

Research Article

ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลของประเทศไทย

Forecasting Model for the Export Values for Sugar of Thailand

วารangkนา เรียนสุทธิ^{1*}

Warangkhan Riansut^{1*}

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210 ประเทศไทย

¹Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Thaksin University, Pa Phayom, Phatthalung 93210 Thailand

*E-mail: warang27@gmail.com

Received: 09/05/2021; Revised: 26/07/2021; Accepted: 12/05/2022

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลของประเทศไทยด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2563 จำนวน 119 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมิถุนายน 2563 จำนวน 114 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2563 จำนวน 5 เดือน นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ รองลงมา คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์

คำสำคัญ: น้ำตาล, บ็อกซ์-เจนกินส์, การทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลัง, รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Abstract

The objective of this study is to construct the appropriate forecasting model for the export values for sugar of Thailand via the use of statistical methods. The monthly average data, which were gathered from the website of the Office of Agricultural Economics during January 2011 to November 2020 of 119 months were divided into 2 datasets. The first dataset, which consisted of 114 months from January 2011 to June 2020 was used for constructing the forecasting models via the use of 7 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, and Winters' multiplicative exponential smoothing method. The second dataset, which consisted of 5 months from July to November 2020 was used for comparing the accuracy of the forecasting model via the lowest root mean square error. The results indicated that the most accurate method was Winters' multiplicative exponential smoothing method, followed by Brown's exponential smoothing method.

Keywords: Sugar, Box-Jenkins, Exponential Smoothing, Root Mean Square Error

บทนำ

น้ำตาล คือ ผลึกซูโครสที่มีอยู่ในพืชต่าง ๆ เช่น อ้อย หัวบีท มะพร้าว และตาล แต่ที่นิยมนำมาทำเป็นอุตสาหกรรม คือ น้ำตาลทรายที่ทำมาจากอ้อย การผลิตน้ำตาลจากอ้อยจะใช้หีบเอาน้ำอ้อยออกจากอ้อย จากนั้นนำน้ำอ้อยไปทำให้สะอาด เกลวจนงวดเพื่อให้ตกผลึกซูโครส แล้วจึงแยกเอาออกจากส่วนที่เป็นของเหลวมาเป็นน้ำตาลที่ใช้บริโภค (Kavitanon, 2004) จากการสำรวจพื้นที่ปลูกอ้อย พบว่า มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกภาคของประเทศไทย (Foundation for Agricultural and Environmental Conservation in Thailand, 2021) เนื่องจากการสนับสนุนให้ปลูกอ้อยกันมาก เพราะสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยเหมาะสมแก่การปลูกอ้อย จึงทำให้มีปริมาณอ้อยเข้าสู่โรงงานมากขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตน้ำตาลทรายเพิ่มขึ้น ประเทศไทยจึงมีรายได้จากการส่งออกน้ำตาลทรายไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ในขณะที่ตลาดโลกยังมีความต้องการน้ำตาลทรายในปริมาณที่เพิ่มขึ้น โดยตลอด (Teppiam & Kittichotipanit, 2015) การรักษาสภาพในการส่งออกน้ำตาลทรายจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับประเทศได้เป็นอย่างดี ซึ่งการวางแผนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพโดยการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลในอนาคตเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อหน่วยงานของภาครัฐและผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย รวมทั้งกลุ่มบริษัทอ้อยและน้ำตาลทรายของไทย ดังนั้นการพยากรณ์จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้นำข้อมูลมาใช้ตัดสินใจสำหรับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยถ้าค่าพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนสูงจะส่งผลกระทบต่อหลาย ๆ ฝ่าย เช่น ส่งผลให้ภาครัฐวางแผนนโยบายการเพาะปลูกในปีนั้น ๆ ผิดพลาด อาจก่อให้เกิดภาวะผลผลิตล้นตลาดหรือขาด

ตลาดได้ (Luangtong & Kantanantha, 2016) ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นที่น่าสนใจที่ควรมีการศึกษาการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต โดยการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะให้ความสนใจกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาล จึงเริ่มต้นที่การทบทวนวรรณกรรม พบว่า Teppiam & Kittichotipanit (2015) ได้ศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทยโดยวิธีอนุกรมเวลา (วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์ วิธีแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา) และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ ผลการศึกษาพบว่า วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุมีความเหมาะสมมากกว่า โดยตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกน้ำตาลทรายดิบของประเทศไทย คือ ดัชนีการส่งออกน้ำตาลทรายดิบ ปริมาณการส่งออกกากน้ำตาลทราย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั่วประเทศ มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุเท่ากับ 0.78 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) เท่ากับ 5.86×10^{15} และ Chantabutr (2004) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาส่งออกน้ำตาล โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบ MA(1) MA(17) SMA(12) มีความเหมาะสมมากที่สุดที่จะเป็นตัวแทนของราคาส่งออกน้ำตาลดิบ และตัวแบบ AR(30) MA(30) มีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนของราคาน้ำตาลทรายขาว ตัวแบบทั้ง 2 ตัวแบบนี้แสดงให้เห็นว่าทิศทางของอนุกรมเวลาระหว่างข้อมูลที่แท้จริงและข้อมูลราคาที่ประมาณขึ้นมีทิศทางการขึ้นลงไปในทางเดียวกัน จึงทำให้ราคาที่พยากรณ์ได้สามารถช่วยตัดสินใจในการประกอบการของผู้ผลิตหรือผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมนี้ได้

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มีการศึกษาพยากรณ์ปริมาณและราคาการส่งออกน้ำตาล แต่ยังไม่เคยมีการศึกษามูลค่าการส่งออกน้ำตาล ดังนั้นการศึกษานี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ จากนั้นคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุด 1 ตัวแบบ โดยใช้เกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ที่ต่ำที่สุด เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลในอนาคต ซึ่งจะส่งผลดีต่อการตัดสินใจ การบริหารจัดการด้านความเสี่ยงต่าง ๆ ช่วยในการประเมินการคาดการณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลล่วงหน้า รวมถึงเป็นแนวทางให้รัฐบาลสามารถออกนโยบายในการสนับสนุนการส่งออกน้ำตาลได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะนำรายได้มาสู่ประเทศไทยมากยิ่งขึ้น และทำให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

วิธีการทดลอง

การศึกษานี้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เรียบเรียงข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำตาลของประเทศไทย (บาท) โดยใช้ค่าเฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (The Office of Agricultural Economics, 2021) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึง

เดือนพฤศจิกายน 2563 จำนวน 119 เดือน หลังจากนั้นแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมิถุนายน 2563 จำนวน 114 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2563 จำนวน 5 เดือน สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ RMSE ที่ต่ำที่สุด

2. ตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลชุดที่ 1 ดังนี้ ถ้าอนุกรมเวลา มีการแจกแจงปกติ (ตรวจสอบการแจกแจงปกติด้วยการทดสอบชาฟิโร-วิลค์: Shapiro-Wilk Test เนื่องจากข้อมูลในแต่ละกลุ่มที่จะตรวจสอบมีจำนวนไม่เกิน 50 ค่า) และมีความแปรปรวนเท่ากัน (ตรวจสอบความแปรปรวนเท่ากันด้วยการทดสอบของเลวินภายใต้การใช้มัธยฐาน: Levene's Test Based on Median) จะใช้สถิติอิงพารามิเตอร์ (Parametric Statistics) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance: ANOVA) แต่ถ้าอนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติหรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Statistics) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's One-Way Analysis of Variance by Rank) ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าอนุกรมเวลามีเฉพาะการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average: ARIMA(p, d, q) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก อนุกรมเวลามีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และอนุกรมเวลามีทั้งการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p, d, q)(P, D, Q), วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Ket-iam, 2005; Manmin, 2006) จากผลการตรวจสอบการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลในผลการวิจัยแสดงว่า มูลค่าการส่งออกน้ำตาลไม่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด (Riansut, 2018) ตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 7 วิธีดังกล่าว แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวแบบพยากรณ์

วิธี ที่	วิธี พยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์	ลักษณะ อนุกรมเวลา
1	บ็อกซ์- เจนกินส์	$SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s :$ $\hat{\phi}_p(B)\hat{\phi}_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D \hat{Y}_t = \hat{\delta} + \hat{\theta}_q(B)\hat{\theta}_q(B^s)e_t$ (Box <i>et al.</i> , 1994)	มีแนวโน้ม และฤดูกาล
2	โฮลต์	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m)$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$ (Manmin, 2006)	มีเพียง แนวโน้ม
3	บราวน์	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \left[(m-1) + \frac{1}{\alpha} \right]$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$, $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$ (Ket-iam, 2005)	มีเพียง แนวโน้ม
4	แดม	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i$ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$ (Manmin, 2006)	มีเพียง แนวโน้ม
5	ฤดูกาล อย่างง่าย	$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)a_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$ (Ket-iam, 2005)	มีเพียง ฤดูกาล
6	วินเทอร์ แบบบวก	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) + \hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta(Y_t - a_t) + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$ (Ket-iam, 2005)	มีแนวโน้ม และฤดูกาล
7	วินเทอร์ แบบคูณ	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m)\hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \alpha \frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \delta \frac{Y_t}{a_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-s}$ (Ket-iam, 2005)	มีแนวโน้ม และฤดูกาล

จากตารางที่ 1 มีความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

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

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

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

$\hat{\phi}_p(B^s) = 1 - \hat{\phi}_1 B^s - \hat{\phi}_2 B^{2s} - \dots - \hat{\phi}_p B^{ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในลำดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Operator of Order P : SAR(P))

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

$\hat{\Theta}_Q(B^s) = 1 - \hat{\Theta}_1 B^s - \hat{\Theta}_2 B^{2s} - \dots - \hat{\Theta}_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (Seasonal

Moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 โดยที่ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ($n_1 = 114$)

s แทนจำนวนฤดูกาล ซึ่งอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลเป็นข้อมูลรายเดือน ดังนั้น $s = 12$

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

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

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 $0 < \delta < 1$

3. ตรวจสอบข้อสมมุติ (Assumption) ของตัวแบบพยากรณ์ คือ อนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov's Test: KS Test) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบรันส์ (Runs Test) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที (t-Test) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวินภายใต้การใช้มัธยฐาน หากพบว่าข้อสมมุติข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงจะสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสมและไม่สมควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

4. เปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยการเปรียบเทียบมูลค่าการส่งออกน้ำตาลของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2563 จำนวน 5 เดือน ($n = 5$) กับค่าพยากรณ์ เพื่อคำนวณค่า RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด สูตร RMSE แสดงดังนี้ (Ket-iam, 2005)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2}$$

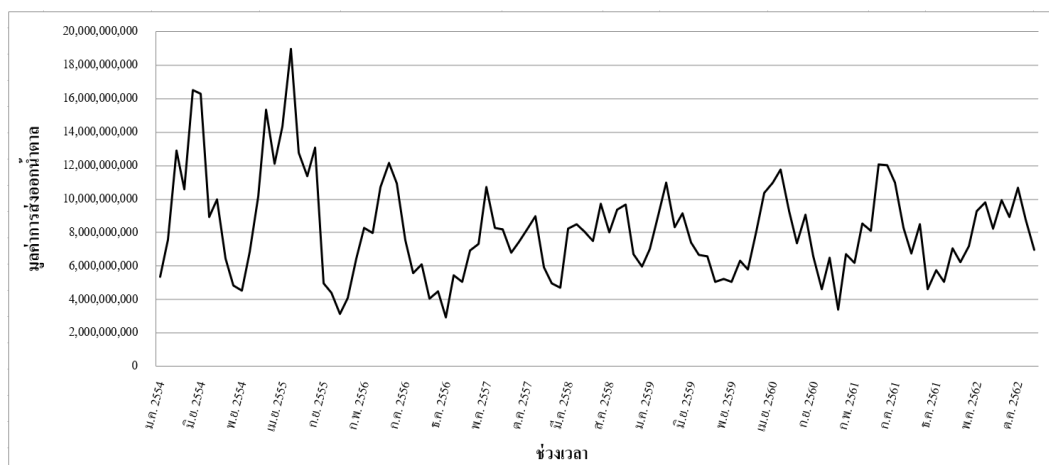
เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t และ $\hat{Y}_t$ แทนอนุกรมเวลาและค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ตามลำดับ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมิถุนายน 2563 จำนวน 114 เดือน ดังรูปที่ 1 พบว่า มูลค่าการส่งออกน้ำตาลไม่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม หรือการเคลื่อนไหวของมูลค่าการส่งออกน้ำตาลเป็นไปในลักษณะคงที่ ไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลง แต่มีความผันผวนของมูลค่าการส่งออกน้ำตาลในแต่ละเดือน และจากการทดสอบสมมุติฐานเพื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลในแต่ละปีมีการแจกแจงปกติ แต่มีความแปรปรวนไม่เท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคาล – วอลลิสในการตรวจสอบการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม พบว่า อนุกรม

เวลามีค่ามัธยฐานในแต่ละปีไม่แตกต่างกัน ($\chi^2 = 5.665$, p-value = 0.685) นั่นคือ อนุกรมเวลาไม่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม และอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลในแต่ละเดือนไม่มีการแจกแจงปกติ แต่มีความแปรปรวนเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอล-วอลลิสในการตรวจสอบอิทธิพลของฤดูกาล พบว่า อนุกรมเวลามีค่ามัธยฐานในแต่ละเดือนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\chi^2 = 46.532$, p-value < 0.0001) นั่นคือ อนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลไม่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมคือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1 ดังตารางที่ 2 พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก ซึ่งเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล มีค่า RMSE ต่ำที่สุด (RMSE = 1,871,486,389) รองลงมาคือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย ซึ่งเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเพียงอิทธิพลของฤดูกาลเท่านั้น (RMSE = 1,873,495,894) ดังนั้นการศึกษานี้จะพิจารณาวิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ เพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาล ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมิถุนายน 2563

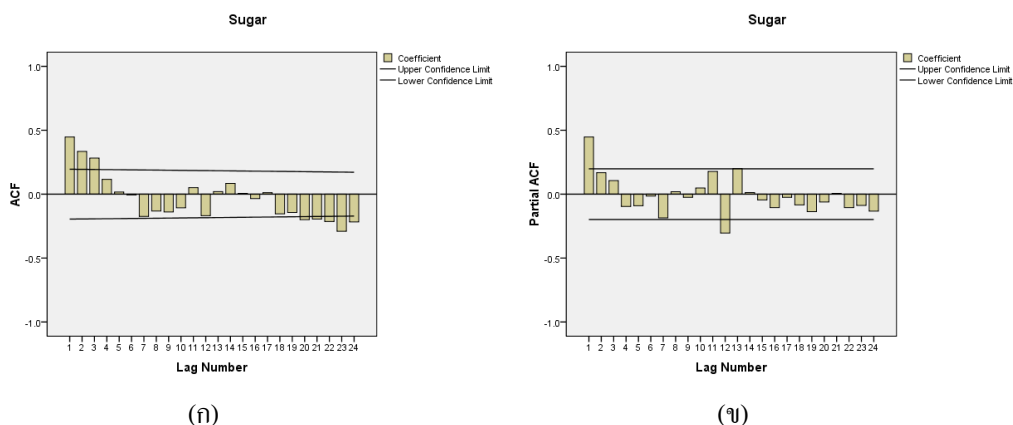
ตารางที่ 2 ค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 1

วิธีพยากรณ์	บ็อกซ์-เจนกินส์	โซลต์	บราวน์	แดม
RMSE	2,099,373,319	2,323,687,226	2,590,797,343	2,314,183,280
วิธีพยากรณ์	ฤดูกาลอย่างง่าย	วินเทอร์แบบบวก	วินเทอร์แบบคูณ	
RMSE	1,873,495,894	1,871,486,389	2,070,839,781	

จากการตรวจสอบที่พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลไม่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ($D = 1$) เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ได้กราฟ Autocorrelation Function (ACF) และกราฟ Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดังรูปที่ 2 (ก) และ (ข) ตามลำดับ ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ เพราะค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวจากกราฟ ACF รูปที่ 2 (ก) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนจากกราฟ PACF รูปที่ 2 (ข) ตกอยู่ภายในขอบเขตความเชื่อมั่นที่กำหนด ($\pm 2/\sqrt{n_1}$) ยกเว้นเฉพาะ Lag ที่ 1, 2, 3 และกลุ่มของ Lag ฤดูกาล Lag ที่ 20 – 24 ของกราฟ ACF รูปที่ 2 (ก) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเกินขอบเขต จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้น มีค่า $q = 3$, $Q = 1$ และ Lag ที่ 1, 12 ของกราฟ PACF รูปที่ 2 (ข) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนเกินขอบเขต จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้น มีค่า $p = 1$, $P = 1$ ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์เริ่มต้น คือ ตัวแบบ SARIMA(1, 0, 3)(1, 1, 1)₁₂ จากการคัดเลือกตัวแบบให้เหลือเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ตัวแบบ SARIMA(1, 0, 0)(0, 1, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว ซึ่งสามารถเขียนเป็นตัวแบบของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}(1 - \phi_1 B)(1 - B^{12})Y_t &= (1 - \Theta_1 B^{12})\varepsilon_t \\ (1 - B^{12} - \phi_1 B + \phi_1 B^{13})Y_t &= \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12} \\ Y_t &= \phi_1 (Y_{t-1} - Y_{t-13}) + Y_{t-12} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-12}\end{aligned}$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์ จะได้ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ แสดงดังตารางที่ 3 และค่าดัชนีฤดูกาลจากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ แสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก แสดงว่า มูลค่าการส่งออกน้ำตาลมีค่าสูงในช่วงเดือนมีนาคมถึงสิงหาคม เนื่องจากดัชนีฤดูกาลมีค่ามากกว่า 0 และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ แสดงว่า มูลค่าการส่งออกน้ำตาลมีค่าสูงในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน เนื่องจากดัชนีฤดูกาลมีค่ามากกว่า 1 ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์ แสดงดังตารางที่ 5 ซึ่งพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นทั้ง 7 วิธี มีข้อสมมุติเป็นจริงทุกข้อที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ อนุกรมเวลาของค่าตลาดเคลื่อนไหวจากการพยากรณ์มีการแจกแจงปกติ เคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา



รูปที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาล เมื่อแปลงข้อมูลด้วยผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1

ตารางที่ 3 ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์

วิธีที่	วิธีพยากรณ์	ตัวแบบพยากรณ์
1	บ็อกซ์-เจนกินส์	$\hat{Y}_t = 0.61148(Y_{t-1} - Y_{t-13}) + Y_{t-12} - 0.73324e_{t-12}$ โดยที่ Y_{t-j} แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา $t-j$ และ e_{t-j} แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา $t-j$
2	โสมล์	$\hat{Y}_{t+m} = 4,833,966,655.71732 - 18,599,127.77542(m)$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนกรกฎาคม 2563
3	บรานน์	$\hat{Y}_{t+m} = 5,719,091,961.84232 - 756,737,309.23653 \left[(m-1) + \frac{1}{0.54881} \right]$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนกรกฎาคม 2563
4	แดม	$\hat{Y}_{t+m} = 5,456,281,444.30739 - 1,665,208,404.40762 \sum_{i=1}^m (0.34861)^i$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนกรกฎาคม 2563
5	ฤดูกาลอย่างง่าย	$\hat{Y}_t = 3,234,742,234.44463 + \hat{S}_t$ โดยที่ $\hat{S}_t$ แสดงดังตารางที่ 4
6	วินเทอร์แบบบวก	$\hat{Y}_{t+m} = (3,134,853,742.62817 - 19,005,787.21141m) + \hat{S}_t$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนกรกฎาคม 2563 และ $\hat{S}_t$ แสดงดังตารางที่ 4
7	วินเทอร์แบบคูณ	$\hat{Y}_{t+m} = (5,116,323,417.74919 - 17,133,371.75470m)\hat{S}_t$ โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนกรกฎาคม 2563 และ $\hat{S}_t$ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คำนวณฤดูกาลของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาล จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

เดือน	$\hat{S}_t$ ของวิธีฤดูกาลอย่างง่าย	$\hat{S}_t$ ของวิธีวินเทอร์แบบบวก	$\hat{S}_t$ ของวิธีวินเทอร์แบบคูณ
มกราคม	-1,794,874,056	-1,790,141,417	0.57646
กุมภาพันธ์	-270,386,075	-246,648,750	0.74566
มีนาคม	1,147,583,411	1,190,322,819	0.94533
เมษายน	1,216,465,122	1,278,203,923	0.98521
พฤษภาคม	3,521,095,907	3,601,826,879	1.23931
มิถุนายน	1,822,346,519	1,922,046,167	1.06668
กรกฎาคม	708,664,280	713,466,580	0.99980
สิงหาคม	527,817,327	551,575,933	0.95057
กันยายน	-1,209,177,856	-1,166,430,799	0.75988
ตุลาคม	-1,376,351,320	-1,314,605,988	0.71835
พฤศจิกายน	-2,209,741,586	-2,128,994,494	0.57202
ธันวาคม	-2,710,375,073	-2,610,623,378	0.50837

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์

วิธีที่	วิธีพยากรณ์	KS test	p-value	Runs test	p-value	t-test	p-value	Levene statistic	p-value
1	บ็อกซ์-เจนกินส์	0.578	0.892	0.603	0.546	-1.114	0.268	0.451	0.928
2	โซลต์	0.572	0.899	1.407	0.159	0.058	0.954	0.265	0.991
3	บราวน์	0.603	0.861	1.407	0.159	-0.338	0.736	0.520	0.885
4	แดม	0.566	0.906	1.407	0.159	-0.049	0.961	0.286	0.987
5	ฤดูกาลอย่างง่าย	0.567	0.905	0.201	0.841	-0.315	0.753	0.287	0.987
6	วินเทอร์แบบบวก	0.591	0.876	0.603	0.546	-0.169	0.866	0.287	0.987
7	วินเทอร์แบบคูณ	0.383	0.999	-1.809	0.070	-0.306	0.760	0.290	0.986

เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นในตารางที่ 3 สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2563 จากนั้นเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่าจริงโดยการคำนวณค่า RMSE ได้ผล

แสดงดังตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีความแม่นยำมากที่สุดในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาล เนื่องจากมีค่า RMSE ต่ำที่สุด (RMSE = 680,806,354) หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาล 680,806,354 บาท และตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำรองลงมา คือ ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ (RMSE = 695,330,560) หรือมีความผิดพลาดในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาล 695,330,560 บาท

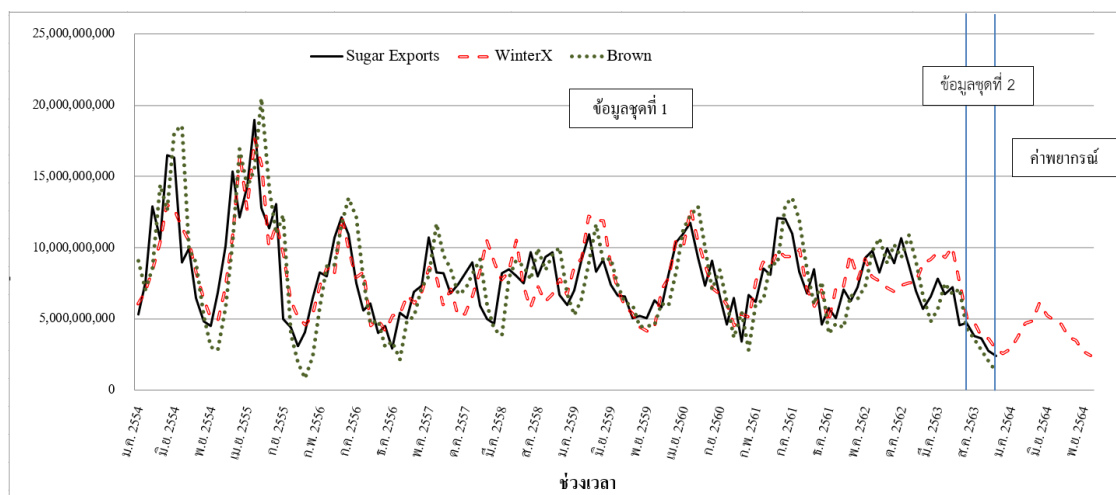
ตารางที่ 6 ค่า RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2

วิธีพยากรณ์	บ็อกซ์-เจนกินส์	โซลต์	บราวน์	แถม
RMSE	2,974,057,968	1,547,488,130	695,330,560	1,407,647,097
วิธีพยากรณ์	ฤดูกาลอย่างง่าย	วินเทอร์แบบบวก	วินเทอร์แบบคูณ	
RMSE	1,075,529,292	1,175,280,036	680,806,354	

จากผลการตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลชุดที่ 1 ที่พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้ไม่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมควรจะเป็นวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Ket-iam, 2005; Manmin, 2006) ขัดแย้งกับผลการศึกษาค้นคว้าที่พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณให้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากที่สุด แต่การศึกษาค้นคว้านี้ได้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Riansut (2018) ที่สรุปว่าควรศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่หลากหลายเพื่อให้ครอบคลุมตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด ดังนั้นการศึกษากับการพยากรณ์ทุกครั้งควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์หลาย ๆ วิธี และใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ในการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม เช่น เกณฑ์ RMSE ซึ่งเกณฑ์นี้จะพิจารณาความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงและค่าพยากรณ์ ผู้วิจัยเชื่อว่ามีค่าน่าเชื่อถือมากกว่าการตรวจสอบแนวโน้มและฤดูกาล เนื่องจากการตรวจสอบแนวโน้มและฤดูกาลจะพิจารณาข้อมูลทั้งหมด โดยบางช่วงเวลาข้อมูลอาจมีแนวโน้มหรือมีฤดูกาล แต่เมื่อตรวจสอบข้อมูลทั้งหมดอาจตรวจไม่พบแนวโน้ม/ฤดูกาลได้

การศึกษาค้นคว้านี้ได้ใช้เกณฑ์ RMSE ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นทั้ง 7 วิธี สำหรับเกณฑ์การเปรียบเทียบความแม่นยำนั้นยังคงมีเกณฑ์อื่น ๆ อีก เช่น เกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ซึ่งการใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบความแม่นยำแตกต่างกันอาจส่งผลให้การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุดเหมือนหรือแตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาค้นคว้านี้ได้ทดลองใช้เกณฑ์ MPAE แล้วพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณยังคงมีความแม่นยำมากที่สุด (MAPE = 18.9745)

ผลการเปรียบเทียบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลกับค่าพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ ดังรูปที่ 3 พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีความแม่นยำมากกว่าวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ สอดคล้องกับการพิจารณาจากเกณฑ์ RMSE เนื่องจากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูงในช่วงปี 2554 – 2556 และ 2559 – 2561 แต่ช่วงปี 2557 – 2558 และ 2562 – 2563 จะมีความแม่นยำค่อนข้างต่ำ ขณะที่วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ให้ค่าพยากรณ์ที่ค่อนข้างแตกต่างจากค่าจริงตลอดทุกช่วงเวลา และเมื่อพิจารณาค่าพยากรณ์ในข้อมูลชุดที่ 2 พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณให้ค่าพยากรณ์สูงกว่าข้อมูลจริงทุกค่า ขณะที่วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ให้ค่าพยากรณ์ต่ำกว่าข้อมูลจริงทุกค่า



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลกับค่าพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณและวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์

เมื่อใช้วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 ถึงเดือนธันวาคม 2564 ได้ผลแสดงดังตารางที่ 7 และรูปที่ 3 ซึ่งพบว่า มูลค่าการส่งออกน้ำตาลมีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มในทิศทางลดลง อย่างไรก็ตาม ค่าพยากรณ์ของวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีความแตกต่างจากข้อมูลจริงอยู่บ้าง อาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาเพียงปัจจัยเวลาเท่านั้นในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ซึ่งมูลค่าการส่งออกน้ำตาลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากปัจจัยเวลา ดังนั้น เมื่อมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกน้ำตาล

การส่งออกน้ำตาลหรือมีข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบเพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น สำหรับใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำตาลในอนาคตต่อไป

ตารางที่ 7 ค่าพยากรณ์ของมูลค่าการส่งออกน้ำตาล (บาท) ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 ถึงเดือนธันวาคม 2564

ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์	ช่วงเวลา	ค่าพยากรณ์
ธ.ค. 2563	2,548,702,331	พ.ค. 2564	6,107,162,463	ต.ค. 2564	3,478,378,483
ม.ค. 2564	2,880,239,687	มิ.ย. 2564	5,238,148,620	พ.ย. 2564	2,760,048,755
ก.พ. 2564	3,712,843,600	ก.ค. 2564	4,892,604,813	ธ.ค. 2564	2,444,182,145
มี.ค. 2564	4,690,835,016	ส.ค. 2564	4,635,436,824		
เม.ย. 2564	4,871,862,106	ก.ย. 2564	3,692,485,532		

สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำตาลของประเทศไทยด้วยวิธีการทางสถิติ 7 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลด์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณมีความแม่นยำมากที่สุด (RMSE = 680,806,354) โดยมีตัวแบบพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = (5,116,323,417.74919 - 17,133,371.75470m)\hat{S}_t$$

และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์มีความแม่นยำรองลงมา (RMSE = 695,330,560) โดยมีตัวแบบพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 5,719,091,961.84232 - 756,737,309.23653 \left[(m-1) + \frac{1}{0.54881} \right]$$

โดยที่ $m = 1$ แทนเดือนกรกฎาคม 2563 และ $\hat{S}_t$ แทนดัชนีฤดูกาล

เอกสารอ้างอิง

- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (1994). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Chantabutr, P. (2004). *Sugar export-price forecasting by ARIMA method* [Unpublished Master's thesis]. Chiangmai University. (in Thai)
- Foundation for Agricultural and Environmental Conservation in Thailand. (2021). *Sugarcane* <https://www.aecth.org/upload/13823/kVLyMFsUd8.pdf> (in Thai)
- Kavitanon, S. (2004). *Sugar industry in Thailand*. <https://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC1507004.pdf> (in Thai)
- Ket-iam, S. (2005). *Forecasting Technique* (2nd ed.). Thaksin University. (in Thai)
- Luangtong, N., & Kantanantha, N. (2016). Selection of the appropriate agricultural yield forecasting models. *Thai Science and Technology Journal*, 24(3), 370-381. (in Thai)
- Manmin, M. (2006). *Time Series and Forecasting*. Foreprinting. (in Thai)
- Riansut, W. (2018). Comparison of tangerine prices forecast model by exponential smoothing methods. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(5), 460-470. (in Thai)
- Teppiam, T., & Kittichotipanit, N. (2015). Comparison of forecasting models for quantity of exporting Thailand's raw sugar using time series analysis and multiple linear regression analysis. *Journal of Science Ladkrabang*, 24(2), 77-92. (in Thai)
- The Office of Agricultural Economics. (2021). *Export Statistics of Sugar from 2011 to 2020*. https://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2554&E_YEAR=2564&PRODUCT_GROUP=5254&PRODUCT_ID=&wf_search=&WF_SEARCH=Y#export (in Thai)