



การเปรียบเทียบการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทยโดยตัวแบบ ARIMA และ ARIMAX

A comparison of Consumer Price Index Forecasting using ARIMA and ARIMAX Model

กานต์ณัฐ ฌ บางช้าง* และ วันอากีฟ วันยะฟาร์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

Kannat Na Bangchang* and Wanarkif Wanyafar

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,
Pathumthani 12120

*Corresponding author: kannat@mathstat.sci.tu.ac.th

Received: 23 May 2024/ Revised: 3 September 2024/ Accepted: 10 September 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคจากตัวแบบ ARIMA และตัวแบบ ARIMAX โดยผลการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจกำหนดนโยบายการเงินและการคลัง การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาแบบรายเดือนตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565 โดยตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแบบ ARIMAX ได้แก่ ดัชนีแลกเปลี่ยนเงินบาทที่แท้จริง อัตราการว่างงานของคนในประเทศไทย ดัชนีค่าปลีกรของประเทศไทย ดัชนีค่าส่งของประเทศไทย และอัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย โดยผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์สามารถอธิบายได้โดยการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ คือ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) เพื่อหาตัวแบบที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และยังทำการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-Squared) เพื่ออธิบายประสิทธิภาพในการพยากรณ์อีกด้วย ผลจากการศึกษาพบว่าตัวแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ ตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) ที่มีดัชนีค่าส่งของประเทศไทยเป็นตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ ซึ่งให้ค่า MAD, MSE, MAPE (%) และ R-Squared (%) เท่ากับ 0.4216, 0.3435, 0.4166 % และ 84.1019 % ตามลำดับ

คำสำคัญ: การพยากรณ์ ดัชนีราคาผู้บริโภค ตัวแบบ ARIMA ตัวแบบ ARIMAX



Abstract

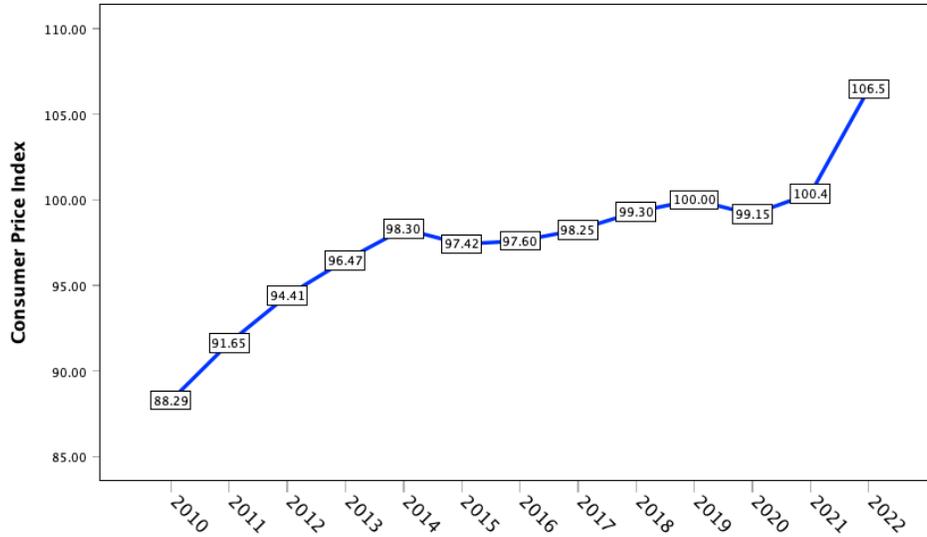
This research aims to study and consider the efficiency of forecasting the Consumer Price Index from the ARIMA model and the ARIMAX model. The Consumer Price Index forecast results can be used as information for deciding monetary and fiscal policy. This research study uses monthly time series data from 1 January 2010 to 31 December 2022. In addition, independent variables are included in the ARIMAX model analysis including Real Effective Exchange Rate, Unemployment Rate, Import Price Index, Export Price Index, and Policy Interest Rate. The criterion for comparison contained Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Square Error (MSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Moreover, R-squared was used for consideration. The results of the study found that the ARIMA model that was most appropriate was the ARIMAX(2,1,(1,11)) model with the Export Price Index as the independent variable in forecasting, which gave MAD, MSE, MAPE (%) and R-squared (%) values equal 0.4216, 0.3435, 0.4166 % and 84.1019 % respectively.

Keywords: Forecasting, Consumer Price Index, ARIMA model, ARIMAX model

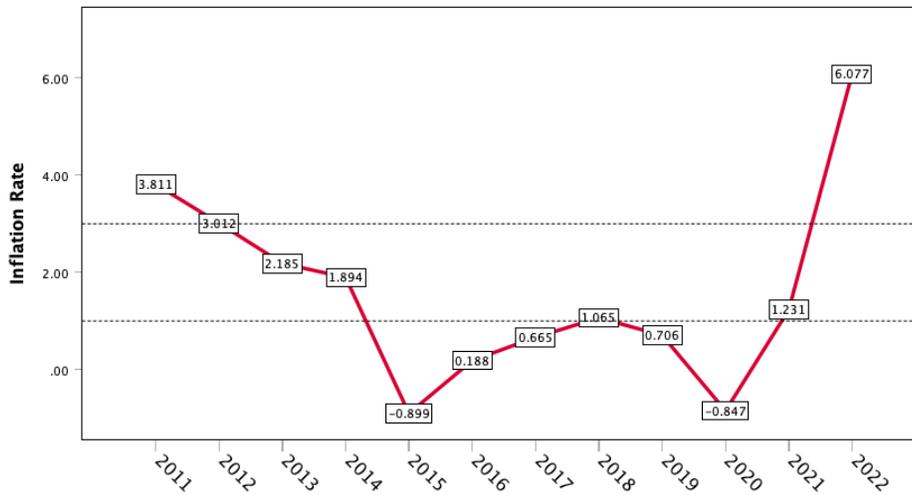
บทนำ

ดัชนีราคาผู้บริโภค (Consumer Price Index: CPI) เป็นดัชนีวัดระดับราคาสินค้าและบริการที่ผู้บริโภคมีการใช้จ่าย รวมถึงเป็นตัวชี้วัดอัตราเงินเฟ้อของประเทศ ซึ่งการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอัตราเงินเฟ้อสะท้อนให้เห็นถึงสภาพเศรษฐกิจ ณ ช่วงเวลานั้น โดยสภาพเศรษฐกิจที่มีอัตราเงินเฟ้อในระดับต่ำและคงที่ จะส่งผลดีในการช่วยลดความรุนแรงของภาวะถดถอยทางเศรษฐกิจ แต่ถ้าหากสภาพเศรษฐกิจมีอัตราเงินเฟ้อที่สูงเกินไปอาจส่งผลเสีย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวม เช่น ลดความอยู่ดีกินดีของประชาชน เพิ่มภาระหนี้ครัวเรือน และลดความสามารถในการแข่งขันของภาคธุรกิจ โดยธนาคารแห่งประเทศไทยได้กำหนดให้อัตราเงินเฟ้อทั่วไปในช่วงร้อยละ 1-3 เป็นเป้าหมายนโยบายการเงินด้านเสถียรภาพราคาสำหรับระยะปานกลาง [1] จากปี ค.ศ. 2010 ถึงปี ค.ศ. 2022 แสดงดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 ดัชนีราคาผู้บริโภคและอัตราเงินเฟ้อมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงตาม ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยในปี ค.ศ. 2022 จะเห็นได้ว่ามีอัตราเงินเฟ้อที่สูง ซึ่งอยู่นอกกรอบเป้าหมายของธนาคารแห่งประเทศไทยและอาจส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมได้ ความสามารถในการประเมินสภาพเศรษฐกิจ และการคาดการณ์อัตราเงินเฟ้อในอนาคต จึงมีความสำคัญในการรักษาเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ

การพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคจึงมีความสำคัญต่อภาครัฐและภาคเอกชน โดยภาครัฐสามารถใช้ข้อมูลการพยากรณ์เพื่อกำหนดนโยบายเศรษฐกิจ เช่น อัตราดอกเบี้ยนโยบาย มาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจ และมาตรการควบคุมราคาสินค้า ส่วนภาคเอกชนสามารถใช้ข้อมูลการพยากรณ์เพื่อวางแผนการลงทุน และกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด โดยการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคสามารถทำได้โดยใช้ตัวแบบทางสถิติต่างๆ เช่น ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous variables (ARIMAX) และตัวแบบ Vector Autoregression (VAR) โดยตัวแบบเหล่านี้จะพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อราคาสินค้าและบริการ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ เช่น อัตราดอกเบี้ย ผลผลิตมวลรวมในประเทศ (GDP) และปริมาณเงินในระบบเศรษฐกิจ ปัจจัยทางด้านนโยบาย เช่น มาตรการควบคุมราคาสินค้า และปัจจัยทางด้านสภาพอากาศ ซึ่งการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคมีความท้าทาย เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาสินค้าและบริการมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้การพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคในระยะยาวก็มีความยากลำบาก และบริการในระยะยาวมีความซับซ้อน ดังนั้นการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคจึงมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากช่วยให้ภาครัฐและภาคเอกชนสามารถเตรียมพร้อมรับมือกับผลกระทบจากอัตราเงินเฟ้อที่อาจเกิดขึ้นได้



ภาพที่ 1 ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 – 2022



ภาพที่ 2 อัตราเงินเฟ้อของประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 - 2022

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อดัชนีราคาผู้บริโภคพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อดัชนีราคาผู้บริโภค คือ อัตราแลกเปลี่ยนเงิน และปริมาณเงินในความหมายกว้าง มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับดัชนีราคาผู้บริโภค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 [2] นอกจากนี้ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบ SARIMA และตัวแบบการถดถอยที่มีความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแบบ ARMA พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือตัวแบบ ARMA(2,(6,20)) เมื่อวัดด้วยค่า MAPE ต่ำสุดเท่ากับ 1.7898 % [3] นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยที่ทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ตัวแบบ ARIMA ในการพยากรณ์เปรียบเทียบกับตัวแบบอื่น ได้แก่ พยากรณ์ภาวะเจริญพันธุ์ในประเทศไนจีเรียโดยใช้ตัวแบบ ARIMA และ ARIMAX [4] พยากรณ์อัตราการว่างงานในประเทศกานาโดยใช้ตัวแบบ VAR, ARIMA และ ARIMAX [5] และพยากรณ์จำนวนผู้ติดเชื้อโควิด 19 ในประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้ตัวแบบ ARIMA และ ARIMAX [6]



ผู้วิจัยจึงสนใจและต้องการที่จะเปรียบเทียบตัวแบบ ARIMA และตัวแบบ ARIMAX โดยใช้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทยเพื่อเป็นตัวช่วยในการกำหนดนโยบายเศรษฐกิจ และออกแบบกลยุทธ์ในการป้องกันความเสี่ยงจากอัตราเงินเฟ้อที่อาจส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจในประเทศ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์อนุกรมเวลา มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

การรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมมาจากเว็บไซต์ธนาคารแห่งประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรตาม คือ ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย และตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร ได้แก่ ดัชนีเงินบาทที่แท้จริง อัตราการว่างงานของคนในประเทศไทย ดัชนีค่าปลิกของประเทศไทย ดัชนีค่าส่งของประเทศไทย และอัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 รวมเป็นจำนวน 156 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 70 ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ (Training Data) เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมมากที่สุด และส่วนที่สองจะเป็นข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565 มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 30 ของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์จากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในแต่ละตัวแบบ (Testing Data) โดยแต่ละตัวแบบ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

การพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบ ARIMA มีขั้นตอนดังนี้

1) ทดสอบคุณสมบัตินิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลา (Stationary) โดยข้อมูลจะต้องมีความแปรปรวนคงที่ ซึ่งทดสอบด้วยวิธีการแปลงของบ็อกซ์-ค็อกซ์ (Box-Cox Transformation) หากการทดสอบพบว่าข้อมูลมีความแปรปรวนไม่คงที่ จะต้องทำการแปลงข้อมูล โดยการแปลงด้วยลอการิทึมฐานธรรมชาติ (natural logarithms) ให้กับข้อมูล และนอกจากนี้ข้อมูลจะต้องมีค่าเฉลี่ยที่คงที่ ซึ่งทดสอบด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) หากการทดสอบพบว่าข้อมูลมีค่าเฉลี่ยไม่คงที่ จะต้องทำการหาผลต่างอันดับที่ d แบบไม่มีฤดูกาล (nonseasonal difference) ให้กับข้อมูล

2) เมื่อปรับข้อมูลอนุกรมเวลาให้มีคุณสมบัตินิ่งแล้วจึงนำไปคำนวณค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation function, ACF) และค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย (partial autocorrelation function, PACF) เพื่อหาอันดับของ q และ p

3) กำหนดตัวแบบ ARIMA ที่เป็นไปได้จากอันดับ q , p และ d ซึ่งแทนด้วย ARIMA(p,d,q) โดยตัวแบบที่เป็นไปได้อาจมีมากกว่า 1 ตัวแบบ

4) นำตัวแบบที่เป็นไปได้แต่ละตัวแบบมาหาค่าประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และทดสอบพารามิเตอร์แต่ละตัวว่าอยู่ในสมการตัวแบบหรือไม่

5) คำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ของตัวแบบที่ผ่านการทดสอบพารามิเตอร์

6) ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ARIMA ที่ผ่านการทดสอบพารามิเตอร์ โดยการวิเคราะห์ส่วนเหลือ (Residual Analysis) ได้แก่ ตรวจสอบสหสัมพันธ์ในตัวเองของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ตรวจสอบการแจกแจงปกติของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ตรวจสอบค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม และตรวจสอบความแปรปรวนคงที่ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม



7) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ในแต่ละตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยค่าความคลาดเคลื่อน MAD, MSE, MAPE และ R-Squared

โดยแต่ละเกณฑ์สำหรับวัดค่าความคลาดเคลื่อนมีรายละเอียดดังนี้

$$MAD = \frac{\sum |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (1)$$

$$MSE = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \quad (2)$$

$$MAPE = \frac{\sum \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right) \times 100}{n} \quad (3)$$

$$R\text{-Squared} = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (4)$$

โดยที่ y_i คือ ค่าที่แท้จริงจากข้อมูล \hat{y}_i คือ ค่าพยากรณ์ที่ได้จากตัวแบบ \bar{y} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล และ n คือ ขนาดของข้อมูล การพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบ ARIMAX มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้ ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ Y_t แทน ดัชนีราคาผู้บริโภค ณ เดือนที่ t และตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร ได้แก่ $X_{1,t}$ แทน ดัชนีเงินบาทที่แท้จริง ณ เดือนที่ t , $X_{2,t}$ แทน อัตราการว่างงานของคนในประเทศไทย ณ เดือนที่ t , $X_{3,t}$ แทน ดัชนีค่าปลี๊กของประเทศไทย ณ เดือนที่ t , $X_{4,t}$ แทน ดัชนีค่าส่งของประเทศไทย ณ เดือนที่ t และ $X_{5,t}$ แทน อัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย ณ เดือนที่ t

2) คัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการด้วยวิธี Stepwise variable selection และประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

3) คำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น

4) นำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นมาทดสอบคุณสมบัตินิ่ง (Stationary) ด้วยวิธีการ Augmented Dickey-Fuller Test (ADF Test) หากการทดสอบพบว่าข้อมูลมีค่าเฉลี่ยไม่คงที่จะต้องทำการหาผลต่างอันดับที่ d แบบไม่มีฤดูกาล (nonseasonal difference) ให้กับค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น

5) นำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัตินิ่งมาคำนวณค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (autocorrelation function, ACF) และค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย (partial autocorrelation function, PACF) เพื่อหาอันดับของ q และ p

6) กำหนดตัวแบบ ARIMAX ที่เป็นไปได้ จากอันดับ q , p , d และตัวแปรอิสระที่ผ่านการคัดเลือกเข้าสมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นด้วยวิธี Stepwise variable selection มาวิเคราะห์ร่วมในตัวแบบ ซึ่งแทนด้วย ARIMAX(p,d,q) with X_t โดยตัวแบบที่เป็นไปได้อาจมีมากกว่า 1 ตัวแบบ

7) ประมาณค่าพารามิเตอร์ ในตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด และทดสอบพารามิเตอร์ ติดกันแต่ละตัวว่าอยู่ในสมการตัวแบบหรือไม่

8) คำนวณค่าพยากรณ์และค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ของตัวแบบที่ผ่านการทดสอบพารามิเตอร์



9) ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ARIMAX ที่ผ่านการทดสอบพารามิเตอร์ โดยการวิเคราะห์ส่วนเหลือ (Residual Analysis) ได้แก่ ตรวจสอบสหสัมพันธ์ในตัวเองของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ตรวจสอบการแจกแจงปกติของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ตรวจสอบค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม และตรวจสอบความแปรปรวนคงที่ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม

10) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ในแต่ละตัวแบบที่เป็นไปได้ด้วยค่าความคลาดเคลื่อน MAD, MSE, MAPE และ R-Squared จากข้อมูล Testing

วิธีการทางสถิติที่ใช้ในงานวิจัย

1. ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins เป็นระเบียบวิธีทางสถิติสำหรับหาตัวแบบพยากรณ์ เทคนิคนี้อาศัยความสัมพันธ์จากข้อมูลในอดีตเพื่อหาตัวแบบแสดงพฤติกรรมของข้อมูลและใช้เป็นแนวทางในการพยากรณ์พฤติกรรมในอนาคต เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น ตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบ Box-Jenkins เรียกว่าตัวแบบ ARIMA ซึ่งย่อมาจากคำว่า Autoregressive Integrated Moving Average ตัวแบบ ARIMA มีข้อสมมติว่าค่าปัจจุบันของค่าสังเกตเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าสังเกตและค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มในอดีต [7]

โดยมีสมการตัวแบบดังนี้

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d Y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (5)$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าพยากรณ์ที่คาบเวลาที่ t

B คือ การดำเนินการย้อนกลับ

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลาที่ t , $\varepsilon_t \sim Nid(0, \sigma^2)$

$\phi_{1,2,\dots,p}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของ autoregressive process อันดับที่ $1,2,\dots,p$

$\theta_{1,2,\dots,q}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของ moving average process อันดับที่ $1,2,\dots,q$

p คือ อันดับที่ p ของกระบวนการ autoregressive

d คือ อันดับที่ d ของการหาผลต่าง

q คือ อันดับที่ q ของกระบวนการ moving average

2. ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous variables (ARIMAX)

เทคนิควิธี ARIMAX เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X) โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น [8] ซึ่งสมการถดถอยเชิงเส้นที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการพยากรณ์ข้อมูลที่ต้องการ แต่เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาเป็นอนุกรมเวลา ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากตัวแบบการพยากรณ์มักมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ดังนั้นจึงได้มีการสร้างตัวแบบ ARIMAX ให้กับค่าความคลาดเคลื่อนในสมการถดถอยเชิงเส้นดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_{i,t} + \omega_t \quad (6)$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าพยากรณ์ที่คาบเวลาที่ t

$X_{i,t}$ คือ ตัวแปรอิสระตัวที่ i ณ เวลาที่ t ; $i = 1,2,\dots,k$

β_0 คือ พารามิเตอร์แสดงตัวคงที่ของการถดถอย

β_i คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์การถดถอย

ω_t คือ อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนจากสมการถดถอย โดยตัวแบบ ARIMA errors ของ ω_t คือ

$$\phi(B)\omega_t = \theta(B)\varepsilon_t$$



$$\text{จะได้} \quad \omega_t = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} \varepsilon_t \quad (7)$$

นำสมการที่ (7) แทนในสมการที่ (6) จะได้ตัวแบบ ARIMAX คือ

$$Y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_{i,t} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} \varepsilon_t \quad (8)$$

$$\text{โดยที่} \quad \phi(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

$$\varepsilon_t \quad \text{คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลาที่ } t, \varepsilon_t \sim \text{Nid}(0, \sigma^2)$$

ผลการวิจัย

การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ใช้โปรแกรม SPSS Version 29.0 และ โปรแกรม Minitab ในการประมวลผล ซึ่งได้ผลการวิจัย ดังนี้

1. ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

การพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคด้วยตัวแบบ ARIMA มีขั้นตอนดังนี้

1.1 กำหนดตัวแบบ ARIMA ที่เป็นไปได้ จากค่า p, q และ d พบว่าข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย (Y_t) มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ACF) ณ lag ที่ 1 และ 2 และมีสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย (PACF) ณ lag ที่ 1, 2 และ 10 จึงกำหนดตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด คือ ตัวแบบ ARIMA(1,2,1) มีสมการคือ

$$(1 - \theta_1 B)\varepsilon_t = (1 - \phi_1 B)(1 - B)^2 Y_t \quad (9)$$

$$= (1 - \phi_1 B)(1 - B)(1 - B)Y_t$$

$$= (1 - \phi_1 B)(1 - B - B + B^2)Y_t$$

$$= (1 - \phi_1 B)(1 - 2B + B^2)Y_t$$

$$= (1 - 2B + B^2 - \phi_1 B + 2\phi_1 B^2 - \phi_1 B^3)Y_t$$

$$\therefore Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-1} + 2\phi_1 Y_{t-2} - \phi_1 Y_{t-3} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ว่า} \quad Y_t = 2Y_{t-1} - Y_{t-2} + \phi_1 Y_{t-1} - 2\phi_1 Y_{t-2} + \phi_1 Y_{t-3} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad (10)$$

จากสมการข้างต้นเป็นสมการที่ใช้ในกรณีที่เราพบข้อมูลจริง ณ คาบเวลาต่างๆ ดังนั้นถ้านำไปใช้ในการพยากรณ์จะได้ว่า

$$\hat{Y}_t = 2\hat{Y}_{t-1} - \hat{Y}_{t-2} + \phi_1 \hat{Y}_{t-1} - 2\phi_1 \hat{Y}_{t-2} + \phi_1 \hat{Y}_{t-3} - \theta_1 e_{t-1} \quad (11)$$

โดยที่ \hat{Y}_{t-k} คือ ค่าพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคด้วยตัวแบบ ARIMA ณ เดือนที่ $t-k$

e_{t-k} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบ ARIMA ณ เดือนที่ $t-k$

1.2 ประเมินค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ ARIMA(1,2,1) โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยมีค่าประมาณของพารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบ ARIMA(1,2,1)

ค่าประมาณพารามิเตอร์	ค่าความคลาดเคลื่อน	t	p-value	
มาตรฐาน				
Non-Seasonal lags AR 1	0.344	0.105	3.269	0.001
MA1	0.951	0.039	24.230	0.000

จากตารางที่ 1 จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ดังนี้

$$\hat{\phi}_1 = 0.344 \quad (t = 3.269, p\text{-value} = 0.001)$$

$$\hat{\theta}_1 = 0.951 \quad (t = 24.230, p\text{-value} = 0.000)$$

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกตัวในตัวแบบ ARIMA(1,2,1) มี p-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่าพารามิเตอร์ทุกตัวในตัวแบบ ARIMA(1,2,1) มีค่าแตกต่างจากศูนย์ กล่าวคือ มีพารามิเตอร์แต่ละตัวอยู่ในสมการตัวแบบ โดยตัวแบบ ARIMA(1,2,1) มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 2\hat{Y}_{t-1} - \hat{Y}_{t-2} + 0.344\hat{Y}_{t-1} - 0.688\hat{Y}_{t-2} + 0.344\hat{Y}_{t-3} - 0.95e_{t-1} \quad (12)$$

โดยที่ \hat{Y}_{t-k} คือ ค่าพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคด้วยตัวแบบ ARIMA ณ เดือนที่ $t-k$

$$e_{t-k} = Y_{t-k} - \hat{Y}_{t-k}$$

1.3 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,2,1)

วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการพยากรณ์จากค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,2,1) ผ่านชุดข้อมูล Testing Data โดยมีผลค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ดังแสดงในตารางที่ 2

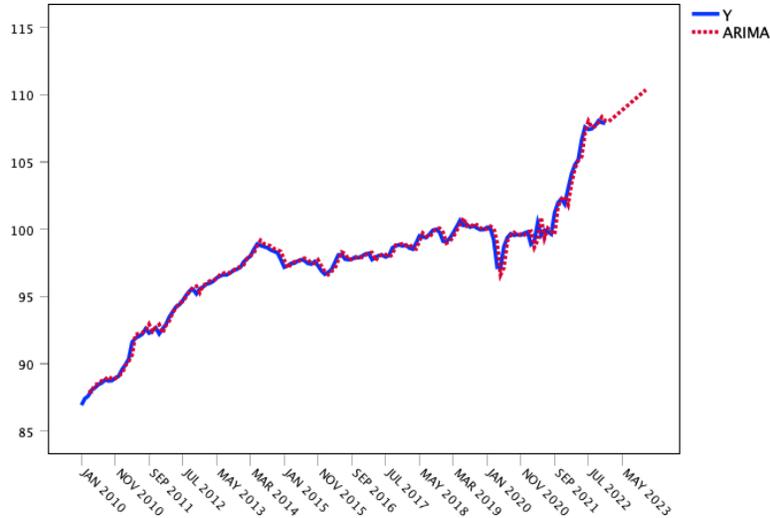
ตารางที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบ ARIMA(1,2,1) ในข้อมูลชุดทดสอบ

ค่าความคลาดเคลื่อน	ARIMA(1,2,1)
MAD	0.4568
MSE	0.4436
MAPE (%)	0.4523 %
R-Squared (%)	79.9053 %

จากตารางที่ 2 พบว่า ตัวแบบ ARIMA(1,2,1) มีความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ข้อมูลเมื่อวัดด้วยค่า MAD, MSE, MAPE (%) และ R-Squared (%) ผ่านชุดข้อมูล Testing Data เท่ากับ 0.4568, 0.4436, 0.4523 % และ 79.9053 % ตามลำดับ

1.4 การเขียนกราฟเปรียบเทียบค่าที่แท้จริง (Y_t) กับค่าพยากรณ์ (\hat{Y}_t) ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,2,1)

จากภาพที่ 3 พบว่า ค่าที่แท้จริง (Y_t) กับค่าพยากรณ์ (\hat{Y}_t) ของข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย รายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2010 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2023 ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,2,1) มีความใกล้เคียงกันและมีบางช่วงเวลาที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบค่าจริง และค่าพยากรณ์ ของดัชนีราคาผู้บริโภคในช่วงปี ค.ศ. 2010 – 2023 โดยใช้ตัวแบบ ARIMA(1,2,1)

2. ตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous variables (ARIMAX)

การพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคด้วยตัวแบบ ARIMAX มีขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

(1) ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

Y_t แทน ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t

(2) ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ประกอบด้วย

$X_{1,t}$ แทน ดัชนีค่าเงินบาทที่แท้จริง ณ เดือนที่ t

$X_{2,t}$ แทน อัตราการว่างงานของคนในประเทศไทย ณ เดือนที่ t

$X_{3,t}$ แทน ดัชนีค่าปาล์มของประเทศไทย ณ เดือนที่ t

$X_{4,t}$ แทน ดัชนีค่าส่งของประเทศไทย ณ เดือนที่ t

$X_{5,t}$ แทน อัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย ณ เดือนที่ t

2.2 กำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ โดยการเขียนแผนภาพการกระจายเพื่อดูแนวโน้มความสัมพันธ์ โดยการกระจายของตัวแปรตาม กับแต่ละตัวแปรอิสระแสดงดังในภาพที่ 4-8

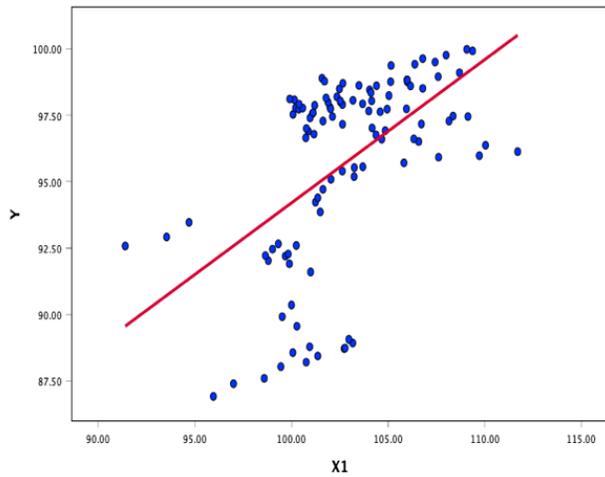
จากภาพที่ 4 ถึง 8 สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีราคาผู้บริโภค และดัชนีราคาผู้บริโภคได้ดังนี้

1) $R_{Y_t, X_{1,t}}^2 = 28.72\%$ หมายถึง ดัชนีค่าเงินบาทที่แท้จริง ณ เดือนที่ t ($X_{1,t}$) และดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีระดับความสัมพันธ์ที่ร้อยละ 28.72 และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน หมายความว่า หากดัชนีเงินบาทที่แท้จริง ณ เดือนที่ t ($X_{1,t}$) มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

2) $R_{Y_t, X_{2,t}}^2 = 3.96\%$ หมายถึง อัตราการว่างงานของคนในประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{2,t}$) และดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีระดับความสัมพันธ์ที่ร้อยละ 3.96 และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน หมายความว่า หากอัตราการว่างงานของคนในประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{2,t}$) มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

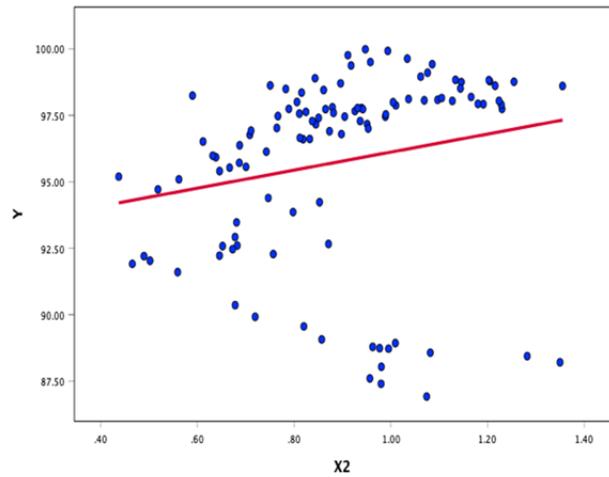


$$R^2_{Y_t, X_{1,t}} = 28.72 \%$$



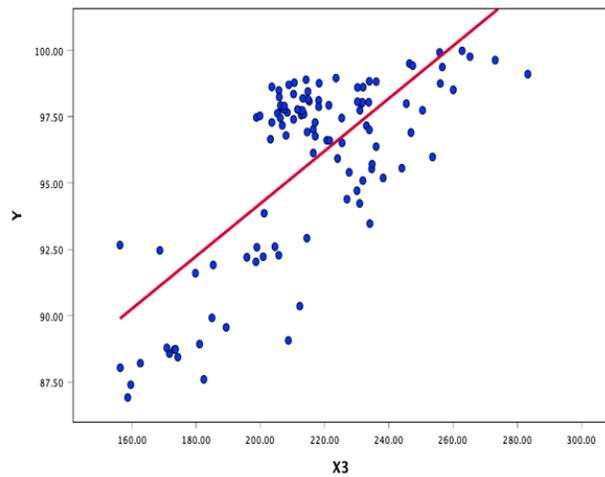
ภาพที่ 4 แผนภาพการกระจายของ Y_t กับ $X_{1,t}$

$$R^2_{Y_t, X_{2,t}} = 3.96 \%$$



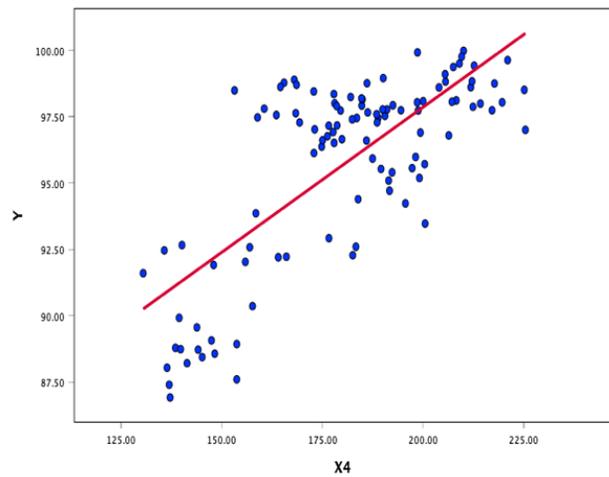
ภาพที่ 5 แผนภาพการกระจายของ Y_t กับ $X_{2,t}$

$$R^2_{Y_t, X_{3,t}} = 52.71 \%$$



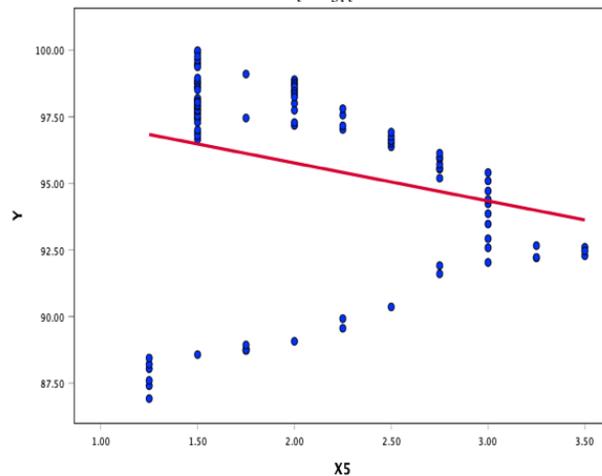
ภาพที่ 6 แผนภาพการกระจายของ Y_t กับ $X_{3,t}$

$$R^2_{Y_t, X_{4,t}} = 54.91 \%$$



ภาพที่ 7 แผนภาพการกระจายของ Y_t กับ $X_{4,t}$

$$R^2_{Y_t, X_{5,t}} = 6.71 \%$$



ภาพที่ 8 แผนภาพการกระจายของ Y_t กับ $X_{5,t}$



3) $R_{Y_t, X_{3,t}}^2 = 52.71\%$ หมายถึง ดัชนีค่าปลีกของประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{3,t}$) และดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีระดับความสัมพันธ์ที่ร้อยละ 51.71 และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน หมายความว่า หากดัชนีค่าปลีกของประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{3,t}$) มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

4) $R_{Y_t, X_{4,t}}^2 = 54.91\%$ หมายถึง ดัชนีค่าส่งของประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{4,t}$) และดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีระดับความสัมพันธ์ที่ร้อยละ 54.91 และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน หมายความว่า หากดัชนีค่าส่งของประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{4,t}$) มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

5) $R_{Y_t, X_{5,t}}^2 = 6.71\%$ หมายถึง อัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{5,t}$) และดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีระดับความสัมพันธ์ที่ร้อยละ 6.71 และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม หมายความว่า หากอัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{5,t}$) มีค่าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t (Y_t) มีค่าลดลง

2.3 คัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการด้วยวิธี Stepwise variable selection และประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยมีผลการคัดเลือกตัวแปรเข้าสู่ตัวแบบโดยแต่ละวิธี พร้อมทั้งค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการคัดเลือกตัวแปรเข้าสู่ตัวแบบโดยใช้วิธีการ Stepwise variable selection และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้

Model	Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p-value	Collinearity Tolerance	Statistics VIF
1 (Constant)	75.975	1.753		43.342	<0.001		
X4	0.109	0.010	0.741	11.374	<0.001	1.000	1.000
2 (Constant)	48.984	6.283		7.797	<0.001		
X4	0.093	0.010	0.628	9.610	<0.001	0.846	1.181
X1	0.292	0.066	0.290	4.446	<0.001	0.846	1.181

จากตารางที่ 3 จะได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ดังนี้

$$\hat{\beta}_0 = 48.984 \quad (t = 7.797, p\text{-value} = < 0.001)$$

$$\hat{\beta}_1 = 0.093 \quad (t = 9.610, p\text{-value} = < 0.001)$$

$$\hat{\beta}_2 = 0.292 \quad (t = 4.446, p\text{-value} = < 0.001)$$

จากตารางที่ 3 เมื่อนำดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทยมาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระ และคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการด้วยวิธี Stepwise variable selection ทดสอบพารามิเตอร์ในตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น พบว่ามีเพียง 2 ตัวแปรที่ผ่านการคัดเลือกเข้าสมการการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ได้แก่ ดัชนีเงินบาทที่แท้จริง ณ เดือนที่ t ($X_{1,t}$) โดยมีค่า t เท่ากับ 4.446 และ p -value เท่ากับ < 0.001 และดัชนีค่าส่งของประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{4,t}$) โดยมีค่า t เท่ากับ 9.610 และ p -value เท่ากับ < 0.001 จะเห็นว่าพารามิเตอร์ทุกตัวมีค่า p -value น้อยกว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่าพารามิเตอร์ทุกตัวมีค่าแตกต่างจากศูนย์



จึงนำตัวแปรดังต่อไปนี้ คือ ดัชนีเงินบาทที่แท้จริง ณ เดือนที่ t ($X_{1,t}$) และดัชนีค่าส่งของประเทศไทย ณ เดือนที่ t ($X_{4,t}$) มาใช้เป็นตัวแปรอิสระ จากผลลัพธ์ที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรด้วยวิธี Stepwise variable selection ถึงแม้ว่าจะมีการคัดเลือกตัวแปรอิสระ $X_{1,t}$ เข้ามาร่วมด้วยในแบบที่ 2 เนื่องจากมีการคัดเลือกตัวแปรอิสระ $X_{4,t}$ เข้ามาในลำดับแรกแล้ว การคัดเลือกตัวแปร $X_{1,t}$ ในลำดับถัดไป จึงพิจารณาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน กรณีที่มีตัวแปรอิสระ $X_{4,t}$ อยู่ในแบบแล้ว จึงคัดเลือกตัวแปรอิสระ $X_{1,t}$ เข้ามาร่วมด้วยเป็นลำดับต่อมา ทำให้ได้ตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1,t} + \beta_2 X_{4,t} + \omega_t \tag{13}$$

และมีสมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1,t} + \hat{\beta}_2 X_{4,t} + \hat{\omega}_t \tag{14}$$

$$\hat{Y}_t = 48.984 + 0.093 X_{1,t} + 0.292 X_{4,t} \tag{15}$$

2.4 วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทยด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น โดยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ตลอดจนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณพารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของแต่ละตัวแบบ

Model	R	R-Squared	Adjusted R-Squared	Standard Error of the Estimate
1 ($X_{4,t}$)	0.741	0.549623	0.545	2.36658
2 ($X_{4,t}$ และ $X_{1,t}$)	0.788	0.620963	0.614	2.18138

จากตารางที่ 4 สมการพยากรณ์ด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.620963 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรอิสระที่ผ่านการคัดเลือกเข้ามาในสมการการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ได้แก่ ดัชนีเงินบาทที่แท้จริง ($X_{1,t}$) และดัชนีค่าส่งของประเทศไทย ($X_{4,t}$) มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคได้ถูกต้องร้อยละ 62.0963 โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 2.18138

2.5 คำนวณค่าพยากรณ์ (\hat{Y}_t) และความคลาดเคลื่อนจากค่าพยากรณ์ด้วยตัวแบบการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น แทนด้วย

$$\hat{\omega}_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

โดยที่ $\hat{\omega}_t$ คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เดือนที่ t

Y_t คือ ค่าดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t

\hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย ณ เดือนที่ t

2.6 กำหนดตัวแบบ ARIMAX ที่เป็นไปได้ จากค่า p, q, d และตัวแปรอิสระที่ผ่านการคัดเลือกเข้ามาในสมการการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นด้วยวิธี Stepwise variable selection ได้แก่ ดัชนีเงินบาทที่แท้จริง ($X_{1,t}$) และดัชนีค่าส่งของประเทศไทย ($X_{4,t}$) พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าพยากรณ์ด้วยตัวแบบพหุคูณ (ω_t) มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ณ lag ที่ 1, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 24 และ 25 และมีสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย ณ lag ที่ 1, 2, 9 และ 11 จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่ามี lag ที่ 1 และ 11 มีปรากฏทั้งในสหสัมพันธ์ในตัวเองและสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย จึงกำหนดตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดให้ความคลาดเคลื่อน (ω_t) คือ ตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) มีสมการ คือ



$$\begin{aligned}\theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_{11} B^{11}) \varepsilon_t &= (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2) \omega_t \\ &= (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - B + \phi_1 B^2 + \phi_2 B^3) \omega_t\end{aligned}\quad (16)$$

จะได้

$$\begin{aligned}\theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_{11} \varepsilon_{t-11} &= \omega_t - \phi_1 \omega_{t-1} - \phi_2 \omega_{t-2} - \omega_{t-1} + \phi_1 \omega_{t-2} + \phi_2 \omega_{t-3} \\ \therefore \omega_t &= \theta_0 + \omega_{t-1} + \phi_1 \omega_{t-1} - \phi_1 \omega_{t-2} + \phi_2 \omega_{t-2} - \phi_2 \omega_{t-3} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_{11} \varepsilon_{t-11} + \varepsilon_t\end{aligned}\quad (17)$$

จาก

$$Y_t = \beta_2 X_{4,t} + \omega_t \quad (18)$$

นำสมการที่ (17) แทนในสมการที่ (18) จะได้ตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4

$$Y_t = \theta_0 + \beta_2 X_{4,t} + \omega_{t-1} + \phi_1 \omega_{t-1} - \phi_1 \omega_{t-2} + \phi_2 \omega_{t-2} - \phi_2 \omega_{t-3} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_{11} \varepsilon_{t-11} + \varepsilon_t \quad (19)$$

โดยที่ ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เดือนที่ t ในตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4

ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4 มีสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = \hat{\theta}_0 + \hat{\beta}_2 X_{4,t} + \omega_{t-1} + \hat{\phi}_1 \omega_{t-1} - \hat{\phi}_1 \omega_{t-2} + \hat{\phi}_2 \omega_{t-2} - \hat{\phi}_2 \omega_{t-3} - \hat{\theta}_1 e_{t-1} - \hat{\theta}_{11} e_{t-11} \quad (20)$$

โดยที่ $\hat{\omega}_{t-k}$ คือ ความคลาดเคลื่อนจากค่าพยากรณ์ด้วยตัวแบบถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ณ เดือนที่ $t-k$

e_{t-k} คือ ความคลาดเคลื่อนจากค่าพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMAX ณ เดือนที่ $t-k$

2.7 ประเมินค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4 โดยใช้วิธีกำลังน้อยที่สุด โดยมีค่าประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าประมาณพารามิเตอร์ในตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดยมี X_4 อยู่ในตัวแบบ

Model	Estimates	Standard Error	T	p-value
Non-Seasonal AR1	1.189	0.160	7.429	0.000
AR2	-0.325	0.104	-3.133	0.002
MA1	0.810	0.131	6.194	0.000
MA11	-0.152	0.066	-2.306	0.023
Regression Coef.X4	-0.002	0.001	-2.016	0.046
Constant	0.114	0.057	2.002	0.048

จากตารางที่ 5 ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{\theta}_0 &= 0.114 \quad (t = 2.002, \text{ p-value} = 0.048) \\ \hat{\beta}_2 &= -0.002 \quad (t = -2.016, \text{ p-value} = 0.046) \\ \hat{\phi}_1 &= 1.189 \quad (t = 7.429, \text{ p-value} = 0.000) \\ \hat{\phi}_2 &= -0.325 \quad (t = -3.133, \text{ p-value} = 0.002) \\ \hat{\theta}_1 &= 0.810 \quad (t = 6.194, \text{ p-value} = 0.000) \\ \hat{\theta}_{11} &= -0.152 \quad (t = -2.306, \text{ p-value} = 0.023)\end{aligned}$$



จากตารางที่ 5 พบว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ทุกตัวในตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4 มี p-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปได้ว่าพารามิเตอร์ทุกตัวในตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4 มีค่าแตกต่างจากศูนย์ กล่าวคือมีพารามิเตอร์แต่ละตัวอยู่ในสมการตัวแบบ โดยตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) X_4 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.114 - 0.002X_{4,t} + \omega_{t-1} + 1.189\omega_{t-1} - 1.189\omega_{t-2} - 0.325\omega_{t-2} + 0.325\omega_{t-3} - 0.810e_{t-1} + 0.152e_{t-1} \tag{21}$$

โดยที่ $\hat{\omega}_{t-k} = Y_{t-k} - \hat{Y}_{t-k}$
 $e_{t-k} = \omega_{t-k} - \hat{\omega}_{t-k}$

2.8 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดยใช้ตัวแปร X_4

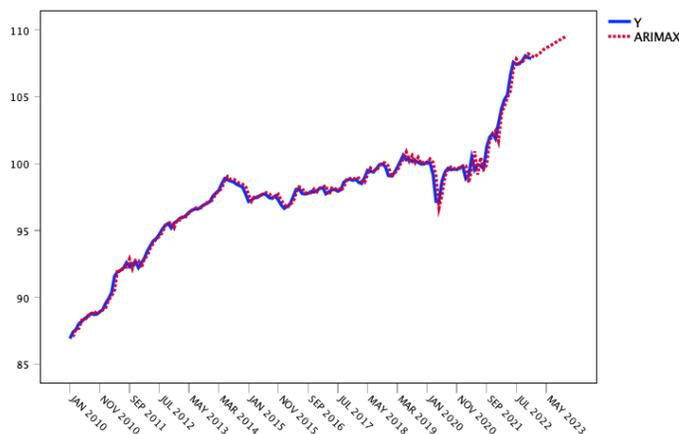
วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการพยากรณ์จากค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดยใช้ X_4 ผ่านชุดข้อมูลทดสอบ โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดยมี X_4 อยู่ในตัวแบบสำหรับข้อมูลชุดทดสอบ

ค่าความคลาดเคลื่อน	ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4
MAD	0.4216
MSE	0.3435
MAPE (%)	0.4166 %
R-Squared (%)	84.1019 %

จากตารางที่ 6 พบว่าตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4 มีความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ข้อมูลเมื่อวัดด้วยค่า MAD, MSE, MAPE (%) และ R-Squared (%) ผ่านชุดข้อมูล Testing Data เท่ากับ 0.4216, 0.3435, 0.4166 % และ 84.1019 % ตามลำดับ

2.9 การเขียนกราฟเปรียบเทียบค่าที่แท้จริง (Y_t) กับค่าพยากรณ์ (\hat{Y}_t) ด้วยตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดยใช้ตัวแปร X_4 โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบค่าจริง และค่าพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภค ในปี ค.ศ. 2010 – 2023 โดยใช้ตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) ที่มี X_4 อยู่ในตัวแบบ

จากภาพที่ 9 พบว่าค่าที่แท้จริง (Y_t) กับค่าพยากรณ์ (\hat{Y}_t) ของข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคของประเทศไทย รายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 ด้วยตัวแบบ ARIMAX(2,1,(1,11)) โดย X_4 มีความใกล้เคียงกันและมีบางช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่าตัวแบบ ARIMA และตัวแบบ ARIMAX มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในระยะสั้นถึงปานกลาง โดยงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองส่วน ประกอบด้วยข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training data) ซึ่งมีจำนวนร้อยละ 70 ของข้อมูลทั้งหมด และข้อมูลที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวแบบ (Testing data) ซึ่งมีจำนวนร้อยละ 30 ของข้อมูลทั้งหมด โดยผู้วิจัยอาจต้องทดลองเปลี่ยนวิธีการแบ่งข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ค่าของตัวแบบ เช่น แบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบเป็นร้อยละ 80 และข้อมูลที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบเป็นร้อยละ 20 ของข้อมูลทั้งหมด หรือแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบเป็นร้อยละ 90 และข้อมูลที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบเป็นร้อยละ 10 ของข้อมูลทั้งหมด รวมถึงทดลองปรับข้อมูล โดยการเพิ่มหรือลดจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องจากบางช่วงเวลาของข้อมูลมีความแปรปรวนสูง ซึ่งจะส่งผลต่อการวิเคราะห์ความเหมาะสมของตัวแบบ นอกจากนี้ผู้จัดทำได้ศึกษาตัวแปรอิสระ ได้แก่ ดัชนีค่าเงินบาทที่แท้จริง อัตราการว่างงานของคนในประเทศไทย ดัชนีค่าปลีกของประเทศไทย ดัชนีค่าส่งของประเทศไทย และ อัตราดอกเบี้ยนโยบายของประเทศไทย โดยตัวแปรอิสระเหล่านี้เป็นเพียงปัจจัยส่วนหนึ่งที่คาดว่ามามีอิทธิพลต่อดัชนีราคาผู้บริโภค ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการคาดการณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคในอนาคต ดังนั้นผู้วิจัยควรศึกษาปัจจัยที่คาดว่ามามีอิทธิพลต่อดัชนีราคาผู้บริโภคเพิ่มเติมในการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภค เช่น อัตราแลกเปลี่ยนเงิน หรือ ปริมาณเงินในความหมายกว้าง เป็นต้น เช่นเดียวกันกับตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภค ผู้วิจัยควรคำนึงถึงการวิเคราะห์ที่หลากหลาย เนื่องจากตัวแบบ ARIMA และตัวแบบ ARIMAX อาจไม่เพียงพอต่อการคาดการณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคในอนาคต ดังนั้นผู้วิจัยควรที่จะศึกษาให้ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นๆ เช่น ตัวแบบ Vector Autoregression (VAR) และตัวแบบ GARCH (General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) รวมถึงตัวแบบการถดถอยฟูเรียร์ (Fourier Regression) [9] เป็นต้น

จากการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคระหว่างตัวแบบ ARIMA และตัวแบบ ARIMAX โดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนผ่านชุดข้อมูล Testing data พบว่าตัวแบบ ARIMAX มีค่า MAD, MSE และ MAPE (%) ต่ำสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.42, 0.34 และ 0.42 % ตามลำดับ และมีค่า R-Squared (%) มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 84 % สรุปได้ว่าตัวแบบ ARIMAX มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภคได้แม่นยำมากกว่าตัวแบบ ARIMA โดยผลการศึกษายังต้องสะท้อนให้เห็นว่าตัวแบบ ARIMAX ซึ่งเป็นตัวแบบที่มีการนำปัจจัยอื่นๆ ที่คาดว่ามามีอิทธิพลต่อตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์มาคิดรวมด้วยจะทำให้มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ได้แม่นยำมากกว่าตัวแบบ ARIMA ซึ่งเป็นตัวแบบที่ใส่ข้อมูลในอดีตของตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์เพียงตัวแปรเดียว โดยผลการศึกษาที่ยืนยันถึงประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบ ARIMAX ที่สูงกว่าตัวแบบ ARIMA [10] ดังนั้นตัวแบบ ARIMAX จึงเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมในการพยากรณ์ดัชนีราคาผู้บริโภค เช่นเดียวกันกับผู้วิจัยใช้ตัวแบบ ARIMAX ในการพยากรณ์ยอดการส่งออกของประเทศไทย [11] และใช้ตัวแบบ ARIMAX ในการพยากรณ์ดัชนีชี้วัดระบบเศรษฐกิจของประเทศมาดากัสการ์ [12] จากผลสรุปของผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดนโยบายเศรษฐกิจ และออกแบบกลยุทธ์ในการป้องกันความเสี่ยงจากอัตราเงินเฟ้อที่อาจส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจในประเทศได้อีกด้วย



เอกสารอ้างอิง

1. ธนาคารแห่งประเทศไทย. ประกาศคณะกรรมการนโยบายการเงิน เป้าหมายของนโยบายการเงิน ประจำปี 2566. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 20 เม.ย. 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.bot.or.th/content/dam/bot/documents/th/our-roles/monetary-policy/monetary-policy-target/AnnounceMPC_Target2566.pdf
2. พัชรารัตน์ นิยมจิตตร. ปัจจัยที่มีผลต่อดัชนีราคาผู้บริโภคในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ, คณะเศรษฐศาสตร์. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. กรุงเทพฯ; 2561.
3. นิฉา แก้วหาหงษ์. การพยากรณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบ SARIMA และตัวแบบการถดถอยที่มีความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแบบ ARMA. J Sci Tech 2558;4(1):24-36.
4. Bolanle AD, Oluwadare A. ARIMA and ARIMAX stochastic models for fertility in Nigeria. J Math Comp 2017;7(5):1-20.
5. Adu WK, Appiahene P, Afrifa S. VAR, ARIMAX and ARIMA models for nowcasting unemployment rate in Ghana using Google trends. J Elect Inform Tech 2023;10(12):1-16.
6. Aji BS, Indwi I, Rohmawati AA. Forecasting Number of COVID-19 Cases in Indonesia with ARIMA and ARIMAX models. In: proceedings of the 9th International Conference on Information and Communication Technology, August 3-5, 2021; Yogyakarta, Indonesia; 2021. p.71-5.
7. พงษ์ศิริ ศิริพานิช. การพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยตัวแบบผสมระหว่าง ARIMA และเครือข่ายประสาทเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพฯ; 2550.
8. Andrews BH, Dean MD, Swain R, Cole C. Building ARIMA and ARIMAX Models for Predicting Long-Term Disability Benefit Application Rates in the Public/Private Sectors. 1st ed. Chicago: Society of Actuaries; 2013.
9. Yimnak K, Intaramo R. Fourier Regression and ARIMAX Model for Forecasting Monthong Durian Price Index. Curr Appl Sci Technol 2021;21(4):712-20.
10. Anggraeni W, Vinarti R, Kurniawati Y. Performance Comparisons Between ARIMA and ARIMAX method in Moslem Kids Clothes Demand Forecasting: Case Study. Procedia Comput Sci 2015;72:630-7.
11. Kongcharoen C, Kruangpradit T. Autoregressive Integrated Moving Average with Explanatory Variable (ARIMAX) Model for Thailand Export. In: proceedings of the 33rd International Symposium on Forecasting, June 23-26, 2013; Seoul, Korea; 2013. p.1-8.
12. Andrianady J, Randrimifidy F, Ranaivoson MH, Steffanie TM. Econometric Analysis and Forecasting of Madagascar's Economy: An ARIMAX Approach. [Internet]. 2023 [cited 2024 August 24]. Available from: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/118763/1/MPPRA_paper_118763.pdf