

ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช
กรณีศึกษาด้วยวิธีการทางอนุกรมเวลา
Rainfall Forecasting Model in Nakhon Si Thammarat Province:
Case Study Using Time Series Method

วารังคณา เรียนสุทธิ์^{1*} ศุภมิตร วิริยกุลโอภาส² ณัฐนนท์ เหลืองอักษร² และ วชิรวิทย์ พจน์จำเนียร²
Warangkha Riansut^{1*} Supamit Wiriyakulopast² Natthanon Luengaksorn² and Wachirawit Photchamnian²
¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง
จ.พัทลุง ประเทศไทย

²โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย นครศรีธรรมราช จ.นครศรีธรรมราช ประเทศไทย

¹Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Digital Innovation,
Thaksin University, Phatthalung Campus, Phatthalung, Thailand

²Princess Chulabhorn Science High School Nakhon Si Thammarat, Nakhon Si Thammarat, Thailand

วันที่ส่งบทความ : 27 มกราคม 2566 วันที่แก้ไขบทความ : 25 มีนาคม 2567 วันที่ตอบรับบทความ : 28 มีนาคม 2567

Received: 27 January 2023, Revised: 25 March 2024, Accepted: 28 March 2024

บทคัดย่อ

จังหวัดนครศรีธรรมราชพบปัญหาอุทกภัยหรือการขาดแคลนน้ำหลายครั้ง ดังนั้นการศึกษานี้
นำเสนอการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตของจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลจากกรม
อุตุนิยมวิทยา ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 แบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ชุด
ดังนี้ ชุดที่ 1 ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ใช้สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ 4
วิธี ได้แก่ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีวินเทอร์แบบบวก และวิธีวินเทอร์แบบคูณ และ
ชุดที่ 2 ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ใช้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ภายใต้รากของค่า
คลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ที่น้อยที่สุด ซึ่งพบว่า วิธีของบ็อกซ์และ
เจนกินส์ที่มีตัวแบบ SARIMA(0, 0, 0)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีค่าคงตัว มีค่า RMSE น้อยที่สุด

คำสำคัญ : การพยากรณ์ บ็อกซ์และเจนกินส์ การทำให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง

Abstract

Nakhon Si Thammarat province has encountered several flooding or water shortage
problems. Therefore, this study aims to predict future rainfall in Nakhon Si Thammarat
province, using information from the Meteorological Department from January 2012 to

*ที่อยู่ติดต่อ E-mail address: warang27@gmail.com

<https://doi.org/10.55003/scikmitl.2024.257734>

December 2022. The time series was divided into 2 sets. The first series from January 2012 to December 2021 was used to create the forecasting models using the Box and Jenkins method, the simple seasonal method, Winters' additive method, and Winters' multiplicative method. The second series was from January to December 2022 for selecting the forecast model based on the lowest Root Mean Square Error (RMSE). This study found that a model from the Box and Jenkins method, SARIMA (0, 0, 0) (1, 1, 0)₁₂ and no constant term, had the lowest RMSE value.

Keywords: Forecasting, Box and Jenkins, Exponential Smoothing

1. บทนำ

จังหวัดนครราชสีมาเป็นอันดับที่ 16 ของประเทศไทยและเป็นอันดับที่ 2 ของภาคใต้ โดยมีเนื้อที่ 9,942,502 ตร.กม. ลักษณะที่ตั้งของจังหวัดเป็นเทือกเขา ซึ่งมีความยาวตามแนวของคาบสมุทร ทำให้แบ่งลักษณะภูมิประเทศออกได้เป็น 3 ส่วน คือ เทือกเขาที่อยู่ตอนกลาง ที่ราบทางชายฝั่งด้านตะวันออก และที่ราบทางด้านตะวันตก [1] ปัจจุบันจังหวัดนครราชสีมาพบปัญหาอุทกภัยหรือการขาดแคลนน้ำหลายครั้ง ดังนั้นการศึกษานี้จึงต้องการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะตกในจังหวัดนครราชสีมาเพื่อช่วยลดการเกิดปัญหาดังกล่าว จากการศึกษาที่ผ่านมาพบการศึกษาที่ใกล้เคียง เช่น การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดสงขลาโดยวิธีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple seasonal) วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins) และวิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition) พบว่า วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ที่มีตัวแบบ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(1, 0, 0)(1, 1, 1)₁₂ ไม่มีค่าคงตัวมีความเหมาะสมควรใช้ในการพยากรณ์มากที่สุด [2] การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดน่านโดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีรวมค่าพยากรณ์ (Combined forecast method) พบว่า วิธีรวมค่าพยากรณ์ระหว่างวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์และวิธีฤดูกาลอย่างง่ายให้ตัวแบบที่มีความเหมาะสมควรใช้ในการพยากรณ์มากที่สุด [3] การพยากรณ์ระดับน้ำโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network) ด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากตัวแบบสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค พบว่า การเรียนรู้แบบ Levenberg-Marquardt เป็นโครงสร้างสถาปัตยกรรมของวิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมควรกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเร้นร้อยละ 50 ของจำนวนข้อมูลนำเข้า และควรนำปริมาณน้ำฝนมาหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่จะทำให้การพยากรณ์น่าเชื่อถือกว่าการใช้ปริมาณน้ำฝนจากกริดรวมกับการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ [4] การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนบนพื้นฐานของระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก (Global Navigation Satellite System: GNSS) และอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายกลับ พบว่า ตัวแบบที่นำเสนอสามารถเสริมข้อได้เปรียบของวิธีเตือนภัยล่วงหน้าปริมาณน้ำฝนแบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น ตัวแบบสามารถรักษ้อัตราการตรวจจับปริมาณน้ำฝนจริง (True Detected Rate: TDR) และลดอัตราการพยากรณ์ที่ผิดพลาด (False Forecasted Rate: FFR) ค่าเฉลี่ย TDR ของสถานี GNSS จำนวน 8 สถานี และค่า FFR คือ ร้อยละ 100 และร้อยละ 20.75 ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าทั้งตัวแบบเตือนภัยล่วงหน้าปริมาณน้ำฝนเชิงเส้นและไม่เชิงเส้นที่มีอยู่ [5]

ผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า มีการสร้างตัวแบบพยากรณ์เพื่อพยากรณ์ค่าปริมาณน้ำฝนในอนาคต ซึ่งตัวแบบดังกล่าวเป็นตัวแบบพยากรณ์ในอดีตเพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะตกในจังหวัดสงขลาและน่าน ดังนั้นอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะตกในจังหวัดนครศรีธรรมราชในปัจจุบัน ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงต้องการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะตกในจังหวัดนครศรีธรรมราชโดยใช้เทคนิคทางสถิติด้านการพยากรณ์ เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมจะสามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะตกในอนาคต เพื่อใช้เป็นแนวทางป้องกันปัญหาอุทกภัยหรือปัญหาการขาดแคลนน้ำที่มักเกิดขึ้นบ่อยครั้งในจังหวัดนครศรีธรรมราช รวมถึงยังใช้ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนเพื่อประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมอีกทางหนึ่งด้วย

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รวบรวมอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของทุกอำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช จากกลุ่มบริการสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 คิดเป็น 132 เดือน

2. แบ่งอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 คิดเป็น 120 เดือน ประมาณร้อยละ 90.91 เป็นข้อมูลที่ใช้พยากรณ์ทางสถิติด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีวินเทอร์แบบบวก (Winters' additive) และวิธีวินเทอร์แบบคูณ (Winters' multiplicative) ชุดที่ 2 เป็นข้อมูลช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 คิดเป็น 12 เดือน ประมาณร้อยละ 9.09 ใช้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ภายใต้รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ที่น้อยที่สุด

3. ตรวจสอบอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชชุดที่ 1 ว่ามีแนวโน้มและฤดูกาลหรือไม่ โดยใช้การทดสอบครัสคัลและวอลลิส (Kruskal and Wallis test) เพื่อตรวจสอบแนวโน้มด้วยการเปรียบเทียบมัธยฐานของปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี และตรวจสอบฤดูกาลด้วยการเปรียบเทียบมัธยฐานของปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน ผลการตรวจสอบแนวโน้มและฤดูกาลพบว่า ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีเฉพาะฤดูกาล ดังนั้นควรใช้วิธีฤดูกาลอย่างง่าย [6] ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ เนื่องจากเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีเฉพาะฤดูกาล รวมถึงจะพิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล ได้แก่ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ [7] วิธีวินเทอร์แบบบวกและวิธีวินเทอร์แบบคูณ [6] เนื่องจากมีค่า RMSE ของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ใกล้เคียงกัน

วิธีการพยากรณ์ด้วยโปรแกรม IBM Statistics SPSS

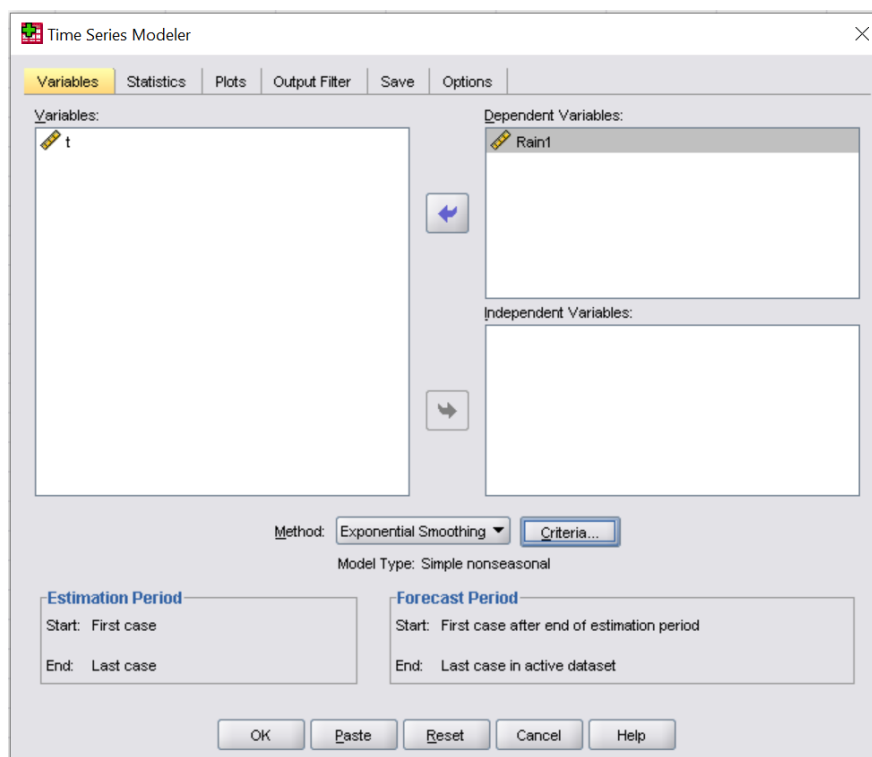
1. ใช้คำสั่ง Data ➔ Define Dates... เลือก Years, months ระบุ Year: 2012 (พ.ศ.2555) Month: 1 (เดือนมกราคม)

2. ใช้คำสั่ง Analyze ➔ Forecasting ➔ Create Models...

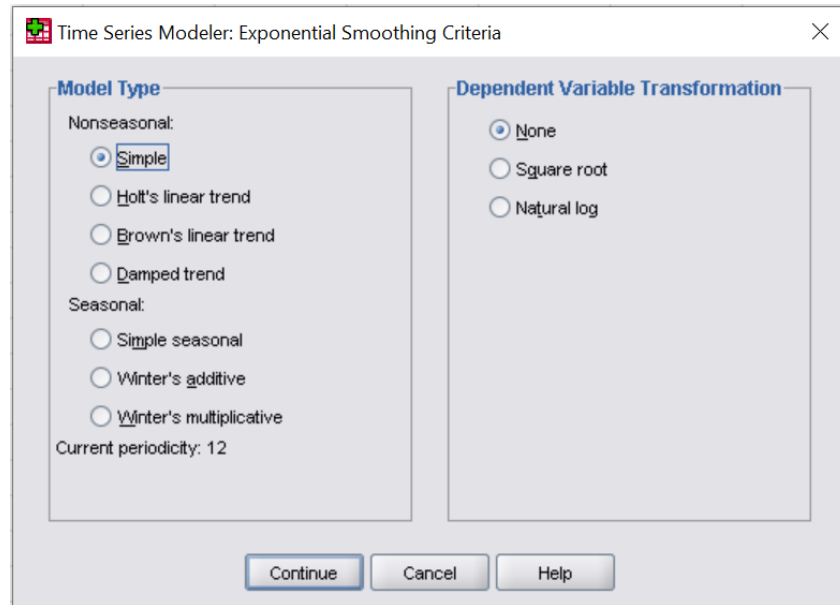
3. ใน Tab Variables นำตัวแปรปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชใส่ในช่อง Dependent Variables: และเลือกวิธีการพยากรณ์ในช่อง Method: โดยเลือกระหว่าง Exponential Smoothing (การทำให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง) หรือ ARIMA (บ็อกซ์และเจนกินส์) เมื่อเลือก Method: เป็น Exponential

Smoothing ระบุ Criteria... เป็น Holt's linear trend คือ วิธีแนวโน้มเชิงเส้นของโฮลต์ Brown's linear trend คือ วิธีแนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ Damped trend คือ วิธีแนวโน้มแดมป์ และเมื่อเลือก Method: เป็น ARIMA ระบุ Criteria... เป็นตัวแบบเริ่มต้น โดยส่วนของ Nonseasonal หมายถึง ค่า p, d และ q และส่วนของ Seasonal หมายถึง ค่า P, D และ Q การศึกษาพบว่า อนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในจังหวัด นครศรีธรรมราชไม่มีแนวโน้ม มีเพียงฤดูกาล จึงพิจารณาเฉพาะค่า P, D และ Q ในส่วนของ Seasonal เท่านั้น โดยที่ค่าของ P แทนจำนวนแท่งสัมพันธ์สหสัมพันธ์ตามฤดูกาลที่มีค่าเกินจากขอบเขตช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ของกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) และค่าของ Q แทนจำนวนแท่งสัมพันธ์สหสัมพันธ์ตามฤดูกาลที่มีค่าเกินจากขอบเขตช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ของกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation Function: ACF) สำหรับค่า D คือ ลำดับที่ใช้หาของผลต่างเพื่อกำจัดฤดูกาล

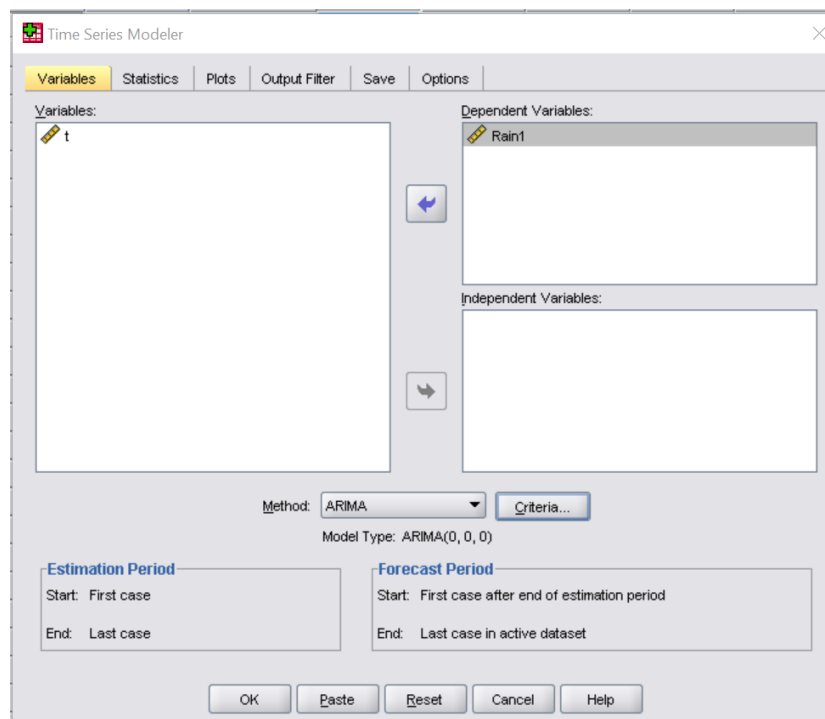
4. ใน Tab Statistics เลือก Parameter estimates เพื่อเก็บค่าประมาณพารามิเตอร์
5. ใน Tab Save ระบุที่อยู่ที่จะบันทึกค่าประมาณพารามิเตอร์ในช่อง Export Model File
6. ใน Tab Options ระบุเวลาสุดท้ายที่ต้องการให้โปรแกรมพยากรณ์ไปถึงในช่อง Forecast Period และเลือก First case after end of estimation period through a specified date สำหรับการศึกษานี้ คือ Year 2023 และ Month 12 (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2566) ดังรูปที่ 1 – 4



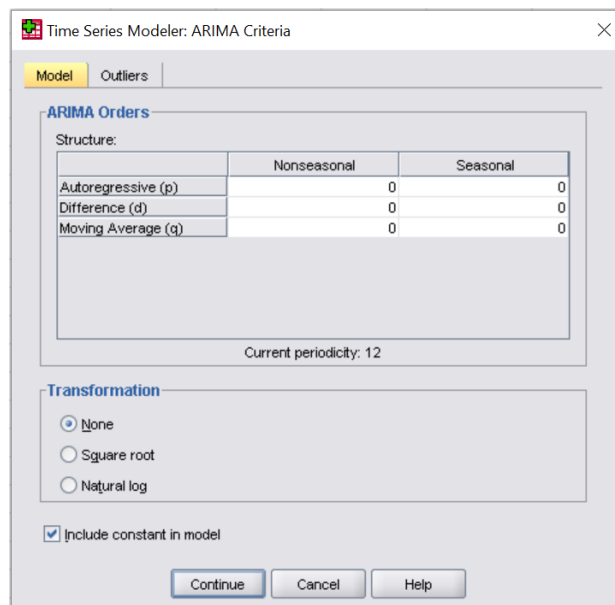
รูปที่ 1. การสร้างตัวแบบโดยวิธีการทำให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง



รูปที่ 2. วิธีการสร้างตัวแบบโดยวิธีการทำให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง



รูปที่ 3. การสร้างตัวแบบโดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์



รูปที่ 4. การกำหนดค่า p, d, q, P, D และ Q สำหรับวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

2.2 ข้อสมมุติการพยากรณ์และวิธีการตรวจสอบ

1. ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงปกติ พิจารณาจากการทดสอบคอลโมโกรอฟและสมิร์นอฟ (Kolmogorov and Smirnov test: KS test)
2. ค่าคลาดเคลื่อนอิสระกัน พิจารณาจากการทดสอบรันส์ (Runs test)
3. ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนมีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ พิจารณาจากการทดสอบที (t-test)
4. ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกันทุกช่วงเวลา พิจารณาจากการทดสอบของเลวิน (Levene's test)

ถ้าตัวแบบพยากรณ์ใดมีข้อสมมุติไม่เป็นจริงอย่างน้อย 1 ข้อ สรุปได้ว่าตัวแบบที่ได้ไม่เหมาะสม ไม่ควรนำไปใช้พยากรณ์

2.3 การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์

คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่เกิดขึ้นจริง ชุดที่ 2 ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 กับผลการพยากรณ์แล้วคำนวณค่า RMSE ของการพยากรณ์ 4 วิธีที่ศึกษา เพื่อหาวิธีที่ให้ค่า RMSE น้อยที่สุด ซึ่งจัดเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมควรใช้ในการพยากรณ์มากที่สุด เพราะให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด สูตร RMSE แสดงดังสมการที่ (1) [8]

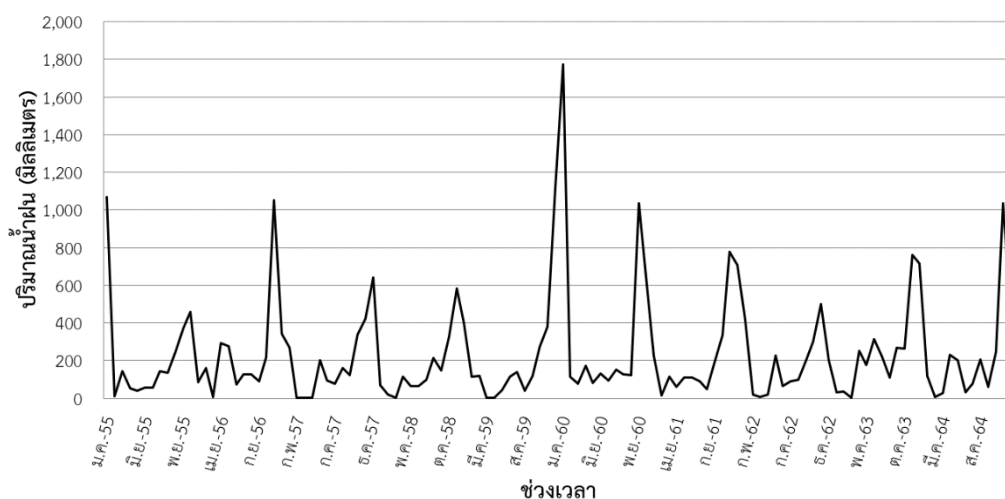
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad (1)$$

เมื่อ e_t แทนค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t
 Y_t แทนอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ณ เวลา t
 $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ณ เวลา t
 t แทนเวลา 1, 2, ..., n_2 ($n_2 = 12$)

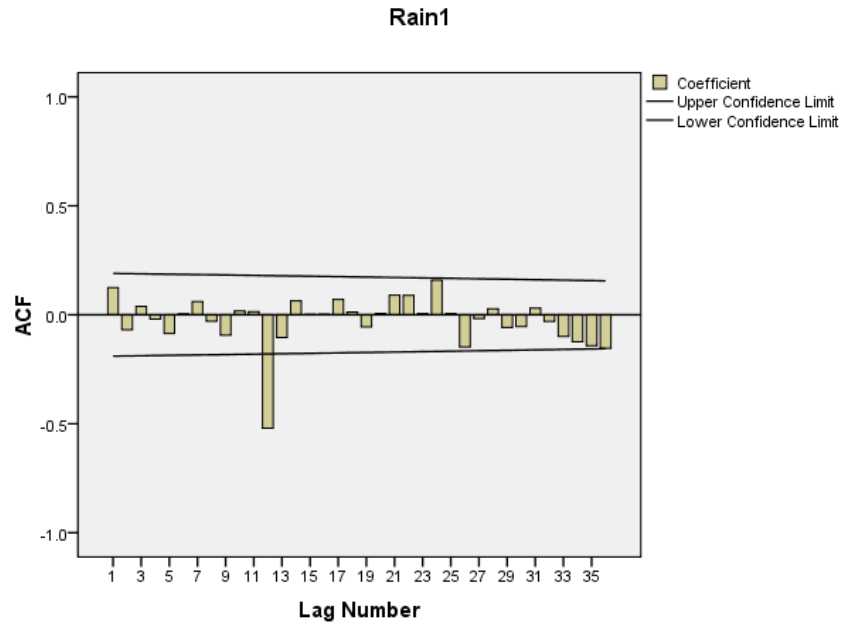
3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูล

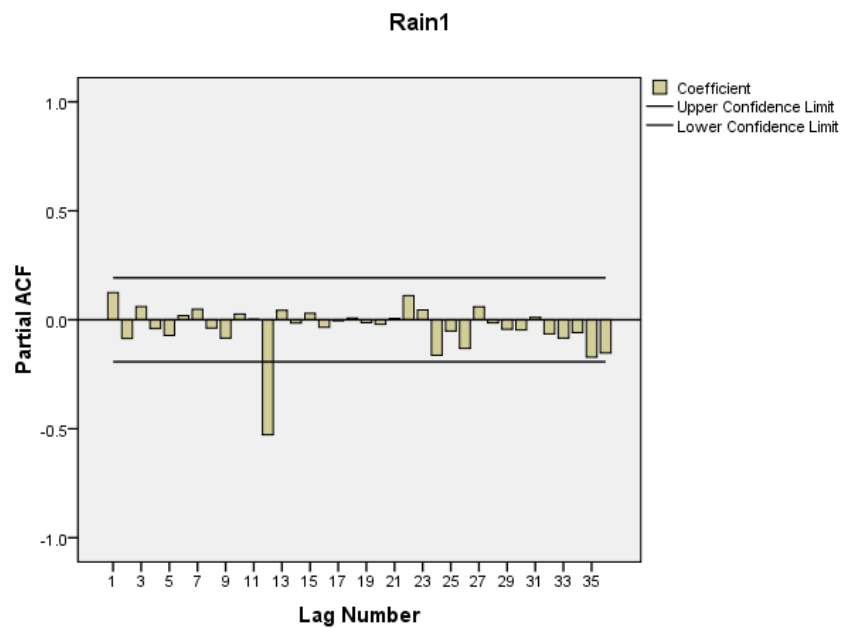
ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชชุดที่ 1 ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ไม่มีแนวโน้ม ($x^2 = 2.763$, $p = 0.948$) แต่มีฤดูกาล ($x^2 = 72.099$, $p < 0.0001$) ดังรูปที่ 5 ดังนั้นกำจัดฤดูกาลโดยใช้ผลต่างของฤดูกาลลำดับ 1 ($D = 1$) จึงได้อนุกรมเวลาที่มีลักษณะคงที่ จากนั้นสร้างกราฟ ACF ดังรูปที่ 6 และกราฟ PACF ดังรูปที่ 7 สำหรับใช้กำหนดตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ในตัวอย่างที่ 12 ของกราฟ ACF เกินขอบเขตของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ดังนั้น Q ควรมีค่าเท่ากับ 1 และค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ในตัวอย่างบางส่วนแห่งที่ 12 ของกราฟ PACF เกินขอบเขตของช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ดังนั้น P ควรมีค่าเท่ากับ 1 ตัวแบบเริ่มต้นจึงควรเป็น SARIMA(0, 0, 0)(1, 1, 1)₁₂ คัดเลือกพารามิเตอร์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะได้ตัวแบบที่มีเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญ คือ SARIMA(0, 0, 0)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีค่าคงตัวดังตารางที่ 1 เมื่อแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จากโปรแกรม IBM Statistics SPSS ได้ตัวแบบพยากรณ์ของทุกวิธีที่ศึกษาดังตารางที่ 2 และดัชนีฤดูกาลแสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งแปลความหมายค่าดัชนีฤดูกาลได้ว่า ฝนจะตกมากในเดือนมกราคม และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมของทุกปี



รูปที่ 5. ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2564



รูปที่ 6. ACF ของปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครราชสีมาที่มีการแปลงข้อมูลด้วยผลต่างของฤดูกาลลำดับ 1



รูปที่ 7. PACF ของปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครราชสีมาที่มีการแปลงข้อมูลด้วยผลต่างของฤดูกาลลำดับ 1

ตารางที่ 1. ผลการประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ SARIMA(0, 0, 0)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีค่าคงตัว

พารามิเตอร์	Φ_1
ค่าประมาณ	-0.5612
t	-7.2032
p-value	< 0.0001

ตารางที่ 2. ผลการพยากรณ์

ลำดับ	วิธีพยากรณ์	ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์	ผลการสร้างตัวแบบ สำหรับการพยากรณ์
1	Box and Jenkins SARIMA(p, d, q)(P, D, Q) _s	$\hat{\phi}_p(B)\hat{\phi}_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D\hat{Y}_t$ $= \hat{\delta} + \hat{\theta}_q(B)\hat{\theta}_Q(B^s)e_t$	$\hat{Y}_t = 0.4388Y_{t-12} + 0.5612Y_{t-24}$
2	simple seasonal	$\hat{Y}_t = a_t + \hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \lambda(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\lambda)a_{t-1}$, $\hat{S}_t = \gamma(Y_t - a_t) + (1-\gamma)\hat{S}_{t-s}$	$\hat{Y}_t = 249.4529 + \hat{S}_t$
3	Winters' additive	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m) + \hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \lambda(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\lambda)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \gamma(Y_t - a_t) + (1-\gamma)\hat{S}_{t-s}$	$\hat{Y}_{t+m} = (251.2500 + 0.1967m) + \hat{S}_t$
4	Winters' multiplicative	$\hat{Y}_{t+m} = (a_t + b_t m)\hat{S}_t$ โดยที่ $a_t = \lambda \frac{Y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1-\lambda)(a_{t-1} + b_{t-1})$, $b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$, $\hat{S}_t = \gamma \frac{Y_t}{a_t} + (1-\gamma)\hat{S}_{t-s}$	$\hat{Y}_{t+m} = (266.0063 + 0.1250m)\hat{S}_t$

สัญลักษณ์ในตารางที่ 2 มีความหมายดังนี้

$\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ณ เวลา t

$\hat{Y}_{t+m}$ แทนค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ณ เวลา t + m โดยที่ m คือจำนวน

ช่วงเวลาในอนาคตที่ต้องการพยากรณ์และเริ่มค่าแรก m = 1 ที่ข้อมูลชุดที่ 2 เดือนมกราคม พ.ศ. 2565

Y_{t-j} แทนอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ณ เวลา t - j

e_t แทนค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

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

$\hat{\mu}$ แทนค่าประมาณของค่าเฉลี่ยจากอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary)

$\hat{\phi}_p(B) = 1 - \hat{\phi}_1 B - \hat{\phi}_2 B^2 - \dots - \hat{\phi}_p B^p$ แทนตัวดำเนินการถดถอยในตัวอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล

$\hat{\Phi}_p(B^s) = 1 - \hat{\phi}_1 B^s - \hat{\phi}_2 B^{2s} - \dots - \hat{\phi}_p B^{ps}$ แทนตัวดำเนินการถดถอยในตัวอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล

$\hat{\theta}_q(B) = 1 - \hat{\theta}_1 B - \hat{\theta}_2 B^2 - \dots - \hat{\theta}_q B^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล

$\hat{\Theta}_Q(B^s) = 1 - \hat{\theta}_1 B^s - \hat{\theta}_2 B^{2s} - \dots - \hat{\theta}_Q B^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล

t แทนเวลา 1, 2, ..., n_1 ($n_1 = 120$)

s แทนจำนวนฤดูกาลของปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ($s = 12$)

d แทนลำดับที่ที่ใช้หาผลต่างเพื่อกำจัดแนวโน้ม

D แทนลำดับที่ที่ใช้หาผลต่างเพื่อกำจัดฤดูกาล

B^j แทนตัวดำเนินการถดถอยหลัง j ช่วงเวลา นั่นคือ $B^j Y_t = Y_{t-j}$

a_t , b_t และ $\hat{S}_t$ แทนค่าประมาณจุดตัดแกน Y ความชันของสมการ และฤดูกาล ณ เวลา t ตามลำดับ

λ , β และ γ แทนค่าคงตัวของการทำให้เรียบ

ตารางที่ 3. ดัชนีฤดูกาล

เดือน	$\hat{S}_t$ (simple seasonal)	$\hat{S}_t$ (Winters' additive)	$\hat{S}_t$ (Winters' multiplicative)
มกราคม	186.07	187.15	1.40
กุมภาพันธ์	-181.60	-180.72	0.19
มีนาคม	-193.96	-193.27	0.12
เมษายน	-112.95	-112.46	0.36
พฤษภาคม	-88.65	-88.36	0.51
มิถุนายน	-126.31	-126.21	0.34
กรกฎาคม	-124.66	-124.76	0.38
สิงหาคม	-102.45	-102.75	0.50
กันยายน	-85.69	-86.19	0.53
ตุลาคม	35.67	34.98	1.08
พฤศจิกายน	459.10	458.21	2.64
ธันวาคม	335.36	334.28	2.28

ตัวหนา หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่จะตกมากกว่าเดือนอื่น ๆ

3.2 ผลของการตรวจสอบข้อสมมุติการพยากรณ์

ผลของการตรวจสอบข้อสมมุติการพยากรณ์ที่ค่าคลาดเคลื่อน พบว่า ตัวแบบพยากรณ์จากวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีวินเทอร์แบบบวก และวิธีวินเทอร์แบบคูณ มีข้อสมมุติการพยากรณ์เป็นจริงที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือ ค่าคลาดเคลื่อนแจกแจงปกติ อิสระกัน ค่าเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างจากศูนย์ และความแปรปรวนใกล้เคียงกันทุกช่วงเวลาดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ผลของการตรวจสอบข้อสมมติการพยากรณ์

ลำดับ	วิธีพยากรณ์	KS test	p-value	Runs test	p-value	t-test	p-value	Levene statistic	p-value
1	Box and Jenkins	1.531	0.018	-0.967	0.334	0.052	0.959	1.355	0.209
2	simple seasonal	1.192	0.117	-2.384	0.017	-0.069	0.945	1.482	0.153
3	Winters' additive	1.182	0.122	-2.384	0.017	-0.156	0.877	1.498	0.147
4	Winters' multiplicative	1.318	0.062	-2.017	0.044	-0.871	0.386	1.325	0.225

3.3 ผลของการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์

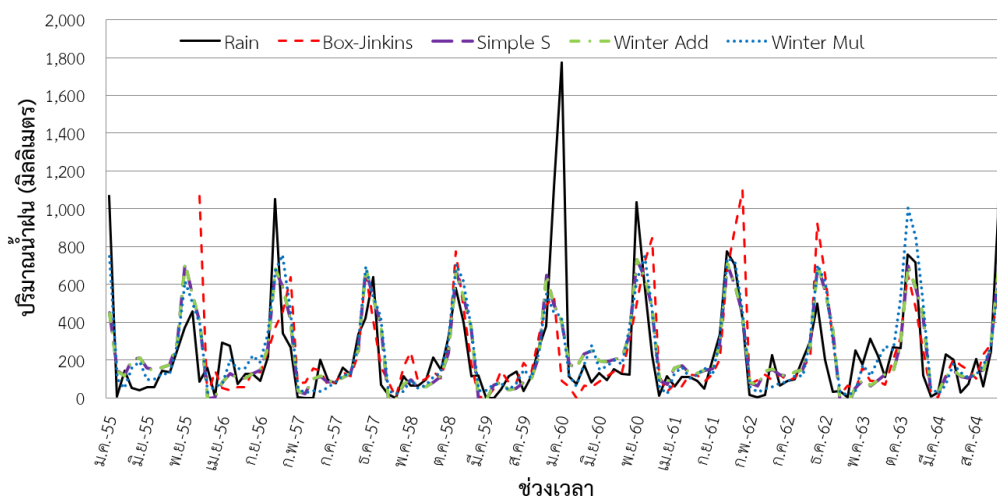
จากตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างขึ้นเมื่อนำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช ชุดที่ 1 ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 พบว่า มีค่า RMSE อยู่ในช่วง 200.30 – 250.29 มิลลิเมตร และเมื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนชุดที่ 2 ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 พบว่า วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ให้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า RMSE น้อยที่สุด ดังนั้นตัวแบบจากวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์มีความเหมาะสมควรใช้ในการพยากรณ์มากที่สุด ให้ค่าความผิดพลาดจากการพยากรณ์ 214.80 มิลลิเมตร (RMSE = 214.80) รองลงมาคือ วิธีวินเทอร์แบบบวก มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ 227.21 มิลลิเมตร (RMSE = 227.21) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5. ค่าพยากรณ์อนุกรมเวลาชุดที่ 2 ค่าเฉลี่ย และค่า RMSE

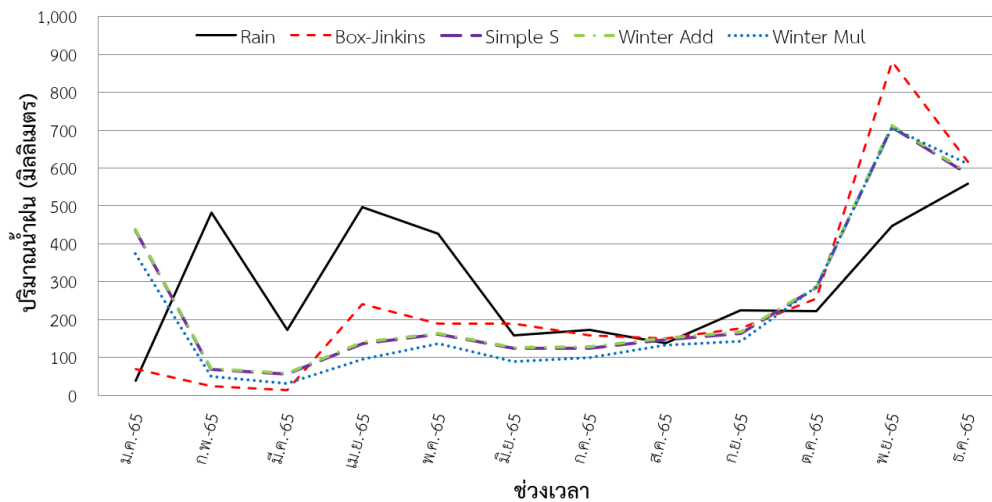
ช่วงเวลา	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	Box and Jenkins	simple seasonal	Winters' additive	Winters' multiplicative
ม.ค. 2565	38.40	70.01	435.52	438.60	373.30
ก.พ. 2565	482.60	23.24	67.85	70.93	49.83
มี.ค. 2565	171.60	13.07	55.49	58.57	31.67
เม.ย. 2565	496.00	241.39	136.50	139.58	95.69
พ.ค. 2565	425.70	188.79	160.80	163.88	136.89
มิ.ย. 2565	158.00	189.14	123.14	126.22	89.93
ก.ค. 2565	171.90	158.30	124.79	127.87	100.29
ส.ค. 2565	138.10	150.76	147.00	150.07	133.25
ก.ย. 2565	223.20	176.70	163.76	166.83	142.90
ต.ค. 2565	221.50	255.18	285.12	288.19	287.47
พ.ย. 2565	447.20	880.38	708.55	711.62	706.41
ธ.ค. 2565	558.50	615.95	584.82	587.89	610.45
ค่าเฉลี่ย	294.39	246.91	249.45	252.52	229.84
RMSE		214.80	227.80	227.21	233.30

ผลการใช้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชชุดที่ 1 ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 พบว่า ทุกวิธีที่ศึกษาให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริง ดังรูปที่ 8 แต่เมื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชชุดที่ 2 ช่วงเดือนมกราคมถึง

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 พบว่า ผลการพยากรณ์แตกต่างจากค่าจริงเล็กน้อยดังรูปที่ 9 เมื่อคำนวณค่า RMSE เพื่อคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ ตัวแบบที่ได้จากวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ สอดคล้องกับ วรางคณา กิริติวิบูลย์ [2] ที่พบว่า วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ให้ตัวแบบที่มีความเหมาะสมควรใช้ในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากวิธีนี้จะสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาและค่าคลาดเคลื่อนในอดีตเพื่อนำมาสร้างเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่ดีที่สุด ซึ่งวิธีนี้จะใช้ได้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มหรือฤดูกาล การศึกษานี้ให้ผลแตกต่างจาก วรางคณา กิริติวิบูลย์ [3] ที่พบว่า วิธีรวมค่าพยากรณ์ให้ตัวแบบที่มีความเหมาะสมควรใช้ในการพยากรณ์มากที่สุด อาจเนื่องจากการศึกษาปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แตกต่างกันและการศึกษาได้ใช้อนุกรมเวลาที่เป็นปัจจุบันมากกว่า วรางคณา กิริติวิบูลย์ [3] หากพิจารณาค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัด นครศรีธรรมราชชุดที่ 2 ของทุกวิธีที่ศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของอนุกรมเวลาชุดที่ 2 เท่ากับ 294.39 มิลลิเมตร มีค่าสูงกว่าค่าพยากรณ์โดยเฉลี่ยเล็กน้อย โดยสูงกว่าอยู่ในช่วง 41.87 – 64.55 มิลลิเมตร ดังตารางที่ 5



รูปที่ 8. การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชชุดที่ 1 กับค่าพยากรณ์



รูปที่ 9. การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชชุดที่ 2 กับค่าพยากรณ์

4. สรุปผลการทดลอง

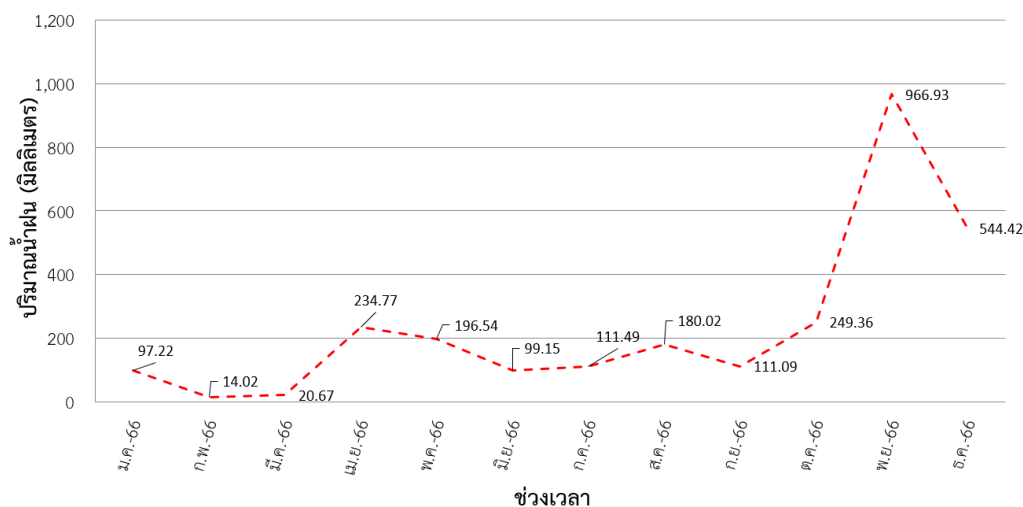
การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่ตกในจังหวัดนครศรีธรรมราชครั้งนี้ได้ใช้ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของทุกอำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราชจากกลุ่มบริการสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 คิดเป็น 132 เดือน แบ่งอนุกรมเวลาเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 คิดเป็น 120 เดือน ประมวลร้อยละ 90.91 นำมาสร้างตัวแบบทางสถิติด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ วิธีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีวินเทอร์แบบบวก และวิธีวินเทอร์แบบคูณ อนุกรมเวลาชุดที่ 2 ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 คิดเป็น 12 เดือน ประมวลร้อยละ 9.09 นำมาคำนวณค่า RMSE เพื่อคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ พบว่า ตัวแบบที่มีความเหมาะสมควรใช้ในการพยากรณ์มากที่สุด คือ ตัวแบบจากวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ เขียนเป็นตัวแบบได้เป็น SARIMA(0, 0, 0)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีค่าคงตัวดังสมการที่ (2)

$$\hat{Y}_t = 0.4388Y_{t-12} + 0.5612Y_{t-24} \quad (2)$$

เมื่อ Y_{t-j} แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา $t-j$, $\hat{S}_t$ แทนดัชนีฤดูกาล โดยมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช 214.80 มิลลิเมตร

ผลพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่ตกในจังหวัดนครศรีธรรมราชเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ดังรูปที่ 10 กรมอุตุนิยมวิทยาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องในการป้องกันอุทกภัยหรือการขาดแคลนน้ำในอนาคต รวมถึงยังใช้เป็นข้อมูลเพื่อวางแผน ตัดสินใจ และกำหนดนโยบายส่งเสริมการเกษตร อย่างไรก็ตาม ผลการพยากรณ์ครั้งนี้ยังพบว่ามีความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ค่อนข้างสูง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีความผันผวนตามฤดูกาลสูงมาก ดังนั้นควรพิจารณา

ปัจจัยการเกิดฝนอื่น ๆ เพิ่มเติมนอกเหนือจากปัจจัยของเวลา เช่น ปริมาณไอน้ำในอากาศ อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศ ลม พื้นที่บริเวณภูเขาและป่าไม้ [9] เพื่อใช้ในการปรับปรุงให้ตัวแบบพยากรณ์มีความเหมาะสมถูกต้องยิ่งขึ้น อีกทั้งควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ เช่น วิธีรวมค่าพยากรณ์ ซึ่งหากมีการรวมค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจะสามารถลดค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ได้ [8] อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ได้พิจารณาวิธีรวมค่าพยากรณ์ระหว่างวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์และวิธีวินเทอร์แบบบวกพบว่า วิธีรวมค่าพยากรณ์สามารถลดค่าคลาดเคลื่อนของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ลงได้จริง โดยสามารถลดความผิดพลาดจากการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราชลงได้ตั้งแต่ 0.25 ถึง 50.24 มิลลิเมตร (RMSE ของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 จากวิธีรวมค่าพยากรณ์เท่ากับ 200.05 และจากทุกวิธีที่ศึกษาอยู่ในช่วง 200.30 – 250.29 มิลลิเมตร) แต่วิธีรวมค่าพยากรณ์ไม่สามารถลดค่าคลาดเคลื่อนของอนุกรมเวลาชุดที่ 2 ลงได้ มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช 221.71 มิลลิเมตร ซึ่งสูงกว่าความผิดพลาดจากการพยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ (RMSE = 214.80) ดังนั้นในอนาคตจึงควรใช้ตัวแบบของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะตกในจังหวัดนครศรีธรรมราชมากกว่าตัวแบบของวิธีรวมค่าพยากรณ์



รูปที่ 10. การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครศรีธรรมราช เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2566
โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2563. ลักษณะทางกายภาพ. แหล่งข้อมูล : <http://www.nakhonsithammarat.go.th/geography.php>. ค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2565.
- [2] วรารณ กิระติบูลย์. 2557. ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนจังหวัดสงขลา. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 17(1), 40-48. [Keerativibool, W. 2014. Forecasting Model of the Rainfall in Songkhla Province. *Thaksin University Journal*, 17(1), 40-48. (in Thai)]

- [3] วรางคณา กীরติวิบูลย์. 2558. การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 38(3), 211-223. [Keerativibool, W. 2015. Forecasting the Rainfall in Muang, Nan Province. *KMUTT Research and Development Journal*, 38(3), 211-223. (in Thai)]
- [4] ยุพิน ไชยสมภาร และทวี ชัยพิมลผลิน. 2560. การพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง WRF-ECHAM5. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 9(17), 83-90. [Chaisompran, Y. and Chaipimonplin, T. 2017. Water Level Forecasting by Artificial Neural Network Model with Rainfall Data from WRF- ECHAM5 Model. *Srinakharinwirot University Journal of Sciences and Technology*, 9(17), 83-90. (in Thai)]
- [5] Fu, H., Zhang, W., Li, Ch. and Hu, Z. 2022. A Rainfall Forecast Model Based on GNSS Tropospheric Parameters and BP-NN Algorithm. *Atmosphere*, 13(1045), 1-15, <https://doi.org/10.3390/atmos13071045>.
- [6] สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. 2548. เทคนิคการพยากรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 2, มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา. [Ket-iam, S. 2005. Forecasting Technique. 2nd ed., Thaksin University, Songkhla. (in Thai)]
- [7] Box, G.E.P., Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C. 1994. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 3rd ed., Prentice Hall, New Jersey.
- [8] มุกดา แม้นมินทร์. 2549. อนุกรมเวลาและการพยากรณ์. โฟร์พรีนติ้ง, กรุงเทพฯ. [Manmin M. 2006. Time Series and Forecasting. Foreprinting, Bangkok. (in Thai)]
- [9] ทรุปลูกปัญญา. 2558. การเกิดฝนมีปัจจัยอะไรบ้าง. แหล่งข้อมูล : <https://www.trueplookpanya.com/asktrueplookpanya/detail/14210>. ค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2565.