แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

Mathematical model for forecasting the water content in Huai Jorakhe Mak Reservoir, Mueang district, Buriram province

ธัญญารัตน์ ถูกพันธ์[1*], กัญญาณัฐ แดงยั่งยืน[1], วชิรารักษ์ โอรสรัมย์[2]
Thanyarat Tukpan[1*], Kanyanat Dangyangyuen[1], Wachirarak Orosram[2]

Received: 15 September 2019 ; Revised: 12 December 2019 ; Accepted: 20 December 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำรายเดือนจากโครงการชลประทานบุรีรัมย์ สำนักชลประทานที่ 8 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 132 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 120 เดือน สำหรับศึกษาตัวแบบพยากรณ์ โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลแบบโฮลท์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์รูปแบบการคูณ วิธีแยกองค์ประกอบรูปแบบการคูณและการบวก และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เบี่ยงเบนสม บูรณ์เฉลี่ย และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่า วิธีบอกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์คือ $Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + 0.237e_{t-1} - 0.984e_{t-12} - 0.233e_{t-13} - 0.187$.

คำสำคัญ: แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พยากรณ์ ปริมาณน้ำ

Abstract

The purpose of this research was to select a model for the accurate prediction of water content in Huai Jorakhe Mak Reservoir, Mueang District, Buriram Province. Data were obtained from the Royal Irrigation Department, Buriram Province, Irrigation Office 8 from January, 2008 to December, 2018 ; thus there are 132 values of monthly water content in reservoir. Data were separated into two sets. The first set contained 120 values of monthly water content from January, 2008 to December, 2017 and was used for construction of the model using Holt's Double Exponential Smoothing, Winters Multiplicative Exponential Smoothing Method, Classical Decomposition Method, Multiplicative Decomposition and Additive Decomposition, and Box-Jenkins method. Another set, the last 12 values from January, 2018 to December, 2018 were used for checking the accuracy of the forecasting model. The evaluation metrics were the mean absolute the determination of mean absolute deviation and root mean squared error. Research findings indicated that of all the forecasting methods, the Box-Jenkins method is the most suitable for this prediction in Buriram Province. The Mathematical model for forecasting the water content in Huai Jorakhe Mak Reservoir, Mueang District, Buriram Province is $Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + 0.237e_{t-1} - 0.984e_{t-12} - 0.233e_{t-13} - 0.187$.

Keywords: Mathematical model, forecasting, water content

---

[1] นักศึกษาปริญญาตรี, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
[1] Undergraduate student, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University, Mueang District, Buriram Province 31000, Thailand.
[2] Assist. Prof., Faculty of Science, Buriram Rajabhat University, Mueang District, Buriram Province 31000, Thailand.
* Corresponding author. E-mail: tanyarat.tuk@bru.ac.th

บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เราใช้น้ำเพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆ ทั้งในด้านการอุปโภคบริโภค ด้านเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม น้ำเป็นทรัพยากรที่เกิดเองได้ตามธรรมชาติและตามฤดูกาล จากความแปรปรวนของสภาพอากาศทำให้ในช่วงฤดูฝนในบางพื้นที่มีฝนตกมากจนประสบกับปัญหาอุทกภัย บางพื้นที่ฝนไม่ตกตามฤดูกาลทำให้ประสบกับปัญหาภัยแล้ง ซึ่งบุรีรัมย์ก็เป็นจังหวัดหนึ่งที่กำลังประสบกับปัญหาภัยแล้งขั้นวิกฤตในรอบ 10 ปี เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงไม่ตกต้องตามฤดูกาล ส่งผลให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำต่างๆ เริ่มแห้งขอด รวมไปถึงอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่มีปริมาณน้ำลดลงอย่างเห็นได้ชัด อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มากนั้นมีสภาพพื้นที่เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ มีพื้นที่ 3,876 ไร่ ลักษณะเป็นทะเลสาบน้ำจืด สันเขื่อนสร้างกั้นห้วยจระเข้มาก ซึ่งเป็นแหล่งน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปาหล่อเลี้ยงในตัวเมืองและเขตเศรษฐกิจที่สำคัญ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำจืดของสถานีเพาะพันธุ์สัตว์น้ำจืด เป็นแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรและเป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนของจังหวัดบุรีรัมย์[1] จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก มีความสำคัญกับการดำรงชีวิตของประชาชนในตัวเมืองบุรีรัมย์เป็นอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาความแม่นยำในการพยากรณ์ปริมาณน้ำล่วงหน้าจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้องค์กรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำสามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณน้ำเพื่อจัดสรรให้ประชาชนได้อย่างเพียงพอ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์เพื่อเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำรายเดือนในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลจากโครงการชลประทานบุรีรัมย์ สำนักชลประทานที่ 8

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์เพื่อเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษาเพื่อเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำรายเดือนจากโครงการชลประทานบุรีรัมย์ สำนักชลประทานที่ 8 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 132 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 120 เดือน สำหรับศึกษาตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม SPSS ซึ่งโปรแกรม Microsoft Excel ใช้ในการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลแบบโฮลท์ วิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์รูปแบบการคูณ และวิธีแยกองค์ประกอบ ส่วนโปรแกรม SPSS ใช้ในการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เบี่ยงเบนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ต่ำที่สุด[5]

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเป็นการพิจารณาเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใดมีส่วนประกอบของอนุกรมเวลาใดบ้าง (แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร หรือเหตุการณ์ที่ผิดปกติ) โดยพิจารณาจากกราฟอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา[2]

การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลแบบโฮลท์

เป็นวิธีที่ใช้หลักการของเอ็กซ์โพแนนเชียลมาใช้ซึ่งคล้ายกับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลอย่างง่ายแต่วิธีนี้มีค่าคงที่สำหรับปรับระดับ 2 ค่าคือ a แทนค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับพยากรณ์ และ b แทนค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม ซึ่งทั้งสองค่ามีค่าระหว่าง 0 - 1 และการหาค่าพยากรณ์คำนวณได้จากสมการ[6]

$$Y_{t+m} = S_t + b_t m \tag{1}$$

โดยที่

Y_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา $t+m$

X_t แทนค่าข้อมูลจริง ณ ช่วงเวลา t

b_t แทนค่าความชันของข้อมูล

m แทนระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

$S_t = aX_t + (1-a)\ (S_{t-1} + b_{t-1})$

$b_t = d(S_t + S_{t-1}) + (1 + d)\ b_{t-1}$

การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์รูปแบบการคูณ

วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่เป็นรายเดือน รายสัปดาห์ หรือรายวัน วิธีการนี้ยังคงใช้หลักการของเอกซ์โพแนนเชียล คือ ให้ความสำคัญกับข้อมูลไม่เท่ากัน และมีค่าปรับเรียบ 3 ค่าคือ a แทนค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับการพยากรณ์ b แทนค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม และ g แทนค่าคงที่ที่ทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล ทั้งสามค่านี้มีค่าระหว่าง 0 - 1 และวิธีของวินเทอร์ มี 2 รูปแบบ คือ การปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของ วินเทอร์รูปแบบการบวก (Winter's additive exponential smoothing Method) ควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีอัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มคงที่ กล่าวคือ อัตราของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มมีค่าไม่เพิ่มขึ้นและไม่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปและการปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียล ของวินเทอร์รูปแบบการคูณ(Winter's Multiplicative exponential smoothing Method) ควรใช้กับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีอัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป[4] สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการปรับเรียบเอกซ์โพแนนเชียลของวินเทอร์รูปแบบการคูณ เนื่องจากอนุกรมเวลาปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มากของข้อมูลชุดที่ 1 ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 มีอัตราส่วนของความผันแปรตามฤดูกาลต่อค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป[6] ดัง Figure 1 สมการที่ใช้ในการพยากรณ์คือ

$$Y_{t+m} = (S_t + b_t m)\, l_{t-L+m} \qquad (2)$$

โดยที่

Y_{t+m} แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t+m

X_t แทนค่าข้อมูลจริง ณ ช่วงเวลา t

L แทนช่วงฤดูกาล (จำนวนเดือนใน 1 ปี)

m แทนระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไป ข้างหน้า

$$S_t = a\frac{X_t}{l_{t-L}} + (1-a)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = g(S_t - S_{t-1}) + (1-g)b_{t-1}$$

$$l_t = b\frac{X_t}{S_t} + (1-b)l_{t-L}$$

การพยากรณ์โดยวิธีแยกองค์ประกอบ

อนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมมาในช่วงเวลาที่ต่างกัน ได้แก่ ปี ไตรมาส เดือน สัปดาห์ วันหรือชั่วโมง อาจจะมีส่วนประกอบที่ต่างกันดังนั้นการพยากรณ์ด้วยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาจะทำได้โดยการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็น 4 องค์ประกอบได้แก่ แนวโน้ม (T) การผันแปรตามฤดูกาล (S) การผันแปรตามวัฏจักร (C) และความไม่แน่นอน (I) โดยสมการของการพยากรณ์แบบวิธีแยกองค์ประกอบสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ[6] คือ

1. การแยกองค์ประกอบแบบการคูณ

$$Y_t = T_t \,'\, S_t \,'\, C_t \,'\, I_t \qquad (3)$$

2. การแยกองค์ประกอบแบบการบวก

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t \qquad (4)$$

โดยที่

Y_t แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

T_t แทนค่าประมาณของแนวโน้ม ณ ช่วงเวลา t เมื่อ $T_t = b_o + b_1 t$

S_t แทนค่าประมาณของการแปรผันตามฤดูกาล ณ ช่วงเวลา t เมื่อ $S_t = \frac{Y_t}{T_t \,'\, I_t}$

C_t แทนค่าประมาณของการแปรผันตามวัฏจักร ณ ช่วงเวลา t เมื่อ $C_t = \frac{Y_t}{T_t \,'\, S_t \,'\, I_t}$

I_t แทนค่าประมาณของความไม่แน่นอน ณ ช่วงเวลา t เมื่อ $I_t = \frac{C_t \,'\, I_t}{C_t}$

การพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

ในการวิเคราะห์ตัวแบบ เนื่องจากจะทำการตรวจสอบข้อมูลว่าเป็นสเตชันนารี(stationary) หรือไม่โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลา หรือพิจารณากราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเอง(Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองส่วนย่อย (Partial Autocorrelation Function: PACF) ถ้าพบว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารีจะต้องแปลงใหม่ให้เป็นสเตชันนารี ทำได้โดยการจำกัดแนวโน้ม กำจัดฤดูกาล แล้วค่อยพิจารณากำหนดรูปแบบการพยากรณ์ SARIMA p, d, q, P, D, Q[2,7] ที่คาดว่าเหมาะสมโดยตรวจสอบจากกราฟ ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อน หรือใช้เกณฑ์สารสนเทศเบย์เซียน (Bayesian Information Criterion: BIC) ต่ำที่สุด มีค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญ และตัวแบบทั่วไปของวิธีนี้คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA p, d, q, P, D, Q [7,8] แสดงดังสมการที่ (5)

$$f_p(B)\,F_p(B^s)\,(1-B)^{d}(1-B^s)^{D}Y_t = d + q_q(B)\,Q_Q(B^s)\,e_t \qquad (5)$$

โดยที่

Y_t แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

n แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

s แทนจำนวนคาบของฤดูกาล

d และ D แทนลำดับของการหาผลต่าง และผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^sY_t = Y_{t-s}$

e_t แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

$d = mf_p(B)\ F_p(B^s)$ แทนค่าคงตัว โดยที่ m แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary)

$f_pB = 1 - f_1B - f_2B^2 - \ldots - f_pB^p$ (แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ p (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p: AR(p))

$F_p(B^s) = 1 - F_1B^s - F_pB^{2s} - \ldots - F_pB^{ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่ P (Seasonal Autoregressive Operator of Order P: SAR(P))

$q_p(B) = 1 - q_1B - q_pB^2 - \ldots - q_pB^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่ q (Non-Seasonal moving Average Operator of Order q: MA(q))

$Q_p(B^s) = 1 - Q_1B^s - Q_2B^{2s} - \ldots - Q_QB^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่ Q (Seasonal moving Average Operator of Order Q: SMA(Q))[3]

การเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์

วิธีที่ใช้เปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์จะอาศัยหลักการ การเปรียบเทียบระหว่างค่าพยากรณ์ที่คำนวณได้กับข้อมูลจริงที่ช่วงเวลา t หากค่าพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนมากอาจหมายถึงวิธีการที่ใช้อยู่ไม่เหมาะสมหรืออาจจำเป็นต้องเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์บางค่าให้เหมาะสม สำหรับงานวิจัยนี้ใช้วิธีวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 2 วิธี[3] คือ

1) โดยใช้เกณฑ์เบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAD)

$$MAD = \sum_{t=1}^{n} \frac{|e_t|}{n} \qquad (6)$$

2) โดยใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^{n} \frac{e_t^2}{n}} \qquad (7)$$

โดยที่

X_t แทนค่าข้อมูลจริง ณ ช่วงเวลา t

Y_t แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

e_t แทนค่าความคลาดเคลื่อน ณ ช่วงเวลา t

$e_t = X_t - Y_t$

การเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 แล้วนำข้อมูลชุดที่ 2 มาใช้ตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAD และ RMSE ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด จะถือว่าตัวแบบการพยากรณ์นั้นมีความแม่นยำที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด แล้วจะได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 คือปริมาณน้ำรายเดือนในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มากอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 120 เดือน Figure 1 พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีลักษณะความผันแปรตามฤดูกาล

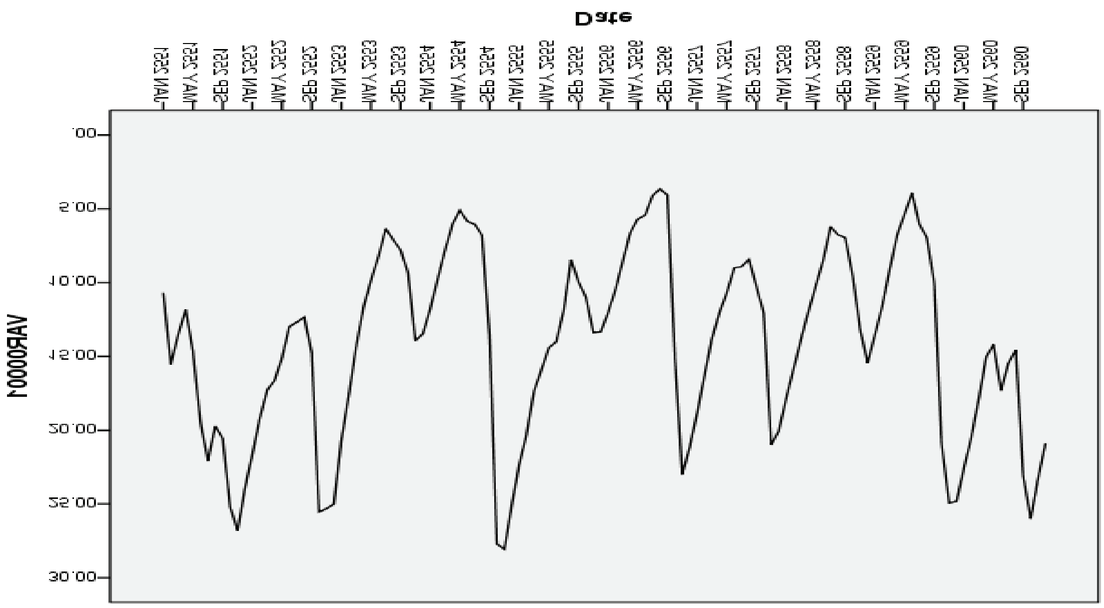

Figure 1 Movement characteristics of Time series The quantity of wather (Million cubic meters) in Huai Jorakhe Mak Reservoir, Mueang District, Buriram Province from January, 2008 to December, 2017

ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กโพแนนเชียลแบบโฮลท์

จากสมการที่ (1) คำนวณค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ดัง Figure 4 และแสดงค่าพยากรณ์ได้ดัง Table 1 โดยที่ a = 0.9 และ d = 0.649

ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กโพแนนเชียลของวินเทอร์รูปแบบการคูณ

จากสมการที่ (2) คำนวณค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ดัง Figure 4 และแสดงค่าพยากรณ์ได้ดัง Table 1 โดยที่ a = 0.27, b = 0 และ g = 0.38

ผลการพยากรณ์โดยวิธีแยกองค์ประกอบ

1) การแยกองค์ประกอบแบบการคูณ จากสมการที่ (3) คำนวณค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ดัง Figure 4 และแสดงค่าพยากรณ์ได้ดัง Table 1

2) การแยกองค์ประกอบแบบการบวกจากสมการที่ (4) คำนวณค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ล่วงหน้า 12 เดือน ได้ดัง Figure 4 และแสดงค่าพยากรณ์ได้ดัง Tabal 1

ผลการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

จากการตรวจสอบข้อมูลชุดที่ 1 ตรวจสอบข้อมูลเพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีหรือไม่นั้น ผู้วิจัยได้พิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลา ดัง Figure 1 และกราฟ ACF และ PACF Figure 2

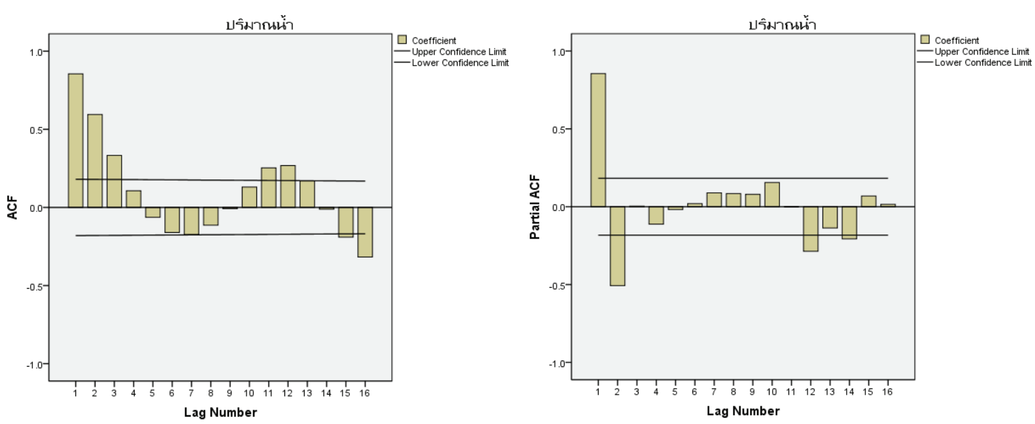

Figure 2 graph ACF and PACF of the quantity of water content in Huai Jorakhe Mak Reservoir, Mueang District, Buriram Province from January, 2008 to December, 2017

จาก Figure 1 และ Figure 2 พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีลักษณะไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงทำการแปลงอนุกรมเวลาและโดยผลต่าง (d = 1) เพื่อกำจัดแนวโน้มและหาผลต่างฤดูกาล (D = 1) เพื่อกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลทำให้ข้อมูลเป็นสเตชันนารี ได้กราฟ ACF และ PACF ดัง Figure 3

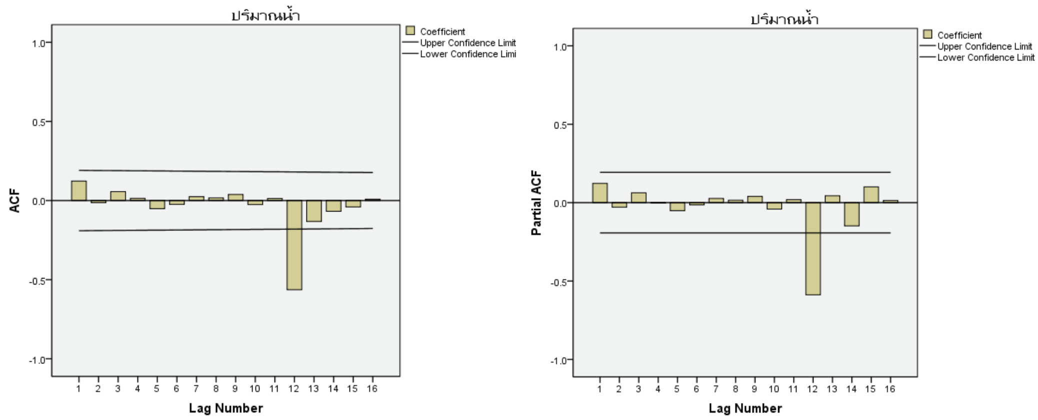

Figure 3 graph ACF and PACF of the discrepancy when converting data to find differences (d = 1) and find the season difference (D=1)

จาก Figure 3 พบว่าการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลอันดับที่ 1 ทำให้อนุกรมมีความแปรผันอย่างคงที่ และพบว่า ACF และ PACF ไม่มีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาฤดูกาลพบว่า ACF และ PACF ณ leg 12 ทั้งสองจุดมีนัยสำคัญ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมจึงควรเป็นตัวแบบที่มีส่วนประกอบจาก Moving Average (MA), Seasonal Moving Average(SMA), Autoregressive (AR) และSeasonal Autoregressive ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดค่า p, q, D และ Q ที่คาดว่าจะเป็นไปได้ให้กับตัวแบบ *SARIMA (p, d, q) (P, D, Q)* $_s$ พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์คือตัวแบบ SARIMA (0, 1, 1) (0, 1, 1) $_{12}$ มีค่าคงที่ ได้ผลดัง Figure 4 และแสดงค่าพยากรณ์ได้ดัง Table 1 โดย d = 0.187, q_1 = -0.237 และ Q_1 = -0.984 โดย BIC มีค่าเท่ากับ 2.164 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับตัวแบบอื่นๆ และจากสถิติทดสอบ Modified Box-Pierce (Ljung-Box) คำนวณ ณ leg 18 ทั้งสองจุดมีค่า p-value เท่ากับ 0.836 ซึ่งค่ามีมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์

การเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธีโดยใช้เกณฑ์เบี่ยงเบนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ได้ผลดัง Table 1

การเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 5 วิธีโดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 แล้วนำข้อมูลชุดที่ 2 ใช้เปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MAD และ RMSE และจาก Table 1 พบว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุดเนื่องจากให้ค่า MAD และ RMSE ต่ำที่สุด จากสมการที่ (5) สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$(1-B)^1(1-B^{12})^1Y_t = d+[(1-q_1B)(Q_1B^{12})]e_t$$

$$1-B-B^{12}+B^{13}Y_t = d+1-q_1B-Q_1B^{12}-q_1Q_1B^{13}e_t$$

$$Y_t = d+Y_{t-1}+Y_{t-12}-Y_{t-13}-q_1e_{t-1}-Q_1e_{t-12}+q_1Q_1e_{t-13}+e_t$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์จะได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับพยากรณ์แสดงได้ดังนี้

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + .237e_{t-1} - .984e_{t-12} - .233e_{t-13} - .187$$

โดยที่

Y_t แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t

Y_{t-j} แทนอนุกรมเวลา ณ ช่วงเวลา $t - j$

X_{t-j} แทนค่าข้อมูลจริง ณ ช่วงเวลา $t - j$

e_{t-j} แทนค่าความคลาดเคลื่อน ณ ช่วงเวลา $t - j$

$e_{t-j} = X_{t-j} - Y_{t-j}$

Table 1 True value and prediction The quantity of wather (Million cubic meters) in Huai Jorakhe Mak Reservoir, Mueang District, Buriram Province from January, 2018 to December, 2018

Month	True Value	Prediction In Advance				
		Holt	Winter Multiplicative	Classical Decomposition Method		Box-Jenkins
				Multiplicative	Additive	
January	18.71	19.45	7.78	14.35	15.77	17.75
February	16.09	17.68	10.29	13.85	13.73	16.58
March	14.26	15.92	8.09	11.6	11.51	12.82
April	12.31	14.15	6.31	9.75	9.77	12.00
May	9.97	12.39	6.88	8.52	8.56	10.83
June	7.76	10.62	7.86	7.95	8.03	9.16
July	5.67	8.86	7.48	7.32	7.24	6.45
August	3.28	7.09	5.40	7.09	6.92	4.59
September	1.39	5.33	4.29	9.33	9.43	5.28
October	0.87	3.56	3.62	15.12	15.11	6.38
November	2.23	1.80	2.12	18.07	17.97	2.45
December	3.44	0.03	0.34	17.26	17.28	1.15
Fault Of prediction	MAD	2.38	3.74	5.90	5.78	1.62
	RMSE	2.62	4.74	7.99	7.92	2.22

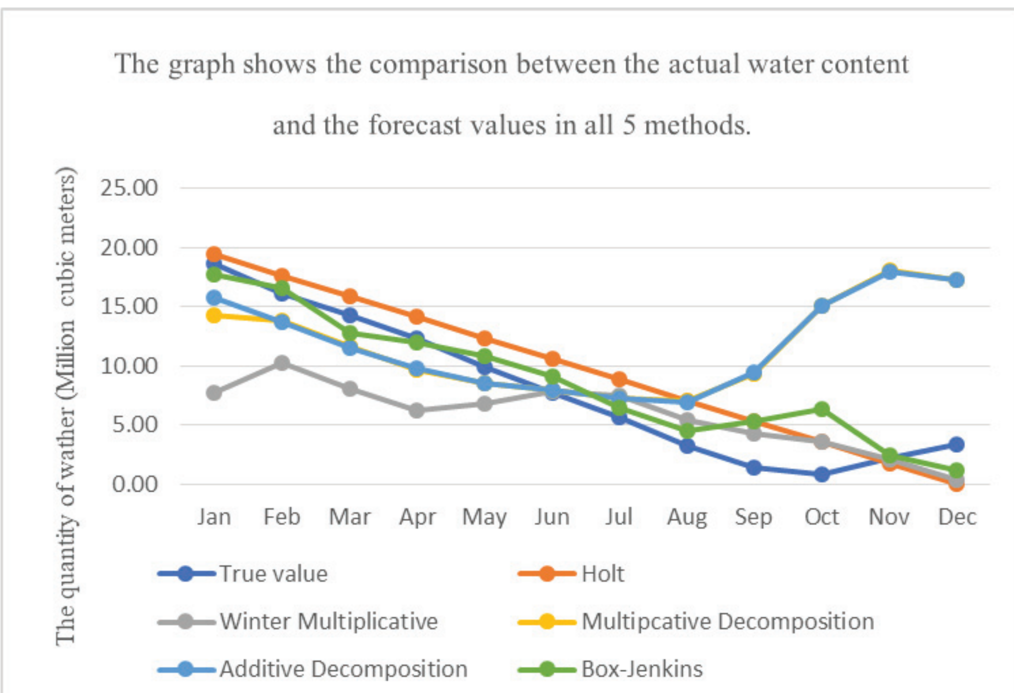

Figure 4 The graph shows a comparison of monthly water content in Huai Jorakhe Mak Reservoir, Mueang District, Buriram Province. Between the true value and the forecasting values in all 5 methods.

วิจารณ์และสรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์และคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำรายเดือนจากโครงการชลประทานบุรีรัมย์ สำนักชลประทานที่ 8 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 132 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 120 เดือน สำหรับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์ 5 วิธี ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เบี่ยงเบนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAD) และเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ผลการศึกษาพบว่าวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุด และมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ดังนี้

$$Y_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + .237e_{t-1} - .984e_{t-12} - .233e_{t-13} - .187$$

จากวิธีบอกซ์-เจนกินส์โดยที่ Y_t แทนค่าพยากรณ์ ณ ช่วงเวลา t ของข้อมูลปริมาณน้ำรายเดือนในอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และขอขอบคุณหัวหน้าหน่วยงานอ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก โครงการชลประทานบุรีรัมย์ สำนักชลประทานที่ 8 ที่ให้ข้อมูลจนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. อ่างเก็บน้ำห้วยจระเข้มาก อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://ridceo.rid.go.th/buriram/irr_hjm.html. 2562.
2. ทรงศิริ แต้สมบัติ. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2549.
3. วชิรารักษ์ โอรสรัมย์ วัชระ วงศา. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณขยะมูลฝอยในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองบุรีรัมย์. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 3 ; 2562.
4. วรางคณา กีรติวิบูรย์. ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการจำหน่ายเบียร์ในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. 2558 ; 23(5) : 731-742
5. สุพรรณี อึ้งปัญสัตวงค์. เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 1 ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น ; 2551.
6. อัจฉรา จันทร์ฉาย. เทคนิคการพยากรณ์เพื่อการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2557.
7. Bowerman, B.L. and O'Connell, R.T. Forecasting and Time Series: An Applied Approach, 3rd Ed. Duxbury Press: California ; 1993.
8. Box, G.E.P. Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C. Time Series Analysis: Forecasting and Control. 3rd Edition. New Jersey: Prentice Hal ; 1994.