

การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์โดยใช้เทคนิค

การพยากรณ์ทางสถิติ

Monthly Rainfall Amount Forecasting in Nakhon Sawan

by Statistical Forecasting Techniques

ชม ปานตา* และยุภาวดี สำราญฤทธิ์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

*Email: chom.p@nsru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ ที่เก็บจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนแบบธรรมดา ของศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคกลาง กรมชลประทาน จำนวน 3 สถานี โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ และเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ต่างๆ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ และวิธีของบอกรีเจนกินส์ ซึ่งพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE) โดยศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2558 เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ ผลการวิจัยสรุปผลได้ดังนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ ที่เก็บจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนแบบธรรมดา ของศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคกลาง กรมชลประทาน ในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 3 สถานี สรุปผลได้ว่า วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ในสถานี C.2 ค่ายจระเข้ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ และสถานี N.67 แม่น้ำน่าน บ้านเกยไชยเหนือ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ ส่วนสถานี Ct.4 แม่น้ำแมวกัก บ้านศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ วิธีของบอกรีเจนกินส์ ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาภาพรวม จะเห็นว่าวิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนมากที่สุด รองลงมาคือวิธีของบอกรีเจนกินส์

คำสำคัญ: วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ
วิธีของบอกรีเจนกินส์

Abstract

The objectives of this research were to study the monthly rainfall amount in Nakhon Sawan by data used from Central Region Irrigation Hydrology Center, Office of Water Management and Hydrology Royal Irrigation Department Thailand 3 stations and to compare the error of forecasting methods: Decomposition method, Winters multiplicative exponential

smoothing methods, and Box-Jenkins' forecast method. The comparison was considered by Mean Square Error (MSE). Data used to forecast the monthly rainfall amount in 2016 are taken from the past monthly rainfall amount records of 2001-2015. In this study, we compares the forecasting for monthly rainfall amount from 3 stations in Nakhon Sawan province. The Winters multiplicative exponential smoothing methods gives the lowest MES in station C.2 (Jiraprawat Camp, Nakhon Sawan) and station N.67 (Nan River, Ban koeichainua, Chumsaeng District, Nakhon Sawan). For station Ct.4 (Mae Wong River, Bansanjaokaito, Lat Yao District, Nakhon Sawan), the lowest MES is derived from Box-Jenkins forecasting method. As a result show that the Winters multiplicative exponential smoothing methods is the most suitable method of monthly rainfall amount.

Keywords: Decomposition method, Winters multiplicative exponential smoothing methods, Box-Jenkins' forecast method

บทนำ

จังหวัดนครสวรรค์มีลักษณะภูมิศาสตร์โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การทำการเกษตร เป็นที่ราบประมาณ 3 ใน 4 ของพื้นที่จังหวัด มีแม่น้ำสายสำคัญคือ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน ไหลมารวมกันเป็น แม่น้ำเจ้าพระยา ไหลผ่านช่วงกลางของจังหวัด แม่น้ำดังกล่าวได้แบ่งพื้นที่ของจังหวัดออกเป็นด้านตะวันออกและตะวันตก และมี 6 อำเภอที่ตั้งอยู่บนแม่น้ำสายหลัก สภาพภูมิประเทศทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดมีภูเขาสลับซับซ้อนและเป็นป่าทึบในเขตอำเภอลาดยาว อำเภอแม่วงก์ อำเภอแม่เปิน และอำเภอชุมตาบง พื้นที่ป่าของจังหวัดเป็นสภาพป่าที่เชื่อมโยงติดต่อกับป่าห้วยขาแข้งของจังหวัดอุทัยธานีในเส้นทางใต้ของอำเภอแม่วงก์ ส่วนบนของอำเภอแม่วงก์และอำเภอลาดยาว เป็นส่วนติดต่อกับป่าทึบของจังหวัดตาก ที่เชื่อมโยงไปถึงป่าทุ่งใหญ่นเรศวรของจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่ 9,597,677 ตารางกิโลเมตร หรือ 5,998,548 ไร่

ประชากรในจังหวัดนครสวรรค์ โดยส่วนใหญ่จะทำอาชีพเกษตรกรรม เช่น ปลูกข้าว ปลูกอ้อย ปลูกข้าวโพด ปลูกมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยน้ำฝนในการขับเคลื่อน ถ้าต้องการลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่อาจมีต่อการเพาะปลูกพืช จึงจำเป็นต้องมีการจัดระบบการปลูกพืชที่ดี ต้องมีความรู้เกี่ยวกับความแปรปรวนของฝน ลักษณะการกระจายของฝน ฯลฯ จึงจะสามารถทำให้มีการวางแผนที่ดี นอกจากด้านเกษตรกรรมแล้วปริมาณน้ำฝนยังส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของประชาชนในจังหวัดอีกด้วย ดังจะเห็นได้จากในอดีตจังหวัดนครสวรรค์ ได้ประสบกับปัญหาอุทกภัยหลายครั้ง และทุกครั้งที่เกิดอุทกภัยก็จะส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจของจังหวัดโดยรวม สาเหตุหลักนั้นเกิดจากปริมาณน้ำฝนมาก และด้วยสภาพภูมิประเทศที่มีแม่น้ำไหลผ่านหลายสาย ดังนั้นการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนเพื่อการวางแผนในการป้องกันที่ดีจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสนใจศึกษา

การวางแผนที่ดีนั้นจะต้องอาศัยเครื่องมือในการตัดสินใจที่ดีด้วย เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติจึงเป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็น เพราะสถิติสามารถชี้ให้เห็นแนวโน้ม ตลอดจนสามารถศึกษาลักษณะข้อมูล

ในอดีต โดยอาศัยเทคนิคการพยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งที่ต้องการศึกษาล่วงหน้าได้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด ดังนั้นถ้ามีการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะมีในอนาคตได้อย่างถูกต้อง จะทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกพืชที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำฝนในช่วงต่างๆ ได้ หรือแม้แต่ตัวเกษตรกรก็สามารถวางแผนในการเลือกปลูกพืชได้อย่างเหมาะสม จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดนครสวรรค์ มีเพียงการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดอื่นๆ ซึ่งเทคนิคในการพยากรณ์ของแต่ละจังหวัดจะไม่เหมือนกัน และไม่สามารถใช้ทดแทนกันได้ เช่น จักรกฤษ (2543) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลตามฤดูกาลโดยวิธีบอซ-เจนกินส์และวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลคือปริมาณน้ำฝนจังหวัดเชียงใหม่ เก็บรวบรวมตั้งแต่ ม.ค. 2530 - ธ.ค. 2542 จากการวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ผลการศึกษาพบว่าวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีบอซ-เจนกินส์ ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบเชิงบวกหรือรูปแบบเชิงคูณ วราฤทธิ์ (2548) ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดหนองคาย โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่ เดือนมกราคม 2539 ถึงเดือนพฤษภาคม 2548 โดยใช้วิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีของวินเตอร์ และวิธีของบอซ-เจนกินส์ จากการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ทั้งสามโดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) พบว่า วิธีแยกส่วนประกอบเป็นวิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมากที่สุด รองลงมา คือ วิธีของวินเตอร์ และวิธีของบอซ-เจนกินส์ วราภรณ์ (2558) ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณน้ำฝนอำเภอเมือง จังหวัดน่าน ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือน จากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2541 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 จำนวน 188 ค่า โดยใช้วิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือวิธีบอซ-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์รวม พบว่าจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่เก็บจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนแบบธรรมดา ของศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคกลาง กรมชลประทาน ในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 3 สถานี โดยใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis) ซึ่งเทคนิคการพยากรณ์ที่นำมาใช้ประกอบด้วย วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ และวิธีของบอซ-เจนกินส์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ 3 วิธี คือวิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition method) วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ (Winters multiplicative exponential smoothing methods) และวิธีการพยากรณ์ของบอซ-เจนกินส์ (Box-Jenkins' forecast method)

2. เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์

วิธีการดำเนินการวิจัย

การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้รับจากศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคกลาง สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 3 สถานี คือ สถานี C.2 ค่ายจระเข้ประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ สถานี N.67 แม่น้ำน่าน บ้านเกยไชยเหนือ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ และสถานี Ct.4 แม่น้ำแมวกัก บ้านศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ ผู้วิจัยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่หนึ่งใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2558 ระยะเวลา 15 ปี และข้อมูลชุดที่สองเป็นปริมาณน้ำฝนในเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ใช้เป็นข้อมูลทดสอบผลการพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์แต่ละตัวแบบที่สร้างขึ้น

การศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

การศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเป็นการพิจารณาเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลานั้น มีลักษณะเป็นแบบใด โดยพิจารณาจากกราฟ (t, Y_t)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows และ MINITAB โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ และวิธีของบอซซ์-เจนกินส์ มีวิธีการดำเนินการวิเคราะห์ดังนี้

1. วิธีแยกส่วนประกอบ

วิธีแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการที่สามารถแยกอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ คือ แนวโน้ม (Trend) ฤดูกาล (Seasonal) วัฏจักร (Cycle) และเหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular) จากแต่ละส่วนประกอบที่แยกออกมาได้จะทำให้เห็นลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแต่ละส่วนและนำไปสร้างสมการพยากรณ์เพื่อใช้ในการพยากรณ์ต่อไป วิธีแยกส่วนประกอบจะแบ่งได้ตามลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา (ทรงศิริ แด่สมบัติ, 2549) ซึ่งตัวแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงบวก คือ

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + C_t + \varepsilon_t$$

เมื่อ	β_0	คือ ค่าคงที่
	β_1	คือ อัตราการเพิ่มหรือลดลงของค่าสังเกตต่อหนึ่งช่วงเวลา
	S_t	คือ ส่วนประกอบฤดูกาล
	C_t	คือ วัฏจักร
	ε_t	คือ ความคลาดเคลื่อนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ไม่มีสหสัมพันธ์ และความแปรปรวนคงที่

แปรปรวนคงที่

2. วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ

เทคนิคทำให้เรียบหมายถึงการใช้ข้อมูลหรือค่าสังเกตในอดีตส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้างสมการพยากรณ์ โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าแตกต่างกัน เหตุผลสำคัญที่มีการใช้เทคนิคการทำ

ให้เรียบ เนื่องมาจากในข้อมูลอนุกรมเวลามักจะมีความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติจะทำให้เราไม่สามารถเห็นส่วนประกอบอื่นๆ การกำจัดอิทธิพลของความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติจะทำให้สามารถเห็นส่วนประกอบอื่นๆ ของอนุกรมเวลาได้ และสามารถจะพยากรณ์ค่าอนุกรมเวลาในอนาคตได้ (สมเกียรติ, 2548)

สำหรับรูปแบบคุณจะมีตัวแบบเป็น $Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t)S_t \varepsilon_t$

เมื่อ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

β_0, β_1 คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

S_t คือ ค่าความผันแปรตามฤดูกาล ณ เวลา t

สำหรับสมการที่ใช้ในการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = \begin{cases} (a_t + b_t(m))\hat{S}_t & ; t \leq p \\ (a_t + b_t(m))\hat{S}_{t-p+m} & ; t > p \end{cases}$$

ค่า a_t คือ ระดับของข้อมูลหรือส่วนที่เป็นการทำให้เรียบ

$$a_t = \begin{cases} \frac{\alpha Y_t}{\hat{S}_t} + (1-\alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}] & ; t \leq p \\ \frac{\alpha Y_t}{\hat{S}_{t-p}} + (1-\alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}] & ; t > p \end{cases}$$

ค่า b_t คือ ส่วนที่เป็นแนวโน้ม

$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$$

ค่า $\hat{S}_t$ คือ ส่วนที่เป็นฤดูกาล

$$\hat{S}_t = \frac{\delta Y_t}{a_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-p}$$

โดยที่

m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

p คือ จำนวนฤดูกาลถ้า $p = 4$ เมื่อข้อมูลเป็นรายไตรมาส $p = 7$ เมื่อข้อมูลเป็นรายวัน และ $p = 12$ เมื่อข้อมูลเป็นรายเดือน

α คือ ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์และ $0 \leq \alpha \leq 1$

γ คือ ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณของแนวโน้ม และ $0 \leq \gamma \leq 1$

δ คือ ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาลและ $0 \leq \delta \leq 1$

3. วิธีของบอซ-เจนกินส์

วิธีของบอซ-เจนกินส์ เป็นวิธีการหาตัวแบบอนุกรมเวลาโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง Y ที่ตำแหน่งเวลาหรือคาบเวลา t และ Y_t ที่ตำแหน่งเวลาหรือคาบเวลาต่างๆ ที่ผ่านมา ($Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots$) เมื่อได้ตัวแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y_t กับ $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots$ จะใช้ตัวแบบนี้ในการพยากรณ์

$Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots$ ในอนาคต (วราฤทธิ์, 2552) อนุกรมเวลาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นอนุกรมเวลาตัวแบบเชิงคุณของอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_S$ ในรูปแบบของสัญลักษณ์ถอยกลับ (Box and Jenkins, 1994) เป็นดังนี้

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) (1 - \Phi_P B^S - \dots - \Phi_P B^{PS}) (1 - B)^d (1 - B)^D Y_t = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) (1 - \Theta_1 B^S - \dots - \Theta_Q B^{QS}) a_t$$

โดยที่	$(1 - \phi_p B^p)$	คือ การถดถอยด้วยตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล AR(p)
	$(1 - \Phi_P B^S)$	คือ การถดถอยด้วยตัวเองแบบมีฤดูกาล AR(P)
	$(1 - B)^d$	คือ อันดับของผลต่างแบบไม่มีฤดูกาล
	$(1 - B)^D$	คือ อันดับของผลต่างแบบมีฤดูกาล
	$(1 - \theta_q B^q)$	คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาล MA(q)
	$(1 - \Theta_Q B^S)$	คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล MA(Q)
	Y_t	คือ อนุกรมเวลา ณ เวลา t
	a_t	คือ ตัวแปรสุ่มอิสระและมีการแจกแจงแบบปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และ ความแปรปรวนคงที่ เรียก a_t ว่า ความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ เวลา t

วิธีการพยากรณ์ของบอซ-เจนกินส์ (มุกดา, 2549) มีขั้นตอนดังนี้

1) การตรวจสอบข้อมูล เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) อยู่ภายใต้ภาวะคงที่หรือไม่ ในกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่อยู่ภายใต้ภาวะคงที่ที่จะต้องทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ภายใต้ภาวะคงที่ โดยการหาผลต่าง พังค์ชันลอการิทึม หรือการแปลงด้วยรากที่สอง ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนอยู่ในภาวะไม่คงที่ เนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล จึงแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ (W_t) โดยการหาผลต่างของฤดูกาล เมื่อเกิดภาวะคงที่ต่อข้อมูล อนุกรมเวลาแล้ว ต่อไปจะกำหนดตัวแบบที่เป็นไปได้จากการพิจารณาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation function : ACF) ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial autocorrelation function : PACF) ของอนุกรมเวลา

2) สร้างกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา (W_t) เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่อยู่ภายใต้ภาวะคงที่หรือไม่

3) การกำหนดตัวแบบ เป็นการหาตัวแบบอนุกรมเวลาที่คิดว่าเหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF

4) การประมาณค่าพารามิเตอร์ หลังจากระบุตัวแบบที่ใช้สำหรับอนุกรมเวลาแล้ว จะต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับอนุกรมเวลามากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้โดยใช้วิธีการ ประมาณด้วยกำลังสองน้อยที่สุด

5) การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ เพื่อทดสอบว่าตัวแบบที่ได้มานั้นเหมาะสมกับอนุกรมเวลาหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะต้องพิจารณาและกำหนดตัวแบบใหม่ ซึ่งการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบแล้วไม่พบเห็นรูปแบบใดๆ คงเหลืออยู่นั้นแสดงว่ารูปแบบดังกล่าวมีคุณสมบัติ

คล้ายตัวแบบอย่างสุม แต่กระนั้นการคำนวณค่าคงเหลือไม่สามารถคำนวณโดยตรงจากตัวแบบ ARIMA และเราสามารถหาค่าดังกล่าวได้เนื่องจากกระบวนการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์จากการประมาณค่าตัวแบบ ARIMA การทดสอบสหสัมพันธ์ภาพรวม คือ การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หลายๆ ค่าพร้อมกัน พิจารณาค่าคงเหลือด้วยการทดสอบภาพรวมของสถิติ Q ของ Ljung-Box ที่ 12, 24, 36 และ 48 หน่วยเวลาแรกพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวไม่แตกต่างไปจากค่าศูนย์ในทางสถิติ

4. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

เมื่อ e_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t ของ $(Y_t - \hat{Y}_t)$
 Y_t คือ อนุกรมเวลา ณ เวลา t
 $\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

โดยการพิจารณาเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการพยากรณ์ จะพิจารณาจากวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด (Bowerman, 1993)

ผลการวิจัย

ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ที่เก็บจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนของศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคกลาง กรมชลประทาน จำนวน 3 สถานี ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สถานี C.2 ค่ายจระเข้ประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์

ปี พ.ศ.	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2544	12.4	0.0	7.2	21.0	190.0	175.5	182.6	113.5	181.9	126.3	5.0	0.0
2545	0.0	44.1	53.0	31.5	164.4	134.0	124.4	194.4	239.1	219.3	11.6	36.9
2546	0.0	69.3	0.0	32.1	111.8	127.9	148.0	158.7	238.0	57.6	0.0	0.0
2547	0.0	0.0	123.5	26.9	53.6	95.4	173.7	87.1	198.1	0.0	0.0	0.0
2548	0.0	12.1	0.0	23.3	32.0	146.7	126.0	194.0	263.3	61.4	14.0	3.1
2549	0.0	0.0	3.0	66.7	78.9	153.4	109.9	139.0	140.7	176.4	0.5	0.0
2550	12.5	26.1	22.4	132.5	216.6	117.7	124.2	53.2	230.7	145.6	0.0	0.0

ตารางที่ 1 สถานี C.2 ค่ายจระวัด อ.เมือง จ.นครสวรรค์ (ต่อ)

ปี พ.ศ.	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2551	0.0	0.0	35.2	116.7	94.5	95.0	111.2	169.2	237.8	297.2	13.4	0.0
2552	10.9	0.0	0.0	68.2	268.6	97.0	137.5	152.0	280.3	166.3	0.0	0.0
2553	0.0	31.7	81.9	0.0	39.7	187.6	114.9	178.2	226.1	329.6	0.0	14.7
2554	26.4	0.7	6.0	165.1	270.0	84.7	108.8	193.0	199.4	133.2	13.8	2.2
2555	5.6	0.0	69.0	54.2	153.7	89.1	86.4	121.1	254.7	181.3	37.4	0.0
2556	0.0	0.0	19.2	62.4	94.4	159.2	99.4	113.7	434.8	93.7	30.6	0.0
2557	0.0	7.2	45.0	187.0	83.5	135.7	97.1	154.3	136.6	126.3	4.5	0.0
2558	4.3	0.0	0.0	50.0	31.1	59.7	79.3	95.3	186.4	114.6	31.5	0.0

ตารางที่ 2 สถานี N.67 แม่น้ำน่าน บ้านเกยไชยเหนือ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์

ปี พ.ศ.	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2544	9.1	0.0	0.7	27.5	253.2	145.1	138.5	283.8	239.1	185.9	3.7	0.0
2545	0.0	41.5	125.3	3.8	66.1	149.5	35.1	410.1	493.2	181.2	6.3	6.8
2546	0.0	81.0	0.0	0.7	104.9	163.6	98.2	162.0	240.2	49.2	0.0	0.0
2547	0.0	0.0	78.2	0.0	115.6	155.3	207.2	176.9	314.7	0.0	0.0	0.0
2548	0.0	17.9	3.9	44.4	52.9	197.2	106.5	135.6	197.4	89.0	16.6	1.6
2549	0.0	2.0	0.0	59.0	84.8	155.9	119.3	129.0	231.4	100.5	0.0	0.0
2550	9.4	0.0	21.3	80.1	179.6	128.6	13.7	87.4	146.6	130.4	68.9	0.0
2551	0.0	0.0	79.5	79.4	53.3	112.6	125.6	89.8	147.7	186.6	30.0	0.0
2552	11.1	0.0	0.0	153.9	86.9	109.9	79.4	204.9	291.9	143.2	0.0	0.0
2553	0.0	8.8	71.3	8.5	42.9	109.0	100.2	268.5	173.2	260.9	0.0	8.6
2554	33.5	8.8	3.1	88.8	239.8	118.1	200.1	202.2	399.7	68.4	34.7	3.0
2555	23.7	0.0	21.2	32.0	147.3	57.3	79.6	166.4	204.2	102.7	11.2	0.0
2556	0.0	0.0	6.5	16.7	123.5	119.4	58.6	139.5	234.6	100.7	19.0	1.4
2557	3.7	0.8	10.8	170.3	89.4	42.4	193.3	164.9	176.9	128.0	5.3	0.0
2558	3.9	0.0	4.0	37.0	58.8	11.5	80.6	106.0	191.1	117.2	10.5	2.8

ตารางที่ 3 สถานี Ct.4 แม่น้ำแม่่วงก์ บ้านศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์

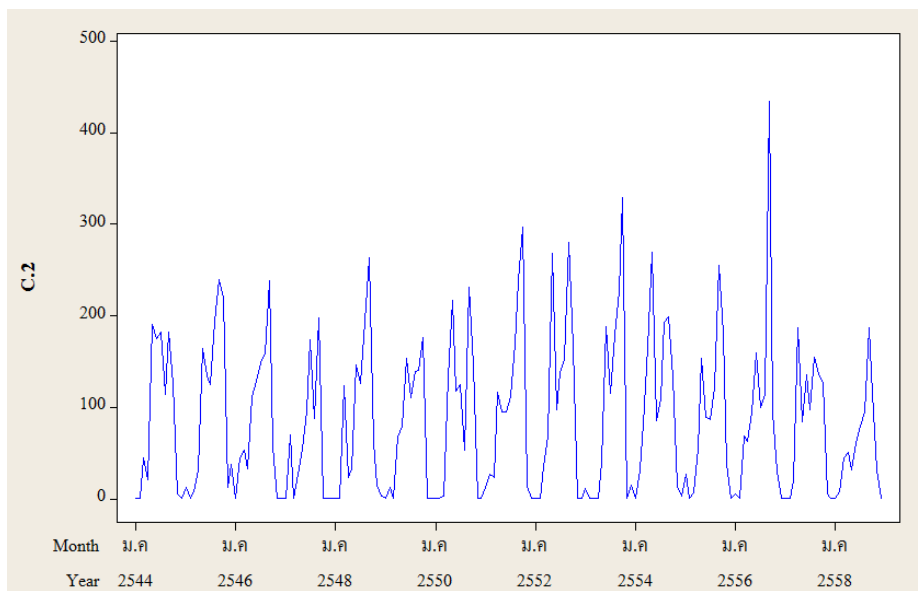
ปี พ.ศ.	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2544	17.0	1.6	61.3	246.8	174.2	147.9	100.1	83.6	210.7	317.7	24.0	0.0
2545	21.5	2.8	71.7	30.7	259.6	149.2	106.6	115.2	97.3	156.1	24.1	5.7
2546	8.9	15.2	81.0	24.8	221.4	243.8	87.0	252.8	268.0	319.3	0.0	16.9
2547	20.9	53.5	0.0	20.2	116.9	152.1	173.6	204.7	292.5	50.8	0.0	0.0
2548	0.0	3.4	2.8	55.1	244.6	113.7	234.3	105.8	157.2	0.0	0.0	0.0
2549	0.0	18.7	0.0	144.4	88.9	214.4	63.9	121.0	275.1	72.5	130.4	1.7
2550	21.4	0.0	26.4	72.2	203.7	209.3	124.1	44.5	250.3	273.6	0.0	0.0
2551	0.0	0.0	36.6	38.2	349.0	274.1	152.8	140.5	227.4	257.4	0.0	0.0
2552	25.4	0.0	0.0	39.0	264.7	98.5	58.6	175.0	305.4	195.4	6.0	0.0
2553	0.0	2.3	53.5	55.2	35.2	205.7	133.2	142.5	322.5	281.4	0.0	24.6
2554	0.0	0.0	8.0	49.5	134.1	81.2	87.4	81.8	225.6	68.7	0.0	0.0
2555	9.8	0.0	0.0	42.4	127.2	67.1	119.9	122.2	207.0	160.1	40.6	0.0
2556	0.0	0.0	31.1	31.0	224.2	158.3	120.0	197.6	407.6	138.4	6.1	0.0
2557	14.1	17.4	35.9	63.7	113.2	77.3	180.1	81.3	98.8	162.0	1.5	2.7
2558	67.6	0.0	0.0	31.2	40.5	126.3	67.7	137.9	236.2	307.5	40.8	12.9

ในการวิจัยนี้จะนำเสนอผลการวิจัยและอธิบายผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี C.2 ค่ายจิระประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ เป็นกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ผลการศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี C.2 ค่ายจิระประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2558 ระยะเวลา 15 ปี โดยพิจารณาจากกราฟ (t, Y_t) พบว่า

การเคลื่อนไหวของปริมาณน้ำฝนจะเกิดซ้ำกันในช่วงเวลา 1 ปี ไม่แตกต่างกันมาก คือ ในช่วงเดือนที่ 5 ของปีจะมีค่าสังเกตสูงขึ้น และมีค่าสังเกตสูงสุดในช่วงกลางปีของแต่ละปี และมีค่าน้อย หรือมีค่าเป็นศูนย์ในช่วงต้นของปี และช่วงปลายปี โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนไม่แสดงให้เห็นถึงแนวโน้ม แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี C.2 ค่ายจิระประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2558

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิธีแยกส่วนประกอบ

จากตารางที่ 1 จะได้ว่าตัวแบบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงบวก มีค่าพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 t + \hat{S}_t + \hat{C}_t$$

ซึ่งให้ค่า MSE เท่ากับ 5,947.38 แสดงผลการพยากรณ์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี C.2 ค่ายจิระประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ ปี พ.ศ.2559

เดือน	ปริมาณน้ำฝนจริง (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตร) จากการพยากรณ์โดยวิธี		
		แยกส่วนประกอบ	วินเตอร์	บอกรี-เจนกินส์
มกราคม	4.3	15.344	4.808	4.567
กุมภาพันธ์	0	14.111	14.188	10.414
มีนาคม	0	23.805	39.66	33.865
เมษายน	52.6	61.175	84.081	81.052

ตารางที่ 4 ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี C.2 ค่ายจระประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์
ปี พ.ศ.2559 (ต่อ)

เดือน	ปริมาณน้ำฝนจริง (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตร) จากการพยากรณ์โดยวิธี		
		แยกส่วนประกอบ	วินเตอร์	บอกรี-เจนกินส์
พฤษภาคม	288.7	95.732	158.822	120.086
มิถุนายน	85.9	128.559	163.017	121.45
กรกฎาคม	83.7	123.196	165.84	114.388
สิงหาคม	255.1	160.411	199.36	140.193
กันยายน	307.2	231.83	335.99	227.287
ตุลาคม	262.2	144.748	224.262	148.684
พฤศจิกายน	48.2	13.802	16.799	12.567
ธันวาคม	0.0	12.884	6.054	2.925
MSE		5,947.38	3,227.13	5,537.91

2. วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ

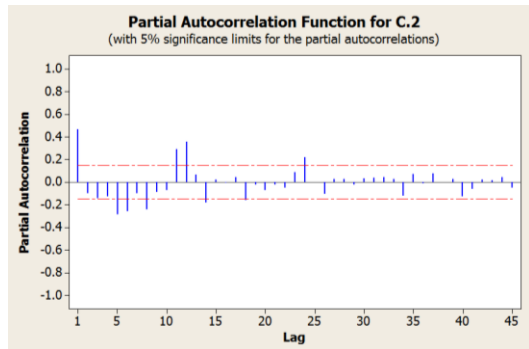
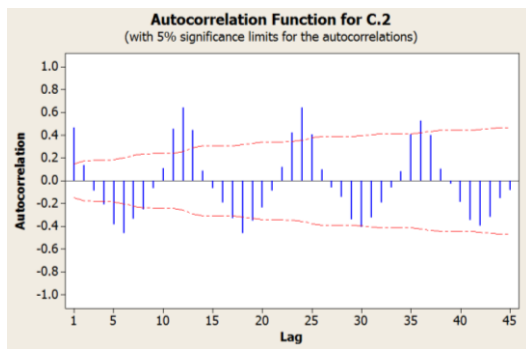
จากตารางที่ 1 จะได้ว่าปริมาณน้ำฝนรายเดือนไม่แสดงให้เห็นถึงแนวโน้ม และในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนโดยใช้วิธีการทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ และทำการเลือกค่า α และ δ อยู่ระหว่าง 0.001 – 1.0 โดยทดลองแปรค่า α และ δ ให้เพิ่มขึ้นครั้งละ 0.001 แล้วเลือกค่า α และ δ ที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ซึ่งค่า α และ δ ของวิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ คือ $\alpha = 0.429$ และ $\delta = 0.001$

จากนั้นพิจารณาตัวแบบ ผลพบว่าตัวแบบพยากรณ์มีคุณสมบัติสอดคล้องตามข้อสมมติเบื้องต้นของวิธีการนี้

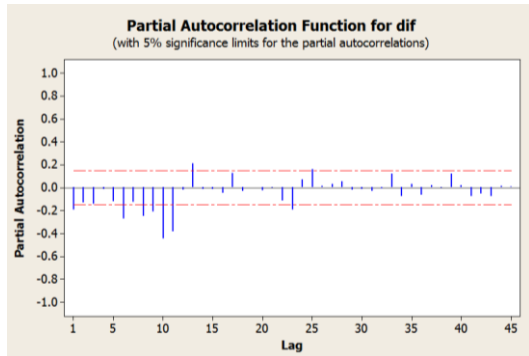
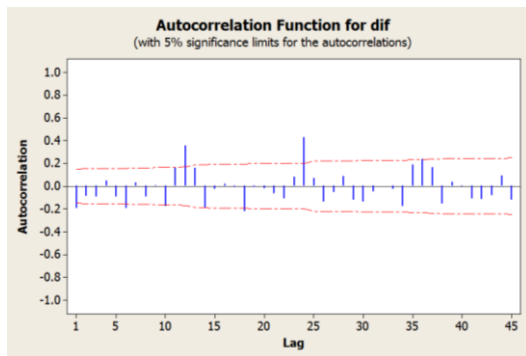
3. วิธีของบอกรี-เจนกินส์

1) การตรวจสอบข้อมูล จากการพิจารณากราฟฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ (ACF) และกราฟฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน (PACF) ดังรูปที่ 2 จะเห็นว่าเป็นลักษณะของข้อมูลที่มีฤดูกาล โดยค่าสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ ที่ lag 12, 24 และ 36 มีค่าเท่ากับ 0.623, 0.615 และ 0.493 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่า 2 เท่าของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนรายเดือนมีฤดูกาลที่มีความยาวเท่ากับ 12 เดือน และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ (ACF) มีการค่อยๆ ลดลงแสดงว่าเป็นอนุกรมเวลาที่ไมคงที่ จึงได้ทำการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างฤดูกาล 12 เดือน ครั้งที่ 1 และได้กราฟฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ (ACF) และกราฟฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์บางส่วน (PACF) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี C.2 ค่ายจิระประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์



ภาพที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี C.2 ค่ายจิระประวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ ที่แปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างของฤดูกาล 12 เดือน ครั้งที่ 1

2) การกำหนดตัวแบบ จากกราฟ ACF และ PACF ที่ได้จากข้อ 1) นำไปใช้ในการหาตัวแบบ $ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s$ ที่คาดว่าเหมาะสมกับอนุกรมเวลา ในที่นี้ได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ $ARIMA(0, 0, 0)(0, 1, 1)_{12}$

3) การประมาณค่าพารามิเตอร์จากตัวแบบที่เหมาะสมในข้อ 2) จะประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ค่าประมาณพารามิเตอร์แสดงในตารางที่ 5 โดยมีตัวแบบพยากรณ์ คือ

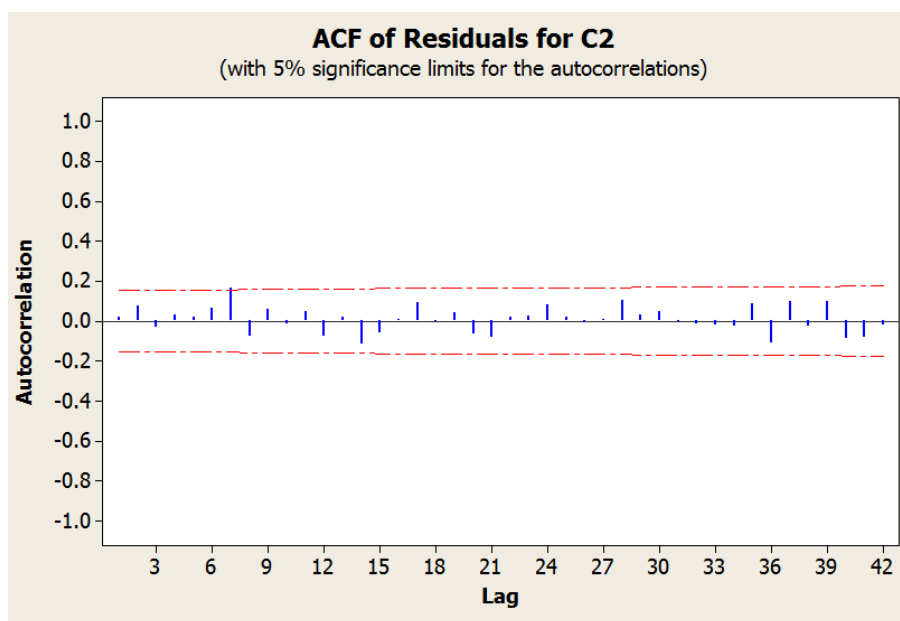
$$\begin{aligned} (1 - B^{12})Y_t &= (1 - \Theta_1 B^{12})a_t \\ (1 - B^{12})Y_t &= (1 - 0.901B^{12})a_t \end{aligned}$$

ตารางที่ 5 ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ $ARIMA(0,0,0)(0,1,1)_{12}$

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ค่าความคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติ t	p-value
Θ_1	0.901	0.0522	17.27	0.000

4) การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ การตรวจสอบคุณสมบัติของความคลาดเคลื่อนสุ่ม โดยพิจารณาจากตัวสถิติ Kolmogorov-Smirnov มีค่าเท่ากับ 1.278 มีค่า p-value เท่ากับ 0.102 แสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนสุ่มมีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์อัตโนมัติสหสัมพันธ์ (ACF) ของความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์อัตโนมัติสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนสุ่ม lag ที่ 7 ตกอยู่นอกขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังภาพที่ 4 แต่เมื่อพิจารณาค่าสถิติทดสอบ Q ของ Ljung-Box ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ มีค่าเท่ากับ 16.973 มีค่า p-value เท่ากับ 0.493 นั่นคือสหสัมพันธ์ในตัวเท่ากับศูนย์ ดังนั้น ตัวแบบที่นำมาพิจารณานั้นมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ ดังตารางที่ 6



ภาพที่ 4 กราฟ ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบ $ARIMA(0,0,0)(0,1,1)_{12}$

ตารางที่ 6 สถิติทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์สำหรับการพยากรณ์ราคาข้าว

ตัวแบบ	ค่าสถิติ Q	p-value
$ARIMA(0,1,1)_{12}$	16.973	0.493

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์ พบว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้โดยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ และวิธีของบอซ-เจนกินส์ ให้ค่า MSE เป็น 5,947.38, 3,227.13 และ 5,537.91 ตามลำดับ ซึ่งวิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ดังนั้นในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี C.2 ค่ายจระפרะวัด อ.เมือง จ.นครสวรรค์ ตัวแบบที่เหมาะสมคือ ตัวแบบที่ได้จากวิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ ดังตารางที่ 4 สถานี Ct.4 แม่น้ำแมวก บ้านศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ พบว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้โดยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ และวิธีของบอซ-เจนกินส์ ให้ค่า MSE เป็น 7,377.41, 31,856.23 และ 7,094.83 ตามลำดับ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ คือ ตัวแบบที่ได้จากวิธีของบอซ-เจนกินส์ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี Ct.4 แม่น้ำแมวก บ้านศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ ปี พ.ศ.2559

เดือน	ปริมาณน้ำฝนจริง (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตร) จากการพยากรณ์โดยวิธี		
		แยกส่วนประกอบ	วินเตอร์	บอซ-เจนกินส์
มกราคม	67.6	12.778	19.352	0.0*
กุมภาพันธ์	0	4.968	23.897	0.0*
มีนาคม	0	38.232	62.244	15.271
เมษายน	0	53.205	134.044	46.164
พฤษภาคม	26.3	178.201	375.719	148.212
มิถุนายน	59.3	152.418	341.465	130.257
กรกฎาคม	127.5	120.716	271.322	110.698
สิงหาคม	297.6	126.405	306.048	116.368
กันยายน	211.5	242.634	555.882	218.38
ตุลาคม	311.9	187.218	435.317	171.291
พฤศจิกายน	77.2	17.691	43.635	3.982
ธันวาคม	0	7.176	10.463	0.0*
MSE		7,377.41	31,856.23	7,094.83

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าพยากรณ์มีค่าน้อยกว่าศูนย์จึงปรับให้เป็นค่าศูนย์

สถานี N.67 แม่น้ำน่าน บ้านเกยไชยเหนือ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ พบว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้โดยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ และวิธีของบอซ-เจนกินส์

ให้ค่า MSE เป็น 6,336.72, 5,634.85 และ 7,696.02 ตามลำดับ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ คือ ตัวแบบที่ได้จากวิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานี N.67 แม่น้ำน่าน บ้านเกยไชยเหนือ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ ปี พ.ศ.2559

เดือน	ปริมาณน้ำฝนจริง (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตร) จากการพยากรณ์โดยวิธี		
		แยกส่วนประกอบ	วินเตอร์	บอกรี-เจนกินส์
มกราคม	3.9	12.717	8.415	0.0*
กุมภาพันธ์	0	10.525	16.286	0.0*
มีนาคม	4	30.494	51.719	14.913
เมษายน	0	57.578	87.142	50.008
พฤษภาคม	86.7	97.325	192.959	96.804
มิถุนายน	186.2	128.05	210.377	88.845
กรกฎาคม	172.5	110.834	202.576	99.857
สิงหาคม	408.1	170.746	351.315	159.419
กันยายน	318.8	235.378	493.446	221.087
ตุลาคม	152.7	131.396	256.706	110.155
พฤศจิกายน	40.9	14.875	29.689	0.158
ธันวาคม	0	10.518	3.598	0.0*
MSE		6,336.72	5,634.85	7,696.02

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าพยากรณ์มีค่าน้อยกว่าศูนย์จึงปรับให้ค่าเป็นค่าศูนย์

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ จากศูนย์อุทกวิทยา ชลประทาน ภาคกลาง สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน จำนวน 3 สถานี คือ สถานี C.2 ค่ายจระפרะวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ สถานี N.67 แม่น้ำน่าน บ้านเกยไชยเหนือ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ และสถานี Ct.4 แม่น้ำแม่วังก์ บ้านศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ โดยผู้วิจัยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่หนึ่งเป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544-2558 ระยะเวลา 15 ปีใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ และข้อมูลชุดที่สองเป็นปริมาณน้ำฝนในเดือน มกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ใช้เป็นข้อมูลทดสอบผลการพยากรณ์ของตัวแบบพยากรณ์แต่ละตัวแบบที่สร้างขึ้น โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error : MSE) สรุปผลได้ว่า สถานี C.2 ค่ายจระפרะวัติ อ.เมือง จ.นครสวรรค์ ค่าพยากรณ์ที่ได้โดยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคูณ และวิธีของบอกรี-เจนกินส์ ให้ค่า MSE เป็น 5,947.38, 3,227.13 และ 5,537.91 ตามลำดับ ซึ่งวิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบ

คุณ ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด ส่วนสถานี Ct.4 แม่น้ำแมวก บ้านศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์ วิธีของบอกรี-เจนกินส์ ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด และสถานี N.67 แม่น้ำน่าน บ้านเกยไชยเหนือ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ วิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคุณ ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาภาพรวม จะเห็นว่าวิธีทำให้เรียบของเอกซ์โปเนนเชียลแบบวินเตอร์แบบคุณ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนมากที่สุด รองลงมาคือวิธีของบอกรี-เจนกินส์ ผลจากการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการปลูกพืชของเกษตรกร และปกป้องปัญหาอุทกภัยในจังหวัดนครสวรรค์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และจากตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำฝน อาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยเวลาเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยอื่น ในการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ด้วย อีกทั้งเมื่อมีข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่เป็นปัจจุบันมากขึ้น ผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- จักรกฤษ กิตตินภากุล. (2543). การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลตามฤดูกาลโดยวิธีบอกรี-เจนกินส์และวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทรงศิริ แด่สมบัติ. (2549). การพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มุกดา มั่นมิตร. (2549). อนุกรมเวลาและการพยากรณ์. สำนักพิมพ์ประกายพรึก.
- วรฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล. (2548). การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดหนองคาย โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- วรฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล. (2552). การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาและสถานีอากาศเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วรางคณา กิรติวิบูลย์. (2558). การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.
- ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคกลาง. สภาพน้ำฝน. สืบค้นเมื่อ 8 มิถุนายน 2560. สืบค้นจาก <http://www.hydro-5.com/HD-03/3-02%20M-RAIN.html>
- สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. (2548). เทคนิคการพยากรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา : นำศิลป์หาดีใหญ่.
- Bowerman, B.L., and O'Connell R.T. (1993). Forecasting and Time Series: An Applied Approach. Duxbury Press, Belmont, California.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M., and Reinsel G.C.. (1994). Time Series Analysis: Forecasting and Control. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.