

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปา
กรณีศึกษาเทศบาลเมืองบุรีรัมย์
Mathematical Model for Forecasting Water Use
a Case Study in Muang Buriram Municipality

เฉลิมวุฒิ คำเมือง^{1*}

Chalermwut Comemuang¹

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

¹Department of Mathematics, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University

วันที่ส่งบทความ : 2 ตุลาคม 2562 วันที่แก้ไขบทความ : 30 เมษายน 2563 วันที่ตอบรับบทความ : 3 พฤษภาคม 2563

Received: 2 October 2019, Revised: 30 April 2020, Accepted: 3 May 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปา ในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลการประปาส่วนภูมิภาค สาขาบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 180 ค่า โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 168 ค่า สำหรับศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) และวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์ฟี (Model Tree: M5P) ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 12 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) และเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean absolute percentage error: MAPE) ผลการศึกษาพบว่าจากวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์ฟี

คำสำคัญ : พยากรณ์ บ็อกซ์เจนกินส์ โครงข่ายประสาทเทียม แบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์ฟี

Abstract

The purpose of this research was to construct model for accurate prediction of municipal in muang buriram municipality area by using the provincial waterworks authority data Buriram Branch from January 2004 to December 2018, 180 values, divided into two sets. The first set from January 2004 to December 2017, 168 values were used for the

*ที่อยู่ติดต่อ E-mail address: chalermwut.cm@bru.ac.th

modeling by of Box Jenkins method, Artificial Neural Network method and Model Tree: M5P. Another set from January 2018 to December 2018, 12 values were used for checking the accuracy of the forecasting models via the determination of the lowest root mean square error and mean absolute percentage error. The results showed that all forecasting methods studied, the Model Tree: M5P was the most appropriate method.

Keyword: Forecasting, Box-Jenkins, Artificial Neural Network, M5P

1. บทนำ

ทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและระบบเศรษฐกิจทั้งทางตรงในด้านของการเป็นปัจจัยการผลิต และทางอ้อมที่ส่งผลต่อการอุปโภคบริโภคของประชาชนที่เป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค โดยปกติสถานการณ์ทรัพยากรน้ำของประเทศไทยในแต่ละฤดูประสบกับปัญหาที่แตกต่างกันคือปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง และปัญหาน้ำล้นเกินในฤดูฝน จากปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง ทำให้หลายพื้นที่ต้องประหยัดการใช้น้ำ และได้มีการเก็บน้ำจากแหล่งเก็บน้ำไว้สำหรับการผลิตน้ำประปาเท่านั้น การพยากรณ์ความต้องการน้ำมีความสำคัญอย่างยิ่ง หากมีการประมาณที่ผิดพลาดจะทำให้การปรับขนาดของระบบผลิตน้ำประปาเพียงพอต่อความต้องการหรือทำให้สิ้นเปลืองในส่วนของงบประมาณที่ใช้ก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาในกรณีที่มีการออกแบบเกินค่าความต้องการการให้น้ำจริง ถ้าพยากรณ์การใช้ปริมาณความต้องการน้ำไม่ถูกต้องจะทำให้มีโอกาสเกิดผลเสีย เช่น ขนาดกำลังการผลิตของน้ำประปาไม่เพียงพอต่อความต้องการของชุมชน ขนาดกำลังการผลิตของน้ำประปาเกินความต้องการการใช้น้ำจริง ทำให้สิ้นเปลืองค่าก่อสร้าง ค่าการลงทุน การวางแผนการจัดการด้านแหล่งน้ำผิดพลาดทำให้เสี่ยงต่อปริมาณน้ำดิบที่ไม่เพียงพอสำหรับการผลิตน้ำประปาหรือการจัดสรรน้ำเพื่อกิจกรรมประเภทอื่น ดังนั้นการพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปาในเขตเทศบาลเมืองบุรีรัมย์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้องค์กรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำสามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณน้ำเพื่อจัดสรรให้ประชาชนได้อย่างเพียงพอ

จากการศึกษางานวิจัยตัวอย่างที่เกี่ยวกับการพยากรณ์น้ำที่ผ่านมาพบว่า นิชา สุภาพิมพ์ และ สุเมธ แก่นมณี (2555) ได้ศึกษาการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในอนาคต โดยใช้แบบจำลองอาร์มา (ARIMA modal) และแบบจำลองการช (GARCH modal) พบว่า จังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีความต้องการใช้น้ำสูงที่สุด รองลงมา คือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดเชียงราย จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดลำปาง จังหวัดหนองคาย จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดพิจิตร จังหวัดแพร่ และจังหวัดชัยนาท ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ พบว่า แบบจำลอง ARIMA ให้ค่า MAPE ที่ต่ำกว่าแบบจำลอง GARCH แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง ARIMA มีความสามารถในการพยากรณ์ได้แม่นยำกว่าแบบจำลอง GARCH [1] และจากการศึกษางานวิจัย นัยนา ศรีชัย ศิริรัตน์ กวยระการ และ ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์ (2559) ได้ศึกษาการใช้น้ำประปาและสมการพยากรณ์ปริมาณน้ำประปาของธุรกิจโรงแรมและท่องเที่ยว เมืองปาดอง จังหวัดภูเก็ต โดยได้ใช้เมืองปาดอง จังหวัดภูเก็ต กลุ่มตัวอย่างคือโรงแรม 27 แห่ง ร้านอาหาร 51 แห่ง และสถานบันเทิง 24 แห่งซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง รวบรวมข้อมูลด้วย

แบบสัมพัทธ์ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ถึงมกราคม พ.ศ. 2556 นำข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปา รายเดือน พ.ศ. 2554 ของกลุ่มตัวอย่างจากการประปาส่วนภูมิภาค สาขาภูเก็ต และลักษณะของสถาน ประกอบการมาหาอัตราการใช้ประปาเฉลี่ย พบว่าโรงแรมใช้น้ำเฉลี่ย = 563.69 ลิตร/ห้องพัก/วัน ร้านอาหาร = 26.33 ลิตร/ตร.ม./วัน และสถานบันเทิง = 32.67 ลิตร/ตร.ม./วัน สร้างสมการพยากรณ์ ความต้องการใช้น้ำประปาโดยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ คัดเลือกตัวแปรแบบเป็นขั้นตอน ได้ผลดังนี้ โรงแรม = 0.83 (จำนวนห้องพักที่ขายได้) + 884.86 (ฤดูกาล) - 769.86 (ร้านอาหาร) + 2.85 (จำนวนโต๊ะ) - 1.83 (จำนวนชั่วโมงเปิดขาย/วัน) + 40.66 และสถานบันเทิง = 48.66 (ลักษณะการขายอาหาร) + 1.33 (จำนวนพนักงาน) + 0.47 (จำนวนเก้าอี้) - 0.08 (จำนวนลูกค้าต่อวัน) - 17.81 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบเพียร์สันของสมการ คือ 0.89, 0.78 และ 0.81 ตามลำดับ [2]

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาตัวแบบการพยากรณ์ วิธีบอกซ์เจนกินส์ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม และวิธีแบบจำลอง ต้นไม้เอ็มไพร์พี สำหรับการพยากรณ์การใช้น้ำประปา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins method)

Box และคณะ เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากวิธีการพยากรณ์สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวทุกประเภท และให้ผลการพยากรณ์ที่ค่อนข้างแม่นยำ ซึ่งการพยากรณ์อนุกรมเวลา จะวัดสหสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตในช่วงเวลาห่าง k ช่วงเวลา หรือเป็นการวัดความสัมพันธ์ระหว่าง Y_t และ Y_{t-k} ว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงข้ามกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ตรวจสอบข้อมูลเพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีหรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟอนุกรมเวลาหรือพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโต (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์แบบออโตบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: ACF) ของอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ (ถ้าสเตชันนารีจะได้กราฟที่มีลักษณะขึ้นลงรอบศูนย์อย่างสม่ำเสมอ) ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่สเตชันนารี ต้องแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ ที่เป็นสเตชันนารีทำได้โดยการกำจัดแนวโน้ม กำจัดฤดูกาล และแปลงอนุกรมเวลาให้มีค่าความแปรปรวนคงที่ เช่น การหาผลต่าง การหาผลต่างฤดูกาล การแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึม เป็นต้น ซึ่งการแปลงอนุกรมเวลาขึ้นอยู่กับลักษณะของอนุกรมเวลาที่สนใจศึกษา
2. พิจารณากำหนดรูปแบบการพยากรณ์ ARIMA (p,d,q) (P,D,Q)L ที่คิดว่าเหมาะสมโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF
3. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบที่กำหนดด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด
4. ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบที่กำหนดโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของ e_t หรือจากการทดสอบสหสัมพันธ์แบบออโตของ Box-Ljung เมื่อพบว่ารูปแบบมีความเหมาะสมจะสร้างสมการพยากรณ์จากรูปแบบดังกล่าว แต่หากพบว่ารูปแบบที่กำหนดไม่เหมาะสมต้องเริ่มต้นกำหนดรูปแบบในขั้นตอนที่ 2 ใหม่

5. เมื่อผ่านขั้นตอนที่ 4 จะได้สมการพยากรณ์และค่าประมาณพารามิเตอร์สำหรับการพยากรณ์ [3]

3.2. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN)

เป็นการศึกษาระบบการทำงานของเซลล์ประสาทภายในสมองที่ประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Neuron) และเส้นประสาทโดยที่เซลล์ประสาทจะเชื่อมต่อกันในรูปแบบโครงข่าย ซึ่งการวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลของระบบประสาทรุ่นจะส่งข้อมูลผ่านระบบโครงข่ายของเซลล์ประสาท และทำงานในลักษณะขนานคือ ทำกิจกรรม หรืองานหลายอย่างได้ในเวลาเดียวกันให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยการ ทำงานของสมองในรูปแบบที่กล่าวมาในข้างต้นนั้นมีความสามารถหลายประการ เช่น การสังเกต เรียนรู้ จดจำ ทำซ้ำ และแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมได้จำลองรูปแบบการทำงาน และโครงสร้าง การเชื่อมต่องดกล่าวมา เพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถทำงานที่สมองทำได้ ซึ่งสามารถเพิ่ม ประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น และช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทำงาน

3.3. แบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พี (Model Tree: M5P)

แบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พีเป็นต้นไม้ที่ใช้ทำนายผลข้อมูลที่เป็นตัวเลข ซึ่งพัฒนามาจากต้นไม้ ตัดสินใจ (Decision Tree) แต่จะมีความแตกต่างกัน ในขั้นตอนการเลือกโหนดในแต่ละชั้นของต้นไม้ และ ค่าคุณลักษณะเอาต์พุตเป็นค่าตัวเลข แต่ค่าคุณลักษณะอินพุตนั้นจะเป็นไปได้ทั้งค่าต่อเนื่อง และไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้ที่โหนดใบ (Leaf Node) ของต้นไม้จะมีแบบจำลองเชิงเส้นที่ใช้ทำนายกลุ่มของข้อมูลที่เป็นค่า ตัวเลข ในการทำนายค่าของกลุ่มข้อมูลจะวิเคราะห์ข้อมูลจากโหนดราก (Root Node) ลงมาจนกระทั่งถึง โหนดใบที่จะได้ค่าคุณลักษณะในการตัดสินใจเลือกเส้นทางจากโหนดแต่ละชั้น โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1. การจัด กลุ่มค่าคุณลักษณะ 2. การสร้างต้นไม้ 3. การตัดเล็มต้นไม้ 4. การปรับให้เรียบ และ 5. ค่าความผิดพลาด แบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พีได้รวบรวมสมการถดถอยกับต้นไม้ถดถอยเข้าด้วยกันเป็นต้นไม้ที่ทุกโหนดของ ต้นไม้ประกอบไปด้วยแบบจำลองเชิงเส้น แบบจำลองของต้นไม้เป็นสิ่งที่เหมาะสมกับฟังก์ชันต่อเนื่องที่มีค่า ของข้อมูลเป็นเชิงเส้นมากกว่าสมการถดถอยเชิงเส้น และต้นไม้ถดถอย ซึ่งมีขนาดเล็กจึงทำให้สามารถเข้าใจ ได้ง่ายกว่า นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดที่ได้จากการเรียนรู้ข้อมูลในกลุ่มเรียนรู้น้อยกว่า (Preis, A., and A. Ostfeld, 2007) และ (Witten and Frank, 2005) [4]-[5]

3.4. การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการพยากรณ์พิจารณาจากค่าเกณฑ์ราก ที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

1) รากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \quad (1)$$

2) เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |(e_i / Y_i) \times 100|}{n} \quad (2)$$

โดยที่ Y_i แทนค่าของข้อมูลจริงที่เวลา i

F_i แทนค่าพยากรณ์ที่เวลา i

e_i แทนค่าความคลาดเคลื่อนที่เวลา i

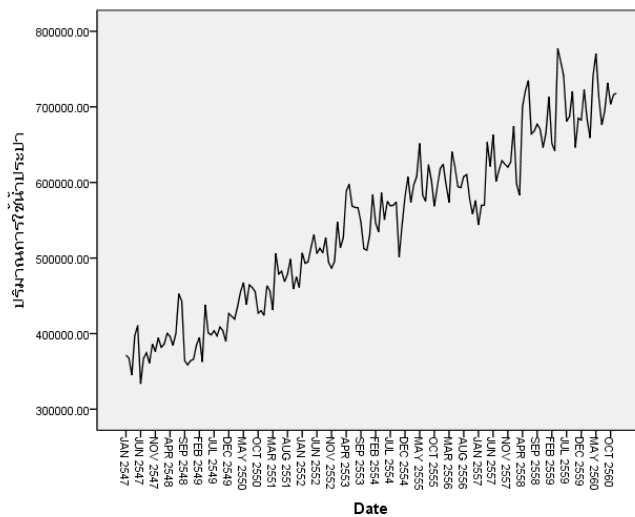
$e_i = Y_i - F_i$

โดยวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ต่ำที่สุดจะเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด

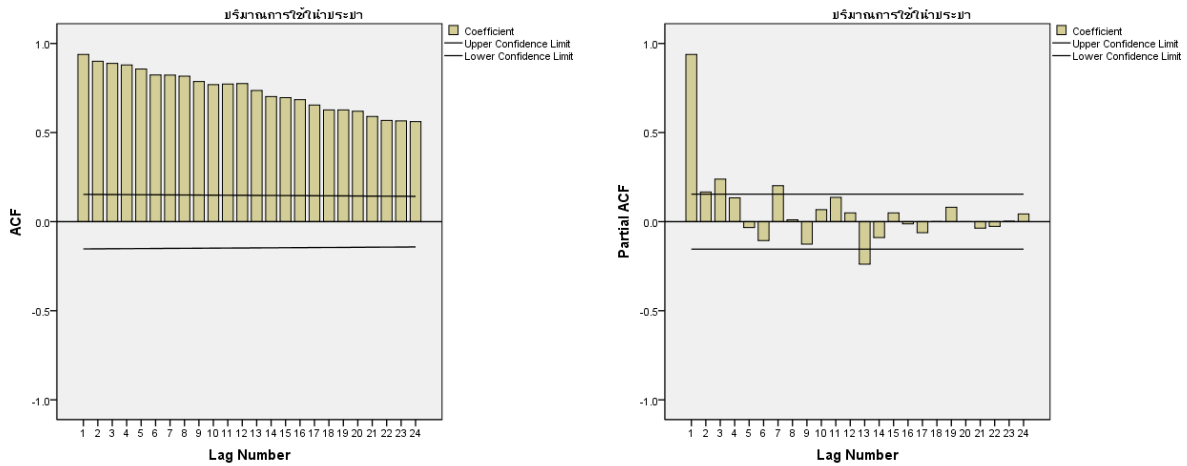
4. ผลการวิจัย

4.1. ผลการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์เจนกินส์

จากการจากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำประปาในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลการประปาส่วนภูมิภาค สาขาบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 168 ค่า ดังรูปที่ 1

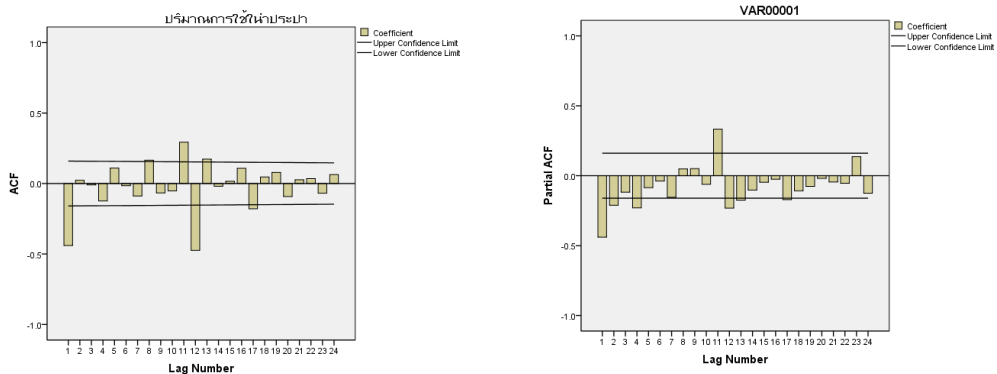


รูปที่ 1. ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ปริมาณน้ำประปาเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 (ลูกบาศก์เมตร)



รูปที่ 2. กราฟ ACF และ PACF ปริมาณน้ำประปาเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560

จากรูปที่ 1 และรูปที่ 2 พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีลักษณะไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงทำการแปลงอนุกรมเวลาและโดยผลต่าง ($d = 1$) เพื่อกำจัดแนวโน้มและหาผลต่างฤดูกาล ($D = 1$) เพื่อกำจัดอิทธิพลของฤดูกาลทำให้ข้อมูลเป็น สเตชันนารีได้กราฟ ACF และ PACF ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3. ACF และ PACF ของความคลาดเคลื่อนเมื่อแปลงข้อมูลหาผลต่าง ($d = 1$) และหาผลต่างฤดูกาล ($D = 1$)

จากรูปที่ 3 พบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า BIC ต่ำที่สุดคือตัวแบบ SARIMA (1, 1, 1) (2, 1, 1) โดย $d = -63.254$, $f_1 = 0.027$,

$q_1 = 0.823$, $F_1 = 0.022$, $F_2 = 0.035$ และ $Q_1 = 0.759$ โดย BIC มีค่าเท่ากับ 20.512 และจากสถิติทดสอบ Modified Box-Pierce (Ljung-Box) คำนวณ ณ lag 24 มีค่า p-value เท่ากับ 0.331 ซึ่งค่ามีมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2. ผลการพยากรณ์โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมมีความสามารถในการพยากรณ์ข้อมูลปัจจัยหรือตัวแปรจำนวนมากได้ดี และมีประสิทธิภาพสูง การวิเคราะห์ข้อมูล การวัดผลความแม่นยำในการจำแนกข้อมูลด้วยโปรแกรม Waka

ผลการพยากรณ์โดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Waka ในการสร้างโมเดล Neural Network โดยใช้ค่า learning Rate เป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ ค่า Training Time เป็น 250 และ 500 ได้ผลตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงค่าเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) ของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม

| Root mean squared error | | | | | |
|-------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|
| Training Time | Learning Rate | | | | |
| | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| 250 | 42328.47 | 49151.06 | 49295.58 | 47926.38 | 46732.31 |
| 500 | 42439.43 | 49151.20 | 49295.58 | 47926.38 | 46732.31 |

จากตารางที่ 1 พบว่าค่า Learning Rate เป็น 0.1 และ Training Time เป็น 250 ทำให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำที่สุด

4.3. ผลการพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พี

ผลการพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พี โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Waka ในการสร้างโมเดล Neural Network โดยใช้ค่า Neural Network เลือกการทดสอบการใช้ค่า batchsize เป็น 100, minNumInstances เป็น 4.0 และ numDecimalPlaces เป็น 2 และใช้การคำนวณแบบ Use training Set จะได้สมการพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พีเป็นดังสมการที่ 4

$$water = 2237.1075n + 352374.4609 \quad (4)$$

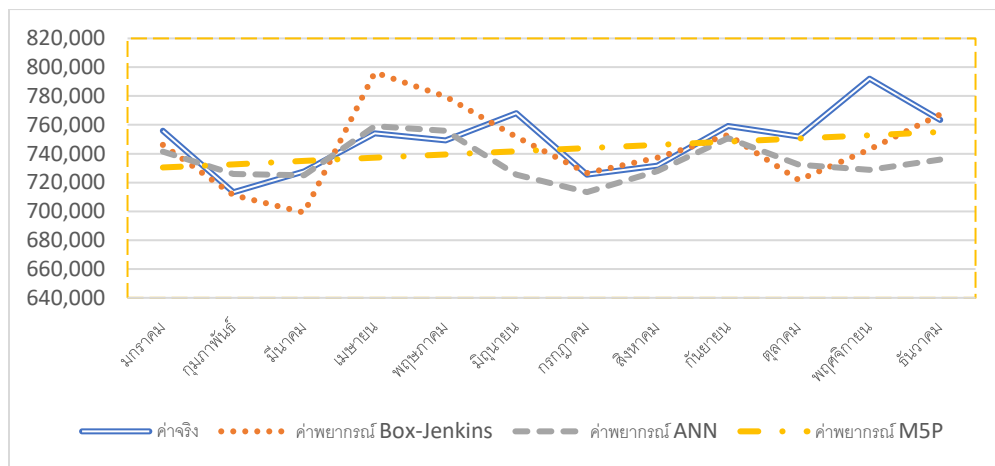
เมื่อ $water$ คือ ปริมาณการใช้น้ำประปาที่พยากรณ์ในเดือนที่ n

n คือ ลำดับเดือนที่ต้องการพยากรณ์

และได้ค่าเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) ของผลการพยากรณ์โดยวิธีแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พี 30807.33

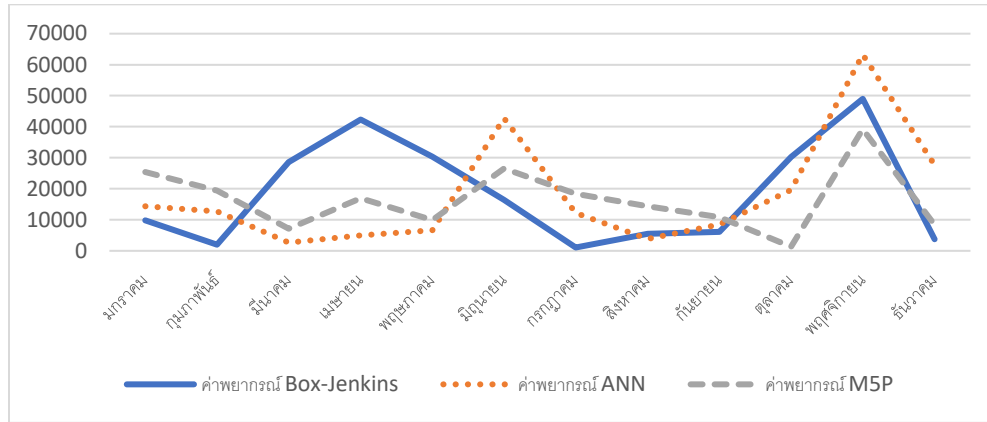
ตารางที่ 2. ค่าจริงและค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้น้ำประปา (ลูกบาศก์เมตร) ในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

| เดือน | ค่าจริง | ค่าพยากรณ์ | | |
|------------------------------|---------|-------------|-----------|-----------|
| | | Box-Jenkins | ANN | M5P |
| มกราคม | 755,874 | 746041 | 741,493 | 730,446 |
| กุมภาพันธ์ | 713,266 | 711285 | 726,021 | 732,683 |
| มีนาคม | 727,732 | 699130 | 725,079 | 734,920 |
| เมษายน | 754,111 | 796391 | 759,073 | 737,157 |
| พฤษภาคม | 749,291 | 779660 | 755,895 | 739,394 |
| มิถุนายน | 768,209 | 751750 | 725,513 | 741,631 |
| กรกฎาคม | 725,481 | 726551.33 | 713,328 | 743,868 |
| สิงหาคม | 731,795 | 737290.5 | 727,974 | 746,105 |
| กันยายน | 759,147 | 753066.56 | 750,717 | 748,342 |
| ตุลาคม | 751,914 | 721707.31 | 732,276 | 750,580 |
| พฤศจิกายน | 792,029 | 743034 | 728,764 | 752,817 |
| ธันวาคม | 763,440 | 767148.22 | 735,822 | 755,054 |
| ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ | RMSE | 24,655.13 | 25,251.98 | 19,227.46 |
| | MAPE | 2.47 | 2.39 | 2.19 |



รูปที่ 4. กราฟเปรียบเทียบค่าพยากรณ์และค่าจริง (ลูกบาศก์เมตร)

จากรูปที่ 4 ได้เปรียบเทียบค่าพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์เจนกินส์ โครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์พื้กับค่าจริงใช้ปริมาณของน้ำประปาจริงของเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ทั้ง 12 เดือนในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่าค่าพยากรณ์มีความใกล้เคียงและเป็นลักษณะเดียวกับค่าจริง



รูปที่ 5. กราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ (ลูกบาศก์เมตร)

จากรูปที่ 5 ได้แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์วิธีบอกซ์เจนกินส์ โครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์ที่ทั้ง 12 เดือน จะเห็นว่าในแต่ละเดือนค่าพยากรณ์ที่ได้จากทั้ง 3 วิธี มีค่าความพยากรณ์มีความต่างกันเล็กน้อยและสลับกันได้ค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการใช้น้ำประปาในเขตเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ โดยใช้ข้อมูลการประปาส่วนภูมิภาค สาขาบุรีรัมย์ ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 180 ค่า โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จำนวน 168 ค่า ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ RMSE และ MAPE จากตารางที่ 2 พบว่าวิธีบอกซ์เจนกินส์ได้ค่าเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 24,655.13 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 2.47 ส่วนวิธีโครงข่ายประสาทเทียมได้ค่าเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 25,251.98 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 2.39 และแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์ได้ค่าเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 19,227.46 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 2.19

6. สรุปผลการวิจัย

การพยากรณ์ปริมาณน้ำประปา โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2547 - พ.ศ. 2560 จำนวน 168 ข้อมูล เพื่อมาพยากรณ์การใช้น้ำประปา ในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งได้ใช้วิธีพยากรณ์ 3 วิธีประกอบด้วย วิธีบอกซ์เจนกินส์ โครงข่ายประสาทเทียมและแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์ที่ ซึ่งวิธีการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองต้นไม้เอ็มไพร์ที่เป็นวิธีที่ได้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยมีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย เท่ากับ 19,227.46 และเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 2.19 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง

ต้นไม้อเอ็มไฟฟ์ที่มีความสามารถในการพยากรณ์ได้แม่นยำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรศักดิ์ ฟองเงิน วรปภา อารีราษฎร์ และ เผด็จ พรหมสาขา ณ สกลนคร (2560) ซึ่งได้ทำการศึกษาศึกษาการเปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์ระหว่างวิธีโครงข่ายประสาทเทียม วิธีแบบจำลองต้นไม้อเอ็มไฟฟ์ พบว่าแบบจำลองต้นไม้อเอ็มไฟฟ์ที่มีความแม่นยำกว่าวิธีโครงข่ายประสาทเทียม [6]

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการประสานงานภาค สาขาบุรีรัมย์ สำหรับข้อมูลปริมาณการใช้น้ำประปา เทศบาลเมืองบุรีรัมย์ ขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ สำหรับความรู้ ความช่วยเหลือในการวิจัยนี้ และครอบครัวคำเมือง สำหรับกำลังใจที่ตีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] นิชา สุภาพิมพ์ และ สุเมธ แก่นมณี. 2555. การพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในอนาคต โดยใช้แบบจำลองอาร์มาและแบบลองการซ์. *วารสารวิจัย มข. ฉบับสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 11(1), 45-55. [Nicha Supapim and Sumeth Kaenmanee. 2012. Forecasting future demand for water consumption using the ARIMA modal and GARCH modal. *KKU Research Journal - Humanity and Social Science*, 11(1), 45-55 (in Thai)]
- [2] นัยนา ศรีชัย, ศิริรัตน์ กวยระการ และ ชนิตา สุวรรณประสิทธิ์. 2559. การใช้น้ำประปาและสมการพยากรณ์ปริมาณน้ำประปาของธุรกิจโรงแรมและท่องเที่ยว เมืองป่าตอง จังหวัดภูเก็ต. *สงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 22(2), 255-292. [Naiyana Srichai, Sirirat Kuayrakan and Chanida Suwanprasit. 2016. Water Use and Water Demand Modeling for Hotel and Tourism Business, Patong, Phuket Province. *Songklanakarinn: Journal of Social Sciences and Humanities*, 22(2), 255-292. (in Thai)]
- [3] Box, G.E.P. Jenkins, G.M. and Reinsel, G.C. (1994). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 3rd Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- [4] Preis, A., and A. Ostfeld. (2007). A coupled model tree– genetic algorithm scheme for flow and water quality predictions in watersheds. *Journal of Hydrology*, No.349(3-4), 364-375.
- [5] Witten, I.H. and Frank, E. (2005) *Data mining: Practical machine learning tools and techniques*. 2nd Edition, Morgan Kaufmann Publisher, Burlington.
- [6] วีรศักดิ์ ฟองเงิน, วรปภา อารีราษฎร์ และ เผด็จ พรหมสาขา ณ สกลนคร. 2560. การพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนก๊วลม โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล. *วารสารวิทยาการจัดการสมัยใหม่*, 10(2), 121-131. [Werasak Fongnggen, Worapapha Arreerard and Padej Phomasakha Na Sakolnakorn. 2017. Forecasting Daily Discharge in Kievlom Dam Using Data Mining Techniques. *Journal of Modern Management Science*, 10(2), 121-131. (in Thai)]