



Research Article

ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งของประเทศไทย A Model for Forecasting the Gold Bullion Selling Price in Thailand

วารangkha เรียนสุทธิ์^{a*}, ศุภมิตร วิริยกุลโอภาส^b, นิปัท ตันติพุฒิกุล^b และ เนติธร ขาวมะลิ^b

Warangkha Riansut^{a*}, Supamit Wiriyakulopast^b, Nipat Tantiputtikul^b and Netitorn Kawmali^b

^a หลักสูตรคณิตศาสตร์และการจัดการข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210

^a Mathematics and Data Management Program, Faculty of Science and Digital Innovation, Thaksin University, Paphayom, Phatthalung 93210, Thailand.

^b โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัยนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80330

^b Princess Chulabhorn Science High School Nakhon Si Thammarat, Muang, Nakhon Si Thammarat 80330, Thailand.

ABSTRACT

Article history:

Received: 2023-11-08

Revised: 2025-03-04

Accepted: 2025-06-12

Keywords:

Gold Bullion Forecasting;

Box-Jenkins;

Exponential Smoothing;

Combined Forecasting

This study aims to construct models for forecasting the gold bullion selling price. The gold bullion time series, gathered from the reliable website of the Gold Traders Association from January 2012 to May 2023, contained 137 values and was divided into 2 sets. The first set, consisting of 125 values from January 2012 to May 2022, was used to construct forecasting models using the Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, Brown's exponential smoothing method, the damped trend exponential smoothing method, and the combined forecasting method. The second set, comprising 12 values from June 2022 to May 2023, was used to compare the forecasting models' accuracy using the lowest mean absolute percentage error (MAPE) and root mean square error (RMSE). The results indicated that the combined forecasting method using Box-Jenkins and Holt's exponential smoothing was the most accurate, with an error of 1.44% (MAPE = 1.4391) and 537.72 baht (RMSE = 537.72).

* Corresponding author.

E-mail address: warang27@gmail.com

Cite this article as:

Riansut, W., Wiriyakulopast, S., Tantiputtikul, N. and Kawmali, N. 2025. A Model for Forecasting the Gold Bullion Selling Price in Thailand. **Recent Science and Technology** 17(3): 261162.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่งจากเว็บไซต์ของสมาคมค้าทองคำ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 จำนวน 137 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 125 ค่า ใช้สร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ และวิธีการพยากรณ์รวม ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 จำนวน 12 ค่า ใช้เปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์รวมที่รวมค่าพยากรณ์จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด โดยมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งร้อยละ 1.44 (MAPE = 1.4391) และ 537.72 บาท (RMSE = 537.72)

คำสำคัญ: การพยากรณ์ทองคำแท่ง, บ็อกซ์-เจนกินส์, การทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลัง, การพยากรณ์รวม

1. บทนำ

ทองคำเป็นโลหะที่มีมูลค่าสูง มีความคงทน และเป็นที่ยอมรับอย่างสากลมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เมื่อมีการนำโลหะมาใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยน ทองคำจึงเป็นหนึ่งในโลหะที่เป็นที่ยอมรับนอกเหนือจากเงิน ดีบุก และทองแดง ซึ่งโลหะเหล่านี้ต่างมีมูลค่าในตัวเองลดหลั่นกันไป ต่อมาเมื่อถึงยุคที่มีการใช้ธนบัตรซึ่งไม่มีมูลค่าในตัวเอง ความเชื่อมั่นในมูลค่าของธนบัตรจึงอยู่ที่ทุนสำรองเงินตรา ทองคำจึงมีบทบาทสำคัญในฐานะทุนสำรองเงินตราสากลที่ทั่วโลกยอมรับ (Bank of Thailand Learning Center, 2022) ปัจจุบันราคาทองคำมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นักลงทุนจึงเข้ามาลงทุนทองคำในฐานะเป็นสินทรัพย์ที่ปลอดภัย การขึ้นลงของราคาทองคำจึงมีผลต่อการตัดสินใจถือครองทองคำหรือขายออก ดังนั้นการทราบแนวโน้มราคาทองคำล่วงหน้าจึงเป็นข้อมูลที่ดีสำหรับการวางแผนการลงทุน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ราคาทองคำ ดังนี้ Ungprasert (2010) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาทองคำโดยศึกษาจากปัจจัยภายนอกด้วยวิธีเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ผลการวิจัยพบว่าราคาทองคำจากการพยากรณ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับราคาทองคำที่เกิดขึ้นจริง โดยผลการพยากรณ์ที่น่าสนใจของตลาดนิวยอร์ก, ลอนดอน ฟิกซิง เอเอ็ม (London fixing AM) และลอนดอน ฟิกซิง พีเอ็ม (London fixing PM) เป็นการให้ความแปรปรวนร่วมกับดัชนีอุตสาหกรรมดาวโจนส์ ซึ่งมีค่าคลาดเคลื่อนจากวิธีร้อยละของค่า نرمแบบสัมพัทธ์ (Percent Norm Relative Error: %NRE) เท่ากับร้อยละ 0.83, 1.93 และ 21.91 ตามลำดับ และผลการพยากรณ์ที่น่าสนใจของตลาดฮ่องกงเป็นการให้ความแปรปรวนร่วมกับอัตราเงินเฟ้อประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีค่าคลาดเคลื่อน %NRE เท่ากับร้อยละ 7.43 Riansut (2016) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์มีความแม่นยำมากที่สุด Manoj and Suresh (2019) ได้ศึกษาการ

พยากรณ์ราคาทองคำในประเทศอินเดียด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้น พหุคูณที่มีการพิจารณาตัวแปรทางการเงิน 7 ตัว ได้แก่ ความต้องการทองคำ อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐต่อรูปีอินเดีย ดัชนี S&P ดัชนี NIFTY BSESENSEX ราคาน้ำมันในอินเดีย และดัชนีดอลลาร์สหรัฐ แต่การใช้ตัวแปรเชิงเส้นหลายตัวแปรอธิบายขัดแย้งกับสมมติฐานของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบคลาสสิก ดังนั้นการศึกษานี้จึงใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) เพื่อปรับตัวแปรให้ลดลงเหลือเพียง 2 ปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ทำให้มีการตีความง่ายขึ้น โดยตัวแบบที่สร้างขึ้นได้รับการอนุมานว่ามีนัยสำคัญ และการวิเคราะห์ส่วนเหลือยังให้ผลสนับสนุนว่าตัวแบบเหมาะสม และ Goganutapon (2020) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีความแม่นยำมากที่สุด

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มีการศึกษาพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยมีการสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคต อย่างไรก็ตาม ตัวแบบดังกล่าวเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างในปี 2559 (Riansut, 2016) และปี 2563 (Goganutapon, 2020) จึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้งานในปัจจุบัน เนื่องจากราคาทองคำมีการปรับตัวสูงขึ้นกว่าในอดีตมาก (Gold Traders Association, 2022) ด้วยเหตุผลดังกล่าววัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งด้วยวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ เมื่อได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมจะสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ทิศทางและราคาขายทองคำแท่งในอนาคต รวมถึงยังใช้เป็นแนวทางในการรักษาเสถียรภาพของราคา เป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยตัดสินใจเพื่อการลงทุน วางแผน ป้องกันความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาทองที่อาจทำให้เกิดความเสียหาย และใช้กำหนดนโยบายการนำเข้าทองคำแท่งของประเทศต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

2.1.1 รวบรวมอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่งเฉลี่ยต่อเดือน (บาท) จากเว็บไซต์ของสมาคมค้าทองคำ (Gold Traders Association, 2022) ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 จำนวน 137 ค่า เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ราคาขายทองคำแท่งมีแนวโน้มครบทุกรูปแบบ คือ ลดลง (มกราคม 2555 ถึง ธันวาคม 2556) คงที่ (มกราคม 2557 ถึง ธันวาคม 2561) และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (มกราคม 2562 ถึง พฤษภาคม 2566)

2.1.2 แบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 125 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยโปรแกรม SPSS version 17 ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 จำนวน 12 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) และเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ที่ต่ำที่สุด

2.1.3 ตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลของอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่งชุดที่ 1 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคัล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's One-Way Analysis of Variance by Rank) โดยการตรวจสอบแนวโน้มจะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกข้อมูลเป็นรายปี เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาแต่ละปีมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบความแตกต่างจะสรุปว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง ต้องพิจารณาเพิ่มเติมจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา นอกจากการตรวจสอบแนวโน้มโดยใช้การทดสอบสมมุติฐานแล้ว การศึกษานี้จะพิจารณากราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ใน

ตัวบางส่วนของอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่ง (Partial Autocorrelation Function: PACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation Function: ACF) ควบคู่กันไปด้วย ขณะที่การตรวจสอบอิทธิพลของฤดูกาลจะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวจำแนกข้อมูลเป็นรายเดือน (ข้อมูลหลังจากกำจัดแนวโน้มออกแล้ว) เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาแต่ละเดือนมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าพบความแตกต่างจะสรุปว่าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาล

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการพยากรณ์

จากผลการตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ถ้าพบว่า อนุกรมเวลามีเฉพาะแนวโน้ม วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) ที่เป็นตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Autoregressive Integrated Moving Average: ARIMA) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's Exponential Smoothing) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ (Brown's Exponential Smoothing) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบดัมป์ (Damped Trend Exponential Smoothing) และวิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecasting) อนุกรมเวลามีเฉพาะอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing) และอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่เป็นตัวแบบรวมการถดถอยในตัวกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่เชิงฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' Additive Exponential Smoothing) วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' Multiplicative Exponential Smoothing) และวิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecasting) (Ket-iam, 2003; Manmin, 2006; Box *et al.*, 2015) แสดงดังตารางที่ 1

Table 1 Forecasting methods appropriate for time series characteristics

Cases	Time series characteristics	Appropriate forecasting methods
1	Trends	Box-Jenkins (ARIMA), Holt, Brown, Damped, Combined Forecasting
2	Seasonal	Simple Seasonal
3	Trends and Seasonal	Box-Jenkins (SARIMA), Winters' Additive, Winters' Multiplicative, Combined Forecasting

จากผลการตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลในผลการวิจัยแสดงว่า ราคาขายทองคำแท่งมีเพียงแนวโน้ม เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้จะการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ ARIMA วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลด์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแทมปี และวิธีการพยากรณ์รวม

แสดงดังตารางที่ 2 สำหรับวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ก่อนที่จะคัดเลือกตัวแบบที่เป็นไปได้เริ่มต้น หรือการกำหนดค่า p และ q ต้องดำเนินการให้อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่หรือมีความนิ่งก่อน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหารผลต่าง 1 ครั้ง ($d = 1$) เพื่อให้อนุกรมเวลาคงที่ และตรวจสอบความนิ่งของอนุกรมเวลา โดยใช้วิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) (Box *et al.*, 2015)

Table 2 Forecast modeling

No.	Forecasting Method	Forecasting Model
1	Box-Jenkins (Box <i>et al.</i> , 2015)	$ARIMA(p, d, q) : \hat{\phi}_p(B)(1-B)^d \hat{Y}_t = \hat{\delta} + \hat{\theta}_q(B)e_t$
2	Holt (Manmin, 2006)	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m)$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$
3	Brown (Ket-iam, 2003)	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \left[(m-1) + \frac{1}{\alpha} \right]$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$, $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$
4	Damped (Manmin, 2006)	$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i$ where $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$
5	Combined (Manmin, 2006; Montgomery, <i>et al.</i> , 2006)	$\hat{Y}_t = b_1 \hat{Y}_{it} + b_2 \hat{Y}_{2t}$ where $\hat{Y}_{it}$ is forecasting value from method i with low MAPE and RMSE and b_i is the regression coefficients from the least squares method

ความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในตารางที่ 2 แสดงดังนี้

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

e_t แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t โดยมีการแจกแจงปกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา

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

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

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

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_t โดยที่ n_t แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่งชุดที่ 1 ($n_t = 125$)

d แทนลำดับที่ของการหารผลต่าง

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

a_t และ b_t แทนค่าประมาณ ณ เวลา t แสดงระยะตัดแกน Y และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ

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

2.3 การตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์

ข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์คือ ตัวแบบพยากรณ์มีความเหมาะสม กล่าวคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของ Lag ต่าง ๆ มีค่าเท่ากับศูนย์ และอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์และความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน โดยใช้สถิติ Ljung-Box Q ตรวจสอบอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ โดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov Test: KS Test) ตรวจสอบค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ โดยใช้การทดสอบที (T-Test) และตรวจสอบความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา โดยใช้การทดสอบของเลวีเนภายใต้การใช้อยู่มาตรฐาน (Levene's Test based on Median) หากพบว่าข้อสมมุติ

ข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริงจะสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสมและไม่ควรนำไปใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

2.4 การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

ตรวจสอบความเหมาะสมของวิธีการพยากรณ์ที่นำมาศึกษา โดยการเปรียบเทียบราคาขายทองคำแท่งของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 125 ค่า ($n_1 = 125$) กับค่าพยากรณ์ เพื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE ซึ่งค่า MAPE และ RMSE ที่ได้ควรอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เช่น ค่า MAPE ไม่เกินร้อยละ 5 หมายความว่า ค่าพยากรณ์มีความแม่นยำสูงมาก และค่า RMSE ควรมีค่าต่ำ ๆ เนื่องจากเป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่มีหน่วยเดียวกับข้อมูล หลังจากนั้นเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้น โดยการเปรียบเทียบราคาขายทองคำแท่งของอนุกรมเวลาชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 จำนวน 12 ค่า ($n_2 = 12$) กับค่าพยากรณ์ เพื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE ตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด สูตร MAPE และ RMSE แสดงดังนี้ (Ket-iam, 2003)

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

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

n_i แทนจำนวนข้อมูลชุดที่ i เมื่อ $i = 1$ และ 2

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการตรวจสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

จากการพิจารณาราคาขายทองคำแท่งในช่วงเดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 พบว่า ราคาขายทองคำแท่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เมื่อแบ่งพิจารณาราคาขายทองคำแท่งในช่วงเดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนธันวาคม 2556 พบว่ามีแนวโน้มลดลง หลังจากนั้นถึงเดือนธันวาคม 2561 แนวโน้มมีลักษณะคงที่ แล้วกลับมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงเดือนพฤษภาคม 2565 อีกทั้งยังพบว่า อนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่งไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล เนื่องจากราคาขายทองคำแท่งไม่ได้มีรูปแบบซ้ำเดิมในแต่ละปี แสดงดังภาพที่ 1 เมื่อตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่งชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 125 ค่า โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้ม ($\chi^2 = 101.176$, $p\text{-value} < 0.0001$) แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ($\chi^2 = 2.924$, $p\text{-value} = 0.992$) รวมถึงเมื่อพิจารณารูป ACF ในภาพที่ 2 พบว่า ราคาขายทองคำแท่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองลดลงอย่างช้า ๆ และกราฟ PACF ในภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ราคาขายทองคำแท่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของ Lag ที่ 1 สูงเกินขอบเขตที่กำหนด จึงเป็นเหตุผลยืนยันว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้ม ผู้วิจัยได้กำจัดแนวโน้มด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ($d = 1$) ได้กราฟ ACF และกราฟ PACF แสดงดังภาพที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่หรือมีความนิ่ง เนื่องจากผลการทดสอบด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) พบว่า $t = -7.35765$ น้อยกว่าค่าวิกฤต -3.448021 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นอนุกรมเวลาหลังจากการกำจัดแนวโน้มมีความเหมาะสมกับการคัดเลือกตัวแบบในลำดับถัดไป

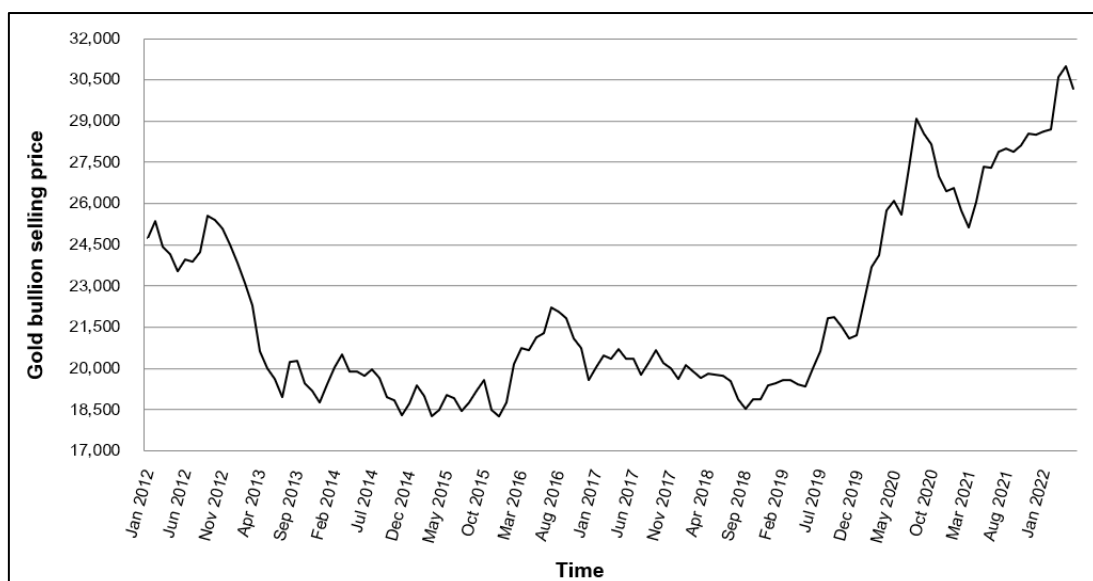


Figure 1 Run plot of the gold bullion selling price from January 2012 to May 2022

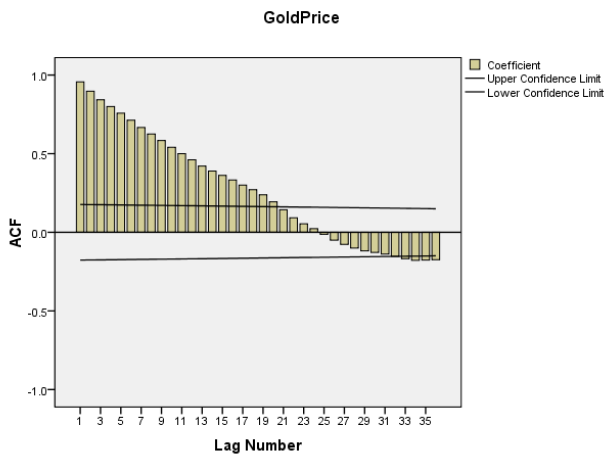


Figure 2 ACF of the gold bullion selling price

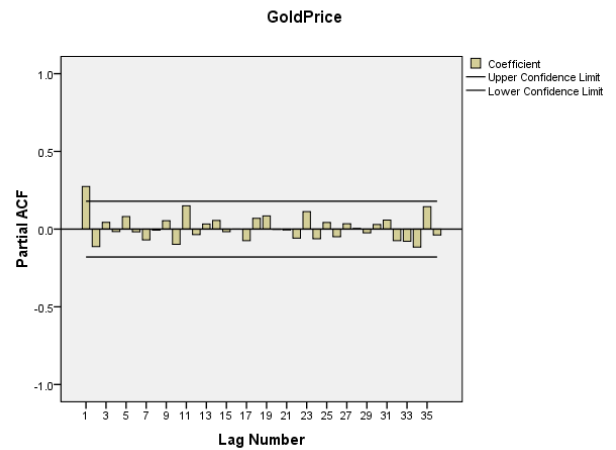


Figure 5 PACF of the first difference ($d = 1$) of the gold bullion selling price

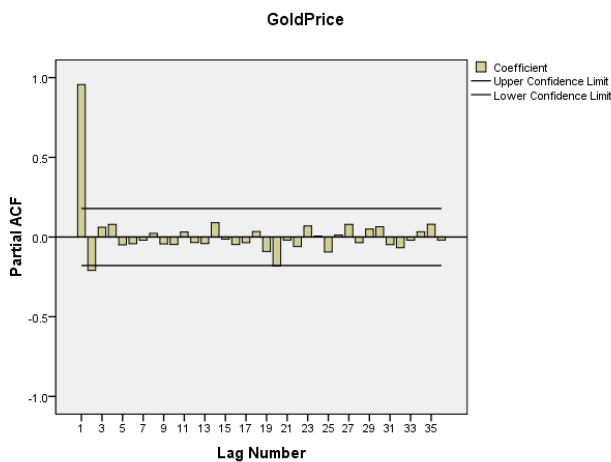


Figure 3 PACF of the gold bullion selling price

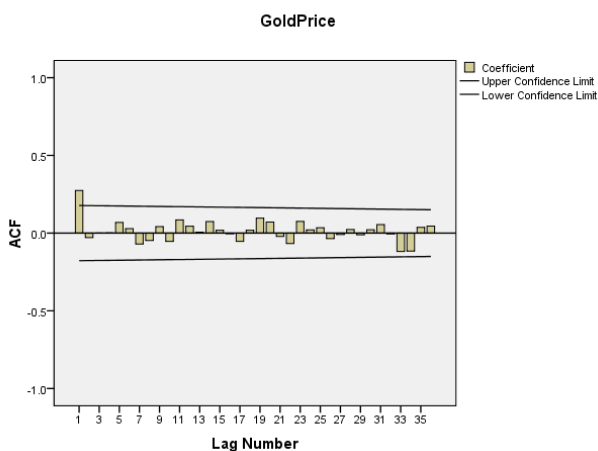


Figure 4 ACF of the first difference ($d = 1$) of the gold bullion selling price

3.2 ผลการพยากรณ์

ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยการพิจารณารูป ACF และ PACF ในภาพที่ 4 และ 5 ตามลำดับ พบว่า จากรูป ACF ในภาพที่ 4 อนุกรมเวลาที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของ Lag ที่ 1 เกินขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จึงกำหนดให้ $q = 1$ และจากรูป PACF ในภาพที่ 5 อนุกรมเวลาที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของ Lag ที่ 1 เกินขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จึงกำหนดให้ $p = 1$ จะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้น คือ ตัวแบบ ARIMA(1, 1, 1) ผลการคัดเลือกตัวแบบให้เหลือเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ ตัวแบบ ARIMA(0, 1, 1) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากโปรแกรม SPSS จะได้ตัวแบบพยากรณ์ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ แสดงดังตารางที่ 4 โดยการศึกษาครั้งนี้จะสร้างตัวแบบพยากรณ์รวม จำนวน 2 ตัวแบบ คือ ตัวแบบพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ และตัวแบบพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของไฮลด์ เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ต่ำ ดังแสดงรายละเอียดในหัวข้อผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ต่อไป

Table 3 Parameter estimates of the Box-Jenkins method

Parameter		ARIMA(1, 1, 1)	ARIMA(0, 1, 1)	ARIMA(0, 1, 1) no constant
Constant	estimate	45.11403	44.43672	-
δ	p-value	0.530	0.553	-
AR(1):	estimate	-0.15992	-	-
ϕ_1	p-value	0.547	-	-
MA(1):	estimate	-0.48018	-0.33455	-0.33631
θ_1	p-value	0.043	0.0002	0.0001

Table 4 Forecast modeling results

No.	Forecasting Method	Forecasting Model
1	Box-Jenkins	$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + 0.34e_{t-1}$
2	Holt	$\hat{Y}_{t+m} = 30,186.55 + 45.62(m)$
3	Brown	$\hat{Y}_{t+m} = 30,339.82 + 66.36 \left[(m-1) + \frac{1}{0.66} \right]$
4	Damped	$\hat{Y}_{t+m} = 30,186.58 - 809.55 \sum_{i=1}^m (0.30)^i$
5	Combined (Box-Jenkins, Damped)	$\hat{Y}_t = 1.1558 \hat{Y}_{t(\text{Box-Jenkins})} - 0.1546 \hat{Y}_{t+m(\text{Damped})}$
6	Combined (Box-Jenkins, Holt)	$\hat{Y}_t = 0.9458 \hat{Y}_{t(\text{Box-Jenkins})} + 0.0554 \hat{Y}_{t+m(\text{Holt})}$

where Y_{t-1} represents the time series at time $t-1$, e_{t-1} represents the error at time $t-1$, and $m=1$ represents June 2022.

Table 5 Results of model assumption testing

No.	Forecasting Method	Ljung-Box Q	p	KS Test	p	T-Test	p	Levene Statistic	p
1	Box-Jenkins	8.315	0.959	0.862	0.447	0.565	0.573	0.755	0.684
2	Holt	14.648	0.551	0.851	0.464	0.067	0.947	1.049	0.683
3	Brown	25.139	0.092	0.909	0.381	0.039	0.969	0.458	0.925
4	Damped	9.612	0.843	0.866	0.442	0.524	0.601	0.714	0.723
5	Combined (Box-Jenkins, Damped)	-	-	0.824	0.506	0.081	0.935	0.760	0.678
6	Combined (Box-Jenkins, Holt)	-	-	0.866	0.442	0.078	0.938	0.759	0.680

- SPSS does not display this result

3.3 ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์

ผลการตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบพยากรณ์ พบว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นจากวิธีการพยากรณ์ 6 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบเดมปี วิธีการพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบเดมปี และวิธีการพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้

เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ มีข้อสมมุติเป็นจริงทุกข้อที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ ตัวแบบพยากรณ์มีความเหมาะสมหรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของ Lag ต่าง ๆ มีค่าเท่ากับศูนย์ อนุกรมเวลาของค่าตลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา แสดงดังตารางที่ 5

3.4 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์และการวิจารณ์ผล

เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นจากตารางที่ 4 สำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 125 ค่า ค่าความค่า MAPE และ RMSE พบว่า ทุกวิธีการพยากรณ์ที่นำมาศึกษา มีความเหมาะสม มีค่า MAPE อยู่ในช่วงร้อยละ 2.15 ถึง 2.49 และมีค่า RMSE อยู่ในช่วง 617.66 ถึง 708.13 บาท แสดงดังตารางที่ 6 และเมื่อพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 จำนวน 12 ค่า จากนั้นเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์จากเกณฑ์ MAPE และ RMSE พบว่า หากพิจารณาเฉพาะวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 4 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งร้อยละ 1.48 (MAPE = 1.4771) และ 558.16 บาท

(RMSE = 558.16) วิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์รองลงมาเมื่อพิจารณาภายใต้เกณฑ์ MAPE คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ (MAPE = 2.0511) และวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์รองลงมาเมื่อพิจารณาภายใต้เกณฑ์ RMSE คือ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ (RMSE = 862.87) ดังนั้นการศึกษานี้จึงทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์รวม จำนวน 2 ตัวแบบ คือ ตัวแบบพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดมป์ และตัวแบบพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์ ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำพบว่า ตัวแบบพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโฮลต์มีความแม่นยำมากที่สุด โดยมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งร้อยละ 1.44 (MAPE = 1.4391) และ 537.72 บาท (RMSE = 537.72) ซึ่งสามารถลดค่าคลาดเคลื่อนลงได้จากตัวแบบพยากรณ์เดี่ยวคือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ร้อยละ 0.04 หรือ 20.44 บาท แสดงดังตารางที่ 7

Table 6 MAPE and RMSE of the first time series

Criteria	Forecasting Method					
	Box-Jenkins	Holt	Brown	Damped	Combined (Box-Jenkins, Damped)	Combined (Box-Jenkins, Holt)
MAPE	2.1549	2.2692	2.4949	2.1793	2.1660	2.1672
RMSE	618.35	647.83	708.13	622.92	617.68	617.66

Table 7 MAPE and RMSE of the second time series

Time	Gold Bullion Selling Price	Forecasting Method					
		Box-Jenkins	Holt	Brown	Damped	Combined (Box-Jenkins, Damped)	Combined (Box-Jenkins, Holt)
Jun 2022	30,421.15	29,942.58	30,232.16	30,440.74	29,944.70	29,979.59	29,993.48
Jul 2022	29,978.85	30,582.10	30,277.78	30,507.10	29,872.44	30,729.93	30,600.85
Aug 2022	29,962.96	29,775.97	30,323.39	30,573.46	29,850.84	29,801.52	29,840.95
Sep 2022	29,538.46	30,025.85	30,369.01	30,639.82	29,844.39	30,091.33	30,079.80
Oct 2022	29,915.38	29,374.55	30,414.63	30,706.18	29,842.46	29,338.84	29,466.33
Nov 2022	29,734.62	30,097.27	30,460.24	30,772.54	29,841.89	30,174.27	30,152.41
Dec 2022	29,600.00	29,612.66	30,505.86	30,838.90	29,841.72	29,614.17	29,696.59
Jan 2023	29,861.54	29,595.74	30,551.47	30,905.26	29,841.67	29,594.63	29,683.12
Feb 2023	29,922.92	29,950.93	30,597.09	30,971.62	29,841.65	30,005.17	30,021.58
Mar 2023	31,138.89	29,913.50	30,642.70	31,037.98	29,841.65	29,961.90	29,988.70
Apr 2023	32,390.00	31,551.00	30,688.32	31,104.34	29,841.64	31,854.58	31,539.97

Table 7 (Continuous)

Time	Gold Bullion Selling Price	Forecasting Method					
		Box-Jenkins	Holt	Brown	Damped	Combined (Box-Jenkins, Damped)	Combined (Box-Jenkins, Holt)
May 2023	32,257.41	32,672.16	30,733.93	31,170.71	29,841.64	33,150.46	32,602.89
MAPE		1.4771	2.4113	2.7145	2.0511	1.5993	1.4391
RMSE		558.16	862.87	919.05	1,096.95	589.08	537.72

Bold type represents the lowest value.

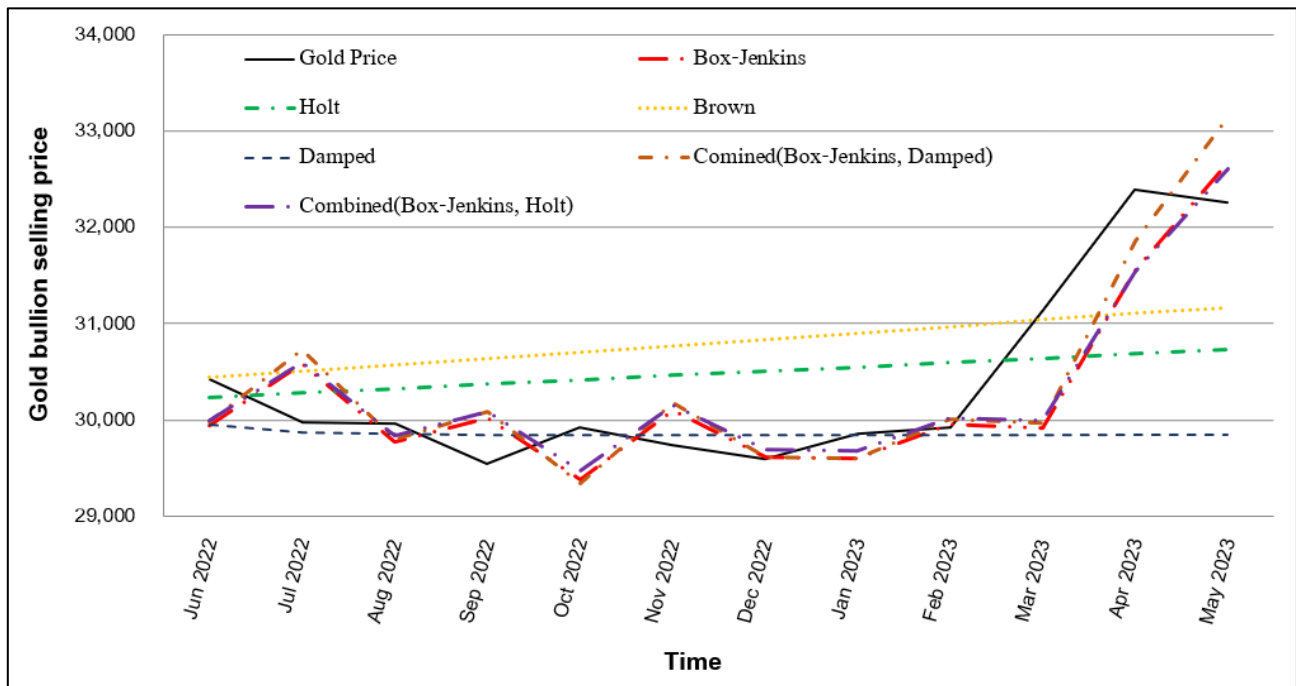


Figure 6 Comparison of the gold bullion selling price with forecast values

เมื่อใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นจากตารางที่ 4 ในการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 125 ค่า พบว่า ค่าพยากรณ์จากทุกวิธีการพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริงมาก แต่เมื่อใช้ในการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 จำนวน 12 ค่า พบว่า ค่าพยากรณ์แตกต่างจากค่าจริงเล็กน้อย แสดงดังภาพที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยการคำนวณค่า MAPE และ RMSE พบว่า วิธีการพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์มีความแม่นยำมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Goganutapon (2020) ที่พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์มีความแม่นยำมากที่สุด และสอดคล้องกับการศึกษาของ Riansut (2016) ที่พบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์มีความแม่นยำมากที่สุด อาจเนื่องมาจากการสร้างตัวแบบพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์จะพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลาว่ามีสหสัมพันธ์กันอย่างไร รวมถึงมีการพิจารณา

อนุกรมเวลาและค่าคลาดเคลื่อนในอดีตเพื่อนำมาสร้างเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยวิธีการพยากรณ์นี้สามารถใช้ได้กับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวทุกรูปแบบ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ยังมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาทองคำแท่งชุดที่ศึกษา อาจเนื่องมาจากราคาทองคำแท่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมการของตัวแบบวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้น

จากการพิจารณาราคาขายทองคำแท่งชุดที่ 2 พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30,393.52 บาท โดยค่าพยากรณ์จากวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าข้อมูลจริง 89.53 และ 412.21 บาท ตามลำดับ ขณะที่วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบเดมปี วิธีการพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบเดมปี และวิธีการพยากรณ์รวมระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และ

วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ให้ค่าพยากรณ์โดยเฉลี่ยต่ำกว่าข้อมูลจริง 135.66, 539.6, 35.48 และ 87.96 บาท ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 8 สอดคล้องกับที่พบว่า ค่า MAPE และ RMSE ของวิธีการพยากรณ์รวมจากตารางที่ 7 ต่ำกว่าค่า MAPE และ

RMSE ของวิธีการพยากรณ์เดี่ยว นั่นคือ วิธีการพยากรณ์รวมจะสามารถลดค่าคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์เดี่ยวลงได้ถ้ามีการกำหนดน้ำหนักถ่วงที่เหมาะสม (Manmin, 2006)

Table 8 Average the gold bullion selling price (baht) from the second dataset

	Box-Jenkins	Holt	Brown	Damped	Combined (Box-Jenkins, Damped)	Combined (Box-Jenkins, Holt)
Average	30,257.86	30,483.05	30,805.72	29,853.89	30,358.03	30,305.56

จากตัวแบบสมการพยากรณ์ที่ได้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ทิศทางและราคาขายทองคำแท่งในอนาคต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจลงทุน วางแผน และป้องกันความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาที่จะทำให้เกิดความเสียหายได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ได้พยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งโดยพิจารณาเพียงปัจจัยของเวลาเท่านั้น ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความต้องการทองคำ นโยบายการเงินของภาครัฐ อัตราดอกเบี้ย อัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินดอลลาร์ อัตราเงินเฟ้อ ราคาน้ำมัน ดัชนีราคาหลักทรัพย์ของหุ้นกลุ่มอสังหาริมทรัพย์ ดัชนี S&P ดัชนี NIFTY และดัชนีดอลลาร์สหรัฐ เป็นต้น (Ungprasert, 2010; Manoj *et al.*, 2019; Finnomena, 2022) โดยนำปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มาสร้างเป็นสมการถดถอยและใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสำหรับการจัดกลุ่มตัวแปร (Manoj *et al.*, 2019; Montgomery, *et al.*, 2006) เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น รวมถึงควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ เช่น วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neuron Network Method) เป็นต้น

4. สรุป

การศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่ง โดยใช้ราคาขายทองคำแท่งเฉลี่ยต่อเดือนจากเว็บไซต์ของสมาคมค้าทองคำตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 จำนวน 137 ค่า แบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2565 จำนวน 125 ค่า นำมาสร้างตัวแบบโดยวิธีการพยากรณ์ทั้งหมด 6 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบตามปี วิธีการพยากรณ์รวมที่รวมค่าพยากรณ์จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบตามปี และวิธีการพยากรณ์รวมที่รวมค่าพยากรณ์จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์ อนุกรมเวลาชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม

2566 จำนวน 12 ค่า นำมาเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์รวมที่รวมค่าพยากรณ์ระหว่างวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการทำให้เรียบด้วยเลขชี้กำลังของโอสต์เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด โดยมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งร้อยละ 1.44 หรือ 537.72 บาท ซึ่งสามารถลดค่าคลาดเคลื่อนลงได้จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวที่มีค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ร้อยละ 0.04 หรือ 20.44 บาท ตัวแบบพยากรณ์รวมแสดงดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.9458 \hat{Y}_{t(\text{Box-Jenkins})} + 0.0554 \hat{Y}_{t+m(\text{Holt})}$$

โดยที่ $\hat{Y}_{t(\text{Box-Jenkins})} = Y_{t-1} + 0.34e_{t-1}$,

$$\hat{Y}_{t+m(\text{Holt})} = 30,186.55 + 45.62(m),$$

Y_{t-1} แทนอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่ง ณ เวลา $t-1$,

e_{t-1} แทนอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา $t-1$

และ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

5. เอกสารอ้างอิง

- Bank of Thailand Learning Center. 2022. **Average price of gold**. Available Source: https://www.botlcr.or.th/item/museum_item/00003445016, August 12, 2022. (in Thai)
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C. and Ljung, G.M. 2015. **Time Series Analysis: Forecasting and Control** (5th ed). Prentice Hall, New Jersey.
- Finnomena. 2022. **4 factors push the gold price up**. Available Source: <https://www.finnomena.com/channel/pocketmoney-ep42-goldprice/>, November 23, 2022. (in Thai)
- Goganutapon, K. 2020. A Comparison of the forecasting for the sale price of gold bar. **YRU Journal of Science and Technology** 5(1): 1-9. (in Thai)

- Gold Traders Association. 2022. **Monthly price of gold bullion 2012 – 2022**. Available Source: <https://www.goldtraders.or.th/AvgPriceList.aspx>, November 24, 2022. (in Thai)
- Ket-iam, S. 2003. **Forecasting Technique** (2nd ed). Thaksin University, Songkhla. (in Thai)
- Manmin, M. 2006. **Time Series and Forecasting**. Foreprinting, Bangkok. (in Thai)
- Manoj, J. and Suresh, K.K. 2019. Forecast model for price of gold: multiple linear regression with principal component analysis. **Thailand Statistician** 17(1): 125-131.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A. and Vining, G.G. 2006. **Introduction to linear regression analysis** (4th ed). John Wiley and Sons, New York.
- Riansut, W. 2016. Forecasting the sale prices of gold bar. **Journal of Science Ladkrabang** 23(2): 41-53. (in Thai)
- Unprasert, Y. 2010. Forecasting for gold price by external factors that using covariance matrix method. Master Thesis of Engineering, Silpakorn University. (in Thai)