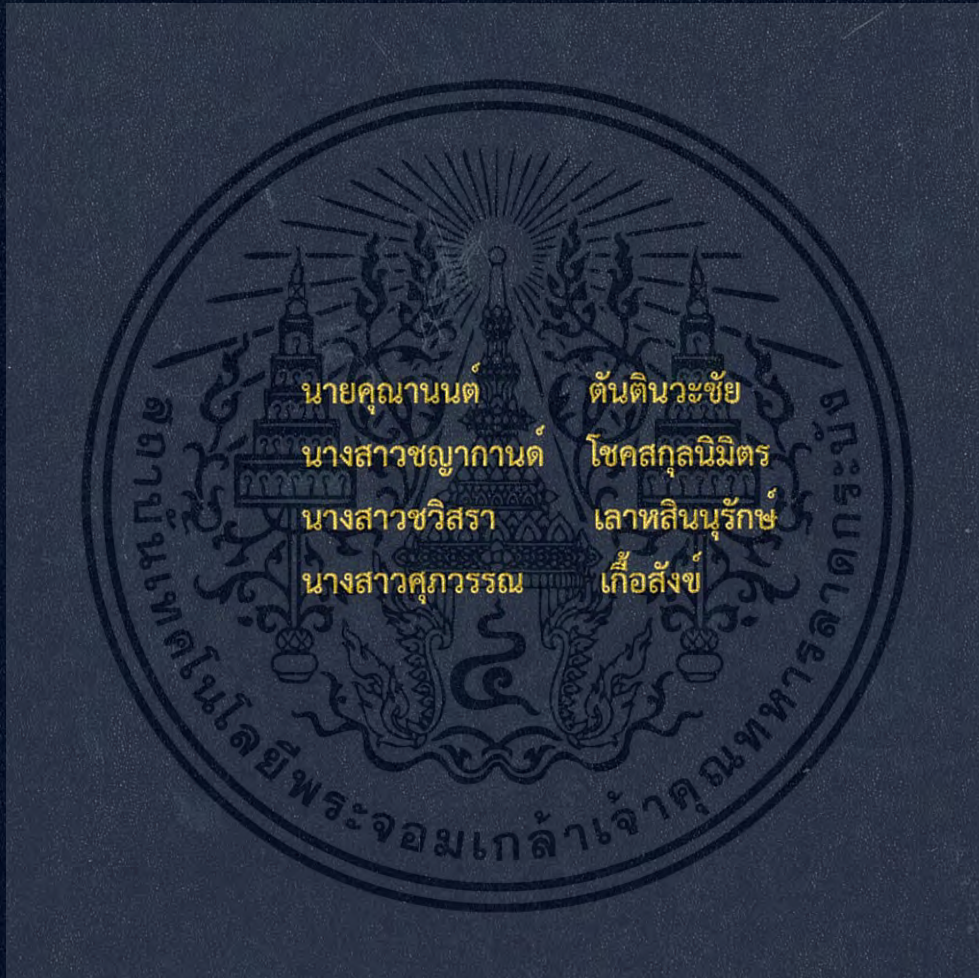


การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน  
และทุเรียนอบแห้ง

FORECASTING THE AMOUNT OF DURIANS, FROZEN DURIANS,  
STIRRED DURIANS AND FREEZE DRIED DURIANS



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์  
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2558

การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน  
และทุเรียนอบแห้ง

FORECASTING THE AMOUNT OF DURIANS, FROZEN DURIANS,  
STIRRED DURIANS AND FREEZE DRIED DURIANS



นาย คุณานนต์                      ตันตินวะชัย  
นางสาว ชญาภานต์                  โชคสกุลนิมิตร  
นางสาว ชวิสรดา                      เลาสินนุรักษ์  
นางสาว ศุภวรรณ                      เกื้อสังข์

b.00265988  
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FORECASTING THE AMOUNT OF DURIANS, FROZEN DURIANS,  
STIRRED DURIANS AND FREEZE DRIED DURIANS

MR. KUNANON TANTINAVACHAI  
MISS CHAYAKARN CHOKSAKULNIMIT  
MISS CHAVISARA LAOHASINNURAK  
MISS SUPAWAN KERSANG

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE  
IN APPLIED STATISTICS  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

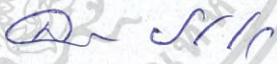

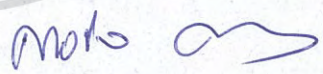
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ACADEMIC YEAR 2015

หัวข้อปัญหาพิเศษ การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน และทุเรียนอบแห้ง  
Forecasting the Amount of Durians, Frozen Durians, Stirred Durians and Freeze Dried Durians

ชื่อนักศึกษา นายคุณานนต์ ตันตินวะชัย  
นางสาวชฎากานต์ โชคสกุลนิมิตร  
นางสาววิสรดา เลاهشินนุรักษ์  
นางสาวศุภวรรณ เกื้อสังข์

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)  
ภาควิชา สถิติ  
ปีการศึกษา 2558  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล ประธานกรรมการ	
ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย กรรมการ	
รศ.สายชล สีนสมบูรณ์ทอง กรรมการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน และทุเรียนอบแห้ง	
ชื่อนักศึกษา	นายคุณานนต์	ตันตินวะชัย
	นางสาวชฎากานต์	โชคสกุลนิมิตร
	นางสาวชวิสร่า	เลาะห์สินธุ์รักษ์
	นางสาวศุภวรรณ	เกื้อสังข์
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)	
ภาควิชา	สถิติ	
ปีการศึกษา	2558	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล	

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษนี้คือ การหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน และทุเรียนอบแห้ง ที่เก็บรวบรวมข้อมูลโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ แบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมทั้งสิ้น 132 เดือน โดยวิธีที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) เป็นเกณฑ์ ในการเลือกวิธีที่เหมาะสม

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด และทุเรียนอบแห้ง คือ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง และทุเรียนกวน คือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยอนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งมีรูปแบบเป็น  $ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีรูปแบบเป็น  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$

Title Forecasting the Amount of Durians, Frozen Durians, Stirred Durians and Freeze Dried Durians

Students Mr. Kunanon Tantinavachai  
Miss Chayakarn Choksakulnimit  
Miss Chavisara Laohasinnurak  
Miss Supawan Kersang

Degree Bachelor of Science (Applied Statistics)

Department Statistics

Academic Year 2015

Advisor Asst. Prof. Dr. Somsri Banditvilai

### ABSTRACT

The purpose of this special project is to find the appropriate statistical forecasting model for forecasting the amount of durians, frozen durians, stirred durian and freeze dried durians. In this study, by using monthly secondary data collected by Ministry of Agriculture and Cooperatives starting from January 2005 to December 2015 (132 months). The forecasting techniques employed by this special project are Decomposition method, Smoothing method and Box and Jenkins method, then we use mean square error (MSE) to choose the appropriate forecasting models.

Comparing the results of three forecasting methods, and it was found that Decomposition Method is the most appropriate forecasting method for forecasting the amount of durians and freeze dried durians. Box and Jenkins Method is the most appropriate forecasting method for forecasting the amount of frozen durian and stirred durian. The model for the amount of frozen durian is  $ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ . The model for the amount of stirred durian is

เอกส  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$ . เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาของบุคคลหลายฝ่ายที่ให้ความร่วมมือ ซึ่งคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกๆท่านไว้ ณ ที่นี้ ได้แก่

ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะแนวทางต่างๆ เอื้อเพื่อหนังสืออ้างอิงในการค้นคว้าข้อมูลในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้เป็นอย่างดีมาตลอด จนทำให้ปัญหาพิเศษนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูง

ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย และรศ.สายชล สีนสมบูรณ์ทอง คณะกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ซึ่งจุดบกพร่อง ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติมในจุดที่คณะผู้จัดทำได้มองข้ามไป

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

คณาจารย์สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้และให้คำแนะนำต่างๆ เจ้าหน้าที่สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่คอยประสานงานและอำนวยความสะดวกแก่ผู้จัดทำปัญหาพิเศษตลอดการทำงาน

บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำปัญหาพิเศษเสมอมา

เพื่อนๆสาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจ คอยให้คำแนะนำมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่าน

นายคุณานนต์

ตันตินวะชัย

นางสาวชญากานต์

โชคสกุลนิมิตร

นางสาววิสรดา

เลาหสินนุรักษ์

นางสาวศุภวรรณ

เกื้อสังข์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่จากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์	
2.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของ <i>Anderson-Darling</i>	4
2.1.2 การทดสอบของ <i>Daniel</i>	5
2.1.3 การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์	6
2.1.4 วิธีแยกส่วนประกอบ ( <i>Decomposition Method</i> )	7
2.1.4.1 วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	9
2.1.4.2 วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก	10
2.1.5 วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	12

## สารบัญ(ต่อ)

2.1.6 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	14
2.1.7 วิธี Akaike Information Criterion (AIC)	21
2.2 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์	21
2.2.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE)	21
2.2.2 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE)	22
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน</b>	
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล	27
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	27
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์</b>	
4.1 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด	29
4.1.1 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ	30
4.1.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	36
4.1.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)	42
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง	51
4.2.1 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ	51
4.2.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	57
4.2.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	63
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	72
4.3.1 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ	74
4.3.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	78
4.3.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	83

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง	92
4.4.1 วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ	95
4.4.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	98
4.4.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	103
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลการวิจัย	
5.1.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด	115
5.1.1.1 ปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัย	116
5.1.2 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง	117
5.1.2.1 ปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัย	118
5.1.3 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	118
5.1.3.1 ปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัย	120
5.1.4 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง	121
5.1.4.1 ปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัย	122
5.2 ข้อเสนอแนะ	123
เอกสารอ้างอิง	124
<b>ภาคผนวก ก</b>	
ภาคผนวก ก1 ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด	126
ภาคผนวก ก2 ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง	127
ภาคผนวก ก3 ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	128
ภาคผนวก ก4 ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง	129
ภาคผนวก ก5 ตารางค่าวิกฤติของการทดสอบของ <i>Anderson-Darling</i>	130
ภาคผนวก ก6 ตารางค่าวิกฤติของการทดสอบของ <i>Spearman's Rho</i>	131

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก7 การทดสอบการแจกแจงปกติโดย *Anderson-Darling*

132

ของปริมาณการส่งออกทุเรียนกวน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ลักษณะของ $\rho_k(Y_t), \rho_k(Z_t), \rho_{kk}(Y_t), \rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ $ARIMA(p,d,q)$	18
2.2 ลักษณะของ $\rho_k(Z_t), \rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ $SARIMA(P,D,Q)_{12}$	18
4.1 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t), \hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, \dots, 120$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.004951707, \gamma = 0.45694117,$ $\delta = 0.308411288$	37
4.2 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t), \hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 109, 110, \dots, 120$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.000486534, \gamma = 0.184373954, \delta = 1$	40
4.3 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด	45
4.4 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด	46
4.5 แสดงค่าคอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออก ของทุเรียนสด	48
4.6 ค่า MSE และ SSE ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลปริมาณ การส่งออกของทุเรียนสด	49
4.7 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณ การส่งออกของทุเรียนสด	50

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.8 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$ , $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของ ทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, \dots, 120$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.016720855$ , $\gamma = 0.108150008$ , $\delta = 0.076389085$	58
4.9 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$ , $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของ ทุเรียนแช่แข็งโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 109, 110, \dots, 120$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.243537054$ , $\gamma = 0.333524972$ , $\delta = 0.17069266$	61
4.10 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(2, 0, 0) \times SARIMA(0, 1, 1)_{12}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง	66
4.11 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(2, 0, 0) \times SARIMA(0, 1, 1)_{12}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง	67
4.12 แสดงค่าคอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออก ของทุเรียนแช่แข็ง	69
4.13 ค่า MSE และ SSE ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลปริมาณการส่ง ออกของทุเรียนแช่แข็ง	70
4.14 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลา ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง	71
4.15 ค่า MSE ที่ได้จากการคำนวณสมการแนวโน้ม 3 แบบ	73
4.16 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$ , $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 111$ , 112, ..., 120 เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.893741576$ , $\gamma = 0$ , $\delta = 0.383383544$	79

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.17 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$ , $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 111, 112, \dots, 120$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.286976132$ , $\gamma = 0$ , $\delta = 0.854188433$	81
4.18 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{10}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	87
4.19 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{10}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	88
4.20 แสดงค่าคอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	90
4.21 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	91
4.22 ค่า MSE ที่ได้จากการคำนวณสมการแนวโน้ม 3 แบบ	93
4.23 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$ , $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 109, 110, \dots, 120$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.161643666$ , $\gamma = 0$ , $\delta = 0.020337772$	99
4.24 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t)$ , $\hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 109, 110, \dots, 120$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0$ , $\gamma = 0.028899012$ , $\delta = 0$	101
4.25 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(2,2,2)_{12}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง	107
4.26 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	109

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.27 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง	110
4.28 แสดงค่าคอเรลโรแกรม $ACF$ ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของ ทุเรียนอบแห้ง	112
4.29 ค่า $MSE$ และ $SSE$ ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลปริมาณการส่ง ออกของทุเรียนอบแห้ง	113
4.30 ผลการเปรียบเทียบค่า $MSE$ ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณ การส่งออกของทุเรียนอบแห้ง	114

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกทุเรียนสด	29
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีสัดส่วนกับ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล	31
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีสัดส่วนกับ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล	33
4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีสัดส่วนกับ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล	35
4.5 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด	42
4.6 อนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดที่ได้จากการหา ผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	43
4.7 คอเรลโรแกรม ACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดที่ได้จากการ หาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	44
4.8 คอเรลโรแกรม PACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดที่ได้จาก การหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	44
4.9 คอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของ ทุเรียนสดจากตัวแบบ $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	47
4.10 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง	51
4.11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีสัดส่วน กับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล	52
4.12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีสัดส่วนกับ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล	54
4.13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีสัดส่วนกับ	56

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง	63
4.15 อนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	64
4.16 คอเรลโรแกรม $ACF$ ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	65
4.17 คอเรลโรแกรม $PACF$ ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	65
4.18 คอเรลโรแกรม $ACF$ ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งจากตัวแบบ $ARIMA(2, 0, 0) \times SARIMA(0, 1, 1)_{12}$	68
4.19 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	72
4.20 การทดสอบการแจกแจงปกติโดยใช้การทดสอบ $Anderson-Darling$	72
4.21 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล	75
4.22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล	77
4.23 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน	83
4.24 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง	84
4.25 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	84
4.26 คอเรลโรแกรม $ACF$ ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	85

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.27 คอเรลโรแกรม <i>PACF</i> ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	86
4.28 คอเรลโรแกรม <i>ACF</i> ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน จากตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$	89
4.29 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง	92
4.30 การทดสอบการแจกแจงปกติโดยใช้การทดสอบ <i>Anderson-Darling</i>	92
4.31 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล	95
4.32 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล	97
4.33 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง	103
4.34 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	103
4.35 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง	104
4.36 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 2 ครั้ง	105
4.37 คอเรลโรแกรม <i>ACF</i> ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 2 ครั้ง	106
4.38 คอเรลโรแกรม <i>PACF</i> ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 2 ครั้ง	106
4.39 คอเรลโรแกรม <i>ACF</i> ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง จากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$	111

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด พร้อมทั้งค่าพยากรณ์ โดยวิธีแยกส่วนประกอบ ซึ่งได้ค่า $MAPE = 28.3256\%$	116
5.2 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง พร้อมทั้งค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งได้ค่า $MAPE = 26.9108\%$	117
5.3 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน พร้อมทั้งค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งได้ค่า $MAPE = 157.4466\%$	119
5.4 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง พร้อมทั้งค่าพยากรณ์ โดยวิธีแยกส่วนประกอบ ซึ่งได้ค่า $MAPE = 52.0043\%$	122



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพทางการตลาด เนื่องจากผลผลิตทุเรียนของประเทศไทยมีชื่อเสียงในด้านคุณภาพ รสชาติดีที่สุดในโลกและยังเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่มีคู่แข่งน้อยรายอีกด้วย ผลผลิตทุเรียนของไทยจึงเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศในเขตหนาว เพราะทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีแคลอรีสูง บริโภคแล้วทำให้ร่างกายอบอุ่น

ในประเทศไทยมีการปลูกทุเรียนเป็นการค้า ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกทุเรียนและผลิตภัณฑ์แปรรูปเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีกระบวนการผลิตและเทคโนโลยีที่สามารถส่งออกในรูปแบบของทุเรียนไร้กลิ่น [16] จังหวัดจันทบุรีมีผลผลิตทุเรียนถึงครึ่งหนึ่งของผลผลิตทุเรียนรวมในประเทศไทย

จากผลผลิตทุเรียนรวมทั่วโลก 1,400,000 ตัน ประเทศไทยมีผลผลิตทุเรียน 781,000 ตัน ประเทศมาเลเซียและประเทศอินโดนีเซียมีผลผลิตทุเรียนรวมภายในประเทศประมาณ 265,000 ตัน [11] ในปี 2546 ประเทศไทยครอบครองส่วนแบ่งทางการตลาดของการส่งออกทุเรียน ตามมาด้วยมาเลเซีย (ร้อยละ 10.5) อินโดนีเซีย และออสเตรเลีย นอกจากนี้ ยังเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปและผลิตภัณฑ์แช่แข็งทุเรียนรายเดียวของโลก โดยมีตลาดส่งออกสำคัญได้แก่ จีน ไต้หวัน อินโดนีเซีย ฮองกง สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และญี่ปุ่น [16]

ประเทศไทยส่งทุเรียนสดไปประเทศจีนประมาณ 15,000 ตัน สำหรับสินค้าแปรรูปจากทุเรียน ได้แก่ ทุเรียนอบแห้ง ทุเรียนแช่แข็ง มีปริมาณการส่งออกที่ไม่มากเท่ากับทุเรียนสด แต่ก็ยังเป็นอันดับหนึ่งในการนำเข้าของประเทศไทย ยกเว้นทุเรียนกวนที่จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาอีกมาก

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตทุเรียนอันดับต้นของโลก โดยช่วงปี 2557 ประเทศไทยส่งออกทุเรียนรวม ทุกผลิตภัณฑ์ประมาณ 380 ล้านกิโลกรัม มูลค่ากว่า 13,580 ล้านบาท โดยในปริมาณเอกสทั้งหมดนี้ส่วนใหญ่เป็นการส่งออกทุเรียนสด จำนวนประมาณ 364 ล้านกิโลกรัม มูลค่ากว่า 13,580 ล้านบาท ไม้วากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12,280 ล้านบาท และผลิตภัณฑ์แปรรูปจำนวนประมาณ 16 ล้านกิโลกรัม มูลค่ากว่า 1,300 ล้านบาท มีแนวโน้มปริมาณการผลิตและมูลค่าการส่งออกที่สูงเพิ่มขึ้นในทุกๆปี [6]

จากข้อมูลดังกล่าวมา จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีการส่งออกทุเรียนและผลิตภัณฑ์ของทุเรียนเป็นอันดับต้นๆของโลก จึงเป็นแนวคิดในการทำปัญหาพิเศษนี้ ที่ต้องการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง

## 1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1. เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง
2. เพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง
2. นำตัวแบบที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง ซึ่งผลที่ได้จากการพยากรณ์จะเป็นส่วนช่วยในการวางแผนการผลิตและการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานการส่งออกของทุเรียน

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้งของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมทั้งสิ้น 132 เดือน ข้อมูลประกอบไปด้วย

1. ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด
2. ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

3. ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

##### 1.5 นิยามศัพท์

**ทุเรียนสด** คือ เนื้อในผล ซึ่งพืชสกุลนี้เป็นไม้พื้นเมืองของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตทุเรียนมากที่สุด เนื้อและเมล็ดของทุเรียนมีคุณค่าทางอาหารสูง และให้พลังงานสูงเช่นกัน เพราะอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และมีแร่ธาตุหลายชนิด [5]

**ทุเรียนแช่แข็ง** คือ เก็บรักษาเนื้อทุเรียนสด จะเลือกเก็บเฉพาะทุเรียนลูกที่สุกแล้วเท่านั้น นำมาผ่านกระบวนการทำความสะอาดอย่างดี และเก็บในอุณหภูมิตั้งแต่ -30 องศาเพื่อรักษาคุณภาพคุณภาพของเนื้อทุเรียนไว้ให้ดีที่สุด [4]

**ทุเรียนกวน** คือ คัดทุเรียนคุณภาพแก่จัด แยกประเภทตามพันธุ์ของทุเรียน ต่อจากนั้นนำไปแกะเปลือกแกะเมล็ดออกใช้เฉพาะทุเรียนสดใส่กระทะกวนเพิ่มความหวานโดยใส่น้ำตาล นำมาผึ่งให้เย็น [2]

**ทุเรียนอบแห้ง** คือ การนำทุเรียนสดมาดูดความชื้น หรืออบแห้งแบบระเหิดเป็นกรรมวิธีการทำให้แห้ง ที่อุณหภูมิต่ำมากโดยใช้ความดันโดยไม่ให้เกิดความเสียหายต่อตัวทุเรียน [3]

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ทางคณะผู้วิจัยจะกล่าวถึง ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์การส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

### 2.1.1 การทดสอบการแจกแจงของ Anderson-Darling

การทดสอบ Anderson-Darling เป็นการทดสอบว่าข้อมูลตัวอย่างที่สุ่มได้จากประชากรมีการแจกแจงตามที่คาดไว้ (Specific distribution) หรือไม่ จะใช้การแจกแจงตามที่คาดไว้ในการคำนวณค่าวิกฤติ สามารถทดสอบการแจกแจงได้ทั้งการระบุค่าพารามิเตอร์และไม่ระบุค่าพารามิเตอร์ ในที่นี้จะกล่าวถึง กรณีทดสอบการแจกแจงโดยไม่ระบุค่าพารามิเตอร์ [1] การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนด  $H_0$  และ  $H_1$

$H_0$ : ข้อมูลนี้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงตามที่คาดไว้

$H_1$ : ข้อมูลนี้ไม่ได้มาจากประชากรที่มีการแจกแจงตามที่คาดไว้

2. ตัวสถิติทดสอบ

$$AD = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[ (2i-1) \left\{ \ln F_X(x_i) + \ln [1 - F_X(x_{n+1-i})] \right\} \right]$$

ซึ่ง  $F_X(x_i)$  คือ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability function) ของการแจกแจงที่คาดไว้

$x_i$  คือ ข้อมูลลำดับที่  $i$  เมื่อข้อมูลเรียงลำดับจากน้อยไปมากแล้ว

$n$  คือ ขนาดตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังคำนวณค่าตัวสถิติทดสอบ  $AD$  แล้ว จะทำการปรับค่าตัวสถิติทดสอบเป็น  $AD^*$  สูตรในการปรับค่าตัวสถิติทดสอบจะขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง  $n$  การแจกแจงที่คาดไว้ และ พารามิเตอร์ของการแจกแจงที่คาดไว้ โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

การแจกแจงปกติ

$$AD^* = AD \left( 1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2} \right)$$

### 3. เกณฑ์การตัดสินใจ

คำนวณค่าวิกฤติได้โดย

$$c_\alpha = a_\alpha \left( 1 + \frac{b_0}{n} + \frac{b_1}{n^2} \right)$$

เมื่อ  $c_\alpha$  คือ ค่าวิกฤติสำหรับทดสอบการแจกแจงปกติ

$a_\alpha, b_0, b_1$  คือ ค่าที่เปิดจากภาคผนวก ก5 ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$

บริเวณวิกฤติ คือ  $AD^* \geq c_\alpha$

#### 2.1.2 การทดสอบแนวโน้มของ Daniel

การทดสอบของ Daniel เป็นการทดสอบแนวโน้มที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ spearman ( $r_s$ ) ซึ่งเป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร แต่ละตัวแปรมีค่าแทนลำดับ (rank) ของค่าสังเกตหรือแปลงค่าสังเกตเป็นลำดับแล้ว กรณีที่อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง ค่า  $r_s$  จะมีค่าเข้าใกล้ 1 หรือ -1 [14] การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนด  $H_0$  และ  $H_1$

$H_0$ : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

$H_1$ : อนุกรมเวลามีแนวโน้ม

2. ตัวสถิติทดสอบ

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

เอกสารนี้เป็นสิ่งที่  $d_i = t -$  ลำดับที่ของ  $Y_i = t - R(Y_i)$  ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. เกณฑ์การตัดสินใจ

สำหรับอนุกรมเวลาที่มีขนาดเล็ก  $n \leq 30$

บริเวณวิกฤติ คือ  $r_s \leq -r_{\frac{\alpha}{2}}$  และ  $r_s \geq r_{\frac{\alpha}{2}}$

$r_{\frac{\alpha}{2}}$  ที่  $n$  และ  $\alpha$  เป็นค่าวิกฤติที่ได้จากตารางภาคผนวก ก6

สำหรับอนุกรมเวลาที่มีขนาดใหญ่  $n > 30$  ใช้ตัวสถิติทดสอบ

$$Z = \frac{r_s - \mu_{r_s}}{\sigma_{r_s}}$$

เมื่อ  $\mu_{r_s} = 0$  และ  $\sigma_{r_s} = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$

บริเวณวิกฤติ คือ  $Z \leq -Z_{\frac{\alpha}{2}}$  และ  $Z \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$

#### 2.1.3 การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ จะใช้การทดสอบของ *Kruskal* และ *Wallis* ซึ่งเป็นการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มจะประยุกต์การทดสอบนี้กับการทดสอบว่าอนุกรมเวลาที่กำจัดแนวโน้มแล้วมีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ การทดสอบใช้ลำดับของค่าสังเกตที่กำจัดแนวโน้มแทนค่าสังเกตในการพิจารณา [14] การทดสอบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

##### 1. กำหนด $H_0$ และ $H_1$

$H_0$ : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

หรือ  $H_0: S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \dots = S_L = 0$

$H_1$ : อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

หรือ  $H_1: S_i \neq 0$  อย่างน้อย 1 ค่า เมื่อ  $i = 1, 2, 3, \dots, L$

##### 2. ตัวสถิติทดสอบ

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \left[ \sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่ง  $n_i$  คือ จำนวนค่าสังเกตในฤดูกาลที่  $i$

$$n = \sum n_i$$

$$R_i = \sum_{i=1}^L R(Y_i)$$

$R(Y_i)$  คือ ลำดับที่ของ  $Y_i$  จากน้อยไปมาก

$L$  คือ จำนวนฤดูกาล

ตัวสถิติทดสอบ  $H$  มีการแจกแจงไคสแควร์ที่องศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ  $L-1$

#### 4. เกณฑ์การตัดสินใจ

บริเวณวิกฤติ คือ  $H \geq \chi_{\alpha, L-1}^2$

$\chi_{\alpha, L-1}^2$  เป็นค่าวิกฤติที่ได้จากตารางไคสแควร์

#### 2.1.4 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบนี้ จะทำการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ [11] ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่

1. แนวโน้ม (Trend)
2. อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Variation)
3. อิทธิพลของวัฏจักร (Cyclical Variation)
4. เหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular Variation)

ซึ่งส่วนประกอบทั้ง 4 ส่วน จะรวมกันทำให้เกิดอนุกรมเวลา โดยมีรูปแบบพื้นฐาน 2 รูปแบบ คือ

- 1) รูปแบบคูณ (Multiplicative Model)

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$$

- 2) รูปแบบบวก (Additive Model)

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + I_t$$

โดยที่  $Y_t$  คือ ค่าสังเกต ณ เวลา  $t$

$T_t$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา  $t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$S_t$  คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t$

$C_t$  คือ ค่าอิทธิพลของวัฏจักร ณ เวลา  $t$

$I_t$  คือ ค่าเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ณ เวลา  $t$

ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา [12] มีดังนี้

1) แนวโน้ม (*Trend*) เป็นผลเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาวซึ่งอาจจะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของข้อมูล ระยะยาวของช่วงเวลาไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน ว่ากี่ปี แต่อย่างน้อยไม่ควรต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา แนวโน้มเป็นการวัดค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น งบประมาณรายจ่ายประจำปี ระดับราคาในตลาด เป็นต้น โดยเราสามารถพิจารณาแนวโน้มได้จากกราฟ  $(t, Y_t)$  ลักษณะต่างๆที่เป็นไปได้ของแนวโน้ม ได้แก่ แนวโน้มเส้นตรง (*Linear Trend*) แนวโน้มควอดราติก (*Quadratic Trend*) แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (*Exponential Trend*) และแนวโน้มตัว S (*S-shaped Trend*) เป็นต้น

2) อิทธิพลของฤดูกาล (*Seasonal Variation*) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงในช่วงคาบเวลา ซึ่งจังหวะการเปลี่ยนแปลงจะมีรูปแบบซ้ำเติมในช่วงเวลาภายใน 1 ปีหรือน้อยกว่า ความผันแปรตามฤดูกาลเป็นเครื่องชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา อาจเป็นวัน สัปดาห์ หรือเดือน ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอิทธิพลของฤดูกาล คือ สภาพอากาศ วัฒนธรรม สภาพสังคม เช่น สภาพภูมิอากาศมีผลต่อจำนวนนักท่องเที่ยว เป็นต้น

3) อิทธิพลของวัฏจักร (*Cyclical Variation*) เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีลักษณะขึ้นลงของการเคลื่อนที่อย่างซ้ำๆ คล้ายอิทธิพลของฤดูกาล ต่างกันที่ระยะเวลาของการเคลื่อนไหวของข้อมูลจะมีระยะเวลานานหลายปี เช่น 10 ปีขึ้นไป โดยทั่วไปความผันแปรตามวัฏจักร มักจะพบในวัฏจักรของธุรกิจ (*Business Cycle*) แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงรุ่งเรือง (*Growth*) ช่วงคงที่ (*Maturity*) และช่วงตกต่ำ (*Decline*) นอกจากนั้น ยังมีวัฏจักรของเสื้อผ้า และวัฏจักรของอากาศ เป็นต้น

4) เหตุการณ์ที่ผิดปกติ (*Irregular Variation*) เป็นการเคลื่อนที่ของข้อมูลที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดการณ์ หรือไม่มีรูปแบบการเกิดที่แน่นอน เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้

เอกสารเช่น การเกิดสงคราม การปฏิวัติ อุบัติเหตุ น้ำท่วม เป็นต้น เท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทุกอนุกรมเวลาจะต้องมีเหตุการณ์ที่ผิดปกติเป็นองค์ประกอบ ส่วนแนวโน้ม อิทธิพลของฤดูกาล และวัฏจักร จะมีหรือไม่มีในอนุกรมเวลานั้นๆ ก็ได้

ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีแยกส่วนประกอบนั้นสามารถทำได้หลายวิธี สำหรับในงานวิจัยนี้ข้อมูลมีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะใช้วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ทั้งรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

#### 2.1.4.1 วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

เมื่ออนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงหรือแนวโน้มควอดราติก และมีอิทธิพลของฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบบวกจะมีรูปแบบ คือ

1. ถ้าอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรง

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + \varepsilon_t$$

เมื่อ  $\beta_0$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

$\beta_1$  คือ ค่าความชัน (slope) ของเส้นแนวโน้ม

$S_t$  คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t$

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$

2. ถ้าอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มควอดราติก

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + S_t + \varepsilon_t$$

เมื่อ  $\beta_0$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

$\beta_1$  คือ ค่าความชัน (slope) ของเส้นแนวโน้ม

$\beta_2$  คือ สัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ณ เวลา  $t$

$S_t$  คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t$

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$

การสร้างสมการพยากรณ์ จะได้จากการสร้างสมการแนวโน้มและหาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ดังนี้ [14]

1. ปรับอนุกรมเวลาเดิม  $\{Y_t\}$  ด้วยค่าแนวโน้มที่วัดโดยการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณีนี้เป็นอนุกรมเวลารายเดือน จะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ *centered 12 month* จากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่  $\{MA_t\}$  จะนำไปปรับแนวโน้มออก ซึ่งการปรับจะทำได้โดยการหัก  $MA_t$  ออกจาก  $Y_t$  จะได้อนุกรมเวลาใหม่  $\{Y_t - MA_t\}$  หรือ  $\{\hat{S}_t + \varepsilon_t\}$  ซึ่งอนุกรมเวลาที่ได้ใหม่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

2. หาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล จากการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 แยกตามฤดูกาล ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลที่ได้  $(\hat{S}_t)$  มักจะมีผลรวมไม่เป็น 0 การปรับค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลให้มีผลรวมเป็น 0 จะทำได้โดยการนำค่าเฉลี่ยของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลเดิมมาลบออก คือ

$$\hat{S}_t^* = \hat{S}_t - \bar{S} \quad \text{ที่มี} \quad \sum_{i=1}^L \hat{S}_i^* = 0$$

3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลที่ได้ในข้อ 2 ไปหักออกจากค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิม นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้ม โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะได้สมการแนวโน้มเส้นตรงเป็น  $\hat{T}_t = b_0 + b_1t$  จะได้สมการพยากรณ์เป็น  $\hat{Y}_t = b_0 + b_1t + \hat{S}_t^*$  หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มควอดราติกเป็น  $\hat{T}_t = b_0 + b_1t + b_2t^2$  จะได้สมการพยากรณ์เป็น  $\hat{Y}_t = b_0 + b_1t + b_2t^2 + \hat{S}_t^*$

#### 2.1.4.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นเส้นตรง แนวโน้มควอดราติก หรือแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล และมีอิทธิพลของฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณจะมีรูปแบบ คือ

1. ถ้าอนุกรมเวลามีแนวโน้มเส้นตรง

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1t)S_t\varepsilon_t$$

เมื่อ  $\beta_0$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

$\beta_1$  คือ ค่าความชัน (*slope*) ของเส้นแนวโน้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$S_t$  คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t$

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$

2. ถ้าอนุกรมเวลามีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล

$$Y_t = \beta_0 \beta_1^t S_t \varepsilon_t$$

เมื่อ  $\beta_0$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

$\beta_1$  คือ ค่าความชัน (slope) ของเส้นแนวโน้ม

$S_t$  คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t$

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$

3. ถ้าอนุกรมเวลามีแนวโน้มควอดราติก

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2) S_t \varepsilon_t$$

$\beta_0$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

$\beta_1$  คือ ค่าความชัน (slope) ของเส้นแนวโน้ม

$\beta_2$  คือ สัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ณ เวลา  $t$

$S_t$  คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t$

$\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$

การสร้างสมการพยากรณ์จะได้จากการสร้างสมการแนวโน้มและหาดัชนีฤดูกาล ซึ่งจะทำได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ [14]

1. ปรับอนุกรมเวลาเดิม  $\{Y_t\}$  ด้วยค่าแนวโน้มที่วัดโดยการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณีนี้เป็นอนุกรมเวลารายเดือนจะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ *centered 12 month* จากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่  $\{MA_t\}$  จะนำไปปรับแนวโน้มออก ซึ่งการปรับจะทำได้จากการนำ  $MA_t$  ไปหาร  $Y_t$  จะได้อนุกรมเวลาใหม่  $\left\{ \frac{Y_t}{MA_t} \right\}$  ซึ่งอนุกรมเวลาที่ได้นี้ใหม่ มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หาดัชนีฤดูกาลโดยการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา  $\{\hat{S}_i, \varepsilon_i\}$  ที่ได้ในข้อ 1 ดัชนีฤดูกาลที่ได้  $\hat{S}_i$  มักจะมีผลรวมไม่เท่ากับ  $L$  การปรับให้ดัชนีฤดูกาลมีผลรวมเป็น  $L$  จะทำได้โดยการนำค่าเฉลี่ยของดัชนีฤดูกาลเดิมมาหาร คือ  $\hat{S}_i^* = \frac{\hat{S}_i}{\bar{S}}$  ที่มี  $\sum_{i=1}^L \hat{S}_i^* = L$

3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำดัชนีฤดูกาลที่ได้ในข้อ 2 ไปหารค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิมในฤดูกาลที่สัมพันธ์กัน นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มเส้นตรง จะได้สมการแนวโน้มเป็น  $\hat{T}_i = b_0 + b_1 t$  และจะได้สมการพยากรณ์เป็น  $\hat{Y}_i = (b_0 + b_1 t) \times \hat{S}_i^*$  หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล จะได้สมการแนวโน้มเป็น  $\hat{T}_i = b_0 b_1^t$  และจะได้สมการพยากรณ์เป็น  $\hat{Y}_i = (b_0 b_1^t) \times \hat{S}_i^*$  หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มควอดราติก จะได้สมการแนวโน้มเป็น  $\hat{T}_i = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$  และจะได้สมการพยากรณ์เป็น  $\hat{Y}_i = (b_0 + b_1 t + b_2 t^2) \times \hat{S}_i^*$

### 2.1.5 วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

(Holt – Winter Exponential Smoothing Method: HWS)

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล โดยใช้ค่าสังเกตของข้อมูลในอดีตบางส่วนมาใช้ในการหาค่าเริ่มต้น วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์มีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า คือ  $\alpha$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม ( $\beta_0$ )  $\gamma$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน ( $\beta_1$ ) และ  $\delta$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล ( $S_i$ ) [8] ซึ่งรูปแบบของการรวมแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบบวก (Additive Model) ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลง ในอัตราคงที่ รูปแบบสมการเป็นดังนี้

$$Y_t = T_t(t) + S_t(t) + \varepsilon_t$$

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

$$\hat{T}_t(t) = \hat{T}_t(t-1) + \alpha e_t$$

$$\hat{\beta}_t(t) = \hat{\beta}_t(t-1) + \alpha \gamma e_t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเป็นงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \delta(1-\alpha)e_t & \text{ถ้า } t \text{ อยู่ในฤดูกาลที่ } i \\ \hat{S}_i(t-1) & \text{ถ้า } t \text{ ไม่อยู่ในฤดูกาลที่ } i \end{cases}$$

เมื่อ  $T_i(t)$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา  $t$

$\beta_1(t)$  คือ ค่าความชัน ณ เวลา  $t$

$S_i(t)$  คือ ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t$

เมื่อ  $\alpha$  คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

$\gamma$  คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

$\delta$  คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{t+p} = \hat{T}_{t+p}(t) + \hat{S}_{t+p}(t) \quad \text{สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

โดยที่  $\hat{T}_{t+p}(t) = \hat{T}_t(t) + p\hat{\beta}_1(t)$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+p}$  คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t+p$

$\hat{T}_t(t)$  คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา  $t$

$\hat{\beta}_1(t)$  คือ ค่าประมาณความชัน ณ เวลา  $t$

$\hat{S}_{t+p}(t)$  คือ ค่าประมาณอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t+p$

## 2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model) ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเพิ่มขึ้น

หรือลดลง เป็นสัดส่วนกับค่าเฉลี่ย มีรูปแบบสมการเป็นดังนี้

$$Y_t = T_t(t) \times S_t(t) \times \varepsilon_t$$

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

$$\hat{T}_t(t) = \hat{T}_t(t-1) + \frac{\alpha e_t}{\hat{S}_t(t-1)}$$

$$\hat{\beta}_1(t) = \hat{\beta}_1(t-1) + \frac{\alpha \gamma e_t}{\hat{S}_t(t-1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \frac{\delta(1-\alpha)e_i}{\hat{T}_i(t)} & \text{ถ้า } t \text{ อยู่ในฤดูกาลที่ } i \\ \hat{S}_i(t-1) & \text{ถ้า } t \text{ ไม่อยู่ในฤดูกาลที่ } i \end{cases}$$

เมื่อ  $T_i(t)$  คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา  $t$

$\beta_1(t)$  คือ ค่าความชัน ณ เวลา  $t$

$S_i(t)$  คือ ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t$

เมื่อ  $\alpha$  คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

$\gamma$  คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

$\delta$  คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{t+p} = \hat{T}_{t+p}(t) \times \hat{S}_{t+p}(t) \quad \text{สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

โดยที่  $\hat{T}_{t+p}(t) = \hat{T}_t(t) + p\hat{\beta}_1(t)$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+p}$  คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t+p$

$\hat{T}_t(t)$  คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา  $t$

$\hat{\beta}_1(t)$  คือ ค่าประมาณความชัน ณ เวลา  $t$

$\hat{S}_{t+p}(t)$  คือ ค่าประมาณอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา  $t+p$

### 2.1.6 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นการพยากรณ์ค่าในอนาคตที่มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงกว่าวิธีอื่นๆ เหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น (Short Term Forecasting) และใช้ได้กับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ [8] วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์จะแบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ประเภท [14] ดังนี้

#### 1. อนุกรมเวลาที่เสถียร (Stationary Series)

เป็นอนุกรมเวลา  $\{Y_t\}$  ที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน  $Y$  คงที่ นั่นคือค่าเฉลี่ย  $E\{Y_t\}$

และ ค่าความแปรปรวน  $V\{Y_t\}$  มีค่าคงที่ สำหรับแต่ละช่วงเวลา  $t$  ซึ่งอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและ/

หรือ อิทธิพลฤดูกาลจะมีค่าเฉลี่ย  $E\{Y_t\}$  ไม่คงที่ และอนุกรมเวลาที่มีความผันแปร  $Y_t$  สูง จะเป็น

ลักษณะของอนุกรมเวลาที่มีค่าความแปรปรวน  $V\{Y_t\}$  ไม่คงที่จะเรียกว่าอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี นอกจากจะเป็นอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนคงที่แล้ว อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ lag  $k$  ขึ้นอยู่กับค่า  $k$  อย่างเดียว อนุกรมเวลาที่กำหนดรูปแบบ  $ARMA(p, q)$  จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีเท่านั้น

## 2. อนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารี (Nonstationary Series)

เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีความสมบัติเป็นสเตชันนารีจะหารูปแบบ  $ARMA(p, q)$  ให้กับอนุกรมเวลาดังกล่าวไม่ได้ จะต้องแปลงเป็นอนุกรมเวลาใหม่ให้มีคุณสมบัติสเตชันนารีก่อน จึงจะหารูปแบบ  $ARMA(p, q)$  ให้กับอนุกรมเวลาใหม่ได้ การแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารีจะทำได้โดยวิธีการต่างๆ ดังนี้

2.1 หาผลต่าง (Regular Differencing) ของอนุกรมเวลา นั่นคือ ถ้าอนุกรมเวลา  $\{Y_t\}$  มีแนวโน้ม จะแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีแนวโน้ม  $\{Z_t\}$  โดย  $\nabla^d Y_t$  และ  $d$  เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่าง เช่น  $d=1$ ,  $Z_t = \nabla Y_t = Y_t - Y_{t-1}$  เมื่อ  $d=2$ ,  $Z_t = \nabla^2 Y_t = \nabla(Y_t - Y_{t-1}) = \nabla Y_t - \nabla Y_{t-1} = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-1} + Y_{t-2} = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2}$  เป็นต้น จำนวนครั้งที่หาผลต่าง จะขึ้นอยู่กับว่าเมื่อหาผลต่าง แล้วอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นสเตชันนารีต้องหาผลต่างต่อไป

2.2 หาผลต่างฤดูกาล (Seasonal Differencing) ของอนุกรมเวลา ถ้าอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม  $\{Y_t\}$  ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล  $\{Z_t\}$  โดย  $Z_t = \nabla_L^D Y_t$  โดย  $D$  เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างของฤดูกาล และ  $L$  เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี เช่น สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน  $L=12$  เมื่อ  $D=1$ ,  $Z_t = \nabla_{12} Y_t = Y_t - Y_{t-12}$  เมื่อ  $D=2$ ,  $Z_t = \nabla_{12}^2 Y_t = \nabla_{12}(Y_t - Y_{t-12}) = \nabla_{12} Y_t - \nabla_{12} Y_{t-12} = Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-12} + Y_{t-24} = Y_t - 2Y_{t-12} + Y_{t-24}$  เป็นต้น การหาผลต่างของฤดูกาลนี้จะทำที่ครั้งขึ้นอยู่กับว่าเมื่อหาผลต่างของฤดูกาลแล้วอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีแล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นก็ต้องหาผลต่างของฤดูกาลต่อไป

2.3 หาผลต่างและผลต่างฤดูกาล กรณีที่อนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

การปรับให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีนั้นจะทำได้โดยหาผลต่างและหาผลต่างฤดูกาลควบคู่กันไป  $d$  เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ  $D$  จะมีค่าเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับว่าอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีแล้วหรือยัง เช่น อนุกรมเวลายรายเดือนที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล เมื่อ  $d=1$  และ  $D=1$  จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม  $\{Y_t\}$  ให้เป็นอนุกรมใหม่  $Z_t$  ซึ่ง  $Z_t = \nabla \nabla_{12} Y_t = \nabla(Y_t - Y_{t-12}) = \nabla Y_t - \nabla Y_{t-12} = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13}$  เป็นต้น

2.4 การหาลอการิทึมของค่าสังเกตในอนุกรมเวลา นั่นคือ แปลงอนุกรมเวลาเดิม  $\{Y_t\}$  ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่  $\{Z_t\}$  ซึ่ง  $Z_t = \log(Y_t)$  การแปลงอนุกรมเวลานี้จะทำเมื่อความผันแปรของอนุกรมเวลาไม่คงที่ นั่นคือ  $V(Y_t)$  ไม่คงที่สำหรับค่า  $t$  ต่างๆ

การกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา จะพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของตัวเองอย่าง  $r_k$  และ  $r_{kk}$  ที่สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของประชากร  $\rho_k$  และ  $\rho_{kk}$

$ARMA(p, q)$  คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว

$ARIMA(p, d, q)$  คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารีและมีแนวโน้มเพียงอย่างเดียว

$SARIMA(P, D, Q)$  คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารีและมีอิทธิพลของฤดูกาลเพียงอย่างเดียว

$ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$  คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารีเนื่องจากมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

ตัวแบบอนุกรมเวลาทั่วไปสำหรับการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ได้แก่

$ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$  ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$\phi_p(B)\phi_p(B^L)Z_t = \theta_0 + \theta_q(B)\theta_q(B^L)\varepsilon_t$$

โดย

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\phi_p(B^L) = (1 - \phi_{1L} B^L - \phi_{2L} B^{2L} - \dots - \phi_{pL} B^{pL})$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

$$\theta_q(B^L) = (1 - \theta_{1L} B^L - \theta_{2L} B^{2L} - \dots - \theta_{qL} B^{qL})$$

$$Z_t = (1 - B^L)^D (1 - B)^d Y_t$$

เมื่อ  $\phi_p(B)$  เป็นรูปแบบของ  $AR(p)$

$\phi_p(B^L)$  เป็นรูปแบบของ  $SAR(P)$

$\theta_q(B)$  เป็นรูปแบบของ  $MA(q)$

$\theta_q(B^L)$  เป็นรูปแบบของ  $SMA(Q)$

$Z_t$  เป็นการแปลงค่าสังเกต  $Y_t$  ให้เป็นสเตชันนารี โดยการหาผลต่างจำนวน  $d$  ครั้ง เพื่อขจัดแนวโน้ม และการหาผลต่างฤดูกาลจำนวน  $D$  ครั้ง เพื่อขจัดอิทธิพลของฤดูกาล

ขั้นตอนการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การกำหนดตัวแบบ (Identification)

เป็นการหารูปแบบ  $ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$  ที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า  $r_k$  และ  $r_{kk}$  ของอนุกรมเวลากับค่า  $\rho_k$  และ  $\rho_{kk}$  ของแต่ละรูปแบบ เนื่องจากต้องพิจารณา  $r_k$ ,  $r_{kk}$ ,  $\rho_k$  และ  $\rho_{kk}$  พร้อมกันหลายๆ ค่า จึงมักจะพิจารณาจากกราฟที่เรียกว่า คอเรโลแกรม (Correlogram) ที่ได้จากการพลอตกราฟ  $r_k$ ,  $r_{kk}$ ,  $\rho_k$  และ  $\rho_{kk}$  กับ  $k$  ดังนั้นการพิจารณาเปรียบเทียบคอเรโลแกรม  $r_k$  และ  $\rho_k$  และคอเรโลแกรม  $r_{kk}$  และ  $\rho_{kk}$  สำหรับแต่ละรูปแบบมีคอเรโลแกรมของ  $\rho_k$  และ  $\rho_{kk}$  ต่างกัน อนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดรูปแบบ

จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เสถียรเท่านั้น หากไม่เป็นสเตรชันนารีจะต้องแปลงให้เป็นสเตรชันนารีเสียก่อน

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของ  $\rho_k(Y_t)$ ,  $\rho_k(Z_t)$ ,  $\rho_{kk}(Y_t)$ ,  $\rho_{kk}(Z_t)$  สำหรับรูปแบบ  $ARIMA(p, d, q)$

รูปแบบของ	ลักษณะของ $\rho_k(Y_t)$	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t)$	ลักษณะของ $\rho_{kk}(Z_t)$
<i>Random Walk</i>	ลดลงอย่างช้าๆ	$\rho_k = 0$ ทุกค่า $k$	$\rho_{kk} = 0$ ทุกค่า $k$
<i>ARI(1,1)</i>	ลดลงอย่างช้าๆ	$\rho_k$ ลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 2, \dots$
<i>ARI(2,1)</i>	ลดลงอย่างช้าๆ	$\rho_k$ ลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 3, \dots$
<i>IMA(1,1)</i>	ลดลงอย่างช้าๆ	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 2, \dots$	$\rho_{kk}$ ลดลงเร็วใกล้ 0
<i>IMA(2,1)</i>	ลดลงอย่างช้าๆ	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 3, \dots$	$\rho_{kk}$ ลดลงเร็วใกล้ 0
<i>ARIMA(1,1,1)</i>	ลดลงอย่างช้าๆ	$\rho_k$ ลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk}$ ลดลงเร็วใกล้ 0

ตารางที่ 2.2 ลักษณะของ  $\rho_k(Z_t)$ ,  $\rho_{kk}(Z_t)$  สำหรับรูปแบบ  $SARIMA(P, D, Q)_{12}$

รูปแบบของ	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t)$	ลักษณะของ $\rho_{kk}(Z_t)$
<i>SAR(1)<sub>12</sub></i>	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 24, 36, \dots$
<i>SAR(2)<sub>12</sub></i>	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 36, 48, \dots$
<i>SMA(1)<sub>12</sub></i>	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 24, 36, \dots$	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว
<i>SMA(2)<sub>12</sub></i>	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 36, 48, \dots$	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว

## ขั้นที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ (*Estimation*)

เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (*Numerical Analysis*) ซึ่ง จะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยกำหนดค่าเบื้องต้นของ

พารามิเตอร์เพื่อหาค่าประมาณสุดท้ายโดยการซ้ำ (Iteration) ซึ่งค่าประมาณที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน  $\left(\sum_{i=1}^n e_i^2\right)$  มีค่าต่ำสุด จะเป็นค่าประมาณที่ใช้ในสมการพยากรณ์

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Diagnostic Checking)

วิธีการตรวจสอบส่วนใหญ่จะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ( $e_i$ ) ที่เป็นผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ ( $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$ ) มาเป็นหลักในการพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบ การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจะทำดังนี้

3.1 พิจารณาว่าพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าเป็น 0 หรือไม่ นั่นคือ เมื่อ  $\theta$ ,  $\hat{\theta}$  และ  $\hat{S}_\theta$  เป็นพารามิเตอร์ ค่าประมาณ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณ  $\theta$  ตามลำดับ โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \theta = 0$$

$$H_1 : \theta \neq 0$$

ตัวสถิติทดสอบคือ

$$Z = \frac{\hat{\theta}}{\hat{S}_\theta}$$

บริเวณวิกฤติ คือ  $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือ  $p\text{-value} < \alpha$

กรณีปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่าพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0

3.2 พิจารณาว่า  $\rho_k(e_i) = 0$  สำหรับ  $k = 1, 2, \dots, m$  นั่นคือการพิจารณาว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน 1, 2, ...,  $m$  ช่วงเวลาเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบ Modified Box-Pierce (Box-Ljung)

$$H_0 : \rho_1(e_i) = \dots = \rho_m(e_i) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_i) \text{ อย่างน้อย 1 ค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ } k = 1, 2, \dots, m$$

ตัวสถิติทดสอบ

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2(e_i)}{n-k} \quad \text{สำหรับ } k = 1, 2, \dots, m$$

เอกสเมื่อเป็นเอกคือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาไม่อนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$m$  คือ lag สูงสุดที่ต้องการทดสอบ

$r_k(e_t)$  คือ ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่างกัน  $k$  ช่วงเวลา

ตัวสถิติทดสอบ  $Q$  มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ  $m - n_p$

ซึ่ง  $n_p$  คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

บริเวณวิกฤติ คือ

$$Q > \chi_{\alpha, m-n_p}^2$$

กรณีที่ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบที่กำหนดยังไม่เป็นแบบที่เหมาะสม

3.3 พิจารณาว่า  $e_t$  มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกันหรือไม่ นั่นคือการตรวจสอบข้อจำกัดของตัวแบบที่กำหนดว่า  $\varepsilon_t$  จะต้องมีการแจกแจงที่เป็นอิสระกัน หากพบว่า  $e_t$  มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน จะสรุปว่าตัวแบบที่กำหนดนั้นเหมาะสมกับอนุกรมแล้ว ซึ่งจะทำการทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \rho_k(e_t) = 0 \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

$$H_0 : \rho_k(e_t) \neq 0 \quad \text{บางค่า } k$$

บริเวณวิกฤติเป็น  $|r_k(e_t)| \geq \frac{Z_{\alpha/2}}{\sqrt{n}}$  โดย  $n$  เป็นขนาดของอนุกรมเวลา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณี

ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่าตัวแบบที่กำหนดไม่เป็นแบบที่เหมาะสม

ขั้นที่ 4 การพยากรณ์ (Forecasting)

เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้ว จะสามารถทำการพยากรณ์แบบจุด (Point Forecast) และการพยากรณ์แบบช่วง (Interval Forecast) การพยากรณ์จะใช้สมการพยากรณ์ที่สร้างจากตัวแบบการพยากรณ์ที่กำหนด และผ่านการตรวจสอบในขั้นที่ผ่านมาแล้ว

ในกรณีที่ใช้วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ และได้ตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบหลายตัวแบบ เราจะใช้วิธี Akaike Information Criterion (AIC) ในการเลือกตัวแบบที่

เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.7 วิธี Akaike Information Criterion (AIC)

ค่า AIC เป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสม 2 ตัวแบบหรือมากกว่า 2 ตัวแบบโดยที่ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ตัวแบบที่ทำให้ค่า AIC ต่ำที่สุด มีสูตรในการคำนวณค่า AIC ดังนี้

$$AIC = e^{\frac{2k}{n}} \times \frac{RSS}{n}$$

โดยที่  $e$  คือ 2.71828183

$n$  คือ จำนวนข้อมูล

$RSS$  คือ รากที่สองของผลรวมความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Sum Square Error)

$k$  คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณค่า

### 2.18 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ต้องการความถูกต้อง จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Forecast error,  $e_t$ ) ซึ่งเป็นผลต่างของค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ ( $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ ) ความคลาดเคลื่อนจะมากถ้าค่าสังเกตห่างจากค่าพยากรณ์มาก และจะน้อยถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าสังเกต [14]

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ในการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ และใช้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error: MAPE) เป็นตัวบ่งชี้ค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าสังเกตในรูปของเปอร์เซ็นต์

#### 2.18.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error: MSE)

เป็นค่าที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) จะมีหน่วยวัดเป็นกำลังสองของหน่วยวัดของค่าสังเกต ค่า MSE จะวัดต่อความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ [สมศรี บัณฑิตวิไล] ซึ่งมีสูตรการคำนวณ คือ

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่  $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

$e_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา  $t$

$Y_t$  คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา  $t$

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

การพิจารณาว่าการพยากรณ์วิธีใดให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (*MSE*) ต่ำที่สุด วิธีการพยากรณ์นั้นเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด โดยปัญหาพิเศษนี้ จะใช้ค่า *MSE* ในการคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสม

### 2.18.2 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

(*Mean Absolute Percent Error: MAPE*)

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยใช้บอกว่าคุณค่าพยากรณ์แตกต่างจากค่าสังเกตคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยค่า *MAPE* เป็นค่าที่ไม่มีหน่วย และแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ [14] โดย

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{Y_i} \right|}{n} \times 100$$

โดยที่  $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

$e_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา  $t$

$Y_t$  คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา  $t$

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

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วารางคณา กิริติวิบูลย์ 2554 ได้สร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ โดยใช้โปรแกรม *SPSS (Statistical Package for Social Sciences)* โดยเก็บรวบรวมข้อมูลมูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ (บาท) ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2545 ถึงเดือนกรกฎาคม 2556 จำนวน 134 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2545 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555

จำนวน 122 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธีที่ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่สามารถนำออก ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการพยากรณ์รวม ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2555 ถึงเดือนกรกฎาคม 2556 จำนวน 12 ค่า นำมาใช้สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำ (Accuracy) ของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่าจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด

ชาตรี จันทร์โคติกา และคณะ 2554 ได้ทำการพยากรณ์ภาวะการค้าระหว่างประเทศซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีส่วนช่วยให้การกำหนดและดำเนินนโยบายการค้าระหว่างประเทศให้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะจะทำให้รัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถประเมินสถานการณ์ภาวะการค้าระหว่างประเทศได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะทำได้ทำให้สามารถให้ความช่วยเหลือได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และทันเวลา รวมทั้งสามารถกระตุ้นให้การค้าระหว่างประเทศของไทยเป็นไปได้อย่างราบรื่น งานวิจัยนี้มีขึ้นเพื่อตอบคำถามว่าการนำดัชนีภาวะธุรกิจส่งออกของไทยมาใช้ร่วมในแบบจำลอง *ARIMA* โดยสร้างเป็นแบบจำลอง *ARIMAX* สามารถช่วยให้ผลการพยากรณ์มูลค่าส่งออกไทยมีความถูกต้องแม่นยำเพิ่มมากขึ้นหรือน้อยลงเพียงไร ผลการศึกษาโดยใช้วิธีการประมาณค่าแบบ *Time Rolling* และการพยากรณ์ล่วงหน้าแบบพลวัตและนอกกลุ่มตัวอย่าง พบว่าแบบจำลอง *ARIMAX* มีผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำไม่แตกต่างจากแบบจำลอง *ARIMA* โดยดัชนีภาวะธุรกิจส่งออกของสินค้าส่งออกของไทยจำแนกรายสินค้า 11 กลุ่ม ไม่สามารถช่วยให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำเพิ่มสูงขึ้นเลย ในขณะที่การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรวมโดยแบบจำลอง *ARIMAX* โดยใช้ดัชนีสินค้าคงคลังเป็นตัวแปรอิสระให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำกว่าแบบจำลอง *ARIMA* อย่างชัดเจน

สุกัญญา ของประยูรและพรธิภา องค์กรุณารักษ์ 2553 ทำการศึกษาหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการนำเข้ากุ้งขาวแช่แข็งของประเทศสหรัฐอเมริกา และปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็งของไทยไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา เพื่อให้โรงงานผลิตกุ้งแช่แข็งสามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ในการพยากรณ์ความต้องการซื้อเพื่อวางแผนการจัดหากุ้งขาวล่วงหน้า จากการศึกษาพบว่าวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์การนำเข้ากุ้งของประเทศสหรัฐอเมริกาในปีพ.ศ. 2553 มากที่สุด คือ วิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์และวินเทอร์ที่มี

เอกสารคู่มือฉบับคุณ โดยใช้ข้อมูลรายไตรมาส เริ่มจากเดือนกุมภาพันธ์และใช้ข้อมูลย้อนหลัง 4 ปีตั้งแต่ราคาไม่วุ่นวายใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดือนกันยายน พ.ศ. 2548 - สิงหาคม พ.ศ. 2552 และวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ ปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็งของประเทศไทยไปยังสหรัฐอเมริกามากที่สุด คือ วิธีปรับให้เรียบฤดูกาล แบบคุณ โดยใช้ข้อมูลรายไตรมาส เริ่มจากเดือนกุมภาพันธ์และใช้ข้อมูลย้อนหลัง 2 ปีตั้งแต่เดือน กันยายน พ.ศ. 2550 - สิงหาคม พ.ศ. 2552 และรวมข้อมูลแบบรายไตรมาสเริ่มจากเดือน กุมภาพันธ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบฤดูกาลแบบคุณ สำหรับวิธีการพยากรณ์นี้จะใช้ข้อมูลในอดีตมา พยากรณ์เพื่อบ่งบอกรูปแบบในอนาคตเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการนำปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นการพยากรณ์ปริมาณการนำเข้าและส่งออกกุ้งแช่แข็ง ควรนำปัจจัยแวดล้อมอื่น เช่น ภาวะ เศรษฐกิจ อัตราเงินเฟ้อ อัตราแลกเปลี่ยนเงิน แนวน้ำมันผู้บริโภค และการขยายตัวของประเทศคู่แข่ง เป็นต้น เข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มความถูกต้องของการพยากรณ์ให้มากขึ้น และแบบจำลองนี้เหมาะสม สำหรับการพยากรณ์ในช่วงกันยายน พ.ศ. 2552 - สิงหาคม พ.ศ. 2553 เท่านั้น ในกรณีมีข้อมูล เพิ่มขึ้นควรทำการพยากรณ์ใหม่เพื่อความถูกต้องของแบบจำลอง

สันติชาย โทพิพัฒน์มงคลและอทิทยา ขวัญอยู่ 2554 ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการ ส่งออกมันสำปะหลัง เพื่อให้ทราบว่าปัจจุบันเศรษฐกิจทางด้านการส่งออกมันสำปะหลังของประเทศ ไทยมีลักษณะเช่นไร มีผลกระทบใดบ้างกับการส่งออกมันสำปะหลัง อีกทั้งยังทำการพยากรณ์ปริมาณ การส่งออกมันสำปะหลังของประเทศไทย โดยตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมและตัวแบบ *ARIMA* ว่าตัวแบบใดเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมันสำปะหลังได้มากกว่ากัน จากการศึกษาสถานการณ์ การส่งออกมันสำปะหลังทำให้ทราบว่า การส่งออกมันสำปะหลังมีลักษณะ แนวน้ำมันที่ดี และพบว่าการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมันสำปะหลังโดยตัวแบบโครงข่ายประสาท เทียม (*ANN*) ให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำมากกว่าตัวแบบ *ARIMA* คือ การพยากรณ์โดยตัวแบบ โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ หรือ ค่า *MAPE* อยู่ที่ 20.8258% ซึ่ง มีค่าน้อยกว่าค่า *MAPE* ของการพยากรณ์โดยตัวแบบ *ARIMA* อยู่ 7.6245 %

ศุภันธนา ร่มประเสริฐ 2556 ศึกษาการพยากรณ์แนวโน้มการส่งออกน้ำสับประรดของ ไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้ม และพยากรณ์มูลค่าการส่งออกในอนาคต เป็นการ วิเคราะห์เชิงปริมาณใช้ข้อมูลทุติยภูมิโดยการรวบรวมสถิติการส่งออกตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 - 2553 ใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลาในการวิเคราะห์แนวโน้มและพยากรณ์ค่าแนวโน้มการส่งออกน้ำ

สับประรดในอีก 5 ปีข้างหน้า ใช้วิธีแยกส่วนประกอบของข้อมูลมูลค่าส่งออกรายเดือนย้อนหลัง และ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการแยกส่วนประกอบในรูปของผลคูณผ่านค่าแนวโน้มค่าผันแปรตามฤดูกาลค่าการเคลื่อนไหวตามวัฏจักรและค่าความผันแปรผิวดปกติ ในการวิเคราะห์จะแยกส่วนประกอบต่างๆออกจากข้อมูลมูลค่าการส่งออกซึ่งเป็นข้อมูลตัวอย่างแล้วนำค่าที่ได้มาพยากรณ์หามูลค่าการส่งออกในอนาคต ผลการศึกษาพบว่าแนวโน้มมูลค่าการส่งออกในอีก 5 ปีข้างหน้ามีแนวโน้มที่ลดลงสอดคล้องกับสถานการณ์การผลิต สถานการณ์ตลาดและราคาในปัจจุบัน การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกค่านิ่งถึงค่าแนวโน้ม และค่าความเคลื่อนไหวตามฤดูกาล ค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรายเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2558 พบว่ามูลค่าการส่งออกในเดือนพฤศจิกายนของทุกๆปี จะมีมูลค่าสูงที่สุด รองลงมาคือเดือนเมษายนหรือพฤษภาคม ซึ่งค่าพยากรณ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทุกๆปี ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นประโยชน์ในด้านการปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการผลิต เป็นความรู้ให้แก่ทั้งผู้ส่งออกและผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเป็นแนวทางในการวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดให้สอดคล้องกับสถานการณ์ และภาวะที่เกิดขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดโลก

จุฑามาศ ศุภนคร 2554 ศึกษายอดขายรายเดือนของชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์แบร์ริงชนิดโลหะผง ชนิดสแตนเลส และชนิดพลาสติก เพื่อลดขนาดของความคลาดเคลื่อนในการวางแผนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลยอดขายรายเดือน จำนวน 54 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 โดยใช้ข้อมูล 48 เดือนแรกวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา สร้างสมการพยากรณ์และใช้ข้อมูล 6 เดือนสุดท้ายสำหรับการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ ผลการวิจัยพบว่าที่ระดับนัยสำคัญ .05 อนุกรมเวลายอดขายรายเดือนของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล วิธียากรณ์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบมี 3 วิธี คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น วิธีการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง และวิธีการบ็อกซ์และเจนกินส์การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่นิยมใช้เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีกับอนุกรมเวลาเดียวกันและเหมาะสมกับหน่วยข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ วิธียากรณ์ที่เหมาะสมกับยอดขายรายเดือนของชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์แบร์ริงชนิดโลหะผง คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง ชนิดสแตนเลส คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น ส่วนชนิดพลาสติกคือวิธีการปรับเรียบด้วยเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง ซึ่งให้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

เอกสเฉลี่ย (หน่วย: 1,000 ชิ้น) เท่ากับ 1,440.39, 632.09 และ 1,700.79 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการพยากรณ์เดิมพบว่า ขนาดของความคลาดเคลื่อนในการวางแผนการผลิตของผลิตภัณฑ์ ทั้ง 3 ชนิด ในช่วงครึ่งปีแรกของปี 2553 ลดลง 32,734,270 ขึ้น 12,497,580 ขึ้น และ 2,431,700 ขึ้น ตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง วิธีการดำเนินงานวิจัยในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

#### 3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้งของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมทั้งสิ้น 132 เดือน ข้อมูลประกอบไปด้วย

1. ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด
2. ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง
3. ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน
4. ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

#### 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจศึกษา
2. เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน และ ทุเรียนอบแห้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558 รวม 132 เดือน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557 ใช้ในการหาตัวแบบพยากรณ์ เป็นจำนวน 120 เดือน ส่วนที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานปฎิบัติงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ในกรณีที่มีแนวโน้มไม่ชัดเจนจะทำการทดสอบแนวโน้ม โดยวิธี *Daniel* และในกรณีที่มีอิทธิพลของฤดูกาลไม่ชัดเจนจะทำการทดสอบฤดูกาลโดยการทดสอบของ *Kruskal* และ *Wallis*

4. เลือกวิธีการพยากรณ์ที่จะวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล

#### 4.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (*Decomposition Method*)

เนื่องจากปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดและทุเรียนแช่แข็งมีแนวโน้มเส้นตรง จึงทำการวิเคราะห์ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล และวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1. กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล
2. กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล

สำหรับปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้งมีแนวโน้มควอดราติก จึงทำการวิเคราะห์ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติก และมีอิทธิพลของฤดูกาล และวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

#### 4.2 เทคนิคการปรับให้เรียบ

วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (*Holt-Winters Exponential Smoothing Method*) แบ่งเป็น 2 รูปแบบ

1. รูปแบบบวก (*Additive Model*)
2. รูปแบบคูณ (*Multiplicative Model*)

#### 4.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (*Box and Jenkins Method*)

5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีในข้อ 4

6. ใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (*MSE*) เป็นเกณฑ์ในการเลือกวิธีที่เหมาะสม

7. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (*MAPE*) เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ถึงค่าพยากรณ์แตกต่างจากค่าจริงในรูปของเปอร์เซ็นต์

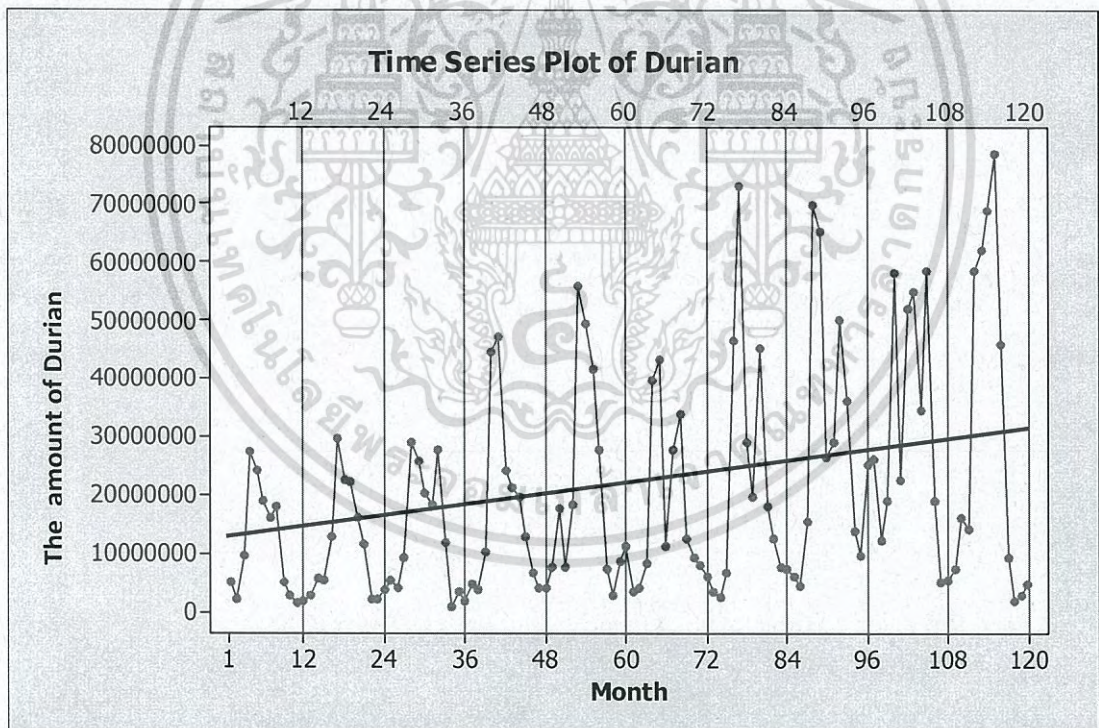
เอกสารนี้ 8. สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน และทุเรียนอบแห้ง และทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี เพื่อเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ( $MSE$ ) ที่ให้ค่าต่ำที่สุด

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกทุเรียนสด



รูปที่ 4.1 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกทุเรียนสด

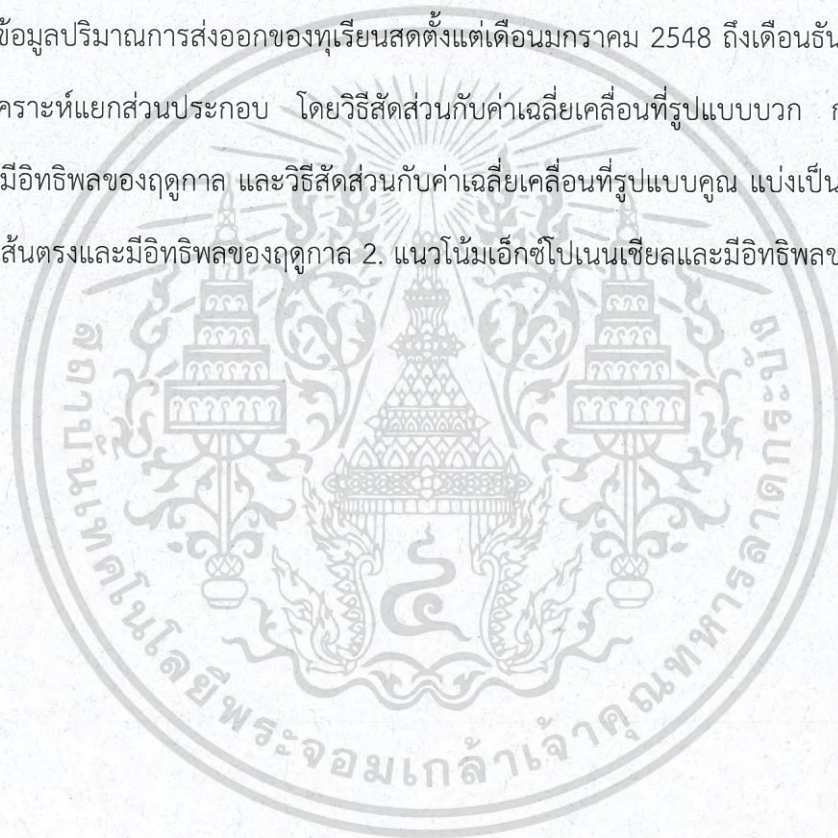
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่า การเคลื่อนไหวของกราฟในแต่ละปีมีลักษณะซ้ำกัน คือ จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากต้นปี สูงสุดที่กลางปี ลดลงเรื่อยๆ และต่ำสุดที่ปลายปี เช่น เดือนที่ 1 ถึง 12 เดือนที่ 13 ถึง 24 และเดือนที่ 37 ถึง 48 กราฟมีลักษณะที่คล้ายกัน ดังนั้น จึงมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง เมื่อพิจารณาแนวโน้ม จากกราฟพบว่า มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดมีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล

#### 4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดโดยวิธีแยกส่วนประกอบ

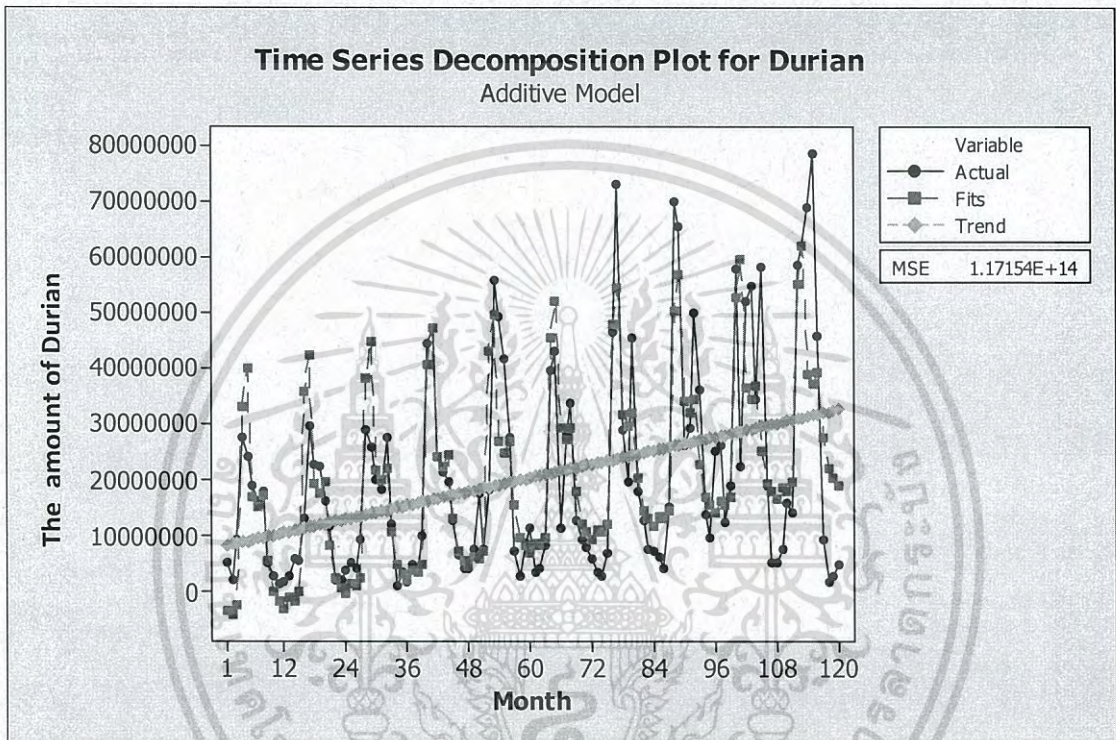
นำข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล และวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

1. แนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล
2. แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล



#### 4.1.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบ บวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก จะได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ค่า MSE เท่ากับ 117,154,000,000,000 และมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 8,110,321 + 203,925t + \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

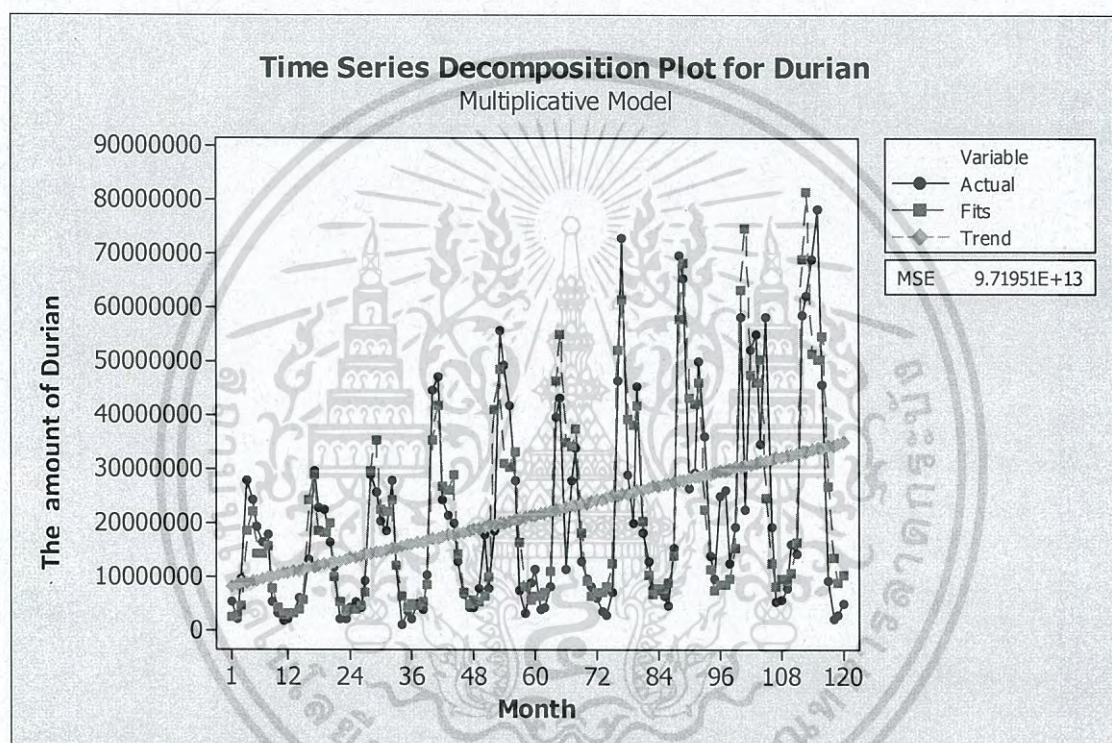
$$\begin{aligned} \hat{S}_1 &= -11,819,846 & \hat{S}_2 &= -12,505,647 & \hat{S}_3 &= -11,250,446 & \hat{S}_4 &= 24,301,649 \\ \hat{S}_5 &= 30,742,161 & \hat{S}_6 &= 7,621,078 & \hat{S}_7 &= 5,491,366 & \hat{S}_8 &= 7,468,697 \\ \hat{S}_9 &= -4,259,011 & \hat{S}_{10} &= -10,277,279 & \hat{S}_{11} &= -12,016,272 & \hat{S}_{12} &= -13,496,449 \end{aligned}$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = -11,819,846$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 11,819,846 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 9, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนสดต่ำกว่าปกติ 12,505,647, 11,250,446, 4,259,011, 10,277,279, 12,016,272 และ 13,496,449 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_4 = 24,301,649$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปกติ 24,301,649 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7 และ 8 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนสดสูงกว่าปกติ 30,742,161, 7,621,078, 5,491,366 และ 7,468,697 กิโลกรัม ตามลำดับ

#### 4.1.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบ คูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของ  
ฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล  
จะได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลด้วย  
วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้  $MSE$   
เท่ากับ 97,195,100,000,000 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (7,870,336 + 224,401t) \times \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\begin{array}{cccc} \hat{S}_1 = 0.2798 & \hat{S}_2 = 0.3197 & \hat{S}_3 = 0.4993 & \hat{S}_4 = 2.0926 \\ \hat{S}_5 = 2.4506 & \hat{S}_6 = 1.5407 & \hat{S}_7 = 1.4907 & \hat{S}_8 = 1.6153 \\ \hat{S}_9 = 0.7799 & \hat{S}_{10} = 0.3890 & \hat{S}_{11} = 0.2537 & \hat{S}_{12} = 0.2888 \end{array}$$

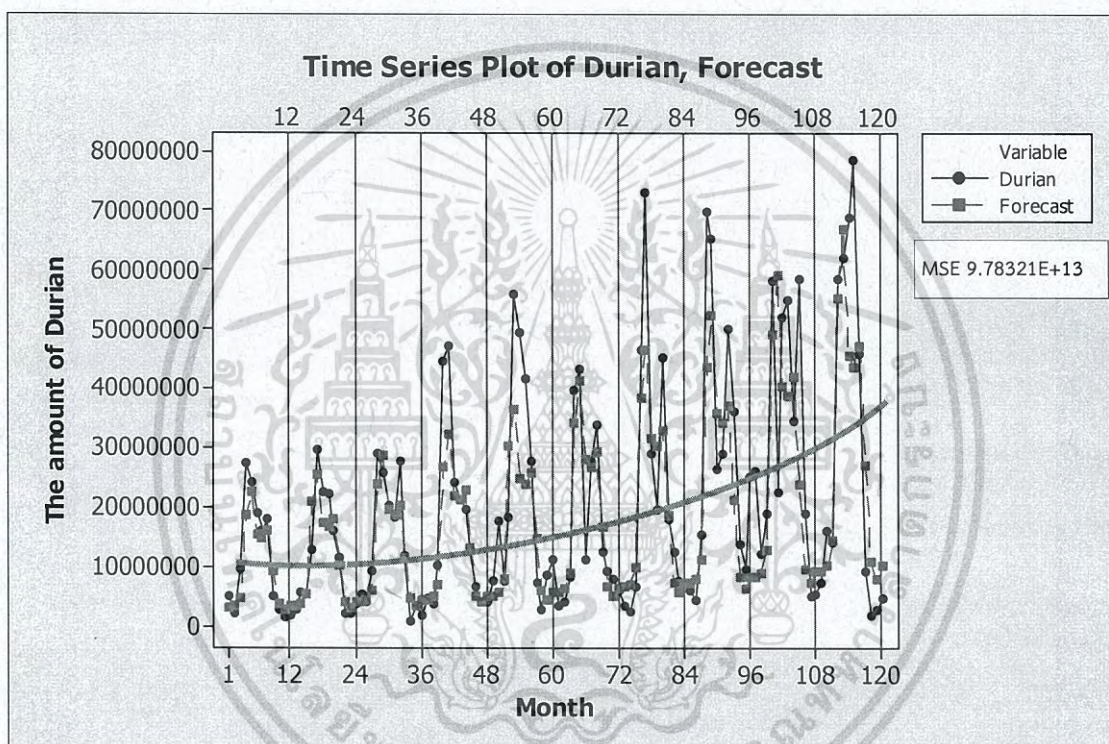
ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = 0.2798$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปรกติ 72.02% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 9, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนสดต่ำกว่าปรกติ 68.03%, 50.07%, 22.01%, 61.10%, 74.63% และ 71.12% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_4 = 2.0926$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปรกติ 109.26% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7 และ 8 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนสดสูงกว่าปรกติ 145.06%, 54.07%, 49.07% และ 61.53% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1.3 การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบ คุณ กรณีแนวน้อยเอ็มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของ  
ฤดูกาล โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคุณ กรณีแนวน้อยเอ็มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพล  
ของฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
รูปแบบคุณ กรณีแนวน้อยเอ็มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลด้วย  
วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคุณ กรณีแนวน้อยเอ็มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล  
จะได้  $MSE$  เท่ากับ 97,832,134,336,869 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (9,227,922(1.01010)^t) \times \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\begin{array}{cccc} \hat{S}_1 = 0.3405 & \hat{S}_2 = 0.3675 & \hat{S}_3 = 0.5089 & \hat{S}_4 = 1.9450 \\ \hat{S}_5 = 2.3237 & \hat{S}_6 = 1.5664 & \hat{S}_7 = 1.4868 & \hat{S}_8 = 1.5974 \\ \hat{S}_9 = 0.9031 & \hat{S}_{10} = 0.3564 & \hat{S}_{11} = 0.2670 & \hat{S}_{12} = 0.3373 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = 0.3405$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดค่าต่ำกว่าปรกติ 65.95% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 9, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนสดต่ำกว่าปรกติ 63.25%, 49.11%, 9.69%, 64.36%, 73.30% และ 66.27% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_4 = 1.9450$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดค่าสูงกว่าปรกติ 94.50% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7, และ 8 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนสดสูงกว่าปรกติ 132.37%, 56.64%, 48.68% และ 59.74% ตามลำดับ

#### 4.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาลทั้งในรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ โดยมีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า คือ  $\alpha$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม  $\gamma$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน และ  $\delta$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับฤดูกาล

#### 4.1.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก

ทำการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก และใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่า  $\alpha$ ,  $\gamma$  และ  $\delta$  ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ  $\alpha = 0.004951707$ ,  $\gamma = 0.45694117$ ,  $\delta = 0.308411288$  ทำให้ได้ค่า  $MSE = 158,134,888,705,257$

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ค่า  $\hat{T}_t(t)$ ,  $\hat{\beta}_1(t)$  และ  $\hat{S}_i(t)$  ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวกตั้งแต่  $t = 109, 110, \dots, 120$  เมื่อกำหนดให้  $\alpha = 0.004951707$ ,  $\gamma = 0.45694117$ ,  $\delta = 0.308411288$

t	$Y_t$	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	$e_t$
109	7,487,876	28,728,294.84	300,506.02	29,028,800.87	-12,047,723.70	17,012,252	-1,3358,288
110	15,962,303	29,023,601.83	298,130.37	2,932,1732.2	-12,338,761.30	22,296,212	-1049,949
111	14,109,481	29,281,193.91	279,606.75	29,560,800.66	-9,537,898.25	58,671,777	-8,186,731
112	58,478,813	29,559,845.16	279,170.14	29,839,015.31	29,051,759.03	55,004,929	-192,964
113	62,005,582	29,873,680.49	295,010.09	30,168,690.59	27,314,302.93	43,842,985	7,000,653
114	68,868,468	30,292,609.45	351,633.72	30,644,243.18	21,354,217.70	44,671,821	25,025,483
115	78,435,583	30,811,431.44	428,028.92	31,239,460.37	24,389,140.57	46,945,979	33,763,762
116	45,769,929	31,233,636.92	425,367.95	31,659,004.87	15,345,607.70	42,002,264	-1,176,050
117	9,183,714	31,496,497.02	351,111.42	31,847,608.44	271,767.03	22,822,759	-32,818,550
118	1,815,331	31,743,585.81	303,579.20	32,047,165.01	-15,471,695.29	16,977,734	-21,007,428
119	2,714,607	31,976,538.18	271,306.89	32,247,845.07	-19,446,557.97	20,148,051	-14,263,127
120	4,770,772	32,171,701.29	236,513.66	32,408,214.96	-16,818,837.22	20,360,491	-15,377,279

จากตารางที่ 4.1 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (32,171,701.29 + 236,513.66p) + \hat{S}_t(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1 = -12,047,723.70$	$\hat{S}_2 = -12,338,761.30$	$\hat{S}_3 = -9,537,898.25$
$\hat{S}_4 = 29,051,759.03$	$\hat{S}_5 = 27,314,302.93$	$\hat{S}_6 = 21,354,217.70$
$\hat{S}_7 = 24,389,140.57$	$\hat{S}_8 = 15,345,607.70$	$\hat{S}_9 = 271,767.03$
$\hat{S}_{10} = -15,471,695.29$	$\hat{S}_{11} = -19,446,557.97$	$\hat{S}_{12} = -16,818,837.22$

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}^*(120) = (34,843,811.39 + 236,513.66p) + \hat{S}_t^*(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1^* = -14,719,833.80$	$\hat{S}_2^* = -15,010,871.40$	$\hat{S}_3^* = -12,210,008.36$
$\hat{S}_4^* = 26,379,648.93$	$\hat{S}_5^* = 24,642,192.82$	$\hat{S}_6^* = 18,682,107.59$
$\hat{S}_7^* = 21,717,030.46$	$\hat{S}_8^* = 12,673,497.60$	$\hat{S}_9^* = -2,400,343.07$
$\hat{S}_{10}^* = -18,143,805.39$	$\hat{S}_{11}^* = -22,118,668.07$	$\hat{S}_{12}^* = -19,490,947.32$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1^* = -14,719,833.80$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปรกติ 14,719,833.80 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 9, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกต่ำกว่าปรกติ 15,010,871.40, 12,210,008.36, 2,400,343.07, 18,143,805.39, 22,118,668.07 และ 19,490,947.32 กิโลกรัมตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล  $S_4^*$  เช่น = 26,379,648.93 หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปรกติ 26,379,648.93 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7 และ 8 จะมีปริมาณการส่งออกสูงกว่าปรกติ 24,642,192.82, 18,682,107.59, 21,717,030.46 และ 12,673,497.60 กิโลกรัม ตามลำดับ

#### 4.1.2.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ และใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่า  $\alpha$ ,  $\gamma$  และ  $\delta$  ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ  $\alpha = 0.000486534$ ,  $\gamma = 0.184373954$ ,  $\delta = 1$  ทำให้ได้ค่า  $MSE = 144,081,871,324,785$

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ค่า  $\hat{T}_i(t)$ ,  $\hat{\beta}_1(t)$  และ  $\hat{S}_i(t)$  ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณตั้งแต่  $t = 109, 110, \dots, 120$  เมื่อกำหนดให้  $\alpha = 0.000486534$ ,  $\gamma = 0.184373954$ ,  $\delta = 1$

t	$Y_t$	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	$e_t$
109	7,487,876	26,658,638.36	291,797.22	26,950,435.58	0.419	11,627,087.38	-4,506,072.09
110	15,962,303	26,955,324.56	296,686.20	27,252,010.77	0.461	16,331,205.72	4,335,215.62
111	14,109,481	27,250,206.99	294,882.42	27,545,089.41	0.584	59,883,299.02	-2,221,724.72
112	58,478,813	27,544,775.09	294,568.11	27,839,343.20	2.165	72,767,724.77	-1,404,486.02
113	62,005,582	27,837,339.96	292,564.87	28,129,904.83	2.543	49,833,744.57	-10,762,142.77
114	68,868,468	28,135,132.46	297,792.49	28,432,924.95	1.896	46,779,088.48	19,034,723.43
115	78,435,583	28,442,286.46	307,154.00	28,749,440.46	1.850	52,118,529.99	31,656,494.52
116	45,769,929	28,747,736.62	305,450.16	29,053,186.78	1.772	32,151,827.45	-6,348,600.99
117	9,183,714	29,043,088.99	295,352.37	29,338,441.35	0.961	13,967,389.39	-22,968,113.45
118	1,815,331	29,326,022.41	282,933.42	29,608,955.83	0.400	8,847,856.61	-12,152,058.39
119	2,714,607	29,598,969.89	272,947.48	29,871,917.38	0.261	11,918,731.13	-6,133,249.61
120	4,770,772	29,863,201.15	264,231.26	30,127,432.42	0.355	12,613,661.76	-7,147,959.13

จากตารางที่ 4.2 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (29,863,201.15 + 264,231.26p) \times \hat{S}_i(120)$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$$\begin{array}{cccc} \hat{S}_1 = 0.419 & \hat{S}_2 = 0.461 & \hat{S}_3 = 0.584 & \hat{S}_4 = 2.165 \\ \hat{S}_5 = 2.543 & \hat{S}_6 = 1.896 & \hat{S}_7 = 1.850 & \hat{S}_8 = 1.772 \\ \hat{S}_9 = 0.961 & \hat{S}_{10} = 0.400 & \hat{S}_{11} = 0.261 & \hat{S}_{12} = 0.355 \end{array}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 12 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้  
โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (34,009,439.74 + 300,917.412p) \times \hat{S}_t^*(120)$$

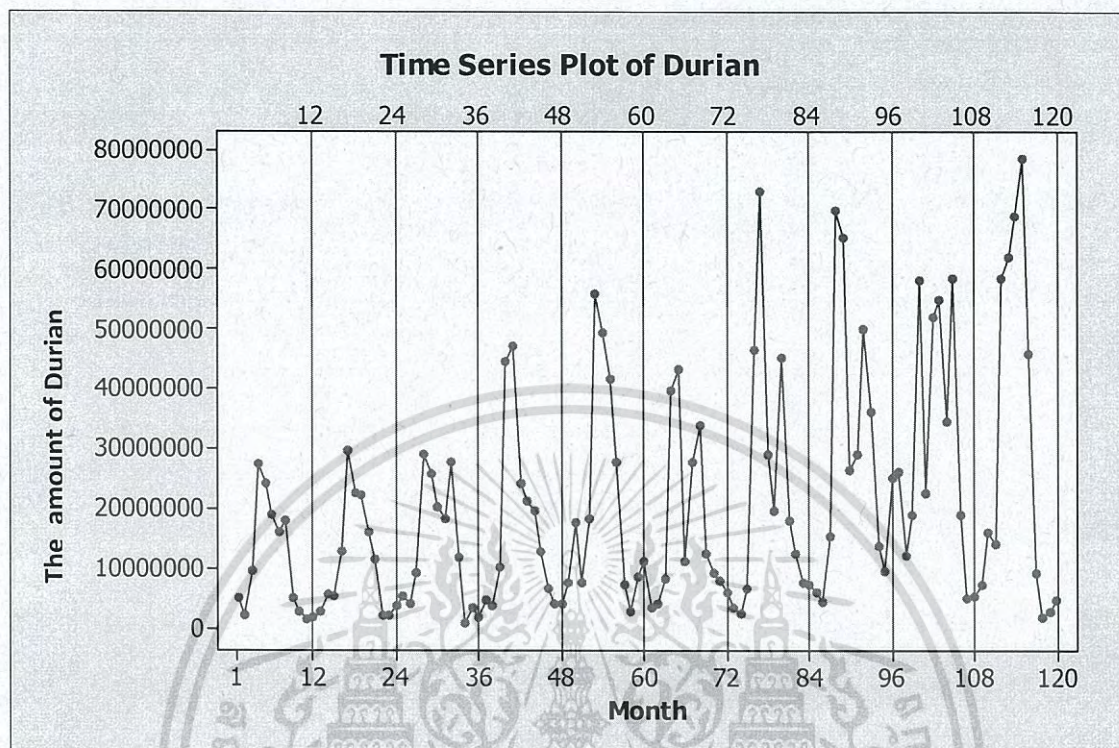
(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

$\hat{S}_1^* = 0.368$	$\hat{S}_2^* = 0.405$	$\hat{S}_3^* = 0.513$	$\hat{S}_4^* = 1.901$
$\hat{S}_5^* = 2.233$	$\hat{S}_6^* = 1.665$	$\hat{S}_7^* = 1.625$	$\hat{S}_8^* = 1.556$
$\hat{S}_9^* = 0.844$	$\hat{S}_{10}^* = 0.351$	$\hat{S}_{11}^* = 0.229$	$\hat{S}_{12}^* = 0.312$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1^* = 0.368$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปรกติ 63.2% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 9, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนสดต่ำกว่าปรกติ 59.5%, 48.7%, 15.6%, 64.9%, 77.1% และ 68.8% ตามลำดับ

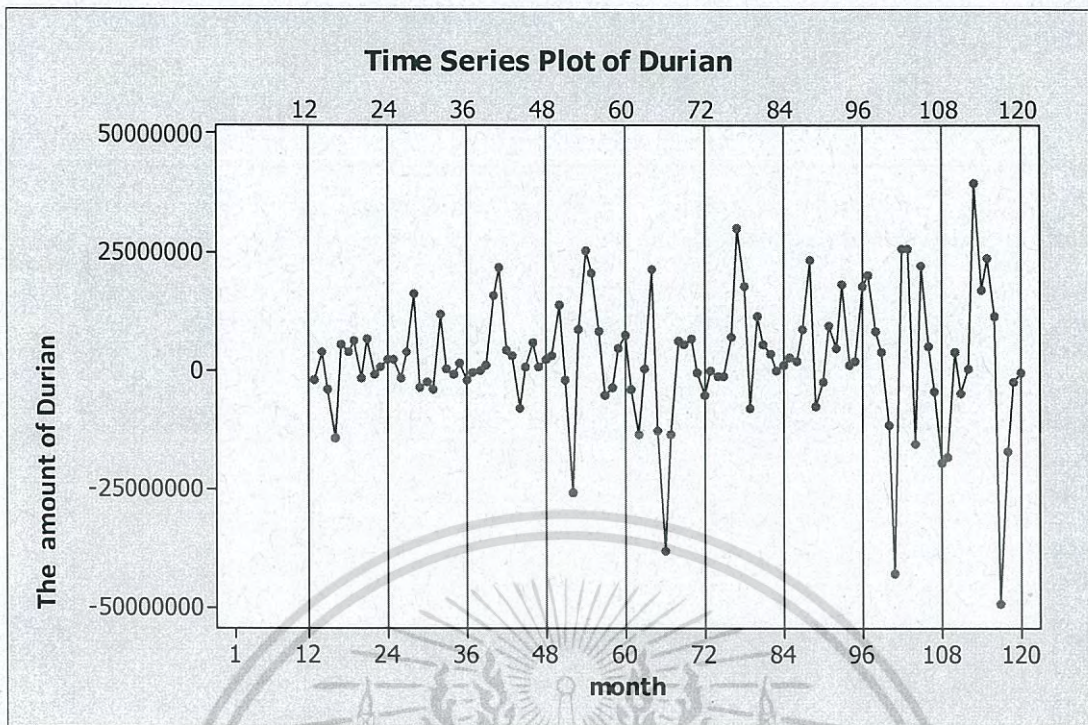
ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_4^* = 1.901$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนสดของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปรกติ 90.1% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7 และ 8 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนสดสูงกว่าปรกติ 123.3%, 66.5%, 62.5% และ 55.6% ตามลำดับ

#### 4.1.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์



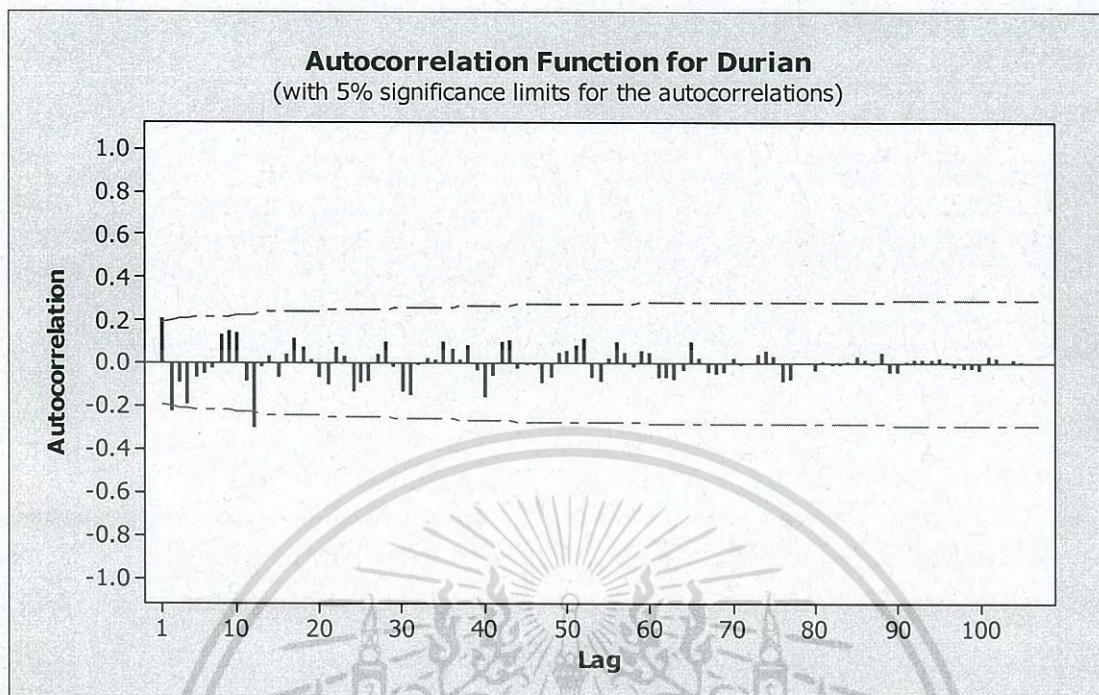
รูปที่ 4.5 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด

จากรูปที่ 4.5 พบว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากมีอิทธิพลของฤดูกาล เพราะกราฟมีลักษณะซ้ำกัน คือ มีค่าเพิ่มขึ้นจากต้นปี สูงสุดที่กลางปี ลดลงเรื่อยๆ และต่ำสุดที่ปลายปี เช่น จากเดือนที่ 1 ถึง 12 เดือนที่ 13 ถึง 24 และเดือนที่ 37 ถึง 48 ดังนั้นจึงต้องทำให้สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างของฤดูกาล 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.6



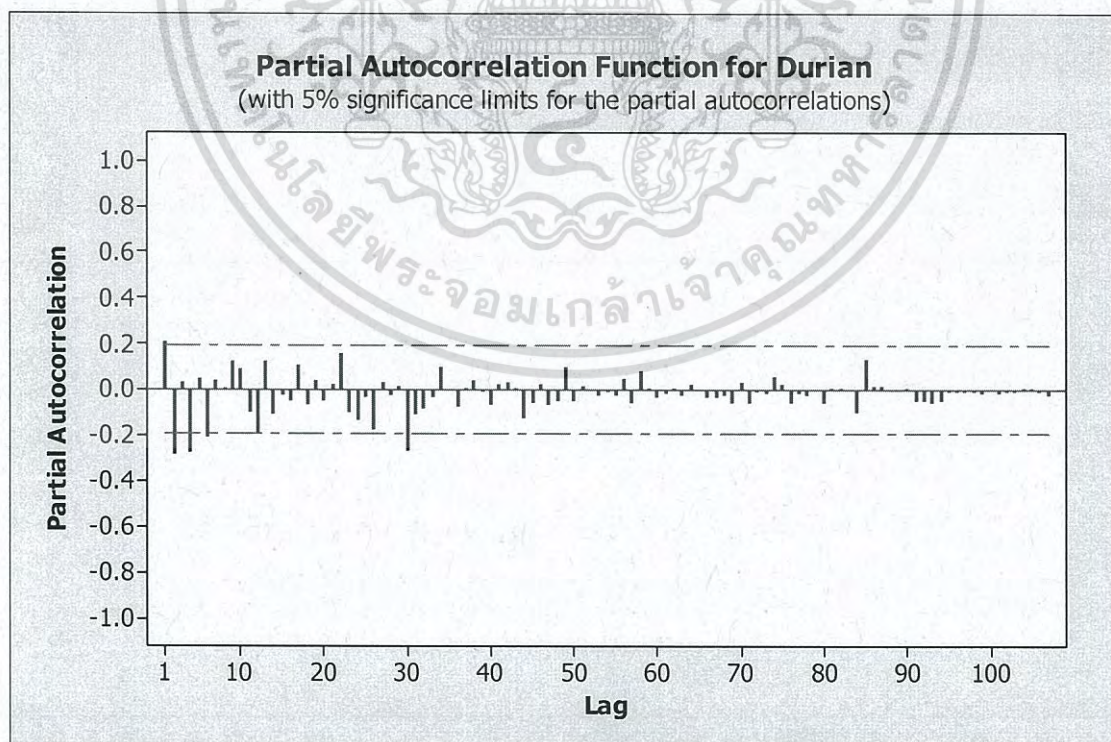
รูปที่ 4.6 อนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.6 พบว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีแล้ว นำเอาอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ *Autocorrelation (ACF)* และ *Partial Autocorrelation (PACF)* เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.7 และ รูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 คอเรลโรแกรม ACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล

1 ครั้ง



รูปที่ 4.8 คอเรลโรแกรม PACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล

1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 และ รูปที่ 4.8 จะเห็นว่า *ACF* และ *PACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้ตัวแบบเป็น  $ARIMA(1,0,1)$  และในส่วนของอิทธิพลของฤดูกาล จะพบว่า *ACF cut off* ที่ lag 12 และ *PACF* ที่ lag 12, 24, 36,..., 107 มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จะได้ตัวแบบเป็น  $SARIMA(0,1,1)_{12}$  ดังนั้นจะได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดคือ  $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

### การตรวจสอบรูปแบบความเหมาะสมของตัวแบบ

ตารางที่ 4.3 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ  $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด

Statistic	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\phi}_1$	-0.3817	0.1262	-3.02	0.003
$\hat{\theta}_1$	-0.8633	0.0677	-12.75	0.000
$\hat{\theta}_{12}$	0.5399	0.0995	5.43	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.003 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\phi_1$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\phi_1$  ครมมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_1$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_1$  ครมมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_{12} = 0$$

$$H_1 : \theta_{12} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_{12}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_{12}$  ควรมีในตัวแบบ

ตารางที่ 4.4 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ  $ARIMA(1, 0, 1) \times SARIMA(0, 1, 1)_{12}$  จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด

Modified Box - Pierce (Box- Ljung) Chi - Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-square	6.8	15.4	22.1	27.5
DF	9	21	33	45
p-value	0.661	0.800	0.925	0.981

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยตัวสถิติทดสอบ Modified Box - Pierce (Box- Ljung) ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

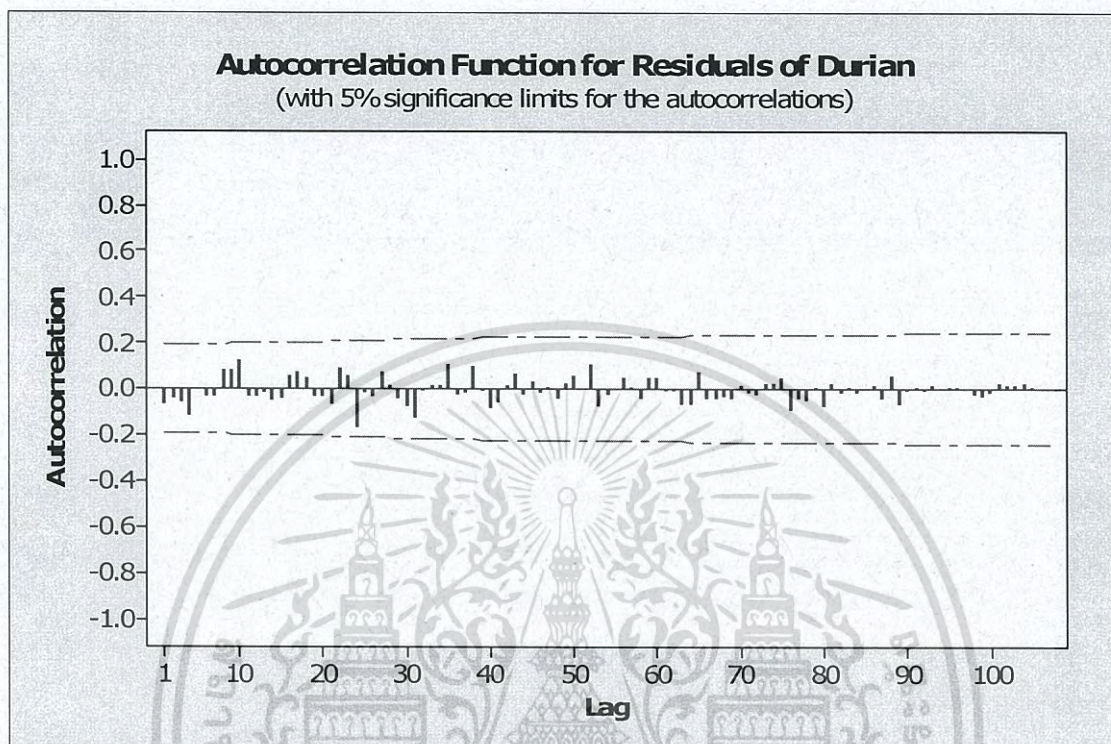
$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ อย่างน้อย 1 ค่าไม่เท่ากับ } 0 \text{ สำหรับ } k = 1, 2, \dots, 12$$

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ค่า  $p\text{-value} = 0.661 > 0.05$  ดังนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ  $ARIMA(1, 0, 1) \times SARIMA(0, 1, 1)_{12}$  เป็นตัวแบบที่เหมาะสมโดยมีค่า  $MSE = 127,751,998,669,288$

การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันของตัวแบบ จากปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 คอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดจากตัวแบบ  $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \rho_k(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \neq 0 \text{ สำหรับ } k=1,2,\dots,107$$

บริเวณวิกฤติ คือ  $|r_k(e_t)| \geq 1.96 / \sqrt{120} = 0.1789$

จากตารางที่ 4.5 พบว่า  $|r_k(e_t)| < 0.1789$  จึงยอมรับ  $H_0$  ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด มีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 2, 3, ..., 107 แสดงว่าตัวแบบ  $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  เป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยมีค่า  $MSE = 127,751,998,669,288$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าคอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด

lag	ACF	Lag	ACF	lag	ACF	lag	ACF	lag	ACF
1	-0.06577	23	0.088344	45	-0.0224	67	-0.04161	89	-0.06337
2	-0.04	24	0.062149	46	0.033135	68	-0.03587	90	-0.00992
3	-0.05763	25	-0.16677	47	-0.01758	69	-0.03889	91	0.006609
4	-0.11596	26	-0.01799	48	0.004611	70	0.012546	92	-0.00462
5	0.001183	27	-0.03209	49	-0.03998	71	-0.01949	93	0.013929
6	-0.03324	28	0.07481	50	0.022993	72	-0.0265	94	0.001894
7	-0.03394	29	0.020519	51	0.060978	73	0.029213	95	0.012466
8	0.085384	30	-0.03828	52	-0.00023	74	0.027782	96	0.0042
9	0.080514	31	-0.07892	53	0.105628	75	0.053467	97	0.001271
10	0.129462	32	-0.12504	54	-0.07546	76	-0.09427	98	-0.02298
11	-0.03372	33	-0.01181	55	-0.0277	77	-0.04316	99	-0.02973
12	-0.03057	34	0.016667	56	0.002964	78	-0.04761	100	-0.01815
13	-0.01305	35	0.015975	57	0.053891	79	0.004201	101	0.02667
14	-0.04898	36	0.10548	58	0.007418	80	-0.07272	102	0.012971
15	-0.04461	37	-0.02357	59	-0.0381	81	0.024889	103	0.01253
16	0.058091	38	-0.01497	60	0.046415	82	-0.0195	104	0.026142
17	0.078278	39	0.100877	61	0.047918	83	0.008808	105	0.006371
18	0.0499	40	-0.00925	62	-0.00701	84	-0.01312	106	0.003965
19	-0.03464	41	-0.08678	63	-0.01102	85	0.001628	107	0.0029
20	-0.03638	42	-0.06229	64	-0.06509	86	0.019213		
21	-0.06851	43	0.018055	65	0.072465	87	-0.04174		
22	0.088344	44	0.069307	66	-0.04279	88	0.058545		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากตัวแบบ  $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  ยังมีตัวแบบ  $ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  และ  $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(1,1,0)_{12}$  ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ AIC เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม 2 ตัวแบบหรือมากกว่า 2 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลา ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด คือ ตัวแบบที่ทำให้ค่า AIC ต่ำที่สุด

ตารางที่ 4.6 ค่า MSE และ SSE ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด

ตัวแบบ	MSE	SSE	AIC
$ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	127,751,998,669,288	13,413,959,860,275,200	1,014,640.00
$ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	134,116,189,240,617	14,216,316,059,505,400	1,027,279.85
$ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(1,1,0)_{12}$	141,334,794,220,207	14,840,153,393,121,800	1,067,216.84

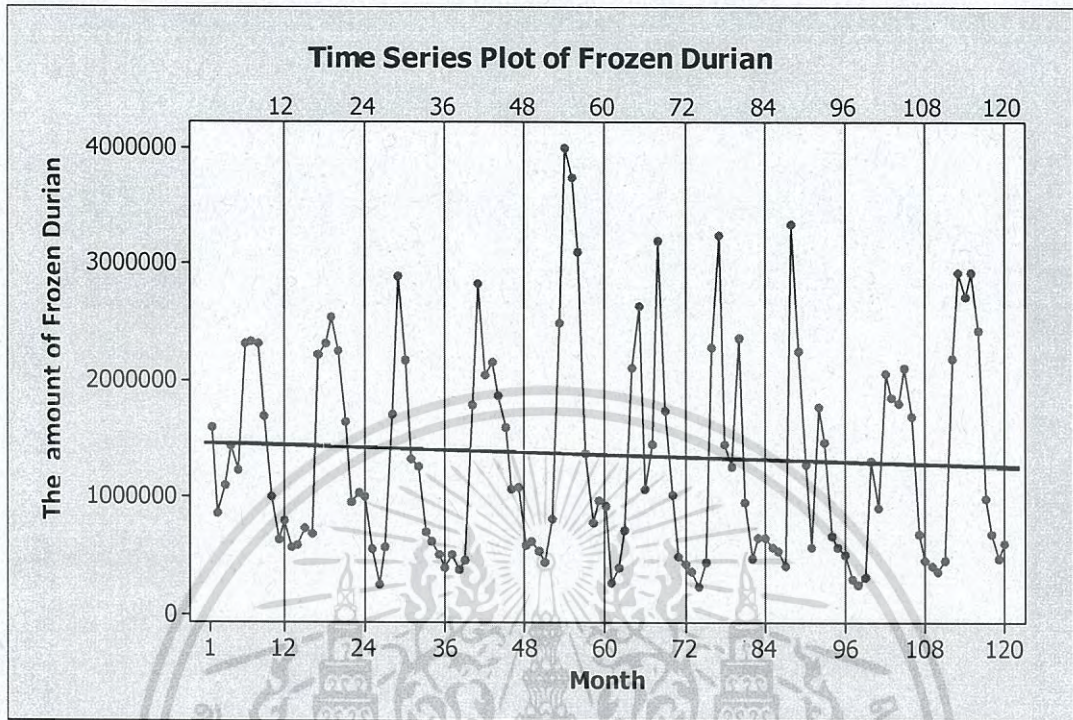
เนื่องจากตัวแบบ  $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  มีค่า AIC เท่ากับ 1,014,640 ซึ่งมีค่าต่ำสุด ดังนั้น ตัวแบบของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด คือ  $ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  ซึ่งมีค่า MSE เท่ากับ 127,751,998,669,288

ตารางที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด

วิธีการพยากรณ์	<i>MSE</i>
1. วิธีแยกส่วนประกอบ	
-วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล	117,154,000,000,000
- วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล	97,195,100,000,000
-วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล	97,832,134,336,869
2. วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์	
-รูปแบบบวก	158,134,888,705,257
-รูปแบบคูณ	144,081,871,324,785
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	
$ARIMA(1,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	127,751,998,669,288

จากตารางที่ 4.7 พบว่า วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล มีค่า *MSE* ต่ำที่สุด เท่ากับ 97,195,100,000,000 ดังนั้น จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง



รูปที่ 4.10 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

จากรูปที่ 4.10 จะพบว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวในแต่ละปีมีลักษณะซ้ำกัน คือ จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากต้นปี สูงสุดที่กลางปี ลดลงเรื่อยๆ และต่ำสุดที่ปลายปี เช่น ช่วงเดือนที่ 25 ถึง 36 เดือนที่ 37 ถึง 48 เดือนที่ 73 ถึง 84 และเดือนที่ 109 ถึง 120 กราฟมีลักษณะที่คล้ายกัน ดังนั้น จึงมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง เมื่อพิจารณาแนวโน้ม จากกราฟพบว่า มีค่าเฉลี่ยลดลง เพราะฉะนั้นข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งมีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล

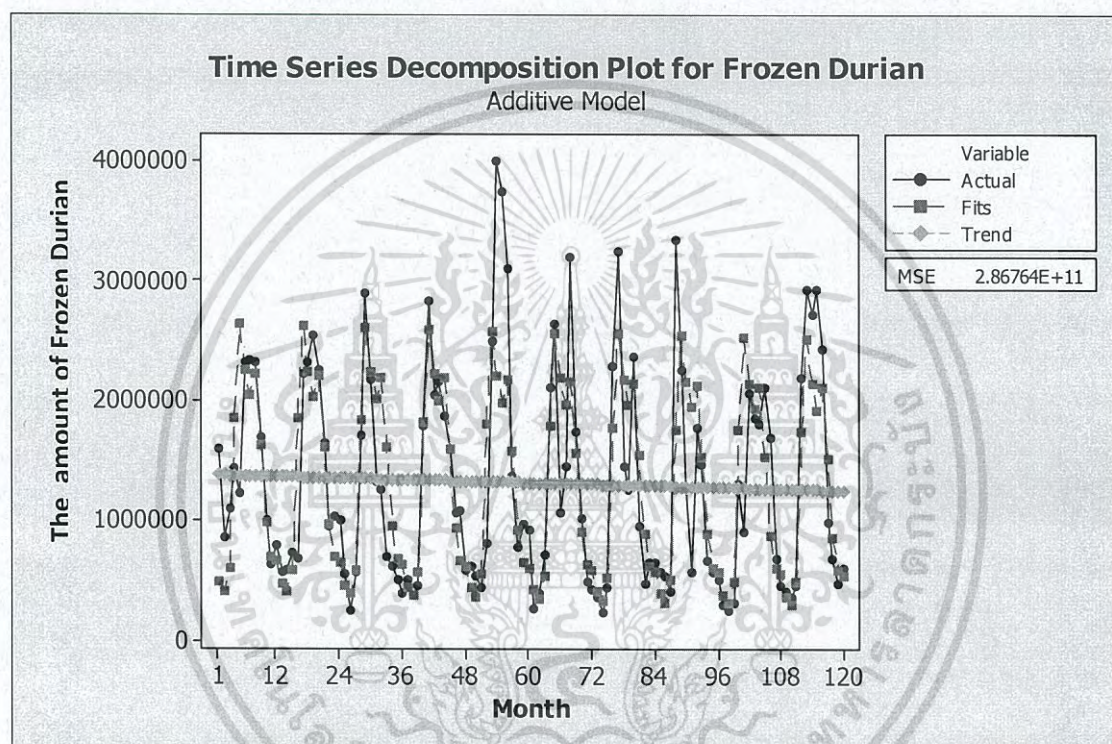
### 4.2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งโดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล และวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ แบ่งเป็น 2 กรณี คือ 1. แนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล 2. แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของ

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบ บวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ค่า MSE เท่ากับ 286,764,000,000 และมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 1,378,906 - 1,141.83t + \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

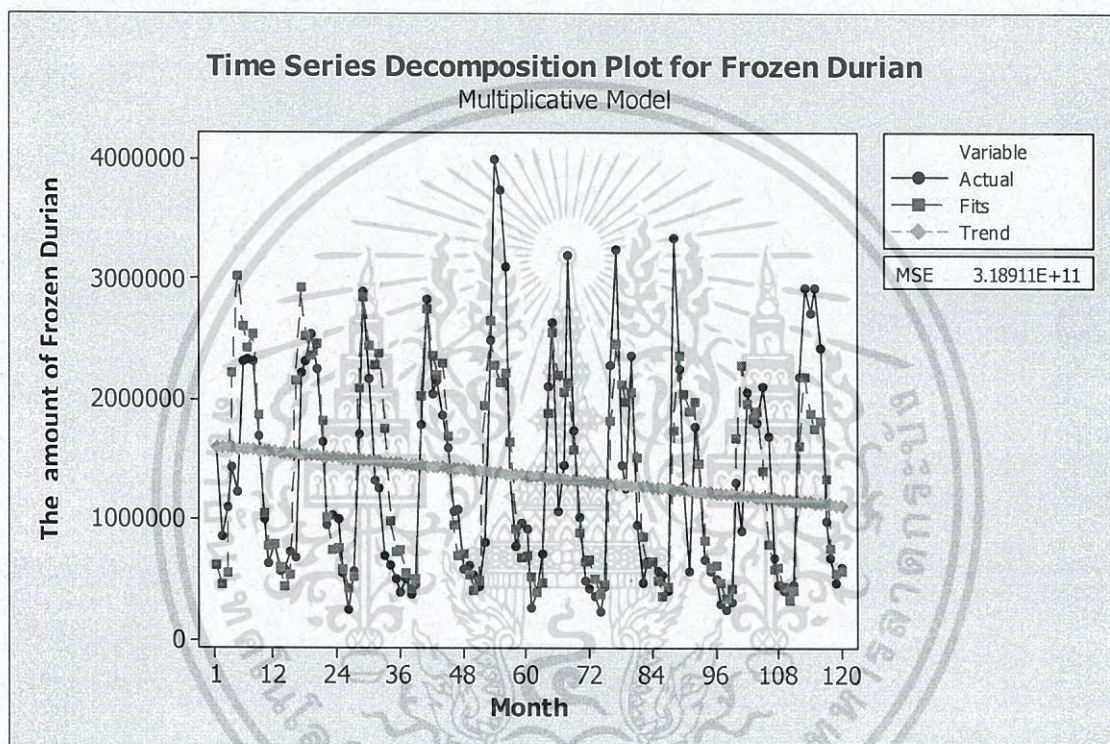
$$\begin{array}{cccc} \hat{S}_1 = -892,859 & \hat{S}_2 = -964,122 & \hat{S}_3 = -772,684 & \hat{S}_4 = 481,520 \\ \hat{S}_5 = 1,256,104 & \hat{S}_6 = 882,543 & \hat{S}_7 = 664,245 & \hat{S}_8 = 850,872 \\ \hat{S}_9 = 261,185 & \hat{S}_{10} = -391,455 & \hat{S}_{11} = -666,099 & \hat{S}_{12} = -709,248 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = -892,859$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 892,859 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งต่ำกว่าปกติ 964,122, 772,684, 391,455, 666,099 และ 709,248 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_4 = 481,520$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปกติ 481,520 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7, 8 และ 9 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งสูงกว่าปกติ 1,256,104, 882,543, 664,245, 850,872 และ 261,185 กิโลกรัม ตามลำดับ

#### 4.2.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ค่า MSE เท่ากับ 318,911,000,000 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (1,604,139 - 4,082.9t) \times \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

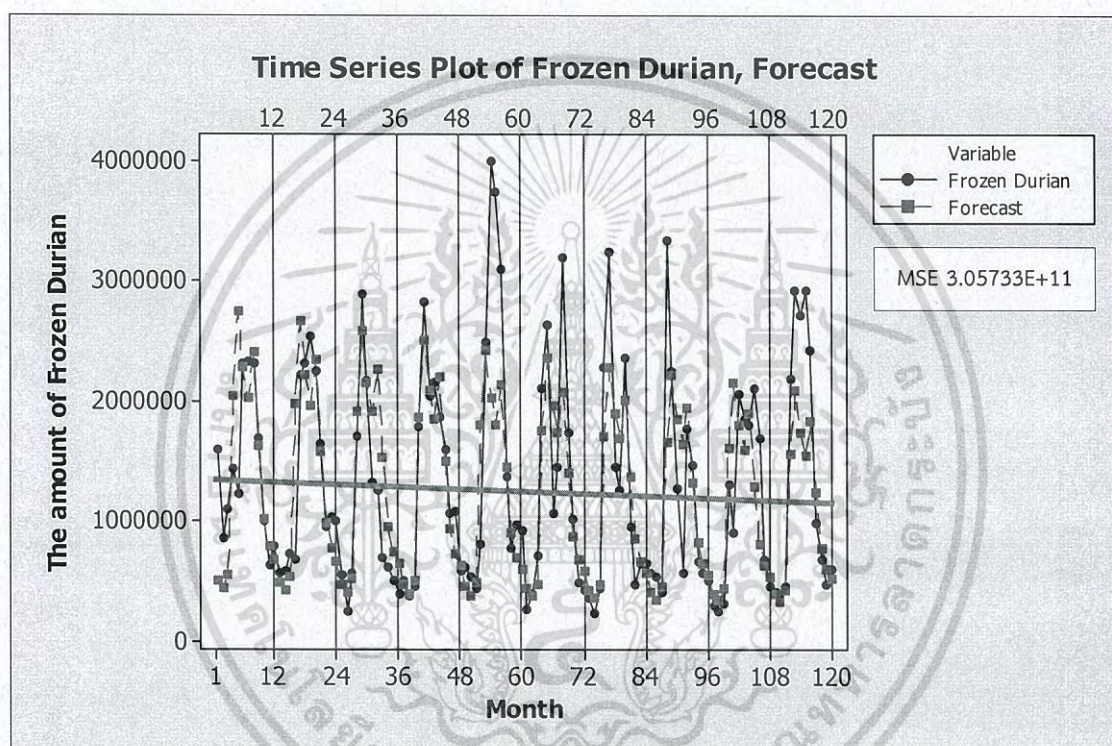
$$\begin{array}{cccc} \hat{S}_1 = 0.3824 & \hat{S}_2 = 0.2863 & \hat{S}_3 = 0.3470 & \hat{S}_4 = 1.4005 \\ \hat{S}_5 = 1.9089 & \hat{S}_6 = 1.6508 & \hat{S}_7 = 1.5446 & \hat{S}_8 = 1.6116 \\ \hat{S}_9 = 1.1914 & \hat{S}_{10} = 0.6730 & \hat{S}_{11} = 0.4954 & \hat{S}_{12} = 0.5081 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = 0.3824$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 61.76% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งต่ำกว่าปกติ 71.37%, 65.30%, 32.70%, 50.46% และ 49.19% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_4 = 1.4005$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปกติ 40.05% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7, 8 และ 9 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งสูงกว่าปกติ 90.89%, 65.08%, 54.46%, 61.16% และ 19.14% ตามลำดับ

#### 4.2.1.3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบ คุณ กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของ  
ฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพล  
ของฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล  
ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของ  
ฤดูกาล จะได้  $MSE$  เท่ากับ 305,732,821,125 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (1,441,225(0.99749)^t) \times \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\begin{array}{cccc} \hat{S}_1 = 0.3517 & \hat{S}_2 = 0.3002 & \hat{S}_3 = 0.3877 & \hat{S}_4 = 1.4277 \\ \hat{S}_5 = 1.9266 & \hat{S}_6 = 1.6074 & \hat{S}_7 = 1.4321 & \hat{S}_8 = 1.7069 \\ \hat{S}_9 = 1.1567 & \hat{S}_{10} = 0.7233 & \hat{S}_{11} = 0.5649 & \hat{S}_{12} = 0.4875 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = 0.3517$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปรกติ 64.83% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งต่ำกว่าปรกติ 69.98%, 61.23%, 27.67%, 43.51% และ 51.25% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_4 = 1.4277$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปรกติ 42.77% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7, 8 และ 9 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งสูงกว่าปรกติ 92.66%, 60.74%, 43.21%, 70.69% และ 15.67% ตามลำดับ

#### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาลทั้งในรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ โดยมีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า คือ  $\alpha$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม  $\gamma$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน และ  $\delta$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับฤดูกาล

#### 4.2.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก

ทำการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก และใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่า  $\alpha$ ,  $\gamma$  และ  $\delta$  ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ  $\alpha = 0.016720855$ ,  $\gamma = 0.108150008$ ,  $\delta = 0.076389085$  ทำให้ได้ค่า  $MSE = 785,323,416,967$

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ค่า  $\hat{T}_i(t)$ ,  $\hat{\beta}_1(t)$  และ  $\hat{S}_i(t)$  ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่  $t = 109$ ,  $110, \dots, 120$  เมื่อกำหนดให้  $\alpha = 0.016720855$ ,  $\gamma = 0.108150008$ ,  $\delta = 0.076389085$

t	$Y_t$	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	$e_t$
109	400,361	1,104,653.31	-2,204.65	1,102,448.65	-922,341.29	180,107	-244,039
110	363,217	1,105,510.40	-1,970.76	1,103,539.64	-688,821.88	414,718	183,110
111	454,512	1,104,205.03	-1,919.94	1,102,285.09	-529,814.35	572,471	39,794
112	2,191,525	1,129,357.06	148.06	1,129,505.12	508,111.32	1,637,616	1,619,054
113	2,916,092	1,150,882.33	1,781.04	1,152,663.38	2,098,653.18	3,251,317	1,278,476
114	2,715,565	1,143,705.15	1,096.73	1,144,801.89	275,879.81	1,420,682	-535,752
115	2,918,528	1,169,847.16	3,009.92	1,172,857.08	1,004,794.52	2,177,652	1,497,846
116	2,426,135	1,177,011.94	3,327.30	1,180,339.25	1,107,905.66	2,288,245	248,483
117	989,822	1,158,628.51	1,668.84	1,160,297.35	-325,464.19	834,833	-1,298,423
118	684,660	1,157,786.33	1,477.03	1,159,263.36	-473,786.76	685,477	-150,173
119	477,433	1,155,784.69	1,211.29	1,156,995.99	-654,839.55	502,156	-208,044
120	604,878	1,158,713.58	1,342.50	1,160,056.09	-453,409.89	706,646	102,722

จากตารางที่ 4.8 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (1,158,713.588 + 1,342.50357p) + \hat{S}_i'(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1 = -922,341.29$	$\hat{S}_2 = -688,821.88$	$\hat{S}_3 = -529,814.35$
$\hat{S}_4 = 508,111.32$	$\hat{S}_5 = 2,098,653.18$	$\hat{S}_6 = 275,879.81$
$\hat{S}_7 = 1,004,794.52$	$\hat{S}_8 = 1,107,905.66$	$\hat{S}_9 = -325,464.19$
$\hat{S}_{10} = -473,786.76$	$\hat{S}_{11} = -654,839.55$	$\hat{S}_{12} = -453,409.89$

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (1,237,619.135 + 1,342.50357p) + \hat{S}_i^*(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

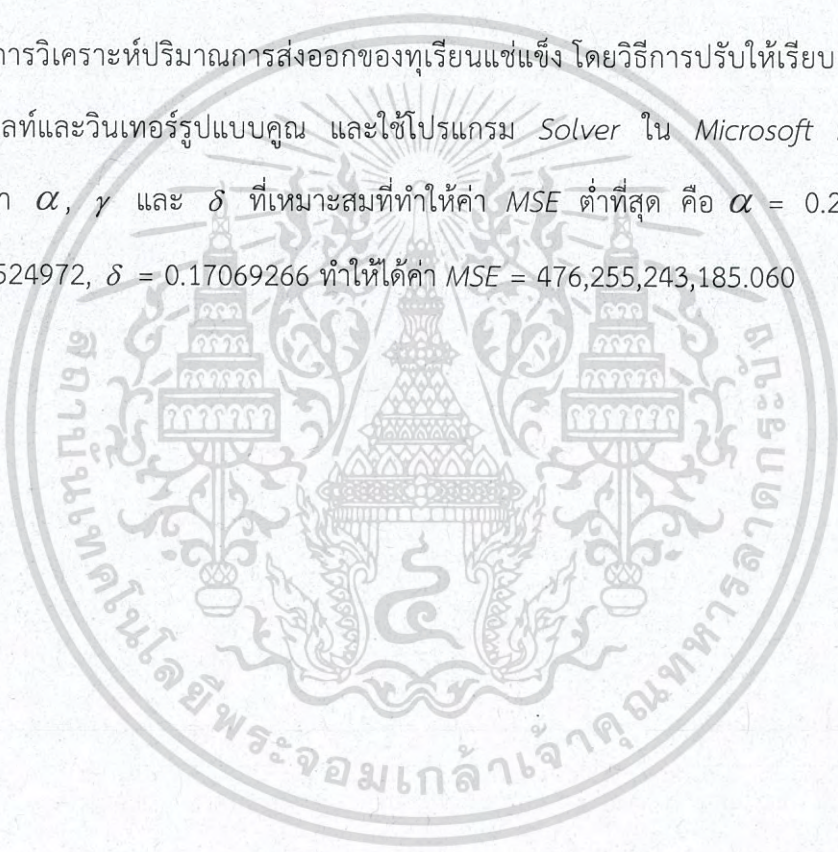
$\hat{S}_1^* = -1,001,246.83$	$\hat{S}_2^* = -767,727.43$	$\hat{S}_3^* = -608,719.90$	$\hat{S}_4^* = 429,205.77$
$\hat{S}_5^* = 2,019,747.63$	$\hat{S}_6^* = -196,974.26$	$\hat{S}_7^* = 925,888.97$	$\hat{S}_8^* = 1,029,000.11$
$\hat{S}_9^* = -404,369.74$	$\hat{S}_{10}^* = -552,692.31$	$\hat{S}_{11}^* = -733,745.10$	$\hat{S}_{12}^* = -532,315.43$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1^* = -1,001,246.83$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปรกติ 1,001,246.83 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 9, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งต่ำกว่าปรกติ 767,727.43, 608,719.90, 404,369.74, 552,692.31, 733,745.10 และ 532,315.43 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $S_4^* = 429,205.77$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียน  
 แฉ่งแห้งของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปกติ 429,205.77 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของ  
 ฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7 และ 8 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแฉ่งแห้งสูงกว่าปกติ 2,019,747.63,  
 196,974.26, 925,888.97 และ 1,029,000.11 กิโลกรัม ตามลำดับ

#### 4.2.2.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ โฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแฉ่งแห้ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนน  
 เชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ และใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel เพื่อ  
 คำนวณหาค่า  $\alpha$ ,  $\gamma$  และ  $\delta$  ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ  $\alpha = 0.243537054$ ,  
 $\gamma = 0.333524972$ ,  $\delta = 0.17069266$  ทำให้ได้ค่า  $MSE = 476,255,243,185.060$



ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ค่า  $\hat{T}_i(t)$ ,  $\hat{\beta}_i(t)$  และ  $\hat{S}_i(t)$  ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณตั้งแต่  $t = 109, 110, \dots, 120$  เมื่อกำหนดให้  $\alpha = 0.243537054$ ,  $\gamma = 0.333524972$ ,  $\delta = 0.17069266$

t	$Y_t$	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_i(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	$e_t$
109	400,361	1,458,403.61	34,380.90	1,492,784.51	0.339	501,903.89	-138,686.89
110	363,217	1,392,328.25	17,233.75	1,409,562.00	0.311	613,130.51	-158,618.51
111	454,512	1,320,754.39	2,074.95	1,322,829.34	0.405	2,220,450.88	-28,925.88
112	2,191,525	1,318,632.58	1,358.59	1,319,991.17	1.673	2,294,611.01	621,480.99
113	2,916,092	1,407,058.43	16,220.33	1,423,278.76	1.850	2,382,657.53	332,907.47
114	2,715,565	1,471,709.03	24,487.03	1,496,196.06	1.731	1,995,491.74	923,036.26
115	2,918,528	1,664,743.58	53,256.85	1,718,000.43	1.474	3,070,979.71	-644,844.71
116	2,426,135	1,630,145.43	38,260.65	1,668,406.07	1.688	2,153,105.86	-1,163,283.86
117	989,822	1,448,879.48	789.07	1,449,668.55	1.088	1,081,343.34	-396,683.34
118	684,660	1,320,155.33	-21,317.89	1,298,837.44	0.670	654,832.49	-177,399.49
119	477,433	1,213,145.10	-35,944.94	1,177,200.16	0.467	521,240.32	83,637.68
120	604,878	1,223,202.43	-28,092.69	1,195,109.74	0.460	405,506.02	-138,686.89

จากตารางที่ 4.9 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (1,223,202.43 - 28,092.69p) \times \hat{S}_i^*(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547, t มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$$\begin{array}{cccc} \hat{S}_1 = 0.339 & \hat{S}_2 = 0.311 & \hat{S}_3 = 0.405 & \hat{S}_4 = 1.673 \\ \hat{S}_5 = 1.850 & \hat{S}_6 = 1.731 & \hat{S}_7 = 1.474 & \hat{S}_8 = 1.688 \\ \hat{S}_9 = 1.088 & \hat{S}_{10} = 0.670 & \hat{S}_{11} = 0.467 & \hat{S}_{12} = 0.460 \end{array}$$

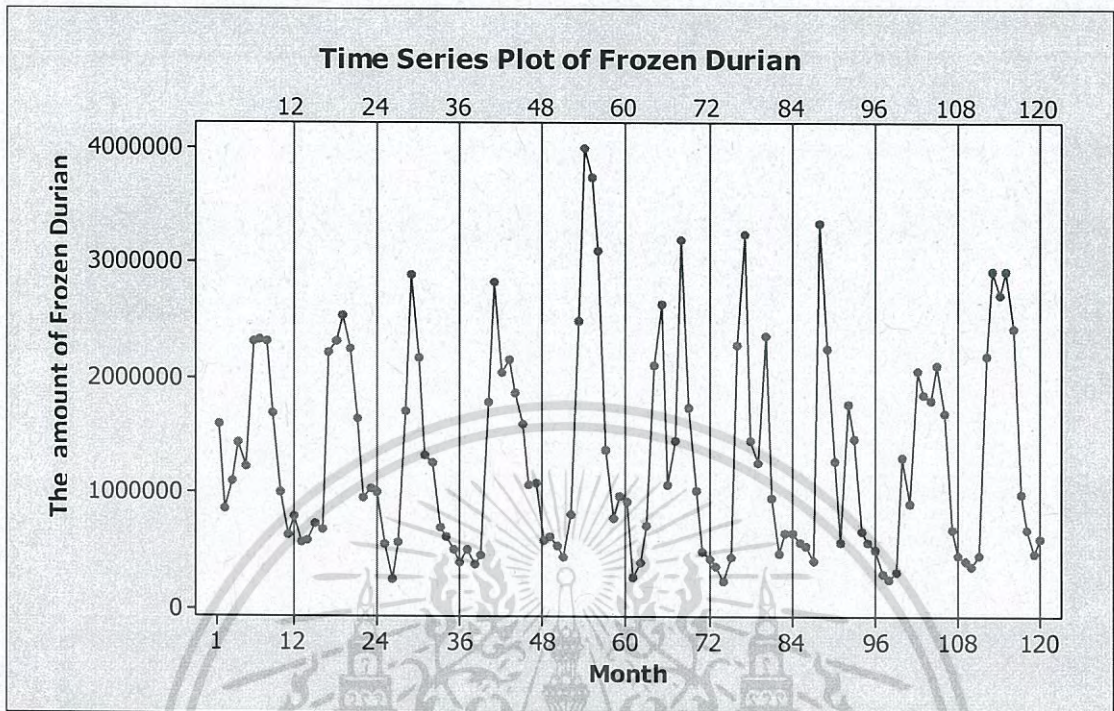
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $S_1 = 0.339$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปรกติ 66.1% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งต่ำกว่าปรกติ 68.9%, 59.5%, 33%, 53.3% และ 54% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $S_4 = 1.673$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปรกติ 67.3% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 6, 7, 8 และ 9 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็งสูงกว่าปรกติ 85%, 73.1%, 47.4%, 68.8% และ 8.8% ตามลำดับ

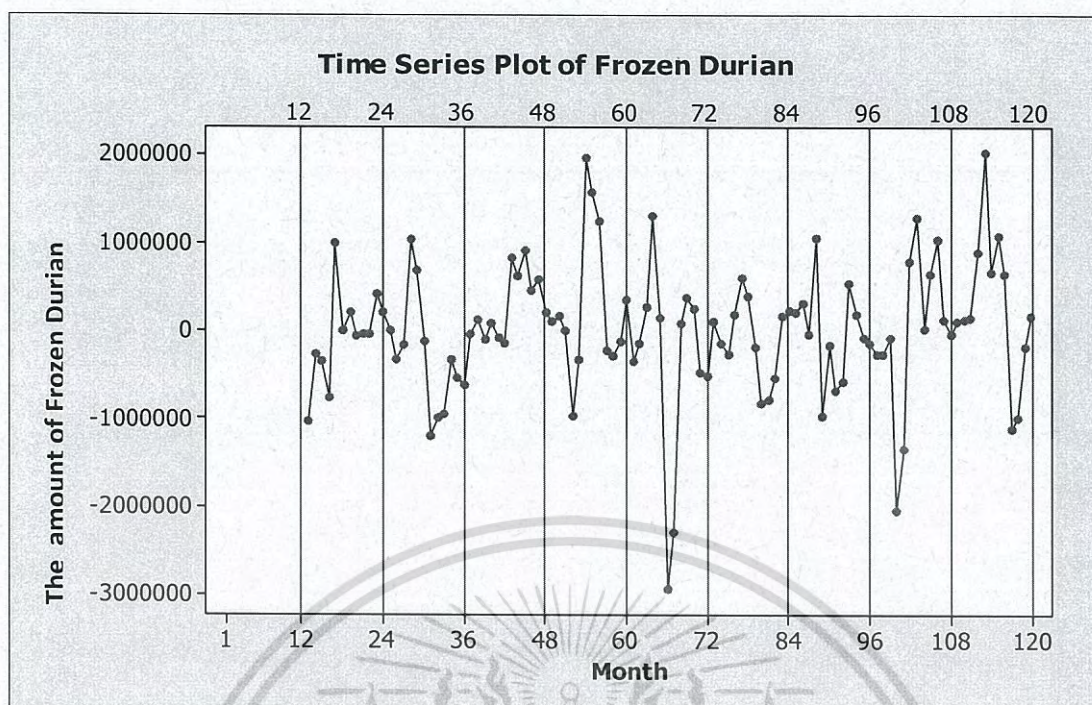


#### 4.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์



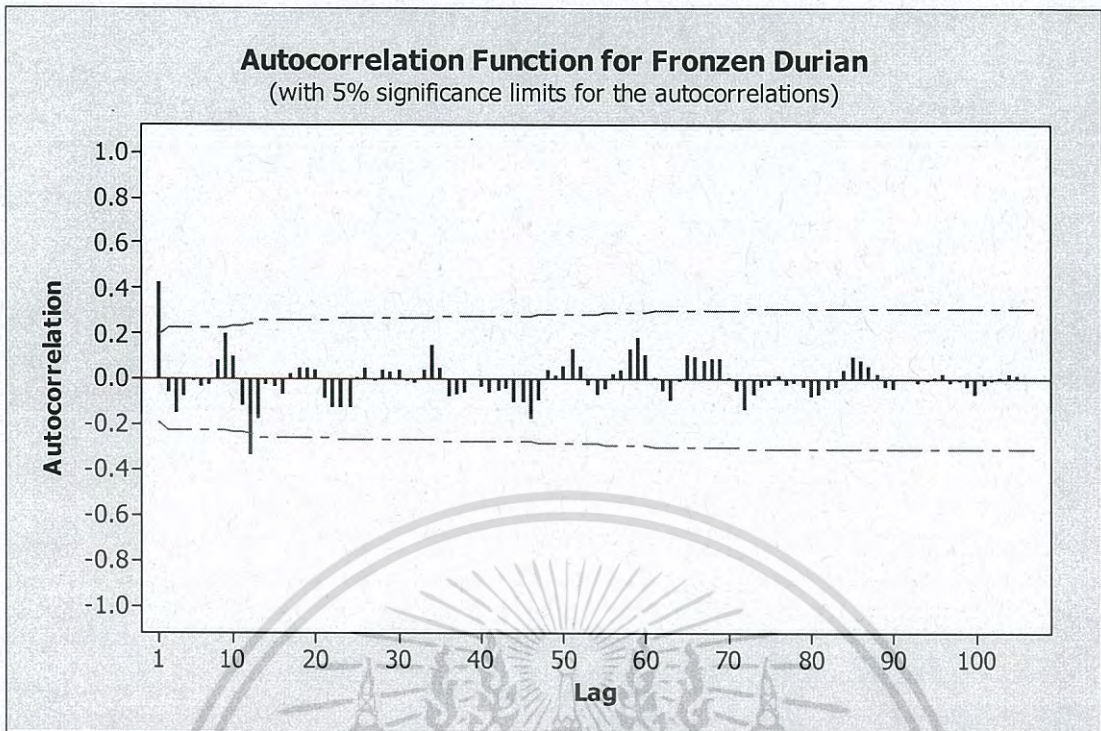
รูปที่ 4.14 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

จากรูปที่ 4.14 พบว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากมีอิทธิพลของฤดูกาล เพราะกราฟมีลักษณะซ้ำกัน คือ มีค่าเพิ่มขึ้นจากต้นปี สูงสุดที่กลางปี ลดลงเรื่อยๆ และต่ำสุดที่ปลายปี เช่น เดือนที่ 25 ถึง 36 เดือนที่ 37 ถึง 48 เดือนที่ 73 ถึง 84 และ เดือนที่ 109 ถึง 120 ดังนั้นจึงต้องทำให้สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างของฤดูกาล 1 ครั้ง ได้ผล ดังรูปที่ 4.15

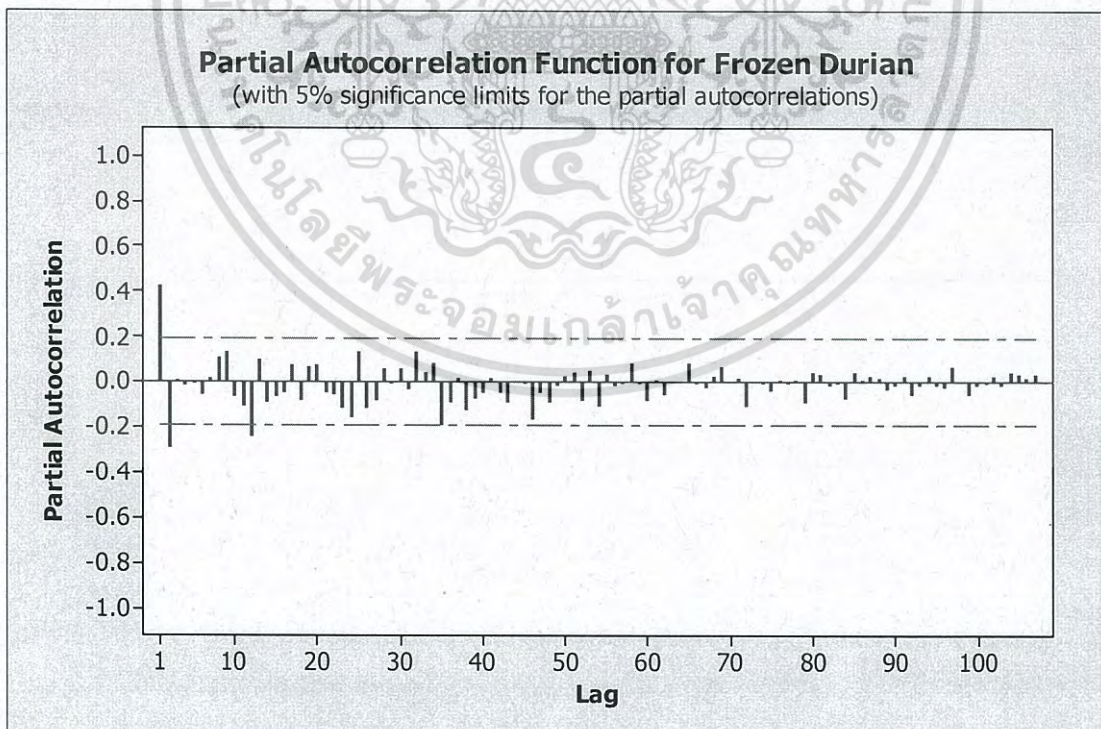


รูปที่ 4.15 อนุกรมเวลาของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.15 พบว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีแล้ว นำเอาอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ *Autocorrelation (ACF)* และ *Partial Autocorrelation (PACF)* เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.16 และ รูปที่ 4.17



รูปที่ 4.16 คอเรลโรแกรม ACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งที่ได้จากการหาผลต่าง  
ฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.17 คอเรลโรแกรม PACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งที่ได้จากการหาผลต่าง  
ฤดูกาล 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.16 จะเห็นว่า ACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และรูปที่ 4.17 PACF Cut off ที่ lag 2 จะได้ตัวแบบเป็น  $ARIMA(2,0,0)$  และในส่วนของอิทธิพลของฤดูกาล จะพบว่า ACF Cut off ที่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24, 36, ..., 107 มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบเป็น  $SARIMA(0,1,1)_{12}$

ดังนั้นจะได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง คือ  $ARIMA(2,0,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

### การตรวจสอบรูปแบบความเหมาะสมของตัวแบบ

ตารางที่ 4.10 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ  $ARIMA(2,0,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

Statistic	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\phi}_1$	0.4961	0.0941	5.27	0.000
$\hat{\phi}_2$	-0.2704	0.0942	-2.87	0.005
$\hat{\theta}_{12}$	0.8467	0.0709	11.94	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\phi_1$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\phi_1$  ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_2 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.005 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\phi_2$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\phi_2$  ควรมีในตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H_0 : \theta_{12} = 0$$

$$H_1 : \theta_{12} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_{12}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_{12}$  ควรจะมีในตัวแบบ

ตารางที่ 4.11 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ  $ARIMA(2,0,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

Modified Box - Pierce (Box- Ljung) Chi - Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-square	5.3	15.8	21.0	29.1
DF	9	21	33	45
p-value	0.806	0.783	0.947	0.968

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยตัวสถิติทดสอบ Modified Box - Pierce (Box- Ljung) ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

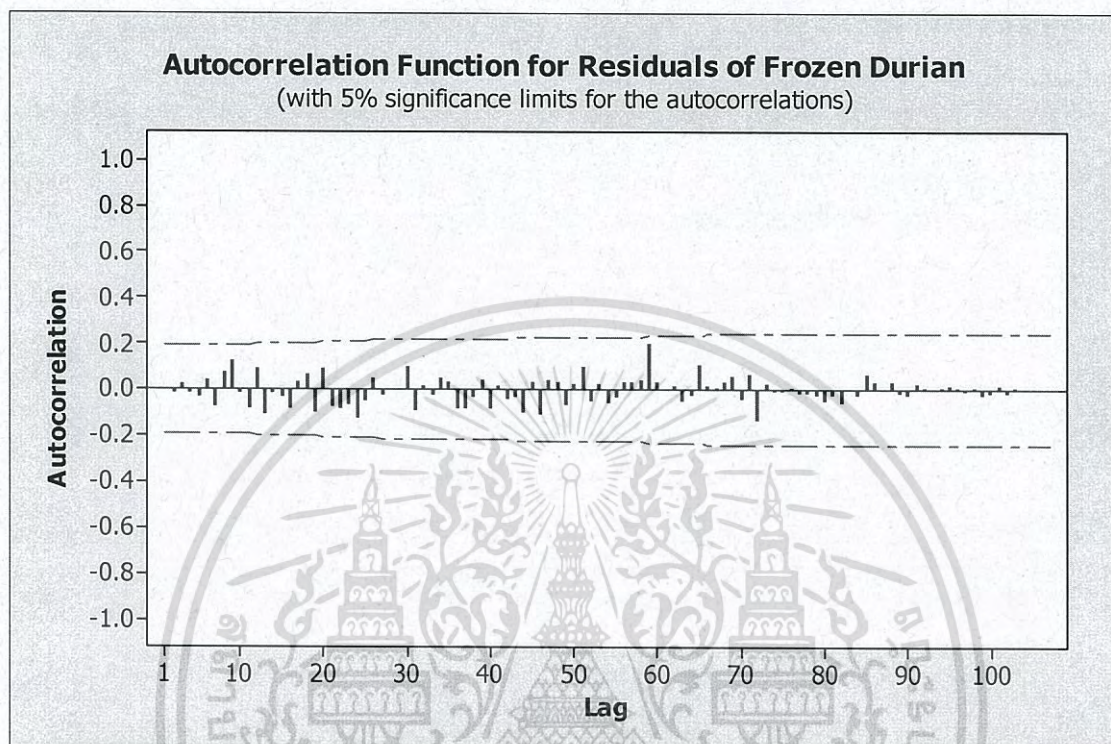
$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \text{ อย่างน้อย 1 ค่าไม่เท่ากับ } 0 \text{ สำหรับ } k=1,2,\dots,12$$

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ค่า  $p\text{-value} = 0.806 > 0.05$  ดังนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ  $ARIMA(2,0,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  เป็นตัวแบบที่เหมาะสมโดยมีค่า  $MSE = 274,937,702,239$

การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันของตัวแบบ จากปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 คอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง จากตัวแบบ  $ARIMA(2,0,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \rho_k(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \neq 0 \text{ สำหรับ } k = 1, 2, \dots, 107$$

บริเวณวิกฤติ คือ  $|r_k(e_t)| \geq 1.96 / \sqrt{120} = 0.1789$

จากตารางที่ 4.12 พบว่า  $|r_k(e_t)| < 0.1789$  จึงยอมรับ  $H_0$  ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง มีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 2, 3, ..., 107 แสดงว่าตัวแบบ  $ARIMA(2,0,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  เป็นตัวแบบที่เหมาะสมโดยมีค่า  $MSE = 274,937,702,239$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าคอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF
1	-0.00184	23	-0.06488	45	0.033479	67	0.012227	89	-0.01909
2	-0.01584	24	-0.12762	46	-0.10794	68	0.035644	90	-0.02435
3	0.023098	25	-0.04754	47	0.039128	69	0.062347	91	0.028162
4	-0.0162	26	0.053546	48	0.03113	70	-0.04363	92	0.007908
5	-0.03029	27	-0.02576	49	-0.06629	71	0.065579	93	-0.0007
6	0.037927	28	-0.00385	50	0.023785	72	-0.13617	94	0.006823
7	-0.07801	29	0.00014	51	0.09726	73	0.023018	95	0.014492
8	0.073599	30	0.096644	52	-0.05006	74	-0.00582	96	0.011101
9	0.122316	31	-0.08792	53	0.026675	75	-0.01152	97	-0.01092
10	-0.01352	32	0.014795	54	-0.0571	76	0.005021	98	0.010564
11	-0.08005	33	-0.02744	55	-0.03097	77	-0.01938	99	-0.02497
12	0.088158	34	0.049205	56	0.031619	78	-0.01341	100	-0.01329
13	-0.10936	35	0.033219	57	0.03351	79	-0.02582	101	0.017217
14	-0.0147	36	-0.0815	58	0.043484	80	-0.05387	102	-0.01666
15	-0.03723	37	-0.08178	59	0.203429	81	-0.02694	103	0.005073
16	-0.08527	38	-0.02973	60	0.031552	82	-0.05481	104	0.002866
17	0.030647	39	0.04108	61	-0.00042	83	0.003257	105	-0.00207
18	0.064681	40	-0.08591	62	0.012965	84	-0.02534	106	0.002009
19	-0.10177	41	0.01449	63	-0.04962	85	0.063469	107	-0.00019
20	0.089617	42	-0.04246	64	-0.02522	86	0.029599		
21	-0.0793	43	-0.03546	65	0.104879	87	0.002946		
22	-0.08126	44	-0.09695	66	0.012846	88	0.031792		

นอกจากตัวแบบ  $ARIMA(2,0,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  ยังมีตัวแบบ  $ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ  $AIC$  เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม 2 ตัวแบบหรือมากกว่า 2 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง คือ ตัวแบบที่ทำให้ค่า  $AIC$  ต่ำที่สุด

ตารางที่ 4.13 ค่า  $MSE$  และ  $SSE$  ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

ตัวแบบ	$MSE$	$SSE$	$AIC$
$ARIMA(2,0,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	274,937,702,239	28,868,458,735,120	47,070.11691
$ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	276,317,712,551	29,289,677,530,382	46,628.61671

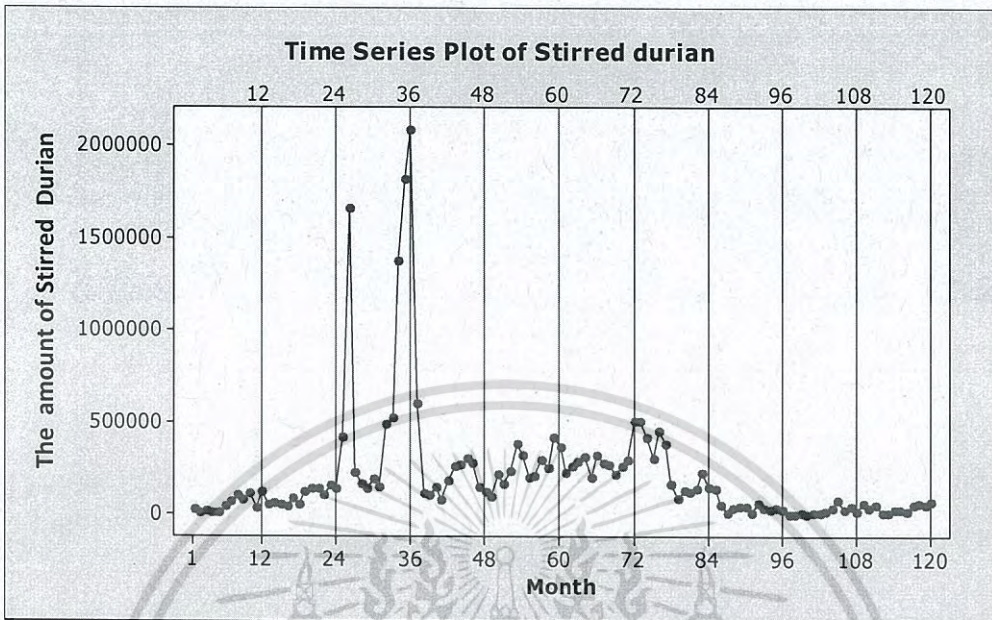
เนื่องจากตัวแบบ  $ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  มีค่า  $AIC$  เท่ากับ 46,628.61671 ซึ่งมีค่าต่ำสุด ดังนั้น ตัวแบบของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง คือ  $ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  ซึ่งมีค่า  $MSE$  เท่ากับ 276,317,712,551

ตารางที่ 4.14 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

วิธีการพยากรณ์	<i>MSE</i>
1. วิธีแยกส่วนประกอบ	
-วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล	286,764,000,000
- วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล	318,911,000,000
-วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลของฤดูกาล	305,732,821,125
2. วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	
-รูปแบบบวก	785,323,416,967
-รูปแบบคูณ	476,255,243,185.060
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	
$ARIMA(0, 0, 1) \times SARIMA(0, 1, 1)_{12}$	276,317,712,551

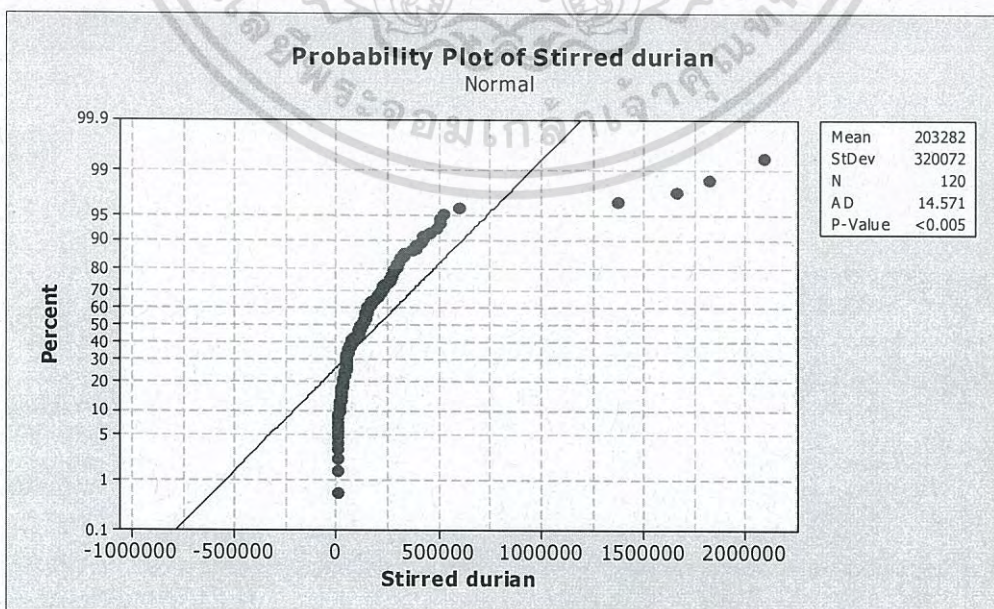
จากตารางที่ 4.14 พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ มีค่า *MSE* ต่ำที่สุด เท่ากับ 276,317,712,551 ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง

### 4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน



รูปที่ 4.19 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

จากรูปที่ 4.19 จะเห็นว่า การเคลื่อนไหวของกราฟในแต่ละปี ไม่มีลักษณะซ้ำกัน จึงไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง และกราฟมีแนวโน้มไม่ชัดเจน จึงทำการทดสอบว่าปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยใช้การทดสอบ *Anderson-Darling*



รูปที่ 4.20 การทดสอบการแจกแจงปกติโดยใช้การทดสอบ *Anderson-Darling*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งสมมติฐานการทดสอบดังนี้

$H_0$  : อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีการแจกแจงปรกติ

$H_1$  : อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนไม่มีการแจกแจงปรกติ

จะได้  $p$ -value มีค่าน้อยกว่า  $0.005 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ  $0.05$

เนื่องจาก ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนไม่มีการแจกแจงปรกติ เราจึงใช้การทดสอบ *Daniel* เพื่อทดสอบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มหรือไม่ และทำการทดสอบ *Kruskal* และ *Wallis* เพื่อทดสอบว่าอนุกรมเวลามีฤดูกาลหรือไม่

การทดสอบแนวโน้มโดยการทดสอบ *Daniel* ตั้งสมมติฐานการทดสอบดังนี้

$H_0$  : อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนไม่มีแนวโน้ม

$H_1$  : อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีแนวโน้ม

เนื่องจาก  $n = 120 > 30$

จะได้  $r_s = \frac{(6 \times 373,056)}{120(120^2 - 1)} = -0.29542$ ,  $\mu_{r_s} = 0$ ,  $\sigma_{r_s} = \frac{1}{\sqrt{120-1}} = 0.09167$

$$Z = \frac{r_s - \mu_{r_s}}{\sigma_{r_s}} = \frac{-0.29542 - 0}{0.09167} = -3.22269$$

สำหรับ  $\alpha = 0.05$  มีบริเวณวิกฤติเป็น  $Z \geq 1.96$  หรือ  $Z \leq -1.96$  เนื่องจาก

$Z = -3.22269 < -1.96$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ  $0.05$  ดังนั้นข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 4.15 ค่า  $MSE$  ที่ได้จากการคำนวณสมการแนวโน้ม 3 แบบ

รูปแบบแนวโน้ม	$MSE$
เส้นตรง	96,994,600,000
ควอดราติก	85,469,500,000
เอ็กซ์โปเนนเชียล	110,558,000,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.15 แนวโน้มแบบควอดราติกมีค่า  $MSE$  ต่ำที่สุด ซึ่งเท่ากับ  $8.54695E+10$  ดังนั้นข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนจึงมีแนวโน้มแบบควอดราติก

การทดสอบฤดูกาลโดย *Kruskal* และ *Wallis* รูปแบบบวก ตั้งสมมติฐานการทดสอบคือ

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \dots = S_{10} = 0$$

$$H_1 : \text{มี } S_i \neq 0 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, 10$$

$$\text{จะได้ } H = \frac{12}{108(108+1)} [342,407.5] - 3(108+1) = 22.03928274 > \chi^2_{0.05,9} = 16.92$$

จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

การทดสอบฤดูกาลโดย *Kruskal* และ *Wallis* รูปแบบคูณ ตั้งสมมติฐานการทดสอบคือ

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \dots = S_{10} = 1$$

$$H_1 : \text{มี } S_i \neq 1 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, 10$$

$$\text{จะได้ } H = \frac{12}{108(108+1)} [341,582.8] - 3(108+1) = 21.19859142 > \chi^2_{0.05,9} = 16.92$$

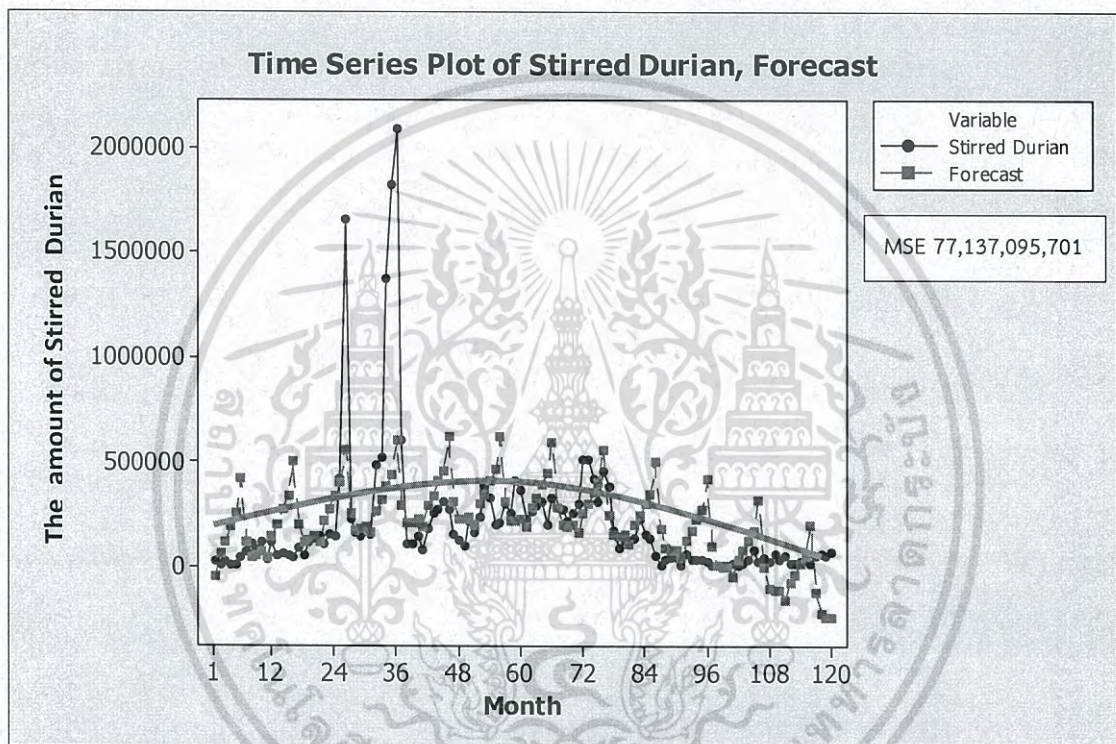
จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

#### 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนโดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล และวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

#### 4.3.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบ บวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของ  
ฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของ  
ฤดูกาล จะได้ผลดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลด้วย  
วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้  
MSE เท่ากับ 77,137,095,701 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 74,659.1 + 10,115.1t - 99.4489t^2 + \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

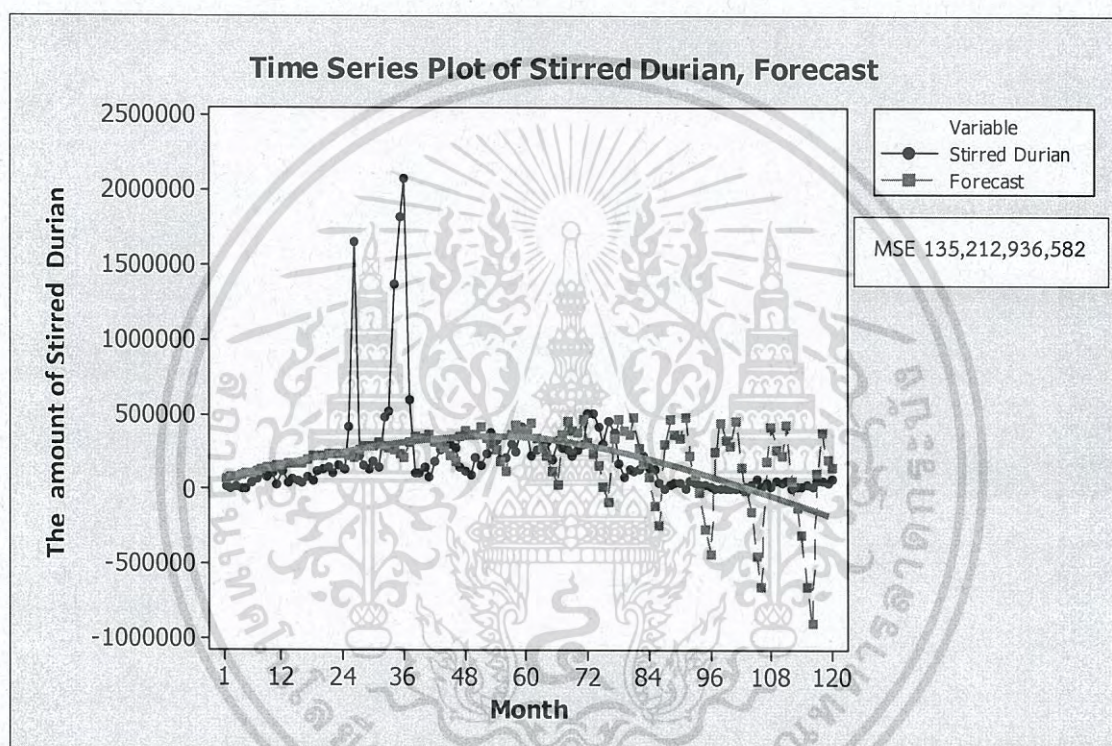
$$\begin{aligned} \hat{S}_1 &= -131,837.70 & \hat{S}_2 &= -36,822.00 & \hat{S}_3 &= 12,375.65 & \hat{S}_4 &= 76,971.94 \\ \hat{S}_5 &= 129,923.60 & \hat{S}_6 &= 287,173.25 & \hat{S}_7 &= -23,141.29 & \hat{S}_8 &= -107,817.22 \\ \hat{S}_9 &= -109,516.20 & \hat{S}_{10} &= -97,310.02 & & & & \end{aligned}$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = -131,837.70$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปรกติ 131,837.70 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 7, 8, 9 และ 10 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนต่ำกว่าปรกติ 36,822.00, 23,141.29, 107,817.22, 109,516.20 และ 97,310.02 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_3 = 12,375.65$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนของเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าปรกติ 12,375.65 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 4, 5 และ 6 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนสูงกว่าปรกติ 76,971.94, 129,923.60 และ 287,173.25 กิโลกรัม ตามลำดับ

#### 4.3.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบ คุณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของ  
ฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของ  
ฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลด้วย  
วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้  
MSE เท่ากับ 135,212,936,582 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (55,907.3 + 10,062t - 96.5653t^2) \times \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\begin{aligned} \hat{S}_1 &= 0.620 & \hat{S}_2 &= 0.932 & \hat{S}_3 &= 1.073 & \hat{S}_4 &= 1.206 \\ \hat{S}_5 &= 1.461 & \hat{S}_6 &= 1.635 & \hat{S}_7 &= 0.857 & \hat{S}_8 &= 0.641 \\ \hat{S}_9 &= 0.772 & \hat{S}_{10} &= 0.804 & & & & \end{aligned}$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = 0.620$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 38.0% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 7, 8, 9 และ 10 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนต่ำกว่าปกติ 6.8%, 14.3%, 35.9%, 22.8% และ 19.6% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_3 = 1.073$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนของเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าปกติ 7.3% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 4, 5 และ 6 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนสูงกว่าปกติ 20.6%, 46.1% และ 63.5% ตามลำดับ

#### 4.3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาลทั้งในรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ โดยมีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า คือ  $\alpha$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม  $\gamma$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน และ  $\delta$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับฤดูกาล

##### 4.3.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก

ทำการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก และใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่า  $\alpha$  ,  $\gamma$  และ  $\delta$  ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ  $\alpha = 0.893741576$ ,  $\gamma = 0$ ,

$\delta = 0.383383544$  ทำให้ได้ค่า  $MSE = 76,392,058,508$  เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ค่า  $\hat{T}_t(t)$ ,  $\hat{\beta}_1(t)$  และ  $\hat{S}_t(t)$  ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่  $t = 111, 112, \dots, 120$  เมื่อกำหนดให้  $\alpha = 0.893741576$ ,  $\gamma = 0$ ,  $\delta = 0.383383544$

t	$Y_t$	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	$e_t$
111	49,477	71,812.18	3,048.82	74,861.00	-26,592.01	116,235.59	64,969.18
112	9,914	-20,163.02	3,048.82	-17,114.20	37,043.29	-11,567.46	-106,321.59
113	11,128	3,169.67	3,048.82	6,218.49	6,471.31	14,773.68	22,695.46
114	22,201	12,856.60	3,048.82	15,905.42	8,857.76	13,731.27	7,427.32
115	28,811	29,382.80	3,048.82	32,431.62	-1,559.84	73,334.88	15,079.73
116	15,465	-19,289.09	3,048.82	-16,240.27	38,545.77	-90,065.32	-57,869.88
117	49,323	108,336.86	3,048.82	111,385.68	-68,146.68	79,473.07	139,388.32
118	55,378	89,850.92	3,048.82	92,899.74	-32,894.20	88,151.69	-24,095.07
119	47,462	56,533.68	3,048.82	59,582.50	-6,405.66	88,991.97	-40,689.69
120	70,991	43,494.28	3,048.82	46,543.10	28,676.15	19,951.10	-18,000.97

จากตารางที่ 4.16 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (43,494.28 + 3,048.82p) + \hat{S}_t(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$$\begin{aligned} \hat{S}_1 &= -26,592.01 & \hat{S}_2 &= 37,043.29 & \hat{S}_3 &= 6,471.31 & \hat{S}_4 &= 8,857.76 \\ \hat{S}_5 &= -1,559.84 & \hat{S}_6 &= 38,545.77 & \hat{S}_7 &= -68,146.68 & \hat{S}_8 &= -32,894.20 \\ \hat{S}_9 &= -6,405.66 & \hat{S}_{10} &= 28,676.15 & & & & \end{aligned}$$

เนื่องจากผลรวมของค่าอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าอิทธิพลของฤดูกาล

ใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (41,129.55 + 3,048.82p) + \hat{S}_i^*(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1^* = 31,773.26$	$\hat{S}_2^* = -24,228.21$	$\hat{S}_3^* = 8,835.10$	$\hat{S}_4^* = 11,221.55$
$\hat{S}_5^* = 803.96$	$\hat{S}_6^* = 40,909.56$	$\hat{S}_7^* = -65,782.89$	$\hat{S}_8^* = -30,530.40$
$\hat{S}_9^* = -4,041.87$	$\hat{S}_{10}^* = 31,039.94$		

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_2^* = -24,228.21$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนของเดือนที่ 2 มีค่าต่ำกว่าปกติ 24,228.21 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 7, 8, และ 9 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนต่ำกว่าปกติ 65,782.89, 30,530.40 และ 4,041.87 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1^* = 31,773.26$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนของเดือนที่ 1 มีค่าสูงกว่าปกติ 31,773.26 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 3, 4, 5, 6 และ 10 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนสูงกว่าปกติ 8,835.10, 11,221.55, 803.96, 40,909.56 และ 31,039.94 กิโลกรัม ตามลำดับ

#### 4.3.2.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ และใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่า  $\alpha$ ,  $\gamma$  และ  $\delta$  ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ  $\alpha = 0.286976132$ ,  $\gamma = 0$ ,  $\delta = 0.854188433$  ทำให้ได้ค่า  $MSE = 69,217,804,732$

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ค่า  $\hat{T}_i(t)$ ,  $\hat{\beta}_i(t)$  และ  $\hat{S}_i(t)$  ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียน กวน โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณตั้งแต่  $t = 111, 112, \dots, 120$  เมื่อกำหนดให้  $\alpha = 0.286976132$ ,  $\gamma = 0$ ,  $\delta = 0.854188433$

t	$Y_t$	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_i(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	$e_t$
111	49,477	415,684.83	3,405.28	419,090.11	0.124	51,139.78	-18,758.88
112	9,914	322,136.57	3,405.28	325,541.85	0.044	103,209.45	-41,225.78
113	11,128	242,191.82	3,405.28	245,597.10	0.086	112,245.64	-92,081.45
114	22,201	189,056.83	3,405.28	192,462.11	0.167	113,355.52	-90,044.64
115	28,811	151,268.08	3,405.28	154,673.36	0.249	29,349.59	-84,544.52
116	15,465	133,674.64	3,405.28	137,079.92	0.127	13,418.57	-13,884.59
117	49,323	242,339.62	3,405.28	245,744.90	0.188	12,483.41	35,904.43
118	55,378	488,070.91	3,405.28	491,476.19	0.104	65,980.92	42,894.59
119	47,462	451,889.79	3,405.28	455,295.07	0.109	36,156.27	-18,518.92
120	70,991	581,178.32	3,405.28	584,583.60	0.116	72,322.95	34,834.73

จากตารางที่ 4.17 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (581,178.32 + 3,405.28p) \times \hat{S}_i(120)$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$$\hat{S}_1 = 0.124 \quad \hat{S}_2 = 0.044 \quad \hat{S}_3 = 0.086 \quad \hat{S}_4 = 0.167$$

$$\hat{S}_5 = 0.249 \quad \hat{S}_6 = 0.127 \quad \hat{S}_7 = 0.188 \quad \hat{S}_8 = 0.104$$

$$\hat{S}_9 = 0.109 \quad \hat{S}_{10} = 0.116$$

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล

ใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (78,358.76 + 3,405.28p) \times \hat{S}_i^*(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

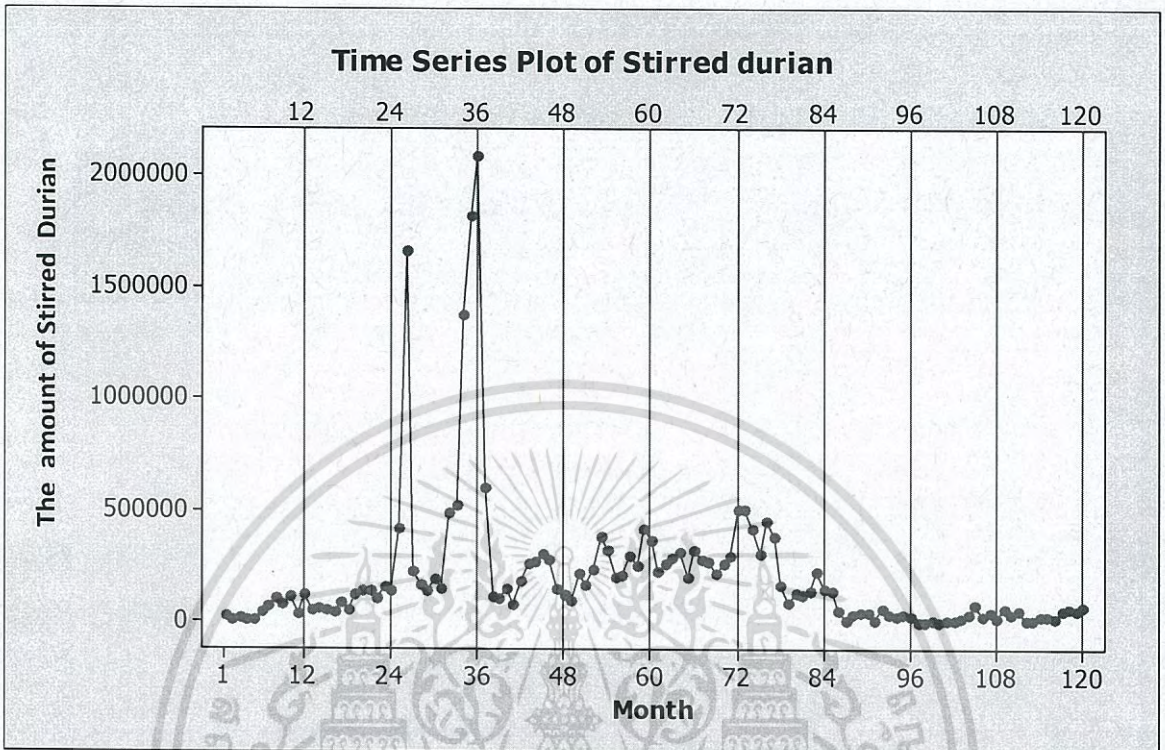
โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1^* = 0.589$	$\hat{S}_2^* = 0.918$	$\hat{S}_3^* = 0.634$	$\hat{S}_4^* = 1.238$
$\hat{S}_5^* = 1.844$	$\hat{S}_6^* = 0.938$	$\hat{S}_7^* = 1.395$	$\hat{S}_8^* = 0.774$
$\hat{S}_9^* = 0.811$	$\hat{S}_{10}^* = 0.860$		

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1^* = 0.589$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนของเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 41.1% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 3, 6, 8, 9 และ 10 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนต่ำกว่าปกติ 8.2%, 36.6%, 6.2%, 22.6%, 18.9% และ 14.0% ตามลำดับ

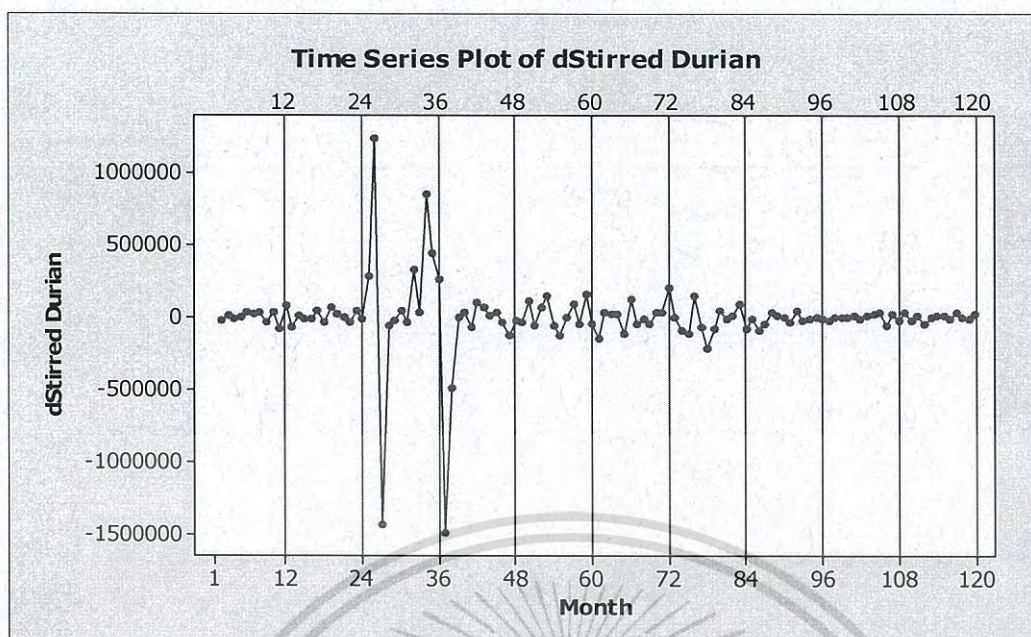
ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_4^* = 1.238$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนของเดือนที่ 4 มีค่าสูงกว่าปกติ 23.8% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5 และ 7 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนกวนสูงกว่าปกติ 84.4% และ 39.5% ตามลำดับ

#### 4.3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์



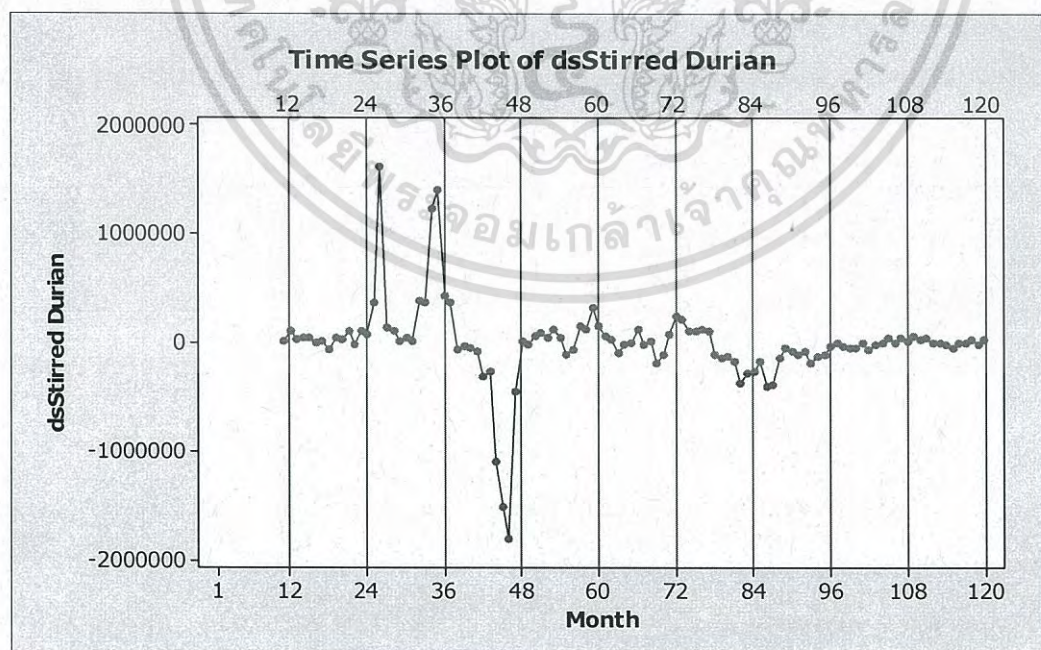
รูปที่ 4.23 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

จากรูปที่ 4.23 พบว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนไม่เสถียรเนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ดังนั้นจึงต้องทำให้เสถียรก่อนโดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง

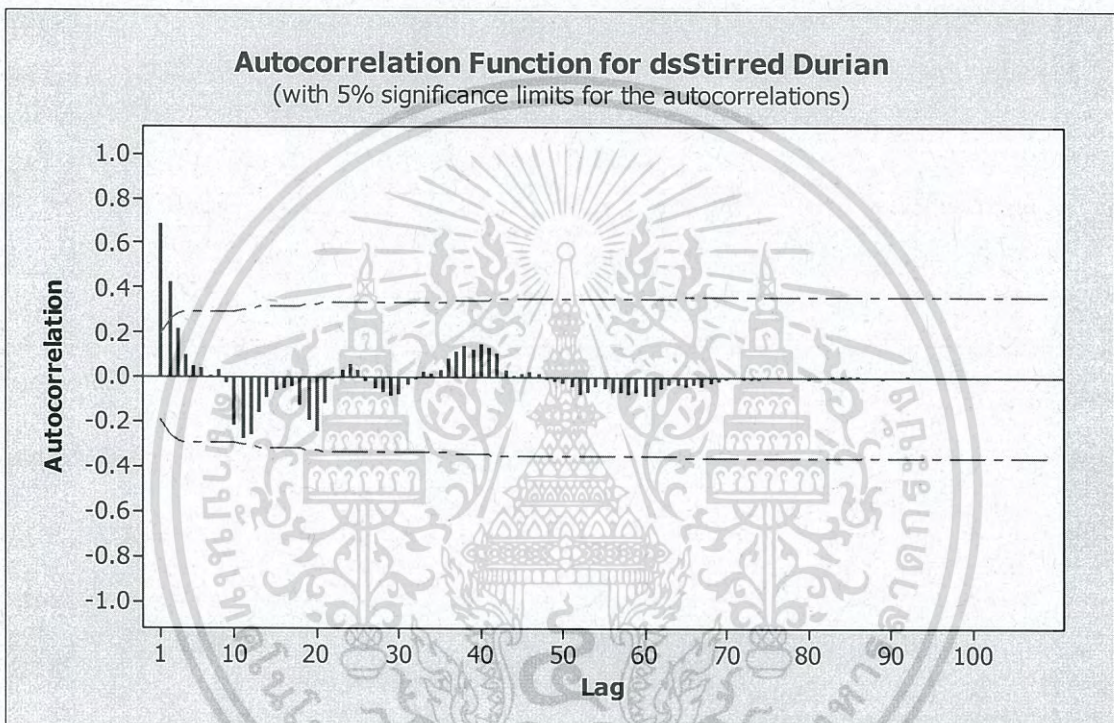
จากรูปที่ 4.24 อนุกรมเวลาไม่เสถียรขึ้นนารี เนื่องจากมีฤดูกาล จึงทำการหาผลต่างของฤดูกาล 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.25



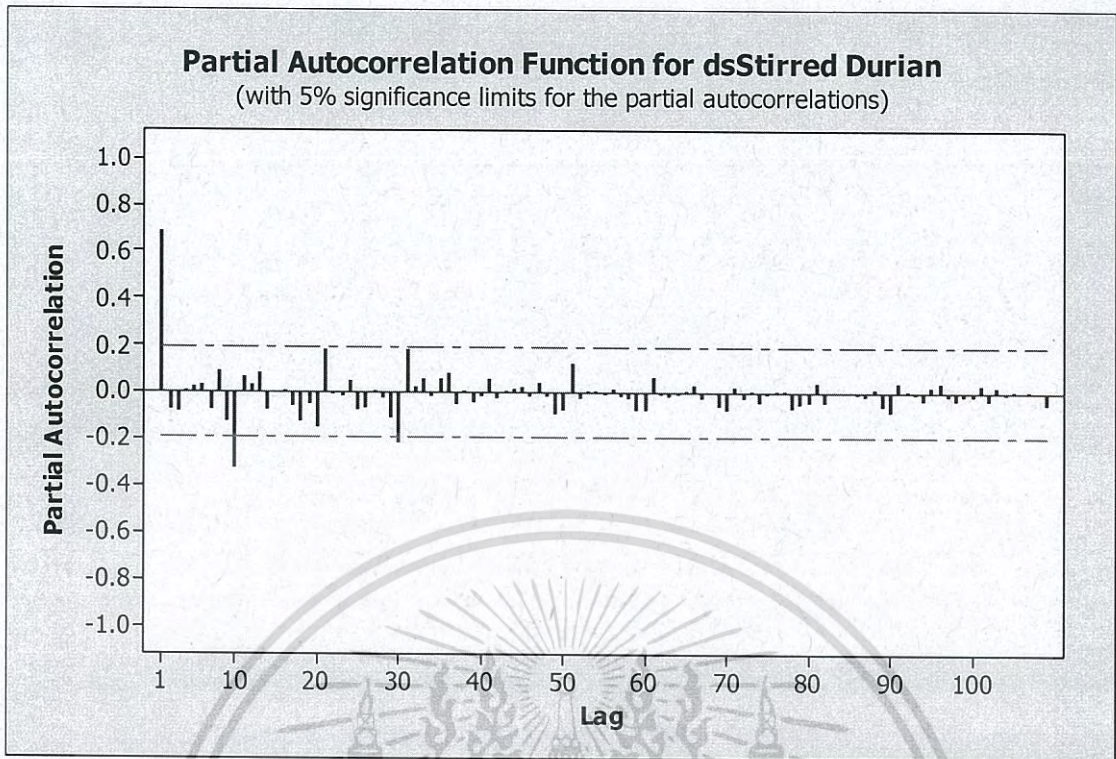
รูปที่ 4.25 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.25 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้งของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีแล้ว นำอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ *Autocorrelation (ACF)* และ *Partial Autocorrelation (PACF)* เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.26 และรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.26 คอเรลโรแกรม ACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.27 คอเรโลแกรม *PACF* ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.26 จะเห็นว่า *ACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และรูปที่ 4.27 *PACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบเป็น  $ARIMA(1,1,1)$  และในส่วนของอิทธิพลของฤดูกาลจะพบว่า *ACE* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วหลัง *lag* ที่ 10 และ *PACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วหลัง *lag* ที่ 10 และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบเป็น  $SARIMA(1,1,1)_{10}$

ดังนั้นจะได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน คือ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$

## การตรวจสอบรูปแบบความเหมาะสมของตัวแบบ

ตารางที่ 4.18 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$  จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

Statistic	Coef	SE Coef	T	p-value
$\hat{\phi}_1$	0.6455	0.0966	6.68	0.000
$\hat{\phi}_{10}$	0.2405	0.1122	2.14	0.034
$\hat{\theta}_1$	0.9282	0.0436	21.28	0.000
$\hat{\theta}_{10}$	0.9403	0.0745	12.62	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\phi_1$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\phi_1$  ควรอยู่ในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_{10} = 0$$

$$H_1 : \phi_{10} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.034 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\phi_{10}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\phi_{10}$  ควรอยู่ในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_1$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_1$  ควรอยู่ในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_{10} = 0$$

$$H_1 : \theta_{10} \neq 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_{10}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_{10}$  ควรมีในตัวแบบ

ตารางที่ 4.19 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$  จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

Modified Box - Pierce (Box- Ljung) Chi - Square statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	14.8	21.7	24.0	27.9
DF	8	20	32	44
p-value	0.063	0.359	0.845	0.972

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยตัวสถิติทดสอบ Modified Box-Pierce (Box - Ljung) ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

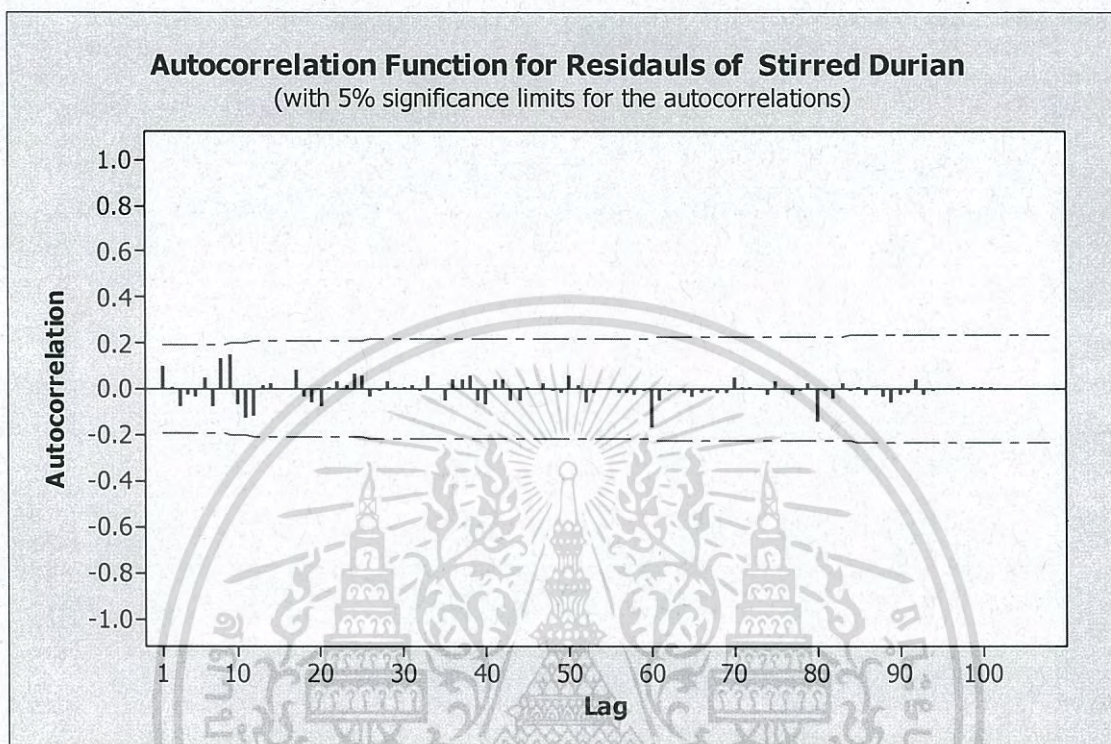
$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \text{มี } \rho_k(e_t) \text{ อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0 เมื่อ } k = 1, 2, 3, \dots, 12$$

จากตารางที่ 4.19 พบว่า ค่า  $p\text{-value} = 0.063 > 0.05$  ดังนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$  เป็นตัวแบบที่เหมาะสมโดยมีค่า  $MSE = 54,902,095,471$

การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันของตัวแบบจากปริมาณการส่งออกของทุเรียน  
กวน ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 คอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน  
จากตัวแบบ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \rho_k(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \neq 0 \text{ เมื่อ } k = 1, 2, 3, \dots, 108$$

บริเวณวิกฤติ คือ  $|r_k(e_t)| \geq 1.96 / \sqrt{120} = 0.1789$

จากตารางที่ 4.20 พบว่า  $|r_k(e_t)| < 0.1789$  จึงยอมรับ  $H_0$  ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการ  
ส่งออกของทุเรียนกวน มีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 2, 3, ..., 108 แสดงว่าตัวแบบ  $ARIMA(1,1,1) \times$

$SARIMA(1,1,1)_{10}$  เป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยมีค่า  $MSE = 54,902,095,471$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าคอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของ  
ทุเรียนกวน

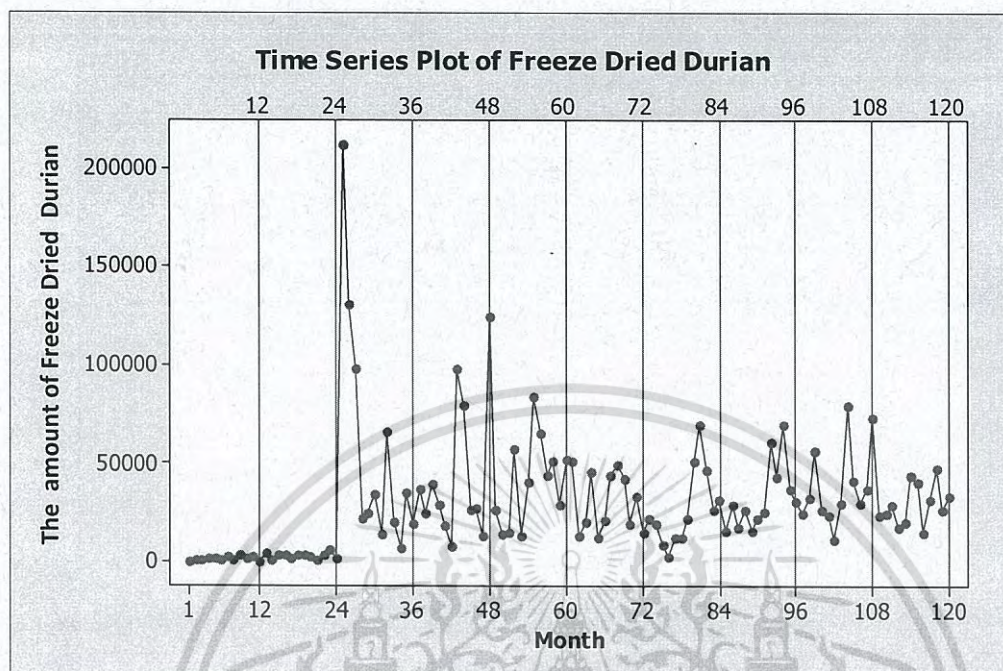
Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF
1	0.066520	23	0.0209128	45	0.0009999	67	-0.0113203	89	-0.0003895
2	-0.000192	24	0.0713460	46	0.0262701	68	-0.0114270	90	-0.0371608
3	-0.121883	25	0.0256451	47	0.0425859	69	0.0009765	91	0.0138100
4	-0.054423	26	-0.0427383	48	0.0076035	70	-0.0548403	92	0.0232692
5	-0.090259	27	0.0097010	49	-0.0127244	71	0.0015465	93	-0.0048257
6	0.023130	28	0.0026312	50	-0.0363713	72	-0.0021905	94	0.0082002
7	-0.106941	29	-0.0511039	51	0.0155769	73	0.0189425	95	0.0002929
8	0.093971	30	-0.0721986	52	-0.0479226	74	-0.0133502	96	0.0000301
9	0.153651	31	0.0222441	53	-0.0229636	75	0.0369451	97	0.0017349
10	0.068436	32	-0.0102929	54	0.0052014	76	-0.0056866	98	0.0005424
11	-0.135691	33	0.0357080	55	0.0128182	77	0.0079335	99	0.0016883
12	-0.158904	34	-0.0088526	56	-0.0253044	78	-0.0105413	100	0.0034455
13	-0.026563	35	-0.0365581	57	0.0156602	79	0.0082998	101	0.0009376
14	0.018080	36	0.0362620	58	-0.0164924	80	-0.0843350	102	-0.0017031
15	-0.001687	37	0.0505553	59	-0.0017777	81	-0.0011548	103	0.0003742
16	-0.017301	38	0.0744739	60	-0.0736015	82	0.0080231	104	-0.0030122
17	0.075732	39	-0.0387086	61	-0.0425469	83	0.0340406	105	0.0008026
18	-0.015682	40	0.0153044	62	0.0087865	84	0.0060822	106	0.0010071
19	-0.031537	41	0.0559834	63	0.0045228	85	0.0307223	107	-0.0004146
20	-0.187439	42	0.0519532	64	-0.0021165	86	0.0061672	108	0.0005666
21	-0.033699	43	-0.0430362	65	-0.0038235	87	-0.0007011		
22	0.017067	44	-0.0430356	66	0.0086500	88	0.0030592		

ตารางที่ 4.21 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

วิธีการพยากรณ์	<i>MSE</i>
1. วิธีแยกส่วนประกอบ	
- วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้ม ควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล	77,137,095,701
- วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้ม ควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล	135,212,936,582
2. วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	
- รูปแบบบวก	76,392,058,508
- รูปแบบคูณ	69,217,804,732
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	
$ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$	54,902,095,471

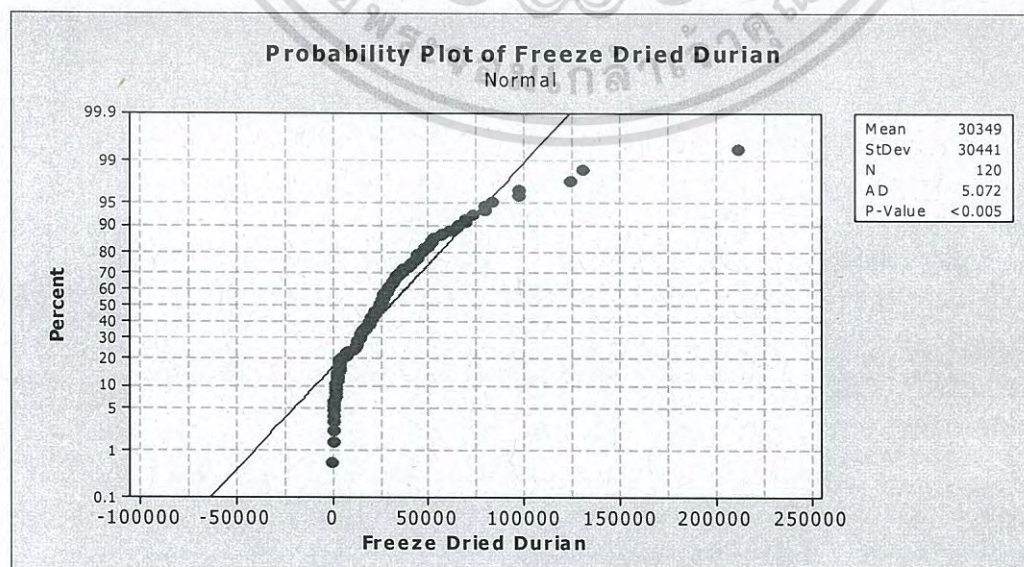
จากตารางที่ 4.21 พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์มีค่า *MSE* ต่ำที่สุดเท่ากับ 54,902,095,471 ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง



รูปที่ 4.29 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

จากรูปที่ 4.29 จะเห็นว่า การเคลื่อนไหวของกราฟในแต่ละปี มีอิทธิพลของฤดูกาลไม่ชัดเจน และกราฟมีแนวโน้มไม่ชัดเจน จึงทำการทดสอบว่าปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง มีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยใช้การทดสอบ *Anderson-Darling*



รูปที่ 4.30 การทดสอบการแจกแจงปกติโดยใช้การทดสอบ *Anderson-Darling*

เอกสารนี้เป็นเอกสารทงสวนเวลาสหรับการเขางานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูาตเห็นาไปเชอประเชยขนดานการคา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งสมมติฐานการทดสอบดังนี้

$H_0$  : อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งมีการแจกแจงปรกติ

$H_1$  : อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งไม่มีการแจกแจงปรกติ

จะได้  $p$ -value มีค่าน้อยกว่า  $0.005 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจาก ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งไม่มีการแจกแจงปรกติ เราจึงใช้การทดสอบ *Daniel* เพื่อทดสอบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มหรือไม่ และทำการทดสอบ *Kruskal* และ *Wallis* เพื่อทดสอบว่าอนุกรมเวลามีฤดูกาลหรือไม่

การทดสอบแนวโน้มโดยการทดสอบ *Daniel* ตั้งสมมติฐานการทดสอบดังนี้

$H_0$  : อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งไม่มีแนวโน้ม

$H_1$  : อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งมีแนวโน้ม

เนื่องจาก  $n = 120 > 30$

จะได้  $r_s = \frac{6 \times 152,942}{120(120^2 - 1)} = 0.468915$ ,  $\mu_{r_s} = 0$ ,  $\sigma_{r_s} = \frac{1}{\sqrt{120-1}} = 0.09167$

$$Z = \frac{r_s - \mu_{r_s}}{\sigma_{r_s}} = \frac{(0.468915 - 0)}{0.09167} = 5.115253$$

สำหรับ  $\alpha = 0.05$  มีบริเวณวิกฤติเป็น  $Z \geq 1.96$  หรือ  $Z \leq -1.96$  เนื่องจาก

$Z = 5.115253 > 1.96$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 4.22 ค่า  $MSE$  ที่ได้จากการคำนวณสมการแนวโน้ม 3 แบบ

รูปแบบแนวโน้ม	$MSE$
เส้นตรง	885,943,268
ควอดราติก	833,084,705
เอ็กซ์โปเนนเชียล	1,180,348,666

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.22 แนวโน้มแบบควอดราติกมีค่า  $MSE$  ต่ำที่สุด ซึ่งเท่ากับ 833,084,705 ดังนั้นข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งจึงมีแนวโน้มแบบควอดราติก

การทดสอบฤดูกาลโดย *Kruskal* และ *Wallis* รูปแบบบวก ตั้งสมมติฐานการทดสอบคือ

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \dots = S_{12} = 0$$

$$H_1 : \text{มี } S_i \neq 0 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, 12$$

$$\text{จะได้ } H = \frac{12}{120(120+1)} [339,860] - 3(120+1) = 19.44240571 < \chi^2_{0.05,11} = 19.68$$

จึงยอมรับ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งไม่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

การทดสอบฤดูกาลโดย *Kruskal* และ *Wallis* รูปแบบคูณ ตั้งสมมติฐานการทดสอบคือ

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \dots = S_{12} = 1$$

$$H_1 : \text{มี } S_i \neq 1 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, 12$$

$$\text{จะได้ } H = \frac{12}{120(120+1)} [335,966.4] - 3(120+1) = 15.4734398 < \chi^2_{0.05,11} = 19.68$$

จึงยอมรับ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งไม่มีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง

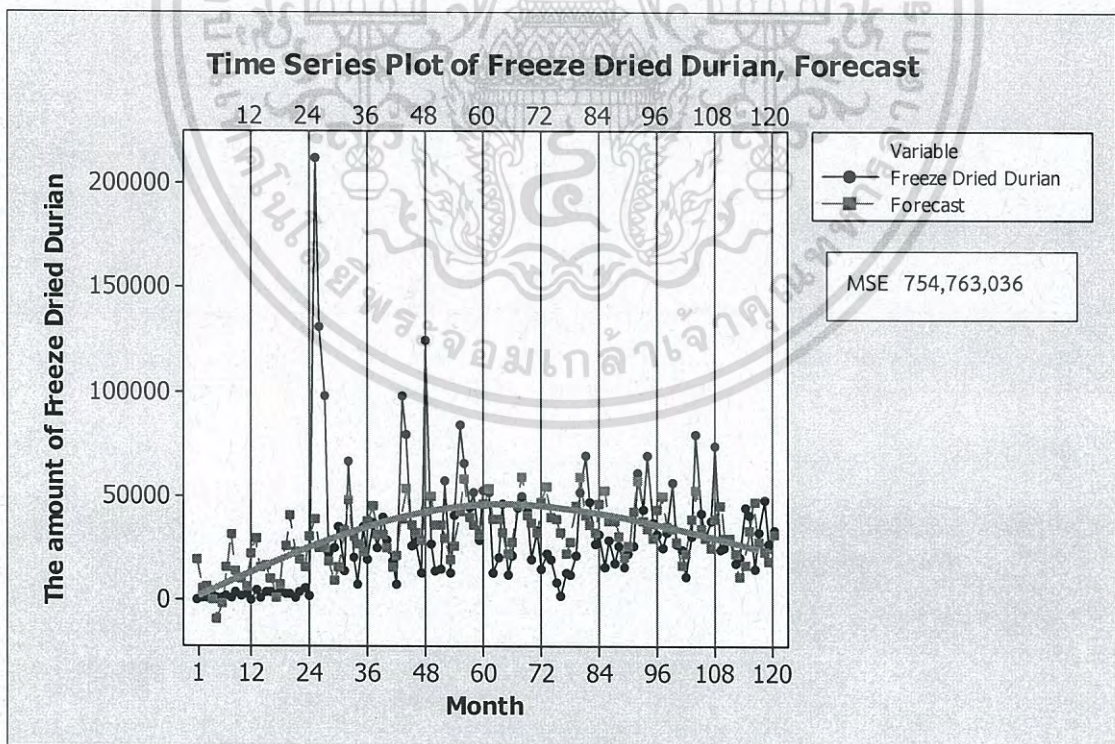
เมื่อทำกรณีที่ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลแล้ว แต่เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ พบว่าข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งมีอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งการวิเคราะห์แบบมีอิทธิพลของฤดูกาล พบว่าให้ค่าพยากรณ์ที่ดีกว่า จึงทำการวิเคราะห์วิธีแยกส่วนประกอบ และวิธีปรับให้เรียบ เป็นอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล

#### 4.4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งโดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล และวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

##### 4.4.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้  $MSE$  เท่ากับ 754,763,036 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 3,615 + 989t - 6.80t^2 + \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยที่

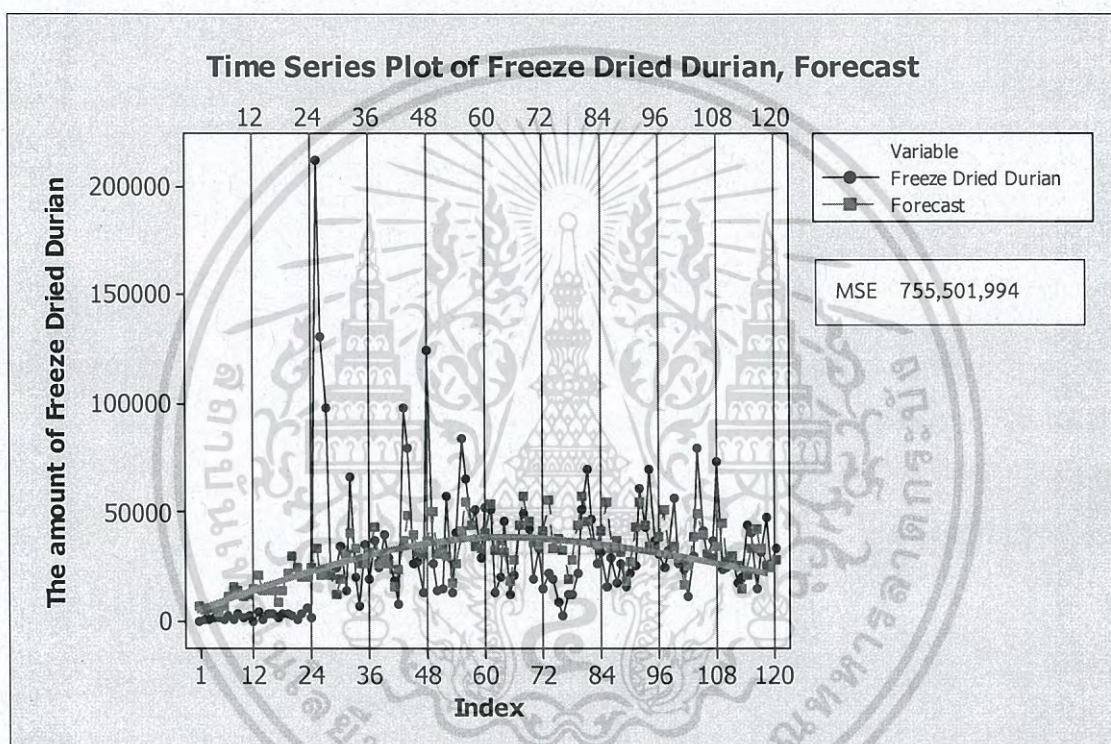
$$\begin{array}{llll} \hat{S}_1 = 14,259.27 & \hat{S}_2 = -477.59 & \hat{S}_3 = -647.96 & \hat{S}_4 = -7,387.41 \\ \hat{S}_5 = -17,484.70 & \hat{S}_6 = -11,691.27 & \hat{S}_7 = 5,230.82 & \hat{S}_8 = 19,789.38 \\ \hat{S}_9 = 1,240.51 & \hat{S}_{10} = -2,763.47 & \hat{S}_{11} = -7,080.44 & \hat{S}_{12} = 7,012.85 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_2 = -477.59$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งของเดือนที่ 2 มีค่าต่ำกว่าปรกติ 477.59 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 3, 4, 5, 6, 10 และ 11 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งต่ำกว่าปรกติ 647.96, 7,387.41, 17,484.70, 11,691.27, 2,763.47 และ 7,080.44 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = 14,259.27$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งของเดือนที่ 1 มีค่าสูงกว่าปรกติ 14,259.27 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 7, 8, 9 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งสูงกว่าปรกติ 5,230.82, 19,789.38, 1,240.51 และ 7,012.85 กิโลกรัม ตามลำดับ

#### 4.4.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบ คุณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของ  
ฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของ  
ฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล  
ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคุณ กรณีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลของฤดูกาล จะ  
ได้ MSE เท่ากับ 755,501,994 มีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (3,742 + 942t - 6.29t^2) \times \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\hat{S}_1 = 1.428 \quad \hat{S}_2 = 0.862 \quad \hat{S}_3 = 0.975 \quad \hat{S}_4 = 0.829$$

$$\hat{S}_5 = 0.486 \quad \hat{S}_6 = 0.726 \quad \hat{S}_7 = 1.141 \quad \hat{S}_8 = 1.474$$

$$\hat{S}_9 = 1.188 \quad \hat{S}_{10} = 0.929 \quad \hat{S}_{11} = 0.899 \quad \hat{S}_{12} = 1.063$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_2 = 0.862$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งของเดือนที่ 2 มีค่าต่ำกว่าปกติ 13.8% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 3, 4, 5, 6, 10 และ 11 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งต่ำกว่าปกติ 2.5%, 17.1%, 51.4%, 27.4%, 7.1% และ 10.1% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = 1.428$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งของเดือนที่ 1 มีค่าสูงกว่าปกติ 42.8% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 7, 8, 9 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งสูงกว่าปกติ 14.1%, 47.4%, 18.8% และ 6.3% ตามลำดับ

#### 4.4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาลทั้งในรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ โดยมีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า คือ  $\alpha$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม  $\gamma$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน และ  $\delta$  เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับฤดูกาล

#### 4.4.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก

ทำการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก และใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่า  $\alpha$  ,  $\gamma$  และ  $\delta$  ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ  $\alpha = 0.161643666$ ,  $\gamma = 0$ ,  $\delta = 0.020337772$  ทำให้ได้ค่า  $MSE = 1,073,413,222$

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ค่า  $\hat{T}_i(t)$ ,  $\hat{\beta}_i(t)$  และ  $\hat{S}_i(t)$  ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่  $t = 109$ , 110, ..., 120 เมื่อกำหนดให้  $\alpha = 0.161643666$ ,  $\gamma = 0$ ,  $\delta = 0.020337772$

t	$Y_t$	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_i(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	$e_t$
109	23,617	40,016.68	138.86	40,155.54	3,801.88	38,478.74	-24,596.88
110	24,408	37,881.09	138.86	38,019.95	-1,916.71	38,704.79	-14,070.74
111	29,020	36,454.47	138.86	36,593.32	519.71	36,416.32	-9,684.79
112	17,359	33,512.83	138.86	33,651.68	-501.94	30,234.76	-19,057.32
113	20,082	32,010.55	138.86	32,149.41	-3,590.03	31,185.25	-10,152.76
114	44,128	34,241.53	138.86	34,380.38	-743.48	36,350.79	12,942.75
115	40,739	35,089.71	138.86	35,228.57	2,045.23	37,659.38	4,388.21
116	14,724	31,521.21	138.86	31,660.06	2,039.76	33,099.93	-22,935.38
117	31,739	31,440.08	138.86	31,578.93	1,416.66	31,112.83	-1,360.93
118	47,799	34,276.15	138.86	34,415.01	-181.60	33,899.49	16,686.17
119	26,638	33,241.23	138.86	33,380.09	-639.32	32,868.27	-7,261.49
120	32,931	33,390.23	138.86	33,529.08	-510.74	37,330.97	62.73

จากตารางที่ 4.23 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (33,390.23 + 138.86p) + \hat{S}_t(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1 = 3,801.88$	$\hat{S}_2 = -1,916.71$	$\hat{S}_3 = 519.71$	$\hat{S}_4 = -501.94$
$\hat{S}_5 = -3,590.03$	$\hat{S}_6 = -743.48$	$\hat{S}_7 = 2,045.23$	$\hat{S}_8 = 2,039.76$
$\hat{S}_9 = 1,416.66$	$\hat{S}_{10} = -181.60$	$\hat{S}_{11} = -639.32$	$\hat{S}_{12} = -510.74$

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (33,535.18 + 138.86p) + \hat{S}_t^*(120) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \dots$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1^* = 3,656.93$	$\hat{S}_2^* = -2,061.66$	$\hat{S}_3^* = 374.76$	$\hat{S}_4^* = -646.89$
$\hat{S}_5^* = -3,734.98$	$\hat{S}_6^* = -888.44$	$\hat{S}_7^* = 1,900.28$	$\hat{S}_8^* = 1,894.81$
$\hat{S}_9^* = 1,271.71$	$\hat{S}_{10}^* = -326.55$	$\hat{S}_{11}^* = -784.27$	$\hat{S}_{12}^* = -655.70$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_2^* = -2,061.66$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งของเดือนที่ 2 มีค่าต่ำกว่าปกติ 2,061.66 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 4, 5, 6, 10, 11 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งต่ำกว่าปกติ 646.89, 3,734.98, 888.44, 326.55, 784.27 และ 655.70 กิโลกรัม ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1^* = 3,656.93$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งของเดือนที่ 1 มีค่าสูงกว่าปกติ 3,656.93 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 3, 7, 8 และ 9 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งสูงกว่าปกติ 374.76, 1,900.28, 1,894.81 และ 1,271.71 กิโลกรัม ตามลำดับ

#### 4.4.2.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบ

##### โสมท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโสมท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ และใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาค่า  $\alpha$  ,  $\gamma$  และ  $\delta$  ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ  $\alpha = 0$ ,  $\gamma = 0.028899012$ ,  $\delta = 0$  ทำให้ได้ค่า  $MSE = 2,390,421,326.798$

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ค่า  $\hat{T}_i(t)$ ,  $\hat{\beta}_i(t)$  และ  $\hat{S}_i(t)$  ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโสมท์และวินเทอร์รูปแบบคูณตั้งแต่  $t = 109$ , 110, ..., 120 เมื่อกำหนดให้  $\alpha = 0$ ,  $\gamma = 0.028899012$ ,  $\delta = 0$

t	$Y_t$	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_i(t)$	$\hat{T}_{i+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{i+1}(t)$	$e_t$
109	23,617	69,205	669	69,874	2.071	35,471.38	-123,297.92
110	24,408	69,874	669	70,543	0.503	98,001.74	-11,063.38
111	29,020	70,543	669	71,212	1.361	86,828.87	-68,981.74
112	17,359	71,212	669	71,881	1.191	32,533.11	-69,469.87
113	20,082	71,881	669	72,550	0.448	77,486.30	-12,451.11
114	44,128	72,550	669	73,219	1.055	99,551.33	-33,358.30
115	40,739	73,219	669	73,888	1.336	41,156.57	-58,812.33
116	14,724	73,888	669	74,557	0.547	120,020.50	-26,432.57
117	31,739	74,557	669	75,226	1.576	67,735.02	-88,281.50
118	47,799	75,226	669	75,895	0.893	88,391.95	-19,936.02
119	26,638	75,895	669	76,564	1.141	19,983.78	-61,753.95
120	32,931	76,564	669	77,233	0.266	159,980.99	12,947.22

จากตารางที่ 4.24 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{120+p}(120) = (76,564 + 669p) \times \hat{S}_t(120)$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

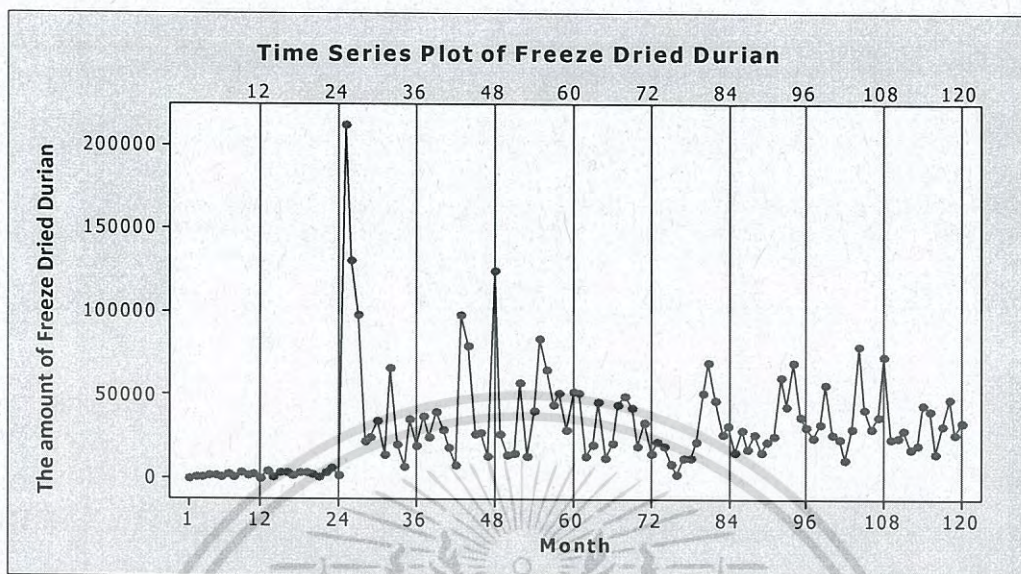
โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1 = 2.071$	$\hat{S}_2 = 0.503$	$\hat{S}_3 = 1.361$	$\hat{S}_4 = 1.191$
$\hat{S}_5 = 0.448$	$\hat{S}_6 = 1.055$	$\hat{S}_7 = 1.336$	$\hat{S}_8 = 0.547$
$\hat{S}_9 = 1.576$	$\hat{S}_{10} = 0.893$	$\hat{S}_{11} = 1.141$	$\hat{S}_{12} = 0.266$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_2 = 0.503$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งของเดือนที่ 2 มีค่าต่ำกว่าปกติ 49.7% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 5, 8, 10 และ 12 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งต่ำกว่าปกติ 55.2%, 45.3%, 10.7% และ 73.4% ตามลำดับ

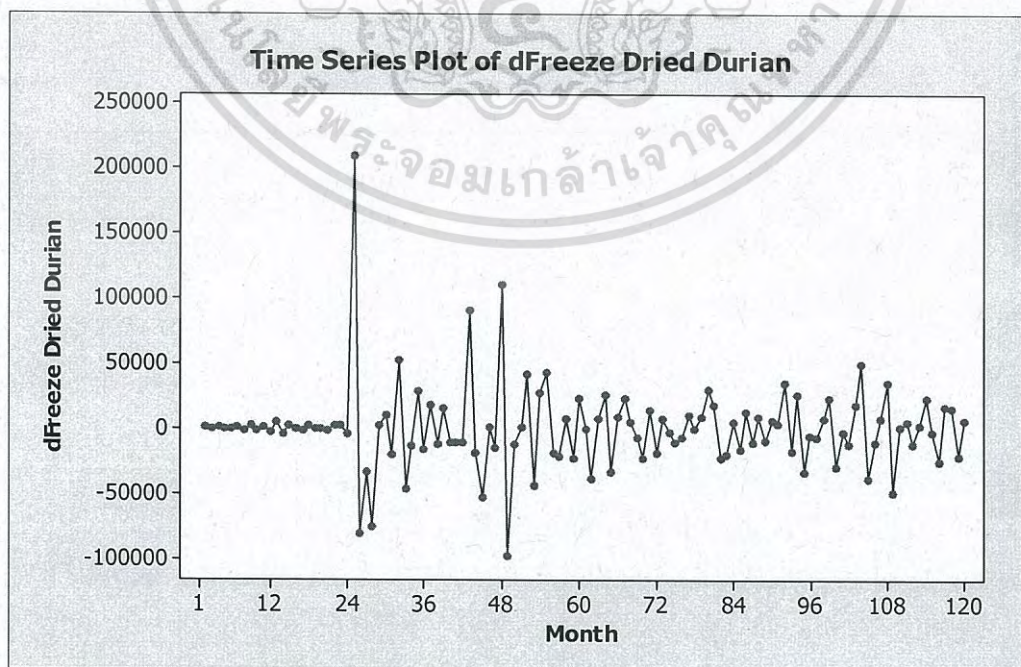
ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น  $\hat{S}_1 = 2.071$  หมายความว่าปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งของเดือนที่ 1 มีค่าสูงกว่าปกติ 107.1% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 3, 4, 6, 7, 9 และ 11 จะมีปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้งสูงกว่าปกติ 36.1%, 19.1%, 5.5%, 33.6%, 57.6% และ 14.1% ตามลำดับ

#### 4.4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์



รูปที่ 4.33 ข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

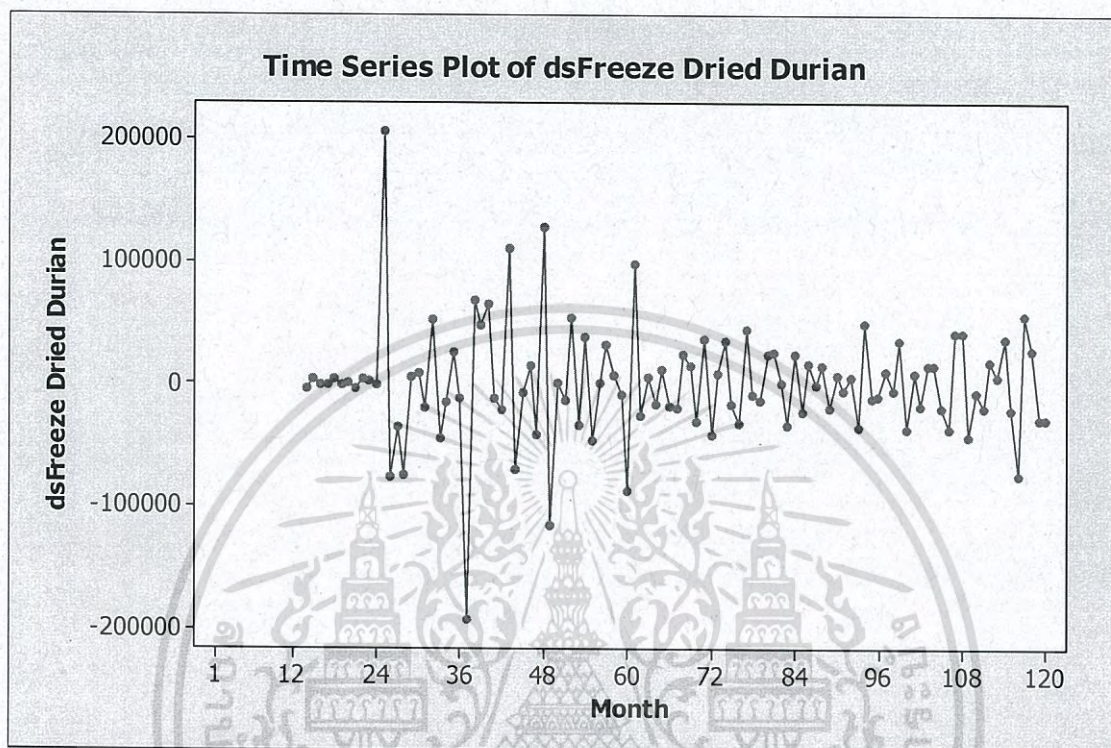
จากรูปที่ 4.33 พบว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ดังนั้นจึงต้องทำให้สเตชันนารีก่อนโดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง ดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

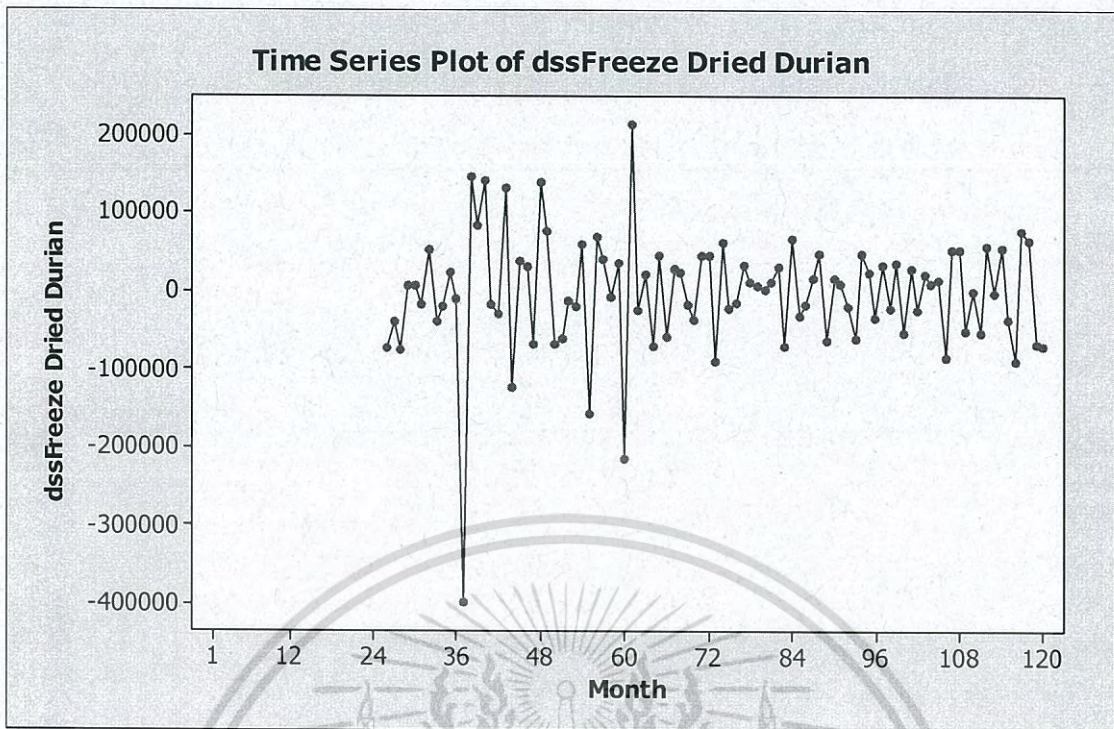
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออยู่ใต้เห็นาใช้เผยแพร่ขึ้นด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.34 อนุกรมเวลาไม่เสถียร เนื่องจากมีฤดูกาล จึงทำให้อนุกรมเวลาเสถียรขึ้น  
โดยการหาผลต่างของฤดูกาล 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.35



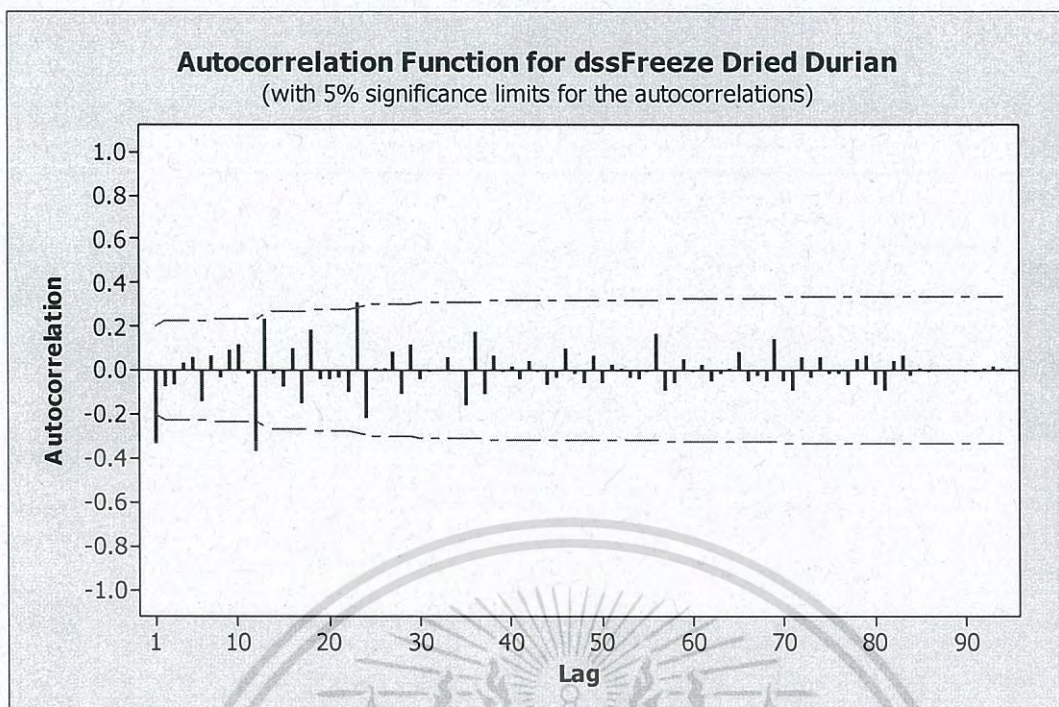
รูปที่ 4.35 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา  
1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.35 อนุกรมเวลาไม่เสถียร เนื่องจากยังมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงทำให้อนุกรม  
เวลาเสถียรขึ้น โดยการหาผลต่างของฤดูกาลอีก 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.36

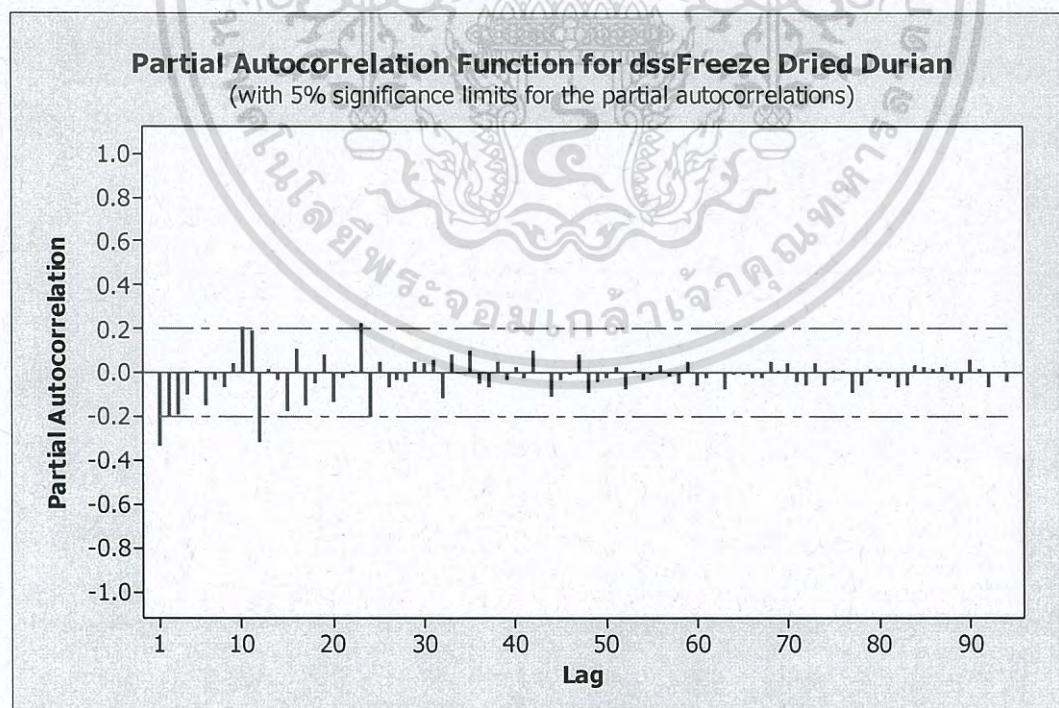


รูปที่ 4.36 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งที่ได้จากการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 2 ครั้ง

จากรูปที่ 4.36 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 2 ครั้งของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้น อนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีแล้ว นำอนุกรมเวลาที่สเตรชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ *Autocorrelation (ACF)* และ *Partial Autocorrelation (PACF)* เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.37 และรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.37 คอเรลโรแกรม ACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 2 ครั้ง



รูปที่ 4.38 คอเรลโรแกรม PACF ของปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.37 จะเห็นว่า  $ACF$  มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และรูปที่ 4.38  $PACF$  มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบเป็น  $ARIMA(1,1,1)$  และในส่วนของอิทธิพลของฤดูกาล จะพบว่า  $ACF$  และ  $PACF$  มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วหลัง  $lag$  ที่ 24 และมีการหาผลต่างฤดูกาล 2 ครั้ง จึงได้ตัวแบบเป็น  $SARIMA(2,2,2)_{12}$

ดังนั้นจะได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง คือ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(2,2,2)_{12}$

### การตรวจสอบรูปแบบความเหมาะสมของตัวแบบ

ตารางที่ 4.25 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(2,2,2)_{12}$  จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

Statistic	Coef	SE Coef	T	p-value
$\hat{\phi}_1$	0.3014	0.1227	2.46	0.016
$\hat{\phi}_{12}$	-0.8413	0.0841	-10.00	0.000
$\hat{\phi}_{24}$	-0.8882	0.0803	-11.06	0.000
$\hat{\theta}_1$	0.8986	0.0575	15.64	0.000
$\hat{\theta}_{12}$	0.6458	0.1214	5.32	0.000
$\hat{\theta}_{24}$	0.1997	0.1312	1.52	0.131

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.016 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\phi_1$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\phi_1$  ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_{12} = 0$$

$$H_1 : \phi_{12} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\phi_{12}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\phi_{12}$  ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_{24} = 0$$

$$H_1 : \phi_{24} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\phi_{24}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\phi_{24}$  ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_1$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_1$  ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_{12} = 0$$

$$H_1 : \theta_{12} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_{12}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_{12}$  ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_{24} = 0$$

$$H_1 : \theta_{24} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.131 > 0.05$  จึงยอมรับ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_{24}$  ในตัวแบบมีค่าเท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_{24}$  ไม่ควรมีในตัวแบบ

จากตารางที่ 4.25 พบว่าค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(2,2,2)_{12}$

จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนยังไม่ใช่ตัวแบบที่เหมาะสม จึงทำการพิจารณาหาตัวแบบ

ใหม่ โดยการตัดค่าพารามิเตอร์ที่ละค่าออก จนกว่าจะได้ตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบ โดยในที่นี้ จะขอ

นำเสนอเฉพาะตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ดังตารางที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ  $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$  จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

Statistic	Coef	SE Coef	T	p-value
$\hat{\theta}_1$	0.7250	0.0595	12.19	0.000
$\hat{\theta}_{12}$	1.6446	0.0803	20.48	0.000
$\hat{\theta}_{24}$	-0.7444	0.0826	-9.01	0.000

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_1$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_1$  ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_{12} = 0$$

$$H_1 : \theta_{12} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_{12}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_{12}$  ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_{24} = 0$$

$$H_1 : \theta_{24} \neq 0$$

เนื่องจาก  $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่าค่าพารามิเตอร์  $\theta_{24}$  ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ นั่นคือ พารามิเตอร์  $\theta_{24}$  ควรมีในตัวแบบ

ตารางที่ 4.27 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ  $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$  จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

<i>Modified Box - Pierce (Box- Ljung) Chi - Square statistic</i>				
<i>Lag</i>	12	24	36	48
<i>Chi-Square</i>	12.9	27.7	35.9	41.8
<i>DF</i>	9	21	33	45
<i>p-value</i>	0.169	0.149	0.336	0.608

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยตัวสถิติทดสอบ *Modified Box-Pierce (Box - Ljung)* ตั้งสมมติฐาน ดังนี้

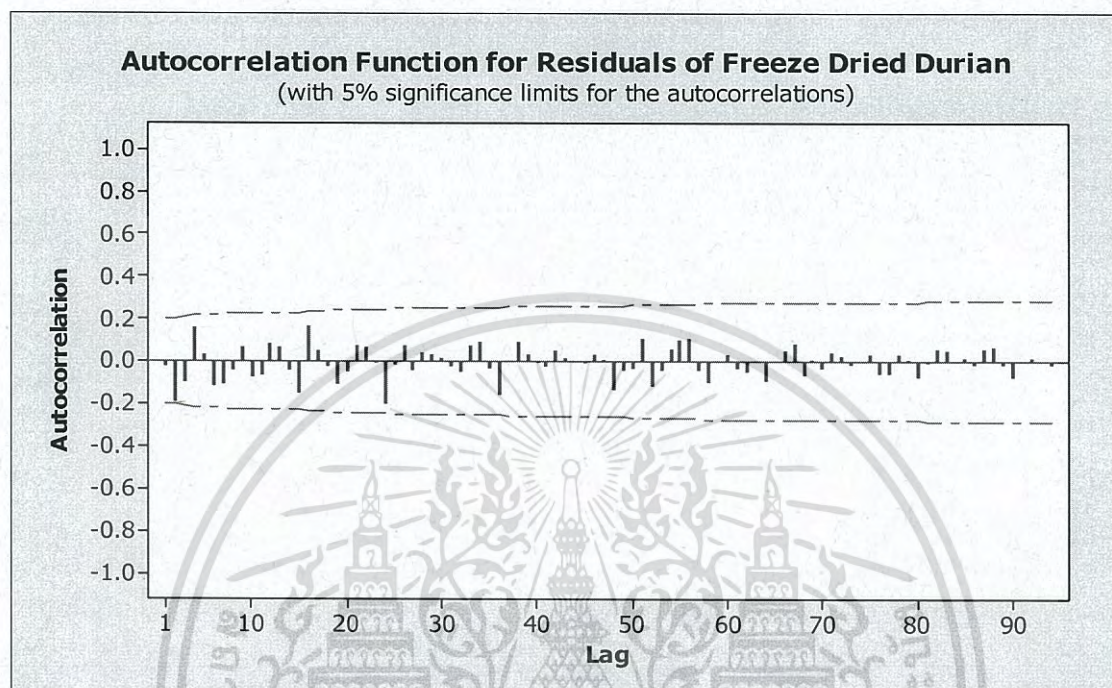
$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

$$H_1 : \text{มี } \rho_k(e_t) \text{ อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0 เมื่อ } k = 1, 2, 3, \dots, 12$$

จากตารางที่ 4.27 พบว่า ค่า  $p\text{-value} = 0.169 > 0.05$  ดังนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในทำนองเดียวกันสำหรับ *lag* ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ  $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$  เป็นตัวแบบที่เหมาะสมโดยมีค่า  $MSE = 841,311,207$

การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันของตัวแบบจากปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง  
ดังรูปที่ 4.39



รูปที่ 4.39 คอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง  
จากตัวแบบ  $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$

โดยมีสมมติฐานการทดสอบเป็นดังนี้

$$H_0 : \rho_k(e_t) = 0$$

$$H_1 : \rho_k(e_t) \neq 0 \quad \text{เมื่อ } k = 1, 2, 3, \dots, 94$$

บริเวณวิกฤติ คือ  $|r_k(e_t)| \geq 1.96 / \sqrt{120} = 0.1789$

จากตารางที่ 4.28 พบว่า  $|r_k(e_t)| < 0.1789$  จึงยอมรับ  $H_0$  ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการส่งออกของ  
ทุเรียนอบแห้ง มีค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 2, 3, ..., 94 แสดงว่าตัวแบบ  
 $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$  เป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยมีค่า  $MSE = 841,311,207$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 แสดงค่าคอเรลโรแกรม ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการส่งออกของ  
ทุเรียนอบแห้ง

Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF	Lag	ACF
1	-0.024956	23	-0.008734	45	-0.006716	67	0.081493	89	-0.01657
2	-0.195197	24	-0.199008	46	0.031544	68	-0.068477	90	-0.072007
3	-0.096792	25	-0.014501	47	0.01228	69	0.007721	91	-0.001078
4	0.160808	26	0.078173	48	-0.136228	70	-0.036116	92	0.013908
5	0.034913	27	-0.041958	49	-0.038812	71	0.045629	93	0.000802
6	-0.116756	28	0.044934	50	-0.030981	72	0.02097	94	-0.013138
7	-0.111858	29	0.037578	51	0.108749	73	-0.018619		
8	-0.041057	30	0.017053	52	-0.116439	74	-0.000652		
9	0.065993	31	-0.024677	53	-0.0445	75	0.030342		
10	-0.072781	32	-0.050619	54	0.056595	76	-0.062455		
11	-0.070809	33	0.073048	55	0.102878	77	-0.060092		
12	0.087068	34	0.088436	56	0.110972	78	0.031766		
13	0.0678	35	-0.033014	57	-0.041089	79	0.006405		
14	-0.040302	36	-0.159027	58	-0.100526	80	-0.074512		
15	-0.150136	37	-0.000353	59	0.000955	81	-0.007112		
16	0.16463	38	0.087989	60	0.035715	82	0.054626		
17	0.05013	39	0.034122	61	-0.034909	83	0.050681		
18	-0.021179	40	-0.008937	62	-0.046189	84	-0.002867		
19	-0.106947	41	-0.023091	63	-0.00049	85	0.012685		
20	-0.048842	42	0.053112	64	-0.088103	86	-0.014413		
21	0.075023	43	0.014917	65	0.000495	87	0.059132		
22	0.063897	44	0.000599	66	0.048329	88	0.069721		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากมีตัวแบบอื่นที่ผ่านการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบและการทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง คือ ตัวแบบ  $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$ ,  $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(2,2,3)_{12}$ ,  $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(2,2,3)_{12}$  และ  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(0,2,1)_{12}$

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ AIC เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม 2 ตัวแบบหรือมากกว่า 2 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง คือ ตัวแบบที่ทำให้ค่า AIC ต่ำที่สุด ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ค่า MSE และ SSE ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

ตัวแบบ	MSE	SSE	AIC
$ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$	841,311,207	77,400,631,049	2,437.28
$ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(2,2,3)_{12}$	851,252,090	74,910,183,960	2,563.05
$ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(2,2,3)_{12}$	927,265,649	82,526,642,729	2,645.73
$ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(0,2,1)_{12}$	1,541,969,413	141,861,186,018	3,299.63

เนื่องจากตัวแบบ  $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$  มีค่า AIC เท่ากับ 2,437.28 ซึ่งมีค่าต่ำสุด ดังนั้น ตัวแบบของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง คือ  $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$  ซึ่งมีค่า MSE เท่ากับ 841,311,207

ตารางที่ 4.30 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

วิธีการพยากรณ์	<i>MSE</i>
1. วิธีแยกส่วนประกอบ	
-วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดรaticและมีอิทธิพลของฤดูกาล	754,763,036
- วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มควอดรaticและมีอิทธิพลของฤดูกาล	755,501,994
2. วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์	
-รูปแบบบวก	1,073,413,222
-รูปแบบคูณ	2,390,421,326
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	
$ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,2,2)_{12}$	841,311,207

จากตารางที่ 4.30 พบว่า วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดรaticและมีอิทธิพลของฤดูกาลมีค่า *MSE* ต่ำที่สุดเท่ากับ 754,763,036 ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะสรุปผลจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ โดยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ของข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน และ ทุเรียนอบแห้ง พร้อมทั้งทำการปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัยและนำเสนอ ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

##### 5.1.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด

วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรงเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 รวมแล้วเป็นเวลา 120 เดือน โดยมีค่า  $MSE$  เท่ากับ 97,195,100,000,000 ซึ่งได้สมการพยากรณ์เป็น

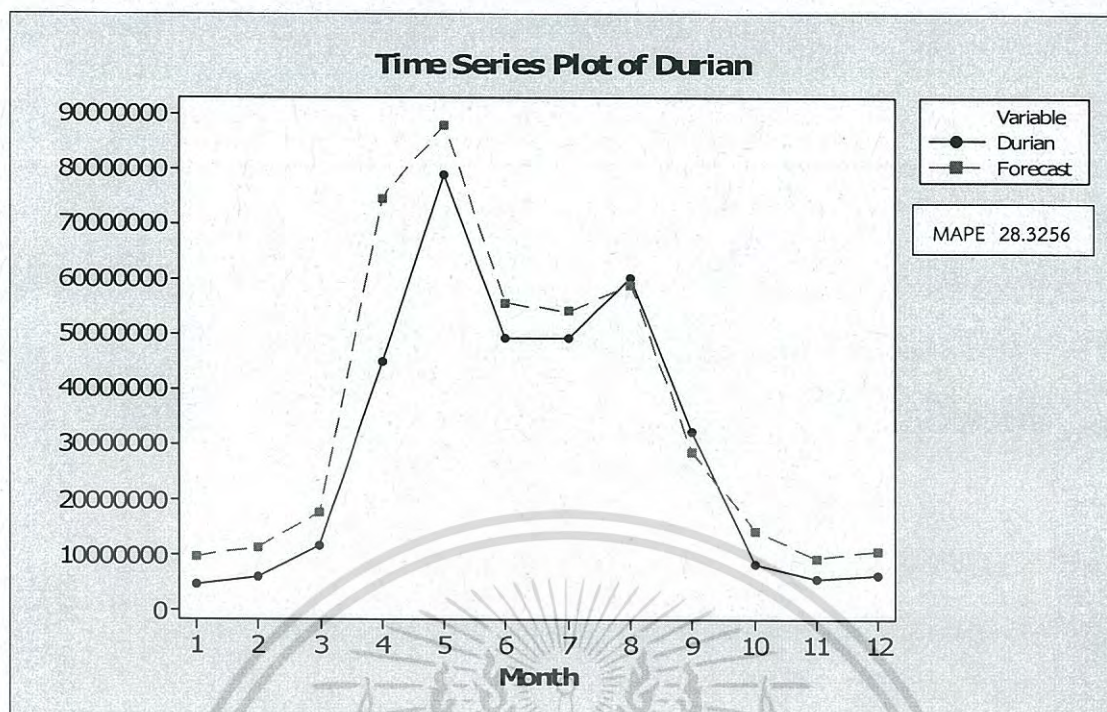
$$\hat{Y}_t = (7,870,336 + 224,401t) \times \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1 = 0.27976$	$\hat{S}_2 = 0.31965$	$\hat{S}_3 = 0.49929$	$\hat{S}_4 = 2.09258$
$\hat{S}_5 = 2.45058$	$\hat{S}_6 = 1.54074$	$\hat{S}_7 = 1.49071$	$\hat{S}_8 = 1.61529$
$\hat{S}_9 = 0.77990$	$\hat{S}_{10} = 0.38897$	$\hat{S}_{11} = 0.25374$	$\hat{S}_{12} = 0.28878$

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้าเป็นเวลา 12 เดือน และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558) ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนสดและค่าพยากรณ์ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีแนวโน้มเส้นตรง ซึ่งจะได้ค่า MAPE เท่ากับ 28.3256%

#### 5.1.1.1 ปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัย

โดยนำข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 12 เดือนมาปรับสมการพยากรณ์ จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (9,662,145 + 196,587t) \times \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547, t มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$$\hat{S}_1 = 0.26448$$

$$\hat{S}_2 = 0.28456$$

$$\hat{S}_3 = 0.49599$$

$$\hat{S}_4 = 1.99258$$

$$\hat{S}_5 = 2.57357$$

$$\hat{S}_6 = 1.62034$$

$$\hat{S}_7 = 1.57310$$

$$\hat{S}_8 = 1.58706$$

$$\hat{S}_9 = 0.76987$$

$$\hat{S}_{10} = 0.33923$$

$$\hat{S}_{11} = 0.23782$$

$$\hat{S}_{12} = 0.26140$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

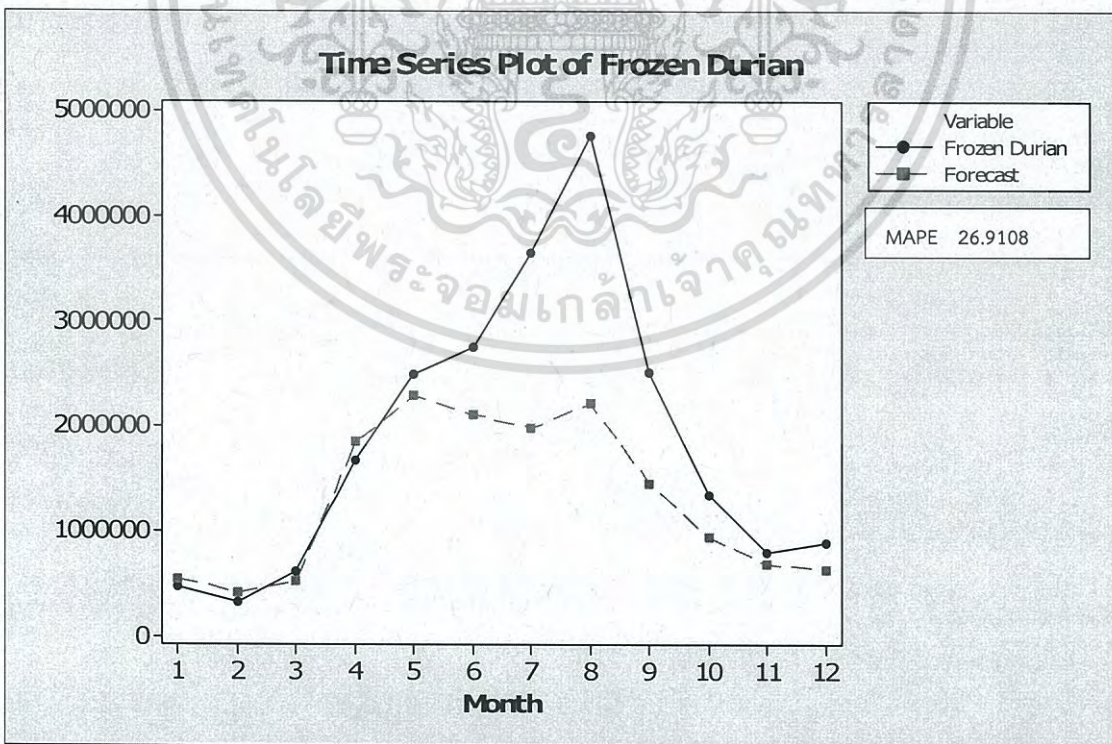
5.1.2 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็ง

วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 รวมแล้วเป็นเวลา 120 เดือนโดยมีค่า  $MSE$  เท่ากับ 276,317,712,551 และมีตัวแบบอนุกรมเวลาเป็น  $ARIMA(0,0,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$  ซึ่งได้สมการพยากรณ์เป็น

$$\hat{Y}_{120}(l) = \begin{cases} Y_{109} - 0.8492e_{109} + 0.4959e_{120} - 0.42112e_{108} & l = 1 \\ Y_{108+l} - 0.8492 e_{108+l} - 0.42112e_{107+l} & l \geq 2 \end{cases}$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้าเป็นเวลา 12 เดือน และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558) ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนแช่แข็งและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์และ

เอกสเจนกินส์ซึ่งได้ค่า  $MAPE$  เท่ากับ 26.9108% เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.2.1 ปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัย

โดยนำข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 12 เดือนมาปรับสมการพยากรณ์ จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ดังนี้

$$\hat{Y}_{132}(l) = \begin{cases} Y_{121} - 0.9088e_{121} + 0.5411e_{132} - 0.49175e_{120} & l=1 \\ Y_{122} - 0.9088e_{122} - 0.49175e_{121} & l \geq 2 \end{cases}$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

### 5.1.3 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

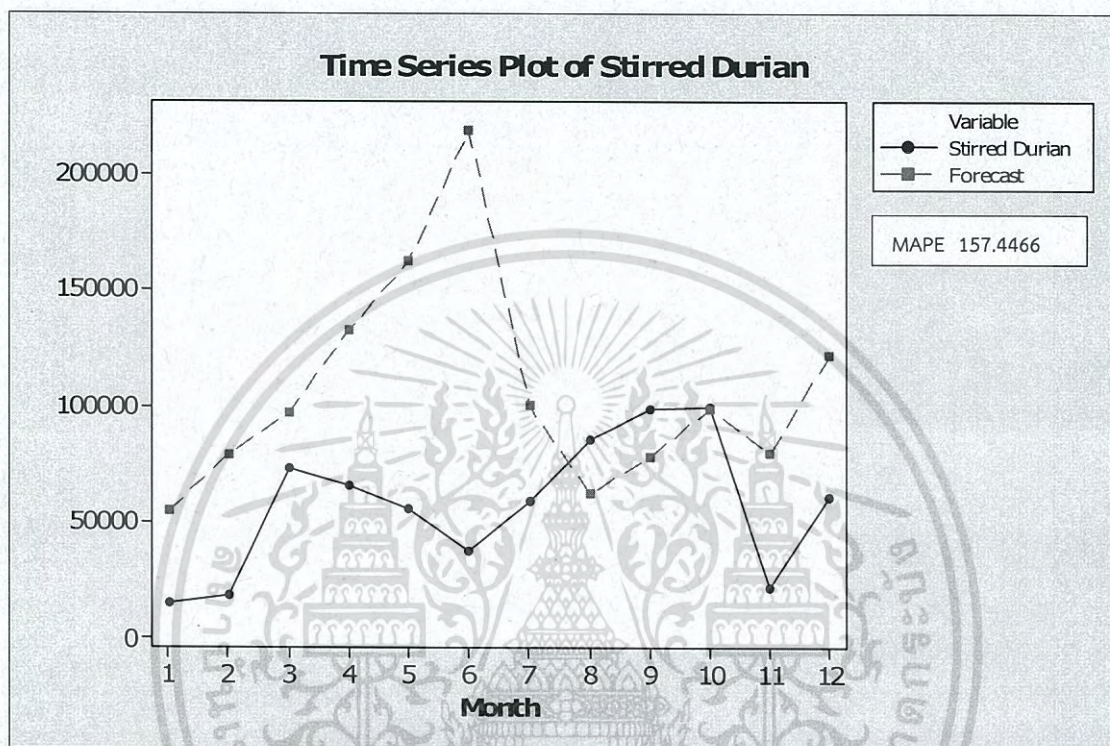
วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 รวมแล้วเป็นเวลา 120 เดือน โดยมีค่า  $MSE$  เท่ากับ 54,902,095,471 และมีตัวแบบอนุกรมเวลาเป็น  $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{10}$  ซึ่งได้สมการพยากรณ์เป็น

$$\hat{Y}_{120}(l) = \begin{cases} 0.6455Y_{120} + 0.2405Y_{111} - 0.1552Y_{110} + Y_{111} - 0.6455Y_{110} - 0.2405Y_{101} \\ + 0.1552Y_{100} + Y_{119} - 0.6455Y_{119} - 0.2405Y_{110} + 0.1552Y_{109} - Y_{110} + 0.6455Y_{109} & l=1 \\ + 0.2405Y_{100} - 0.1552Y_{99} - 0.9282e_{120} - 0.9403e_{111} + 0.8727e_{110} \\ 0.6455\hat{Y}_{120}(l-1) + 0.2405Y_{112} - 0.1552Y_{111} + Y_{112} - 0.6455Y_{111} - 0.2405Y_{102} & l=2 \\ + 0.1552Y_{101} + Y_{120} - 0.6455Y_{120} - 0.2405Y_{111} + 0.1552Y_{110} - Y_{111} + 0.6455Y_{110} \\ + 0.2405Y_{101} - 0.1552Y_{100} - 0.9403e_{112} + 0.8727e_{111} \\ 0.6455\hat{Y}_{120}(l-1) + 0.2405Y_{110+l} - 0.1552Y_{109+l} + Y_{110+l} - 0.6455Y_{109+l} & l \geq 3 \\ - 0.2405Y_{100+l} + 0.1552Y_{99+l} + 0.3545\hat{Y}_{120}(l-2) - 0.2405Y_{109+l} + 0.1552Y_{108+l} \\ - Y_{109+l} + 0.6455Y_{108+l} + 0.2405Y_{99+l} - 0.1552Y_{98+l} - 0.9403e_{110+l} + 0.8727e_{109+l} \end{cases}$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้าเป็นเวลา 12 เดือน และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558) ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งได้ค่า และ MAPE เท่ากับ 157.4466%

### 5.1.3.1 ปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัย

โดยนำข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 12 เดือนมาปรับสมการพยากรณ์ จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ดังนี้

$$\hat{Y}_{132}(l) = \begin{cases} 0.6532Y_{132} + 0.2664Y_{123} - 0.1740Y_{122} + Y_{123} - 0.6532Y_{122} \\ -0.2664Y_{113} + 0.1740Y_{112} + Y_{131} - 0.6532Y_{131} - 0.2664Y_{122} \\ +0.1740Y_{121} - Y_{122} + 0.6532Y_{121} + 0.2664Y_{112} - 0.1740Y_{111} \\ -0.9407e_{132} - 0.9439e_{123} + 0.8879e_{122} & l = 1 \\ \\ 0.6532\hat{Y}_{132(l-1)} + 0.2664Y_{124} - 0.1740Y_{123} + Y_{124} - 0.6532Y_{123} \\ -0.2664Y_{114} + 0.1740Y_{113} + Y_{132} - 0.6532Y_{132} - 0.2664Y_{123} \\ +0.1740Y_{110} - Y_{123} + 0.6532Y_{122} + 0.2664Y_{113} - 0.1740Y_{112} \\ -0.9439e_{124} + 0.8879e_{123} & l = 2 \\ \\ 0.6532\hat{Y}_{132(l-1)} + 0.2664Y_{122+l} - 0.1740Y_{121+l} + Y_{122+l} - 0.6532Y_{121+l} \\ -0.2664Y_{112+l} + 0.1740Y_{111+l} + 0.3545\hat{Y}_{132(l-2)} - 0.2664Y_{121+l} \\ +0.1740Y_{120+l} - Y_{121+l} + 0.6532Y_{120+l} + 0.2664Y_{111+l} - 0.1740Y_{110+l} \\ -0.9439e_{122+l} + 0.8879e_{121+l} & l \geq 3 \end{cases}$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547, t มีหน่วยเป็นรายเดือน)

#### 5.1.4 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง

วิธีสกัดส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีแนวโน้มควอดราติก เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 รวมแล้วเป็นเวลา 120 เดือน โดยมีค่า  $MSE$  เท่ากับ 755,501,994.58 ซึ่งได้สมการพยากรณ์เป็น

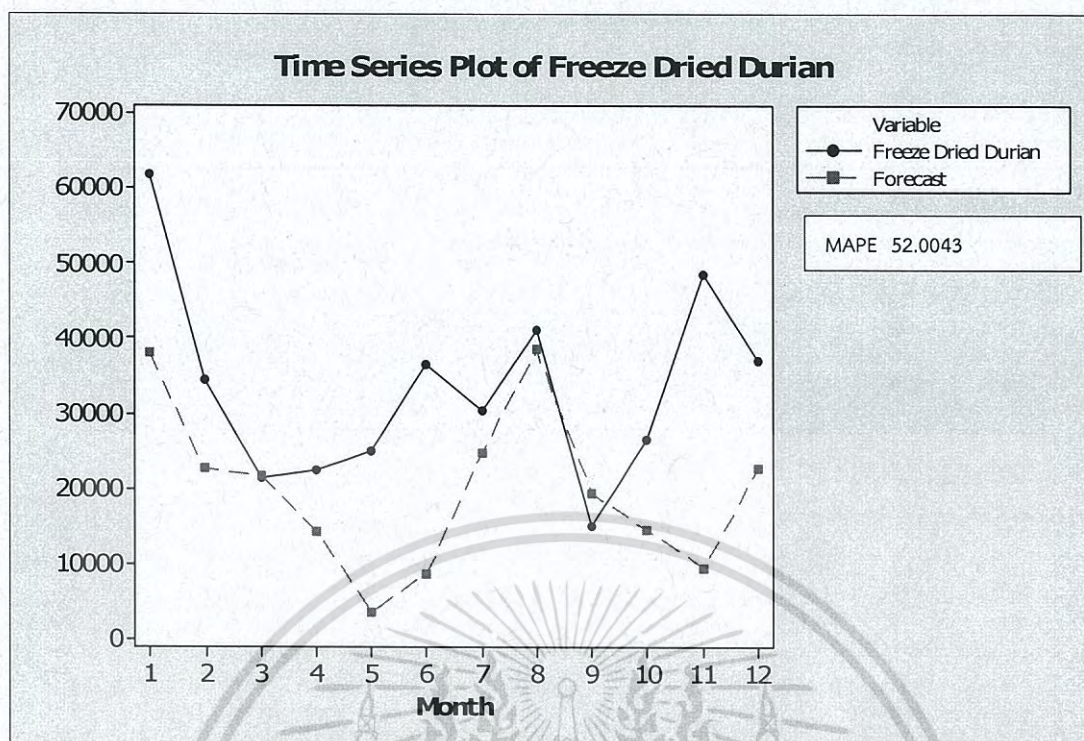
$$\hat{Y}_t = 3,615 + 989t - 6.80t^2 + \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$$\begin{array}{llll} \hat{S}_1 = 14,259.2716 & \hat{S}_2 = -477.5895 & \hat{S}_3 = -647.9552 & \hat{S}_4 = -7,387.4089 \\ \hat{S}_5 = -17,484.6959 & \hat{S}_6 = -11,691.2746 & \hat{S}_7 = 5,230.8225 & \hat{S}_8 = 19,789.3780 \\ \hat{S}_9 = 1,240.5123 & \hat{S}_{10} = -2,763.4737 & \hat{S}_{11} = -7,080.4413 & \hat{S}_{12} = 7,012.8549 \end{array}$$

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้าเป็นเวลา 12 เดือน และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558) ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของทุเรียนอบแห้งและค่าพยากรณ์ โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีนวมโน้มควอดราติก ซึ่งจะได้ค่า MAPE เท่ากับ 52.0043%

#### 5.1.4.1 ปรับสมการพยากรณ์ให้ทันสมัย

โดยนำข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 12 เดือนมาปรับสมการพยากรณ์ จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 6,259.9 + 822.67t - 5.16t^2 + \hat{S}_t$$

(origin เดือนธันวาคม ปี 2547,  $t$  มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยอิทธิพลของฤดูกาล

$\hat{S}_1 = 14,501.7029$	$\hat{S}_2 = -235.1581$	$\hat{S}_3 = -405.5239$	$\hat{S}_4 = -7,144.9776$
$\hat{S}_5 = -17,242.2646$	$\hat{S}_6 = -11,448.8433$	$\hat{S}_7 = 8,125.5779$	$\hat{S}_8 = 17,839.0316$
$\hat{S}_9 = 2,588.2723$	$\hat{S}_{10} = -2,622.7785$	$\hat{S}_{11} = -6,078.9591$	$\hat{S}_{12} = 2,123.9205$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนได้ค่าพยากรณ์ที่ไม่ดี จึงควรหาวิธีการพยากรณ์อื่นๆ เช่น การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ โดยการหาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนเข้ามาเพิ่มในการพยากรณ์ หรือทำการพยากรณ์โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อให้ค่าพยากรณ์มีความถูกต้องมากขึ้น

เมื่อมีการเก็บข้อมูลปริมาณการส่งออกของทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวน และทุเรียนอบแห้งเข้ามาใหม่ควรทำการปรับตัวแบบ เพื่อให้ได้สมการพยากรณ์ทันสมัยอยู่เสมอ และให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำยิ่งขึ้น



## เอกสารอ้างอิง

- [1] Ang, A. H-S. and Tang, W. H. Probability Concepts in Engineering: Emphasis on Applications to Civil and Environmental Engineering. 2nd ed. New York : John Wiley and sons, 2007.
- [2] Otop5star. สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, [http://www.otop5star.com/pop\\_up01-th.php?id=407](http://www.otop5star.com/pop_up01-th.php?id=407), วันที่สืบค้น: 24 กรกฎาคม 2558.
- [3] Overclockzone. สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <http://www.overclockzone.com/forums/showthread.php/2373703-%E0%B8%97%E0%>, วันที่สืบค้น: 22 กรกฎาคม 2558.
- [4] Siam durian. สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <http://www.siamdurian.com>, วันที่สืบค้น: 22 กรกฎาคม 2558.
- [5] กฤติยา ไชยนอก. 30 กรกฎาคม 2557. ทูเรียน...ราชาแห่งผลไม้. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/208>, วันที่สืบค้น: 24 กรกฎาคม 2558.
- [6] กรมวิชาการเกษตร. 2558. จุดเปลี่ยนทุเรียนไทย [ออนไลน์] สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, [http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n17/v\\_11-dec/korkui.html](http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n17/v_11-dec/korkui.html), วันที่สืบค้น: 10 ตุลาคม 2558.
- [7] จุฑามาศ ศุภนคร. การพยากรณ์อนุกรมเวลาสำหรับการวางแผนการผลิตชิ้นส่วนประกอบผลิตภัณฑ์บรรจุ. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 21 ; ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2554.
- [8] ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2549. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์.
- [9] ธาตรี จันทรโคติกา และคณะ. การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของประเทศของไทยโดยใช้แบบจำลอง ARIMAX\*. RMUTT Global Business and Economics Review Vol.6 No.1, March 2011.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [10] วรางคณา กิริติวิบูลย์. 2554. ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ. วารสาร วิทยาศาสตร์ บุรพา ปีที่ 19 ; ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2557.
- [11] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2558. ทูเรียน [ออนไลน์] สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <https://th.wikipedia.org/wiki/ทูเรียน>, วันที่สืบค้น: 3 ตุลาคม 2558.
- [12] ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. 2556. เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ ข การวิเคราะห์อนุกรมเวลา. นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [13] ศุภันันทา ร่มประเสริฐ. 2556. การพยากรณ์แนวโน้มมูลค่าการส่งออกน้ำสับประรดของไทย. วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.) ปีที่ 2 ; ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2556.
- [14] สมศรี บัณฑิตวีไล. 2556. เอกสารประกอบวิชาอนุกรมเวลาและเลขดัชนี. สาขาวิชาสถิติ ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [15] สันติชาย โตพิพัฒน์มงคลและอติตยา ขวัญอยู่. 2554. สภาวะการณ์และการพยากรณ์ปริมาณ การส่งออกมันสำปะหลังของประเทศไทย. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [16] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทุเรียนโดยใช้ “แผนคุณภาพ” (Quality Plan) กำกับ [ออนไลน์] สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, [http://www.trf.or.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=422:quality-plan&catid=57&Itemid=207](http://www.trf.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=422:quality-plan&catid=57&Itemid=207) วันที่สืบค้น: 3 ตุลาคม 2558.
- [17] สุกัญญา ยองประยูรและพรธิภา องค์กรุมารักษ์. การพยากรณ์ปริมาณการนำเข้ากุ้งแช่แข็งของ ประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลา. การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, 2553.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก1 ข้อมูลปริมาณการส่งออกทุเรียนสด

ปริมาณ: กิโลกรัม

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
มกราคม	5,023,530	2,948,166	5,255,311	4,683,066	7,599,327	3,610,627	3,393,926	6,115,556	26,050,559	7,487,876	4,780,187
กุมภาพันธ์	2,033,078	5,749,154	4,043,790	3,772,616	17,585,172	4,009,497	2,622,503	4,281,586	12,348,829	15,962,303	6,122,972
มีนาคม	9,487,697	5,448,625	9,219,163	10,095,481	7,764,618	8,168,404	6,848,869	15,323,524	18,955,031	14,109,481	11,782,443
เมษายน	27,560,179	12,974,279	28,918,190	44,468,330	18,393,034	39,547,447	46,552,789	69,884,548	58,056,706	58,478,813	45,017,866
พฤษภาคม	24,210,529	29,518,577	25,731,536	47,254,405	55,854,615	43,152,285	72,928,174	65,361,740	22,519,006	62,005,582	78,890,582
มิถุนายน	18,974,220	22,613,182	20,166,839	24,260,679	49,414,799	11,265,978	28,888,475	26,367,378	52,033,057	68,868,468	49,388,681
กรกฎาคม	16,192,757	22,344,241	18,391,248	21,414,280	41,711,954	27,883,618	19,699,121	29,162,953	54,844,224	78,435,583	49,219,244
สิงหาคม	17,862,532	16,101,089	27,655,827	19,719,165	27,724,736	33,901,242	45,372,683	50,044,529	34,430,782	45,769,929	60,424,934
กันยายน	5,163,555	11,598,404	11,968,652	12,757,513	7,273,748	12,650,565	18,073,628	36,126,845	58,348,474	9,183,714	32,267,444
ตุลาคม	2,876,960	2,040,926	981,775	6,569,767	2,935,227	9,389,254	12,678,854	13,850,333	19,026,457	1,815,331	8,446,485
พฤศจิกายน	1,423,000	2,022,035	3,304,140	4,102,646	8,561,760	7,954,812	7,709,786	9,578,072	5,129,281	2,714,607	5,666,809
ธันวาคม	1,740,325	3,892,001	1,770,829	4,028,899	11,352,612	5,967,242	7,179,544	25,026,972	5,314,195	4,770,772	6,184,635

ภาคผนวก ก2 ข้อมูลปริมาณการส่งออกทุเรียนแช่แข็ง

ปริมาณ: กิโลกรัม

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
มกราคม	1,590,212	558,692	553,244	504,214	611,258	253,678	349,668	558,111	294,739	400,361	453,108
กุมภาพันธ์	857,294	589,548	252,864	367,151	540,372	386,061	230,436	531,438	250,365	363,217	306,994
มีนาคม	1,092,260	731,306	568,447	455,557	444,140	714,275	440,489	401,915	311,183	454,512	604,270
เมษายน	1,433,338	675,266	1,701,803	1,780,631	808,680	2,104,152	2,283,675	3,342,800	1,299,580	2,191,525	1,658,360
พฤษภาคม	1,230,193	2,219,876	2,895,903	2,820,211	2,494,878	2,640,310	3,237,752	2,253,357	897,771	2,916,092	2,486,197
มิถุนายน	2,310,004	2,308,508	2,172,603	2,035,047	3,995,698	1,062,535	1,452,762	1,275,768	2,057,825	2,715,565	2,740,118
กรกฎาคม	2,325,741	2,530,329	1,325,346	2,159,026	3,735,486	1,443,360	1,258,920	567,600	1,841,926	2,918,528	3,650,607
สิงหาคม	2,310,843	2,244,227	1,252,879	1,865,072	3,103,935	3,191,108	2,359,555	1,773,830	1,793,079	2,426,135	4,766,198
กันยายน	1,683,883	1,633,726	686,446	1,595,997	1,368,058	1,736,771	943,330	1,471,115	2,105,546	989,822	2,506,918
ตุลาคม	993,376	947,697	610,254	1,057,581	771,974	1,011,672	476,048	663,168	1,687,245	684,660	1,345,382
พฤศจิกายน	626,979	1,031,381	497,486	1,083,408	966,774	479,332	648,695	558,851	673,825	477,433	791,787
ธันวาคม	797,194	1,006,547	391,816	586,951	926,550	416,337	641,450	497,362	449,329	604,878	877,216

ภาคผนวก ก3 ข้อมูลปริมาณการส่งออกทุเรียนกวน

ปริมาณ: กิโลกรัม

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
มกราคม	21,581	47,306	420,739	599,997	95,577	222,016	506,383	136,789	2,398	59,243	15,090
กุมภาพันธ์	3,685	62,815	1,658,054	108,949	214,285	257,242	417,155	48,227	1,962	36,007	18,686
มีนาคม	18,703	54,559	222,954	106,792	163,476	285,463	303,772	3,717	4,706	49,477	72,706
เมษายน	9,064	43,706	164,734	145,505	230,884	311,116	451,339	34,568	1,737	9,914	65,247
พฤษภาคม	7,070	85,755	138,316	76,114	383,919	199,051	383,884	45,250	9,623	11,128	55,374
มิถุนายน	44,724	49,508	187,689	181,593	322,580	322,883	166,123	44,123	3,327	22,201	37,002
กรกฎาคม	65,370	118,040	150,202	256,172	201,480	277,907	85,002	8,183	15,221	28,811	59,013
สิงหาคม	104,721	136,964	486,170	270,789	206,972	267,252	128,696	59,724	34,195	15,465	85,605
กันยายน	75,897	141,468	520,399	306,243	295,944	220,521	120,996	36,449	73,963	49,323	98,675
ตุลาคม	112,038	105,550	1,370,480	273,123	248,590	255,674	135,548	28,636	20,817	55,378	99,722
พฤศจิกายน	35,348	152,349	1,817,998	147,701	412,535	295,975	223,129	32,830	42,887	47,462	21,887
ธันวาคม	118,458	138,747	2,085,890	124,853	365,296	505,509	149,004	22,174	18,859	70,991	60,536

ภาคผนวก ก4 ข้อมูลปริมาณการส่งออกทุเรียนอบแห้ง

ปริมาณ: กิโลกรัม

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
มกราคม	100	4,537	211,623	36,943	26,241	51,442	22,138	15,565	24,423	23,617	62,030
กุมภาพันธ์	813	562	130,513	24,409	13,697	13,003	18,885	28,584	32,046	24,408	34,542
มีนาคม	708	3,359	97,730	39,630	14,839	19,963	8,383	17,391	56,049	29,020	21,516
เมษายน	1,226	3,128	21,919	28,816	57,182	45,772	2,091	25,957	26,597	17,359	22,357
พฤษภาคม	1,110	1,137	24,388	18,434	12,597	12,188	12,409	15,737	23,894	20,082	24,877
มิถุนายน	548	3,276	34,540	7,255	40,181	20,658	12,020	22,107	11,215	44,128	36,534
กรกฎาคม	1,993	3,008	14,070	97,688	83,573	44,356	21,416	25,808	29,884	40,739	30,395
สิงหาคม	436	2,518	66,147	79,498	65,055	49,667	51,245	60,795	79,425	14,724	41,104
กันยายน	3,060	943	19,910	26,030	43,892	42,332	69,289	43,353	41,200	31,739	14,950
ตุลาคม	1,788	3,341	6,747	27,450	51,326	19,139	46,970	69,402	29,662	47,799	26,522
พฤศจิกายน	2,555	5,641	34,968	13,115	28,658	33,235	26,434	36,551	37,278	26,638	48,707
ธันวาคม	57	1,504	19,246	124,407	52,337	14,616	31,511	30,967	73,236	32,931	37,000

ภาคผนวก ก5 ตารางค่าวิกฤติของการทดสอบของ *Anderson-Darling*

Significance Level $\alpha$	$a_\alpha$	$b_0$	$b_1$
0.2	0.5091	-0.756	-0.39
0.1	0.6305	-0.75	-0.8
0.05	0.7514	-0.795	-0.89
0.025	0.8725	-0.881	-0.94
0.01	1.0348	-1.013	-0.93
0.005	1.1578	-1.063	-1.34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก6 ตารางค่าวิกฤติของการทดสอบของ Spearman's Rho

One-Tailed $\alpha$ :	.001	.005	.010	.025	.050	.100	$n$
Two-Tailed $\alpha$ :	.002	.010	.020	.050	.100	.200	
—	—	—	—	—	.8000	.8000	4
—	—	.9000	.9000	.8000	.7000	.7000	5
—	.9429	.8857	.8286	.7714	.6000	.6000	6
.9643	.8929	.8571	.7450	.6786	.5357	.5357	7
.9286	.8571	.8095	.7143	.6190	.5000	.5000	8
.9000	.8167	.7667	.6833	.5833	.4667	.4667	9
.8667	.7818	.7333	.6364	.5515	.4424	.4424	10
.8364	.7545	.7000	.6091	.5273	.4182	.4182	11
.8182	.7273	.6713	.5804	.4965	.3986	.3986	12
.7912	.6978	.6429	.5549	.4780	.3791	.3791	13
.7670	.6747	.6220	.5341	.4593	.3626	.3626	14
.7464	.6536	.6000	.5179	.4429	.3500	.3500	15
.7265	.6324	.5824	.5000	.4265	.3382	.3382	16
.7083	.6152	.5637	.4853	.4118	.3260	.3260	17
.6904	.5975	.5480	.4716	.3994	.3148	.3148	18
.6737	.5825	.5333	.4579	.3895	.3070	.3070	19
.6586	.5684	.5203	.4451	.3789	.2977	.2977	20
.6455	.5545	.5078	.4351	.3688	.2909	.2909	21
.6318	.5426	.4963	.4241	.3597	.2829	.2829	22
.6186	.5306	.4852	.4150	.3518	.2767	.2767	23
.6070	.5200	.4748	.4061	.3435	.2704	.2704	24
.5962	.5100	.4654	.3977	.3362	.2646	.2646	25
.5856	.5002	.4564	.3894	.3299	.2588	.2588	26
.5757	.4915	.4481	.3822	.3236	.2540	.2540	27
.5660	.4828	.4401	.3749	.3175	.2490	.2490	28
.5567	.4744	.4320	.3685	.3113	.2443	.2443	29
.5479	.4665	.4251	.3620	.3059	.2400	.2400	30

Source: G. J. Glasser and R. F. Winter (1961). "Values of the Coefficient of Rank Correlation for Testing the Hypothesis of Independence." *Biometrika* 48:444-448. Reprinted by permission of the *Biometrika* trustees. Includes corrections of W. J. Conover (1971) *Practical Nonparametric Statistics*, New York: Wiley.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก7 การทดสอบการแจกแจงปกติโดย *Anderson-Darling* ของปริมาณการส่งออกทุเรียนกวน

ตั้งสมมติฐาน ได้ดังนี้

$H_0$  : ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวนไม่มีการแจกแจงปกติ

จะได้ค่า  $\bar{x} = 203,282$ ,  $S.D. = 32,0072.3477$  และ  $n=120$  สามารถคำนวณหาค่า

$A^2$  และ  $A^*$  ได้ดังนี้

$$A^2 = -120 - \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} [(2i-1) \{ \ln F_X(x_i) + \ln [1 - F_X(x_{121-i})] \}]$$

$$A^2 = -120 - \left[ \frac{1}{120} (-16,148.503) \right]$$

$$A^2 = 14.571$$

และ

$$A^* = 14.571 \left( 1 + \frac{0.75}{120} + \frac{2.25}{120^2} \right)$$

$$A^* = 14.664$$

และคำนวณค่าวิกฤติได้โดย

$$C_{0.05} = 0.7514 \left( 1 + \frac{-0.795}{120} + \frac{-0.89}{120^2} \right)$$

$$C_{0.05} = 0.746$$

สำหรับ  $\alpha = 0.05$  มีบริเวณวิกฤติ เป็น  $A^* > 0.746$

เนื่องจาก  $A^* = 14.664 > 0.746$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ปริมาณการส่งออกของทุเรียนกวน

ไม่มีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$i$	$x_i$	$Rank(x_i)$	$Z_i$	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{120-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{121-i})]\}$
1	21,581	1,737	-0.630	0.264	1.000	-21.346
2	3,685	1,962	-0.629	0.265	1.000	-49.883
3	18,703	2,398	-0.628	0.265	1.000	-70.666
4	9,064	3,327	-0.625	0.266	1.000	-71.753
5	7,070	3,685	-0.624	0.266	0.892	-31.968
6	44,724	3,717	-0.623	0.266	0.839	-34.644
7	65,370	4,706	-0.620	0.267	0.828	-40.039
8	104,721	7,070	-0.613	0.270	0.827	-46.002
9	75,897	8,183	-0.610	0.271	0.812	-50.567
10	112,038	9,064	-0.607	0.272	0.781	-53.578
11	35,348	9,623	-0.605	0.273	0.752	-56.540
12	118,458	9,914	-0.604	0.273	0.748	-61.572
13	47,306	11,128	-0.600	0.274	0.743	-66.356
14	62,815	15,221	-0.588	0.278	0.714	-68.297
15	54,559	15,465	-0.587	0.279	0.714	-73.326
16	43,706	18,703	-0.577	0.282	0.694	-75.905
17	85,755	18,859	-0.576	0.282	0.646	-75.983
18	49,508	20,817	-0.570	0.284	0.645	-80.298
19	118,040	21,581	-0.568	0.285	0.632	-83.407
20	136,964	22,174	-0.566	0.286	0.626	-87.225
21	141,468	22,201	-0.566	0.286	0.623	-91.374
22	105,550	28,636	-0.546	0.293	0.614	-93.762
23	152,349	28,811	-0.545	0.293	0.614	-98.090
24	138,747	32,830	-0.533	0.297	0.601	-100.252
25	420,739	34,195	-0.528	0.299	0.592	-103.164
26	1,658,054	34,568	-0.527	0.299	0.586	-106.584
27	222,954	35,348	-0.525	0.300	0.584	-110.251
28	164,734	36,007	-0.523	0.301	0.579	-113.713
29	138,316	36,449	-0.521	0.301	0.567	-116.120
30	187,689	42,887	-0.501	0.308	0.566	-118.651
31	150,202	43,706	-0.499	0.309	0.565	-122.409
32	486,170	44,123	-0.497	0.310	0.556	-125.078
33	520,399	44,724	-0.495	0.310	0.534	-125.775
34	1,370,480	45,250	-0.494	0.311	0.525	-128.147
35	1,817,998	47,306	-0.487	0.313	0.525	-131.438
36	2,085,890	47,462	-0.487	0.313	0.523	-135.034
37	599,997	48,227	-0.484	0.314	0.521	-138.356
38	108,949	49,323	-0.481	0.315	0.514	-140.650
39	106,792	49,477	-0.481	0.315	0.505	-142.929
40	145,505	49,508	-0.480	0.315	0.498	-145.549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$i$	$x_i$	$Rank(x_i)$	$Z_i$	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{120-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{121-i})]\}$
41	76,114	54,559	-0.465	0.321	0.495	-147.314
42	181,593	55,378	-0.462	0.322	0.481	-148.422
43	256,172	59,243	-0.450	0.326	0.473	-149.627
44	270,789	59,724	-0.449	0.327	0.454	-149.891
45	306,243	62,815	-0.439	0.330	0.452	-152.111
46	273,123	65,370	-0.431	0.333	0.451	-154.477
47	147,701	70,991	-0.413	0.340	0.437	-153.805
48	124,853	73,963	-0.404	0.343	0.434	-155.720
49	95,577	75,897	-0.398	0.345	0.433	-158.120
50	214,285	76,114	-0.397	0.346	0.431	-161.029
51	163,476	85,002	-0.370	0.356	0.428	-160.841
52	230,884	85,755	-0.367	0.357	0.423	-162.885
53	383,919	95,577	-0.337	0.368	0.420	-162.111
54	322,580	104,721	-0.308	0.379	0.420	-162.003
55	201,480	105,550	-0.305	0.380	0.418	-164.438
56	206,972	106,792	-0.301	0.382	0.418	-166.984
57	295,944	108,949	-0.295	0.384	0.416	-168.940
58	248,590	112,038	-0.285	0.388	0.408	-169.201
59	412,535	118,040	-0.266	0.395	0.403	-169.074
60	365,296	118,458	-0.265	0.395	0.399	-170.888
61	222,016	120,996	-0.257	0.399	0.395	-172.214
62	257,242	124,853	-0.245	0.403	0.395	-173.529
63	285,463	128,696	-0.233	0.408	0.388	-173.437
64	311,116	135,548	-0.212	0.416	0.384	-172.880
65	199,051	136,789	-0.208	0.418	0.382	-174.597
66	322,883	136,964	-0.207	0.418	0.380	-176.924
67	277,907	138,316	-0.203	0.420	0.379	-178.890
68	267,252	138,747	-0.202	0.420	0.368	-179.078
69	220,521	141,468	-0.193	0.423	0.357	-178.178
70	255,674	145,505	-0.181	0.428	0.356	-178.976
71	295,975	147,701	-0.174	0.431	0.346	-178.432
72	505,509	149,004	-0.170	0.433	0.345	-180.378
73	506,383	150,202	-0.166	0.434	0.343	-181.917
74	417,155	152,349	-0.159	0.437	0.340	-182.774
75	303,772	163,476	-0.124	0.451	0.333	-179.210
76	451,339	164,734	-0.120	0.452	0.330	-180.440
77	383,884	166,123	-0.116	0.454	0.327	-181.454
78	166,123	181,593	-0.068	0.473	0.326	-177.278
79	85,002	187,689	-0.049	0.481	0.322	-176.059
80	128,696	199,051	-0.013	0.495	0.321	-173.472

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$i$	$x_i$	$Rank(x_i)$	$Z_i$	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{120-i})$	$(2i-1)\{\ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{121-i})]\}$
81	120,996	201,480	-0.006	0.498	0.315	-173.342
82	135,548	206,972	0.012	0.505	0.315	-173.260
83	223,129	214,285	0.034	0.514	0.315	-172.392
84	149,004	220,521	0.054	0.521	0.314	-171.680
85	136,789	222,016	0.059	0.523	0.313	-172.925
86	48,227	222,954	0.061	0.525	0.313	-174.548
87	3,717	223,129	0.062	0.525	0.311	-175.947
88	34,568	230,884	0.086	0.534	0.310	-174.648
89	45,250	248,590	0.142	0.556	0.310	-169.357
90	44,123	255,674	0.164	0.565	0.309	-168.365
91	8,183	256,172	0.165	0.566	0.308	-169.814
92	59,724	257,242	0.169	0.567	0.301	-169.413
93	36,449	267,252	0.200	0.579	0.301	-167.177
94	28,636	270,789	0.211	0.584	0.300	-167.405
95	32,830	273,123	0.218	0.586	0.299	-168.048
96	22,174	277,907	0.233	0.592	0.299	-167.832
97	2,398	285,463	0.257	0.601	0.297	-166.227
98	1,962	295,944	0.290	0.614	0.293	-162.712
99	4,706	295,975	0.290	0.614	0.293	-164.317
100	1,737	303,772	0.314	0.623	0.286	-161.074
101	9,623	306,243	0.322	0.626	0.286	-161.742
102	3,327	311,116	0.337	0.632	0.285	-161.316
103	15,221	322,580	0.373	0.645	0.284	-158.366
104	34,195	322,883	0.374	0.646	0.282	-159.200
105	73,963	365,296	0.506	0.694	0.282	-145.716
106	20,817	383,884	0.564	0.714	0.279	-140.091
107	42,887	383,919	0.564	0.714	0.278	-141.332
108	18,859	412,535	0.654	0.743	0.274	-132.646
109	59,243	417,155	0.668	0.748	0.273	-132.156
110	36,007	420,739	0.679	0.752	0.273	-132.243
111	49,477	451,339	0.775	0.781	0.272	-124.830
112	9,914	486,170	0.884	0.812	0.271	-117.060
113	11,128	505,509	0.944	0.827	0.270	-113.397
114	22,201	506,383	0.947	0.828	0.267	-113.458
115	28,811	520,399	0.991	0.839	0.266	-111.139
116	15,465	599,997	1.239	0.892	0.266	-97.870
117	49,323	1,370,480	3.647	1.000	0.266	-72.110
118	55,378	1,658,054	4.545	1.000	0.265	-72.394
119	47,462	1,817,998	5.045	1.000	0.265	-72.866
120	70,991	2,085,890	5.882	1.000	0.264	-73.406
<b>รวม</b>						<b>-16,148.503</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้