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565 จำนวน 12 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) ที่มีค่าน้อยที่สุด

ตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ชุดที่ 1 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's One-Way Analysis of Variance by Rank) โดยการตรวจสอบแนวโน้มจะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกข้อมูลเป็นรายปี เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาแต่ละปีมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบความแตกต่างจะสรุปว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง ต้องพิจารณาเพิ่มเติมจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา ขณะที่การตรวจสอบอิทธิพลของฤดูกาลจะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกข้อมูลเป็นรายเดือน (ข้อมูลหลังจากกำจัดแนวโน้มออกแล้ว) เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาแต่ละเดือนมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบความแตกต่างจะสรุปว่าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล ถ้าผลการตรวจสอบพบว่า อนุกรมเวลามีเฉพาะแนวโน้ม วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบอารีมา (ตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่) หรือตัวแบบ ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average Model) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ อนุกรมเวลามีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบซารีมา (ตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่เชิงฤดูกาล) หรือตัวแบบ SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม [7-9] จากผลการตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลในผลการวิจัยแสดงว่า ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด (ตารางที่ 1) โดยตัวแบบของวิธีการพยากรณ์รวมจะรวมค่าพยากรณ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) เมื่อใช้วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกเป็นตัวแปรอิสระ เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า MAPE ของข้อมูลชุดที่ 1 น้อยที่สุด ตามลำดับ

ตรวจสอบข้อสมมุติ (Assumptions) ของตัวแบบพยากรณ์ คือ ตัวแบบพยากรณ์มีความเหมาะสม และอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ซึ่งตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้สถิติ Ljung-Box Q ตรวจสอบอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ โดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมีร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov Test: KS Test) ตรวจสอบความ

เป็นอิสระกัน โดยใช้การทดสอบรันส์ (Runs Test) ตรวจสอบค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ โดยใช้การทดสอบที (t-Test) และตรวจสอบความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา โดยใช้การทดสอบของเลวีนภายใต้การใช้มัธยฐาน (Levene's Test based on Median) หากพบว่าข้อสมมุติข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงจะสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสม และไม่ควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

ตารางที่ 1 ตัวแบบพยากรณ์

วิธีที่	วิธีพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	ลักษณะอนุกรมเวลา
1	บ็อกซ์-เจนกินส์	SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)$_s$: $\hat{\phi}_p(B)\hat{\Phi}_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D\hat{Y}_t = \hat{\delta} + \hat{\theta}_q(B)\hat{\Theta}_Q(B^s)e_t$	มีแนวโน้มและฤดูกาล
2	โฮลต์	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m)$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$	มีเพียงแนวโน้ม
3	บราวน์	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t\left[(m-1) + \frac{1}{\alpha}\right]$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$, $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$	มีเพียงแนวโน้ม
4	แดมป์	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t\sum_{i=1}^{m}\phi^i$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$	มีเพียงแนวโน้ม
5	ฤดูกาลอย่างง่าย	$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)a_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$	มีเพียงฤดูกาล
6	วินเทอร์แบบบวก	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) + \hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$,	มีแนวโน้มและฤดูกาล
7	วินเทอร์แบบคูณ	$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$ $\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m)\hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha\frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$,	มีแนวโน้มและฤดูกาล
8	พยากรณ์รวม	$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta\frac{Y_t}{a_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$ $\hat{Y}_t = b_0 + b_1\hat{Y}$ (ฤดูกาลอย่างง่าย) $+ b_2\hat{Y}$ (วินเทอร์แบบบวก) โดยที่ b_i แทนสัมประสิทธิ์การถดถอย	มีแนวโน้มและฤดูกาล

ตารางที่ 1 มีความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

$\hat{Y}_t$ และ $\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t และเวลา t + m ตามลำดับ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

e_t แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

$\hat{\delta} = \hat{\mu}\hat{\phi}_p(B)\hat{\Phi}_P(B^s)$ แทนค่าคงตัว (Constant) โดยที่ $\hat{\mu}$ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary)

$\hat{\phi}_p(B) = 1 - \hat{\phi}_1 B - \hat{\phi}_2 B^2 - \ldots - \hat{\phi}_p B^p$ แทนตัวดำเนินการถดถอยในตัวอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p: AR(p))

$\hat{\Phi}_P(B^s) = 1 - \hat{\Phi}_1 B^s - \hat{\Phi}_2 B^{2s} - \ldots - \hat{\Phi}_P B^{Ps}$ แทนตัวดำเนินการถดถอยในตัวอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Operator of Order P: SAR(P))

$\hat{\theta}_q(B) = 1 - \hat{\theta}_1 B - \hat{\theta}_2 B^2 - \ldots - \hat{\theta}_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Moving Average Operator of Order q: MA(q))

$\hat{\Theta}_Q(B^s) = 1 - \hat{\Theta}_1 B^s - \hat{\Theta}_2 B^{2s} - \ldots - \hat{\Theta}_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 (n_1 = 121)

s แทนจำนวนฤดูกาล ซึ่งอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้เป็นข้อมูลรายเดือน ดังนั้น s = 12

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B_j แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) ไป j ช่วงเวลา นั่นคือ $B^j Y_t = Y_{t-j}$

a_t และ b_t แทนค่าประมาณระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม ณ เวลา t ตามลำดับ

α, γ, ϕ และ δ แทนค่าคงตัวการทำให้เรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \gamma < 1$, $0 < \phi < 1$ และ $0 < \delta < 1$

เปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ โดยการเปรียบเทียบปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565 จำนวน 12 เดือน (n = 12) กับค่าพยากรณ์ เพื่อคำนวณค่า MAPE และค่า RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และค่า RMSE น้อยที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความแม่นมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด สูตร MAPE และ RMSE แสดงดังนี้ [8]

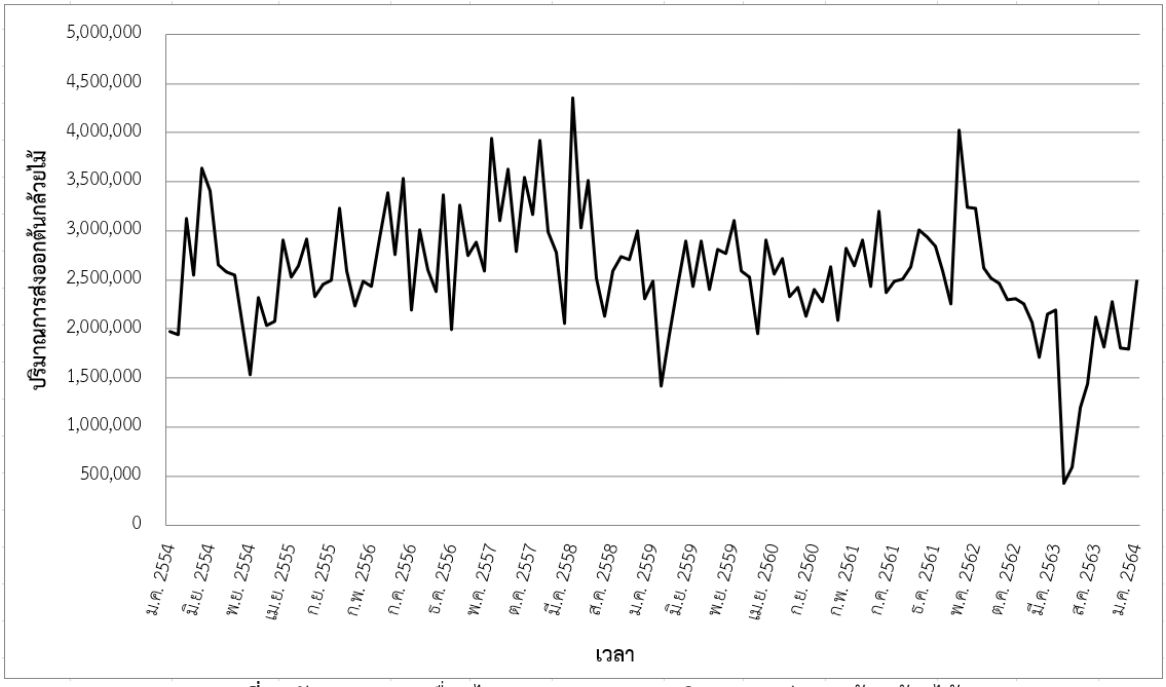
$$\text{MAPE} = \frac{100}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{e_t}{Y_t}\right| \quad \text{และ} \quad \text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t^2}$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t Y_t และ $\hat{Y}_t$ แทนอนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ตามลำดับ

3. ผลการวิจัย

ผลการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2564 จำนวน 121 เดือน พบว่า ปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มลดลง และคาดว่าน่าจะมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล ผลการทดสอบสมมุติฐานเพื่อตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล พบว่า ปริมาณการส่งออกมีค่ามัธยฐานในแต่ละปีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (χ^2 = 43.64, p-value < 0.0001) นั่นคือ อนุกรมเวลามีแนวโน้ม และปริมาณการส่งออกหลังจากกำจัดแนวโน้มมีค่ามัธยฐานในแต่ละเดือนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (χ^2 = 21.1, p-value = 0.032) นั่นคือ อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหารเนื่องจากอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวไม่คงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป (รูปที่ 1) ผลการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ พบว่า อนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสม คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)s วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่า MAPE และค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เหมาะสมกับอนุกรมเวลามีแนวโน้มและ

อิทธิพลของฤดูกาล มีค่า MAPE น้อยที่สุด (MAPE = 17.4132) และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย เหมาะสมกับอนุกรมเวลาโดยมีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล มีค่า RMSE น้อยที่สุด (RMSE = 468,931) (ตารางที่ 2) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด สำหรับวิธีการพยากรณ์รวมจะรวมค่าพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า MAPE ของข้อมูลชุดที่ 1 น้อยที่สุด ตามลำดับ

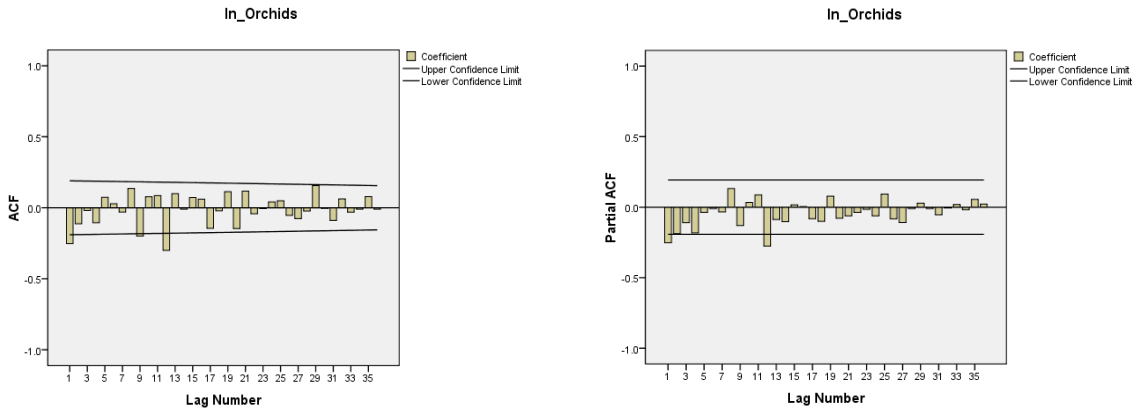


รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมกราคม 2564

ตารางที่ 2 MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1

วิธีพยากรณ์	MAPE	RMSE	วิธีพยากรณ์	MAPE	RMSE
บ็อกซ์-เจนกินส์	18.3739	568,513	ฤดูกาลอย่างง่าย	17.4640	**468,931**
โฮลต์	18.9129	531,378	วินเทอร์แบบบวก	**17.4132**	469,784
บราวน์	20.2489	548,770	วินเทอร์แบบคูณ	18.4165	488,917
แดมป์	18.9874	533,721			

จากผลการตรวจสอบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ พบว่า อนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 (d = 1) เพื่อกำจัดแนวโน้ม และหาผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 (D = 1) เพื่อกำจัดอิทธิพลของฤดูกาล รวมถึงแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมธรรมชาติ (Natural Logarithm: ln) เพื่อให้อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ แล้วสร้างกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation Function: ACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) (รูปที่ 2) เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ พบว่า จากกราฟ ACF ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของแท่งที่ 1, 9 และ 12 เกินขอบเขตที่กำหนด ดังนั้นกำหนดให้ q = 2, Q = 1 และจากกราฟ PACF ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของที่แท่งที่ 1 และ 12 เกินขอบเขตที่กำหนด ดังนั้นกำหนดให้ p = 1, P = 1 จะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้น คือ ตัวแบบ SARIMA(1, 1, 2)(1, 1, 1)$_{12}$ ผลการคัดเลือกตัวแบบให้เหลือเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ตัวแบบ SARIMA(1, 1, 0)(0, 1, 1)$_{12}$ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากโปรแกรม SPSS จะได้ตัวแบบพยากรณ์ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ (ตารางที่ 3) และค่าดัชนีฤดูกาล (ตารางที่ 4) ซึ่งสามารถอธิบายความหมายของค่าดัชนีฤดูกาลได้ดังนี้ จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก พบว่า ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้จะสูงในช่วงเดือนมีนาคม พฤษภาคมถึงมิถุนายน และสิงหาคมถึงพฤศจิกายน เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 0 และจากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ พบว่า ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้จะสูงในช่วงเดือนมีนาคม และพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน เนื่องจากมีค่าดัชนีฤดูกาลมากกว่า 1



รูปที่ 2 ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว (d = 1, D = 1 และ in)

ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์ พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้น 6 วิธี ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม มีข้อสมมุติเป็นจริงทุกข้อที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ ตัวแบบพยากรณ์มีความเหมาะสม (ค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญ) และอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ขณะที่ค่าคลาดเคลื่อนของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ไม่เป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p-value = 0.02) และค่าคลาดเคลื่อนของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของ

ตารางที่ 3 ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์

วิธีที่	วิธีพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์
1	บ็อกซ์-เจนกินส์ SARIMA $(1, 1, 0)(0, ,1)_{12}$ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว	$\hat{Y}_t = \exp\{0.75239(Z_{t-1} - Z_{t-13}) + 0.24761(Z_{t-2} - Z_{t-14}) + Z_{t-12} - 0.67442e_{t-12}\}$ โดยที่ $Z_{t-j} = \ln(Y_{t-j})$ แทนลอการิทึมธรรมชาติของอนุกรมเวลา ณ เวลา t – j และ $e_{t-j} = Z_{t-j} - \hat{Z}_{t-j}$ แทนค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t – j
2	โฮลต์	$\hat{Y}_{t+m} = \exp\{14.53431 - 0.00258(m)\}$
3	บราวน์	$\hat{Y}_{t+m} = \exp\left\{14.41221 + 0.01245\left[(m-1) + \frac{1}{0.17975}\right]\right\}$
4	แดมป์	$\hat{Y}_{t+m} = \exp\left\{14.55831 + 0.00060\sum_{i=1}^{m}(0.00062)^i\right\}$
5	ฤดูกาลอย่างง่าย	$\hat{Y}_t = \exp\{14.63087 + \hat{S}_t\}$
6	วินเทอร์แบบบวก	$\hat{Y}_{t+m} = \exp\{(14.62559 - 0.00257m) + \hat{S}_t\}$
7	วินเทอร์แบบคูณ	$\hat{Y}_{t+m} = \exp\{(14.61870 - 0.00209m)\hat{S}_t\}$
8	พยากรณ์รวม	$\hat{Y}_t = 657,068 + 0.39634\,\hat{Y}$ (ฤดูกาลอย่างง่าย) $+ 0.35607\,\hat{Y}$ (วินเทอร์แบบบวก)

โฮลต์ไม่มีการแจกแจงปรกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p-value = 0.031) นั่นคือ ตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีนี้ไม่เหมาะสมและไม่ควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ (ตารางที่ 5) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จะไม่นำวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ไปเปรียบเทียบความแม่นในการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้น (ตารางที่ 3) พยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าจริงโดยการคำนวณค่า MAPE และค่า RMSE พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์เป็นวิธีที่มีความแม่นมากที่สุด เนื่องจากมีค่า MAPE และค่า RMSE น้อยที่สุด โดยมีค่า MAPE = 17.8154 และค่า RMSE = 563,871 หมายความว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ร้อยละ 17.82 หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์ 563,871 กิโลกรัม ซึ่งทั้งเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นให้ผลไปทิศทางเดียวกัน จึงทำให้น่าเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้นว่าวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 4 ดัชนีฤดูกาลจากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

เดือน	$\hat{S}_t$ ของวิธีฤดูกาลอย่างง่าย	$\hat{S}_t$ ของวิธีวินเทอร์แบบบวก	$\hat{S}_t$ ของวิธีวินเทอร์แบบคูณ
มกราคม	-0.02194	-0.02208	0.99742
กุมภาพันธ์	-0.15235	-0.16556	0.98710
มีนาคม	**0.16752**	**0.15689**	**1.00711**
เมษายน	-0.09351	-0.10154	0.98244
พฤษภาคม	**0.06634**	**0.06092**	**1.00207**
มิถุนายน	**0.02389**	**0.02109**	**1.00589**
กรกฎาคม	-0.03120	-0.03138	**1.00397**
สิงหาคม	**0.00158**	**0.00401**	**1.00445**
กันยายน	**0.02729**	**0.03234**	**1.00211**
ตุลาคม	**0.04101**	**0.04866**	**1.00392**
พฤศจิกายน	**0.05274**	**0.06298**	**1.00158**
ธันวาคม	-0.07919	-0.06641	0.99339

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์

วิธีที่	วิธีพยากรณ์	Ljung-Box Q	p-value	KS test	p-value	Runs test	p-value	t-test	p-value	Levene statistic	p-value
1	บ็อกซ์-เจนกินส์	12.762	0.690	1.090	0.186	2.320	**0.020***	-0.077	0.939	0.530	0.879
2	โฮลต์	18.533	0.294	1.443	**0.031***	-0.273	0.785	0.178	0.859	0.662	0.771
3	บราวน์	21.652	0.198	1.199	0.113	-1.004	0.316	0.061	0.952	0.608	0.818
4	แดมป์	18.765	0.225	1.339	0.056	0.092	0.927	-0.046	0.963	0.686	0.748
5	ฤดูกาลอย่างง่าย	14.503	0.561	0.972	0.302	1.188	0.235	0.023	0.982	0.740	0.697
6	วินเทอร์แบบบวก	14.615	0.479	1.039	0.230	1.188	0.235	0.215	0.830	0.740	0.698
7	วินเทอร์แบบคูณ	16.406	0.356	1.241	0.092	-0.273	0.785	0.170	0.865	0.634	0.796
8	พยากรณ์รวม	-	-	0.691	0.726	0.457	0.648	0.000	1.000	0.768	0.671

* มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05
- โปรแกรม SPSS ไม่แสดงค่าสถิตินี้

ตารางที่ 6 MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2

วิธีพยากรณ์	MAPE	RMSE	วิธีพยากรณ์	MAPE	RMSE
บราวน์	20.1705	618,942	วินเทอร์แบบบวก	19.4188	581,692
แดมป์	**17.8154**	**563,871**	วินเทอร์แบบคูณ	21.4138	606,210
ฤดูกาลอย่างง่าย	20.0632	578,345	พยากรณ์รวม	21.1897	566,274

4. วิจารณ์ผลการวิจัย

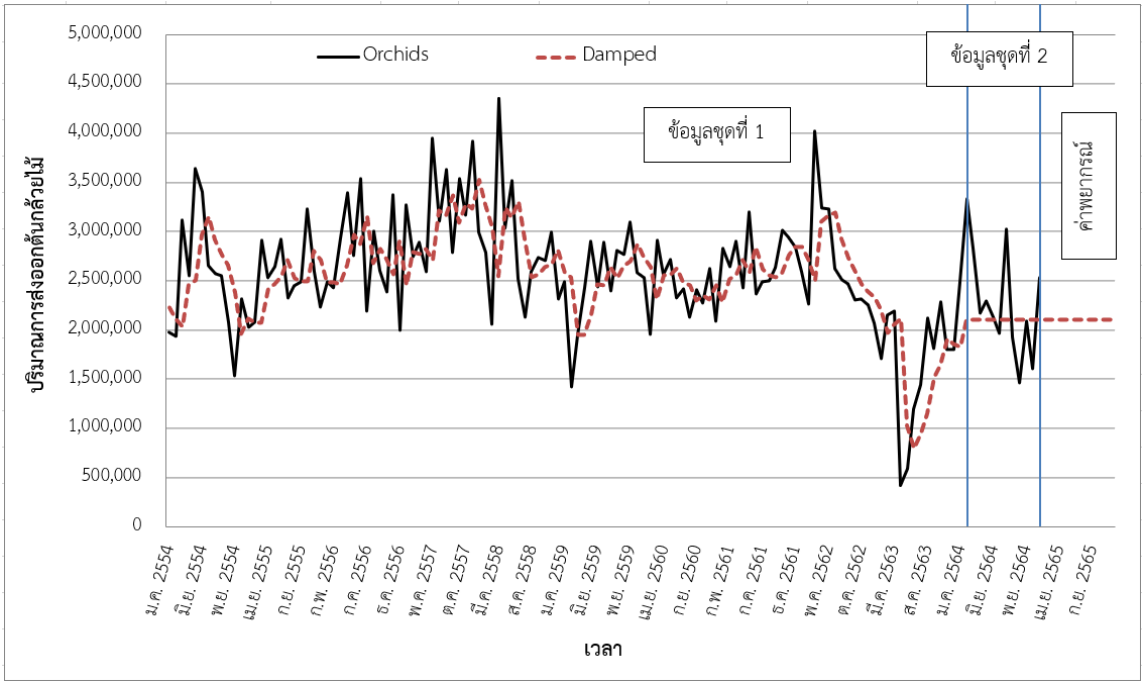
จากผลการตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ชุดที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมควรจะเป็นวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ SARIMA วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม [8-9] ขัดแย้งกับผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่า MAPE และค่า RMSE น้อยที่สุด ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์ทุกครั้งควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม ซึ่งผลการศึกษาที่ขัดแย้งอาจเกิดจากการเปรียบเทียบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ ได้พิจารณาค่า MAPE และค่า RMSE จากข้อมูลชุดที่ 2 ที่ไม่ได้นำมาสร้างตัวแบบ หากเมื่อพิจารณาค่า MAPE และค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 (ตารางที่ 2) พบว่า ภายใต้เกณฑ์ MAPE วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกมีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น แต่เมื่อพิจารณาภายใต้เกณฑ์ RMSE พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายมีความเหมาะสมมากที่สุด อาจจะขัดแย้งกับทฤษฎีที่สรุปไว้ เนื่องจากแนวโน้มของอนุกรมเวลาชุดนี้ลดลงไม่ได้ชัดเจนมากนัก (รูปที่ 1) เป็นที่น่าสังเกตว่าวิธีการพยากรณ์รวมที่รวมค่าพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกไม่ทำให้ค่า MAPE และค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2 น้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม วิธีการพยากรณ์รวมมีค่า MAPE และค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 น้อยที่สุด (MAPE = 16.8818 และ RMSE = 449,466) สอดคล้องกับที่ Manmin [9] ได้สรุปไว้ว่า วิธีการพยากรณ์รวมจะทำให้ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีค่าลดลงหากมีการรวมค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

เมื่อใช้วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนธันวาคม 2565 พบว่า ผลการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ที่ได้เป็นค่าคงที่ คือ 2,101,812 กิโลกรัม (รูปที่ 3) เนื่องจากเมื่อ m มีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้ค่า ϕ^i มีค่าเข้าใกล้ 0 จะได้

$$\sum_{i=1}^{m}\phi^i=\sum_{i=1}^{m}\left(0.00062\right)^i\approx 0.00062$$

และ

$$\hat{Y}_{t+m}\approx \exp\left\{14.55831+0.00060\left(0.00062\right)\right\}\approx 2,101,812$$



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้
กับค่าพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์

ดังนั้นการนำค่าพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ไปใช้งานในอนาคตอาจยังไม่เหมาะสม ควรแก้ไขโดยการพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติมนอกเหนือจากปัจจัยเวลา เช่น ปัจจัยด้านลูกค้า/ผู้บริโภค ด้านเศรษฐกิจ ด้านพฤติกรรมลูกค้า ด้านสภาพสังคม/วัฒนธรรม/ประเพณี ด้านกฎหมาย/ระเบียบ/ข้อบังคับ ด้านบุคลากร ด้านทำเลที่ตั้ง และด้านการเกิดภัยพิบัติต่าง ๆ เป็นต้น [6] รวมถึงควรเพิ่มอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ให้เป็นปัจจุบันมากยิ่งขึ้น เพื่อปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ให้มีความแม่นสำหรับใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกในอนาคตต่อไป

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทยด้วยวิธีการทางสถิติ 8 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวม ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์มีความแม่นมากที่สุด ซึ่งมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ร้อยละ 17.82 หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์ 563,871 กิโลกรัม และเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่มีข้อสมมุติเป็นจริงทุกข้อ กล่าวคือ เป็นตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสม และอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา

ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = \exp\left\{ 14.55831 + 0.00060 \sum_{i=1}^{m} (0.00062)^i \right\}$$

เมื่อ m = 1 แทนเดือนกุมภาพันธ์ 2564

6. เอกสารอ้างอิง

1. 108 Panmai, 2022, Orchids [Online], Available: http://www.panmai.com/Orchid/ orchid. shtml. [10 March 2022] (In Thai)

2. Office of Agricultural Economics, 2022, Export Statistics of Orchids from 2011 to 2022 [Online], http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2554&E_YEAR=2565 &PRODUCT_GROUP=5401&wf_search=&WF_SEARCH=Y. [7 March 2022] (In Thai)

3. Lerthiran, P., 2019, Orchid Products [Online], Available: https://www.ditp.go.th/contents_ attach/560192/560192.pdf. [9 March 2022] (In Thai)

4. Keerativibool, W., 2014, "A Comparison of Forecasting Methods between Box-Jenkins and Winters's Exponential Smoothing for Predicting the Export Quantity of Orchids," *Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Journal*, 7 (1), pp. 62-72. (In Thai)

5. Pasunon, P. and Apirakchaisakul, P., n.d., Forecasting Model of Monthly Fresh Orchids Export Values in Thailand using Winters' Method [Online], Available: http://www.mis.ms.su.ac.th/ MISMS01/PDF01/469_20190718_012553_61.pdf. [9 March 2022] (In Thai)

6. Wonginyoo, K. and Ditsathaporncharoen, S., n.d., Impact Factors on Orchid Export from Thailand to Japan [Online], Available: http://dept.npru.ac.th/msc/data/files/research5508.pdf. [9 March 2022] (In Thai)

7. Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C., 1994, Time Series Analysis: Forecasting and Control, 3rd ed., Prentice Hall, New Jersey. 438 p.

8. Ket-iam, S., 2005, Forecasting Technique, 2nd ed., Thaksin University, Songkhla, 328 p. (In Thai)

9. Manmin, M., 2006, Time Series and Forecasting, Foreprinting, Bangkok, 448 p. (In Thai)