การเปรียบเทียบรูปแบบความเหมาะสมการระบายน้ำด้วยเทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา

A Comparison of Optimal Drainage Methods based on Time Series Forecasting Technique

พฤฒิพงศ์ เพ็งศิริ[1], สุนันฑา สดสี[2], พยุง มีสัจ[3]

Prudtipong Pengsiri, Sunantha Sodsee, Phayung Meesad[3]

Received: 5 April 2018; Accepted: 27 June 2018

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษารูปแบบความเหมาะสมการระบายน้ำด้วยเทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติที่เหมาะกับข้อมูลอนุกรมเวลา และหารูปแบบความเหมาะสมการระบายน้ำจากการเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ โดยมี 4 สมการ คือ การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression; SLR) วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average; MA) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing; SES) และวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Holt-Winters' Exponential Smoothing) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลการระบายน้ำที่ประตูระบายน้ำ (ปตร.) เขื่อนพระรามหก จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ สำนักงานชลประทานที่ 10 กรมชลประทาน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มาเป็นต้นแบบในการทดลอง และวัดการพยากรณ์ด้วยวิธีการหาค่าความคลาดเคลื่อน 3 รูปแบบ คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation; MAD) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error; MAPE) และค่ารากที่สองเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error; RMSE) จากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) ของการพยากรณ์ในการระบายน้ำที่ประตูระบายน้ำ (ปตร.) ที่มีค่าต่ำที่สุดคือ ค่าพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Holt-Winters' Exponential Smoothing) มีค่า $MAPE$ = 0.068 โดยการกำหนดค่า k = 3, α = 0.882, β = 0.051 และ γ = 0.312 รองมาเป็นวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) มีค่า $MAPE$ = 0.179 โดยการกำหนดค่า k = 3 รองมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (SES) มีค่า $MAPE$ = 0.249 โดยการกำหนดค่า α = 0.3 และสุดท้ายเป็นวิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย มีค่า $MAPE$ = 0.854 และทดลองพยากรณ์ข้อมูลที่ไม่เคยปรากฏในปี พ.ศ. 2558 โดยหาค่า $MAPE$ ซึ่งพบว่าการพยากรณ์แบบค่าพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์มีค่าที่ต่ำที่สุด คือ $MAPE$ = 0.033 เป็นการบ่งชี้ได้ว่าค่าพยากรณ์ด้วยวิธีนี้มีรูปแบบความเหมาะสมกับการระบายน้ำที่ ปตร.

คำสำคัญ : รูปแบบความเหมาะสม การระบายน้ำ การพยากรณ์อนุกรมเวลา

Abstract

This paper explores the model of drainage suitability using time series forecasting techniques. The purpose is to study statistical forecasting techniques suitable for time series data. The model of water drainage suitability was compared by using 4 methods forecasting techniques were Simple Linear Regression (SLR), Moving Average (MA), Simple Exponential Smoothing (SES) and Holt-Winters' Exponential Smoothing. In this research, which are drainage information form Rama VI Dam, Pha Nakhon Si Ayutthaya in the experiment. Measurement of forecast with 3 methods were Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) and Root Mean Square Error (RMSE). The experiments showed that the $MAPE$ of the lowest drainage prognosis was Predictive value by Holt-Winters' exponential smoothing, which was $MAPE$ = 0.068, with the values of k = 3, α = 0.882, β = 0.051 and γ = 0.312. The

---

[1] *นักศึกษาปริญญาเอก,[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., [3]รองศาสตราจารย์ ดร., คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*

[1] *Ph.D. Candidate, [2]Assist. Prof.Dr., [3]Assoc. Prof. Dr., Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand.*

* *Corresponding author; Prudtipong Pengsiri, Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand, prudtipong.p@rmutsb.ac.th*

secondary mean is MAE with $MAPE$ = 0.179. Simple exponential smoothing (SES) has a $MAPE$ = 0.249 by setting α = 0.3. Finally, a simple linear regression was used to obtain $MAPE$ = 0.854. The Forecasted data were not used in 2015 by $MAPE$. The lowest value of $MAPE$ = 0.033 indicates that the predictive value of this method is appropriate for the drainage pattern.

Keyword: Fitness Equation , Drainage, Time Series Forecasting

บทนำ

ทุกวันนี้มีการยอมรับถึงการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำซึ่งเป็นทรัพยากรทางธรรมชาติที่สำคัญอย่างยิ่งในประเทศไทย และคงไม่อาจปฏิเสธได้ว่าในการจัดการบริหารทรัพยากรน้ำคือการระบายน้ำจากแหล่งน้ำจะช่วยทำให้ลดการเกิดสภาวะน้ำท่วมหรือเพื่อใช้ในการเกษตร และบริโภคของภาคประชาชน และเพื่อเป็นการป้องกันการเกิดสภาวะน้ำท่วมจึงต้องหาแนวทางการรับมือกับปัญหาทางธรรมชาติในรูปแบต่าง เช่น ฝนตกในพื้นที่ลุ่มมีปริมาณมากและตกติดต่อกันเป็นเวลานาน จนเกิดน้ำไหลบ่ามาตามผิวดินลงสู่ร่องน้ำ ลำธารและแม่น้ำนั้น หากลำน้ำตอนใดไม่สามารถรับปริมาณน้ำได้ก็จะบ่าท่วมตลิ่งเข้าไปท่วมพื้นที่ต่าง ๆ หรือชุมชนที่ไม่มีการระบายน้ำที่สมบูรณ์ และการกระทำของมนุษย์[1] เป็นต้น ซึ่งปัญหาที่ได้กล่าวมานี้อาจเป็นปัญหาที่อยู่เหนือการควบคุม แต่ยังมีอีกหนึ่งสิ่งที่มองเห็นถึงแนวทางการป้องกันการเกิดปัญหานี้ได้คือการจัดการบริหารทรัพยากรน้ำหรืออีกนัยหนึ่งคือการควบคุมดูแลการระบายน้ำ โดยอาศัยการระบายน้ำจากประตูระบายน้ำ (ปตร.) เป็นหลักสำคัญเนื่องจากเป็นหลักการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม[2] คือพื้นที่ทั้งหมดนี้จะทำหน้าที่รับน้ำและน้ำท่วมขังจากพื้นที่ตอนบนมาเก็บไว้พร้อมกับระบายลงสู่อ่าวไทยตามจังหวะการขึ้น-ลงของระดับน้ำทะเลโดยอาศัยแรงโน้ม ถ่วงของโลกและการสูบน้ำที่เหมาะสมและสอดคล้องกัน โดยจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในระบายน้ำตามคูคลองธรรมชาติต่าง ๆ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหาจึงได้ยกแก้ไขปัญหาการระบายน้ำมาพิจารณา ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลการระบายน้ำที่ ปตร.เขื่อนพระรามหก จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ สำนักงานชลประทานที่ 10 กรมชลประทาน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา[3] ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพเป็นบานประตูยกระดับการระบายปริมาณน้ำโดยมีจำนวนทั้งหมด 6 บานประตูแต่ละประตูมีขนาด 12.5x7.8 ม. ระบายน้ำได้สูงสุดที่ 1,600 ลบ.ม./วินาทีโดยได้ทำการวิเคราะห์หาสมการค่าความเหมาะสมในการระบายน้ำด้วยการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาซึ่งใช้ข้อมูลการระบายน้ำอ้างอิงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2538 ถึง ธันวาคม พ.ศ.2540 แบบรายวัน เนื่องจากในช่วงนั้นมีการเกิดสภาวะน้ำท่วมครั้งใหญ่ในประเทศไทย และใช้เพื่อใช้เป็นการวิเคราะห์เทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Simple Time Series Analysis) มี 4 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression; SLR) วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average; MA) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing; SES) และวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Holt-Winters' Exponential Smoothing) สาเหตุที่ใช้วิธีเชิงสถิติทั้ง 4 วิธีนี้เนื่องจากการเก็บข้อมูลการระบายน้ำเป็นรูปแบบรายวันและจำเป็นที่ต้องพิจารณาสถานการณ์ที่เกิดในเวลาไม่นาน ซึ่งเป็นลักษณะของการวิเคราะห์พยากรณ์ข้อมูลแบบแนวโน้ม (Trend Component; $\hat{T}_t(t)$) และมีอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Component; $\hat{S}_t(t)$) มาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าความเหมาะสมในการหารูปแบบความเหมาะสมในการระบายน้ำวัดค่าความคลาดเคลื่อน 3 ค่าคือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation; MAD) ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error; MAPE) และค่ารากที่สองเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error; RMSE)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบความเหมาะสมในการระบายน้ำด้วยเทคนิคพยากรณ์แบบอนุเวลา
2. เพื่อหารูปแบบความเหมาะสมในการระบายน้ำของ ปตร. เขื่อนพระรามหก

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและทบทวนวรรณกรรม

1. การพยากรณ์ค่าการระบายน้ำด้วยอนุกรมเวลา (Time Series Forecasting)

ศึกษาวิธีการพยากรณ์เพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการระบายน้ำ (Forecasting)[4] หมายถึงการประมาณกาหรือคาดคะเนเหตุการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้น โดยการคาดคะเนนั้นต้องอาศัยข้อมูลจากปัจจุบันหรืออดีตมาเป็นแนวทางแล้ววิเคราะห์เพื่อคาดการณ์การระบายน้ำในอนาคต

1.1 วิธีการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression; SLR)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว[5] คือตัวแปร X และ Y ที่มีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิง

เส้น (Linear) โดยมีสมการถดถอย โดยที่มี a ก็คือค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่เส้นกราฟถดถอยตัดกับแกน Y (m^3/s) ส่วน b เป็นความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ ซึ่งแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ X เปลี่ยนแปลง โดยมีสามารถเขียนสมการดังนี้

$$Y = a + bX \quad (1)$$

โดยที่ Y คือ ค่าคาดการณ์การระบายปริมาณน้ำ (m^3/s)
X คือ ปริมาณน้ำในช่วงเวลาระบายน้ำ (m^3/s)
a คือ ค่าคงที่ (Constant)
b คือ ความชัน (Slope)

1.2 วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average; MA)

วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่นั้น เป็นการเลือกข้อมูลที่มีความทันสมัยบางส่วนมาหาค่าเฉลี่ย และกำหนดระยะเวลาสำหรับการพยากรณ์ เนื่องจากข้อมูลมีปริมาณมากจะทำให้มีความราบเรียบมากขึ้นด้วย[6] หลังจากได้ค่าพยากรณ์จากการหาค่าเฉลี่ยได้หนึ่งค่า ก็จะสามารถหาค่าพยากรณ์ค่าต่อไปโดยการตัดข้อมูลในช่วงเวลาแรกสุดของข้อมูลชุดเดิมออกไปแล้วนำข้อมูลตัวใหม่ที่ต่อเนื่องกันเข้ามาแทน หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลชุดใหม่นี้มาหาค่าเฉลี่ย ดำเนินการแบบนี้ไปจนได้ค่าพยากรณ์ที่ต้องการ[7] เป็นหนึ่งในเครื่องมือทางเทคนิคค่อนข้างเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในหมู่นักลงทุนเชิงเทคนิค โดยที่รูปแบบสมการดังนี้

$$\hat{Y}_t = \frac{(Y_t + Y_{t-1} + \cdots + Y_{t-k+1})}{k} \quad (2)$$

โดยที่ Y_t คือ ปริมาณน้ำ ณ เวลา t (m^3/s)
k คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ย
$\hat{Y}_t$ คือ ค่าคาดการณ์การระบายปริมาณน้ำ ณ เวลา $t+1$ (m^3/s)

1.3 วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (Simple Exponential Smoothing; SES)

เป็นการเทคนิคพยากรณ์ที่ได้รับความนิยมมากวิธีการหนึ่ง และเป็นรูปแบบของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average) เนื่องจากใช้ข้อมูลน้อยกล่าวคือใช้เพียงค่าของข้อมูล ค่าการพยากรณ์ก่อนหน้า ค่าความต้องการในปัจจุบันและค่าปัจจัยที่เรียกว่า ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล ซึ่งการลดลงของน้ำหนักนี้จะเป็นการลดแบบ Exponential น้ำหนักจะเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับค่าปรับน้ำหนัก (Smoothing Constant) เป็นค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\hat{Y}_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)\hat{Y}_{t-1} \quad (3)$$

โดยที่ Y_t คือ ปริมาณน้ำ ณ เวลา t (m^3/s)
$\hat{Y}_t$ คือ ค่าคาดการณ์การระบายปริมาณน้ำ ณ เวลา $t+1$ (m^3/s)
$\hat{Y}_{t-1}$ คือ ค่าพยากรณ์ที่ ณ เวลา $t-1$ (m^3/s)
α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับให้เรียบ α มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

1.4 วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Holt-Winters' Exponential Smoothing)

วิธี Holt-Winters เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์ชุดเวลาตามฤดูกาล แต่การใช้งานที่แตกต่างกันจะให้การคาดการณ์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีที่จะเริ่มต้นและวิธีการเลือกพารามิเตอร์การปรับให้เรียบ โดยใช้ค่าปรับให้เรียบ 3 ค่า ได้แก่ α β และ γ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยที่ α เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับแนวโน้ม β เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความลาดชัน (Slope) และ γ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับฤดูกาล ตามลำดับ และในการวิจัยนี้เลือกรูปแบบคูณโดยพิจารณาจากการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา[8] โดยมีสมการดังนี้

$$\hat{Y}_t(p) = (\hat{T}_t(t) + p\hat{L}_t(t))\hat{S}_i(t) \quad (4)$$

โดยที่ $\hat{Y}_t(p)$ คือ ค่าคาดการณ์การระบายปริมาณน้ำ ณ เวลา t (m^3/s) โดยที่ p = 1,2,...
p คือ ช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป
$\hat{T}_t(t)$ คือ ค่าแนวโน้มการระบาน้ำ ณ เวลา t
$\hat{L}_t(t)$ คือ อัตราส่วนของปริมาณน้ำ ณ เวลา t
$\hat{S}_i(t)$ คือ ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลที่ i ซึ่งค่า $\hat{T}_t(t)$, $p\hat{L}_t(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ (m^3/s) ได้จากสมการเหล่านี้

$$\hat{T}_t(t) = \frac{\alpha Y_t}{S_{t(t-1)}} + (1-\alpha)\hat{T}_{t(t-1)} \quad (5)$$

$$\hat{L}_t(t) = \beta(\hat{T}_t(t) - \hat{T}_{t(t-1)} + (1-\beta)\hat{L}_t \quad (6)$$

$$\hat{S}_i(t) = \frac{\gamma Y_t}{\hat{T}_t(t)} + (1-\gamma)\hat{S}_{i(t-k)} \quad (7)$$

α β และ γ คือ ค่าพารามิเตอร์ที่สามารถปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสม (Turning Parameter) โดยมีค่ามากกว่า 0 ถึง 1หมายถึง $0 < \alpha \leq 1$, $0 < \beta \leq 1$ และ $0 < \gamma \leq 1$

เมื่อ k คือค่าที่ถูกกำหนดเริ่มต้น การสร้างสมการพยากรณ์ต้องทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของ ค่า $\hat{T}_t(t)$, $p\hat{L}_t(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ โดยมีสมการดังนี้

$$\hat{S}_1 = \frac{Y_1}{Average(Y_1,Y_2,\ldots,Y_k)}, \ldots$$

$$\hat{S}_2 = \frac{Y_2}{Average(Y_1,Y_2,\ldots,Y_k)}, \ldots,$$

$$\hat{S}_k = \frac{Y_M}{Average(Y_1,Y_2,\ldots,Y_k)} \quad (8)$$

$$\hat{L}_{k+1} = \frac{Y_{k+1}}{S_1} \quad (9)$$

$$\hat{T}_{k+1} = \frac{Y_{k+1}}{S_1} - \frac{Y_k}{S_k} \quad (10)$$

2. การวัดค่าความคลาดเคลื่อน

สามารถหาค่าการพยากรณ์ได้แล้ว จากนั้นจะใช้วิธีการตรวจสอบหาความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ว่าสมการรูปแบบใดมีความคลาดเคลื่อนมาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าความเหมาะสมในการหาสมการค่าความเหมาะสมในการระบายน้ำวัดค่าความคลาดเคลื่อน 3 วิธีดังนี้

2.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Deviation; MAD) โดยมีสมการดังนี้

$$MAD = \frac{\sum|\text{ค่าเกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|}{\text{จำนวนทั้งหมด}} \quad (11)$$

2.2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error; MAPE) โดยมีสมการดังนี้

$$MAPE = \frac{\sum\frac{|\text{ค่าเกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|}{\text{ค่าเกิดขึ้นจริง}}}{\text{จำนวนทั้งหมด}} \quad (12)$$

2.3 ค่ารากที่สองเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error; RMSE) โดยมีสมการดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum|\text{ค่าเกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าพยากรณ์}|^2}{\text{จำนวนทั้งหมด}}} \quad (13)$$

วิธีการทดลอง

ในการทดลองรูปแบบความเหมาะสมในการระบายน้ำด้วยเทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาใช้ข้อมูลการระบายน้ำที่ ปตร.เขื่อนพระรามหก ซึ่งใช้ที่ข้อมูลเกี่ยวข้องการระบายน้ำในระยะเวลา 3 ปี โดยอ้างอิงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2538 ถึง ธันวาคม พ.ศ.2540 แบบรายวันมีทั้งหมด 1,092 วัน โดยเป็นข้อมูลปริมาณการระบายน้ำ (m^3/s) เป็นข้อมูลนำเข้า ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าข้อมูลในช่วงเวลานั้นมีเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2538 จึงนำมาเป็นข้อสังเกตในเบื้องต้นของการเปลี่ยนแปลงซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จากนั้นเปรียบเทียบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time Series Forecasting) เพื่อหาสมการของรูปแบบความเหมาะสมที่เหมาะสมในการระบายน้ำ ซึ่งหมายถึงสมการของการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

เมื่อได้รูปแบบของสมการพยากรณ์ที่เหมาะสมในการระบายน้ำจากการทดลองแล้วนั้น ถัดไปจะนำสมการทุกรูปแบบของการพยากรณ์ในการระบายน้ำมาเปรียบเทียบและประเมินค่าความคลาดเคลื่อนแบบ $MAPE$ โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการระบายน้ำในปี พ.ศ.2558 โดยมีขั้นตอนการทดลองในการหาสมการดังแสดงใน Figure 1

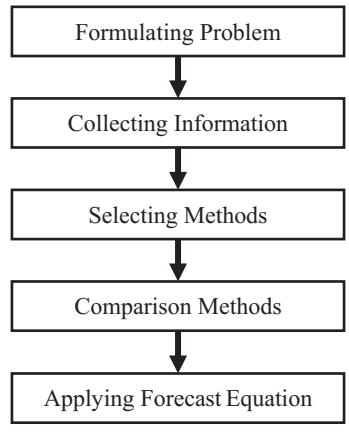

Figure 1 Comparison of Time Series Forecasting

ผลการการทดลอง

ผลของค่าความคลาดเคลื่อน ทั้ง 3 รูปแบบ ด้วยวัดค่าความคลาดเคลื่อนคือ MAD, $MAPE$ และ $RMSE$

1. ผลการการทดลองวิธีการพยากรณ์โดยการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

ในการพยากรณ์การระบายน้ำที่ ปตร. โดยการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression; SLR) ได้สมการคือ $\hat{Y}$ = 22.716+ 0.013^X โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ดังนี้ MAD = 11.209, $MAPE$ = 0.854 และ $RMSE$ = 13.893 ซึ่งแสดงผลลัพธ์ความสัมพันธ์ดัง Figure 2

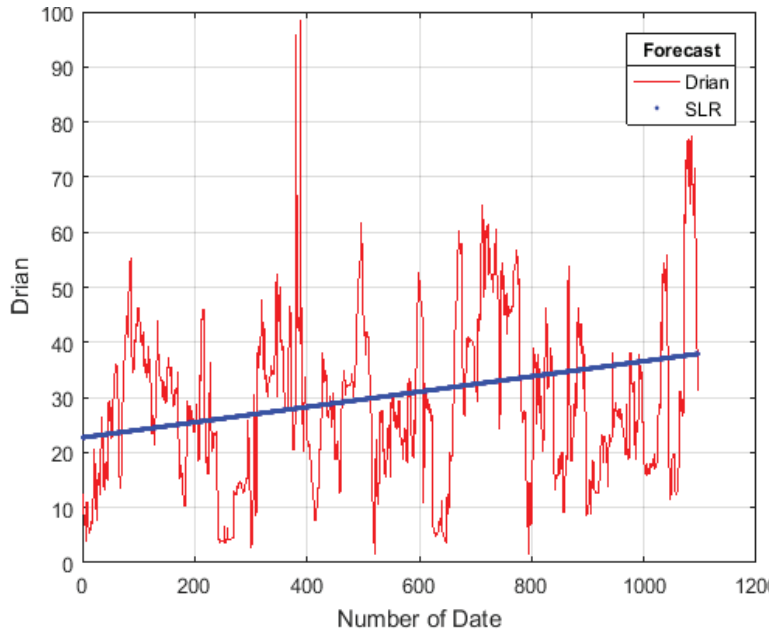

Figure 2 Forecasting drainage with simple linear regression method

2. ผลการทดลองวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average; MA)

การพยากรณ์ด้วยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) มีการกำหนดค่า k เป็นจำนวนวันที่เคลื่อนที่โดยใช้มีค่าเท่ากับ 3, 7, 15, 30 และ 90 วัน ซึ่งได้ผลการวัดค่าความคลาดเคลื่อนดังแสดง Table 1

จาก Table 1 พบว่า ในการกำหนดค่า k = 3 มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ซึ่งได้ค่า MAD = 4.063, $MAPE$ = 0.179 และ $RMSE$ = 6.691

จากนั้นจึงนำมาแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างค่าการระบายน้ำจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ดัง Figure 3

Table 1 Expected forecast of moving average method (MA)

Error	Parameter set k					
	3	5	7	15	30	90
MAD	4.063	4.998	5.676	7.462	9.128	11.558
$MAPE$	0.179	0.223	0.207	0.368	0.575	0.786
$RMSE$	6.691	8.404	8.907	10.254	12.274	14.316

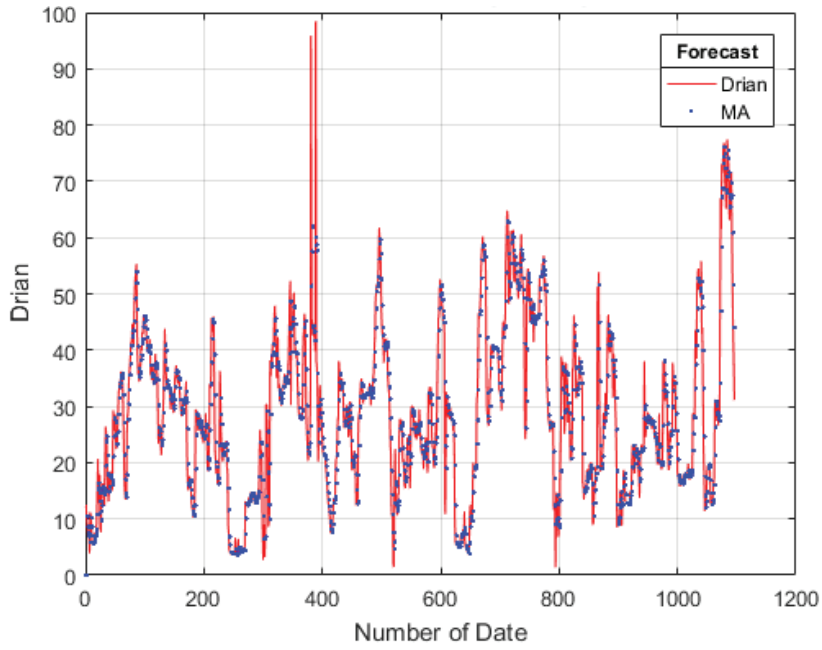

Figure 3 Forecasting drainage with moving average method

3. ผลการการทดลองวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (SES)

การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (SES) มีการกำหนดค่า α โดยใช้มีเท่ากับ 0.1, 0.2, ... , 0.9 ซึ่งได้ผลการวัดค่าความคลาดเคลื่อนดังแสดงใน Table 2

จาก Table 2 พบว่า ในการกำหนดค่า α = 0.3 มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ซึ่งได้ค่า MAD = 2.556, $MAPE$ = 0.249 และ $RMSE$ = 3.649 จากนั้นจึงนำมาแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างค่าการระบายน้ำจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่ายดัง Figure 4

Table 2 Forecasting expectancy of simple exponential smoothing (SES)

Error	Parameter set α								
	0.1	**0.2**	**0.3**	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**	**0.9**
MAD	2.689	2.630	2.556	2.730	2.787	2.847	2.901	3.124	3.565
$MAPE$	0.268	0.259	0.249	0.276	0.287	0.300	0.314	0.342	0.404
$RMSE$	3.693	3.664	3.649	3.652	3.678	3.735	3.838	4.024	4.358

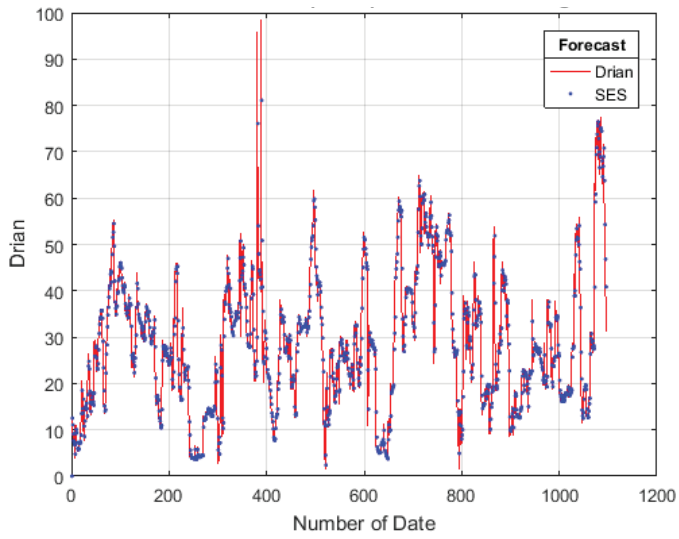

Figure 4 Forecasting drainage with simple exponential smoothing method

4. ผลการการทดลองวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Holt-Winters' Exponential Smoothing)

การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ α, β และ γ โดยมีค่ามากกว่า 0 ถึง 1 และทำการทดลองปรับค่าด้วยวิธี GRG Non-linear (Generalized Reduced Gradient-Nonlinear Solving Method) ในโปรแกรม Microsoft Excel 2013[9,10] และมีการกำหนดค่า k เป็นจำนวนวันที่เคลื่อนที่โดยใช้มีค่าเท่ากับ 3, 7, 15, 30 และ 90 วันซึ่งได้ผลการวัดค่าความคลาดเคลื่อนดังแสดง Table 3

Figure 3 Forecasting expectancy of Holt-Winters' exponential smoothing method

Parameter					
Alpha (α)	0.882	0.621	0.814	0.820	0.843
Beta (β)	0.051	0.004	0.014	0.039	0.198
Gamma (γ)	0.312	0.290	0.477	1.000	0.621
k	k = 3	k = 7	k = 15	k = 30	k = 90
MAD	1.347	4.077	4.171	5.725	7.067
$MAPE$	0.068	0.189	0.185	0.232	0.279
$RMSE$	1.844	6.826	7.075	8.621	12.011

จาก Table 3 พบว่าผลลัพธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนในการกำหนดค่า k = 3 และได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ที่ α = 0.882, β = 0.051 และ γ = 0.312 ซึ่งเป็นผลการทดลองการหาค่าคงที่ที่ต่ำที่สุดของฟังก์ชันไม่เชิงเส้น GRG ทำให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ซึ่งได้ค่า MAD = 1.347, $MAPE$ = 0.068 และ $RMSE$ = 1.844 จากนั้นจึงนำมาแสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างค่าการระบายน้ำจริงกับค่าพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ดัง Figure 4 จากนั้นได้ค่าดัชนีฤดูกาลรายเดือน ดัง Table 4

นอกจากนี้ได้สมการค่าดัชนีฤดูกาลราย 3 วัน ตามสมการนี้

$$\hat{Y}_t(p) = (\hat{T}_t(t) + p\hat{L}_t(t))\hat{S}_i(t)$$

จะได้ค่า $\hat{T}_t(t)$, $p\hat{L}_t(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ได้จากสมการเหล่านี้

$$\hat{T}_t(t) = \frac{0.882Y_t}{S_{t(t-1)}} + (0.118)\hat{T}_{t(t-1)}$$

$$\hat{L}_t(t) = 0.051\ (\hat{T}_t(t) - \hat{T}_{t(t-1)}\ (0.949\ )\hat{L}_t$$

$$\hat{S}_i(t) = \frac{0.312Y_t}{\hat{T}_t(t)} + (0.688)\,\hat{S}_{i(t-k)}$$

ซึ่งจะได้ค่า $\hat{Y}_t(p)$ ดังสมการนี้

$$\hat{Y}_t = (5.841 + p(-4.589))\hat{S}_i$$

p = 1,2,... i = 1,2,3

และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการระบายน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ด้วยปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ ใน Figure 5

Table 4 Seasonal index k = 3

Seasonal Index (k)	Estimated ($\hat{S}_i$)
1	1.571
2	1.319
3	1.043

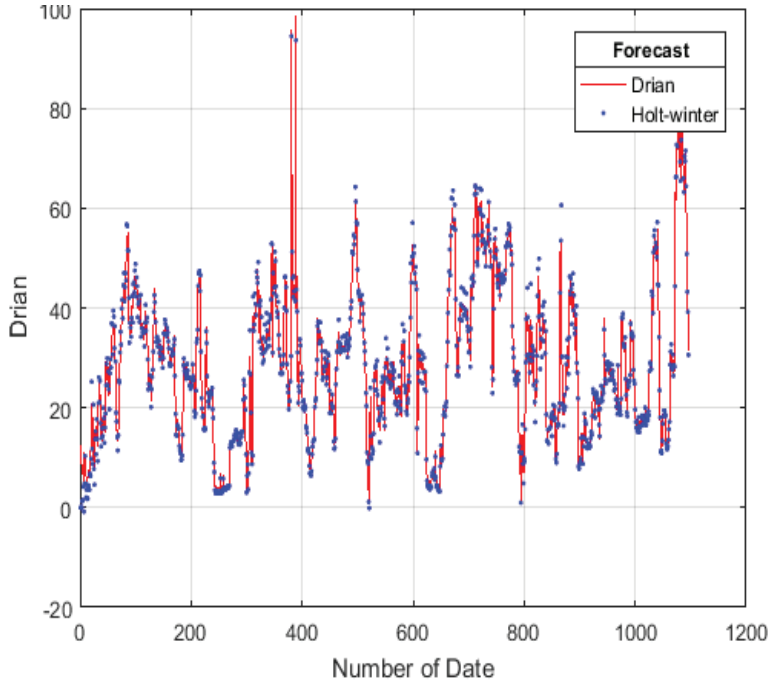

Figure 5 Forecasting drainage with Holt-Winters' exponential smoothing

5. ผลการทดลองรูปแบบความเหมาะสม

ในการทดลองนี้ได้นำรูปแบบความเหมาะสมทั้งหมดมาพยากรณ์กับข้อมูลในปี พ.ศ.2558 ซึ่งเป็นข้อมูลปีล่าสุดที่ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลมา และได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสมการพยากรณ์ที่ได้จาการหาค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด จากนั้นนำมาเปรียบเทียบความแม่นยำด้วยการวัดค่าความคลาดเคลื่อนโดยมีค่าดัง Table 5

Table 5 Expectations of all methods

Error	Methods			
	SLR	MA	SES	Holt-Winters
MAD	10.008	1.647	1.250	0.460
MAPE	1.019	0.112	0.086	0.033
RMSE	12.109	2.609	2.134	0.632

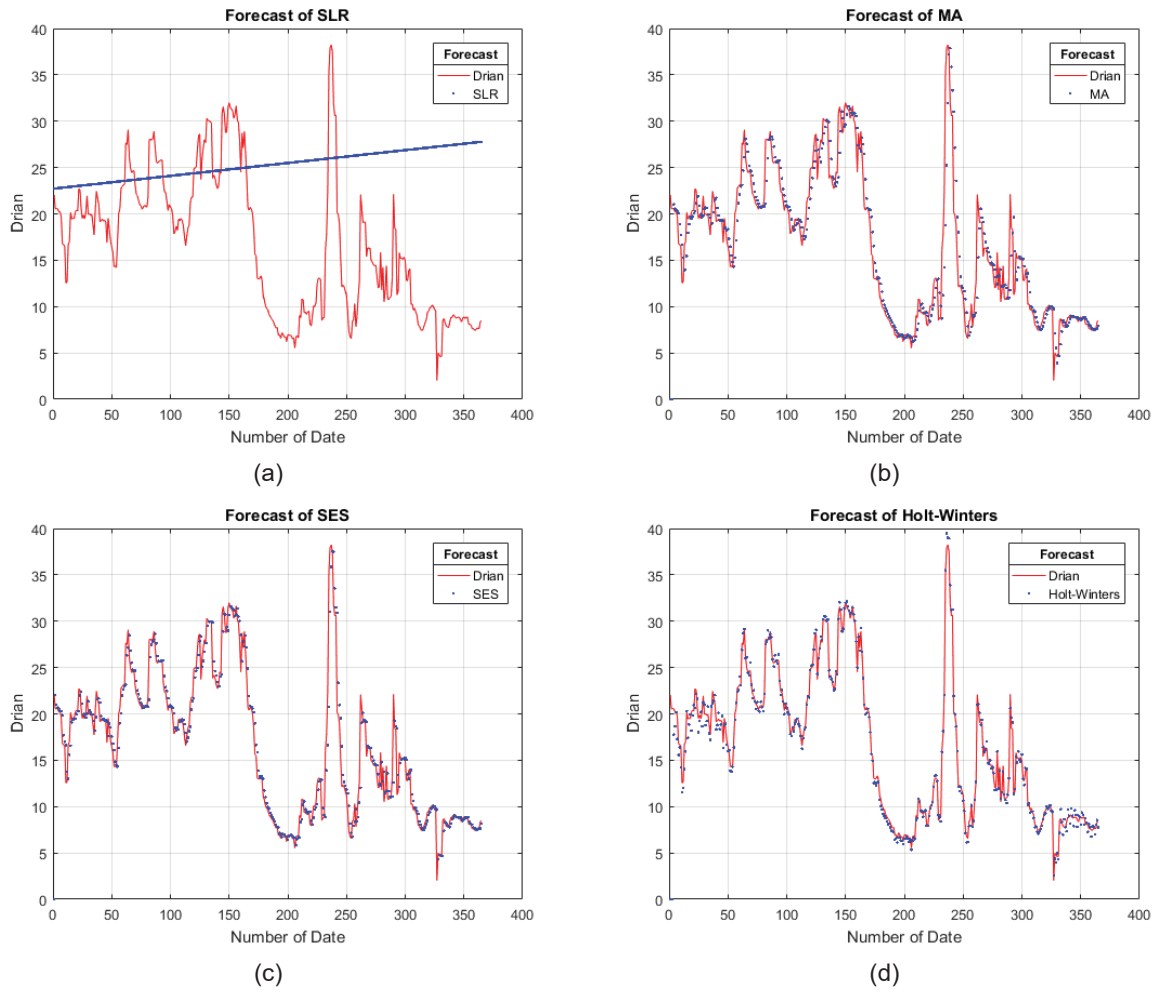

Figure 6 Comparison of forecasting drainage 2015.
(a) Forecast results by SLR , (b) Forecast results by MA,
(c) Forecast results by SES and (d) Forecast results by Holt-Winters

จาก Table 5 พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์มีค่าต่ำที่สุดคือ ค่า MAD = 0.46, MAPE = 0.033 และ RMSE = 0.632 แสดงให้เห็นว่าสมการพยากรณ์นี้สามารถนำไปใช้กับข้อมูลที่ไม่ปรากฏมาก่อนได้เป็นอย่างดี แต่มีข้อสังเกตระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนของ MA และ SES เมื่อเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่ามีค่าความคาดเคลื่อนที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนั้น Table 1, 2 และ 5 ซึ่งยังมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ไม่คงที่สลับกันไปมาทั้งค่า *MAPE* และ *RMSE* ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนของ SLR นั้นมากที่สุดจึงไม่สามารถนำมาพิจารณารูปแบบความเหมาะสมสำหรับกรณีการระบายน้ำที่ ปตร. ได้

ดังนั้นผลการพยากรณ์ของทุกรูปแบบการพยากรณ์จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการระบายน้ำจริงกับค่าพยากรณ์ดัง Figure 6

อภิปรายการทดลอง

การประเมินรูปแบบความเหมาะสมในการระบายน้ำโดยเปรียบเทียบค่า $MAPE$ เมื่อพิจารณาสำคัญในการพยากรณ์ค่าการระบายน้ำในช่วงวันของการระบายน้ำ (Number of Date) ตั้งแต่ 381 – 389 ที่มีสภาวะการเกิดน้ำท่วมช่วงเดือน ธ.ค.2538 ถึง ม.ค.2539 ซึ่งสังเกตได้ว่ามีค่าการระบายน้ำมากกว่า 80 m^3/s จะเห็นได้ว่าเป็นสภาวะที่แปรปรวนสูงมาก

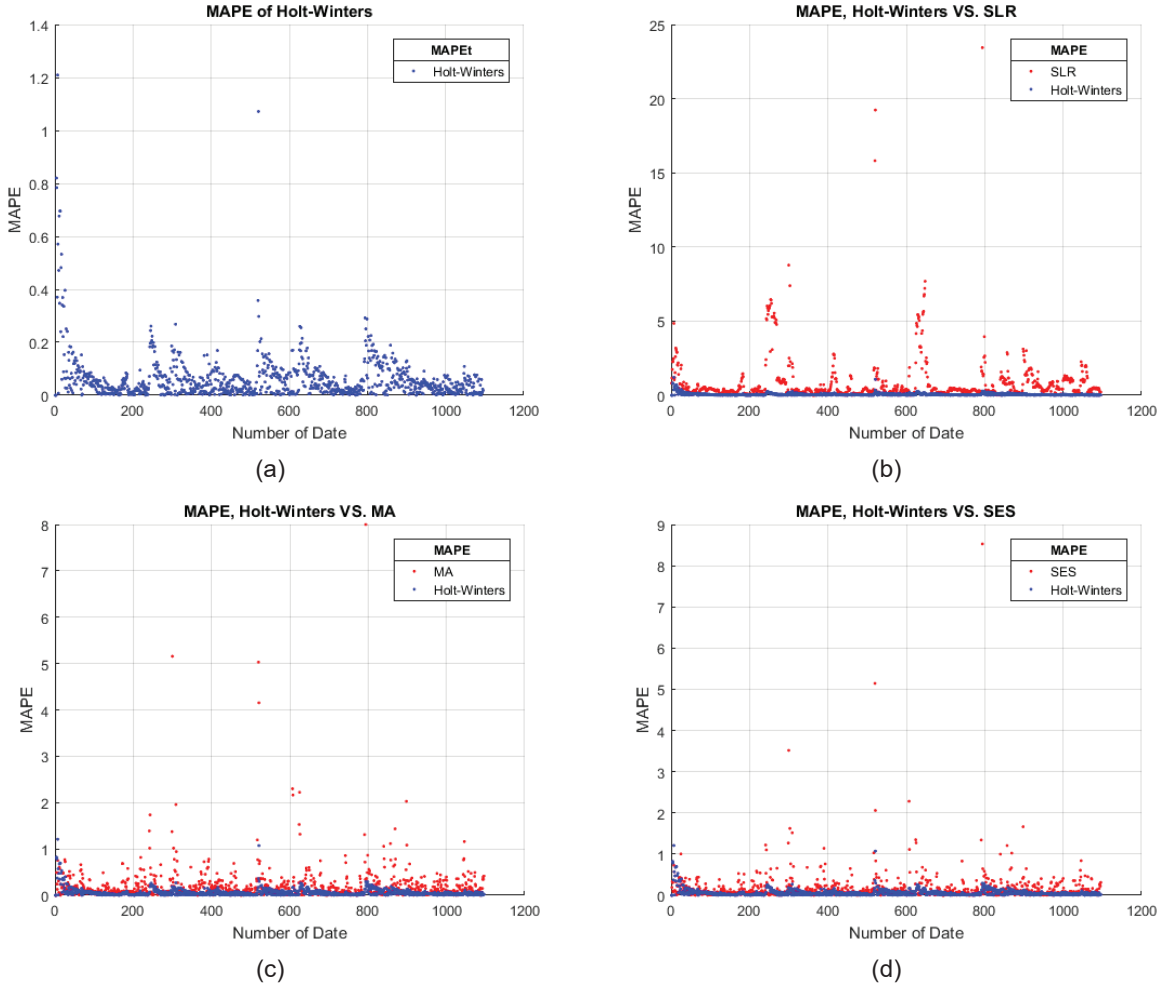

Figure 7 Value comparison $MAPE$
(a) $MAPE$ of Holt-Winters, (b) $MAPE$ of Holt-Winters and SLR
(c) $MAPE$ of Holt-Winters and MA and (d) $MAPE$ of Holt-Winters and SES

อย่างไรก็ตามการพยากรณ์ค่าการระบายน้ำด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์นั้น มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น เพราะผลเหตุของการพยากรณ์ด้วยวิธีนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบแนวโน้มและอยู่ภายใต้อิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งสามารถอธิบายเป็นกราฟเปรียบเทียบค่า $MAPE$ ดัง Figure 7 สาเหตุที่วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์สามารถพยากรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะว่าใช้หลักการพยากรณ์ที่พัฒนามาการ SES ซึ่งมีความซับซ้อนของสมการการพยากรณ์ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำที่สุดในการทดลอง นอกจากนี้ยังสามารถนำสมการของการพยากรณ์เหล่านั้นประยุกต์ใช้กับการวิจัยที่เกี่ยวกับการหาความเหมาะสมเชิงพันธุกรรมได้อีกหนึ่งทาง

สรุปการทดลอง

จากการทดลองในข้อ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 นั้นพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (MAPE) ของการพยากรณ์ใน

การระบายน้ำที่ ปตร. ที่มีค่าต่ำที่สุดคือ ค่าพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์ (Holt-Winters' Exponential Smoothing) มีค่า $MAPE$ = 0.068 โดยการกำหนดค่า k = 3, α = 0.882, β = 0.051 และ γ = 0.312 รองมาเป็นวิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) มีค่า $MAPE$ = 0.179 โดยการกำหนดค่า k = 3 รองมาเป็นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบง่าย (SES) มีค่า $MAPE$ = 0.249 โดยการกำหนดค่า α = 0.3 และสุดท้ายเป็นวิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย มีค่า $MAPE$ = 0.854 ซึ่งเป็นการบ่งชี้ได้ว่าค่าพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลของวินเทอร์มีสมการที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ในการระบายน้ำที่ ปตร. และสอดคล้องกับหลักการพิจารณาข้อมูลในรูปแบบความเหมาะสมตามแนวโน้มและอยู่ภายใต้อิทธิพลของฤดูกาล อย่างไรก็ตามผลจากการพยากรณ์นี้เป็นการเริ่มต้นของกระบวนการหาค่าความเหมาะสม (Fitness Function) ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยจะนำรูปแบบความเหมาะสมที่ได้จากการทดลองนี้ประยุกต์ใช้งานต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลการระบายน้ำที่ ปตร. เขื่อนพระรามหก จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ สำนักงานชลประทานที่ 10 กรมชลประทาน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เอกสารอ้างอิง

1. สาเหตุ วิธีการป้องกันและแก้ไขสถานการณ์น้ำท่วม [อินเทอร์เน็ต]. [อ้างถึง 12 มีนาคม 2561]. Available at: http://thammchart.blogspot.com/
2. คัมภีร์ แสงวุธ. ทฤษฎีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม - ทฤษฎีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมอันเนื่องมาจากพระราชดำริตามแนวทางการบริหารจัดการด้านน้ำท่วมล้น [อินเทอร์เน็ต]. 2559 [อ้างถึง 12 มีนาคม 2561]. Available at: http://www. chaipat.or.th/site_content
3. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ [อินเทอร์เน็ต]. [อ้างถึง 27 มีนาคม 2561]. Available at: http://irrigation.rid.go.th
4. ลักขณา ฤกษ์เกษม. การพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำหรับการวางแผน. วารสารปาริชาต. 28(2558)(3):290–305.
5. Imai C, Armstrong B, Chalabi Z, Mangtani P, Hashizume M. Time series regression model for infectious disease and weather. Environ Res. 2015;142:319-327.
6. Hansun S, Kristanda MB. Performance analysis of conventional moving average methods in forex forecasting. In : 2017 International Conference on Smart Cities, Automation Intelligent Computing Systems (ICON-SONICS). 2017:11-17.
7. Saengchuenthanom. วิธีใช้ เส้นค่าเฉลี่ย (Moving Average) ในการซื้อหุ้น [อินเทอร์เน็ต]. SETMONITOR. [อ้างถึง 12 มีนาคม 2561]. Available at: http://www.setmonitor.com/
8. ดาว สงวนรังศิริกุล, หรรษา เชี่ยวอนันตวานิช, มณีรัตน์ แสงเกษม. การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 2558;38(1):35–55.
9. Standard Excel Solver - Limitations of Nonlinear Optimization [Internet]. solver. 2012 [cited 26 March 2018]. Available at: https://www.solver.com/standard-excel-solver-limitations-nonlinear -optimization
10. Song X, Zhao J, Wang W. Fast generalized reduced gradient algorithm based data reconciliation model. In: IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. 2017: 8791-8795.