

การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทย ด้วยตัวแบบอนุกรมเวลา

Forecasting for Thailand's Monthly Sugar Export Using Time Series Model

ปิยะธิดา เอื้องสูง¹ ศรสุวรรณค์ ช่วยคงทอง¹
สมบุญ ชาวชายโขง¹ และ ชนัญกาญจน์ แสงประสาน^{1*}
Piyatida Heunghung¹, Sornsawan Chunykongthong¹,
Somboon Chaochaikong¹ and Chanankarn Saengprasan^{1*}

Received: 24 January 2024

Revised: 14 May 2024

Accepted: 22 October 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์ วิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์ และตัวแบบอาร์มา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุด ใช้ข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 จำนวน 83 คาบเวลาจากกรมศุลกากรประเทศไทย ข้อมูลส่วนที่ 1 จากเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 72 คาบเวลา ใช้สร้างตัวแบบอนุกรมเวลาทั้ง 3 วิธี ข้อมูลส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลชุดทดสอบจำนวน 11 คาบเวลาสุดท้าย ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยที่เหมาะสมคือตัวแบบ ARIMA (1,1,0)(0,1,1)₁₂ มีค่า RMSE ต่ำสุดเท่ากับ 44.5986 รองลงมาคือวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing) เชิงบวก มีค่า RMSE เท่ากับ 45.9401

คำสำคัญ: ปริมาณการส่งออกน้ำตาล อนุกรมเวลา โฮลท์-วินเทอร์ อาร์มา

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร สกลนคร ประเทศไทย 47000

¹Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon, Thailand 47000

*ผู้เขียนประสานงาน (Corresponding author) e-mail: chanankarn@snru.ac.th

ABSTRACT

The objectives of this research were to find a forecasting model of the monthly sugar export volume of Thailand by the three methods: the Holt Exponential Smoothing, Holt Winter's Exponential Smoothing, and ARIMA method, and to compare the performance of the forecasting models with the minimum root mean square error (RMSE) criterion. The data were the 83 monthly sugar export volumes of Thailand from January 2017 to November 2023, reported by the Customs Department, Thailand. The first 72 records of data, from January 2017 to December 2022, were used to build the models with all of the methods. The last 11 records of data are used to test the performance of models. The results found that the most appropriate model for forecasting the monthly sugar export volumes of Thailand was the ARIMA (1,1,0)(0,1,1)₁₂ model with the lowest RMSE value of 44.5986. The second best model to forecast the monthly sugar export volume of Thailand was the additive Holt-Winter's exponential smoothing model with an RMSE value of 45.9401.

Keywords: Sugar export volume; Time series; Holt-Winter; ARIMA

บทนำ

น้ำตาลและอ้อยเป็นสองสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก โดยอ้อยเป็นต้นกำเนิดของน้ำตาลและเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยมาเป็นเวลานาน ช่วยสร้างอาชีพและรายได้ให้กับเกษตรกรในประเทศ จึงก่อให้เกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ สร้างโอกาสให้แก่เกษตรกรและก่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพชีวิตในชนบท ดังนั้นปริมาณการส่งออกน้ำตาลจะมีผลกับการปลูกอ้อยและการผลิตน้ำตาลในโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรง ซึ่งน้ำตาลเป็นสินค้าสำคัญในการค้าระหว่างประเทศเนื่องจากมีความต้องการสูงในตลาดโลก น้ำตาลเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญในเศรษฐกิจของหลายประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองหลักของอุตสาหกรรมน้ำตาล การผลิตน้ำตาลในปริมาณมากสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและอุตสาหกรรมที่มีการผลิตน้ำตาล [1] สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายได้ประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) การวิเคราะห์จำแนกข้อมูลดาวเทียม ระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับการสำรวจปัจจัยการผลิตอ้อย จัดทำรายงานพยากรณ์ปริมาณผลผลิตอ้อยเพื่อประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายของประเทศ ซึ่งสถานการณ์การปลูกอ้อยประเทศไทยปีการผลิต 2563/64 มีปริมาณการผลิตอ้อยส่งเข้าโรงงานโดยประมาณ 66.66 ล้านตัน มีโรงงานน้ำตาล 57 แห่ง สามารถผลิตน้ำตาลทรายได้ 7,586,604.409 ตัน คิดเป็นประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลทราย/ตันอ้อยรวมทั้งประเทศอยู่ที่ 113.81 กิโลกรัมต่อตันอ้อย [2]

อุตสาหกรรมน้ำตาลของไทยจัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพการแข่งขันในตลาดโลก เนื่องจากต้นทุนอ้อยอยู่ในระดับต่ำ (970 – 980 บาทต่อตัน) เป็นอันดับ 2 รองจากบราซิล (890 – 900 บาทต่อตัน) ทั้งยังได้เปรียบด้านทำเลที่ตั้งอยู่ในเอเชียซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีความต้องการบริโภคน้ำตาลสูง เอเชียนำเข้าน้ำตาลเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.0% ต่อปี โดยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นำเข้าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 4.1% ต่อปี สูงกว่าปริมาณ

นำเข้าทั่วโลกที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.6 % ต่อปี ทำให้ไทยได้เปรียบด้านต้นทุนขนส่งที่ต่ำกว่าผู้ส่งออกรายใหญ่จากภูมิภาคอื่น เช่น บราซิลและออสเตรเลีย ปริมาณการค้าน้ำตาลในตลาดโลกผู้ส่งออกรายใหญ่ ได้แก่ บราซิลมีส่วนแบ่งตลาดมากกว่า 1 ใน 3 ของผลผลิตน้ำตาลทั่วโลก รองลงมาคือไทยมีส่วนแบ่งในตลาดโลก 19.0 % ประเด็นท้าทายของอุตสาหกรรมน้ำตาลในระยะข้างหน้า ได้แก่ สต็อกน้ำตาลส่วนเกินในตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอาจกดดันราคาน้ำตาล [3] การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลมีประโยชน์ต่อการวางแผนการผลิตและการลงทุนในอุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศไทยช่วยให้ผู้ผลิตสามารถปรับการผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาดได้ตามคาดการณ์ของการส่งออกและอุตสาหกรรมภายในประเทศ ปริมาณการส่งออกน้ำตาลขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตและการส่งออกของน้ำตาล สามารถพยากรณ์ได้หลายเทคนิควิธี เช่น การพยากรณ์ทางเศรษฐศาสตร์ การเรียนรู้ด้วยเครื่องจักรโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมออโตรีเกรสซีฟไม่เชิงเส้นแบบเวฟเล็ต [4] ซึ่งเทคนิคเหล่านี้ต้องใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องหลายตัวแปร แต่การใช้เทคนิคพยากรณ์ทางสถิติด้วยอนุกรมเวลา มีหลักการใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตก็สามารถพยากรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [5 - 8]

สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา (Times series data) เป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นตามช่วงระยะเวลาเท่าๆ กัน เช่น ข้อมูลรายวัน รายเดือน หรือรายปี เป็นต้น มีส่วนประกอบ 4 ส่วนคือ แนวโน้ม การแปรผันจากฤดูกาล วัฏจักร และการแปรผันแบบผิดปกติ การเลือกวิธีการพยากรณ์ควรคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น ช่วงเวลาของการพยากรณ์ อาจเป็นระยะสั้น ระยะกลางหรือระยะยาว ลักษณะของข้อมูลและจำนวนข้อมูลที่มี เป็นต้น [9] จากที่กล่าวข้างต้น การพยากรณ์ทางสถิติด้วยอนุกรมเวลาที่มีข้อดีในเรื่องการใช้ตัวแปรเดียวในการสร้างตัวแบบ สามารถนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงต้องการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนภายในประเทศไทยด้วยตัวแบบอนุกรมเวลาประกอบด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์ (Holt Exponential Smoothing) วิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing) และตัวแบบอาร์มา (ARIMA) สำหรับการพยากรณ์ในระยะปานกลาง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบการพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ต่ำสุด สามารถใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการพยากรณ์เพื่อช่วยวางแผนการผลิตและการส่งออกน้ำตาลในอนาคต โดยเน้นการปรับสมดุลของการผลิตให้เหมาะสมกับปริมาณการส่งออกที่คาดว่าจะสอดคล้องกับความต้องการน้ำตาลของตลาดโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ที่ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การจัดเตรียมข้อมูล

สำหรับงานวิจัยการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยด้วยตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 จำนวน 83 คาบเวลาจากกรมศุลกากรประมวลผลโดยธนาคารแห่งประเทศไทย [10] ดัง Figure 1 ผู้วิจัยแบ่งข้อมูลส่วนที่ 1 จากเดือนมกราคม พ.ศ.2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2565 จำนวน 72 คาบเวลา เป็นชุดข้อมูลสร้างตัวแบบพยากรณ์ (Training data) ซึ่งการสร้างตัวแบบอาร์มามีความจำเป็นที่จะต้องใช้อ้างอิงข้อมูลจำนวนมาก อย่างน้อย 50 - 100 ข้อมูล

หรือ 6 ฤดูกาล [9, 11] และข้อมูลส่วนที่ 2 คือข้อมูลชุดทดสอบจำนวน 11 คาบเวลา สุ่มท้ายเป็นชุดข้อมูลใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ (Testing data) สำหรับการพยากรณ์ในระยะปานกลาง [9]

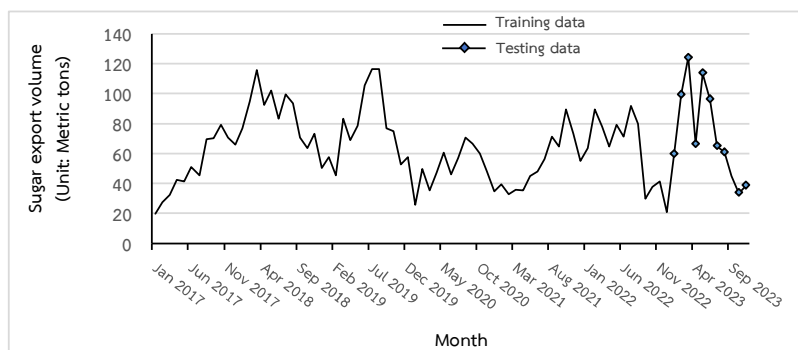


Figure 1 Monthly sugar exports of Thailand (Unit: Metric tons)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การพยากรณ์อนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยทั้ง 3 วิธี วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ร่วมกับโปรแกรมเสริม (Add in) Solver และภาษา R โดยใช้ library tseries forecast และ lmtest วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 วิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์ วิธีนี้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มแบบเส้นตรงแต่ไม่มีความเป็นฤดูกาลและยังเหมาะกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลางข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณควรจะมีอย่างน้อย 5 ข้อมูล มีสมการดังนี้ [11]

$$\hat{Y}_{t+p} = \hat{L}_t + p\hat{\beta}_t \quad (1)$$

$$\text{เมื่อ } \hat{L}_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(\hat{L}_{t-1} + \hat{\beta}_{t-1})$$

$$\hat{\beta}_t = \beta^*(\hat{L}_t - \hat{L}_{t-1}) + (1-\beta^*)\hat{\beta}_{t-1}$$

และ $\hat{Y}_{t+1}$ คือ ค่าพยากรณ์ล่วงหน้าคาบเวลา $t+1$

$\hat{L}_t, \hat{L}_{t-1}$ คือ ค่าประมาณค่าระดับคาบเวลา t และ $t-1$ ตามลำดับ

α คือ ค่าคงที่สำหรับการปรับเรียบ ($0 < \alpha < 1$)

Y_t คือ ค่าข้อมูลจริงคาบเวลา t

β^* คือ ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับตัวประมาณแนวโน้ม ($0 < \beta^* < 1$)

$\hat{\beta}_t, \hat{\beta}_{t-1}$ คือ ค่าประมาณแนวโน้มคาบเวลา t และ $t-1$ ตามลำดับ

p คือ คาบเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า

2.2 วิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์ วิธีนี้พัฒนาต่อจากวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและความผันผวนตามฤดูกาลประกอบอยู่ (Trend-

Season Data) และเหมาะกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงระยะปานกลาง โดยวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์เชิงบวก (Additive) และเชิงคูณ (Multiplicative) มีสมการดังนี้ [11, 12]

ตัวแบบเชิงบวก (Additive)

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{t+k} &= L_t + kT_t + S_{t+k-M} \\ \text{เมื่อ} \quad L_t &= \alpha(Y_t - S_{t-M}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta^*(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta^*)T_{t-1} \\ S_t &= \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-M}\end{aligned}\quad (2)$$

ตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative)

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{t+k} &= (L_t + kT_t)S_{t+k-M} \\ \text{เมื่อ} \quad L_t &= \alpha \frac{Y_t}{S_{t-M}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta^*(L_{t-1} - L_{t-1}) + (1-\beta^*)T_{t-1} \\ S_t &= \gamma \frac{Y_t}{S_{t-M}} + (1-\gamma)S_{t-M}\end{aligned}\quad (3)$$

และ

$\hat{Y}_{t+k}$	คือ ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า ณ คาบเวลา $t+k$
L_t, L_{t-1}	คือ ค่าระดับ ณ คาบเวลา t และ $t-1$ ตามลำดับ
α	คือ ค่าคงที่สำหรับการปรับเรียบ ($0 < \alpha < 1$)
Y_t	คือ ค่าข้อมูลจริง ณ คาบเวลา t
β^*	คือ ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับตัวประมาณแนวโน้ม ($0 < \beta^* < 1$)
T_t, T_{t-1}	คือ ตัวประมาณค่าแนวโน้ม ณ คาบเวลา t และ $t-1$ ตามลำดับ
γ	คือ ค่าคงที่ปรับเรียบสำหรับตัวประมาณฤดูกาล ($0 < \gamma < 1$)
S_t, S_{t-M}	คือ ตัวประมาณค่าฤดูกาล ณ คาบเวลา t และ $t-M$ ตามลำดับ
k	คือ คาบเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า
M	คือ ช่วงความยาวของฤดูกาล

2.3 ตัวแบบอาร์มี เป็นอีกตัวแบบการพยากรณ์ได้รับความนิยมอย่างมาก ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวแบบอาร์มีมีส่วนประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ Autoregressive (AR), I (Integrated) และ Moving Average (MA) สมการรูปแบบทั่วไปดังนี้ [12, 13]

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^s)a_t \quad (4)$$

เมื่อ

Y_t	คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ณ คาบเวลา t
a_t	คือ ค่าคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t ซึ่งมีการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ย 0 ความแปรปรวน σ^2
s	คือ จำนวนคาบฤดูกาล

d, D	คือ ลำดับครั้งที่หาผลต่างแบบไม่มีฤดูกาล d และแบบมีฤดูกาล D
$\phi_p(B)$	คือ ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับ p ซึ่งเท่ากับ $1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$
$\Phi_P(B)$	คือ ตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับ P ซึ่งเท่ากับ $1 - \Phi_1 B^{1s} - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps}$
$\theta_q(B)$	คือ ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q ซึ่งเท่ากับ $1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$
$\Theta_Q(B)$	คือ ตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ Q ซึ่งเท่ากับ $1 - \Theta_1 B^{1s} - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_Q B^{Qs}$
B	คือ ตัวดำเนินการแบบถอยหลัง (backwardshift operator) ถูกนิยามดังนี้ $(B)Y_t = Y_{t-1}$

จาก (4) เขียนสัญลักษณ์ตัวแบบอาร์มาเชิงคูณ คือ $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s$ ในการสร้างตัวแบบอาร์มา ข้อมูลอนุกรมเวลาจะต้องมีลักษณะกระบวนการคงที่ (Stationary) นั่นคือ ข้อมูลอนุกรมเวลาจะมีคุณสมบัติทางสถิติซึ่งไม่แปรผันไปตามเวลา สามารถทดสอบกระบวนการคงที่ด้วยการทดสอบ Unit Root Test วิธีการหนึ่งที่มีความนิยม คือ วิธีทดสอบ Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) โดยมีสมมติฐานหลักว่า ข้อมูลไม่มีกระบวนการคงที่ ถ้าหากข้อมูลอนุกรมเวลาไม่มีลักษณะกระบวนการคงที่ อาจได้รับอิทธิพลของแนวโน้มหรือฤดูกาล อาจทำการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่าง (Difference) อันดับ d หรือผลต่างฤดูกาลอันดับ D เพื่อช่วยขจัดผลกระทบจากแนวโน้มหรือฤดูกาล เมื่อข้อมูลมีกระบวนการคงที่แล้ว การกำหนดค่าพารามิเตอร์ p, P, q, Q เพื่อระบุตัวแบบอาร์มาที่คาดว่าจะเป็นไปได้โดยพิจารณากราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) ซึ่งเป็นการวัดสหสัมพันธ์ในตัวของค่าสังเกตของอนุกรมเวลาแบบคงที่ที่ช้ากว่ากัน (Lag) เท่ากับ k หน่วยเวลา และพิจารณากราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ซึ่งเป็นการวัดสหสัมพันธ์แบบมีเงื่อนไขของค่าสังเกตของอนุกรมเวลาแบบคงที่ที่ช้ากว่ากัน (Lag) เท่ากับ k หน่วยเวลา โดยขจัดความสัมพันธ์ที่อาจเกิดขึ้นกับค่าสังเกตที่อยู่ระหว่างค่าสังเกตที่ช้ากว่ากัน k หน่วยเวลานั้น เมื่อระบุค่าพารามิเตอร์ได้แล้วการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบมีหลายวิธี แต่ควรใช้หลายวิธีตรวจสอบพร้อมกัน เช่น การทดสอบค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ด้วยสถิติทดสอบ Z และทดสอบสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน $1, \dots, m$ ช่วงเวลาเป็นอิสระกันหรือไม่ด้วยสถิติทดสอบ Ljung-Box เพื่อคัดเลือกตัวแบบอาร์มาที่มีความเหมาะสมเป็นไปได้ [9] สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาบางชุดข้อมูล อาจมีตัวแบบอาร์มาที่เป็นไปได้หลายตัวแบบ สามารถใช้เกณฑ์สารสนเทศของอะกะอิเกะ (Akaike's information criterion: AIC) ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์ข้อมูลชุดเดียวกันที่มีตัวแบบเหมาะสมหลายตัวแบบ กล่าวคือตัวแบบมีค่าพารามิเตอร์แตกต่างกันซึ่งตัวแบบใดให้ค่า AIC ต่ำสุด ถือเป็นตัวแบบที่เหมาะสมกว่า [12]

2.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

เมื่อได้ตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยจากทั้ง 3 วิธีข้างต้น จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ด้วยเกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ต่ำสุด [11]

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

เมื่อ y_t คือ ค่าจริงของมูลค่าอนุกรมเวลา ณ คาบเวลา t
 $\hat{y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ของข้อมูลอนุกรมเวลา ณ คาบเวลา t
 n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ผลการวิจัย

1. ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์

ผลการสร้างตัวแบบด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์เมื่อกำหนดค่า α เท่ากับ 0.8087 และ β เท่ากับ 0.0001 ทำให้ได้ค่า RMSE ต่ำสุดเท่ากับ 15.8820 ดัง Figure 2

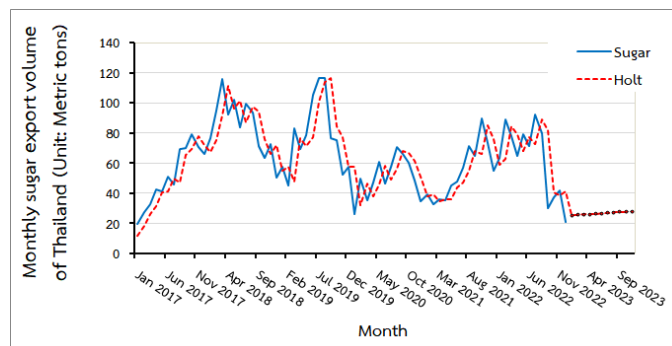


Figure 2 Comparative results of forecasting the monthly sugar export volume of Thailand using Holt's exponential smoothing.

2. ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์

ผลการสร้างตัวแบบด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์เชิงบวก เมื่อกำหนดค่า α เท่ากับ 0.7562 ค่า β เท่ากับ 0.0001 และค่า γ เท่ากับ 0.0001 ได้ค่า RMSE เท่ากับ

45.9401 และกรณีตัวแบบเชิงคูณเมื่อกำหนดค่า α เท่ากับ 0.6840 ค่า β เท่ากับ 0.0001 และค่า γ เท่ากับ 0.0001 ได้ค่า RMSE เท่ากับ 49.7646 ดัง Figure 3

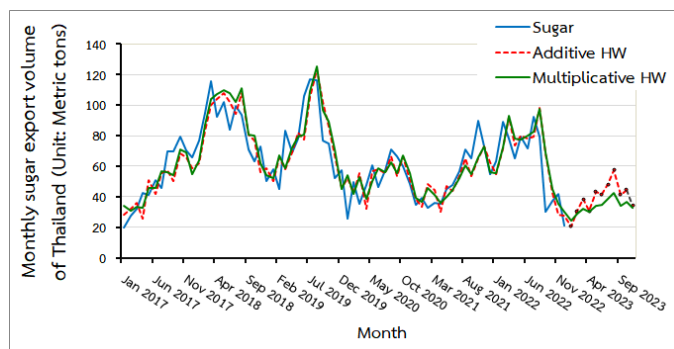


Figure 3 Results of forecasting the monthly sugar export volume of Thailand with additive and multiplicative Holt-Winter's exponential smoothing.

3. ผลการสร้างตัวแบบอาร์มีนา

เมื่อนำข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยชุดที่ 1 ทดสอบกระบวนการคงที่ของข้อมูลด้วยสถิติทดสอบ Augmented Dickey-Fuller Test ผลการทดสอบยังไม่มีกระบวนการคงที่ไม่สามารถนำไประบุค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบอาร์มีนาได้จึงต้องแปลงข้อมูลด้วยผลต่างอันดับที่ 1 และทดสอบกระบวนการคงที่ของข้อมูลที่แปลงค่าแล้วผลการทดสอบยังไม่มีกระบวนการคงที่เช่นเดิมจึงแปลงข้อมูลด้วยผลต่างอันดับที่ 2 พบว่าค่าสถิติ Dickey – Fuller เท่ากับ -5.5113 และค่า P-value = 0.01 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงมีเหตุผลเพียงพอที่จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าเมื่อแปลงข้อมูลด้วยผลต่างอันดับที่ 2 มีกระบวนการคงที่เพื่อเพิ่มทางเลือกในการสร้างตัวแบบ จึงแปลงข้อมูลด้วยผลต่างอันดับที่ 1 ร่วมกับผลต่างฤดูกาลอันดับที่ 1 พบว่ามีกระบวนการคงที่และเมื่อแปลงข้อมูลด้วยผลต่างอันดับที่ 2 ร่วมกับผลต่างฤดูกาลอันดับที่ 1 ก็มีกระบวนการคงที่เช่นเดียวกันสามารถนำข้อมูลที่มีกระบวนการคงที่ไประบุค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบอาร์มีนาในขั้นตอนต่อไป

ในขั้นตอนการสร้างตัวแบบ ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s เพื่อพยากรณ์โดยพิจารณาตัวแบบที่คาดว่าจะเป็นไปได้จากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (PACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ของข้อมูลที่มีกระบวนการคงที่ดัง Figure 4

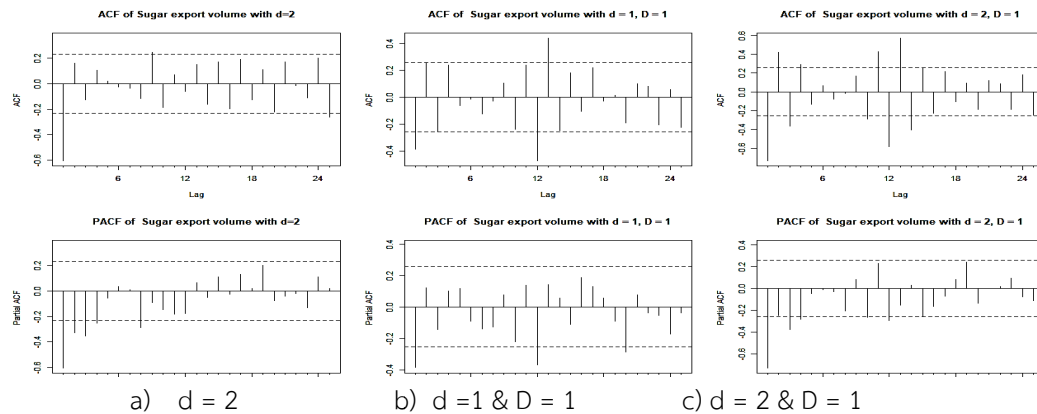


Figure 4 ACF and PACF plots for monthly sugar export volume of Thailand after differencing with a) $d = 2$, b) $d = 1 \text{ \& } D = 1$, and c) $d = 2 \text{ \& } D = 1$

จาก Figure 4 พิจารณา ACF และ PACF ที่มีนัยสำคัญจึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ 6 ตัวแบบดังนี้ $ARIMA(1,1,0)(0,1,1)_{12}$, $ARIMA(1,1,1)(0,1,1)_{12}$, $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$, $ARIMA(1,2,1)(0,1,1)_{12}$, $ARIMA(1,2,2)(0,1,0)_{12}$ และ $ARIMA(0,2,1)$ จากนั้นประมาณค่าพารามิเตอร์พร้อมทดสอบนัยสำคัญของค่าพารามิเตอร์และทดสอบความเป็นอิสระกันของความคลาดเคลื่อนด้วยสถิติ Ljung-Box ผลดัง Table1

Table 1 Results of the significance test of the parameters and the Ljung –Box statistic test of the possible models.

Model	Parameters	Estimates	Z-test	P-value	Ljung-Box (P-value)	AIC
1) ARIMA (1,1,0)(0,1,1) ₁₂	AR(1)	-0.2582	-2.0673	0.0387*	17.0700	507.3844
	SMA(1)	-1.0000	-4.2390	<0.0001*	(0.1470 ^{ns})	
2) ARIMA (1,1,1)(0,1,1) ₁₂	AR(1)	-0.7587	-3.4594	0.0005*	15.7330	508.3029
	MA(1)	0.5609	2.1071	0.0351*	(0.2038 ^{ns})	
	SMA(1)	-0.9994	-3.7423	0.0002*		
3) ARIMA (0,1,1)(0,1,1) ₁₂	MA(1)	-0.2293	-1.9746	0.04831*	17.5410	507.9042
	SMA(1)	-1.00000	-4.3512	<0.0001*	(0.1304 ^{ns})	
4) ARIMA (1,2,1)(0,1,1) ₁₂	AR(1)	-0.2581	-2.0433	0.0410*	16.8690	512.3250
	MA(1)	-0.9911	-7.5198	<0.0001*	(0.1546 ^{ns})	
	SMA(1)	-0.9696	-4.1096	<0.0001*		
5) ARIMA (1,2,2)(0,1,0) ₁₂	AR(1)	-0.7474	-4.3593	<0.0001*	18.1600	533.3868
	MA(1)	-0.5402	-2.3035	0.02125*	(0.1109 ^{ns})	
	MA(2)	-0.4572	-2.0092	0.0445*		
6) ARIMA(0,2,1)	MA(1)	-1.0000	-14.132	<0.0001*	14.2860 (0.2828 ^{ns})	598.4675

จาก Table 1 พบว่ามี 6 ตัวแบบที่มีความเหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทย จึงคัดเลือกตัวแบบที่มีความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันด้วยสถิติ Ljung-Box และมีค่า AIC ต่ำสุด พบว่าตัวแบบที่ 1 ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ มีค่าสถิติ Ljung-Box เท่ากับ 17.0700 ค่า P-value เท่ากับ 0.1470 และมีค่า AIC ต่ำสุดเท่ากับ 507.3844 และตัวแบบที่มีค่า AIC ต่ำรองลงมาคือตัวแบบที่ 3 ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ มีค่าสถิติ Ljung-Box เท่ากับ 17.5410 ค่า P-value เท่ากับ 0.1304 และมีค่า AIC เท่ากับ 507.9042 สรุปตัวแบบ ARIMA ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยคือ ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂

4. ผลการเปรียบเทียบการพยากรณ์จากตัวแบบทั้ง 3 วิธี

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทย (หน่วยพันเมตริกตัน) ด้วยวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์ วิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์ทั้งกรณีเชิงบวกและเชิงคูณและตัวแบบอาร์มา ผลดัง Figure 5

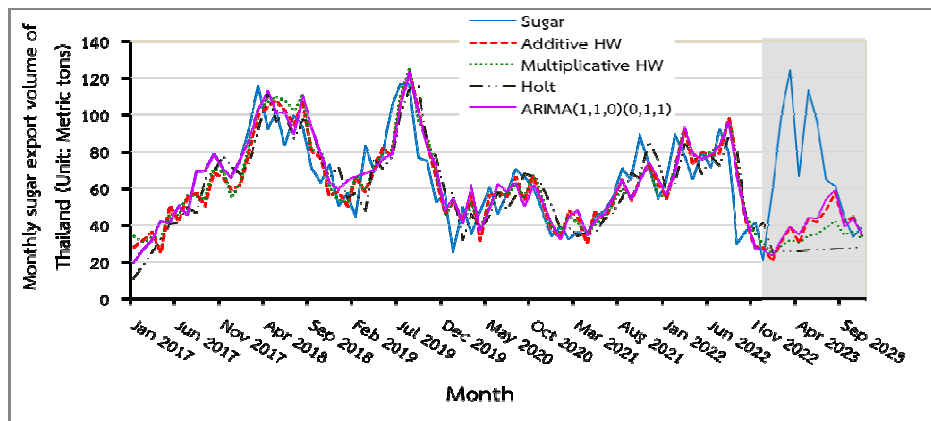


Figure 5 Comparison of the efficiency of three methods for forecasting the monthly sugar export volume of Thailand

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยข้อมูลชุดทดสอบ 11 คาบเวลา พบว่าวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์ วิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์ทั้งกรณีเชิงบวกและเชิงคูณ และตัวแบบอาร์มีมีค่า RMSE เท่ากับ 55.1665, 45.9401, 49.7646 และ 44.5986 ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่าตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยที่เหมาะสมคือตัวแบบ ARIMA (1,1,0)(0,1,1)₁₂ มีค่า RMSE ต่ำสุดเท่ากับ 44.5986 รองลงมาคือวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์เชิงบวกมีค่า RMSE เท่ากับ 45.9401

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยในช่วงเริ่มต้นปี พ.ศ.2560 ปริมาณการส่งออกน้ำตาลในแต่ละเดือนค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนถึงช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนมากที่สุดถึง 115.92 พันเมตริกตัน จากนั้นปริมาณการส่งออกน้ำตาลจะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องและค่อยๆ มีแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มขึ้นสูงสุดอีกครั้งในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าในแต่ละปีมีปริมาณการส่งออกน้ำตาลมีลักษณะคล้ายคลึงกันซึ่งมีลักษณะความผันแปรตามฤดูกาล เมื่อทดสอบกระบวนการคงที่ของปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยพบว่า ไม่มีกระบวนการคงที่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธวัชชัย เทพเปี่ยม และน้อมจิต กิตติโชติพานิชย์ [6] ที่พบว่าข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 จนถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ข้อมูลมีแนวโน้มและฤดูกาลเนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มและฤดูกาลทำให้ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่มีกระบวนการคงที่ ดังนั้นเมื่อมีการแปลงข้อมูลแล้วทำการทดสอบกระบวนการคงที่จะพบว่าข้อมูลปริมาณการส่งออกน้ำตาลมีกระบวนการคงที่เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลเป็นสินค้าทางการเกษตรที่ได้จากอ้อยเป็นส่วนใหญ่ซึ่งอ้อยมีฤดูกาลเพาะปลูกและฤดูกาลผลิตน้ำตาลทรายในปีหนึ่งๆอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม [14] และปริมาณการส่งออกของน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ.2566 มีแนวโน้ม

ลดลงในช่วงไตรมาสที่ 3 และไตรมาสที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตที่ลดลงในประเทศไทยเนื่องจากสภาพอากาศที่แห้งกว่าปกติซึ่งเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญที่เกิดขึ้นในปัจจุบันในขณะที่สหภาพยุโรปมีผลผลิตน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพาะปลูกและผลผลิตที่เพิ่มขึ้น[15]

ในการศึกษาครั้งนี้ตัวแบบที่เหมาะสมของการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยคือตัวแบบ ARIMA(1,1,0)(0,1,1)₁₂ ซึ่งวิธีการพยากรณ์นั้นมีกระบวนการ AR(1) และ SMA(1) ที่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธวัชชัย เทพเปี่ยม และน้อมจิต กิตติโชติพานิชย์ [6] ที่พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนคือตัวแบบ ARIMA(1,1,1)(0,1,1)₁₂ และผลการศึกษาวิจัยนี้พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมรองลงมาคือวิธีการปรับเรียบแบบเลขชี้กำลังของโฮลท์และวินเทอร์เชิงบวก ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพมีความใกล้เคียงกันมาก ข้อสังเกตจาก Figure 5 จะเห็นว่าการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกน้ำตาลรายเดือนของประเทศไทยทั้ง 3 วิธี มีประสิทธิภาพดีในชุดข้อมูลสร้างตัวแบบ แต่สำหรับข้อมูลชุดทดสอบ พ.ศ. 2566 ในเดือนมีนาคมและเดือนพฤษภาคมมีการส่งออกน้ำตาลเป็นจำนวนมากและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากช่วงสิ้นปี พ.ศ. 2565 ซึ่งมีลักษณะสูงผิดปกติจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการพยากรณ์ในชุดทดสอบไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอุตสาหกรรมน้ำตาลของไทยมีแนวโน้มฟื้นตัวตามการฟื้นตัวของกิจกรรมทางเศรษฐกิจทั้งของไทยและประเทศคู่ค้า [16] ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป อาจนำการวิเคราะห์ส่วนเหลือ (Residual analysis) มาร่วมในการสร้างตัวแบบผสมผสาน เพื่อให้ได้ตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะประโยชน์ต่อการคาดการณ์แนวโน้มการส่งออกน้ำตาล สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กลุ่มอาชีพผู้ปลูกอ้อยสามารถใช้การวางแผนการปลูกอ้อยได้ หรือผู้ประกอบการใช้เป็นข้อมูลช่วยวางแผนการผลิตน้ำตาลให้เหมาะสมได้

References

- [1] Tunsamai, K. (2011). *By Product Management in Sugar Processing*, (Master independent study, Silpakorn University). (in Thai)
- [2] Office of The Cane and Sugar Board. (2021). *Report on Sugarcane Cultivation Situation for Production Year 2020/21*. Availble from <https://www.ocsb.go.th/2023/reports-articles/area-yield/18482/>. Accessed date: 1 February 2023. (in Thai)
- [3] Sowcharoensuk, C. (2021). *Business/Industry Trends 2021-2023: Sugar Industry*. Availble from <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/sugar/io/io-sugar-21>. Accessed date: 19 February 2023. (in Thai)
- [4] Nansaior, A. & Apichottanakul, A. (2021). Sugar and Raw Sugar Products Export Volumes Forecasting Models Based on Wavelet-Nonlinear Auto Regressive Neural Network. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49(1), 179-191. (inThai)
- [5] Riansut, W. (2022). Forecasting Model of Sugar Export Quantity Via the Use of Statistical Methods. *PBRU Science Journal*, 19(1), 1-12. (inThai)
- [6] Teppiam, T. & Kittichotipanit, N. (2015). Comparation of Forecasting Models for Quantity of Exporting Thailand's Rawsugar Using Times Series Analysis and Multiple Linear Regression Analysis. *Journal of Science Ladkrabang*, 24(2), 77-92. (inThai)

- [7] Paswan, S., et al. (2022). Time Series Prediction for Sugarcane Production in Bihar Using ARIMA & ANN Model .*The Pharma Innovation Journal*, SP-11(4), 1947-1956.
- [8] Harlianingtyas, I., et al. (2020). Forecasting Sugarcane Production in the Asembagus Sugar Factory .*IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 411, 012022.
- [9] Taesombut, S. (1996). *Quantitative Forecasting Techniques*. Bangkok: Physics Center Publishing. (in Thai).
- [10] Bank of Thailand. (2023). *Value and Quantity of Merchandise Exports Classified by production activity (US dollars)*. Availble from URL.https://www.bot.or.th/App/BTWS_STAT/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=979&language=TH. Accessed date: 19 February 2023. (in Thai).
- [11] Kandananond, K. (2018). *Statistical Forecasting*. Bangkok: SE-ED. (in Thai).
- [12] Hyndman, R., & Athanasopoulos, G. (2021). *Forecasting: Principles and Practice*. 3rd ed. OTexts.
- [13] Box, G. E. P & Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day.
- [14] Bhudsumrit, W. & Daloonpate, A. (2016). An Analysis of Sugar Price Transmission of Thailand. *Journal of Economics Ramkhamhaeng University*, 2(1), 21-52. (in Thai).
- [15] Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Sugar*. Availble from https://www.fao.org/3/cc8589en/cc8589en_sugar.pdf. Accessed date: 30 November 2023.
- [16] Sowcharoensuk, C. (2023). *Business/Industry Trends 2023-2025: Sugar Industry*. Availble from <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/agriculture/sugar/io/sugar-2023-2025>. Accessed date: 4 August 2023. (in Thai).