การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

Forecasting the Export Volume of Fresh Mangoes, Dried Mangoes and Mangoes in Packaging

นิตยา ยั่งยืน

ปนัดดา เสนกาบ

รัชดาภรณ์ รมรื่น

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2565

Forecasting the Export Volume of Fresh Mangoes, Dried Mangoes and Mangoes in Packaging

Nittaya Yangyuen

Panadda Senkap

Ratchadaporn Romruen

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE IN APPLIED STATISTICS

DEPARTMENT OF STATISTICS, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

Forecasting the Export Volume of Fresh Mangoes, Dried Mangoes and Mangoes in Packaging

ชื่อนักศึกษา นางสาวนิตยา ยั่งยืน รหัสนักศึกษา 62050788

นางสาวปนัดดา เสนกาบ รหัสนักศึกษา 62050792

นางสาวรัชดาภรณ์ รมรื่น รหัสนักศึกษา 62050817

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์ ประธานกรรมการ	
รศ.ดร.อัชฌา อระวีพร กรรมการ	
ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์			
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนิตยา	ยั่งยืน	รหัสนักศึกษา	62050788
	นางสาวปนัดดา	เสนกาบ	รหัสนักศึกษา	62050792
	นางสาวรัชดาภรณ์	รมรื่น	รหัสนักศึกษา	62050817
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)			
ภาควิชา	สถิติ			
คณะ	วิทยาศาสตร์			
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)			
ปีการศึกษา	2565			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล			

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นระยะเวลา 9 ปี จำนวน 108 ค่า เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2554 – เดือนธันวาคม พ.ศ.2562 เนื่องจากในปี พ.ศ.2563 เกิดโรคระบาดไวรัสโคโรนา (COVID-19) ทำให้ปริมาณการส่งออกผิดปกติจึงได้ทำการตัดข้อมูลในปี 2563-2565 ออก โดยทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 96 ค่า ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับใช้ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธีได้แก่ 1) วิธีแยกส่วนประกอบ 2) เทคนิคการปรับให้เรียบ 3) วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม และใช้ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ในการแสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ในรูปแบบที่เป็นค่าร้อยละเพื่อบอกถึงประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของตัวแบบที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด คือ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยให้ค่า MAPE เท่ากับ 43.69% วิธีที่เหมาะสมสำหรับค่าพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์(HWS) สำหรับรูปแบบคูณ โดยให้ค่า MAPE เท่ากับ 55.35% และวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ คือ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบบวก โดยให้ค่า MAPE เท่ากับ 20.08%

คำสำคัญ : การพยากรณ์, ปริมาณการส่งออก, วิธีแยกส่วนประกอบ, วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์, วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล, วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Forecasting the Export Volume of Fresh Mangoes, Dried Mangoes and Mangoes in Packaging			
Student	Miss Nittaya	Yangyuen	Student ID	62050788
	Miss Panadda	Senkap	Student ID	62050792
	Miss Ratchadaporn	Romruen	Student ID	62050817
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)			
Department	Statistics			
School	Science			
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)			
Academic Years	2022			
Advisor	Asst.Prof.Dr. Somsri Banditvilai			

Abstract

The purpose of This special problem was to find the suitable models for forecasting the export volume of fresh mangoes, dried mangoes and Mangoes in Packaging. The data were taken from the Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives for a period of 9 years, the total of 108 values, from January 2011 – December 2019. According to an outbreak of the Coronavirus (COVID-19) in 2020 causing abnormal export volume, so the data in 2020-2022 were cut. The data were divided into 2 sets. The first set from January 2011 to December 2018 (96 values) was used for constructing the forecast models by three statistical methods: 1) Decomposition Method 2) Smoothing Method 3) Box-Jenkins Method and employed minimum Mean Squared Error (MSE) as the criterion for selecting the appropriate forecasting models. The second set from January 2019 to December 2019, (12 values) was used for validation of the forecasting models. The mean absolute Percentage error

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MAPE) was employed to show the percentage difference between the actual values and the forecast values which used for measuring the performance of the appropriate models.

By comparing three forecasting methods, it was found that Box and Jenkins method was the most suitable method for forecasting the export volume of fresh mangoes, and gained MAPE of 43.69%. The appropriate method for forecasting the export volume of dried mangoes was the Holt-Winters Exponential Smoothing method with multiplicative model, and yielded MAPE of 55.35%. The suitable method for forecasting the export volume of Mangoes in Packaging was the Seasonal Exponential Smoothing with additive model, and gained MAPE of 20.08%.

Keywords : Forecasting export volume, Decomposition method, Smoothing method, Seasonal Exponential Smoothing method, Holt and Winter Exponential Smoothing method, Box and Jenkins method.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้และมีความถูกต้องในส่วนของเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางต่าง ๆ รวมถึงเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการตรวจทานงานวิจัยอย่างละเอียด และหาแนวทางการแก้ไขความบกพร่องต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีมาตลอด จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูง ณ ที่นี้จากใจจริง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร อัชฌา อระวีพร และ ผศ.ดร.อัศวิน วงศ์วิวัฒน์ ผู้ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษที่ให้คำชี้แนะ คำแนะนำ ให้ความรู้เพิ่มเติม ตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และบุคลากรภาควิชาสถิติทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้และคำแนะนำที่มีประโยชน์ รวมถึงให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ มาโดยตลอดสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว เพื่อน ๆ ทุกคน รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำปัญหาพิเศษชิ้นนี้ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นิตยา ยั่งยืน

ปนัดดา เสนกาบ

รัชดาภรณ์ รมรื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บดคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ 4

2.1.1 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง (Anderson – Darling : AD) 4

2.1.2 การทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ 5

2.1.3 ทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์โดยใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis) 6

2.1.4 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) 7

2.1.5 วิธีการปรับให้เรียบ (Smoothing Method) 11

2.1.5.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (SSES) 11

2.1.5.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt - Winter Exponential Smoothing Method: HWS) 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.1.6 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method) 15

2.1.6.1 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศอาไคเคะ 21

2.2 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ 21

2.2.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(Mean Square Error : MSE) 21

2.2.2 เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย
(Mean Absolute Percentage Error : MAPE) 22

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 23

3.1. ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล 23

3.2. ขอบเขตการวิจัย 23

3.3. ขั้นตอนการดำเนินงาน 24

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 27

4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด 27

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีแยกส่วนประกอบ 31

4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก 31

4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ 32

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีปรับให้เรียบ 33

4.1.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES)
สำหรับรูปแบบบวก 33

4.1.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES)
สำหรับรูปแบบคูณ 36

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ 39

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีแยกส่วนประกอบ 52
4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบบวก 52
4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบคูณ 53
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีปรับให้เรียบ..... 55
4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบบวก..... 55
4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบคูณ 58
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ 62
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์..... 70
4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีแยกส่วนประกอบ 74
4.3.1.1 ผลการวิเคราะห์วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก 74
4.3.1.2 ผลการวิเคราะห์วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ..... 75
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีปรับให้เรียบ 76
4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบบวก..... 77
4.3.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบคูณ 80
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์..... 83
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ 92
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์..... 92
5.1.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด 92
5.1.2 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้ง 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.1.3 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ 95

5.2 ข้อเสนอแนะ 97

เอกสารอ้างอิง 98

ภาคผนวก 100

ภาคผนวก ก 101

ภาคผนวก ข 105

ภาคผนวก ค 122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงรูปแบบของอนุกรมค่าประมาณของพารามิเตอร์และสมการพยากรณ์ของวิธีเฉลี่ยแบบง่าย .9
4.1 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α,δ และ MSE 34
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t=85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha=0.5605$ และ $\delta=1.0000$ 34
4.3 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α,δ และ MSE 37
4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t=85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha=0.4738$ และ $\delta=1.0000$ 37
4.5 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ 43
4.6 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน (MODIFIED BOX-PIERCE) ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ 44
4.7 ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด..... 46
4.8 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE การพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออก มะม่วงสด..... 47
4.9 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α,γ,δ และ MSE 55
4.10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t=85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha=0.0356,\gamma=1.0000$ และ $\delta=0.6739$ 56
4.11 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α,γ,δ และ MSE 58
4.12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t=85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha=0.2252,\gamma=0.1579$ และ $\delta=0.3713$ 59
4.13 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ 65
4.14 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน (MODIFIED BOX-PIERCE) ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ 66
4.15 ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง..... 68
4.16 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE การพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออก มะม่วงอบแห้ง..... 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.17 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α,δ และ MSE 77

4.18 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวกตั้งแต่ $t=85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha=0.2425$ และ $\delta=0.1189$ 78

4.19 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α,δ และ MSE 81

4.20 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณตั้งแต่ $t=85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha=0.0000$ และ $\delta=0.4165$ 81

4.21 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ 87

4.22การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน (MODIFIED BOX-PIERCE) ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ 88

4.23 ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์..... 90

4.24 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE การพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ 91

5.1 สรุปผลวิธีการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ 96

ก.1 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562..... 102

ก.2 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562..... 103

ก.3 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562..... 104

ข.1 ค่าวิกฤตของการทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง..... 106

ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด 107

ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง 112

ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ 117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ค.1 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงสดโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ 123
ค.2 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งโดยวิธีปรับให้เรียบ
เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบคูณ 124
ค.3 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยวิธีปรับให้เรียบ
เอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล สำหรับรูปแบบบวก..... 125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

4.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด 27
4.2 การทดสอบการแจกแจงปรกติของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด 28
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก 32
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ 33
4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบฤดูกาล รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 60 เดือนแรก) 36
4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบฤดูกาล รูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 60 เดือนแรก) 39
4.7 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด 39
4.8 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง 40
4.9 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง 41
4.10 คอเรลโรแกรม AUTOCORRELATION (ACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง 42
4.11 คอเรลโรแกรม PARTIAL AUTOCORRELATION (PACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออก มะม่วงสดที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง 42
4.12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ด้วยตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$ 46
4.13 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง 48
4.14 การทดสอบการแจกแจงปรกติของปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งโดยใช้ การทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง 49
4.15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบบวก 52
4.16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบคูณ 53
4.17 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลต์และวินเทอร์ รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 48 เดือนแรก) 58
4.18 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลต์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 48 เดือนแรก) 61
4.19 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง 62

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.20 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง 63
4.21 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง
และผลต่างอีก 1 ครั้ง 63
4.22 คอเรลโรแกรม AUTOCORRELATION (ACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง
ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง 64
4.23 คอเรลโรแกรม PARTIAL AUTOCORRELATION (PACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออก
มะม่วงอบแห้ง ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง 65
4.24 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์
ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ 69
4.25 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ 70
4.26 การทดสอบการแจกแจงปรกติของปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้
การทดสอบแอนเดอร์สัน – ดาร์ลิง 71
4.27 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่าย
รูปแบบบวก 75
4.28 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่าย
รูปแบบคูณ 76
4.29 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยวิธีปรับให้เรียบ
เอ็กซ์โปเนนเชียล แบบฤดูกาล รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 72 เดือนแรก) 80
4.30 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยวิธีปรับให้เรียบ
เอ็กซ์โปเนนเชียล แบบฤดูกาลรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 48 เดือนแรก) 83
4.31 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ 83
4.32 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง 84
4.33 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้งและ
ผลต่างอีก 1 ครั้ง 85
4.34 คอเรลโรแกรม AUTOCORRELATION (ACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออก
มะม่วงในบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.35 คอเรลโรแกรม PARTIAL AUTOCORRELATION (PACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง 86

4.36 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ 90

5.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงสดและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์..... 93

5.2 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้งและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบคูณ(ค่าเริ่มต้น 48 ค่า) 94

5.3 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์และค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล สำหรับรูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น72ค่า) 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะม่วง เป็นไม้ยืนต้นในสกุล Mangifera ซึ่งเป็นไม้ผลเมืองร้อนในวงศ์ Anacardiaceae เชื่อว่าเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในภูมิภาคอินเดีย บังกลาเทศ และพม่าตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งเห็นได้จากความหลากหลายทางพันธุกรรมและร่องรอยฟอสซิลจำนวนมาก นับย้อนไปได้ถึง 25 – 30 ล้านปี มะม่วงมีความแตกต่างประมาณ 49 สายพันธุ์กระจายอยู่ตามประเทศในเขตร้อนตั้งแต่อินเดียไปจนถึงฟิลิปปินส์ จากนั้นจึงแพร่หลายไปทั่วโลก เป็นไม้พุ่มขนาดกลาง ใบโต ยาว ปลายแหลม ขอบใบเรียบ ใบอ่อนสีแดง ออกดอกเป็นช่อตามปลายกิ่ง ดอกขนาดเล็ก สีขาว ผลอ่อนสีเขียว ผลแก่สีเหลือง เมล็ดแบน เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง ผลมะม่วงนำมากินได้ทั้งดิบและสุก มะม่วงดิบเปลือกสีเขียวเนื้อสีขาวส่วนใหญ่มีรสเปรี้ยว ยกเว้นบางพันธุ์ที่เรียกว่ามะม่วงมัน ส่วนผลสุกจะมีสีเหลืองทั้งเปลือกและเนื้อ กินสดหรือ นำไปทำเป็นอาหารเช่น ข้าวเหนียวมะม่วง อีกทั้งมีการนำไปแปรรูป เช่น มะม่วงกวน มะม่วงดอง มะม่วงแช่อิ่ม มะม่วงเค็ม น้ำแยมมะม่วง พายมะม่วง (วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี,2565)

ไทยเป็นแหล่งปลูกมะม่วงพันธุ์ดี มีคุณภาพ และรสชาติดี จึงเป็นที่นิยมในตลาดต่างประเทศ ประกอบกับแนวโน้มความต้องการมะม่วงสดมากขึ้น ซึ่งถือเป็นโอกาสที่เกษตรกรและผู้ประกอบการไทยจะขยายตลาดการส่งออกได้เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในตลาดที่ไทยมีการตกลงการค้าเสรี โดยปัจจุบันประเทศคู่เอฟทีเอของไทย 15 ประเทศ ไม่เก็บภาษีนำเข้ามะม่วงสดจากไทยแล้ว ได้แก่ สมาชิกอาเซียน 7 ประเทศ (อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ บรูไน เวียดนาม เมียนมา และมาเลเซีย) จีน ญี่ปุ่น ฮ่องกง ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ อินเดีย ชิลี และเปรู เหลือเพียง 3 ประเทศ ที่ยังเก็บภาษีนำเข้าจากไทย ได้แก่ สปป.ลาว และกัมพูชา เก็บภาษีนำเข้า 5% และเกาหลีใต้ เก็บภาษีนำเข้า 24% ไทยครองแชมป์ผู้ส่งออกมะม่วงสดอันดับ 1 ในอาเซียน และเป็นอันดับ 7 ของโลก โดยในปี 2562 ไทยส่งออกมะม่วงสดไปตลาดโลกมูลค่า 59 ล้านเหรียญสหรัฐ และส่งออกไปประเทศที่มีเอฟทีเอ มูลค่า 57 ล้านเหรียญสหรัฐ คิดเป็น 96% ของการส่งออกมะม่วงสดทั้งหมด ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบสถิติมูลค่าการส่งออกมะม่วงสดของไทยไปประเทศคู่เอฟทีเอ ในปี 2562 กับปี 2535 ซึ่งเป็นปีก่อนที่การตกลงเอฟทีเอฉบับแรกของไทยกับอาเซียนจะมีผลบังคับใช้ พบว่า มูลค่าการส่งออกมะม่วงสดเพิ่มสูงขึ้น (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ,2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ เป็นอันดับต้นๆของอาเซียน ความนิยมในการบริโภคมะม่วงนี้ ช่วยให้ไทยสามารถส่งออกมะม่วงไปยังต่างประเทศได้มากขึ้น และรวมไปถึงการใช้ประโยชน์จากข้อตกลงการค้าเสรี ยิ่งสนับสนุนการส่งออกมะม่วงของไทยได้อย่างเต็มที่ ผู้จัดทำจึงเห็นความสำคัญในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยผู้วิจัยมุ่งศึกษาเพื่อหาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ และทำการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) วิธีการปรับให้เรียบ (Smoothing Method) และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method) ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้นอกจากจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมแล้วยังสามารถนำตัวแบบพยากรณ์ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์
2. สามารถนำตัวแบบพยากรณ์ไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลที่เป็นรายเดือนของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และ มะม่วงในบรรจุภัณฑ์ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นระยะเวลา 9 ปี จำนวน 108 ค่า เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2554 – เดือนธันวาคม พ.ศ.2562 เนื่องจากในปี พ.ศ.2563 เกิดโรคระบาดไวรัสโคโรนา (COVID-19) ทำให้ปริมาณการส่งออกผิดปกติจึงได้ทำการตัดข้อมูลในปี 2563-2565 ออก พิจารณาถึงแค่ปีพ.ศ. 2562 โดยทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 96 ค่า ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ 1) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) 2) เทคนิคการปรับให้เรียบ (Smoothing Method) 3) วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

2. สามารถนำตัวแบบพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์สำหรับการตัดสินใจ วางแผนปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

มะม่วง เป็นพืชที่ปลูกเพื่อรับประทานผลและผลที่ได้นั้นสามารถรับประทานได้ทั้งดิบและสุก และมะม่วงหลายพันธุ์ยังเป็นผลไม้ที่ตลาดต่างประเทศต้องการ (พรรณวดี เลิศลุมพลีพันธุ์,2561)

มะม่วงในบรรจุภัณฑ์ หมายถึง มะม่วงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมะม่วงที่บรรจุต้องมีความสม่ำเสมอทั้งเรื่องพันธุ์ คุณภาพ ขนาด และสี ในกรณีที่มองเห็นมะม่วงจากภายนอกบรรจุภัณฑ์ มะม่วงส่วนที่มองเห็นต้องเป็นตัวแทนของผลผลิตทั้งหมด (มาตรฐานสินค้าเกษตร,2558)

มะม่วงอบแห้ง คือ มะม่วงที่ผ่านการอบแห้งการอบแห้งถือเป็นวิธีการถนอมอาหารที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง เพราะสะดวกและ ประหยัดต้นทุน มะม่วงเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาอบแห้ง โดยเทคโนโลยีการอบแห้งจะช่วยถนอมรักษามะม่วงไม่ให้เน่าเสีย มีอายุการเก็บรักษาได้นาน ผ่านกระบวนการนำความชื้นและน้ำออกจากมะม่วงโดยใช้ความร้อนป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดี ทำให้น้ำหนักของมะม่วงที่ผ่านการอบแห้งลดลงจึงทำให้สะดวกต่อการขนส่งและประหยัดต้นทุนสำหรับการขนส่งไปจำหน่ายในบริเวณที่อยู่ห่างไกล นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้งที่ได้มีรสชาติ สี และกลิ่นที่ดี (ธนัท สมณคุปต์ และ วสันต์ ชุณหวิจิตรา,2565)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะ

2.2 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1.1 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง (Anderson – Darling : AD)

การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง (Anderson – Darling : AD) เป็นวิธีที่ใช้ในการทดสอบข้อมูลว่ามีการแจกแจงปรกติหรือไม่ สามารถทดสอบการแจกแจงได้ทั้งการระบุค่าพารามิเตอร์และไม่ระบุค่าพารามิเตอร์ ในที่นี้จะกล่าวถึง กรณีทดสอบการแจกแจงโดยไม่ระบุค่าพารามิเตอร์ (Anderson T.W. and Darling D.A, 1952) การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนด H_0 และ H_1

H_0 : อนุกรมเวลามีการแจกแจงปรกติ

H_1 : อนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปรกติ

2. ตัวสถิติ

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

เมื่อ $F_x(x_i)$ คือ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability function) ของการแจกแจงที่คาดไว้

X_i คือ ข้อมูลลำดับที่ i เมื่อรับข้อมูลลำดับจากน้อยไปมากแล้ว

n คือ ขนาดตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังคำนวนค่าสถิติทดสอบ AD แล้วจะทำการปรับค่าตัวสถิติทดสอบเป็น $AD*$ สูตรในการปรับค่าตัวสถิติทดสอบจะขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง n การแจกแจงที่คาดไว้ และพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่คาดไว้ กรณีการแจกแจงปรกติ มีสูตรการคำนวนดังนี้

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

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

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

เมื่อ C_α คือ ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบการแจกแจงปรกติ

a_α, b_0, b_1 คือ ค่าที่เปิดจากตารางค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน – ดาร์ลิงที่ระดับนัยสำคัญ α โดยมีบริเวณวิกฤต คือ

$$AD^* \geq C_\alpha$$

การทดสอบแนวแนวโน้มมีทั้งแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์แต่ในกรณีจะกล่าวถึงเฉพาะไม่ใช้พารามิเตอร์

2.1.2 การทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบแดเนียล (Daniel's Test) เป็นการทดสอบแนวโน้มที่ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman, r_s) ซึ่งเป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร แต่ละตัวแปรมีค่าแทนลำดับ(Rank) ของค่าสังเกต หรือแปลงค่าสังเกตเป็นลำดับแล้ว กรณีที่อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง ค่า r_s จะมีค่าเข้าใกล้ 1 หรือ -1 (ทรงศิริ แต้สมบัติ,2549) โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. กำหนด H_0 และ H_1

H_0 : อนุกรมไม่มีแนวโน้ม

H_1 : อนุกรมมีแนวโน้ม

2. ตัวสถิติ

$$r_s = 1-\frac{\left(6\sum_{t=1}^{n} d_t^2\right)}{n\left(n^2-1\right)}$$

ซึ่ง $d_t = t -$ ลำดับที่ของ $Y_t = t - R\left(Y_t\right)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

3.1 สำหรับอนุกรมเวลาขนาดเล็ก $n < 30$

บริเวณวิกฤต คือ $|r_s| \geq r_{\frac{\alpha}{2}}$ ที่ n และ $r_{\frac{\alpha}{2}}$

เป็นค่าวิกฤติที่ได้จากตาราง Critical Values Approximate of Spearman's Rho

3.2 สำหรับอนุกรมเวลามีขนาดใหญ่ $n \geq 30$

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

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

บริเวณวิกฤติ คือ $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$

2.1.3 ทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์โดยใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis) เป็นการทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จะประยุกต์การทดสอบนี้กับการทดสอบว่าอนุกรมเวลาที่กำจัดแนวโน้มแล้วมีอิทธิพลฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ การทดสอบใช้ลำดับของค่าสังเกตที่จำกัดแนวโน้มแทนค่าสังเกตในการพิจารณา (ทรงศิริ แต้สมบัติ,2549) โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. กำหนด H_0 และ H_1

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลฤดูกาล

H_1 : อนุกรมเวลามีอิทธิพลฤดูกาล

สำหรับรูปแบบบวก

$$H_0 : S_1 = S_2 = ... = S_L = 0$$

$H_1 : S_i \neq 0$ สำหรับบางฤดูกาล

สำหรับรูปแบบคูณ

$$H_0 : S_1 = S_2 = ... = S_L = 1$$

$H_1 : S_i \neq 1$ สำหรับบางฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวสถิติ

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

ซึ่ง n_i คือ จำนวนค่าสังเกตในฤดูกาลที่ i

n คือ $\sum_{i=1}^{L} n_i$

L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

Y_t' คือ ค่าสังเกตที่ปรับแนวโน้มแล้ว ณ เวลาที่ t

R_i คือ ผลรวมของลำดับของ Y_t' ในฤดูกาลที่ i

ตัวสถิติ H มีการแจกแจงประมาณแบบไคสแควร์ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $L-1$

4. เกณฑ์การตัดสินใจ

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

ซึ่ง $\chi^2_{\alpha,L-1}$ เป็นค่าวิกฤตที่ได้จากตารางสถิติ Chi-Square Distribution

2.1.4 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

วิธีแยกส่วนประกอบนี้จะทำการแยกอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แนวโน้ม (Trend) อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Variation) อิทธิพลของวัฏจักร (Cyclical Variation) และเหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular Variation) ส่วนประกอบ ทั้ง 4 ส่วนจะรวมกันทำให้เกิดอนุกรมเวลามีตัวแบบพื้นฐาน 2 ตัวแบบ (ทรงศิริ แต้สมบัติ,2549) ได้แก่

1. รูปแบบบวก (Additive Model)

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

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลาที่ t

T_t คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลาที่ t

S_t คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลาที่ t

C_t คือ ค่าอิทธิพลของวัฏจักร ณ เวลาที่ t

I_t คือ ค่าเหตุการณ์ผิดปกติ ณ เวลาที่ t

ส่วนประกอบของอนุกรมเวลามีดังนี้

1. แนวโน้ม (Trend : T_t) การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาวซึ่งอาจจะเป็นได้ทั้งแนวโน้มขึ้น (Upward trend) หรือแนวโน้มลง (Downward trend) แนวโน้มจะสะท้อนให้เห็นถึงความเจริญหรือความเสื่อมของเหตุการณ์ต่างๆ เช่น ยอดขายสินค้าใหม่ที่เพิ่มขึ้น จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เป็นต้น โดยสามารถพิจารณาแนวโน้มได้จากกราฟ (t, Y_t) ลักษณะต่างๆ ที่เป็นไปได้ของแนวโน้ม ได้แก่ แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend) แนวโน้มควอดราติก (Quadratic Trend) แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Trend) และแนวโน้มแบบตัว S (S shaped Trend) เป็นต้น

2. อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Variation : S_t) การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่มีผลเนื่องมาจากฤดูกาล โดยการเคลื่อนไหวจะเกิดขึ้นซ้ำกันในแต่ละช่วงเวลา โดยลักษณะการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน ปัจจัยที่มีผลต่ออิทธิพลฤดูกาลมีได้หลายปัจจัย ได้แก่ สภาพอากาศ อุณหภูมิ สภาพทางสังคม วัฒนธรรม งบประมาณของหน่วยงานรัฐบาล กำหนดการตามปฏิทินที่หน่วยงานกำหนดขึ้น เช่น ปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน ปริมาณการใช้น้ำมันในแต่ละเดือน จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาประเทศไทยในแต่ละเดือน ยอดขายเครื่องปรับอากาศในแต่ละเดือน อนุกรมเวลาที่ใช้ในการพิจารณาอิทธิพลฤดูกาลมักเป็นอนุกรมเวลารายเดือนหรือรายไตรมาสที่มีการเก็บรวบรวมไว้อย่างน้อย 2 ปี ขึ้นไป

3. อิทธิพลของวัฏจักร (Cyclical Variation : C_t) เป็นการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมเป็นระยะยาวหลายปี การเคลื่อนไหวอาจจะแสดงอิทธิพลของวัฏจักรที่มีลักษณะคล้ายกับอิทธิพลฤดูกาล โดยวัฏจักรหนึ่งจะครอบคลุมระยะเวลาหลายปี แต่ละช่วงมีการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกันมาก วัฏจักรที่มักพบ ได้แก่ วัฏจักรของธุรกิจ (Business Cycle) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงรุ่งเรือง (Growth) ช่วงคงที่ (Maturity) และช่วงตกต่ำ (Decline) นอกจากนี้ยังมีวัฏจักรอากาศ (Weather Cycle) และวัฏจักรเสื้อผ้า (Clothing Cycle) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular Variation : I_t) เป็นการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเฉพาะส่วนที่ไม่มีแผนแบบที่แน่นอน เหตุการณ์ผิดปกตินี้ส่วนใหญ่จะเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อนหรือไม่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง เช่น น้ำท่วม พายุ อุบัติเหตุ แผ่นดินไหว การนัดหยุดงาน การเมือง การเกิดสงคราม เป็นต้น รวมถึงปัจจัยอื่นๆที่ไม่ใช่ แนวโน้ม ฤดูกาล และวัฏจักร เป็นต้น

วิธีการแยกส่วนประกอบมีทั้งอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม อนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาล และอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ในการศึกษาครั้งนี้อนุกรมเวลาที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ มีทั้งอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลฤดูกาลอย่างเดียว และอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยอนุกรมที่มีอิทธิพลฤดูกาลอย่างเดียว จะใช้วิธีเฉลี่ยแบบง่าย และอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวกและรูปแบบคูณในการหาตัวแบบพยากรณ์

1. วิธีเฉลี่ยแบบง่าย

วิธีเฉลี่ยแบบง่ายจะใช้เมื่ออนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาลอย่างเดียว นั่นคือมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากฤดูกาลอยู่รอบเส้นแกนแนวนอน ในแต่ละปีการเคลื่อนไหวจะมีแผนแบบฤดูกาลที่ไม่ต่างกัน (Constant seasonal pattarn) (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549)

ตารางที่ 2.1 แสดงรูปแบบของอนุกรมค่าประมาณของพารามิเตอร์และสมการพยากรณ์ของวิธีเฉลี่ยแบบง่าย

ลักษณะ	รูปแบบ	ค่าประมาณ	สมการพยากรณ์
บวก	$Y_t = \beta_0 + S_t + \varepsilon_t$	$\hat{\beta}_0 = \bar{Y}$ $\hat{S}_i = \bar{Y}_i - \bar{Y}$ เมื่อ $\bar{Y}$ เป็นค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $\bar{Y}_i$ เป็นค่าเฉลี่ยของฤดูกาล i	$\hat{Y}_{n+p} = \hat{\beta}_0 + \hat{S}_t$ เมื่อเวลา $t = n+p$ อยู่ในฤดูกาลที่ i
คูณ	$Y_t = \beta_0 S_t \varepsilon_t$	$\hat{\beta}_0 = \bar{Y}$ $\hat{S}_i = \frac{\bar{Y}_i}{\bar{Y}}$	$\hat{Y}_{n+p} = \hat{\beta}_0 \hat{S}_t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบบวก

เมื่อมีรูปแบบเป็นรูปแบบบวกและแนวโน้มเป็นเส้นตรง กำหนดรูปแบบเป็น

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

ที่มี $\sum \hat{S}_i = 0$ ขั้นตอนการหาแนวโน้มและค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลดังนี้

1. สร้างสมการแนวโน้มจากค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาแต่ละปี โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จากสมการแนวโน้มที่ได้จะทราบอัตราการเพิ่มหรือลดของค่าเฉลี่ยต่อปี (b_1) และอัตราการเพิ่มหรือลดของค่าเฉลี่ยต่อฤดูกาล $\left(b_1^* = \frac{b_1}{L}\right) L$ เป็นจำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

2. หาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาสำหรับแต่ละฤดูกาลเรียก $\bar{Y}_i$ เมื่อ $i = 1,...,L$

3. กำจัดแนวโน้มออกจากค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาล โดยลบค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลออกด้วยอัตราการเพิ่มหรือลดต่อฤดูกาล นั่นคือค่าเฉลี่ยแต่ละฤดูกาลที่กำจัดแนวโน้มแล้วจะได้เป็น $\bar{Y}_i(adj) = \bar{Y}_i - (i-1)\frac{b_1}{L}$ และค่าเฉลี่ยของ $\bar{Y}_i(adj)$ เป็น $\bar{Y}(adj)$ ซึ่ง $\bar{Y}(adj) = \sum_{i=1}^{L} \frac{\bar{Y}_i(adj)}{L}$

4. หาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลที่ i หรือ $\hat{S}_i$ ได้โดย $\hat{S}_i = \bar{Y}_i(adj) - \bar{Y}(adj)$

5. กำจัดฤดูกาลออกจากอนุกรมเวลา โดยเอาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลลบออกจากค่าสังเกตของอนุกรมเวลา แล้วนำอนุกรมเวลาที่กำจัดฤดูกาลแล้วไปหาสมการแนวโน้ม จะได้สมการแนวโน้มเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t$ ทำให้ได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = \hat{T}_t + \hat{S}_t = b_0 + b_1 t + \hat{S}_t$

3. วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบคูณ

เมื่อมีรูปแบบเป็นรูปแบบคูณและมีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล กำหนดรูปแบบเป็น

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

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาจะทำทำนองเดียวกับกรณีรูปแบบบวก โดยเริ่มจากการแปลงจากรูปแบบคูณให้เป็นรูปแบบบวก โดยการหาลอการิทึมของ Y_t ได้รูปแบบใหม่เป็น

$$\ln Y_t = \ln \beta_0 + \ln \beta_1 t + \ln S_t + \ln \varepsilon_t$$
$$Y_t' = \beta_0' + \beta_1' t + S_t' + \varepsilon_t'$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้สมการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลา $\{Y_t'\}$ แล้วจึงแปลงสมการพยากรณ์ สำหรับอนุกรมเวลา $\{Y_t'\}$ เป็นสมการที่มาจากรูปแบบคูณโดยการหา antilog ของ $\hat{Y}_t'$ นั่นคือจาก $\hat{Y}_t' = b_0' + b_1't + \hat{S}_t'$ เขียนเป็นสมการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ $\hat{Y}_t = b_0 b_1^t \hat{S}_t$

ซึ่งเวลา $b_0 = \exp(b_0'), b_1 = \exp(b_1')$ และ $\hat{S}_t = \exp\left(\hat{S}_t'\right)$

2.1.5 วิธีการปรับให้เรียบ (Smoothing Method)

การปรับให้เรียบ เป็นการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้หลักการของการปรับให้เรียบ คือ การใช้ค่าสังเกตในอดีตส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมดในการสร้างสมการพยากรณ์โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าต่างกัน

2.1.5.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (SSES)

เป็นวิธีที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล ทั้งกรณีของรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ และมีค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม (α) และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล (δ) โดย α, δ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 (ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล, 2565)

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

$\hat{S}_i(t)$ = คือ ค่าวัดอิทธิพลองฤดูกาลหรือดัชนีฤดูกาล ณ เวลา t เมื่อ $i = 1,...,\mathrm{L}$

รูปแบบของอนุกรมเวลา สมการปรับค่าหา $\hat{T}_t(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ และสมการพยากรณ์สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

1. รูปแบบบวก (Additive Model)

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

ทำให้ $\hat{T}_{t+p}(t) = \hat{T}_t(t)$ สำหรับ $p \geq 1$

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = \hat{T}_{t+p}(t) + \hat{S}_{t+p}(t)$$

ซึ่ง $\hat{S}_{t+p}(t) = \hat{S}_i(t)$ เมื่อ $t+p$ อยู่ในฤดูกาลที่ i

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model)

$$Y_t = \beta_0 S_t \varepsilon_t$$

ทำให้ $\hat{T}_{t+p}(t) = \hat{T}_t(t)$ สำหรับ $p \geq 1$

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

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

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \dfrac{\delta(1-\alpha)e_t}{\hat{T}_t(t)} \\ \hat{S}_i(t-1) \end{cases}$$

สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = \hat{T}_{t+p}(t)\hat{S}_{t+p}(t)$$

ซึ่ง $\hat{S}_{t+p}(t) = \hat{S}_i(t)$ เมื่อ $t+p$ อยู่ในฤดูกาลที่ i

2.1.5.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt - Winter Exponential Smoothing Method: HWS)

วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (HWS) เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวทั้งจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล วิธี HWS มีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า คือ α เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม γ เป็นค่าน้ำหนักสำหรับค่าความชัน และ δ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งรูปแบบการรวมแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รูปแบบบวก (Additive Model) ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราคงที่ มีรูปแบบเป็นดังนี้

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

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

$$\hat{T}_t(t) = \hat{T}_t(t-1)\alpha e_t$$
$$\hat{\beta}_1(t) = \hat{\beta}_1(t-1) + \alpha\gamma e_t$$
$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \delta(1-\alpha)e_t \\ \hat{S}_i(t-1) \end{cases}$$

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

$\hat{\beta}_1(t)$ คือ ค่าประมาณความชัน เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

$\hat{S}_i(t)$ คือ ค่าประมาณอิทธิพลของฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

α คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

γ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

δ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์ ณ เวลา $t+p$ คือ

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

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

เมื่อ $\hat{T}_{t+p}(t)$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+p$ เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

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

$\hat{\beta}_1(t)$ คือ ค่าประมาณความชัน เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

p คือ ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model) ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นสัดส่วนกับแนวโน้ม รูปแบบสมการเป็นดังนี้

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

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

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

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

$$\hat{S}_i(t) = \begin{cases} \hat{S}_i(t-1) + \dfrac{\delta(1-\alpha)e_t}{\hat{T}_t(t)} \\ \hat{S}_i(t-1) \end{cases}$$

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

$\hat{\beta}_1(t)$ คือ ค่าประมาณความชัน เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

$\hat{S}_i(t)$ คือ ค่าประมาณอิทธิพลของฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจาก

ข้อมูล t ค่า

α คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

γ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

δ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล

มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการพยากรณ์ ณ เวลา $t+p$ คือ

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

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

เมื่อ $\hat{T}_{t+p}(t)$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+p$ เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

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

$\hat{\beta}_1(t)$ คือ ค่าประมาณความชัน เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า

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

p คือ ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

2.1.6 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box - Jenkins Method) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่จะทำให้ได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงกว่าวิธีอื่นในการพยากรณ์ในระยะสั้น (Short term Forecasting) และเหมาะสมกับอนุกรมเวลาในทุกรูปแบบ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box - Jenkins Method) จะแบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ประเภท (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549) ดังนี้

1. อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Series) เป็นอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ Y_t นั่นคือค่าเฉลี่ย $E(Y_t)$ และค่าความแปรปรวน $V(Y_t)$ มีค่าคงที่ สำหรับแต่ละช่วงเวลาที่มีการเคลื่อนที่ของแนวโน้ม และ/หรืออิทธิพลของฤดูกาลจะมี $E(Y_t)$ ไม่คงที่ ส่วนอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของ Y_t สูง จะเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาที่ $V(Y_t)$ ไม่คงที่ จะเรียกว่าอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี นอกจากจะเป็นอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนคงที่แล้ว อนุกรมที่เป็นสเตชันนารีจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ lag k ขึ้นอยู่กับค่า k อย่างเดียว อนุกรมเวลาที่จะกำหนดรูปแบบเป็น $ARMA(p,q)$ จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Nonstationary Series) เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี จะหารูปแบบ $ARMA(p,q)$ ให้กับอนุกรมเวลาดังกล่าวไม่ได้จะต้องทำการแปลงอนุกรมเวลานั้นให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีก่อนจึงจะสามารถหารูปแบบ $ARMA(p,q)$ ให้กับอนุกรมเวลาดังกล่าวได้ ซึ่งทำได้ด้วยวิธีต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 หาผลต่าง (Regular Difference) ของอนุกรมเวลานั่นคือ ถ้าอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ มี การเคลื่อนไหวจากแนวโน้มจะแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีแนวโน้ม $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla^d Y_t$ และ d เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่าง ซึ่งจำนวนครั้งที่หาผลต่างจะขึ้นอยู่กับว่าเมื่อหาผลต่างแล้ว อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นสเตชันนารีต้องหาผลต่างต่อไป และโดยทั่วไปถ้าอนุกรมเวลามีแนวโน้มเส้นตรง จะใช้ d เป็น 1 ส่วนอนุกรมเวลามีแนวโน้มควอดราติก จะใช้ d เป็น 2

2.2 หาผลต่างฤดูกาล (Seasonal Difference) ของอนุกรมเวลานั่นคือ ถ้าอนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องจะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla_L^D Y_t$ โดย D เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาล และ L เป็น จำนวนฤดูกาลต่อปี สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน (L=12) เมื่อ D=2

$$Z_t = \nabla_{12}^2 Y_t = \nabla_{12}\left(Y_t + Y_{t+12}\right) = Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-12} + Y_{t-24} = Y_t + 2Y_{t-12} + Y_{t-24}$$

ซึ่งการหาผลต่างฤดูกาลจะทำกี่ครั้งขึ้นอยู่กับว่า เมื่อหาผลต่างฤดูกาลแล้วอนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีแล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นสเตชันนารีต้องหาผลต่างฤดูกาลต่อไป

2.3 หาผลต่างและผลต่างฤดูกาลของอนุกรมเวลา ในกรณีที่อนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวทั้งจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล การแปลงให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีนั้นจะทำได้โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลควบคู่กันไป จำนวนครั้งของการหาผลต่าง d และ D จะขึ้นอยู่กับว่าอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีแล้วหรือไม่ เช่น อนุกรมเวลารายเดือนที่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล เมื่อ d=1 และ D=1 จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ โดย

$$Z_t = \nabla\nabla_{12} Y_t = \nabla\left(Y_t - Y_{t-12}\right) = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t+13}$$

2.4 การหาลอกการิทึมของค่าสังเกตในอนุกรมเวลา คือ การแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \log(Y_t)$ การแปลงนี้จะทำเมื่อความผันแปรของอนุกรมเวลาไม่คงที่ นั่นคือ $V(Y_t)$ ไม่คงที่สำหรับค่า t ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา จะพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของตัวอย่าง r_k และ r_{kk} ที่สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของประชากร ρ_k และ ρ_{kk} (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549)

$ARMA(p,q)$	คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว
$ARIMA(p,d,q)$	คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารี และมีแนวโน้มเพียงอย่างเดียว
$SARIMA(P,D,Q)_L$	คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารี และมีอิทธิพลของฤดูกาลเพียงอย่างเดียว
$ARIMA(p,d,q)\times SARIMA(P,D,Q)_L$	คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารี และมีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

ตัวแบบอนุกรมเวลาทั่วไปสำหรับการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box - Jenkins Method) ได้แก่ $ARIMA(p,d,q)\times SARIMA(P,D,Q)_L$ (ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล, 2565) มีรูปแบบดังนี้

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

โดยที่

$$\begin{aligned}
\phi_p(B) &= \left(1-\phi_1-\phi_2B^2-\ldots-\phi_pB^p\right)\\
\Phi_p(B^L) &= \left(1-\Phi_{1L}B^L-\Phi_{2L}B^{2L}-\ldots-\Phi_{PL}B^{PL}\right)\\
\theta_q(B) &= \left(1-\theta_1B-\theta_2B^2-\ldots-\theta_qB^q\right)\\
\Theta_Q(B^L) &= \left(1-\Theta_{1L}B^L-\Theta_{2L}B^{2L}-\ldots-\Theta_{QL}B^{QL}\right)\\
Z_t &= \left(1-B^L\right)^D(1-B)^d Y_t
\end{aligned}$$

เมื่อ B คือ Backward shift operator

θ_0 คือ ค่าคงที่

ϕ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเอง ตัวที่ i โดยที่ $i=1,2,...,p$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Φ_{iL} คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาล ตัวที่ i โดยที่ $i=1,2,...,P$

θ_i คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ตัวที่ i โดยที่ $i=1,2,...,q$

Θ_{iL} คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาล ตัวที่ i โดยที่ $i=1,2,...,Q$

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงแบบปรกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\varepsilon_t}^2$ และเป็นอิสระต่อกัน

p คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเอง

P คือ อันดับที่ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาล

d คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างเพื่อแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารี

D คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาลเพื่อแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีเนื่องจากฤดูกาล

q คือ อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

Q คือ อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาล

L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

Z_t เป็นการแปลงค่าสังเกต Y_t ให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีเพื่อหารูปแบบ $ARIMA(p,d,q)\times SARIMA(P,D,Q)_L$

ขั้นตอนการพยากรณ์ของวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box - Jenkins Method)

แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดตัวแบบ (Identification)

เป็นการหารูปแบบ $ARMA(p,q)$ ที่คาดว่าจะเหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า r_k และ r_{kk} ของอนุกรมเวลากับค่า ρ_k และ ρ_{kk} พร้อมกันหลายๆค่า จึงมักจะพิจารณาจากกราฟที่ เรียกว่า คอเรลโรแกรม (Correlogram) ที่ได้จากการพล็อตกราฟ r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} กับ k ดังนั้น การพิจารณาเปรียบเทียบคอเรลโรแกรม r_k กับ ρ_k และคอเรลโรแกรม r_{kk}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับ ρ_{kk} สำหรับแต่ละรูปแบบมีคอเรลโรแกรม ρ_k และ ρ_{kk} ต่างกัน อนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดรูปแบบจะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็น สเตชันนารีแล้วเท่านั้น หากไม่เป็นสเตชันนารีจะต้องทำการแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อน

ขั้นตอนที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ (Estimation)

เป็นการประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis) ซึ่งจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยกำหนดค่าประมาณเริ่มต้นของพารามิเตอร์เพื่อหาค่าประมาณสุดท้าย โดยการทำซ้ำ (Iteration) ซึ่งค่าประมาณที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำที่สุด จะเป็นค่าประมาณที่ใช้ในการพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Diagnostic Checking)

วิธีการตรวจสอบส่วนใหญ่จะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ เป็นผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ มาเป็นหลักในการพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจะทำได้ดังนี้

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

1. กำหนด H_0 และ H_1

$$H_0 : \theta = 0$$
$$H_1 : \theta \neq 0$$

2. ตัวสถิติ

$$t = \frac{\hat{\theta}}{S_{\hat{\theta}}}$$

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

บริเวณวิกฤต คือ $|t| \geq t_{\frac{\alpha}{2}}$

กรณีปฏิเสธ H_0 แสดงว่า พารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 พิจารณาว่า $\rho_k(e_t)$ สำหรับ $k=1,2,...,m$ หรือไม่ นั่นคือพิจารณาว่าค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน $1,2,...,m$ ช่วงเวลาเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนด H_0 และ H_1

$H_0 : \rho_1(e_1) = \rho_2(e_2) = ... = \rho_m(e_t) = 0$

$H_0 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อย 1 ค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k=1,2,...,m$

2. ตัวสถิติ

$$Q'_m = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\frac{r_k^2(e_t)}{n-k}$$

โดยที่ n คือ ขนาดของอนุกรมเวลา

m คือ ช่วงเวลาห่างสูงสุดของ e_t ในอนุกรมเวลา $\{e_t\}$ ที่นำมาพิจารณา

a คือ จำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ประมาณในตัวแบบ

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

บริเวณวิกฤต คือ $Q'_m \geq \chi^2_{\alpha,m-a}$

กรณีปฏิเสธ H_0 แสดงว่า มีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน k ค่า นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดไม่เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 การพยากรณ์ (Forecasting)

เมื่อได้มีการตรวจสอบแล้วว่าตัวแบบที่กำหนดเหมาะสมกับอนุกรมเวลาแล้ว จะสามารถทำการพยากรณ์ค่าได้โดยใช้การพยากรณ์แบบจุด (Point Forecasting) ในการพยากรณ์ค่าอนาคต

ในกรณีที่วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box - Jenkins Method) มีตัวแบบพยากรณ์ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบมากกว่า 1 ตัวแบบ จึงต้องเลือกหาตัวแบบที่ดีที่สุดในการพยากรณ์เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนโดยใช้ข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike's Information Criterion : AIC) ในการคัดเลือกตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.1 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศอาไคเคะ

(Akaike's Information Criterion : AIC)

เกณฑ์ที่พิจารณาจากการประมาณความคลาดเคลื่อนรวมเข้ากับข้อสนเทศ (Information) ของค่าสังเกต และใช้แนวคิดค่าต่ำสุดของคูลแบ็ค-ไลท์เบอร์ (Kullback-Leiber) เพื่อนำมาใช้ในการปรับค่าประมาณของการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยตัวแบบที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบที่ดีที่สุด สามารถ หาค่า AIC ได้ (Akaike, 1974) ดังนี้

$$AIC = n\log\left(\hat{\sigma}^2\right) + 2\left(p+1\right)$$

โดยที่ n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

p คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณในสมการพยากรณ์

$\hat{\sigma}^2$ คือ $\frac{SSE}{n}$ โดยที่ $SSE = \sum_{t=1}^{n} e_t^2$

2.2 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ต้องการ ความถูกต้องจะมากหรือจะน้อยขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Forecast Error, e_t) ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ $\left(e_t = Y_t - \hat{Y}_t\right)$ ความคลาดเคลื่อนจะมากถ้าค่าสังเกตห่างจากค่าพยากรณ์มาก และจะให้ค่าน้อยถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าสังเกต (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549)

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error : MSE) ในการเลือกตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ และใช้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percent Error : MAPE) ในการแสดงค่าความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ในรูปแบบที่เป็นค่าร้อยละ

2.2.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง(Mean Square Error : MSE)

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากความคลาดเคลื่อน โดยค่า MSE จะไวต่อค่าความคลาดเคลื่อนขนาดใหญ่ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549)

มีสูตรคำนวณดังนี้

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t)^2}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ e_t คือ ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t โดยคำนวณได้จาก

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

Y_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

2.2.2 เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย(Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าคลาดเคลื่อน โดยค่าวัดความถูกต้องนี้จะไม่มีหน่วย จึงเหมาะที่จะใช้ในการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจะบ่งบอกได้ถึงค่าร้อยละความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ มีสูตรคำนวณ ดังนี้ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2549)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100$$

โดยที่ e_t คือ ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t คือ ค่าข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัชนี โฆษิตานนท์ (2564) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเลือกรูปแบบการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์เครื่องฟอกอากาศที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการ คัดเลือกวัตถุดิบ A199 เป็นตัวแทน เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในเครื่องฟอกอากาศที่มียอดขายสูงที่สุดราคาต่อชิ้นสูงที่สุดและมีเวลาในการสั่งซื้อเกิน 90 วัน โดยใช้รูปแบบการพยากรณ์ทั้งหมด 5 วิธี ได้แก่ 1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 2) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลชั้นเดียว 3) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น 4) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบวินเทอร์เชิงบวก และ 5) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบวินเทอร์เชิงคูณ และเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองที่ต่ำที่สุด จากผลการศึกษาพบว่า การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบวินเทอร์เชิงคูณ มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุด โดยค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 21 ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เท่ากับ 4,590 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองเท่ากับ 37,912,638 และผลวิเคราะห์ปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัดเท่ากับ 55,871 ชิ้นต่อครั้ง รอบการสั่งซื้อทุก 43 วัน โดยที่ระดับการให้บริการที่ร้อยละ 80 ปริมาณวัตถุดิบคงคลังสำรองเท่ากับ 14,216 ชิ้น และจุดสั่งซื้อใหม่เท่ากับ 134,197 ชิ้น โดยมีต้นทุนรวมในการจัดการวัตถุดิบเท่ากับ 53,753 บาทต่อปี จากข้อมูลต้นทุนรวมในการจัดการวัตถุดิบแบบเดิม 95,516 บาทต่อปีซึ่งสามารถลดต้นทุนรวมลงได้ 41,763 บาทต่อปีหรือลดลงร้อยละ 43.72

วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2563) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยรายเดือนจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 108 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2561 จำนวน 96 เดือน สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติทั้งหมด 7 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้ง แต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้ง เลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และ เสาวภา ชัยพิทักษ์ (2561) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงรายเดือนของประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จำนวนทั้งสิ้น 120 ค่า โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกร้อยละ 90 และส่วนหลังร้อยละ 10 โดยส่วนแรกนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ 3 วิธีได้แก่ วิธีแยกองค์ประกอบ วิธีโฮลต์-วินเทอร์และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และส่วนหลังนำมาตรวจสอบความถูกต้องของค่าพยากรณ์โดยใช้เกณฑ์ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและ เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดผลจากการวิจัยพบว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุดโดยมีตัวแบบเป็น $SARIMA\ (0,1,2)(0,1,1)_{12}$

สมฤดี พงษ์เสนา กัญญา บวรโชคชัย และ อรวรรณ ริ้วทอง (2563) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดของการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทย ด้วยวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ วิธีเทคนิคการปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และ เจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลมูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทยรายเดือน จากเว็บไซต์สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 84 เดือน ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 72 เดือน เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทย ชุดที่ 2 คือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 เดือน เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ พิจารณาความแม่นยำจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error:MAPE) ที่มีค่าต่ำที่สุดเพื่อให้ได้ตัวแบบที่เหมาะสม ผลการวิจัยพบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์อนุกรมเวลาชุดนี้ คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบตัวแบบที่ได้คือ

$$\hat{T} = 2539.80t\left(\hat{S}_t\right) - 53.55t^2\left(\hat{S}_t\right) + 0.34^3\left(\hat{S}_t\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง วิธีการดำเนินงานวิจัยในการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

3.1. ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

3.2. ขอบเขตการวิจัย

3.3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1. ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ข้อมูลที่เป็นรายเดือนของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ระยะเวลาเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2554 – เดือนธันวาคม พ.ศ.2562 เป็นระยะเวลา 9 ปี จำนวน 108 ค่า โดยข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 96 ค่า ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

3.2. ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลที่เป็นรายเดือนของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นระยะเวลา 9 ปี จำนวน 108 ค่า เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2554 – เดือนธันวาคม พ.ศ.2562 เนื่องจากในปี พ.ศ.2563 เกิดโรคระบาดไวรัสโคโรนา(COVID-19) ทำให้ปริมาณการส่งออกผิดปกติจึงได้ทำการตัดข้อมูลในปี 2563-2565 ออก พิจารณาถึงแค่ปีพ.ศ. 2562 โดยทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 96 ค่า ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธีได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) 2) เทคนิคการปรับให้เรียบ (Smoothing Method) 3) วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

3.3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษาการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจจะทำการศึกษา

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สนใจจะศึกษา เรื่อง การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

2. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลที่เป็นรายเดือนของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ระยะเวลา เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2554 – เดือนธันวาคม พ.ศ.2562 เป็นระยะเวลา 9 ปี จำนวน 108 ค่า โดยข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 96 ค่า ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

3. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab และโปรแกรม Excel มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยการนำข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์มาพล็อตกราฟ และพบว่า มะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลที่ไม่ชัดเจน จึงนำมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์มาทำการทดสอบการแจกแจงปกติ พบว่า ไม่มีการแจกแจงปรกติ จึงเลือกแบบทดสอบที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ในการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยผู้จัดทำใช้การทดสอบแดเนียล (Daniel) ในการทดสอบแนวโน้มและใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis) ในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์

จากการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลพบว่า ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสดและมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล

ผู้วิจัยจะทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้วิธีการ 3 วิธีต่อไปนี้ คือ

วิธีที่ 1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

เนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงสดและมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาลจึงเลือกใช้วิธีเฉลี่ยแบบง่าย ข้อมูลการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลจึงเลือกใช้วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มสำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ ในการหาตัวแบบพยากรณ์สำหรับวิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition)

วิธีที่ 2 วิธีการปรับให้เรียบ (Smoothing Method)

เนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงสดและมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (Simple Seasonal Exponential Smoothing) สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ และเนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์วินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

วิธีที่ 3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method) ใช้ได้กับอนุกรมทุกรูปแบบ

ผู้วิจัยจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab และโปรแกรม Excel มาช่วยในการสร้างตัวแบบพยากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือกตัวแบบที่เหมาะสม

ผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error : MSE) โดยจะเลือกวิธีที่ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) น้อยที่สุด

ในกรณีที่วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Method) มีตัวแบบจำลองที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมหลายรูปแบบ จึงเลือกรูปแบบที่ดีที่สุด โดยจะใช้เกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike's Information Criterion) ในการคัดเลือกตัวแบบจำลองที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุดจะเป็นตัวแบบที่ดีที่สุด

6. การพยากรณ์

นำตัวแบบที่เหมาะสมจากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลมาหาค่าพยากรณ์ 12 เดือนล่วงหน้า และนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2562 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2562) เพื่อเปรียบเทียบค่าจากข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์มีความแตกต่างกันเท่าใด โดยหาจากค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE)

7. สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

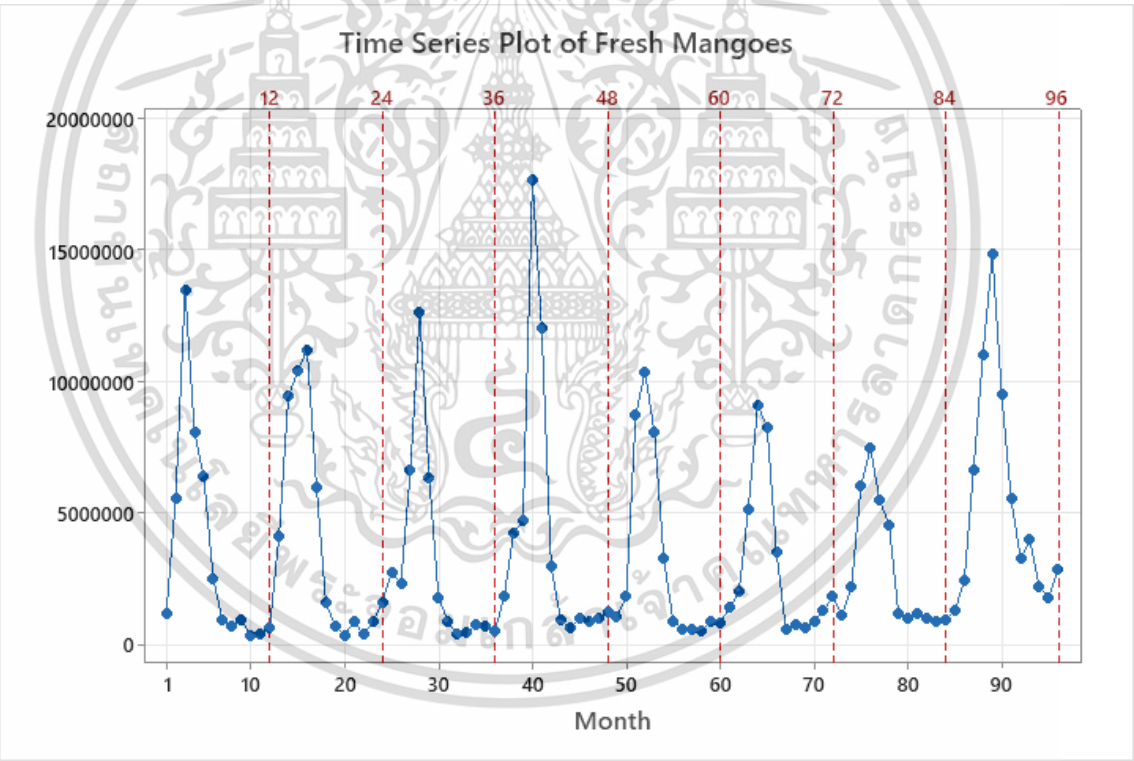
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์
โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

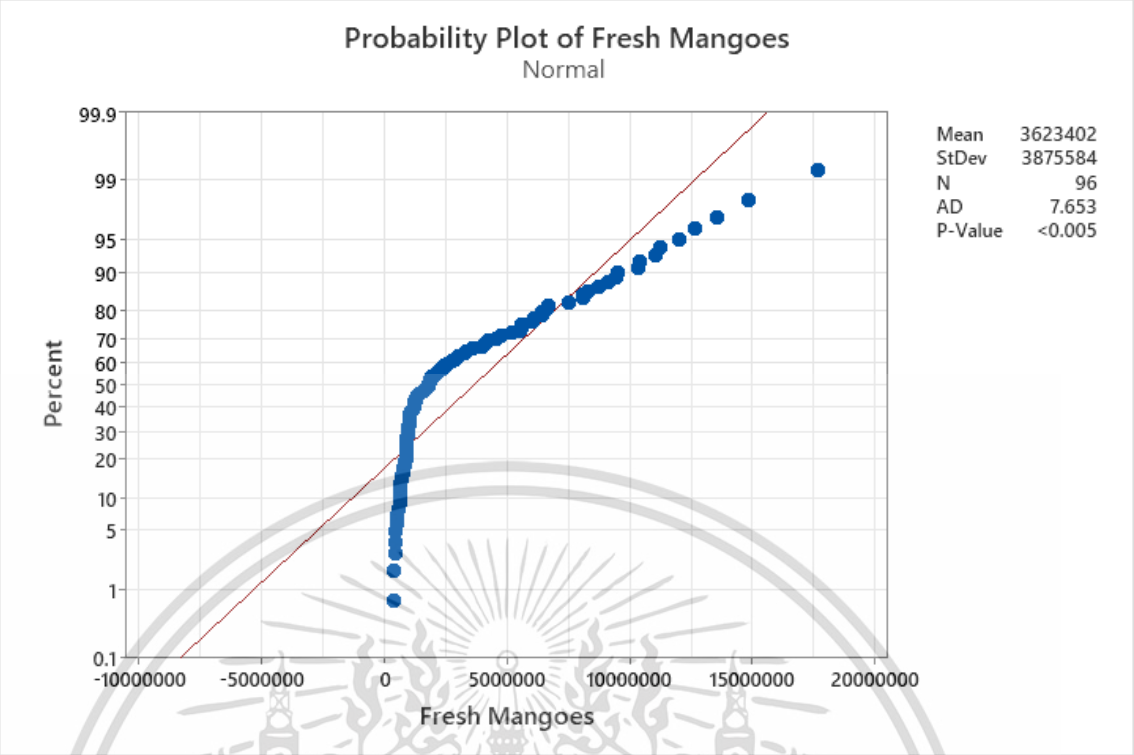
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด



รูปที่ 4.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

จากรูปที่ 4.1 พบว่า อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสดมีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน และเมื่อพิจารณาอิทธิพลฤดูกาล พบว่า มีลักษณะอิทธิพลฤดูกาลที่ชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสดไปทดสอบการแจกแจงปรกติ เพื่อเลือกวิธีการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การทดสอบการแจกแจงปรกติของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

โดยใช้การทดสอบแอนเดอร์สัน – ดาร์ลิง

สมมติฐาน

H_0 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดมีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดไม่มีการแจกแจงปรกติ

ตัวสถิติทดสอบ

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

$$= -96 - \frac{1}{96}\sum_{i=1}^{n}\left[(2i-1)\left\{\ln F_x(x_i) + \ln\left[1 - F_x(x_{97-i})\right]\right\}\right]$$

$$= -96 - \left(\frac{1}{96} \times (-9950.6997)\right)$$

$$= 7.6531$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการปรับค่าสถิติทดสอบเป็น AD^*

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

$$= 7.6531\left(1+\frac{0.75}{96}+\frac{2.25}{96^2}\right)$$

$$= 7.7135$$

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

$$C_{0.5} = 0.7514\left(1+\frac{-0.795}{96}+\frac{-0.890}{96^2}\right) = 0.7382$$

เนื่องจาก $AD^* = 7.7135 > C_\alpha 0.7382$ และเนื่องจาก $p-value < \alpha = 0.05$

จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสดไม่มีการแจกแจงปรกติ

เนื่องจาก ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดไม่มีการแจกแจงปรกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ คือ การทดสอบแนวโน้มด้วยการทดสอบของแดเนียล (Danial's Test) และการทดสอบอิทธิพลฤดูกาลด้วยการทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

ทดสอบแนวโน้มด้วยการทดสอบของแดเนียล (Danial's Test)

สมมติฐาน

H_0 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดไม่มีแนวโน้ม

H_1 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดมีแนวโน้ม

ตัวสถิติทดสอบ

$$r_s = 1-\frac{\left(6\sum d_t^2\right)}{n\left(n^2-1\right)}$$

$$= 1-\frac{6(131,090)}{96\left(96^2-1\right)} = 0.1109$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญ คือ 0.05 มีบริเวณวิกฤติเป็น $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$

โดย $Z = \dfrac{\left(r_s - \mu_{r_s}\right)}{\sigma_{r_s}}$

$$= \frac{0.1109}{\frac{1}{\sqrt{96-1}}} = 1.0808$$

เนื่องจาก $Z = 1.0808 < Z_{0.025} = 1.96$ ซึ่งไม่ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสดไม่มีแนวโน้ม

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลด้วยการทดสอบของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

สมมติฐาน

$H_0 : S_1 = S_2 = ... = S_{12} = 0$

$H_1 : S_i \neq 0$ สำหรับบางฤดูกาล

สถิติทดสอบ

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

$$= \frac{12}{96(97)}\left[\frac{381^2}{8} + \frac{497^2}{8} + ... + \frac{271^2}{8}\right] - 3(97)$$

$$= \frac{12}{96(97)}[281{,}144] - 3(97)$$

$$= 71.2990$$

กำหนดระดับนัยสำคัญ คือ 0.05 มีบริเวณวิกฤตเป็น $H \geq \chi^2_{\alpha, L-1}$

เนื่องจาก $H = 71.2990 > \chi^2_{0.05,11} = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสดมีอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงสดไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล จึงวิเคราะห์ด้วยวิธีเฉลี่ยแบบง่าย

4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_t = 3,623,402 + \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ $\hat{S}_1 = -1,752,324.4271$ $\hat{S}_2 = 154,448.0729$ $\hat{S}_3 = 4,119,885.1979$

$\hat{S}_4 = 7,347,026.3229$ $\hat{S}_5 = 4,817,108.4479$ $\hat{S}_6 = 110,330.8229$

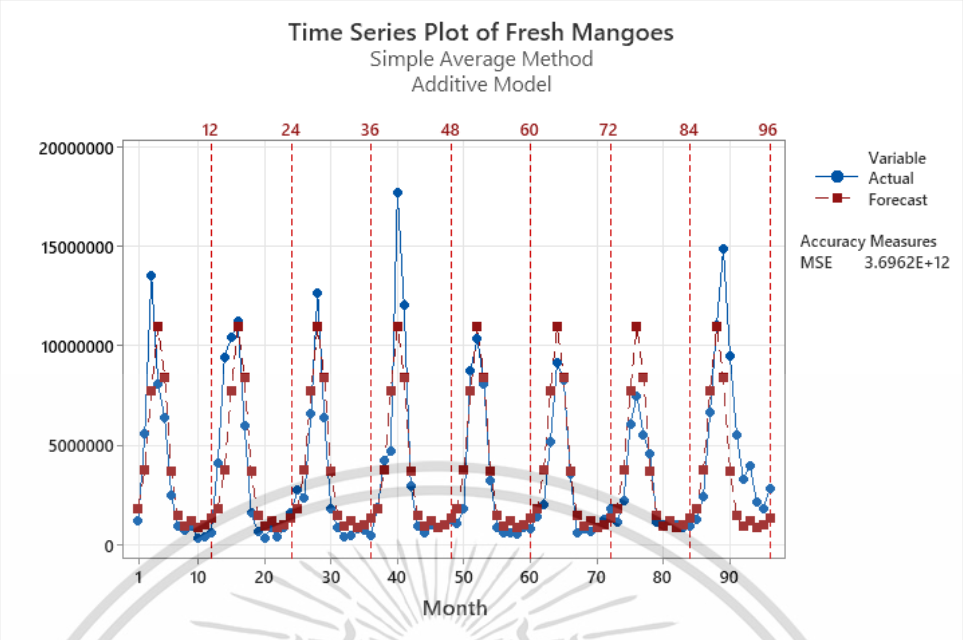
$\hat{S}_7 = -2,146,620.0521$ $\hat{S}_8 = -2,625,672.5521$ $\hat{S}_9 = -2,391,266.8021$

$\hat{S}_{10} = -2,728,354.8021$ $\hat{S}_{11} = -2,617,169.6771$ $\hat{S}_{12} = -2,287,390.5521$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1 = -1,752,324.4271$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 1,752,324.4271 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 7,8,9,10,11,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 2,146,620.0521, 2,625,672.5521, 2,391,266.8021, 2,728,354.8021, 2,617,169.6771 และ 2,287,390.5521 กิโลกรัมตามลำดับ

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_2 = 154,448.0729$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดในเดือนที่ 2 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 154,448.0729 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 3,4,5,6 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสดสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 4,119,885.1979, 7,347,026.3229, 4,817,108.4479 และ 110,331.8229 กิโลกรัมตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก

4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_t = 3,623,402 \times \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

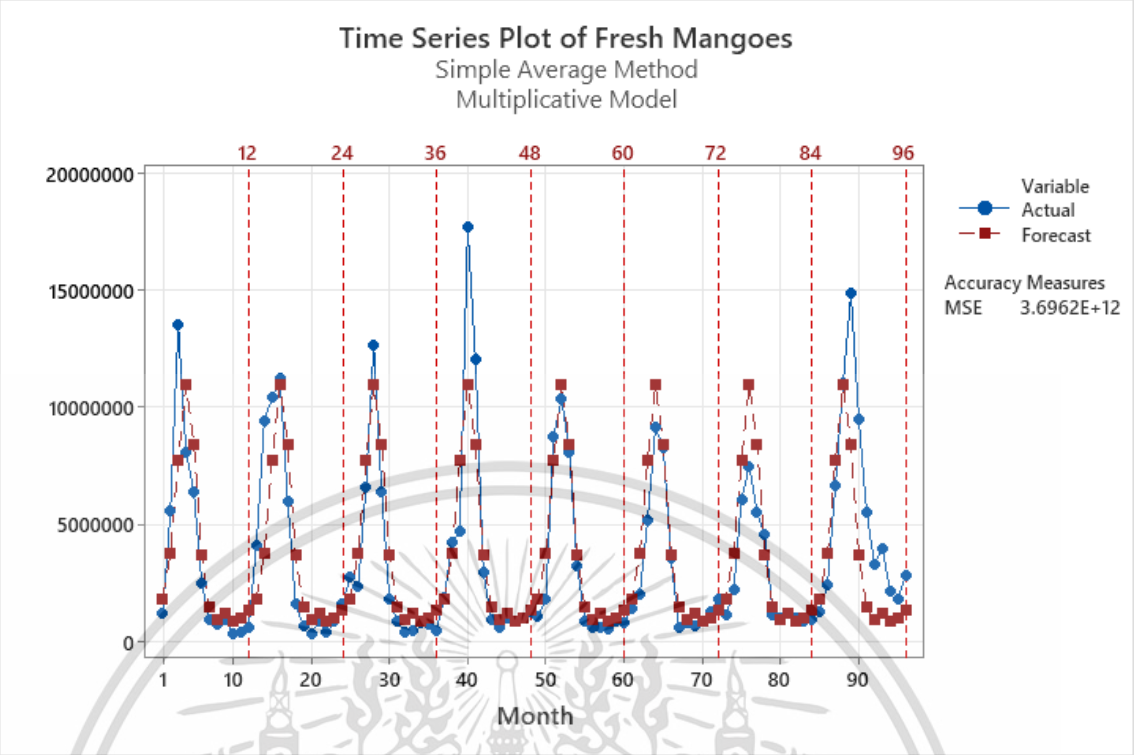
โดยที่

$$\hat{S}_1 = 0.5163 \quad \hat{S}_2 = 1.0426 \quad \hat{S}_3 = 2.1370$$
$$\hat{S}_4 = 3.0277 \quad \hat{S}_5 = 2.3294 \quad \hat{S}_6 = 1.0305$$
$$\hat{S}_7 = 0.4076 \quad \hat{S}_8 = 0.2754 \quad \hat{S}_9 = 0.3400$$
$$\hat{S}_{10} = 0.2470 \quad \hat{S}_{11} = 0.2777 \quad \hat{S}_{12} = 0.3687$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1 = 0.5163$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 48.36% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 1,7,8,9,10,11,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสด ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 59.24%, 72.46%, 66%, 75.30%, 72.23% และ 63.13% ตามลำดับ

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_2 = 1.0426$ หมายความว่าปริมาณการส่งออกมะม่วงสดในเดือนที่ 2 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 4.26% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 3,4,5,6 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสด สูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 113.70%, 202.77%, 132.94% และ 3.05% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีปรับให้เรียบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบ เนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงสดไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล จะวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (SSES) สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

4.1.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด ซึ่งมีอิทธิพลฤดูกาลโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล สำหรับรูปแบบบวก โดยใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel ในการหาค่า α และ δ ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α, δ และ MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	δ	MSE
12	0.1596	0.7296	4,565,919,890,650.83
24	0.1619	0.7251	4,694,768,066,616.02
36	0.2884	0.5719	4,052,168,218,874.00
48	0.3745	0.9836	4,359,426,077,696.05
60	**0.5605**	**1.0000**	**2,434,980,368,020.49**
72	0.8766	1.0000	2,472,879,071,113.92
84	0.9122	0.9836	5,820,877,325,441.72

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่าค่าเริ่มต้นที่หามาจากค่าสังเกต 60 เดือนแรกให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 2,434,980,368,020.49$ โดย α และ δ ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุด คือ $\alpha = 0.5605$ และ $\delta = 1.0000$

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.5605$ และ $\delta = 1.0000$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t-1)$	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$
85	1,306,492	825,798.59	480,693.41	3,487,299.80	3,756,745.84	**-2,450,253.84**	2,112,411.58
86	2,448,945	2,112,411.58	336,533.42	3,756,745.84	3,945,384.99	**-1,496,439.99**	6,896,613.48
87	6,666,163	6,896,613.48	-230,450.48	3,945,384.99	3,816,209.16	**2,849,953.84**	9,729,747.34
88	11,060,675	9,729,747.34	1,330,927.66	3,816,209.16	4,562,242.26	**6,498,432.74**	9,251,257.28
89	14,845,162	9,251,257.28	5,593,904.72	4,562,242.26	7,697,828.21	**7,147,333.79**	9,404,663.12
90	9,505,117	9,404,663.12	100,453.88	7,697,828.21	7,754,136.25	**1,750,980.75**	5,480,277.29
91	5,560,151	5,480,277.29	79,873.71	7,754,136.25	7,798,908.35	**-2,238,757.35**	5,181,686.64
92	3,305,902	5,181,686.64	-1,875,784.64	7,798,908.35	6,747,463.21	**-3,441,561.21**	4,050,558.50
93	3,996,998	4,050,558.50	-53,560.50	6,747,463.21	6,717,440.61	**-2,720,442.61**	3,837,399.98
94	2,197,818	3,837,399.98	-1,639,581.98	6,717,440.61	5,798,395.60	**-3,600,577.60**	3,034,896.58
95	1,814,837	3,034,896.58	-1,220,059.58	5,798,395.60	5,114,508.07	**-3,299,671.07**	2,606,801.27
96	2,871,329	2,606,801.27	264,527.73	5,114,508.07	**5,262,785.43**	**-2,391,456.43**	2,812,531.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 5,262,785.43 + \hat{S}_i(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

$\hat{S}_1 = -2,450,253.84$	$\hat{S}_2 = -1,496,439.99$	$\hat{S}_3 = 2,849,953.84$
$\hat{S}_4 = 6,498,432.74$	$\hat{S}_5 = 7,147,333.79$	$\hat{S}_6 = 1,750,980.75$
$\hat{S}_7 = -2,238,757.35$	$\hat{S}_8 = -3,441,561.21$	$\hat{S}_9 = -2,720,442.61$
$\hat{S}_{10} = -3,600,577.60$	$\hat{S}_{11} = -3,299,671.07$	$\hat{S}_{12} = -2,391,456.43$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลที่ได้มีค่าไม่เท่ากับ 0 จึงต้องปรับให้ผลรวมค่าอิทธิพลฤดูกาลเป็น 0 โดยการลบ $\hat{S}_i(96)$ ด้วย $\bar{S} = -282,704.92$ จะได้ค่าอิทธิพลฤดูกาลใหม่เป็น $\hat{S}_i^*(96)$ และปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_{96}(96)$ เป็น $\hat{T}_{96}^*(96)$ โดยการบวก $\bar{S} = -282,704.92$ เพื่อให้ค่าพยากรณ์คงเดิม จะได้ $\hat{T}_{96}^*(96) = 5,262,785.43 + (-282,704.92) = 4,980,080.51$

จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ คือ

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 4,980,080.51 + \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

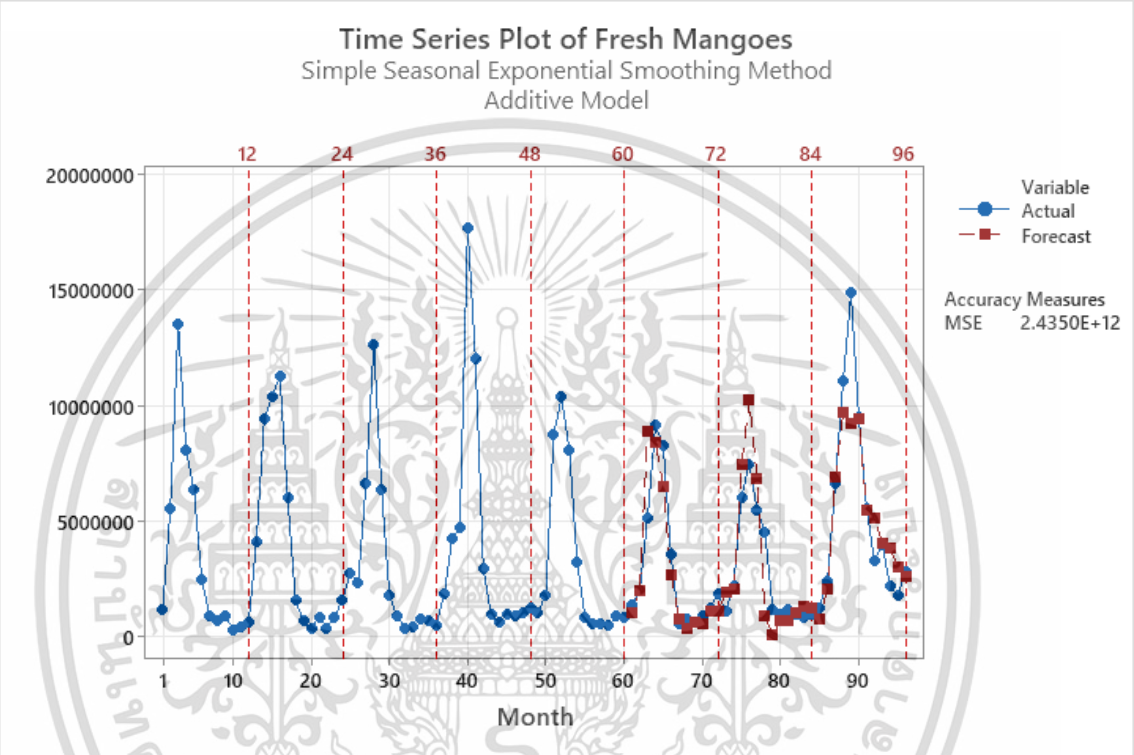
โดยที่

$\hat{S}_1^* = -2,167,548.92$	$\hat{S}_2^* = -1,213,735.08$	$\hat{S}_3^* = 3,132,658.75$
$\hat{S}_4^* = 6,781,137.66$	$\hat{S}_5^* = 7,430,038.70$	$\hat{S}_6^* = 2,033,685.67$
$\hat{S}_7^* = -1,956,052.44$	$\hat{S}_8^* = -3,158,856.29$	$\hat{S}_9^* = -2,437,737.69$
$\hat{S}_{10}^* = -3,317,872.68$	$\hat{S}_{11}^* = -3,016,966.15$	$\hat{S}_{12}^* = -2,108,751.51$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1^* = -2,167,548.92$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสดในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 2,167,548.92 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,7,8,9,11,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 1,213,735.08, 1,956,052.44, 3,158,856.29, 2,437,737.69, 3,317,872.68, 3,016,966.15 และ 2,108,751.51 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3^* = 3,132,658.75$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 3,132,658.75 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 4,5,6 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสดสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 6,781,137.66, 7,430,038.70 และ 2,033,685.67 กิโลกรัม ตามลำดับ



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด
โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 60 เดือนแรก)

4.1.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด ซึ่งมีอิทธิพลฤดูกาลโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล สำหรับรูปแบบคูณ โดยใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel ในการหาค่า α และ δ ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α, δ และ MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	δ	MSE
12	0.0000	0.5749	9,882,343,110,502.79
24	0.0068	0.5439	5,218,156,567,870.13
36	0.214	0.4342	5,447,876,949,812.85
48	0.1115	0.5853	3,587,847,727,616.04
60	**0.4738**	**1.0000**	**3,358,720,822,232.70**
72	0.2470	1.0000	4,181,051,196,727.91
84	1.0000	0.58530	7,005,081,772,055.50

จากตารางที่ 4.3 จะพบว่าค่าเริ่มต้นที่หามาจากค่าสังเกต 60 เดือนแรกให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 3,358,720,822,232.70$ โดย α และ δ ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุด คือ $\alpha = 0.4738$ และ $\delta = 1.0000$

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.4738$ และ $\delta = 1.0000$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t-1)$	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$
85	1,306,492	1,042,463.25	264,028.75	3,802,606.71	4,258,971.40	**0.3068**	2,810,625.39
86	2,448,945	2,810,625.39	-361,680.39	4,258,971.40	3,999,274.44	**0.6123**	8,088,486.65
87	6,666,163	8,088,486.65	-1,422,323.65	3,999,274.44	3,666,037.97	**1.8184**	10,884,626.64
88	11,060,675	10,884,626.64	176,048.36	3,666,037.97	3,694,134.68	**2.9941**	8,857,586.53
89	14,845,162	8,857,586.53	5,987,575.47	3,694,134.68	4,877,417.29	**3.0437**	6,058,851.90
90	9,505,117	6,058,851.90	3,446,265.10	4,877,417.29	6,192,001.52	**1.5351**	1,477,560.14
91	5,560,151	1,477,560.14	4,082,590.86	6,192,001.52	14,299,033.85	**0.3888**	2,872,738.95
92	3,305,902	2,872,738.95	433,163.05	14,299,033.85	15,320,683.74	**0.2158**	3,226,729.48
93	3,996,998	3,226,729.48	770,268.52	15,320,683.74	17,053,681.09	**0.2344**	3,225,287.02
94	2,197,818	3,225,287.02	-1,027,469.02	17,053,681.09	14,479,384.01	**0.1518**	2,855,571.96
95	1,814,837	2,855,571.96	-1,040,734.96	14,479,384.01	11,978,824.01	**0.1515**	3,085,875.83
96	2,871,329	3,085,875.83	-214,546.83	11,978,824.01	**11,584,186.83**	**0.2479**	3,553,592.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 11,584,186.83 \times \hat{S}_i(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

$$\hat{S}_1 = 0.3068 \quad \hat{S}_2 = 0.6123 \quad \hat{S}_3 = 1.8184$$
$$\hat{S}_4 = 2.9941 \quad \hat{S}_5 = 3.0437 \quad \hat{S}_6 = 1.5351$$
$$\hat{S}_7 = 0.3888 \quad \hat{S}_8 = 0.2158 \quad \hat{S}_9 = 0.2344$$
$$\hat{S}_{10} = 0.1518 \quad \hat{S}_{11} = 0.1515 \quad \hat{S}_{12} = 0.2479$$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลที่ได้มีค่าไม่เท่ากับ 12 จึงต้องปรับให้ผลรวมค่าอิทธิพลฤดูกาลเป็น 12 โดยการหาร $\hat{S}_i(96)$ ด้วย $\overline{S} = 0.9750$ จะได้ค่าอิทธิพลฤดูกาลใหม่เป็น $\hat{S}_i^*(96)$ และปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_{96}(96)$ เป็น $\hat{T}_{96}^*(96)$ โดยการคูณ $\overline{S} = 0.9750$ เพื่อให้ค่าพยากรณ์คงเดิม จะได้ $\hat{T}_{96}^*(96) = 11,584,186.83 \times 0.9750 = 11,294,582.16$

จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ คือ

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 11,294,582.16 \times \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

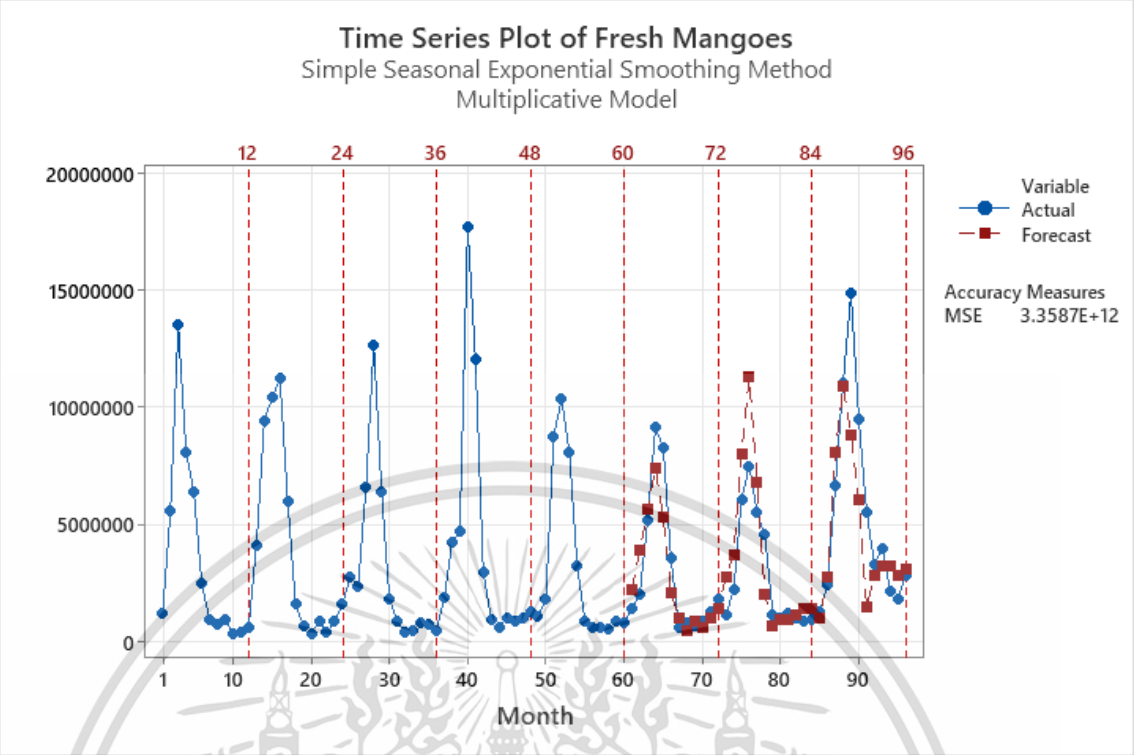
โดยที่

$$\hat{S}_1^* = 0.3146 \quad \hat{S}_2^* = 0.6280 \quad \hat{S}_3^* = 1.8649$$
$$\hat{S}_4^* = 3.0708 \quad \hat{S}_5^* = 3.1216 \quad \hat{S}_6^* = 1.5744$$
$$\hat{S}_7^* = 0.3988 \quad \hat{S}_8^* = 0.2213 \quad \hat{S}_9^* = 0.2404$$
$$\hat{S}_{10}^* = 0.1557 \quad \hat{S}_{11}^* = 0.1554 \quad \hat{S}_{12}^* = 0.2542$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1^* = 0.3146$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสดในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 68.54% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,7,8,9,10,11,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสดต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 37.20%, 60.12%, 77.87%, 75.96%, 84.43%, 84.46% และ 74.58% ตามลำดับ

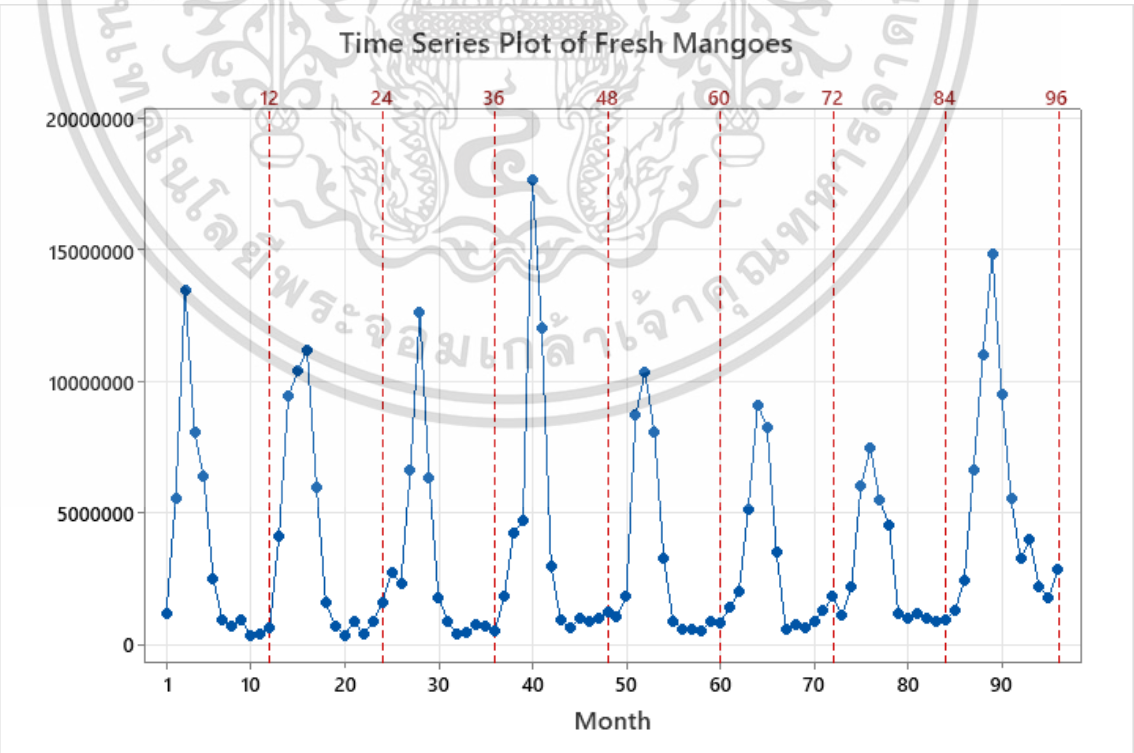
ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3^* = 1.8649$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงสดในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 86.49% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 4,5,6 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสดสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 207.08%, 212.16% และ 57.44% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด
โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 60 เดือนแรก)

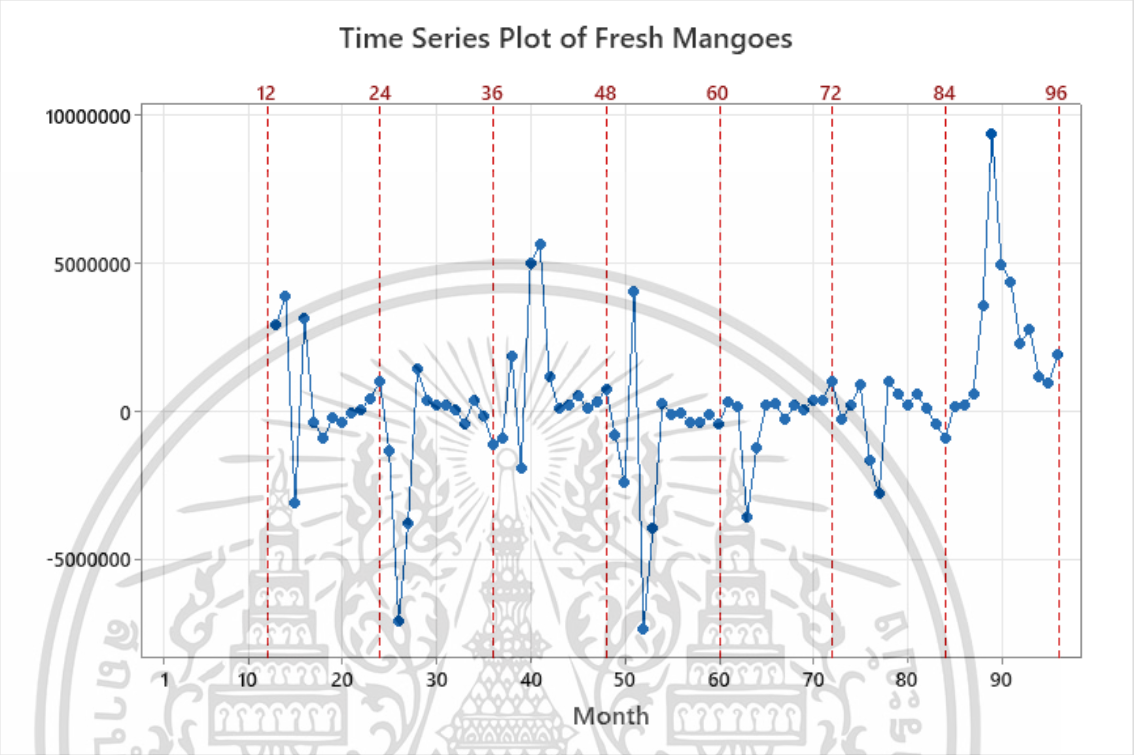
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

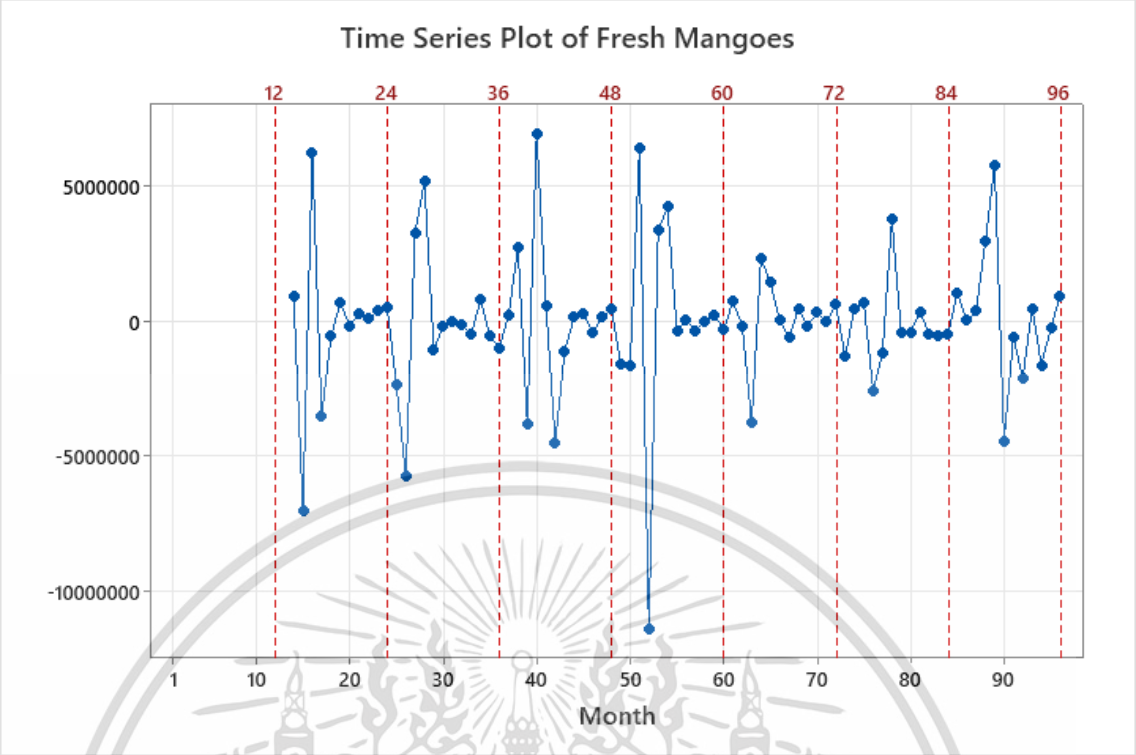
รูปที่ 4.7 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มีลักษณะไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่าอนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล จึงต้องแปลงให้อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสดมีลักษณะสเตชันนารี โดยการผลต่างฤดูกาล



รูปที่ 4.8 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

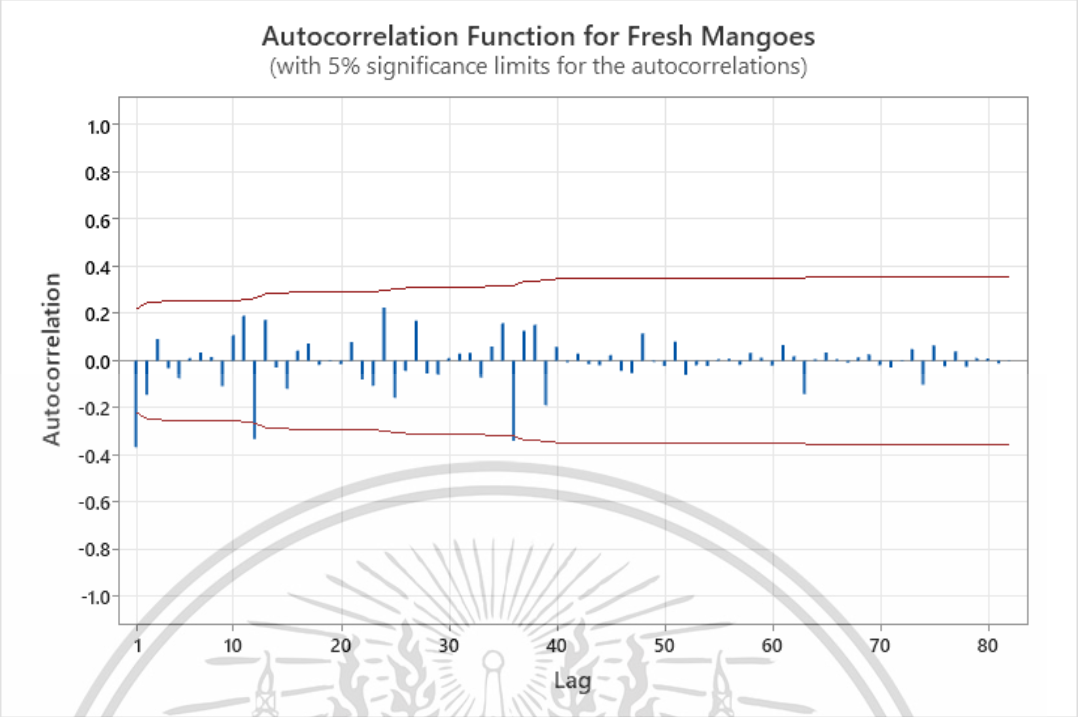


รูปที่ 4.9 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง

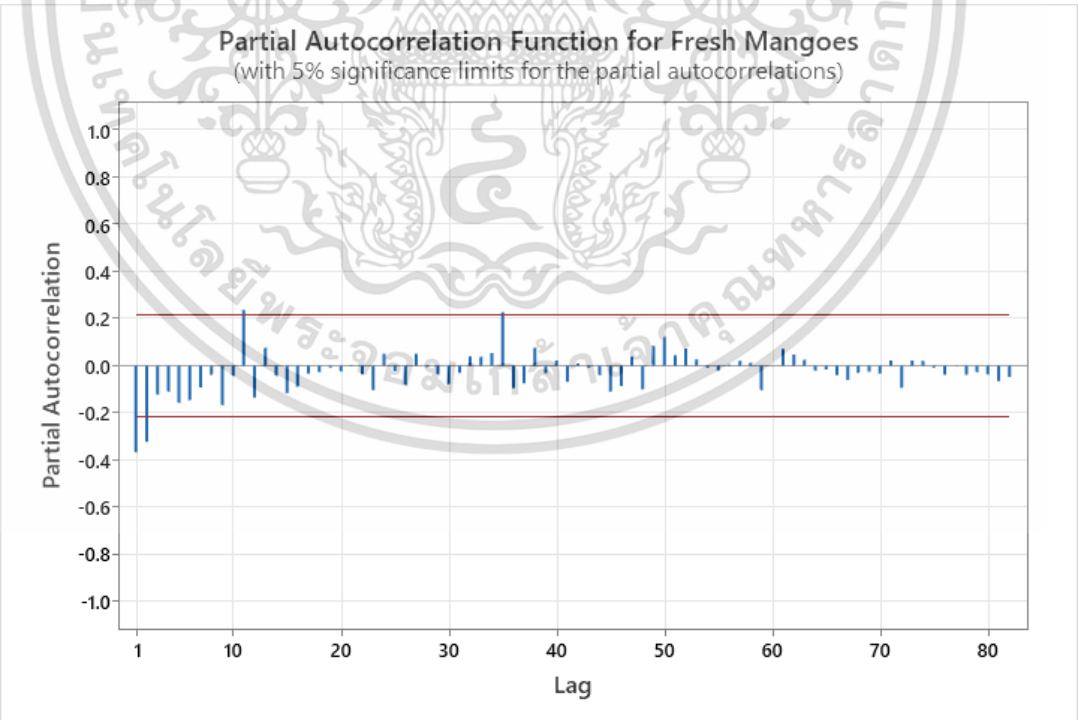
จากรูปที่ 4.8 อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ยังไม่เป็นสเตชันนารี จึงหาผลต่างอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.9 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว จากนั้นนำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้วไปพล็อตคอเรลโรลแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.10 และรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 คอเรลโรแกรม Autocorrelation (ACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสดที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง



รูปที่ 4.11 คอเรลโรแกรม Partial Autocorrelation (PACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสดที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่า ACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วใกล้ศูนย์ และจากรูปที่ 4.11 PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วใกล้ศูนย์ และมีการหาค่าผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)$ ในส่วนของ อิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF มีลักษณะ cut off ที่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24, 36,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาค่าผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ ดังนั้น $SARIMA(0,1,1)_{12}$ จึงได้ตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด คือ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

ตารางที่ 4.5 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\phi}_1$	0.442	0.103	4.31	0.000
$\hat{\theta}_1$	1.02035	0.00070	1457.31	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.669	0.101	6.63	0.000

จากตารางที่ 4.5 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยตั้งสมมติฐานการทดสอบดังนี้

$H_0 : \phi_1 = 0$
$H_1 : \phi_1 \neq 0$

เนื่องจาก $p-value = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ ϕ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ

$H_0 : \theta_1 = 0$
$H_1 : \theta_1 \neq 0$

เนื่องจาก $p-value = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

$H_0 : \Theta_{12} = 0$
$H_1 : \Theta_{12} \neq 0$

เนื่องจาก $p-value = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0

ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

ตารางที่ 4.6 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน (Modified Box-Pierce) ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	2.51	8.60	14.94	22.93
DF	9	21	33	45
p-value	0.981	0.992	0.997	0.997

จากตารางที่ 4.6 ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยพิจารณาจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยใช้สถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box)

สำหรับ lag 12 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,12$

เนื่องจาก $p-value = 0.981 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สำหรับ lag 24 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{24}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,24$

เนื่องจาก $p-value = 0.992 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,24 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ lag 36 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{36}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,36$

เนื่องจาก $p-value = 0.997 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,36 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สำหรับ lag 48 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{48}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,48$

เนื่องจาก $p-value = 0.997 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,48 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

ดังนั้น รูปแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ไม่มีค่าคงที่ เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

นอกจากตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ยังมีตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมอีก 6 ตัวแบบดังนี้

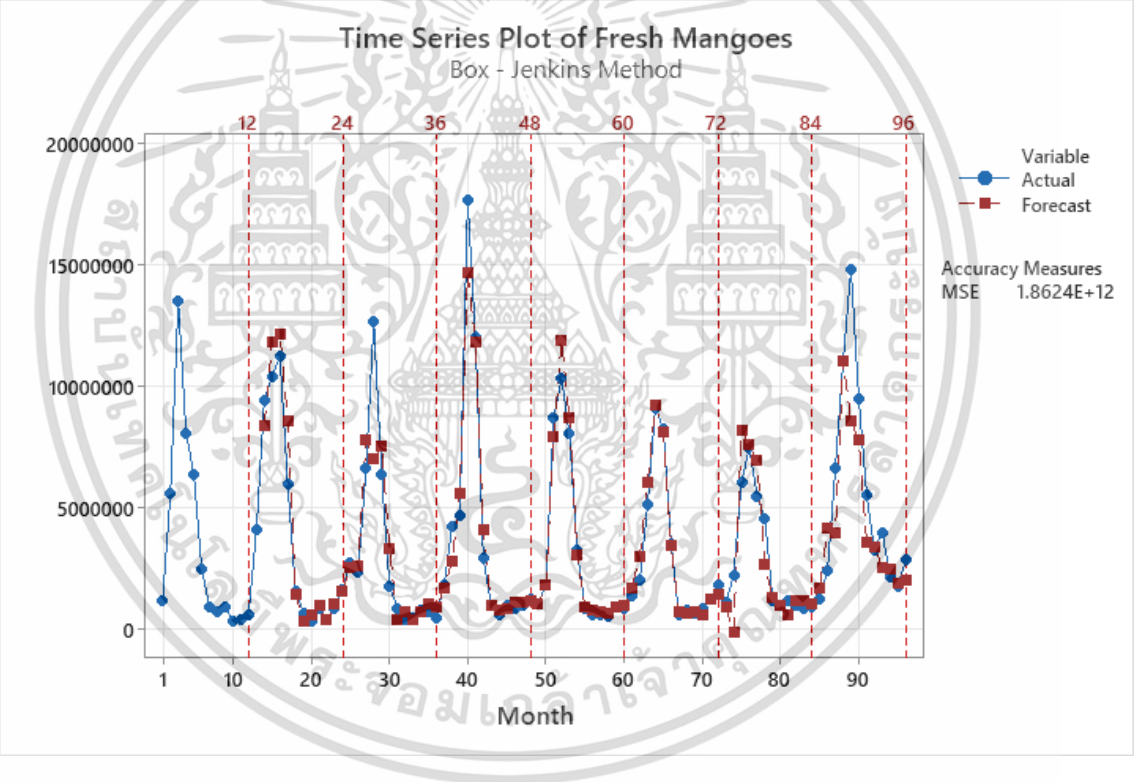
1. $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$
2. $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$
3. $ARIMA(1,1,0) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$
4. $ARIMA(2,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$
5. $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,1,0)_{12}$
6. $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(3,1,1)_{12}$

เนื่องจากปัญหาพิเศษฉบับนี้มีตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมมากกว่า 1 ตัวแบบ จึงใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ โดยข้อสนเทศอาไคเคะ (AIC) โดยตัวแบบที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

ตัวแบบ	SSE	MSE	AIC
$ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$	**143,402,000,000,000**	**1,862,360,000,000**	**1182.7313**
$ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$	154,229,000,000,000	1,977,300,000,000	1183.7659
$ARIMA(1,1,0)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$	167,098,000,000,000	2,142,280,000,000	1187.1072
$ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	292,182,000,000,000	3,652,280,000,000	1206.4047
$ARIMA(2,1,1)\times SARIMA(1,1,1)_{12}$	347,040,000,000,000	4,449,230,000,000	1217.5784
$ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,0)_{12}$	337,046,000,000,000	4,213,080,000,000	1212.3601
$ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(3,1,1)_{12}$	172,599,000,000,000	2,241,540,000,000	1190.4576



รูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ด้วยตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

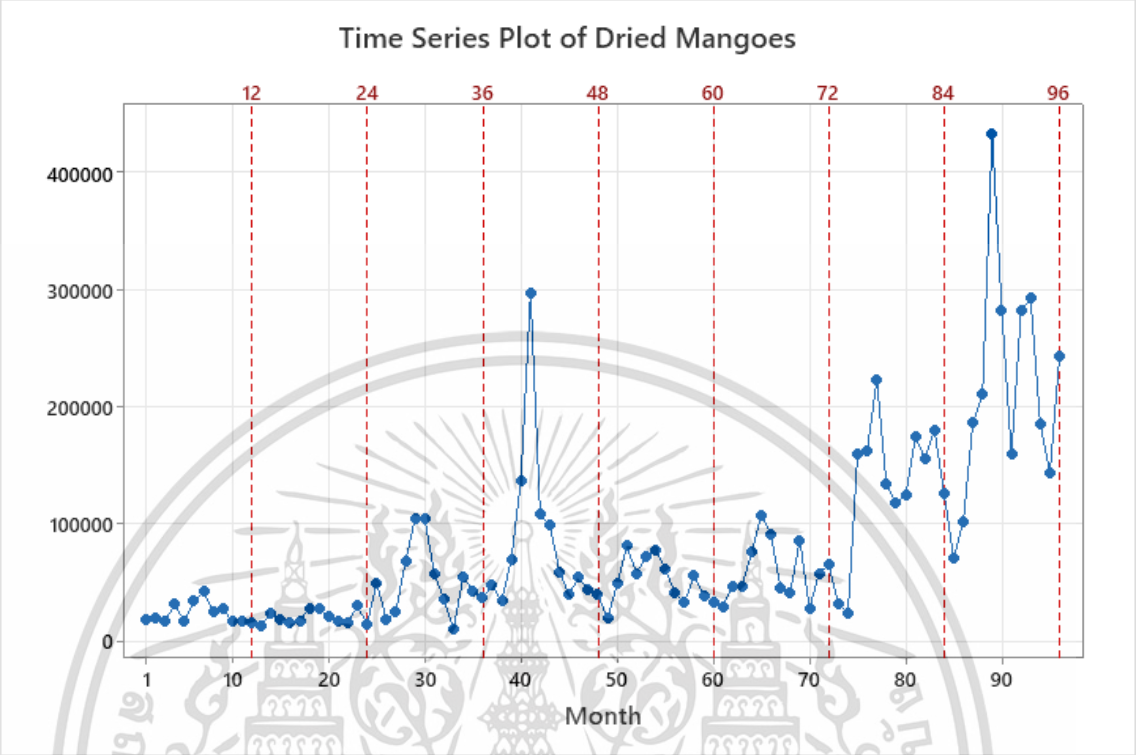
ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE การพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ	
- วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก	3,696,238,511,054.54
- วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ	3,696,238,511,054.54
2. วิธีปรับให้เรียบ	
- วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 60 ค่า)	2,434,980,368,020.49
- วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (SSES) สำหรับรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 60 ค่า)	3,358,720,822,232.70
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$	**1,862,360,000,000.00**

จากตารางที่ 4.8 พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 1,862,360,000,000.00 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

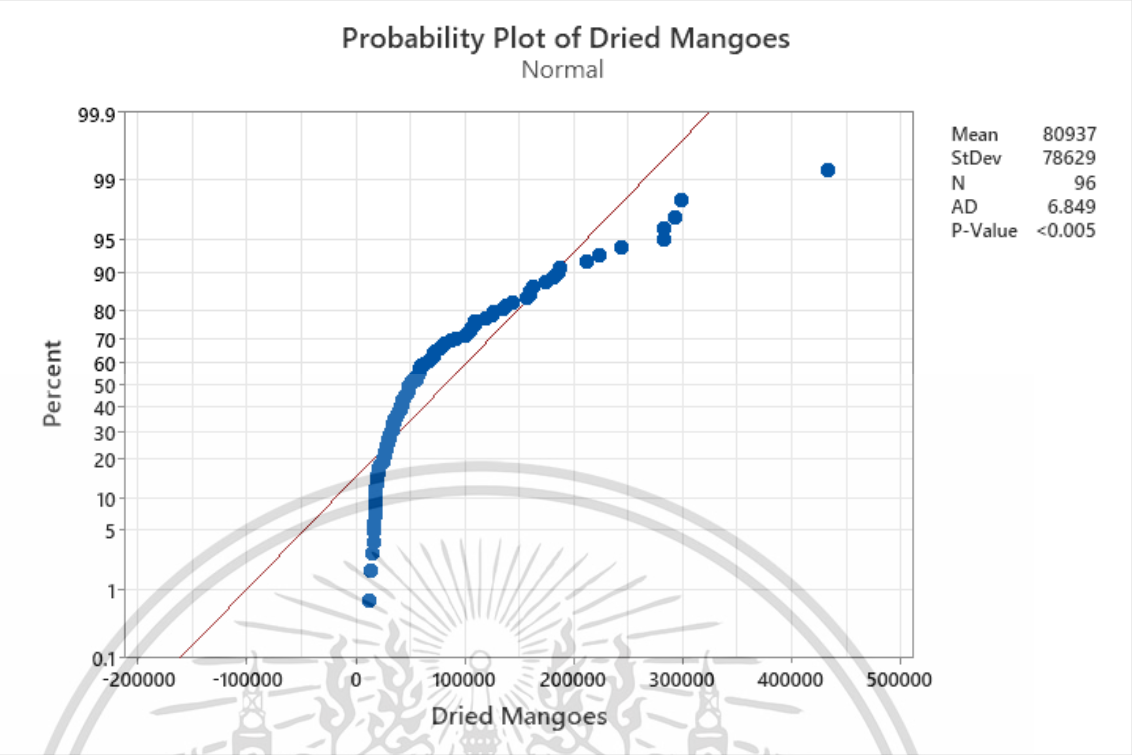
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง



รูปที่ 4.13 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

จากรูปที่ 4.13 พบว่า อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีแนวโน้มที่ชัดเจน และเมื่อพิจารณาอิทธิพลฤดูกาล พบว่า มีลักษณะอิทธิพลฤดูกาลที่ไม่ชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง ไปทดสอบการแจกแจงปรกติ เพื่อเลือกวิธีทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 การทดสอบการแจกแจงปรกติของปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งโดยใช้การทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง

สมมติฐาน

H_0 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งไม่มีการแจกแจงปรกติ

ตัวสถิติทดสอบ

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

$$= -96 - \frac{1}{96}\sum_{i=1}^{n}\left[(2i-1)\left\{\ln F_x(x_i) + \ln\left[1 - F_x(x_{97-i})\right]\right\}\right]$$

$$= -96 - \left(\frac{1}{96} \times (-9873.4679)\right)$$

$$= 6.8486$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการปรับค่าสถิติทดสอบเป็น $AD*$

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

$$= 6.8486\left(1+\frac{0.75}{96}+\frac{2.25}{96^2}\right)$$

$$= 6.9027$$

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

$$C_{0.5} = 0.7514\left(1+\frac{-0.795}{96}+\frac{-0.890}{96^2}\right) = 0.7382$$

เนื่องจาก $AD* = 6.9027 > C_\alpha 0.7382$ และเนื่องจาก $p-value < \alpha = 0.05$

จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งไม่มีการแจกแจงปรกติ

เนื่องจาก ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งไม่มีการแจกแจงปรกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวโน้มและ อิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ คือ การทดสอบแนวโน้มด้วยการทดสอบของแดเนียล (Danial's Test) และการทดสอบอิทธิพลฤดูกาลด้วยการทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

ทดสอบแนวโน้มด้วยการทดสอบของแดเนียล (Danial's Test)

สมมติฐาน

H_0 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งไม่มีแนวโน้ม

H_1 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีแนวโน้ม

ตัวสถิติทดสอบ

$$r_s = 1-\frac{\left(6\sum d_t^2\right)}{n\left(n^2-1\right)}$$

$$= 1-\frac{6(34,878)}{96\left(96^2-1\right)} = 0.7634$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญ คือ 0.05 มีบริเวณวิกฤติเป็น $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$

โดย $Z = \dfrac{\left(r_s - \mu_{r_s}\right)}{\sigma_{r_s}}$

$$= \frac{0.7634}{\frac{1}{\sqrt{96-1}}} = 7.4411$$

เนื่องจาก $Z = 7.4411 > Z_{0.025} = 1.96$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีแนวโน้ม

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลด้วยการทดสอบของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

ในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล เนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงทำการขจัดแนวโน้มออกก่อนทำการทดสอบอิทธิพลฤดูกาล

สมมติฐาน

$H_0 : S_1 = S_2 = ... = S_{12} = 0$

$H_1 : S_i \neq 0$ สำหรับบางฤดูกาล

สถิติทดสอบ

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

$$= \frac{12}{84(85)}\left[\frac{20{,}164^2}{7} + \frac{25{,}600^2}{7} + ... + \frac{19{,}321^2}{7}\right] - 3(85)$$

$$= \frac{12}{84(85)}\left[178{,}034\right] - 3(97)$$

$$= 44.2168$$

กำหนดระดับนัยสำคัญ คือ 0.05 มีบริเวณวิกฤตเป็น $H \geq \chi^2_{\alpha, L-1}$

เนื่องจาก $H = 44.2168 > \chi^2_{0.05,11} = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

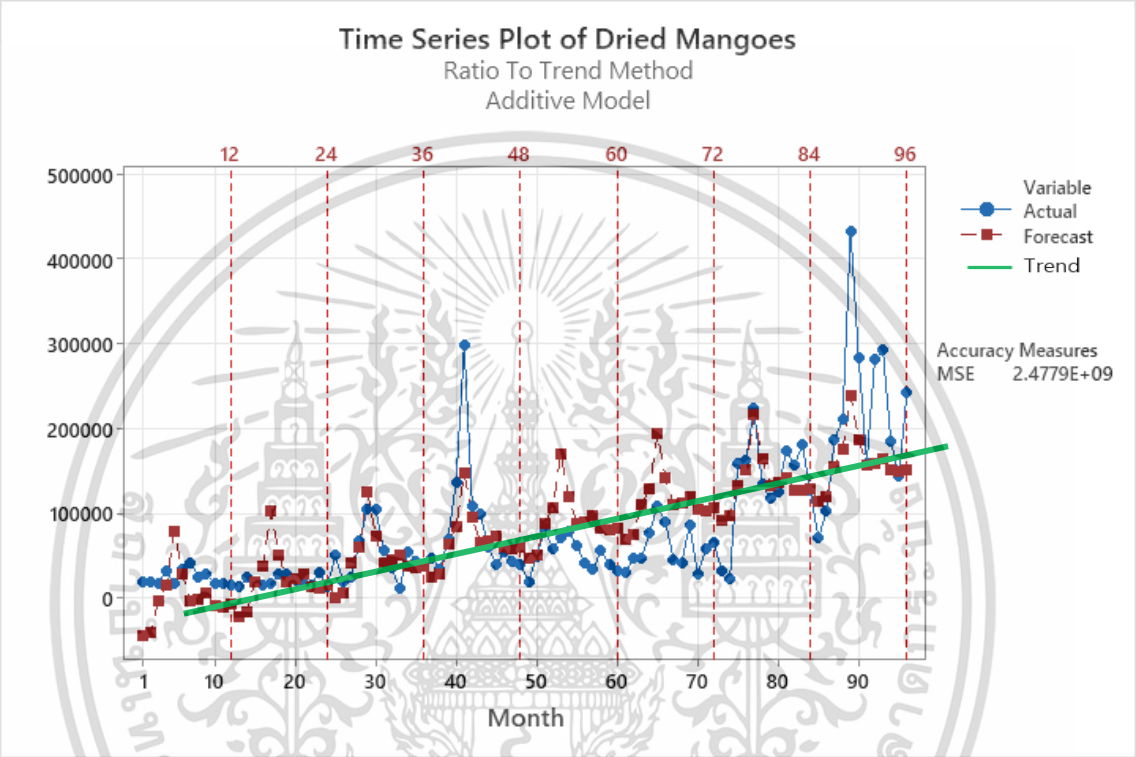
ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีทั้งแนวโน้ม และมีอิทธิพลของฤดูกาลจะวิเคราะห์ด้วยวิธีสัดส่วนกับแนวโน้ม

4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบบวก



รูปที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_t = (-10,916) + 1,894t + \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

$\hat{S}_1 = -34,723.1022$ $\hat{S}_2 = -31,936.3601$ $\hat{S}_3 = 2,013.5069$

$\hat{S}_4 = 19,322.2490$ $\hat{S}_5 = 81,364.1161$ $\hat{S}_6 = 28,153.7331$

$\hat{S}_7 = -5,040.7748$ $\hat{S}_8 = -4,448.0327$ $\hat{S}_9 = 11.8343$

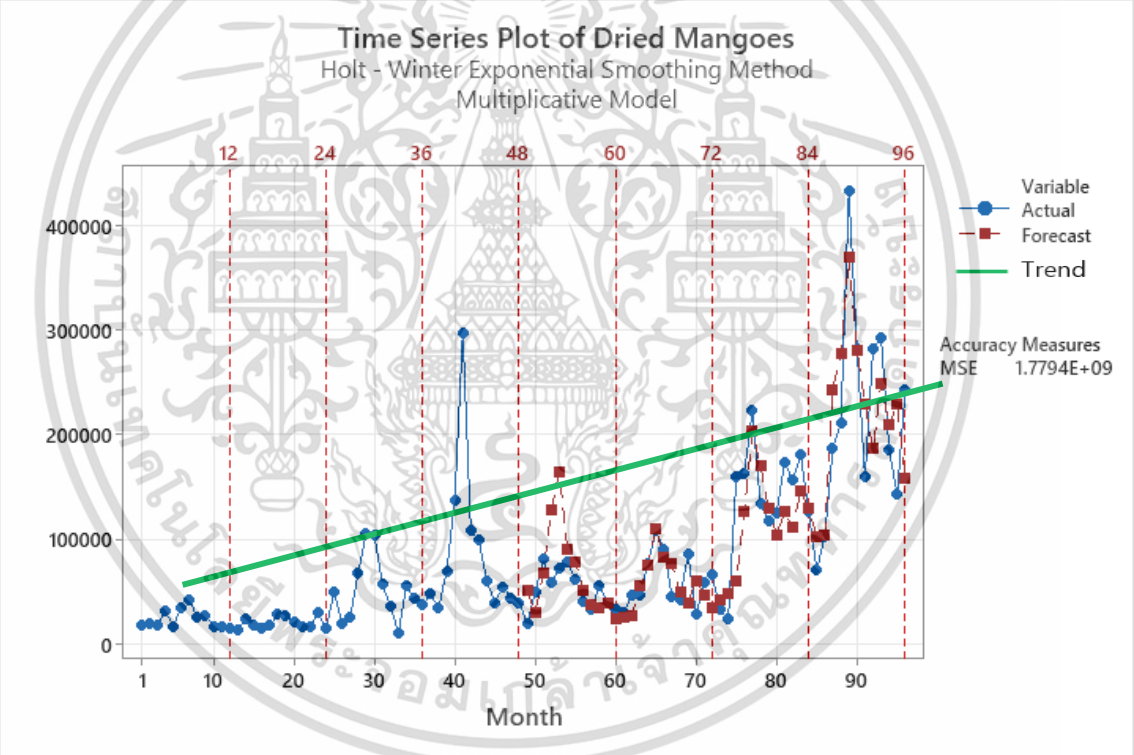
$\hat{S}_{10} = -16,026.6736$ $\hat{S}_{11} = -19,625.0565$ $\hat{S}_{12} = -19,065.4395$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1 = -34,723.1022$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 34,723.1022 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,7,8,10,11,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 31,936.3601, 5,040.7748, 4,448.0327, 16,026.6136, 19,625.0565 และ 19,065.4395 กิโลกรัมตามลำดับ

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3 = 2,013.5069$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 2,013.5069 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 4,5,6,9 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 19,322.2490, 81,364.1161, 28,153.7331 และ 11.8343 กิโลกรัมตามลำดับ

4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบคูณ



รูปที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_t = 17,241.9388 \times (1.0243)^t \times \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

$\hat{S}_1 = -0.4349$ $\hat{S}_2 = -0.3595$ $\hat{S}_3 = 0.0668$

$\hat{S}_4 = 0.3316$ $\hat{S}_5 = 0.5955$ $\hat{S}_6 = 0.4641$

$\hat{S}_7 = 0.1731$ $\hat{S}_8 = -0.0510$ $\hat{S}_9 = -0.1737$

$\hat{S}_{10} = -0.1750$ $\hat{S}_{11} = -0.1489$ $\hat{S}_{12} = -0.2882$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลที่ได้มีค่าไม่เท่ากับ 12 จึงต้องปรับให้ผลรวมค่าอิทธิพลฤดูกาลเป็น 12 โดยการหาร $\hat{S}_i(96)$ ด้วย $\bar{S} = 1.0536$ จะได้ค่าอิทธิพลฤดูกาลใหม่เป็น $\hat{S}_i^*(96)$ และปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_{96}(96)$ เป็น $\hat{T}_{96}^*(96)$ โดยการคูณ $\bar{S} = 1.0536$ เพื่อให้ค่าพยากรณ์คงเดิม จะได้

$$\hat{T}_{96}^*(96) = 17,241.9388 \times 1.0536 = 18,165.5274$$

จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ คือ

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 18,165.5274 \times (1.0243)^t \times \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.6144$ $\hat{S}_2^* = 0.6625$ $\hat{S}_3^* = 1.0147$

$\hat{S}_4^* = 1.3224$ $\hat{S}_5^* = 1.7217$ $\hat{S}_6^* = 1.5097$

$\hat{S}_7^* = 1.1286$ $\hat{S}_8^* = 0.9020$ $\hat{S}_9^* = 0.7978$

$\hat{S}_{10}^* = 0.7968$ $\hat{S}_{11}^* = 0.8179$ $\hat{S}_{12}^* = 0.7115$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1^* = 0.6144$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้งในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 38.56% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,8,9,10,11,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 33.75%, 9.80%, 20.22%, 20.32%, 18.21% และ 28.85% ตามลำดับ

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3^* = 1.0147$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 1.47% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 4,5,6,7 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 32.24%, 72.17%, 50.97% และ 12.86% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีปรับให้เรียบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบ เนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงอบแห้งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบบวก

ตารางที่ 4.9 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α, γ, δ และ MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	γ	δ	MSE
24	0.2457	0.286	0.5380	2,625,364,758.0083
36	0.2861	0.0000	0.4546	2,824,169,984.3992
48	**0.0356**	**1.0000**	**0.6739**	**2,265,268,180.2161**
60	0.1556	0.1078	0.8260	2,910,783,559.8866
72	0.0810	0.3397	0.9760	3,831,193,952.6612
84	0.3919	0.0000	0.6871	7,475,089,695.5696

จากตารางที่ 4.9 พบว่าค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 48 เดือนแรกให้ค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ $MSE = 2,265,268,180.2161$ จะได้ค่า $\alpha = 0.0356, \gamma = 1.0000$ และ $\delta = 0.6739$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ รูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 85, 86, ..., 96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.0356, \gamma = 1.0000$ และ $\delta = 0.6739$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$
85	71,033	146,189.03	-75,156.03	179,407.26	8,180.40	187,587.65	**-84,739.39**
86	102,670	149,856.64	-47,186.64	185,907.81	6,500.55	192,408.36	**-68,398.68**
87	187,095	245,762.74	-58,667.74	190,319.78	4,411.98	194,73176	**15,224.89**
88	211,062	251,652.55	-40,590.55	193,286.74	2,966.95	196,253.69	**30,540.07**
89	432,563	296,396.66	136,166.34	201,101.21	7,814.48	208,915.69	**188,640.56**
90	282,983	238,074.93	44,908.07	210,514.42	9,413.21	219,927.63	**58,346.01**
91	159,600	219,889.80	-60,289.80	217,781.31	7,266.89	225,048.20	**-39,221.54**
92	282,027	220,116.71	61,910.29	227,252.21	9,470.90	236,723.10	**35,305.41**
93	292,765	266,565.69	26,199.31	237,655.80	10,403.59	248,059.39	**46,870.11**
94	185,748	246,504.57	-60,756.57	245,896.46	8,240.66	254,137.12	**-41,041.89**
95	143,679	265,294.53	-121,615.53	249,807.60	3,911.14	253,718.74	**-67,883.27**
96	243,580	220,899.95	22,680.05	**254,526.15**	**4,718.55**	259,244.70	**-18,078.51**

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (254,526.15 + 4,718.55p) + \hat{S}_i(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ $\hat{S}_1 = -84,739.39$ $\hat{S}_2 = -68,398.68$ $\hat{S}_3 = 15,224.89$
$\hat{S}_4 = 30,540.07$ $\hat{S}_5 = 188,640.56$ $\hat{S}_6 = 58,346.01$
$\hat{S}_7 = -39,221.54$ $\hat{S}_8 = 35,305.41$ $\hat{S}_9 = 49,870.11$
$\hat{S}_{10} = -41,041.89$ $\hat{S}_{11} = -67,883.27$ $\hat{S}_{12} = -18,078.51$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลที่ได้มีค่าไม่เท่ากับ 0 จึงต้องปรับให้ผลรวมค่าอิทธิพลฤดูกาลเป็น 0 โดยการลบ $\hat{S}_i(96)$ ด้วย $\bar{S} = 4,630.3143$ จะได้ค่าอิทธิพลฤดูกาลใหม่เป็น $\hat{S}_i^*(96)$ และปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_{96}(96)$ เป็น $\hat{T}_{96}^*(96)$ โดยการบวก $\bar{S} = 4,630.3143$ เพื่อให้ค่าพยากรณ์คงเดิม จะได้ $\hat{T}_{96}^*(96) = 254,526.15 + 4,630.3143 = 259,156.46$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ คือ

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (259{,}156.46 + 4{,}718.55p) + \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, p มีหน่วยเป็นเดือน)

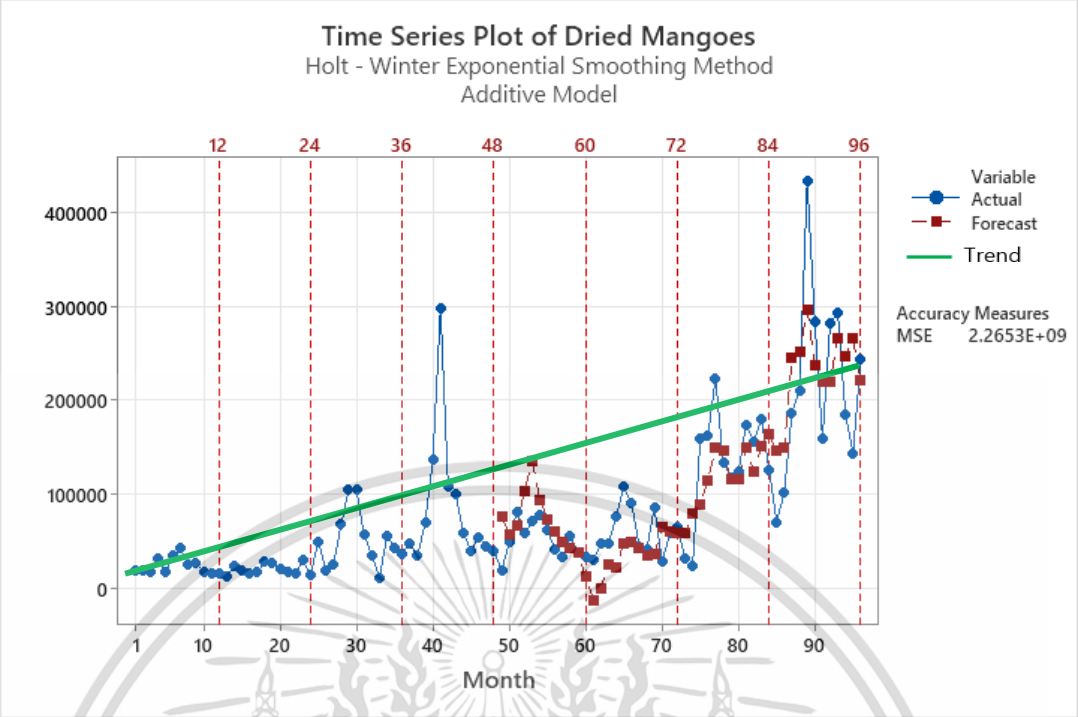
โดยที่

$\hat{S}_1^* = -89{,}369.7025$	$\hat{S}_2^* = -73{,}028.9920$	$\hat{S}_3^* = 10{,}594.5760$
$\hat{S}_4^* = 25{,}909.7576$	$\hat{S}_5^* = 184{,}010.2447$	$\hat{S}_6^* = 53{,}715.6945$
$\hat{S}_7^* = -43{,}851.8496$	$\hat{S}_8^* = 30{,}675.0964$	$\hat{S}_9^* = 42{,}239.7968$
$\hat{S}_{10}^* = -45{,}672.2092$	$\hat{S}_{11}^* = -72{,}513.5867$	$\hat{S}_{12}^* = -22{,}708.8259$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1^* = -89{,}369.7025$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้งในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 89,369.7025 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,7,10,11,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 73,028.9920, 43,851.8496, 45,672.2092, 72,513.5867 และ 22,708.8259 ตามลำดับ

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3^* = 10{,}594.5760$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 10,594.5760 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 4,5,6,8,9 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 25,909.7576, 184,010.2447, 53,715.6945, 30,675.0964 และ 42,239.7968 กิโลกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 48 เดือนแรก)

4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง ซึ่งมีอิทธิพลฤดูกาลโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบคูณ

ตารางที่ 4.11 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α, γ, δ และ MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	γ	δ	MSE
24	0.0356	1.0000	0.4232	2,100,852,435.1415
36	0.2127	0.1144	0.4183	2,301,722,183.6391
48	**0.2252**	**0.1579**	**0.3713**	**1,779,370,240.8095**
60	0.2232	0.1024	0.5024	2,073,199,196.4302
72	0.1108	0.1026	0.4491	3,599,799,012.8900
84	0.1389	0.7020	0.3713	5,994,952,449.6938

จากตารางที่ 4.11 พบว่าค่าเริ่มต้นจากค่าสังเกต 48 เดือนแรกให้ค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ $MSE = 1,779,340,240.8095$ จะได้ค่า $\alpha = 0.2252, \gamma = 0.1579$ และ $\delta = 0.3713$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 85, 86, ..., 96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.2252, \gamma = 0.1579$ และ $\delta = 0.3713$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$
85	71,033	103,142.43	-32,109.43	195,906.94	8,829.94	204,736.87	**0.4424**
86	102,670	103,820.50	-1,150.50	204,225.89	8,749.23	212,975.12	**0.5055**
87	187,095	243,732.83	-56,637.83	201,828.84	6,988.85	208,817.69	**1.0637**
88	211,062	278,409.62	-67,347.62	197,441.05	5,192.09	202,633.14	**1.2351**
89	432,563	369,511.02	63,051.98	210,420.51	6,421.98	216,842.49	**1.9098**
90	282,983	281,164.66	1,818.34	217,158.33	6,471.87	223,630.20	**1.2990**
91	159,600	229,656.38	-70,056.38	208,266.06	4,045.34	212,311.40	**0.9302**
92	282,027	186,615.33	95,411.67	236,758.99	7,906.45	244,665.45	**0.9949**
93	292,765	249,206.02	43,558.98	254,297.09	9,427.62	263,724.72	**1.0678**
94	185,748	209,325.89	-23,577.89	257,034.48	8,371.00	265,405.48	**0.7673**
95	143,679	229,772.74	-86,093.74	243,008.39	4,833.74	247,842.13	**0.7638**
96	243,580	159,331.79	84,248.21	**277,357.07**	**9,495.16**	286,852.23	**0.7303**

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (277,357.07 + 9,495.16p) \times \hat{S}_i(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

$$\hat{S}_1 = 0.4424 \quad \hat{S}_2 = 0.5055 \quad \hat{S}_3 = 1.0637$$
$$\hat{S}_4 = 1.2351 \quad \hat{S}_5 = 1.9098 \quad \hat{S}_6 = 1.2990$$
$$\hat{S}_7 = 0.9302 \quad \hat{S}_8 = 0.9949 \quad \hat{S}_9 = 1.0678$$
$$\hat{S}_{10} = 0.7673 \quad \hat{S}_{11} = 0.7638 \quad \hat{S}_{12} = 0.7303$$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลที่ได้มีค่าไม่เท่ากับ 12 จึงต้องปรับให้ผลรวมค่าอิทธิพลฤดูกาลเป็น 12 โดยการลบ $\hat{S}_i(96)$ ด้วย $\bar{S} = 4,630.3143$ จะได้ค่าอิทธิพลฤดูกาลใหม่เป็น $\hat{S}_i^*(96)$ และปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_{96}(96)$ เป็น $\hat{T}_{96}^*(96)$ โดยการคูณ $\bar{S} = 0.9758$ เพื่อให้ค่าพยากรณ์คงเดิม จะได้ $\hat{T}_{96}^*(96) = 277,357.07 \times 0.9758 = 270,645.0289$ และปรับค่าประมาณความชัน $\hat{\beta}_1(t)$ เป็น $\hat{\beta}_1^*(t)$ โดยการคูณ $\bar{S} = 0.9758$ เพื่อให้ค่าพยากรณ์คงเดิมจะได้

$$\hat{\beta}_1^*(t) = 9,495.16 \times 0.9758 = 9,265.3771$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ คือ

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (270,645.0289 + 9,265.3771p) \times \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, p มีหน่วยเป็นเดือน)

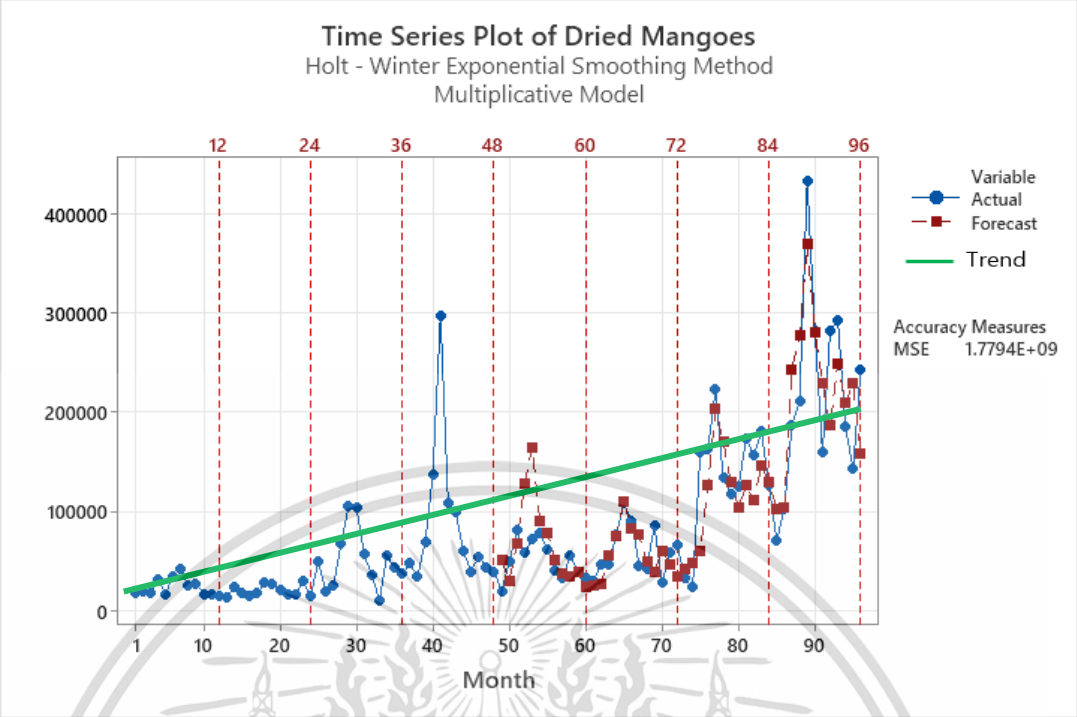
โดยที่

$$\hat{S}_1^* = 0.4534 \qquad \hat{S}_2^* = 0.5180 \qquad \hat{S}_3^* = 1.0900$$
$$\hat{S}_4^* = 1.2657 \qquad \hat{S}_5^* = 1.9571 \qquad \hat{S}_6^* = 1.3312$$
$$\hat{S}_7^* = 0.9532 \qquad \hat{S}_8^* = 1.0196 \qquad \hat{S}_9^* = 1.0943$$
$$\hat{S}_{10}^* = 0.7864 \qquad \hat{S}_{11}^* = 0.7827 \qquad \hat{S}_{12}^* = 0.7484$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1^* = 0.4534$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้งในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 54.66% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,7,10,11,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 48.20%, 4.68%, 21.36%, 21.73 และ 25.16% ตามลำดับ

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3^* = 1.0900$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 9.00% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 4,5,6,8,9 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 26.57%, 95.71%, 33.12%, 1.96%, และ 9.43% ตามลำดับ

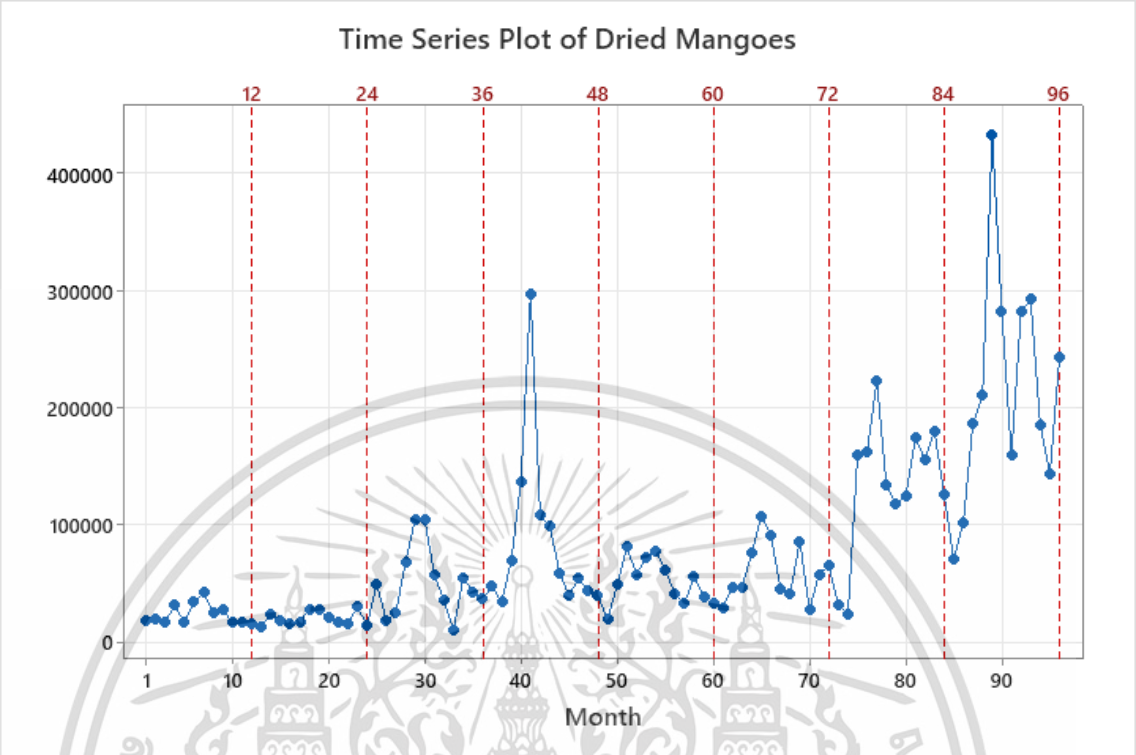
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง
โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 48 เดือนแรก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

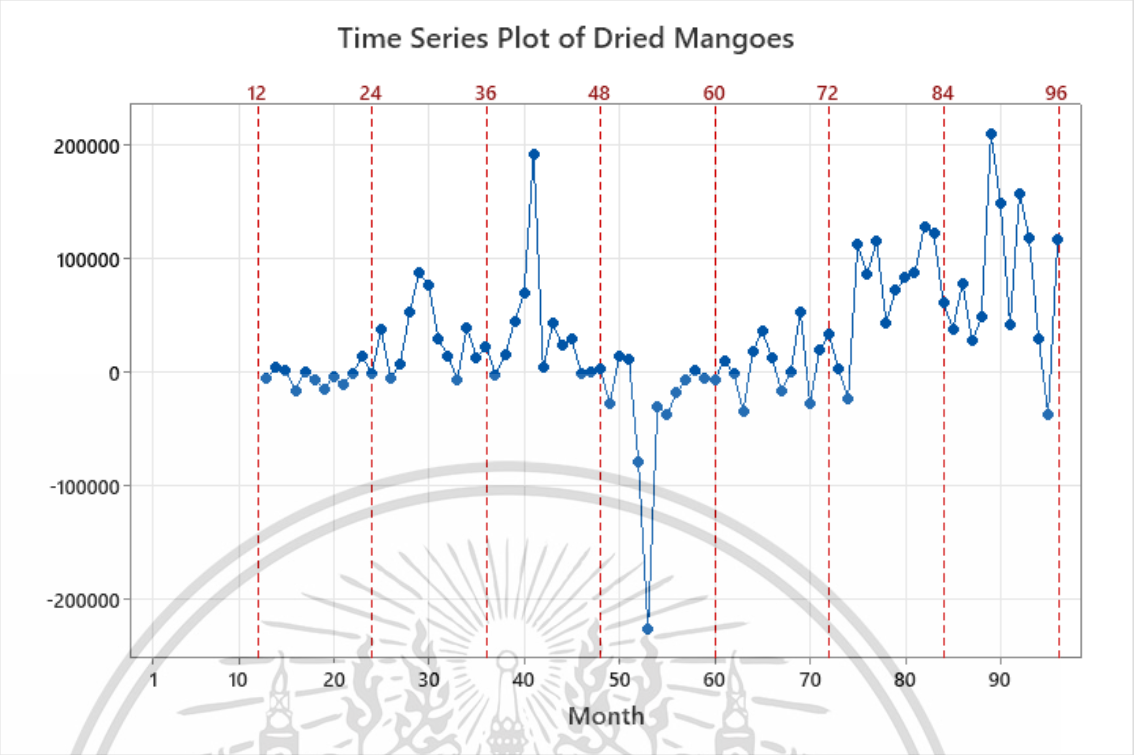
4.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์



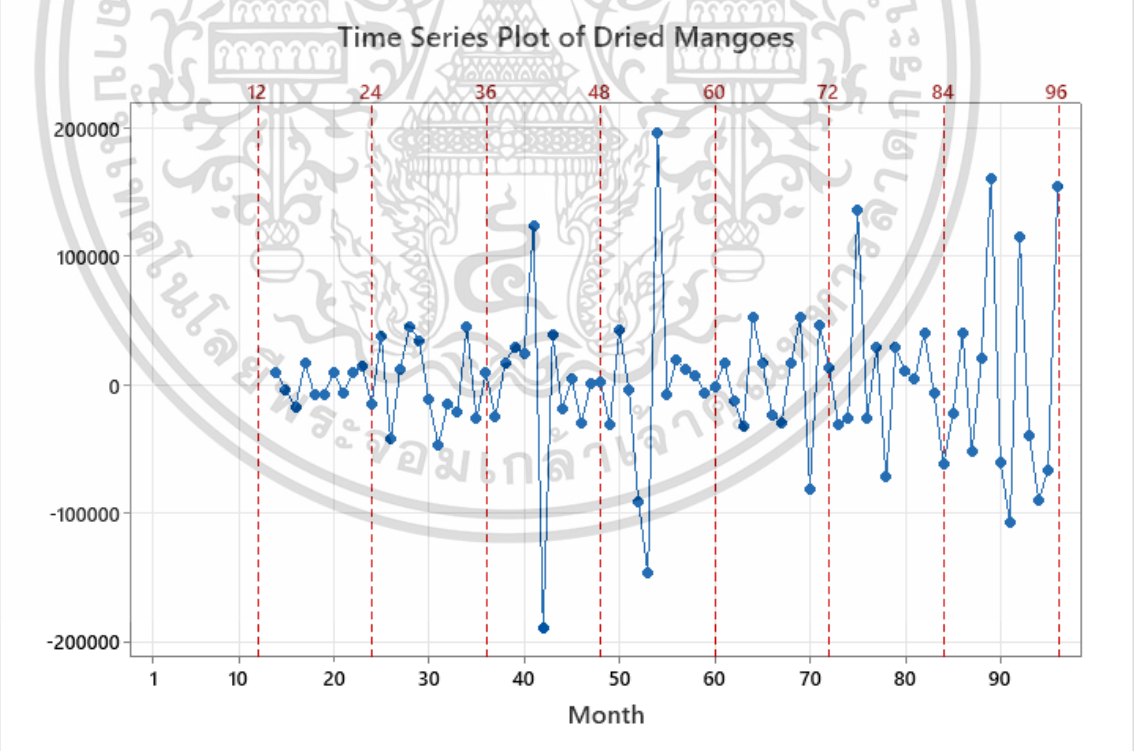
รูปที่ 4.19 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

จากรูปที่ 4.19 จะเห็นว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง มีลักษณะไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่าอนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงต้องแปลงให้อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงแห้งมีลักษณะสเตชันนารี โดยการผลต่างและผลต่างฤดูกาล ดังรูป 4.25 และ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



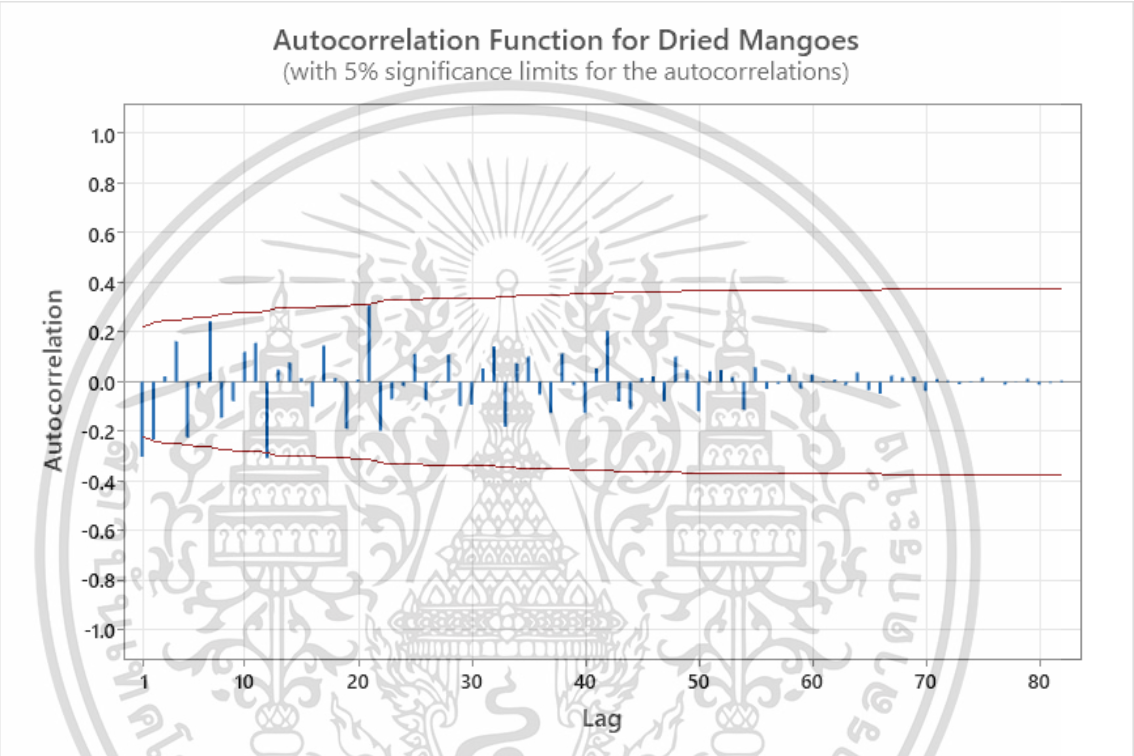
รูปที่ 4.20 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.21 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง

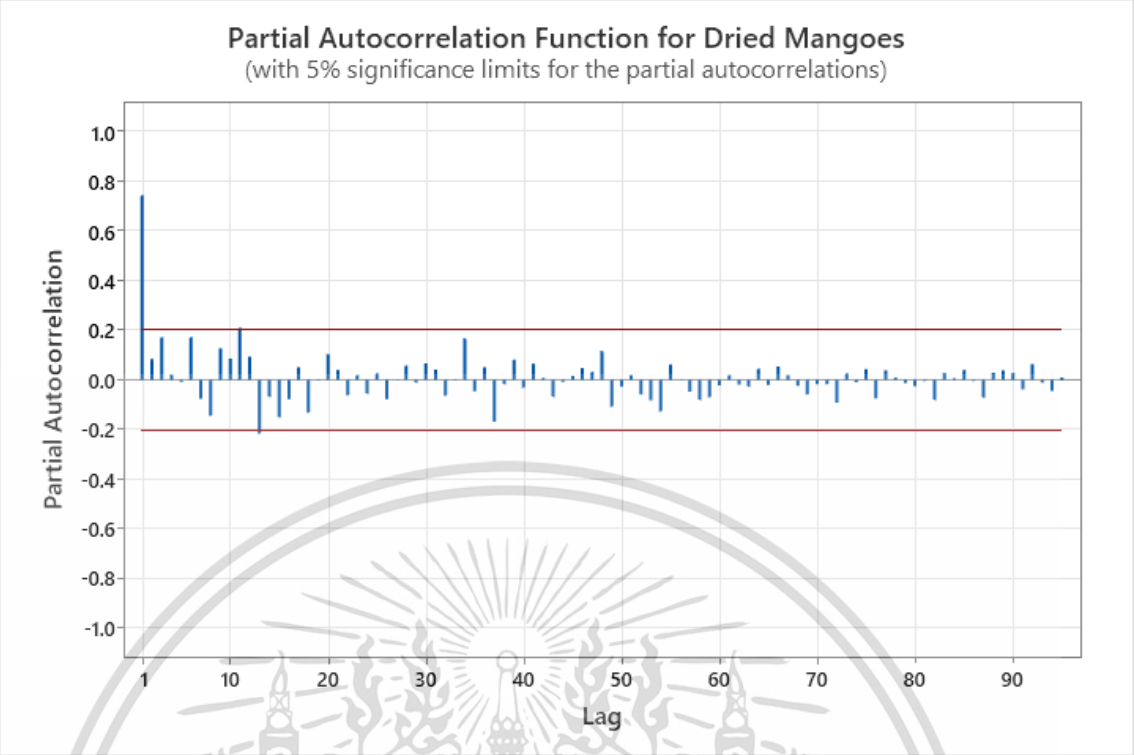
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.20 อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่าง 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว จากนั้นนำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้วไปพล็อตคอเรลโรลแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.22 และรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.22 คอเรลโรแกรม Autocorrelation (ACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 คอเรลโรแกรม Partial Autocorrelation (PACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.22 จะเห็นได้ว่า ACF มีลักษณะ cut off ที่ lag 1 และจากรูปที่ 4.23 PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วใกล้ศูนย์ และมีการหาค่าผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF cut off ที่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24, 36,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $SARIMA(0,1,1)_{12}$ ดังนั้นตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง คือ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

ตารางที่ 4.13 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\theta}_1$	0.6743	0.0821	8.22	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.768	0.141	5.43	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.13 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

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

โดยตั้งสมมติฐานการทดสอบดังนี้

$H_0 : \theta_1 = 0$
$H_1 : \theta_1 \neq 0$

เนื่องจาก $p-value = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

$H_0 : \Theta_{12} = 0$
$H_1 : \Theta_{12} \neq 0$

เนื่องจาก $p-value = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

ตารางที่ 4.14 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน (Modified Box-Pierce) ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	8.67	18.92	22.53	43.97
DF	10	22	34	406
p-value	0.564	0.650	0.934	0.558

จากตารางที่ 4.14 ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยพิจารณาจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยใช้สถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ lag 12 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,12$

เนื่องจาก $p-value = 0.564 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สำหรับ lag 24 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{24}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,24$

เนื่องจาก $p-value = 0.650 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,24 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สำหรับ lag 36 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{36}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,36$

เนื่องจาก $p-value = 0.934 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,36 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สำหรับ lag 48 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{48}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,48$

เนื่องจาก $p-value = 0.558 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,48 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

ดังนั้น รูปแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ไม่มีค่าคงที่ เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ยังมีตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมอีก 6 ตัวแบบดังนี้

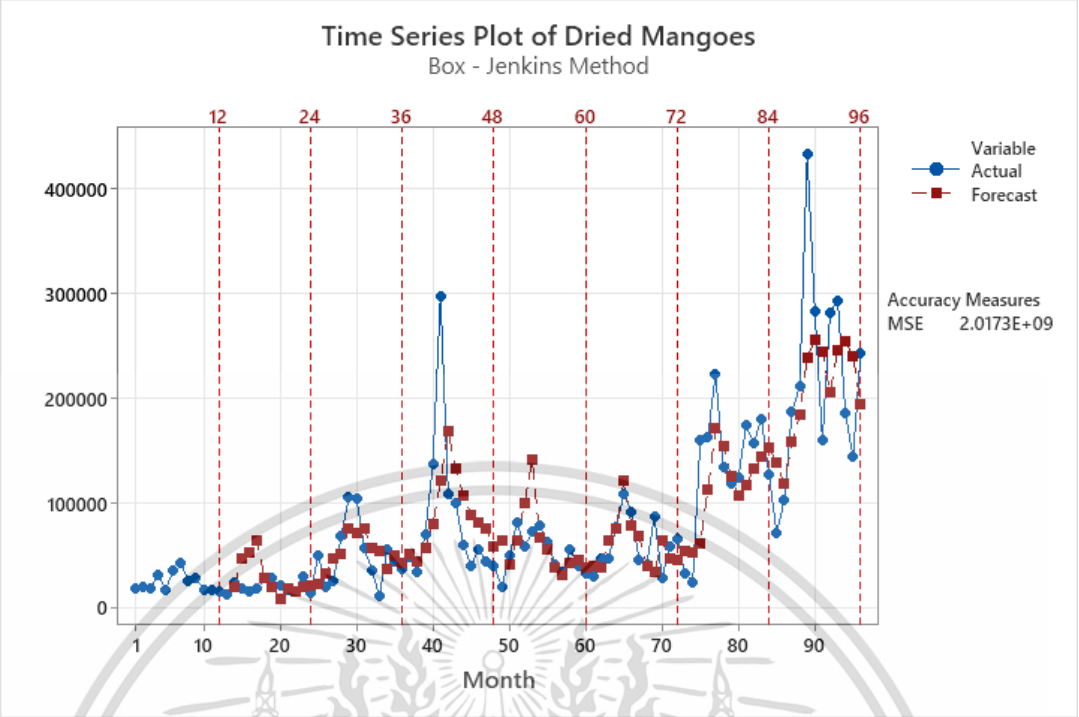
1. $ARIMA(0,1,2)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$
2. $ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$
3. $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(2,1,0)_{12}$
4. $ARIMA(0,1,2)\times SARIMA(2,1,0)_{12}$
5. $ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(2,1,0)_{12}$
6. $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,1,0)_{12}$

เนื่องจากปัญหาพิเศษฉบับนี้มีตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมมากกว่า 1 ตัวแบบ จึงใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ โดยข้อสนเทศอาไคเคะ (AIC) โดยตัวแบบที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

ตารางที่ 4.15 ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

ตัวแบบ	SSE	MSE	AIC
$ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	171,831,000,000	2,121,372,395	894.2717
$ARIMA(0,1,2)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	**161,382,000,000**	**2,017,274,694**	**893.6561**
$ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	168,039,000,000	2,100,482,528	895.3413
$ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(2,1,0)_{12}$	183,191,000,000	2,289,886,318	898.9408
$ARIMA(0,1,2)\times SARIMA(2,1,0)_{12}$	172,237,000,000	2,180,216,845	898.3701
$ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(2,1,0)_{12}$	179,384,000,000	2,270,686,115	900.0652
$ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,1,0)_{12}$	197,548,000,000	2,438,869,241	900.0865

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ด้วยตัวแบบ

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

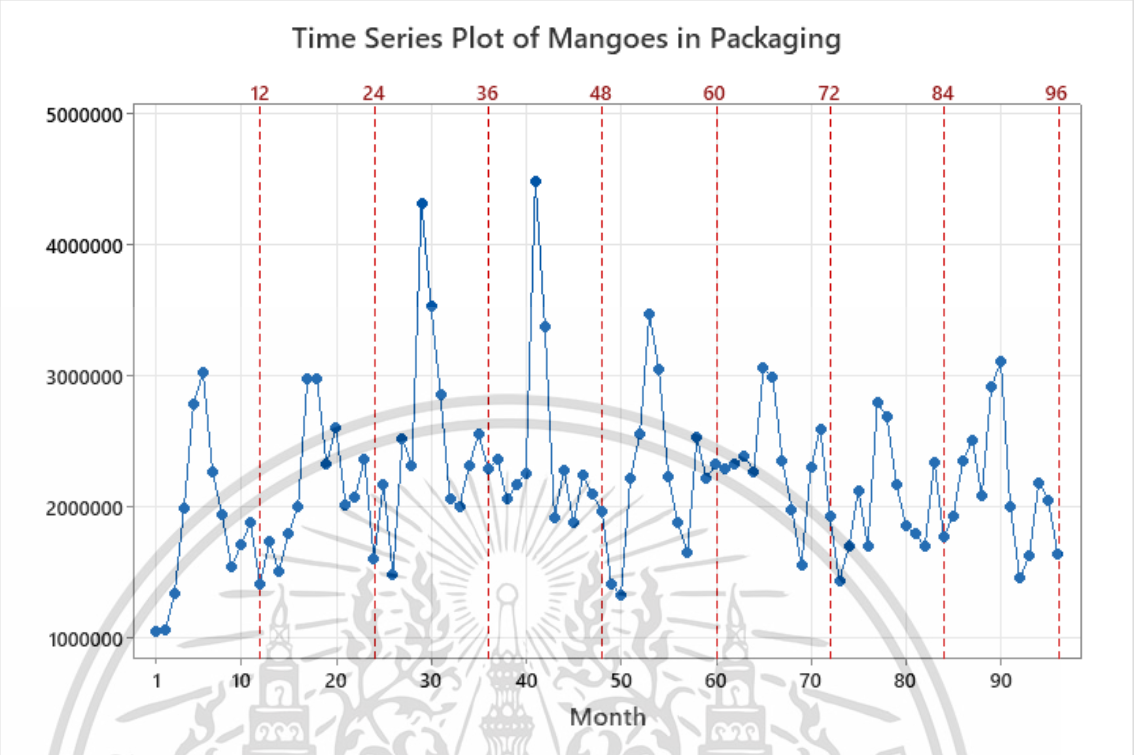
ตารางที่ 4.16 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE การพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ - วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบบวก - วิธีสัดส่วนกับแนวโน้มรูปแบบคูณ	 2,477,902,747.09 2,076,607,215.72
2. วิธีปรับให้เรียบ - วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ (HWS) สำหรับรูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 48 ค่า) **- วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ (HWS) สำหรับรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 48 ค่า)**	 2,265,268,180.22 **1,779,370,240.81**
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	2,017,274,694.00

จากตารางที่ 4.16 พบว่า วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์ (HWS) สำหรับรูปแบบคูณ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 1,779,370,240.81 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

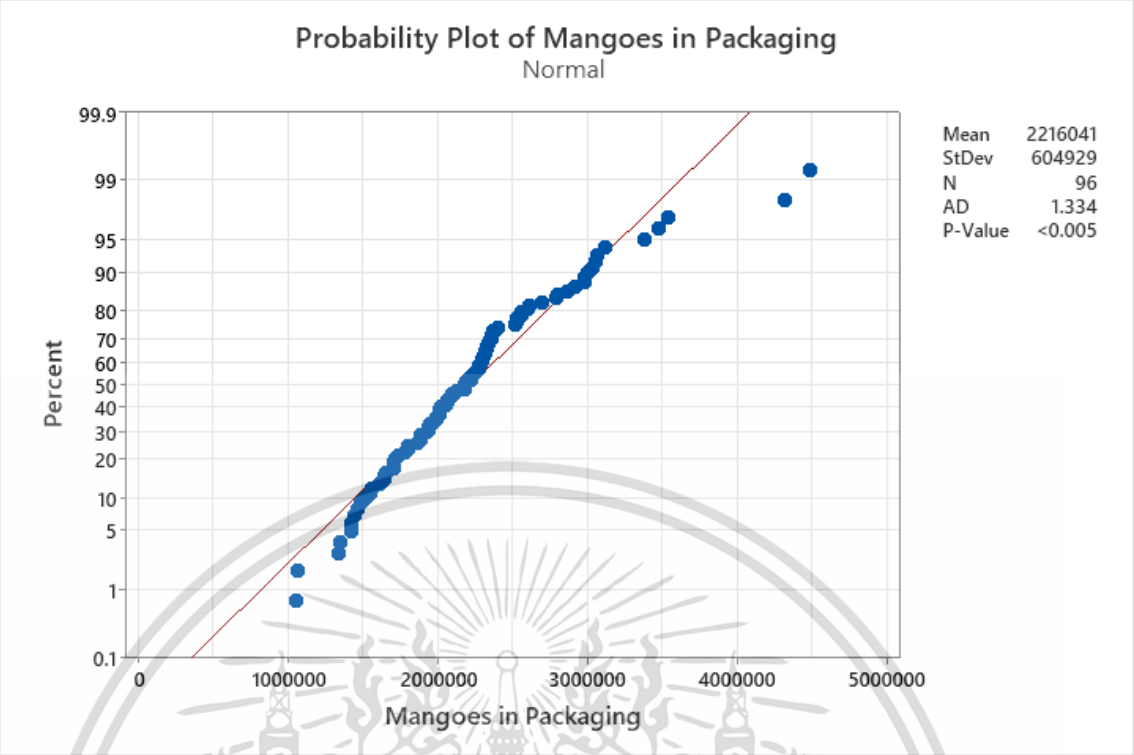
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 4.25 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

จากรูปที่ 4.25 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์มีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน และเมื่อพิจารณาอิทธิพลฤดูกาล พบว่า มีลักษณะอิทธิพลฤดูกาลที่ชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไปทดสอบการแจกแจงปรกติ เพื่อเลือกวิธีการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 การทดสอบการแจกแจงปรกติของปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยใช้การทดสอบแอนเดอร์สัน – ดาร์ลิง

สมมติฐาน

H_0 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์มีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีการแจกแจงปรกติ

ตัวสถิติทดสอบ

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

$$= -96 - \frac{1}{96}\sum_{i=1}^{n}\left[(2i-1)\left\{\ln F_x(x_i) + \ln\left[1 - F_x(x_{97-i})\right]\right\}\right]$$

$$= -96 - \left(\frac{1}{96} \times (-9344.0382)\right)$$

$$= 1.3337$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการปรับค่าสถิติทดสอบเป็น $AD*$

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

$$=1.3337\left(1+\frac{0.75}{96}+\frac{2.25}{96^2}\right)$$

$$=1.3443$$

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

$$C_{0.5} = 0.7514\left(1+\frac{-0.795}{96}+\frac{-0.890}{96^2}\right) = 0.7382$$

เนื่องจาก $AD* = 1.3443 > C_\alpha 0.7382$ และเนื่องจาก $p-value < \alpha = 0.05$

จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีการแจกแจงปรกติ

เนื่องจาก ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีการแจกแจงปรกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ คือ การทดสอบแนวโน้มด้วยการทดสอบของแดเนียล (Danial's Test) และการทดสอบอิทธิพลฤดูกาลด้วยการทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

ทดสอบแนวโน้มด้วยการทดสอบของแดเนียล (Danial's Test)

สมมติฐาน

H_0 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีแนวโน้ม

H_1 : ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์มีแนวโน้ม

ตัวสถิติทดสอบ

$$r_s = 1-\frac{\left(6\sum d_t^2\right)}{n\left(n^2-1\right)}$$

$$=1-\frac{6(140,342)}{96\left(96^2-1\right)} = 0.0481$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดระดับนัยสำคัญ คือ 0.05 มีบริเวณวิกฤติเป็น $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$

โดย $$Z = \frac{\left(r_s - \mu_{r_s}\right)}{\sigma_{r_s}}$$

$$= \frac{0.481}{\frac{1}{\sqrt{96-1}}} = 0.4692$$

เนื่องจาก $Z = 0.4692 < Z_{0.025} = 1.96$ ซึ่งไม่ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีแนวโน้ม

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลด้วยการทดสอบของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

สมมติฐาน

$H_0 : S_1 = S_2 = ... = S_{12} = 0$

$H_1 : S_i \neq 0$ สำหรับบางฤดูกาล

สถิติทดสอบ

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

$$= \frac{12}{96(97)}\left[\frac{242^2}{8} + \frac{217^2}{8} + ... + \frac{245^2}{8}\right] - 3(97)$$

$$= \frac{12}{96(97)}[267,305] - 3(97)$$

$$= 53.4662$$

กำหนดระดับนัยสำคัญ คือ 0.05 มีบริเวณวิกฤตเป็น $H \geq \chi^2_{\alpha, L-1}$

เนื่องจาก $H = 53.4662 > \chi^2_{0.05,11} = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์มีอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล จะวิเคราะห์ด้วยวิธีเฉลี่ยแบบง่าย

4.3.1.1 ผลการวิเคราะห์วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_t = 2,216,041 + \hat{S}_t$$

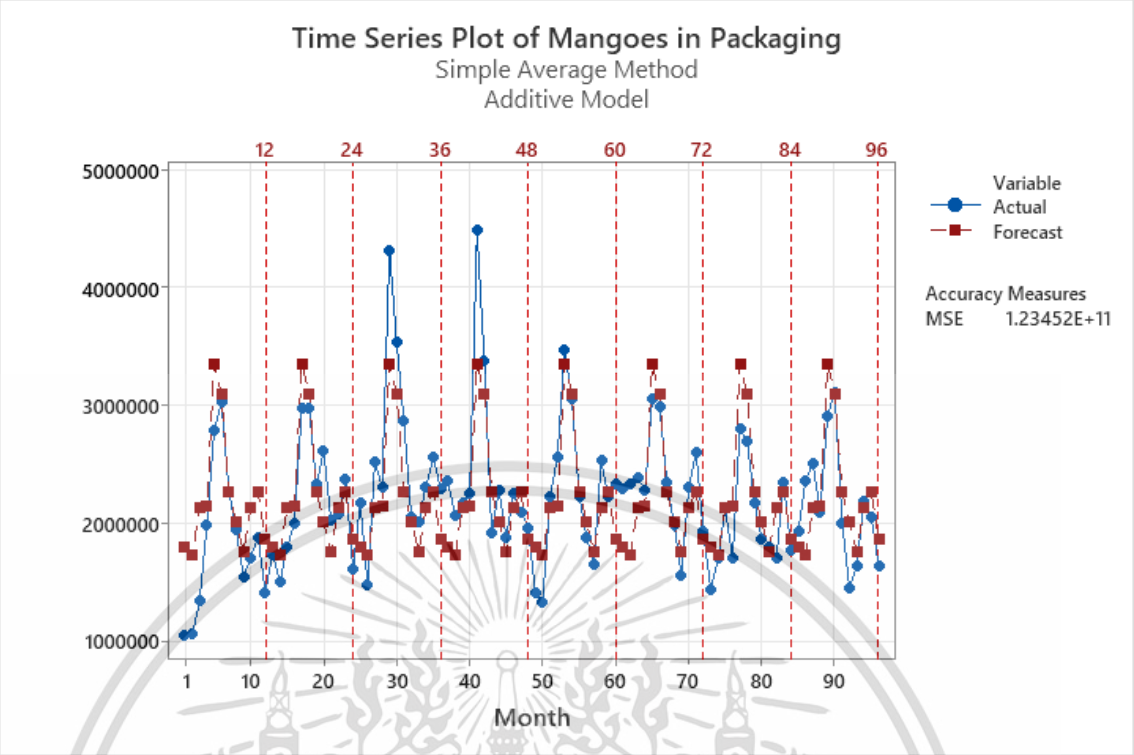
(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ $\hat{S}_1 = -412,763.8646$ $\hat{S}_2 = -485,805.7396$ $\hat{S}_3 = -78,961.8646$
$\hat{S}_4 = -65,118.7396$ $\hat{S}_5 = 1,137,567.2604$ $\hat{S}_6 = 881,233.7604$
$\hat{S}_7 = 54,153.6354$ $\hat{S}_8 = -204,014.4896$ $\hat{S}_9 = -452,669.3646$
$\hat{S}_{10} = -80,800.8646$ $\hat{S}_{11} = 50,755.5104$ $\hat{S}_{12} = -343,575.2396$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1 = -412,763.8646$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 412,763.8646 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,3,4,8,9,10,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 485,805.7396, 78,961.8646, 65,118.7396, 204,014.4896, 452,669.3646, 80,800.8646 และ 343,575.2396 กิโลกรัมตามลำดับ

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_5 = 1,137,567.2604$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออก มะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในเดือนที่ 5 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 1,137,567.2604 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 6,7,11 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 881,233.7604, 54,153.6354 และ 50,755.5104 กิโลกรัมตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่าย รูปแบบบวก

4.3.1.2 ผลการวิเคราะห์วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_t = 2,216,041 \times \hat{S}_t$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

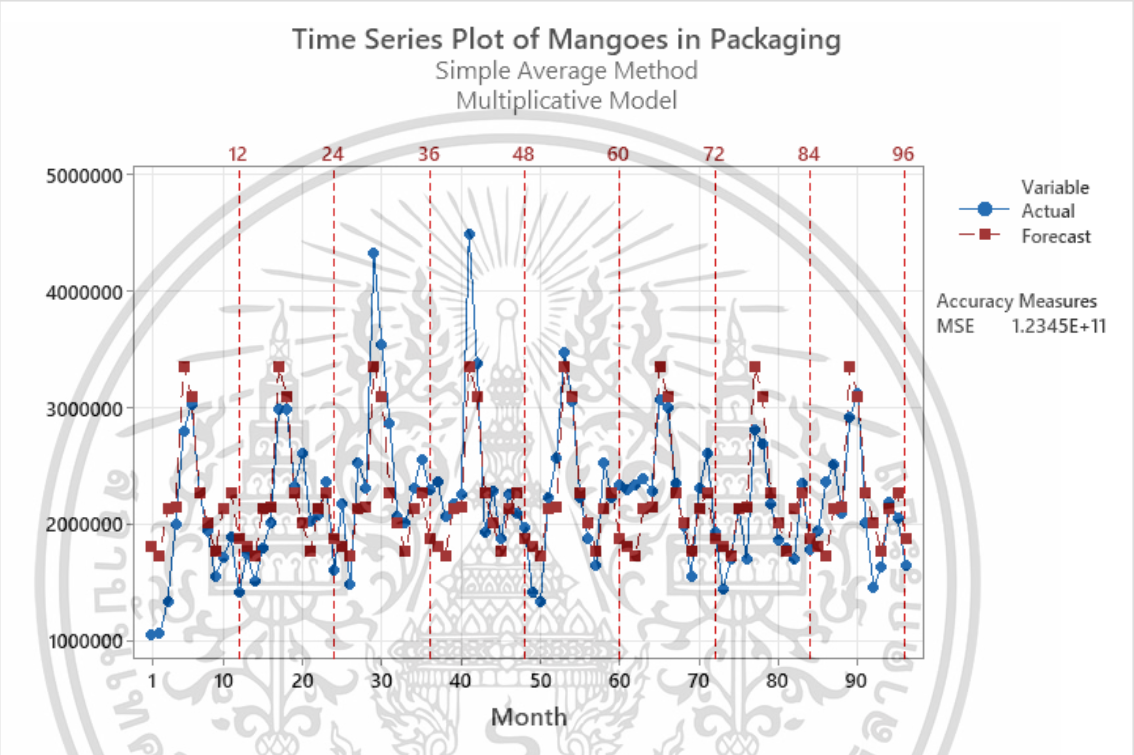
โดยที่

$$\hat{S}_1 = 0.8137 \quad \hat{S}_2 = 0.7808 \quad \hat{S}_3 = 0.9644$$
$$\hat{S}_4 = 0.9706 \quad \hat{S}_5 = 1.5133 \quad \hat{S}_6 = 1.3977$$
$$\hat{S}_7 = 1.0244 \quad \hat{S}_8 = 0.9079 \quad \hat{S}_9 = 0.7957$$
$$\hat{S}_{10} = 0.9635 \quad \hat{S}_{11} = 1.0229 \quad \hat{S}_{12} = 0.8450$$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1 = 0.8137$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 18.63% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,3,4,8,9,10,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 21.92%, 3.56%, 2.94%, 9.21%, 20.43%, 3.65%, และ 15.50% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_5 = 1.5133$ หมายความว่าปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในเดือนที่ 5 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 51.33% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 6,7,11 มีปริมาณการส่งออก มะม่วงในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 39.77%, 2.44% และ 2.29% ตามลำดับ



รูปที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่าย รูปแบบคูณ

4.3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีปรับให้เรียบ

นำข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบ เนื่องจากข้อมูลการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ไม่มีแนวโน้ม แต่มีอิทธิพลของฤดูกาล จะวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (SSES) สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีอิทธิพลฤดูกาลโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล สำหรับรูปแบบบวก โดยใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel ในการหาค่า α และ δ ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุด

ตารางที่ 4.17 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α,δ และ MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	δ	MSE
12	0.2189	0.5254	136,612,628,264.15
24	0.2333	0.5284	149,870,877,689.95
36	0.1834	0.6035	139,098,217,057.80
48	0.0412	0.5842	166,108,320,042.17
60	0.1568	0.7056	144,096,687,555.40
72	**0.2425**	**0.1189**	**93,404,336,255.25**
84	0.0561	0.5842	141,628,978,874.49

จากตารางที่ 4.17 จะพบว่าค่าเริ่มต้นที่หามาจากค่าสังเกต 72 เดือนแรกให้ค่า MSE ต่ำที่สุดคือ $MSE = 93,404,336,255.25$ โดย α และ δ ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุด คือ $\alpha = 0.2425$ และ $\delta = 0.1189$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลรูปแบบบวก ตั้งแต่ $t = 85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.2425$ และ $\delta = 0.1189$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t-1)$	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$
85	1,938,608	1,993,135.54	-54,527.54	2,033,749.66	2,020,524.92	**-45,523.86**	2,054,027.41
86	2,358,338	2,054,027.41	304,310.59	2,020,524.92	2,094,330.32	**60,903.05**	2,233,536.30
87	2,513,648	2,233,536.30	280,111.70	2,094,330.32	2,162,266.69	**164,427.64**	2,154,163.19
88	2,094,592	2,154,163.19	-59,571.19	2,162,266.69	2,147,818.70	**-13,467.38**	2,959,034.09
89	2,915,378	2,959,034.09	-43,656.09	2,147,818.70	2,137,230.65	**807,284.53**	2,877,314.30
90	3,112,870	2,877,314.30	235,555.70	2,137,230.65	2,194,360.71	**761,293.42**	2,301,992.00
91	2,005,728	2,301,992.00	-296,264.00	2,194,360.71	2,122,506.88	**80,955.24**	1,865,160.39
92	1,458,444	1,865,160.39	-406,716.39	2,122,506.88	2,023,864.68	**-293,967.82**	1,367,744.37
93	1,637,454	1,367,744.37	269,709.63	2,023,864.68	2,089,278.20	**-631,835.26**	2,091,567.55
94	2,192,370	2,091,567.55	100,802.45	2,089,278.20	2,113,726.13	**11,365.75**	2,455,112.40
95	2,056,310	2,455,112.40	-398,802.40	2,113,726.13	2,017,003.34	**305,477.52**	1,698,911.43
96	1,644,251	1,698,911.43	-54,660.43	2,017,003.34	**2,003,746.37**	**-323,013.61**	1,958,222.52

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 2,003,746.37 + \hat{S}_i(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ $\hat{S}_1 = -45,523.8587$ $\hat{S}_2 = 60,903.0503$ $\hat{S}_3 = 164,427.6384$
$\hat{S}_4 = -13,467.3785$ $\hat{S}_5 = 807,284.5336$ $\hat{S}_6 = 61,293.4229$
$\hat{S}_7 = 80,955.2429$ $\hat{S}_8 = -293,967.8208$ $\hat{S}_9 = -631,835.2640$
$\hat{S}_{10} = 11,365.7513$ $\hat{S}_{11} = 305,477.5238$ $\hat{S}_{12} = -323,013.6115$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลที่ได้มีค่าไม่เท่ากับ 0 จึงต้องปรับให้ผลรวมค่าอิทธิพลฤดูกาลเป็น 0 โดยการลบ $\hat{S}_i(96)$ ด้วย $\bar{S} = 73,658.27$ จะได้ค่าอิทธิพลฤดูกาลใหม่เป็น $\hat{S}_i^*(96)$ และปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_{96}(96)$ เป็น $\hat{T}_{96}^*(96)$ โดยการบวก $\bar{S} = 73,658.27$ เพื่อให้ค่าพยากรณ์คงเดิม จะได้ $\hat{T}_{96}^*(96) = 2,003,746.37 + 73,658.27 = 2,007,404.64$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ คือ

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 2,077,404.64 + \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

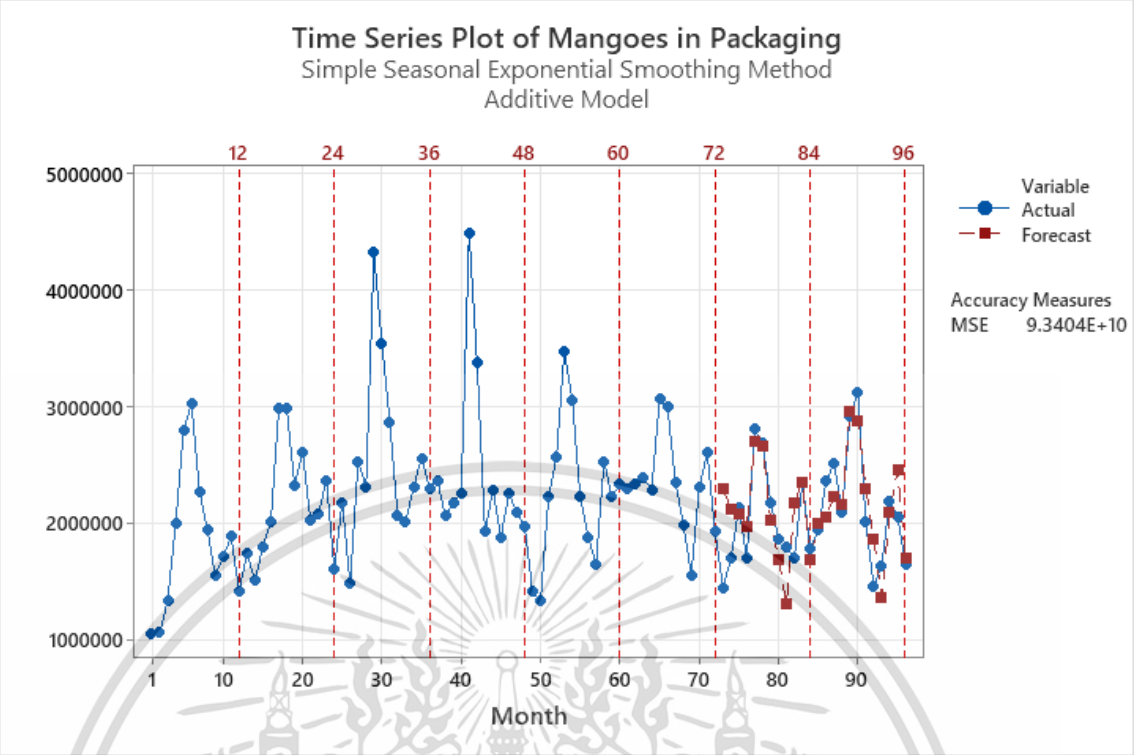
โดยที่

$\hat{S}_1^* = -119,182.1279$	$\hat{S}_2^* = -12,755.2188$	$\hat{S}_3^* = 90,769.3690$
$\hat{S}_4^* = -87,125.6476$	$\hat{S}_5^* = 733,626.2644$	$\hat{S}_6^* = 687,635.1537$
$\hat{S}_7^* = 7,296.9738$	$\hat{S}_8^* = -367,626.0899$	$\hat{S}_9^* = -705,493.5331$
$\hat{S}_{10}^* = -62,292.5178$	$\hat{S}_{11}^* = 231,819.2547$	$\hat{S}_{12}^* = -396,671.8806$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1^* = -119,182.1279$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 119,182.1279 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,4,8,9,10,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 12,755.2188, 87,125.6476, 367,626.0899, 705,493.5331, 62,292.5178 และ 396,671.8806 ตามลำดับ

ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3^* = 90,769.3690$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 90,769.3690 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 5,6,7,11 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 733,626.2644, 687,635.1537, 7,296.9738 และ 231,819.2547 กิโลกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล รูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 72 เดือนแรก)

4.3.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีอิทธิพลฤดูกาลโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล สำหรับรูปแบบคูณ โดยใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel ในการหาค่า α และ δ ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 จำนวนค่าสังเกตที่ใช้ในการหาค่าเริ่มต้น α, δ และ MSE

จำนวนค่าสังเกต	α	δ	MSE
12	0.1151	0.5503	143,963,898,927.54
24	0.2069	0.5730	152,540,290,543.67
36	0.0724	0.3912	142,188,015,127.76
48	**0.0000**	**0.4165**	**116,322,786,167.93**
60	0.0000	0.4720	121,028,046,577.02
72	0.0822	0.4330	117,713,792,273.69
84	0.0000	0.4165	135,183,217,502.76

จากตารางที่ 4.19 จะพบว่าค่าเริ่มต้นที่หามาจากค่าสังเกต 48 เดือนแรกให้ค่า MSE ต่ำที่สุดคือ $MSE = 116,322,786,167.93$ โดย α และ δ ที่ทำให้ MSE มีค่าต่ำที่สุด คือ $\alpha = 0.0000$ และ $\delta = 0.4165$

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล รูปแบบคูณ ตั้งแต่ $t = 85,86,...,96$ เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.0000$ และ $\delta = 0.4165$

t	Y_t	$\hat{Y}_t(t-1)$	e_t	$\hat{T}_t(t-1)$	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$
85	1,938,608	1,724,412.66	214,195.34	2,243,221.02	2,243,221.02	**0.8085**	1,767,606.98
86	2,358,338	1,767,606.98	590,731.02	2,243,221.02	2,243,221.02	**0.8977**	2,172,663.62
87	2,513,648	2,172,663.62	340,984.38	2,243,221.02	2,243,221.02	**1.0319**	2,051,299.38
88	2,094,592	2,051,299.38	43,292.62	2,243,221.02	2,243,221.02	**0.9225**	3,127,475.32
89	2,915,378	3,127,475.32	-212,097.32	2,243,221.02	2,243,221.02	**1.3548**	2,924,166.07
90	3,112,870	2,924,166.07	188,703.93	2,243,221.02	2,243,221.02	**1.3386**	2,262,557.76
91	2,005,728	2,262,557.76	-256,829.76	2,243,221.02	2,243,221.02	**0.9609**	1,968,077.45
92	1,458,444	1,968,077.45	-509,633.45	2,243,221.02	2,243,221.02	**0.7827**	1,731,748.66
93	1,637,454	1,731,748.66	-94,294.66	2,243,221.02	2,243,221.02	**0.7545**	2,044,017.66
94	2,192,370	2,044,017.66	148,352.34	2,243,221.02	2,243,221.02	**0.9387**	2,367,047.97
95	2,056,310	2,367,047.97	-310,737.97	2,243,221.02	2,243,221.02	**0.9975**	1,903,055.72
96	1,644,251	1,903,055.72	-258,804.72	2,243,221.02	**2,243,221.02**	**0.8003**	1,813,635.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมการพยากรณ์

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 2,243,221.02 \times \hat{S}_i(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

$\hat{S}_1 = 0.8085$ $\hat{S}_2 = 0.8977$ $\hat{S}_3 = 1.0319$
$\hat{S}_4 = 0.9225$ $\hat{S}_5 = 1.3548$ $\hat{S}_6 = 1.3386$
$\hat{S}_7 = 0.9609$ $\hat{S}_8 = 0.7827$ $\hat{S}_9 = 0.7545$
$\hat{S}_{10} = 0.9387$ $\hat{S}_{11} = 0.9975$ $\hat{S}_{12} = 0.8003$

เนื่องจากค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลที่ได้มีค่าไม่เท่ากับ 12 จึงต้องปรับให้ผลรวมค่าอิทธิพลฤดูกาลเป็น 12 โดยการหาร $\hat{S}_i(96)$ ด้วย $\bar{S} = 0.9657$ จะได้ค่าอิทธิพลฤดูกาลใหม่เป็น $\hat{S}_i^*(96)$ และปรับค่าแนวโน้ม $\hat{T}_{96}(96)$ เป็น $\hat{T}_{96}^*(96)$ โดยการคูณ $\bar{S} = 0.9657$ เพื่อให้ค่าพยากรณ์คงเดิม จะได้

$$\hat{T}_{96}^*(96) = 2,243,221.02 \times 0.9657 = 2,166,278.54$$

จะได้สมการพยากรณ์ใหม่ คือ

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 2,166,278.54 \times \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

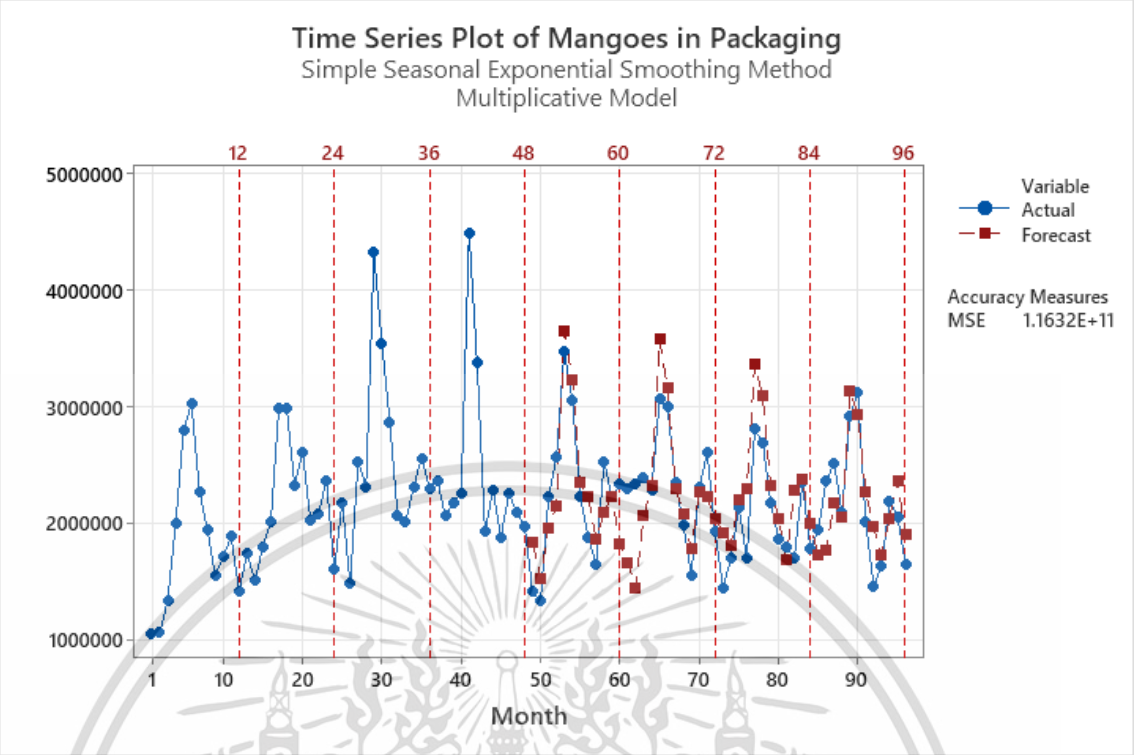
โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.8372$ $\hat{S}_2^* = 0.9295$ $\hat{S}_3^* = 1.0685$
$\hat{S}_4^* = 0.9552$ $\hat{S}_5^* = 1.4029$ $\hat{S}_6^* = 1.3861$
$\hat{S}_7^* = 0.9950$ $\hat{S}_8^* = 0.8105$ $\hat{S}_9^* = 0.7813$
$\hat{S}_{10}^* = 0.9721$ $\hat{S}_{11}^* = 1.0329$ $\hat{S}_{12}^* = 0.8287$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1^* = 0.8372$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 16.28% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 2,4,7,8,9,10,12 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 7.05%, 4.48%, 0.50%, 18.95%, 21.87%, 2.79% และ 17.13% ตามลำดับ

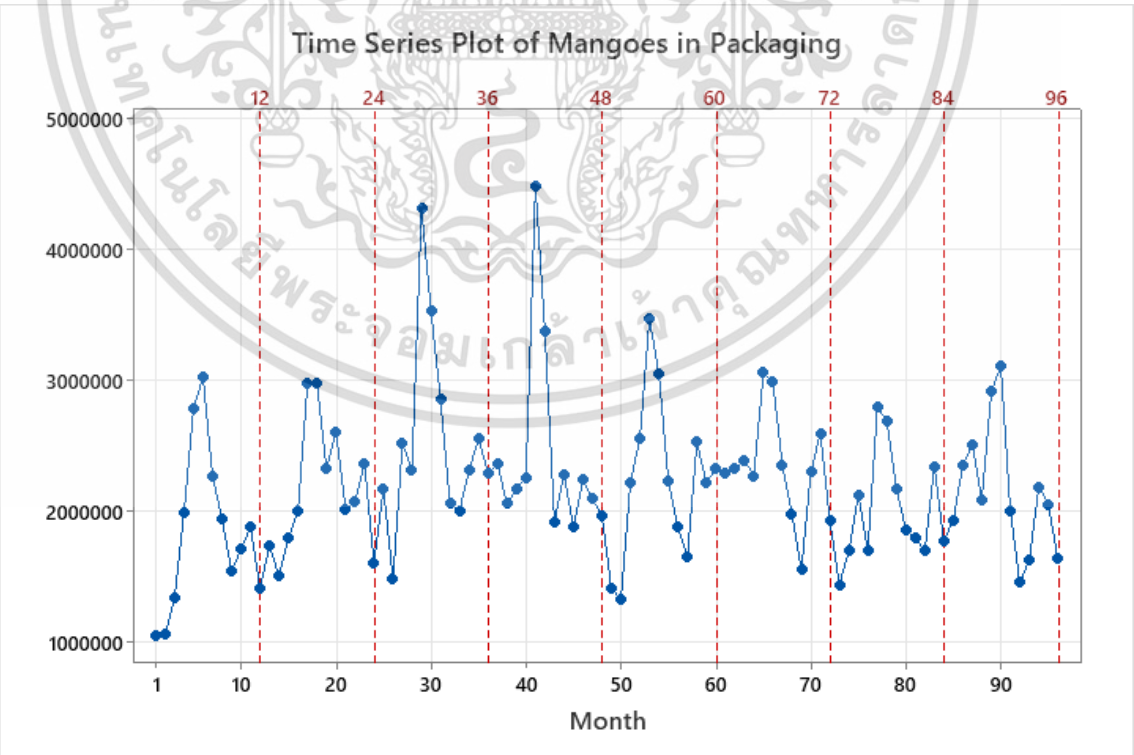
ส่วนค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3^* = 1.0685$ หมายความว่า ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 6.85% ในทำนองเดียวกันกับเดือนที่ 5,6,11 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยอยู่ 40.29%, 38.61% และ 3.29% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์
โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบฤดูกาลรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 48 เดือนแรก)

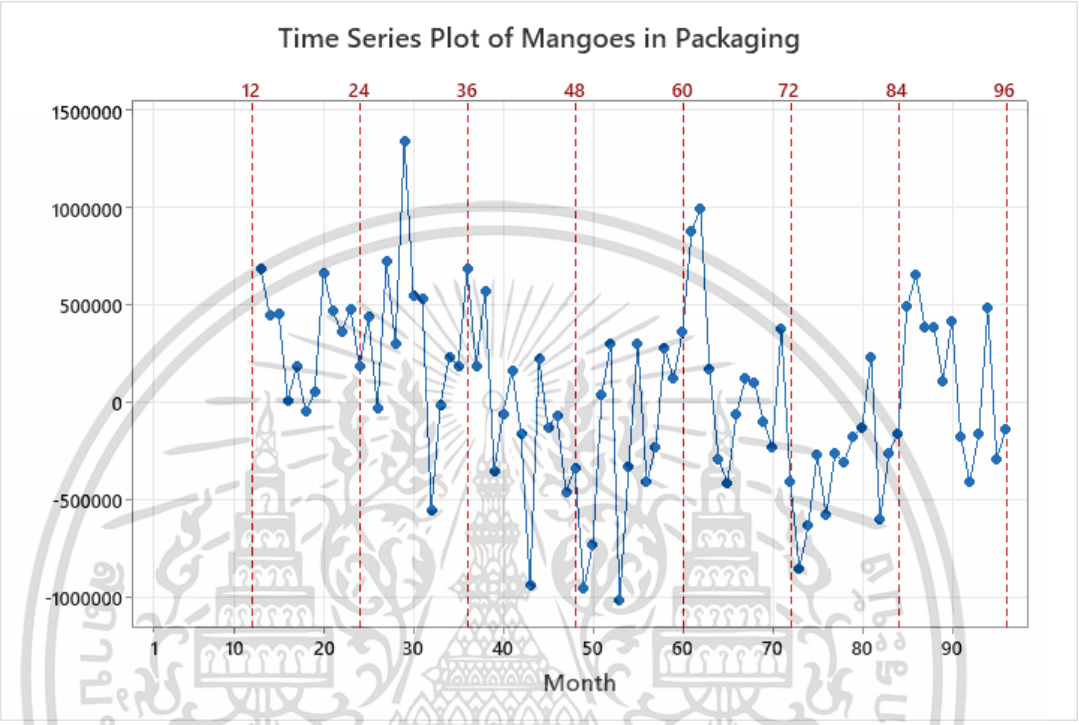
4.3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์



รูปที่ 4.31 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

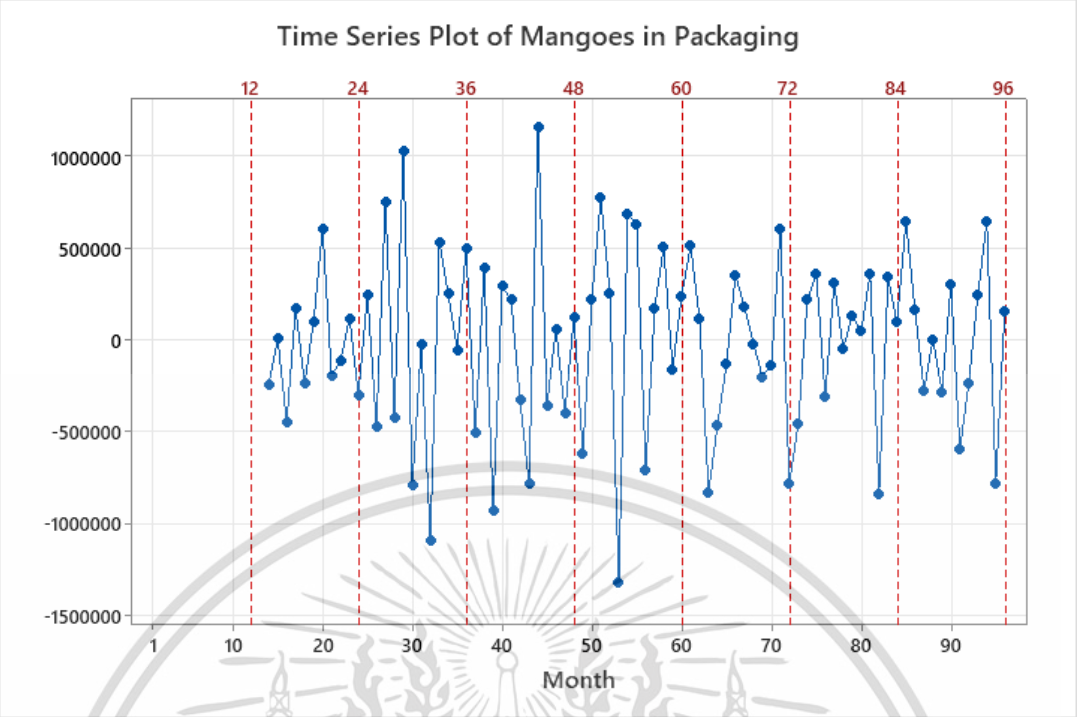
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.31 จะเห็นว่าอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ มีลักษณะไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่าอนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลฤดูกาล จึงต้องทำให้อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์มีลักษณะสเตชันนารี โดยการผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.32 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

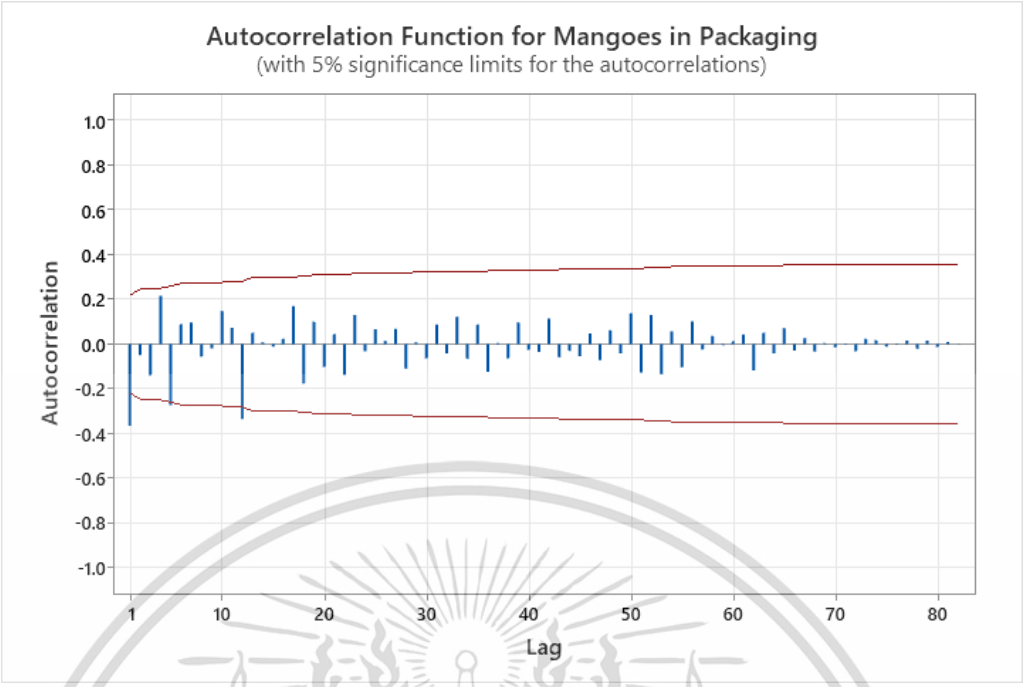


รูปที่ 4.33 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ เมื่อหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง

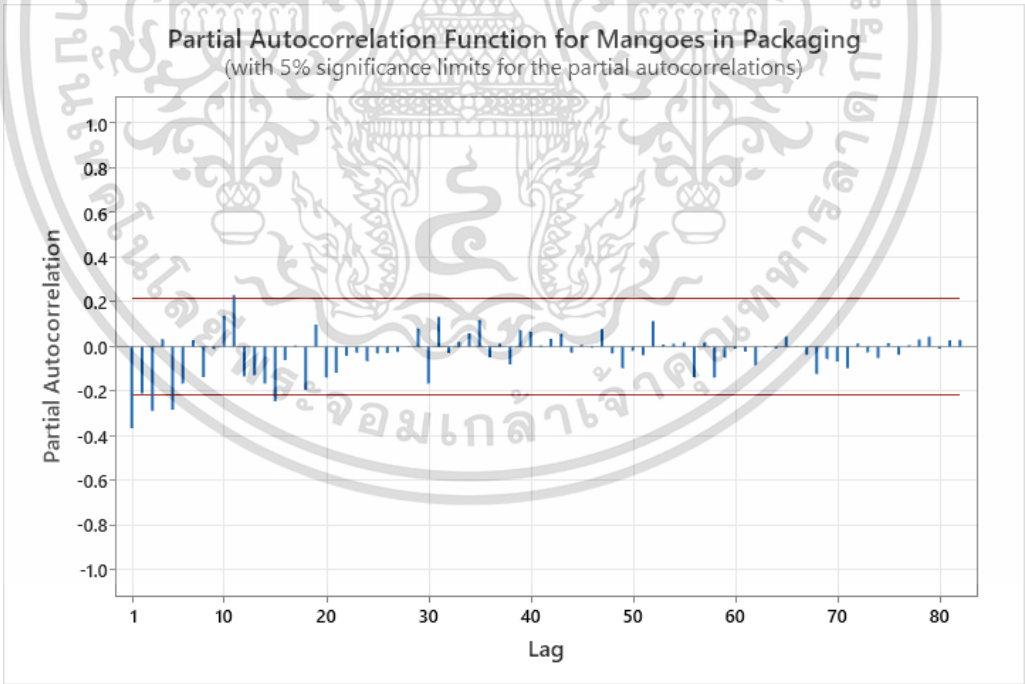
จากรูปที่ 4.32 อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ยังไม่เป็นสเตชันนารี จึงหาผลต่างอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.33 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว จากนั้นนำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้วไปพล็อตคอเรลโรลแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.34 และ รูปที่ 4.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 คอเรลโรแกรม Autocorrelation (ACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกทมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง และผลต่างอีก 1 ครั้ง



รูปที่ 4.35 คอเรลโรแกรม Partial Autocorrelation (PACF) ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ที่ได้จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้งและผลต่างอีก 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.34 จะเห็นได้ว่า ACF มีลักษณะลดลงรวดเร็วเข้าใกล้ศูนย์ และจากรูปที่ 4.35 PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วใกล้ศูนย์ และมีการหาค่าผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF มีลักษณะ cut off ที่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24, 36,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบดังนั้น $SARIMA(0,1,1)_{12}$ จึงได้ตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ คือ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ไม่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมจึงปรับตัวแบบเป็น $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

ตารางที่ 4.21 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\theta}_1$	0.7025	0.0827	8.50	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.827	0.100	8.24	0.000

จากตารางที่ 4.21 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยตั้งสมมติฐานการทดสอบดังนี้

$H_0 : \theta_1 = 0$
$H_1 : \theta_1 \neq 0$

เนื่องจาก $p-value = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

$H_0 : \Theta_{12} = 0$
$H_1 : \Theta_{12} \neq 0$

เนื่องจาก $p-value = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อน (Modified Box-Pierce) ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic				
Lag	12	24	36	48
Chi-Square	9.86	20.86	37.70	46.56
DF	10	22	34	46
p-value	0.453	0.530	0.304	0.449

จากตารางที่ 4.22 ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ โดยพิจารณาจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ โดยใช้สถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box)

สำหรับ lag 12 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{12}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,12$

เนื่องจาก $p-value = 0.453 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สำหรับ lag 24 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{24}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,24$

เนื่องจาก $p-value = 0.530 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,24 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ lag 36 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{36}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,36$

เนื่องจาก $p-value = 0.304 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,36 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สำหรับ lag 48 ทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0 : \rho_1(e_t) = ... = \rho_{48}(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ $k = 1,...,48$

เนื่องจาก $p-value = 0.449 > 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ห่างกัน 1,2,...,48 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

ดังนั้น รูปแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ไม่มีค่าคงที่ เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

นอกจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ยังมีตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมอีก 3 ตัวแบบดังนี้

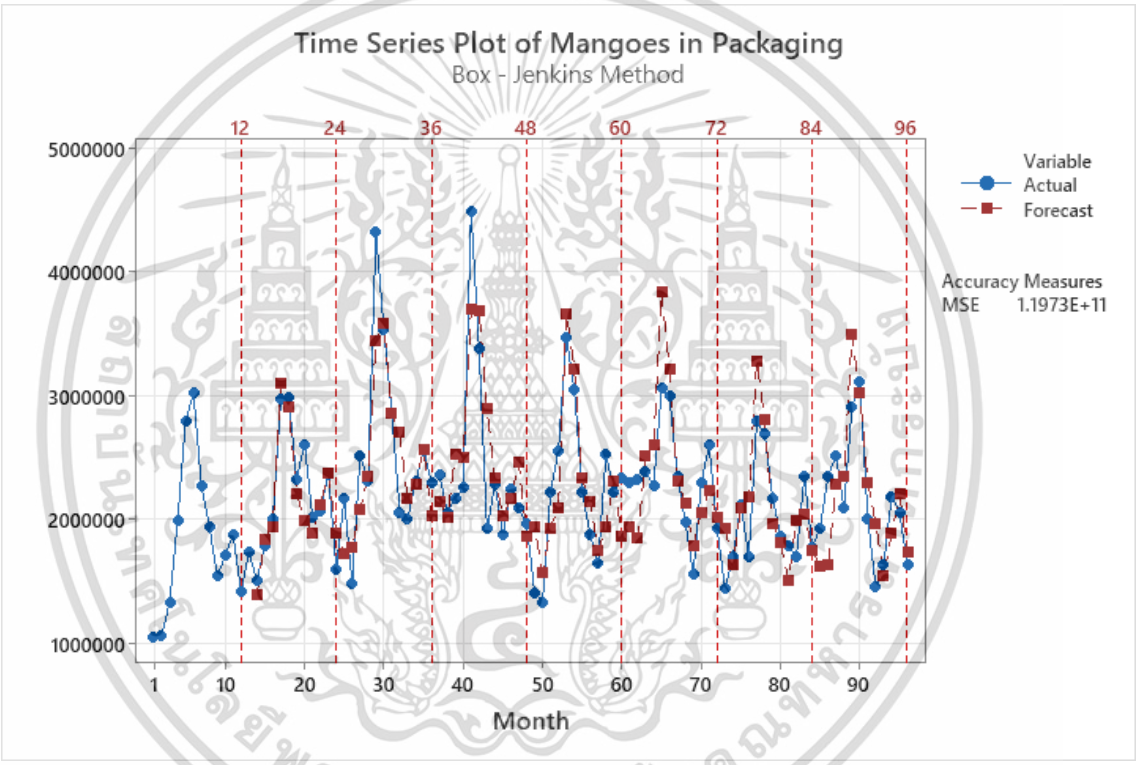
1. $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,1,0)_{12}$
2. $ARIMA(1,0,1)\times SARIMA(1,1,0)_{12}$
3. $ARIMA(1,0,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

เนื่องจากปัญหาพิเศษฉบับนี้มีตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมมากกว่า 1 ตัวแบบ จึงใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ โดยข้อสนเทศอาไคเคะ (AIC) โดยตัวแบบที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

ตัวแบบ	SSE	MSE	AIC
$ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	**9,698,320,000,000**	**119,732,000,000**	**1,062.4248**
$ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,1,0)_{12}$	11,458,800,000,000	141,466,000,000	1,069.3793
$ARIMA(1,0,1)\times SARIMA(1,1,0)_{12}$	9,312,480,000,000	114,969,000,000	1,062.7322
$ARIMA(1,0,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	11,282,400,000,000	139,289,000,000	1,070.7325



รูปที่ 4.36 ผลการวิเคราะห์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE การพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ - วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบบวก - วิธีเฉลี่ยแบบง่ายรูปแบบคูณ	 123,451,662,706.25 123,451,662,706.25
2. วิธีปรับให้เรียบ **- วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น 72 ค่า)** - วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล (SSES) สำหรับรูปแบบคูณ (ค่าเริ่มต้น 48 ค่า)	 **93,404,336,255.25** 116,322,786,167.93
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	119,732,000,000.00

จากตารางที่ 4.24 พบว่า วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล(SSES) สำหรับรูปแบบบวกมีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 93,404,336,255.25 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

จากบทที่ 4 ได้กล่าวถึง การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ จากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ที่ให้ค่าต่ำสุดของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เพื่อเลือกวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

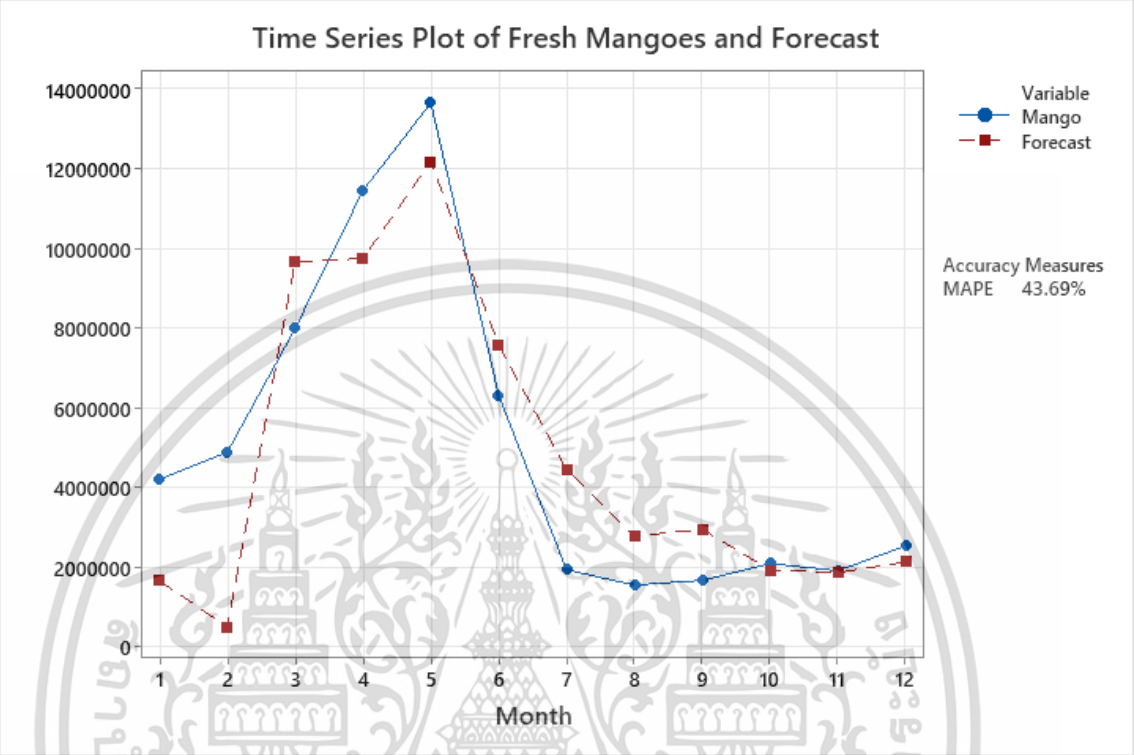
5.1.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด

วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 1,862,360,000,000.00 ได้ตัวแบบ คือ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$ ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{96}(l)=\begin{cases}
\begin{aligned}
&Y_{96}+Y_{85}-Y_{84}-0.97Y_{85}+0.97Y_{84}\\
&+0.965Y_{73}-0.965Y_{72}+0.483Y_{96}-0.483Y_{95}\\
&-0.466Y_{84}+0.466Y_{83}-0.483Y_{84}-0.466Y_{83}\\
&-0.965Y_{72}+0.466Y_{71}+0.636e_{85}-0.829e_{73}\\
&-0.856e_{61}-0.980e_{96}-0.623e_{84}+0.813e_{72}+0.839e_{60}
\end{aligned} & \text{สำหรับ } l=1\\[2ex]
\begin{aligned}
&\hat{Y}_{96}(l-1)+Y_{86}-Y_{85}-0.97Y_{86}+0.97Y_{85}\\
&+0.965Y_{74}-0.965Y_{73}+0.483\hat{Y}_{96}(l-1)-0.483Y_{96}\\
&-0.466Y_{85}+0.466Y_{84}-0.483Y_{85}-0.466Y_{84}\\
&-0.965Y_{73}+0.466Y_{72}+0.636e_{86}-0.829e_{74}\\
&-0.856e_{62}-0.623e_{85}+0.813e_{73}+0.839e_{61}
\end{aligned} & \text{สำหรับ } l=2\\[2ex]
\begin{aligned}
&\hat{Y}_{96}(l-1)+Y_{84+l}-Y_{83+l}-0.97Y_{84+l}+0.97Y_{83+l}\\
&+0.965Y_{72+l}-0.965Y_{71+l}+0.483\hat{Y}_{96}(l-1)-0.483\hat{Y}_{96}(l-2)\\
&-0.466Y_{83+l}+0.466Y_{82+l}-0.483Y_{83+l}-0.466Y_{82+l}\\
&-0.965Y_{71+l}+0.466Y_{70+l}+0.636e_{84+l}-0.829e_{72+l}\\
&-0.856e_{60+l}+0.623e_{83+l}+0.813e_{71+l}+0.839e_{59+l}
\end{aligned} & \text{สำหรับ } l\geq 3
\end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งได้ค่า MAPE เท่ากับ 43.69% แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 43.69% ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงสดและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้ง

วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้ง จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 1,779,370,240.81 ซึ่งได้

สมการพยากรณ์ ดังนี้

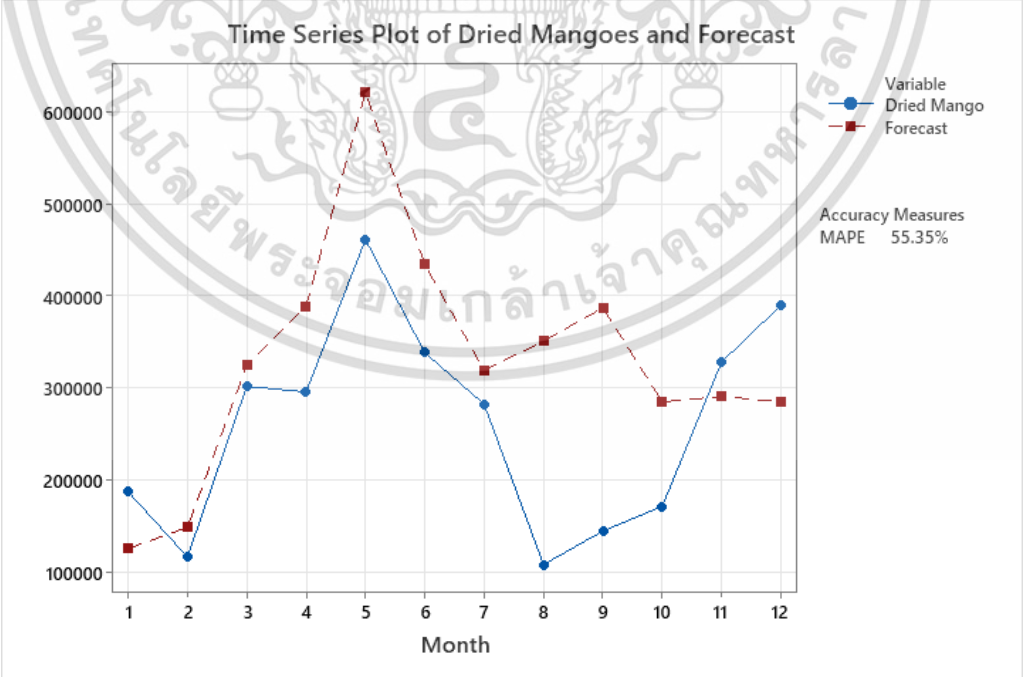
$$\hat{Y}_{96+p}(96) = (270,645.0289 + 9,265.3771p) \times \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, p มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

$$\hat{S}_1^* = 0.4534 \quad \hat{S}_2^* = 0.5180 \quad \hat{S}_3^* = 1.0900$$
$$\hat{S}_4^* = 1.2657 \quad \hat{S}_5^* = 1.9571 \quad \hat{S}_6^* = 1.3312$$
$$\hat{S}_7^* = 0.9532 \quad \hat{S}_8^* = 1.0196 \quad \hat{S}_9^* = 1.0943$$
$$\hat{S}_{10}^* = 0.7864 \quad \hat{S}_{11}^* = 0.7827 \quad \hat{S}_{12}^* = 0.7484$$

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ค่าล่วงหน้า 12 หน่วยเวลา และนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งได้ค่า MAPE เท่ากับ 55.35% แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 55.35% ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้งและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ(ค่าเริ่มต้น 48 ค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลสำหรับรูปแบบบวก เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 96 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 93,404,336,255.25 ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{96+p}(96) = 2,077,404.64 + \hat{S}_i^*(96)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2553, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่

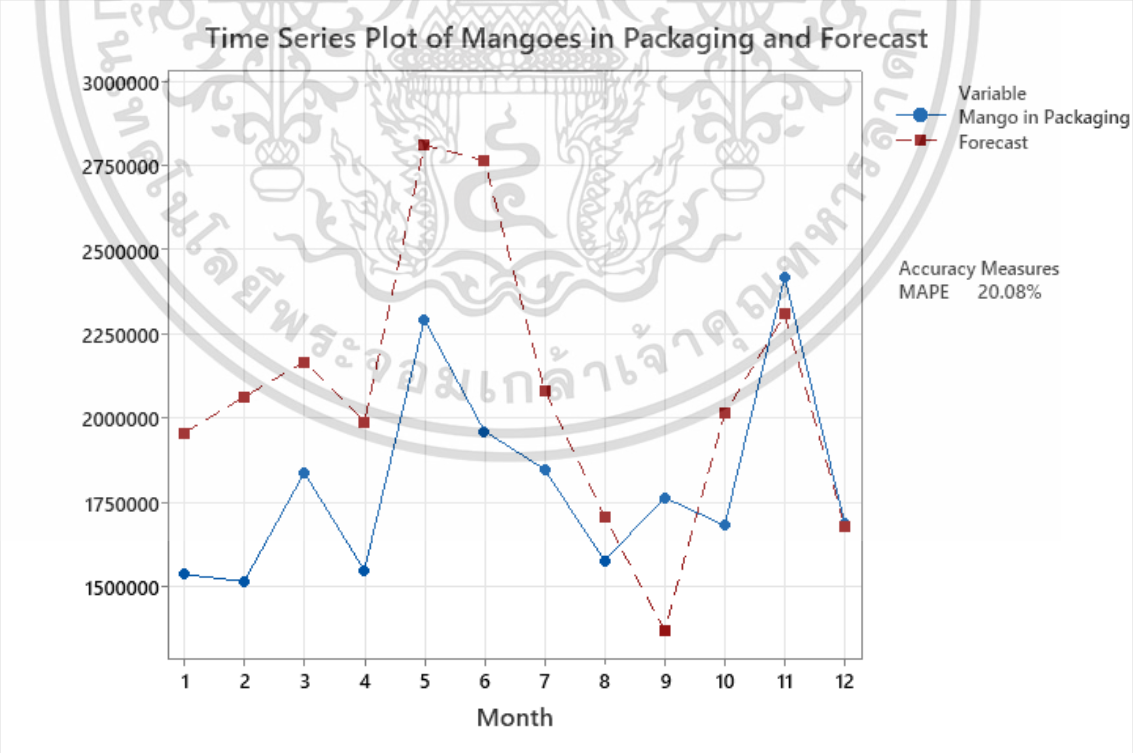
$\hat{S}_1^* = -119,182.1279$ $\hat{S}_2^* = -12,755.2188$ $\hat{S}_3^* = 90,769.3690$

$\hat{S}_4^* = -87,125.6476$ $\hat{S}_5^* = 733,626.2644$ $\hat{S}_6^* = 687,635.1537$

$\hat{S}_7^* = 7,296.9738$ $\hat{S}_8^* = -367,626.0899$ $\hat{S}_9^* = -705,493.5331$

$\hat{S}_{10}^* = -62,292.5178$ $\hat{S}_{11}^* = 231,819.2547$ $\hat{S}_{12}^* = -396,671.8806$

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ค่าล่วงหน้า 12 หน่วยเวลา และนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งได้ค่า MAPE เท่ากับ 20.08% แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 20.08% ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 อนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์และค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้าโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลสำหรับรูปแบบบวก (ค่าเริ่มต้น72ค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 สรุปผลวิธีการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

อนุกรมเวลา	วิธีพยากรณ์	MSE	MAPE
ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด	วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$	1,862,360,000,000.00	43.69%
ปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้ง	วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบคูณ	1,779,370,240.81	55.35%
ปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์	วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล สำหรับรูปแบบบวก	93,404,336,255.25	20.08%

จากตารางที่ 5.1 สรุปได้ว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 43.69% วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้ง ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 55.35% วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลสำหรับรูปแบบบวก เป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 20.08%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(1,1,1)\times SARIMA(1,1,3)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 43.69% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่าอยู่ระหว่าง 20%-50% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์อยู่ในระดับพอใช้ (Lewis , 1982) ดังนั้นจึงสามารถนำสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสดในอนาคตได้

เนื่องจากวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณเป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงอบแห้ง ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 55.35% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่ามากกว่า 50% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์อยู่ในระดับไม่แม่นยำ (Lewis , 1982) ดังนั้นจึงควรหาวิธีการพยากรณ์อื่นๆ เช่น การหาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งเข้ามาเพิ่ม และทำการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องมากขึ้น หรือต้องหาวิธีการพยากรณ์แบบใหม่ๆ เช่น การพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น

เนื่องจากวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลสำหรับรูปแบบบวก เป็นวิธีที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 20.08% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่าอยู่ระหว่าง 20%-50% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์อยู่ในระดับพอใช้ (Lewis , 1982) ดังนั้นจึงสามารถนำสมการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในสำหรับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ในอนาคตได้

จากข้อมูลทั้งหมดจะเห็นได้ว่าปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ในเดือนกรกฎาคมถึงกันยายนปี 2562 ลดลงอย่างมากซึ่งแตกต่างจากเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยานยนของปีอื่นๆจึงได้ทำการค้นคว้าและพบว่าในปี 2562 เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงได้รับผลกระทบจากพายุโพดุล และพายุโซนร้อนคาจิกิ ทำให้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันดินสไลด์ วาตภัยในพื้นที่ต่างๆทำให้เกิดผลกระทบทางเกษตรตามไปด้วย (Work Point,2562)

กรณีที่มีการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้น ควรนำข้อมูลใหม่ที่เก็บมาเพิ่มมาทำการปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์เพื่อที่จะทำให้มีความเป็นปัจจุบันอยู่เสมอ และตัวแบบที่ได้จะมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่แม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ.2563.‘กรมเจรจา’ เผย มะม่วงไทยดาวเด่น ส่งออกอาเซียนโต 143% หนุนใช้FTAสร้างแต้มต่อ[ออนไลน์].สืบค้นจาก: https://www.dtn.go.th/th/news/cate=5cff753c1ac9ee073b7bd1c5 วันที่สืบค้น 3 พฤศจิกายน 2565

ทรงศิริ แต้สมบัติ.2549.การพยากรณ์เชิงปริมาณ.พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพ:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธนัท สมณคุปต์ และ วสันต์ ชุณหวิจิตรา.2565. “การพัฒนาบรรจุภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้สวนมะม่วงธัญลักษณ์ของตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ” วารสารเกษตรพระจอมเกล้าปีที่ 40 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2565 หน้า 216-224

บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และ เสาวภา ชัยพิทักษ์.2561.“ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงของประเทศไทย”วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 26 ฉบับที่ 2 หน้า 74-85

พรรณวดี เลิศลุมพลีพันธุ์.2561.“ขีดความสามารถในการแข่งขันการส่งออกมะม่วงของไทยโดยเปรียบเทียบกับประเทศฟิลิปปินส์และประเทศอินเดีย” วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

รัชนี โฆษิตานนท์.2564.“การพยากรณ์ความต้องการในการสั่งซื้อและจัดการวัตถุดิบคงคลัง กรณีศึกษาบริษัทผลิตเครื่องฟอกอากาศ” วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

วรางคณา เรียนสุทธิ์.2563.“การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป” วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 (2563)

วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี.2565.มะม่วง[ออนไลน์].สืบค้นจาก: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A1%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%87 วันที่สืบค้น: 15 ตุลาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมฤดี พงษ์เสนา กัญญา บวรโชคชัย และ อรวรรณ ริ้วทอง.2563. “ตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทย” วารสารการจัดการธุรกิจม.บูรพา ปีที่ 9 ครั้งที่ 2 กรกฎาคม ถึง ธันวาคม 2563 หน้า 66-85

สมศรี บัณฑิตวิไล.2565. “เอกสารประกอบการเรียน วิชาอนุกรมเวลา” ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตรฐานสินค้าเกษตร.2558. “มาตรฐานสินค้าเกษตรมะม่วง” สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Anderson, T. W. and Darling, D. A. (1952). **A test of goodness-of-fit**. Journal of the American Statistical Association.Ass.49: 765-769

Hirotugu Akaike.1974. **“A New look at the statistical model identification”** , IEEE Transactions on Automation Control. [online]. Available from: https://hmong.in.th/wiki/Akaike_Information_Criterion

Lewis.1982, **“MAPE Criteria for model Evaluation”** .[online]. Available from: https://www.researchgate.net/figure/MAPE-CRITERIA-FOR-MODEL-EVALUATION_tbl1_272198

Work Point.2562 “สรุปน้ำท่วม 62” .[ออนไลน์] สืบค้นจาก: https://workpointtoday.com/floods-saveubon-numbers-17sep/ สืบค้นวันที่: 24 เมษายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงสด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

(หน่วย : กิโลกรัม)

เดือน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2554	1,215,251	5,585,611	13,516,152	8,108,591	6,391,404	2,529,355	940,180	754,732	954,769	360,123	449,008	658,462
2555	4,121,028	9,446,213	10,411,326	11,240,753	6,010,106	1,608,260	720,762	375,055	897,714	415,129	889,892	1,644,799
2556	2,774,480	2,371,267	6,629,299	12,667,450	6,388,874	1,816,768	906,680	422,928	477,505	804,576	740,725	526,633
2557	1,885,404	4,250,082	4,724,420	17,688,826	12,022,374	2,991,308	985,650	657,529	1,013,961	910,532	1,042,962	1,275,563
2558	1,092,217	1,855,424	8,750,513	10,366,138	8,074,180	3,278,544	900,254	624,925	622,148	535,303	928,511	859,612
2559	1,427,133	2,024,805	5,175,912	9,133,795	8,288,428	3,565,925	607,178	814,612	663,895	906,223	1,298,877	1,872,099
2560	1,146,614	2,240,452	6,072,511	7,497,197	5,503,554	4,574,584	1,193,399	1,026,151	1,230,090	1,030,672	885,045	979,593
2561	1,306,492	2,448,945	6,666,163	11,060,675	14,845,162	9,505,117	5,560,151	3,305,902	3,996,998	2,197,818	1,814,837	2,871,329
2562	4,219,651	4,901,564	7,999,487	11,454,011	13,648,104	6,325,938	1,953,433	1,569,011	1,689,531	2,112,345	1,928,320	2,553,178

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

(หน่วย : กิโลกรัม)

เดือน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2554	19,160	20,335	18,177	31,922	17,480	35,422	42,784	26,012	28,131	17,424	17,136	16,073
2555	13,548	24,917	19,042	15,987	18,063	28,913	28,286	21,760	17,669	16,345	30,721	14,896
2556	50,543	19,597	26,083	68,890	105,742	104,962	57,583	36,192	11,466	55,890	43,935	37,453
2557	48,285	34,841	70,501	137,705	297,867	108,554	100,044	60,042	40,371	55,220	44,418	40,214
2558	20,253	49,514	81,963	58,653	72,252	78,674	62,310	41,521	33,729	56,440	39,390	33,280
2559	30,469	47,699	47,822	77,035	108,333	91,174	45,908	42,182	86,928	28,609	58,679	66,134
2560	33,091	24,254	159,894	162,944	223,384	134,470	118,232	124,904	174,411	156,637	180,719	126,675
2561	71,033	102,670	187,095	211,062	432,563	282,983	159,600	282,027	292,765	185,748	143,679	243,580
2562	188,549	117,785	302,491	296,406	461,417	338,865	283,111	109,600	145,881	172,692	328,901	390,238

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

(หน่วย : กิโลกรัม)

เดือน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2554	1,050,823	1,062,604	1,340,556	1,992,544	2,791,607	3,027,558	2,274,552	1,947,700	1,550,480	1,711,699	1,884,754	1,418,925
2555	1,738,824	1,510,643	1,798,593	2,006,762	2,977,671	2,982,437	2,328,927	2,611,456	2,023,236	2,074,923	2,368,942	1,607,670
2556	2,178,922	1,484,886	2,523,446	2,313,799	4,318,842	3,535,701	2,863,437	2,060,441	2,008,018	2,313,318	2,557,156	2,298,306
2557	2,364,063	2,061,379	2,175,852	2,259,668	4,487,969	3,378,500	1,926,435	2,286,168	1,880,872	2,249,308	2,097,318	1,966,919
2558	1,414,804	1,332,710	2,221,879	2,561,262	3,474,606	3,052,939	2,229,455	1,881,927	1,651,932	2,530,466	2,221,949	2,333,403
2559	2,295,306	2,331,077	2,394,731	2,275,928	3,060,995	2,996,244	2,352,683	1,986,771	1,559,287	2,303,389	2,601,592	1,932,935
2560	1,444,869	1,700,247	2,127,930	1,702,825	2,801,800	2,691,951	2,180,342	1,863,307	1,795,696	1,706,450	2,346,353	1,777,319
2561	1,938,608	2,358,338	2,513,648	2,094,592	2,915,378	3,112,870	2,005,728	1,458,444	1,637,454	2,192,370	2,056,310	1,644,251
2562	1,538,741	1,517,891	1,840,197	1,550,324	2,293,731	1,963,120	1,850,039	1,579,004	1,766,389	1,683,617	2,419,287	1,690,019

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 ค่าวิกฤตของการทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง

ตารางที่ ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

ตารางที่ ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

ตารางที่ ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าวิกฤตของการทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง

Significance Level α	a_α	b_0	b_1
0.2	0.5091	-0.7560	-0.3900
0.1	06305	-0.7500	-0.8000
0.05	0.7514	-0.7950	-0.8900
0.025	0.8725	-0.8810	-0.9400
0.01	1.0348	-1.0130	-0.9300
0.005	1.1578	-1.0630	-1.3000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงสด

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
1	1,215,251	360,123	-0.8420	0.1999	0.9999	-10.4688
2	5,585,611	375,055	-0.8382	0.2010	0.9981	-23.6229
3	13,516,152	415,129	-0.8278	0.2039	0.9947	-34.1076
4	8,108,591	422,928	-0.8258	0.2045	0.9902	-43.4834
5	6,391,404	449,008	-0.8191	0.2064	0.9849	-51.9333
6	2,529,355	477,505	-0.8117	0.2085	0.9753	-57.9667
7	940,180	526,633	-0.7990	0.2121	0.9725	-66.8774
8	754,732	535,303	-0.7968	0.2128	0.9601	-71.5205
9	954,769	607,178	-0.7783	0.2182	0.9591	-80.2023
10	360,123	622,148	-0.7744	0.2193	0.9354	-80.8899
11	449,008	624,925	-0.7737	0.2196	0.9335	-88.7628
12	658,462	657,529	-0.7653	0.2221	0.9225	-93.4215
13	4,121,028	658,462	-0.7650	0.2221	0.9071	-97.0104
14	9,446,213	663,895	-0.7636	0.2225	0.8856	-99.1194
15	10,411,326	720,762	-0.7490	0.2269	0.8764	-103.6448
16	11,240,753	740,725	-0.7438	0.2285	0.8746	-110.1271
17	6,010,106	754,732	-0.7402	0.2296	0.8412	-109.2884
18	1,608,260	804,576	-0.7273	0.2335	0.7838	-104.5135
19	720,762	814,612	-0.7247	0.2343	0.7810	-109.8842
20	375,055	859,612	-0.7131	0.2379	0.7625	-112.0613
21	897,714	885,045	-0.7066	0.2399	0.7623	-117.4239
22	415,129	889,892	-0.7053	0.2403	0.7363	-118.6251

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
23	889,892	897,714	-0.7033	0.2409	0.7310	-123.1317
24	1,644,799	900,254	-0.7026	0.2411	0.6937	-122.4583
25	2,774,480	906,223	-0.7011	0.2416	0.6914	-127.2038
26	2,371,267	906,680	-0.7010	0.2417	0.6862	-131.5422
27	6,629,299	910,532	-0.7000	0.2420	0.6556	-131.7059
28	12,667,450	928,511	-0.6954	0.2434	0.6118	-129.7608
29	6,388,874	940,180	-0.6923	0.2444	0.5969	-132.1129
30	1,816,768	954,769	-0.6886	0.2455	0.5642	-131.8598
31	906,680	979,593	-0.6822	0.2476	0.5511	-134.0169
32	422,928	985,650	-0.6806	0.2481	0.5384	-136.5296
33	477,505	1,013,961	-0.6733	0.2504	0.4941	-134.3011
34	804,576	1,026,151	-0.6702	0.2514	0.4674	-134.7164
35	740,725	1,030,672	-0.6690	0.2518	0.4645	-138.2733
36	526,633	1,042,962	-0.6658	0.2528	0.4352	-138.2103
37	1,885,404	1,092,217	-0.6531	0.2568	0.4231	-139.3804
38	4,250,082	1,146,614	-0.6391	0.2614	0.4133	-140.6256
39	4,724,420	1,193,399	-0.6270	0.2653	0.3889	-140.0796
40	17,688,826	1,215,251	-0.6214	0.2672	0.3809	-142.1502
41	12,022,374	1,230,090	-0.6175	0.2684	0.3733	-144.3775
42	2,991,308	1,275,563	-0.6058	0.2723	0.3606	-145.0842
43	985,650	1,298,877	-0.5998	0.2743	0.3565	-147.4133
44	657,529	1,306,492	-0.5978	0.2750	0.3400	-148.4713
45	1,013,961	1,427,133	-0.5667	0.2855	0.3269	-146.8084

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
46	910,532	1,608,260	-0.5200	0.3015	0.3257	-144.9519
47	1,042,962	1,644,799	-0.5105	0.3048	0.3241	-146.9141
48	1,275,563	1,814,837	-0.4667	0.3204	0.3206	-144.8506
49	1,092,217	1,816,768	-0.4662	0.3206	0.3204	-147.8206
50	1,855,424	1,855,424	-0.4562	0.3241	0.3048	-147.5325
51	8,750,513	1,872,099	-0.4519	0.3257	0.3015	-149.5542
52	10,366,138	1,885,404	-0.4484	0.3269	0.2855	-149.7798
53	8,074,180	2,024,805	-0.4125	0.3400	0.2750	-147.0401
54	3,278,544	2,197,818	-0.3678	0.3565	0.2743	-144.6726
55	900,254	2,240,452	-0.3568	0.3606	0.2723	-145.8272
56	624,925	2,371,267	-0.3231	0.3733	0.2684	-144.0676
57	622,148	2,448,945	-0.3030	0.3809	0.2672	-144.1875
58	535,303	2,529,355	-0.2823	0.3889	0.2653	-144.0799
59	928,511	2,774,480	-0.2190	0.4133	0.2614	-138.8256
60	859,612	2,871,329	-0.1941	0.4231	0.2568	-137.6916
61	1,427,133	2,991,308	-0.1631	0.4352	0.2528	-135.9161
62	2,024,805	3,278,544	-0.0890	0.4645	0.2518	-129.9752
63	5,175,912	3,305,902	-0.0819	0.4674	0.2514	-131.2738
64	9,133,795	3,565,925	-0.0148	0.4941	0.2504	-126.1409
65	8,288,428	3,996,998	0.0964	0.5384	0.2481	-116.6491
66	3,565,925	4,121,028	0.1284	0.5511	0.2476	-115.3206
67	607,178	4,250,082	0.1617	0.5642	0.2455	-113.5894
68	814,612	4,574,584	0.2454	0.5969	0.2444	-107.4782

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
69	663,895	4,724,420	0.2841	0.6118	0.2434	-105.5236
70	906,223	5,175,912	0.4006	0.6556	0.2420	-97.1852
71	1,298,877	5,503,554	0.4851	0.6862	0.2417	-92.1005
72	1,872,099	5,560,151	0.4997	0.6914	0.2416	-92.3285
73	1,146,614	5,585,611	0.5063	0.6937	0.2411	-93.0445
74	2,240,452	6,010,106	0.6158	0.7310	0.2409	-86.5851
75	6,072,511	6,072,511	0.6319	0.7363	0.2403	-86.5659
76	7,497,197	6,388,874	0.7136	0.7623	0.2399	-82.4170
77	5,503,554	6,391,404	0.7142	0.7625	0.2379	-83.0591
78	4,574,584	6,629,299	0.7756	0.7810	0.2343	-79.6923
79	1,193,399	6,666,163	0.7851	0.7838	0.2335	-79.9963
80	1,026,151	7,497,197	0.9995	0.8412	0.2296	-68.9618
81	1,230,090	8,074,180	1.1484	0.8746	0.2285	-63.3378
82	1,030,672	8,108,591	1.1573	0.8764	0.2269	-63.4570
83	885,045	8,288,428	1.2037	0.8856	0.2225	-61.5724
84	979,593	8,750,513	1.3229	0.9071	0.2221	-58.2374
85	1,306,492	9,133,795	1.4218	0.9225	0.2221	-56.0758
86	2,448,945	9,446,213	1.5024	0.9335	0.2196	-54.1561
87	6,666,163	9,505,117	1.5176	0.9354	0.2193	-54.3835
88	11,060,675	10,366,138	1.7398	0.9591	0.2182	-50.3955
89	14,845,162	10,411,326	1.7515	0.9601	0.2128	-49.5603
90	9,505,117	11,060,675	1.9190	0.9725	0.2121	-47.6679
91	5,560,151	11,240,753	1.9655	0.9753	0.2085	-46.8399

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
92	3,305,902	12,022,374	2.1672	0.9849	0.2064	-45.0852
93	3,996,998	12,667,450	2.3336	0.9902	0.2045	-44.1388
94	2,197,818	13,516,152	2.5526	0.9947	0.2039	-43.6411
95	1,814,837	14,845,162	2.8955	0.9981	0.2010	-42.7618
96	2,871,329	17,688,826	3.6292	0.9999	0.1999	-42.6216
รวม						-9950.6997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้ง

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(X_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
1	19,160	11,466	-0.8835	0.1885	1.0000	-14.1297
2	20,335	13,548	-0.8571	0.1957	0.9971	-22.4228
3	18,177	14,896	-0.8399	0.2005	0.9965	-36.2678
4	31,922	15,987	-0.8260	0.2044	0.9949	-48.0765
5	17,480	16,073	-0.8249	0.2047	0.9947	-61.4838
6	35,422	16,345	-0.8215	0.2057	0.9807	-60.8212
7	42,784	17,136	-0.8114	0.2086	0.9650	-63.9511
8	26,012	17,424	-0.8078	0.2096	0.9510	-68.6855
9	28,131	17,480	-0.8070	0.2098	0.9115	-67.7683
10	17,424	17,669	-0.8046	0.2105	0.9087	-75.0909
11	17,136	18,063	-0.7996	0.2120	0.8978	-80.4722
12	16,073	18,177	-0.7982	0.2124	0.8827	-84.9328
13	13,548	19,042	-0.7872	0.2156	0.8515	-86.0417
14	24,917	19,160	-0.7857	0.2160	0.8424	-91.2530
15	19,042	19,597	-0.7801	0.2177	0.8414	-97.6286
16	15,987	20,253	-0.7718	0.2201	0.8322	-102.2484
17	18,063	20,335	-0.7707	0.2204	0.7875	-101.0202
18	28,913	21,760	-0.7526	0.2258	0.7648	-102.7401
19	28,286	24,254	-0.7209	0.2355	0.7520	-105.0973
20	21,760	24,917	-0.7125	0.2381	0.7196	-105.5611
21	17,669	26,012	-0.6985	0.2424	0.7120	-109.1336
22	16,345	26,083	-0.6976	0.2427	0.6824	-110.1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(X_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
23	30,721	28,131	-0.6716	0.2509	0.6373	-107.8545
24	14,896	28,286	-0.6696	0.2516	0.6362	-112.3940
25	50,543	28,609	-0.6655	0.2529	0.6238	-115.2742
26	19,597	28,913	-0.6616	0.2541	0.6200	-119.2215
27	26,083	30,469	-0.6419	0.2605	0.6089	-121.0494
28	68,890	30,721	-0.6386	0.2615	0.5960	-123.6156
29	105,742	31,922	-0.6234	0.2665	0.5518	-121.1140
30	104,962	33,091	-0.6085	0.2714	0.5304	-121.5323
31	57,583	33,280	-0.6061	0.2722	0.5052	-122.2894
32	36,192	33,729	-0.6004	0.2741	0.4885	-123.7714
33	11,466	34,841	-0.5863	0.2789	0.4802	-125.5408
34	55,890	35,422	-0.5789	0.2813	0.4560	-125.7613
35	43,935	36,192	-0.5691	0.2847	0.4499	-127.9328
36	37,453	37,453	-0.5530	0.2901	0.4472	-129.9459
37	48,285	39,390	-0.5284	0.2986	0.4391	-130.4398
38	34,841	40,214	-0.5179	0.3023	0.4253	-131.2830
39	70,501	40,371	-0.5159	0.3030	0.4064	-132.1062
40	137,705	41,521	-0.5013	0.3081	0.3952	-132.7418
41	297,867	42,182	-0.4929	0.3110	0.3886	-134.4397
42	108,554	42,784	-0.4852	0.3138	0.3884	-137.0220
43	100,044	43,935	-0.4706	0.3190	0.3832	-138.2036
44	60,042	44,418	-0.4645	0.3212	0.3777	-140.0808
45	40,371	45,908	-0.4455	0.3280	0.3750	-141.0529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(X_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
46	55,220	47,699	-0.4227	0.3362	0.3718	-141.4879
47	44,418	47,822	-0.4212	0.3368	0.3495	-141.2008
48	40,214	48,285	-0.4153	0.3390	0.3447	-142.9290
49	20,253	49,514	-0.3996	0.3447	0.3390	-143.4638
50	49,514	50,543	-0.3866	0.3495	0.3368	-144.7217
51	81,963	55,220	-0.3271	0.3718	0.3362	-141.3220
52	58,653	55,890	-0.3185	0.3750	0.3280	-141.9550
53	72,252	56,440	-0.3116	0.3777	0.3212	-142.9109
54	78,674	57,583	-0.2970	0.3832	0.3190	-143.7301
55	62,310	58,653	-0.2834	0.3884	0.3138	-144.1156
56	41,521	58,679	-0.2831	0.3886	0.3110	-146.2862
57	33,729	60,042	-0.2657	0.3952	0.3081	-146.5165
58	56,440	62,310	-0.2369	0.4064	0.3030	-145.0615
59	39,390	66,134	-0.1883	0.4253	0.3023	-142.1301
60	33,280	68,890	-0.1532	0.4391	0.2986	-140.1452
61	30,469	70,501	-0.1327	0.4472	0.2901	-138.8354
62	47,699	71,033	-0.1260	0.4499	0.2847	-139.4527
63	47,822	72,252	-0.1105	0.4560	0.2813	-139.4476
64	77,035	77,035	-0.0496	0.4802	0.2789	-134.6767
65	108,333	78,674	-0.0288	0.4885	0.2741	-133.7409
66	91,174	81,963	0.0130	0.5052	0.2722	-131.0724
67	45,908	86,928	0.0762	0.5304	0.2714	-126.4634
68	42,182	91,174	0.1302	0.5518	0.2665	-122.1125

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(X_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
69	86,928	100,044	0.2430	0.5960	0.2615	-112.4343
70	28,609	102,670	0.2764	0.6089	0.2605	-110.9076
71	58,679	104,962	0.3055	0.6200	0.2541	-108.7335
72	66,134	105,742	0.3155	0.6238	0.2529	-109.1716
73	33,091	108,333	0.3484	0.6362	0.2516	-107.5807
74	24,254	108,554	0.3512	0.6373	0.2509	-108.6978
75	159,894	118,232	0.4743	0.6824	0.2427	-98.3690
76	162,944	124,904	0.5592	0.7120	0.2424	-93.2179
77	223,384	126,675	0.5817	0.7196	0.2381	-91.9480
78	134,470	134,470	0.6808	0.7520	0.2355	-85.7959
79	118,232	137,705	0.7220	0.7648	0.2258	-82.2776
80	124,904	143,679	0.7979	0.7875	0.2204	-77.5671
81	174,411	156,637	0.9627	0.8322	0.2201	-69.6076
82	156,637	159,600	1.0004	0.8414	0.2177	-68.1494
83	180,719	159,894	1.0042	0.8424	0.2160	-68.4649
84	126,675	162,944	1.0430	0.8515	0.2156	-67.3940
85	71,033	174,411	1.1888	0.8827	0.2124	-61.4259
86	102,670	180,719	1.2690	0.8978	0.2120	-59.1720
87	187,095	185,748	1.3330	0.9087	0.2105	-57.4495
88	211,062	187,095	1.3501	0.9115	0.2098	-57.4257
89	432,563	211,062	1.6549	0.9510	0.2096	-50.5236
90	282,983	223,384	1.8116	0.9650	0.2086	-48.2499
91	159,600	243,580	2.0685	0.9807	0.2057	-45.2069

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(X_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
92	282,027	282,027	2.5575	0.9947	0.2047	-42.8815
93	292,765	282,983	2.5696	0.9949	0.2044	-43.2442
94	185,748	292,765	2.6940	0.9965	0.2005	-42.5012
95	143,679	297,867	2.7589	0.9971	0.1957	-41.7116
96	243,580	432,563	4.4720	1.0000	0.1885	-39.8890
รวม						-9873.4679

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของปริมาณการส่งออกมะม่วงบรรจุภาชนะที่อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
1	1,050,823	1,050,823	-1.9262	0.0270	0.9999	-12.9666
2	1,062,604	1,062,604	-1.90673	0.0283	0.9997	-35.5272
3	1,340,556	1,332,710	-1.4602	0.0721	0.9854	-34.2905
4	1,992,544	1,340,556	-1.4473	0.0739	0.9813	-46.0741
5	2,791,607	1,414,804	-1.3245	0.0927	0.9727	-53.8083
6	3,027,558	1,418,925	-1.3177	0.0938	0.9309	-55.4267
7	2,274,552	1,444,869	-1.2748	0.1012	0.9188	-62.4148
8	1,947,700	1,458,444	-1.2524	0.1052	0.9167	-71.0626
9	1,550,480	1,484,886	-1.2087	0.1134	0.9101	-77.9649
10	1,711,699	1,510,643	-1.1661	0.1218	0.9014	-84.0265
11	1,884,754	1,550,480	-1.1002	0.1356	0.8974	-89.7734
12	1,418,925	1,559,287	-1.0857	0.1388	0.8960	-97.4722
13	1,738,824	1,607,670	-1.0057	0.1573	0.8762	-98.4645
14	1,510,643	1,637,454	-0.9565	0.1694	0.8577	-100.5868
15	1,798,593	1,644,251	-0.9452	0.1723	0.8336	-103.0012
16	2,006,762	1,651,932	-0.9325	0.1755	0.8293	-108.7436
17	2,977,671	1,700,247	-0.8527	0.1969	0.7843	-104.2367
18	2,982,437	1,702,825	-0.8484	0.1981	0.7433	-104.2618
19	2,328,927	1,706,450	-0.8424	0.1998	0.7381	-109.1549
20	2,611,456	1,711,699	-0.8337	0.2022	0.7159	-111.4154
21	2,023,236	1,738,824	-0.7889	0.2151	0.7136	-114.2676

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ ห้ามมิให้ลอกเลียนไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของเอกสารนี้ก่อนได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
22	2,074,923	1,777,319	-0.7252	0.2342	0.6984	-113.9675
23	2,368,942	1,795,696	-0.6949	0.2436	0.6943	-116.8924
24	1,607,670	1,798,593	-0.6901	0.2451	0.6886	-120.9298
25	2,178,922	1,863,307	-0.5831	0.2799	0.6162	-109.3085
26	1,484,886	1,880,872	-0.5541	0.2898	0.5998	-109.8743
27	2,523,446	1,881,927	-0.5523	0.2904	0.5967	-113.6625
28	2,313,799	1,884,754	-0.5476	0.2920	0.5930	-117.1510
29	4,318,842	1,926,435	-0.4787	0.3161	0.5894	-116.3851
30	3,535,701	1,932,935	-0.4680	0.3199	0.5853	-119.1752
31	2,863,437	1,938,608	-0.4586	0.3233	0.5769	-121.3597
32	2,060,441	1,947,700	-0.4436	0.3287	0.5754	-124.0681
33	2,008,018	1,966,919	-0.4118	0.3402	0.5740	-125.5457
34	2,313,318	1,986,771	-0.3790	0.3523	0.5642	-125.5380
35	2,557,156	1,992,544	-0.3695	0.3559	0.5639	-128.5442
36	2,298,306	2,005,728	-0.3477	0.3640	0.5574	-129.6160
37	2,364,063	2,006,762	-0.3460	0.3647	0.5541	-132.5930
38	2,061,379	2,008,018	-0.3439	0.3655	0.5521	-135.7363
39	2,175,852	2,023,236	-0.3187	0.3750	0.5461	-136.3586
40	2,259,668	2,056,310	-0.2640	0.3959	0.5394	-134.4547
41	4,487,969	2,060,441	-0.2572	0.3985	0.5385	-137.1629
42	3,378,500	2,061,379	-0.2557	0.3991	0.5287	-138.6843
43	1,926,435	2,074,923	-0.2333	0.4078	0.5219	-138.9785
44	2,286,168	2,094,592	-0.2008	0.4204	0.5088	-137.2380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
45	1,880,872	2,097,318	-0.1963	0.4222	0.5039	-139.1282
46	2,249,308	2,127,930	-0.1457	0.4421	0.5038	-138.0564
47	2,097,318	2,175,852	-0.0664	0.4735	0.4844	-131.1283
48	1,966,919	2,178,922	-0.0614	0.4755	0.4765	-132.0951
49	1,414,804	2,180,342	-0.0590	0.4765	0.4755	-134.5126
50	1,332,710	2,192,370	-0.0391	0.4844	0.4735	-135.2727
51	2,221,879	2,221,879	0.0097	0.5038	0.4421	-128.1737
52	2,561,262	2,221,949	0.0098	0.5039	0.4222	-127.0936
53	3,474,606	2,229,455	0.0222	0.5088	0.4204	-128.2153
54	3,052,939	2,249,308	0.0550	0.5219	0.4078	-125.6275
55	2,229,455	2,259,668	0.0721	0.5287	0.3991	-124.9770
56	1,881,927	2,274,552	0.0967	0.5385	0.3985	-125.1251
57	1,651,932	2,275,928	0.0990	0.5394	0.3959	-126.6966
58	2,530,466	2,286,168	0.1159	0.5461	0.3750	-123.6048
59	2,221,949	2,295,306	0.1310	0.5521	0.3655	-122.7153
60	2,333,403	2,298,306	0.1360	0.5541	0.3647	-124.2448
61	2,295,306	2,303,389	0.1444	0.5574	0.3640	-125.4880
62	2,331,077	2,313,318	0.1608	0.5639	0.3559	-124.5754
63	2,394,731	2,313,799	0.1616	0.5642	0.3523	-125.8446
64	2,275,928	2,328,927	0.1866	0.5740	0.3402	-123.3130
65	3,060,995	2,331,077	0.1902	0.5754	0.3287	-122.7004
66	2,996,244	2,333,403	0.1940	0.5769	0.3233	-123.2077
67	2,352,683	2,346,353	0.2154	0.5853	0.3199	-122.5158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i)-\ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
68	1,986,771	2,352,683	0.2259	0.5894	0.3161	-122.6631
69	1,559,287	2,358,338	0.2352	0.5930	0.2920	-118.8957
70	2,303,389	2,364,063	0.2447	0.5967	0.2904	-119.4599
71	2,601,592	2,368,942	0.2528	0.5998	0.2898	-120.3248
72	1,932,935	2,394,731	0.2954	0.6162	0.2799	-116.2082
73	1,444,869	2,513,648	0.4920	0.6886	0.2451	-94.8568
74	1,700,247	2,523,446	0.5082	0.6943	0.2436	-94.6606
75	2,127,930	2,530,466	0.5198	0.6984	0.2342	-93.2366
76	1,702,825	2,557,156	0.5639	0.7136	0.2151	-87.5254
77	2,801,800	2,561,262	0.5707	0.7159	0.2022	-85.7025
78	2,691,951	2,601,592	0.6373	0.7381	0.1998	-81.6251
79	2,180,342	2,611,456	0.6537	0.7433	0.1981	-81.2310
80	1,863,307	2,691,951	0.7867	0.7843	0.1969	-73.5059
81	1,795,696	2,791,607	0.9515	0.8293	0.1755	-61.2081
82	1,706,450	2,801,800	0.9683	0.8336	0.1723	-60.4938
83	2,346,353	2,863,437	1.0702	0.8577	0.1694	-55.9501
84	1,777,319	2,915,378	1.1561	0.8762	0.1573	-50.6536
85	1,938,608	2,977,671	1.2590	0.8960	0.1388	-43.8160
86	2,358,338	2,982,437	1.2669	0.8974	0.1356	-43.4310
87	2,513,648	2,996,244	1.2897	0.9014	0.1218	-40.4201
88	2,094,592	3,027,558	1.3415	0.9101	0.1134	-37.5433
89	2,915,378	3,052,939	1.3835	0.9167	0.1052	-35.0648
90	3,112,870	3,060,995	1.3968	0.9188	0.1012	-34.2625

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{97-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1-F_x(x_{97-i})]\}]$
91	2,005,728	3,112,870	1.4825	0.9309	0.0938	-30.7879
92	1,458,444	3,378,500	1.9216	0.9727	0.0927	-22.8659
93	1,637,454	3,474,606	2.0805	0.9813	0.0739	-17.7052
94	2,192,370	3,535,701	2.1815	0.9854	0.0721	-16.7415
95	2,056,310	4,318,842	3.4761	0.9997	0.0283	-5.4696
96	1,644,251	4,487,969	3.7557	0.9999	0.0270	-5.2521
รวม						-9344.0382

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงสดโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

ตารางที่ ค.2 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

ตารางที่ ค.3 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงบรรจุภาชนะที่อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาลสำหรับรูปแบบบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงสดโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

ปี	เดือน	t	Y_t	$\hat{Y}_{t+p}(t)$	e_t	$\left\|\frac{e_t}{Y_t}\right\|$
2562	1	97	4,219,651	1,674,913	2,544,738	0.603068
	2	98	4,901,564	525,727	4,375,837	0.892743
	3	99	7,999,487	9,674,947	1,675,460	0.209446
	4	100	11,454,011	9,748,667	1,705,344	0.148886
	5	101	13,648,104	12,180,857	1,467,247	0.107506
	6	102	6,325,938	7,578,348	1,252,410	0.19798
	7	103	1,953,433	4,469,353	2,515,920	1.287948
	8	104	1,569,011	2,795,171	1,226,160	0.781486
	9	105	1,689,531	2,965,812	1,276,281	0.755405
	10	106	2,112,345	1,948,632	163,713	0.077503
	11	107	1,928,320	1,883,641	44,679	0.02317
	12	108	2,553,178	2,149,594	403,584	0.158071
					MAPE	43.69%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงอบแห้งโดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

ปี	เดือน	t	Y_t	$\hat{Y}_{t+p}(t)$	e_t	$\left\|\frac{e_t}{Y_t}\right\|$
2562	1	97	188,549	126,908	61,641	0.326922
	2	98	117,785	149,795	32,010	0.271768
	3	99	302,491	325,319	22,828	0.075466
	4	100	296,406	389,482	93,076	0.314016
	5	101	461,417	620,352	158,935	0.344451
	6	102	338,865	434,305	95,440	0.281647
	7	103	283,111	319,813	36,702	0.129638
	8	104	109,600	351,522	241,922	2.207315
	9	105	145,881	387,427	241,546	1.655775
	10	106	172,692	285,686	112,994	0.65431
	11	107	328,901	291,626	37,275	0.113332
	12	108	390,238	285,754	104,484	0.267745
					MAPE	55.35%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 การคำนวณค่า MAPE ของปริมาณการส่งออกมะม่วงในบรรจุภัณฑ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบฤดูกาล สำหรับรูปแบบบวก

ปี	เดือน	t	Y_t	$\hat{Y}_{t+p}(t)$	e_t	$\left\|\frac{e_t}{Y_t}\right\|$
2562	1	97	1,538,741	1,958,223	419,482	0.2726
	2	98	1,517,891	2,064,649	546,758	0.3602
	3	99	1,840,197	2,168,174	327,977	0.1782
	4	100	1,550,324	1,990,279	439,955	0.2838
	5	101	2,293,731	2,811,031	517,300	0.2255
	6	102	1,963,120	2,765,040	801,920	0.4085
	7	103	1,850,039	2,084,702	234,663	0.1268
	8	104	1,579,004	1,709,779	130,775	0.0828
	9	105	1,766,389	1,371,911	394,478	0.2233
	10	106	1,683,617	2,015,112	331,495	0.1969
	11	107	2,419,287	2,309,224	110,063	0.0455
	12	108	1,690,019	1,680,733	9,286	0.0055
					MAPE	20.08%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มปัญหาพิเศษ

วันที่ 20 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นางสาวนิตยา ยั่งยืน รหัสประจำตัว 62050788

นางสาวปนัดดา เสนกาบ รหัสประจำตัว 62050792

นางสาวรัชดาภรณ์ รมรื่น รหัสประจำตัว 62050817

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์ ภาควิชา สถิติ

ขอรับรองว่าปัญหาพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกของมะม่วงสด มะม่วงอบแห้ง และมะม่วงในบรรจุภัณฑ์

ชื่อภาษาอังกฤษ Forecasting the Export Volume of Fresh Mangoes, Dried Mangoes and Mangoes in Packaging

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 6.29%

ลงชื่อ.....นิตยา ยั่งยืน..... ลงชื่อ.....ปนัดดา เสนกาบ..... ลงชื่อ.....รัชดาภรณ์ รมรื่น.....

(นางสาวนิตยา ยั่งยืน) (นางสาวปนัดดา เสนกาบ) (นางสาวรัชดาภรณ์ รมรื่น)

นักศึกษา นักศึกษา นักศึกษา

ข้าพเจ้า ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้