



การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง A Comparison of the Forecasting for the Sale Price of Gold Bar

คชินทร์ โกขุนทด
Kachin Goganutapon

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
เลขที่ 1 หมู่ 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

Program in Applied Mathematics, Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University
under the Royal Patronage, 1 Moo 20 Phaholyothin Road, Khlong Luang, Phatum Thani 13180, Thailand.

Corresponding author, e-mail: kachin@vru.ac.th

(Received: Jan 22, 2020; Revised: Feb 21, 2020; Accepted: Apr 20, 2020)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ สำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ราคาทองคำวันนี้ เริ่มใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 96 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จำนวน 93 ค่า สำหรับเปรียบเทียบหาตัวแบบพยากรณ์ วิธีการพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบดัมป์ และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 3 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้เกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด เมื่อได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดแล้วนำมาคำนวณหาช่วง การพยากรณ์ล่วงหน้า ใช้เกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ จากรูปแบบวิธีการดังกล่าว นำมาคำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน 3 เดือน และ 5 เดือน พบว่า วิธีการพยากรณ์นี้เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ล่วงหน้า 3 เดือน

คำสำคัญ : การพยากรณ์ ทองคำแท่ง วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์
ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

Abstract

The purpose of this research was to study and compare the forecasting methods for the sale price of gold bar. The data was gathered from website Gold price today during January, 2012 to December, 2019 of 96 values which were used and separated into 2 groups. The first group contained 93 values from January, 2012 to September, 2019 for comparing and searching for forecasting models. There were forecasting methods: Box-Jenkins, Single exponential smoothing, Holt's exponential smoothing method, Brown's exponential smoothing method, and Damped trend exponential smoothing method. The second set had 3 values from October, 2019 to December, 2019 for comparing and finding the most suitable forecasting method via criteria of the lowest root mean square error and mean absolute percentage error. Then the selected suitable method was used to determine the most suitable forecasting period the lowest mean absolute percentage error was used as the criteria of each period. The result indicated that Box-Jenkins method was the best method. It was implemented for forecasting 1, 3 and 5 months. Showed that the method was suitable for advance 3 months.

Keywords: Forecasting, Gold bar, Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method,
Mean absolute percentage error

บทนำ

ทองคำกับประเทศไทยมีความผูกพันกันมายาวนาน อาจย้อนไปถึงสมัยอาณาจักรเชียงแสนเพราะมีหลักฐานพระพุทธรูปหล่อด้วยทองคำซึ่งมีศิลปะแบบเชียงแสนปรากฏอยู่ จากนั้นเมื่อประเทศไทยได้รับระบบสมมติเทวราชของขอมมาให้เป็นสถาบันบริหารสูงสุดของประเทศ ทองคำจึงถูกนำมาใช้ในการทำเครื่องราชกกุธภัณฑ์ และเครื่องราชูปโภคทั้งหลายในรัชสมัยของสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ได้ส่งทองคำไปเป็นเครื่องบรรณาการแด่พระเจ้าหลุยส์ที่ 14 ของฝรั่งเศสถึง 46 หีบ และพระองค์ได้ให้เอกอัครราชทูตไทยที่ส่งไปเจริญสัมพันธไมตรีในครั้งนั้น ว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญการทำเหมืองแร่ทองคำจากฝรั่งเศสมาด้วย ในสมัยกรุงศรีอยุธยาเครื่องทองคำเป็นเครื่องประดับสำหรับเกียรตินิยม ซึ่งปรากฏหลักฐานเอกสารต้นตำราในตราตราพระรัตน ๗ เมื่อพระมหากษัตริย์บรมราชาภิเษกเสด็จประทับพระที่นั่งภัทรบิฐพราหมณ์ ย่อมถวายพระสังฆาล์นพรัตนนั้น สวมทรงก่อนจวบจนถึงสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ พ.ศ. 2325 เป็นต้นมา ในรัชกาลที่ 4 สมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว การขุดทองลดน้อยลงจนต้องหาซื้อนำเข้าจากต่างประเทศ การใช้ทองคำมีปรากฏในพระราชพิธีสมเด็จกรมพระยาดำรงราชานุภาพซึ่งได้กล่าวเกี่ยวกับการทำเงินตราสยามเป็นเหรียญเงิน และพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้โปรดให้ทำเหรียญทองคำ ด้วยเช่นกัน (Gold Traders Association, 2019, p. 1) จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ราคาทองคำแท่ง และราคาทองคำรูปพรรณ ดังเช่นงานวิจัยของ Riansut (2016, p. 41) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ด้วยวิธีบอซ - เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโอสต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโอสต์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลา นอกจากนี้ Keerativibool & Na-laed (2013, p. 65) ยังได้ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ราคาขายทองคำรูปพรรณรายเดือน โดยใช้ด้วยวิธีบอซ-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโอสต์และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบ damped ใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสมาคมค้าทองคำ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2550 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2555 ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทำให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลวิธีของโอสต์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลา ซึ่งตัวแบบพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_{t+m} = 23,950.028 + 228.633(m)$ เมื่อ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า โดยมีค่าเริ่มต้น คือ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 (m=1) จากการศึกษาวรรณกรรม จะเห็นได้ว่าการพยากรณ์ราคาทองคำแท่ง และราคาทองคำรูปพรรณ พบว่าใช้ข้อมูลของอนุกรมเวลาที่นำมาศึกษายังไม่เป็นช่วงเวลาปัจจุบัน ส่งผลทำให้การพยากรณ์ราคาทองคำแท่งเกิดความคลาดเคลื่อนกับราคาทองคำแท่งในช่วงเวลาปัจจุบัน จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาราคาทองคำแท่งในช่วงเวลาปัจจุบันเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ทำนายราคาทองคำแท่งให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และเพื่อเป็นประโยชน์ให้นักลงทุนซื้อขายทองคำแท่ง ใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ในครั้งนี้ใช้ช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการพยากรณ์โดยวิธีบอซ-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโอสต์ วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม สำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ราคาทองคำวันนี้ (Gold price today, 2019, p. 1) เริ่มใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 96 ค่า โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จำนวน 93 ค่า สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้วิธีการพยากรณ์ คือ วิธีบอซ-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของโอสต์ วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 3 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบหาความแม่นยำที่สุด โดยใช้เกณฑ์ รากของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

(MAPE) ที่ต่ำที่สุด เมื่อได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดแล้วนำมาคำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า ใช้เกณฑ์ร้อยละ ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด

ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา เป็นการพิจารณาเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด มีส่วนประกอบของอนุกรมเวลาใดบ้าง (แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร หรือ เหตุการณ์ที่ผิดปกติ) โดยพิจารณาจากแผนภาพการกระจายของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา เพื่อความเหมาะสมของการเลือกใช้วิธีการทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป Keerativibool (2013 as cited in Bowerman & O'Connell, 1993, p. 426)

การทดสอบแนวโน้ม

ตรวจสอบอนุกรมเวลาในแต่ละปีมีการแจกแจงปกติและความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ เพื่อเลือกสถิติสำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ย หรือค่ามัธยฐานของอนุกรมเวลาในแต่ละปี โดยถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละปีมีการแจกแจงปกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน จะใช้สถิติพารามิเตอร์ (parametric statistic) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (analysis of variance, One-Way ANOVA) ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละปี แต่ถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละปีไม่มีการแจกแจงปกติ หรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (nonparametric statistic) คือการวิเคราะห์ทางเดียว โดยลำดับที่ของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's one-way analysis of variance by rank) ในการทดสอบค่ามัธยฐานของอนุกรมเวลาในแต่ละปี ถ้าค่าเฉลี่ย หรือค่ามัธยฐานแต่ละปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แล้วอนุกรมเวลาเป็นส่วนประกอบของแนวโน้ม (Riansut, 2018a, p. 462)

การทดสอบความผันแปรตามฤดูกาล

หากผลการตรวจสอบพบว่าอนุกรมเวลาเป็นส่วนประกอบของแนวโน้ม ต้องมีการกำจัดแนวโน้มออกก่อนที่จะทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน การกำจัดแนวโน้ม มี 2 วิธี คือ พิจารณากราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา ถ้าอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป อนุกรมเวลาที่มีความเหมาะสมกับตัวแบบการบวก ควรกำจัดแนวโน้มออกด้วยการลบ แต่ถ้าอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป อนุกรมเวลาที่มีความเหมาะสมกับตัวแบบการคูณ ควรกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหาร เมื่อกำจัดแนวโน้มออกแล้ว ถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน มีการแจกแจงปกติและความแปรปรวนเท่ากันจะใช้สถิติพารามิเตอร์ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน แต่ถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละเดือนไม่มีการแจกแจงปกติ หรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ คือการวิเคราะห์ทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคาล-วอลลิส ในการทดสอบค่ามัธยฐานของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน ถ้าค่าเฉลี่ย หรือค่ามัธยฐานแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แล้วอนุกรมเวลาเป็นส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล (Riansut, 2018 a, p. 460)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษา 5 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

สำหรับการพยากรณ์ระยะสั้น วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธีอื่น ๆ (Taesombut, 2006, p. 245) เนื่องจากมีการกำหนดตัวแบบโดยตรวจสอบคุณสมบัติฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Time Series) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ โดยกรณีที่อนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อนที่จะกำหนดตัวแบบ เช่นการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (Difference or Seasonal Difference) การแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมสามัญหรือลอการิทึมธรรมชาติ (Logarithm or Natural Logarithm) การแปลงข้อมูลด้วยเลขยกกำลัง เช่น ยกกำลัง 0.5 (Square Root Transformation) หรือยกกำลัง 2 (Square Transformation) เป็นต้น ตัวแบบทั่วไปของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s แสดงดังสมการที่ (1) Riansut (2019 as cited in Box et al, 1994, p. 82) และขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์แสดงรายละเอียดดังนี้ Riansut (2019 as cited in Bowerman & O'Connell, 1993, p. 82)

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

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

ε_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

$\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^s)$ แทนค่าคงที่ โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี

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

$\Phi_p(B^s) = 1 - \phi_1 B^s - \phi_2 B^{2s} - \dots - \phi_p B^{ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order p : SAR(P))

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

$\Theta_q(B^s) = 1 - \theta_1 B^s - \theta_2 B^{2s} - \dots - \theta_q B^{qs}$ แทนตัวแบบดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ Q (Seasonal Moving Average Operator of Order Q : SMA(Q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทน จำนวนฤดูกาล

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

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

การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Single exponential smoothing method)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์โดยการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักซึ่งน้ำหนักของข้อมูลในปัจจุบันจะมีค่ามากที่สุด และน้ำหนักจะลดหลั่นกันไปแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับค่าของข้อมูลที่ห่างไกลออกไป โดยมีค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (α) โดยให้ค่า $0 < \alpha < 1$ วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่ไม่มีส่วนประกอบของแนวโน้มและส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล มีสมการพยากรณ์หนึ่งช่วงเวลาล่วงหน้าที่เวลา t ดังสมการที่ (2) (Taesombut, 2006, p. 210)

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_t \quad (2)$$

เมื่อ Y_t แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา t , $\hat{Y}_{t+1}$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + 1$, $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ (Holt's exponential smoothing method)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล มีค่าคงที่การทำปรับเรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (α) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (γ) ตัวแบบเขียนได้ดังสมการที่ (3) และตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังสมการที่ (4) Keerativibool (2013 as cited in Manmin, p. 427)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) \quad (4)$$

เมื่อ Y_t แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา t , β_0 และ β_1 แทน พารามิเตอร์ของตัวแบบแสดงระยะตัดแกน และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ ε_t แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา $\hat{Y}_{t+m}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า a_t และ b_t แทน ค่าประมาณ ณ เวลา t ของ พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ตามลำดับ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$, α และ γ แทน ค่าคงที่การปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1$ และ $0 < \gamma < 1$, t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n โดยที่ n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ (Brown's exponential smoothing method)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มเป็นเส้นตรง แต่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล เช่นเดียวกับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ แต่มีการกำหนดให้ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันเท่ากัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์เป็นกรณีพิเศษของการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ ตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังสมการที่ (5) Riansut (2018b as cited in IBM Corporation, 2014, p. 205)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \left[(m-1) + \frac{1}{\alpha} \right] \quad (5)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$ โดยที่ m แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า a_t และ b_t แทน ค่าประมาณ ณ เวลา t ของพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ตามลำดับ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$, $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$, α แทน ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ โดยที่ $0 < \alpha < 1$, t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n , n แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม (Damped trend exponential smoothing method)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแดม มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรง แต่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล และมีอัตราการเพิ่มขึ้น (หรือลดลง) เปลี่ยนแปลงช้ากว่าการเพิ่มขึ้น (หรือลดลง) ของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงมีค่าคงที่การปรับเรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (α) ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (γ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันแบบแดม (Damped Trend) (ϕ) ตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ ดังสมการที่ (6) Riansut (2019 as cited in IBM Corporation, 2014, p. 205)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i \quad (6)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$ โดยที่ m แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า a_t และ b_t แทน ค่าประมาณ ณ เวลา t ของ พารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ตามลำดับ โดยที่ $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$, $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$, α, γ และ ϕ แทนค่าคงที่การปรับเรียบ โดยที่ $0 < \alpha < 1, 0 < \gamma < 1$ และ $0 < \phi < 1$, t แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n , n แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

การเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยการเปรียบเทียบเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุดจากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า RMSE และ MAPE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด ซึ่งเกณฑ์ RMSE และ MAPE คำนวณได้ดังสมการที่ (7) (Ket-iam, 2005, pp. 8-9)

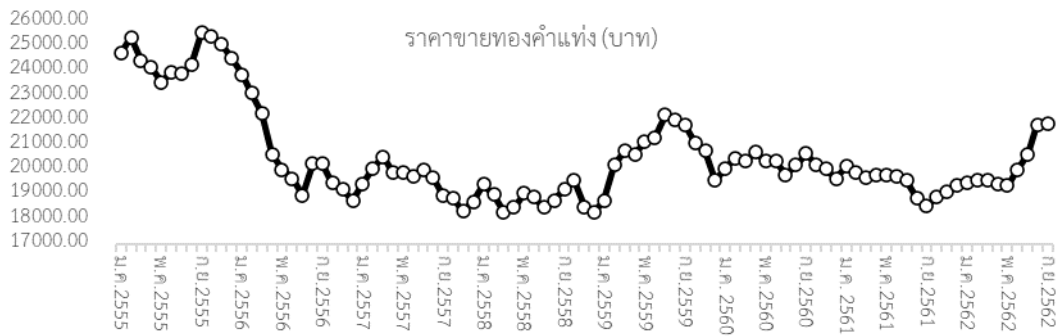
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad \text{และ} \quad MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \quad (7)$$

เมื่อ Y_t แทน ค่าของอนุกรมเวลา ณ เวลา t , $\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t , n แทน จำนวนข้อมูล

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาของราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จำนวน 93 ค่า นำมาสร้างแผนภาพการกระจาย ดังภาพที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 แต่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

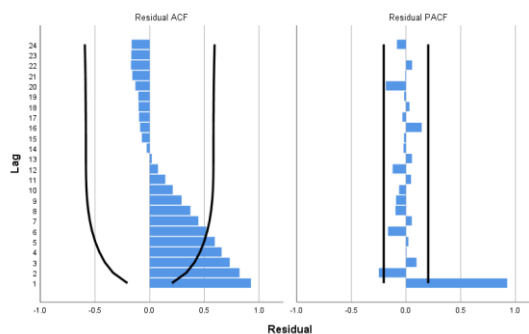


ภาพที่ 1 แผนภาพการกระจายของราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2562

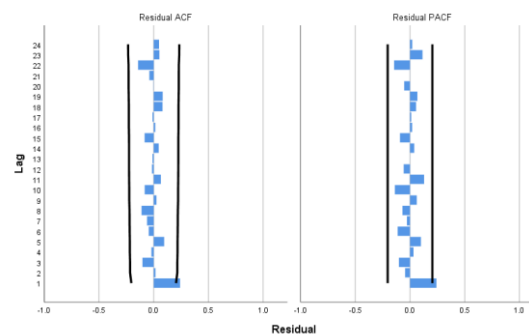
นอกจากการพิจารณาแผนภาพการกระจายของอนุกรมเวลาแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบของแนวโน้มและส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาลดังนี้ ราคาขายทองคำแท่งในแต่ละปีไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z=0.204$, $p\text{-value} = 0.00$) ทดสอบค่ามัธยฐานของอนุกรมเวลาในแต่ละปี โดยใช้ Kruskal-Wallis พบว่า ราคาขายทองคำแท่งในแต่ละปีมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 58.535$, $p\text{-value} < 0.0001$) หมายความว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้ม ราคาขายทองคำแท่งในแต่ละเดือนหลังจากกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหารแล้ว ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z=0.121$, $p\text{-value} = 0.002$) เมื่อตรวจสอบราคาขายทองคำแท่งในแต่ละเดือนมีค่ามัธยฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($\chi^2 = 8.973$, $p\text{-value} = 0.624$) หมายความว่าอนุกรมเวลาชุดนี้ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

ผลการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

เมื่อพิจารณารูป ACF และ PACF ดังภาพที่ 2 พบว่า อนุกรมเวลาไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้ม ดังนั้นจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างอันดับที่ 1 ($d = 1$) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้วแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา
ราคาขายทองคำแท่ง



ภาพที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา
ราคาขายทองคำแท่งเมื่อหาผลต่างอันดับที่ 1

จากภาพที่ 3 อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงสามารถกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA(0,1,0) พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ คือ ค่าคงตัว (δ) มีค่าเท่ากับ -31.26554 ที่มีค่า BIC ต่ำที่สุด ($BIC = 12.7253$) และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 12.45, $p\text{-value} = 0.82$) ค่า RMSE = 551.99 และค่า MAPE = 2.13 เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z = 0.0556$, $p\text{-value} = 0.2$) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: $Z=-2.097$, $p\text{-value} = 0.036$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = 0.00$, $p\text{-value} = 0.9999$) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.6134, $p\text{-value} = 0.8123$) ดังนั้น วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ซึ่งตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (8)

$$\hat{Y}_t = -31.2655434782609 + Y_{t-1} \quad (8)$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t และ Y_{t-1} แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา $t-1$

ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

จากการสร้างตัวแบบโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.72 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 12.59, p-value = 0.76) ค่า RMSE = 563.49 และ ค่า MAPE = 2.18 โดย $\alpha = 0.999993452030732$ เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z= 0.06, p-value= 0.20) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z= -2.19, p-value =0.03) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = -0.53, p-value = 0.60) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Static = 0.64, p-value = 0.79) ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยที่ราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 มีค่าประมาณ 21,854.00 บาท

ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์

จากการสร้างตัวแบบโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.7745 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 12.56, p-value = 0.70) ค่า RMSE = 565.97 และ ค่า MAPE = 2.16 โดยที่ $\alpha = 0.999987884491656$, $\gamma = 0.000932396930976521$ เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z=0.06, p-value= 0.20) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z= -2.19, p-value = 0.03) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t =0.09, p-value = 0.93) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic =0.64, p-value = 0.79) ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ซึ่งตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (9)

$$\hat{Y}_{t+m} = 21854.0068087774 + 591.401900895019(m) \quad (9)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ คือค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$ โดยที่ $m = 1$ (เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562)

ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์

จากการสร้างตัวแบบโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.8960 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 21.61, p-value = 0.20) ค่า RMSE = 616.24 และ ค่า MAPE =2.38 โดย $\alpha = 0.6503255772318$ เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov Z= 0.08, p-value= 0.09) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z= -1.56, p-value =0.12) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 0.23, p-value = 0.82) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.74, p-value = 0.70) ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ซึ่งตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (10)

$$\hat{Y}_{t+m} = 21661.7452045041 + 505.739546594704 \left[(m-1) + \frac{1}{0.6503255772318} \right] \quad (10)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ คือค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+m$ โดยที่ $m = 1$ (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562)

ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก

จากการสร้างตัวแบบโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.7744 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 10.62, p-value = 0.78) ค่า RMSE = 552.29 และค่า MAPE = 2.12 โดยที่ $\alpha = 0.999998688385653$, $\gamma = 0.999971599451182$, $\phi = 0.221328958030827$ เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมี

การแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z = 0.06$, $p\text{-value} = 0.20$) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: $Z = -0.73$, $p\text{-value} = 0.47$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t = -0.41$, $p\text{-value} = 0.68$) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.52 , $p\text{-value} = 0.88$) ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ซึ่งตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (11)

$$\hat{Y}_{t+m} = 21854.0003074765 + 29.9383514849203 \sum_{i=1}^m (0.221328958030827)^i \quad (11)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+m}$ คือค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + m$ โดยที่ $m = 1$ (เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562)

ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก ในสมการที่ (8) ถึง สมการที่ (11) สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คืออนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 3 เดือน นำมาคำนวณค่า RMSE และค่า MAPE แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ ราคาขายทองคำแท่ง (บาท) ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ค่า RMSE และค่า MAPE

ช่วงเวลา	ราคาขายทองคำแท่ง	วิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง				
		ARIMA (0,1,0)	Simple	Holt	Brown	Damped Trend
ต.ค. พ.ศ. 2562	21,505.56	21,822.73	21,854.00	22,445.41	22,439.42	21,860.63
พ.ย. พ.ศ. 2562	21,111.54	21,791.47	21,854.00	23,036.81	22,945.16	21,862.09
ธ.ค. พ.ศ. 2562	21,203.85	21,760.20	21,854.00	23,628.21	23,450.90	21,862.42
RMSE		539.2671	604.2495	1867.9326	1759.1182	611.8590
MAPE		2.4398	2.7344	8.3078	7.8751	2.7707

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ มีความแม่นยำของการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า MAPE ต่ำที่สุด นำวิธีการพยากรณ์นี้มาหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสม โดยแบ่งช่วงการพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วง คือช่วงเวลาล่วงหน้า 1 เดือน 3 เดือน และ 5 เดือน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2

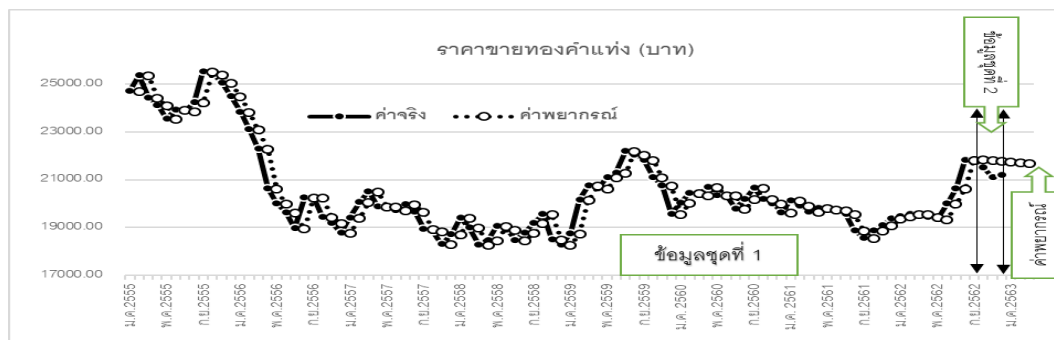
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสมโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

ช่วงเวลา	ราคาขายทองคำแท่ง	ช่วงพยากรณ์ล่วงหน้าในการพยากรณ์ ราคาขายทองคำแท่ง (บาท)		
		1 เดือน	3 เดือน	5 เดือน
ส.ค. พ.ศ. 2562	21,824.07	20,598.36	20,598.36	20,598.36
ก.ย. พ.ศ. 2562	21,854.00		21,792.80	21,792.8
ต.ค. พ.ศ. 2562	21,505.56		21,822.73	21,822.73
พ.ย. พ.ศ. 2562	21,111.54			21,791.47
ธ.ค. พ.ศ. 2562	21,203.85			21,760.20
MAPE		5.6163	2.4571	2.6431

จากตารางที่ 2 พบว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน เนื่องจากให้ค่า MAPE ที่ต่ำที่สุด การพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2563 แสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งผลการพยากรณ์ครั้งนี้พบว่า ราคาขายทองคำแท่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์ของราคาขายทองคำแท่ง (บาท) ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

ช่วงเวลา	มกราคม พ.ศ. 2563	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563	มีนาคม พ.ศ. 2563
ค่าพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง (บาท)	21728.94	21697.67	21666.41



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาขายทองคำแท่งค่าจริงกับค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่ง ผลการศึกษาพบว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ARIMA(0,1,0) มีความเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยมีตัวแบบพยากรณ์ คือ $\hat{Y}_t = -31.2655434782609 + Y_{t-1}$ เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t และ Y_{t-1} แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา $t-1$ และวิธีการพยากรณ์นี้เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน จากตารางที่ 3 ภาพที่ 5 พบว่าแนวโน้มของลดลง อย่างไรก็ตามราคาขายทองคำแท่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งขึ้นอยู่กับราคาทองคำแท่งของตลาดโลก สถานะเศรษฐกิจทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ หรือมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงควรพิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อราคาทองคำแท่งเหล่านี้ด้วย ดังนั้นควรปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมเมื่อเวลาเปลี่ยนไปให้เป็นปัจจุบันต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Gold price today. (2019). *Gold Price History* [Online]. Retrieved October 12, 2019, from: <https://ทองคำราคา.com/ราคาทองย้อนหลัง>. (in Thai)
- Gold Traders Association. (2019). *Gold History* [Online]. Retrieved July 1, 2016, from: <http://www.goldtraders.or.th/PageView.aspx?page=6>. (in Thai)
- Keerativibool, W. & Na-laed, D. (2013). Forecasting Model of Monthly Gold Ornament Selling Prices. *NU Science. Journal*, 9(2), 65-81. (in Thai)
- Keerativibool, W. (2013). Forecasting Model for the Retail Prices of Gasohol 95 in Bangkok and Peripheral Areas. *KMUTT Research & Development Journal*, 36(4), 423-438. (in Thai)
- Ket-iam, S. (2005). *Forecasting Technique*. (2nd ed.). Songkhla: Thaksin University. (in Thai)
- Riansut, W. (2016). Forecasting the Sale Prices of Gold Bar. *Journal of Science Ladkabang*, 25(2), 41-53. (in Thai)
- Riansut, W. (2018a). Comparison of Tangerine Prices Forecast Model by Exponential Smoothing Methods. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(5), 460 – 470. (in Thai)
- Riansut, W. (2018b) Comparison of the Cattle Prices Forecasting Models. *Thai Science and Technology Journal (TSTJ)*, 27(2), 201-212. (in Thai)
- Riansut, W. (2019). Forecasting Model for the Wholesale Cost of Cattleya Orchid at SI-MUM-MUANG market. *Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)*, 14(2), 76-92. (in Thai)
- Taesombut, S. (2006). *Quantitative Forecasting*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)