

ตัวแบบการพยากรณ์ราคาอย่างพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

อรวรรณ สืบเสน^{1*} ศุภชัย คำคำ²

Received : May 19, 2022

Revised : August 27, 2022

Accepted : August 30, 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคาอย่างพาราจังหวัดสุราษฎร์ธานี และ 2) เพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาอย่างพารา 3 วิธี โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 188 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง และวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์ เจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุดเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ ผลจากการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์ทั้งหมด 3 วิธี ประกอบด้วยวิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง และวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์ เจนกินส์ โดยตัวแบบการพยากรณ์ราคาอย่างพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานีที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์ เจนกินส์ ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวแบบการพยากรณ์ที่ได้คือ $y_t = -0.32 + y_{t-1} - 0.69\mathcal{E}_{t-1} - 0.150\mathcal{E}_{t-2} + \mathcal{E}_t$

คำสำคัญ: ยางพารา วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์ เจนกินส์ สุราษฎร์ธานี

¹ อาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

อีเมล: orawan.sue@sru.ac.th

² อาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

อีเมล: supachai_dd@hotmail.com

*ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: orawan.sue@sru.ac.th

FORECASTING MODEL FOR RUBBER PRICES IN SURAT THANI PROVINCE

Orawan Suebsen^{1*} Supachai Damkam²**Abstract**

The purpose of this research were 1) to construct the most suitable forecasting model for rubber prices in Surat Thani province and 2) to compare 3 methods of forecasting rubber prices based on 188 values of rubber prices gathered from the 8th Regional Office of Agricultural Economics, Surat Thani province, from January, 2004 to August, 2019. The methods used for constructing the forecasting model included Least-Square Method, Triple Exponential Smoothing Method, and Box – Jenkins Method. The criteria of minimum mean absolute percentage error was used to compare the accuracy of forecasts. The results of the study showed that among the three forecasting methods included the Least-Square Method, Triple Exponential Smoothing Method, and Box Jenkins Method; the most suitable and effective model for forecasting rubber prices in Surat Thani was Box Jenkins Method, with the forecasting model:

$$y_t = -0.32 + y_{t-1} - 0.69\epsilon_{t-1} - 0.150\epsilon_{t-2} + \epsilon_t$$

Keywords: Rubber, Triple Exponential Smoothing Method, Least-Square Method, Box – Jenkins Method, Surat Thani

¹ Lecturer of Science Program in Mathematics, Faculty of Science and Technology, Surat Thani Rajabhat University, e-mail : orawan.sue@sru.ac.th

² Lecturer of Science Program in Mathematics, Faculty of Science and Technology, Surat Thani Rajabhat University, e-mail : supachai_dd@hotmail.com

* Corresponding author, e-mail : orawan.sue@sru.ac.th

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ ที่ก่อให้เกิดทั้งการจ้างงานและการกระจายรายได้ ผลผลิตจากยางพารายังเป็นสินค้าที่มีส่วนสร้างความสะดวกสบาย สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ใช้ทำเครื่องเฟอร์นิเจอร์ ใช้ทำพื้น เมาถ่าน และถังบรรจุสินค้า ยางพาราก็กลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และมีการผลิตเป็นอันดับหนึ่งของโลก (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2561) ประเทศไทยส่งออกยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลก สามารถทำรายได้เข้าประเทศได้กว่า 4 แสนล้านบาทต่อปี โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของวัตถุดิบแปรรูปขั้นต้น เช่น ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง และน้ำยางข้น หากชาวสวนยางพาราพัฒนาการผลิตยางพาราให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำยาง ซึ่งเป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์ยางชนิดต่าง ๆ จะเป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางทั้งสิ้น 18,761,231 ไร่ ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเป็นอันดับหนึ่งของสุราษฎร์ธานี พื้นที่ปลูกยางพาราทั้งจังหวัดประมาณ 1,512,998 ไร่ เป็นยางพันธุ์พื้นเมืองประมาณ 19,555 ไร่

จากปัญหาราคายางตกต่ำทำให้บริษัทร่วมทุนยางพาราระหว่างประเทศ คือ อินโดนีเซียและมาเลเซีย ซึ่งเป็นประเทศผู้ผลิตยางรายใหญ่ของโลกทั้งสามประเทศตกลงให้แต่ละประเทศลดปริมาณการผลิตยางพารา 4% ต่อปี และลดปริมาณการส่งออกยางพารา 10% ต่อปี (การยางแห่งประเทศไทย, 2561) เนื่องจากการส่งออกของไทยที่ลดลง การท่องเที่ยวที่ชะลอตัวลง โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวจีนที่ปรับตัวลดลงอย่างมากจากการทำสงครามทางการค้าระหว่างสหรัฐอเมริกาและจีน จนเป็นเหตุให้เศรษฐกิจจีนชะลอตัวและทำให้รายได้ต่อหัวของจีนลดลง ราคาตลาดกลางยางพารา ยางแผ่นดิบอยู่ที่ 37.81 บาท/กิโลกรัม ยางแผ่นรมควันอยู่ที่ 40.14 บาท/กิโลกรัม ส่วนราคาประมูล ณ ตลาดกลางยางพารา ราคายางแผ่นดิบเฉลี่ยอยู่ที่ 37.99 บาท/กิโลกรัม ราคา ยางแผ่นรมควันเฉลี่ยอยู่ที่ 40.41 บาท/กิโลกรัม เนื่องจากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้น จึงนำไปสู่ความสนใจของผู้วิจัยที่จะสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคายางพาราของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ของราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการวางแผนการปลูกการผลิตและส่งออกยางพารา ซึ่งจะส่งผลต่อการตัดสินใจ การบริหาร การจัดการด้านความเสี่ยงต่าง ๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพปริมาณยางพาราให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น ตรงกับความต้องการของตลาดโลก และยังช่วยในการประเมินคาดการณ์ราคายางพาราล่วงหน้าได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคายางพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคายางพารา 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-square method) วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง (Triple exponential smoothing method) และวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box – jenkins method)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ราคาอย่างพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี เก็บรวบรวมข้อมูลโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2561) ซึ่งลักษณะของข้อมูลเป็นอนุกรมเวลารายเดือน โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้นจำนวน 188 ค่า มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาพิจารณาในเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด โดยนำข้อมูลที่ได้ไปพล็อตกราฟพิจารณาจากกราฟ (ยูทพล สกูลหลง, 2559) เพื่อความเหมาะสมของการเลือกใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2. ทดสอบแนวโน้มและฤดูกาลของชุดข้อมูล

3. สร้างตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง และวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอกซ์ เจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE)

การพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ จัดเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เก่าแก่ที่สุด วิธีการวิเคราะห์ คือการนำข้อมูลอนุกรมเวลาชุดหนึ่งมาแยกออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ค่าแนวโน้ม ค่าความผันแปรตามฤดูกาล ความผันแปรตามวัฏจักร และความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ซึ่งข้อมูลอนุกรมเวลาแต่ละชุดไม่จำเป็นต้องมีส่วนประกอบครบ 4 ส่วนเสมอไป หากต้องการทราบว่าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบใดบ้าง วิธีการง่ายและรวดเร็วที่สุด คือ การนำข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวไปพล็อตกราฟ แต่เนื่องจากวิธีการดังกล่าวให้ผลลัพธ์ที่คลุมเครือ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์ และการตัดสินใจของผู้พยากรณ์ด้วย ดังนั้น เพื่อความถูกต้อง ชัดเจน และเป็นที่เข้าใจตรงกัน จึงใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2556)

ถ้าพบว่าข้อมูลมีส่วนประกอบแนวโน้มจะทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบแนวโน้ม โดยการหาสมการเส้นแนวโน้ม ด้วยวิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-square method) เพราะเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการหาสมการแนวโน้ม ทำได้โดยการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ วิธีนี้ผู้สร้างหรือผู้พยากรณ์ไม่จำเป็นต้องมีประสบการณ์มาก่อนเพียงแต่ผู้สร้างหรือผู้พยากรณ์จะต้องตัดสินใจในการเลือกตัวแบบ (สมการแนวโน้ม) และมีจำนวนข้อมูลมากพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นวิธีการหาค่าแนวโน้มที่ให้ผลรวมของผลต่างระหว่างค่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ (Y) กับค่าแนวโน้ม ($\hat{Y}$) ยกกำลังสอง หรือค่ากำลังสองของส่วนเบี่ยงเบนที่วัดตามแนวตั้งฉากของข้อมูล ไปยังเส้นแนวโน้มรวมกันจะมีค่าน้อยที่สุดหรือ $\sum (Y_t - \hat{Y}_t)^2$ มีค่าน้อยที่สุด (least-square method) การจะทราบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาชุดใดมีแนวโน้มในลักษณะใด วิธีการหนึ่งให้นำข้อมูลดังกล่าวมาเขียนเป็นแผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) ซึ่งก็พอจะรู้ว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น แนวโน้มแบบเส้นตรง (Linear trend) แนวโน้มแบบพาราโบลา (Parabola trend) โพลีโนเมียลกำลังสอง (Degree polynomial) เป็นต้น ข้อดีของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดคือ ค่าแนวโน้มที่

ได้จะเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของอนุกรมเวลาชุดนั้น เพราะผลรวมของผลต่างระหว่างค่าจริง (Y) กับค่าแนวโน้ม ($\hat{Y}$) ยกกำลังสองมีค่าน้อยกว่าวิธีการอื่น ๆ อีกประการหนึ่งวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสามารถใช้หาสมการแนวโน้มแบบใดก็ได้ เช่น แนวโน้มแบบเส้นตรง หรือเส้นโค้ง หลักการสร้างสมการแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดนั้น ต้องประมาณค่าคงที่ในสมการแนวโน้ม ($\hat{Y}$) จากคุณสมบัติกำลังสองน้อยที่สุด (least-square error) จะได้ว่า

$$\sum (Y_i - \hat{Y}_i) \text{ มีค่าน้อยที่สุดการที่จะให้ } \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \text{ มีค่าน้อยที่สุด จะทำได้โดยการหาอนุพันธ์ย่อย (Partial derivative) เทียบกับค่าคงที่ในสมการแนวโน้ม และให้ผลจากการหาอนุพันธ์ย่อยเท่ากับศูนย์ซึ่งจะได้สมการที่มีจำนวนเท่ากับค่าคงที่ สมการนี้เราเรียกว่าสมการปกติ (Normal equation) ดังนั้นได้สมการปกติที่ใช้ประมาณค่าคงที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าสมการแนวโน้ม ($\hat{Y}$) สมการแนวโน้มที่เป็นสมการเส้นตรงและรูปสมการคือ } \hat{Y} = a + bX$$

เมื่อ a และ b เป็นค่าคงที่

วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Brown's one parameter quadratic method) วิธีการนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะแนวโน้มแบบสมการกำลังสอง (Quadratic form) และไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล เหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงปานกลาง สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้มแบบสมการกำลังสองมีตัวแบบเป็น (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ , 2556)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 \frac{t^2}{2} + \varepsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t
 β_0, β_1 และ β_2 คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ
 ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ค่าของ β_0, β_1 และ β_2 ในตัวแบบนั้นเป็นค่าพารามิเตอร์ซึ่งไม่ทราบค่าจึงต้องทำการประมาณด้วยค่า a, b และ c การพยากรณ์ด้วยวิธีการนี้ค่าของ a, b และ c จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าข้อมูล (Y_t) และค่าคาบเวลา t สำหรับสูตรที่ใช้ในการพยากรณ์มีดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{c_t}{2} + (m)^2 \quad (2)$$

โดยที่ $\hat{Y}_{t+m}$ คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t
 a_t, b_t และ c_t คือ ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_0, β_1 และ β_2 ณ เวลา t
 m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ (Box – jenkins method) เป็นวิธีที่ยุ่งยากและซับซ้อนที่สุดในบรรดาวิธีการพยากรณ์ทั้งหมด แต่วิธีนี้จะให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูงและสามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวทุกประเภท จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ (Box –

jenkins method) ควรมีอย่างน้อย 30 รายการ หรือ 30 ค่าขึ้นไป วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box – jenkins method) จะแบ่งข้อมูลอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ประเภท คือ (สมเกียรติ เกตุเอี่ยม, 2548)

กำหนดตัวแบบ เป็นการหาตัวแบบที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาโดยพิจารณาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนที่ได้จากข้อมูลอนุกรมเวลา (r_k และ r_{kk}) กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของแต่ละตัวแบบ (ρ_k และ ρ_{kk}) เนื่องจากต้อง พิจารณาค่า r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} พร้อมกันหลายๆ ค่าจึงมักพิจารณาจากรูปที่เรียกว่า คอเรโลแกรม (Correlogram) ที่ได้จากการพล็อต r_k, r_{kk} เทียบกับ K ดังนั้น การพิจารณาเปรียบเทียบจะเป็นการเปรียบเทียบคอเรโลแกรมของ r_k กับ ρ_k และคอเรโลแกรมของ r_{kk} กับ ρ_{kk} ต่างกัน อนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดตัวแบบจะต้องเป็นอนุกรมเวลาเสถียรเท่านั้น หากไม่เป็นอนุกรมเวลาเสถียรให้แปลงอนุกรมเวลาที่เป็นเสถียรสามารถกระทำโดยวิธีการดังต่อไปนี้

(ก) การหาผลต่าง (Regular differencing) ใช้ในกรณีที่อนุกรมเวลาเดิมมีอิทธิพลของแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยที่ d เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างแนวโน้ม

(ข) การหาผลต่างฤดูกาล (Seasonal differencing) ใช้ในกรณีที่อนุกรมเวลาเดิมมีอิทธิพลของความผันแปรตามฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยที่ D เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาล

(ค) การหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลใช้ในกรณีที่อนุกรมเวลาเดิมมีอิทธิพลของความผันแปรตามฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยที่ d เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างแนวโน้มและ D เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาล

เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มครั้งนี้เป็นอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ตัวแบบที่ใช้คือ SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)₁₂

โดยที่ p คือ อันดับของ AR หรือจำนวนพารามิเตอร์ (ϕ) ในตัวแบบ

d คือ จำนวนครั้งที่หาผลต่างเพื่อทำให้อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นเสถียรเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นเสถียร

q คือ อันดับของ MA หรือจำนวนพารามิเตอร์ (θ) ในตัวแบบ

P คือ อันดับของ SAR หรือจำนวนพารามิเตอร์ (ϕ_L) ในตัวแบบ

D คือ จำนวนครั้งที่หาผลต่างฤดูกาลเพื่อทำให้อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นเสถียรเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นเสถียร

Q คือ อันดับของ SMA หรือจำนวนพารามิเตอร์ (θ_L) ในตัวแบบ

L คือ จำนวนฤดูกาลต่อปี เมื่อ L = 12, 24, 36,...

การเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์

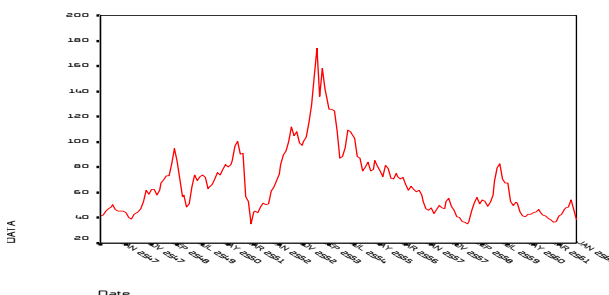
การวิจัยครั้งนี้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคายางพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error : MAPE) เป็นการวัดความแม่นยำจากค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เทียบกับค่าข้อมูลจริงโดยไม่คิดเครื่องหมายค่า MAPE เป็นค่าวัดความแม่นยำที่ไม่มีหน่วย จึงเหมาะที่จะใช้กับการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกันหรือเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีเมื่อใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{Y_i} \right|}{n} \times 100$$

จากนั้นนำค่า MAPE ที่ได้จากการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบว่าการพยากรณ์โดยวิธีใดให้ค่า MAPE ต่ำที่สุดเป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้ที่สุด (Makridakis et al., 1997)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา (ชม ปานตา, และยุภาวดี สำราญฤทธิ์, 2560) จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาข้อมูลชุดนี้จะประกอบด้วย แนวโน้ม (T) และความผันแปรตามฤดูกาล (S) ดังนั้น เพื่อความถูกต้อง ชัดเจน และเป็นที่ยอมรับตรงกัน จึงใช้ทดสอบส่วนประกอบของแนวโน้ม



ภาพที่ 1 กราฟแสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาราคายางพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562

2. ทดสอบส่วนประกอบของแนวโน้ม

ใช้วิธีการทดสอบแบบวิ่ง (Run tests) เป็นการทดสอบว่าข้อมูลที่เก็บมามีลักษณะสุ่ม (Randomization) หรือไม่ เงื่อนไขการทดสอบแบบวิ่งคือตัวอย่างที่เก็บมาจะต้องมาจากประชาชนชุดเดียวกัน และเป็นอิสระต่อกัน จากหลักการสำคัญข้างต้นจึงนำการทดสอบแบบวิ่งมาใช้ทดสอบว่าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบแนวโน้มหรือไม่ เนื่องจากถ้าอนุกรมเวลามีส่วนประกอบแนวโน้ม อนุกรมเวลาดังกล่าวจะไม่มีลักษณะสุ่ม ในทางตรงกันข้ามถ้าอนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบแนวโน้ม อนุกรมเวลาจะมีลักษณะสุ่ม

การใช้การทดสอบแบบวิ่งจะต้องมีจุดอ้างอิง ซึ่งส่วนมากนิยมใช้มัธยฐานเพื่อคว่ำว่ามีจำนวนข้อมูลที่มากกว่าหรือต่ำกว่ามัธยฐานอยู่เท่าใด ถ้ามีจำนวนข้อมูลที่มีค่ามากกว่าและน้อยกว่ามัธยฐานเป็นจำนวนเท่ากัน ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้จะมีลักษณะสุ่ม โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้ (ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์ , 2556)

ขั้นตอนที่ 1 เรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมากเพื่อหาค่ามัธยฐาน ค่ามัธยฐาน คือค่าของข้อมูลที่อยู่ตำแหน่งกึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมดเมื่อเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปหามาก หรือมากไปหาน้อย **วิธีคิด** จากข้อมูลทั้งหมดมี 188 ค่า ดังนั้น ข้อมูลที่อยู่กึ่งกลางคือ ข้อมูลที่ 94 และ 95 มีค่าเป็น 61.75 สรุปว่า ได้ค่ามัธยฐานเท่ากับ 61.75

ขั้นตอนที่ 2 ให้เครื่องหมาย + แก่ข้อมูลที่มีค่ามากกว่า มัธยฐาน หรือค่ากลางตัวอื่น ๆ และให้เครื่องหมาย - แก่ข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่า มัธยฐาน

ขั้นตอนที่ 3 นับจำนวนชุดของข้อมูลที่มีเครื่องหมายเดียวกันที่หน้าหน้าและตามหลังด้วยเครื่องหมายที่ต่างกัน ซึ่งเรียกว่า run **วิธีคิด** นับค่า run ได้ทั้ง เท่ากับ 17 run

ขั้นตอนที่ 4 ตั้งสมมติฐาน

H_0 : ข้อมูลมีลักษณะสุ่ม (อนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบแนวโน้ม)

H_1 : ข้อมูลไม่มีลักษณะสุ่ม (อนุกรมเวลามีส่วนประกอบแนวโน้ม)

ขั้นตอนที่ 5 สถิติที่ใช้ทดสอบ $Z = \frac{R-E(R)}{S(R)}$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าจะได้} \quad Z &= \frac{17 - \frac{188}{2}}{\sqrt{\frac{188-1}{4}}} \\ Z &= -11.26 \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 6 สรุป การทดสอบแบบวิ้งจะเป็นการทดสอบแบบสองทาง ดังนั้นบริเวณปฏิเสธ คือ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้บริเวณปฏิเสธ $Z < -1.96$ และ $Z > 1.96$ เนื่องจาก Z_{cal} อยู่ในบริเวณปฏิเสธ จึงสรุปได้ว่าอนุกรมเวลาดังกล่าว มีส่วนประกอบแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. สร้างตัวแบบการพยากรณ์

เมื่อทราบข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนของราคายางพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีส่วนประกอบอนุกรมเวลาของแนวโน้มและไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล จึงเลือกวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-square method) วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง (Triple exponential smoothing method) และวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ (Box – jenkins method)

3.1 วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-square method)

เมื่อทราบแล้วว่า อนุกรมเวลามีส่วนประกอบของแนวโน้ม ดังนั้นจึงสามารถสร้างสมการแนวโน้มโดยการหาสมการเส้นแนวโน้ม ด้วยวิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-square method) สมการแนวโน้มที่เป็นสมการเส้นตรงและรูปสมการคือ $\hat{Y} = a + bX$ เมื่อ a และ b เป็นค่าคงที่ จากตารางที่ 1 ได้สมการเส้นแนวโน้มวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ดังนี้

$$\text{สมการพยากรณ์ } \hat{Y}_t = (75.985 - 0.090X_t) \quad (3)$$

โดยที่ X_t เป็นหน่วยเวลาของข้อมูล ณ เวลา t

จุดกำเนิด 1 มกราคม พ.ศ. 2547

ตารางที่ 1 สร้างสมการแนวโน้มโดยการหาสมการเส้นแนวโน้มวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-square method)

	Coefficients				
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
Case Sequence	-.090	.035	-.186	-2.586	.010
(Constant)	75.985	3.793		20.031	.000

3.2 วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง (Triple exponential smoothing method)

วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะแนวโน้มแบบสมการกำลังสอง และไม่มีควมผันแปรตามฤดูกาล นอกจากนี้ยังเหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงปานกลาง สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นแนวโน้มแบบสมการกำลังสองโดยมีตัวแบบ ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 41.7524_t + 0.001596_t(m) + \frac{0.00002_t}{2} + (m)^2 \quad (4)$$

โดยที่ $\hat{Y}_{t+m}$ คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t
 41.7524_t คือ ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_0 ณ เวลา t
 0.001596_t คือ ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_1 ณ เวลา t
 0.00002_t คือ ค่าประมาณพารามิเตอร์ β_2 ณ เวลา t
 m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

ขั้นตอนการคำนวณ กำหนด $\alpha = 0.03$, $1 - \alpha = 0.97$ และ $E'_1 = E''_1 = E'''_1 = Y_1 = 41.70$

จากสูตร $E'_1 = \alpha Y_t + (1 - \alpha)E'_{t-1}$

หาค่า

$$\begin{aligned} E'_2 &= \alpha Y_2 + (1 - \alpha)E'_{t-1} \\ &= (0.03)(42.30) + (0.97)(41.70) = 41.718 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E'_3 &= \alpha Y_3 + (1 - \alpha)E'_2 \\ &= (0.03)(45.51) + (0.97)(41.718) = 41.8318 \end{aligned}$$

จากสูตร $E''_t = \alpha E'_t + (1 - \alpha)E'_{t-1}$

หาค่า

$$\begin{aligned} E''_2 &= \alpha E'_2 + (1 - \alpha)E'_1 \\ &= (0.03)(41.718) + (0.97)(41.70) = 41.7005 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E''_3 &= \alpha E'_3 + (1 - \alpha)E''_2 \\ &= (0.03)(41.8318) + (0.97)(41.7005) = 41.7044 \end{aligned}$$

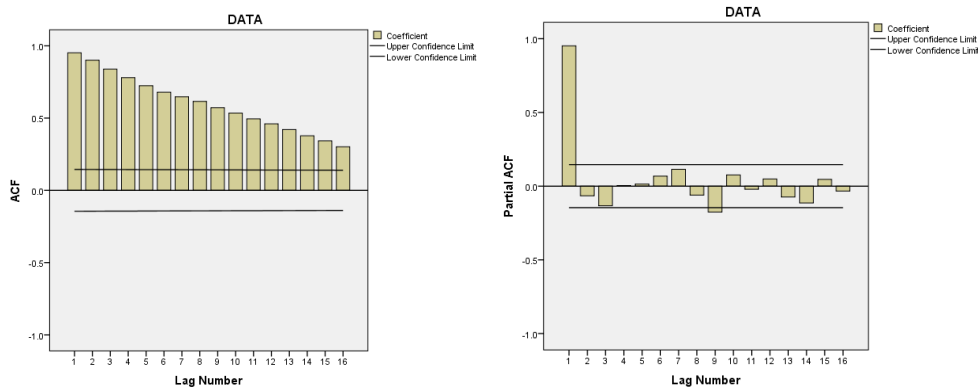
จากสูตร

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} [(6 - 5\alpha)E'_t - (10 - 8\alpha)E''_t + (4 - 3\alpha)E'''_t]$$

จากสูตร $c_t = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)^2} [E'_t - 2E''_t + E'''_t]$

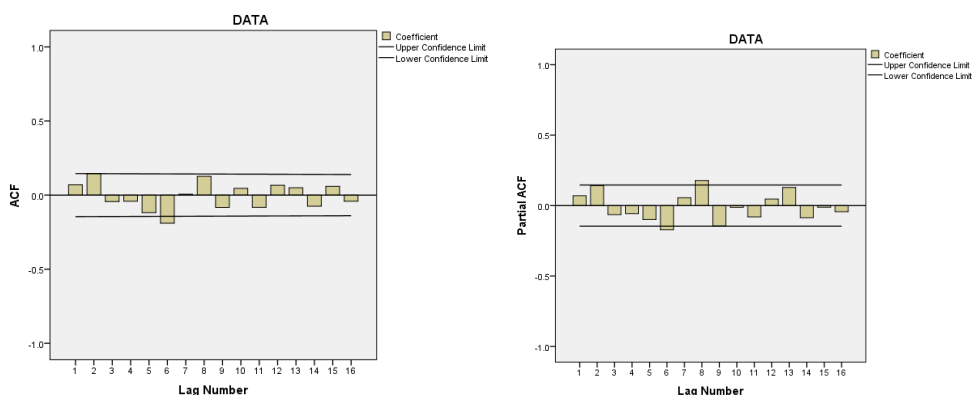
3.3 วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ (Box - jenkins method)

จากกราฟ ACF และ PACF ดังภาพที่ 2 พบว่าอนุกรมเวลายังไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้ม ทำให้กราฟ ACF มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองลดลงอย่างช้า ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ได้ โดยการกำหนดให้ $D = 1$ หรือจำนวนครั้งที่หาผลต่างเท่ากับ 1



ภาพที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา

จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้วจะแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งพบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ ข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวปราศจากอิทธิพลของแนวโน้มแล้ว กล่าวคืออนุกรมเวลาดังกล่าวเป็นสเตชันนารีแล้ว แต่เนื่องจากอนุกรมเวลาเดิมมีอิทธิพลของแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงกำหนดตัวแบบในรูป ARIMA(p, d, q)



ภาพที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา เมื่อแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1

เมื่อได้มีการตัดแปลงอนุกรมเวลาดังกล่าวด้วยวิธีการหาผลต่างแนวโน้มแล้วได้ แสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าวปราศจากอิทธิพลของแนวโน้มแล้ว กล่าวคืออนุกรมเวลาดังกล่าวเป็นสเตชันนารีแล้ว แต่เนื่องจากอนุกรมเวลาเดิมมีอิทธิพลของแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงกำหนดตัวแบบในรูป ARIMA(p, d, q) การกำหนดตัวแบบจะใช้ผลจากการวิเคราะห์ ARIMA ดังนั้นตัวแบบที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้คือ ARIMA (0, 1, 2) เป็นตัวแบบที่ดีที่สุด เนื่องจากตัวแบบ ARIMA (0, 1, 2) มีค่า BIC ต่ำที่สุด ดังนั้น ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไปของ ARIMA (p, d, q) มีสมการเป็น (Hyndman et al., 2021)

$$(1 - B)^d (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3 - \dots - \phi_p B^p) y_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (5)$$

เมื่อ B เรียกว่า backshift โดยที่ $B^p y_t = y_{t-p}$ และ $B^p \varepsilon_t = \varepsilon_{t-p}$

θ_0 คือค่าคงที่

ϕ_i คือค่าพารามิเตอร์ ของ AR ตัวที่ i, i = 1, 2, 3, ..., p

θ_i คือค่าพารามิเตอร์ ของ MA ตัวที่ i, i = 1, 2, 3, ..., p

ดังนั้นจะได้สมการเป็น

$$y_t = \theta_0 + y_{t-1} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad (6)$$

ดังนั้นค่าประมาณที่ได้ คือ $\hat{\theta}_1 = -0.69$ และ $\hat{\theta}_2 = -0.150$ และ $\hat{\theta}_0 = -0.32$ เมื่อแทนค่าลงไปในการพยากรณ์จะได้

$$y_t = -0.32 + y_{t-1} - 0.69\mathcal{E}_{t-1} - 0.150\mathcal{E}_{t-2} + \mathcal{E}_t \quad (7)$$

4. การตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์

การตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ตรวจสอบโดยใช้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error : MAPE) จะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่า MAPE จากแต่ละวิธีการพยากรณ์

วิธีการพยากรณ์	Σ	MAPE
1. วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	5826.9560	30.9945
2. วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง	4444.2861	23.6398
3. วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์	1384.1182	7.3623

จากตารางที่ 2 แสดงค่า MAPE จากแต่ละวิธีการพยากรณ์ พบว่าวิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีค่า MAPE เท่ากับ 30.9945 วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง มีค่า MAPE เท่ากับ 23.6398 และวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ มีค่า MAPE 7.3623 จากข้อมูลสรุปได้ว่าค่า MAPE ของวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ มีค่าน้อยที่สุด ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมกับข้อมูลทางพาราชุดนี้มากที่สุดคือ วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์

อภิปรายผล

ผลจากการศึกษาเรื่องตัวแบบการพยากรณ์ราคาของพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ตัวแบบการพยากรณ์โดยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบในการพยากรณ์ โดยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ มีค่า MAPE ต่ำที่สุดทำให้ตัวแบบการพยากรณ์ราคาของพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ด้วยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้ที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรารัณดา กิระวิบูลย์ (2558) ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการจำหน่ายเบียร์ในประเทศไทย วัดอุปสงค์เพื่อสร้างตัวแบบอนุกรมเวลาการพยากรณ์ปริมาณการจำหน่ายเบียร์ในประเทศไทย ใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) พบว่าวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีบ็อกซ์ เจนกินส์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์ (2561) ได้ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่าวิธีบ็อกซ์ เจนกินส์ เป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด

สรุป

การวิจัยครั้งนี้นำเสนอตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคาของพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาของพารา 3 วิธีที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนราคาของพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้นจำนวน 188 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ ได้แก่ วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least-square method) วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง (Triple exponential smoothing method) และวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ (Box – jenkins method) โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสร้างเส้นแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีค่า MAPE เท่ากับ 30.9945 วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสามครั้ง มีค่า MAPE เท่ากับ 23.6398 และวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ มีค่า MAPE 7.3623 ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์โดยวิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์ เจนกินส์ (Box – jenkins method) มีความแม่นยำมากที่สุด เมื่อพิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ซึ่งมีค่าต่ำมากที่สุด จากวิธีทั้งหมดที่ใช้ในการเปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคาของพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีตัวแบบพยากรณ์เป็น $y_t = -0.32 + y_{t-1} - 0.69\epsilon_{t-1} - 0.150\epsilon_{t-2} + \epsilon_t$

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงกรณีศึกษาราคาของพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ยังไม่เป็นภาพรวมของทั้งประเทศ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป อาจนำข้อมูลอนุกรมเวลาจากหลาย ๆ จังหวัด หลาย ๆ ภูมิภาค หรือทั้งประเทศเพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีการพยากรณ์ของข้อมูลแต่ละวิธีสอดคล้องหรือแตกต่างจากงานวิจัยนี้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรใช้วิธีการพยากรณ์ที่ต่างจากงานวิจัยครั้งนี้ เช่น การศึกษาการพยากรณ์แบบการวิเคราะห์การถดถอย และอาจศึกษาราคาของพาราในหลายจังหวัด หรือในแต่ละภาค เพื่อศึกษาเปรียบเทียบหาแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม ซึ่งอาจแตกต่างจากข้อมูลราคาของพาราของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ให้การอุดหนุนทุนวิจัย ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้ข้อเสนอแนะ งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลราคาของพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำหรับการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2556). **การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารงานและวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- การยางแห่งประเทศไทย. (2561). **สถานการณ์ยางพารา**. สืบค้นจาก http://www.raot.co.th/ewt_dl_link.php?nid=5659
- ชม ปานตา, และยุภาวดี สำราญฤทธิ์. (2560). การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์**, 9(10), 127-142.
- บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์, และเสาวภา ชัยพิทักษ์. (2561). ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 26(2), 74 – 85.
- ยุทธพล สกุลหลง. (2559). **การพยากรณ์ราคาส่งออกยางแผ่นรมควันชั้น 3 ของประเทศไทย**. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- วรางคณา กิริติวิบูลย์. (2558). ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการจำหน่ายเบียร์ในประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**, 23 (5), 731-742.
- ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. (2556). **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ: การวิเคราะห์อนุกรมเวลา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. (2548). **เทคนิคการพยากรณ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. (2561). **พื้นที่ปลูกยางพาราในภาคใต้**. สืบค้นจาก <https://www.arda.or.th/kasetinfo/south/para/controller/01-09.php>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขตที่ 8 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (2561). **ราคายางพาราจังหวัดสุราษฎร์ธานี**. สืบค้นจาก <https://oaezone.oae.go.th/view/17/index/TH-TH>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). **Forecasting: principles and practice** (3rd ed.). Australia: Otexts Melbourne.
- Makridakis, S., Wheelwright, S.C. & Hyndman, R.J. (1997). **Forecasting: Methods and Applications** (3rd ed.). New York: Wiley.