

Academic Article

การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์ด้วยวิธีฟังก์ชันการถ่ายโอน

Monthly rainfall amount forecasting of Buriram province by transfer function method.

เจนจิรา มงคลเมือง^{1*}, ศศิธร พิศพล¹ และ เฉลิมวุฒิ คำเมือง¹

Jenjira Mongkolmuang^{1*}, Sasithon Pitsapol¹ and Chalermwut Comemuang¹

¹ภาควิชาสาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000 ประเทศไทย

¹ Department of Mathematics, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University, Mueang District, Buri Ram Province 31000, Thailand

*E-mail: 600112210030@bru.ac.th

Received: 10/08/2020; Revised: 11/11/2020; Accepted: 06/12/2020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อได้แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน และเผยแพร่ข้อมูลไปใช้ในการสร้างกลยุทธ์การวางแผนที่เหมาะสมในด้านเกษตรกรรมระบบการระบายน้ำและการใช้ทรัพยากรน้ำอื่น ๆ ในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 120 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 จำนวน 108 ค่า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 สำหรับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนประกอบแบบการคูณ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย และวิธีฟังก์ชันการถ่ายโอน ข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 12 ค่า ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำ ผลการวิจัยพบว่าจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีพยากรณ์ฟังก์ชันการถ่ายโอนโดยค่าพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด

คำสำคัญ: อนุกรมเวลา, ARIMA, อุณหภูมิอากาศ, ความเร็วลม

Abstract

The purpose of this research was to obtain the rainfall forecasting model and disseminate information for be used in establish strategies for the proper planning of agriculture, drainage systems and other water resource applications in Buriram province, by forecasting the monthly rainfall in Buriram province. January 2010 to December 2019 of 120 value were used and divided into 2 sets. The first 108 values from January 2010 until December 2018 were used for the modeling by Decomposition Method, Simple Exponential Smoothing Method, and Transfer Function Method. The last 12 values from January to December 2019 were used for checking the accuracy. The research results find that the for all the forecasting methods the had been studied, Transfer Function Method is the forecasting by percentage basis, Mean Absolute Percentage Error (MAPE) is the smallest value.

Keywords: time series, ARIMA, air temperature, wind speed

บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลกในด้านการผลิตและส่งออกสินค้าทางการเกษตรไปยังตลาดข้าว ซึ่งได้ก่อให้เกิดการเข้าถึงเกษตรกรรมอันเป็นเอกลักษณ์ของประเทศไทยสมัยใหม่ นำไปสู่การเข้าถึงเกษตรกรรมแบบยั่งยืนอย่างชัดเจน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเนื้อที่มากที่สุดของประเทศไทย ประมาณ 168,854 ตารางกิโลเมตร หรือมีเนื้อที่ร้อยละ 33.17 (Chaiyotha, 2015) เทียบได้หนึ่งในสามของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทยถึงหนึ่งในสามของประเทศ ที่ตั้งอยู่บนแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร มีแม่น้ำโขงกั้นประเทศลาวทางทิศเหนือ ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรมเป็นหลัก มีลักษณะทำการเกษตรแบบยังชีพเป็นส่วนใหญ่ คือทำการเกษตรเพื่อที่จะนำผลผลิตมาบริโภคในครัวเรือนของตน การเกษตรส่วนใหญ่จะเน้นที่ การทำนาเป็นส่วนใหญ่ จังหวัดบุรีรัมย์เป็นจังหวัดหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบสูง ตั้งอยู่ทางตอนล่างของประเทศไทย มีเทือกเขาเพชรบูรณ์และเทือกเขาดงพญาเย็นอยู่ทางทิศตะวันตก ส่วนเทือกเขาสนกำแพงและเทือกเขาพนมดงรักอยู่ทางทิศใต้เป็นแนวกั้นไม่ให้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมบริเวณจังหวัดบุรีรัมย์ได้เต็มที่ นอกจากนี้พื้นที่ดงในจังหวัดบุรีรัมย์ส่วนใหญ่เป็นผืนเนื่องจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนตัวจากทะเลจีนใต้ ทำให้มีปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปีอยู่ที่ 1,193.9 มิลลิเมตร(Faculty of Geography and Geospatial Education, 2018) และบุรีรัมย์เป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่เกิดประสบปัญหาภัยแล้งขึ้นวิกฤต เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงหรือภาวะฝนแล้งฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกไม่สม่ำเสมอ จึงส่งผลต่อปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ เริ่มแห้งขอด น้ำไม่เพียงพอต่อการเกษตร และความต้องการน้ำของประชาชน ดังนั้นการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์จึงเป็นสิ่งที่ให้ความสนใจศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล (2547) ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดนครราชสีมา พบว่าวิธีบอซ-เจนกินส์จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีวินเตอร์และวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากวิธีบอซ-เจนกินส์มีค่า $MAPE = 31.323$ ซึ่งน้อยกว่าวิธีวินเตอร์และวิธีแยกส่วนประกอบ จึงได้รูปแบบที่ได้จากวิธีบอซ-เจนกินส์ คือ รูปแบบ $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาเวลา คือ $ARIMA(1,0,0)(1,0,1)_{12}$ งานวิจัยของวรารचना กิระวิบูลย์ (2558) ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน พบว่าสำหรับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีบอซ-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีพยากรณ์รวม ได้ผลวิจัยว่าวิธีการพยากรณ์รวมมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างจากข้อมูลจริงน้อยที่สุด จึงเป็นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน และงานวิจัยของ Asep Rusyana, Nany Salwa, Ainur Marziah (2019) ได้ทำวิจัยการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนโดยใช้ฟังก์ชันการถ่ายโอนในจังหวัดจาเฮอร์, อินโดนีเซีย พบว่าวิธีฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบอนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลานำออกและอนุกรมเวลานำเข้า ที่มีรูปแบบ $ARMA(3,2)$ ซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมไปใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของรูปแบบอนุกรมเวลาชุดนี้

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์ในปีพ.ศ. 2562 โดยเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีแยกส่วนประกอบ (decomposition method) วิธีพยากรณ์ปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (simple exponential smoothing) และวิธีพยากรณ์โดยรูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอน (transfer function) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติในการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์วิธีต่าง ๆ เพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error) ที่มีค่าต่ำสุด สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการปรับปรุงและพัฒนาการบริหารงานต่าง ๆ ต่อไป และเพื่อให้การพยากรณ์มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในการวางแผนตัดสินใจและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้กำหนดนโยบายส่งเสริมทางการเกษตรให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำฝน

วิธีการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน

การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์ มีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2562 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก สถานีกรมอุตุนิยมวิทยา อ.สตึก จ.บุรีรัมย์ ผู้วิจัยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 108 ค่า สำหรับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ และข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ในการคำนวณค่าพยากรณ์โดยวิธีการแยกส่วนประกอบแบบการคูณ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย และวิธีฟังก์ชันการถ่วงน้ำหนัก มีวิธีดำเนินการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 การพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

วิธีแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่เน้นการแยกแต่ละส่วนประกอบต่าง ๆ ของอนุกรมเวลาออกจากกัน คือ แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร และเหตุการณ์ผิดปกติ จากแต่ละส่วนประกอบที่แยกออกมาได้จะทำให้เห็นลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาแต่ละส่วน ซึ่งตัวแบบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในรูปตัวแบบเชิงคูณ (Panichkitkosoalkun, 2004) คือ

$$Y_t(\tau) = (\mu_t + \beta_t t) S_t C_t \varepsilon_t \quad (1)$$

โดยที่

พารามิเตอร์ μ_t, β_t, S_t และ C_t แทนระดับของข้อมูล ความชัน ส่วนประกอบฤดูกาล และวัฏจักร ตามลำดับ
ตัวแปรสุ่ม $\varepsilon_t, t = 1, 2, 3, \dots, T$ แทนความคลาดเคลื่อนที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ไม่มีสหสัมพันธ์ และความแปรปรวนคงที่
ค่าพยากรณ์ τ หน่วยเวลาล่วงหน้า ที่พยากรณ์ ณ เวลา t คือ

$$Y_t(\tau) = (\hat{\mu}_t + \tau \hat{\beta}_t) \hat{S}_t \hat{C}_t \quad (2)$$

2.2 การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing)

เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์โดยการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก โดยให้น้ำหนักหรือความสำคัญของข้อมูลคือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 วิธีการนี้จะใช้เมื่อข้อมูลมีลักษณะการเคลื่อนไหวในระดับคงที่ หรือข้อมูลไม่มีแนวโน้ม (Trend) และไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonality) ซึ่งจะแสดงลักษณะของข้อมูลสมการพยากรณ์หนึ่งช่วงเวลาล่วงหน้าที่เวลา t (Taesombat, 2006) ดังนี้

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \quad (3)$$

โดยที่

X_t = ข้อมูลจริง ณ เวลา t ; $t = 1, 2, \dots, N$

α = น้ำหนักหรือความสำคัญที่ให้แก่ข้อมูล ณ เวลา t

F_{t+1} = ค่าปริมาณหรือค่าพยากรณ์ของข้อมูล ณ เวลา $t+1$

2.3 การพยากรณ์โดยวิธีรูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอน (Transfer function)

ฟังก์ชันการถ่ายโอนเป็นรูปแบบอนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคตที่รวมวิธีการอนุกรมเวลาเข้ากับวิธีการเชิงสาเหตุ อนุกรมเวลา $\{x_t\}$ มีผลต่ออนุกรมเวลา $\{y_t\}$ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยบางอย่างที่แทนด้วยอนุกรมเวลา $\{x_t\}$ ซึ่งแบบจำลองที่ได้เรียกว่า ฟังก์ชันการถ่ายโอน ที่เชื่อมโยงอนุกรมนำเข้า $\{y_t\}$ กับอนุกรมนำเข้า $\{x_t\}$ และ n_t เป็นความคลาดเคลื่อนในรูปแบบที่เวลา t ในหนังสือทางวิชาการหลายเล่มเรียกรูปแบบการถ่ายโอน ว่ารูปแบบ MARIMA (multivariate ARIMA) เพราะเกิดจากการรวมรูปแบบการถดถอยพหุและรูปแบบ ARIMA ด้วยกัน (Rusyana, Salwa, & Marziah, 2019)

รูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอนแรกเป็น ดังนี้

$$Y_t = v(B)X_t + N_t \quad (4)$$

โดยที่

Y_t แทนอนุกรมนำออก (ปริมาณน้ำฝน)

X_t แทนอนุกรมนำเข้า (อุณหภูมิของอากาศและความเร็วลม)

N_t แทนความคลาดเคลื่อนรวมกันของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ Y_t ทั้งหมด

$$v(B) = (v_0 + v_1B + v_2B^2 + \dots + v_kB^k)$$

รูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอนสุดท้าย หรือสมการการพยากรณ์รูปแบบ Transfer Function เป็นดังนี้

$$y_t = \frac{\omega_s(B)}{\delta_r(B)} x_{t-b} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t \quad (5)$$

โดยที่

$\omega_s(B) = \omega_0 - \omega_1B - \omega_2B^2 - \dots - \omega_sB^s$ โดย $\omega_0, \omega_1, \dots, \omega_s$ เป็นพารามิเตอร์ในรูปแบบที่เรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์ฟังก์ชันการถ่ายโอน

$\delta_r(B) = \delta_0 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r$ โดย $\delta_0, \delta_1, \dots, \delta_r$ เป็นพารามิเตอร์ในรูปแบบที่เรียกว่า

ค่าสัมประสิทธิ์ฟังก์ชันการถ่ายโอน

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$ แทนค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ q

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$ แทนค่าพารามิเตอร์การถดถอยอันดับ p

B แทนตัวดำเนินการถดถอยหลัง (Backward Operator) โดย $BX_t = X_{t-1}$

y_t แทนค่า Y_t (ปริมาณน้ำฝน) ที่เป็นสแตชันนารี

x_t แทนค่า X_t (อุณหภูมิอากาศและความเร็วลม) ที่เป็นสแตชันนารี

a_t แทนค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

r, s, p, q และ b เป็นค่าคงที่

3. การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีฟังก์ชันการถ่ายโอน วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย และวิธีการแยกส่วนประกอบแบบการคูณ โดยทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน จังหวัดบุรีรัมย์ ของข้อมูลชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า ซึ่งใช้วิธีตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ (Maenmin, 2006) คือ

- 1) เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \times 100}{n} \quad (6)$$

โดยกำหนดให้

$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

n แทนจำนวนเทอมทั้งหมดของ e_t

Y_t แทนข้อมูล ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

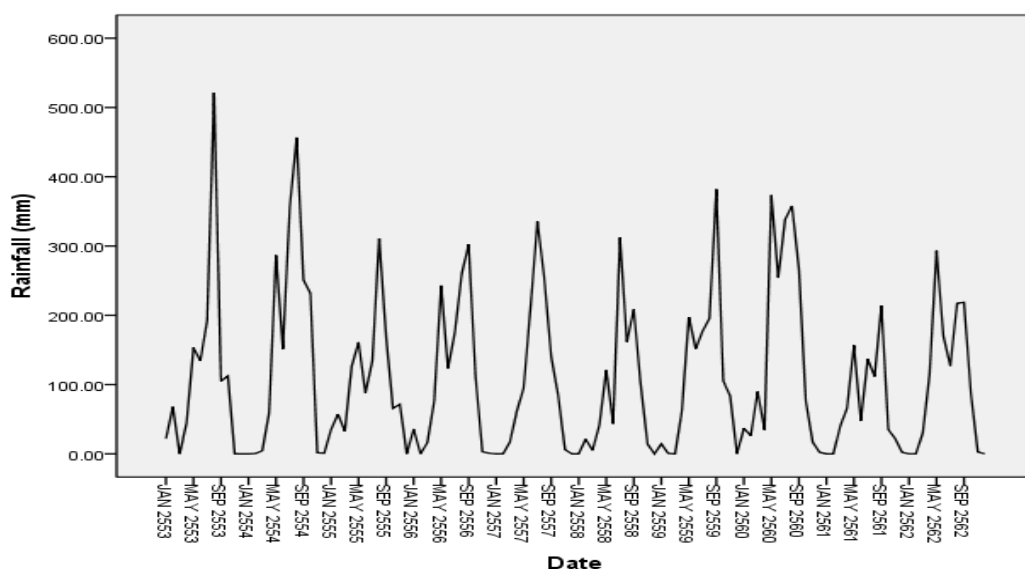
4. การเลือกตัวแบบพยากรณ์

จากการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 3 แบบ โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 แล้วนำข้อมูลชุดที่ 2 นำมาใช้ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วย MAPE ที่มีค่าต่ำที่สุดจะถือว่าเป็นตัวแบบการพยากรณ์ที่แม่นยำสุดแล้วจะได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดบุรีรัมย์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

จากการพิจารณาลักษณะข้อมูลชุดที่ 1 คือปริมาณน้ำฝนของจังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จะพบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีลักษณะข้อมูลที่มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนรายเดือน จังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

2. ผลการพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

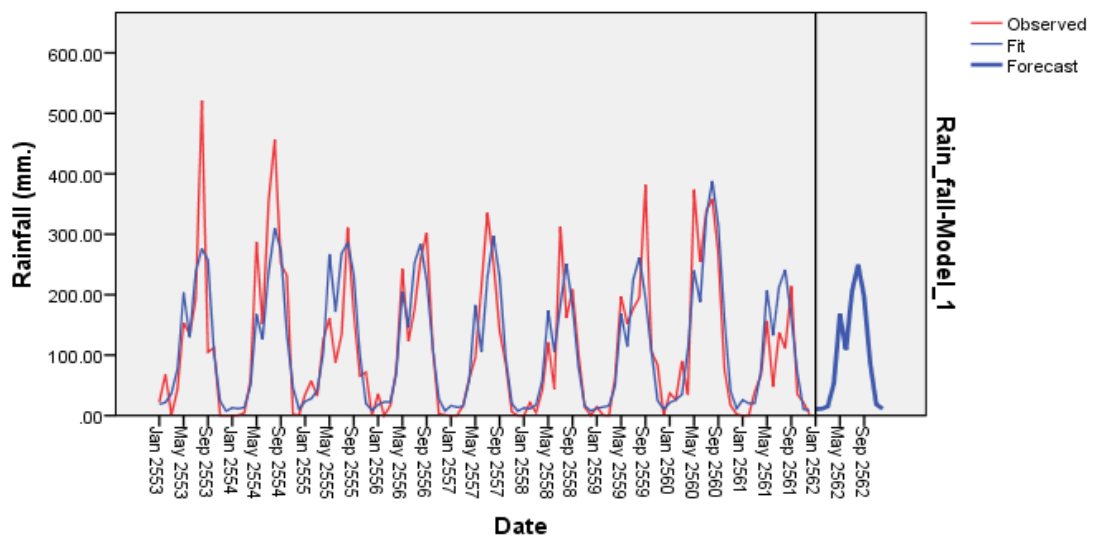
เมื่อทำการพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบในรูปแบบเชิงคูณ มีค่าพยากรณ์ คือ

$$Y_t(\tau) = (\hat{\mu}_t + \tau\hat{\beta}_t)\hat{S}_t\hat{C}_t$$

ซึ่งผลการพยากรณ์แสดงดังตารางที่ 1

3. ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

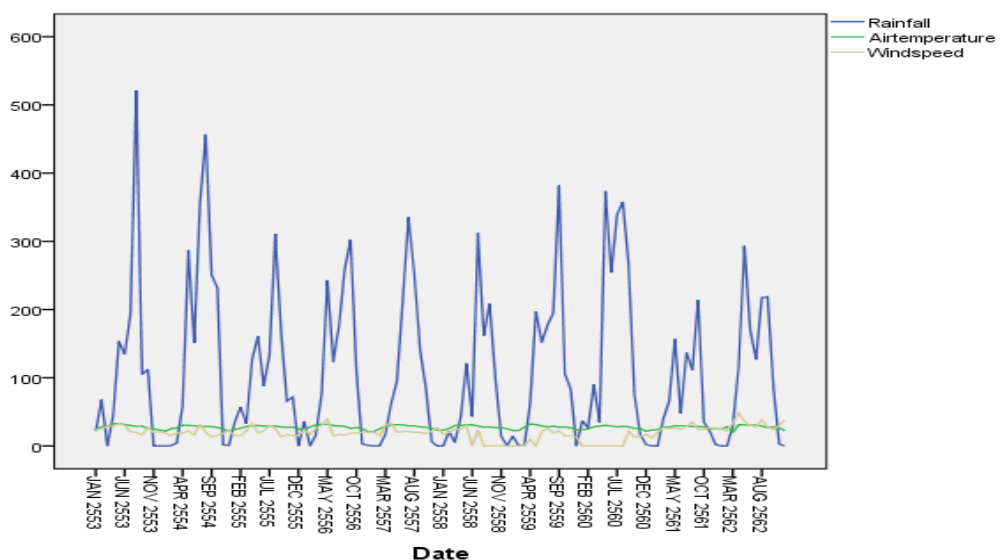
จากสมการ (3) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ คำนวณค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดบุรีรัมย์ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ผลดังรูปที่ 2 และแสดงค่าพยากรณ์ได้ดังตารางที่ 1 โดย $\alpha = 0.5$



รูปที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบง่าย

4. ผลการพยากรณ์โดยวิธีฟังก์ชันการถ่วงโอน

จากการวิเคราะห์ฟังก์ชันการถ่วงโอน จะเห็นว่าข้อมูลอนุกรมนำออก (ปริมาณน้ำฝน) และข้อมูลอนุกรมนำเข้า (อุณหภูมิอากาศและความเร็วลม) จากความสัมพันธ์ข้อมูลความเร็วลมจะไม่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ แต่อุณหภูมิอากาศจะมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนเพียงเล็กน้อย จะแสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายเดือน อุณหภูมิอากาศและความเร็วลม

ดังนั้น เราจะดำเนินการดำเนินการทดสอบข้อมูลให้เป็นสแตชันนารีโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF จากนั้นทำการแปลงอนุกรมเวลาโดยการหาผลต่าง ($d=1$) พบว่าการหาผลต่างอันดับที่ 1 ทำให้อนุกรมเวลามีความแปรผันอย่างคงที่

จากการระบุ (r, s, b) ในรูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอน จะได้ค่า (r, s, b) ของอนุกรมเวลาอากาศคือ (1,0,2) และ (r, s, b) ของความเร็วลมคือ (1,0,4) ดังนั้นรูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอนนำเข้าคู่ที่จะได้รับดังต่อไปนี้

$$\hat{y}_t = \frac{\hat{\omega}_0}{(1-\hat{\delta}_1 B)} x_{1,t-2} + \frac{\hat{\omega}_0}{(1-\hat{\delta}_1 B)} x_{2,t-4} + noise$$

จะเห็นว่า รูปแบบที่เหมาะสมของแบบจำลองความคลาดเคลื่อนรวม ที่ขึ้นอยู่กับกราฟ ACF และ PACF ที่มีความต่อเนื่อง สามารถกำหนดได้ว่ารูปแบบความคลาดเคลื่อนรวมที่เลือก คือ รูปแบบ ARMA (2,1) ดังนั้น ฟังก์ชันการถ่ายโอนนำเข้าคู่ได้ดังต่อไปนี้

$$\hat{y}_t = \frac{\hat{\omega}_0}{(1-\hat{\delta}_1 B)} x_{1,t-2} + \frac{\hat{\omega}_0}{(1-\hat{\delta}_1 B)} x_{2,t-4} + \frac{(1-\hat{\theta}_1 B)}{(1-\hat{\phi}_1 B - \hat{\phi}_2 B^2)} a_t$$

จากการประมาณค่ารูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอนนำเข้า จะได้สมการรูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอนนำเข้า ดังต่อไปนี้

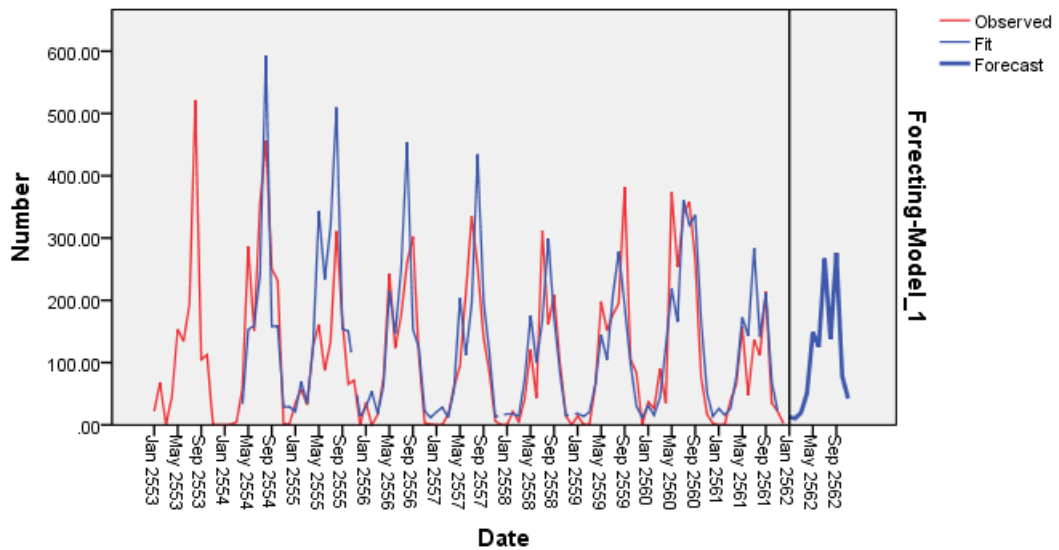
$$\hat{y}_t = \frac{0.477}{(1-0.562B)} x_{1,t-2} - \frac{0.099}{(1-0.748B)} x_{2,t-4} + \frac{(1-0.814B)}{(1+0.080B-0.106B^2)} a_t$$

จากการทดสอบพารามิเตอร์พบว่าความเร็วลมไม่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝน ดังนั้นอนุกรมนำเข้าความเร็วลมจะถูกลบออกจากรูปแบบ ดังนั้นรูปแบบสุดท้ายการประมาณค่าฟังก์ชันการถ่ายโอนจะแสดงในรูปแบบ ต่อไปนี้

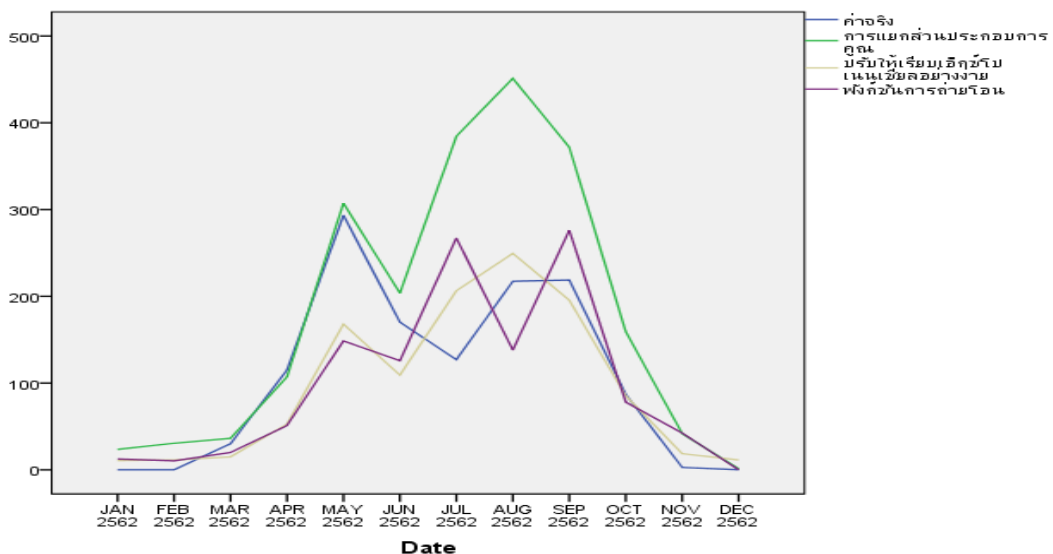
$$\hat{y}_t = \frac{0.477}{(1-0.562B)} x_{1,t-2} + \frac{(1-0.814B)}{(1+0.080B-0.106B^2)} a_t$$

หรือ

$$\begin{aligned} \hat{y}_t = & 0.482y_{t-1} + 0.151y_{t-2} + 0.059y_{t-3} + 0.477x_{1,t-2} + 0.038x_{1,t-3} - 0.051x_{1,t-4} \\ & + a_t - 1.376a_{t-1} + 0.457a_{t-2} \end{aligned}$$



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีฟังก์ชันการถ่ายโอน



รูปที่ 5 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของปี พ.ศ. 2562

5. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

เมื่อเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ พบว่า ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบการคูณ วิธีการพยากรณ์ปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย และวิธีการพยากรณ์ฟังก์ชันการถ่ายโอน ให้ค่า MAPE เป็นร้อยละ 47.54 28.27 และ 20.43 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 5

ตารางที่ 1 ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของปี พ.ศ. 2562

เดือน	ปริมาณน้ำฝนจริง	ปริมาณน้ำฝน จากการพยากรณ์โดยวิธี		
		การแยกส่วนประกอบ	ปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียล	ฟังก์ชันการถ่ายโอน
		การคูณ	อย่างง่าย	
ม.ค.	0.1	23.54	10.66	12.46
ก.พ.	0.1	30.69	11.40	10.39
มี.ค.	30.1	36.31	14.94	20.04
เม.ย.	115.1	107.12	52.17	51.05
พ.ค.	293.3	307.20	168.05	148.58
มิ.ย.	170.2	203.65	109.14	125.80
ก.ค.	126.9	384.46	206.37	267.18
ส.ค.	217.3	451.20	249.48	138.04
ก.ย.	218.8	371.71	195.50	276.09
ต.ค.	87.2	159.49	85.35	77.98
พ.ย.	2.8	41.68	18.61	42.4
ธ.ค.	0.1	1.21	11.33	0
MAPE		47.54	28.27	20.43

การอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนของจังหวัดบุรีรัมย์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 120 ค่า ซึ่งผู้วิจัยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด สำหรับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์ด้วยฟังก์ชันการถ่ายโอน เป็นวิธีที่เหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีค่า MAPE น้อยที่สุด คือ 20.43 % และมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yulianti Hasanaha, Marizsa Herlinaa, Hilda Zaikarinaa ที่พบว่าการคาดการณ์น้ำท่วมและแนวทางการปล่อยน้ำแบบจำลองการคาดการณ์โดยใช้ฟังก์ชันการถ่ายโอนดีกว่าแบบจำลองของ ARIMA เนื่องจากค่า MAPE ของแบบจำลองฟังก์ชันการถ่ายโอนน้อยกว่าค่า MAPE ของแบบจำลอง ARIMA ที่ 15.23 %

สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนของจังหวัดบุรีรัมย์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 120 ค่า ซึ่งผู้วิจัยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด สำหรับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ผลวิจัยพบว่าวิธีการพยากรณ์โดยฟังก์ชันการถ่ายโอนมีค่า MAPE น้อยที่สุด และจึงได้สมการการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือน จังหวัดบุรีรัมย์ เป็น

$$\hat{y}_t = 0.482y_{t-1} + 0.151y_{t-2} + 0.059y_{t-3} + 0.477x_{1,t-2} + 0.038x_{1,t-3} - 0.051x_{1,t-4} + a_t - 1.376a_{t-1} + 0.457a_{t-2}$$

เมื่อ $\hat{y}_t$ และ y_{t-3} แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีฟังก์ชันการถ่ายโอน a_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม ณ เวลา t และ x_t แทนค่าอุณหภูมิอากาศและความเร็วลม

เอกสารอ้างอิง

- Chaiyotha, D. (2015). *Accordins to the claim regulation* (1st ed.). O Dian Sato, Bangkok, Thailand.
- Faculty of Geography and Geospatial Education. (2018). *Local studies* (7th ed.). Phi. Et. Phret chamkat, Bangkok, Thailand.
- Keerativibool, W. (2015). Forecasting the rainfall in Muang, Nan Province. *KMUTT Research and Development Journal*, 38(3), 211-223. (in Thai)

Ketiam, S. (2005). *Forecasting Techniques* (2nd ed.). Thaksin University, Songkhla.

Maenmin, M. (2006). *Time Series and Forecasting* (2nd ed.). Fophring Chamkat, Bangkok, Thailand.

Panichkitkosoalkun, W. (2004). Forecasting of Rainfall of Nakhonratchasima Province. *KMUTT Research and Development Journal*, 28(2), 155 -167. (in Thai)

Rusyana, A., Salwa, N., & Marziah, A. (2019). Forecasting Rainfall Using Transfer Function In Aceh Province, Indonesia, *Applied Mathematical Sciences*, 13(7), 299-307. <https://doi.org/10.12988/ams.2019.9121>

Sopipan, N. (2015). Statistical Model for Forecasting Rainfall in Nakhon Ratchasima Province. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 23(2), 56-65. (in Thai)

Taesombat, S. (2006). *Quantitative forecasting* (1st ed.). Kasetsast University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Wanitbancha, K. (2002). *Using SPSS for Windows is data analysis*. Chalalongkorn University, Bangkok, Thailand.