



## ตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาของดัชนีความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปรกติ บริเวณลุ่มน้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่

ธนโชติ ไชยโต และ มานัตต์ คำทอง\*

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

\* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 5394 3381 อีเมล: manad.k@cmu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.12.012

รับเมื่อ 7 พฤษภาคม 2563 แก้ไขเมื่อ 12 มิถุนายน 2563 ตอรับเมื่อ 14 กรกฎาคม 2563 เผยแพร่ออนไลน์ 16 ธันวาคม 2563

© 2021 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะความแห้งแล้งโดยใช้วิธีดัชนีความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปรกติ (Standardized Precipitation Index; SPI) และเพื่อเปรียบเทียบรูปแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing Method) วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย (Regression Dummy Variable Method) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) สำหรับการพยากรณ์ค่า SPI บริเวณลุ่มน้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ การตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ใช้วิธีการของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error; RMSE) และวิธีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error; MAPE) การศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีอำเภอแม่แตง สถานีอำเภอสันทราย และสถานีอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า สถานีอำเภอแม่แตงและสถานีอำเภอเมือง มีภาวะความแห้งแล้งในระดับฝนแล้งรุนแรง สำหรับการเปรียบเทียบรูปแบบพยากรณ์พบว่า วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากที่สุดเนื่องจากมีค่า RMSE และ MAPE ต่ำที่สุด

**คำสำคัญ:** ดัชนีความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปรกติ วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย รากของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์



## Time Series Model for Standardized Precipitation Index in the Ping River Basin of Chiang Mai Province

Tanachot Chaito and Manad Khamkong\*

Department of Statistics, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

\* Corresponding Author, Tel. 0 5394 3381, E-mail: manad.k@cmu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.12.012

Received 7 May 2020; Revised 12 June 2020; Accepted 14 July 2020; Published online: 16 December 2020

© 2021 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

### Abstract

The objectives of this study are to study drought conditions using Standardized Precipitation Index (SPI) Method and to compare 3 forecasting models: Simple Seasonal Exponential Smoothing Method, Regression Dummy Variable Method, and Box-Jenkins Method. These methods are used for forecasting SPI values in the Ping river basin, Chiang Mai. Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Percent Error (MAPE) are applied for evaluating the accuracy of the forecasting model. This study used monthly rainfall data from January 2000 to March 2020 of 3 rain gauging stations: Mae Taeng, San Sai and Mueang. Results of this study found that Mae Taeng and Mueang rain gauging stations have severely dry condition. Regression Dummy Variable Method was the optimal forecasting model with the lowest RMSE and MAPE.

**Keywords:** Standardized Precipitation Index, Regression Dummy Variable Method, Root Mean Square Error, Mean Absolute Percent Error

## 1. บทนำ

ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำเป็นระยะเวลานาน ซึ่งภัยแล้งมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิต การเกษตรและระบบนิเวศในพื้นที่เกิดภัยแล้ง สำหรับในประเทศไทยภัยแล้งส่วนใหญ่เกิดจากฝนแล้งและทิ้งช่วงซึ่งเกิดได้ 2 ช่วง [1] ได้แก่ 1) ช่วงฤดูหนาวถึงฤดูร้อน ซึ่งเริ่มประมาณครึ่งหลังของเดือนตุลาคมเป็นต้นไป บริเวณประเทศไทยตอนบนจะมีปริมาณฝนตกลงจนเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมของปีถัดไป 2) ช่วงกลางฤดูฝนเริ่มประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมจะมีฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้น ลุ่มน้ำปิงตอนบนมีพื้นที่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน ยังประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำและภัยแล้ง สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากฝนไม่ตกตามฤดูกาลและเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานในพื้นที่ลุ่มน้ำ ขณะที่ผลกระทบจากการขยายตัวของชุมชน การเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่และการขยายพื้นที่การเกษตรทั้งในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทานทำให้มีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เกิดขึ้น ขณะที่สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร รายงานว่าลุ่มน้ำปิงตอนบนมีปัญหาการขาดแคลนน้ำมากกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนล่าง ปัญหาการขาดแคลนน้ำสาเหตุเกิดจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่การเกษตร การเพาะปลูกพืชฤดูแล้งเพิ่มขึ้นและการขาดแคลนแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ [2]

การประเมินระดับความแห้งแล้งมีหลายวิธี แต่วิธีที่มีการนำไปใช้เพื่อศึกษาความแห้งแล้งอย่างแพร่หลาย คือ ดรรชนีความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปรกติ (Standardized Precipitation Index; SPI) SPI พัฒนาโดย Mckee และคณะ [3] เพื่อเฝ้าดูสภาวะความแห้งแล้งในช่วงเวลาต่างๆ ที่กำหนดโดยดูจากปริมาณฝนสะสมในแต่ละช่วงเวลาที่น่าสนใจ ซึ่ง SPI สามารถบอกถึงระดับความแห้งแล้งของปริมาณฝนในแต่ละพื้นที่ [4]

สำหรับเทคนิคการพยากรณ์จากการศึกษางานวิจัยย้อนหลังพบว่า ส่วนใหญ่มุ่งเน้นการศึกษาปริมาณฝน ใน พ.ศ. 2552 วราฤทธิ์ [5] ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีอุตุวิทยามหาวิทยาลัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

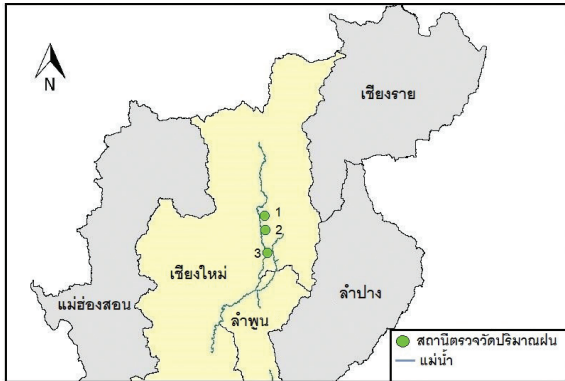
พบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนมากที่สุดใน พ.ศ. 2558 วรางคณา [6] ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณฝน อำเภอเมืองจังหวัดน่าน พบว่า วิธีพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และใน พ.ศ. 2562 นิภาดาและคณะ [7] ได้ศึกษาการเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ปริมาณฝนรายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า รูปแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุดคือ วิธีการพยากรณ์รวม จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่มียานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์ดรชนีความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปรกติบริเวณลุ่มน้ำปิงจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งการศึกษาดังกล่าวถือว่าเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถนำผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้มาใช้ในการวางแผนการจัดการน้ำในช่วงฤดูกาลต่างๆ สำหรับการอุปโภคบริโภคและการเกษตร ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาสภาวะความแห้งแล้ง และ 2) เปรียบเทียบรูปแบบพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ดรชนีความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปรกติบริเวณลุ่มน้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้สถานีตรวจวัดปริมาณฝนบริเวณลุ่มน้ำปิงในจังหวัดเชียงใหม่ 3 สถานี ดังรูปที่ 1 และรูปแบบการพยากรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing Method) วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย (Regression Dummy Variable Method) และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

## 2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

### 2.1 ข้อมูลปริมาณฝน

การศึกษาค้นคว้าได้รวบรวมข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 จากสถานีสำรวจปริมาณฝนของศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบนกรมชลประทาน [8] จำนวน 3 สถานี ประกอบด้วย

- 1) สถานีโครงการแม่จัต อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
- 2) สถานีโครงการแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 1 ที่ตั้งของสถานีตรวจวัดปริมาณฝนที่ทำการศึกษา

3) สถานีสำนักงานชลประทานที่ 1 อำเภอเมือง จังหวัด เชียงใหม่

การศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 3.6.3

## 2.2 การแจกแจงของปริมาณฝน

สำหรับการแจกแจงของปริมาณฝนได้มีการกำหนดปริมาณฝนให้มีการแจกแจงในหลากหลายรูปแบบซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาและพื้นที่ทำการศึกษา ใน ค.ศ. 1993 Mckee และคณะ [3] ได้กำหนดปริมาณฝนมีรูปแบบการแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution) ซึ่งในภายหลังได้มีนักวิจัยได้กำหนดให้ปริมาณฝนให้มีการแจกแจงในรูปแบบอื่นๆ เช่น Yusof และ Hui-Mean [9] ได้กำหนดปริมาณฝนบริเวณพื้นที่รัฐโจฮัว (Johor) ของประเทศมาเลเซียมีรูปแบบการแจกแจงไวบูล (Weibull Distribution) ธนโชติและคณะ [10] ได้กำหนดปริมาณฝนรายฤดูกาลบริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบนของประเทศไทยมีการแจกแจงล็อกนอร์มอล (Lognormal Distribution) การแจกแจงไวบูล และการแจกแจงแกมมา แต่ในประเทศไทยปริมาณฝนรายเดือนมีค่าเป็นศูนย์เกิดขึ้นเนื่องจากบางเดือนไม่มีฝนตก มณีรัตน์และมานัดด์ [11] ได้กำหนดปริมาณฝนรายเดือนบริเวณลุ่มน้ำยมมีการแจกแจงแกมมาแบบมีค่าศูนย์มาก (Zero-inflated Gamma Distribution) ต่อมา Pakoksung และ Takagi [12] ได้กำหนดปริมาณฝนรายวันของประเทศไทยมีการแจกแจงไวบูล

มีค่าศูนย์มาก (Zero-inflated Weibull Distribution) และการแจกแจงแกมมาแบบมีค่าศูนย์มาก ดังนั้นรูปแบบการแจกแจงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แสดงในตารางที่ 1

สำหรับการทดสอบการแจกแจงที่เหมาะสมของปริมาณฝนรายเดือนในแต่ละสถานี ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์สารสนเทศของอะกะอิเกะ หรือเกณฑ์เอไอซี (Akaike Information Criterion; AIC) ในการหาการแจกแจงที่เหมาะสม ซึ่งเกณฑ์ AIC [13] ดังสมการที่ (1)

$$AIC = 2k - 2 \ln L \quad (1)$$

โดยที่  $k$  แทน จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

$L$  แทน ค่าของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

การประมาณค่าพารามิเตอร์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation Method) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแต่ละการแจกแจง

## 2.3 ธรรมชาติความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปกติ

ธรรมชาติความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปกติ (SPI) พัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Mckee และคณะ [4] ใน ค.ศ. 1993 โดยใช้ฟังก์ชันการแจกแจงสะสม (CDF) ของปริมาณฝนแล้วทำการแปลงให้เป็นค่าปรกติมาตรฐานหรือค่า SPI และสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบสถานะความแห้งแล้งและเปียกชื้นได้ สำหรับเกณฑ์ของค่า SPI แสดงในตารางที่ 2

โดยทั่วไปแล้วปริมาณฝนรายเดือนจะมีค่า 0 (ไม่มีรายงานฝนตก) ดังนั้นจึงต้องทำการแปลงฟังก์ชันการแจกแจงสะสมดังสมการที่ (2)

$$H(x) = \phi + 1(1 - \phi)F(x) \quad (2)$$

โดยที่  $F(x)$  แทน ฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของการแจกแจง  $\phi$  แทน พารามิเตอร์ถ่วงน้ำหนักของการเป็นศูนย์ (ความน่าจะเป็นที่จะไม่มีฝนตกซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนเดือนที่ไม่มีฝนตกหารด้วยจำนวนเดือนที่ศึกษา)



**ตารางที่ 1** การแจกแจงที่ใช้สำหรับการศึกษาครั้งนี้

การแจกแจง	ฟังก์ชันการแจกแจงสะสม
การแจกแจงไวบูลมีค่าศูนย์มาก (Zero-inflated Weibull Distribution; ZIW)	$F(x) = \phi + (1 - \phi) \left( 1 - e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha} \right)$ <p>โดยที่ <math>\alpha</math> แทน พารามิเตอร์แสดงรูปร่าง (<math>\alpha &gt; 0</math>)  <math>\beta</math> แทน พารามิเตอร์แสดงขนาด (<math>\beta &gt; 0</math>)  <math>\phi</math> แทน พารามิเตอร์ถ่วงน้ำหนักของการเป็นศูนย์ (<math>0 &lt; \phi &lt; 1</math>)</p>
การแจกแจงแกมมาที่มีค่าศูนย์มาก (Zero-inflated Gamma Distribution; ZIG)	$F(x) = \phi + (1 - \phi) \left( \frac{\gamma\left(\alpha, \frac{x}{\beta}\right)}{\Gamma(\alpha)} \right)$ <p>โดยที่ <math>\alpha</math> แทน พารามิเตอร์แสดงรูปร่าง (<math>\alpha &gt; 0</math>)  <math>\beta</math> แทน พารามิเตอร์แสดงขนาด (<math>\beta &gt; 0</math>)  <math>\phi</math> แทน พารามิเตอร์ถ่วงน้ำหนักของการเป็นศูนย์ (<math>0 &lt; \phi &lt; 1</math>)  <math>\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx</math> แทน แกมมาฟังก์ชัน  <math>\gamma(\alpha, x) = \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt</math> แทน แกมมาฟังก์ชันไม่สมบูรณ์</p>
การแจกแจงล็อกนอร์มอลมีค่าศูนย์มาก (Zero-inflated Lognormal Distribution; ZIL)	$F(x) = \phi + (1 - \phi) \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf} \left( \frac{\ln x - \mu}{\sqrt{2}\sigma} \right) \right)$ <p>โดยที่ <math>\mu</math> แทน พารามิเตอร์แสดงตำแหน่ง (<math>\mu \in (-\infty, \infty)</math>)  <math>\sigma</math> แทน พารามิเตอร์แสดงการกระจาย (<math>\sigma &gt; 0</math>)  <math>\phi</math> แทน พารามิเตอร์ถ่วงน้ำหนักของการเป็นศูนย์ (<math>0 &lt; \phi &lt; 1</math>)  <math>\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-t^2) dt</math> แทน ฟังก์ชันความคลาดเคลื่อน</p>

**ตารางที่ 2** เกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงของดรชชนี ความแห้งแล้งของพื้นที่ต่างจากค่าปรกติ (SPI)

ค่า SPI	ระดับความรุนแรง
มากกว่าหรือเท่ากับ 2	ฝนชุกมากที่สุด
1.50 ถึง 1.99	ฝนชุกมาก
1.00 ถึง 1.49	ฝนชุกปานกลาง
-0.99 ถึง 0.99	ฝนใกล้เคียงค่าปรกติ
-1.00 ถึง -1.49	ฝนแล้งปานกลาง
-1.50 ถึง -1.99	ฝนแล้งรุนแรง
น้อยกว่าหรือเท่ากับ -2	ฝนแล้งรุนแรงมากที่สุด

ที่มา: Mckee และคณะ [4]

จากนั้นนำค่า  $H(x)$  มาแปลงเป็นค่าปรกติมาตรฐาน (Standard Normal) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความ

แปรปรวนมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งจะได้ค่าดรชชนีความแห้งแล้งของพื้นที่ต่างจากค่าปรกติ มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังสมการที่ (3), (4)

$$SPI = - \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (3)$$

เมื่อ  $0 < H(x) \leq 0.5$

$$SPI = \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (4)$$

เมื่อ  $0.5 < H(x) < 1$

โดยที่  $t = \sqrt{\ln \left( \frac{1}{(H(x))^2} \right)}$  เมื่อ  $0 < H(x) \leq 0.5$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1.0-H(x))^2}\right)} \text{ เมื่อ } 0.5 < H(x) < 1$$

$$c_0 = 2.515517, c_1 = 0.802853, c_2 = 0.010328, \\ d_1 = 1.432788, d_2 = 0.189269 \text{ และ } d_3 = 0.001308$$

## 2.4 รูปแบบการพยากรณ์

2.4.1 วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย เป็นวิธีพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ไม่มีควมผันแปรของแนวโน้มแต่มีเพียงความผันแปรตามฤดูกาล [6] การสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับวิธีนี้จะมีการปรับค่าให้เรียบ 2 ค่า คือ  $\alpha$  และ  $\gamma$  ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สำหรับตัวแบบพยากรณ์ของวิธีนี้ดังสมการที่ (5)

$$\hat{Y}_t = \hat{I}_t + \hat{S}_t \quad (5)$$

โดยที่  $\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$

$\hat{I}_t$  แทน ค่าระดับของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  ซึ่งค่า

$\hat{I}_t = \alpha(Y_t - \hat{S}_{t-s}) + (1-\alpha)\hat{I}_{t-1}$  และค่าเริ่มต้นของ  $\hat{I}_t$  สามารถคำนวณโดยให้  $\hat{I}_t = \bar{Y}_t = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_t}{t}$

$\hat{S}_t$  แทน ค่าตรรกษณี้ฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  ซึ่งค่า  $\hat{S}_t = \gamma(Y_t - \hat{I}_t) + (1-\gamma)\hat{S}_{t-s}$  และค่าเริ่มต้นของ  $\hat{S}_t$  สามารถคำนวณโดยให้  $\hat{S}_t = Y_t - \bar{Y}_t$

$\hat{I}_{t-1}$  แทน ค่าระดับของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t-1$

$\hat{S}_{t-s}$  แทน ค่าตรรกษณี้ฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ เวลา

$t-s$

$\alpha$  และ  $\gamma$  แทน ค่าการปรับให้เรียบ

$t$  แทน ช่วงเวลาซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$  โดยที่  $n$

แทน จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลา

$s$  แทน จำนวนฤดูกาล

### 2.4.2 วิธีบอกซ์-เจนกินส์

วิธีบอกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากมีการพิจารณาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว

(Autocorrelation Function; ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function; PACF) การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและคำนึงถึงความผันแปรตามฤดูกาลจะมีตัวแบบทั่วไปคือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: [14], [15] แสดงดังสมการที่ (6)

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^P Y_t \\ = C + \theta_q(B)\Theta_q(B^s)\varepsilon_t \quad (6)$$

โดยที่  $\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$  แทน ตัวดำเนินการการถดถอยแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่  $p$  [Non - Seasonal Autoregressive Operator of Order  $p$ ; AR( $p$ )]

$\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_p B^{ps}$  แทน ตัวดำเนินการการถดถอยแบบมีฤดูกาลอันดับที่  $P$  [Seasonal Autoregressive Operator of Order  $P$ ; SAR( $P$ )]

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$  แทน ตัวดำเนินการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่  $q$  [Non-Seasonal Moving Average Operator of Order  $q$ ; MA( $q$ )]

$\Theta_q(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \Theta_2 B^{2s} - \dots - \Theta_q B^{qs}$  แทน ตัวดำเนินการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับที่  $Q$  [Seasonal Moving Average Operator of Order  $Q$ ; SMA( $Q$ )]

$Y_t$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$  ซึ่ง  $t$  มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$

$\varepsilon_t$  แทน อนุกรมเวลาของความค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปรกติและเป็นอิสระกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา  $t$

$d$  แทน จำนวนครั้งที่หาผลต่างของแนวโน้ม

$D$  แทน จำนวนครั้งที่หาผลต่างของฤดูกาล

$p$  แทน อันดับของการถดถอย

$q$  แทน อันดับของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

$P$  แทน อันดับของการถดถอยฤดูกาล

$Q$  แทน อันดับของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ฤดูกาล

$B$  แทน ตัวดำเนินการย้อนหลัง (Backward Operator)

$C$  แทน ค่าคงที่

$s$  แทน จำนวนฤดูกาล



2.4.3 วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้ตัวแปรหุ่นเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาเพื่อศึกษาแนวโน้มหรืออิทธิพลของฤดูกาล ตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เป็นตัวแปรที่กำหนดขึ้นเพื่อเป็นการระบุว่าค่าสังเกตในอนุกรมเวลาเป็นค่าที่เกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา [7] ตัวแบบพยากรณ์ของวิธีนี้ดังสมการที่ (7)

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1S_1 + b_2S_2 + \dots + b_{i-1}S_{i-1} \quad (7)$$

โดยที่  $\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$

$b_0, b_1, \dots, b_{i-1}$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method)

$S_1, S_2, \dots, S_{i-1}$  แทน ตัวแปรหุ่นซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1 สำหรับเดือนที่  $i$  และเป็น 0 สำหรับกรณีอื่นๆ

2.5 เกณฑ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพรูปแบบการพยากรณ์

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error; RMSE) และวิธีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error; MAPE) เพื่อประเมินความแม่นยำในการพยากรณ์และเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม ถ้าหากวิธีพยากรณ์รูปแบบใดให้ค่า RMSE และ MAPE น้อยที่สุด จะให้เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุด

2.5.1 วิธีรากของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังสมการที่ (8)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_t - Y_t)^2} \quad (8)$$

โดยที่  $Y_t$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

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

$n$  แทน จำนวนข้อมูล

2.5.2 วิธีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์

มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังสมการที่ (9)

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \quad (9)$$

โดยที่  $Y_t$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

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

$n$  แทน จำนวนข้อมูล

3. ผลการทดลอง

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

3.1 การวิเคราะห์ภาวะความแห้งแล้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่า สถานีอำเภอแม่แตงมีปริมาณฝนรายเดือนมากที่สุด 508.60 มิลลิเมตร สำหรับปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย สถานีอำเภอแม่แตงมากที่สุด 104.90 มิลลิเมตร รองลงมาคือ สถานีอำเภอสันทราย 92.90 มิลลิเมตร และสถานีอำเภอเมืองมีปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยน้อยที่สุด 91.13 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3 ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน (มม.) และการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน จำแนกตามสถานีตรวจวัดปริมาณฝน

สถานี	ปริมาณฝน		มัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ZIW		ZIG		ZIL	
	ต่ำสุด	สูงสุด				AIC	-LL	AIC	-LL	AIC	-LL
แม่แตง	0.00	508.60	67.50	104.90	107.14	1289.49	2584.98	<b>1288.85</b>	<b>2583.69</b>	1324.78	2655.56
สันทราย	0.00	400.90	61.10	92.90	95.60	<b>1242.01</b>	<b>2490.02</b>	1242.30	2490.61	1272.56	2551.11
เมือง	0.00	391.20	58.40	91.13	94.99	1278.95	2563.90	<b>1278.40</b>	<b>2562.80</b>	1304.68	2615.37

หมายเหตุ: มม. คือ มิลลิเมตร และ LL คือ ค่าของฟังก์ชันล็อกภาวะน่าจะเป็น



การแจกแจงที่เหมาะสมกับปริมาณฝนรายเดือนพบว่า สถานีตรวจวัดปริมาณฝนของอำเภอแม่แตงและอำเภอเมือง ปริมาณฝนรายเดือนมีการแจกแจงแกมมามีค่าศูนย์กลาง ขณะที่ อำเภอสันทรายปริมาณฝนรายเดือนมีการแจกแจงไวบูลมีค่าศูนย์กลาง ดังตารางที่ 3 และการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่เหมาะสมของแต่ละสถานี ดังตารางที่ 4

การประเมินภาวะความแห้งแล้งโดยใช้วิธี SPI จาก ตารางที่ 5 พบว่า สถานีอำเภอเมืองและอำเภอแม่แตง มีค่า SPI ต่ำที่สุดในภาวะความแห้งแล้งระดับฝนแล้งรุนแรง (-1.6293 และ -1.5200 ตามลำดับ) ขณะที่สถานีอำเภอ

สันทรายมีค่า SPI ต่ำที่สุดในภาวะความแห้งแล้งระดับฝนแล้งปานกลาง (-1.4032) และเมื่อพิจารณาร้อยละของค่า SPI พบว่า สถานีอำเภอเมืองและอำเภอแม่แตงมีภาวะความแห้งแล้งในระดับฝนแล้งรุนแรงร้อยละ 18.11 และ 17.28 ตามลำดับ ขณะที่ภาวะความแห้งแล้งในระดับฝนแล้งปานกลางของ อำเภอสันทรายมากที่สุด รองลงมาคือ อำเภอเมืองและอำเภอแม่แตง (34.57, 16.87 และ 14.81 ตามลำดับ) และสถานีตรวจวัดปริมาณฝนทุกสถานีมีภาวะความแห้งแล้งในระดับฝนใกล้เคียงค่าปรกติมากที่สุดต่ออยู่ระหว่างร้อยละ 61.32 ถึง ร้อยละ 67.08 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่เหมาะสม จำแนกตามสถานีตรวจวัดปริมาณฝน

สถานี	การแจกแจงที่เหมาะสม	ค่าประมาณพารามิเตอร์		
		$\phi$	$\alpha$	$\beta$
แม่แตง	ZIG	0.1687	0.9061	139.2798
สันทราย	ZIW	0.1975	1.0486	117.7313
เมือง	ZIG	0.1440	0.9065	117.4217

ตารางที่ 5 ค่า SPI จำแนกตามสถานีตรวจวัดปริมาณฝน

สถานี	SPI		มัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ต่ำสุด	สูงสุด			
แม่แตง	-1.5200	1.4458	-0.6532	-0.5400	0.7774
สันทราย	-1.4032	1.3312	-0.6706	-0.5340	0.7421
เมือง	-1.6293	1.3074	-0.6210	-0.5628	0.8105

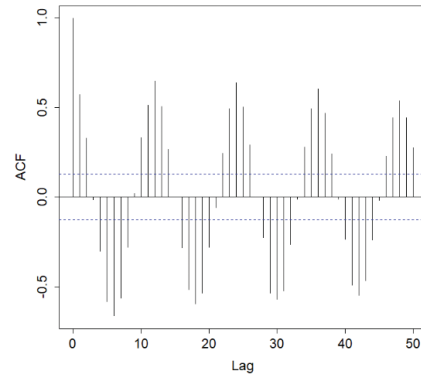
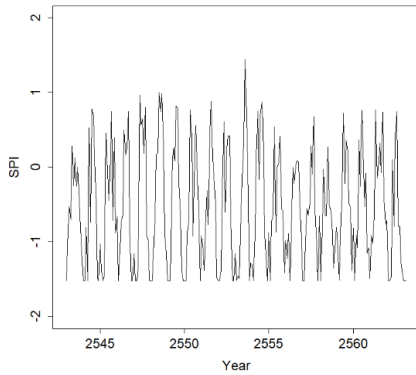
ตารางที่ 6 ร้อยละของค่า SPI จำแนกตามสถานีตรวจวัดปริมาณฝน

ระดับความรุนแรงของสภาวะความแห้งแล้ง	สถานี		
	แม่แตง	สันทราย	เมือง
ฝนชุกมากที่สุด	0.00	0.00	0.00
ฝนชุกมาก	0.00	0.00	0.00
ฝนชุกปานกลาง	0.83	3.70	3.70
ฝนใกล้เคียงค่าปรกติ	67.08	61.73	61.32
ฝนแล้งปานกลาง	14.81	34.57	16.87
ฝนแล้งรุนแรง	17.28	0.00	18.11
ฝนแล้งรุนแรงมากที่สุด	0.00	0.00	0.00

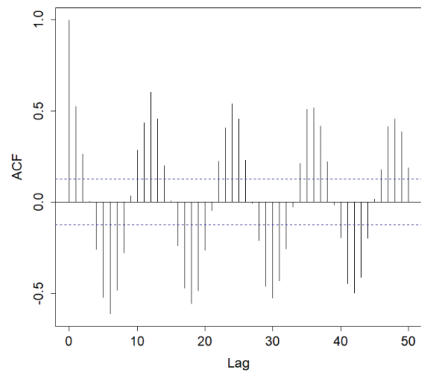
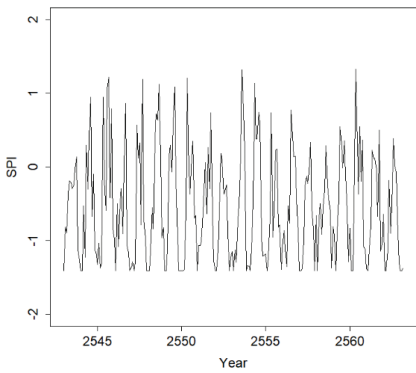




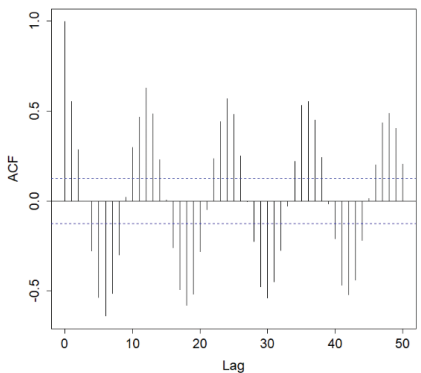
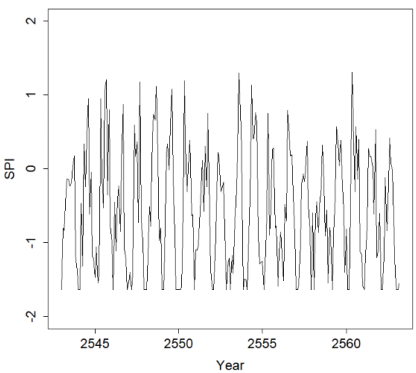
(ก)



(ข)



(ค)



รูปที่ 2 ค่า SPI ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 และค่าสหสัมพันธ์ในตัวของแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน โดยที่ (ก) อำเภอแม่แตง (ข) อำเภอสันทราย และ (ค) อำเภอเมือง

### 3.2 การพยากรณ์

3.2.1 การวิเคราะห์ลักษณะความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

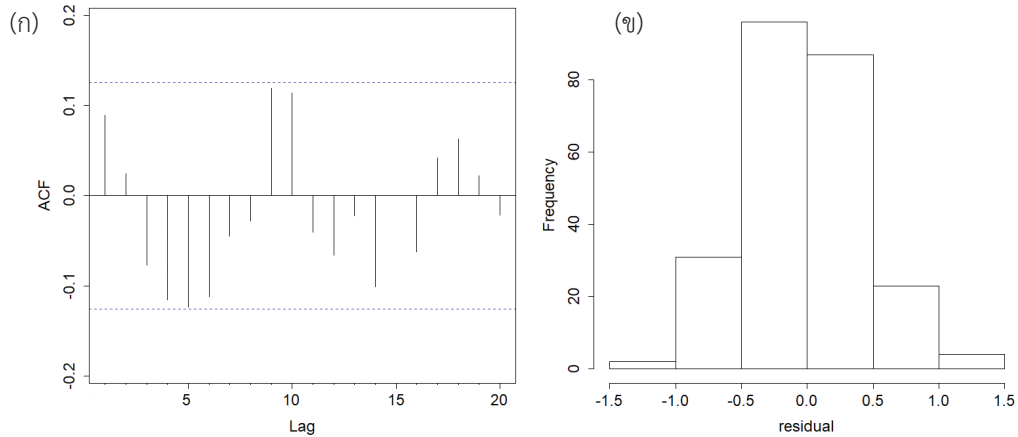
การทดสอบแนวโน้มและฤดูกาลจากรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าทุกสถานีมีอนุกรมเวลาที่มีลักษณะไม่คงที่เนื่องจากฤดูกาล และเมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสหสัมพันธ์ในตัวเอง

พบว่า มีการเคลื่อนไหวโดยมีลักษณะซ้ำกันในทุก 12 ช่วงเวลา แสดงให้เห็นว่าอนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารีเนื่องจากฤดูกาล

#### 3.2.2 การเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์

สำหรับการเปรียบเทียบรูปแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของค่า SPI เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ค่า SPI ของสถานีตรวจวัดปริมาณฝน 3 สถานี ได้แก่ อำเภอแม่แตง อำเภอ

ธนโชติ ไชยโต และ มานัดถ์ คำกอง, “ตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาของดรชนีความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปรกติบริเวณลุ่มน้ำปิง จังหวัดเชียงใหม่.”



รูปที่ 3 (ก) ค่าสหสัมพันธ์ในตัวของค่าความคลาดเคลื่อน และ (ข) ฮิสโทแกรมของค่าความคลาดเคลื่อนโดยวิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายของสถานีอำเภอแม่แตง

สันทราย และอำเภอเมือง ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์บางส่วน โดยใช้ค่า SPI ของสถานีอำเภอแม่แตง ดังต่อไปนี้

1) วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย การสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาของค่า SPI ของสถานีอำเภอแม่แตง โดยวิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย พบว่า ค่า  $\alpha = 0.09951$  และ  $\gamma = 0.000023$  เมื่อศึกษาตัวแบบพยากรณ์พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ [รูปที่ 3(ข)] มีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา  $t$  (Levene Statistic = 0.0039,  $p$ -value = 0.9996) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = -0.2703$ ,  $p$ -value = 0.7871) และจากรูปที่ 3 (ก) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน (เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ในตัวของค่าความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในช่วง

ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อพิจารณาค่า Ljung-Box Q ที่ lag 18 = 30.5180 ( $p$ -value = 0.06189) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ดังสมการที่ (10)

$$\hat{Y}_t = -0.7550 + \hat{S}_t \quad (10)$$

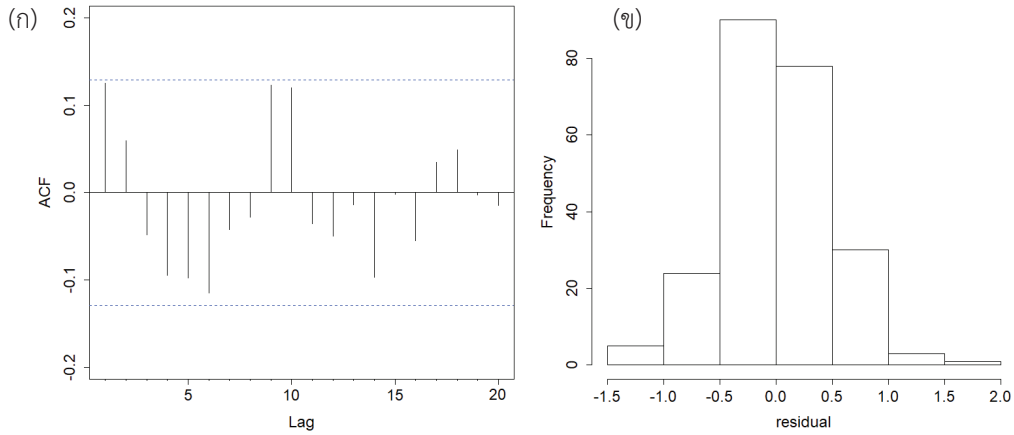
โดยที่  $\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$

$\hat{S}_t$  แทน ค่าประมาณของตรรกษณฤดูกาล รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 7

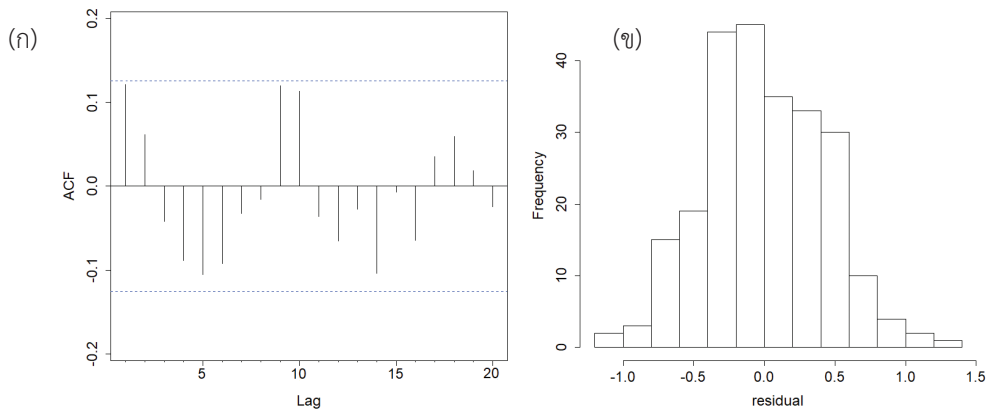
2) วิธีบอกซ์-เจนกินส์ จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาของค่า SPI ของสถานีอำเภอแม่แตง จากรูปที่ 2 (ก) พบว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีลักษณะไม่คงที่เนื่องจากฤดูกาล ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์คือ SARIMA(0,0,0),(0,1,1)<sub>12</sub> และเมื่อศึกษาตัวแบบพยากรณ์

ตารางที่ 7 ค่าตรรกษณฤดูกาลสำหรับอนุกรมเวลาค่า SPI ของสถานีอำเภอแม่แตง โดยวิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย

เดือน	$\hat{S}_t$	เดือน	$\hat{S}_t$	เดือน	$\hat{S}_t$	เดือน	$\hat{S}_t$
มกราคม	-1.0019	เมษายน	-0.1871	กรกฎาคม	0.6447	ตุลาคม	0.0648
กุมภาพันธ์	-0.3252	พฤษภาคม	0.8040	สิงหาคม	0.2623	พฤศจิกายน	-0.2991
มีนาคม	-0.0118	มิถุนายน	0.2735	กันยายน	0.5227	ธันวาคม	-0.7470



รูปที่ 4 (ก) ค่าสหสัมพันธ์ในตัวของค่าความคลาดเคลื่อน และ (ข) ฮิสโทแกรมของค่าความคลาดเคลื่อนโดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ของสถานีอำเภอมะแมแต่ง



รูปที่ 5 (ก) ค่าสหสัมพันธ์ในตัวของค่าความคลาดเคลื่อน และ (ข) ฮิสโทแกรมของค่าความคลาดเคลื่อนโดยวิธีตัวแปรหุ่นแบบ ถดถอยของสถานีอำเภอมะแมแต่ง

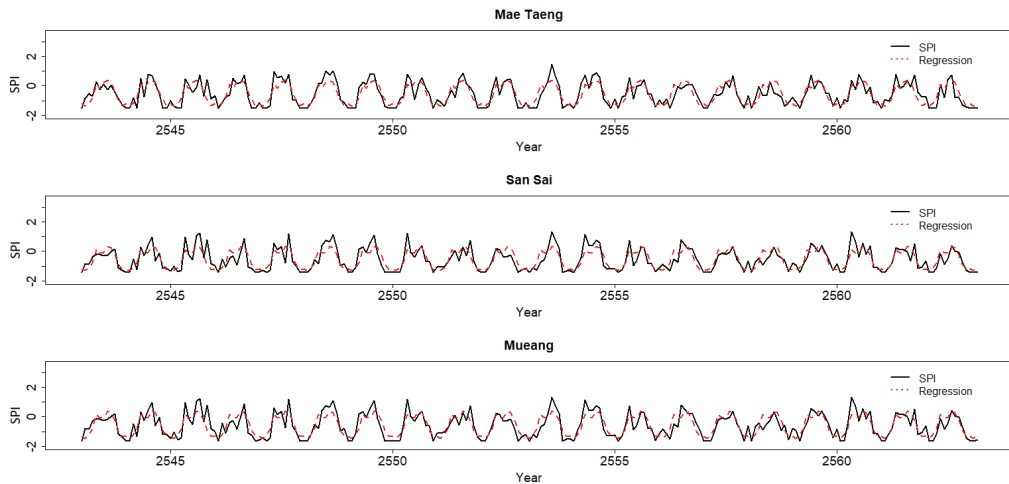
พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ [รูปที่ 4(ข)] มีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา  $t$  (Levene Statistic = 1.0537,  $p$ -value = 0.3696) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = 0.3103$ ,  $p$ -value = 0.7566) และจากรูปที่ 4 (ก) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน (เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ในตัวของค่าความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อพิจารณาค่า Ljung-Box Q ที่ lag 18 = 25.784 ( $p$ -value = 0.1048) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ดังสมการที่ (11)

$$\hat{Y}_t = -0.0039 + Y_{t-12} - 0.9476\varepsilon_{t-12} \tag{11}$$

โดยที่  $\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$   
 $Y_{t-12}$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา  $t - 12$   
 $\varepsilon_{t-12}$  แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t - 12$

3) วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย การสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาค่า SPI ของสถานีอำเภอมะแมแต่ง จากการศึกษาดังกล่าวพบที่ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ [รูปที่ 5 (ข)] มีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา  $t$

ธนโชติ ไชยโต และ มานันต์ คำกอง, “ตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาของดรชนีความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปกติบริเวณลุ่มน้ำปิง จังหวัด เชียงใหม่.”



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์โดยวิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยกับค่า SPI ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563

(Levene Statistic = 0.2492,  $p$ -value = 0.8618) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = -1.0752 \times 10^{-14}$ ,  $p$ -value = 1.0000) และจากรูปที่ 5 (ก) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน (เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ในตัวของคุณค่าความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อพิจารณาค่า Ljung-Box Q ที่ lag 18 = 26.0430 ( $p$ -value = 0.0987) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ ดังสมการที่ (12)

$$\hat{Y}_t = -1.317 + 0.140S_1 - 0.079S_2 + 0.171S_3 + 0.488S_4 + 1.443S_5 + 1.152S_6 + 1.573S_7 + 1.678S_8 + 1.567S_9 + 0.915S_{10} + 0.380S_{11} \quad (12)$$

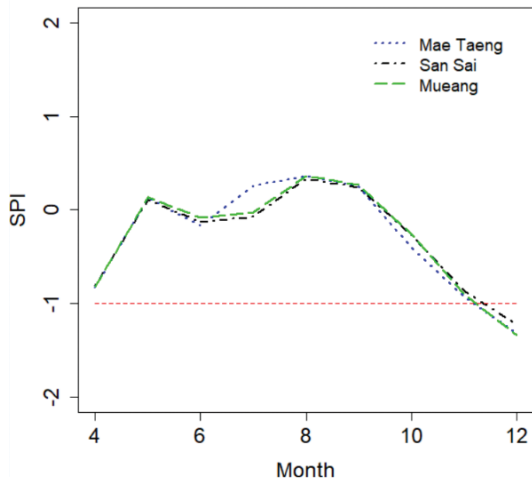
โดยที่  $\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$

$S_1, S_2, \dots, S_{i-1}$  แทน ตัวแปรหุ่นซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1 สำหรับเดือนที่  $i$  และเป็น 0 สำหรับกรณีอื่นๆ

จากตารางที่ 8 เป็นการเปรียบเทียบรูปแบบพยากรณ์ของค่า SPI ของทั้ง 3 สถานี พบว่า รูปแบบพยากรณ์โดยวิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำที่สุดรองลงมาคือ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่ายและวิธีบอกซ์-เจนกินส์ จากการเปรียบเทียบค่า RMSE และ MAPE วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยกับค่า SPI ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 (รูปที่ 6) พบว่า วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยให้ค่าพยากรณ์ที่ใกล้เคียงกับค่าของข้อมูลจริง และตารางที่ 9 แสดงตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับค่า SPI ของแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พยากรณ์ค่า SPI ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ของแต่ละสถานี (รูปที่ 7) พบว่าเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ทุกสถานีมีภาวะความแห้งแล้ง

ตารางที่ 8 ค่า RMSE และ MAPE สำหรับรูปแบบพยากรณ์ของค่า SPI จำแนกตามสถานีตรวจวัดปริมาณฝน

รูปแบบพยากรณ์	แม่แตง		สันทราย		เมือง	
	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE
วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย	0.4402	161.4598	0.4556	105.2531	0.4797	151.0444
วิธีบอกซ์-เจนกินส์	0.5300	197.9000	0.5831	138.3480	0.6120	251.7445
วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย	0.4270	149.7487	0.4419	103.3953	0.46470	145.8404



รูปที่ 7 ค่าพยากรณ์ของค่า SPI โดยวิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอย ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 จำแนกตามสถานีตรวจวัดปริมาณฝน

ในระดับฝนแล้งปานกลาง ขณะที่เดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ทุกสถานีมีภาวะความแห้งแล้งในระดับฝนใกล้เคียงค่าปรกติ

ตารางที่ 9 ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับค่า SPI จำแนกตามสถานีตรวจวัดปริมาณฝน

สถานี	ตัวแบบพยากรณ์
แม่แตง	$\hat{Y}_t = -1.317 + 0.140S_1 - 0.079S_2 + 0.171S_3 + 0.488S_4 + 1.443S_5 + 1.152S_6 + 1.573S_7 + 1.678S_8 + 1.567S_9 + 0.915S_{10} + 0.380S_{11}$
สันทราย	$\hat{Y}_t = -1.225 + 0.033S_1 - 0.062S_2 + 0.101S_3 + 0.413S_4 + 1.331S_5 + 1.100S_6 + 1.156S_7 + 1.557S_8 + 1.462S_9 + 0.952S_{10} + 0.354S_{11}$
เมือง	$\hat{Y}_t = -1.341 + 0.027S_1 - 0.115S_2 + 0.132S_3 + 0.518S_4 + 1.481S_5 + 1.263S_6 + 1.319S_7 + 1.704S_8 + 1.613S_9 + 1.082S_{10} + 0.435S_{11}$

#### 4. อภิปรายผลและสรุป

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับภาวะความแห้งแล้งโดยใช้วิธีตรรกษณ์ความแห้งแล้งของฝนที่ต่างจากค่าปรกติและเปรียบเทียบรูปแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับ

ค่า SPI ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 จากสถานีสำรวจปริมาณฝนของศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีอำเภอแม่แตง สถานีอำเภอสันทราย และสถานีอำเภอเมืองการวิเคราะห์ภาวะความแห้งแล้งพบว่า สถานีอำเภอแม่แตงและสถานีอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ มีภาวะความแห้งแล้งในระดับฝนแล้งรุนแรง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร [2] ที่รายงานว่า ลุ่มน้ำปิงตอนบนจะขาดแคลนน้ำหรือเกิดภัยแล้งมากกว่า ลุ่มน้ำปิงตอนล่าง สำหรับการเปรียบเทียบรูปแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีบอกซ์-เจนกินส์และวิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยพบว่า วิธีตัวแปรหุ่นแบบถดถอยให้ค่า RMSE และ MAPE ต่ำที่สุด การพยากรณ์ค่า SPI ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 พบว่า เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ทุกสถานีจะมีภาวะความแห้งแล้งในระดับฝนแล้งปานกลาง เนื่องจากเดือนธันวาคมอยู่ในช่วงฤดูหนาวทำให้บริเวณภาคเหนือตอนบนมีอากาศเย็นและปริมาณฝนลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา [1] ที่รายงานว่า ช่วงฤดูหนาวถึงฤดูร้อน โดยเริ่มประมาณครึ่งหลังของเดือนตุลาคมเป็นต้นไป บริเวณประเทศไทยตอนบนจะมีปริมาณฝนตกลงลง อย่างไรก็ดีตาม มีค่า MAPE ที่สูงในบางรูปแบบพยากรณ์อาจจะมีสาเหตุมาจากการเลือกรูปแบบพยากรณ์ที่ไม่เหมาะสมกับข้อมูลหรือข้อมูลที่ไม่มีระยะเวลายาวนานเกินไป ดังนั้น สำหรับการศึกษารั้งต่อไปผู้วิจัยจะต้องเลือกรูปแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลมากขึ้นและอาจจะต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับค่า SPI ซึ่งอาจจะได้ขึ้นกับปัจจัยเวลาเพียงอย่างเดียว

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่จัดสรรทุนผู้ช่วยสอน/ผู้ช่วยวิจัย และขอขอบพระคุณ ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Thai Meteorological Department. (2019, March). *Drought* (in Thai). [Online]. Available: <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=71>
- [2] Hydro-Informatics Institute. (2012, February). *Data collection and data analysis for the 25 rivers basin and model for flood and drought in the Ping river basin* (in Thai). [Online]. Available: <https://www.thaiwater.net/web/attachments/25basins/06-ping.pdf>
- [3] T. B. McKee, N. J. Doesken, and J. Kleist, "The relationship of drought frequency and duration on time scale," in *Proceedings Eighth Conference on Applied Climatology*, 1993, pp. 179–184.
- [4] Agro - meteorological Academic Group Meteorological Development Bureau. (2012, January). Study on drought index in Thailand (in Thai). [Online]. Available: [http://www.arcims.tmd.go.th/Research\\_files/ดรรชนีความแห้งแล้งสำหรับประเทศไทย%202555.pdf](http://www.arcims.tmd.go.th/Research_files/ดรรชนีความแห้งแล้งสำหรับประเทศไทย%202555.pdf)
- [5] W. Panichkitkosolkul, "Monthly rainfall amount forecasting of meteorological stations and agrometeorological stations in Northeastern Thailand," *Thai Science and Technology Journal*, vol. 17, no. 2, pp. 1 – 12, 2009 (in Thai).
- [6] W. Keerativibool, "Forecasting the rainfall in Muang, Nan province," *KMUTT Research and Development Journal*, vol. 38, no. 3, pp. 211–223, 2015 (in Thai).
- [7] 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, 2019 (in Thai).
- [8] Hydrology and Water Management Center for Upper Northern Region. (2020, March). *Monthly rainfall data* (in Thai). [Online]. Available: <http://www.hydro-1.net/>
- [9] F. Yusof and F. Hui-Mean, "Use of statistical distribution for drought analysis," *Applied Mathematical Sciences*, vol. 6, no. 21, pp. 1031–1051, 2012.
- [10] T. Chaito, M. Khamkong, and P. Murnta, "Appropriate transformation techniques to determine a modified standardized precipitation index for the Ping River in northern Thailand," *EnvironmentAsia*, vol. 12, no. 3, pp. 32–42, 2019.
- [11] M. Jaithun and K. Khamkong, "Optimal parameter estimation for zero-inflated gamma distributions with application to rainfall data of Yom River in northern Thailand," in *Proceedings of the 13th IMT-GT International Conference on Mathematics, Statistics and their Applications*, 2017 pp. 050021–1–6.
- [12] K. Pakoksung and M. Takagi, "Mixed zero-inflation method and probability distribution in fitting daily rainfall data," *Engineering Journal*, vol. 21, no. 2, pp. 63 – 80, 2016.
- [13] H. Akaike, "Information theory and an extension of the maximum likelihood principle," in *Proceedings of the 2nd International Symposium on Information Theory*, 1973, pp. 267–281.
- [14] G.E.P. Box, G.M. Jenkins, and G.C. Reinsel, *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. New Jersey, Prentice Hall. 1994.
- [15] S. Taesombut, *Quantitative Forecasting*. Bangkok: Kasetsart University Press, 2006 (in Thai).