วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 29 ฉบับที่ 2 เม.ย.–มิ.ย. 2562
The Journal of KMUTNB., Vol. 29, No. 2, Apr.–Jun. 2019

บทความวิจัย

การเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

นิภาดา พาภักดี
สาขาสถิติประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
นันทัชพร เสนาวงค์ และ ปิยภัทร บุษบาบดินทร์*
สาขาสถิติ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09 2542 6396 อีเมล: piyapatr.b@msu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.12.14
รับเมื่อ 27 มิถุนายน 2561 แก้ไขเมื่อ 19 กันยายน 2561 ตอบรับเมื่อ 8 ตุลาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 18 ธันวาคม 2561
© 2019 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม (Ratio-to-Trend Method) วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย (Regression Dummy Variables Method) วิธีทีตา (Theta Method) และวิธีการพยากรณ์ร่วม (Combined Forecasting Method) เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (Maximum Monthly Rainfall; MMR) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (Accumulated Monthly Rainfal; AMR) ของ 3 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนม และจังหวัดมุกดาหาร ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527–2560 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการพยากรณ์ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error; MSE) โดยค่า MSE ต่ำที่สุดจะบ่งบอกถึงรูปแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุด ทั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม R จากการศึกษาพบว่า ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาล และรูปแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ วิธีการพยากรณ์ร่วม รองลงมาคือวิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม วิธีทีตา แนวโน้ม วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ และวิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย ตามลำดับ

คำสำคัญ: รูปแบบการพยากรณ์, ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน, ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน, วิธีการพยากรณ์ร่วม, ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

การอ้างอิงบทความ: นิภาดา พาภักดี นันทัชพร เสนาวงค์ และ ปิยภัทร บุษบาบดินทร์, "การเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 29, ฉบับที่ 2, หน้า 302–313, เม.ย.–มิ.ย. 2562.

Research Article

A Comparative Forecasting Model of Monthly Rainfall in the Northeast of Thailand

Nipada Papukdee
Applied Statistics, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus, Khon Kaen, Thailand
Nuntuschaporn Senawong and Piyapatr Busababodhin*
Statistics, Department of Mathematics, Faculty of Science, Mahasarakham University, Maha Sarakham, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09 2542 6396, E–mail: piyapatr.b@msu.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2018.12.14
Received 27 June 2018; Revised 19 September 2018; Accepted 8 October 2018; Published online: 18 December 2018
© 2019 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The purpose of this study was to compare 5 forecasting models, i.e. Ratio-to-Trend Method, Holt-Winters Exponential Smoothing Method, Regression Dummy Variables Method, Theta Method, and Combined Forecasting Method. These methods were used to forecast the Maximum Monthly Rainfall (MMR) and Accumulated Monthly Rainfall (AMR) in 3 northeastern provinces of Thailand, including Sakon Nakhon, Nakhon Phanom and Mukdahan. Related data collected by Meteorological Department of Thailand during 1984 through 2017 were investigated for the accuracy of the forecasting models. The Mean Square Error (MSE) was used to determine the model accuracy while the smallest MSE values indicate the optimal forecasting model. The R programming was used for data analysis. Rainfall time series and seasonal variability were detected. As results, the optimal model was found to be Combined Forecasting Method; followed by other 4 tops models: the Ratio-to-Trend Method, Theta Method, Holt-Winters Exponential Smoothing Method and Regression Dummy Method respectively.

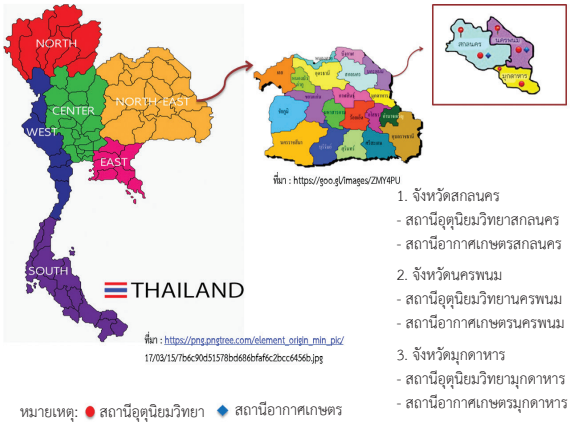
Keywords: Forecasting Model, Monthly Rainfall, Cumulative Monthly Rainfall, Combined Forecasting Method, Mean Square Error

Please cite this article as: N. Papukdee, N. Senawong, and P. Busababodhin, "A comparative forecasting model of monthly rainfall in the Northeast of Thailand," *The Journal of KMUTNB*, vol. 29, no. 2, pp. 302–313, Apr.–Jun. 2019 (in Thai).

1. บทนำ

สภาพภูมิอากาศส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของโลก ถ้าสภาพภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นจะทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น เช่น อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นทำให้ฤดูกาลต่างๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้จะค่อยๆ สูญพันธุ์ไปในที่สุด เมื่อปี พ.ศ. 2560 เป็นปีที่สภาวะอากาศของประเทศไทยมีความผันแปรผิดไปจากปกติมาก กล่าวคือปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีของประเทศไทยในปีนี้สูงกว่าค่าปกติประมาณร้อยละ 27 และมีค่าสูงที่สุดในคาบ 67 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 ถึงปี พ.ศ. 2560 เมื่อปี พ.ศ. 2560 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุบัติการณ์การเกิดน้ำท่วมมากที่สุด โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนม และจังหวัดมุกดาหาร ซึ่งจังหวัดสกลนครถือเป็นพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบมากที่สุดมูลค่าความเสียหายในภาพรวมของจังหวัดสกลนคร พบว่าไม่ต่ำกว่า 2 พันล้านบาท และก่อให้เกิดปัญหาด้านงบประมาณแก่ประเทศไทยทุกครั้งเมื่อเกิดอุบัติการณ์ขึ้น เมื่อปี พ.ศ. 2558 พบว่า จังหวัดนครพนมพื้นที่รวม 12 อำเภอ ถือว่าอยู่ในภาวะวิกฤติ มีพื้นที่ได้รับผลกระทบจำนวนมาก และเกษตรกรได้รับผลกระทบจำนวน 6,293 คน พื้นที่การเกษตร 60,272 ไร่ คาดว่าจะได้รับความเสียหาย 47,712 ไร่ เมื่อปี พ.ศ. 2557 พบว่า จังหวัดมุกดาหารฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน ทำให้น้ำป่าไหลหลาก รวมถึงน้ำที่ถูกปล่อยออกมาจากอ่างเก็บน้ำประกอบกับระดับน้ำในแม่น้ำโขงมีระดับสูงขึ้น ทำให้น้ำเอ่อล้นตลิ่งและไหลบ่าเข้าท่วมที่ราบลุ่มและบ้านเรือนของราษฎร ได้รับความเดือดร้อนจากระดับน้ำที่สูงขึ้น อุทกภัยที่เกิดขึ้นครั้งนี้ถือว่ารุนแรงในรอบหลายปี [1] ดังนั้นปริมาณน้ำฝนจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับใช้ประโยชน์ต่อกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การวางแผนด้านการเกษตร การจัดการด้านทรัพยากรไฟฟ้าและพลังงานน้ำ การจัดการสาธารณูปโภคด้านการใช้น้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำนายหรือคาดการณ์น้ำฝน การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนล่วงหน้าสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจด้านเศรษฐศาสตร์และทำให้ทราบถึงเหตุการณ์น้ำท่วมหรือภัยแล้งในอนาคตได้ ดังนั้นการหาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง และจากการศึกษาเป็นเวลามากกว่า 10 ปีย้อนหลัง ในปี พ.ศ. 2542 รัศมี [2] ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืช โดยเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์จากการใช้เทคนิคการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่มีระดับค่าเฉลี่ยคงที่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ และเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาบอกซ์-เจนกินส์โดยศึกษากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนนำมาใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ พบว่าวิธีแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลปริมาณน้ำฝนมากที่สุด สำหรับทุกจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ต่อมาในปี พ.ศ. 2543 จักรกฤช [3] ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลตามฤดูกาลโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ โดยใช้ข้อมูลที่มีฤดูกาล คือปริมาณน้ำฝนจังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์ข้อมูลใน 2 ลักษณะ คือ ใช้ข้อมูลทั้งหมดสร้างรูปแบบพยากรณ์ และใช้ข้อมูลเพียง 12 ปี สร้างรูปแบบพยากรณ์ จากการวิเคราะห์โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error; MSE) ผลการศึกษาพบว่าวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบเชิงบวกหรือรูปแบบเชิงคูณ ต่อมาในปี พ.ศ. 2552 วราฤทธิ์ [4] ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยา และสถานีอากาศเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเปรียบเทียบการเคลื่อนไหวและความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ต่างๆ ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ และวิธีการพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์ ซึ่งพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error; MAPE) จะเห็นได้ว่าวิธีการพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการที่เหมาะกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนมากที่สุด รองลงมาคือวิธีแยกส่วนประกอบ และวิธีการพยากรณ์ของวินเทอร์ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2554 ปรีชา [5] ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือน

ของจังหวัดลำปางโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ โดยเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีของวินเทอร์ วิธีบอกซ์และเจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์ร่วม ผลการศึกษาพบว่า วิธีวินเทอร์จะเหมาะสมในการพยากรณ์ตัวแบบปริมาณน้ำฝนมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation; MAD) MSE และค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยต่ำกว่าวิธีการพยากรณ์อื่นๆ ในปี พ.ศ. 2558 วรางคณา [6] ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือน สำหรับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลที่มีฤดูกาลอย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์ร่วม การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์ร่วมเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยดังกล่าวมาข้างต้นยังไม่มีงานวิจัยที่ค้นคว้าเกี่ยวกับการเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือนและปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลน่าสนใจเนื่องจากถ้าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม จะสามารถใช้เป็นสารสนเทศในการวางแผนบริหารการใช้น้ำด้านการเกษตรและชลประทาน สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการส่งน้ำล่วงหน้าได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือนและปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยวิธีทีตา และวิธีการพยากรณ์ร่วม เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนม และจังหวัดมุกดาหาร



รูปที่ 1 พื้นที่ทำการศึกษา

2. วิธีการวิจัย

2.1 การจัดเตรียมข้อมูล

2.1.1 คัดกรองข้อมูลเพื่อหาปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือนและปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2527–2560 รวม 34 ปี แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาหาปริมาณน้ำฝนที่สูงสุดในแต่ละเดือนเพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (Maximum Monthly Rainfall; MMR) พร้อมทั้งได้นำข้อมูลในแต่ละวันมารวมกันเพื่อหาปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (Accumulated Monthly Rainfall; AMR) ในพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนม และจังหวัดมุกดาหาร ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่สถานีอุตุนิยมวิทยา 5 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร สถานีอากาศเกษตรสกลนคร สถานีอุตุนิยมวิทยานครพนม สถานีอากาศเกษตรนครพนม และสถานีอุตุนิยมวิทยามุกดาหาร แสดงดังรูปที่ 1

2.1.2 ศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

ทดสอบความเคลื่อนไหวของข้อมูลเพื่อเป็นการพิจารณาว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่นำมาศึกษานั้นมีลักษณะเป็นแบบใด โดยการทดสอบแนวโน้มและความผันแปรของฤดูกาล โดยพิจารณาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโต (r_k) และช่วงเวลาห่าง k

การทดสอบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบใดแบบหนึ่ง หรือการทดสอบ H_0: $\rho_k = 0$ มีตัวทดสอบสถิติเป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตที่ช่วงเวลาห่างดังสมการต่อไปนี้

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(y_t - \bar{y})(y_{t+k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^{n}(y_t - \bar{y})^2}$$

เมื่อ y_t แทนค่าที่แท้จริงในช่วงเวลา t; $t = 1,2,...,n$

$k = 1,2,..$

$\bar{y}$ แทนค่าเฉลี่ย

2.2 รูปแบบการพยากรณ์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม (Ratio-to-Trend Method) หรือ M1 [8]

เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์ที่เน้นการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกจากกันและอธิบายแต่ละส่วนประกอบในเทอมของสมการหรือแผนแบบจากแต่ละส่วนประกอบที่แยกออกมาได้ จะทำให้เห็นลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแต่ละส่วนและนำไปสร้างสมการพยากรณ์เพื่อใช้ในการพยากรณ์ต่อไป วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาล มี 2 รูปแบบ คือวิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้มสำหรับรูปแบบบวกและวิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้มสำหรับรูปแบบคูณ

อัตราส่วนต่อแนวโน้มสำหรับรูปแบบบวกกำหนดรูปแบบแนวโน้มฤดูกาลแบบบวกที่มีแนวโน้มเส้นตรง ดังสมการต่อไปนี้

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

สมการพยากรณ์ที่ใช้ในรูปแบบการคูณของอัตราส่วนต่อแนวโน้ม มีดังต่อไปนี้

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

เมื่อ Y_t แทน ค่าที่แท้จริงในช่วงเวลา t

β_0 แทน ค่าคงที่

β_1 แทน อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าสังเกตต่อหนึ่งช่วงเวลาโดยที่ t เป็นช่วงเวลาในฤดูกาลที่ i

S_t แทน ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลโดยที่ $S_t = S_i$ สำหรับ $i = 1,2,...,L$

t เป็นเวลาในฤดูกาลที่ i และมี $\sum S_i = L$

การสร้างสมการพยากรณ์ของวิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้มสำหรับรูปแบบคูณทำโดยการสร้างอนุกรมเวลาใหม่ โดยการแปลงค่าสังเกตเดิมเป็นค่าลอการิทึมของค่าสังเกต $(\ln Y)$ จากนั้นจะทำทำนองเดียวกันกับกรณีรูปแบบแนวโน้มฤดูกาลแบบบวก ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 และได้สมการพยากรณ์รูปแบบบวก แปลงกลับให้เป็นสมการพยากรณ์สำหรับรูปแบบแนวโน้มฤดูกาลแบบคูณ โดยใช้ $\exp(\ln Y)$ ในสมการพยากรณ์จะได้สมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t \hat{S}_i; i = 1,2,...,12$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t ในฤดูกาลที่ i

b_0 แทน ค่าคงที่

$\hat{S}_i$ แทน ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล

b_1^t แทน อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าสังเกตต่อหนึ่งช่วงเวลา

การสร้างสมการพยากรณ์ที่ประกอบด้วยสมการแนวโน้มและค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลแบบบวกมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างสมการแนวโน้มจากอนุกรมเวลาโดยมี b_1 เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยต่อปี จากนั้นทำการแปลงค่า b_1 ให้เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยต่อฤดูกาล คือ $b_1^* = \frac{b_1}{L}$

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าเฉลี่ยฤดูกาลที่ $i(\bar{Y}_i)$ ซึ่ง $\bar{Y}_i$ ที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยที่ยังไม่ได้ปรับแนวโน้มและฤดูกาล จากนั้นทำการปรับแนวโน้มออกจากค่าเฉลี่ยฤดูกาลที่ i โดยการลบค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลด้วยขนาดของแนวโน้มจะได้ค่าเฉลี่ยที่ปรับแนวโน้มฤดูกาลที่ i $(\bar{Y}(adj))$ กล่าวคือ

$$\bar{Y}_i(adj) = \bar{Y}_i - (i-1)b_1^*; i = 1,2,...,L$$

ขั้นตอนที่ 3 หาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลโดยการลบค่าเฉลี่ย $\overline{Y}_i(adj)$ ด้วย $\overline{Y}(adj)$

เมื่อ $\overline{Y}(adj) = \frac{\sum_{i=1}^{L} \overline{Y}_i(adj)}{L}$ จะได้ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล

$$\hat{S}_i = \overline{Y}_i(adj) - \overline{Y}(adj);\ i = 1,2,...,L$$

ขั้นตอนที่ 4 จากอนุกรมเวลาที่ปรับฤดูกาลแล้ว (ได้จากการลบค่าสังเกตจากอนุกรมเวลาเดิมด้วยค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $(\hat{S}_i)$ ในฤดูกาล และปีที่ตรงกัน) สร้างสมการแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดได้สมการแนวโน้มคือ $\hat{T} = b_0 + b_1 t$

ขั้นตอนที่ 5 สร้างสมการพยากรณ์จาก

$$\hat{Y}_t = \hat{T} + \hat{S}_i = b_0 + b_1 t + \hat{S}_i; i = 1,2,...,L \text{ เมื่อ } \sum \hat{S}_i = 0$$

ในการวิจัยนี้เลือกรูปแบบบวกหรือรูปแบบคูณพิจารณาจากการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลากล่าวคือ ถ้าการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแกว่งออกจากเส้นแนวโน้มที่เวลาเดียวกันแต่ต่างปีกันไม่แตกต่างกัน (ความแปรปรวนของข้อมูลอนุกรมเวลาไม่แตกต่างกัน) จะใช้สมการพยากรณ์รูปแบบบวก ถ้าการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแกว่งออกจากเส้นแนวโน้มที่เวลาเดียวกันแต่ต่างปีกันแตกต่างกัน (ความแปรปรวนของข้อมูลอนุกรมเวลาแตกต่างกัน) จะใช้สมการพยากรณ์รูปแบบคูณ

2.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) หรือ M2 [8]

วิธีการนี้มีจำนวนพารามิเตอร์อยู่ทั้งหมด 3 พารามิเตอร์ คือ α, β และ γ ค่าของพารามิเตอร์เหล่านี้อยู่ระหว่าง และ 0–1 โดยที่สมการทั้ง 4 ใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบการคูณ

- อนุกรมที่ปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล $L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$
- ประมาณค่าแนวโน้ม $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$
- การประมาณค่า $S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1-\gamma)S_{t-s}$
- สมการพยากรณ์ $\hat{Y}_{t+p} = (L_t + pT_t)S_{t-s+p}$

เมื่อ L_t แทนค่าที่ปรับให้เรียบหรือการประมาณระดับปัจจุบัน

α แทน ค่าคงที่ที่ปรับให้เรียบสำหรับระดับ (ชั้น)

Y_t แทน ค่าที่แท้จริงในช่วงเวลา t

β แทน ค่าคงที่ที่ปรับให้เรียบ

T_t แทน การประมาณค่าแนวโน้ม

γ แทน การปรับให้เรียบตามฤดูกาล

S_t แทน การประมาณฤดูกาล

p แทน ระยะเวลาที่จะพยากรณ์ในอนาคต

S แทน ค่าเฉลี่ยความยาวของฤดูกาล

$\hat{Y}_{t+p}$ แทน การพยากรณ์สำหรับระยะเวลา p ในอนาคต

2.2.3 วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย (Regression Dummy Method) หรือ M3 [8]

การถดถอยตัวแปรแบบจำลองโมเดลเป็นแบบจำลองการถดถอยสำหรับชุดเวลาที่มีรูปแบบตามฤดูกาลทีเกี่ยวข้องกับตัวแปรดัมมี่ (ตัวแปรหุ่น) แบบจำลองตามฤดูกาลสำหรับข้อมูลรายเดือนที่มีแนวโน้มตามเวลาในรูปแบบการคูณดังนี้

$$\ln \hat{Y}_t = \ln a_0 + \ln a_1 t + \ln a_2 t^2 + \ln b_1 S_1 + \ln b_2 S_2 + ... + \ln b_{i-1} S_{i-1}$$

เมื่อ $a_0, a_1, a_2, b_1, ..., b_{i-1}$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์ที่จะประมาณในขณะที่ S_i แทน ตัวแปรหุ่นซึ่งเท่ากับ 1 สำหรับเดือนที่ i และเท่ากับ 0 สำหรับกรณีอื่นๆ

2.2.4 วิธีทีตา (Theta Method) หรือ M4 [8]

แบบจำลองทีตาจะขึ้นอยู่กับแนวคิดในการแก้ไขความโค้งภายในของชุดข้อมูลอนุกรมเวลา การเปลี่ยนแปลงนี้ได้จากสัมประสิทธิ์ที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์ทีตา (Theta-coefficient) เมื่อค่าของสัมประสิทธิ์ทีตาเท่ากับศูนย์ ชุดข้อมูลอนุกรมเวลาจะเท่ากับเส้นการถดถอยเชิงเส้น เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ทีตามีค่าเป็นบวก จากนั้นช่วงเวลาจะขยายตัว สำหรับสัมประสิทธิ์ทีตา เท่ากับ 0 หรือ 2 สำหรับขั้นตอนของรูปแบบทีตามีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบตามรูปแบบฤดูกาลด้วย t-test สำหรับฟังก์ชันที่มีค่าความสัมพันธ์กันเอง

ขั้นตอนที่ 2 การจำแนกตามฤดูกาลโดยวิธีแยกส่วนประกอบ

ขั้นตอนที่ 3 การแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาเป็นทีตาสองเส้น $\theta = 0$ และ $\theta = 2$ สมการมีดังต่อไปนี้

เส้นทีตาสำหรับ $\theta = 0$: $\hat{Y}_{n/h}(0) = \hat{a}_0 + \hat{b}_0(n+h-1)$
เส้นทีตาสำหรับ $\theta = 2$:

$$\hat{Y}_{n/h}(2) = \alpha\sum_{i=0}^{n-1}(1-\alpha)^i Y_{n-i,2} + (1-\alpha)^n Y_{1,2}$$

ขั้นตอนที่ 4 รวมทีตาสองเส้นที่มีน้ำหนักเท่ากันจะได้รูปแบบการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{X}_{n/h} = \frac{\hat{Y}_{n/h}(0) + \hat{Y}_{n/h}(2)}{2}$$

$$\hat{X}_{n/h} = aX_n + (1-\alpha)\hat{X}_n + \frac{1}{2}\hat{b}_0(h-1+\frac{1}{\alpha})$$

$$\hat{a}_0 = \bar{X} - \hat{b}_0\frac{(n-1)}{2},$$

$$\hat{b}_0 = \frac{6}{n^2-1}\left[\frac{2}{n}\sum_{t=1}^{n} tX_t - (n+1)\bar{X}\right]$$

เมื่อ $\hat{X}_{n/h}$ แทน ขั้นตอนการพยากรณ์ล่วงหน้า
n แทน จำนวนการสังเกต
α แทน การปรับให้เรียบแบบคงที่

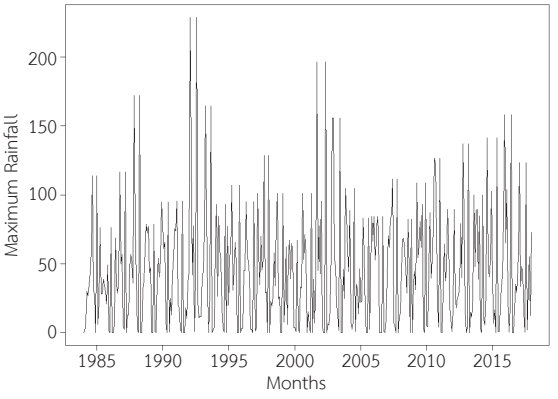
2.2.5 วิธีการพยากรณ์ร่วม (Combined Forecasting Method) หรือ M5 [8]

การพยากรณ์ร่วมเป็นวิธีการประยุกต์ที่มีการรวมค่าพยากรณ์ จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไปโดยถ้าผู้วิจัยสามารถกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้กับวิธีการพยากรณ์เดี่ยว จะทำให้ได้ค่าพยากรณ์ร่วมที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยลง วิธีการนี้สามารถใช้ได้ดีในกรณีที่วิธีการพยากรณ์เดี่ยวมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลามากกว่า 1 วิธี [7] ณ ที่นี้ได้พิจารณาวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 4 วิธีคือ วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย และวิธีทีตา ดังสมการต่อไปนี้

$$\hat{Y}_t = \beta_1 F_{1t} + \beta_2 F_{2t} + \ldots + \beta_i F_{it}$$

เมื่อ β_i แทน ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเทคนิคการพยากรณ์ที่ i ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

F_{it} แทน ค่าพยากรณ์สำหรับเทคนิคการพยากรณ์ที่ i ในช่วงเวลา t



รูปที่ 2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน ปี ค.ศ. 1984–2017 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร

2.3 เกณฑ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการพยากรณ์

วิธีค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย คือลักษณะของความแม่นยำในการพยากรณ์ที่ถูกนำมาใช้ในการเปรียบเทียบตัวแบบและเลือกรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ รูปแบบการพยากรณ์ที่มีค่า MSE น้อยที่สุดจะให้รูปแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุด
สูตรการคำนวณค่า MSE แสดงดังนี้

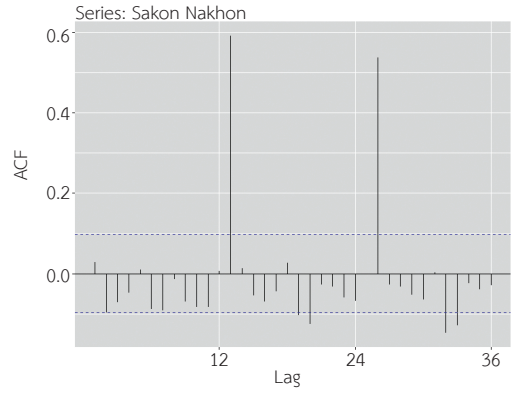
$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

เมื่อ Y_t แทน ค่าที่แท้จริงในช่วงเวลา
$\hat{Y}_t$ แทน ค่าที่พยากรณ์ไว้สำหรับช่วงเวลา

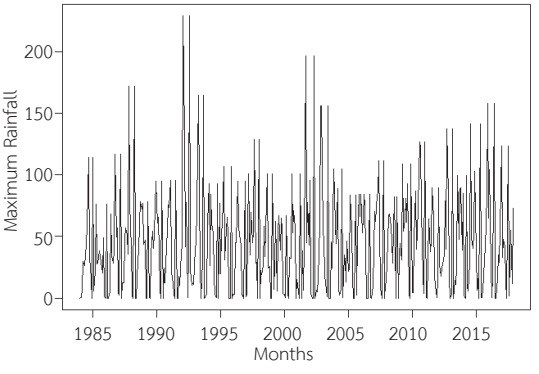
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

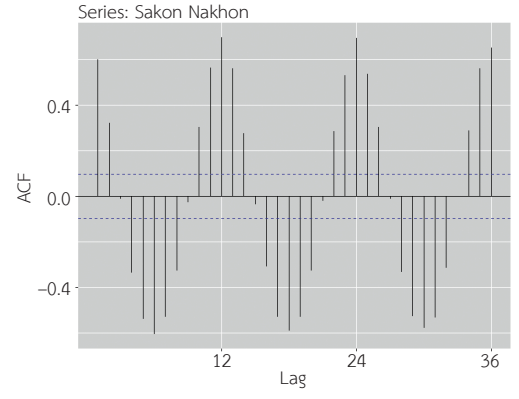
จากการทดสอบองค์ประกอบแนวโน้มและความผันแปรของฤดูกาล โดยพิจารณาจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตและค่าระยะห่าง k จากรูปที่ 3 และ 5 พบว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาทั้ง 5 สถานีมีองค์ประกอบของแนวโน้มและฤดูกาลที่ชัดเจน เนื่องจาก r_k มีค่ามากและเป็นบวกเมื่อ k มีค่าน้อย และลดลงอย่างช้าๆ เมื่อ k มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงตัวอย่างการทดสอบด้วยข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร ดังรูปที่ 2 และ 4



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตและค่า k ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร



รูปที่ 4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน ปี ค.ศ. 1984–2017 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบออโตและค่า k ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสม

3.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการพยากรณ์

รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือนและปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย วิธีทีตา และวิธีการพยากรณ์ร่วมกัน เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 3 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนม และจังหวัดมุกดาหาร ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์บางส่วน โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนทั้งสองรูปแบบจากสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนครเพียงสถานีเดียวเท่านั้น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมการที่ใช้ในการจำแนกตามรูปแบบการพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (MMR) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (AMR) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร

รูปแบบ: ข้อมูล	สมการ	MSE
M1: MMR	$\hat{Y}_t = 38.87 + 0.0005t + \hat{S}_i; i = 1,2,...,12$	670.24
M1: AMR	$\hat{Y}_t = 134.51 - 0.0013t + \hat{S}_i; i = 1,2,...,12$	6,346.21
M2: MMR	$\hat{Y}_t(p) = [32.07 + p(0.08)]\ \hat{S}_i\ ;\ i = 1,2,...,12,$ $p = 1,2,3,...$ $\alpha = 0.031, \beta = 0.032, \gamma = 0.19$ $\hat{S}_1 = -27.05, \hat{S}_2 = -18.77, \hat{S}_3 = -0.39,$ $\hat{S}_4 = 8.15, \hat{S}_5 = 31.29, \hat{S}_6 = 37.46$ $\hat{S}_7 = 54.17, \hat{S}_8 = 41.83, \hat{S}_9 = 33.14,$ $\hat{S}_{10} = 3.41, \hat{S}_{11} = -21.07, \hat{S}_{12} = -26.82$	830.75
M2: AMR	$\hat{Y}_t(p) = [15.89 + p(-2.78)]\ \hat{S}_i\ ;\ i = 1,2,...,12,$ $p = 1,2,3,...$ $\alpha = 0.084, \beta = 0.033, \gamma = 0.127$ $\hat{S}_1 = -117.29, \hat{S}_2 = -101.31, \hat{S}_3 = -70.09,$ $\hat{S}_4 = 31.13, \hat{S}_5 = 69.62, \hat{S}_6 = 105.75$ $\hat{S}_7 = 187.88, \hat{S}_8 = 163.42, \hat{S}_9 = 104.47,$ $\hat{S}_{10} = -45.06, \hat{S}_{11} = -93.60, \hat{S}_{12} = -106.16$	7,139.21
M3: MMR	$\ln \hat{Y}_t = -2.17 + 0.0019t + 2.12S_1 + 4.74S_2$ $+5.27S_3 + 5.79S_4 + 5.78S_5 + 5.92S_6$ $+6.05S_7 + 5.51S_8 + 4.71S_9$ $+1.91S_{10} - 0.29S_{11}$	812.86

ตารางที่ 1 สมการที่ใช้ในการจำแนกตามรูปแบบการพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (MMR) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (AMR) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร (ต่อ)

รูปแบบ: ข้อมูล	สมการ	MSE
M3: AMR	$\ln \hat{Y}_t = -1.34 - 0.0011t + 2.45S_1 + 5.16S_2 + 5.65S_3 + 6.64S_4 + 6.81S_5 + 6.94S_6 + 7.10S_7 + 6.60S_8 + 5.01S_9 + 1.78S_{10} - 0.61S_{11}$	9,203.79
M4: AMR	$\hat{X}_{n\|h} = [0.5X_n + 0.5\hat{X}_n + (h - 1 + \frac{1}{\alpha})] \times \hat{S}_i$; $h = 1,2,3,...$	6,481.41
M5: MMR	$\hat{Y}_t = 0.95F_{1t} - 0.09F_{2t} + 0.04F_{3t} + 0.09F_{4t}$	668.86
M5: AMR	$\hat{Y}_t = 4.26 + 0.24F_{1t} - 0.05F_{2t} + 0.40F_{3t} + 0..51F_{4t}$	6,212.40

จากตารางที่ 1 พบว่า รูปแบบที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการพยากรณ์ร่วม หรือ M5 เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ให้ค่า MSE ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน เท่ากับ 668.86 และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน เท่ากับ 6,212.40 ซึ่งต่ำกว่าวิธีอื่นๆ รองลงมาคือ วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม หรือ M1 ให้ค่า MSE ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน เท่ากับ 670.24 และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน เท่ากับ 6,346.21

การเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์และสมการของรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (MMR) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (AMR) จำแนกตามสถานี และรูปแบบของข้อมูลผลดังตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

จากตารางที่ 2 เปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือนและสมรายเดือน ทั้ง 5 สถานี พบว่าวิธีพยากรณ์ร่วม หรือ M5 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือวิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้มหรือ M1 และวิธีทีตา หรือ M4 ตามลำดับ

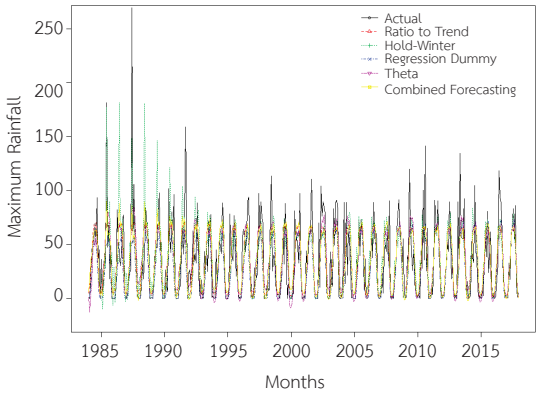
และตารางที่ 3 แสดงสมการของรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (MMR) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (AMR) จำแนกตามสถานี และรูปแบบของข้อมูล

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่า MSE ที่ใช้ในการจำแนกตามรูปแบบการพยากรณ์สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน และข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน

รูปแบบการพยากรณ์	ค่า MSE				
	สกลนคร	สกลนคร (อากาศเกษตร)	นครพนม	นครพนม (อากาศเกษตร)	มุกดาหาร
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (MMR)					
M1	670.24	586.37	1,035.98	997.07	641.50
M2	830.75	680.76	1,180.88	1,125.01	773.72
M3	812.86	749.42	1,678.43	1,531.49	966.38
M4	718.01	633.29	1,048.11	1,032.24	673.48
M5	668.86	586.06	1,007.87	968.54	628.50
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (AMR)					
M1	6,346.21	6,722.98	12,828.18	11,132.84	5,691.05
M2	7,139.21	7,768.44	14,753.18	12,203.31	6,485.40
M3	9,203.79	12,098.12	20,434.18	19,545.89	8,146.73
M4	6,481.41	6,956.96	13,348.92	11,491.94	5,917.74
M5	6,212.40	6,618.68	12,729.17	11,006.30	5,611.13

ตารางที่ 3 รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (MMR) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (AMR) จำแนกตามสถานี

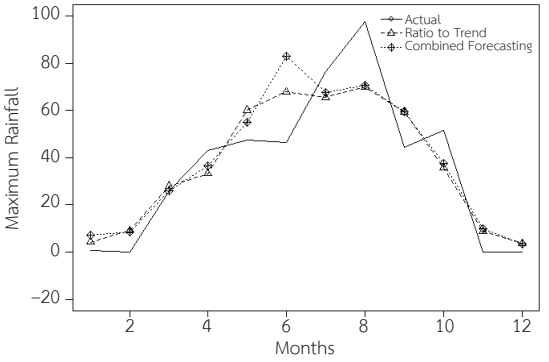
สถานี/รูปแบบ	สมการ
สกลนคร	
MMR	$\hat{Y}_t = 0.95F_{1t} - 0.09F_{2t} + 0.04F_{3t} + 0.09F_{4t}$
AMR	$\hat{Y}_t = 4.26 + 0.24F_{1t} - 0.05F_{2t} + 0.40F_{3t} + 0..51F_{4t}$
สกลนคร (อากาศเกษตร)	
MMR	$\hat{Y}_t = 5.46 + 0.85F_{1t} + 0.16F_{2t} - 0.21F_{3t} - 0.17F_{4t}$
AMR	$\hat{Y}_t = 2.96 + 0.52F_{1t} - 0.11F_{2t} + 0.20F_{3t} + 0.45F_{4t}$
นครพนม	
MMR	$\hat{Y}_t = -1.02 + 1.23F_{1t} - 0.12F_{2t} - 0.12F_{3t} - 0.003F_{4t}$
AMR	$\hat{Y}_t = 2.10 + 0.62F_{1t} - 0.02F_{2t} + 0.11F_{3t} + 0.31F_{4t}$



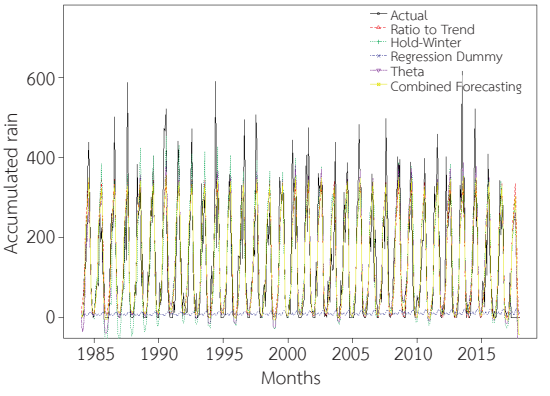
รูปที่ 6 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์จากตัวแบบสมการพยากรณ์ทั้ง 5 รูปแบบของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร

ตารางที่ 3 รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน (MMR) และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน (AMR) จำแนกตามสถานี (ต่อ)

สถานี/รูปแบบ	สมการ
นครพนม (อากาศเกษตร)	
MMR	$\hat{Y}_t = -1.02 + 1.23F_{1t} - 0.12F_{2t} - 0.12F_{3t} - 0.003F_{4t}$
AMR	$\hat{Y}_t = -1.52 + 0.96F_{1t} - 0.03F_{2t} - 0.00009F_{3t} + 0.29F_{4t}$
มุกดาหาร	
MMR	$\hat{Y}_t = 0.32 + 1.28F_{1t} + 0.19F_{2t} + 0.08F_{3t} - 0.55F_{4t}$
AMR	$\hat{Y}_t = 3.48 + 0.53F_{1t} + 0.13F_{2t} + 0.25F_{3t} + 0.13F_{4t}$



รูปที่ 7 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์จากตัวแบบสมการพยากรณ์ M1 และ M5 ของปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน ปี พ.ศ. 2548 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร

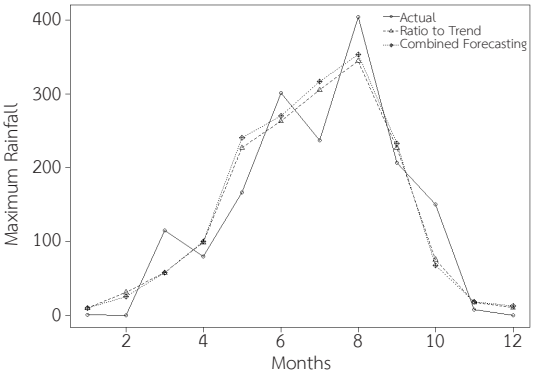


รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์จากตัวแบบสมการพยากรณ์ทั้ง 5 รูปแบบของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร

นอกจากนั้นตัวอย่างผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบสมการพยากรณ์ ผู้วิจัยได้เลือกช่วงเวลาที่มีความใกล้เคียงกันระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์มาแสดง ดังนั้นสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน และข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน ผู้วิจัยได้เลือก ปี พ.ศ. 2548 และ พ.ศ. 2538 มาแสดงดังรูปที่ 6 และ 8 ตามลำดับ

จากรูปที่ 6 และ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์จากตัวแบบสมการพยากรณ์ทั้ง 5 รูปแบบ กับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนครตามลำดับ พบว่าวิธีการที่ให้รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีการพยากรณ์ร่วม หรือ M5 จะให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด รองมาคือวิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม หรือ M1

เพื่อขยายให้เห็นภาพที่ชัดเจนดังรูปที่ 7 และ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์จากตัวแบบสมการพยากรณ์ M1 และ M5 กับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือน และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร ของสถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนครในปี พ.ศ. 2548 ตามลำดับ พบว่าค่าพยากรณ์จากตัวแบบสมการพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับค่าข้อมูลจริง



รูปที่ 9 เปรียบเทียบค่าพยากรณ์จากตัวแบบสมการพยากรณ์ M1 และ M5 ของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนปี พ.ศ. 2548 สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษาการเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายเดือนและปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527–2560 รวม 34 ปี พื้นที่ทำการศึกษาประกอบด้วย 3 จังหวัด ซึ่งครอบคลุมสถานีอุตุนิยมวิทยา 5 สถานี ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาสกลนคร สถานีอากาศเกษตรสกลนคร สถานีอุตุนิยมวิทยานครพนม สถานีอากาศเกษตรนครพนม จังหวัดมุกดาหาร และสถานีอุตุนิยมวิทยามุกดาหาร รูปแบบการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย วิธีทีตา และวิธีการพยากรณ์ร่วม โดยพิจารณาค่า MSE ที่ต่ำที่สุด พบว่าวิธีการที่ให้รูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีการพยากรณ์ร่วม เป็นวิธีที่มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุดทุกสถานีที่ทำการศึกษา เนื่องจากเป็นวิธีที่รวมคุณสมบัติของรูปแบบต่างๆ (M1 ถึง M4) เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนสมการของรูปแบบ ทำให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าวิธีการพยากรณ์ต่างๆ ที่นำมาทำการศึกษาเปรียบเทียบบางวิธีการอาจไม่ได้ให้ค่า MSE ที่ต่ำที่สุด แต่ให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน นั้นหมายความว่าเป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ผู้วิเคราะห์อาจเลือกใช้วิธีการใดก็ได้ที่สะดวกและทำความเข้าใจได้ง่ายในการวิเคราะห์ ดังเห็นได้จาก วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้ม มีค่า MSE ใกล้เคียงกับวิธีการพยากรณ์ร่วม ซึ่งสามารถเลือกใช้วิธีอัตราส่วนต่อแนวโน้มหรือวิธีการพยากรณ์ร่วม ค่าพยากรณ์ที่ได้ก็อาจไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตาม จากค่า MSE ของแต่ละรูปแบบการพยากรณ์มีค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากรูปแบบการพยากรณ์ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้อาจจะยังไม่เหมาะสมกับข้อมูลที่ศึกษาเท่าที่ควร ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป ควรเลือกใช้รูปแบบการพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีค่าสุดขีด เช่น การแจกแจงค่าสุดขีดวางนัยทั่วไป หรือการแจกแจงแคปปา สำหรับรูปแบบการพยากรณ์นั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม เมื่อเปลี่ยนข้อมูลที่นำมาศึกษาใหม่ รูปแบบสมการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวคล้ายกันได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทยที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Climate Center. (2018, April). Summary of Thailand's Climate in 2017. Meteorological Department. Bangkok, Thailand [Online]. Available: https://www.tmd.go.th/climate/climate.php?FileID=5

[2] R. Nansaior, “Forecasting of rainfall for crop modelling plan in Northeast Thailand,” M.S. thesis, Department of Statistics, Faculty of Commerce and Accountancy, Chulalongkorn University, 1999 (in Thai).

[3] J. Kittinapakul, “Comparison of seasonal dataanalysis by Box-Jenkin and Holt-Winter exponential smoothing methods,” M.S. thesis,

Graduate School, Chiang Mai University, 2000 (in Thai).

[4] W. Panichkitkosolkul,"Monthly rainfall amount forecasting of meteorological station and agrometeorological stations in Northeastern Thailand,"*Thai Journal of Science and Technology*, vol. 17, no. 2, pp. 1–12, 2009.

[5] P. Ruangchaisiwawet, "Forecasting monthly rainfall of Lampang province by statistical forecasting techniques," M.S. thesis, Department of Statistics, Faculty of Science, Kasetsart University, 2011 (in Thai).

[6] W. Keerativibool, "Forecasting the rainfall in Muang, Nan province," *KMUTT Research and Development Journal*, vol. 38, no.3, pp. 211–223, 1999.

[7] M. Manmin, *Time Series and Forecasting*. Bangkok: Four Printing, 2006 (inThai).

[8] S. Damsri and K. Maneewong, "A comparative study of forecasting models for the number of Malaria patients in Phanom district," *Journal of Thai Interdisciplinary*, vol. 12, no. 3, pp. 1–6, 2017.