

- การเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐระหว่างแบบจำลอง ARIMA- GARCH และ ARIMA- EGARCH Comparing the preciseness in forecasting the Thai baht vs US Dollar between ARIMA - GARCH and ARIMA EGARCH Models ●●

สุพัตรา วิสาการ¹ และอรรถพล สืบพงศกร²

Supatra Wisakarn and Auttapol Suebpongsakorn

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมเพื่อนำไปพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐโดยใช้แบบจำลอง ARIMA - GARCH และ ARIMA - EGARCH ซึ่งใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายวันตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2549 จนถึง วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2557 รวมทั้งสิ้น 2,282 วัน

การศึกษาแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาเพื่อหาแบบจำลอง ARIMA - GARCH และ ARIMA - EGARCH ที่เหมาะสมมากที่สุดเพื่อใช้สำหรับพยากรณ์ ส่วนที่สองเป็นการนำผลการพยากรณ์ของแบบจำลอง ARIMA - GARCH และ ARIMA - EGARCH มาเปรียบเทียบความแม่นยำโดยใช้ค่า Root Mean Squared Error (RMSE) และ Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

ผลการทดสอบ Unit Root โดยใช้วิธี Augmented Dickey and Fuller test (ADF Test) พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะหนึ่งที่ระดับ First Difference นอกจากนี้ ผลการพยากรณ์พบว่า แบบจำลองที่มีค่า RMSE และ MAPE ที่ต่ำที่สุดคือ แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1) รองลงมาคือแบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with GARCH (1,1) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1) มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด

คำสำคัญ: อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาท แบบจำลองการช แบบจำลองอีการ์ช

¹ นักศึกษาปริญญาโท คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย จ.กรุงเทพฯ 10400 email: supatra.w@pttpm.com

² คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย จ.กรุงเทพฯ 10400

ABSTRACT

This study aims to select the suitable model for forecast the Thai baht vs US Dollar between ARIMA - GARCH and ARIMA- EGARCH Models. The study was based on secondary data using the daily values of Thai baht vs US dollar exchange rate from January 2, 2006 to 30 September 30, 2014 covering the total data of 2,282 observations.

The study was divided into two sections. The first section dealt with identifying the most appropriate ARIMA – GARCH and ARIMA – EGARCH models for forecasting purpose. The second section involved the predictive performance of the models by comparing the value of the root mean squared error (RMSE) and the mean absolute percentage error (MAPE) of the selected models.

According to unit roots test by Augmented Dickey – Fuller test method, the statistical test of the time series were stationary at 1st difference. The forecasting results of Thai exchange rate revealed that the ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1) has the lowest value of RMSE and MAPE followed by ARIMA (2,1,2) with GARCH (1,1). Thus, we can conclude that the ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1) is the most accurate model for forecasting Thai baht vs US dollar exchange rate.

Keywords : Exchange rate Thai Baht, ARIMA- GARCH Model, ARIMA – EGARCH Model

บทนำ ●●

การเปิดเสรีทางการเงินส่งผลให้ระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยมีอิสระมากขึ้น ทั้งทางด้านการค้าระหว่างประเทศ การเงิน และการลงทุน โดยมีการเชื่อมโยงกับประเทศต่างๆ ทั่วโลก ทั้งนี้ในระบบการเงินระหว่างประเทศ อัตราแลกเปลี่ยนถือเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญ ไม่เพียงแต่การติดต่อซื้อขายแลกเปลี่ยนสินค้าและการชำระเงินระหว่างประเทศ แต่ยังทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมโยงราคาสินค้าของประเทศต่างๆ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเปรียบเทียบราคาสินค้าในแต่ละประเทศได้

ตั้งแต่ปี 2540 เป็นต้นมาประเทศไทยได้เปลี่ยนมาใช้ ระบบอัตราแลกเปลี่ยนลอยตัวแบบมีการจัดการ (Managed - Float System) ซึ่งค่าเงินบาทเมื่อเทียบกับเงินตราสกุลต่างๆ ถูกกำหนดโดยกลไกตลาดตามอุปสงค์และอุปทานของตลาดเงินตราต่างประเทศ และสามารถเปลี่ยนแปลงขึ้นลงได้ตามปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม ธนาคารแห่งประเทศไทยจะเข้าแทรกแซงตามความจำเป็น เพื่อไม่ให้อัตราแลกเปลี่ยนมีความผันผวนมากเกินไปและเพื่อให้การเปลี่ยนแปลงของอัตราแลกเปลี่ยนสอดคล้องกับนโยบายเศรษฐกิจมหภาค

การปรับเปลี่ยนมาสู่ระบบดังกล่าว ส่งผลให้การทำงานของเครื่องมือการเงินของทางการไทยมีความยืดหยุ่นและคล่องตัวมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอัตราแลกเปลี่ยนคงที่ แต่ค่าเงินบาทยังคงมีความผันผวน และยังมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบค้าระหว่างประเทศ ส่งผลให้หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงต่อค่าเงินบาท ซึ่งได้แก่ธนาคารแห่งประเทศไทยต้องติดตาม และควบคุมความเคลื่อนไหวของค่าเงินบาทอย่างใกล้ชิดเพื่อไม่ให้อัตราแลกเปลี่ยนมีความผันผวนมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อการนำเข้า และส่งออกของประเทศ

ในช่วงที่ค่าเงินบาทเคลื่อนไหวผิดปกติ ธนาคารแห่งประเทศไทยจะเข้าแทรกแซงตลาดการเงินผ่านทางเครื่องมือต่างๆ อาทิ การซื้อหรือขายเงินตราต่างประเทศ การเปลี่ยนแปลงดอกเบี้ยนโยบาย การเปลี่ยนแปลงอัตราเงินสำรองตามกฎหมาย การเปลี่ยนแปลงอัตราซื้อลด ฯลฯ เพื่อให้อัตราแลกเปลี่ยนมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับนโยบายที่คณะกรรมการนโยบายการเงินกำหนด อย่างไรก็ตามการเคลื่อนไหวของค่าเงินบาทยังมีความผันผวนที่เกิดขึ้นจากปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น การเคลื่อนย้ายเงินทุนระหว่างประเทศ สถานการณ์ทางด้านดุลการค้าของไทย และประเทศคู่ค้า รวมไปถึง การดำเนินนโยบายการเงินของธนาคารกลางของประเทศยักษ์ใหญ่ อย่างสหรัฐอเมริกา หรือยุโรป ฯลฯ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวทางการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ ด้วยแบบจำลองที่มีความแม่นยำสูง อาทิ แบบจำลอง ARIMA - GARCH, ARIMA - EGARCH ฯลฯ ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อภาครัฐกิจ หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการนำผลพยากรณ์ดังกล่าว ไปประยุกต์ใช้สำหรับการป้องกันความเสี่ยงอันเกิดจากความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยน

● วิธีการศึกษา ●

การพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐในงานวิจัยชิ้นนี้อาศัยแบบจำลอง ARIMA - GARCH และ ARIMA - EGARCH ในการพยากรณ์ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิประเภทอนุกรมเวลารายวัน ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ปี พ.ศ. 2549 จนถึง วันที่ 30 กันยายน ปี พ.ศ. 2557 รวมทั้งสิ้น 2,282 วัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมจากธนาคารแห่งประเทศไทย

สำหรับระเบียบวิธีการศึกษาที่ใช้ในงานวิจัยทั้งหมด ประกอบด้วย

2.1 การทดสอบความนิ่งของข้อมูล

การทดสอบความนิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลา (Stationarity) เป็นสิ่งที่ควรกระทำก่อนที่จะนำข้อมูลอนุกรมเวลามาใช้ในการวิเคราะห์เนื่องจากความนิ่งของอนุกรมเวลา (Stationary) เป็นเงื่อนไขที่สำคัญในการนำข้อมูลอนุกรมเวลามาใช้ในการพยากรณ์กล่าวคือ ข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาใช้จะต้องมีลักษณะหนึ่งเพื่อให้การพยากรณ์มีความน่าเชื่อถือดังนั้น ถ้าอนุกรมเวลามีลักษณะที่ไม่นิ่ง (Nonstationary) จะต้องทำให้อนุกรมเวลาดังกล่าวมีความนิ่งเสียก่อนโดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา (Difference)

การทดสอบความนิ่งของข้อมูลในงานวิจัยชิ้นนี้ อาศัยการทดสอบ Unit Root 8=ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller Test โดยใช้แบบจำลองดังต่อไปนี้

$$\text{กรณีทั่วไป} \quad \Delta X_t = \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$\text{กรณีมีค่าคงที่} \quad \Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$\text{กรณีมีค่าคงที่และแนวโน้ม} \quad \Delta X_t = \alpha + \beta_t + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^p \gamma \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t$$

การพิจารณาความนิ่งของข้อมูลสามารถพิจารณาได้จาก การไม่มีนัยสำคัญของค่าพารามิเตอร์ θ ในแบบจำลองข้างต้น

2.2 การพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองอาร์มา (ARIMA)

วิธีการ Box and Jenkins เป็นวิธีการพยากรณ์ค่าในอนาคตที่พัฒนาและเสนอโดยนักสถิติผู้มีชื่อเสียงสองท่านคือ George E.P. Box และ Gwilym M. Jenkins ในปี ค.ศ. 1970 วิธีนี้เป็นวิธีที่ให้ค่าพยากรณ์ในระยะสั้นที่ดีคือ มีค่าเฉลี่ย

ของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ของการพยากรณ์ต่ำกว่าวิธีอื่น และยังเหมาะสำหรับการพยากรณ์ไปข้างหน้าในช่วงเวลาสั้นๆ อย่างไรก็ตาม การสร้างแบบจำลองจะต้องมีอนุกรมเวลาที่ยาวพอสมควร

สำหรับแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ ตัวแบบ ARIMA (p, d, q) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) Auto Regressive (AR) ลำดับ (p) 2) Integrated Order (I) ลำดับที่ d และ 3) Moving Average (MA) ลำดับที่ q โดยที่

- AR (p) เป็นรูปแบบที่แสดงว่าค่าสังเกต Y_t ขึ้นอยู่กับค่าของ $Y_{(t-1)}, \dots, Y_{(t-p)}$ หรือค่าสังเกตที่เกิดขึ้นก่อนหน้า p ค่า

- MA (q) เป็นรูปแบบที่แสดงว่าค่าสังเกต Y_t ขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$ หรือความคลาดเคลื่อนที่อยู่ก่อนหน้า q ค่า และ

- Integrated Order (I) คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่าง (Difference) ของอนุกรมเวลาที่ทำให้อนุกรมดังกล่าวมีลักษณะนิ่ง (Stationarity) เหตุผลที่ต้องหาผลต่างของอนุกรมเวลา เนื่องจากแบบจำลอง ARIMA จะต้องใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัตินิ่ง (Stationary) เท่านั้น ในกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์มีคุณสมบัติไม่คงที่ (Non stationary) จะต้องทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวให้มีคุณสมบัติคงที่ก่อน โดยการหาผลต่างของข้อมูลอนุกรมเวลา หรือการหาค่า Natural logarithm ของอนุกรมเวลา ก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้สร้างแบบจำลอง ARIMA

สำหรับขั้นตอนการพยากรณ์ด้วยวิธี ARIMA ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- การกำหนดรูปแบบ (Identification) ซึ่งเป็นขั้นตอนของการกำหนดลำดับ (p,d,q) ในแบบ

จำลอง ARIMA โดยการพิจารณา Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) โดยการสุ่มเลือกแบบจำลองที่หลากหลายเพื่อเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยเปรียบเทียบจาก Correlogram ของค่า r_k

- **การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่เหมาะสม (Estimation)** ซึ่งเป็นการนำเอารูปแบบ ARIMA(p,d,q) จากแบบจำลองที่พิจารณาจากค่า ACF และ PACF มาประมาณค่าพารามิเตอร์โดย แบบจำลองที่เหมาะสมสามารถพิจารณาได้จากความมีนัยสำคัญทางสถิติของแบบจำลองด้วยค่าสถิติและค่า Akaike Information Criterion (AIC) และ Schwarz Information Criterion (SIC) ที่มีค่าต่ำที่สุด

- **การตรวจสอบรูปแบบ (Diagnostic Checking)** เป็นขั้นตอนหลังจากการกำหนดรูปแบบและ การประมาณค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองสิ่งที่ต้องตรวจสอบ คือ แบบจำลอง ARIMA (p,d,q) ที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลา หรือไม่โดยสามารถพิจารณาได้จากการที่ค่าความคลาดเคลื่อนในแบบจำลองมีการแจกแจงแบบปกติ ทั้งนี้ สามารถวิเคราะห์ได้จากแผนภาพ Correlogram การพิจารณาค่าสถิติ t และการทดสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยการทดสอบของ Box and Pierce

- **การพยากรณ์ (Forecasting)** คือ การนำแบบจำลอง ARIMA ที่เหมาะสมมาพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยสามารถทำได้ทั้งการพยากรณ์แบบจุด (Point forecast) และการพยากรณ์แบบช่วง (Interval forecast) อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์โดยวิธีการของ Box and Jenkins จะให้ค่าพยากรณ์ไปข้างหน้าที่ดีในช่วงเวลาสั้นๆ เท่านั้น

2.3 แบบจำลอง GARCH

แบบจำลอง GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) เป็นแบบจำลองที่มีพื้นฐานมาจากแบบจำลอง ARCH โดยมีแนวคิดว่าการพยากรณ์ค่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขสามารถอธิบายจากค่าความแปรปรวน และค่าความคลาดเคลื่อนที่มีลักษณะ ดังนี้

$$X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (2.2)$$

โดยที่ สมการ (2.1) เป็นสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) ที่ถูกกำหนดจากตัวแปรภายนอก และค่าความคลาดเคลื่อน ε_t ขณะที่สมการ (2.2) แสดงถึง ค่าความแปรปรวนในคาบเวลาปัจจุบัน ที่ถูกกำหนดโดย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ค่าคงที่ α_0 ค่ากำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนจากสมการค่าเฉลี่ย ε_{t-1}^2 (ARCH Term) และค่าพยากรณ์ความแปรปรวนในคาบเวลาที่ผ่านมา σ_{t-1}^2 (GARCH Term)

2.4 แบบจำลอง Exponential GARCH (EGARCH)

แบบจำลอง GARCH มีข้อจำกัดอยู่สองประการในการประยุกต์ใช้ได้แก่

- ในกระบวนการ GARCH แบบสมมาตรนั้นถ้ามีความผิดปกติ (Shock) เกิดขึ้นไม่ว่าในทางบวกหรือทางลบจะสร้างระดับความแปรปรวนให้กับข้อมูลในขนาดที่เท่ากันอย่างไรก็ตาม Black (1976) พบว่าความแปรปรวนของข้อมูลจะมีค่าสูงกว่าเมื่อมีความผิดปกติทางลบเกิดขึ้น ขณะที่ ความผิดปกติทางด้านบวกจะส่งผลกระทบต่อค่าความแปรปรวนของข้อมูลที่น้อยกว่า ลักษณะความไม่สมมาตรของความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไขมีชื่อเรียกว่า Leverage Effect ซึ่งแบบจำลอง

GARCH แบบเส้นตรงไม่สามารถนำมาปรับใช้กับการแปรปรวนในลักษณะนี้ได้ เนื่องจาก ค่าบวกหรือลบของข้อมูลในอดีตจะไม่มีส่วนในการกำหนดความแปรปรวนของข้อมูลในอนาคตหรือกล่าวได้ว่า ในแบบจำลอง GARCH เฉพาะขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณการถดถอยโดยมีการทอดระยะเวลา (Lagged Residuals) เท่านั้นที่มีส่วนกำหนดค่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขแต่ความเป็นบวกหรือลบของค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Nelson, Daniel B, 1991)

- แบบจำลอง GARCH กำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ต้องไม่เป็นค่าลบเพื่อบังคับให้ค่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขมีค่าเป็นบวกเสมออย่างใดก็ตาม เงื่อนไขนี้มักถูกฝ่าฝืนเมื่อค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวถูกคำนวณขึ้นจากข้อมูลจริง

ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แบบจำลอง EGARCH จึงถูกพัฒนาขึ้นโดยมีลักษณะที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- ความแปรปรวนในแบบจำลอง EGARCH ไม่เพียงขึ้นอยู่กับขนาดของความผิดปกติ (Shock) ในอดีตแต่ยังขึ้นอยู่กับว่าความผิดปกตินั้นที่มีค่าเป็นบวกหรือลบด้วย

- การใช้ฟังก์ชัน Log สำหรับค่าความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข หรือ

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \alpha \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \beta \log(\sigma_{t-1}^2) \quad (2.3)$$

ส่งผลให้ ค่าความแปรปรวนมีค่าเป็นบวกเสมอ ไม่ว่าตัวแปรที่นำมาใช้จะมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวกหรือลบก็ตาม ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องระบุข้อจำกัดเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์เช่นเดียวกับแบบจำลอง GARCH

● ผลการศึกษา ●

3.1 การทดสอบ Unit Root

การทดสอบ Unit Root ของข้อมูลเป็นการทดสอบเพื่อดูว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่งหรือไม่โดยใช้การทดสอบของ Augmented Dickey – Fuller : ADF Test โดยการเปรียบเทียบค่าสถิติ ADF-Statistic กับค่า Mackinnon Critical ที่ระดับ 1% 5% 10% ซึ่งถ้าพบว่าค่าสถิติ ADF มากกว่า Mackinnon Critical แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลานั้นมีลักษณะไม่นิ่ง (Nonstationary) ในกรณีนี้การแก้ไขให้ข้อมูลมีความนิ่งสามารถทำได้โดยการหาผลต่างลำดับที่ 1 (1st Differencing) หรือลำดับถัดไป (Nth Differencing) จนกว่าข้อมูลอนุกรมเวลานั้นจะมีลักษณะนิ่ง (Stationary)

สำหรับผลการตรวจสอบความนิ่งของข้อมูลอนุกรมอัตราแลกเปลี่ยนบาท/ดอลลาร์สหรัฐ พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งที่ระดับผลต่างอันดับที่ 1 (1st Differences) ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 : การทดสอบ unit root ของข้อมูลอนุกรมอัตราแลกเปลี่ยนบาท/ดอลลาร์สหรัฐ

At Level						
อัตราแลกเปลี่ยน บาท/ดอลลาร์สหรัฐ	None		Intercept		Trend and Intercept	
	ADF test statistic	% Critical value	ADF test statistic	% Critical value	ADF test statistic	% Critical value
FX	-1.433373	1%	-3.269592	1%	-2.617286	1%
		-2.565977		-3.433023		-3.962072
		5%		5%		5%
		-1.940963		-2.862607		-3.41178
		10%		10%		10%
		-1.616606		-2.567384		-3.127776
At First Differences Level						
D(FX)	-39.8646	1%	-39.88615	1%	-39.95923	1%
		-2.565977		-3.433023		-3.962072
		5%		5%		5%
		-1.940963		-2.862607		-3.41178
		10%		10%		10%
		-1.616606		-2.567384		-3.127776

ที่มา : การคำนวณโดยใช้โปรแกรม EVIEWS 7

3.2 การประมาณค่าจากแบบจำลอง ARIMA-GARCH

ในส่วนของการกำหนดรูปแบบของแบบจำลอง ARIMA สามารถพิจารณาได้จากแผนภาพ Correlogram โดยพิจารณาจากค่า Autocorrelation Function (ACF) และค่า Partial Autocorrelation Function (PACF) ของข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนระหว่างค่าเงินบาทกับดอลลาร์สหรัฐหลังจากที่ได้มีการหาผลต่างครั้งที่ 1 หรือ ที่ระดับ I(1) เพื่อใช้ในการกำหนดลำดับของโครงสร้าง Autoregressive [AR(p)] และ Moving Average [MA(q)] ตามลำดับ

ตารางที่ 3.2 : แบบจำลอง ARIMA – GARCH

ค่าสถิติในการตัดสินใจ	ARIMA (1,1,2) with GARCH (1,1)	ARIMA (2,1,1) with GARCH (1,1)	ARIMA (2,1,2) with GARCH (1,1)
Akaike info criterion	-1.406102	-1.405666	-1.408873
Schwarz criterion	-1.388504	-1.388062	-1.388754

ที่มา : การคำนวณโดยใช้โปรแกรม EVIEWS 7 ที่เหมาะสมสำหรับอัตราแลกเปลี่ยน B/\$

จากทางเลือกของแบบจำลอง ARIMA - GARCH ทั้งหมดตามตารางที่ 3.2 ผู้วิจัยพบว่า แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด คือ ARIMA (2,1,2) withGARCH (1,1) เนื่องจาก แบบจำลองดังกล่าว ให้ค่า Akaike info criterion (AIC) และ Schwarz Information Criterion (SIC) ต่ำที่สุด ซึ่งมีสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) และค่าความแปรปรวน (Variance Equation) ดังนี้

$$\Delta FX_t = -0.002 + 1.230 \Delta FX_{t-1} - 0.769 \Delta FX_{t-2} - 1.259 \varepsilon_{t-1} + 0.828 \varepsilon_{t-2}$$

(-1.019)*** (18.453)*** (-11.299)*** (-22.483)*** (14.336)***

(3.1)

$$\sigma_t^2 = 0.000217 + 0.257166 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.80237 \sigma_{t-1}^2$$

(8.759)*** (17.918)*** (95.962)***

(3.2)

โดยที่ ค่าสถิติ t แสดงในวงเล็บ และ*** หมายถึง การมีนัยสำคัญที่ร้อยละ 0.01

ตารางที่ 3.3: ผลการประมาณค่าด้วยแบบจำลอง ARIMA (2,1,2) withGARCH (1,1)

Variable	Coefficient	Std. Error	Z -Statistic	Prob.
C	-0.002	0.002	-1.019	0.308
AR(1)	1.230	0.067	18.453	0.000
AR(2)	-0.769	0.068	-11.299	0.000
MA(1)	-1.259	0.056	-22.483	0.000
MA(2)	0.828	0.058	14.336	0.000
Variance Equation				
C	0.0002	2.48E-05	8.759	0.000
RESID(-1)^2	0.257	0.014	17.918	0.000
GARCH(-1)	0.802	0.008	95.962	0.000
Akaike info criterion				-1.409
Schwarz criterion				-1.389

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง ARIMA-GARCH ตามสมการที่ (3.1) และ (3.2) พบว่าอัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ ณ เวลาที่ t ขึ้นอยู่กับผลตอบแทนของอัตราแลกเปลี่ยนและค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ที่เกิดขึ้นในสองคาบเวลาที่ผ่านมา (FX_{t-1} , FX_{t-2} , ε_{t-1} และ ε_{t-2}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติขณะที่

ความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขของแบบจำลองนี้ ขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนยกกำลังสองและค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในคาบเวลาที่ผ่านมา ε_{t-1} และ σ_{t-1}^2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง สามารถพิจารณาได้จากค่า Q-Statistic และ ARCH LM Test เพื่อทดสอบลักษณะความเป็น White Noise ของค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองซึ่งผลการทดสอบ พบว่า ค่า ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีลักษณะลดลงแบบ Exponential และค่าสถิติ LM ไม่มีนัยสำคัญในช่วงเวลาใดเลยดังนั้น จึงสรุปได้ว่า แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) withGARCH (1,1) เป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต

3.3 การประมาณค่าแบบจำลอง ARIMA-EGARCH

สำหรับการกำหนดรูปแบบของแบบจำลอง ARIMA – EGARCH เริ่มต้นจากการพิจารณาแผนภาพ Correlogram ของข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนระหว่างค่าเงินบาทกับดอลลาร์สหรัฐหลังจากมีการหาผลต่างครั้งที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยสามารถคัดเลือกแบบจำลองที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (1,1,1) withEGARCH (1,1)แบบจำลอง ARIMA (1,1,2) withEGARCH (1,1)และแบบจำลอง ARIMA (2,1,2) WithEGARCH (1,1)

ตารางที่ 3.4 : การเปรียบเทียบค่าสถิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง

ค่าสถิติในการตัดสินใจ	ARIMA (1,1,1) withEGARCH (1,1)	ARIMA (1,1,2) withEGARCH (1,1)	ARIMA (2,1,2) withEGARCH (1,1)
Akaike info criterion	-1.416048	-1.418699	-1.421241
Schwarz criterion	-1.398450	-1.398587	-1.398607

ที่มา : การคำนวณโดยใช้โปรแกรม EVIEWS 7

จากตารางที่ 3.4 แบบจำลอง ARIMA - EGARCH ที่เหมาะสมที่สุด คือ แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1) เนื่องจาก แบบจำลองให้ค่า Akaike Information Criterion (AIC) และ Schwarz Information Criterion ต่ำที่สุดโดยมีสมการค่าเฉลี่ย (Mean Equation) และค่าความแปรปรวน (Variance Equation) ดังนี้

$$\Delta FX_t = -0.006 + 1.154 \Delta FX_{t-1} - 0.480 \Delta FX_{t-2} - 1.186 \varepsilon_{t-1} + 0.548 \varepsilon_{t-2} \quad (3.3)$$

(-2.960)*** (6.992)*** (-3.323)*** (-7.602)*** (4.063)***

$$\log(\sigma_t^2) = -0.374 + 0.404 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - 0.069 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + 0.977 \log(\sigma_{t-1}^2) \quad (3.4)$$

(21.555)*** (25.282)*** (-5.745)*** (447.458)***

โดยที่ ค่าสถิติ t แสดงในวงเล็บ และ*** หมายถึง การมีนัยสำคัญที่ร้อยละ 0.01

ตารางที่ 3.5 : ผลการประมาณค่าด้วยแบบจำลอง ARIMA-EGARCH

Variable	Coefficient	Std. Error	Z -Statistic	Prob.
C	-0.006	0.002	-2.960	0.003
AR(1)	1.154	0.165	6.992	0.000
AR(2)	-0.480	0.144	-3.323	0.001
MA(1)	-1.186	0.156	-7.602	0.000
MA(2)	0.548	0.135	4.063	0.000
Variance Equation				
C(6)	-0.374	0.017	-21.555	0.000
C(7)	0.404	0.015	25.282	0.000
C(8)	-0.069	0.012	-5.7446	0.000
C(9)	0.977	0.002	447.459	0.000
Akaike info criterion				-1.421
Schwarz criterion				-1.399

ที่มา : การคำนวณโดยใช้โปรแกรม EVIEWS 7

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง ARIMA-EGARCH ตามสมการที่ (3.3) พบว่า อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ ณ คาบเวลา t ขึ้นอยู่กับค่าอัตราแลกเปลี่ยนที่เกิดขึ้นในและค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ที่เกิดขึ้นในสอง คาบเวลา ก่อนหน้า ($FX_{t-1}, FX_{t-2}, \varepsilon_{t-1}$ และ ε_{t-2}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ ผลการประมาณการสมการที่ (3.4) พบว่า ค่าความแปรปรวนอย่างมีเงื่อนไขของแบบจำลองนี้ขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนและค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในคาบเวลาที่ผ่านมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ C(8) มีค่าน้อยกว่าศูนย์ แสดงให้เห็นว่าผลกระทบของเหตุการณ์ไม่คาดฝันทั้งในทางบวก และทางลบ ส่งผลต่อฟังก์ชันค่าความแปรปรวนไม่เท่ากัน (Asymmetry Effect) กล่าวคือค่าความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไขจะแปรผกผันกับค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในคาบเวลาที่ผ่านมา ε_{t-1} ดังนั้นผลกระทบในทางลบ (Negative Shock: กรณีที่ ε_{t-1} มีค่าเป็นลบ) จะส่งผลให้ความแปรปรวนในคาบเวลา t มีค่าสูงขึ้นขณะที่ผลกระทบทางบวก (Positive Shocks: กรณีที่ ε_{t-1} มีค่าเป็นบวก) จะส่งผลให้ความแปรปรวนในคาบเวลา t มีค่าลดลง

เช่นเดียวกัน การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง สามารถพิจารณาได้จากค่า Q-Statistic และ ARCH LM Test เพื่อทดสอบคุณสมบัติความเป็น White Noise ของค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณขึ้นจากแบบจำลอง ARIMA - EGARCH ผลการตรวจสอบพบว่า ค่า ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไม่มีลักษณะลดลงแบบ Exponential และไม่มีนัย

สำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงถึงการที่ค่าความคลาดเคลื่อนมีลักษณะเป็น White Noise จึงสามารถสรุปได้ว่า แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1) เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนบาท/ดอลลาร์สหรัฐ

3.4 การพยากรณ์ (Forecasting)

การศึกษานี้ได้ทำการพยากรณ์ออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ Historical Forecast, Ex-post Forecast และ Ex-ante Forecast เพื่อทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ในแต่ละช่วงเวลา โดยพิจารณาจากค่าสถิติ Root Mean Squared Error (RMSE) และ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ทั้งนี้ความแม่นยำของการพยากรณ์จะอยู่ในระดับที่สูงถ้าค่าสถิติเหล่านี้มีค่าน้อย

3.4.1 Historical Forecast

Historical Forecast คือ การพยากรณ์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับค่าจริง โดยในการศึกษานี้ได้ทำการพยากรณ์ข้อมูลเริ่มตั้งแต่ค่าที่ 1 ถึงค่าที่ 2,282 คือ ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2549 ถึงวันที่ 30 เดือน กันยายน พ.ศ. 2557 ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุดในช่วง Historical Forecast ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบค่า RMSE และ MAPE ที่ต่ำที่สุดคือ แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1)

ตารางที่ 3.6 : แสดงค่าสถิติจากการพยากรณ์ในลักษณะ Historical Forecast

แบบจำลอง	RMSE	MAPE
ARIMA (2,1,2) With EGARCH (1,1)	0.188387	0.289387
ARIMA (2,1,2) With EGARCH (1,1)	0.187801	0.286972

ที่มา : การคำนวณโดยใช้โปรแกรม EVIEWS 7

3.4.2 Ex-post Forecast

Ex-post Forecast คือ การพยากรณ์ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ โดยในการศึกษานี้จะทำการทดสอบโดยการลดจำนวนข้อมูลกลับไป 10 ช่วงระยะเวลา คือ ค่าที่ 2273 ถึงค่าที่ 2282 เพื่อเปรียบเทียบกับค่าจริงในช่วงตั้งแต่วันที่ 17 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2557 ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุดในช่วง Ex-post Forecast ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบค่า RMSE และ MAPE ที่ต่ำที่สุดคือ แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1)

ตารางที่ 3.7 : ค่าสถิติจากการพยากรณ์ในลักษณะ Ex-post Forecast

แบบจำลอง	RMSE	MAPE
ARIMA (2,1,2) With EGARCH (1,1)	0.159177	0.410510
ARIMA (2,1,2) With EGARCH (1,1)	0.055091	0.147086

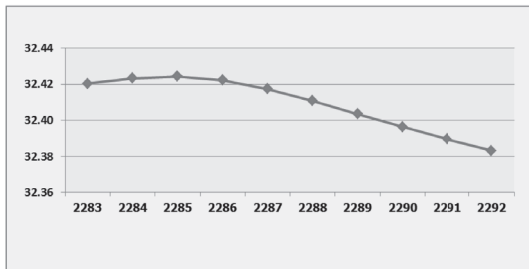
ที่มา : การคำนวณโดยใช้โปรแกรม EVIEWS 7

จากการพยากรณ์ Historical Forecast และ Ex-post Forecast แบบจำลองที่มีค่า RMSE และ MAPE ที่ต่ำที่สุดคือ แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1)

3.4.3 Ex-ante Forecast

เนื่องจากการพยากรณ์โดย วิธี ARIMA จะมีความแม่นยำในระยะสั้น ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ทำการพยากรณ์ล่วงหน้าในอนาคตจำนวน 10 ช่วงเวลา คือ ค่าที่ 2283 ถึง 2292 ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 14 ตุลาคม พ.ศ. 2557 แสดงได้ดังแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 : การพยากรณ์ Ex-ante Forecast



ที่มา : การคำนวณโดยใช้โปรแกรม EVIEWS 7

จากการวิเคราะห์ผลการพยากรณ์อัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐที่ได้จากแบบจำลอง ARIMA (2,1,2) With EGARCH (1,1) ในช่วง Ex-ante forecast พบว่าค่าที่ได้มีแนวโน้มเคลื่อนไหวไปในทิศทางลดลง กล่าวคือ ค่าเงินบาทมีทิศทางปรับตัวแข็งค่าขึ้น

● สรุปผลการวิจัย ●

จากการศึกษาลักษณะความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐ เพื่อกำหนดแบบจำลองที่มีความเหมาะสมในการพยากรณ์ค่าเงินบาทในอนาคต โดยนำเอาแนวคิดของแบบจำลอง ARIMA-GARCH และแบบจำลอง ARIMA-EGARCH เข้ามาใช้ในการศึกษามีข้อสรุปดังนี้

- การทดสอบ Unit Root ของข้อมูล เป็นการทดสอบเพื่อดูว่าข้อมูลนั้นมีลักษณะนิ่งหรือไม่ โดยใช้การทดสอบของ Augmented Dickey – Fuller : ADF Test โดยการเปรียบเทียบค่าสถิติ ADF-Statistic กับค่าMackinnon Critical ที่ระดับ 1%, 5% และ 10% พบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาในการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะนิ่งที่ระดับผลต่างลำดับที่ 1(1st Difference)

- ในส่วนของการกำหนดแบบจำลอง

ARIMA ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการ Box-Jenkins ในการวิเคราะห์ด้วยการพิจารณาแผนภาพ Correlogram ของข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่งและนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุดเพียง 1 แบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ในทั้ง 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with GARCH (1,1) และ แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1)

- สำหรับการทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบโดยทำการพยากรณ์ใน 3 ลักษณะ เพื่อกำหนดแบบจำลองที่ดีที่สุดผลการตรวจสอบ พบว่า ในช่วง Historical Forecast และ Ex-post Forecast แบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุด (ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบค่า RMSE และ MAPE ที่มีค่าต่ำที่สุด) ได้แก่ แบบจำลอง ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1) นอกจากนี้ เนื่องจาก การพยากรณ์โดยวิธี ARIMA จะมีความแม่นยำในระยะสั้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการพยากรณ์ล่วงหน้าในจำนวน 10 ช่วงเวลา คือค่าที่ 2283 ถึง 2292 ตั้งแต่ วันที่ 1 ถึง 14 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ซึ่งพบว่า แนวโน้มอัตราแลกเปลี่ยนบาท/ดอลลาร์สหรัฐ มีแนวโน้มของการแข็งค่าขึ้น

กล่าวโดยสรุป การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเคลื่อนไหวของอัตราแลกเปลี่ยนโดยวิธี ARIMA -GARCH และ ARIMA – EGARCH ซึ่งแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดคือ ARIMA (2,1,2) with EGARCH (1,1)

จากค่าพยากรณ์ของแบบจำลองดังกล่าว ทำให้เห็นแนวโน้มการเคลื่อนไหวของค่าเงินบาทในอนาคต ซึ่งสามารถใช้ในการวางแผนเพื่อป้องกัน

ความเสี่ยงจากความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยน ทั้งนี้ แบบจำลองถือเป็นเครื่องมือในการบริหารความเสี่ยง ซึ่งจะช่วยให้นักลงทุน หรือผู้ประกอบการนำเข้า/ส่งออกสามารถลดความเสี่ยงจากความผันผวนของอัตราแลกเปลี่ยนได้ จากการนำค่าพยากรณ์ทางด้านเศรษฐกิจ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือทางการเงิน จะยิ่งช่วยให้นักลงทุนเลือกเครื่องมือในการบริหารความเสี่ยงได้เหมาะสมกับสถานการณ์ของตลาดเงินอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

● ข้อเสนอแนะ ●

- การศึกษาโดยการเลือกรูปแบบของARMA (p,q)ที่เหมาะสมนั้น แบบจำลองที่ได้จากวิธีการดังกล่าว อาจจะไม่ใช่แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด เพราะการพยากรณ์นั้นขึ้นอยู่กับทางเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมซึ่งไม่สามารถระบุรูปแบบที่แน่นอนได้ ดังนั้นควรมีการทดลองเลือกรูปแบบของแบบจำลองที่มากกว่า 1 แบบจำลองและทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์จากแต่ละแบบจำลอง ก่อนที่จะทำการเลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดจากแบบจำลอง GARCH แต่ละแนวคิด

- การพยากรณ์โดยใช้แบบจำลอง ARIMA with GARCH นั้น เป็นการพยากรณ์ภายใต้ข้อสมมติฐานที่ว่าข้อมูลอนุกรมเวลา มีอิทธิพลโดยตัวของมันเอง กล่าวคือค่าพยากรณ์ขึ้นอยู่กับค่าสังเกตและค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้เท่านั้นในความเป็นจริงแล้วอัตราแลกเปลี่ยนค่าเงินบาทต่อดอลลาร์สหรัฐมักจะได้รับผลกระทบทั้งภายในและภายนอกประเทศจากปัจจัยหลายประการ(แสดงในแผนภาพที่ 2)เช่นความไม่แน่นอนทางเศรษฐกิจ การเมือง และภัยธรรมชาติต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งการเก็งกำไรค่าเงินของนักลงทุนต่าง

ชาติ ที่เกิดขึ้นในตลาดเงิน ซึ่งล้วนแต่เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลื่อนไหวของอัตราแลกเปลี่ยนในปัจจุบัน ดังนั้น การพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง ARIMA จึงมีข้อจำกัดในการอธิบายพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของอัตราแลกเปลี่ยน ซึ่งในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเลือกใช้แบบจำลองประเภทอื่นๆ เพื่อนำผลการพยากรณ์มาเปรียบเทียบกัน

แผนภาพที่ 2 : ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราแลกเปลี่ยน



● เอกสารอ้างอิง ●

จิตรารณณ์ผื่นศิริ. 2547. การพยากรณ์ราคาส่งออกข้าวโดยวิธีอาร์มา. การค้นคว้าแบบอิสระ เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดำริห์รุ่งเรือง. 2543. แบบจำลองการคาดคะเนอัตราแลกเปลี่ยน. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง.

นนทพร จำปาวาน. 2550. การประมาณค่าความผันผวนสำหรับอัตราแลกเปลี่ยนของประเทศไทยโดย

แบบจำลองอาร์มาการชและแบบจำลองอาร์มาอีการช. การค้นคว้าแบบอิสระ เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นริสาสมุทรสาคร. 2547. การพยากรณ์ราคาทองคำโดยวิธีอาร์มา. การค้นคว้าแบบอิสระ

เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
บัณฑิต ชัยวิญญาติ และ สุจิต ชัยวิญญาติ. 2549.
ระบบอัตราแลกเปลี่ยนกับลักษณะของเงินทุน ต่าง
ประเทศภาคเอกชนของไทย. วารสารเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธนินท์รัฐรัตนพงศ์ภิญโญ. 2551 การ
ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเคลื่อนไหวระยะ
สั้นของอัตราแลกเปลี่ยน ค่าเงินบาทต่อดอลลาร์
สหรัฐอเมริกา. รายงานวิจัยสาขาวิชาการจัดการ
ธุรกิจทั่วไป, คณะวิทยาการจัดการ, มหาวิทยาลัย
ศิลปากร

ภูมิฐาน รังคกุลนุวัฒน์. 2556. การวิเคราะห์
อนุกรมเวลาสำหรับเศรษฐศาสตร์และธุรกิจ. พิมพ์
ครั้งที่1. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศิริินภา ไชยวัฒน์. 2550. การพยากรณ์
มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับโดยวิธี
อาร์มา. การค้นคว้าแบบอิสระเศรษฐศาสตรมหา
บัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุกัญญา เชษฐโชติรส. 2545. ความ
ผันผวนในอัตราแลกเปลี่ยนที่มีต่อการส่งออกของ
ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

Bollerslev, Tim. 1986. "Generalized
Autoregressive Conditional Heteroskedastic-
ity." **Journal of Econometrics** 31: 307-327.

Gujarati, Damodar N. 1995. Basic
Econometrics. 3rd ed. New York: McGraw
Hill.

Nelson, Daniel B. 1991. "Conditional
heteroskedasticity in asset returns: a new
approach" **Econometrica** 59, 2: 347-370.



