

ตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนใน
เขตกรุงเทพมหานครและภาคต่างๆของประเทศไทย



นาย นัฐพร อุดมประเสริฐดี
นางสาวเพ็ญพร พัฒนวิชัยกุล
นางสาวอรทัย คำรงค์สุขนิวัฒน์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาสถิติประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 39874
วัน, เดือน, ปี..... ก.ค. 2544

.b.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Statistical Forecasting Model for forecasting quantity of
Rainfall in Bangkok and regions of Thailand



Mr. Nuttaporn Udomprasertdee

Miss Penporn Pattanavichaikul

Miss Orathai Dumrongsukniwat

A special Project submitted in Partial of the
Requirement for the Degree of Bachelor of Science
Department of Applied Statistics
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	ตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและภาคต่างๆของประเทศไทย
นักศึกษา	นาย นัฐพร อุดมประเสริฐดี นางสาวเพ็ญพร พัฒนวิชัยกุล นางสาวอรทัย คำรงค์สุขนิวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. หัตยา เชี่ยววัฒน์
ภาควิชา	สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษนี้ คือ การหาตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย โดยข้อมูลได้มาจาก กรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543 วิเคราะห์ด้วยวิธีต่างๆ ดังต่อไปนี้ การปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว, การปรับเรียบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง, การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์แบบบวกและแบบคูณ และ การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์

ผลการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์แบบบวกเหมาะสมที่จะพยากรณ์อนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง, ภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ และ บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์เหมาะสมที่จะพยากรณ์อนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร และ ภาคตะวันออก

Special Project Title	Statistical Forecasting Model for forecasting quantity of Rainfall in Bangkok and regions of Thailand
Name	Mr. Nuttaporn Udomprasertdee Miss Penporn Pattanavichaikul Miss Orathai Dumrongsukniwat
Special Project Advisor	Ass. Prof. Hattaya Cheawwattaki
Department	Applied Statistics
Academic Year	2000

Abstract

The purpose of this special project is to find the appropriate statistical forecasting model for forecasting quantity of Rainfall in Bangkok and regions of Thailand. The data was from Department of Meteorological collected from January 1995 to June 2000. The techniques of analyzing data are Single Exponential Smoothing Method, Double Exponential Smoothing Method, Winter's Linear and Seasonal Smoothing Method and Box and Jenkins Technique.

The analysis result is that the technique of Winter's Additive Seasonal Smoothing is the best technique to forecast quantity of Rainfall in Central, Northern, Northeastern, the coast of Southeastern and the coast of Southwestern. And the technique of Box and Jenkins is the best technique to forecast quantity of Rainfall in Bangkok and Eastern.

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณในความอนุเคราะห์จากบุคคลหลาย ๆ ท่านในตลอดทุกขั้นตอนของการดำเนินงานและจัดทำ ทำให้สามารถดำเนินงานบรรลุเป้าหมายได้ตามกำหนดเวลาที่วางไว้ ดังต่อไปนี้

- ผศ. หัตยา เขียววัฒน์ และ อาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่าน
- เจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยา ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล

และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของปัญหาพิเศษนี้ ซึ่งไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่าน

นาย นัฐพร อุดมประเสริฐดี

นางสาวเพ็ญพร พัฒนวิชัยกุล

นางสาวอรทัย คำรงค์สุขนิวัฒน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	a
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	b
กิตติกรรมประกาศ	c
สารบัญ	d
สารบัญรูป	f
สารบัญตาราง	m
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์	3
2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับฝน	22
2.3 ชนิดของฝน	23
2.4 การวัดปริมาณน้ำฝน	24
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล	28
3.2 ขั้นตอนดำเนินงาน	28
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์	
4.1 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร	30
4.2 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง	40
4.3 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือ	50
4.4 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออก	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	70
4.6 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเล ตะวันออกเฉียงใต้	80
4.7 การวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเล ตะวันตกเฉียงใต้	90
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก : ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและภาคต่างๆของ ประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	102
ภาคผนวก ข : ผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเล ตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีต่างๆ	110
เอกสารอ้างอิง	128

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
1	ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	30
2	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี Single Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.680$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	31
3	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.730$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	32
4	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี Winter's Additive Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.574$, $\gamma = 0.071$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	33
5	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.457$, $\gamma = 0.066$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	34
6	สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝน ในกรุงเทพมหานคร	35
7	ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของ ปริมาณน้ำฝนในกรุงเทพมหานคร	36
8	ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	37
9	ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	40

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี Single Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.620$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	41
11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.630$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	42
12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี Winter's Additive Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.558$, $\gamma = 0.067$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	43
13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.526$, $\gamma = 0.051$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	44
14 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง	45
15 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง	46
16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	47
17 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	50

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
18 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี Single Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.690$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	51
19 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.664$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	52
20 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี Winter's Additive Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.270$, $\gamma = 0.150$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	53
21 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.600$, $\gamma = 0.050$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	54
22 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือ	55
23 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือ	56
24 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	57
25 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	60
26 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Single Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.615$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	61

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
27 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.625$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	62
28 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Winter's Additive Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.600$, $\gamma = 0.042$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	63
29 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.751$, $\gamma = 0.030$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	64
30 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	65
31 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	66
32 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	67
33 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	70
34 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Single Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.650$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	71
35 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.675$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	72

สารบัญรูป(ต่อ)

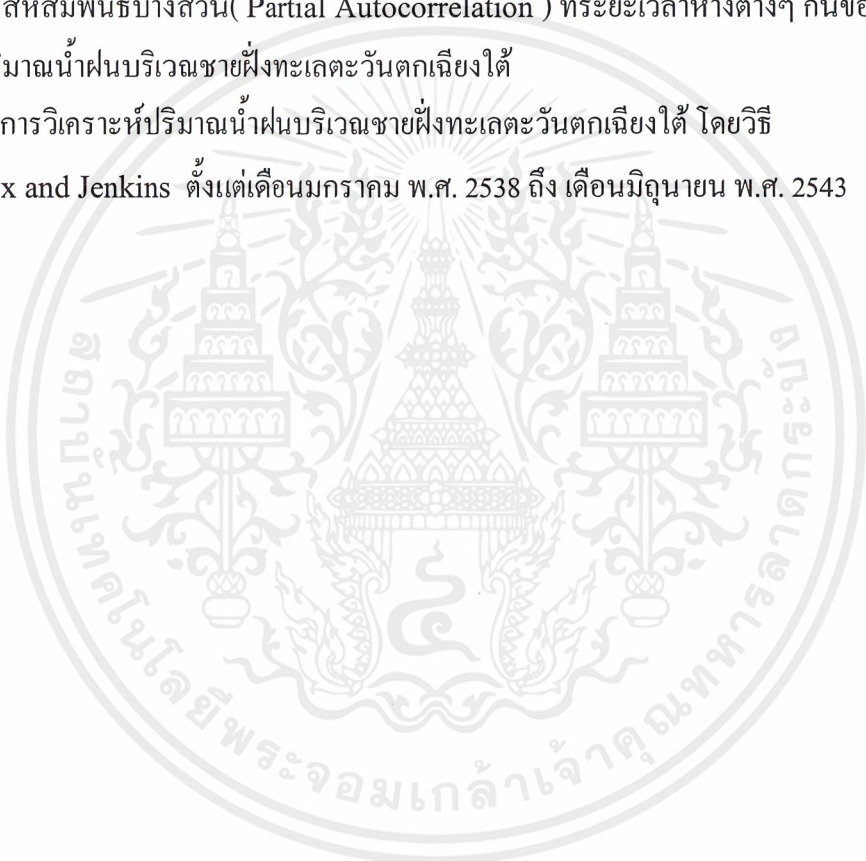
รูปที่	หน้า
36 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Winter's Additive Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.216$, $\Upsilon = 0.143$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	73
37 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.130$, $\Upsilon = 0.081$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	74
38 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	75
39 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	76
40 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	77
41 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	80
42 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี Single Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.535$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	81
43 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.550$ และ $\Upsilon = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	82
44 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี Winter's Additive Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.544$, $\Upsilon = 0.102$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	83

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
45 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.709$, $\gamma = 0.049$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	84
46 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝน บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้	85
47 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน(Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของ ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้	86
48 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	87
49 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	90
50 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี Single Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.63$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	91
51 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี Double Exponential Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.654$ และ $\gamma = 0.001$ ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	92
52 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี Winter's Additive Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.538$, $\gamma = 0.076$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	93
53 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing เมื่อ $\alpha = 0.759$, $\gamma = 0.030$ และ $\beta = 0.001$ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	94

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
54 สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของปริมาณน้ำฝน บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้	95
55 ค่าสหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ กันของ ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้	96
56 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี Box and Jenkins ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	97



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ ARIMA (p , d , q)	14
2 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยวิธีต่าง ๆ ของปริมาณน้ำฝน ในกรุงเทพมหานคร	38
3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยวิธีต่าง ๆ ของปริมาณน้ำฝน ในภาคกลาง	47
4 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยวิธีต่าง ๆ ของปริมาณน้ำฝน ในภาคเหนือ	56
5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยวิธีต่าง ๆ ของปริมาณน้ำฝน ในภาคตะวันออก	65
6 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยวิธีต่าง ๆ ของปริมาณน้ำฝน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	74
7 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยวิธีต่าง ๆ ของปริมาณน้ำฝน บริเวณชายฝั่งตะวันออกเชิงใต้	83
8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยวิธีต่าง ๆ ของปริมาณน้ำฝน บริเวณชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้	92
9 ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	96
10 ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	97
11 ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	98
12 ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออก ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	99

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13 ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	100
14 ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	101
15 ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543	102
16 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว	104
17 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	107
18 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์แบบบวก	110
19 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์แบบคูณ	113
20 ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์	116

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

อุตุนิยมวิทยา เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งว่าด้วยเรื่องราวของบรรยากาศที่หุ้มห่อโลก พฤติภาพของบรรยากาศ ได้แก่ ความร้อนหนาวและการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศไปตามวันเวลาและฤดูกาล เช่น อากาศร้อนจัด หนาวจัดมีฝน พายุ ลูกเห็บ หิมะ หมอกหรือลมแรงเหล่านี้ เป็นต้น ทำให้มนุษย์เริ่มศึกษาค้นคว้าพิจารณาข้อมูลต่างๆของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กันและกันอยู่ ทำให้สามารถรู้ถึงสาเหตุการผันแปรของลมฟ้าอากาศ และสามารถคาดคะเนลักษณะลมฟ้าอากาศล่วงหน้าได้ ตลอดจนพิจารณาหาทางที่จะนำปรากฏการณ์เหล่านี้มาใช้ให้เป็นประโยชน์หรือตัดแปลงให้ลมฟ้าอากาศเป็นประโยชน์ต่อกิจกรรมต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศซึ่งมีอิทธิพลกระทบกระเทือนต่อความเป็นอยู่ของมนุษยชาติและกิจกรรมต่างๆนั้น อาจจำแนกออกได้หลายๆเป็น 3 ส่วน คือ อุณหภูมิ ฝน และลม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตผลต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและฝนมีความสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จหรือสูญเสียในด้านเกษตรกรรม ปริมาณและระยะเวลาที่ฝนตกมีความสำคัญมหาศาลต่อการพลังน้ำและพลังไฟฟ้า

ในด้านของการคมนาคมขนส่งไม่ว่าทางบก ทางเรือ หรือทางอากาศ ลมฟ้าอากาศเป็นปัจจัยสำคัญยิ่ง โดยเฉพาะทางด้านอากาศ นักบินจำเป็นจะต้องทราบลักษณะอากาศของเส้นทางที่จะต้องนำเครื่องบินไป ตลอดจนลักษณะของสนามบินที่จะขึ้นลง เพื่อความปลอดภัยของชีวิต ทรัพย์สินของผู้โดยสาร การขนส่งทางบกและเรือก็เช่นกัน ถ้ามีพายุลมแรงหรือฝนหนักก็เป็นผลเสียหายต่อสินค้าและทำให้การขนส่งเป็นไปโดยลำบากและล่าช้า ฉะนั้น เวลาปฏิบัติการและสภาพของอากาศจำเป็นจะต้องดำเนินให้เป็นไปโดยเหมาะสม เพื่อความปลอดภัยและประหยัดค่าใช้จ่ายในการคมนาคมขนส่ง

ส่วนในด้านของการเกษตรกรรม ในประเทศไทยน้ำฝนเป็นปัจจัยที่จำเป็นมากกว่าปัจจัยอื่นๆ การเพาะปลูกกว่า 80 % ยังคงต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก เนื่องจากระบบจัดการน้ำหรือระบบชลประทานยังมีในพื้นที่ค่อนข้างจำกัด การปลูกพืชของเกษตรกรจึงต้องมีอัตราเสี่ยงต่อความผันแปรของปริมาณและการกระจายของฝนในแต่ละปี ซึ่งบางปีปริมาณฝนมากเกินไปจนเกิดภาวะน้ำท่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉับพลัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดสภาวะง่วงช่วงยาวนานเกินไป 4 สัปดาห์ขึ้นไปในช่วงกลางฤดูเพาะปลูกจะได้รับผลกระทบมาก เนื่องจากเป็นช่วงที่พืชต้องการน้ำมากเพื่อสร้างผลผลิต ฉะนั้นสำหรับเกษตรกรที่อยู่นอกเขตชลประทาน การเพาะปลูกต้องอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ในภาวะเช่นนี้ เกษตรกรจำเป็นต้องช่วยเหลือตัวเองในการจัดการน้ำในช่วงที่มีฝนตกน้อยหรือมีปริมาณฝนไม่พอเพียงสำหรับการปลูกพืช เพื่อให้พืชได้เจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอตลอดฤดูการเพาะปลูก พร้อมทั้งให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพของผลผลิตดีตามความต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อหาตัวแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและแต่ละภาคของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ผู้จัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ต้องการศึกษเกี่ยวกับตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร และในแต่ละภาคของประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วย ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ และ ชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้

ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลรายเดือน ระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อที่จะได้นำตัวแบบจำลองการพยากรณ์ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและแต่ละภาคของประเทศไทย
2. ทำให้ทราบปริมาณน้ำฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในแต่ละท้องที่
3. ทำให้ทราบความเป็นไปของสภาวะฝนว่า เกิดขึ้นและเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรในแต่ละช่วงของปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์อนุกรมเวลา เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวหรือพฤติกรรมของข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อจะสร้างตัวแบบจำลอง (Model) สำหรับพยากรณ์ค่าอนุกรมเวลา วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลามีหลายวิธี สำหรับปัญหาพิเศษฉบับนี้จะใช้เทคนิคต่างๆดังต่อไปนี้

1. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)
2. การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)
3. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก
4. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ
5. เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์ และ เจนกินส์

2.1.1 การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) โดยการเคลื่อนน้ำหนักข้อมูลหรือค่าสังเกตในอดีตให้ลดลงแบบเรขาคณิตคือ ให้น้ำหนักแก่ข้อมูลที่ใกล้กับเวลาพยากรณ์มากกว่าข้อมูลที่ไกลออกไป การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล มีหลายแบบขึ้นอยู่กับตัวแบบอนุกรมเวลาที่ใช้พยากรณ์ ได้แก่

- การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing) เมื่อตัวแบบอนุกรมเวลาเป็นแบบคงที่
- การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing) เมื่อตัวแบบอนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นแบบเชิงเส้น

จากลักษณะของตัวแบบอนุกรมเวลาดังกล่าวนี้ หมายความว่า อนุกรมเวลาประกอบด้วย ปัจจัย แนวโน้ม และปัจจัยสุ่ม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านฤดูกาลมาเกี่ยวข้องด้วย

2.1.1.1 การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

วิธีนี้เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการกระจายรอบค่าคงที่หนึ่ง คือ ตัวแบบอนุกรมเวลาเป็นแบบคงที่ ไม่มีแนวโน้ม

ตัวแบบอนุกรมเวลา

$$X_t = \beta_0 + \varepsilon_t$$

นิยามทางคณิตศาสตร์สำหรับการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว คือ

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

และ

$$S_t = a_t$$

เมื่อ S_t คือ ค่าของการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว ณ คาบเวลา t ของข้อมูล

X_t, X_{t-1}, \dots เรียกค่านี้ว่า ค่าประมาณทำให้เรียบหรือสถิติทำให้เรียบ (smoothed estimate or smoothed statistic)

α คือ ค่าคงที่ทำให้เรียบ เป็นค่าที่กำหนดน้ำหนักของการเฉลี่ย โดย $0 < \alpha < 1$

a_t คือ ค่าประมาณของ β_0

ค่าพยากรณ์ ณ คาบเวลา $t+1$ คือ

$$F_{t+1} = a_t = S_t$$

2.1.1.2 การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

2.1.1.2.1 การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้งวิธีของบราวน์ (Double Exponential Smoothing : Brown's Method)

วิธีนี้เหมาะสมสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเชิงเส้นตรง

ตัวแบบอนุกรมเวลา

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้ม จึงต้องปรับฐานของจุดที่เริ่มพยากรณ์ โดยสรุปเป็นสูตรต่างๆ ดังนี้

$$S_t^{(2)} = \alpha S_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(2)}$$

เมื่อ $S_t^{(2)}$ คือ ค่าปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง ณ คาบเวลา t

S_t คือ ค่าปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว ณ คาบเวลา t

α คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบที่กำหนดน้ำหนักของการเฉลี่ย โดย $0 < \alpha < 1$

a_t และ b_t คือ ค่าประมาณของ β_0 และ β_1 ณ คาบเวลา t ตามลำดับ

$$a_t = 2S_t - S_t^{(2)}$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S_t - S_t^{(2)})$$

ค่าพยากรณ์ ณ คาบเวลา $t + T$ คือ

$$F_{t+T} = a_t + b_t T$$

การหาค่าเริ่มต้น

เมื่อ $t = 0$;

$$a_0 = 2S_0 - S_0^{(2)}$$

$$b_0 = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S_0 - S_0^{(2)})$$

หาค่า S_0 และ $S_0^{(2)}$ ในเทอมของค่าประมาณเริ่มต้น a_0 และ b_0 ได้คือ

$$S_0 = a_0 - \frac{\alpha}{1-\alpha} b_0$$

$$S_0^{(2)} = a_0 - 2 \frac{\alpha}{1-\alpha} b_0$$

ในการหาค่า S_0 และ $S_0^{(2)}$ จะต้องทราบค่าสถิติปรับเรียบเริ่มต้น a_0 และ b_0 โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด คือ

$$b_t = \frac{n \sum tx_t - \sum x_t \sum t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$a_t = \frac{\sum x_t}{n} - b_t \frac{\sum t}{n}$$

2.1.1.2.2 การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้งวิธีของโฮลท์ (Double

Exponential Smoothing : Holt's Method) วิธีนี้มีหลักการคล้ายวิธีของบราวน์ แต่จะแยกทำให้ค่าแนวโน้มเรียบ โดยการใช้ค่าคงที่ทำให้เรียบสองตัวที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 คือ α และ γ

ตัวแบบอนุกรมเวลา

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$$

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

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

เมื่อ S_t คือ ค่าประมาณของ β_0 ซึ่งเป็นค่าปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว ณ เวลา t สำหรับปรับข้อมูลให้เรียบ

b_t คือ ค่าประมาณของ β_1 ซึ่งเป็นค่าปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลครั้งเดียว ณ เวลา t สำหรับปรับข้อมูลให้เรียบ
 α และ γ คือ ค่าคงที่ทำให้เรียบ

ค่าพยากรณ์ ณ คาบเวลา $t + T$ คือ

$$F_{t+T} = S_t + b_t T$$

การกำหนดค่าเริ่มต้น

ค่าประมาณค่าทำให้เรียบเริ่มต้น $S_t = X_t$

ค่าประมาณแนวโน้ม $b_t = X_2 - X_1$

หรือ

$$b_t = \frac{(X_2 - X_1) + (X_3 - X_2) + (X_4 - X_3)}{3}$$

2.1.2 การปรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบเส้นตรงและมีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล เหมาะสำหรับพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง และมีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ลักษณะการเกิดฤดูกาลจำแนกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

- ฤดูกาลแบบคูณ (Multiplicative Seasonal) ข้อมูลจะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นสัดส่วนกับแนวโน้ม
- ฤดูกาลแบบบวก (Additive Seasonal) ข้อมูลจะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราคงที่

2.1.2.1 วิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาของวินเตอร์ที่มีฤดูกาลแบบคูณ (Multiplicative Seasonal)

ตัวแบบอนุกรมเวลา

$$X_t = (\beta_0 + \beta_1 t) * SN_t + \varepsilon_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อ X_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t
 β_0, β_1 คือ พารามิเตอร์
 SN_t คือ ปัจจัยฤดูกาล (Seasonal factor) เป็นปัจจัยที่ปรับสำหรับฤดูกาล
 ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (มีค่าเท่ากับ 0 ถ้าข้อมูลยังไม่เกิด)
 S_t, b_t และ I_t คือ ค่าประมาณของ β_0, β_1 และ SN_t ตามลำดับ

วิธีการของวินเตอร์แบบคูณประกอบด้วยสมการในการปรับเรียบ 3 สมการ ได้แก่

สมการปรับเรียบโดยส่วนรวม

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

สมการปรับแนวโน้มเส้นตรง

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

สมการปรับฤดูกาล

$$I_t = \frac{\beta X_t}{S_t} + (1 - \beta)I_{t-L}$$

สมการสำหรับการพยากรณ์

$$F_{t+\tau} = (S_t + b_t\tau) I_{t-L+\tau}$$

- เมื่อ L คือ ระยะเวลาของฤดูกาล
 b_t คือ ความชันของเส้นตรง
 I_t คือ ปัจจัยฤดูกาล ณ เวลา t
 $F_{t+\tau}$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t โดยพยากรณ์ล่วงหน้า τ คาบเวลา
 α, β และ γ คือ ค่าคงที่ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 วิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาของวินเตอร์ที่มีฤดูกาลแบบบวก (Additive Seasonal)

ตัวแบบอนุกรมเวลา

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + SN_t + \varepsilon_t$$

เมื่อ X_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

β_0, β_1 คือ พารามิเตอร์

SN_t คือ ปัจจัยฤดูกาล (Seasonal factor) เป็นปัจจัยที่ปรับสำหรับฤดูกาล

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (มีค่าเท่ากับ 0 ถ้าข้อมูลยังไม่เกิด)

S_t, b_t และ I_t คือ ค่าประมาณของ β_0, β_1 และ SN_t ตามลำดับ

วิธีการของวินเตอร์แบบบวกประกอบด้วยสมการในการปรับเรียบ 3 สมการ ได้แก่

สมการปรับเรียบโดยส่วนรวม

$$S_t = \alpha(X_t - I_{t-L}) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

สมการปรับแนวโน้มเส้นตรง

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

สมการปรับฤดูกาล

$$I_t = \beta(X_t - S_t) + (1 - \beta)I_{t-L}$$

สมการสำหรับการพยากรณ์

$$F_{t+\tau} = S_t + b_t \tau + I_{t-L+\tau}$$

เมื่อ L คือ ระยะเวลาของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b_t คือ ความชันของเส้นตรง

I_t คือ ปัจจัยฤดูกาล ณ เวลา t

$F_{t+\tau}$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t โดยพยากรณ์ล่วงหน้า τ คาบเวลา

α , β และ γ คือ ค่าคงที่ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

การกำหนดค่า α , β และ γ มีหลักการเช่นเดียวกันกับการกำหนด α ในการปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลทั่วไป คือ α , β และ γ ที่ให้ค่าผลบวกกำลังสองค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำสุดจะเป็นค่า α , β และ γ ที่ดีที่ใช้ในการปรับเรียบตามวิธีของวินเตอร์ โดยจะเริ่มค่า α , β และ γ ให้อยู่ระหว่าง 0.01 และ 0.30

2.1.3 เทคนิคการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method) การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and jenkins) แตกต่างจากเทคนิคทำให้เรียบ คือ ไม่ได้กำหนดตัวแบบก่อนการวิเคราะห์ แต่เลือกตัวแบบจากการพิจารณาลักษณะของสหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) และ สหสัมพันธ์ในตนเองส่วนย่อย (Partial autocorrelation) ของอนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะสมดุลย์ (Stationary) โดยบ็อกซ์และเจนกินส์สร้างตัวแบบเคลื่อนที่ (Moving average Model) ตัวแบบการถดถอยในตนเอง (Autoregressive Model) และ ตัวแบบผสมการถดถอยในตนเองกับเคลื่อนที่ (Mixed Autoregressive Moving average Model)

การแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นกระบวนการสเตชันนารี

กระบวนการสเตชันนารี มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ ถ้าขาดคุณสมบัติดังกล่าวจะต้องแปลงกระบวนการให้เป็นแบบสเตชันนารี ซึ่งมี 2 กรณี คือ

2.1.3.1 กรณีค่าเฉลี่ยไม่คงที่เปลี่ยนไปตามเวลา ถ้าอนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปตามเวลาโดยที่ความแปรปรวนคงที่ และอนุกรมเวลานี้ไม่มีฤดูกาล สามารถแปลงอนุกรมเวลานี้ให้เป็นอนุกรมเวลาสเตชันนารี โดยการหาค่าแตกต่างดังนี้

ค่าแตกต่างครั้งที่หนึ่ง (First differences) แทนด้วย ∇X_t และ

$$\nabla X_t = X_t - X_{t-1} \quad \text{สำหรับ } t = 1, 2, \dots, n$$

ค่าแตกต่างครั้งที่สอง (Second differences) แทนด้วย $\nabla^2 X_t$ และ

$$\begin{aligned} \nabla^2 X_t &= \nabla(\nabla X_t) \\ &= (X_t - X_{t-1}) - (X_{t-1} - X_{t-2}) \end{aligned}$$

สำหรับ $t = 3, 4, \dots, n$

$\nabla^d X_t$ แทนผลต่างครั้งที่ d ได้จากการหาค่าแตกต่างเป็นลำดับจากค่าแตกต่างครั้งก่อน ๆ

ถ้าอนุกรมเวลามีฤดูกาลด้วย การหาค่าแตกต่างฤดูกาล จะหาค่าแตกต่างของค่าอนุกรมเวลาที่อยู่ห่างกันเท่ากับความยาวของฤดูกาล s และแทนด้วย $\nabla_s X_t$

ค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่หนึ่ง คือ

$$\nabla_s X_t = X_t - X_{t-s}$$

เช่น ข้อมูลรายงวด $s=4$

ค่าแตกต่างครั้งที่หนึ่ง คือ $\nabla_4 X_t = X_t - X_{t-4}$

ค่าแตกต่างครั้งที่สอง คือ $\nabla_4^2 X_t = \nabla_4(X_t - X_{t-4})$

$$= (X_t - X_{t-4}) - (X_{t-4} - X_{t-8})$$

$$= X_t - 2X_{t-4} + X_{t-8}$$

และค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ D แทนด้วย $\nabla_s^D X_t$

ในบางครั้งอาจต้องหาค่าแตกต่างแบบไม่มีฤดูกาลและแบบมีฤดูกาลด้วย เมื่อค่าเฉลี่ยไม่มีฤดูกาลและมีฤดูกาลมีการเปลี่ยนแปลงไป กรณีเช่นนี้จะต้องหาค่าแตกต่างทั้งแบบไม่มีฤดูกาลและแบบมีฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแตกต่างครั้งที่ d แบบไม่มีฤดูกาล เมื่อหาร่วมกันกับค่าแตกต่างอย่างมีฤดูกาลครั้งที่ D แทนด้วยสัญลักษณ์ $\nabla_S^D \nabla^d X_t$

เมื่อ D แทนอันดับของค่าแตกต่างฤดูกาล

d แทนอันดับค่าแตกต่างไม่มีฤดูกาล

S แทนความยาวของฤดูกาล

สัญลักษณ์ที่ใช้แทน ∇ อีกสัญลักษณ์หนึ่งคือ $1 - B$ เรียก B ว่า Back Shift Operator โดย

$$BX_t = X_{t-1}$$

$$B^2 X_t = B(BX_t) = BX_{t-1} = X_{t-2}$$

เมื่อย้อนหลังไป k หน่วยเวลา จะแทนด้วย

$$B^k X_t = X_{t-k}$$

และค่าแตกต่างครั้งที่ d เท่ากับ $(1 - B)^d X_t$

2.1.3.2 กรณีความแปรปรวนเปลี่ยนไปตามเวลา การเปลี่ยนแปลงกระบวนการที่ความแปรปรวนไม่คงที่ แปลงได้หลายวิธี ขึ้นกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความแปรปรวน ถ้าความแปรปรวนเป็นสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา โดยที่ค่าเฉลี่ยอนุกรมเวลาเพิ่มขึ้น หรือ ลดลงอย่างคงที่ ก็ควรแปลงด้วยล็อกการิทึม ($\ln x_t$) วิธีอื่นๆ ที่จะแปลงให้ค่าคงที่ความแปรปรวนคงที่ เช่น แปลงด้วยรากที่สอง, แปลงด้วยการกลับเศษเป็นส่วน, แปลงด้วยรากที่สี่ เป็นต้น

ในอนุกรมเวลาชุดหนึ่งๆ อาจมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนไม่คงที่ทั้งสองอย่างควรแปลงให้ความแปรปรวนคงที่ก่อนจะแปลงค่าเฉลี่ยให้คงที่

การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคบ็อกซ์และเจนกินส์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

- ขั้นที่ 1** ขั้นการหาตัวแบบ (Identification) เป็นการกำหนดตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมที่ต้องการพยากรณ์
- ขั้นที่ 2** ขั้นการประมาณค่า (Estimation) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ
- ขั้นที่ 3** ขั้นตรวจสอบตัวแบบ (Diagnostic Check) เป็นการตรวจว่าตัวแบบเหมาะสมกับข้อมูลหรือไม่
- ขั้นที่ 4** ขั้นพยากรณ์ (Forecasting) ใช้ตัวแบบที่เหมาะสมพยากรณ์ค่าของข้อมูลในอนาคต

ขั้นที่ 1 การค้นหาตัวแบบ

ตัวแบบทั่วไป คือ ARIMA (p,d,q)

$$(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - B)^d X_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) a_t$$

เมื่อ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล

(Nonseasonal Autoregressive Parameter)

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบปกติไม่มีฤดูกาล

(Nonseasonal Moving Average Parameter)

a_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบ ARIMA (p,d,q)

กระบวนการ	ACF	PACF
AR (p)	ลดลงแบบเอกซโพเนนเชียล หรือ คลื่นรูป sine	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน p
MA (q)	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน q	ลดลงแบบเอกซโพเนนเชียล หรือ คลื่นรูป sine
ARMA (p,q)	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน q	ตัดออกหลังคาบเวลาที่ต่ำกว่ากัน p

ACF แทน สหสัมพันธ์ในตัวเอง

PACF แทน สหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย

ตารางการหาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง

$$r_k = \frac{\sum_{t=a}^{n-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z})}{\sum_{t=a}^n (z_t - \bar{z})^2}$$

เมื่อ \bar{z} เป็นค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$

$$\bar{z} = \frac{\sum_{t=a}^n z_t}{n - a + 1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรการหาฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน

$$r_{kk} = r_1 \quad \text{เมื่อ } k = 1$$

$$r_{kk} = \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j} r_j} \quad \text{เมื่อ } k = 2, 3, \dots$$

โดย $r_{kj} = r_{k-1,j} - r_{kk} r_{k-1,j}$ สำหรับ $j = 1, 2, \dots, k-1$

ขั้นที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์

เมื่อได้รูปแบบจากขั้นที่ 1 แล้ว จากนั้นก็จะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

หลังจากที่ได้ประมาณค่าพารามิเตอร์แล้ว จำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบว่าตัวแบบที่เลือกนั้นสามารถใช้เป็นตัวแบบในการพยากรณ์ได้ดีหรือไม่ มีวิธีตรวจสอบโดยใช้สถิติบ็อกซ์-เพียร์ซไคสแควร์ (Box-Pierce Chi-Square Statistics) เป็นการแจกแจงแบบไคสแควร์ของค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองของความคลาดเคลื่อน (Autocorrelation of residual)

สมมติฐานของการทดสอบ

H_0 : ไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่ากัน k คาบเวลา หรือสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับศูนย์

H_1 : มีสหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่ากัน k คาบเวลา หรือสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากับศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

สัญลักษณ์ Q แทน สถิติบ็อกซ์-เพียร์ซ ไคสแควร์

$$Q = (N - d) \sum_{i=1}^k r_i^2(e_i) \quad \text{กรณีข้อมูลไม่มีความผันแปรของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง}$$

หรือ

$$Q = (N - d - D) \sum_{i=1}^k r_i^2(e_i) \quad \text{กรณีข้อมูลมีความผันแปรของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง}$$

เมื่อ N คือ จำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา

d คือ จำนวนอันดับของการหาค่าความแตกต่างที่ไม่มีฤดูกาลทำให้อนุกรมอยู่ในสถานะสมดุลย์

k คือ จำนวนคาบเวลาที่ต่ำกว่ากันของสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อน

$r_i^2(e_i)$ คือ กำลังสองของสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อน

D คือ จำนวนอันดับของการหาค่าความแตกต่างฤดูกาลที่ทำให้อนุกรมอยู่ในสถานะสมดุลย์

หากค่า Q ที่คำนวณได้น้อยกว่าที่ $\chi^2_{0.05}$ องศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $k \cdot np$ จะยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่า k คาบเวลา แสดงว่าตัวแบบที่ใช้เหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนั้นเมื่อ np คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

ขั้นที่ 4 การพยากรณ์ข้อมูล

เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจึงทำการพยากรณ์ สำหรับวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ใช้ได้สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 คาบเวลา

ตัวแบบสำหรับการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์

1. อนุกรมเวลาไม่มีการผันแปรตามฤดูกาล
2. อนุกรมเวลามีการผันแปรตามฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำแนกตัวแบบอนุกรมเวลาได้ 6 ประเภท คือ

1. กระบวนการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับ p

(Nonseasonal Autoregressive Process of Order: AR(p))

เป็นกระบวนการอนุกรมเวลาที่ค่าปัจจุบัน X_t แทนได้ด้วยฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าในอดีตกับค่าความรบกวนสุ่ม a_t โดยอนุกรมเวลา $\{X_t\}$ เป็นอนุกรมเวลาที่อยู่ในภาวะเสถียร

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตัวเองอันดับ p คือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

เมื่อ $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล

(Nonseasonal Autoregressive Parameter)

a_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่อยู่ในสภาวะเสถียรทั้งความแปรปรวนและค่าเฉลี่ย

ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 คาบเวลา

$$\chi_n(1) = (1 - \phi_1)\mu + \phi_1 \chi_n$$

ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า h คาบเวลาคือ

$$\chi_n(h) = (1 - \phi_1)\mu + \phi_1 \chi_n(h-1) \quad , \quad h > 1$$

2. กระบวนการเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q

(Nonseasonal Moving Average Process of Order q : MA (q))

เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลปัจจุบันกับค่าความคลาดเคลื่อนของอนุกรมเวลาในอดีตที่ห่างกัน q หน่วยเวลา

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q คือ

$$Z_t = \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

เมื่อ $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนที่แบบปกติไม่มีฤดูกาล

(Nonseasonal Moving Average Parameter)

a_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะเสถียรทั้งความแปรปรวนและค่าเฉลี่ย

ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 คาบเวลา

$$\hat{X}_n(1) = \mu - \theta_1 a_n$$

ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า h คาบเวลา

$$\hat{X}_n(h) = \mu, \quad h > 1$$

3. กระบวนการผสมการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับ p กับการเคลื่อนที่

เคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q

ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตนเองอันดับ p กับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q คือ

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} + a_t$$

เมื่อ $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบปกติไม่มีฤดูกาล

(Nonseasonal Moving Average Parameter)

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาล

(Nonseasonal Autoregressive Parameter)

a_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะเสถียรทั้งความแปรปรวนและค่าเฉลี่ย

ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 คาบเวลา

$$\hat{X}_n(1) = (1 - \phi_1)\mu + \phi_1 X_n - \theta_1 X_n$$

ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า h คาบเวลา

$$\hat{X}_n(h) = (1 - \phi_1)\mu + \phi_1 X_n(h-1), \quad h > 1$$

4. กระบวนการถดถอยในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับ p

(Seasonal Autoregressive Process of Order P : SAR (P))

เป็นกระบวนการอนุกรมเวลาที่ค่าปัจจุบัน X_t แทนได้ด้วยฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าความรบกวน a_t โดยที่อนุกรมเวลา $\{X_t\}$ เป็นอนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะเสถียร

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตนเองอันดับ P คือ

$$Z_t = \Phi_1 Z_{t-1} + \dots + \Phi_p Z_{t-p} + a_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบมีฤดูกาล

(Seasonal Autoregressive Parameter)

a_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t

5. กระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ Q

(Seasonal Autoregressive Average Process of Order Q : SMA (Q))

ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับ Q คือ

$$Z_t = \Theta_1 a_{t-1} + \dots + \Theta_Q a_{t-Q} + a_t$$

เมื่อ $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_Q$ คือ พารามิเตอร์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล

(Seasonal Moving Average Parameter)

a_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t

6. กระบวนการถดถอยในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับ P ผสมกับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ Q

ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

เมื่อกำหนดให้ $Z_t = X_t - \mu$

จะได้กระบวนการหรือตัวแบบ (Model) การถดถอยในตนเองอันดับ P กับการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ Q คือ

$$Z_t = \Phi_1 Z_{t-1} + \Phi_2 Z_{t-2} + \dots + \Phi_p Z_{t-p} - \Theta_1 a_{t-1} - \Theta_2 a_{t-2} - \dots - \Theta_Q a_{t-Q} + a_t$$

เมื่อ $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_Q$ คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาล

(Seasonal Moving Average Parameter)

$\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$ คือ พารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองแบบมีฤดูกาล

(Seasonal Autoregressive Parameter)

a_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t

Z_t คือ อนุกรมเวลาที่อยู่ในสถานะเสถียรทั้งความแปรปรวนและค่าเฉลี่ย

หากมีตัวแบบที่สามารถใช้พยากรณ์ข้อมูลได้หลายตัวแบบ จะเลือกตัวแบบที่มีค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน (MSE) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ต่ำ โดย ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน (MSE)

$$MSE = \sum_{t=1}^m (e_{n+t})^2 / m$$

ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE)

$$MAPE = (100/M) \times \left\{ \sum_{t=1}^m |e_{n-t}/z_{n+t}| \right\}$$

เมื่อ e_{n-t} คือ ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ค่าสังเกตในอนาคต

Z_{n+t} คือ ค่าสังเกตจริง

m คือ จำนวนเทอมของค่าคลาดเคลื่อนที่ใช้คำนวณ

การพิจารณาเลือกตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์อนุกรมเวลา ต้องคำนึงถึง คือ

1. พิจารณาค่าสถิติบอกซ์-เพียร์ ไคสแควร์ เปรียบเทียบกับค่าไคสแควร์ที่มีระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 และ องศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $k-np$ ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อของการตรวจสอบตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกสมการพยากรณ์จากข้อ 1. แล้วพิจารณาค่าผลบวกกำลังสองของค่าคลาดเคลื่อน (MSE) และ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ควรเลือกวิธีพยากรณ์ที่มีค่า MSE และ MAPE น้อยที่สุด หากค่าทั้งสองของแต่ละวิธีมีค่าใกล้เคียงกันควรเลือกวิธีพยากรณ์ที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์จำนวนน้อยกว่า

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับฝน

ฝน (Rain)

หยาดน้ำฟ้าชนิดหนึ่งที่รวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้นจนมีน้ำหนักมากกว่าแรงต้านทานของกระแสอากาศที่ไหลขึ้น จึงตกลงมาเป็นเม็ดเล็กๆ ส่วนมากจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางโตประมาณ 0.5 มิลลิเมตร (มม.)ขึ้นไป แต่ถ้าฝนตกแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างขนาดของเม็ดฝนอาจมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 0.5 มม. ตามธรรมดาเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของเม็ดฝนจะมีค่าประมาณ 2 มม.

การเกิดฝน

ฝนโดยปรกติเกิดจากเมฆที่หนาทึบพอสมควร โดยมีอากาศลอยสูงขึ้นตามระบบการพาความร้อนหรือการเบียดตัวเข้าหากันของอากาศเป็นตัวหล่อเลี้ยง อันเป็นผลมาจากการแผ่รังสีความร้อนหรือการเย็นตัวของผิวโลกและบรรยากาศไม่เท่ากันหรือจากสิ่งก้ำกั๋งของภูมิประเทศ เมื่ออากาศขึ้นลอยตัวขึ้นและเย็นลง ไอน้ำในอากาศจะกลั่นตัวกลายเป็นเมฆ ธรรมดาไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นเมฆต่อเมื่อมีอนุภาคเล็กๆอยู่เป็นจำนวนมากพอและไอน้ำจะเกาะบนอนุภาคเหล่านั้นรวมกันทำให้เห็นเป็นเมฆ เมฆจะกลายเป็นฝนได้ก็ต่อเมื่อมีอนุภาคแข็งตัวหรือเม็ดน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งจะต้องดึงเม็ดน้ำขนาดเล็กมารวมตัวกันจนเกิดเป็นเม็ดฝน ความรู้ในการรวมตัวนี้ยังไม่มีใครทราบอย่างสมบูรณ์ แต่ในขณะนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งทฤษฎีใหญ่ๆของการรวมตัวของเม็ดเมฆจนเกิดเป็นฝนไว้ 2 กรรมวิธี คือ

- กรรมวิธีของการชนกันแล้วรวมตัวกัน (collision – coalescence process) กรรมวิธีจับตัวรวมกัน (capture process) หรือ กรรมวิธีของฝนในเขตร้อน (warm rain process)
- กรรมวิธีผลึกน้ำแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ชนิดของฝน

ฝนเมื่อพิจารณาตามสาเหตุที่เกิดขึ้น มี 4 ชนิด คือ

1. ฝนที่เกิดจากการพาความร้อน (convective rain) เกิดขึ้นจากการลอยตัวสูงขึ้นของอากาศที่อุ่นกว่าและเบากว่าอากาศซึ่งอยู่รอบๆ ความแตกต่างของอุณหภูมิอาจมีผลมาจากการที่ผิวโลกได้รับความร้อนไม่เท่ากัน ฝนชนิดนี้มักจะตกเป็นบริเวณแคบๆ และตกเพียงระยะสั้นๆ อาจตกหนักแต่หยุดเร็วและอาจมีพายุฟ้าคะนองได้ ส่วนมากมักจะตกอยู่ในช่วงระยะเวลา ระหว่างบ่ายถึงค่ำ ประเทศไทยมีโอกาสที่จะมีฝนชนิดนี้ได้เกือบทุกวัน ในระยะตั้งแต่เดือน พฤษภาคม – ตุลาคม ซึ่งเป็นระยะที่อากาศมีความชื้นมาก เฉพาะภาคใต้เนื่องจากมีทะเล ล้อมรอบ จึงอาจมีฝนชนิดนี้ได้เกือบตลอดทั้งปี แต่ส่วนใหญ่จะมีฝนตกอยู่ทางฝั่งรับลมเท่านั้น
2. ฝนภูเขา (orographic rain) เกิดจากการยกตัวของอากาศไปบนภูเขาที่ขวางกั้น ฝนจะตกทางซีกเขาด้านรับลม ส่วนทางซีกเขาด้านปลายลม อาจมีฝนที่ถูกลมพัดเลยไปตกได้บ้าง แต่ก็มีเพียงจำนวนน้อย เรียกพื้นที่ทางด้านปลายลมว่า “พื้นที่อับฝน” ดังนั้น จังหวัดที่อยู่ทางซีกเขาด้านปลายลมจึงมีฝนตกน้อย เช่น ที่จังหวัดตากและจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งมีเทือกเขาตะนาวศรี ตั้งขวางทางลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อยู่ ส่วนจังหวัดที่อยู่ทางซีกเขาด้านรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีฝนตกมาก เช่น ที่จังหวัดระนอง จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด
3. ฝนพายุหมุน (cyclonic rain) เกิดจากการยกตัวของอากาศที่สอบเข้าหากัน เข้าสู่หย่อมความอากาศต่ำหรือพายุหมุน ทำให้มีฝนตกหนักถึงหนักมากแผ่เป็นบริเวณกว้างและอาจตกติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน 2-3 วัน ตามเส้นทางที่พายุเคลื่อนผ่าน ประเทศไทยมีโอกาสที่พายุนี้จะเคลื่อนผ่านเข้ามาทางตอนบนของประเทศได้ ในช่วงระหว่างเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม ส่วนในภาคใต้และอ่าวไทย มีช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม โดยเฉลี่ยแล้วจะมีพายุหมุนผ่านเข้ามาปีละ 3-4 ลูก ส่วนใหญ่จะเป็นพายุดีเปรสชัน ฝนจากพายุหมุนนี้เป็นตัวการที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นในประเทศไทย

4. ฝนแนวอากาศ (frontal rain) เกิดจากแนวอากาศ 2 ชนิด เคลื่อนตัวมาพบกัน อากาศของมวลทั้ง 2 ชนิด จะไม่ปนกันทันที แต่จะทำให้เกิดแนวหรือขอบเขตระหว่างมวลอากาศทั้ง 2 ชนิด มวลอากาศเย็นซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าและหนักกว่ามวลอากาศร้อนจะดันมวลอากาศร้อนให้ลอยขึ้น ทำให้เกิดเป็นเมฆต่างๆเกิดพายุและฝนได้ แนวหรือขอบเขตที่มวลอากาศทั้ง 2 ชนิด มาพบกันนี้ เรียกว่า “แนวอากาศ” แนวอากาศนี้อาจจะมีเขตกว้างจาก 20-40 กม. ประเทศไทยไม่มีฝนแนวอากาศ แต่มีปรากฏการณ์คล้ายกับแนวอากาศเกิดขึ้นทางตอนบนของประเทศ มีลักษณะไม่เป็นแนวชัดเจนเหมือนในละติจูดสูงๆ ส่วนมากเกิดในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม – พฤศจิกายนและระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ซึ่งเป็นระยะที่กระแสอากาศเย็นจากประเทศจีนได้เคลื่อนตัวมาสู่ประเทศไทยตอนบนเป็นครั้งคราวและเป็นระยะที่ประเทศไทยยังคงมีอากาศค่อนข้างร้อนอยู่ ทั้งยังมีความชื้นมากพอจะทำให้เกิดฝนตกได้

2.4 การวัดปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสิ่งหนึ่งในอุตุนิยมวิทยา เพราะฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการกสิกรรมและอื่นๆ ฝนถ้ามีมากเกินไปก็ทำให้เกิดน้ำท่วม แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าเกิดฝนน้อยเกินไปก็จะทำให้เกิดความแห้งแล้งขึ้นได้ การวัดปริมาณน้ำฝนใช้วัดความสูงของจำนวนฝนที่ตกลงมาจากท้องฟ้า โดยให้น้ำฝนตกลงในภาชนะโลหะ ซึ่งส่วนมากทำเป็นรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 ซม. ฝนจะตกผ่านปากกระบอกลงไปตามท่อกรวยสู่ภาชนะรองรับน้ำฝนไว้ เมื่อต้องการทราบปริมาณฝน ใช้แก้วตวงที่มีมาตราส่วนแบ่งไว้สำหรับอ่านปริมาณน้ำฝนเป็นมิลลิเมตรหรือเป็นนิ้วโดยทำขึ้นจากความสัมพันธ์อันเป็นอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของปากภาชนะกับแก้ววัดฝนตวงวัดปริมาณฝนหรืออาจใช้ไม้บรรทัดซึ่งทำขึ้นโดยเฉพาะหยั่งวัดความลึกของฝน

ในการรายงานปริมาณฝนนั้น จะรายงานว่าฝนตกเล็กน้อย ฝนตกปานกลาง ฝนตกหนัก ฝนตกหนักมาก แต่การที่จะตั้งเกณฑ์สากลที่เรียกว่า ฝนตกเล็กน้อย หรือตกปานกลาง เป็นจำนวนเท่าใดนั้นไม่อาจจะกระทำได้ เพราะเหตุว่าสภาพของฝนในแต่ละประเทศมีปริมาณไม่เหมือนกันเฉพาะประเทศไทยใช้รายงานเป็นจำนวนมิลลิเมตร (มม.) ต่อ 24 ชม. โดยมีหลักเกณฑ์ในการรายงานดังนี้

ปริมาณฝนต่อ 24 ชม.

ฝนตกเล็กน้อย 0.1 – 10.0 มม.

ฝนตกปานกลาง 10.1 – 35.0 มม.

ฝนตกหนัก 35.1 – 90.0 มม.

ฝนตกหนักมาก 90.1 ขึ้นไป

ถ้ามีฝนน้อยกว่า 0.1 กล่าวว่า “มีฝนตกเล็กน้อยวัดปริมาณไม่ได้”

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วันดี เสาหิน (2538) ทำการศึกษาการพยากรณ์เชิงสถิติของราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างราคาหลักทรัพย์กับดัชนีราคาหุ้นตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย หลักทรัพย์ที่ศึกษาประกอบด้วย 10 หลักทรัพย์จากกลุ่มหลักทรัพย์ 5 กลุ่มๆละ 2 หลักทรัพย์ โดยเลือกหลักทรัพย์ที่มีปริมาณการซื้อขายมากที่สุด ณ วันที่ 30 ธ.ค. 2537 อนุกรมเวลาที่ใช้ในการศึกษาเป็นราคาปิดของหลักทรัพย์แต่ละวัน ตั้งแต่วันที่ 3 พ.ค. 2537 ถึงวันที่ 6 มี.ค. 2538 โดยแบ่งขนาดของอนุกรมเวลาเป็น 3 ขนาด ได้แก่ อนุกรมเวลาขนาดเล็กระยะเวลา 35 วัน ขนาดกลางระยะ 75 วัน และ ขนาดใหญ่ระยะ 200 วัน โดยใช้วิธีการพยากรณ์เชิงสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการเคลื่อนที่เฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้ง วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้งสามวิธี จะใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด จากการศึกษาพบว่า ในการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์ขนาดของอนุกรมเวลาไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ วิธีการเคลื่อนที่เฉลี่ยเคลื่อนที่ซ้ำสองครั้งจะเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาขนาดเล็ก ซึ่งจะดีกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง และ วิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ยกเว้น หลักทรัพย์ของบริษัทมหาชน จำกัด(มหาชน) ซึ่งการพยากรณ์ต้องใช้อนุกรมขนาดใหญ่ และ พยากรณ์ด้วยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์

ศศิกร จันทุม (2535) ศึกษารูปแบบสำหรับการพยากรณ์มูลค่าสินค้าส่งออกที่สำคัญ 10 ประเภท เป็นการศึกษาเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าสินค้าส่งออกที่สำคัญ 10 ประเภทได้แก่ เสื้อผ้าสำเร็จรูป อัญมณีและเครื่องประดับ ข้าว ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ยางพารา อาหารทะเลกระป๋อง แผงวงจรไฟฟ้า กุ้งสดแช่เย็น รองเท้า และ น้ำตาล จากข้อมูลสถิติภูมิที่เก็บรวบรวมโดยกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ และ ธนาคารแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2528 ถึง พ.ศ. 2533 โดยพิจารณาการพยากรณ์จากวิธีการ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล และ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากการศึกษาพบว่า รูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์มูลค่าส่งออกเสื้อผ้าสำเร็จรูปได้จากวิธีการแยกส่วนประกอบ และ รูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์มูลค่าส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับ ข้าว ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ยางพารา อาหารทะเลกระป๋อง แผงวงจรไฟฟ้า กุ้งสดแช่เย็น รองเท้า และ น้ำตาล ได้จากวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ส่วนวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์มูลค่าสินค้าส่งออกที่สำคัญทั้ง 10 ประเภทนี้

กฤษฎา วาณิชชัชวาล์ และ คณะ (2536) ทำการวิเคราะห์แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศที่เข้ามาในประเทศไทย และ พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในเดือน กรกฎาคม ปี พ.ศ. 2534 พบว่า แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวแอฟริกาจะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ การปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเอเชียตะวันออกจะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมคือ การปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวยุโรปจะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเอเชียตะวันออกเฉียงจะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ การปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเอเชียใต้จะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ การปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอเมริกาจะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวทั้งหมดจะมีฤดูกาลแบบฤดู วิธีพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ การปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสามครั้งด้วยวิธีของวินเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นุจรีย์ มันทาวีวรรณ และ คณะ (2541) ทำการศึกษาหาตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย และ ผู้เสียชีวิตด้วยโรคอุจจาระร่วง ไข้เลือดออก ไข้สมองอักเสบ และ มาลาเรียทั่วประเทศ และ จำนวนผู้ป่วยรายภาคที่เกิดจากโรคดังกล่าว โดยใช้ข้อมูลจากกองระบาดวิทยา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2530 ถึงเดือนธันวาคม 2540 ผลการศึกษารูปได้ว่า การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคไข้สมองอักเสบและมาลาเรียทั้งประเทศ, จำนวนผู้เสียชีวิตด้วยโรคไข้สมองอักเสบทั้งประเทศ, จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคอุจจาระร่วงและไข้สมองอักเสบในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกในภาคกลาง ตะวันออกเฉียงเหนือ และใต้, จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคมาลาเรียทุกภาคเหมาะสมที่จะใช้สถิติการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาแบบบ็อกซ์และเจนกินส์ การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคอุจจาระร่วงและไข้สมองอักเสบทั่วประเทศ, จำนวนผู้เสียชีวิตด้วยโรคอุจจาระร่วง, ไข้เลือดออก, และไข้มาลาเรียทั่วประเทศ, จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคอุจจาระร่วงและไข้สมองอักเสบในภาคกลางและใต้, จำนวนผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกภาคเหนือ เหมาะสมที่จะใช้วิธีการปรับแนวโน้มในฤดูกาลของวินเตอร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

3.1.1 ลักษณะข้อมูล ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร และในแต่ละภาคของประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วย ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ และชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้

ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลรายเดือน ระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

3.1.2 แหล่งที่มาของข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน เป็นข้อมูลที่รวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา

3.2 ขั้นตอนดำเนินงาน

1. ศึกษาลักษณะของข้อมูล เพื่อดูการเคลื่อนไหวของข้อมูลทั้งหมดว่าแนวโน้มแบบใดมีความผันแปรหรือไม่ โดยข้อมูลที่จะศึกษา คือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน
2. นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวาดกราฟ เพื่อดูว่าข้อมูลมีความคงที่ (stationary) ในค่าเฉลี่ย (mean) และ ความแปรปรวน (variance) หรือไม่ สำหรับการหาตัวแบบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ หากข้อมูลที่ได้ไม่มีความคงที่ (stationary) ในค่าเฉลี่ย (mean) และ ความแปรปรวน (variance) จะปรับข้อมูลด้วยรูปแบบต่างๆ เช่น $\log x$, $\sin x$, $\ln x$, $\ln 1/x$ สำหรับความแปรปรวน และ ปรับค่าเฉลี่ยด้วยการหาค่าแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน โดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ วิธีการทำให้เรียบ และ เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB
4. เปรียบเทียบเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการพยากรณ์ เพื่อสรุปหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอธิบายและพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร และภาคต่างๆของประเทศไทย

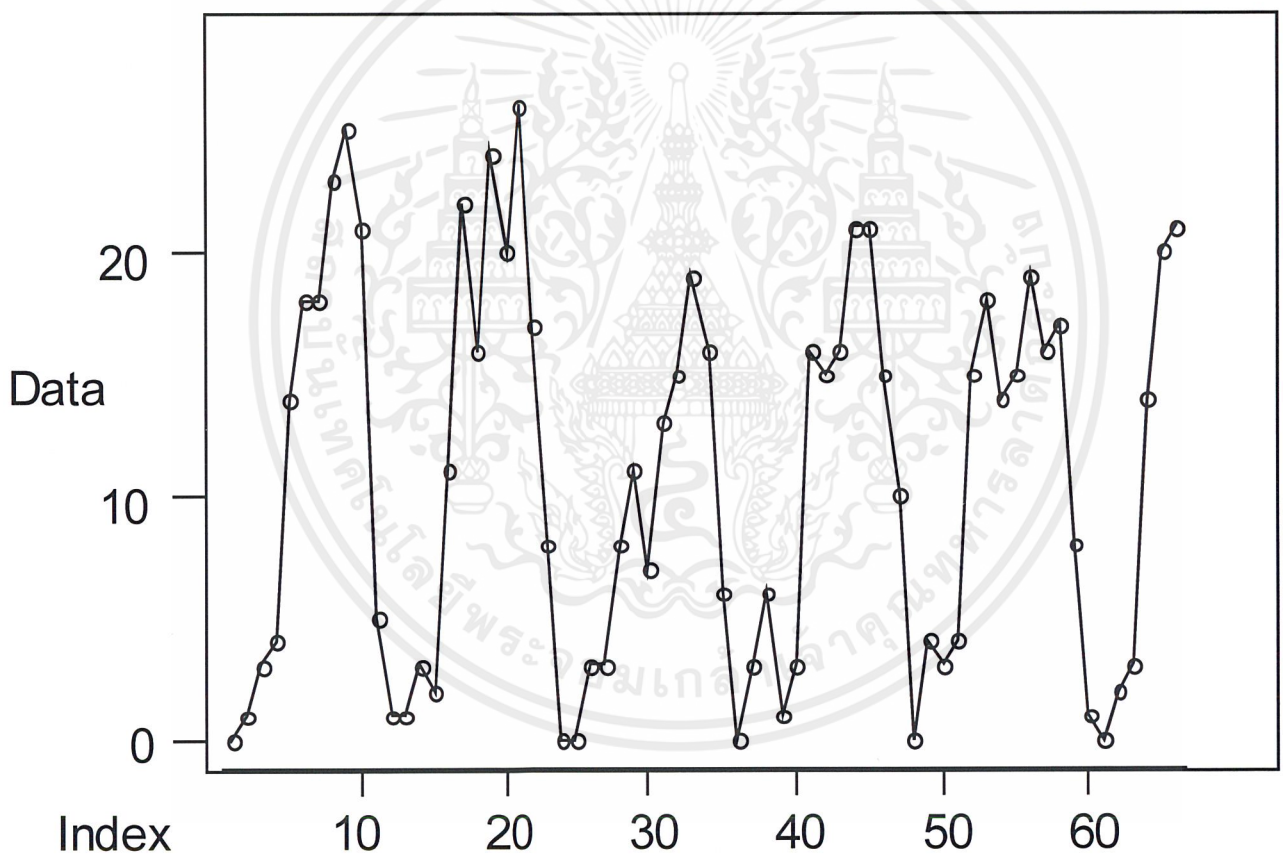


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

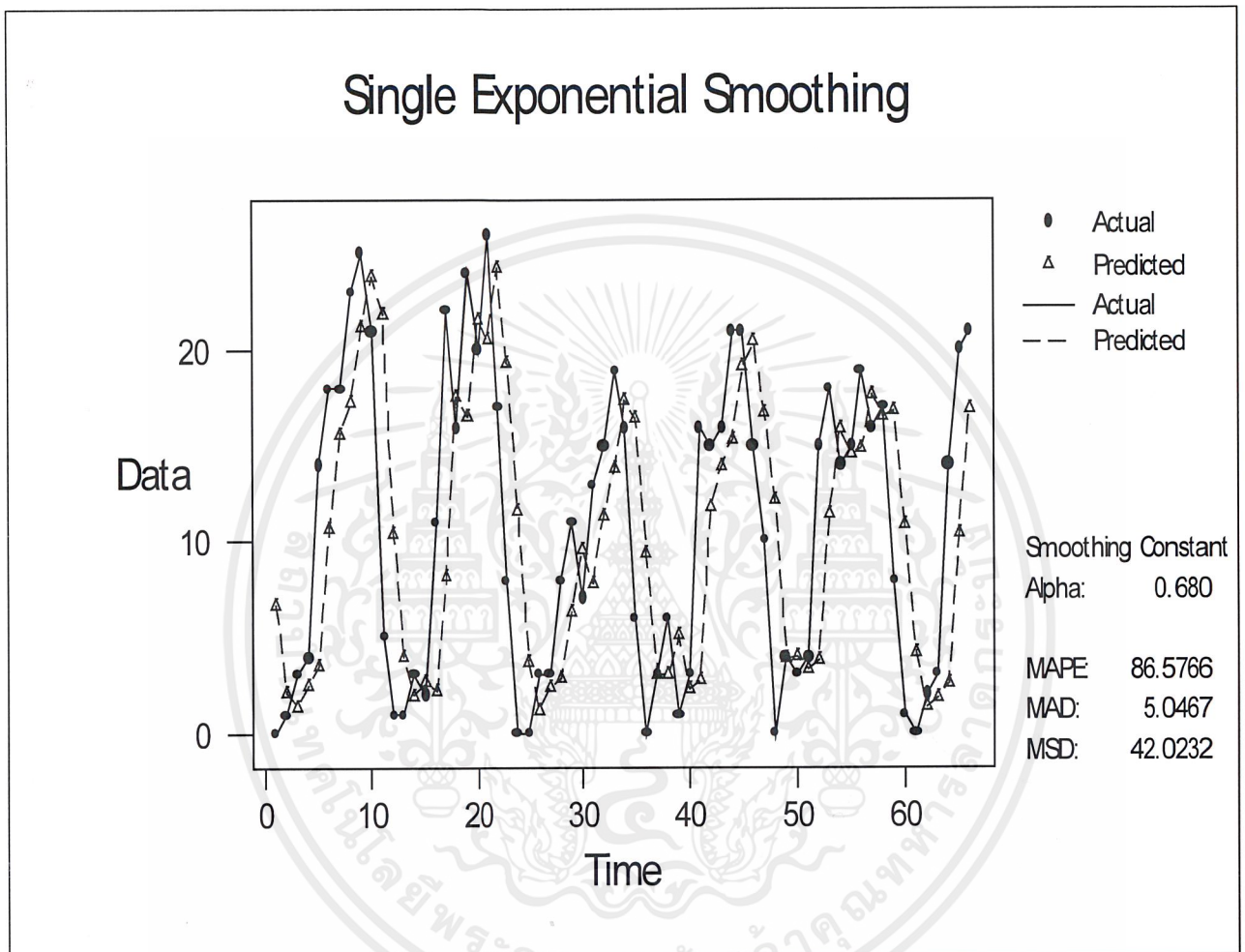
4.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร



รูปที่ 1 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีปรับเรียบแบบเอกซโปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

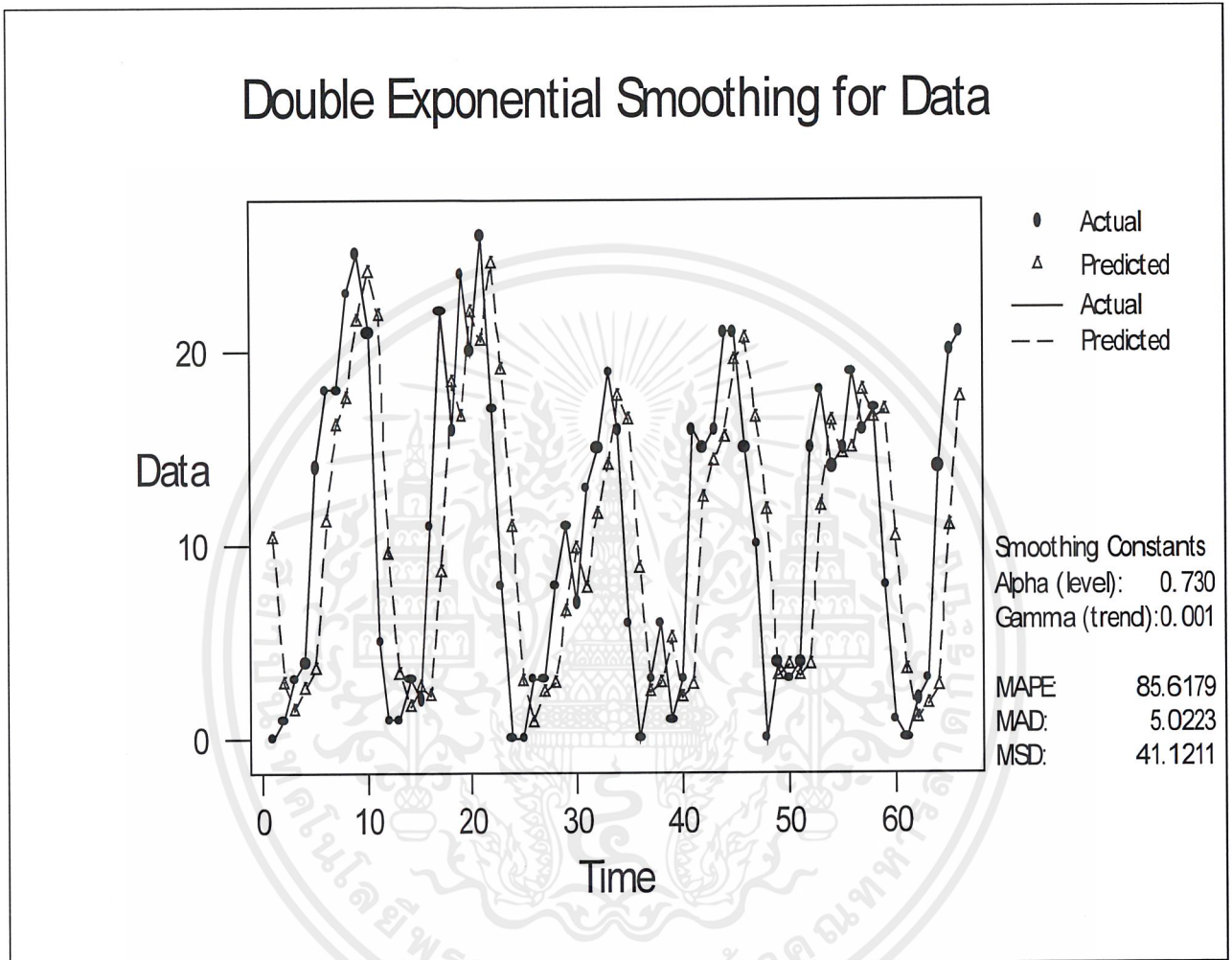


รูปที่ 2 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี **Single Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.680 ซึ่งจะได้ MSD เป็น 42.0232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

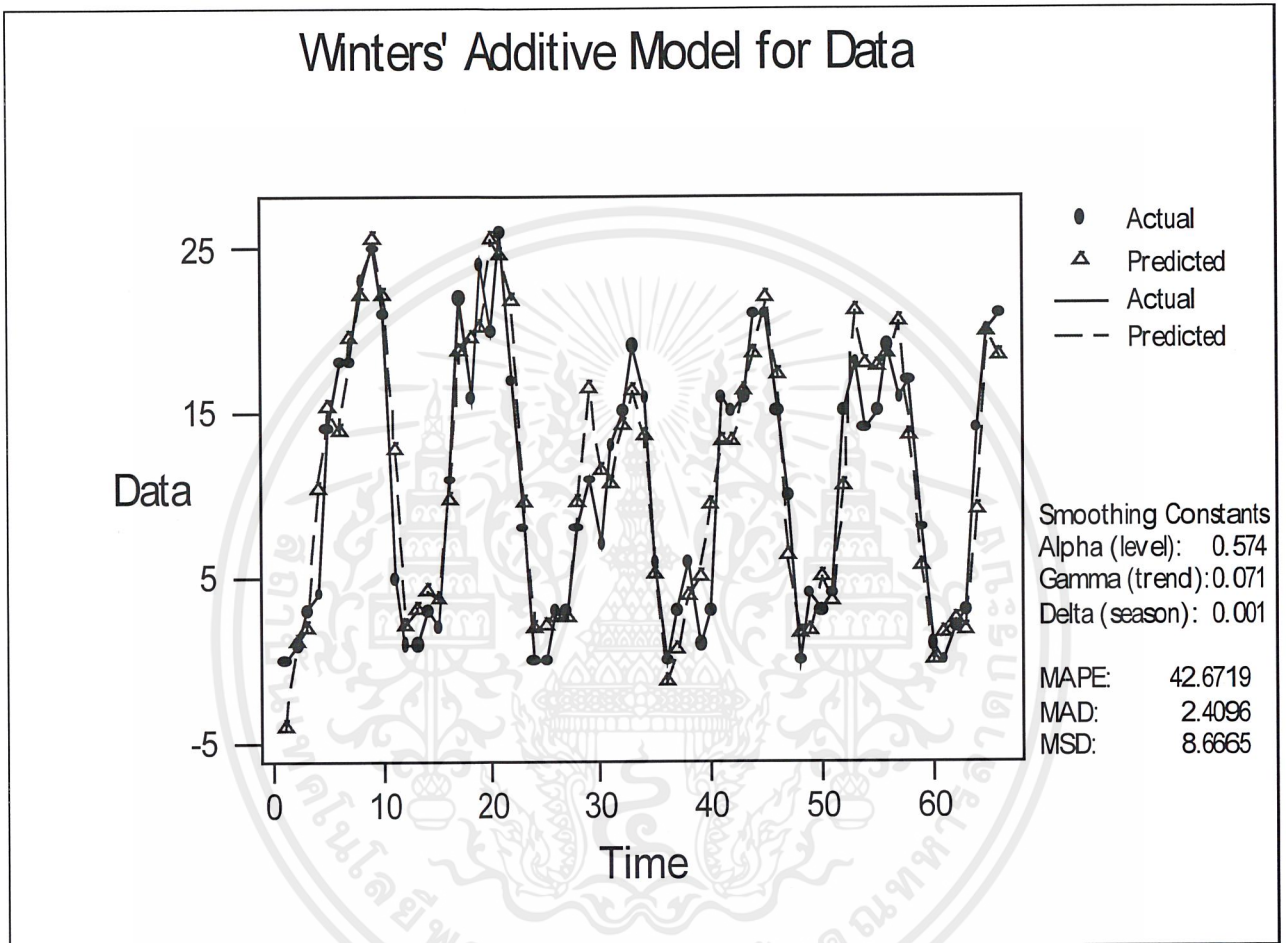


รูปที่ 3 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) และ γ (Gamma) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.730 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 41.1211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก
(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

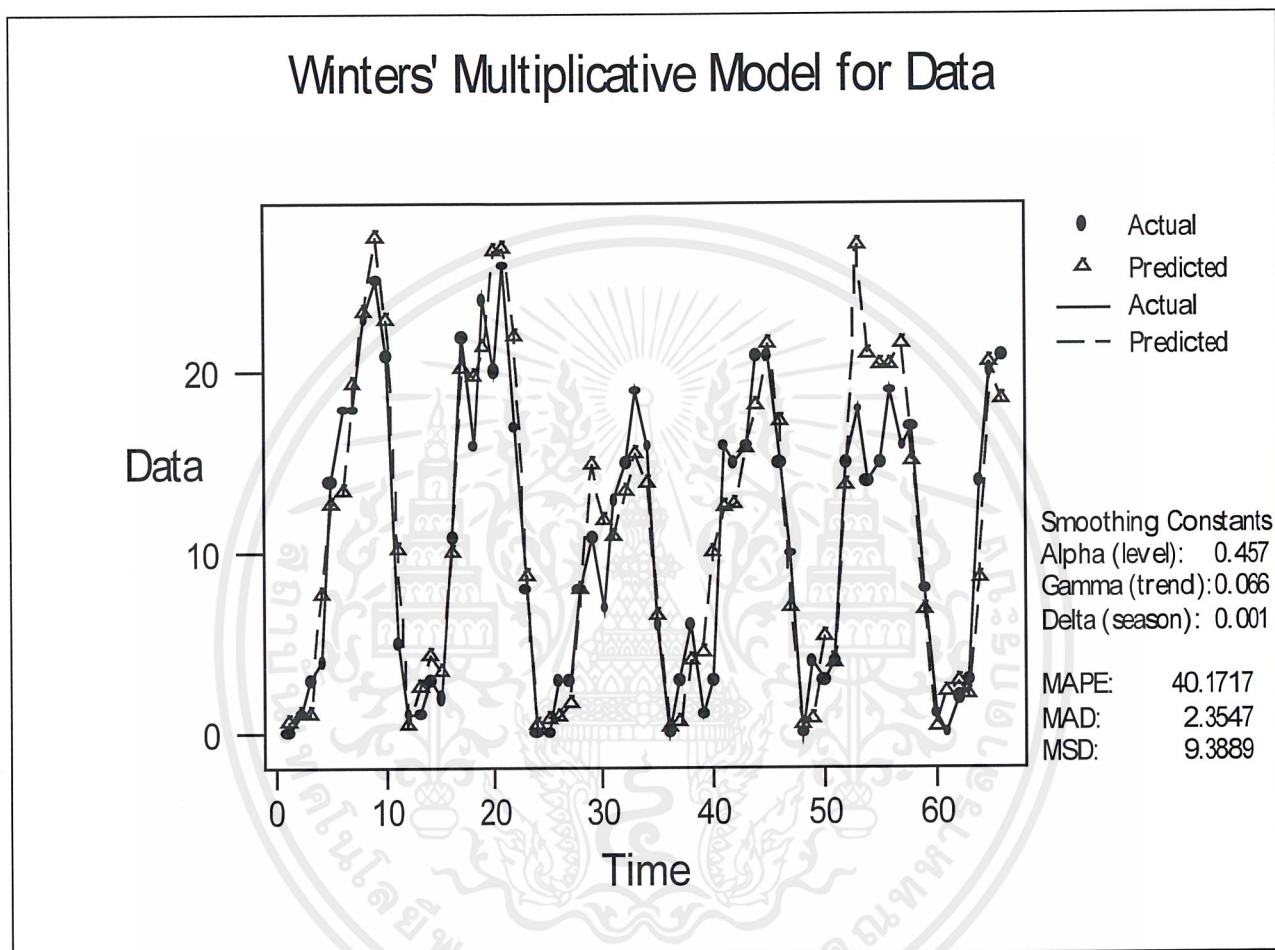


รูปที่ 4 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี **Winter's Additive Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.574 , 0.071 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 8.6665

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ
(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

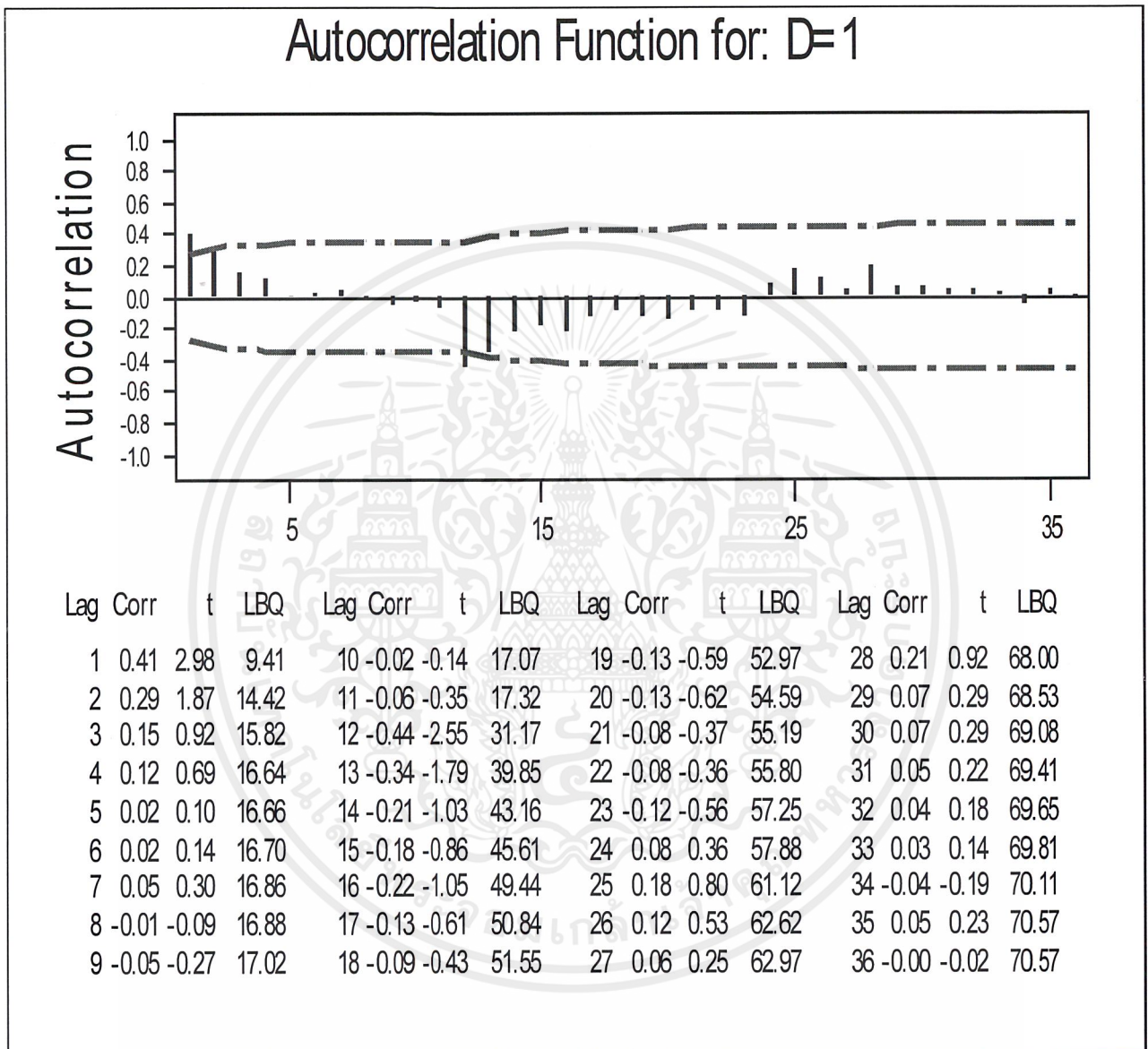


รูปที่ 5 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี **Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.457 , 0.066 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 9.3889

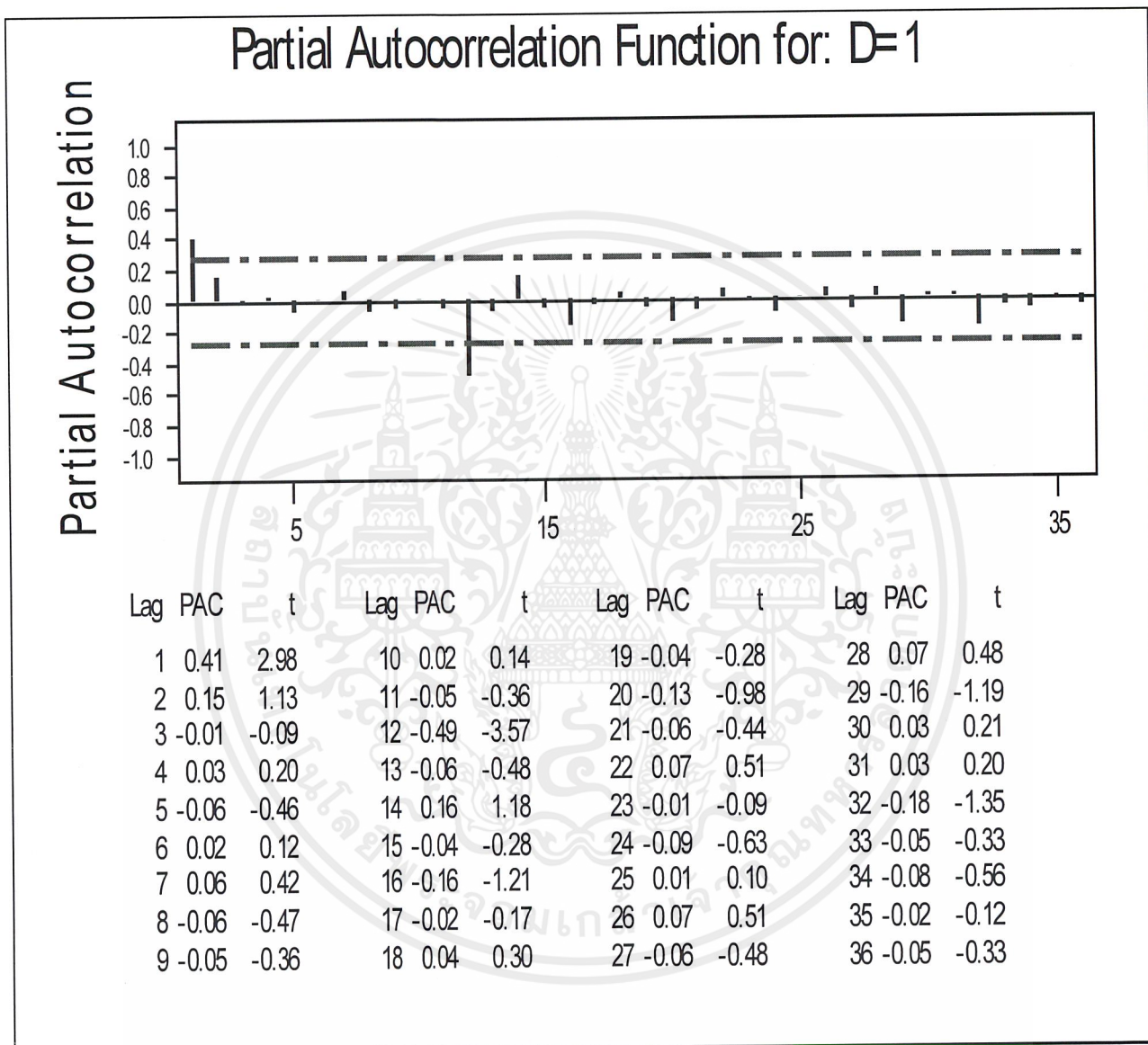
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



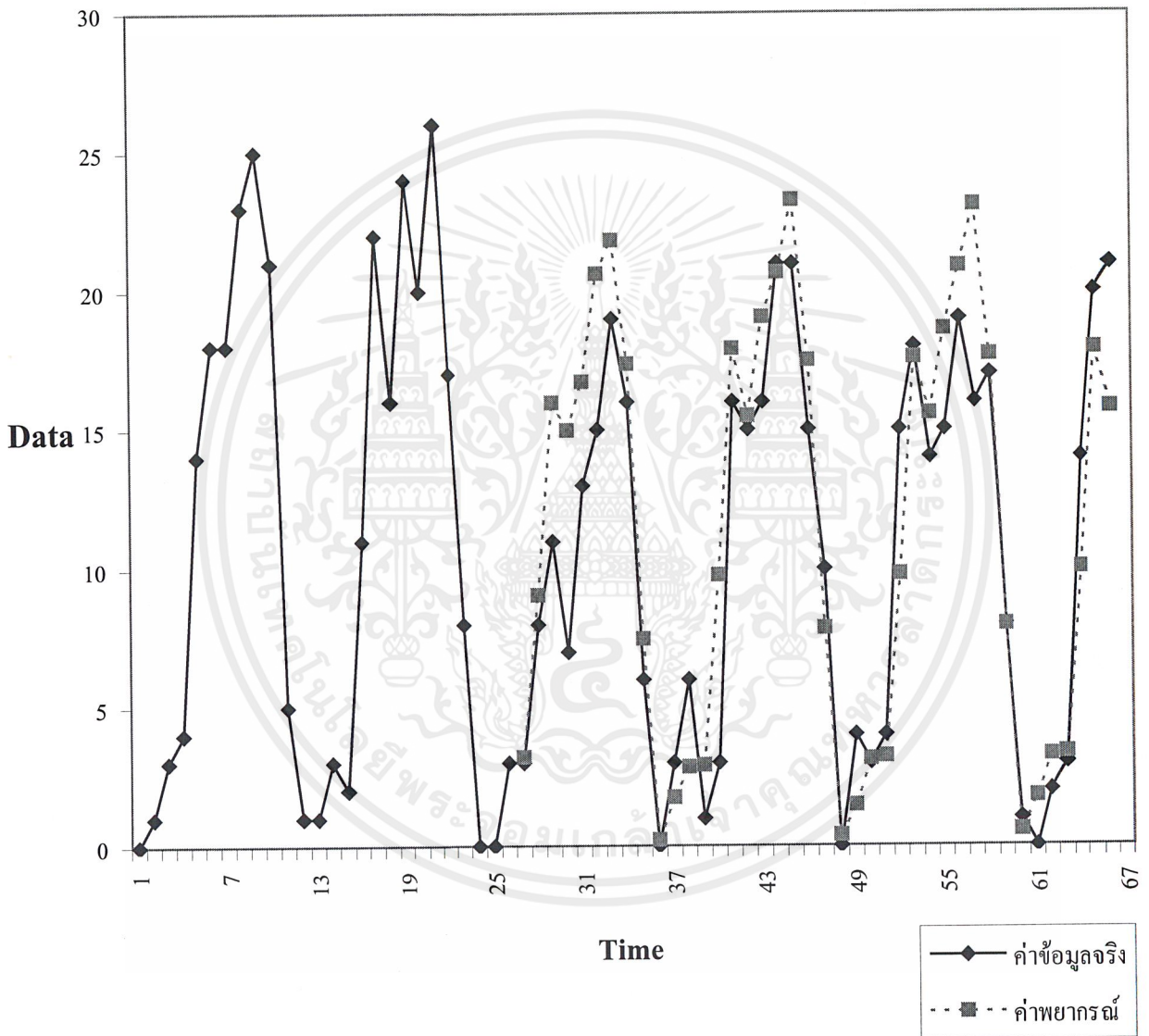
รูปที่ 6 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 (D=1) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 : สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 ($D=1$) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในเขต กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของกรุงเทพมหานคร โดยวิธี **Box and Jenkins** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ $ARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$ ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) คือ 8.308

ตัวแบบ $ARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$ จะมีสมการดังนี้

$$(1 - B^{12})(1 - \phi_1 B)(1 - \Phi_1 B^{12})X_t = \theta_0 + (1 - \Theta_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ $ARIMA$ สำหรับปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร คือ

$$(1 - B^{12})(1 - 0.4620B)(1 + 0.2910B^{12})X_t = 0.12092 + (1 - 0.7976B^{12})a_t$$

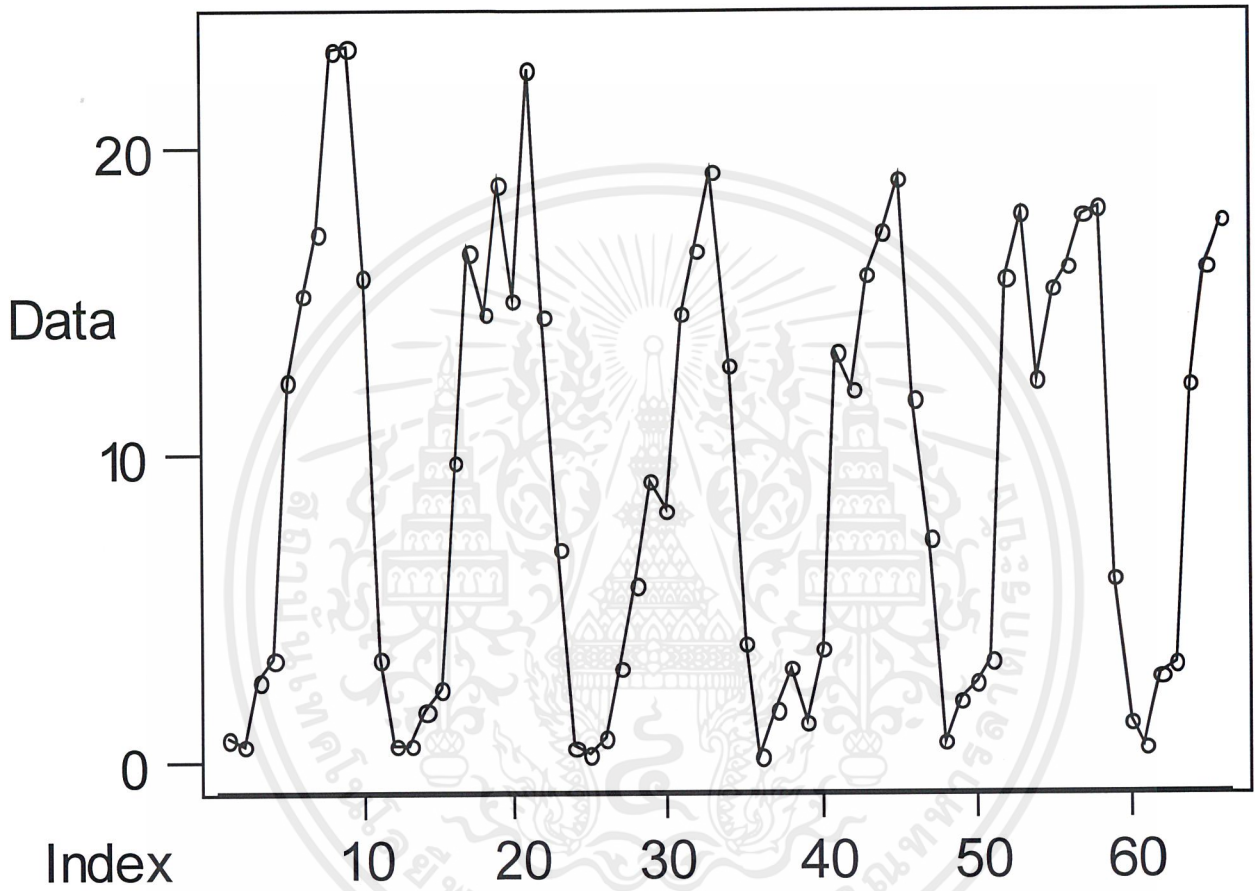
สรุปการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว	42.0232	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.680$
2. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	41.1211	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.730$ และ $\gamma = 0.001$
3. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อกำหนดฤดูกาลแบบขวก	8.6665	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.574$, $\gamma = 0.071$ และ $\beta = 0.001$
4. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อกำหนดฤดูกาลแบบคูณ	9.3889	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.457$, $\gamma = 0.666$ และ $\beta = 0.001$
5. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์	8.3080	ตัวแบบ ARIMA (1,0,0)(1,1,1) ₁₂

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานคร คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดคือ 8.3080

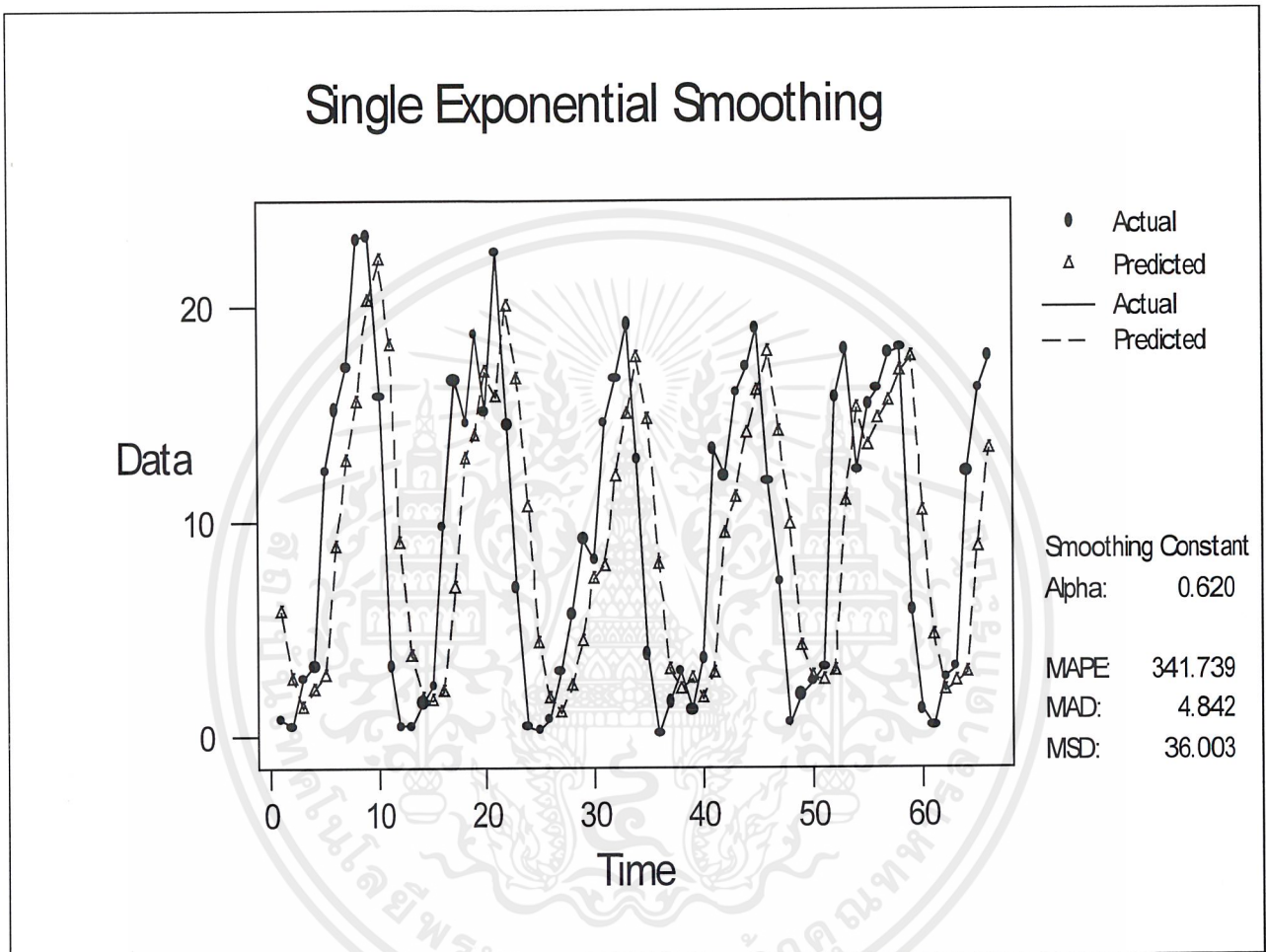
4.2 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง



รูปที่ 9 : ข้อมูลหอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

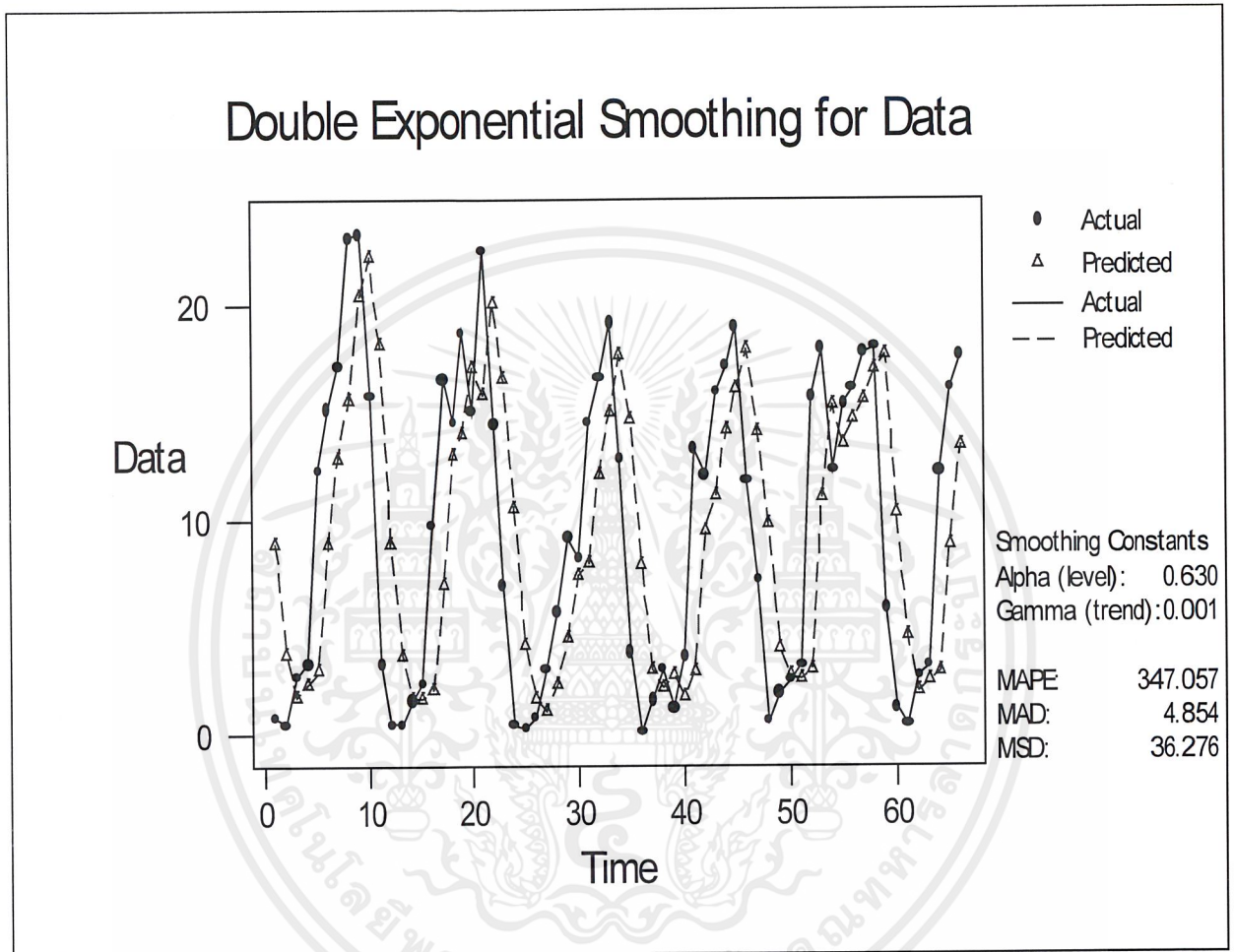


รูปที่ 10 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี **Single Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.620 ซึ่งจะได้ MSD เป็น 36.003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

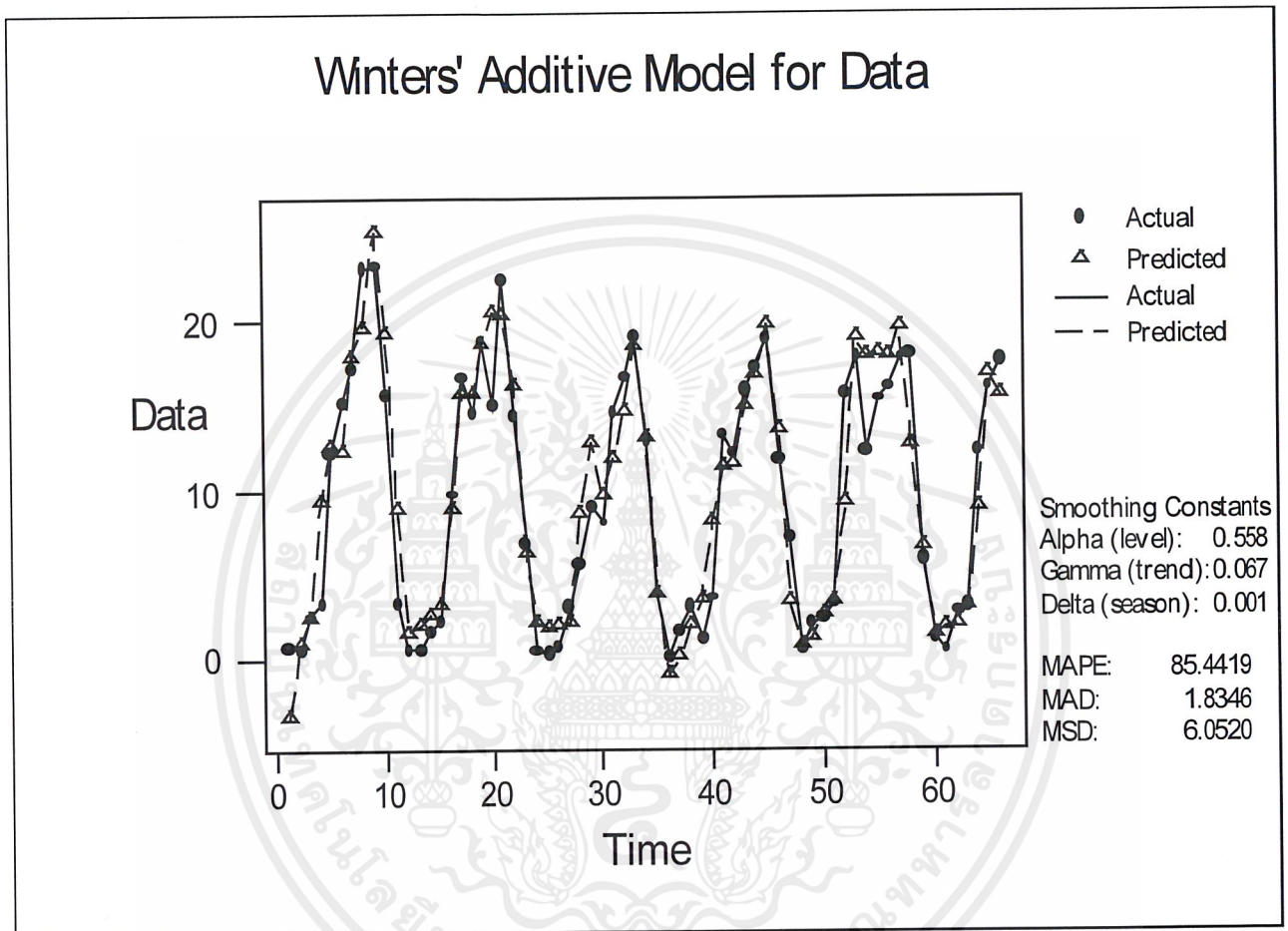


รูปที่ 11 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) และ γ (Gamma) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.630 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 36.276

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก (Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

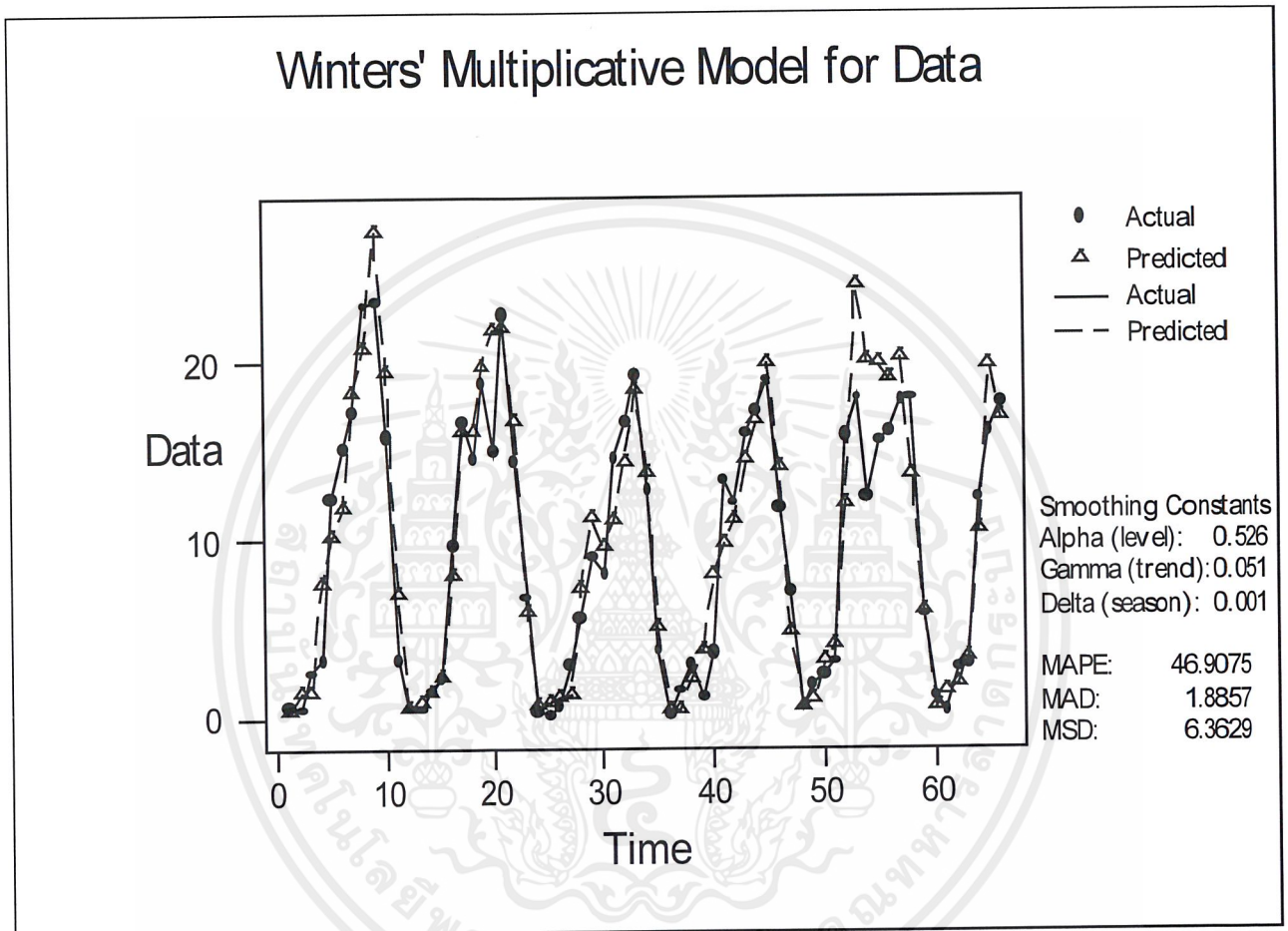


รูปที่ 12 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี **Winter's Additive Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.558, 0.067 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 6.0520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ
(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

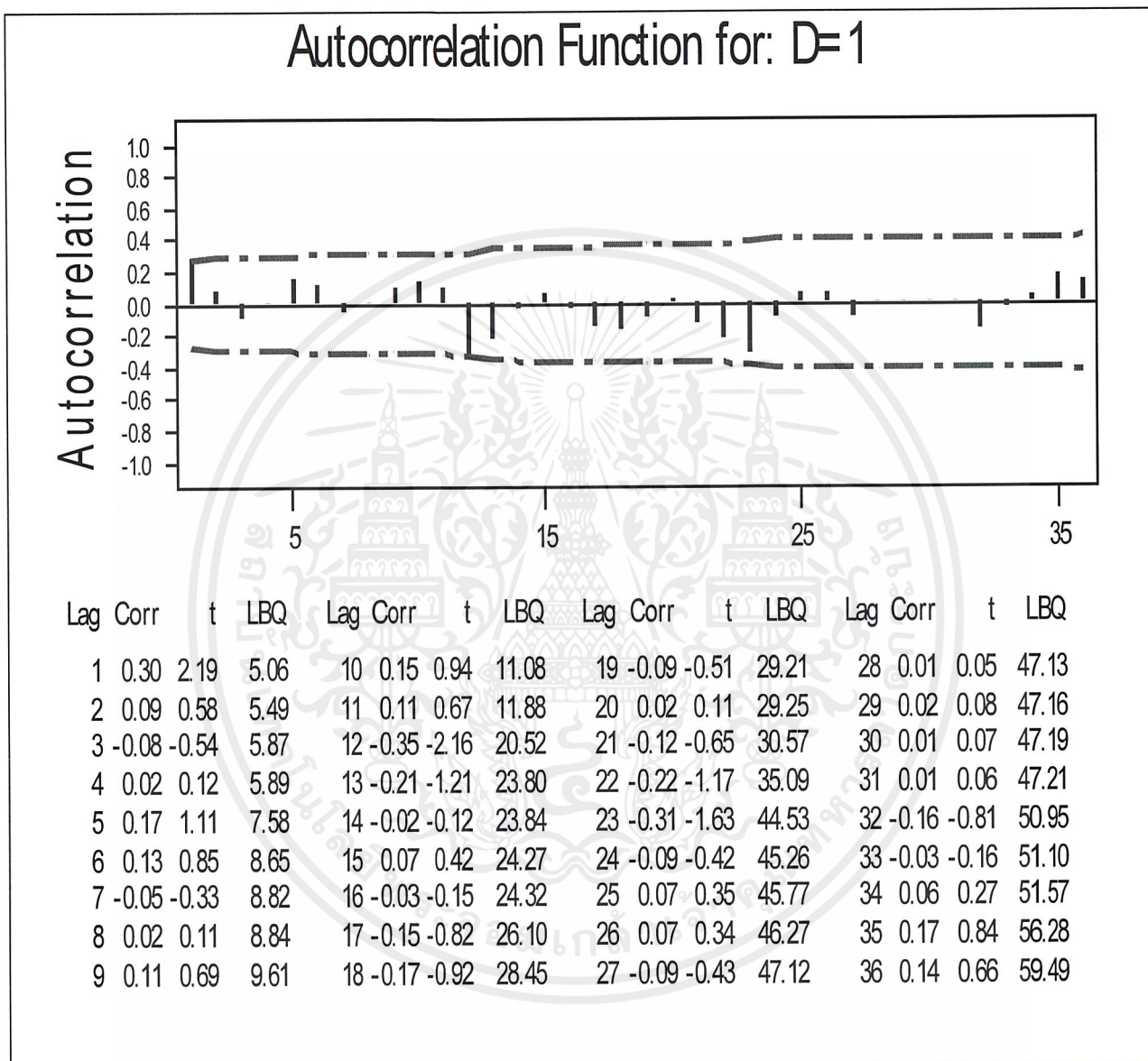


รูปที่ 13 : ผลการวิเคราะห์ห้ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี **Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.526 , 0.051 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 6.3629

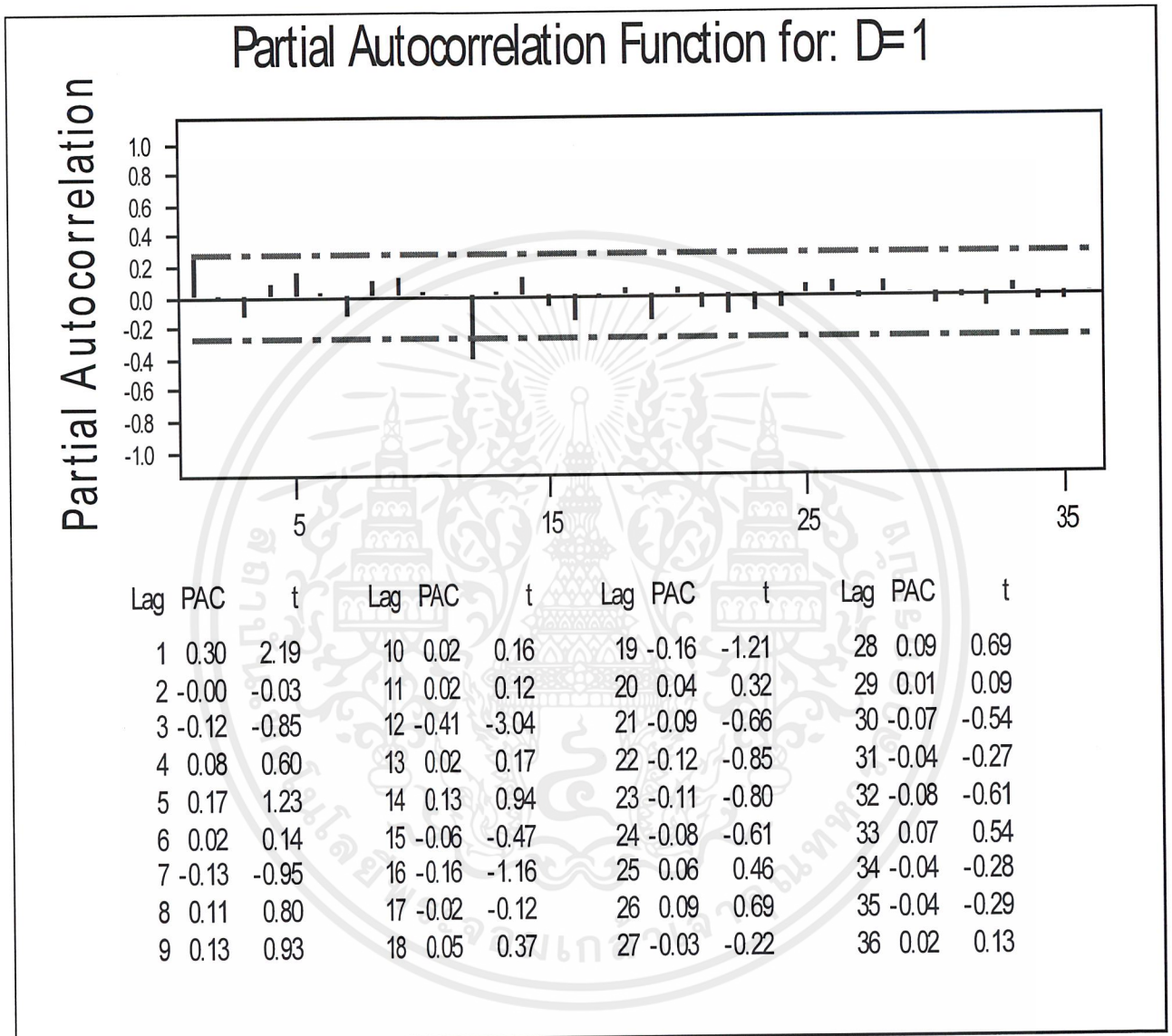
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



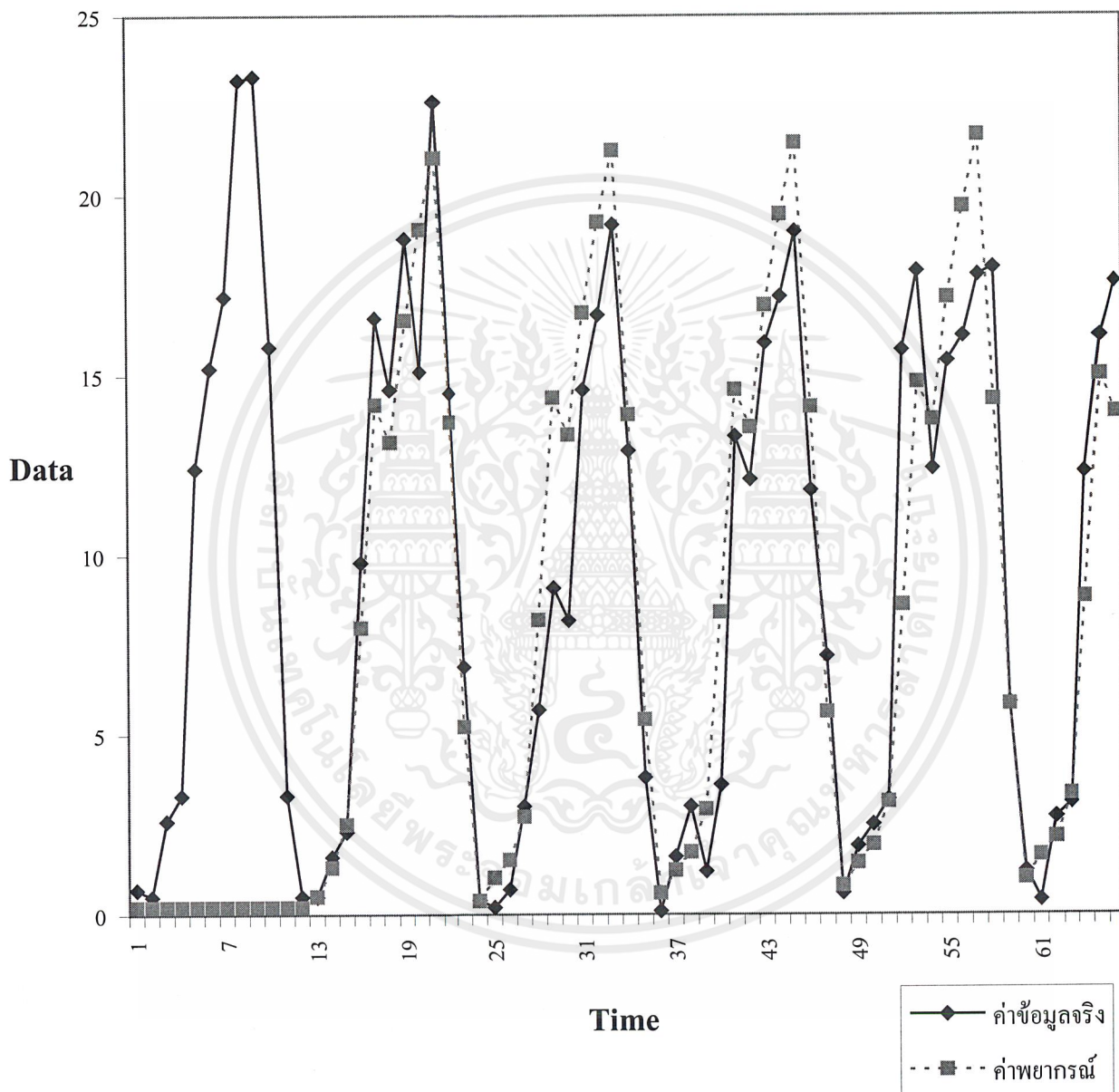
รูปที่ 14 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 ($D=1$) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15: สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 ($D=1$) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง โดยวิธี **Box and Jenkins**
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซและเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ $ARIMA(0,0,0)(0,1,1)_{12}$ ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) คือ 6.312

ตัวแบบ $ARIMA(0,0,0)(0,1,1)_{12}$ จะมีสมการดังนี้

$$(1 - B^{12})X_t = \theta_0 + (1 - \Theta_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ $ARIMA$ สำหรับปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง คือ

$$(1 - B^{12})X_t = 0.2075 + (1 - 0.7864B^{12})a_t$$



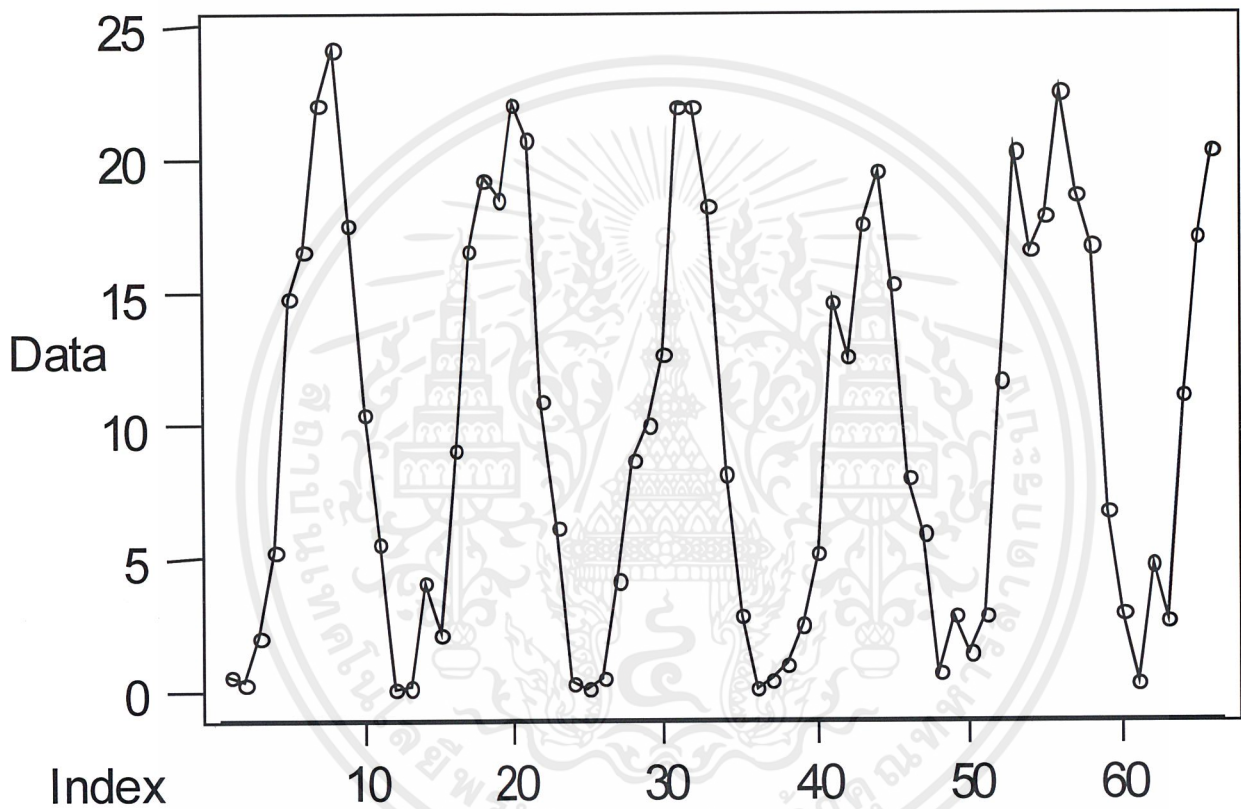
สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในภาคกลางด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคกลาง

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว	36.003	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.620$
2. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	36.276	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.630$ และ $\gamma = 0.001$
3. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก	6.0520	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.558$, $\gamma = 0.067$ และ $\beta = 0.001$
4. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ	6.3629	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.526$, $\gamma = 0.051$ และ $\beta = 0.001$
5. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์	6.3120	ตัวแบบ $ARIMA(0,0,0)(0,1,1)_{12}$

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคกลางคือ วิธีการปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดคือ 6.0520

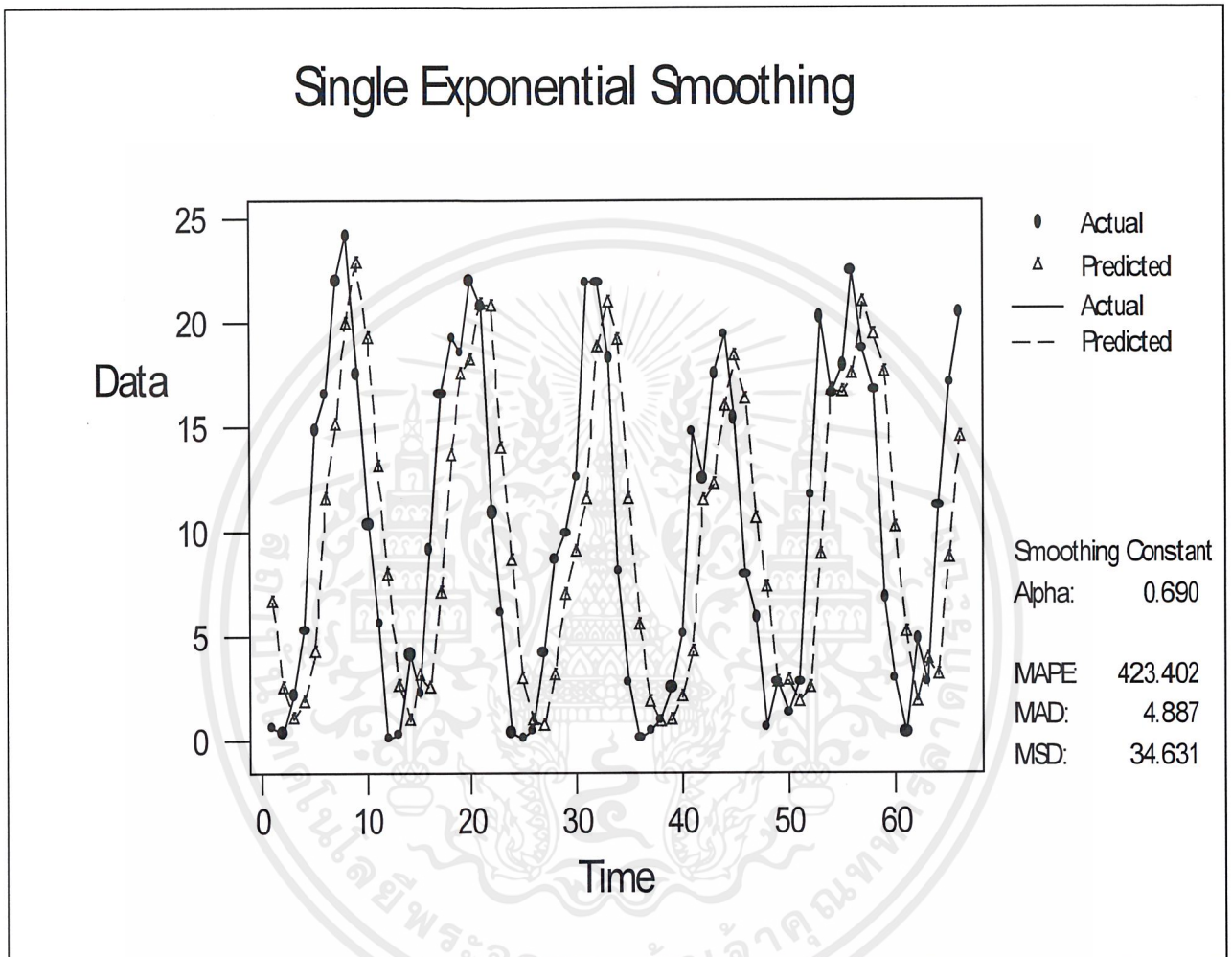
4.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือ



รูปที่ 17: ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ
ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

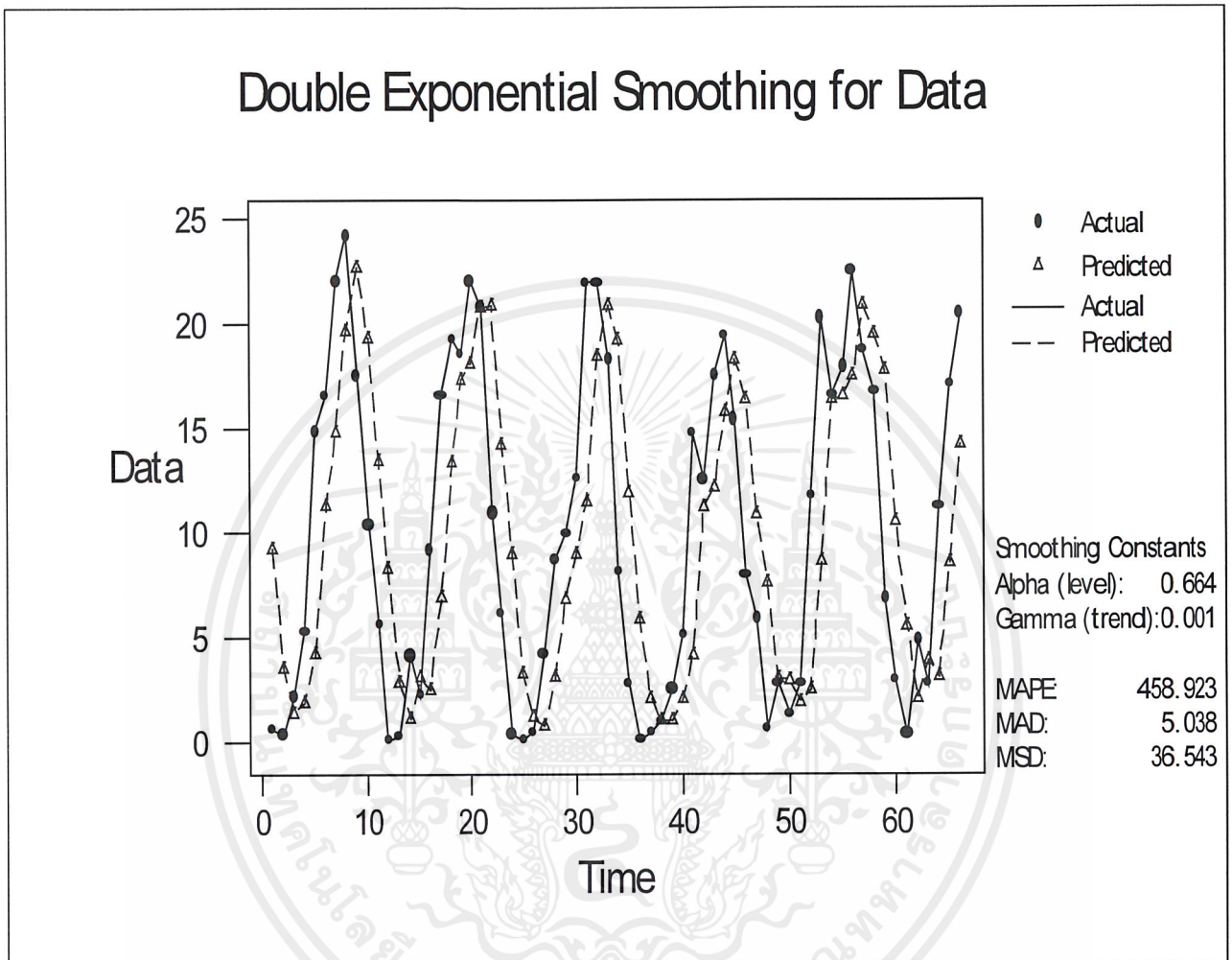


รูปที่ 18 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี **Single Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.690 ซึ่งจะได้ MSD เป็น 34.631

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

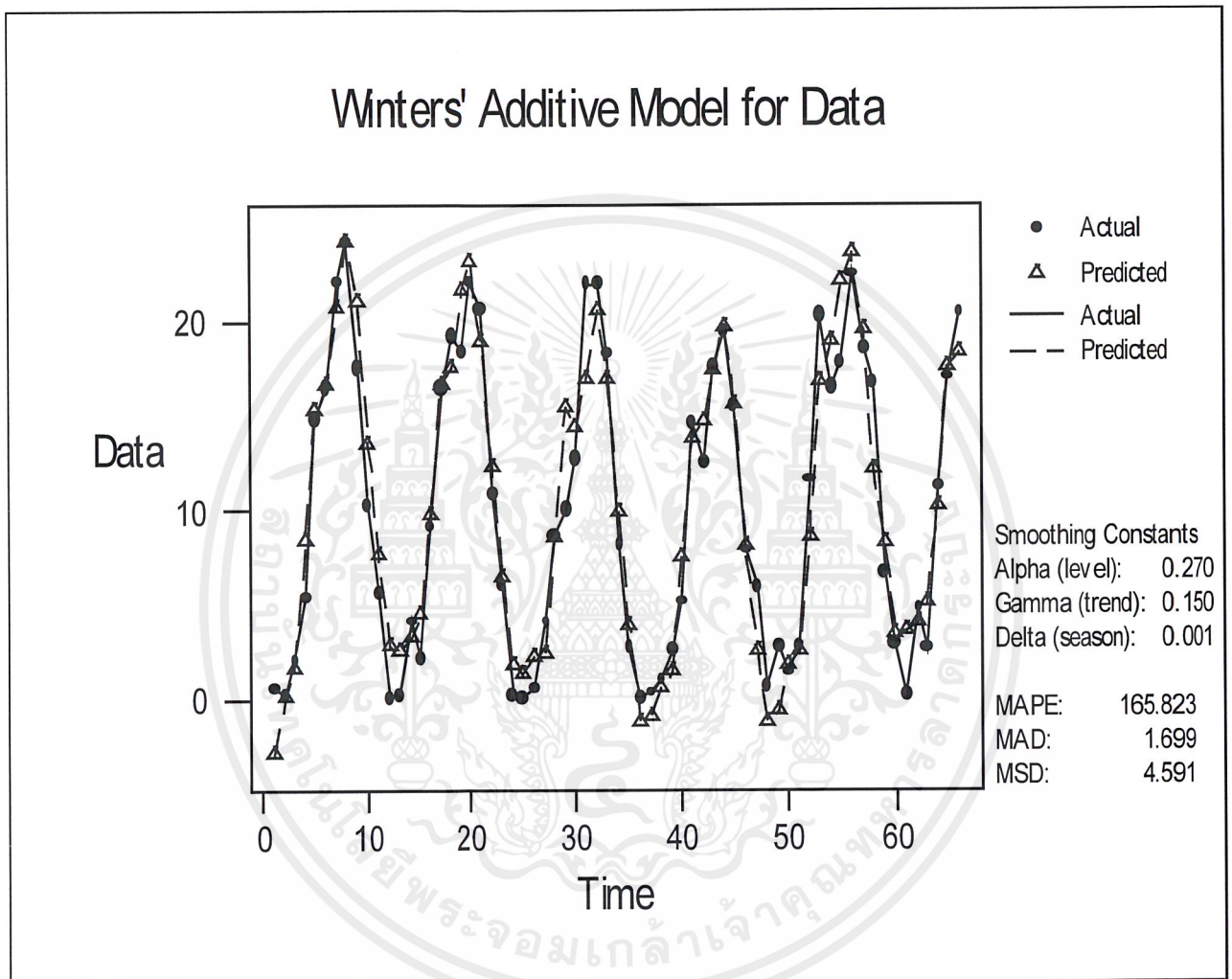


รูปที่ 19 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) และ γ (Gamma) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.664 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งจะได้ MSD เป็น 36.543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก (Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

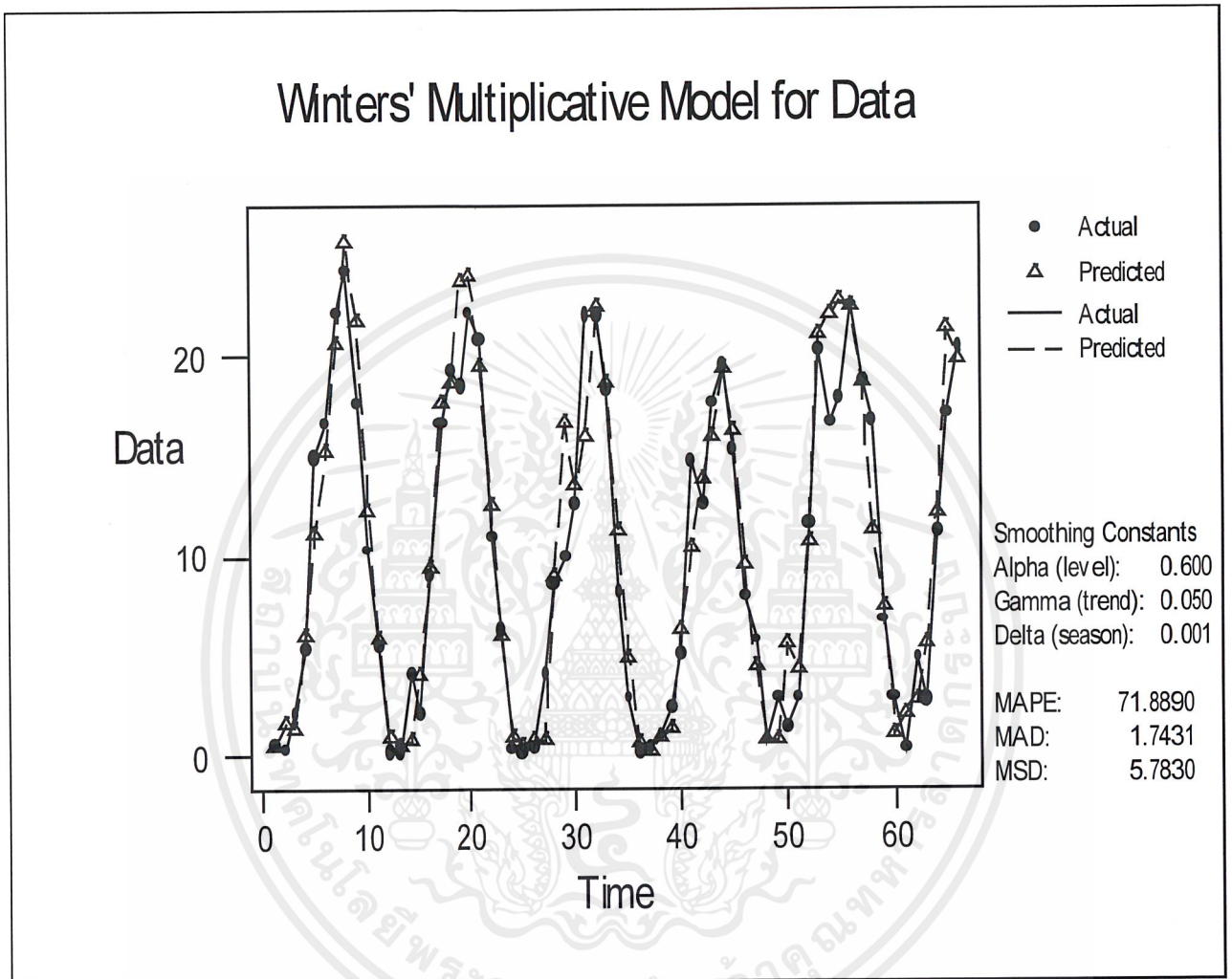


รูปที่ 20 : ผลการวิเคราะห์ห้ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี **Winter's Additive Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.270 , 0.150 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 4.591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ
(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

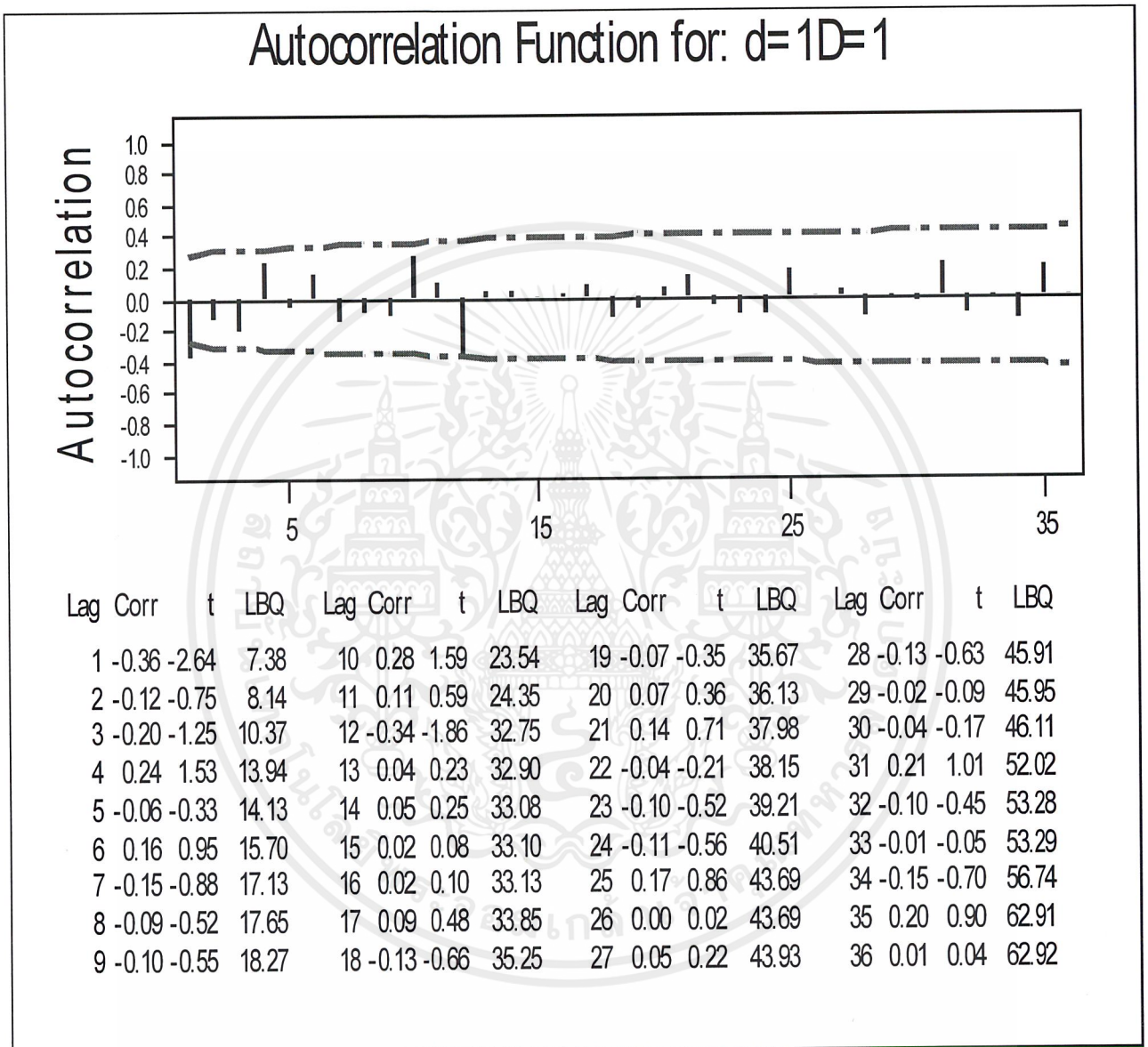


รูปที่ 21 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี **Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.600 , 0.050 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 5.7830

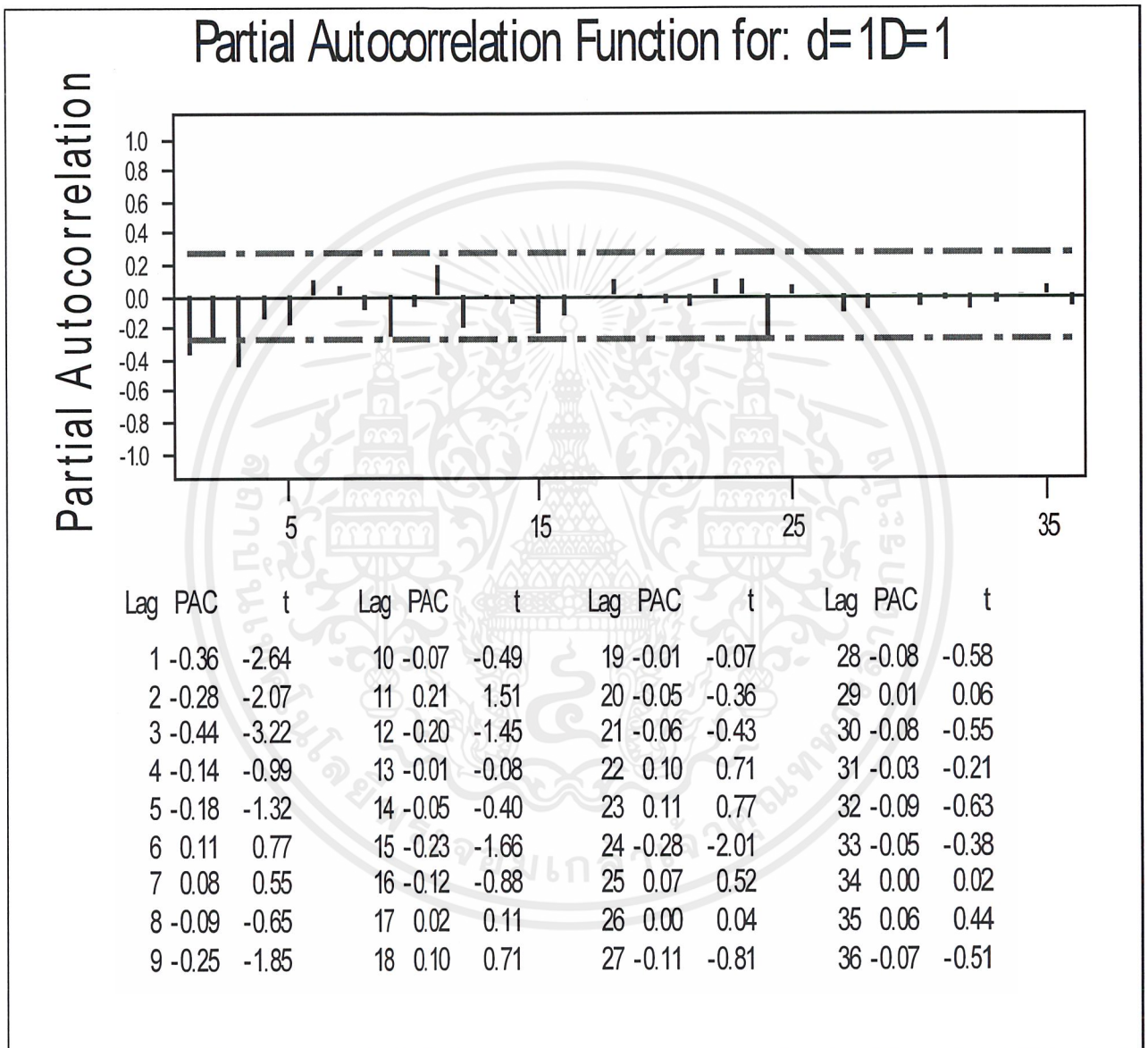
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์ห่ออนุกรมเวลาเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



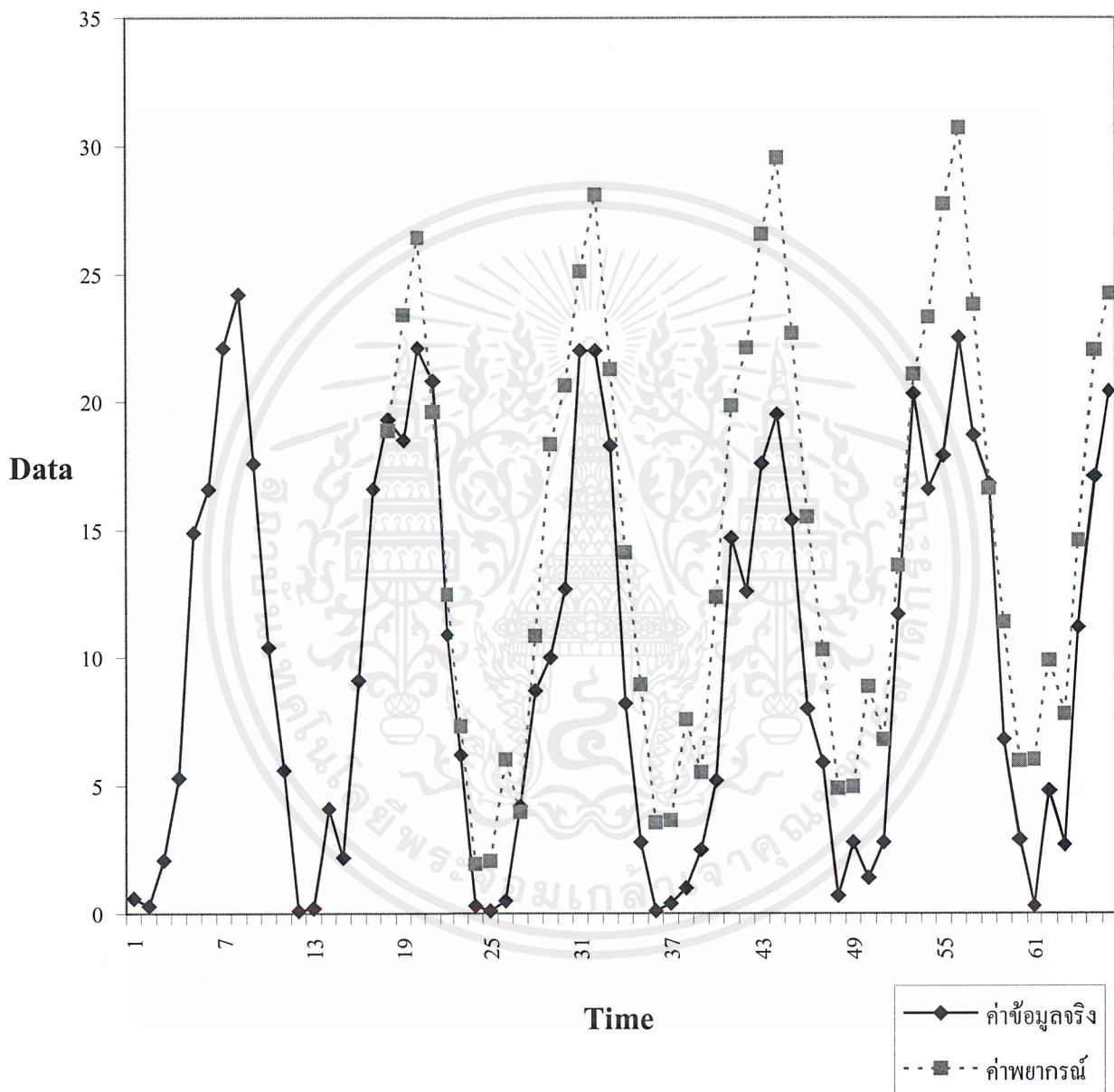
รูปที่ 22 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ของค่าแตกต่างไม่มีฤดูกาลครั้งที่ 1 ($d=1$) และมีฤดูกาลครั้งที่ 1 ($D=1$) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 23 : สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ของค่าแตกต่างไม่มีฤดูกาลครั้งที่ 1 ($d=1$) และมีฤดูกาลครั้งที่ 1 ($D=1$) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆของปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24: ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ โดยวิธี **Box and Jenkins**
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซและเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ $ARIMA(3,1,1)(0,1,0)_{12}$ ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) คือ 9.142

ตัวแบบ $ARIMA(3,1,1)(0,1,0)_{12}$ จะมีสมการดังนี้

$$(1-B)(1-B^{12})(1-\phi_1B-\phi_2B^2-\phi_3B^3)X_t = \theta_0 + (1-\theta_1B)a_t$$

ตัวแบบ $ARIMA$ สำหรับปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือ คือ

$$(1-B)(1-B^{12})(1+0.3442B+0.3855B^2+0.4165B^3)X_t = (1-0.4315B)a_t - 0.0481$$

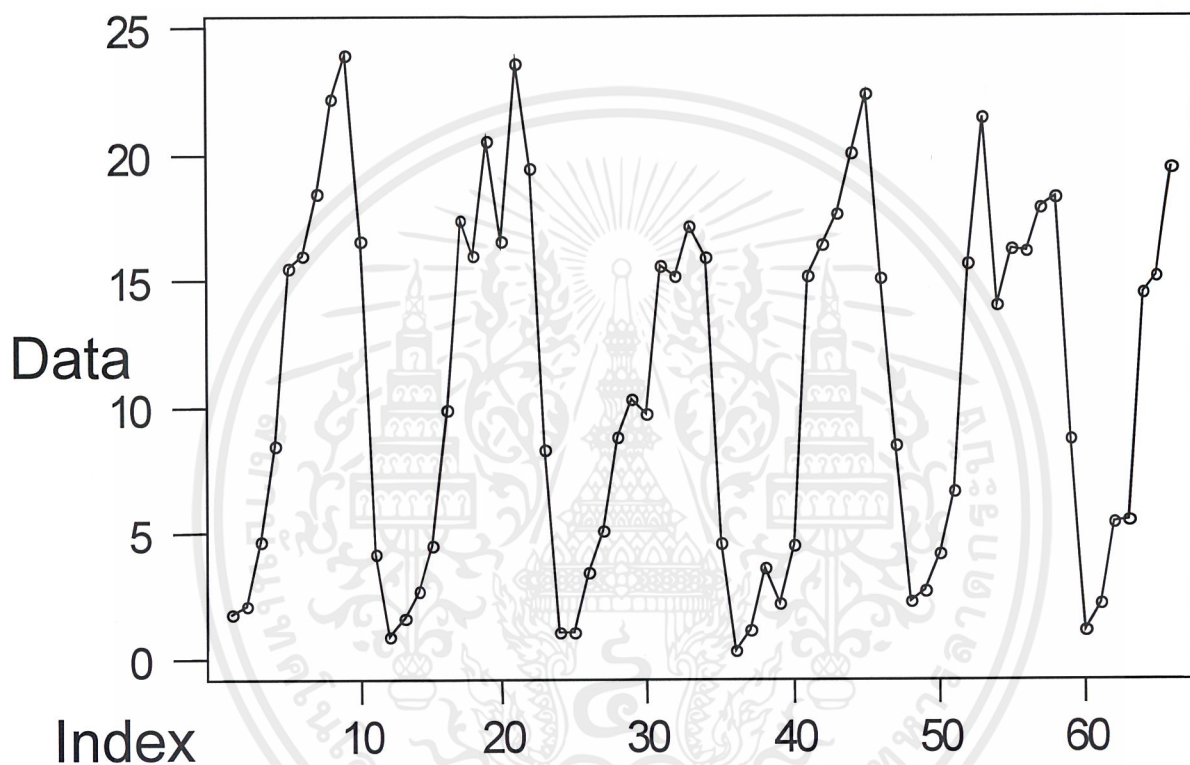
สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือ

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว	34.631	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.690$
2. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	36.543	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.664$ และ $\gamma = 0.001$
3. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก	4.591	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.270$, $\gamma = 0.150$ และ $\beta = 0.001$
4. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ	5.783	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.600$, $\gamma = 0.050$ และ $\beta = 0.001$
5. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอกซ์และเจนกินส์	9.142	ตัวแบบ ARIMA (3,1,1)(0,1,0) ₁₂

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือคือ วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวกซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดคือ 4.591

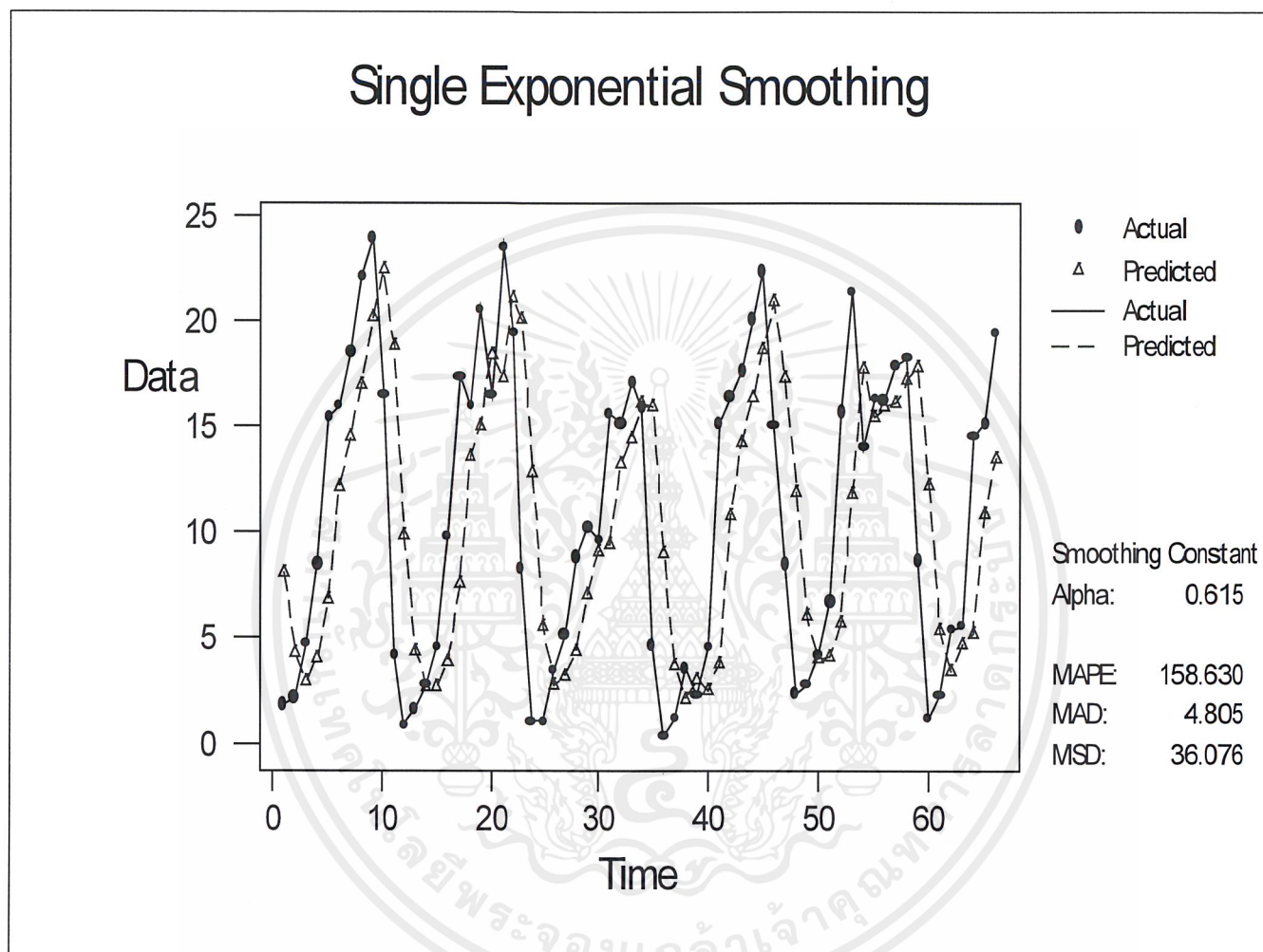
4.4 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียง



รูปที่ 25 : ข้อมูลหอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

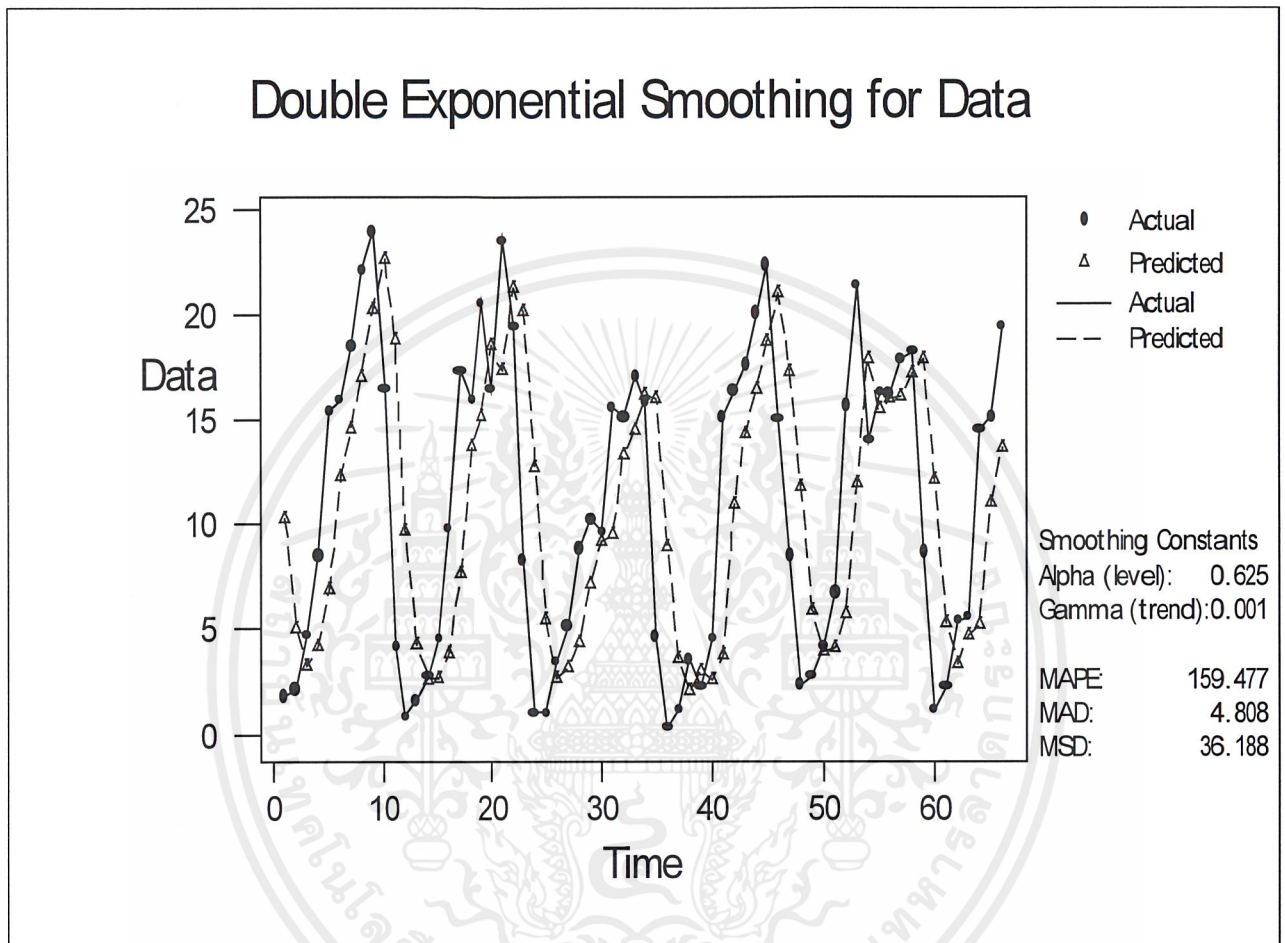


รูปที่ 26 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออก โดยวิธี **Single Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.615 ซึ่งจะได้ MSD เป็น 36.076

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

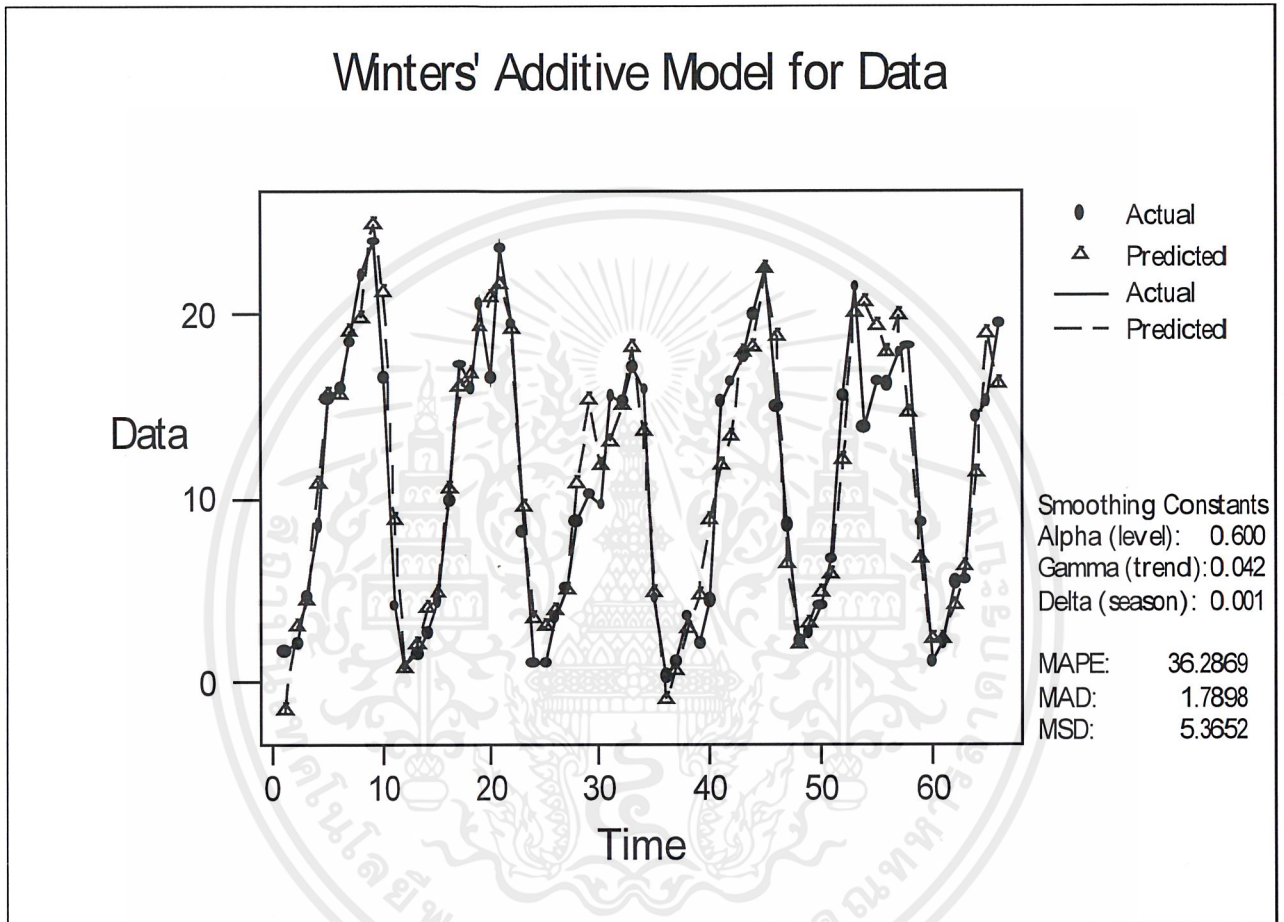


รูปที่ 27 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) และ γ (Gamma) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.625 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งจะได้ MSD เป็น 36.188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก
(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

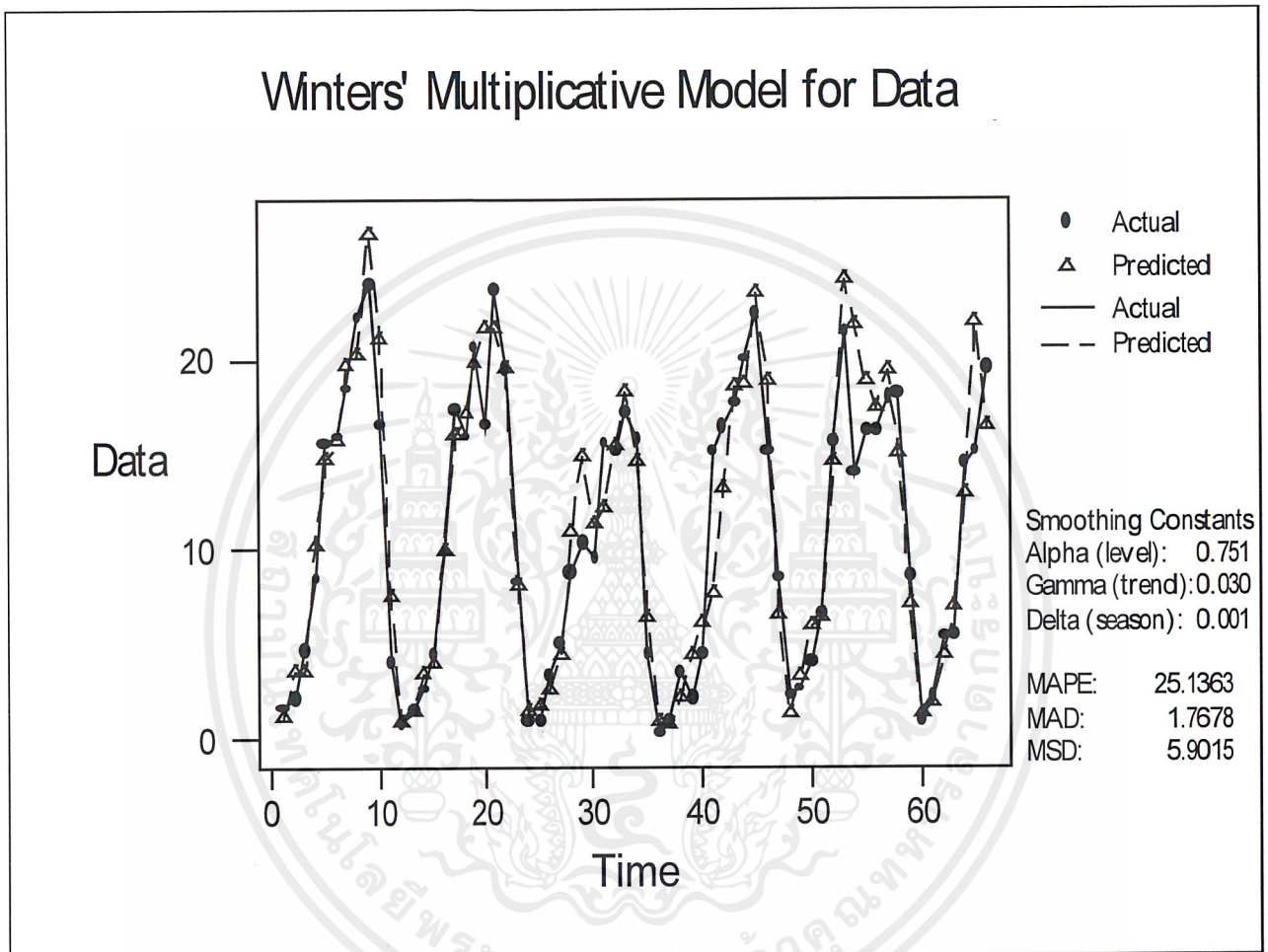


รูปที่ 28 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออก โดยวิธี **Winter's Additive Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.600 , 0.042 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 5.3652

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ
(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

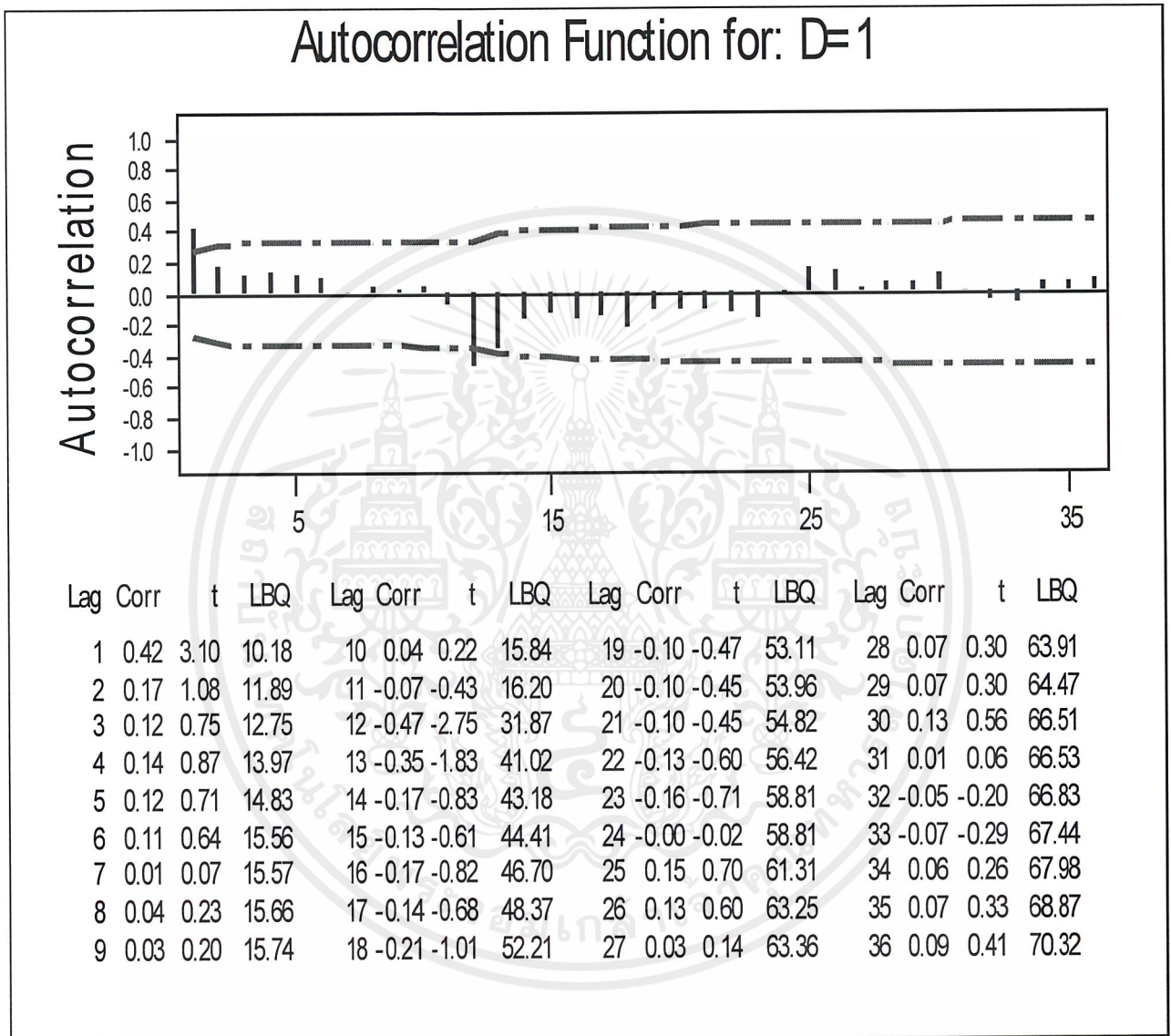


รูปที่ 29 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออก โดยวิธี **Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

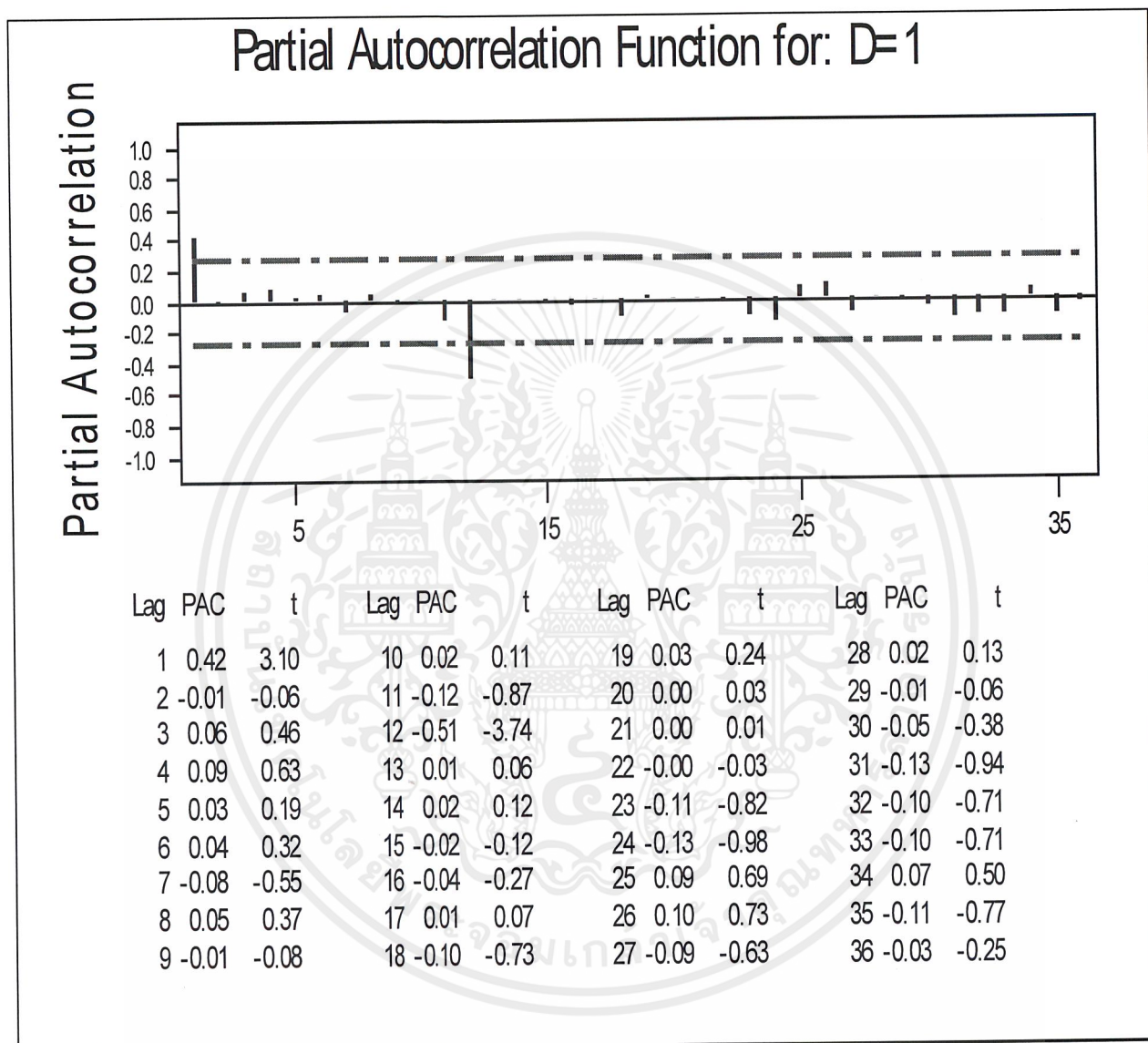
ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.751 , 0.030 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 5.9015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)

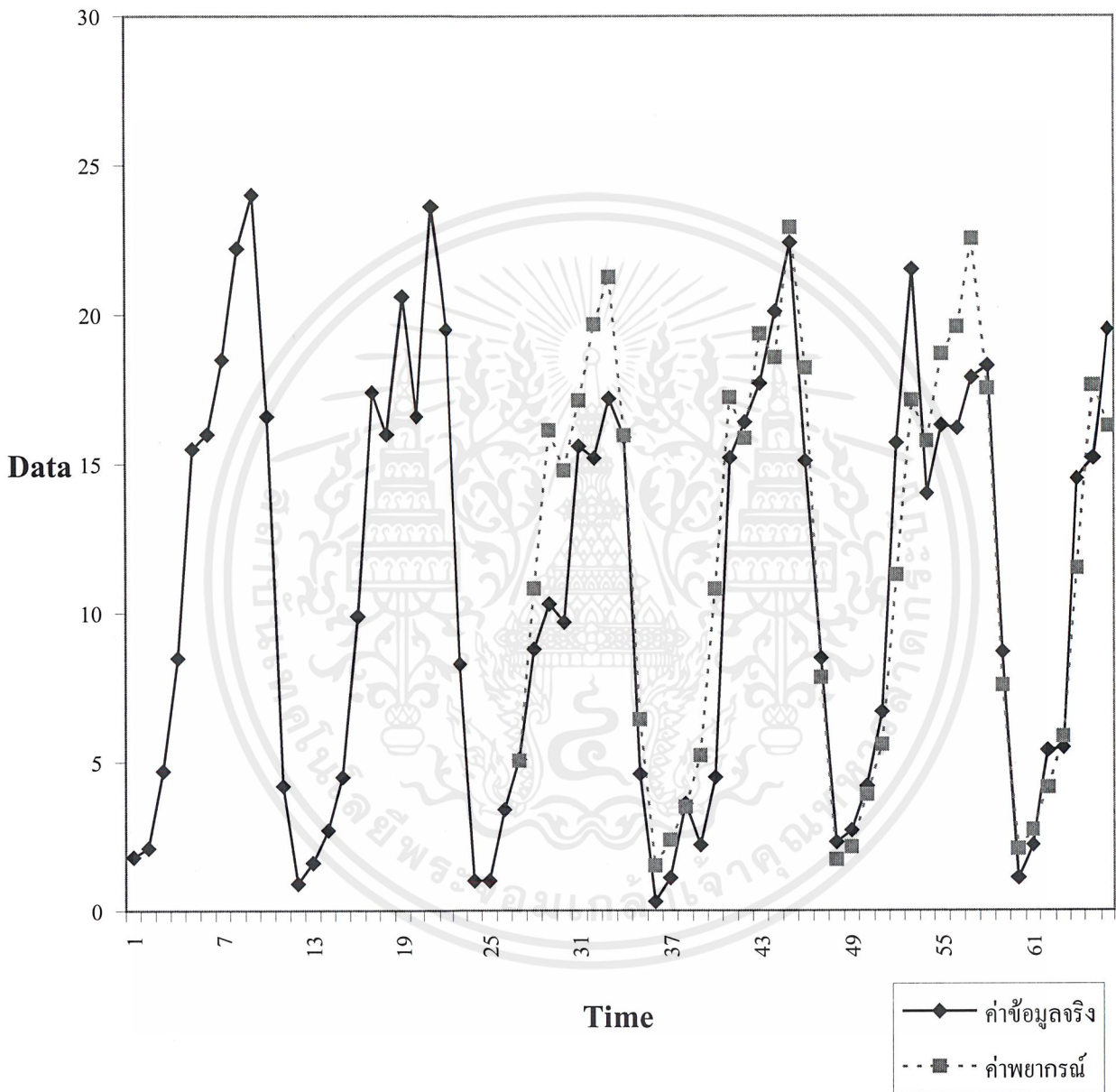


รูปที่ 30 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 (D=1) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออก



รูปที่ 31 : สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 (D=1) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 32 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี **Box and Jenkins** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ $ARIMA(1,0,0)(1,1,1)_2$ ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) คือ 5.192

ตัวแบบ $ARIMA(1,0,0)(1,1,1)_2$ จะมีสมการดังนี้

$$(1 - B^{12})(1 - \Phi_1 B^{12})(1 - \phi_1 B)X_t = \theta_0 + (1 - \Theta_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ $ARIMA$ สำหรับปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออก คือ

$$(1 - B^{12})(1 - 0.5464B)(1 + 0.5085B^{12})X_t = 0.20783 + (1 - 0.7813B^{12})a_t$$

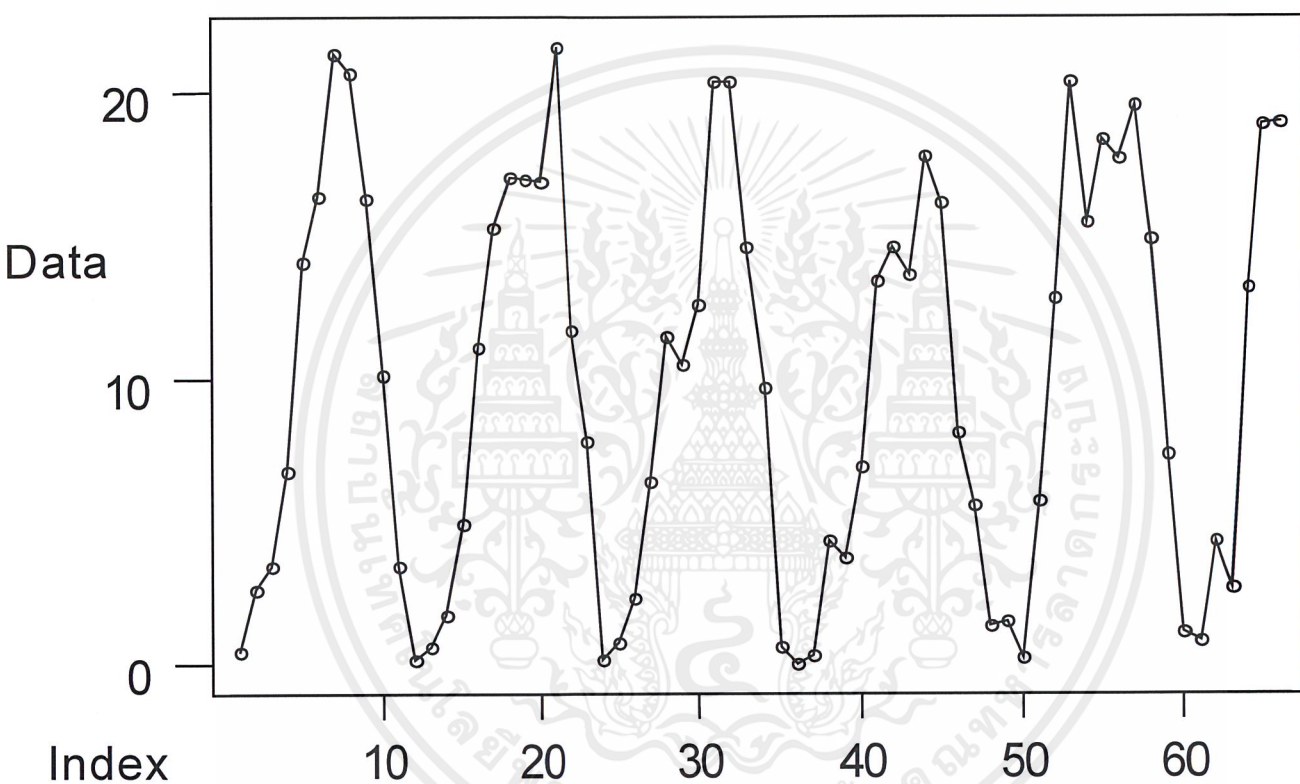
สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว	36.076	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.615$
2. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	36.188	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.625$ และ $\gamma = 0.001$
3. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก	5.3652	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.600$, $\gamma = 0.042$ และ $\beta = 0.001$
4. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ	5.9015	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.751$, $\gamma = 0.030$ และ $\beta = 0.001$
5. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์	5.192	ตัวแบบ ARIMA (1,0,0)(1,1,1) ₁₂

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดคือ 5.192

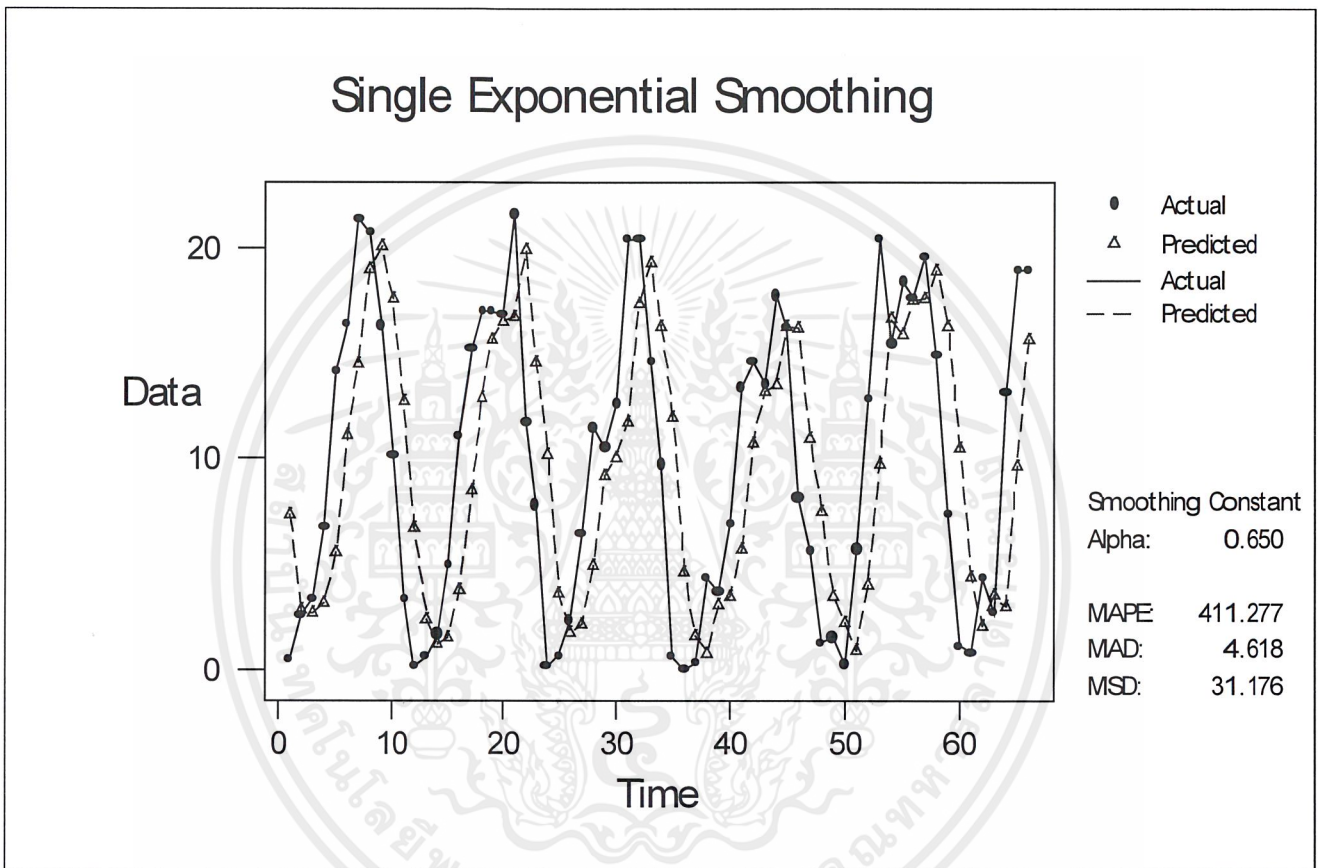
4.5 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 33 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

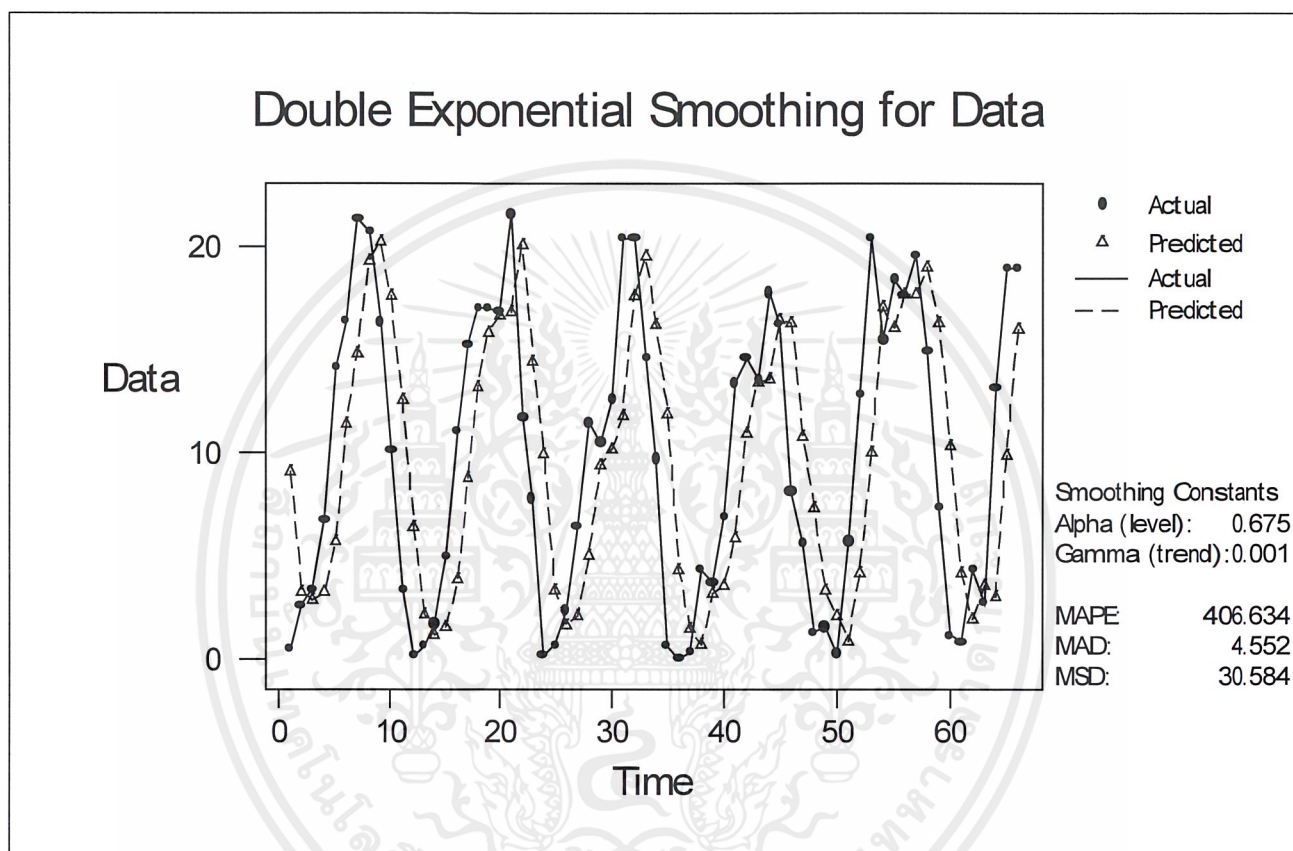


รูปที่ 34 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี **Single Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.650 ซึ่งจะได้ MSD เป็น 31.176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)



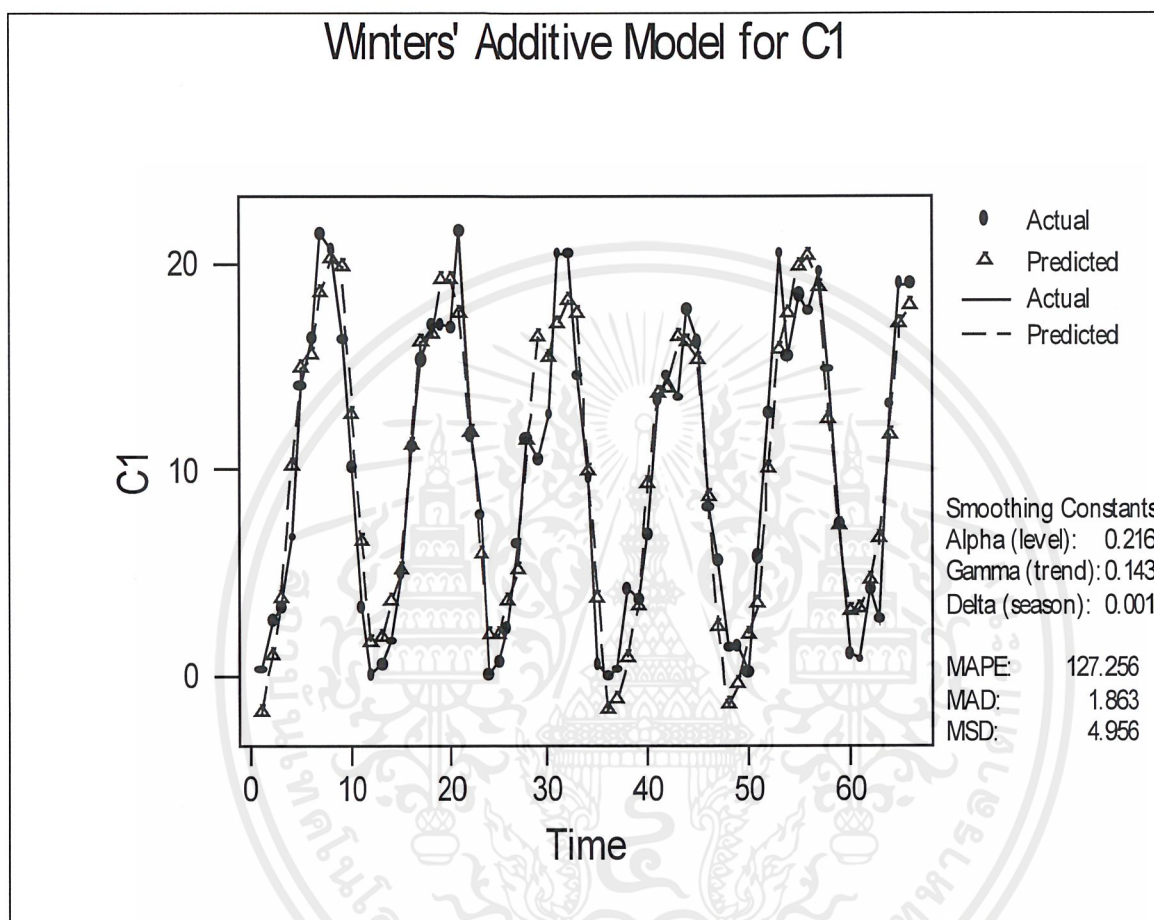
รูปที่ 35 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) และ γ (Gamma) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.675 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 30.584

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก

(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

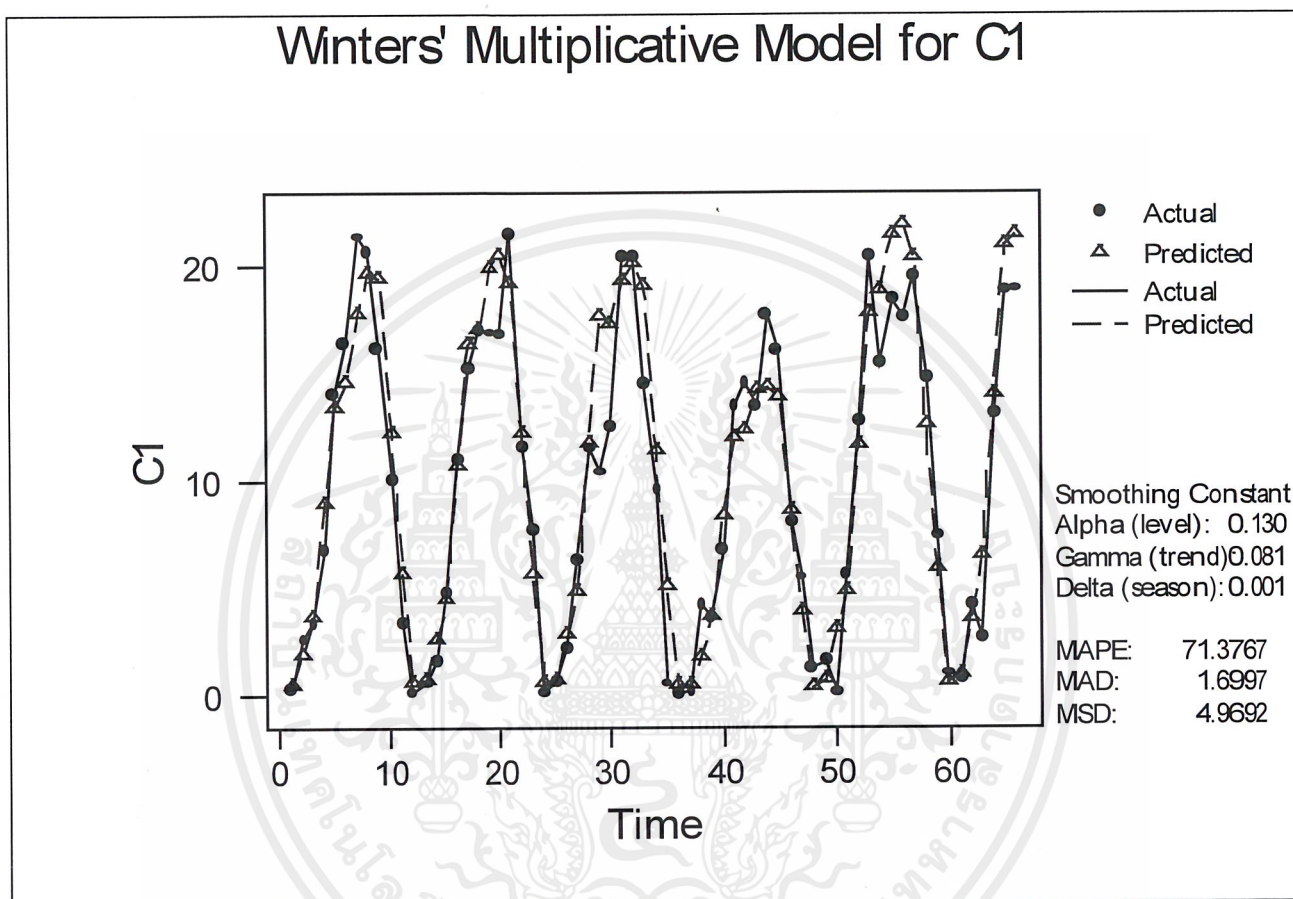


รูปที่ 36 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี **Winter's Additive Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha), γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.216, 0.143 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 4.9560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

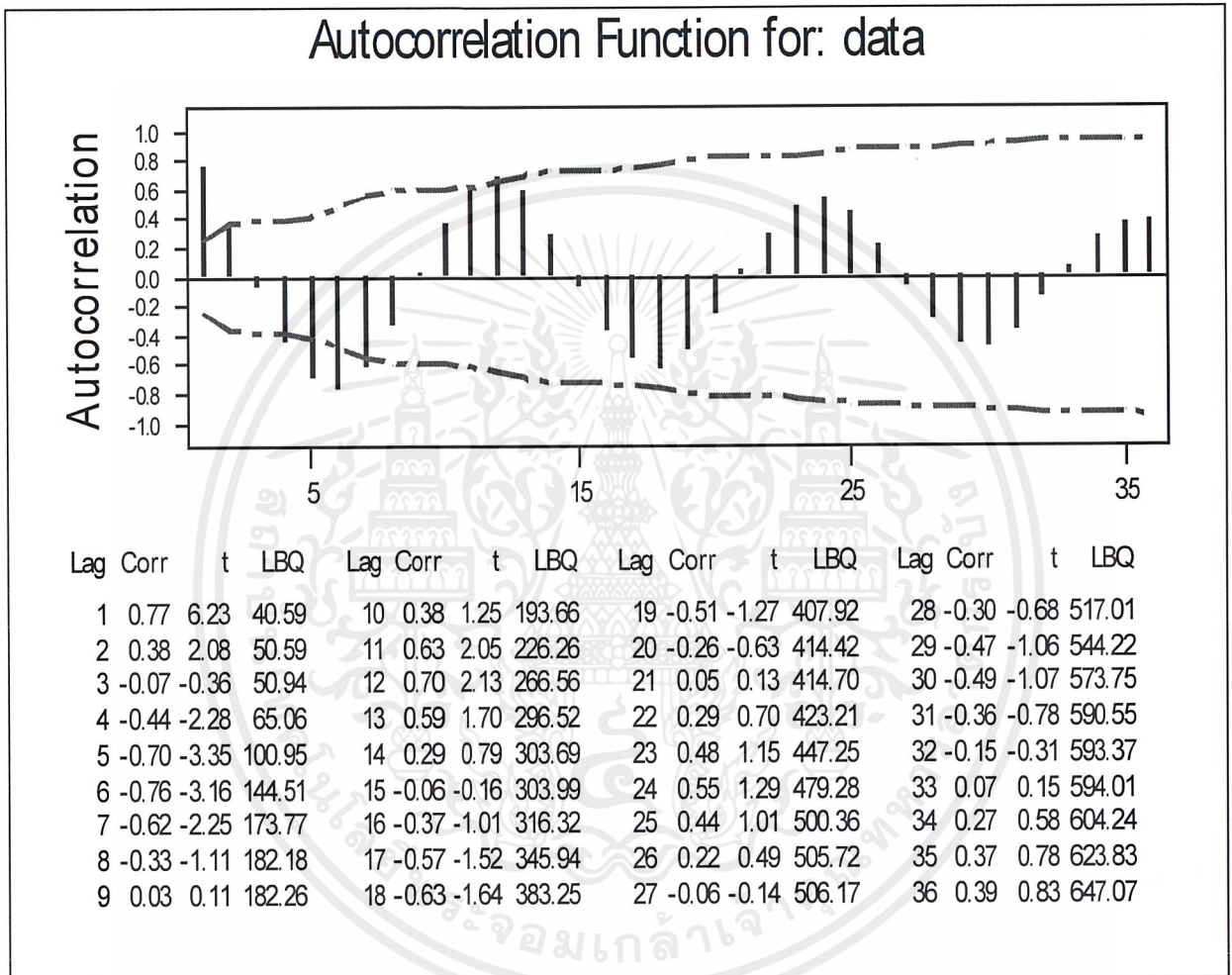
4. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ
(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)



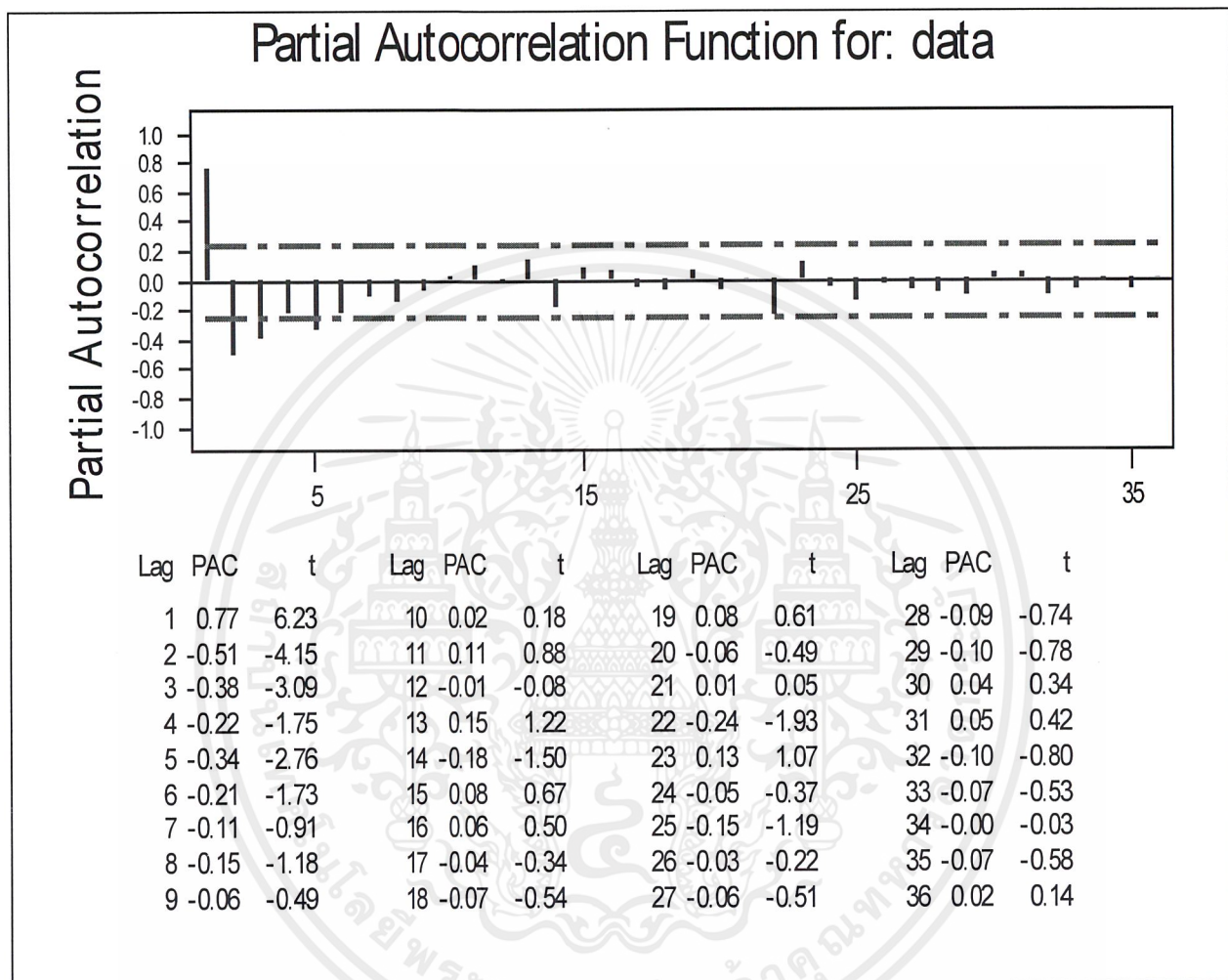
รูปที่ 37 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี **Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha), γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.130 , 0.081 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 4.9692

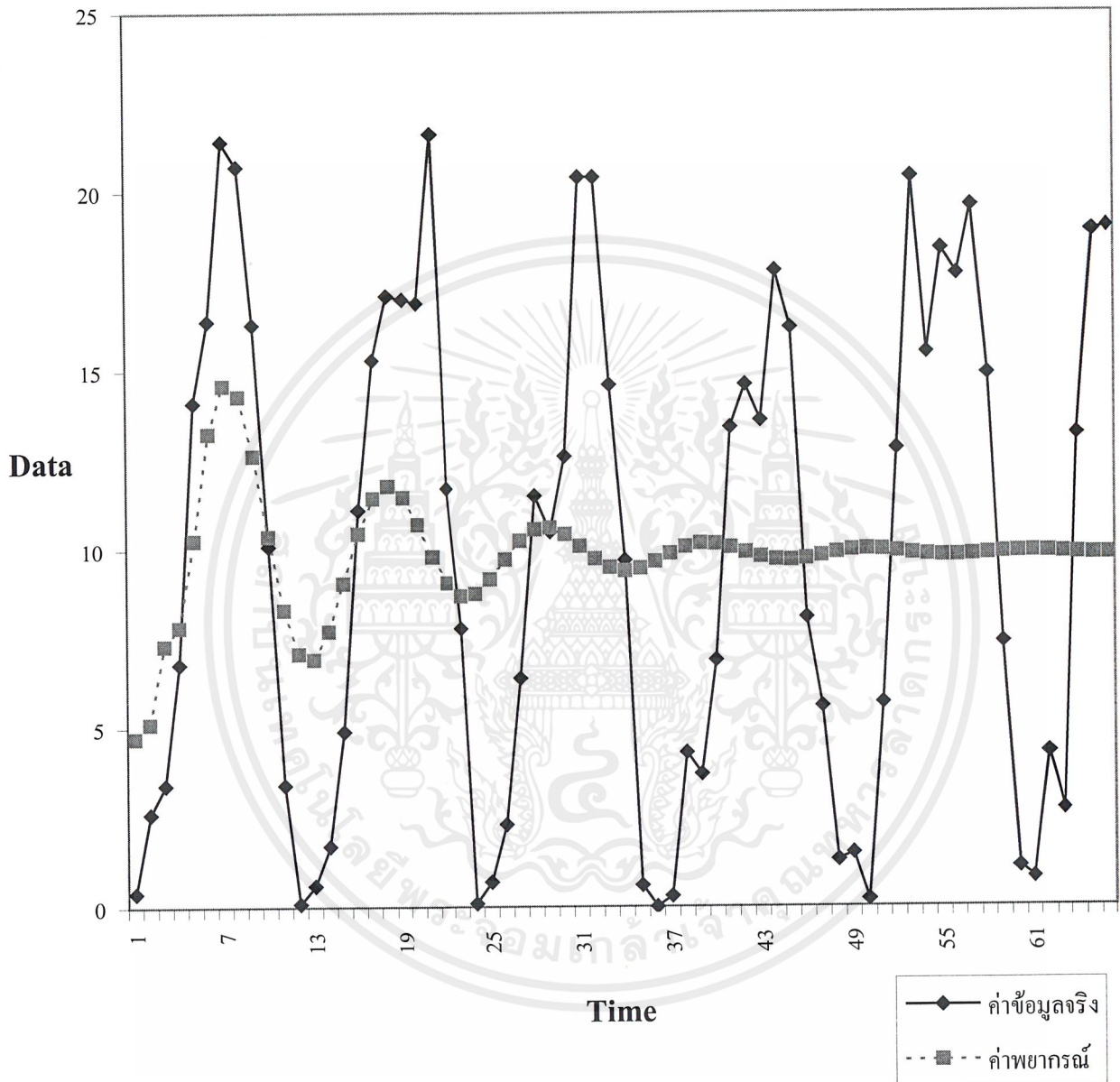
5. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



รูปที่ 38 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 39 : สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 40 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยวิธี **Box and Jenkins** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

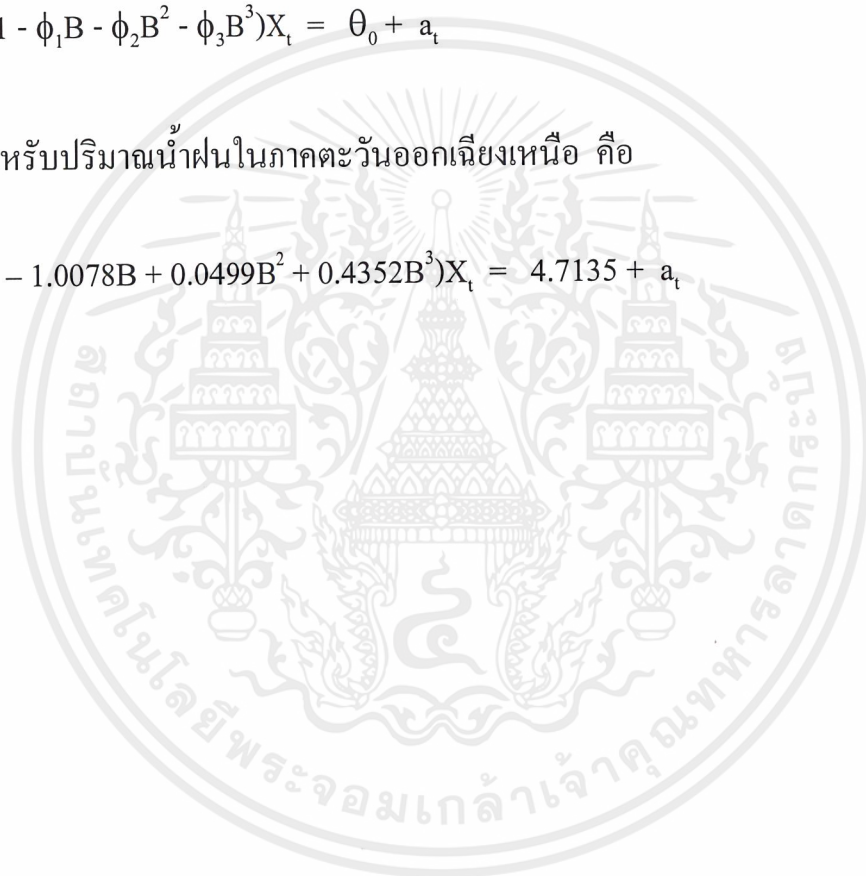
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสมคือ AR(3) ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) คือ 11.294
ตัวแบบ AR(3) จะมีสมการดังนี้

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \phi_3 B^3)X_t = \theta_0 + a_t$$

ตัวแบบ AR สำหรับปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ

$$(1 - 1.0078B + 0.0499B^2 + 0.4352B^3)X_t = 4.7135 + a_t$$



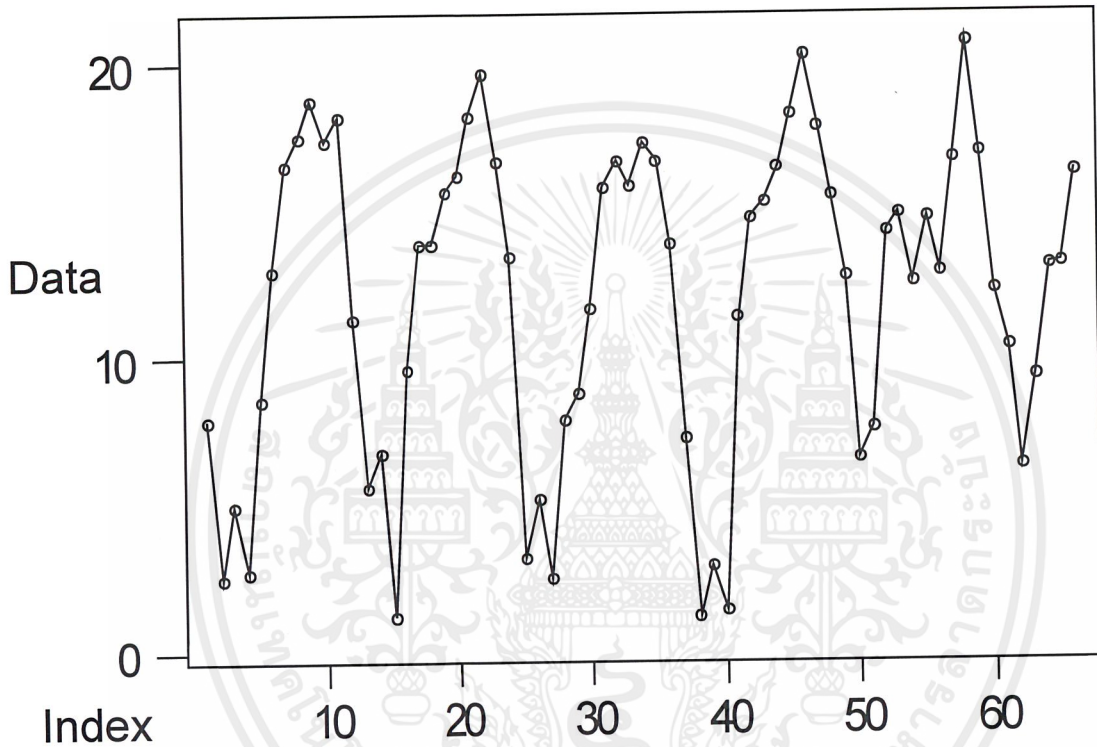
สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว	31.176	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.650$
2. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	30.584	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.675$ และ $\gamma = 0.001$
3. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก	4.9560	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.216$, $\gamma = 0.143$ และ $\beta = 0.001$
4. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ	4.9692	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.130$, $\gamma = 0.081$ และ $\beta = 0.001$
5. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์	11.294	ตัวแบบ AR(3)

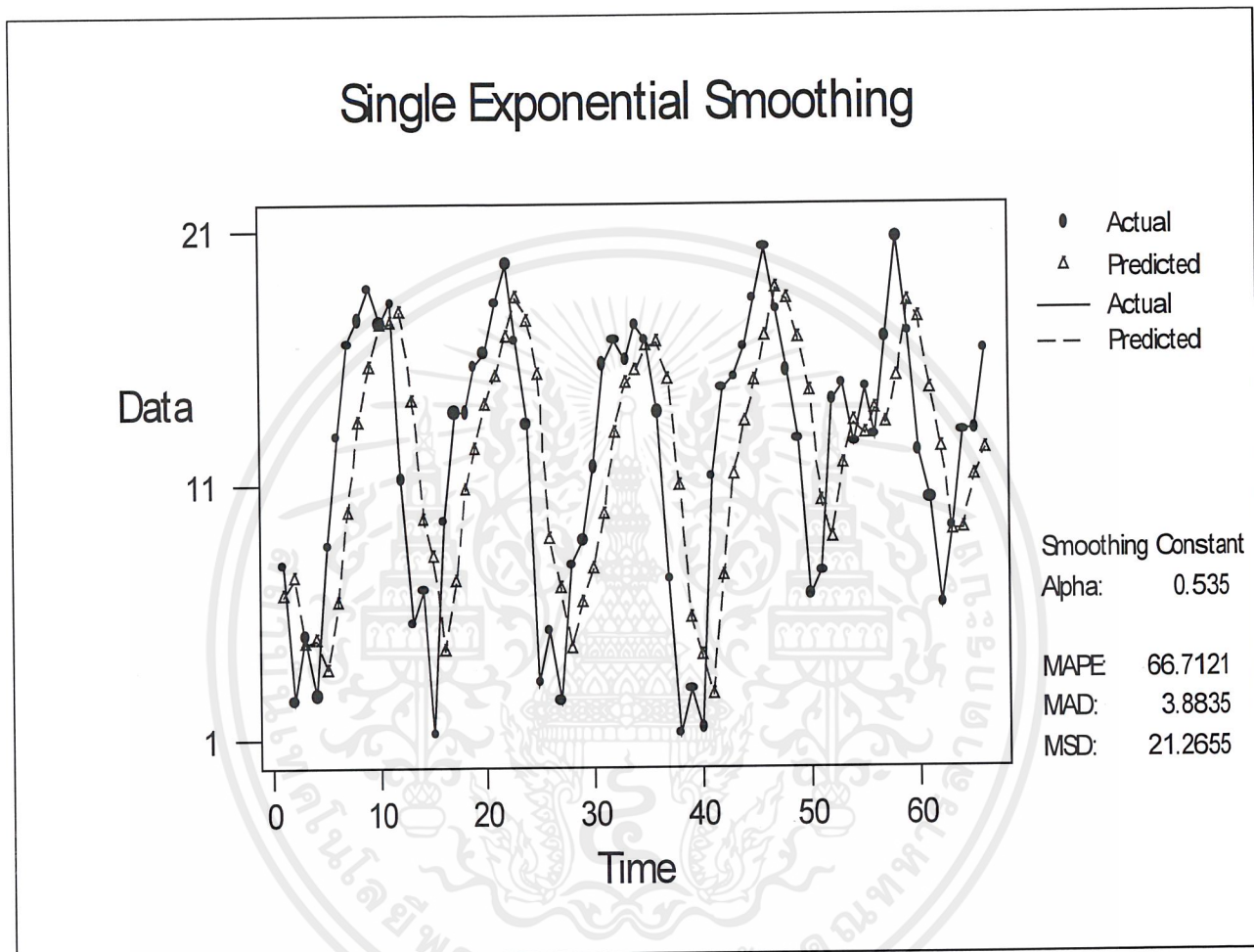
จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ วิธีการปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดคือ 4.9560

4.6 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้



รูปที่ 41 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

1. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

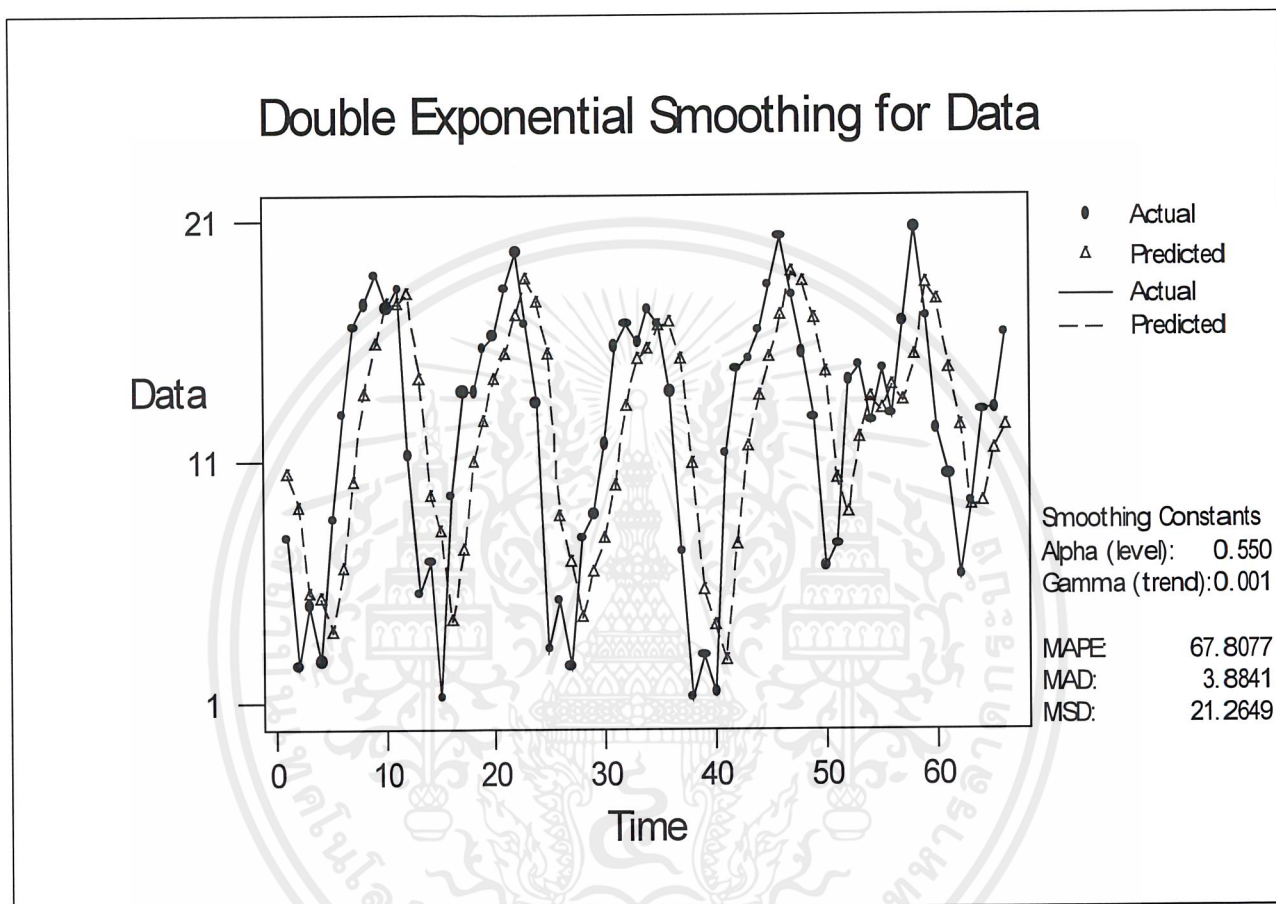


รูปที่ 42 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี **Single Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.535 ซึ่งจะได้ MSD เป็น 21.2655

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

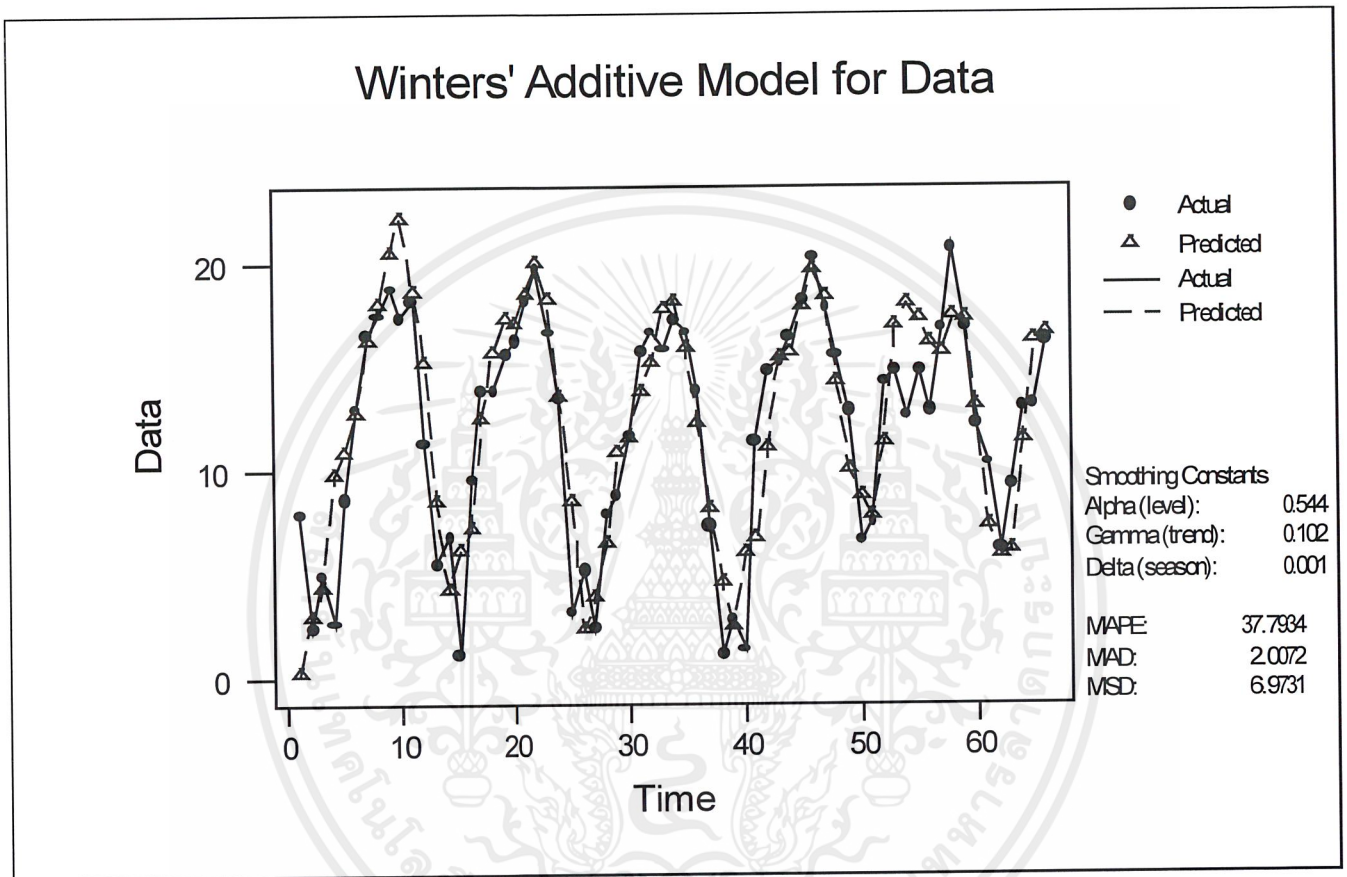


รูปที่ 43 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) และ γ (Gamma) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.550 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 21.2649

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก (Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

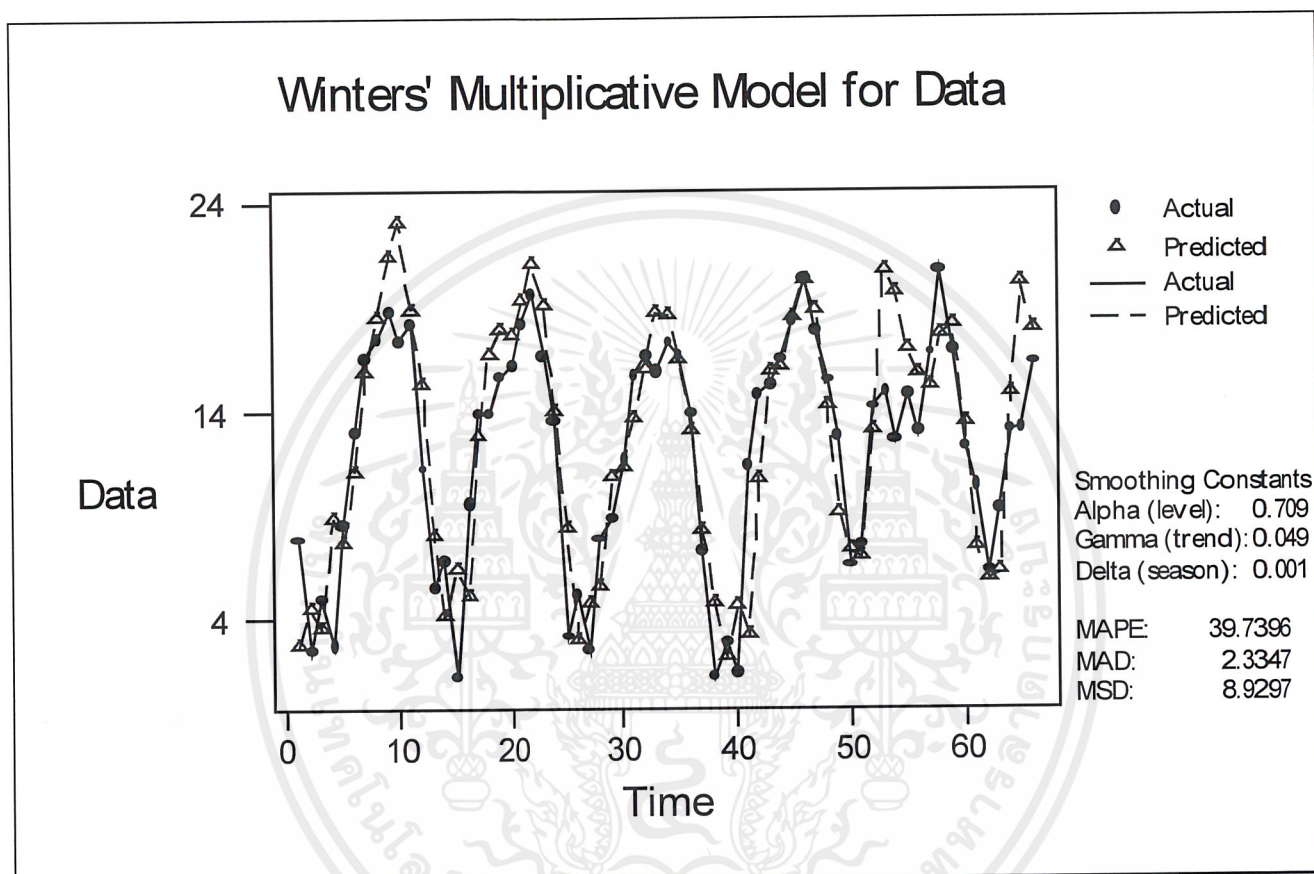


รูปที่ 44 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี **Winter's Additive Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha), γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.544 , 0.102 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 6.9731

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ
(Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

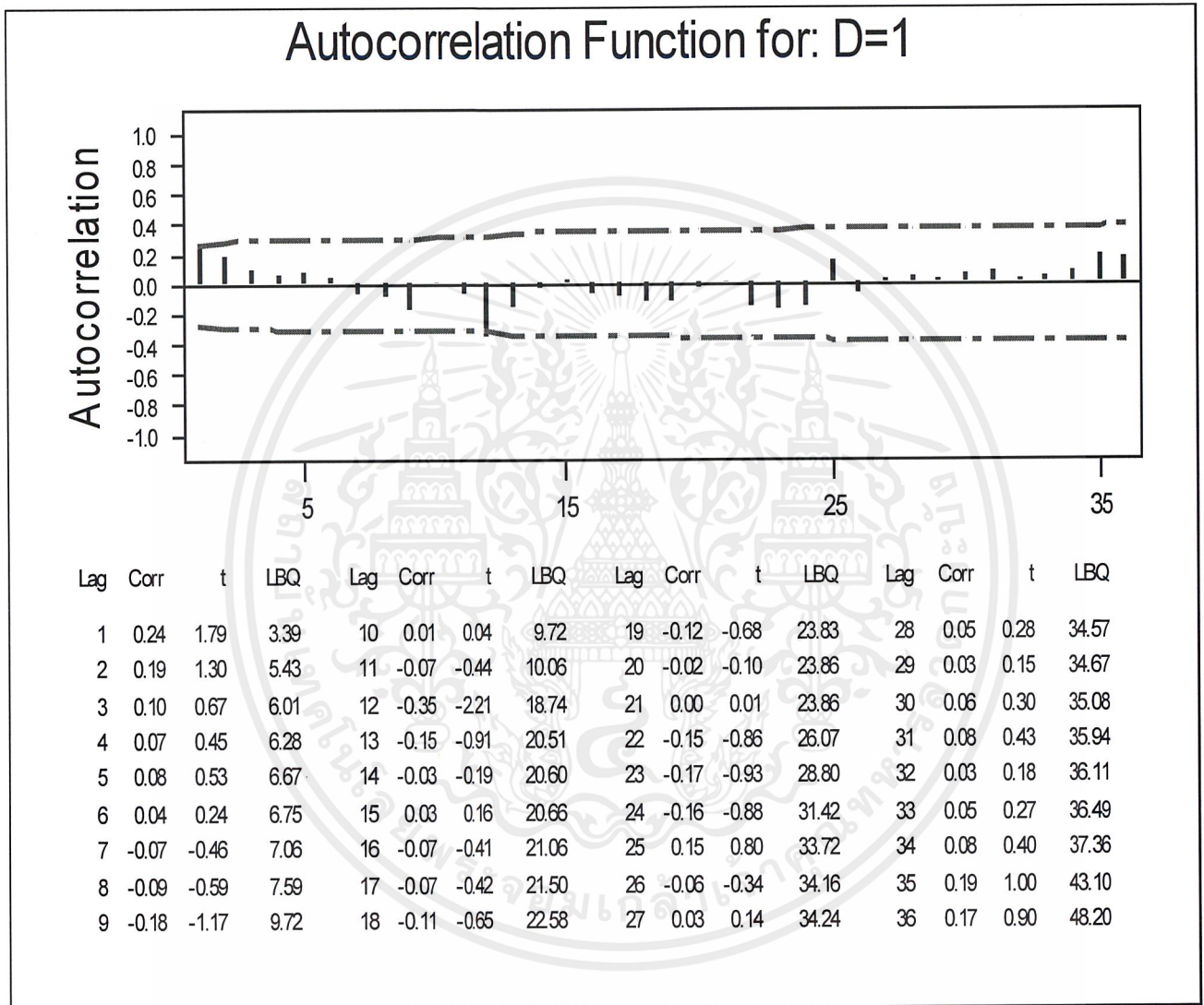


รูปที่ 45 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี **Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

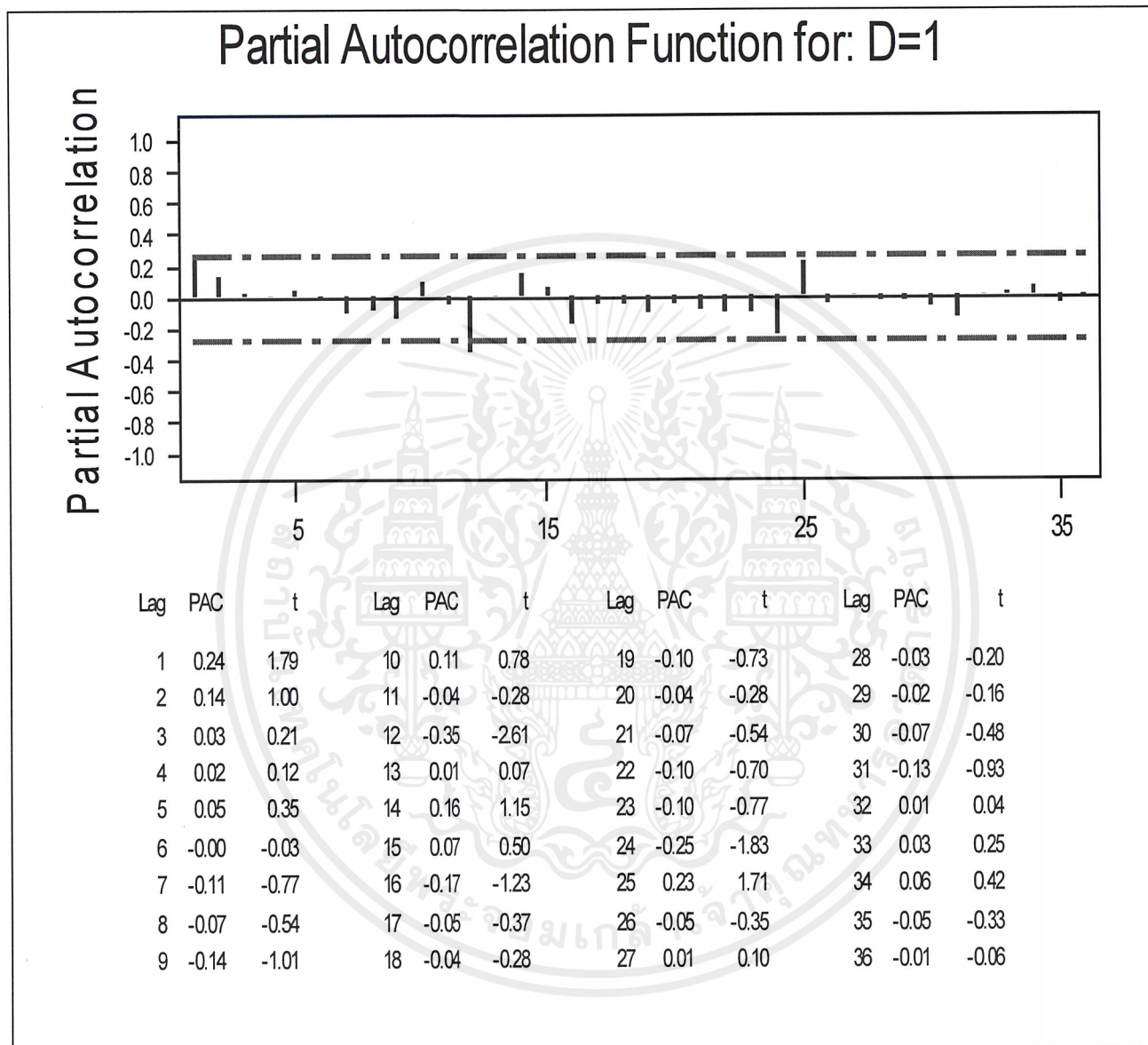
ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) , γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.709 , 0.049 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 8.9297

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)

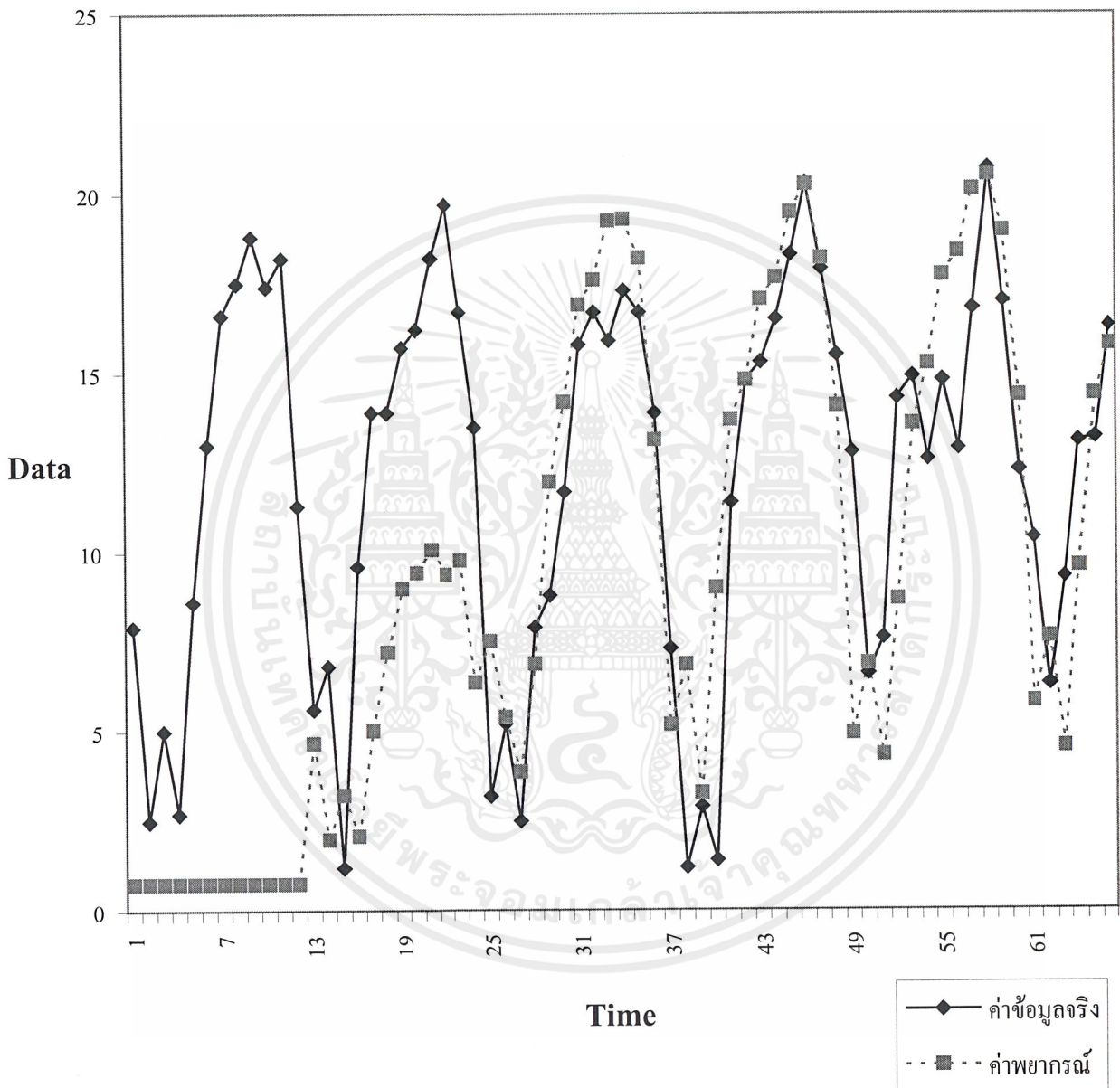


รูปที่ 46 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 (D=1) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้



รูปที่ 47 : สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 (D=1) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 48 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ โดยวิธี **Box and Jenkins** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอกซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสม คือ $ARIMA(1,1,0)_{12}$ ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) คือ 9.139 ตัวแบบ $ARIMA(1,1,0)_{12}$ จะมีสมการดังนี้

$$(1 - B^{12})(1 - \Phi_1 B^{12})X_t = \theta_0 + a_t$$

ตัวแบบ ARIMA สำหรับปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้คือ

$$(1 - B^{12})(1 + 0.5039B^{12})X_t = 0.7503 + a_t$$

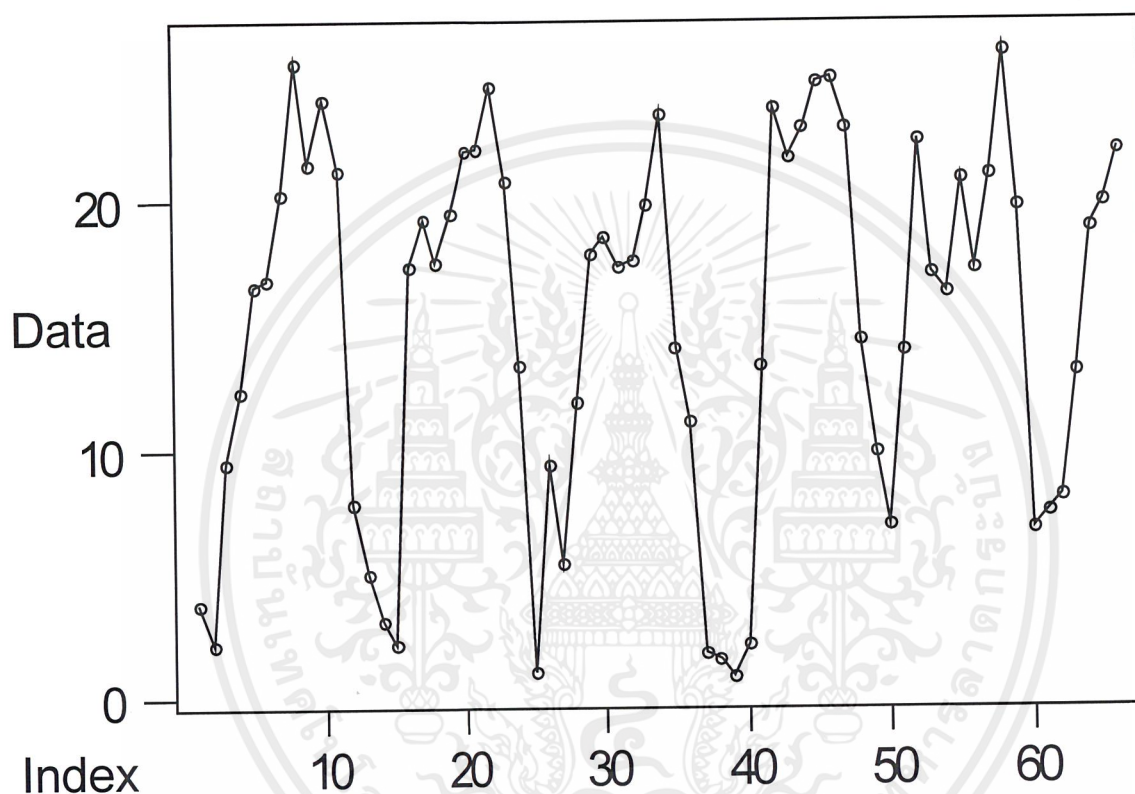
สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ ด้วยวิธีต่างๆ
ดังนี้

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว	21.2655	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.535$
2. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	21.2649	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.550$ และ $\gamma = 0.001$
3. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก	6.9731	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.544$, $\gamma = 0.102$ และ $\beta = 0.001$
4. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ	8.9297	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.709$, $\gamma = 0.049$ และ $\beta = 0.001$
5. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์	9.139	ตัวแบบ $ARIMA(1,1,0)_{12}$

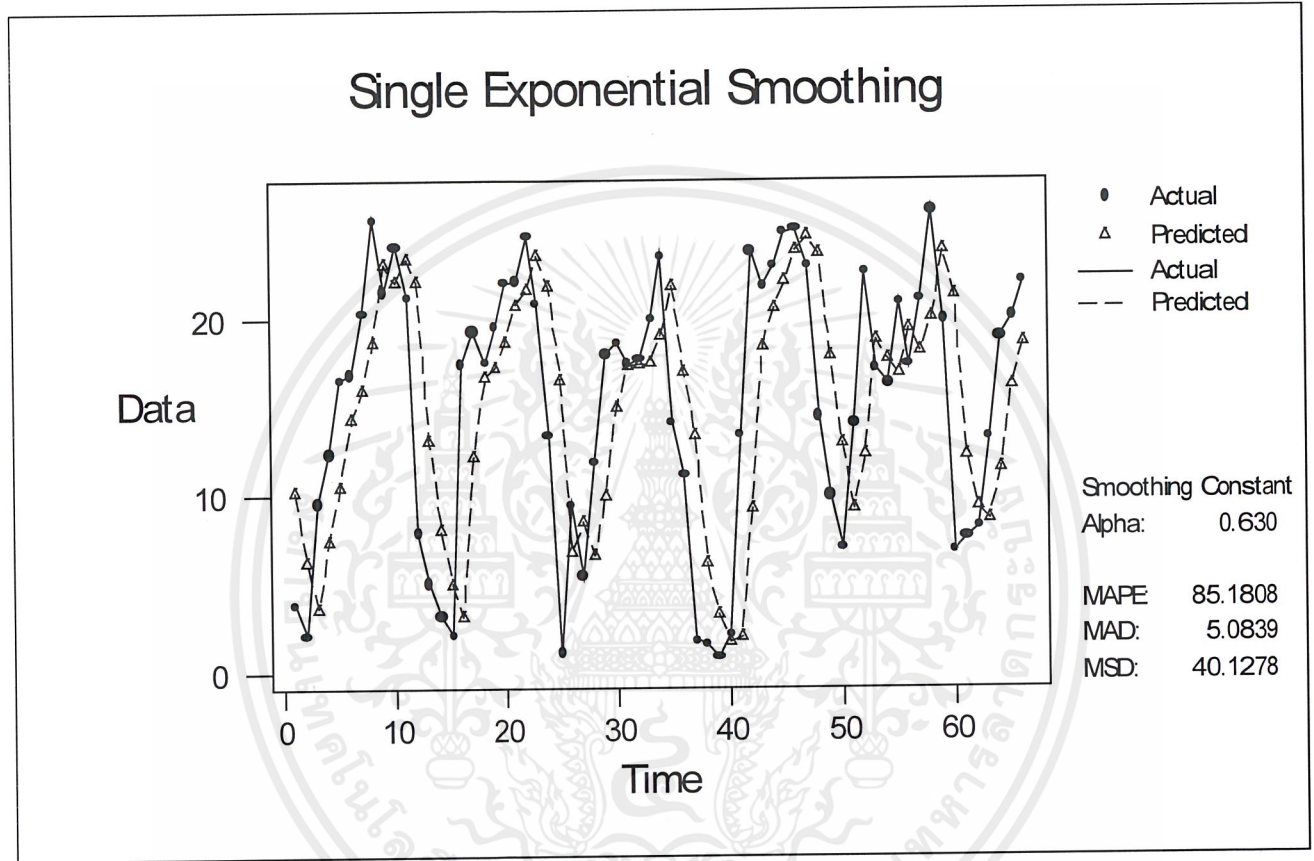
จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้ คือ การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวกซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดคือ 6.9731

4.7 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้



รูปที่ 49 : ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

1. วิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing)

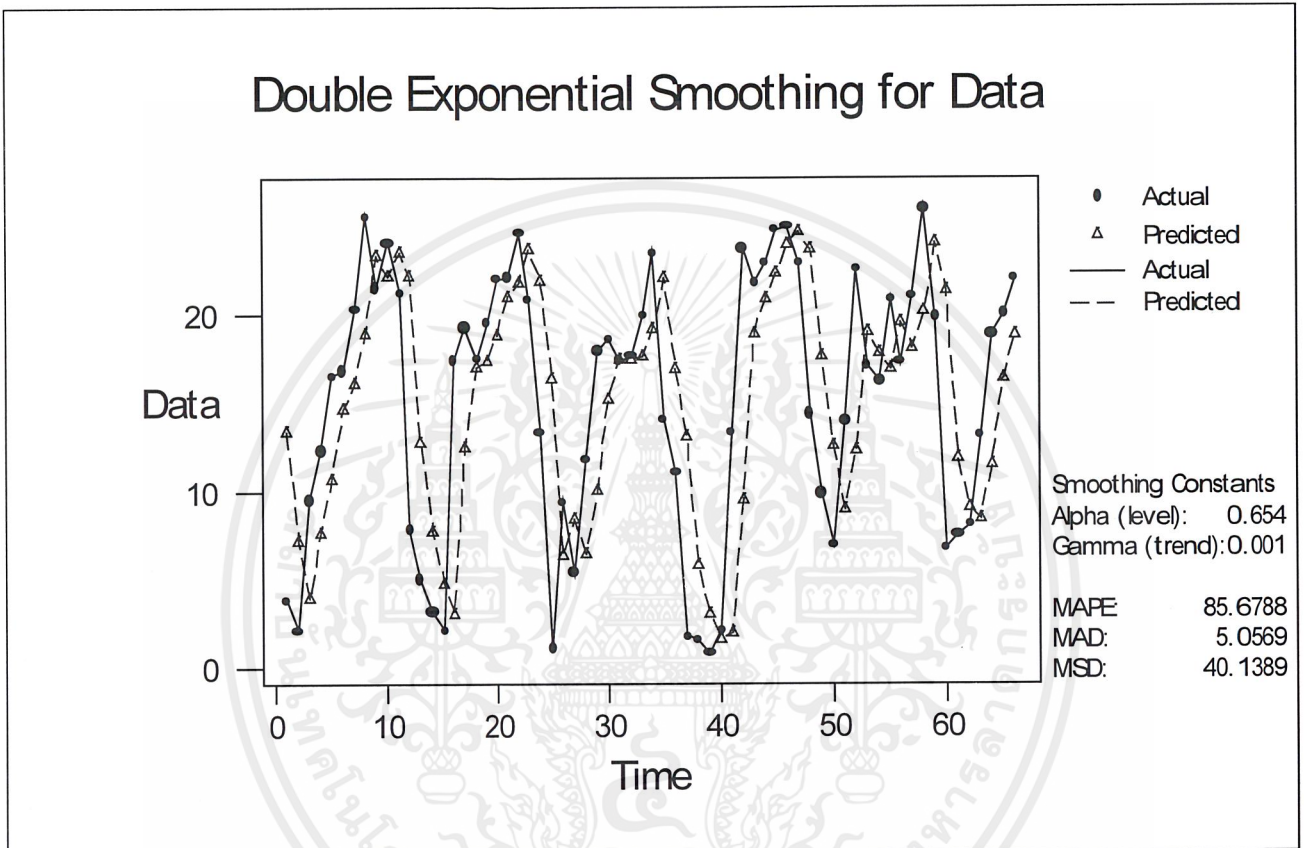


รูปที่ 50 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี **Single Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.630 ซึ่งจะได้ MSD เป็น 40.1278

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing)

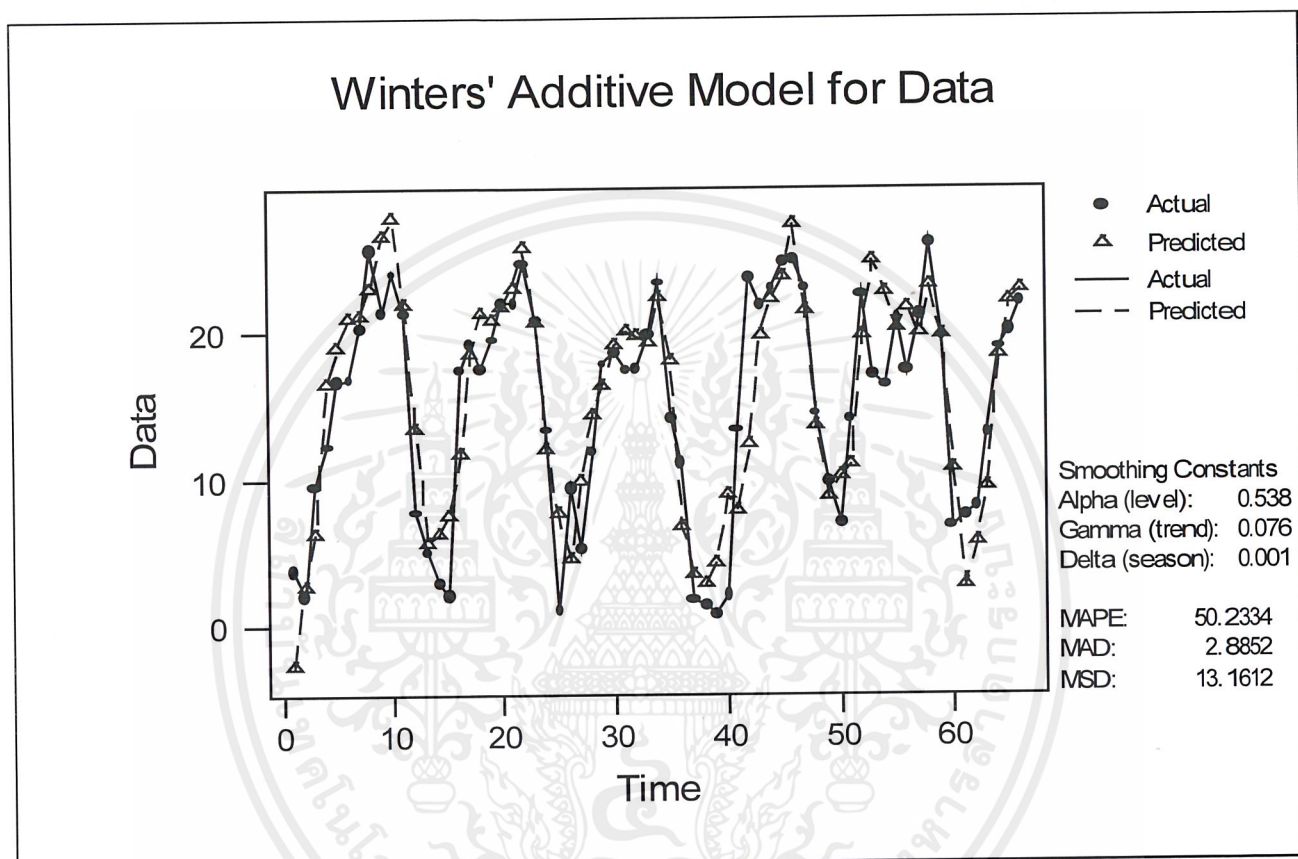


รูปที่ 51 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี **Double Exponential Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha) และ γ (Gamma) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุดคือ 0.654 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 40.1389

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก (Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

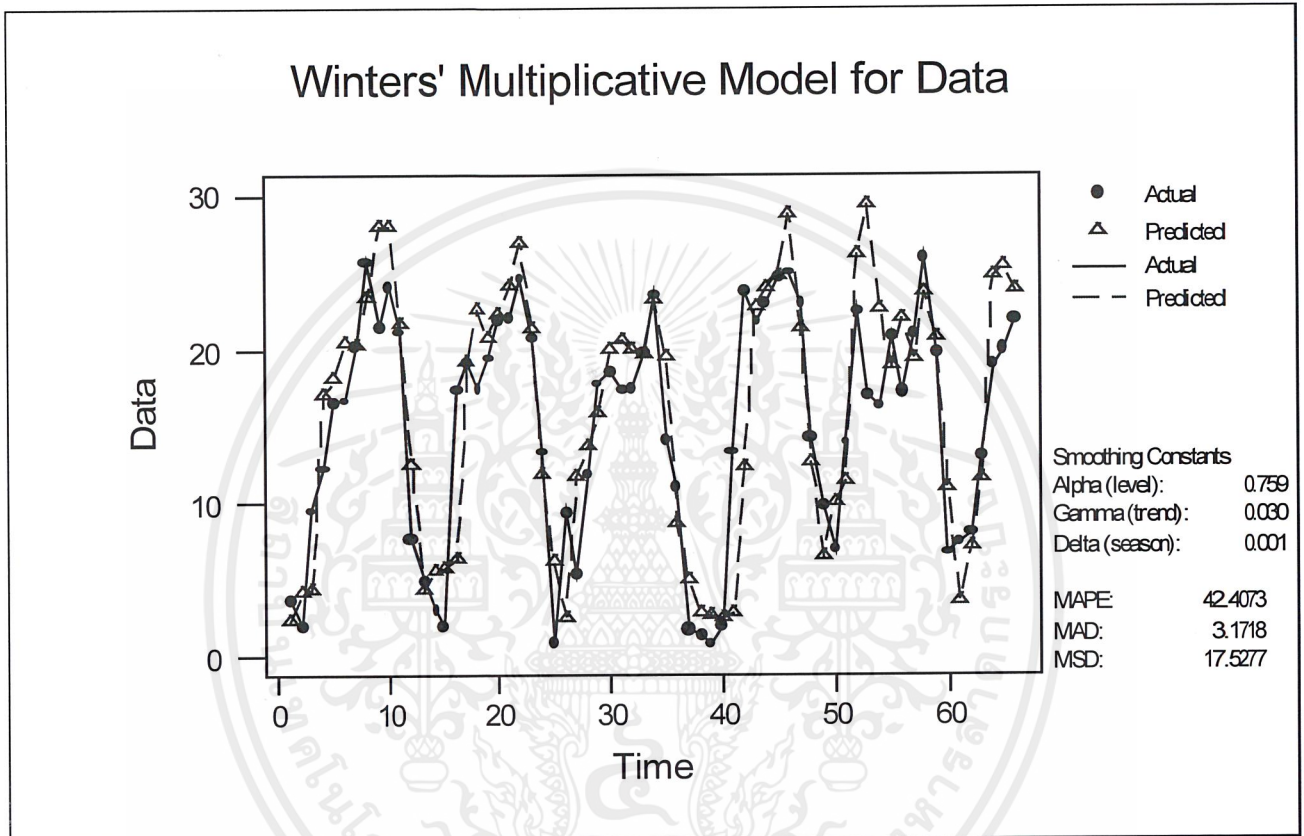


รูปที่ 52 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี **Winter's Additive Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha), γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.538, 0.076 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 13.1612

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ (Winter's Linear and Seasonal Exponential Smoothing)

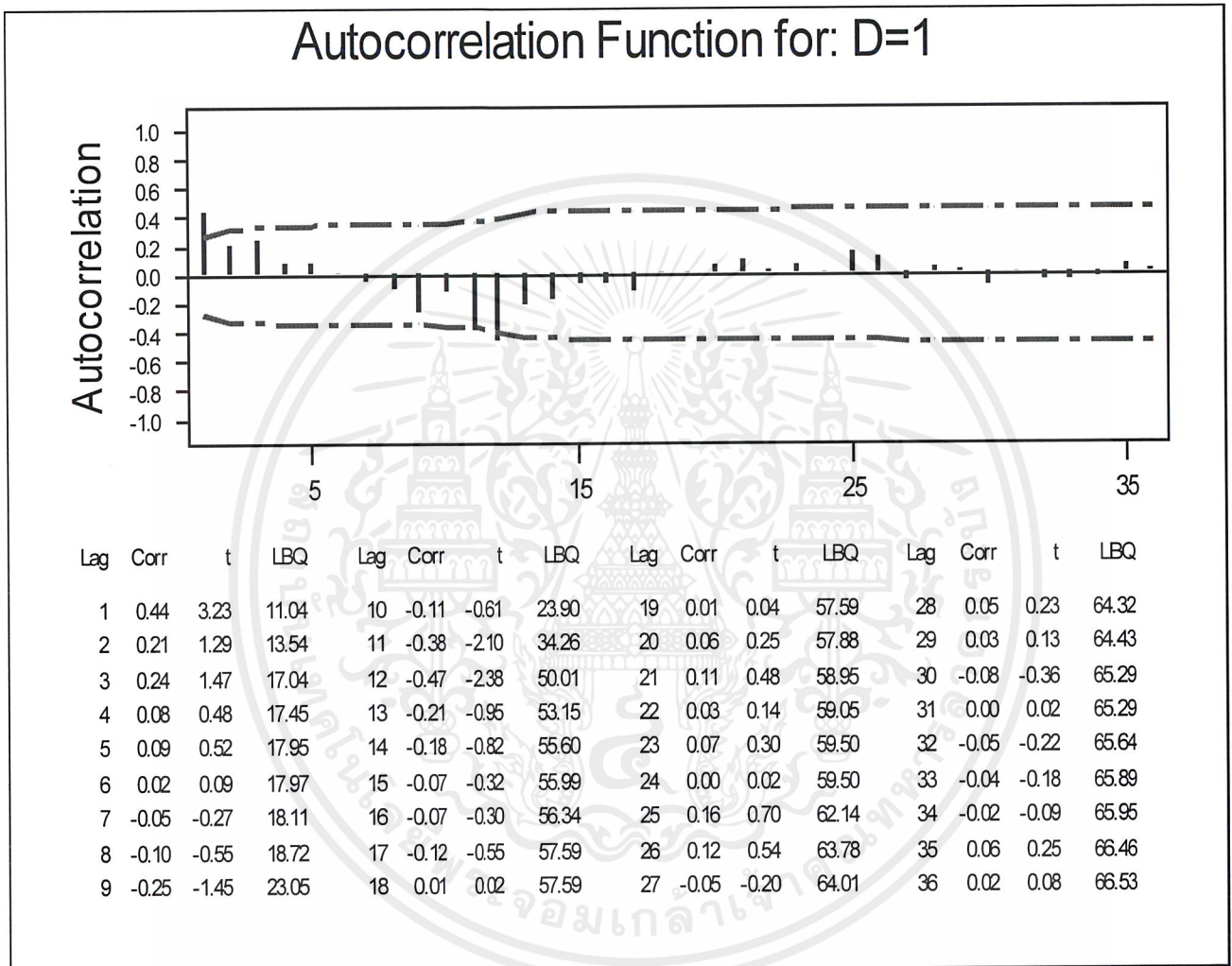


รูปที่ 53 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี **Winter's Multiplicative Seasonal Smoothing** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าคงที่ทำให้เรียบ α (Alpha), γ (Gamma) และ β (Delta) ที่ทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) น้อยที่สุด คือ 0.759 , 0.030 และ 0.001 ตามลำดับ ซึ่งได้ MSD เป็น 17.5277

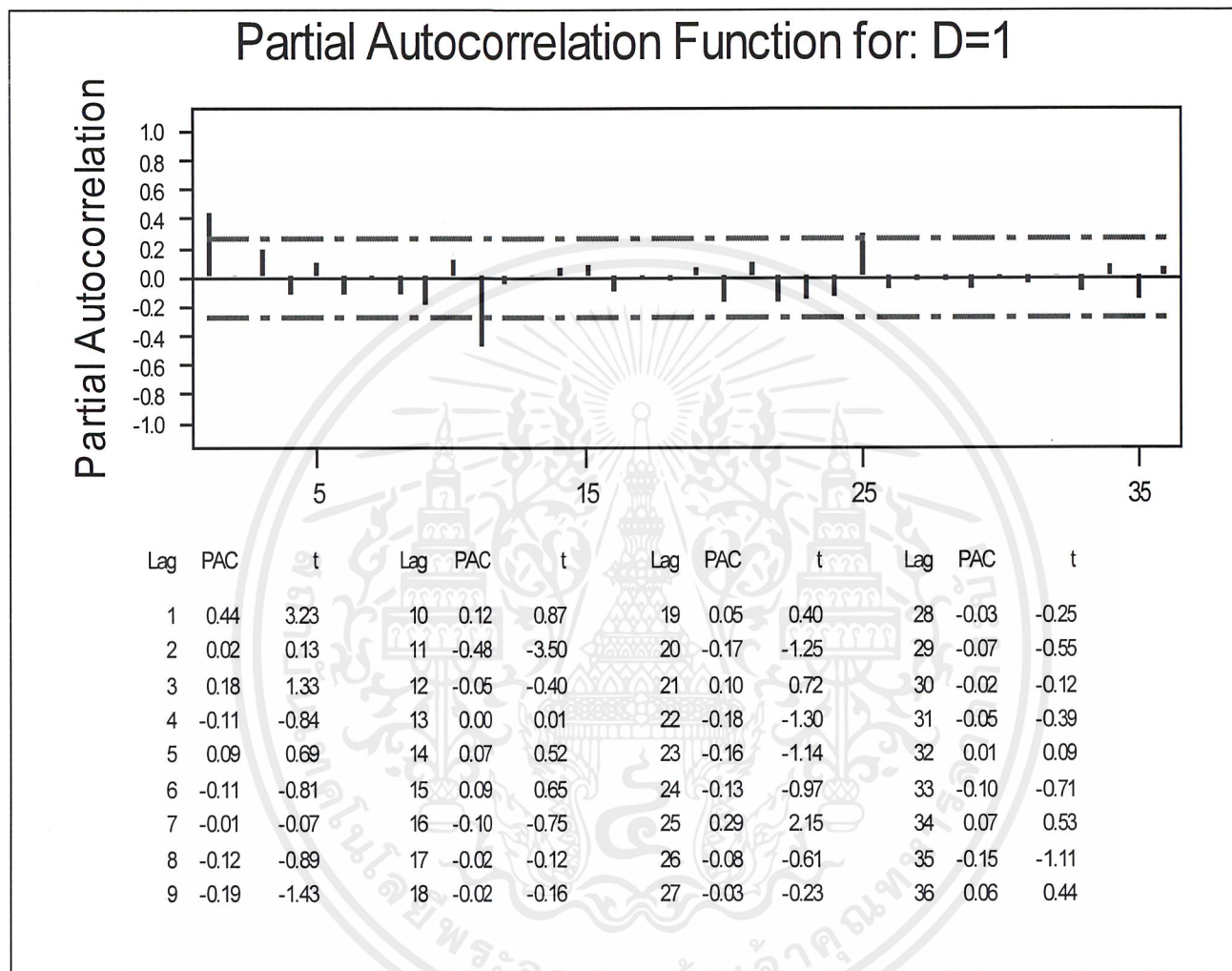
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาเทคนิคของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



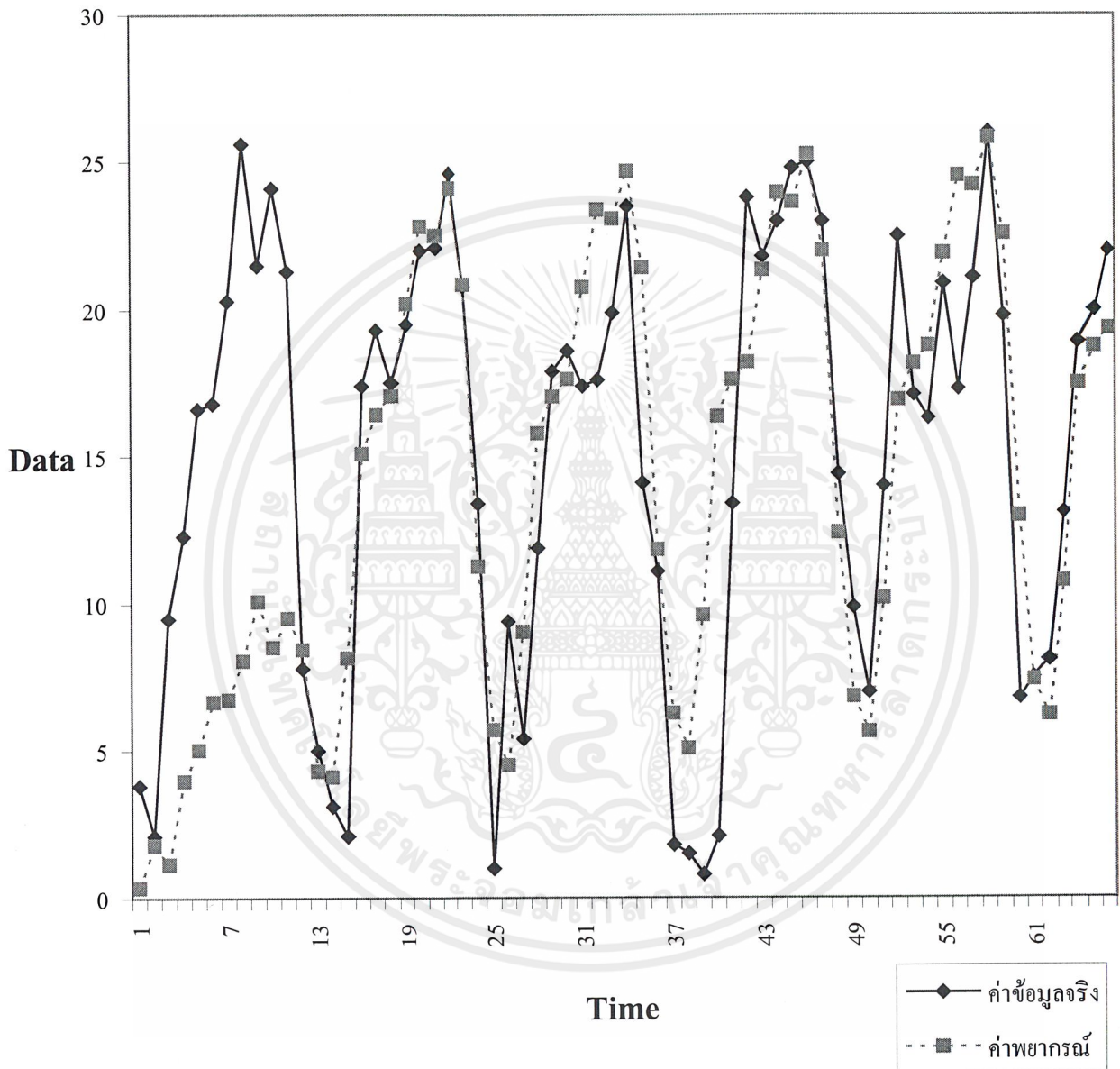
รูปที่ 54 : สหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 (D=1) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 55 : สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial Autocorrelation) ของค่าแตกต่างฤดูกาลครั้งที่ 1 (D=1) ที่ความยาวฤดูกาลเท่ากับ 12 ที่ระยะเวลาห่างต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 56 : ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ โดยวิธี **Box and Jenkins** ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอซซ์และเจนกินส์ จะพบว่าได้ตัวแบบที่เหมาะสม คือ ARIMA (1,0,0)(0,1,1)₁₂ ซึ่งทำให้ได้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) คือ 14.180

ตัวแบบ ARIMA (1,0,0)(0,1,1)₁₂ จะมีสมการดังนี้

$$(1 - B^{12})(1 - \phi_1 B)X_t = \theta_0 + (1 - \Theta_1 B^{12})a_t$$

ตัวแบบ ARIMA สำหรับปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้คือ

$$(1 - B^{12})(1 - 0.3804B)X_t = 0.3515 + (1 - 0.8182B^{12})a_t$$

สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ ด้วยวิธีต่างๆ
ดังนี้

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีต่างๆ ของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้

เทคนิคในการวิเคราะห์	MSD	ค่าคงที่หรือตัวแบบ
1. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว	40.1278	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.630$
2. การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง	40.1389	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.654$ และ $\gamma = 0.001$
3. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก	13.1612	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.538$, $\gamma = 0.076$ และ $\beta = 0.001$
4. การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบคูณ	17.5277	เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ $\alpha = 0.759$, $\gamma = 0.030$ และ $\beta = 0.001$
5. การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอกซ์และเจนกินส์	14.180	ตัวแบบ ARIMA (1,0,0)(0,1,1) ₁₂

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ คือ การปรับแนวโน้มและฤดูกาลแบบวินเตอร์ เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSD) ต่ำสุดคือ 13.1612

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์

สรุปผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ เพื่อหาตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสม สำหรับการอธิบายและพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย เป็นดังนี้

ตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับการอธิบายและพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

1. เขตกรุงเทพมหานคร

พยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,0,0)(1,1,1)₁₂ คือ

$$(1 - B^{12})(1 - 0.4620B)(1 + 0.2910B^{12})X_t = 0.12092 + (1 - 0.7976B^{12})a_t$$

2. ภาคกลาง

พยากรณ์โดยวิธีของวินเตอร์เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ คือ $\alpha = 0.558$, $\gamma = 0.067$ และ $\beta = 0.001$ มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + SN_t + \epsilon_t$$

3. ภาคเหนือ

พยากรณ์โดยวิธีของวินเตอร์เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ คือ $\alpha = 0.270$, $\gamma = 0.150$ และ $\beta = 0.001$ มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + SN_t + \epsilon_t$$

4. ภาคตะวันออก

พยากรณ์โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,0,0)(1,1,1)₁₂ คือ

$$(1 - B^{12})(1 - 0.5464B)(1 + 0.5085B^{12})X_t = 0.20783 + (1 - 0.7813B^{12})a_t$$

5. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พยากรณ์โดยวิธีของวินเตอร์เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ คือ $\alpha = 0.216$, $\gamma = 0.143$ และ $\beta = 0.001$ มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + SN_t + \varepsilon_t$$

6. บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้

พยากรณ์โดยวิธีของวินเตอร์เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ คือ $\alpha = 0.544$, $\gamma = 0.102$ และ $\beta = 0.001$ มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + SN_t + \varepsilon_t$$

7. บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้

พยากรณ์โดยวิธีของวินเตอร์เมื่อมีฤดูกาลแบบบวก เมื่อกำหนดค่าคงที่ทำให้เรียบ คือ $\alpha = 0.538$, $\gamma = 0.076$ และ $\beta = 0.001$ มีตัวแบบอนุกรมเวลา คือ

$$X_t = \beta_0 + \beta_1 t + SN_t + \varepsilon_t$$

ภาคผนวก ก

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในเขตกรุงเทพมหานครและภาคต่างๆของประเทศไทย
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 : ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของเขตกรุงเทพมหานคร
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล
1	0	23	8	45	21
2	1	24	0	46	15
3	3	25	0	47	10
4	4	26	3	48	0
5	14	27	3	49	4
6	18	28	8	50	3
7	18	29	11	51	4
8	23	30	7	52	15
9	25	31	13	53	18
10	21	32	15	54	14
11	5	33	19	55	15
12	1	34	16	56	19
13	1	35	6	57	16
14	3	36	0	58	17
15	2	37	3	59	8
16	11	38	6	60	1
17	22	39	1	61	0
18	16	40	3	62	2
19	24	41	16	63	3
20	20	42	15	64	14
21	26	43	16	65	20
22	17	44	21	66	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 : ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของภาคกลาง ตั้งแต่เดือนมกราคม
พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล
1	0.7	23	6.9	45	19
2	0.5	24	0.4	46	11.8
3	2.6	25	0.2	47	7.2
4	3.3	26	0.7	48	0.6
5	12.4	27	3	49	1.9
6	15.2	28	5.7	50	2.5
7	17.2	29	9.1	51	3.2
8	23.2	30	8.2	52	15.7
9	23.3	31	14.6	53	17.9
10	15.8	32	16.7	54	12.4
11	3.3	33	19.2	55	15.4
12	0.5	34	12.9	56	16.1
13	0.5	35	3.8	57	17.8
14	1.6	36	0.1	58	18
15	2.3	37	1.6	59	5.9
16	9.8	38	3	60	1.2
17	16.6	39	1.2	61	0.4
18	14.6	40	3.6	62	2.7
19	18.8	41	13.3	63	3.1
20	15.1	42	12.1	64	12.3
21	22.6	43	15.9	65	16.1
22	14.5	44	17.2	66	17.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 : ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของภาคเหนือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล
1	0.6	23	6.2	45	15.4
2	0.3	24	0.3	46	8
3	2.1	25	0.1	47	5.9
4	5.3	26	0.5	48	0.7
5	14.9	27	4.2	49	2.8
6	16.6	28	8.7	50	1.4
7	22.1	29	10	51	2.8
8	24.2	30	12.7	52	11.7
9	17.6	31	22	53	20.3
10	10.4	32	22	54	16.6
11	5.6	33	18.3	55	17.9
12	0.1	34	8.2	56	22.5
13	0.2	35	2.8	57	18.7
14	4.1	36	0.1	58	16.8
15	2.2	37	0.4	59	6.8
16	9.1	38	1	60	2.9
17	16.6	39	2.5	61	0.3
18	19.3	40	5.2	62	4.8
19	18.5	41	14.7	63	2.7
20	22.1	42	12.6	64	11.2
21	20.8	43	17.6	65	17.1
22	10.9	44	19.5	66	20.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 : ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออก ตั้งแต่เดือนมกราคม
พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล
1	1.8	23	8.3	45	22.4
2	2.1	24	1	46	15.1
3	4.7	25	1	47	8.5
4	8.5	26	3.4	48	2.3
5	15.5	27	5.1	49	2.7
6	16	28	8.8	50	4.2
7	18.5	29	10.3	51	6.7
8	22.2	30	9.7	52	15.7
9	24	31	15.6	53	21.5
10	16.6	32	15.2	54	14
11	4.2	33	17.2	55	16.3
12	0.9	34	15.9	56	16.2
13	1.6	35	4.6	57	17.9
14	2.7	36	0.3	58	18.3
15	4.5	37	1.1	59	8.7
16	9.9	38	3.6	60	1.1
17	17.4	39	2.2	61	2.2
18	16	40	4.5	62	5.4
19	20.6	41	15.2	63	5.5
20	16.6	42	16.4	64	14.5
21	23.6	43	17.7	65	15.2
22	19.5	44	20.1	66	19.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 : ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล
1	0.4	23	7.8	45	16.2
2	2.6	24	0.1	46	8.1
3	3.4	25	0.7	47	5.6
4	6.8	26	2.3	48	1.3
5	14.1	27	6.4	49	1.5
6	16.4	28	11.5	50	0.2
7	21.4	29	10.5	51	5.7
8	20.7	30	12.6	52	12.8
9	16.3	31	20.4	53	20.4
10	10.1	32	20.4	54	15.5
11	3.4	33	14.6	55	18.4
12	0.1	34	9.7	56	17.7
13	0.6	35	0.6	57	19.6
14	1.7	36	0	58	14.9
15	4.9	37	0.3	59	7.4
16	11.1	38	4.3	60	1.1
17	15.3	39	3.7	61	0.8
18	17.1	40	6.9	62	4.3
19	17	41	13.4	63	2.7
20	16.9	42	14.6	64	13.2
21	21.6	43	13.6	65	18.9
22	11.7	44	17.8	66	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 : ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเฉียงใต้
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล
1	7.9	23	16.7	45	18.3
2	2.5	24	13.5	46	20.3
3	5	25	3.2	47	17.9
4	2.7	26	5.2	48	15.5
5	8.6	27	2.5	49	12.8
6	13	28	7.9	50	6.6
7	16.6	29	8.8	51	7.6
8	17.5	30	11.7	52	14.3
9	18.8	31	15.8	53	14.9
10	17.4	32	16.7	54	12.6
11	18.2	33	15.9	55	14.8
12	11.3	34	17.3	56	12.9
13	5.6	35	16.7	57	16.8
14	6.8	36	13.9	58	20.7
15	1.2	37	7.3	59	17
16	9.6	38	1.2	60	12.3
17	13.9	39	2.9	61	10.4
18	13.9	40	1.4	62	6.3
19	15.7	41	11.4	63	9.3
20	16.2	42	14.8	64	13.1
21	18.2	43	15.3	65	13.2
22	19.7	44	16.5	66	16.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 : ข้อมูลรายเดือนปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้
ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2538 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล	คาบเวลา	ข้อมูล
1	3.8	23	20.8	45	24.8
2	2.1	24	13.4	46	25
3	9.5	25	1	47	23
4	12.3	26	9.4	48	14.4
5	16.6	27	5.4	49	9.9
6	16.8	28	11.9	50	7
7	20.3	29	17.9	51	14
8	25.6	30	18.6	52	22.5
9	21.5	31	17.4	53	17.1
10	24.1	32	17.6	54	16.3
11	21.3	33	19.9	55	20.9
12	7.8	34	23.5	56	17.3
13	5	35	14.1	57	21.1
14	3.1	36	11.1	58	26
15	2.1	37	1.8	59	19.8
16	17.4	38	1.5	60	6.8
17	19.3	39	0.8	61	7.5
18	17.5	40	2.1	62	8.1
19	19.5	41	13.4	63	13.1
20	22	42	23.8	64	18.9
21	22.1	43	21.8	65	20
22	24.6	44	23	66	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาปริมาณน้ำฝนบริเวณ
ชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 : ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งเดียว

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	3.8	6.1618	10.1833	-6.3833
2	2.1	3.6029	6.1618	-4.0618
3	9.5	7.3181	3.6029	5.8971
4	12.3	10.4567	7.3181	4.9819
5	16.6	14.327	10.4567	6.1433
6	16.8	15.885	14.327	2.473
7	20.3	18.6664	15.885	4.415
8	25.6	23.0346	18.6664	6.9336
9	21.5	22.0678	23.0346	-1.5346
10	24.1	23.3481	22.0678	2.0322
11	21.3	22.0578	23.3481	-2.0481
12	7.8	13.0754	22.0578	-14.2578
13	5	7.9879	13.0754	-8.0754
14	3.1	4.9085	7.9879	-4.8879
15	2.1	3.1392	4.9085	-2.8085
16	17.4	12.1235	3.1392	14.2608
17	19.3	16.6447	12.1235	7.1765
18	17.5	17.1835	16.6447	0.8553
19	19.5	18.6429	17.1835	2.3165
20	22	20.7579	18.6429	3.3571
21	22.1	21.6034	20.7579	1.3421
22	24.6	23.4913	21.6034	2.9966
23	20.8	21.7958	23.4913	-2.6913

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
24	13.4	16.5064	21.7958	-8.3958
25	1	6.7374	16.5064	-15.5064
26	9.4	8.4148	6.7374	2.6626
27	5.4	6.5155	8.4148	-3.0148
28	11.9	9.9077	6.5155	5.3845
29	17.9	14.9429	9.9077	7.9923
30	18.6	17.2469	14.9429	3.6571
31	17.4	17.3433	17.2469	0.1531
32	17.6	17.505	17.3433	0.2567
33	19.9	19.0139	17.505	2.395
34	23.5	21.8401	19.0139	4.4861
35	14.1	16.9638	21.8401	-7.7401
36	11.1	13.2696	16.9638	-5.8638
37	1.8	6.0438	13.2696	-11.4696
38	1.5	3.1812	6.0438	-4.5438
39	0.8	1.681	3.1812	-2.3812
40	2.1	1.945	1.681	0.419
41	13.4	9.1616	1.945	11.455
42	23.8	18.3838	9.1616	14.6384
43	21.8	20.536	18.3838	3.4162
44	23	22.0883	20.536	2.464
45	24.8	23.7967	22.0883	2.7117
46	25	24.5548	23.7967	1.2033
47	23	23.5753	24.5548	-1.5548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
48	14.4	17.7948	23.5753	-9.1753
49	9.9	12.8211	17.7948	-7.8948
50	7	9.1538	12.8211	-5.8211
51	14	12.2069	9.1538	4.8462
52	22.5	18.6916	12.2069	10.2931
53	17.1	17.6889	18.6916	-1.5916
54	16.3	16.8139	17.6889	-1.3889
55	20.9	19.3881	16.8139	4.0861
56	17.3	18.0726	19.3881	-2.0881
57	21.1	19.9799	18.0726	3.0274
58	26	23.7725	19.9799	6.0201
59	19.8	21.2698	23.7725	-3.9725
60	6.8	12.1538	21.2698	-14.4698
61	7.5	9.2219	12.1538	-4.6538
62	8.1	8.5151	9.2219	-1.1219
63	13.1	11.4036	8.5151	4.5849
64	18.9	16.1263	11.4036	7.4964
65	20	18.5667	16.1263	3.8737
66	22	20.7297	18.5667	3.4333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 : ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	3.8	7.1334	13.4341	-9.6341
2	2.1	3.8577	7.18	-5.08
3	9.5	7.5627	3.9009	5.5991
4	12.3	10.6771	7.6096	4.6904
5	16.6	14.568	10.7271	5.8729
6	16.8	16.0463	14.6218	2.1782
7	20.3	18.8473	16.1015	4.1985
8	25.6	23.2836	18.9053	6.6947
9	21.5	22.1387	23.346	-1.846
10	24.1	23.4425	22.1998	1.9002
11	21.3	22.0629	23.5049	-2.2049
12	7.8	12.756	22.1238	-14.3238
13	5	7.7014	12.8076	-7.8076
14	3.1	4.7082	7.7479	-4.6479
15	2.1	3.0174	4.7516	-2.6516
16	17.4	12.4381	3.0591	14.3409
17	19.3	16.9434	12.4891	6.8109
18	17.5	17.3266	16.999	0.501
19	19.5	18.7673	17.3825	2.1175
20	22	20.9013	18.8246	3.1754
21	22.1	21.7058	20.9606	1.1394
22	24.6	23.6194	21.7658	2.8342

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
23	20.8	21.7969	23.6813	-2.8813
24	13.4	16.3261	21.8569	-8.4569
25	1	6.3217	16.3806	-15.3806
26	9.4	8.3503	6.3661	3.0339
27	5.4	6.4369	8.3967	-2.9967
28	11.9	10.0251	6.4813	5.4187
29	17.9	15.1919	10.0731	7.8269
30	18.6	17.4392	15.245	3.355
31	17.4	17.4327	17.4945	-0.0945
32	17.6	17.5612	17.4879	0.1121
33	19.9	19.1099	17.6166	2.2834
34	23.5	22.0007	19.1667	4.3333
35	14.1	16.8543	22.0603	-7.9603
36	11.1	13.1098	16.9087	-5.8087
37	1.8	5.7307	13.1605	-11.3605
38	1.5	2.9788	5.7739	-4.2739
39	0.8	1.5678	3.0192	-2.2192
40	2.1	1.9294	1.6068	0.4932
41	13.4	9.4448	1.9686	11.4314
42	23.8	18.8493	9.4915	14.3085
43	21.8	20.7985	18.9054	2.8946
44	23	22.2583	20.8565	2.1435
45	24.8	23.9411	22.3178	2.4822
46	25	24.6548	24.0022	0.9978

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
47	23	23.5939	24.7165	-1.7165
48	14.4	17.602	23.6545	-9.2545
49	9.9	12.5838	17.6566	-7.7566
50	7	8.9491	12.6332	-5.6332
51	14	12.2682	8.9949	5.0051
52	22.5	18.9768	12.3173	10.1827
53	17.1	17.7686	19.0325	-1.9325
54	16.3	16.827	17.8231	-1.5231
55	20.9	19.5092	16.8804	4.0196
56	17.3	18.0838	19.5653	-2.2653
57	21.1	20.0753	18.1384	2.9616
58	26	23.9696	20.1318	5.8682
59	19.8	21.2636	24.03	-4.23
60	6.8	11.8243	21.3212	-14.5212
61	7.5	9.0129	11.8724	-4.3724
62	8.1	8.4315	9.0581	-0.9581
63	13.1	11.5001	8.4761	4.6239
64	18.9	16.3561	11.5478	7.3522
65	20	18.7574	16.4086	3.5914
66	22	20.897	18.8122	3.1878

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 : ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์แบบบวก

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	3.8	-4.033	-2.6502	6.4502
2	2.1	1.1338	2.7804	-0.6804
3	9.5	4.6449	6.2636	3.2364
4	12.3	14.652	16.4031	-4.1031
5	16.6	17.3428	18.9261	-2.3261
6	16.8	19.4052	20.8934	-4.0934
7	20.3	19.7687	21.0896	-0.7896
8	25.6	21.7319	23.0205	2.5795
9	21.5	25.1354	26.5295	-5.0295
10	24.1	26.5308	27.7192	-3.6192
11	21.3	20.8792	21.9196	-0.6196
12	7.8	12.4334	13.4485	-5.6485
13	5	4.8101	5.5943	-0.5943
14	3.1	5.5851	6.3449	-3.2449
15	2.1	6.8315	7.4586	-5.3586
16	17.4	11.2194	11.6275	5.7725
17	19.3	17.8811	18.5252	0.7748
18	17.5	20.6717	21.3475	-3.8475
19	19.5	20.3566	20.875	-1.375
20	22	21.204	21.6662	0.3338
21	22.1	22.5694	23.0453	-0.9453
22	24.6	25.2445	25.6818	-1.0818

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
23	20.8	20.2083	20.6013	0.1987
24	13.4	11.553	11.9541	1.4459
25	1	7.1349	7.5951	-6.5951
26	9.4	4.3562	4.5468	4.8532
27	5.4	9.3892	9.7782	-4.3782
28	11.9	14.0716	14.2816	-2.3816
29	17.9	16.146	16.2586	1.6414
30	18.6	18.8692	19.0489	-0.4489
31	17.4	19.8876	20.049	-2.649
32	17.6	19.6933	19.7464	-2.1464
33	19.9	19.3147	19.28	0.62
34	23.5	22.3213	22.3119	1.1881
35	14.1	18.0603	18.0995	-3.9995
36	11.1	6.7932	6.6689	4.4311
37	1.8	3.452	3.5088	-1.7088
38	1.5	2.9041	2.8911	-1.3911
39	0.8	4.3697	4.2999	-3.4999
40	2.1	9.0668	8.8538	-6.7538
41	13.4	8.3678	7.8787	5.5213
42	23.8	12.5757	12.3123	11.4877
43	21.8	19.5719	19.7782	2.0218
44	23	21.9357	22.2247	0.7753
45	24.8	23.3661	23.6868	1.1132
46	25	26.9937	27.3599	-2.3599

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
47	23	21.197	21.4668	1.5332
48	14.4	13.1409	13.4734	0.9266
49	9.9	8.3682	8.7385	1.1615
50	7	9.6781	10.0959	-3.0959
51	14	10.6564	10.9476	3.0524
52	22.5	19.2381	19.6541	2.8459
53	17.1	24.3384	24.8708	-7.7708
54	16.3	22.4194	22.6341	-6.3341
55	20.9	20.3012	20.2568	0.6432
56	17.3	21.672	21.654	-4.354
57	21.1	20.036	19.84	1.26
58	26	23.2243	23.0797	2.9203
59	19.8	19.7594	19.7342	0.0658
60	6.8	10.6186	10.5962	-3.7962
61	7.5	2.9503	2.7726	4.7274
62	8.1	5.6287	5.6443	2.4557
63	13.1	9.1944	9.3104	3.7896
64	18.9	17.9975	18.2684	0.6316
65	20	21.7565	22.0533	-2.0533
66	22	22.6786	22.8915	-0.8915

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 : ข้อมูลจริง ค่าปรับเรียบ ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีปรับแนวโน้มและฤดูกาลของวินเตอร์แบบคูณ

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	3.8	1.9115	2.3411	1.4589
2	2.1	3.709	4.2067	-2.1067
3	9.5	3.7508	4.3978	5.1022
4	12.3	15.6993	17.148	-4.848
5	16.6	16.5194	18.1608	-1.5608
6	16.8	18.6959	20.4646	-3.6646
7	20.3	18.4942	20.2566	0.0434
8	25.6	21.441	23.3046	2.2954
9	21.5	25.9299	27.9133	-6.4133
10	24.1	25.9355	28.0032	-3.9032
11	21.3	20.1166	21.7063	-0.4063
12	7.8	11.5577	12.4114	-4.6114
13	5	4.0211	4.3589	0.6411
14	3.1	5.21	5.589	-2.489
15	2.1	5.3234	5.7871	-3.6871
16	17.4	5.6718	6.3924	11.0076
17	19.3	18.089	19.2804	0.0196
18	17.5	21.2494	22.5619	-5.0619
19	19.5	19.5795	20.8317	-1.3317
20	22	20.9463	22.2375	-0.2375
21	22.1	22.8329	24.164	-2.064
22	24.6	25.4319	26.8771	-2.2771

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
23	20.8	20.2041	21.3234	-0.5234
24	13.4	11.3015	11.8996	1.5004
25	1	5.8843	6.1696	-5.1696
26	9.4	2.4144	2.5946	6.8054
27	5.4	11.1636	11.6458	-6.2458
28	11.9	13.1111	13.7566	-1.8566
29	17.9	15.1428	15.8826	2.0174
30	18.6	19.1761	20.0413	-1.4413
31	17.4	19.8183	20.689	-3.289
32	17.6	19.2258	20.0668	-2.4668
33	19.9	18.834	19.6464	0.2536
34	23.5	22.3273	23.2481	0.2519
35	14.1	18.831	19.5754	-5.4754
36	11.1	8.3279	8.6626	2.4374
37	1.8	4.7416	4.9176	-3.1176
38	1.5	2.7449	2.8578	-1.3578
39	0.8	2.6276	2.7456	-1.9456
40	2.1	2.4097	2.5496	-0.4496
41	13.4	2.7085	2.8676	10.5324
42	23.8	11.9604	12.3996	11.4004
43	21.8	22.0197	22.7506	-0.9506
44	23	23.2804	24.0299	-1.0299
45	24.8	24.0662	24.8179	-0.0179
46	25	27.9156	28.7611	-3.7611

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าปรับเรียบ	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
47	23	20.8112	21.4217	1.5783
48	14.4	12.2183	12.5674	1.8326
49	9.9	6.2936	6.4698	3.4302
50	7	9.7627	10.0363	-3.0363
51	14	11.1163	11.4103	2.5897
52	22.5	25.4098	26.0805	-3.5805
53	17.1	28.6619	29.3847	-12.2847
54	16.3	22.0875	22.5752	-6.2752
55	20.9	18.628	18.9887	1.9113
56	17.3	21.6003	22.0275	-4.7275
57	21.1	19.0883	19.419	1.681
58	26	23.2899	23.7052	2.2948
59	19.8	20.4432	20.8188	-1.0188
60	6.8	10.828	11.0184	-4.2184
61	7.5	3.5246	3.5671	3.9329
62	8.1	7.0487	7.1907	0.9093
63	13.1	11.3323	11.5663	1.5337
64	18.9	24.1816	24.6926	-5.7926
65	20	24.8967	25.3617	-5.3617
66	22	23.4449	23.8225	-1.8225

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 : ข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์และค่าคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกเฉียงใต้ด้วยวิธีเทคนิคบอซซ์และเจนกินส์

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
1	3.8	*	*
2	2.1	*	*
3	9.5	*	*
4	12.3	*	*
5	16.6	*	*
6	16.8	*	*
7	20.3	*	*
8	25.6	*	*
9	21.5	*	*
10	24.1	*	*
11	21.3	*	*
12	7.8	*	*
13	5	3.8079	1.1921
14	3.1	4.0556	-0.9556
15	2.1	8.1722	-6.0722
16	17.4	12.7777	4.6223
17	19.3	17.2965	2.0035
18	17.5	18.1456	-0.6456
19	19.5	20.3713	-0.8713
20	22	22.5505	-0.5505
21	22.1	22.1969	-0.0969
22	24.6	23.954	0.646

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
23	20.8	21.0474	-0.2474
24	13.4	11.2472	2.1528
25	1	6.5065	-5.5065
26	9.4	2.7116	6.6884
27	5.4	9.8168	-4.4168
28	11.9	15.2248	-3.3248
29	17.9	15.9197	1.9803
30	18.6	17.8471	0.7529
31	17.4	20.9829	-3.5829
32	17.6	22.003	-4.403
33	19.9	20.8568	-0.9568
34	23.5	23.5859	-0.0859
35	14.1	20.9354	-6.8354
36	11.1	9.441	1.659
37	1.8	4.9821	-3.1821
38	1.5	4.5831	-3.0831
39	0.8	6.36	-5.56
40	2.1	13.2219	-11.1219
41	13.4	12.9028	0.4972
42	23.8	16.6235	7.1765
43	21.8	22.6615	-0.8615
44	23	23.2281	-0.2281
45	24.8	23.0888	1.7112
46	25	25.7859	-0.7859

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 (ต่อ)

คาบเวลา	ข้อมูลจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าคลาดเคลื่อน
47	23	20.6152	2.3848
48	14.4	13.4799	0.9201
49	9.9	6.0107	3.8893
50	7	7.4558	-0.4558
51	14	7.7934	6.2066
52	22.5	16.5738	5.9262
53	17.1	21.1056	-4.0056
54	16.3	19.6869	-3.387
55	20.9	20.0031	0.8969
56	17.3	23.1958	-5.8958
57	21.1	21.5827	-0.4827
58	26	24.5869	1.4131
59	19.8	21.7806	-1.9806
60	6.8	12.7812	-5.9812
61	7.5	4.1777	3.3223
62	8.1	6.8113	1.2887
63	13.1	9.6914	3.4086
64	18.9	17.66	1.24
65	20	19.3595	0.6405
66	22	20.5261	1.4739

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ARIMA Model

Estimates at each iteration

Iteration	SSE	Parameters		
0	1383.38	0.100	0.100	0.420
1	1169.38	0.186	0.250	0.387
2	1031.21	0.234	0.400	0.347
3	925.19	0.257	0.550	0.315
4	836.75	0.266	0.700	0.290
5	800.33	0.312	0.850	0.271
6	786.35	0.382	0.811	0.368
7	786.12	0.378	0.822	0.346
8	786.06	0.381	0.817	0.355
9	786.05	0.380	0.819	0.350
10	786.05	0.381	0.818	0.352
11	786.05	0.380	0.818	0.351
12	786.05	0.380	0.818	0.351

Relative change in each estimate less than 0.0010

Final Estimates of Parameters

Type	Estimate	St. Dev.	t-ratio
AR 1	0.3804	0.1316	2.89
SMA 12	0.8182	0.1380	5.93
Constant	0.3515	0.1695	2.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differencing: 0 regular, 1 seasonal of order 12

No. of obs.: Original series 66, after differencing 54

Residuals: SS = 723.203 (backforecasts excluded)

MS = 14.180 DF = 51

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) chisquare statistic

Lag	12	24	36	48
Chisquare	12.8(DF=10)	21.8(DF=22)	36.3(DF=34)	41.1(DF=46)

Forecasts from period 66

Period	Forecast	95 Percent Limits	
		Lower	Upper
67	22.6861	15.3038	30.0683
68	23.1552	15.2567	31.0536
69	24.0740	16.1036	32.0444
70	26.3267	18.3459	34.3074
71	21.8963	13.9141	29.8786
72	12.8431	4.8607	20.8256
73	7.4321	-0.5504	15.4146
74	7.3712	-0.6113	15.3537
75	10.3852	2.4027	18.3676
76	17.2040	9.2215	25.1865
77	19.1821	11.1996	27.1646
78	20.8343	12.8518	28.8168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมลศรี เสนิตันติกุล. ปริมาณน้ำที่พืชไร่ต้องการ. ฝ่ายพยากรณ์อากาศเกษตรกองอากาศเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา.

ดร.ทรงศิริ แต่สมบัติ.2539.เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ.ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

นาวาเอก ดร. ขจิต บัวจิตติ. ลมฟ้าอากาศของทวีปต่างๆ และความสำคัญของการเศรษฐกิจ.เอกสารวิจัย
ส่วนบุคคลในลักษณะวิชาเศรษฐกิจ.

นายธวัชชัย พฤษะวัน. เอกสารวิชาการฝน.กรมอุตุนิยมวิทยา.

วัชร วีระประพันธ์. 2531.เอกสารวิชาการ : เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนหนักที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในเขต
อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช. ฝ่ายวิเคราะห์และพยากรณ์ อุตุนิยมวิทยาอุทก กองอุตุนิยมวิทยา
อุทก.

ผศ.หัทธยา เชี่ยววัฒกี. สรุปคำบรรยายวิชาอนุกรมเวลาและดัชนี. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

[http:// tmd.motc.go.th](http://tmd.motc.go.th) กรมอุตุนิยมวิทยา

Anderson T.W. : The statistical Analysis of Time Series. New York :
John Wiley and Sons , 1971.

Bowerman Bruce L and Richard T. O'Connell : Time Series and Forecasting California :
Duxbury Press , 1979.

Makridakis ,S, S.C. Wheelwright and V.E. Mc Gee : Forecasting :
Methods and Application. 2nd.ed. New York , John Wiley and sons , 1978.

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ -นามสกุล	นัฐพร อุดมประเสริฐดี
วัน เดือน ปี เกิด	1 มกราคม 2522
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนเทพศิรินทร์
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนเทพศิรินทร์

ชื่อ -นามสกุล	เพ็ญพร พัฒนวิชัยกุล
วัน เดือน ปี เกิด	6 ตุลาคม 2522
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนอัสสัมคอนเวนนต์

ชื่อ -นามสกุล	อรทัย คำรงค์สุขุณิวัฒน์
วัน เดือน ปี เกิด	30 มีนาคม 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้