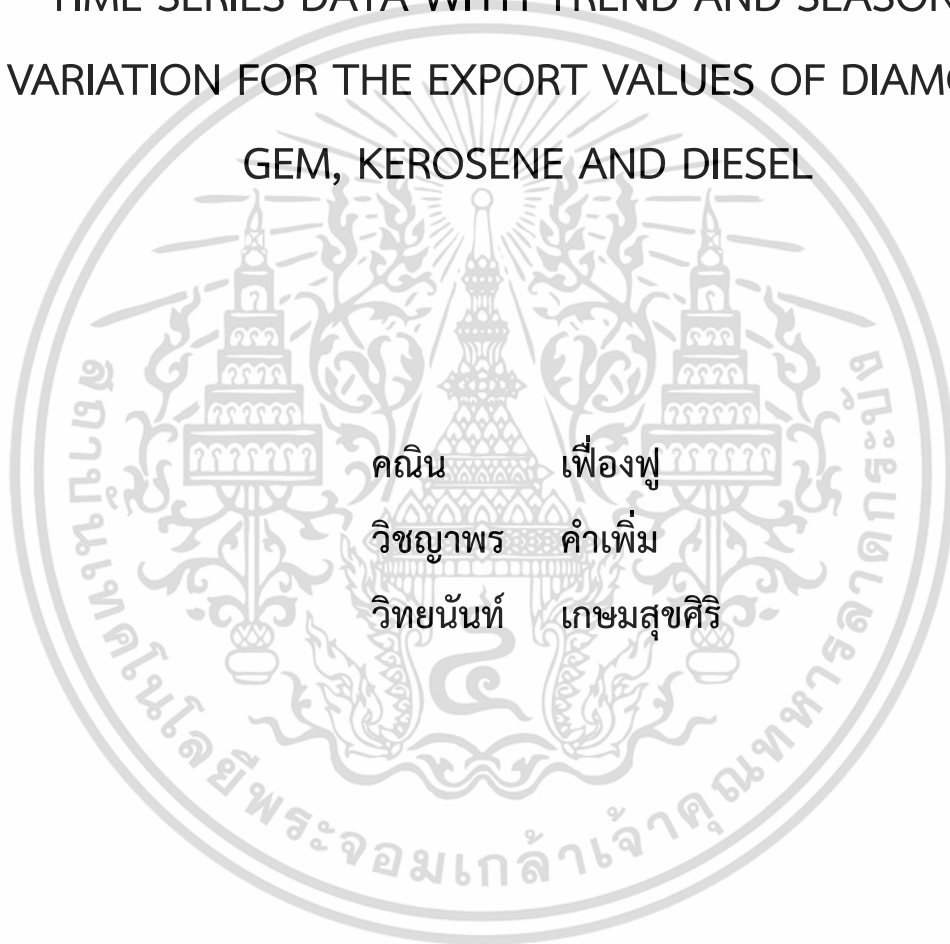


วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและ
อิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด
และน้ำมันดีเซล

THE APPROPRIATE FORECASTING METHOD OF
TIME SERIES DATA WITH TREND AND SEASONAL
VARIATION FOR THE EXPORT VALUES OF DIAMOND,
GEM, KEROSENE AND DIESEL



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE APPROPRIATE FORECASTING METHOD OF
TIME SERIES DATA WITH TREND AND SEASONAL
VARIATION FOR THE EXPORT VALUES OF DIAMOND,
GEM, KEROSENE AND DIESEL



A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ACADEMIC YEAR 2023
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล ของมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล	
ชื่อนักศึกษา	นายคณิน เฟื่องฟู	รหัสนักศึกษา 63050607
	นางสาววิชญาพร คำเพิ่ม	รหัสนักศึกษา 63050662
	นายวิทย์นันท์ เกษมสุขศิริ	รหัสนักศึกษา 63050701
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถิติประยุกต์)	
ภาควิชา	สถิติ	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2566	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล	

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 156 เดือน ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ใช้ในการสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ และส่วนที่ 2 ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ โดยผู้วิจัยเลือกใช้วิธีในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ในการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ และใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ในการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์

จากการศึกษาพบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล โดยให้ค่า MAPE เท่ากับ 19.62%, 21.32%, 80.01% และ 52.01% ตามลำดับ

เอกสารนี้ค่าสำคัญ : การพยากรณ์, วิธีแยกส่วนประกอบ, วิธีปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	The Appropriate Forecasting Method of Time Series Data with Trend and Seasonal Variation for the Export Values of Diamond, Gem, Kerosene and Diesel			
Students	Mr.Khanin	Fuangfoo	Student ID	63050607
	Miss Wichayaporn	Khamphoem	Student ID	63050662
	Mr.Wittayanan	Kasemsuksiri	Student ID	63050701
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)			
Department	Statistics			
School	Science			
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)			
Academic Year	2023			
Advisor	Asst. Prof. Dr. Somsri Banditvilai			

Abstract

This special problem aimed to study the appropriate forecasting method of time series data with trend and seasonal variation for diamond, gem, kerosene and diesel export values. The data were taken from the Information and Communication Technology Center, Office of Permanent Secretary of the Ministry of Commerce, in cooperation with the Thai Customs Department by using monthly secondary data from January 2007 to December 2019, a total of 156 months. They were separated into two sets. The first set, from January 2007 to December 2018, was used for constructing and selecting the forecasting models. The second set from January 2019 to December 2019 was used to compute the accuracy of forecasting models. The Decomposition, Exponential Smoothing and Box-Jenkins methods were employed to find the predictive models. The criteria used to select the appropriate forecasting model was Mean Square Error (MSE). The forecasting performance was measured by Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

According to the study, the Box-Jenkins method was appropriate for forecasting the export values of diamond, gem, kerosene and diesel. The MAPE was 19.62%, 21.32%, 80.01% and 52.01% respectively.

Keyword : Forecasting, Decomposition method, Exponential Smoothing and Box-Jenkins method



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้และมีความถูกต้องในส่วนของเนื้อหา เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำแนวทางต่างๆ รวมถึงเอื้อเฟื้อหนังสืออ้างอิงในการค้นคว้าหาข้อมูลในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนชี้แนะทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาตลอด จนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์จึงขอขอบพระคุณด้วยความเคารพเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อชฌา อระวีพร และ ดร.อรिता จิรธรรมประดับ ผู้ซึ่งเป็นคณะกรรมการ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำ ให้ความรู้เพิ่มเติม ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาด ทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากรที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำปัญหาพิเศษเล่มนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และบุคลากรภาควิชาสถิติทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ อีกทั้งคอยประสานงานและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว เพื่อนๆ ทุกคน รวมถึงผู้เกี่ยวข้องกับการทำปัญหาพิเศษนี้ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยเหลือ จึงทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพเป็นอย่างสูง

คณิน เฟื่องฟู
วิชญาพร คำเพิ่ม
วิทยานันท์ เกษมสุขศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	4
2.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling : AD)....	4
2.1.2 การทดสอบแนวนอนและอิทธิพลฤดูกาล.....	5
2.1.2.1 ทดสอบแนวนอนแบบไม่ใช้พารามิเตอร์.....	5
2.1.2.2 ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์.....	6
2.1.3 การสร้างตัวแบบพยากรณ์.....	7
2.1.3.1 วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method).....	7
2.1.3.1.1 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก.....	8
2.1.3.1.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ.....	10
2.1.3.2 วิธีการปรับให้เรียบ (Smoothing Method).....	11
2.1.3.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method: HWS).....	12
2.1.3.3 วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method).....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2 การวัดความถูกต้องของพยากรณ์	20
2.2.1 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)	20
2.2.2 เปอร์เซนต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error :MAPE)	21
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	24
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาข้อมูล	24
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ	24
3.2.1 กำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจจะทำการศึกษา.....	24
3.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น	25
3.2.3 เลือกวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับลักษณะอนุกรมเวลา.....	25
3.2.4 เลือกตัวแบบที่เหมาะสม	25
3.2.5 การพยากรณ์.....	26
3.2.6 สรุปผลและเขียนรายงานวิจัย	26
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	27
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเพชร.....	27
4.1.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีแยกส่วนประกอบ.....	31
4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก	31
4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ.....	33
4.1.2 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบ	35
4.1.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก	35
4.1.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ.....	38
4.1.3 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย	52
4.2.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีแยกส่วนประกอบ	56
4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบบวก	56
4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบคูณ.....	58
4.2.2 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบ.....	60
4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบบวก	60
4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบคูณ.....	63
4.2.3 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	67
4.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด.....	75
4.3.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีแยกส่วนประกอบ	79
4.3.1.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก.....	79
4.3.1.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ	81
4.3.2 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบ.....	83
4.3.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบบวก	83
4.3.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบคูณ.....	86
4.3.3 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์.....	90
4.4 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล	96
4.1.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีแยกส่วนประกอบ	100
4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก.....	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ.....	102
4.4.2 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบ.....	104
4.4.2.1 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบบวก	104
4.4.2.2 ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ สำหรับรูปแบบคูณ.....	107
4.4.3 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ..	111
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	119
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์.....	119
5.1.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร.....	119
5.1.2 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย	121
5.1.3 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด.....	122
5.1.4 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล	123
5.2 ข้อเสนอแนะ	126
เอกสารอ้างอิง.....	127
ภาคผนวก	129
ภาคผนวก ก	130
ภาคผนวก ข	135
ภาคผนวก ค	157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ลักษณะของ $\rho_k(Y_t), \rho_k(Z_t), \rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ $ARIMA(p, d, q)$	18
2.2	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t), \rho_{kk}(Z_t)$ สำหรับรูปแบบ $SARIMA(P, D, Q)_L$	18
4.1	ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก	32
4.2	ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ	33
4.3	วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ	35
4.4	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และ วินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 1 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.1801, \gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.4196$	36
4.5	วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ	38
4.6	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และ วินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.1432, \gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.4027$	39
4.7	การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(2, 1, 3) \times SARIMA(1, 1, 1)_{12}$	45
4.8	การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(2, 1, 3) \times$ $SARIMA(1, 1, 1)_{12}$	46
4.9	การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(3, 1, 3) \times SARIMA(1, 1, 1)_{12}$	47
4.10	การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(3, 1, 3) \times$ $SARIMA(1, 1, 1)_{12}$	49
4.11	ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร	50
4.12	ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่า การส่งออกเพชร	51
4.13	ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น 57
 คำ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14	ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ 58
4.15	วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ 60
4.16	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และ วินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.0571, \gamma = 0.0147$ และ $\delta = 0.8912$ 61
4.17	วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ 63
4.18	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และ วินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.0053, \gamma = 0.7518$ และ $\delta = 0.6799$ 64
4.19	การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ 70
4.20	การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ 71
4.21	การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times$ $SARIMA(1,1,2)_{12}$ 72
4.22	ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย..... 73
4.23	ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่า การส่งออกพลอย 74
4.24	ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบบวก..... 80
4.25	ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบคูณ 81
4.26	วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.27 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ตั้งแต่ $t=133,134,\dots,144$ เมื่อกำหนด $\alpha=0.2757$, $\gamma=0.0000$ และ $\delta=0.1515$	84
4.28 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ	86
4.29 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ตั้งแต่ $t=133,134,\dots,144$ เมื่อกำหนด $\alpha=0.0176$, $\gamma=0.0000$ และ $\delta=0.2665$	87
4.30 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$	93
4.31 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$	94
4.32 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด.....	95
4.33 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก.....	101
4.34 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ.....	102
4.35 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ.....	104
4.36 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 2 ตั้งแต่ $t=133,134,\dots,144$ เมื่อกำหนด $\alpha=0.4464$, $\gamma=0.0169$ และ $\delta=0.3248$	105
4.37 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.38	ผลการวิเคราะห์ห้มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.5797$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.7747$	108
4.39	การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12}$	115
4.40	การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12}$	116
4.41	การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12}$	117
4.42	ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล	118
5.1	สรุปผลวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล	125
ก.1	ข้อมูลมูลค่าการส่งออกเพชร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562.....	131
ก.2	ข้อมูลมูลค่าการส่งออกพลอย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562.....	132
ก.3	ข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562.....	133
ก.4	ข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562.....	134
ข.1	ค่าวิกฤตของการทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง	136
ข.2	การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกเพชร.....	137
ข.3	การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกพลอย	142
ข.4	การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด.....	147
ข.5	การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล	152

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค.1 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	158
ค.2 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	159
ค.3 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออก น้ำมันก๊าด โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	160
ค.4 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออก น้ำมันดีเซล โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.1	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร 27
4.2	การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกเพชร 28
4.3	ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบบวก 32
4.4	ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบคูณ 34
4.5	ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก 38
4.6	ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ 41
4.7	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร 42
4.8	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง 43
4.9	คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่า การส่งออกเพชร ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง 44
4.10	คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่า การส่งออกเพชร ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง 44
4.11	ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ 50
4.12	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย 52
4.13	การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกพลอย 53
4.14	ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบบวก 57
4.15	ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบคูณ 59
4.16	ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล

เอกสารนี้เป็นเอกสารแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวกเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ.....	66
4.18 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย.....	67
4.19 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	68
4.20 คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	69
4.21 คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	69
4.22 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$	73
4.23 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด.....	75
4.24 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด.....	76
4.25 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก.....	80
4.26 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ.....	82
4.27 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก.....	86
4.28 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ.....	89
4.29 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด.....	90
4.30 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งและหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	91
4.31 คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	92
4.33 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$	95
4.34 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล.....	96
4.35 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล.....	97
4.36 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก	101
4.37 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ.....	103
4.38 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก	107
4.39 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ.....	110
4.40 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล.....	111
4.41 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง.....	112
4.42 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการหาลอการิทึม และหาผลต่าง 1 ครั้ง	113
4.43 คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการหาลอการิทึม และหาผลต่าง 1 ครั้ง.....	114
4.44 คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการหาลอการิทึม และหาผลต่าง 1 ครั้ง.....	114
4.45 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$	118
5.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์.....เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน 121 คำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.2	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	122
5.3	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	123
5.4	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์	124



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการพยากรณ์ข้อมูลของอนุกรมเวลา วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการพยากรณ์มี 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีการปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ จากการทบทวนวรรณกรรมสำหรับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล ซึ่งในวิธีแยกส่วนประกอบจะเลือกใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับให้เรียบจะเลือกใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่สามารถใช้ได้กับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล พบว่า วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2560) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับตัวแบบพยากรณ์ราคามังคุดคละ ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีแยกส่วนประกอบเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

สมฤดี พงษ์เสนา, กัญญา บวรโชคชัย และอรวรรณ รุ่งทอง (2563) ศึกษาเกี่ยวกับตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดของการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณี และเครื่องประดับของประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์อนุกรมเวลาชุดนี้ คือ วิธีแยกส่วนประกอบ

วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2561) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์มูลค่าส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ของประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่าจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษาวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคุณ

วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2563) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป ผลการศึกษาพบว่าจากวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคุณ

บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์ (2561) ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณการส่งออกมะม่วงรายเดือนของประเทศไทย ผลจากการวิจัยพบว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด

วรางคณา เรียนสุทธิ์ (2563) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ราคามะม่วงเขียวเสวย ผลการศึกษาพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น จะพบว่าทั้ง ๆ ที่เป็นอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลเหมือนกันแต่วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่ได้นั้นแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยจึงสงสัยว่าลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลที่ชัดเจนและไม่ชัดเจนมีความเกี่ยวข้องกับวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลที่ทั้งชัดเจนและไม่ชัดเจน โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้นำอนุกรมเวลา 2 ชุด ที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลที่ชัดเจน และนำอนุกรมเวลาอีก 2 ชุด ที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลที่ไม่ชัดเจน เพื่อศึกษาว่าวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดขึ้นกับลักษณะของอนุกรมเวลาหรือไม่ โดยทำการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และวัดค่าความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์โดยค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. เพื่อศึกษาวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลที่ทั้งชัดเจน (มูลค่าการส่งออกเพชร และพลอย) และไม่ชัดเจน (มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล)

1.2.2. เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลรายเดือนของมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล จากการเก็บรวบรวมของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร เป็นระยะเวลา 13 ปี จำนวน 156 ค่า เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 โดยทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 144 ค่า ใช้สำหรับสร้างตัวแบบการพยากรณ์ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบการพยากรณ์ โดยใช้วิธีในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ 1.) วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method) 2.) วิธีการปรับให้เรียบ (Smoothing Method) 3.) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. ได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

1.4.2. ได้ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

1.4.3. ได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลที่ชัดเจน และวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลที่ไม่ชัดเจน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัญหาพิเศษเรื่อง “วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล” คณะผู้จัดทำได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการพยากรณ์โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- 2.1. ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์
- 2.2. การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์
- 2.3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1.1 การทดสอบการแจกแจงปกติของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson-Darling: AD)

การทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง เป็นวิธีที่ใช้ทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติหรือไม่ ขั้นตอนการคำนวณค่าเพื่อทดสอบการแจกแจงปกติด้วยวิธีแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง (Anderson T.W. and Darling D.A., 1954) มีดังนี้

1. กำหนดสมมติฐาน
 H_0 : อนุกรมเวลาที่มีการแจกแจงปกติ
 H_1 : อนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ
2. กำหนดให้ข้อมูลที่เก็บได้เรียงจากน้อยไปมาก มีค่าเป็น $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ โดยที่ x_n มีค่ามากที่สุด
3. ตัวสถิติทดสอบ

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

เมื่อ $F_x(X_i)$ คือ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative probability Function) ของการแจกแจงที่คาดไว้

x_i คือ ข้อมูลลำดับที่ i เมื่อเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

n คือ ขนาดตัวอย่าง

ภายหลังคำนวณค่าสถิติทดสอบ AD แล้วทำการปรับค่าตัวสถิติทดสอบเป็น AD^* สูตรในการปรับค่าตัวสถิติทดสอบจะขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง n การแจกแจงที่คาดไว้ และพารามิเตอร์ของการแจกแจงที่คาดไว้ กรณีการทดสอบการแจกแจงปกติของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง มีสูตรคำนวณ ดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

4. เกณฑ์การตัดสินใจ

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

เมื่อ C_α คือ ค่าวิกฤตสำหรับทดสอบการแจกแจงปกติ

a_α, b_0, b_1 คือ ค่าที่เปิดจากตารางค่าวิกฤตของการทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิง ที่ระดับนัยสำคัญ α

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

2.1.2. การทดสอบแนวนอนและอิทธิพลฤดูกาล

การทดสอบแนวนอนและอิทธิพลฤดูกาลมีทั้งแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ จากการทดสอบการแจกแจงปกติ พบว่าอนุกรมเวลาไม่มีการแจกแจงปกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวนอนและอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

2.1.2.1. ทดสอบแนวนอนแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

การทดสอบของแดนเนี่ยล (Daniel's Test) เป็นการทดสอบแนวนอนที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman: r_s) ซึ่งเป็นค่าวัดสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร แต่ละตัวแปรใช้ค่าแทนลำดับ (Rank) ของค่าสังเกต หรือแปลงค่าสังเกตเป็นลำดับแล้ว กรณีที่อนุกรมเวลามีแนวนอนขึ้นหรือลง ค่า r_s จะมีค่าเข้าใกล้ 1 หรือ -1 (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) มีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

1. กำหนดสมมติฐาน

H_0 : อนุกรมเวลาไม่มีแนวนอน

H_1 : อนุกรมเวลามีแนวนอน

2. ตัวสถิติทดสอบ

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

$d_t = t - R(Y_t)$ โดยที่ $R(Y_t)$ เป็นลำดับที่ของ Y_t

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

3.1. สำหรับอนุกรมเวลาขนาดเล็ก ($n < 30$)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และเป็นค่าวิกฤตที่ได้จากตารางสถิติ Critical Values of Spearman's Rho ค่าไม่ต่ำกว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. สำหรับอนุกรมเวลาขนาดใหญ่ ($n \geq 30$)

ใช้ตัวสถิติทดสอบ

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

เมื่อ $\mu_{r_s} = 0$ และ $\sigma_{r_s} = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$ มีบริเวณวิกฤต คือ $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$

2.1.2.2. ทดสอบอทิพลฤดูกาลแบบไม่ใช่พารามิเตอร์

การทดสอบอทิพลฤดูกาลแบบไม่ใช่พารามิเตอร์ จะใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis) เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างหลายกลุ่ม ซึ่งนำมาปรับใช้ในการทดสอบอทิพลของฤดูกาล (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดสมมติฐาน

1.1. สำหรับรูปแบบบวก

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

$$H_1 : S_i \neq 0 \text{ สำหรับบางฤดูกาล เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, L$$

1.2. สำหรับรูปแบบคูณ

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = \dots = S_L = 1$$

$$H_1 : S_i \neq 1 \text{ สำหรับบางฤดูกาล เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, L$$

2. ตัวสถิติทดสอบ

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

$$n = \sum_{i=1}^L n_i$$

ซึ่ง n_i คือ จำนวนค่าสังเกตในฤดูกาลที่ i

L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

Y'_t คือ ค่าสังเกตที่ปรับแนวโน้มแล้ว ณ เวลา t

R_i คือ ผลรวมของลำดับที่ของ Y'_t ในฤดูกาล i

ตัวสถิติ H มีการแจกแจงประมาณด้วยการแจกแจงไคสแควร์ที่ขึ้นแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $L-1$

3. เกณฑ์การตัดสินใจ

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

ซึ่ง $\chi^2_{\alpha, L-1}$ เป็นค่าวิกฤตที่เปิดได้จากตารางไคสแควร์ (Chi-Square Table)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3. การสร้างตัวแบบพยากรณ์

2.1.3.1. วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีแยกส่วนประกอบนี้ จะทำการแยกส่วนประกอบของอนุกรมออกเป็นส่วนต่างๆ โดยมีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ได้แก่

1. แนวโน้ม (Trend) หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในระยะยาว ซึ่งอาจจะเป็นแนวโน้มขึ้นหรือลง (Upward Trend หรือ Downward Trend) แนวโน้มจะสะท้อนให้เห็นถึงความเจริญและความเสื่อมของเหตุการณ์ต่างๆ โดยลักษณะต่างๆ ที่เป็นไปได้ของแนวโน้ม ได้แก่ แนวโน้มเส้นตรง (Linear Trend) แนวโน้มควอดราติก (Quadratic Trend) แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Trend) และแนวโน้มตัว S (S-shaped Trend) เป็นต้น

2. อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Effect) หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่มีผลเนื่องมาจากฤดูกาล การเคลื่อนไหวจะเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีกในช่วงเวลาหนึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นหนึ่งปี อนุกรมเวลาที่ใช้ในการพิจารณาอิทธิพลฤดูกาลมักเป็นอนุกรมเวลารายเดือนหรือรายไตรมาสที่มีการเก็บรวบรวมไว้อย่างน้อย 2 ปีขึ้นไป

3. อิทธิพลวัฏจักร (Cyclical Effect) หมายถึง อนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมในระยะยาว การเคลื่อนไหวอาจแสดงอิทธิพลของวัฏจักรที่มีลักษณะคล้ายกับอิทธิพลฤดูกาล โดยวัฏจักรหนึ่งจะครอบคลุมระยะเวลาหลายปี แต่ละช่วงมีการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน วัฏจักรที่มักพบ ได้แก่ วัฏจักรธุรกิจ (Business Cycle) แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงรุ่งเรือง (Growth) ช่วงคงที่ (Maturity) และช่วงตกต่ำ (Decline)

4. เหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular Effect) หมายถึง การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเฉพาะส่วนที่ไม่มีแผนแบบที่แน่นอน เหตุการณ์ที่ผิดปกตินี้ส่วนใหญ่จะเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อนหรือไม่เกิดบ่อยครั้ง เช่น น้ำท่วม พายุ อุบัติเหตุ สงคราม เป็นต้น ซึ่งการรวมกันของส่วนประกอบต่างๆ ของอนุกรมเวลาแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบบวก (Additive Model)

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

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model)

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

โดยที่ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

T_t คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t

S_t คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา t

C_t คือ ค่าอิทธิพลของวัฏจักร ณ เวลา t

I_t คือ ค่าเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ณ เวลา t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) มีดังนี้

1. จากอนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมมา พิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาว่ามี ส่วนประกอบอะไรบ้าง โดยพิจารณาจากกราฟที่แสดงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาหากไม่ชัดเจน ให้ทำการทดสอบแนวโน้มและทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล

2. ถ้าอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม จะสร้างสมการแนวโน้มหรือหาค่าแนวโน้มโดยวิธีเฉลี่ยครึ่งวิธีผลรวมบางส่วน หรือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในการเลือกใช้วิธีจะขึ้นอยู่กับชนิดของแนวโน้ม

3. ถ้าอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล จะหาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล โดยวิธีเฉลี่ยแบบง่าย (average percentage หรือ simple average method) ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในกรณีรูปแบบคูณ มักเรียกว่าดัชนีฤดูกาล เมื่อได้ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล หรือ ดัชนีฤดูกาล แล้วนำไปปรับจากอนุกรมเวลาเดิมจะได้อนุกรมเวลาใหม่เรียกว่าอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล (Deseasonalized series) หรืออนุกรมเวลาที่ไม่มีฤดูกาล โดยกรณีรูปแบบบวก จะทำการปรับฤดูกาลโดยนำอิทธิพลของฤดูกาลไปลบออกจากค่าสังเกต และกรณีรูปแบบคูณ จะทำการปรับฤดูกาลโดยนำดัชนีฤดูกาลไปหารออกจากค่าสังเกต

4. เมื่อปรับแนวโน้มออกจากอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล จะได้อนุกรมเวลาปรับแนวโน้มและฤดูกาล อนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จะประกอบด้วยอิทธิพลของวัฏจักรและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ เมื่อทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ 3, 5 หรือ 7 ช่วงเวลากับอนุกรมเวลาชุดใหม่ จะได้อนุกรมเวลาปรับแนวโน้มฤดูกาล และเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ถ้ามีอิทธิพลของวัฏจักรเข้ามาเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา จะใช้อนุกรมเวลาใหม่ในการพิจารณาอิทธิพลของวัฏจักร

5. สร้างกราฟของอนุกรมเวลาที่ได้ล่าสุดในขั้นตอนที่ 4 จากกราฟพิจารณาราวๆ ด้วยสายตาวามีวัฏจักรเข้ามาเกี่ยวข้องหรือไม่ ถ้ามีการเคลื่อนไหวของวัฏจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง จะต้องพิจารณาต่อไปว่าแบบแผนวัฏจักร (Cyclical pattern) คงที่หรือไม่ แต่ละวัฏจักรประกอบด้วยกี่ช่วงเวลา หากมีวัฏจักรจะทำการแยกวัฏจักรเช่นเดียวกับการแยกอิทธิพลของฤดูกาล

6. การพยากรณ์จะได้จากการรวบรวมผลการวิเคราะห์ที่ทำในขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 และข้อมูลประกอบอื่นๆ

ในการศึกษาครั้งนี้ อนุกรมเวลาที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ เป็นอนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวกและรูปแบบคูณในการหาตัวแบบพยากรณ์

2.1.3.1.1. วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

การสร้างสมการพยากรณ์ได้จากการสร้างสมการแนวโน้มและหาค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ซึ่งจะได้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ปรับอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ด้วยค่าแนวโน้มที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณีนี้เป็นอนุกรมเวลารายเดือน จะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ centered 12 month จากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ $\{MA_t\}$ จะนำไปปรับแนวโน้มออก ซึ่งการปรับจะทำได้โดยการหัก

$\{MA_t\}$ ออกจากอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ จะได้อนุกรมเวลาใหม่ $\{Y_t - MA_t\}$ หรือ $\{\hat{S}_t + \varepsilon_t\}$ ซึ่งอนุกรมเวลาที่ได้ใหม่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลฤดูกาลและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

2. หาค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล จากการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 แยกตามฤดูกาล ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลที่ได้ (\hat{S}_i) มักจะมีผลรวมไม่เป็น 0 การปรับค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลให้มีผลรวมเป็น 0 จะทำได้โดยการนำค่าเฉลี่ยของค่าวัดอิทธิพลฤดูกาลเดิมมาลบออก คือ $\hat{S}_i^* = \hat{S}_i - \bar{S}$ ที่มี $\sum_{i=1}^L \hat{S}_i^* = 0$

3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลที่ได้ในขั้นตอนที่ 2 ไปหักออกจากค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิม นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้ม โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อนำอนุกรมเวลาไปสร้างสมการแนวโน้มเส้นตรงเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = b_0 + b_1t + \hat{S}_i^*$ หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มควอดราติกเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1t + b_2t^2$ และจะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = b_0 + b_1t + b_2t^2 + \hat{S}_i^*$ หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็น $\hat{T}_t = b_0b_1^t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = b_0b_1^t + \hat{S}_i^*$

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1t + \hat{S}_i^*$$

เมื่อ b_0 คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
 b_1 คือ ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
 \hat{S}_i^* คือ ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันรูปแบบบวก จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1t + b_2t^2 + \hat{S}_i^*$$

เมื่อ b_0 คือ ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
 b_1 คือ ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
 b_2 คือ ค่าประมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ณ เวลา t
 \hat{S}_i^* คือ ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบบวกจะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t + \hat{S}_i^*$$

เมื่อ	b_0	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
	b_1	คือ	ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
	\hat{S}_i^*	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

2.1.3.1.2. วิธีสกัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

การสร้างสมการพยากรณ์จะได้จากการสร้างสมการแนวโน้มและหาค่าดัชนีฤดูกาล (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ซึ่งจะได้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ปรับอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ด้วยค่าแนวโน้มที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ กรณีนี้เป็นอนุกรมเวลารายเดือน จะทำการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ centered 12 month จากอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้จากการทำเฉลี่ยเคลื่อนที่ $\{MA_t\}$ จะนำไปปรับแนวโน้มออก ซึ่งการปรับจะทำได้จากการนำ $\{MA_t\}$ ไปหาร Y_t จะได้อนุกรมเวลาใหม่ $\left\{\frac{Y_t}{MA_t}\right\}$ ซึ่งอนุกรมเวลาที่ได้ใหม่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลฤดูกาลและเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

2. หาค่าดัชนีฤดูกาลโดยการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาใหม่ที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 แยกตามฤดูกาล ดัชนีฤดูกาลที่ได้ (\hat{S}_i) มักจะมีผลรวมไม่เท่ากับ L การปรับค่าดัชนีฤดูกาลให้มีผลรวมเป็น L จะทำได้โดยการนำค่าเฉลี่ยของค่าวัดดัชนีฤดูกาลเดิมมาหารออก คือ $\hat{S}_i^* = \frac{\hat{S}_i}{\bar{S}}$ ที่มี $\sum_{i=1}^L \hat{S}_i^* = L$

3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำค่าดัชนีฤดูกาลที่ได้ในขั้นตอนที่ 2 ไปหักออกจากค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิมในฤดูกาลที่สัมพันธ์กัน นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้ม โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด เมื่อนำอนุกรมเวลาไปสร้างสมการแนวโน้มเส้นตรงเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = (b_0 + b_1 t) \times \hat{S}_i^*$ หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มควอดราติกเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$ และจะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = (b_0 + b_1 t + b_2 t^2) \times \hat{S}_i^*$ หรือนำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็น $\hat{T}_t = b_0 b_1^t$ จะได้สมการพยากรณ์เป็น $\hat{Y}_t = (b_0 b_1^t) \times \hat{S}_i^*$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนุกรมเวลามีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = (b_0 + b_1 t) \times \hat{S}_t^*$$

เมื่อ	b_0	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
	b_1	คือ	ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
	\hat{S}_t^*	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

เมื่อนุกรมเวลามีแนวโน้มควอดราติกและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันรูปแบบคูณ จะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = (b_0 + b_1 t + b_2 t^2) \times \hat{S}_t^*$$

เมื่อ	b_0	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
	b_1	คือ	ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
	b_2	คือ	ค่าประมาณสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ณ เวลา t
	\hat{S}_t^*	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

เมื่อนุกรมเวลามีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและมีอิทธิพลฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณจะได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = (b_0 b_1^t) \times \hat{S}_t^*$$

เมื่อ	b_0	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น
	b_1	คือ	ค่าประมาณความชัน (Slope) ของเส้นแนวโน้ม
	\hat{S}_t^*	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i ที่ทำการปรับค่าแล้ว

2.1.3.2. วิธีการปรับให้เรียบ (Smoothing Method)

วิธีการปรับให้เรียบเป็นการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาที่ใช้ค่าสังเกตในอดีตส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้างสมการพยากรณ์ โดนน้หนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าต่างกัน โดยในการศึกษาครั้งนี้ นุกรมเวลาที่น่าสนใจในการวิเคราะห์เป็นนุกรมเวลาที่มีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล จะใช้วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ รูปแบบบวกและรูปแบบคูณในการหาตัวแบบพยากรณ์

2.1.3.2.1. วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method: HWS)

ในการหาค่าเริ่มต้นสามารถทำได้หลายวิธีแต่ในงานวิจัยนี้จะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นด้วยการใช้ข้อมูล 1 ปีแรก ที่มีค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม (Trend) ที่แตกต่างกัน 5 แบบ แสดงดังสมการที่ (4) - (8) ในขณะที่ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ (Level) และองค์ประกอบฤดูกาล (Seasonal) แสดงดังสมการที่ (1) - (3) ตามลำดับ

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบระดับ

$$\hat{T}_0(L) = \frac{(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_L)}{L} \quad (1)$$

เมื่อ Y_t คือ ค่าสังเกต ณ หน่วยเวลา t

L คือ จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบบวก

$$\hat{S}_t = Y_t - \hat{T}_0(L) \quad (2)$$

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบฤดูกาลรูปแบบคูณ

$$\hat{S}_t = \frac{Y_t}{\hat{T}_0(L)} \quad (3)$$

ค่าเริ่มต้นขององค์ประกอบแนวโน้ม 5 แบบ ซึ่งจะนำไปใช้ทั้งรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ แบบที่ 1 การกำหนดค่าเริ่มต้นจากงานวิจัยของ (Hyndman and Athanasopoulos,

2014)

$$b_1 = \frac{1}{L} \sum_{t=1}^L \left(\frac{Y_{t+L} - Y_t}{L} \right) \quad (4)$$

แบบที่ 2 การกำหนดค่าเริ่มต้นจากงานวิจัยของ (Kalekar, 2004 ; Suppalakpanya et al.,

2019)

$$b_1 = Y_2 - Y_1 \quad (5)$$

แบบที่ 3 การกำหนดค่าเริ่มต้นจากงานวิจัยของ (Kalekar, 2004 ; Suppalakpanya et al.,

2019)

$$b_1 = \frac{(Y_2 - Y_1) + (Y_3 - Y_2) + (Y_4 - Y_3)}{3} \quad (6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 4 การกำหนดค่าเริ่มต้นจากงานวิจัยของ (Kalekar, 2004 ; Suppalakpanya et al., 2019)

$$b_1 = \frac{Y_L - Y_1}{L - 1} \quad (7)$$

แบบที่ 5 การกำหนดค่าเริ่มต้นจากงานวิจัยของ (Kalekar, 2004 ; Suppalakpanya et al., 2019)

$$b_1 = 0 \quad (8)$$

1. รูปแบบบวก (Additive Model) ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราคงที่ มีรูปแบบสมการเป็นดังนี้

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

เมื่อ	Y_t	คือ	ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t
	$T_t(t)$	คือ	ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$S_t(t)$	คือ	ค่าวัดของอิทธิพลฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	ε_t	คือ	ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยความคลาดเคลื่อน

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

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

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

เมื่อ	$\hat{T}_t(t)$	คือ	ค่าประมาณแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$\hat{\beta}_t(t)$	คือ	ค่าประมาณความชัน เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$\hat{S}_t(t)$	คือ	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	α	คือ	ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
	γ	คือ	ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
	δ	คือ	ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลฤดูกาล อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการพยากรณ์

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

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

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

2. รูปแบบคูณ (Multiplicative Model) ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลง เป็นสัดส่วนกับแนวโน้ม มีรูปแบบสมการเป็นดังนี้

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

เมื่อ	Y_t คือ	ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t
	$T_t(t)$ คือ	ค่าแนวโน้ม ณ เวลา t เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	$S_i(t)$ คือ	ค่าวัดของอิทธิพลฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	ε_t คือ	ความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยความคลาดเคลื่อน

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

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

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

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	ค่าประมาณอิทธิพลฤดูกาลที่ i เมื่อคำนวณจากข้อมูล t ค่า
	α คือ	ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำซ้ำหรือดัดแปลงในรูปแบบใดๆ ที่มีการนำไปใช้

สมการพยากรณ์

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

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

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

2.1.3.3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงกว่าวิธีอื่นในการพยากรณ์ในระยะสั้น (Short term Forecasting) และเหมาะสมกับอนุกรมเวลา ในทุกรูปแบบ วิธีของบ็อกซ์-เจนกินส์จะแบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ประเภท (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) ดังนี้

1. อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Series) เป็นอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่มีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนคงที่ นั่นคือค่าเฉลี่ย $E(Y_t)$ และค่าความแปรปรวน $V(Y_t)$ มีค่าคงที่ สำหรับแต่ละช่วงเวลา อนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนที่ของแนวโน้ม และ/หรืออิทธิพลของฤดูกาลจะมี $E(Y_t)$ ไม่คงที่ ส่วนอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของ Y_t สูง จะเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาที่ความแปรผันไม่คงที่ $V(Y_t)$ จะเรียกว่าอนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี นอกจากจะเป็นอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนคงที่แล้ว อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ lag k ขึ้นอยู่กับค่า k อย่างเดียว อนุกรมเวลาที่จะกำหนดรูปแบบเป็น $ARMA(p, q)$ ได้จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีเท่านั้น

2. อนุกรมเวลาที่ไม่เป็นสเตชันนารี (Nonstationary Series) เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีความคงที่เป็นสเตชันนารี จะหารูปแบบ $ARMA(p, q)$ ให้กับอนุกรมดังกล่าวไม่ได้ จะต้องแปลงอนุกรมเวลานั้นให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีก่อน จึงจะสามารถหารูปแบบ $ARMA(p, q)$ ให้กับอนุกรมเวลาดังกล่าวได้ ซึ่งทำได้โดยวิธีต่าง ๆ ต่อไปนี้

2.1. หาผลต่าง (Regular Differencing) ของอนุกรมเวลา นั่นคือ ถ้าอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้ม จะแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีความโน้ม $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla^d Y_t$ และ d เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่าง ซึ่งจำนวนครั้งที่หาผลต่างจะขึ้นอยู่กับว่าเมื่อหาผลต่างแล้ว อนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นก็ต้องหาผลต่างต่อไป และโดยทั่วไปถ้าอนุกรม

เอกสารนี้เวลามีแนวโน้มเป็นเส้นตรง จะกำหนด d เป็น 1 ถ้าอนุกรมมีแนวโน้มแบบควอดราติก จะกำหนดค่า d เป็น 2 เป็นต้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. หาผลต่างฤดูกาล (Seasonal Differencing) ของอนุกรมเวลา นั่นคือ ถ้าอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่ไม่มีฤดูกาล $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla_L^D Y_t$ โดย D เป็นจำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาลและ L เป็นจำนวนฤดูกาลต่อปี เช่น สำหรับอนุกรมเวลารายเดือน ($L=12$) เมื่อ $D=2$ $Z_t = \nabla_{12}^2 Y_t = \nabla_{12}(Y_t - Y_{t-12}) = Y_t - Y_{t-12} - Y_{t-12} + Y_{t-24} = Y_t - 2Y_{t-12} + Y_{t-24}$ เป็นต้น ซึ่งการหาผลต่างนี้จะทำที่ครั้งขึ้นอยู่กับว่าเมื่อหาผลต่างแล้วอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีหรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นก็ต้องหาผลต่างต่อไป

2.3 หาผลต่างและผลต่างฤดูกาลของอนุกรมเวลา กรณีที่อนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวทั้งจากแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล การแปลงให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีนั้นจะทำให้ได้โดยหาผลต่างและผลต่างฤดูกาลควบคู่กันไป จำนวนครั้งในการหาผลต่าง d และ D จะขึ้นอยู่กับว่าอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีแล้วหรือไม่ เช่น อนุกรมเวลารายเดือนที่มีการเคลื่อนไหวจากแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล เมื่อ $d=1$ และ $D=1$ จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ โดย $Z_t = \nabla \nabla_{12} Y_t = \nabla(Y_t - Y_{t-12}) = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13}$ เป็นต้น

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

การกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา จะพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของตัวอย่าง (r_k และ r_{kk}) ที่สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของประชากร (ρ_k และ ρ_{kk}) (Box et al., 1994)

ตัวแบบอนุกรมเวลาทั่วไปสำหรับการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ได้แก่

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

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

โดยที่

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

$$\Phi_P(B^L) = (1 - \Phi_{1L} B^L - \Phi_{2L} B^{2L} - \dots - \Phi_{PL} B^{PL})$$

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

$$\Theta_Q(B^L) = (1 - \Theta_{1L} B^L - \Theta_{2L} B^{2L} - \dots - \Theta_{QL} B^{QL})$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย B	คือ	Backward shift operator
θ_0	คือ	ค่าคงที่
ϕ_i	คือ	ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, p$
Φ_{iL}	คือ	ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาลตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, P$
θ_i	คือ	ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, q$
Θ_{iL}	คือ	ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาลตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, \dots, Q$
ε_t	คือ	ค่าคลาดเคลื่อน ณ เวลา t ซึ่ง ε_t มีการแจกแจงปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_{\varepsilon_t}^2$ และเป็นอิสระต่อกัน
p	คือ	อันดับที่ของการถดถอยในตัวเอง
P	คือ	อันดับที่ของการถดถอยในตัวเองในส่วนฤดูกาล
d	คือ	จำนวนครั้งของการหาผลต่างเพื่อแปลงอนุกรมเวลาให้เสถียรเนื่องจากแนวโน้ม
D	คือ	จำนวนครั้งของการหาผลต่างฤดูกาลเพื่อแปลงอนุกรมเวลาให้เสถียรเนื่องจากฤดูกาล
q	คือ	อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
Q	คือ	อันดับที่ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนฤดูกาล
L	คือ	จำนวนฤดูกาลใน 1 ปี
Z_t	คือ	การแปลงค่าสังเกต Y_t ให้เป็นอนุกรมเวลาที่เป็นเสถียร

ขั้นตอนการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดรูปแบบ (Identification)

เป็นการหารูปแบบ $ARIMA(p, q)$ ที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า r_k และ r_{kk} ของอนุกรมเวลากับค่า ρ_k และ ρ_{kk} ของแต่ละรูปแบบ เนื่องจากต้องพิจารณา r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} พร้อมกันหลายค่า จึงมักจะพิจารณาจากกราฟที่เรียกว่า คอเรโลแกรม (Correlogram) ที่ได้จากการพล็อตกราฟ r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} กับ k ดังนั้น การพิจารณาจะเปรียบเทียบคอเรโลแกรมของ r_k กับ ρ_k และคอเรโลแกรมของ r_{kk} กับ ρ_{kk} สำหรับแต่ละรูปแบบจะมีคอเรโลแกรม ρ_k และ ρ_{kk} ต่างกัน อนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดรูปแบบจะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เสถียรเท่านั้น หากไม่เป็นเสถียร จะต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นเสถียรก่อน

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

รูปแบบของ Y_t	ลักษณะของ $\rho_k(Y_t)$	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t)$	ลักษณะของ $\rho_{kk}(Z_t)$
Random walk	ลดลงอย่างช้า ๆ	$\rho_k = 0$ ทุกค่า k	$\rho_{kk} = 0$ ทุกค่า k
$ARI(1,1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	ρ_k ลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 2, \dots$
$ARI(2,1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	ρ_k ลดลงเร็วใกล้ 0	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 3, \dots$
$IMA(1,1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 2, \dots$	ρ_{kk} ลดลงเร็วใกล้ 0
$IMA(1,2)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 3, \dots$	ρ_{kk} ลดลงเร็วใกล้ 0
$ARIMA(1,1,1)$	ลดลงอย่างช้า ๆ	$\rho_k = 0$ ลดลงเร็วใกล้ 0	ρ_{kk} ลดลงเร็วใกล้ 0

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

รูปแบบของ Y_t	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t)$	ลักษณะของ $\rho_{kk}(Z_t)$
$SARI(1,1)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 24, 36, \dots$
$SARI(2,1)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว	$\rho_{kk} = 0$ สำหรับ $k = 36, 48, \dots$
$SIMA(1,1)_{12}$	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 24, 36, \dots$	ρ_{kk} มีค่าลดลงเร็ว เมื่อ $k = 12, 24, 36, \dots$
$SIMA(1,2)_{12}$	$\rho_k = 0$ สำหรับ $k = 36, 48, \dots$	ρ_{kk} มีค่าลดลงเร็ว เมื่อ $k = 12, 24, 36, \dots$
$ARIMA(1,1,1)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \dots$ มีค่าลดลงเร็ว	ρ_{kk} มีค่าลดลงเร็ว เมื่อ $k = 12, 24, 36, \dots$

ขั้นตอนที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ (Estimation)

เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis) ซึ่งจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด โดยกำหนดค่าเบื้องต้นของพารามิเตอร์เพื่อหาค่าประมาณสุดท้าย โดยการซ้ำ (Iteration) ซึ่งค่าประมาณที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำที่สุดจะเป็นค่าประมาณที่ใช้ในการพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Diagnostic Checking)

วิธีการตรวจสอบส่วนใหญ่จะใช้ค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ที่เป็นผลต่างระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์ มาเป็นหลักในการพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบ การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจะทำได้ดังนี้

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

1. กำหนดสมมุติฐาน

$$H_0 : \theta = 0$$

$$H_1 : \theta \neq 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัวสถิติทดสอบ

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

3. การปฏิเสธ H_0 จะทำเมื่อ $|Z| \geq Z_{\frac{\alpha}{2}}$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณีที่ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดเป็นตัวแบบที่เหมาะสมแล้ว

3.2. พิจารณาว่า $\rho_k(e_t) = 0$ สำหรับ $k=1,2,\dots,m$ หรือไม่ นั่นคือ พิจารณาว่าค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน $k=1,2,\dots,m$ ช่วงเวลาเป็นอิสระกันหรือไม่

1. กำหนดสมมติฐาน

$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \dots = \rho_m(e_t) = 0$$

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

2. ตัวสถิติทดสอบ

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

ซึ่ง n เป็นขนาดของอนุกรมเวลา $\{e_t\}$

m เป็นช่วงเวลาห่างสูงสุดของ e_t ในอนุกรมเวลา $\{e_t\}$ ที่นำมาพิจารณา

a เป็นจำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมดในรูปแบบ ซึ่งรวมทั้ง θ_0 ด้วย

3. บริเวณวิกฤต คือ $Q'_m \geq \chi_{\alpha, m-a}^2$

กรณีที่ปฏิเสธ H_0 แสดงว่า มีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน k ค่า นั่นคือ ตัวแบบที่กำหนดไม่เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 การพยากรณ์ (Forecasting)

เมื่อได้มีการตรวจสอบแล้วว่าตัวแบบที่กำหนดเหมาะสมกับอนุกรมเวลาแล้ว จะสามารถนำตัวแบบไปใช้พยากรณ์ได้ โดยใช้การพยากรณ์แบบจุด (Point Forecasting) ในการพยากรณ์ค่าในอนาคต ในกรณีทีวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มีตัวแบบพยากรณ์ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบมากกว่า 1 ตัวแบบ จึงต้องเลือกหาตัวแบบที่ดีที่สุดในการพยากรณ์เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อน ปัญหาพิเศษนี้จะใช้ข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike's Information Criterion: AIC) ในการคัดเลือกตัวแบบ

เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike Information Criterion: AIC)

การคัดเลือกตัวแบบด้วยเกณฑ์ AIC ซึ่งสร้างจากการประมาณความคลาดเคลื่อนรวมเข้ากับข้อสนเทศและใช้แนวคิดของคูลแบ็คไคเบอร์ (Kullback-Leibler) เพื่อนำไปปรับค่าประมาณของ

การพยากรณ์ให้มีคุณสมบัติไม่เอนเอียง การคัดเลือกตัวแบบโดยใช้เกณฑ์ AIC จะเลือกตัวแบบที่มีค่า AIC ต่ำที่สุด โดยมีสูตรคำนวณค่า AIC (Akaike, 1973) ดังนี้

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

โดย
$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n}$$

$$SSE = \sum_{t=1}^n e_t^2$$

p คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณค่า

n คือ จำนวนค่าที่ใช้ในการคำนวณ

2.2. การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้พยากรณ์ต้องการ ความถูกต้องจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Forecast error, e_t) ซึ่งเป็นผลต่างของค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ ($e_t = Y_t - \hat{Y}_t$) ค่าคลาดเคลื่อนจะมาก ถ้าค่าสังเกตห่างจากค่าพยากรณ์มาก และจะน้อยถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าสังเกต (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549)

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) ในการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ และใช้เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นตัววัดประสิทธิภาพของการพยากรณ์ในรูปของเปอร์เซ็นต์

2.2.1. ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)

ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยเป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าความคลาดเคลื่อนโดยค่า MSE จะไวต่อค่าคลาดเคลื่อนขนาดใหญ่ (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2549) มีสูตรคำนวณ ดังนี้

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

โดยที่ e_t คือ ค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t โดยคำนวณได้จาก $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$
 Y_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลาที่ t
 \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ เวลาที่ t
 n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2. เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากค่าคลาดเคลื่อน โดยค่าวัดความถูกต้องนี้จะไม่มียูนิต จึงเหมาะที่จะใช้ในการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดเมื่อใช้วิธีการพยากรณ์เดียวกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจะบ่งบอกถึงค่าร้อยละความแตกต่างระหว่างค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ มีสูตรคำนวณดังนี้

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

โดยที่ e_t คือ ค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t โดยคำนวณได้จาก $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$
 Y_t คือ ค่าสังเกต ณ เวลาที่ t
 \hat{Y}_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่ t
 n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วารางคณา เรียนสุทธิ (2560) ศึกษาเกี่ยวกับตัวแบบมังคุดคละ วัดฤประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ราคามังคุดคละที่เกษตรกรขายได้ ณ ไร่ฯ โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนสิงหาคม 2558 จำนวน 128 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 จำนวน 120 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการแยกส่วนประกอบ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม 2558 จำนวน 8 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการแยกส่วนประกอบเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด

วารางคณา เรียนสุทธิ (2561) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์มูลค่าส่งออกก๊าซธรรมชาติ ผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จำนวน 198 ค่า ซึ่งข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จำนวน 192 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก และวิธีการปรับเรียบแบบไม่พารามิเตอร์ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคุณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จำนวน 6 ค่า นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและเกณฑ์รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าจากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคุณ

สมฤดี พงษ์เสนา, กัญญา บวรโชคชัย และอรรวรรณ รีวทอง (2563) ศึกษาเกี่ยวกับตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดของการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณี และเครื่องประดับของประเทศไทย ด้วยวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ วิธีเทคนิคการทำให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลมูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทยรายเดือน จากเว็บไซต์สถาบันวิจัยและพัฒนา อัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (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 เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์พิจารณาความแม่นยำจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ที่มีค่าต่ำที่สุด เพื่อให้ได้ตัวแบบที่เหมาะสม ผลการวิจัยพบว่า วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์อนุกรมเวลาชุดนี้ คือ วิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วนประกอบ

วรางคณา เรียนสุทธิ (2563) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป 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 วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคุณ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 12 เดือน นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์รากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคณา เรียนสุทธิ์ (2563) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ราคามะม่วงเขียวเสวย ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาครั้งนี้คือ การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคามะม่วงเขียวเสวย โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 159 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2560 จำนวน 147 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ และวิธีการพยากรณ์รวมซึ่งจะรวม 2 วิธีการพยากรณ์ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย(MAPE) ต่ำ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561จำนวน 12 ค่า นำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ MAPE ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุด คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

ภัททิตา เลิศจริยพร และณภัฏญ์จันทร์ ต่านสวัสดิ์ (2564) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณความต้องการพลังงานระยะสั้นในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 จำนวน 39 ค่า ซึ่งข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 30 ค่า เพื่อใช้สำหรับการศึกษาและเปรียบเทียบความเหมาะสมของรูปแบบการพยากรณ์ทั้ง 6 รูปแบบ ได้แก่ 1) รูปแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 2) รูปแบบแนวโน้มเชิงเส้น 3) รูปแบบปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย 4) รูปแบบปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบสองครั้ง 5) รูปแบบปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบสามครั้ง และ 6) รูปแบบแยกส่วนประกอบ จากนั้นจะเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ทำการศึกษามากที่สุด โดยพิจารณาจากรูปแบบการพยากรณ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด และเมื่อเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดได้แล้ว จึงนำมาคำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน 6 เดือน และ 9 เดือน กับข้อมูลชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2563 จำนวน 9 ค่า ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบแยกส่วนประกอบ เป็นรูปแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดกับข้อมูลปริมาณความต้องการพลังงานระยะสั้นในประเทศไทยมากที่สุด และเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยของวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1. ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

3.2. ขั้นตอนการดำเนินการ

3.1. ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลรายเดือนของมูลค่าการส่งออกของเพชร พลอย น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซล จากการเก็บรวบรวมของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร เป็นระยะเวลา 13 ปี เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 156 ค่า โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 144 ค่า ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคมพ.ศ. 2562 จำนวน 12 ค่า ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบการพยากรณ์

3.2. ขั้นตอนการดำเนินการ

การศึกษาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1. กำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจจะทำการศึกษา

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สนใจศึกษาเรื่อง วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab และโปรแกรม Microsoft Excel มาช่วยในการวิเคราะห์ โดยการนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกของเพชร พลอย น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลมาพล็อตกราฟ พบว่า มูลค่าการส่งออกเพชร และพลอยมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลชัดเจน มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลมาทำการทดสอบการแจกแจงปกติและพบว่า ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงเลือกวิธีการทดสอบแนวโน้มแบบไม่ใช้พารามิเตอร์โดยใช้การทดสอบของแดเนียล และเลือกการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยใช้การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส

3.2.3. เลือกวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับลักษณะอนุกรมเวลา

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่ามูลค่าการส่งออกสินค้าของเพชร พลอย น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มและฤดูกาล ดังนั้นผู้วิจัยจะทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้ 3 วิธี ดังนี้

3.2.3.1. วิธีแยกส่วนประกอบ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกของเพชร พลอย น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มและฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ

3.2.3.2. วิธีการปรับให้เรียบ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกของเพชร พลอย น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มและฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (Holt-Winter Exponential Smoothing Method :HWS) สำหรับรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ โดยเริ่มจากการหาค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 วิธีและใช้คำสั่ง Add-in Solver ใน Microsoft Excel เพื่อคำนวณหา α, δ และ γ ที่ทำให้ MSE น้อยที่สุด

3.2.3.3. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่สามารถใช้ได้กับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบโดยผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab มาช่วยในการวิเคราะห์วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ในกรณีที่มีตัวแบบจำลองที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมหลายตัวแบบ จะทำการเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดโดยใช้เกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike)

3.2.4. เลือกตัวแบบที่เหมาะสม

จะใช้เกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในการเลือกตัวแบบพยากรณ์โดยจะเลือกวิธีที่ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด

3.2.5. การพยากรณ์

นำตัวแบบที่เหมาะสมจากขั้นตอน 3.2.4 มาหาค่าพยากรณ์ 12 เดือนล่วงหน้า และนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2562) เพื่อดูว่าค่าจากข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์มีความแตกต่างกันเท่าใด โดยหาค่าค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

3.2.6. สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

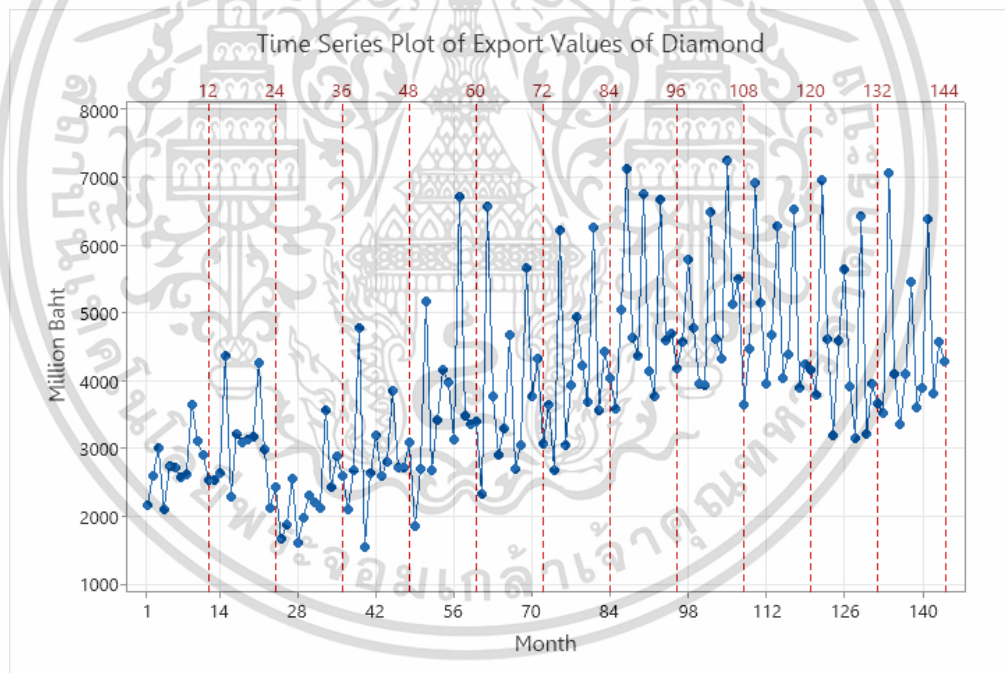
บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

- 4.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร
- 4.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย
- 4.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด
- 4.4. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล

4.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร

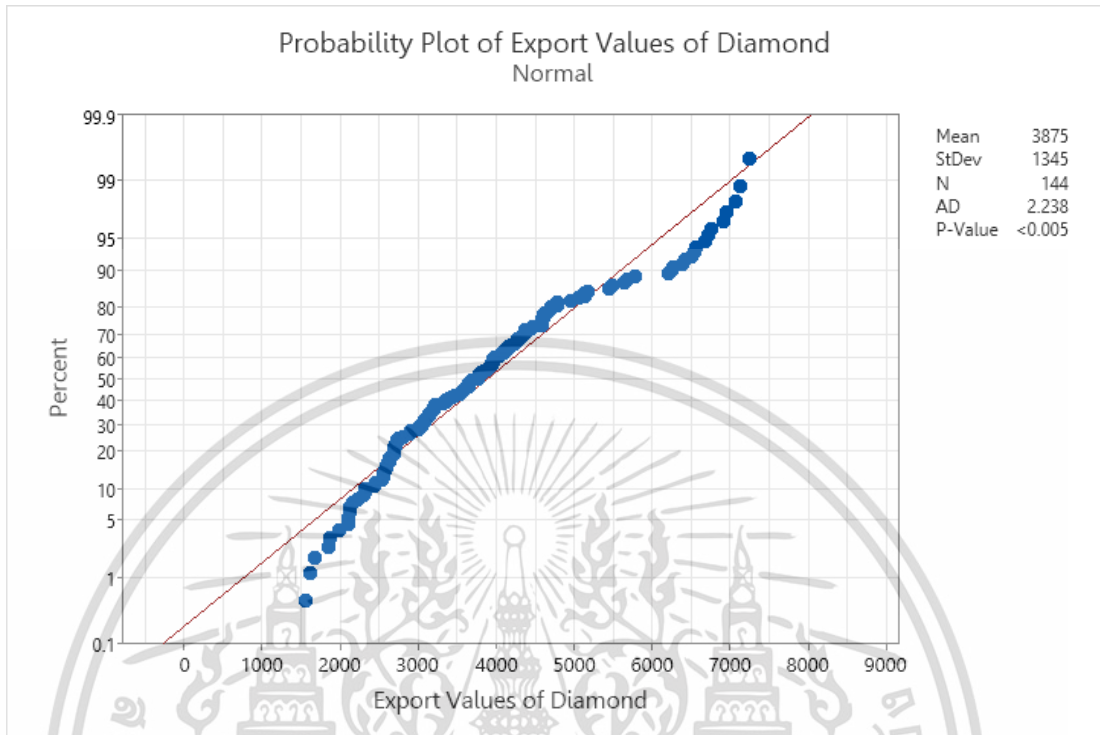


รูปที่ 4.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

จากรูปที่ 4.1 พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาไปทดสอบการแจกแจงปกติเพื่อเลือกวิธีการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกเพชร



รูปที่ 4.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกเพชร

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรไม่มีการแจกแจงปกติ

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned}
 AD &= -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(2i-1) \{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n+1-i})] \}] \\
 &= -144 - \frac{1}{144} \sum_{i=1}^{144} [(2i-1) \{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{145-i})] \}] \\
 &= -144 - \left[\frac{1}{144} \times (-21,058.5115) \right] \\
 &= 2.2397
 \end{aligned}$$

ปรับค่าสถิติทดสอบเป็น AD^*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบให้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 2.2397 \left(1 + \frac{0.75}{144} + \frac{2.25}{144^2} \right)$$

$$= 2.2516$$

บริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

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

$$\begin{aligned} C_{0.05} &= 0.7514 \left(1 + \frac{-0.795}{144} + \frac{-0.890}{144^2} \right) \\ &= 0.7472 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $AD^* = 2.2516 > C_\alpha = 0.7472$ และ $p\text{-value} < 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรไม่มีการแจกแจงปรกติ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกเพชรไม่มีการแจกแจงปรกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวนอนและอติพิลลิตูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ นั่นคือ ทดสอบแนวนอนโดยใช้การทดสอบของแดเนียล (Danial's Test) และทดสอบอติพิลลิตูกาลโดยใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

ทดสอบแนวนอนของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยใช้การทดสอบของแดเนียล (Danial's Test)

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรไม่มีแนวโน้ม

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีแนวโน้ม

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} r_s &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \\ &= 1 - \frac{6(173,158)}{144(144^2 - 1)} = 0.6520 \end{aligned}$$

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{0.6520}{\frac{1}{\sqrt{144-1}}} = 7.7973$$

เนื่องจาก $Z = 7.7973 > Z_{0.025} = 1.96$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีแนวโน้ม

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยใช้การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

สมมติฐานการทดสอบ

สำหรับรูปแบบบวก

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{132(132+1)} \left[\frac{322^2}{11} + \frac{933^2}{11} + \frac{1102^2}{11} + \dots + \frac{499^2}{11} \right] - 3(132+1) \\ &= \frac{12}{132(133)} [696665.27] - 3(133) \\ &= 77.1895 \end{aligned}$$

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

เนื่องจาก $H = 77.1895 > \chi_{0.05, 11}^2 = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปแบบคูณ

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{132(132+1)} \left[\frac{313^2}{11} + \frac{881^2}{11} + \frac{1128^2}{11} + \dots + \frac{516^2}{11} \right] - 3(132+1) \\ &= \frac{12}{132(133)} [698032.36] - 3(133) \\ &= 78.1240 \end{aligned}$$

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

เนื่องจาก $H = 78.1240 > \chi_{0.05, 11}^2 = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีอิทธิพลฤดูกาล

4.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกเพชรตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงวิเคราะห์ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ

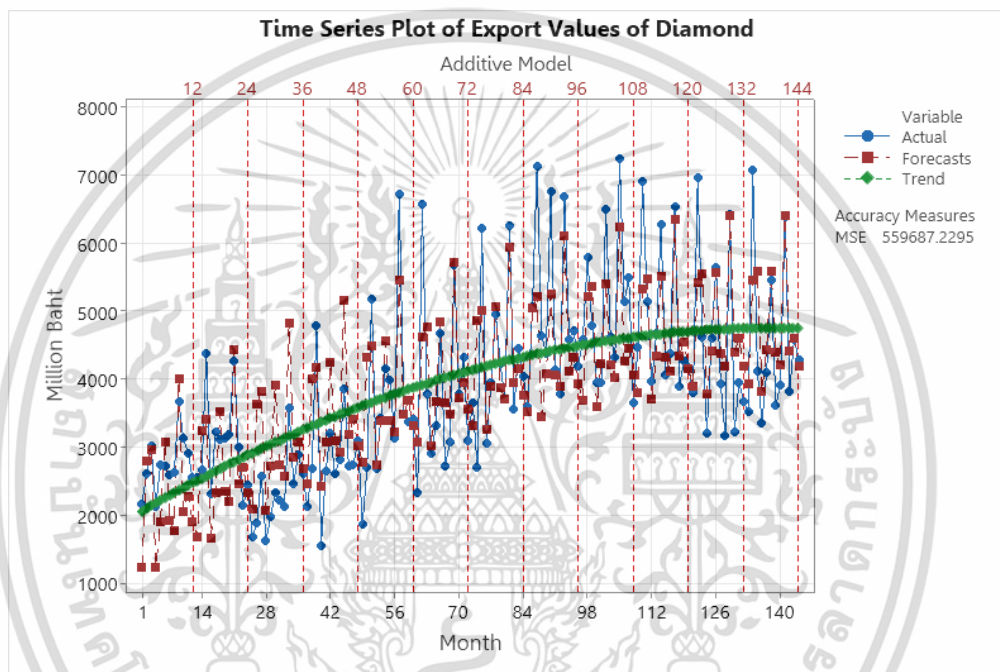
4.1.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก แสดงในตารางที่ 4.1 จากตารางสรุปได้ว่าค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีของแนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล	607,591.3205
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลของฤดูกาล	559,687.2295
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลของฤดูกาล	665,144.8945



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (2,006 + 39.41t - 0.1416t^2) + \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1^* = -820.7196 & \hat{S}_2^* = 699.9459 & \hat{S}_3^* = 839.7754 \\ \hat{S}_4^* = -938.7594 & \hat{S}_5^* = -313.1435 & \hat{S}_6^* = 837.6364 \\ \hat{S}_7^* = -359.9844 & \hat{S}_8^* = -554.0674 & \hat{S}_9^* = 1,657.5099 \\ \hat{S}_{10}^* = -343.2405 & \hat{S}_{11}^* = -148.4602 & \hat{S}_{12}^* = -556.4927 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -820.7196$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเพชรในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 820.7196 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันเดือนเมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกเพชรต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 938.7594, 313.1435, 359.9844, 554.0674, 343.2405, 148.4602 และ 556.4927 ล้านบาท ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_2^* = 699.9459$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเพชรในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 699.9459 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันเดือนมีนาคม มิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกเพชรสูงกว่าค่าเฉลี่ย 839.7754, 837.6364 และ 1,657.5099 ล้านบาท ตามลำดับ

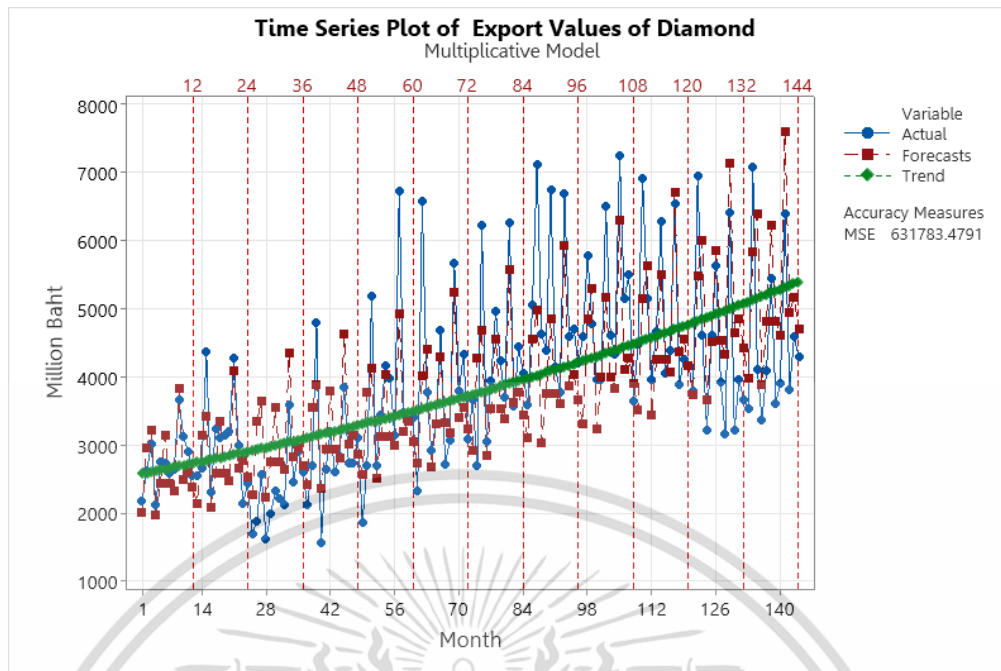
4.1.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ แสดงในตารางที่ 4.2 จากตารางสรุปได้ว่าค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีของแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ 4.2 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล	820,917.3132
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลของฤดูกาล	1,522,685.4428
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลของฤดูกาล	631,783.4791

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบคูณ

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (2,554.76 \times 1.00520^t) \times \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.7796$	$\hat{S}_2^* = 1.1392$	$\hat{S}_3^* = 1.2391$
$\hat{S}_4^* = 0.7510$	$\hat{S}_5^* = 0.9248$	$\hat{S}_6^* = 1.1897$
$\hat{S}_7^* = 0.9160$	$\hat{S}_8^* = 0.8725$	$\hat{S}_9^* = 1.4303$
$\hat{S}_{10}^* = 0.9258$	$\hat{S}_{11}^* = 0.9608$	$\hat{S}_{12}^* = 0.8712$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.7796$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเพชรในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 22.04% ในทำนองเดียวกัน เดือนเมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกเพชรต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 24.90%, 7.52%, 8.40%, 12.75%, 7.42%, 3.92%, และ 12.88% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $S_2^* = 1.1392$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเพชรในเดือน กุมภาพันธ์ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 13.92% ในทำนองเดียวกัน เดือนมีนาคม มิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกเพชรสูงกว่าค่าเฉลี่ย 23.91%, 18.97%, และ 43.03% ตามลำดับ

4.1.2. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบ

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีการเคลื่อนไหวจากทั้งแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาลทั้งรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ ดังนั้นจะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ โดยนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกเพชรตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบ ดังนี้

4.1.2.1. ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุด แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ

แบบที่	α	γ	δ	MSE
แบบที่ 1	0.1801	0.0000	0.4196	554,280.6407
แบบที่ 2	0.4749	0.0815	0.4590	1,065,593.4252
แบบที่ 3	0.1912	0.0167	0.4123	568,542.0834
แบบที่ 4	0.1901	0.0089	0.4242	559,920.6842
แบบที่ 5	0.1795	0.0011	0.4136	557,286.2555

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าเริ่มต้นแบบที่ 1 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 554,280.6407$ จะได้ $\alpha = 0.1801$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.4196$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์ และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 1 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.1801$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.4196$

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_t(t-1)$
133	3520.40	4549.7096	24.5472	-935.8617	3716.7786
134	7063.30	4798.7879	24.5472	1671.3855	5816.8593
135	4104.50	4666.3545	24.5472	-147.1708	4975.9474
136	3351.50	4675.7505	24.5472	-1284.2265	3435.6094
137	4090.90	4675.3326	24.5472	-518.4842	4229.4889
138	5445.90	4656.9523	24.5472	902.3462	5684.2040
139	3604.20	4636.3031	24.5472	-912.7114	3855.0988
140	3898.60	4723.3894	24.5472	-989.9942	3551.4264
141	6387.00	4739.0222	24.5472	1671.5263	6436.4867
142	3804.10	4760.2068	24.5472	-947.2239	3822.7672
143	4576.40	4818.7794	24.5472	-332.2616	4387.5147
144	4281.30	4903.2487	24.5472	-780.2403	3948.6541

จากตารางที่ 4.4 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (4,903.2487 + 24.5472p) + \hat{S}_i(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{aligned} \hat{S}_1 &= -935.8617 & \hat{S}_2 &= 1,671.3855 & \hat{S}_3 &= -147.1708 \\ \hat{S}_4 &= -1,284.2265 & \hat{S}_5 &= -518.4842 & \hat{S}_6 &= 902.3462 \\ \hat{S}_7 &= -912.7114 & \hat{S}_8 &= -989.9942 & \hat{S}_9 &= 1,671.5263 \\ \hat{S}_{10} &= -947.2239 & \hat{S}_{11} &= -332.2616 & \hat{S}_{12} &= -780.2403 \end{aligned}$$

เนื่องจากผลรวมของค่าวัตถุพิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัตถุพิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัตถุพิพลของฤดูกาลใหม่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (4,686.3390 + 24.5472p) + \hat{S}_i^*(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

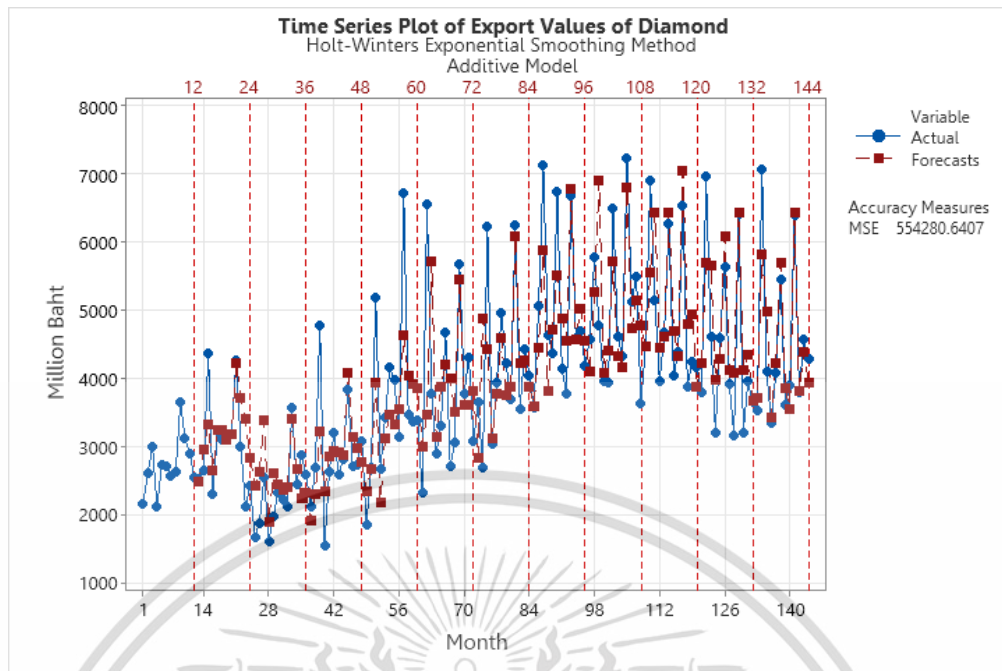
สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$\hat{S}_1^* = -718.9520$	$\hat{S}_2^* = 1,888.2952$	$\hat{S}_3^* = 69.7389$
$\hat{S}_4^* = -1,067.3168$	$\hat{S}_5^* = -301.5745$	$\hat{S}_6^* = 1,119.2559$
$\hat{S}_7^* = -695.8017$	$\hat{S}_8^* = -773.0845$	$\hat{S}_9^* = 1,888.4360$
$\hat{S}_{10}^* = -730.3142$	$\hat{S}_{11}^* = -115.3519$	$\hat{S}_{12}^* = -563.3306$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -718.9520$ หมายความว่ามูลค่าการส่งออกเพชรในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 718.9520 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน เดือนเมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกเพชรต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 1,067.3168, 301.5745, 695.8017, 773.0845, 730.3142, 115.3519 และ 563.3306 ล้านบาทตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_2^* = 1,888.2952$ หมายความว่ามูลค่าการส่งออกเพชรในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 1,888.2952 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน เดือนมีนาคม มิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกเพชรสูงกว่าค่าเฉลี่ย 69.7389, 1,119.2559 และ 1,888.4360 ล้านบาทตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

4.1.2.2. ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุด แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ

แบบที่	α	γ	δ	MSE
แบบที่ 1	0.1508	0.0000	0.3988	592,033.1924
แบบที่ 2	0.1683	1.0000	0.3945	363,899,660.5115
แบบที่ 3	0.1692	0.0076	0.4134	606,260.6750
แบบที่ 4	0.1663	0.0065	0.4032	601,789.2856
แบบที่ 5	0.1432	0.0000	0.4027	588,775.3630

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 พบว่าค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 588,775.3630$ จะได้ $\alpha = 0.1432$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.4027$

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์ และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.1432$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.4027$

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_t(t-1)$
133	3520.40	4016.0646	0.0000	0.8903	3628.2378
134	7063.30	4178.5066	0.0000	1.4998	5507.3411
135	4104.50	4085.2385	0.0000	1.0997	4862.6262
136	3351.50	4088.7959	0.0000	0.8171	3331.2379
137	4090.90	4090.7012	0.0000	0.9984	4077.6279
138	5445.90	4091.7752	0.0000	1.3297	5435.9315
139	3604.20	4065.1818	0.0000	0.9082	3775.5983
140	3898.60	4137.7888	0.0000	0.8887	3466.1779
141	6387.00	4150.7749	0.0000	1.5219	6249.9914
142	3804.10	4164.9813	0.0000	0.9024	3715.2810
143	4576.40	4209.7352	0.0000	1.0483	4256.9010
144	4281.30	4281.6956	0.0000	0.9453	3824.6449

จากตารางที่ 4.6 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (4,281.6956) \times \hat{S}_i(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1 = 0.8903 & \hat{S}_2 = 1.4998 & \hat{S}_3 = 1.0997 \\ \hat{S}_4 = 0.8171 & \hat{S}_5 = 0.9984 & \hat{S}_6 = 1.3297 \\ \hat{S}_7 = 0.9082 & \hat{S}_8 = 0.8887 & \hat{S}_9 = 1.5219 \\ \hat{S}_{10} = 0.9024 & \hat{S}_{11} = 1.0483 & \hat{S}_{12} = 0.9453 \end{array}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากผลรวมของค่าดัชนีพลาของฤดูกาลไม่เท่ากับ 12 จึงทำการปรับค่าดัชนีพลาของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าดัชนีพลาของฤดูกาลใหม่ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (4,584.9234) \times \hat{S}_i(144)$$

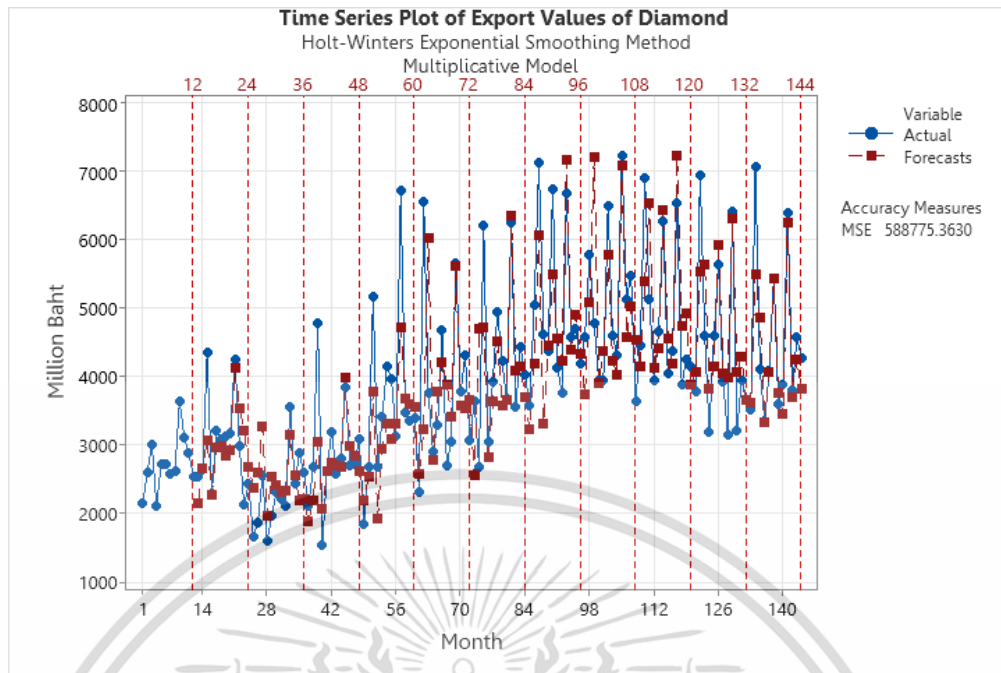
(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.8314$	$\hat{S}_2^* = 1.4006$	$\hat{S}_3^* = 1.0270$
$\hat{S}_4^* = 0.7631$	$\hat{S}_5^* = 0.9324$	$\hat{S}_6^* = 1.2418$
$\hat{S}_7^* = 0.8481$	$\hat{S}_8^* = 0.8299$	$\hat{S}_9^* = 1.4213$
$\hat{S}_{10}^* = 0.8427$	$\hat{S}_{11}^* = 0.9790$	$\hat{S}_{12}^* = 0.8828$

ค่าดัชนีพลาฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.8314$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเพชรในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 16.86% ในทำนองเดียวกัน เดือนเมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกเพชรต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 23.69%, 6.76%, 15.19%, 17.01%, 15.73%, 2.10% และ 11.72% ตามลำดับ

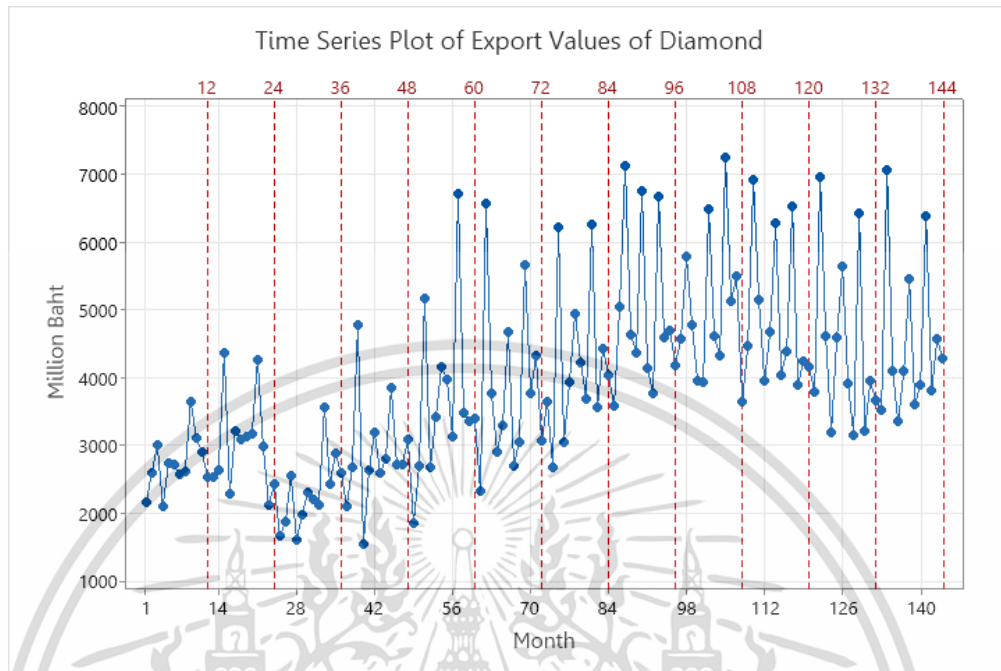
ค่าดัชนีพลาฤดูกาล $\hat{S}_2^* = 1.4006$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกเพชรในเดือน กุมภาพันธ์ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 40.06% ในทำนองเดียวกัน เดือนมีนาคม มิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกเพชรสูงกว่าค่าเฉลี่ย 2.70%, 24.18% และ 42.13% ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

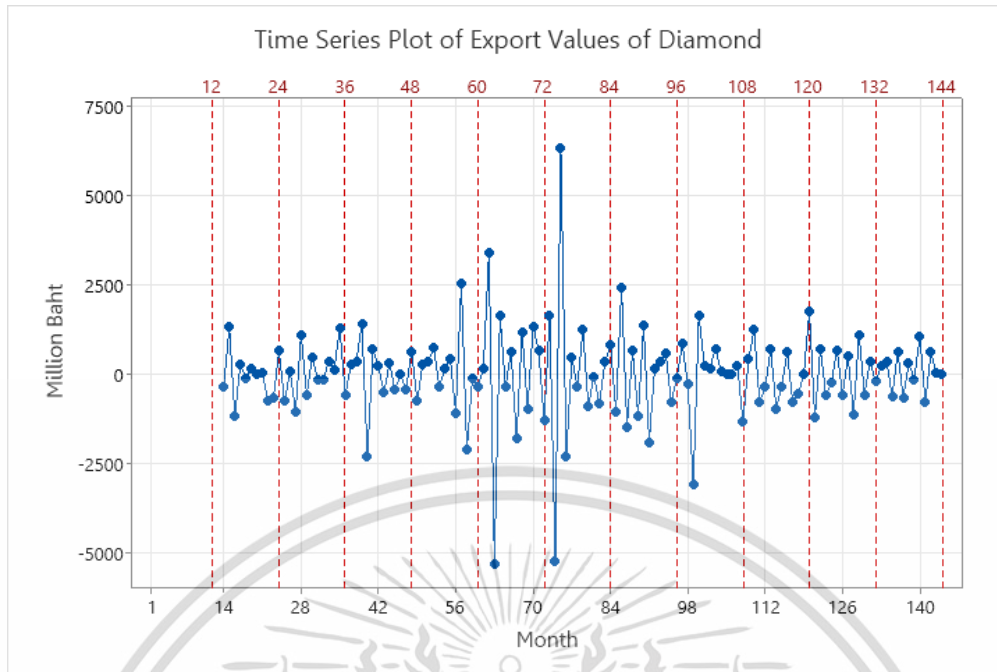
4.1.3. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์



รูปที่ 4.7 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามีแนวโน้ม และอิทธิพลฤดูกาล ดังนั้น จึงต้องแปลงอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ดังรูปที่ 4.8

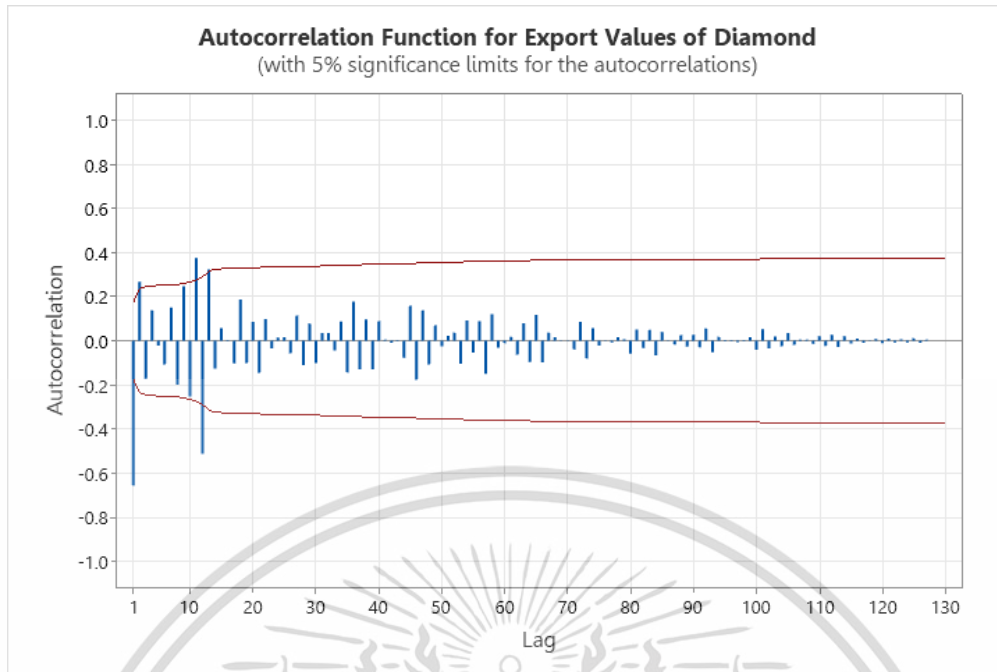
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



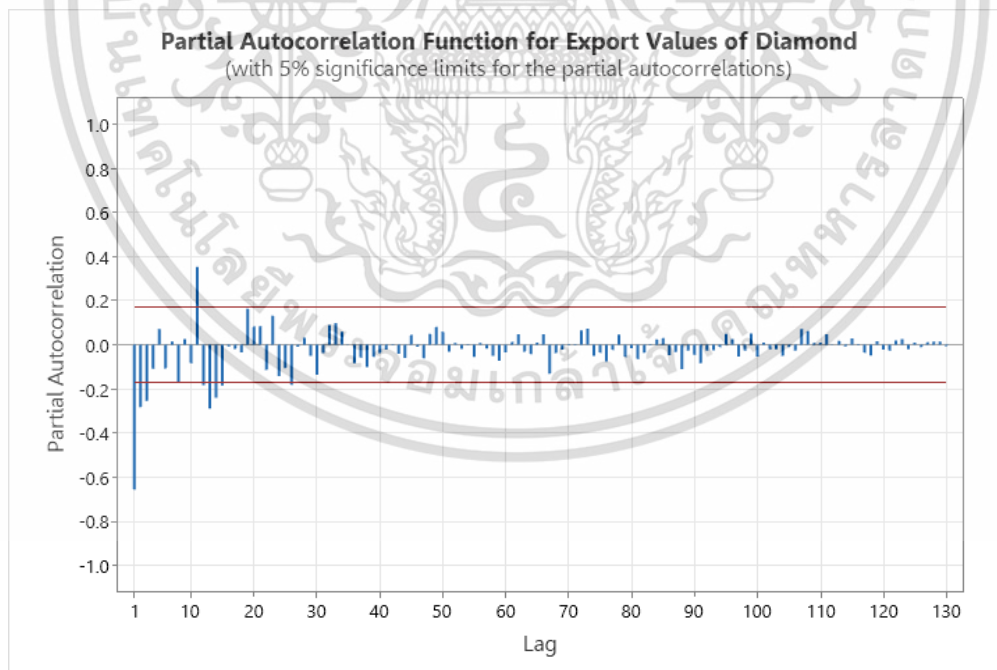
รูปที่ 4.8 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

รูปที่ 4.8 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนคงที่แล้ว ดังนั้นจึงนำอนุกรมเวลาชุดใหม่นี้ ไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.9 และ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 คอเรลโรแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.10 คอเรลโรแกรม Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า ACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ lag 2 จากรูปที่ 4.10 PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ lag 3 และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(2,1,3)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF ที่ lag 12, 24, 36, 48,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และ PACF ที่ lag 12, 24, 36, 48,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $SARIMA(1,1,1)_{12}$ ดังนั้น ตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร คือ $ARIMA(2,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$

ตารางที่ 4.7 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(2,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\phi}_1$	-0.2213	0.0131	-16.83	0.000
$\hat{\phi}_2$	-0.99540	0.00452	-220.35	0.000
$\hat{\Phi}_{12}$	-0.325	0.137	-2.37	0.019
$\hat{\theta}_1$	0.5875	0.0657	8.94	0.000
$\hat{\theta}_2$	-0.8372	0.0384	-21.77	0.000
$\hat{\theta}_3$	0.8071	0.0442	18.26	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.452	0.139	3.25	0.001

จากตารางที่ 4.7 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(2,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ ϕ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ ϕ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_2 ควรมีในตัวแบบ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสาร $H_1 : \Phi_{12} \neq 0$ หรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.019 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Φ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{12} ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \theta_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_2 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_3 = 0$$

$$H_1 : \theta_3 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_3 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_3 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.001 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

ตารางที่ 4.8 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(2,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$

Modified Box-Pierce (Box-Ljung) Chi-Square Statistic				
lag	12	24	36	48
Chi-Square	19.43	25.82	42.55	47.63
DF	5	17	29	41
p-value	0.002	0.078	0.050	0.221

จากตารางที่ 4.8 ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box) พร้อมกันเอกสารนี้ 12 lag สามารถตั้งสมมติฐานการทดสอบได้ดังนี้ ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.002 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่ไม่เป็นอิสระกัน ดังนั้น ตัวแบบ $ARIMA(2,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ ไม่เป็นตัวแทนที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(2,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ ไม่เป็นตัวแทนที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร จึงทำการปรับตัวแทนเป็น $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ และทดสอบความเหมาะสมของตัวแทน ดังนี้

ตารางที่ 4.9 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแทน $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\phi}_1$	-0.4671	0.0970	-4.82	0.000
$\hat{\phi}_2$	-1.0407	0.0223	-47.15	0.000
$\hat{\phi}_3$	-0.2574	0.0947	-2.72	0.008
$\hat{\Phi}_{12}$	-0.354	0.136	-2.60	0.010
$\hat{\theta}_1$	0.4665	0.0742	6.29	0.000
$\hat{\theta}_2$	-0.8786	0.0136	-64.66	0.000
$\hat{\theta}_3$	0.6827	0.0387	17.66	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.436	0.142	3.07	0.003

จากตารางที่ 4.9 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแทน $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ ϕ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_1 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_2 = 0$$

$$H_1 : \phi_2 \neq 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ ϕ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_2 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \phi_3 = 0$$

$$H_1 : \phi_3 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.008 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ ϕ_3 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_3 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.010 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Φ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{12} ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \theta_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_2 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_3 = 0$$

$$H_1 : \theta_3 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_3 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_3 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.003 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$

Modified Box-Pierce (Box-Ljung) Chi-Square Statistic				
lag	12	24	36	48
Chi-Square	9.14	18.91	34.90	39.87
DF	4	16	28	40
p-value	0.058	0.273	0.173	0.476

จากตารางที่ 4.10 ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box) พร้อมกัน 12 lag สามารถตั้งสมมติฐานการทดสอบได้ดังนี้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.058 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนพร้อมกัน 24, 36 และ 48 lag ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะทำในทำนองเดียวกัน และพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการทดสอบ 24, 36 และ 48 lag พร้อมกัน มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

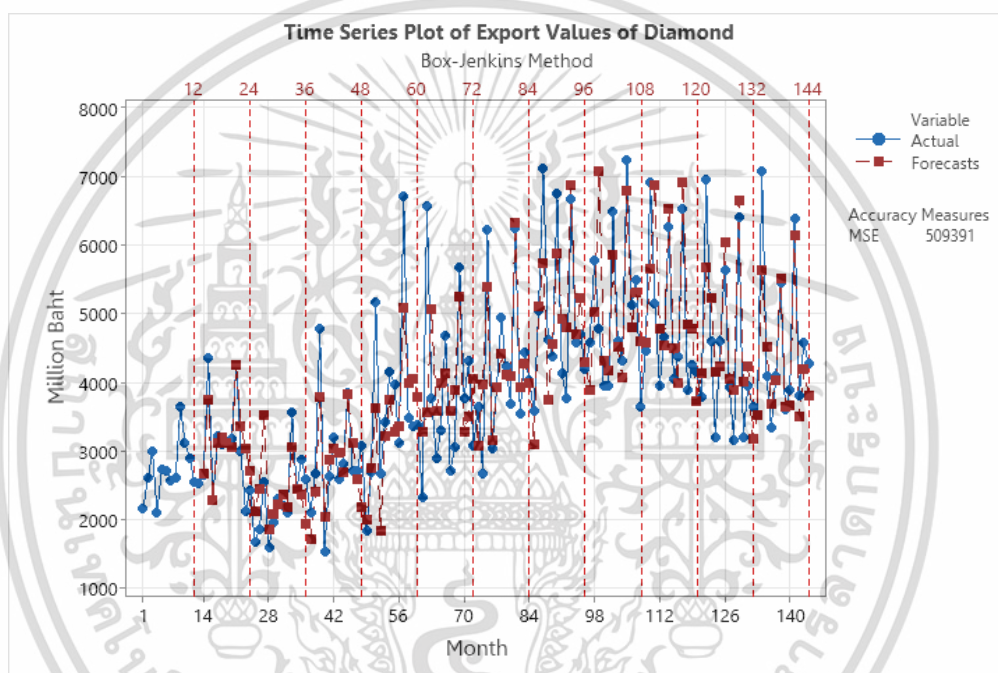
นอกจากตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ ยังมีตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสารสนเทศของอาไคเคะ (AIC) เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมมากกว่า 1 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

ตัวแบบ	MSE	SSE	AIC
$ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$	509,391	62,655,114	829.9575
$ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	524,773	65,071,845	830.3244

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ มีค่า AIC = 829.9575 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด จึงเป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยให้ค่า MSE เท่ากับ 509,391



รูปที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

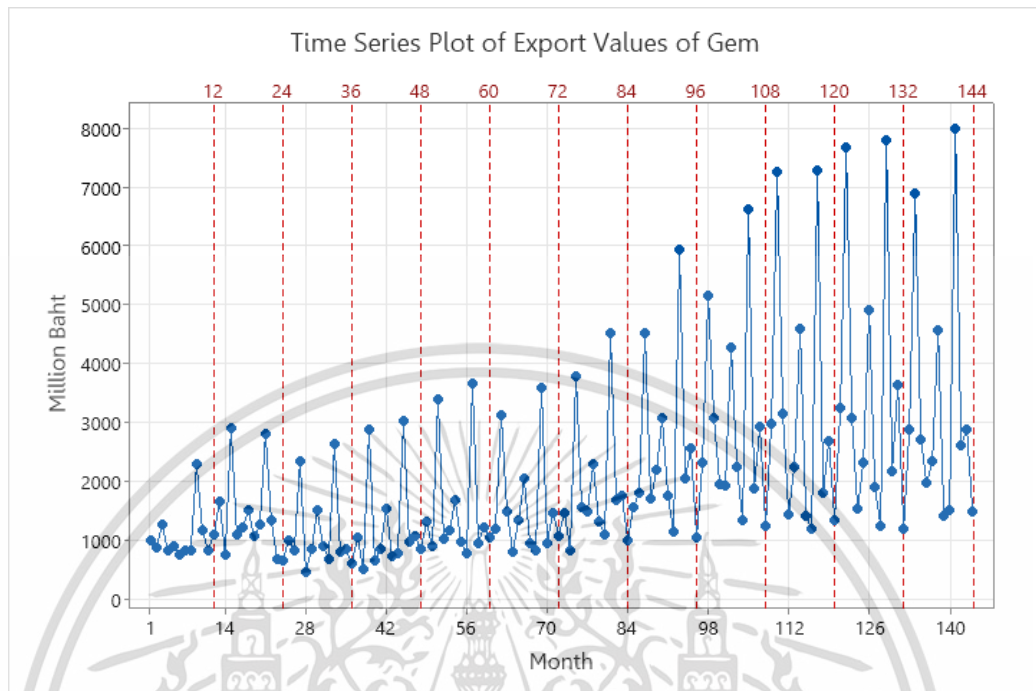
ตารางที่ 4.12 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	559,687.2295 631,783.4791
2. วิธีปรับให้เรียบ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 1 -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5	554,280.6407 588,775.3630
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$	509,391.0000

จากตารางที่ 4.12 พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 509,391.0000 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเพชร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย

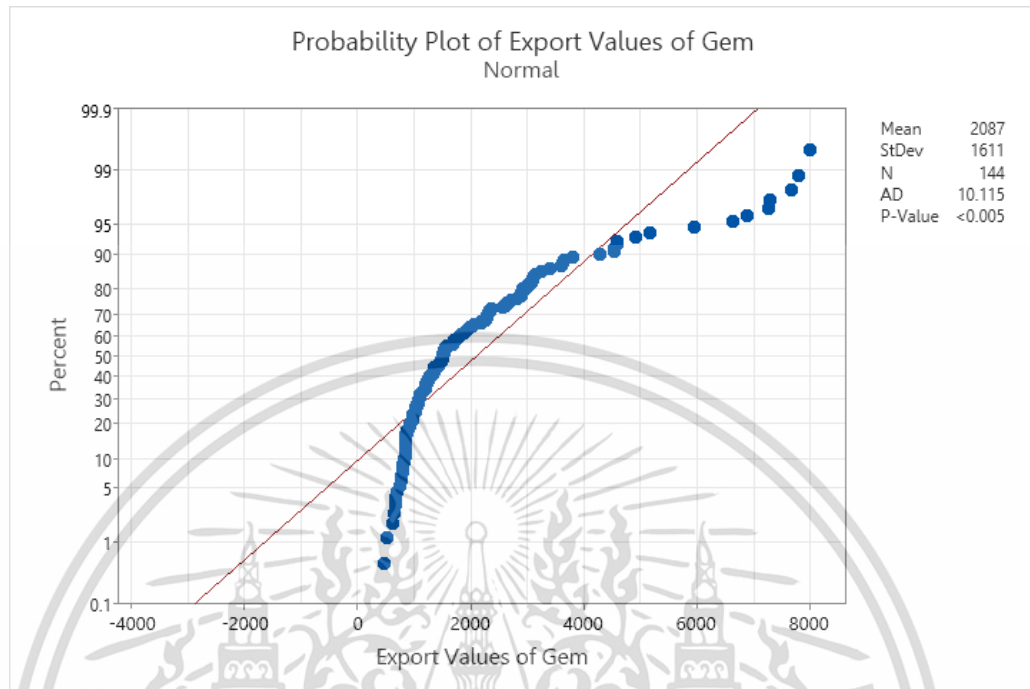


รูปที่ 4.12 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย

จากรูปที่ 4.12 พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาไปทดสอบการแจกแจงปกติเพื่อเลือกวิธีการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกพลอย



รูปที่ 4.13 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกพลอย

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยไม่มีการแจกแจงปกติ

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned}
 AD &= -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n+1-i})] \right\} \right] \\
 &= -144 - \frac{1}{144} \sum_{i=1}^{144} \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{145-i})] \right\} \right] \\
 &= -144 - \left[\frac{1}{144} \times (-22,192.0016) \right] \\
 &= 10.1111
 \end{aligned}$$

ปรับค่าสถิติทดสอบเป็น AD^*

$$AD^* = AD \left(1 + \frac{b_0}{n} + \frac{b_1}{n^2} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 10.1111 \left(1 + \frac{0.75}{144} + \frac{2.25}{144^2} \right)$$

$$= 10.1649$$

บริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

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

$$C_{0.05} = 0.7514 \left(1 + \frac{-0.795}{144} + \frac{-0.890}{144^2} \right)$$

$$= 0.7472$$

เนื่องจาก $AD^* = 10.1649 > C_\alpha = 0.7472$ และ $p\text{-value} < 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยไม่มีการแจกแจงปรกติ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกพลอยไม่มีการแจกแจงปรกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวนอนและอิทธิพลฤดูกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ นั่นคือ ทดสอบแนวนอนโดยใช้การทดสอบของแดเนียล (Danial's Test) และทดสอบอิทธิพลฤดูกาลโดยใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis) ทดสอบแนวนอนของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยใช้การทดสอบของแดเนียล (Danial's Test)

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยไม่มีแนวนอน

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีแนวนอน

ตัวสถิติทดสอบ

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

$$= 1 - \frac{6(201,577)}{144(144^2 - 1)} = 0.5949$$

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{0.5949}{\frac{1}{\sqrt{144-1}}} = 7.1144$$

เนื่องจาก $Z = 7.1144 > Z_{0.025} = 1.96$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีแนวโน้ม

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยใช้การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

สมมติฐานการทดสอบ

สำหรับรูปแบบบวก

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{132(132+1)} \left[\frac{829^2}{11} + \frac{886^2}{11} + \frac{1119^2}{11} + \dots + \frac{332^2}{11} \right] - 3(132+1) \\ &= \frac{12}{132(133)} [699775.27] - 3(133) \\ &= 79.3153 \end{aligned}$$

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

เนื่องจาก $H = 79.3153 > \chi_{0.05, 11}^2 = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปแบบคูณ

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{132(132+1)} \left[\frac{878^2}{11} + \frac{801^2}{11} + \frac{1,172^2}{11} + \dots + \frac{251^2}{11} \right] - 3(132+1) \\ &= \frac{12}{132(133)} [712532.91] - 3(133) \\ &= 88.0355 \end{aligned}$$

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

เนื่องจาก $H = 88.0355 > \chi_{0.05, 11}^2 = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีอิทธิพลฤดูกาล

4.2.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกพลอยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงวิเคราะห์ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ

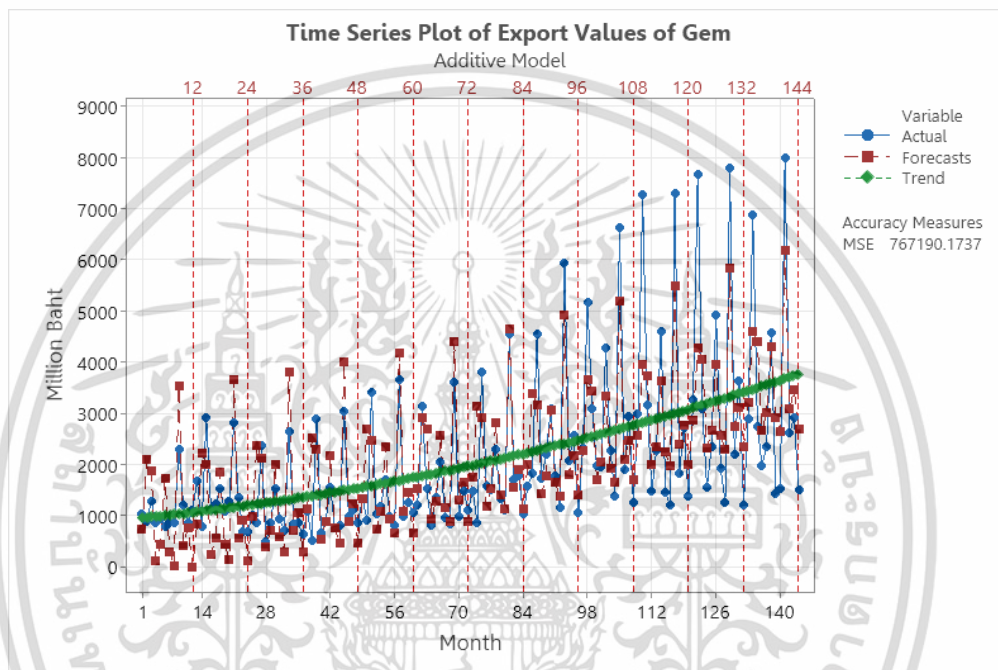
4.2.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก แสดงในตารางที่ 4.13 จากตารางสรุปได้ว่าค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีของแนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล	780,960.7433
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลของฤดูกาล	767,190.1737



รูปที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (930 + 8.65t + 0.0759t^2) + \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1^* = -221.5944 & \hat{S}_2^* = 1,141.0874 & \hat{S}_3^* = 901.8397 \\ \hat{S}_4^* = -864.7069 & \hat{S}_5^* = -538.1932 & \hat{S}_6^* = 726.6492 \\ \hat{S}_7^* = -704.0179 & \hat{S}_8^* = -997.1664 & \hat{S}_9^* = 2,509.6598 \\ \hat{S}_{10}^* = -613.3554 & \hat{S}_{11}^* = -273.9895 & \hat{S}_{12}^* = -1,066.2126 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -221.5944$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกพลอยในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 211.5944 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันเดือนเมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกพลอยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 864.7069, 538.1932, 704.0179, 997.1664, 613.3554, 273.9895 และ 1,066.2126 ล้านบาท ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_2^* = 1,141.0874$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกพลอยในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 1,141.0874 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันเดือนมีนาคม มิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกพลอยสูงกว่าค่าเฉลี่ย 901.8397, 726.6492 และ 2,509.6598 ล้านบาท ตามลำดับ

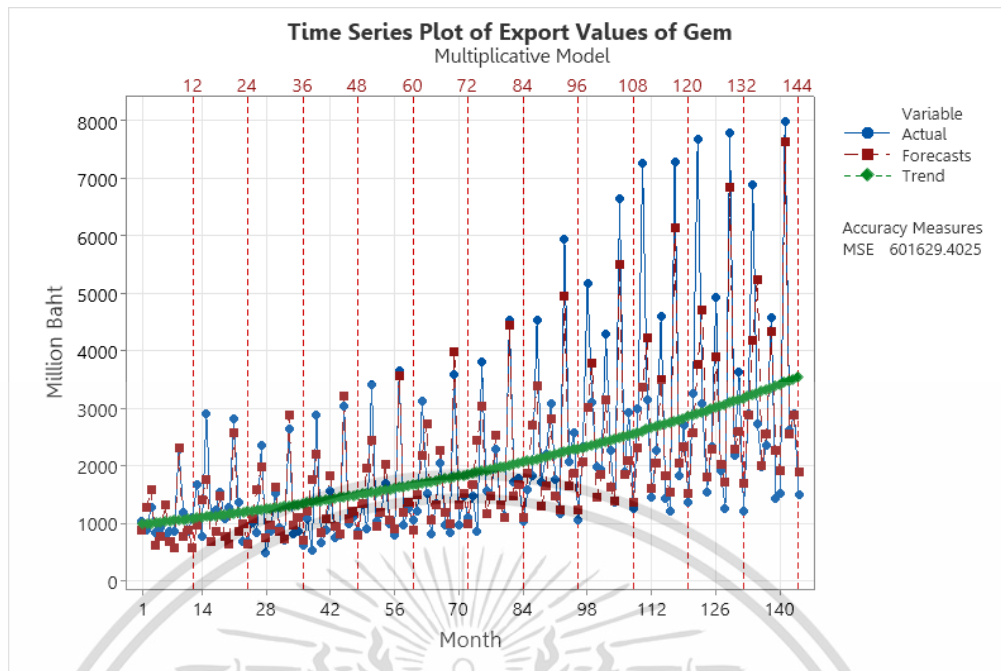
4.2.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ แสดงในตารางที่ 4.14 จากตารางสรุปได้ว่าค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีของแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ 4.14 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล	759,699.6247
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลของฤดูกาล	1,222,331.5471
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลของฤดูกาล	601,629.4025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สำหรับรูปแบบคูณ

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (958.912 \times 1.00910^t) \times \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.8965$	$\hat{S}_2^* = 1.2946$	$\hat{S}_3^* = 1.6069$
$\hat{S}_4^* = 0.6077$	$\hat{S}_5^* = 0.7653$	$\hat{S}_6^* = 1.2962$
$\hat{S}_7^* = 0.6687$	$\hat{S}_8^* = 0.5581$	$\hat{S}_9^* = 2.2179$
$\hat{S}_{10}^* = 0.7315$	$\hat{S}_{11}^* = 0.8239$	$\hat{S}_{12}^* = 0.5327$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.8965$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกพลอยในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 10.35% ในทำนองเดียวกัน เดือนเมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกพลอยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 39.23%, 23.47%, 33.13%, 44.19%, 26.85%, 17.61%, และ 46.73% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $S_2^* = 1.2946$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกพลอยในเดือน กุมภาพันธ์ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 29.46% ในทำนองเดียวกัน เดือนมีนาคม มิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกพลอยสูงกว่าค่าเฉลี่ย 60.69%, 29.62%, และ 121.79% ตามลำดับ

4.2.2. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบ

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีการเคลื่อนไหวจากทั้งแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาลทั้งรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ ดังนั้นจะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ โดยนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกพลอยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบ ดังนี้

4.2.2.1. ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุด แสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ

แบบที่	α	γ	δ	MSE
แบบที่ 1	0.0711	0.0194	0.9074	430,744.9869
แบบที่ 2	0.2570	0.0509	0.8494	625,277.4155
แบบที่ 3	0.1190	0.0660	0.8331	502,100.8326
แบบที่ 4	0.0571	0.0147	0.8912	427,478.0971
แบบที่ 5	0.0571	0.0447	0.8798	431,927.3654

จากตารางที่ 4.15 พบว่าค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 427,478.0971$ จะได้ $\alpha = 0.0571$, $\gamma = 0.0147$ และ $\delta = 0.8912$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.0571$, $\gamma = 0.0147$ และ $\delta = 0.8912$

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{B}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_t(t-1)$
133	2892.10	2846.2716	14.5279	105.8181	3476.7269
134	6877.40	2809.1809	13.7700	4161.0408	7781.9895
135	2726.60	2793.6830	13.3403	-14.4527	3239.5062
136	1973.70	2824.6469	13.5990	-882.6382	1664.8542
137	2342.50	2830.9798	13.4924	-475.4137	2469.8350
138	4573.00	2819.9365	13.1321	1797.1841	5002.9756
139	1416.80	2801.9023	12.6745	-1329.0584	1962.9733
140	1519.60	2825.6564	12.8372	-1325.9798	1325.4371
141	7985.60	2850.3251	13.0109	5113.9992	7778.2583
142	2609.50	2886.2883	13.3479	-318.0615	2207.2732
143	2892.20	2859.7042	12.7616	104.3023	3591.9874
144	1494.00	2885.8947	12.9588	-1416.0429	1258.6652

จากตารางที่ 4.16 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (2,885.8947 + 12.9588p) + \hat{S}_i(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{aligned} \hat{S}_1 &= 105.8181 & \hat{S}_2 &= 4,161.0408 & \hat{S}_3 &= -14.4527 \\ \hat{S}_4 &= -882.6382 & \hat{S}_5 &= -475.4137 & \hat{S}_6 &= 1,797.1841 \\ \hat{S}_7 &= -1329.0584 & \hat{S}_8 &= -1,325.9798 & \hat{S}_9 &= 5,113.9992 \\ \hat{S}_{10} &= -318.0615 & \hat{S}_{11} &= 104.3023 & \hat{S}_{12} &= -1,416.0429 \end{aligned}$$

เนื่องจากผลรวมของค่าวัตถุพิลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัตถุพิลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัตถุพิลของฤดูกาลใหม่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (3,345.9528 + 12.9588p) + \hat{S}_i^*(144)$$

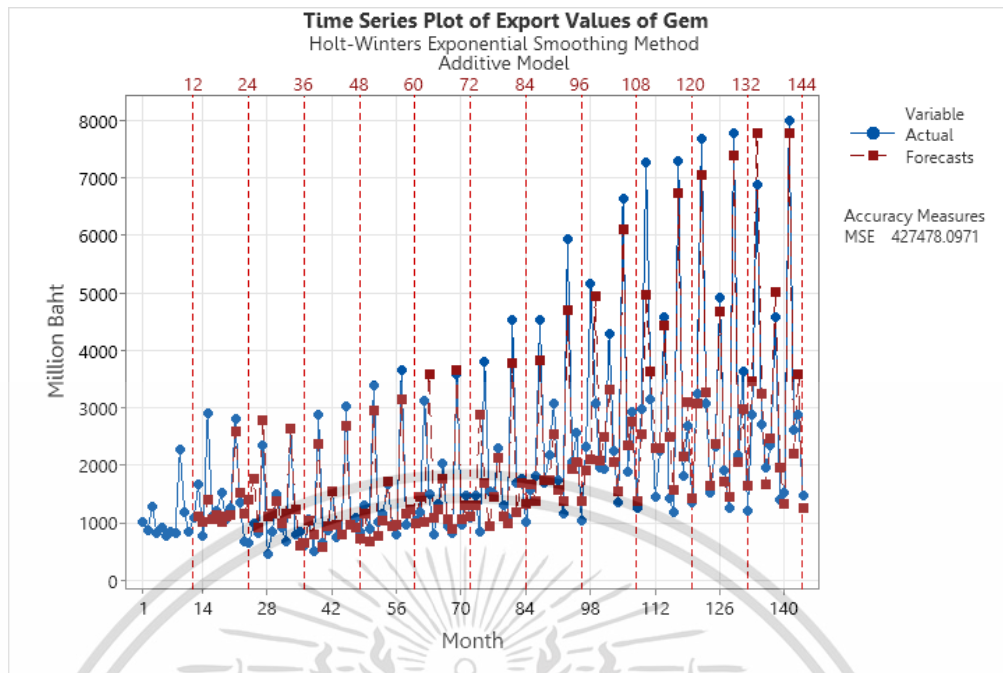
(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1^* = -354.2400 & \hat{S}_2^* = 3,700.9827 & \hat{S}_3^* = -474.5108 \\ \hat{S}_4^* = -1,342.6963 & \hat{S}_5^* = -935.4718 & \hat{S}_6^* = 1,337.1260 \\ \hat{S}_7^* = -1,789.1165 & \hat{S}_8^* = -1,786.0379 & \hat{S}_9^* = 4,653.9411 \\ \hat{S}_{10}^* = -778.1196 & \hat{S}_{11}^* = -355.7558 & \hat{S}_{12}^* = -1,876.1010 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -354.2400$ หมายความว่ามูลค่าการส่งออกพลอยในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 354.2400 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน เดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกพลอยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 474.5108, 1,342.6963, 935.4718, 1,789.1165, 1,786.0379, 778.1196, 355.7558 และ 1,876.1010 ล้านบาท ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_2^* = 3,700.9827$ หมายความว่ามูลค่าการส่งออกพลอยในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 3,700.9827 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน เดือนมิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกพลอยสูงกว่าค่าเฉลี่ย 1,337.1260 และ 4,653.9411 ล้านบาท ตามลำดับ



รูปที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

4.2.2.2. ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกพลอย ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุด แสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ

แบบที่	α	γ	δ	MSE
แบบที่ 1	0.0203	0.1773	0.7212	449,922.2153
แบบที่ 2	0.0703	0.1109	1.0000	1,096,769.6349
แบบที่ 3	0.0266	0.1798	0.6509	559,845.3476
แบบที่ 4	0.0053	0.7518	0.6799	432,283.0553
แบบที่ 5	0.0041	1.0000	0.6694	432,486.4127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.17 พบว่าค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 432,283.0553$ จะได้ $\alpha = 0.0053$, $\gamma = 0.7518$ และ $\delta = 0.6799$

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์หาค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.0053$, $\gamma = 0.7518$ และ $\delta = 0.6799$

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_t(t-1)$
133	2892.10	3384.0443	9.3697	0.9033	3409.7593
134	6877.40	3391.0759	7.6120	2.1236	7894.7840
135	2726.60	3394.6267	4.5589	0.8768	3511.3513
136	1973.70	3401.8040	6.5273	0.5569	1725.1617
137	2342.50	3407.2536	5.7172	0.7013	2489.7269
138	4573.00	3411.0275	4.2562	1.3915	5118.0634
139	1416.80	3410.1291	0.3812	0.4675	1974.0428
140	1519.60	3412.8997	2.1775	0.4288	1343.5457
141	7985.60	3415.0299	2.1419	2.3403	8006.3145
142	2609.50	3420.5576	4.6872	0.7249	2201.5267
143	2892.20	3421.9975	2.2460	0.9032	3515.5809
144	1494.00	3426.8392	4.1974	0.4187	1308.4831

จากตารางที่ 4.18 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (3,426.8392 + 4.1974p) \times \hat{S}_t(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1 = 0.9033 & \hat{S}_2 = 2.1236 & \hat{S}_3 = 0.8768 \\ \hat{S}_4 = 0.5569 & \hat{S}_5 = 0.7013 & \hat{S}_6 = 1.3915 \\ \hat{S}_7 = 0.4675 & \hat{S}_8 = 0.4288 & \hat{S}_9 = 2.3403 \\ \hat{S}_{10} = 0.7249 & \hat{S}_{11} = 0.9032 & \hat{S}_{12} = 0.4187 \end{array}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากผลรวมของค่าวัติพิลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 12 จึงทำการปรับค่าวัติพิลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัติพิลของฤดูกาลใหม่ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (3,380.2715 + 4.1403p) \times \hat{S}_i^*(144)$$

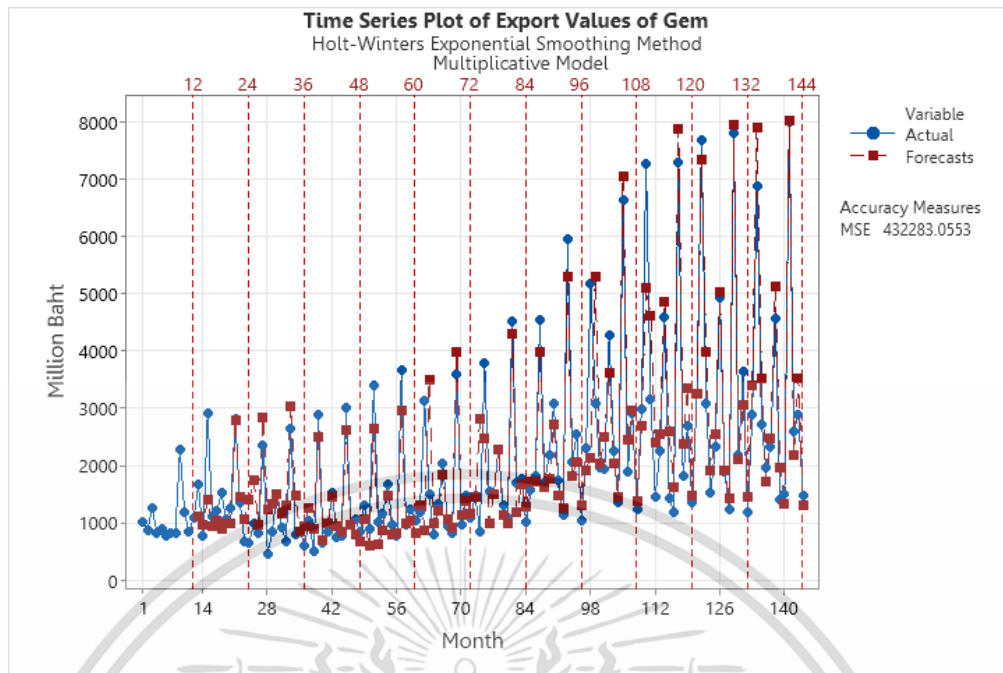
(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.9158$	$\hat{S}_2^* = 2.1529$	$\hat{S}_3^* = 0.8889$
$\hat{S}_4^* = 0.5646$	$\hat{S}_5^* = 0.7109$	$\hat{S}_6^* = 1.4107$
$\hat{S}_7^* = 0.4739$	$\hat{S}_8^* = 0.4347$	$\hat{S}_9^* = 2.3725$
$\hat{S}_{10}^* = 0.7349$	$\hat{S}_{11}^* = 0.9156$	$\hat{S}_{12}^* = 0.4245$

ค่าวัติพิลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.9158$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกพลอยในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 8.42% ในทำนองเดียวกัน เดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกพลอยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 11.11%, 43.54%, 28.91%, 52.61%, 56.53%, 26.51%, 8.44% และ 57.55% ตามลำดับ

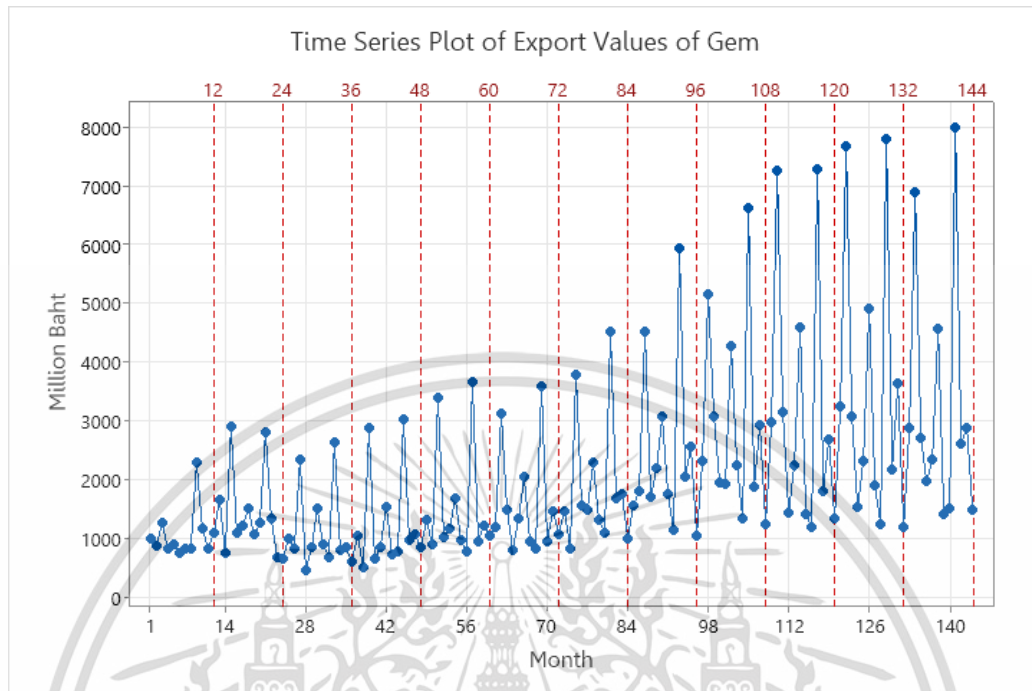
ค่าวัติพิลฤดูกาล $\hat{S}_2^* = 2.1529$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกพลอยในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 115.29% ในทำนองเดียวกัน เดือนมิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกพลอยสูงกว่าค่าเฉลี่ย 41.07% และ 137.25% ตามลำดับ



รูปที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

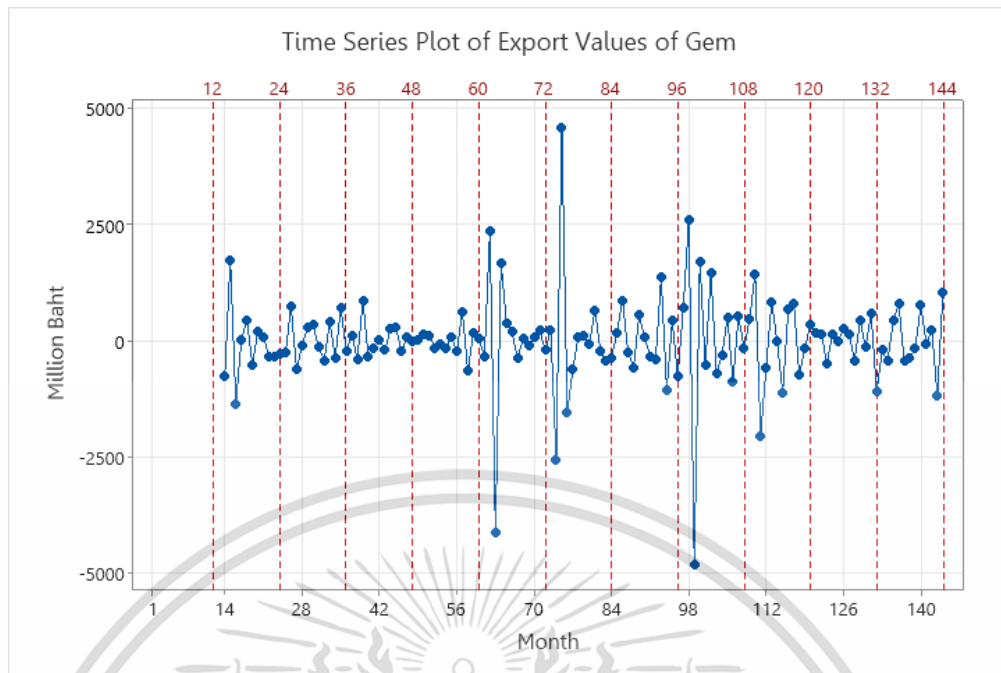
4.2.3. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์



รูปที่ 4.18 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย

จากรูปที่ 4.18 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามีแนวโน้ม และอิทธิพลฤดูกาล ดังนั้น จึงต้องแปลงอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ดังรูปที่ 4.19

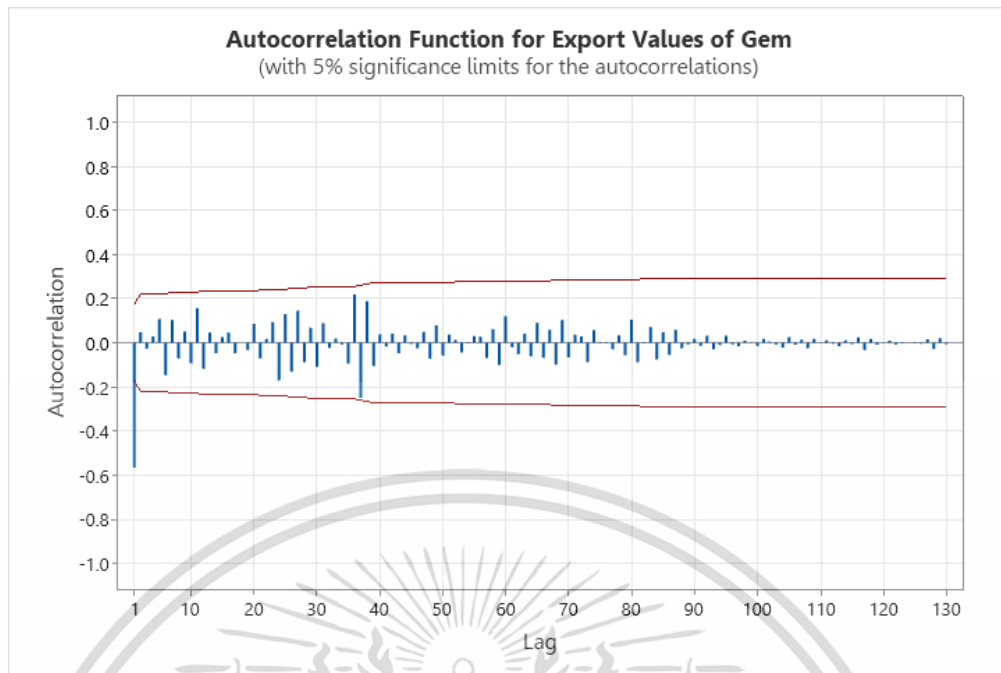
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



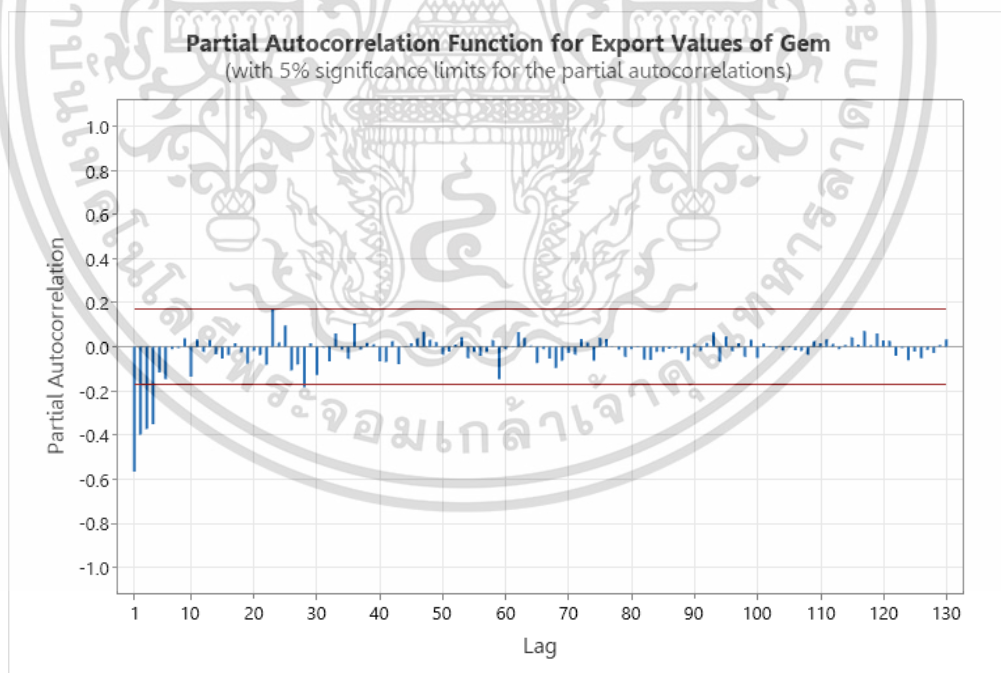
รูปที่ 4.19 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

รูปที่ 4.19 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนคงที่แล้ว ดังนั้นจึงนำอนุกรมเวลาชุดใหม่นี้ ไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.20 และ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.21 คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.20 จะเห็นได้ว่า ACF มีลักษณะ cut off ที่ lag 1 จากรูปที่ 4.21 PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF และ PACF ที่ lag 12, 24, 36, 48,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $SARIMA(1,1,1)_{12}$ ดังนั้น ตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย คือ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$

ตารางที่ 4.19 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\Phi}_{12}$	0.313	0.614	0.51	0.611
$\hat{\theta}_1$	0.9452	0.308	30.73	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.455	0.580	0.78	0.434

จากตารางที่ 4.19 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.611 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Φ_{12} ในตัวแบบมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{12} ไม่ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.434 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ไม่ควรมีในตัวแบบ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ ไม่เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย จึงทำการปรับตัวแบบเป็น $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ และทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ดังนี้

ตารางที่ 4.20 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\Phi}_{12}$	-0.497	0.182	-2.73	0.007
$\hat{\theta}_1$	1.2098	0.0851	14.21	0.000
$\hat{\theta}_2$	-0.3378	0.0880	-3.84	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	-0.513	0.197	-2.60	0.010
$\hat{\Theta}_{24}$	0.356	0.103	3.44	0.001

จากตารางที่ 4.20 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.007 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Φ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{12} ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_2 = 0$$

$$H_1 : \theta_2 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_2 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_2 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.010 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้สำหรับการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.001 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Θ_{24} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{24} ควรมีในตัวแบบ

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

ตารางที่ 4.21 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$

Modified Box-Pierce (Box-Ljung) Chi-Square Statistic				
lag	12	24	36	48
Chi-Square	11.62	15.85	28.48	31.81
DF	7	19	31	43
p-value	0.114	0.667	0.596	0.896

จากตารางที่ 4.21 ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box) พร้อมกัน 12 lag สามารถตั้งสมมติฐานการทดสอบได้ดังนี้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.114 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อน พร้อมกัน 24, 36 และ 48 lag ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะทำในทำนองเดียวกัน และพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการทดสอบ 24, 36 และ 48 lag พร้อมกัน มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

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

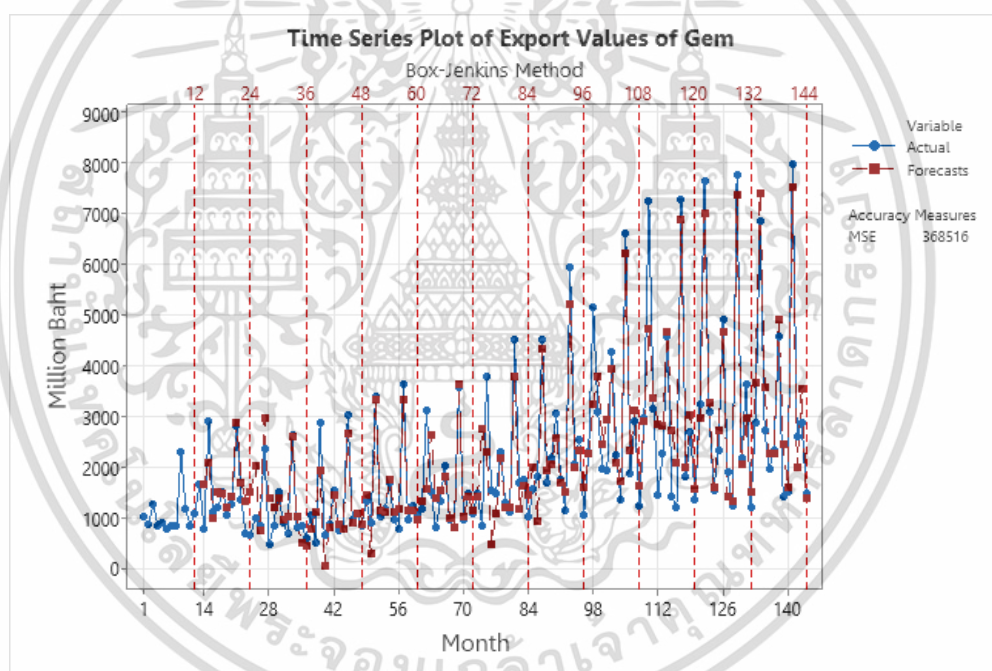
นอกจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ ยังมีตัวแบบ $ARIMA(4,1,0) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสารสนเทศของอาไคเคะ (AIC) เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความ

เหมาะสมมากกว่า 1 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย

ตารางที่ 4.22 ค่า MSE, SSE และ AIC ของตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย

ตัวแบบ	MSE	SSE	AIC
$ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$	368,516	46,432,963	805.2188
$ARIMA(4,1,0) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$	370,137	45,896,935	808.4927

จากตารางที่ 4.22 พบว่า ตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ มีค่า AIC = 805.2188 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด จึงเป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยให้ค่า MSE เท่ากับ 368,516



รูปที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

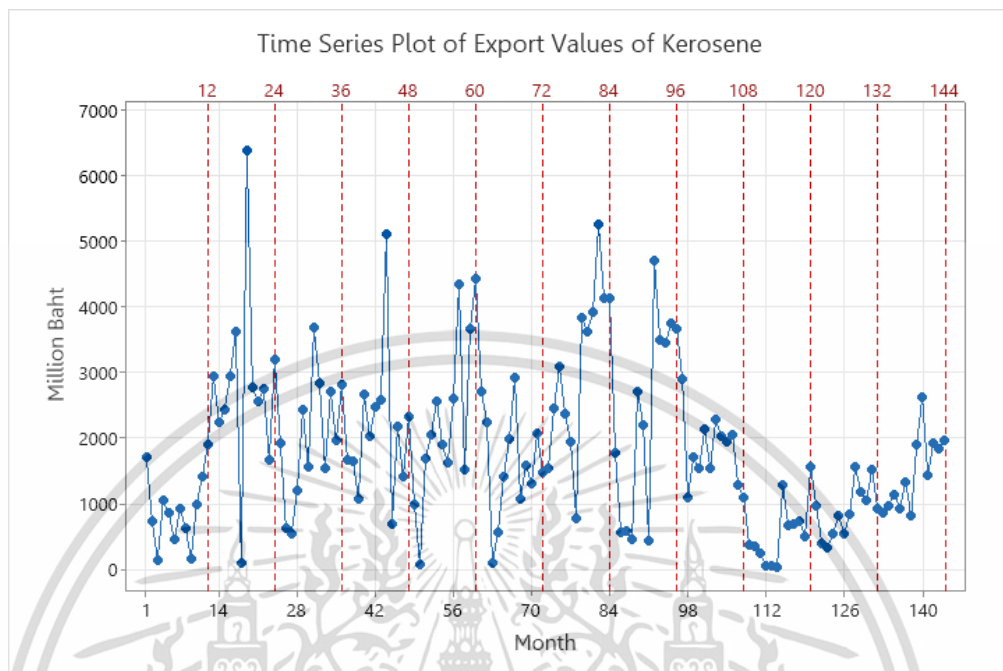
ตารางที่ 4.23 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	767,190.7433 601,629.4025
2. วิธีปรับให้เรียบ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4	427,478.0971 432,283.0553
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$	368,516.0000

จากตารางที่ 4.23 พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 368,516.0000 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

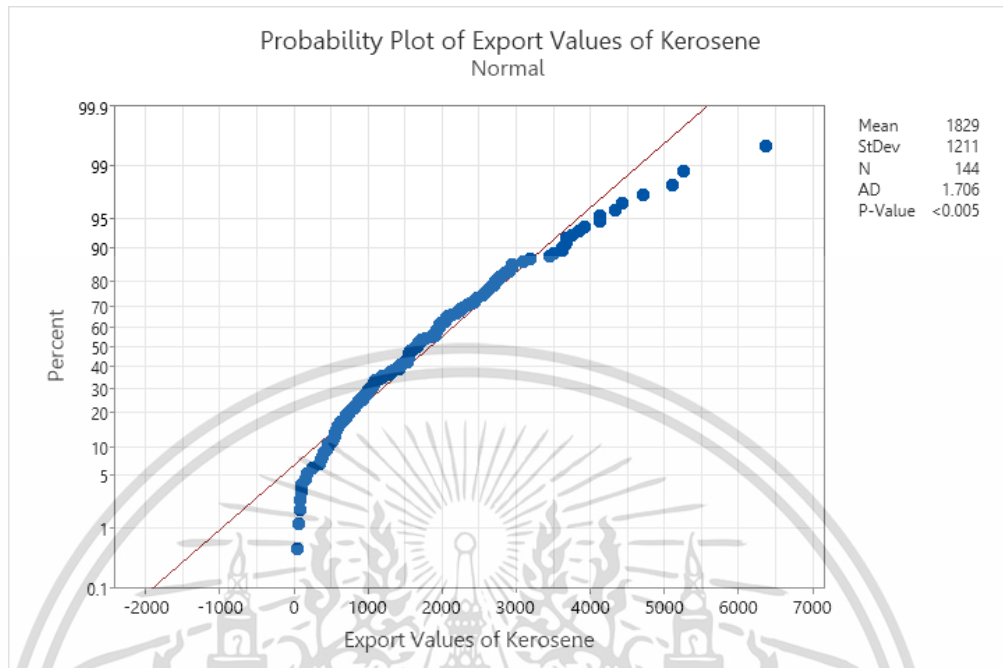


รูปที่ 4.23 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

จากรูปที่ 4.23 พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาไปทดสอบการแจกแจงปกติเพื่อเลือกวิธีการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด



รูปที่ 4.24 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดไม่มีการแจกแจงปกติ

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned}
 AD &= -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n+1-i})] \right\} \right] \\
 &= -144 - \frac{1}{144} \sum_{i=1}^{144} \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{145-i})] \right\} \right] \\
 &= -144 - \left[\frac{1}{144} \times (-20,981.6454) \right] \\
 &= 1.7059
 \end{aligned}$$

ปรับค่าสถิติทดสอบเป็น AD^*

$$AD^* = AD \left(1 + \frac{b_0}{n} + \frac{b_1}{n^2} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาควิชาการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$=1.7149$$

บริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

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

$$\begin{aligned} C_{0.05} &= 0.7514 \left(1 + \frac{-0.795}{144} + \frac{-0.890}{144^2} \right) \\ &= 0.7472 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $AD^* = 1.7149 > C_\alpha = 0.7472$ และ $p\text{-value} < 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดไม่มีการแจกแจงปกติ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดไม่มีการแจกแจงปกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวโน้มและอติพลกตุกาลแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ นั่นคือ ทดสอบแนวโน้มโดยใช้การทดสอบของแดนเนียล (Danial's Test) และทดสอบอติพลกตุกาลโดยใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

ทดสอบแนวโน้มของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยใช้การทดสอบของแดนเนียล (Danial's Test)

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดไม่มีแนวโน้ม

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีแนวโน้ม

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} r_s &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \\ &= 1 - \frac{6(599,218)}{144(144^2 - 1)} = -0.2041 \end{aligned}$$

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม $\sqrt{144-1}$ ปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก $|Z = -2.4409| > Z_{0.025} = 1.96$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีแนวโน้ม

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยใช้การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

สมมติฐานการทดสอบ

สำหรับรูปแบบบวก

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{132(132+1)} \left[\frac{629^2}{11} + \frac{421^2}{11} + \frac{430^2}{11} + \dots + \frac{1,053^2}{11} \right] - 3(132+1) \\ &= \frac{12}{132(133)} [636,683.27] - 3(133) \\ &= 36.1902 \end{aligned}$$

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

เนื่องจาก $H = 36.1902 > \chi_{0.05, 11}^2 = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปแบบคูณ

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{132(132+1)} \left[\frac{667^2}{11} + \frac{414^2}{11} + \frac{422^2}{11} + \dots + \frac{1,054^2}{11} \right] - 3(132+1) \\ &= \frac{12}{132(133)} [641,037.27] - 3(133) \\ &= 39.1633 \end{aligned}$$

กำหนดระดับนัยสำคัญ คือ 0.05 มีบริเวณวิกฤตเป็น $H \geq \chi_{\alpha, L-1}^2$
 เนื่องจาก $H = 39.1663 > \chi_{0.05, 11}^2 = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0
 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีอิทธิพลฤดูกาล

4.3.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงวิเคราะห์ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ

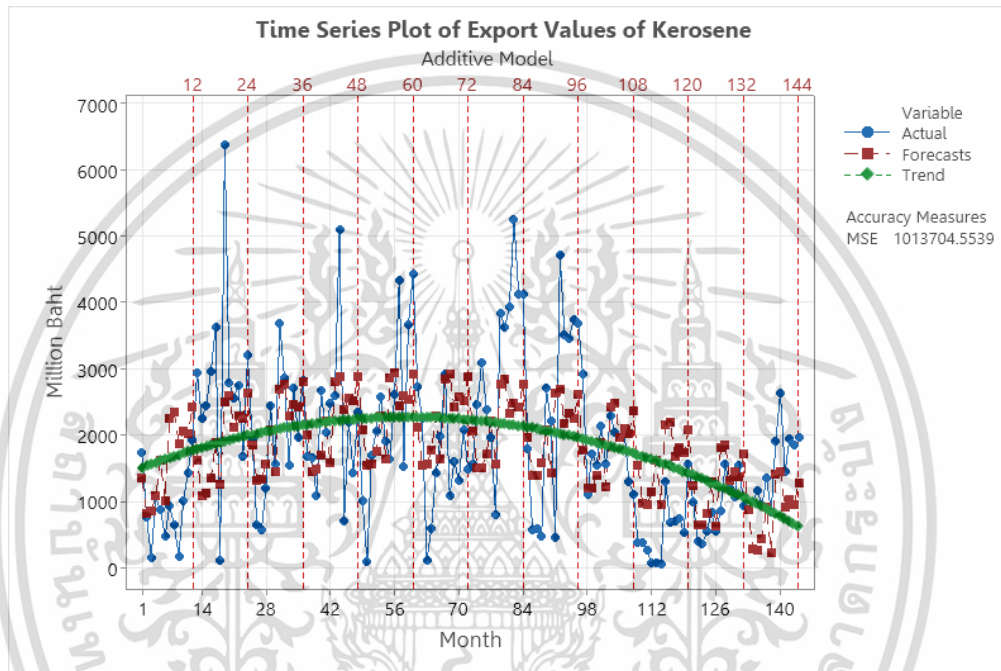
4.3.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก แสดงในตารางที่ 4.24 จากตารางสรุปได้ว่าค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีของแนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล	1,137,121.7066
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลของฤดูกาล	1,013,704.5539



รูปที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (1,472 + 26.82t - 0.2273t^2) + \hat{S}_t^*$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1^* = -159.4169 & \hat{S}_2^* = -715.2479 & \hat{S}_3^* = -701.9237 \\ \hat{S}_4^* = -496.1014 & \hat{S}_5^* = 19.1842 & \hat{S}_6^* = -629.0150 \\ \hat{S}_7^* = 592.0880 & \hat{S}_8^* = 668.0153 & \hat{S}_9^* = 167.2214 \\ \hat{S}_{10}^* = 331.1449 & \hat{S}_{11}^* = 276.3225 & \hat{S}_{12}^* = 647.7286 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -159.4169$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 159.4169 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และมิถุนายน มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 715.2479, 701.9237, 496.1014 และ 629.0150 ล้านบาทตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_5^* = 19.1842$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดในเดือนพฤษภาคม มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 19.1842 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดสูงกว่าค่าเฉลี่ย 592.0880, 668.0153, 167.2214, 331.1449, 276.3225 และ 647.7286 ล้านบาท ตามลำดับ

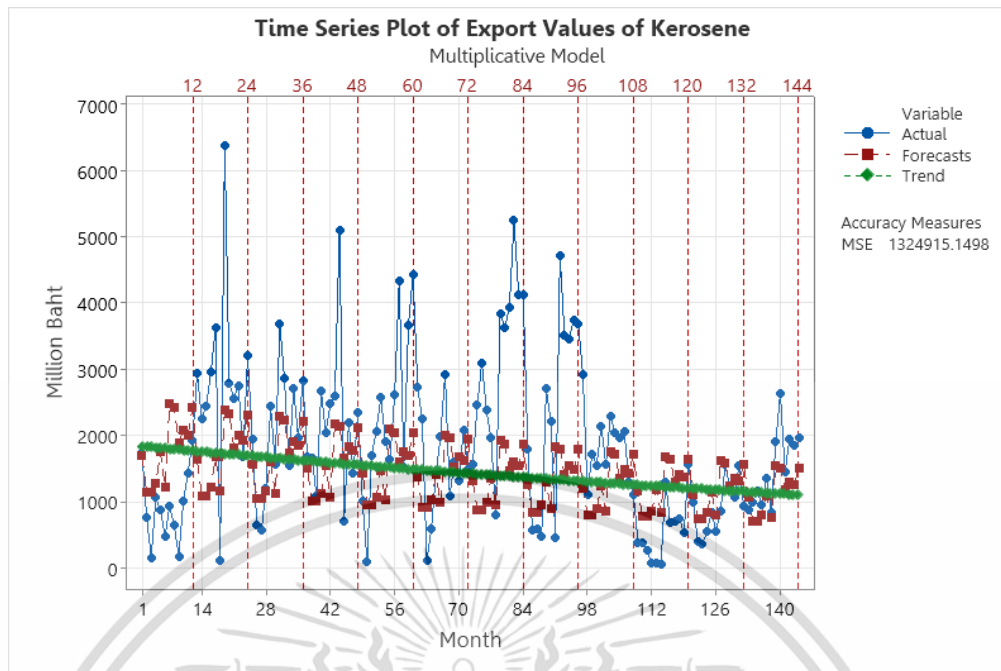
4.3.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ แสดงในตารางที่ 4.25 จากตารางสรุปได้ว่าค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีของแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ 4.25 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล	1,555,477.6591
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลของฤดูกาล	2,074,946.3709
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลของฤดูกาล	1,324,915.1498

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์หอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (1835.50 \times 0.99640^t) \times \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i=1,2,3,\dots,12$

โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.9275$	$\hat{S}_2^* = 0.6205$	$\hat{S}_3^* = 0.6233$
$\hat{S}_4^* = 0.7001$	$\hat{S}_5^* = 0.9655$	$\hat{S}_6^* = 0.6757$
$\hat{S}_7^* = 1.3849$	$\hat{S}_8^* = 1.3591$	$\hat{S}_9^* = 1.0635$
$\hat{S}_{10}^* = 1.1739$	$\hat{S}_{11}^* = 1.1363$	$\hat{S}_{12}^* = 1.3696$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.9275$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 7.25% ในทำนองเดียวกัน เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 37.95%, 37.67%, 29.99%, 3.45% และ 32.43% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $S_7^* = 1.3849$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดในเดือนกรกฎาคม มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 38.49% ในทำนองเดียวกัน เดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดสูงกว่าค่าเฉลี่ย 35.91%, 6.35%, 17.39%, 13.63% และ 36.96% ตามลำดับ

4.3.2. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบ

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีการเคลื่อนไหวจากทั้งแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาลทั้งรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ ดังนั้นจะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ โดยนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบ ดังนี้

4.3.2.1. ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุด แสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ

แบบที่	α	γ	δ	MSE
แบบที่ 1	0.3076	0.0299	0.1677	1,261,187.7379
แบบที่ 2	0.8011	0.0564	0.0000	3,065,023.7983
แบบที่ 3	0.5709	0.0205	0.0550	1,531,225.4162
แบบที่ 4	0.2757	0.0000	0.1515	1,248,281.2237
แบบที่ 5	0.2788	0.0000	0.1488	1,258,169.2868

จากตารางที่ 4.26 พบว่าค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 1,248,281.2237$ จะได้ $\alpha = 0.2757$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.1515$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.2757$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.1515$

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{B}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_t(t-1)$
133	870.80	964.0678	17.4727	-65.8810	915.3618
134	984.40	1161.5563	17.4727	-578.5063	331.3528
135	1153.10	1378.3915	17.4727	-669.7755	429.8683
136	944.00	1373.1327	17.4727	-378.4521	1026.4638
137	1346.10	1372.8472	17.4727	12.8452	1410.5218
138	823.70	1360.8188	17.4727	-471.3453	930.7219
139	1902.30	1427.8131	17.4727	364.0773	1722.6496
140	2632.00	1653.3557	17.4727	514.7468	1877.1801
141	1436.00	1634.2960	17.4727	-116.8458	1568.5297
142	1934.70	1710.4760	17.4727	93.3344	1721.7261
143	1847.80	1722.1229	17.4727	138.6661	1868.9347
144	1966.80	1669.8727	17.4727	452.3763	2219.7352

จากตารางที่ 4.27 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (1,669.8727 + 17.4727p) + \hat{S}_i(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1 = -65.8810 & \hat{S}_2 = -578.5063 & \hat{S}_3 = -699.7755 \\ \hat{S}_4 = -378.4521 & \hat{S}_5 = 12.8452 & \hat{S}_6 = -471.3453 \\ \hat{S}_7 = 364.0773 & \hat{S}_8 = 514.7468 & \hat{S}_9 = -116.8458 \\ \hat{S}_{10} = 93.3344 & \hat{S}_{11} = 138.6661 & \hat{S}_{12} = 452.3763 \end{array}$$

เนื่องจากผลรวมของค่าวัตถุพิลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัตถุพิลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัตถุพิลของฤดูกาลใหม่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (1,611.1427 + 17.4727p) + \hat{S}_i^*(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

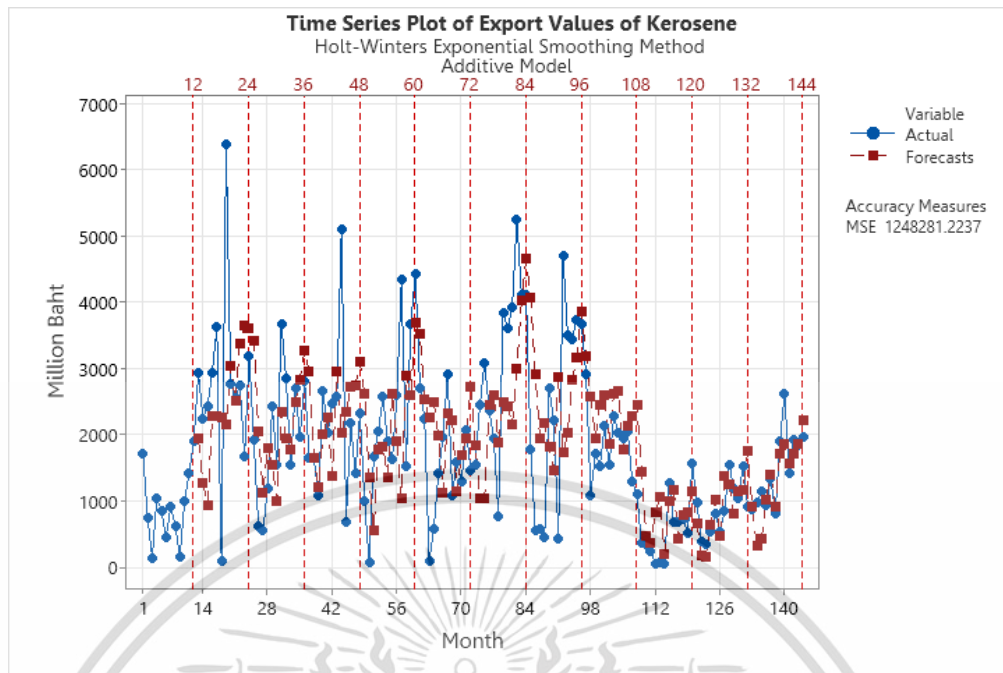
สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1^* = -7.1511 & \hat{S}_2^* = -519.7763 & \hat{S}_3^* = -611.0455 \\ \hat{S}_4^* = -319.7221 & \hat{S}_5^* = 71.5751 & \hat{S}_6^* = -412.6153 \\ \hat{S}_7^* = 422.8073 & \hat{S}_8^* = 573.4768 & \hat{S}_9^* = -58.1158 \\ \hat{S}_{10}^* = 152.0644 & \hat{S}_{11}^* = 197.3961 & \hat{S}_{12}^* = 511.1063 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -7.1511$ หมายความว่ามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 7.1511 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน มิถุนายน และกันยายน มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 519.7763, 611.0455, 319.7221, 412.6153 และ 58.1158 ล้านบาท ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_5^* = 71.5751$ หมายความว่ามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดในเดือนพฤษภาคม มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 71.5751 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน เดือนกรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดสูงกว่าค่าเฉลี่ย 422.8073, 573.4768, 152.0644, 197.3961 และ 511.1063 ล้านบาท ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

4.3.2.2. ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุด แสดงในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ

แบบที่	α	γ	δ	MSE
แบบที่ 1	0.2917	0.1598	0.3500	3,731,754.1840
แบบที่ 2	0.2833	0.0395	0.1152	9,514,112.5503
แบบที่ 3	0.0886	0.0364	0.2414	7,031,217.3749
แบบที่ 4	0.4562	0.2023	0.3245	5,189,441.5922
แบบที่ 5	0.0176	0.0000	0.2665	1,639,385.5634

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.28 พบว่าค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 1,639,385.5634$ จะได้ $\alpha = 0.0176$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.2665$

ตารางที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.0176$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.2665$

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_t(t-1)$
133	870.80	1406.9935	0.0000	0.8292	1281.4978
134	984.40	1415.3770	0.0000	0.5690	735.9425
135	1153.10	1431.1069	0.0000	0.5814	707.5533
136	944.00	1434.7602	0.0000	0.5980	824.7121
137	1346.10	1438.1324	0.0000	0.8567	1187.9060
138	823.70	1437.6394	0.0000	0.5811	840.0140
139	1902.30	1444.8124	0.0000	1.1076	1483.0397
140	2632.00	1456.7453	0.0000	1.3918	1792.9590
141	1436.00	1455.3738	0.0000	1.0267	1516.9203
142	1934.70	1461.1009	0.0000	1.1502	1581.9745
143	1847.80	1464.4017	0.0000	1.1586	1638.1183
144	1966.80	1467.7387	0.0000	1.2296	1741.8925

จากตารางที่ 4.29 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (1,467.7387) \times \hat{S}_i(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1 = 0.8292 & \hat{S}_2 = 0.5690 & \hat{S}_3 = 0.5814 \\ \hat{S}_4 = 0.5980 & \hat{S}_5 = 0.8567 & \hat{S}_6 = 0.5811 \\ \hat{S}_7 = 1.1076 & \hat{S}_8 = 1.3918 & \hat{S}_9 = 1.0267 \\ \hat{S}_{10} = 1.1502 & \hat{S}_{11} = 1.1586 & \hat{S}_{12} = 1.2296 \end{array}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากผลรวมของค่าดัชนีราคาของฤดูกาลไม่เท่ากับ 12 จึงทำการปรับค่าดัชนีราคาของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าดัชนีราคาของฤดูกาลใหม่ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (1,355.1998) \times \hat{S}_i(144)$$

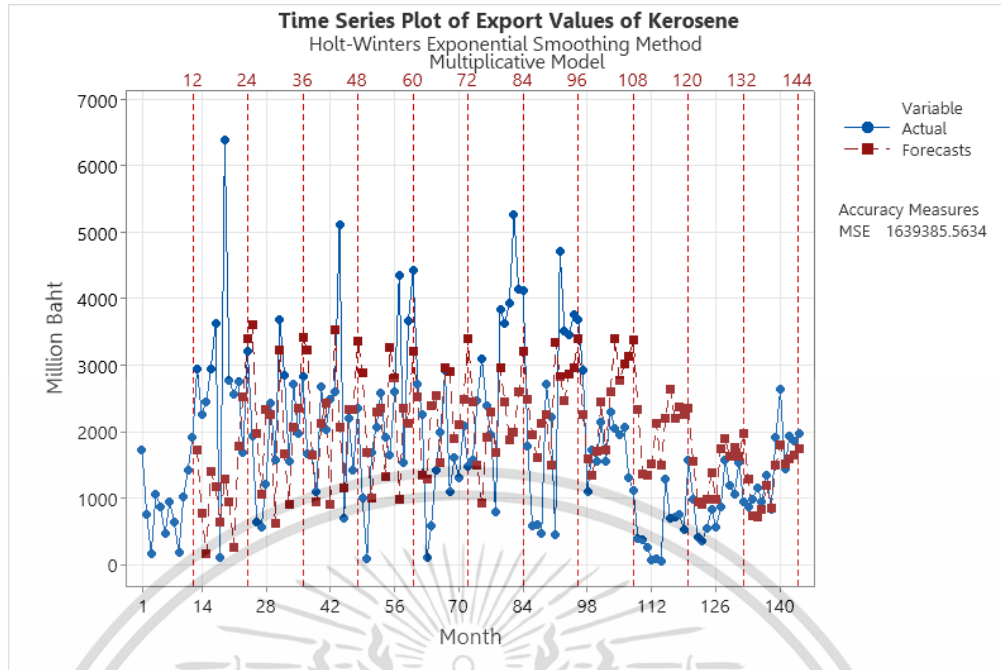
(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.8981$	$\hat{S}_2^* = 0.6163$	$\hat{S}_3^* = 0.6297$
$\hat{S}_4^* = 0.6477$	$\hat{S}_5^* = 0.9278$	$\hat{S}_6^* = 0.6294$
$\hat{S}_7^* = 1.1996$	$\hat{S}_8^* = 1.5074$	$\hat{S}_9^* = 1.1120$
$\hat{S}_{10}^* = 1.2457$	$\hat{S}_{11}^* = 1.2548$	$\hat{S}_{12}^* = 1.3317$

ค่าดัชนีราคาฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.8981$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 10.19% ในทำนองเดียวกัน เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 38.37%, 37.03%, 35.23%, 7.22% และ 37.06% ตามลำดับ

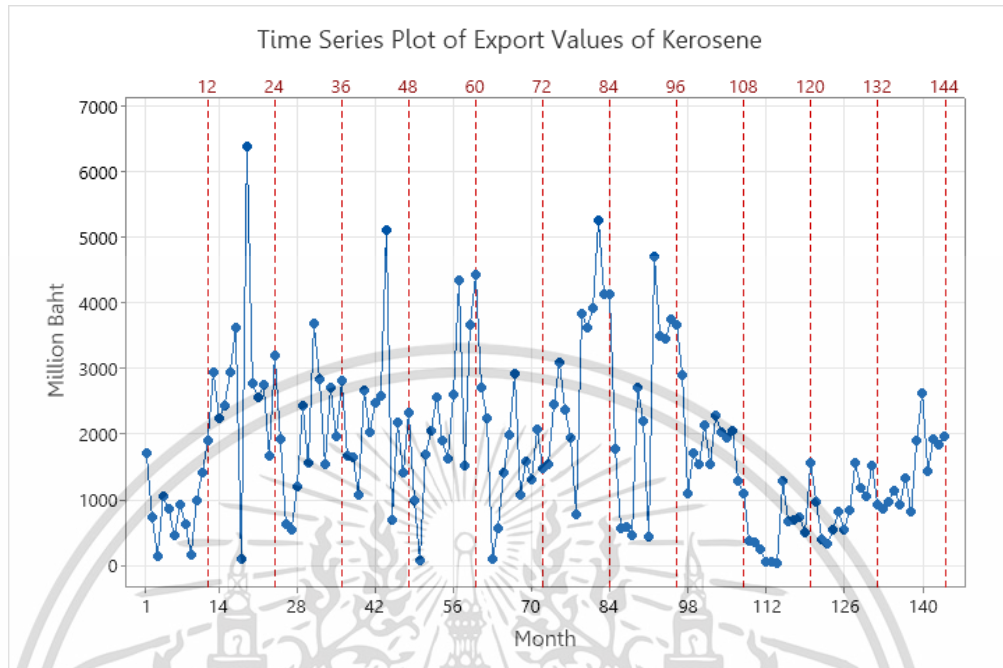
ค่าดัชนีราคาฤดูกาล $\hat{S}_7^* = 1.1996$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดในเดือนกรกฎาคม มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 19.96% ในทำนองเดียวกัน เดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดสูงกว่าค่าเฉลี่ย 50.74%, 11.20%, 24.57%, 25.48 และ 33.17% ตามลำดับ



รูปที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

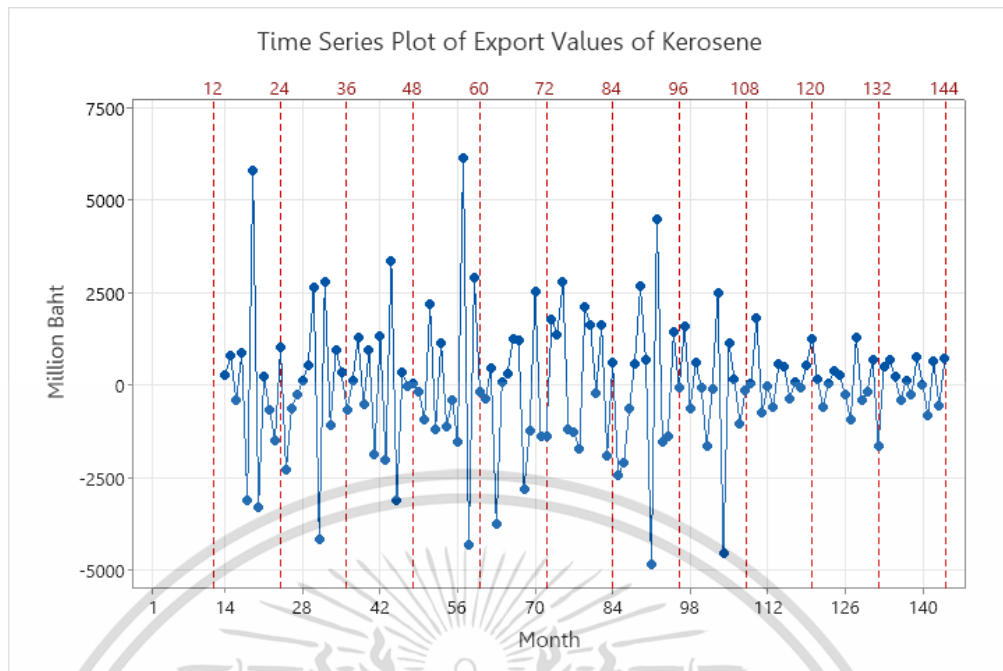
4.3.3. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์



รูปที่ 4.29 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

จากรูปที่ 4.29 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามีแนวโน้ม และอิทธิพลฤดูกาล ดังนั้น จึงต้องแปลงอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ดังรูปที่ 4.30

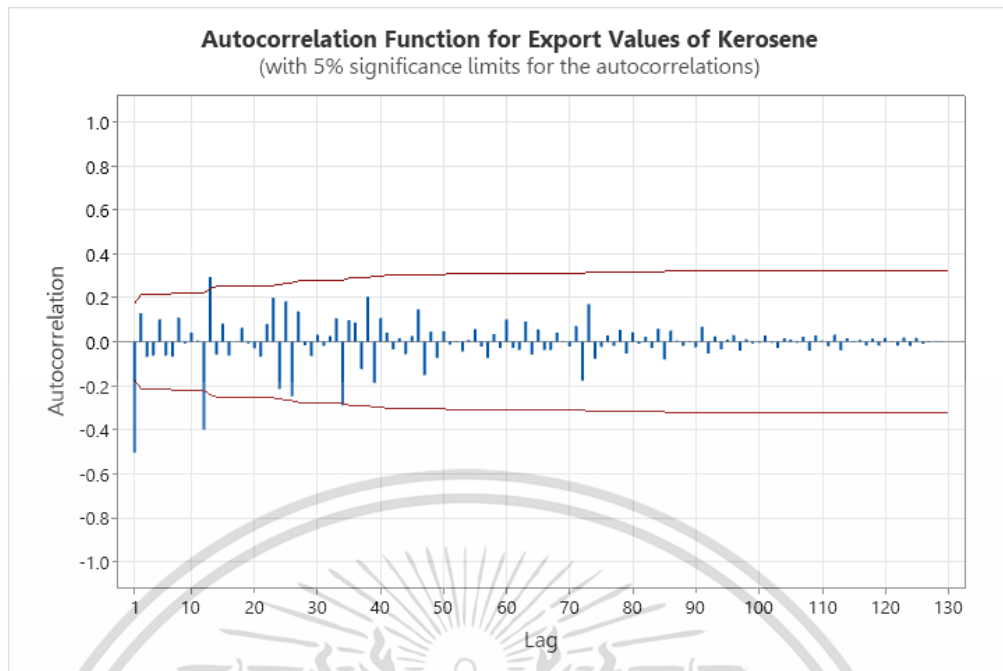
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



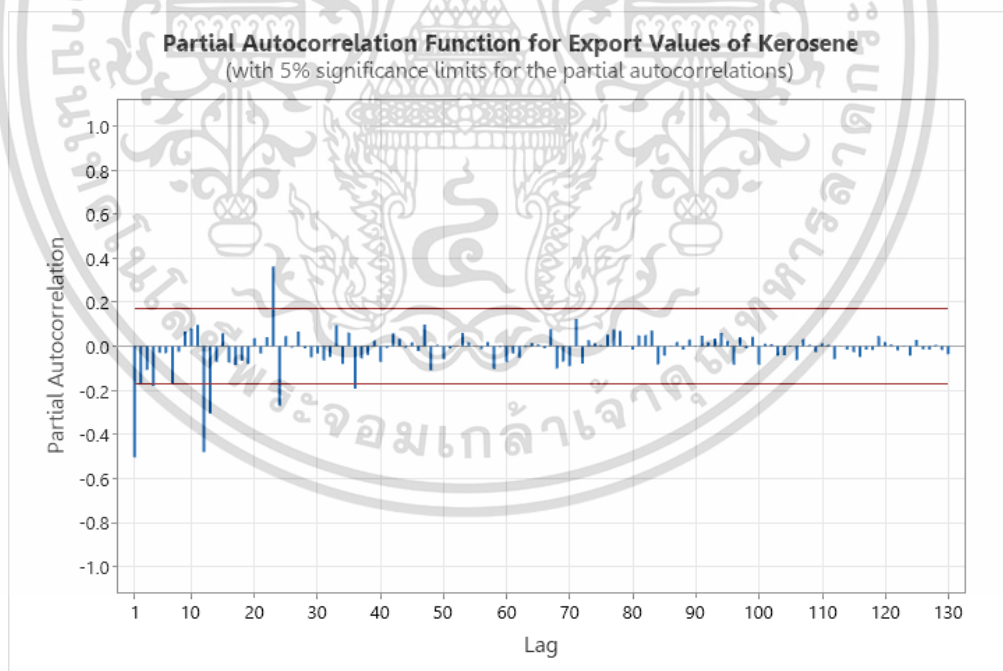
รูปที่ 4.30 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

รูปที่ 4.30 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนคงที่แล้ว ดังนั้นจึงนำอนุกรมเวลาชุดใหม่นี้ ไปพล็อตคอเรลโรลแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.31 และ 4.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.31 คอเรโลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 4.32 คอเรโลแกรม Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.31 จะเห็นได้ว่า ACF มีลักษณะ cut off ที่ lag 1 จากรูปที่ 4.32 และ PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF ที่ lag 12, 24, 36, 48,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ lag 12 และ PACF ที่ lag 12, 24, 36, 48,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่ lag 36 และมีการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $SARIMA(1,1,3)_{12}$ ดังนั้น ตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด คือ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$

ตารางที่ 4.30 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\Phi}_{12}$	-0.606	0.142	-4.28	0.000
$\hat{\theta}_1$	0.6089	0.0733	8.31	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.475	0.144	3.31	0.001
$\hat{\Theta}_{24}$	0.831	0.131	6.34	0.000
$\hat{\Theta}_{36}$	-0.4442	0.0953	-4.66	0.000

จากตารางที่ 4.30 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Φ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{12} ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.001 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Θ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{12} ควรมีในตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Θ_{24} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{24} ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \Theta_{36} = 0$$

$$H_1 : \Theta_{36} \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Θ_{36} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Θ_{36} ควรมีในตัวแบบ

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

ตารางที่ 4.31 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$

Modified Box-Pierce (Box-Ljung) Chi-Square Statistic				
lag	12	24	36	48
Chi-Square	12.88	21.96	36.70	49.64
DF	7	19	31	43
p-value	0.075	0.286	0.221	0.226

จากตารางที่ 4.31 ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box) พร้อมกัน 12 lag สามารถตั้งสมมติฐานการทดสอบได้ดังนี้

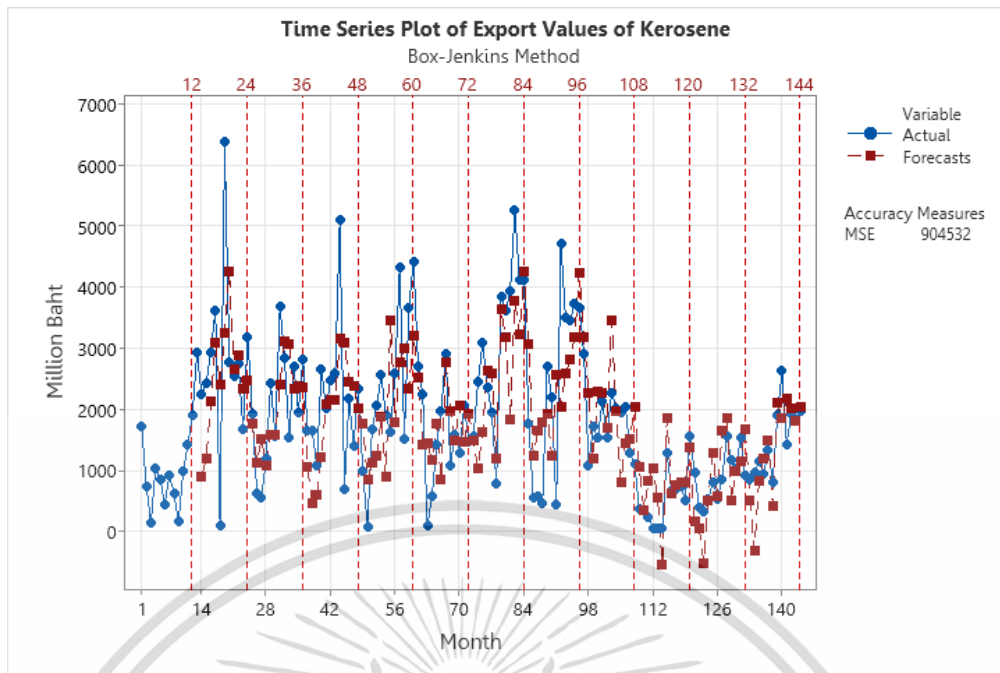
$$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \rho_3(e_t) = \dots = \rho_{12}(e_t) = 0$$

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.075 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อน พร้อมกัน 24, 36 และ 48 lag ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะทำในทำนองเดียวกัน และพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการทดสอบ 24, 36 และ 48 lag พร้อมกัน มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

สรุปได้ว่า ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

ไม่ว่าการเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



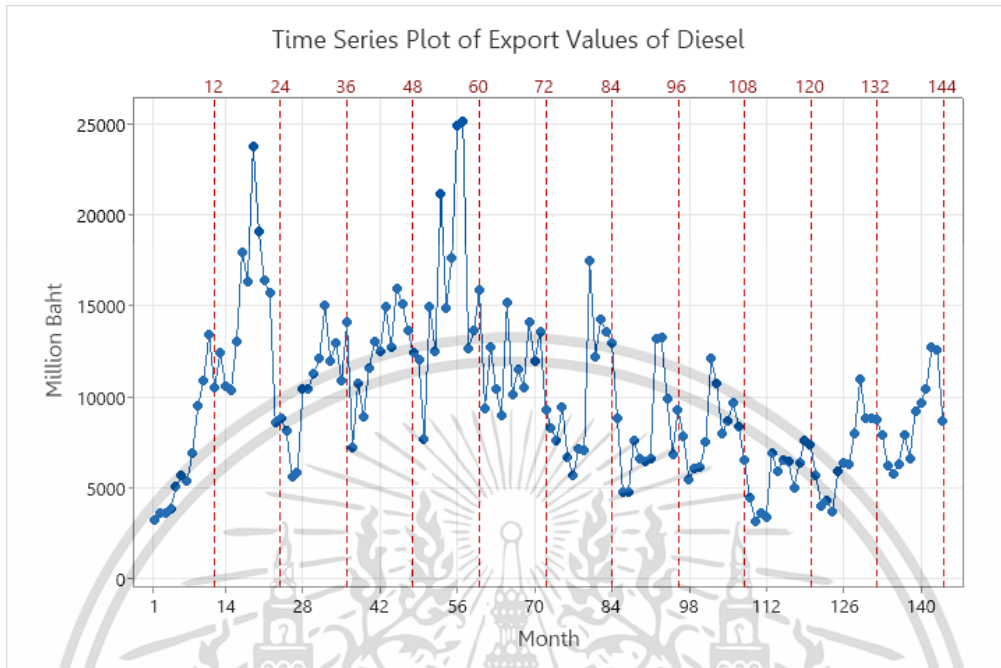
รูปที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$

ตารางที่ 4.32 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก -วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	1,013,704.5539 1,324,915.1498
2. วิธีปรับให้เรียบ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 4 -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5	1,248,281.2237 1,639,385.5634
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$	904,532.0000

จากตารางที่ 4.32 พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 904,532.0000 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล

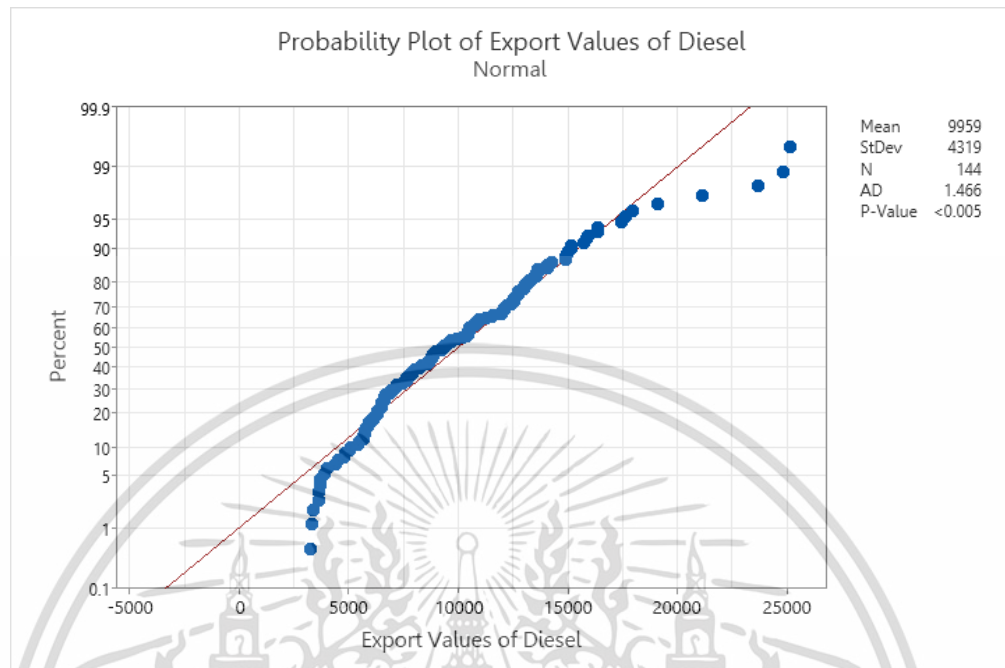


รูปที่ 4.34 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล

จากรูปที่ 4.34 พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลไม่ชัดเจน จึงนำอนุกรมเวลาไปทดสอบการแจกแจงปกติเพื่อเลือกวิธีการทดสอบแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล



รูปที่ 4.35 การทดสอบการแจกแจงปกติของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีการแจกแจงปกติ

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลไม่มีการแจกแจงปกติ

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned}
 AD &= -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{n+1-i})] \right\} \right] \\
 &= -144 - \frac{1}{144} \sum_{i=1}^{144} \left[(2i-1) \left\{ \ln F_x(x_i) + \ln [1 - F_x(x_{145-i})] \right\} \right] \\
 &= -144 - \left[\frac{1}{144} \times (-20,947.2093) \right] \\
 &= 1.4667
 \end{aligned}$$

ปรับค่าสถิติทดสอบเป็น AD^*

$$AD^* = AD \left(1 + \frac{b_0}{n} + \frac{b_1}{n^2} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 1.4667 \left(1 + \frac{0.75}{144} + \frac{2.25}{144^2} \right)$$

$$= 1.4745$$

บริเวณวิกฤต คือ $AD^* \geq C_\alpha$

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

$$C_{0.05} = 0.7514 \left(1 + \frac{-0.795}{144} + \frac{-0.890}{144^2} \right)$$

$$= 0.7472$$

เนื่องจาก $AD^* = 1.4745 > C_\alpha = 0.7472$ และ $p\text{-value} < 0.005 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลไม่มีการแจกแจงปรกติ

เนื่องจากมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลไม่มีการแจกแจงปรกติ จึงเลือกใช้การทดสอบแนวนอนและอติพลตุคุณแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ นั่นคือ ทดสอบแนวนอนโดยใช้การทดสอบของแดเนียล (Danial's Test) และทดสอบอติพลตุคุณโดยใช้การทดสอบครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis) ทดสอบแนวนอนของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยใช้การทดสอบของแดเนียล (Danial's Test)

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลไม่มีแนวนอน

H_1 : อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีแนวนอน

ตัวสถิติทดสอบ

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

$$= 1 - \frac{6(665,654)}{144(144^2 - 1)} = -0.3376$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{โดย } Z &= \frac{(r_s - \mu_{r_s})}{\sigma_{r_s}} \\ &= \frac{-0.3376}{\frac{1}{\sqrt{144-1}}} = -4.0374 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $|Z = -4.0374| > Z_{0.025} = 1.96$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีแนวโน้ม

ทดสอบอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยใช้การทดสอบของครัสคาล-วอลลิส (Kruskal-Wallis)

สมมติฐานการทดสอบ

สำหรับรูปแบบบวก

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{132(132+1)} \left[\frac{455^2}{11} + \frac{274^2}{11} + \frac{312^2}{11} + \dots + \frac{838^2}{11} \right] - 3(132+1) \\ &= \frac{12}{132(133)} [675,968.00] - 3(133) \\ &= 66.0424 \end{aligned}$$

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

เนื่องจาก $H = 63.0424 > \chi_{0.05, 11}^2 = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับรูปแบบคูณ

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

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

ตัวสถิติทดสอบ

$$\begin{aligned} H &= \frac{12}{n(n+1)} \left[\sum_{i=1}^L \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1) \\ &= \frac{12}{132(132+1)} \left[\frac{471^2}{11} + \frac{259^2}{11} + \frac{313^2}{11} + \dots + \frac{859^2}{11} \right] - 3(132+1) \\ &= \frac{12}{132(133)} [677,331.09] - 3(133) \\ &= 63.9741 \end{aligned}$$

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

เนื่องจาก $H = 63.9741 > \chi_{0.05, 11}^2 = 19.675$ ซึ่งตกอยู่ในบริเวณวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้น อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีอิทธิพลฤดูกาล

4.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ เนื่องจากอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล จึงวิเคราะห์ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ

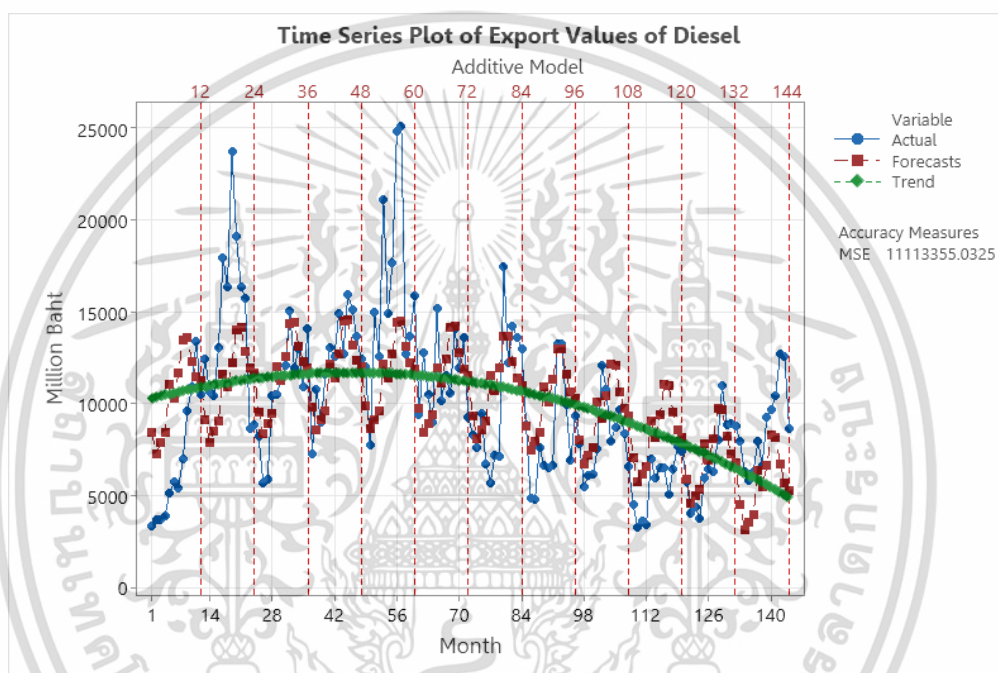
4.1.1.1. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก แสดงในตารางที่ 4.33 จากตารางสรุปได้ว่าค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีของแนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.33 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล	12,301,795.7476
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลของฤดูกาล	11,113,355.0325
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลของฤดูกาล	12,926,044.2385



รูปที่ 4.36 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบบวก

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (10,195 + 64.7t - 0.705t^2) + \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1^* = -1,822.0925 & \hat{S}_2^* = -3,064.7308 & \hat{S}_3^* = -2,547.3342 \\ \hat{S}_4^* = -2,037.6577 & \hat{S}_5^* = 499.7931 & \hat{S}_6^* = -262.9281 \\ \hat{S}_7^* = 1,042.7022 & \hat{S}_8^* = 2,812.1253 & \hat{S}_9^* = 2,869.0041 \\ \hat{S}_{10}^* = 1,514.7609 & \hat{S}_{11}^* = 652.6382 & \hat{S}_{12}^* = 343.7196 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -1,822.0925$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 1,822.0925 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และมิถุนายน มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 3,064.7308, 2,547.3342, 2,037.6577 และ 262.9281 ล้านบาท ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_5^* = 499.7931$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลในเดือนพฤษภาคม มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 499.7931 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันเดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลสูงกว่าค่าเฉลี่ย 1,042.7022, 2,812.1253, 2,869.0041, 1,514.7609, 652.6382 และ 343.7196 ล้านบาท ตามลำดับ

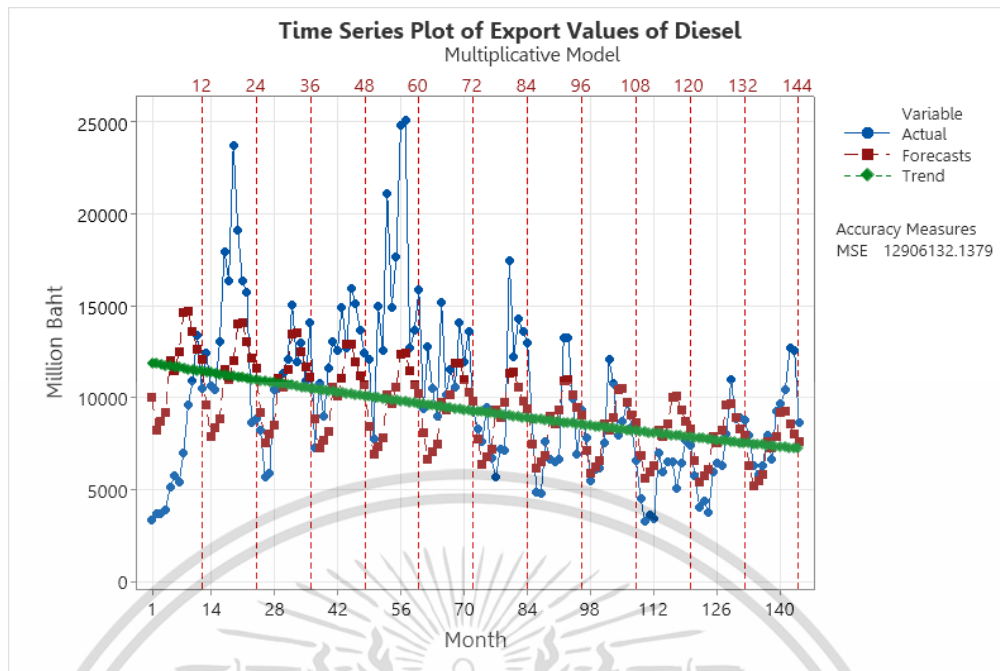
4.1.1.2. ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ แสดงในตารางที่ 4.34 จากตารางสรุปได้ว่าค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ กรณีของแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลฤดูกาล

ตารางที่ 4.34 ค่า MSE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ

รูปแบบ	MSE
แนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล	18,724,767.0445
แนวโน้มควอดราติกและอิทธิพลของฤดูกาล	20,413,561.9512
แนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลและอิทธิพลของฤดูกาล	12,906,132.1379

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สำหรับรูปแบบคูณ

จะได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (11,912.0 \times 0.996512^t) \times \hat{S}_i^*$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, t มีหน่วยเป็นเดือน)

โดยที่ t อยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$

โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.8403$	$\hat{S}_2^* = 0.6926$	$\hat{S}_3^* = 0.7361$
$\hat{S}_4^* = 0.7834$	$\hat{S}_5^* = 1.0237$	$\hat{S}_6^* = 0.9816$
$\hat{S}_7^* = 1.0745$	$\hat{S}_8^* = 1.2590$	$\hat{S}_9^* = 1.2699$
$\hat{S}_{10}^* = 1.1783$	$\hat{S}_{11}^* = 1.1025$	$\hat{S}_{12}^* = 1.0582$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.8403$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 15.97% ในทำนองเดียวกัน เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และมิถุนายน มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 30.74%, 26.39%, 21.66% และ 1.84% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_5^* = 1.0237$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลในเดือน พฤษภาคม มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 2.37% ในทำนองเดียวกัน เดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลสูงกว่าค่าเฉลี่ย 7.45%, 25.90%, 26.99%, 17.83%, 10.25% และ 5.82% ตามลำดับ

4.4.2. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบ

จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีการเคลื่อนไหวจากทั้งแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาลทั้งรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ ดังนั้นจะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก และรูปแบบคูณ โดยนำข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยวิธีปรับให้เรียบ ดังนี้

4.4.2.1. ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุด แสดงในตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ

แบบที่	α	γ	δ	MSE
แบบที่ 1	0.4470	0.0291	0.3323	10,260,410.3857
แบบที่ 2	0.4464	0.0169	0.3248	10,151,137.7350
แบบที่ 3	0.4553	0.0049	0.3232	10,184,897.1029
แบบที่ 4	0.4477	0.0302	0.3333	10,282,354.9032
แบบที่ 5	0.4612	0.0000	0.3149	10,361,157.3965

จากตารางที่ 4.35 พบว่าค่าเริ่มต้นแบบที่ 2 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 10,151,137.7350$ จะได้ $\alpha = 0.4464$, $\gamma = 0.0169$ และ $\delta = 0.3248$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.36 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 2 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.4464$, $\gamma = 0.0169$ และ $\delta = 0.3248$

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{B}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_t(t-1)$
133	7906.20	8949.0766	33.7500	-1683.8466	6191.3232
134	6246.30	9321.2975	39.4709	-3358.3926	5488.0935
135	5816.30	9097.2313	35.0165	-3060.2768	6406.6480
136	6301.50	9171.9507	35.6876	-2903.6932	6212.5617
137	7906.60	8931.0150	31.0121	-792.8036	8526.2623
138	6654.00	8289.8282	19.6504	-1073.0094	8159.7882
139	9212.90	8989.4731	31.1438	-345.9192	7689.6485
140	9688.60	8790.0137	27.2461	1091.6659	10205.1729
141	10435.50	8826.0262	27.3943	1602.1339	10415.8624
142	12712.80	10288.9843	51.6585	1221.8464	9497.0027
143	12557.90	11037.3671	63.4348	937.1794	10997.1725
144	8654.20	9723.0744	40.1481	84.6697	11740.4383

จากตารางที่ 4.36 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (9,723.0744 + 40.1481p) + \hat{S}_i(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{aligned} \hat{S}_1 &= -1,683.8466 & \hat{S}_2 &= -3,358.3926 & \hat{S}_3 &= -3,060.2768 \\ \hat{S}_4 &= -2,903.6932 & \hat{S}_5 &= -792.8036 & \hat{S}_6 &= -1,073.0094 \\ \hat{S}_7 &= -345.9192 & \hat{S}_8 &= 1,091.6659 & \hat{S}_9 &= 1,602.1339 \\ \hat{S}_{10} &= 1,221.8464 & \hat{S}_{11} &= 937.1794 & \hat{S}_{12} &= 84.6697 \end{aligned}$$

เนื่องจากผลรวมของค่าวัตถุพิพของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงทำการปรับค่าวัตถุพิพของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัตถุพิพของฤดูกาลใหม่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (9,033.0372 + 40.1481p) + \hat{S}_i^*(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

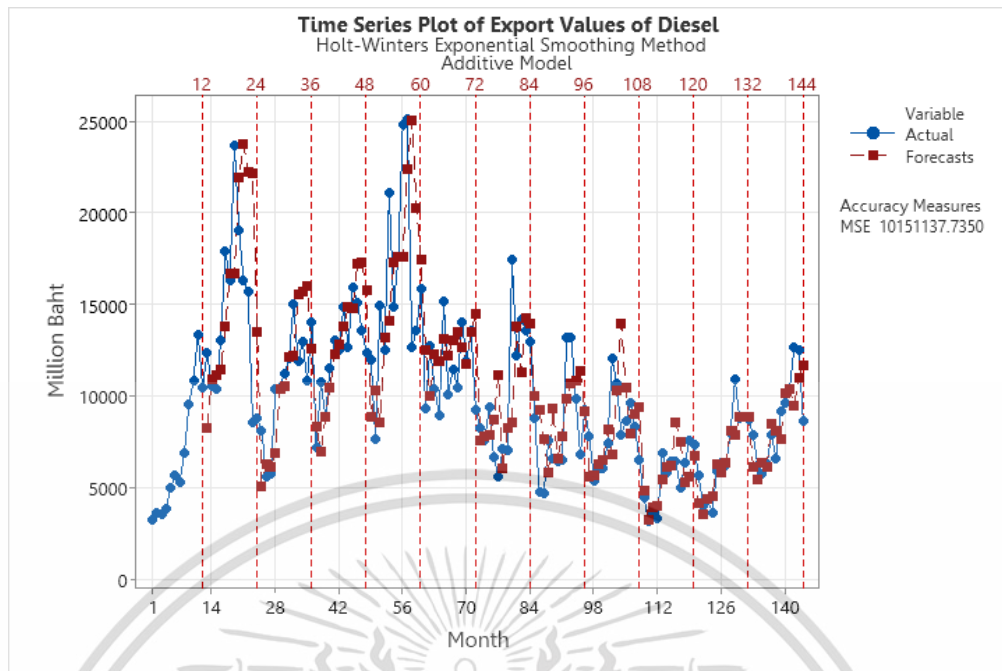
สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1^* = -993.8094 & \hat{S}_2^* = -2,668.3554 & \hat{S}_3^* = -2,370.2396 \\ \hat{S}_4^* = -2,213.6561 & \hat{S}_5^* = -102.7665 & \hat{S}_6^* = -382.9722 \\ \hat{S}_7^* = 344.1180 & \hat{S}_8^* = 1,781.7031 & \hat{S}_9^* = 2,292.1711 \\ \hat{S}_{10}^* = 1,911.8835 & \hat{S}_{11}^* = 1,627.2166 & \hat{S}_{12}^* = 774.7068 \end{array}$$

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_1^* = -993.8094$ หมายความว่ามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 993.8094 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 2,668.3554, 2,370.2396, 2,213.6561, 102.7665 และ 382.9722 ล้านบาท ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลฤดูกาล $\hat{S}_7^* = 344.1180$ หมายความว่ามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลในเดือนกรกฎาคม มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 344.1180 ล้านบาท ในทำนองเดียวกัน เดือนสิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลสูงกว่าค่าเฉลี่ย 1,781.7031, 2,292.1711, 1,911.8835, 1,627.2166 และ 774.7068 ล้านบาท ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก

4.4.2.2. ผลการวิเคราะห์วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ซึ่งมีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ โดยใช้เกณฑ์ค่า MSE ต่ำที่สุด แสดงในตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 แบบ

แบบที่	α	γ	δ	MSE
แบบที่ 1	0.6699	0.0289	1.0000	15,958,597.7029
แบบที่ 2	0.8317	0.8280	0.1066	285,484,588.9327
แบบที่ 3	0.6379	0.0000	0.9746	15,270,028.8975
แบบที่ 4	0.6782	0.0300	0.0857	15,974,122.5050
แบบที่ 5	0.5797	0.0000	0.7747	14,907,656.5964

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.37 พบว่าค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ให้ค่า MSE ต่ำที่สุด คือ $MSE = 14,907,656.5964$ จะได้ $\alpha = 0.5797$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.7747$

ตารางที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์หาค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบไฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5 ตั้งแต่ $t = 133, 134, \dots, 144$ เมื่อกำหนด $\alpha = 0.5797$, $\gamma = 0.0000$ และ $\delta = 0.7747$

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_t(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_t(t-1)$
133	7906.20	11233.1092	0.0000	0.7035	7053.1681
134	6246.30	11675.0695	0.0000	0.5349	5899.8012
135	5816.30	10140.8335	0.0000	0.5742	7235.6573
136	6301.50	10334.9369	0.0000	0.6097	6126.4549
137	7906.60	9482.8934	0.0000	0.8343	9016.1769
138	6654.00	8599.7141	0.0000	0.7743	7728.4363
139	9212.90	10738.7368	0.0000	0.8569	6718.4219
140	9688.60	10948.2171	0.0000	0.8848	9414.4636
141	10435.50	11165.2192	0.0000	0.9345	10135.6172
142	12712.80	13430.7201	0.0000	0.9456	9757.4216
143	12557.90	14050.7837	0.0000	0.8935	11748.2608
144	8654.20	11534.9171	0.0000	0.7515	11811.0763

จากตารางที่ 4.38 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (11,534.9171) \times \hat{S}_t(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$$\begin{array}{lll} \hat{S}_1 = 0.7035 & \hat{S}_2 = 0.5349 & \hat{S}_3 = 0.5742 \\ \hat{S}_4 = 0.6097 & \hat{S}_5 = 0.8343 & \hat{S}_6 = 0.7743 \\ \hat{S}_7 = 0.8569 & \hat{S}_8 = 0.8848 & \hat{S}_9 = 0.9345 \\ \hat{S}_{10} = 0.9456 & \hat{S}_{11} = 0.8935 & \hat{S}_{12} = 0.7515 \end{array}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากผลรวมของค่าดัชนีราคาของฤดูกาลไม่เท่ากับ 12 จึงทำการปรับค่าดัชนีราคาของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 12 จะได้สมการพยากรณ์และค่าดัชนีราคาของฤดูกาลใหม่ดังนี้

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (8,937.2325) \times \hat{S}_i(144)$$

(Origin เดือนธันวาคม ปี 2549, p มีหน่วยเป็นเดือน)

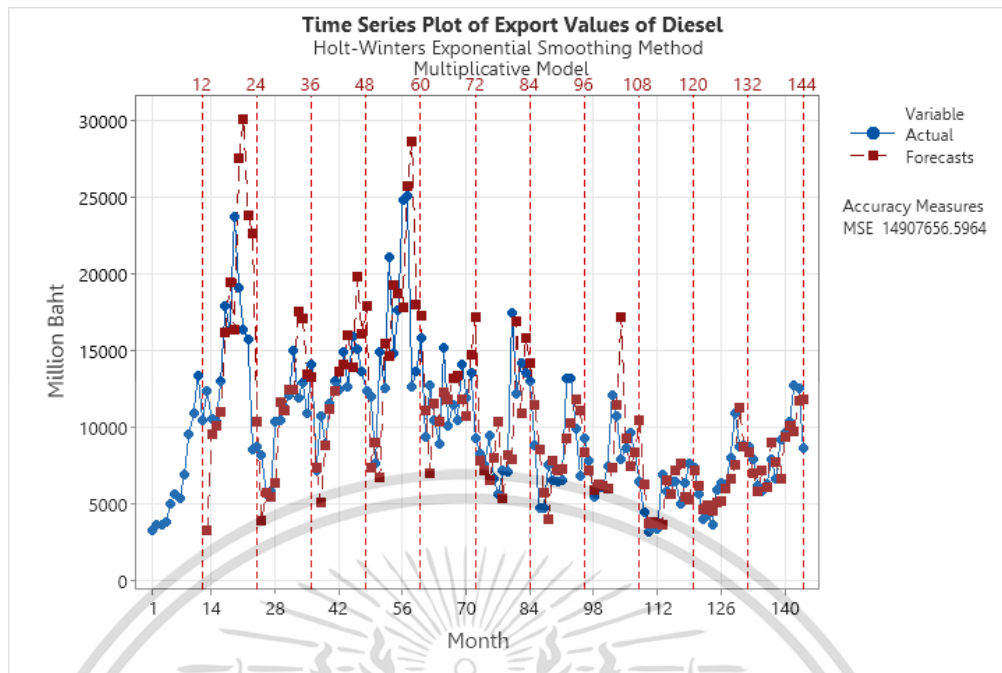
สำหรับ $p = 1, 2, \dots$ เมื่อ p คือ หน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ $i, i = 1, 2, 3, \dots, 12$ โดยที่

$\hat{S}_1^* = 0.9080$	$\hat{S}_2^* = 0.6903$	$\hat{S}_3^* = 0.7411$
$\hat{S}_4^* = 0.7869$	$\hat{S}_5^* = 1.0768$	$\hat{S}_6^* = 0.9994$
$\hat{S}_7^* = 1.1059$	$\hat{S}_8^* = 1.1420$	$\hat{S}_9^* = 1.2062$
$\hat{S}_{10}^* = 1.2204$	$\hat{S}_{11}^* = 1.1532$	$\hat{S}_{12}^* = 0.9699$

ค่าดัชนีราคาฤดูกาล $\hat{S}_1^* = 0.9080$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลในเดือนมกราคม มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 9.20% ในทำนองเดียวกัน เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน มิถุนายน และธันวาคม มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 30.97%, 25.89%, 21.31%, 0.06% และ 3.01% ตามลำดับ

ค่าดัชนีราคาฤดูกาล $\hat{S}_5^* = 1.0768$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลในเดือนพฤษภาคม มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย 7.68% ในทำนองเดียวกัน เดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน มีมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลสูงกว่าค่าเฉลี่ย 10.59%, 14.20%, 20.62%, 22.04% และ 15.32% ตามลำดับ

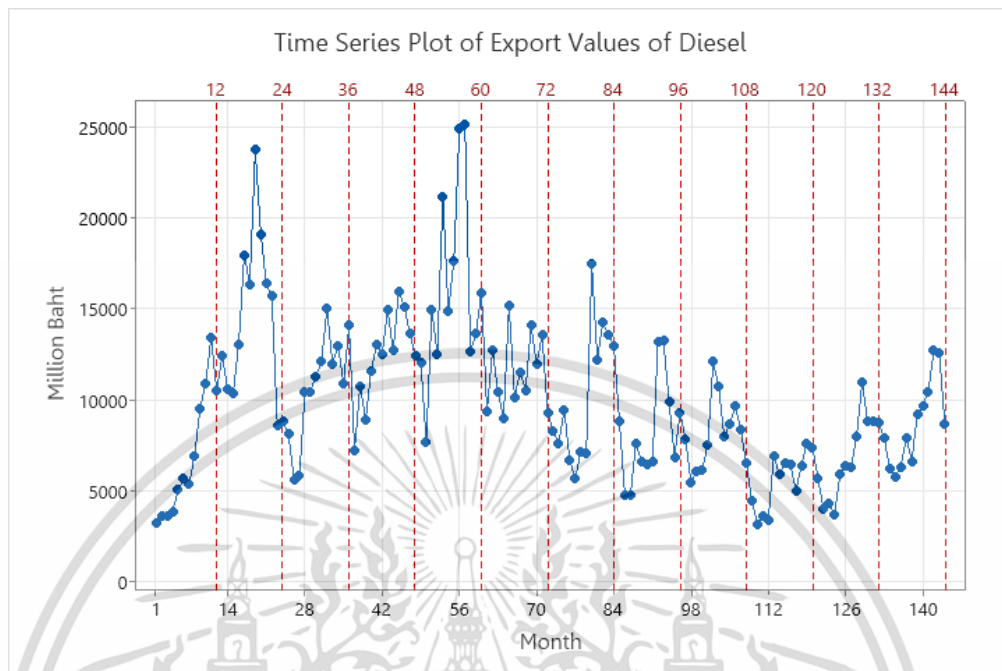
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลต์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

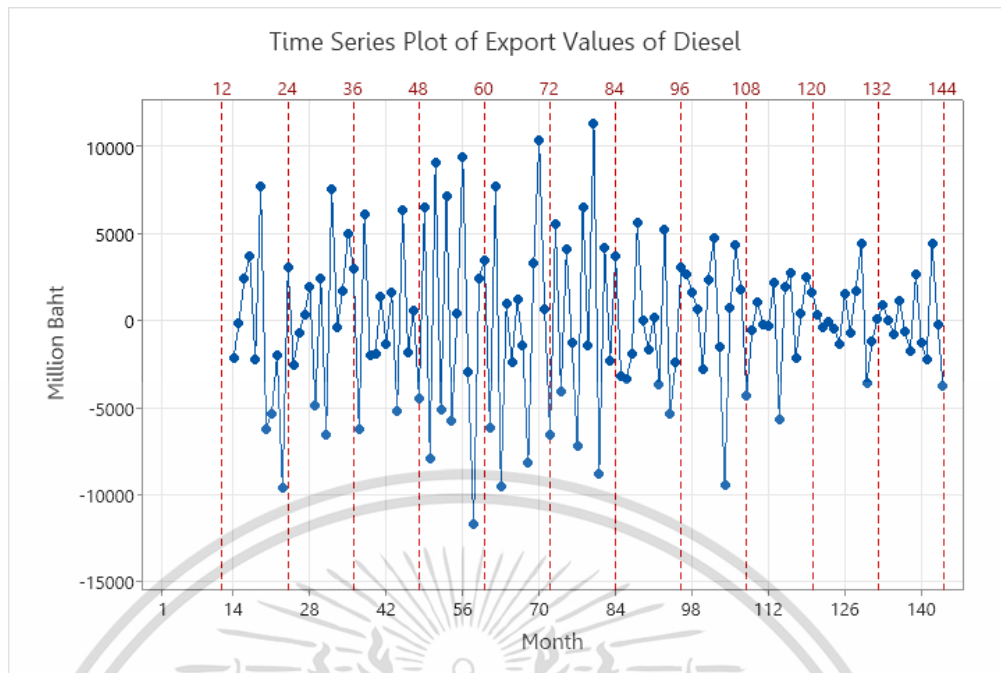
4.4.3. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์



รูปที่ 4.40 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล

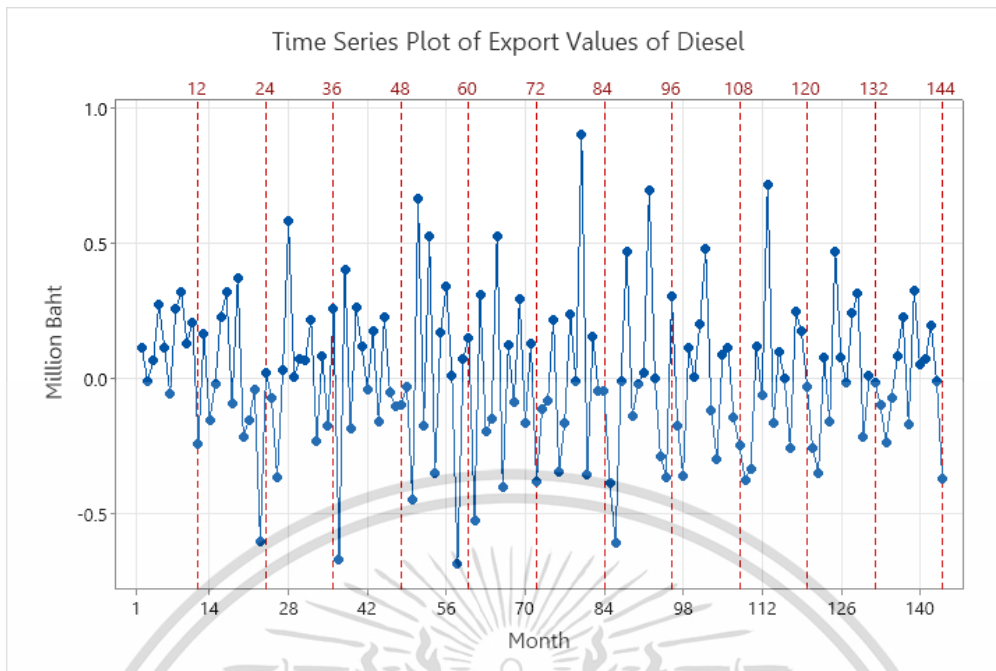
จากรูปที่ 4.40 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลไม่เป็นสเตชันนารี จากการทดสอบสมมติฐานพบว่า อนุกรมเวลามีแนวโน้ม และอิทธิพลฤดูกาล ดังนั้น จึงต้องแปลงอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ดังรูปที่ 4.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการผลต่าง 1 ครั้ง และหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง

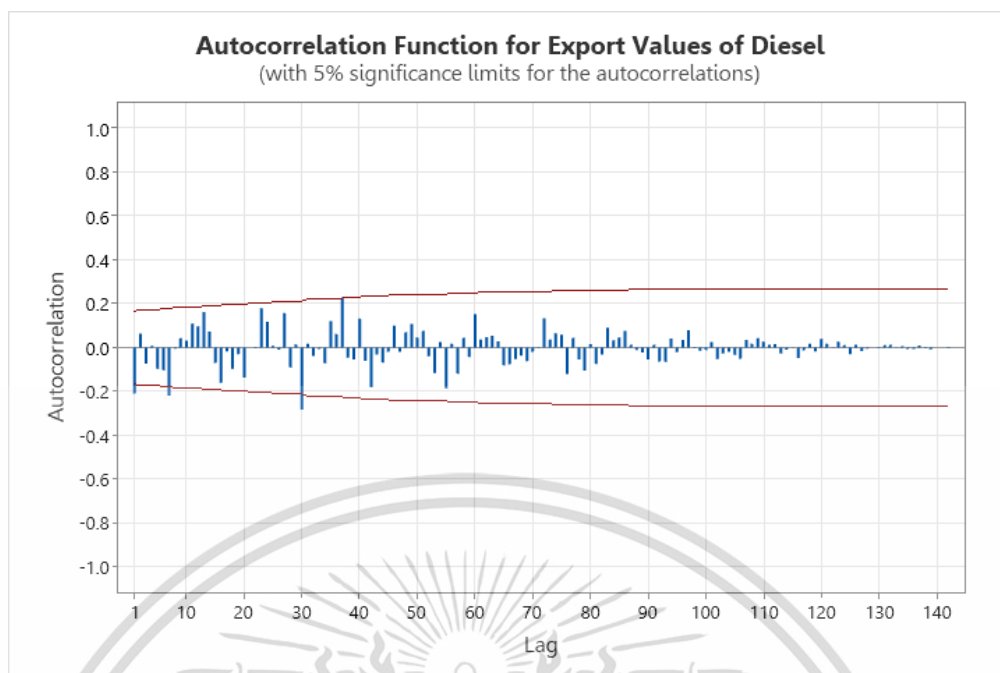
จากรูปที่ 4.41 พบว่า อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง มีความแปรปรวนไม่คงที่ ดังนั้นจึงนำอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล มาทำการ take ln เพื่อทำให้อนุกรมเวลามีความแปรปรวนคงที่ก่อนแล้วจึงหาผลต่าง 1 ครั้ง ดังรูปที่ 4.42



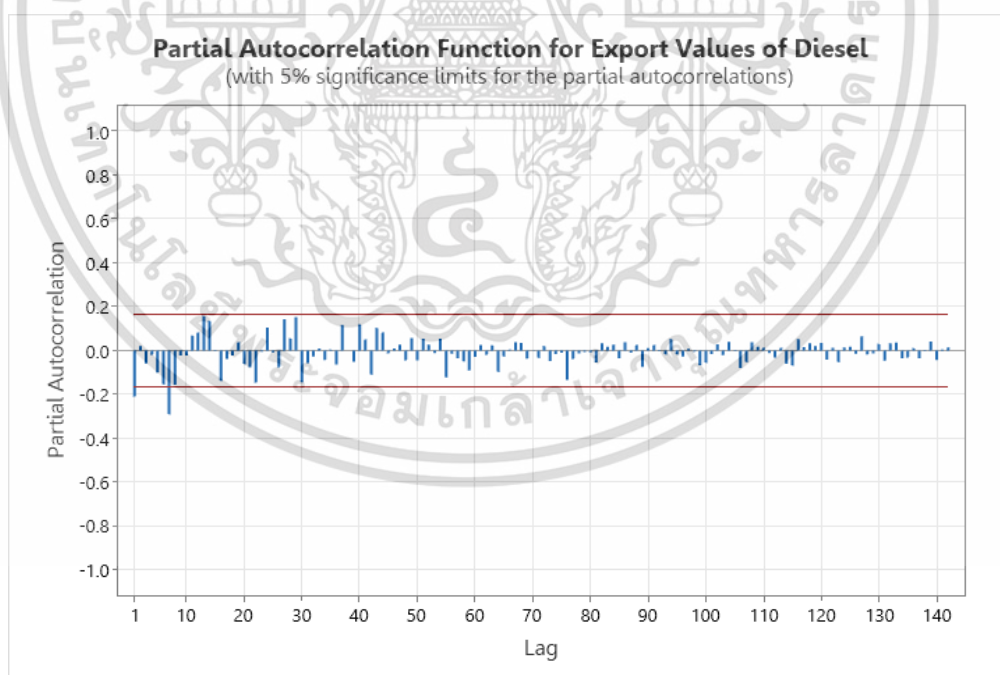
รูปที่ 4.42 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการ take ln และหาผลต่าง 1 ครั้ง

รูปที่ 4.42 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการ take ln และหาผลต่าง 1 ครั้งของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนคงที่แล้ว ดังนั้นจึงนำอนุกรมเวลาชุดใหม่นี้ ไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF) เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.43 และ 4.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.43 คอเรลโรลแกรม Autocorrelation Function (ACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการ take ln และหาผลต่าง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.44 คอเรลโรลแกรม Partial Autocorrelation Function (PACF) ของอนุกรมเวลามูลค่าการ

ส่งออกน้ำมันดีเซล ที่ได้จากการ take ln และหาผลต่าง 1 ครั้ง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.43 และ 4.44 จะเห็นได้ว่า ACF และ PACF มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วใกล้ศูนย์ และมีการหาผลต่าง 1 ครั้ง จึงได้ตัวแบบ $ARIMA(1,1,1)$ ในส่วนของอิทธิพลฤดูกาล พบว่า ACF ที่ lag 12, 24, 36, 48,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และ PACF ที่ lag 12, 24, 36, 48,... มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว จึงได้ตัวแบบ $SARIMA(1,0,1)_{12}$ ดังนั้น ตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล คือ $\exp(ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$

ตารางที่ 4.39 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $\exp(ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\phi}_1$	-0.067	0.196	-0.34	0.735
$\hat{\Phi}_{12}$	1.0005	0.0148	67.77	0.000
$\hat{\theta}_1$	0.379	0.181	2.09	0.038
$\hat{\Theta}_{12}$	0.9254	0.0592	15.63	0.000

จากตารางที่ 4.39 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $\exp(ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$ โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \phi_1 = 0$$

$$H_1 : \phi_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.735 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ ϕ_1 ในตัวแบบมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ ϕ_1 ไม่ควรมีในตัวแบบ

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Φ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{12} ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.038 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เนื่องจากตัวแบบ $\exp(ARIMA(1,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$ ไม่เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล จึงทำการปรับตัวแบบเป็น $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$ และทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ดังนี้

ตารางที่ 4.40 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$

Statistics	Coef	SE Coef	t	p-value
$\hat{\Phi}_{12}$	1.0005	0.0150	66.90	0.000
$\hat{\theta}_1$	0.4363	0.0761	5.73	0.000
$\hat{\Theta}_{12}$	0.9234	0.0594	15.55	0.000

จากตารางที่ 4.40 ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$ โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ Φ_{12} ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ Φ_{12} ควรมีในตัวแบบ

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

$$H_1 : \theta_1 \neq 0$$

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.000 < \alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น พารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 4.41 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$

Modified Box-Pierce (Box-Ljung) Chi-Square Statistic				
lag	12	24	36	48
Chi-Square	9.13	26.32	41.34	60.75
DF	9	21	33	45
p-value	0.425	0.194	0.151	0.059

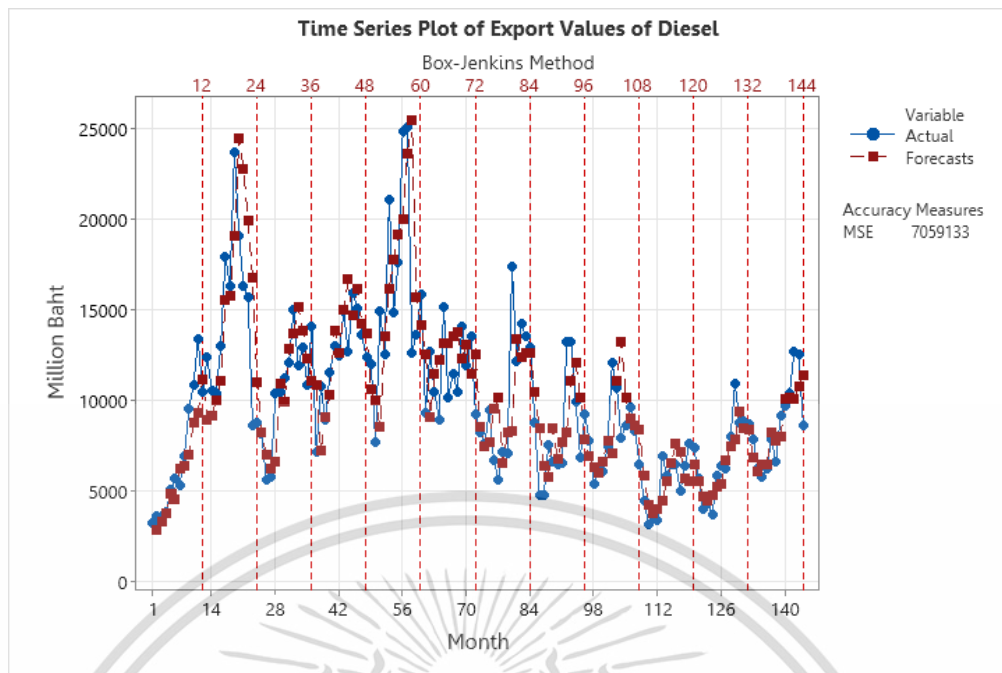
จากตารางที่ 4.41 ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ Box-Pierce (Ljung-Box) พร้อมกัน 12 lag สามารถตั้งสมมติฐานการทดสอบได้ดังนี้

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

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

เนื่องจาก $p\text{-value} = 0.425 > \alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ห่างกัน 1, 2, ..., 12 ช่วงเวลา มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อน พร้อมกัน 24, 36 และ 48 lag ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะทำในทำนองเดียวกัน และพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการทดสอบ 24, 36 และ 48 lag พร้อมกัน มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน

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



รูปที่ 4.45 ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ด้วยตัวแบบ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$

ตารางที่ 4.42 ผลการเปรียบเทียบค่า MSE ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล

วิธีการพยากรณ์	MSE
1. วิธีแยกส่วนประกอบ -วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก -วิธีตัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ	11,113,355.0325 12,906,132.1379
2. วิธีปรับให้เรียบ -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบบวก เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 2 -วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์สำหรับรูปแบบคูณ เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นแบบที่ 5	10,151,137.7350 14,907,656.5964
3. วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$	7,059,133.0000

จากตารางที่ 4.42 พบว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$ มีค่า MSE ที่ต่ำที่สุด คือ 7,059,133.0000 จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะสรุปผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล โดยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

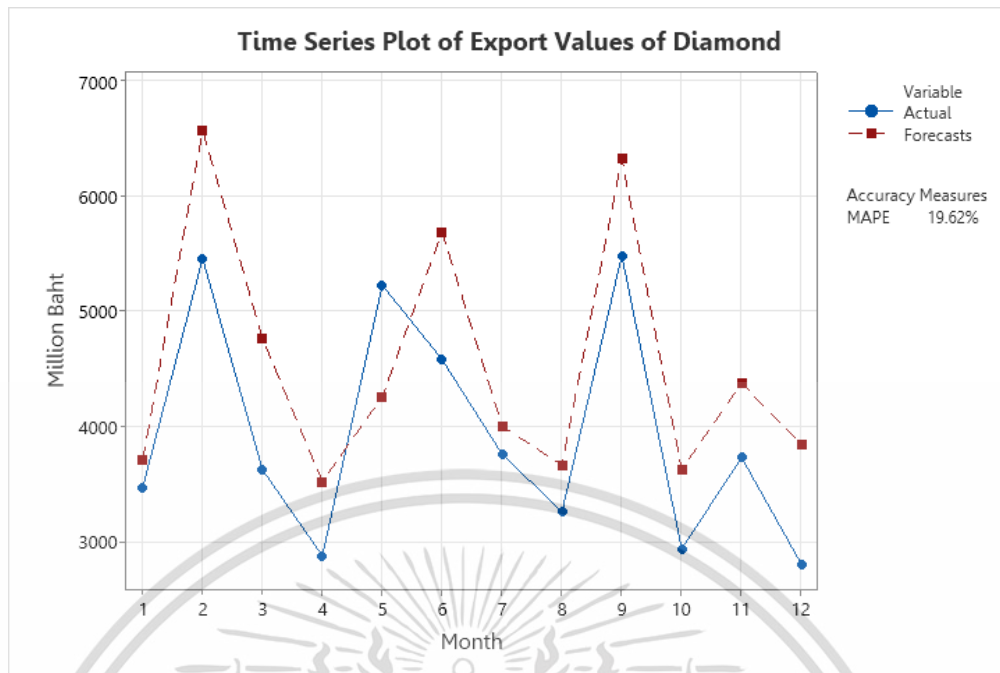
5.1.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร

จากตาราง 4.12 ในบทที่ 4 จะพบว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 144 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 509,391 ได้ตัวแบบ คือ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
& -(0.4665)e_{144} + (0.5329)Y_{144} - (-0.8786)e_{142+l} + (-0.5736)Y_{142+l} \\
& -(0.6827)e_{141+l} + (0.7833)Y_{141+l} - (-0.2574)Y_{140+l} - (0.4360)e_{132+l} \\
& + (1.4360)Y_{132+l} + (0.2034)e_{131+l} - (0.3443)Y_{131+l} + (-0.3831)e_{130+l} \quad \text{สำหรับ } l=1 \\
& + (-0.3705)Y_{130+l} + (0.2977)e_{129+l} - (0.5060)Y_{129+l} + (-0.1663)Y_{128+l} \\
& - (-0.3540)Y_{120+l} + (-0.1886)Y_{119+l} + (0.2031)Y_{118+l} + (-0.2773)Y_{117+l} \\
& - (0.0911)Y_{116+l} \\
& (0.5329)\hat{Y}_{144}(l-1) - (-0.8786)e_{144} + (-0.5736)Y_{144} - (0.6827)e_{141+l} \\
& + (0.7833)Y_{141+l} - (-0.2574)Y_{140+l} - (0.4360)e_{132+l} + (1.4360)Y_{132+l} \\
& + (0.2034)e_{131+l} - (0.3443)Y_{131+l} + (-0.3831)e_{130+l} + (-0.3705)Y_{130+l} \quad \text{สำหรับ } l=2 \\
& + (0.2977)e_{129+l} - (0.5060)Y_{129+l} + (-0.1663)Y_{128+l} - (-0.3540)Y_{120+l} \\
& + (-0.1886)Y_{119+l} + (0.2031)Y_{118+l} + (-0.2773)Y_{117+l} - (0.0911)Y_{116+l} \\
& (0.5329)\hat{Y}_{144}(l-2) + (-0.5736)\hat{Y}_{144}(l-1) - (0.6827)e_{144} + (0.7833)Y_{144} \\
& - (-0.2574)Y_{140+l} - (0.4360)e_{132+l} + (1.4360)Y_{132+l} + (0.2034)e_{131+l} \\
& - (0.3443)Y_{131+l} + (-0.3831)e_{130+l} + (-0.3705)Y_{130+l} + (0.2977)e_{129+l} \quad \text{สำหรับ } l=3 \\
& - (0.5060)Y_{129+l} + (-0.1663)Y_{128+l} - (-0.3540)Y_{120+l} + (-0.1886)Y_{119+l} \\
& + (0.2031)Y_{118+l} + (-0.2773)Y_{117+l} - (0.0911)Y_{116+l} \\
& (0.5329)\hat{Y}_{144}(l-3) + (-0.5736)\hat{Y}_{144}(l-2) + (0.7833)\hat{Y}_{144}(l-1) \\
& - (-0.2574)Y_{144} - (0.4360)e_{132+l} + (1.4360)Y_{132+l} + (0.2034)e_{131+l} \\
& - (0.3443)Y_{131+l} + (-0.3831)e_{130+l} + (-0.3705)Y_{130+l} + (0.2977)e_{129+l} \quad \text{สำหรับ } l=4 \\
& - (0.5060)Y_{129+l} + (-0.1663)Y_{128+l} - (-0.3540)Y_{120+l} + (-0.1886)Y_{119+l} \\
& + (0.2031)Y_{118+l} + (-0.2773)Y_{117+l} - (0.0911)Y_{116+l} \\
& (0.5329)\hat{Y}_{144}(l-4) + (-0.5736)\hat{Y}_{144}(l-3) + (0.7833)\hat{Y}_{144}(l-2) \\
& - (-0.2574)\hat{Y}_{144}(l-1) - (0.4360)e_{132+l} + (1.4360)Y_{132+l} + (0.2034)e_{131+l} \\
& - (0.3443)Y_{131+l} + (-0.3831)e_{130+l} + (-0.3705)Y_{130+l} + (0.2977)e_{129+l} \quad \text{สำหรับ } l \geq 5 \\
& - (0.5060)Y_{129+l} + (-0.1663)Y_{128+l} - (-0.3540)Y_{120+l} + (-0.1886)Y_{119+l} \\
& + (0.2031)Y_{118+l} + (-0.2773)Y_{117+l} - (0.0911)Y_{116+l}
\end{aligned}$$

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และนำค่าพยากรณ์ที่
 เอกสารนี้ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งได้
 ไม่ต่ำกว่าค่า MAPE เท่ากับ 19.62% แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 19.62% ดังรูปที่ 5.1 นำไปใช้



รูปที่ 5.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชรและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

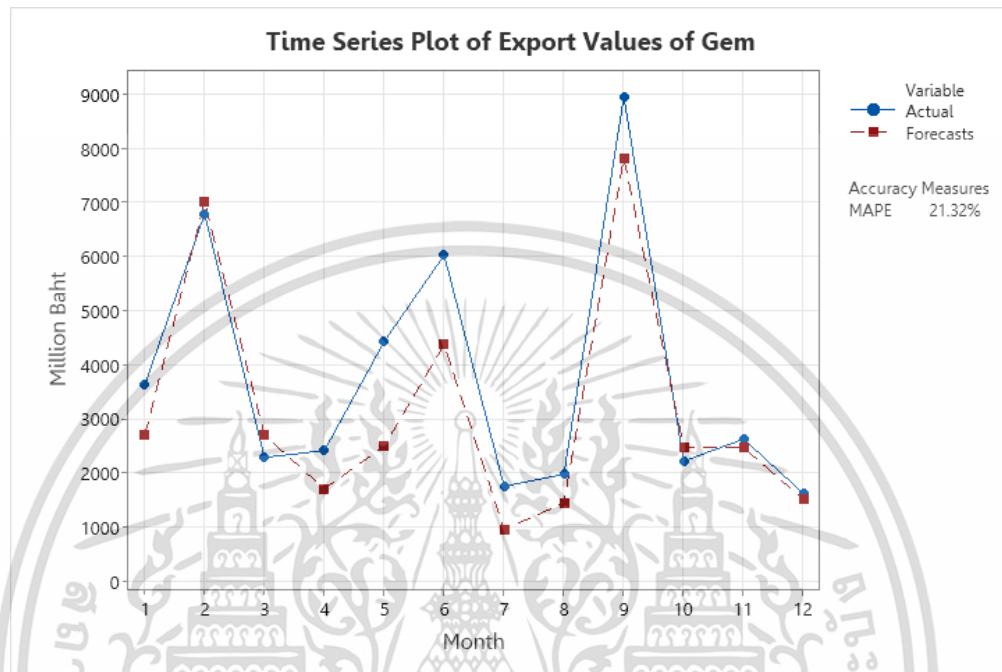
5.1.2 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย

จากตาราง 4.23 ในบทที่ 4 จะพบว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 144 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 368,516 ได้ตัวแบบคือ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144}(l) = \begin{cases} Y_{144} - (1.2098)e_{144} - (-0.3378)e_{142+l} + (0.5030)Y_{132+l} \\ - (-0.5130)e_{132+l} + (-0.6206)e_{131+l} + (0.1733)e_{130+l} \\ - (-0.4970)Y_{120+l} - (0.3560)e_{120+l} + (0.4307)e_{119+l} \\ + (-0.4970)Y_{119+l} + (-1.2026)e_{118+l} & \text{สำหรับ } l = 1 \\ \hat{Y}_{144}(l-1) - (-0.3378)e_{144} + (0.5030)Y_{132+l} \\ - (-0.5130)e_{132+l} + (-0.6206)e_{131+l} + (0.1733)e_{130+l} \\ - (-0.4970)Y_{120+l} - (0.3560)e_{120+l} + (0.4307)e_{119+l} \\ + (-0.4970)Y_{119+l} + (-1.2026)e_{118+l} & \text{สำหรับ } l \geq 2 \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งได้ค่า MAPE เท่ากับ 21.32% แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 21.32% ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอยและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

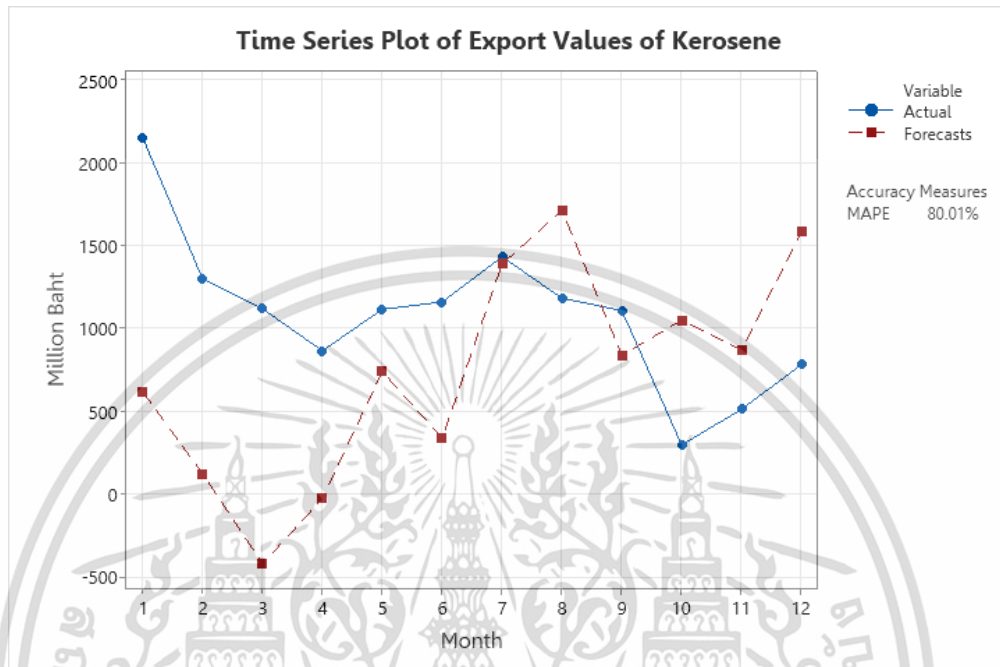
5.1.3 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

จากตาราง 4.32 ในบทที่ 4 จะพบว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 144 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 904,532 ได้ตัวแบบคือ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144}(l) = \begin{cases} (0.6089)e_{144} + Y_{144} - (0.4750)e_{132+l} + (0.3940)Y_{132+l} \\ + (0.2892)e_{131+l} - (0.3940)Y_{131+l} - (0.8310)e_{130+l} - (-0.6060)Y_{120+l} & \text{สำหรับ } l = 1 \\ + (0.5060)e_{119+l} + (-0.6060)Y_{119+l} - (-0.4442)e_{108+l} + (-0.2705)e_{107+l} \\ \hat{Y}_{144+l}(l-1) - (0.4750)e_{132+l} + (0.3940)Y_{132+l} + (0.2892)e_{131+l} \\ - (0.3940)Y_{131+l} - (0.8310)e_{130+l} - (-0.6060)Y_{120+l} + (0.5060)e_{119+l} & \text{สำหรับ } l \geq 2 \\ + (-0.6060)Y_{119+l} - (-0.4442)e_{108+l} + (-0.2705)e_{107+l} \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตีแบบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งได้ค่า MAPE เท่ากับ 80.01% แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 80.01% ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

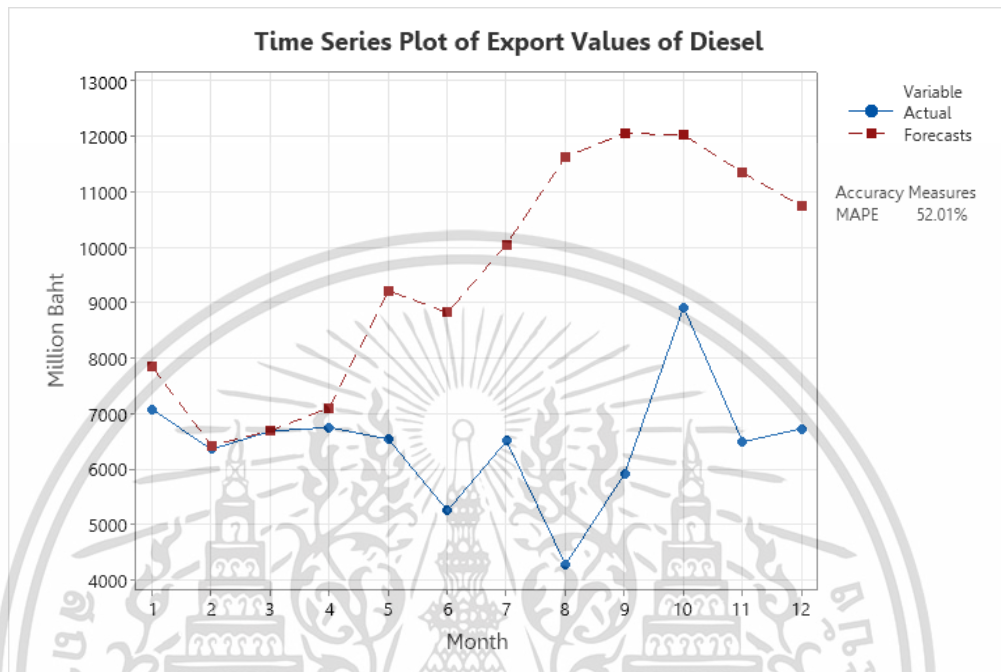
5.1.4 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล

จากตาราง 4.42 ในบทที่ 4 จะพบว่าวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล จากการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 144 ค่า โดยมีค่า MSE เท่ากับ 7,059,133 ได้ตัวแบบคือ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$ ซึ่งได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{144}(l) = \begin{cases} \exp \left(\begin{array}{l} -(0.4363)e_{144} + \ln(Y_{144}) - (0.9234)e_{132+l} \\ + (1.0005)\ln(Y_{132+l}) - (1.0005)\ln(Y_{131+l}) + (0.9239)e_{131+l} \end{array} \right) & \text{สำหรับ } l=1 \\ \exp \left(\begin{array}{l} \ln(\hat{Y}_{144})(l-1) - (0.9234)e_{132+l} \\ + (1.0005)\ln(Y_{132+l}) - (1.0005)\ln(Y_{131+l}) + (0.9239)e_{131+l} \end{array} \right) & \text{สำหรับ } l \geq 2 \end{cases}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการพยากรณ์ที่ได้จะนำมาพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูล 12 เดือนสุดท้าย (ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562) ซึ่งได้ค่า MAPE เท่ากับ 52.01% แสดงว่าค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 52.01% ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซลและค่าพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 สรุปผลวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลมูลค่าการส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

อนุกรมเวลา	วิธีการพยากรณ์	MSE	MAPE
มูลค่าการส่งออก เพชร	วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$	509,391	19.62%
มูลค่าการส่งออก พลอย	วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$	368,516	21.32%
มูลค่าการส่งออก น้ำมันก๊าด	วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$	904,532	80.01%
มูลค่าการส่งออก น้ำมันดีเซล	วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$	7,059,133	52.01%

จากตารางที่ 5.1 สรุปได้ว่า วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 19.62% วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 21.32% วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 80.01% และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ตัวแบบ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 52.01%

จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร และพลอย ที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลที่ชัดเจน และอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล ที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวของแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลไม่ชัดเจน ต่างก็ได้ผลลัพธ์เป็นวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จึงสรุปได้ว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาไม่ได้มีความสัมพันธ์กับวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(3,1,3) \times SARIMA(1,1,1)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกเพชร ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 19.62% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่าน้อยกว่า 20% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์มีความแม่นยำในระดับดี (Lewis, 1982) ดังนั้นจึงสามารถนำผลการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกเพชรในอนาคตได้

เนื่องจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(0,1,2) \times SARIMA(1,1,2)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกพลอย ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 21.32% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่าอยู่ระหว่าง 20%-50% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์มีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้ (Lewis, 1982) ดังนั้นจึงสามารถนำผลการพยากรณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้สำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกพลอยในอนาคตได้

เนื่องจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,1,3)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 80.01% และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $\exp(ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,1)_{12})$ เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ซึ่งมีค่า MAPE เท่ากับ 52.01% จะเห็นได้ว่า MAPE ให้ค่ามากกว่า 50% บ่งบอกได้ว่าค่าพยากรณ์อยู่ในระดับไม่แม่นยำ (Lewis, 1982) จึงได้ทำการค้นคว้าและพบว่าในปี 2562 การส่งออกของไทยนั้นมีการหดตัว เนื่องจากค่าเงินบาทและเศรษฐกิจโลกมีความผันผวน (ศุภชัยวิชัยศิริไทย, 2562) จึงส่งผลให้ค่าพยากรณ์ที่ได้ไม่แม่นยำ ดังนั้นจึงควรหาวิธีการพยากรณ์อื่นๆ เช่น การพยากรณ์ความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ เช่น การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ (Multiple Regression Analysis) เป็นต้น ซึ่งอาจจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดน้อยลง และอาจส่งผลให้ค่าพยากรณ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากขึ้น และเมื่อมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเข้ามา ควรทำการปรับปรุงตัวแบบเพื่อให้ได้ตัวแบบที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ทรงศิริ แต่สมบัติ. 2549. การพยากรณ์เชิงปริมาณ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- การค้าระหว่างประเทศของไทย. 2566. **สินค้าส่งออก** [Online]. Available: tradereport.moc.go.th/searchmenucom.aspx?ImExType=1. เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 ก.ย. 66
- พิราวรรณ หนูเสน, ประสิทธิ์ พยัคฆพงษ์ และธิดาพร ศุภภากร. 2558. การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการผลิตน้ำมันดิบในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ปีที่ 23, ฉบับที่ 3, หน้า 377-384.
- ชม ปานตา และยุภาวดี สำราญฤทธิ์. 2560. การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. ปีที่ 9, ฉบับที่ 10, หน้า 127-142.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2560. **ตัวแบบพยากรณ์ราคามังคุดคละ**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 19, ฉบับที่ 2, หน้า 31-42.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2561. การพยากรณ์มูลค่าส่งออกก๊าซธรรมชาติผ่านด่านศุลกากรในภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยทักษิณ. ปีที่ 26, ฉบับที่ 8, หน้า 1273-1284.
- บุญฤทธิ์ ชูประดิษฐ์ และเสาวภา ชัยพิทักษ์. 2561. **ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกมะม่วงรายเดือนของประเทศไทย**. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 26, ฉบับที่ 2, หน้า 74-85.
- สมฤดี พงษ์เสนา, กัญญา บวรโชคชัย และอรพรรณ รุ่งทอง. 2563. **ตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอัญมณี และเครื่องประดับของประเทศไทย**. วารสารการจัดการธุรกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา. ปีที่ 9, ฉบับที่ 2, หน้า 66-85.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2563. การพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกาแฟสำเร็จรูป. วารสารหน่วยวิจัย วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ปีที่ 11, ฉบับที่ 2, หน้า 238-251.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. 2563. **การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ราคามะม่วงเขียวเสวย**. วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. ปีที่ 12, ฉบับที่ 23, หน้า 52-62.
- ภททิศา เลิศจริยพร และณภัทรจันทร์ ด้านสวัสดิ์. 2564. การพยากรณ์ปริมาณความต้องการพลังงานระยะสั้นในประเทศไทย. วารสารวิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏไม่ว่ากรณีใดโดยอสังกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปีที่ 2, ฉบับที่ 1, หน้า 48-62. เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2563. **ส่งออกไทย ปี'62 หดตัว 2.65% ค่าเงินบาทและเศรษฐกิจโลกยังเป็นความเสี่ยงต่อการส่งออกไทยในปีนี้.** [Online]. Available:
<https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-econ/business/Pages/y3845.aspx>.
 เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มี.ค. 67

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

Hirotsugu Akaike. 1973. **Information theory and an extension of the maximum likelihood principle.** In B. N. Petrov & B. F. Csaki (Eds.), Second International Symposium on Information Theory, (pp. 267–281). Akademiai Kiado: Budapest.

Lewis, C.D. 1982. **Industrial and Business Forecasting Methods.** London Butterworth Scientific.

Box, G.E.P., Jenkins G.M., and Reinsel G.C. 1994. **Time series analysts forecasting and control.** New Jersey : Prentice Hall. Inc.

P. S. Kalekar. (2004). **Time series forecasting using Holt-Winters exponential smoothing.** Kanwal Rekhi School of Information Technology. pp. 1–13.

R. J. Hyndman and G. Athanasopoulos. 2014. **Forecasting Principles and Practice.** Melbourne: Otexts.

K. Suppalakpanya, R. Nikhom, A. Booranawong, and T. Booranawong. 2019. **An evaluation of Holt-Winters methods with different initial trend values for forecasting crude palm oil production and prices in Thailand.** Suranaree Journal of Science and Technology, vol. 26, no 1, pp. 13–22.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

- ตารางที่ ก.1 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกเพชร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562
- ตารางที่ ก.2 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกพลอย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562
- ตารางที่ ก.3 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562
- ตารางที่ ก.4 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกเพชร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

มูลค่า : ล้านบาท

ปี	เดือน											
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2550	2,163.20	2,609.80	3,005.60	2,111.50	2,738.50	2,721.70	2,579.70	2,626.80	3,653.80	3,117.70	2,900.60	2,548.60
2551	2,539.70	26,520.00	4,361.10	2,302.30	3,223.70	3,096.20	3,131.70	3,183.00	4,262.30	2,995.80	2,130.30	2,434.20
2552	1,678.60	1,873.50	2,560.10	1,613.40	1,977.90	2,319.20	2,214.20	2,120.80	3,572.90	2,446.40	2,886.90	2,598.00
2553	2,112.70	2,684.10	4,784.60	1,550.00	2,632.90	3,199.10	2,595.10	2,813.80	3,844.40	2,717.70	2,727.10	3,089.20
2554	1,857.70	2,696.90	5,174.10	2,681.60	3,423.70	4,153.30	3,976.20	3,132.40	6,710.90	3,478.30	3,361.40	3,396.10
2555	2,323.90	6,561.60	3,772.00	2,903.90	3,305.10	4,673.40	2,712.90	3,060.50	5,669.40	3,779.40	4,316.20	3,079.60
2556	3,647.30	2,687.30	6,215.80	3,049.80	3,938.70	4,951.30	4,227.20	3,691.60	6,250.10	3,558.40	4,438.10	4,038.30
2557	3,579.30	5,052.30	7,116.70	4,629.50	4,375.30	6,745.80	4,135.00	3,771.90	6,674.20	4,582.30	4,703.50	4,187.00
2558	4,576.70	5,779.00	4,777.40	3,951.00	3,945.40	6,491.50	4,604.90	4,322.40	7,233.80	5,132.20	5,487.10	3,642.30
2559	4,463.50	6,908.40	5,139.10	3,953.80	4,665.80	6,266.70	4,047.40	4,378.50	6,530.90	3,886.50	4,252.90	4,163.90
2560	3,785.70	6,950.10	4,608.10	3,205.30	4,592.90	5,630.50	3,924.30	3,154.10	6,411.80	3,209.00	3,950.20	3,658.60
2561	3,520.40	7,063.30	4,104.50	3,351.50	4,090.90	5,445.90	3,604.20	3,898.60	6,387.00	3,804.10	4,576.40	4,281.30
2562	3,477.80	5,459.80	3,628.80	2,882.10	5,230.90	4,584.80	3,765.90	3,263.90	5,487.40	2,941.80	3,735.70	2,808.10

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกพลอย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2562

มูลค่า : ล้านบาท

ปี	เดือน											
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2550	1,020.00	879.10	1,279.80	836.50	914.70	772.30	842.30	841.30	2,291.30	1,187.50	845.00	1,102.00
2551	1,672.40	773.40	2,907.10	1,118.10	1,218.70	1,524.20	1,069.60	1,266.20	2,809.50	1,354.30	681.90	671.90
2552	1,002.30	839.90	2,351.90	475.90	857.40	1,512.50	917.30	688.20	2,640.20	816.30	852.40	616.90
2553	1,061.80	512.90	2,882.80	656.00	867.60	1,546.00	750.00	795.00	3,025.00	978.20	1,085.50	850.30
2554	1,324.60	904.10	3,397.40	1,026.40	1,170.60	1,686.80	981.60	793.70	3,657.20	967.40	1,237.10	1,053.10
2555	1,194.20	3,129.90	1,505.30	805.20	1,340.60	2,045.50	958.10	826.80	5,669.40	3,779.40	4,316.20	3,079.60
2556	1,475.10	846.30	3,798.80	1,559.60	1,500.40	2,293.10	1,316.80	1,105.80	6,250.10	3,558.40	4,438.10	4,038.30
2557	1,572.40	1,814.20	4,530.90	1,707.30	2,194.30	3,076.80	1,755.60	1,157.20	6,674.20	4,582.30	4,703.50	4,187.00
2558	2,319.00	5,162.50	3,087.20	1,969.40	1,936.00	6,491.50	4,604.90	4,322.40	7,233.80	5,132.20	5,487.10	3,642.30
2559	2,985.80	7,259.90	3,152.20	1,456.40	2,263.00	6,266.70	4,047.40	4,378.50	6,530.90	3,886.50	4,252.90	4,163.90
2560	3,248.40	7,669.30	3,083.40	1,540.10	2,333.20	5,630.50	3,924.30	3,154.10	6,411.80	3,209.00	3,950.20	3,658.60
2561	2,892.10	6,877.40	2,726.60	1,973.70	2,342.50	5,445.90	3,604.20	3,898.60	6,387.00	3,804.10	4,576.40	4,281.30
2562	3,630.40	6,788.20	2,294.00	2,422.80	4,435.70	6,028.60	1,763.90	1,985.20	8,944.50	2,226.60	2,632.60	1,631.20

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2562

มูลค่า : ล้านบาท

ปี	เดือน											
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2550	1,723.60	753.20	149.90	1,053.40	866.00	458.20	931.00	635.90	169.70	1,006.10	1,421.40	1,915.80
2551	2,937.90	2,249.60	2,442.10	2,942.40	3,622.60	105.90	6,371.50	2,769.80	2,556.30	2,747.90	1,676.20	3,192.60
2552	1,933.40	632.20	560.00	1,199.10	2,426.40	1,558.50	3,679.60	2,847.40	1,545.80	2,701.70	1,965.40	2,818.00
2553	1,667.90	1,656.50	1,086.90	2,665.10	2,030.50	2,470.30	2,588.80	5,097.10	699.10	2,186.10	1,416.60	2,336.10
2554	1,004.20	84.80	1,686.30	2,061.90	2,573.10	1,899.20	1,632.40	2,599.10	4,334.90	1,527.20	3,665.80	4,424.30
2555	2,714.60	2,247.10	104.20	583.30	1,421.00	1,981.70	2,920.40	1,087.40	1,598.20	1,304.50	2,072.70	1,474.50
2556	1,557.20	2,456.80	3,090.30	2,374.60	1,950.20	785.00	3,836.80	3,614.70	3,928.50	5,249.90	4,122.90	4,122.30
2557	1,776.10	571.80	591.00	464.20	2,703.90	2,214.20	441.20	4,709.60	3,504.30	3,451.20	3,742.90	3,671.70
2558	2,908.60	1,097.60	1,716.00	1,539.70	2,134.40	1,552.60	2,282.70	2,033.50	1,954.80	2,055.40	1,297.70	1,104.20
2559	377.30	363.50	249.40	64.60	74.80	52.90	1,288.80	686.10	701.50	739.70	520.00	1,563.90
2560	985.50	398.70	346.20	542.10	822.60	551.30	857.70	1,559.60	1,189.80	1,053.60	1,534.10	933.00
2561	870.80	984.40	1,153.10	944.00	1,346.10	823.70	1,902.30	2,632.00	1,436.00	1,934.70	1,847.80	1,966.80
2562	2,152.70	1,300.10	1,120.80	867.40	1,117.70	1,161.50	1,434.20	1,184.40	1,109.70	299.50	514.70	784.40

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

มูลค่า : ล้านบาท

ปี	เดือน											
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
2550	3,284.30	3,671.90	3,637.90	3,879.70	5,083.20	5,697.30	5,378.40	6,961.00	9,559.80	10,896.70	13,405.80	10,507.90
2551	12,390.70	10,598.80	10,395.10	13,063.10	17,952.10	16,352.00	23,702.70	19,088.00	16,354.60	15,703.80	8,613.30	8,800.10
2552	8,179.60	5,661.00	5,833.30	10,407.90	10,476.00	11,278.30	12,086.70	15,037.30	11,940.20	12,977.40	10,893.30	14,071.60
2553	7,222.20	10,766.40	8,933.80	11,584.20	13,038.10	12,524.90	14,922.50	12,704.40	15,931.60	15,120.30	13,638.90	12,386.50
2554	12,032.50	7,706.10	14,939.30	12,526.30	21,120.70	14,862.20	17,649.90	24,831.50	25,115.80	12,661.30	13,632.70	15,864.70
2555	9,360.40	12,735.60	10,454.70	8,982.30	15,173.40	10,157.50	11,515.60	10,522.20	14,087.40	11,935.10	13,583.30	9,261.10
2556	8,281.90	7,611.90	9,461.10	6,691.00	5,686.50	7,188.20	7,099.10	17,424.20	12,213.20	14,236.80	13,578.80	12,984.80
2557	8,827.60	4,811.50	4,770.90	7,606.60	6,617.30	6,465.30	6,592.90	13,224.20	13,230.50	9,925.10	6,869.80	9,299.00
2558	7,823.10	5,455.90	6,094.80	6,132.70	7,501.50	12,081.20	10,747.10	7,959.70	8,667.10	9,682.90	8,368.00	6,536.10
2559	4,495.80	3,218.00	3,624.90	3,399.60	6,961.20	5,902.00	6,508.60	6,494.70	5,021.20	6,423.70	7,644.90	7,414.10
2560	5,717.80	4,030.70	4,359.50	3,707.10	5,921.20	6,386.50	6,281.80	8,001.60	10,951.10	8,804.40	8,873.90	8,736.20
2561	7,906.20	6,246.30	5,816.30	6,301.50	7,906.60	6,654.00	9,212.90	9,688.60	10,435.50	12,712.80	12,557.90	8,654.20
2562	7,086.50	6,366.50	6,694.90	6,759.40	6,548.80	5,261.30	6,515.40	4,289.80	5,924.50	8,925.50	6,500.60	6,738.40

ภาคผนวก ข

- ตารางที่ ข.1 ค่าวิกฤตของการทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง
- ตารางที่ ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกเพชร
- ตารางที่ ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกพลอย
- ตารางที่ ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด
- ตารางที่ ข.5 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าวิกฤตของการทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง

Significance Level α	a_α	b_0	b_1
0.2	0.5091	-0.7560	-0.3900
0.1	0.6305	-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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกเพชร

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
1	2,163.2	1550.0	-1.2727	0.0419	0.9937	-8.2454
2	2,609.8	1613.4	-0.9407	0.0463	0.9920	-23.7110
3	3,005.6	1678.6	-0.6464	0.0512	0.9911	-38.4752
4	2,111.5	1857.7	-1.3112	0.0668	0.9889	-50.4341
5	2,738.5	1873.5	-0.8450	0.0684	0.9879	-63.9097
6	2,721.7	1977.9	-0.8575	0.0792	0.9836	-73.1063
7	2,579.7	2111.5	-0.9630	0.0949	0.9825	-83.2097
8	2,626.8	2112.7	-0.9280	0.0951	0.9813	-94.9815
9	3,653.8	2120.8	-0.1645	0.0961	0.9771	-104.0366
10	3,117.7	2130.3	-0.5630	0.0973	0.9758	-115.0147
11	2,900.6	2163.2	-0.7245	0.1016	0.9741	-124.7804
12	2,548.6	2214.2	-0.9862	0.1085	0.9704	-132.0208
13	2,539.7	2302.3	-0.9928	0.1211	0.9691	-139.6907
14	2,652.0	2319.2	-0.9093	0.1237	0.9623	-144.9489
15	4,361.1	2323.9	0.3614	0.1244	0.9613	-154.7408
16	2,302.3	2434.2	-1.1693	0.1420	0.9591	-159.6002
17	3,223.7	2446.4	-0.4842	0.1441	0.9216	-147.9303
18	3,096.2	2539.7	-0.5790	0.1604	0.9089	-147.9116
19	3,131.7	2548.6	-0.5526	0.1620	0.9041	-154.0804
20	3,183.0	2560.1	-0.5145	0.1641	0.8847	-154.7101
21	4,262.3	2579.7	0.2880	0.1678	0.8786	-159.6447
22	2,995.8	2595.1	-0.6537	0.1707	0.8329	-152.9759
23	2,130.3	2598	-1.2972	0.1712	0.8264	-158.2050
24	2,434.2	2609.8	-1.0712	0.1734	0.8250	-164.2699
25	1,678.6	2626.8	-1.6330	0.1767	0.8093	-166.1283
26	1,873.5	2632.9	-1.4881	0.1779	0.7882	-167.2204
27	2,560.1	2652.0	-0.9776	0.1816	0.7506	-164.0104
28	1,613.4	2681.6	-1.6815	0.1875	0.7489	-168.0773
29	1,977.9	2684.1	-1.4105	0.1880	0.7310	-170.1297
30	2,319.2	2687.3	-1.1567	0.1886	0.7236	-174.2890

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร หรือใช้ในการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออกเพชร (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
31	2,214.2	2696.9	-1.2348	0.1905	0.7217	-179.1582
32	2,120.8	2712.9	-1.3042	0.1938	0.7126	-181.9330
33	3,572.9	2717.7	-0.2246	0.1948	0.7071	-186.1598
34	2,446.4	2721.7	-1.0622	0.1956	0.7063	-191.4191
35	2,886.9	2727.1	-0.7346	0.1967	0.7032	-196.0226
36	2,598.0	2738.5	-0.9494	0.1991	0.7005	-200.2077
37	2,112.7	2813.8	-1.3103	0.2151	0.6991	-199.8528
38	2,684.1	2886.9	-0.8854	0.2313	0.6990	-199.8553
39	4,784.6	2900.6	0.6763	0.2344	0.6691	-196.8759
40	1,550.0	2903.9	-1.7286	0.2351	0.6623	-200.1115
41	2,632.9	2995.8	-0.9235	0.2567	0.6459	-194.2592
42	3,199.1	3005.6	-0.5025	0.2590	0.6450	-198.0909
43	2,595.1	3049.8	-0.9516	0.2698	0.6411	-198.4697
44	2,813.8	3060.5	-0.7890	0.2724	0.6303	-199.7124
45	3,844.4	3079.6	-0.0228	0.2771	0.6286	-202.3511
46	2,717.7	3089.2	-0.8604	0.2795	0.6187	-203.7333
47	2,727.1	3096.2	-0.8535	0.2813	0.6133	-206.3227
48	3,089.2	3117.7	-0.5842	0.2867	0.6106	-208.2918
49	1,857.7	3131.7	-1.4999	0.2903	0.6033	-209.6686
50	2,696.9	3132.4	-0.8759	0.2904	0.5917	-211.0860
51	5,174.1	3154.1	0.9659	0.2960	0.5850	-211.7984
52	2,681.6	3183	-0.8873	0.3035	0.5820	-212.6656
53	3,423.7	3199.1	-0.3355	0.3076	0.5766	-214.0251
54	4,153.3	3205.3	0.2069	0.3093	0.5677	-215.3133
55	3,976.2	3209	0.0752	0.3102	0.5638	-217.9977
56	3,132.4	3223.7	-0.5521	0.3141	0.5510	-217.4202
57	6,710.9	3305.1	2.1085	0.3359	0.5483	-213.0909
58	3,478.3	3351.5	-0.2949	0.3486	0.5300	-208.0295
59	3,361.4	3361.4	-0.3819	0.3513	0.5234	-209.0972
60	3,396.1	3396.1	-0.3561	0.3609	0.5225	-209.2514

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ตารางที่ ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอรัสน์-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกเพชร (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
61	2,323.9	3423.7	-1.1532	0.3686	0.5223	-210.1500
62	6,561.6	3478.3	1.9975	0.3840	0.5209	-208.2209
63	3,772.0	3520.4	-0.0766	0.3960	0.5189	-207.2406
64	2,903.9	3558.4	-0.7220	0.4070	0.5146	-205.9788
65	3,305.1	3572.9	-0.4237	0.4111	0.5070	-205.8922
66	4,673.4	3579.3	0.5936	0.4130	0.5034	-207.5454
67	2,712.9	3604.2	-0.8640	0.4202	0.4909	-205.1050
68	3,060.5	3642.3	-0.6056	0.4313	0.4790	-201.5373
69	5,669.4	3647.3	1.3341	0.4328	0.4735	-202.6345
70	3,779.4	3653.8	-0.0711	0.4347	0.4717	-204.4920
71	4,316.2	3658.6	0.3280	0.4361	0.4695	-206.3964
72	3,079.6	3691.6	-0.5914	0.4458	0.4694	-206.1764
73	3,647.3	3771.9	-0.1693	0.4694	0.4458	-195.2236
74	2,687.3	3772	-0.8830	0.4695	0.4361	-195.3617
75	6,215.8	3779.4	1.7404	0.4717	0.4347	-196.9558
76	3,049.8	3785.7	-0.6135	0.4735	0.4328	-198.4969
77	3,938.7	3804.1	0.0474	0.4790	0.4313	-198.9820
78	4,951.3	3844.4	0.8002	0.4909	0.4202	-194.7678
79	4,227.2	3886.5	0.2619	0.5034	0.4130	-191.3936
80	3,691.6	3898.6	-0.1364	0.5070	0.4111	-192.2015
81	6,250.1	3924.3	1.7659	0.5146	0.4070	-191.0762
82	3,558.4	3938.7	-0.2354	0.5189	0.3960	-189.1282
83	4,438.1	3945.4	0.4187	0.5209	0.3840	-187.5702
84	4,038.3	3950.2	0.1214	0.5223	0.3686	-185.2624
85	3,579.3	3951	-0.2199	0.5225	0.3609	-185.3530
86	5,052.3	3953.8	0.8753	0.5234	0.3513	-184.7219
87	7,116.7	3976.2	2.4102	0.5300	0.3486	-183.9794
88	4,629.5	4038.3	0.5610	0.5483	0.3359	-176.7852
89	4,375.3	4047.4	0.3720	0.5510	0.3141	-172.2322
90	6,745.8	4090.9	2.1344	0.5638	0.3102	-169.0712

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ที่จัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เผยแพร่ในทางอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร หรือใช้เพื่อการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ตารางที่ ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอรัสน์-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกเพชร (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
91	4,135.0	4104.5	0.1933	0.5677	0.3093	-169.4329
92	3,771.9	4135	-0.0767	0.5766	0.3076	-168.0298
93	6,674.2	4153.3	2.0812	0.5820	0.3035	-167.0493
94	4,582.3	4163.9	0.5259	0.5850	0.2960	-165.8757
95	4,703.5	4187	0.6160	0.5917	0.2904	-164.0187
96	4,187.0	4227.2	0.2320	0.6033	0.2903	-162.0092
97	4,576.7	4252.9	0.5217	0.6106	0.2867	-160.4053
98	5,779.0	4262.3	1.4156	0.6133	0.2813	-159.7388
99	4,777.4	4281.3	0.6709	0.6187	0.2795	-159.1717
100	3,951.0	4316.2	0.0565	0.6286	0.2771	-156.9838
101	3,945.4	4322.4	0.0523	0.6303	0.2724	-156.6927
102	6,491.5	4361.1	1.9454	0.6411	0.2698	-154.0665
103	4,604.9	4375.3	0.5427	0.6450	0.2590	-151.3331
104	4,322.4	4378.5	0.3326	0.6459	0.2567	-151.8692
105	7,233.8	4438.1	2.4972	0.6623	0.2351	-142.1521
106	5,132.2	4463.5	0.9347	0.6691	0.2344	-141.1258
107	5,487.1	4576.4	1.1986	0.6990	0.2313	-132.3048
108	3,642.3	4576.7	-0.1730	0.6991	0.2151	-129.0338
109	4,463.5	4582.3	0.4375	0.7005	0.1991	-125.4073
110	6,908.4	4592.9	2.2553	0.7032	0.1967	-125.0668
111	5,139.1	4604.9	0.9399	0.7063	0.1956	-124.9380
112	3,953.8	4608.1	0.0586	0.7071	0.1948	-125.5830
113	4,665.8	4629.5	0.5880	0.7126	0.1938	-124.7085
114	6,266.7	4665.8	1.7782	0.7217	0.1905	-122.0140
115	4,047.4	4673.4	0.1282	0.7236	0.1886	-121.9425
116	4,378.5	4703.5	0.3743	0.7310	0.1880	-120.4632
117	6,530.9	4777.4	1.9746	0.7489	0.1875	-115.7513
118	3,886.5	4784.6	0.0086	0.7506	0.1816	-114.5212
119	4,252.9	4951.3	0.2810	0.7882	0.1779	-102.8235
120	4,163.9	5052.3	0.2148	0.8093	0.1767	-97.0380

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อพัฒนาคนรุ่นใหม่ มีอนุญาตให้นำไปใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในกรณีใดๆ ก็ตามโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารนี้ การนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออกเพชร (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
121	3,785.7	5132.2	-0.0664	0.8250	0.1734	-92.2572
122	6,950.1	5139.1	2.2863	0.8264	0.1712	-91.9772
123	4,608.1	5174.1	0.5451	0.8329	0.1707	-90.6254
124	3,205.3	5445.9	-0.4979	0.8786	0.1678	-77.3298
125	4,592.9	5487.1	0.5338	0.8847	0.1641	-75.1582
126	5,630.5	5630.5	1.3052	0.9041	0.1620	-69.6763
127	3,924.3	5669.4	0.0367	0.9089	0.1604	-68.3953
128	3,154.1	5779	-0.5360	0.9216	0.1441	-60.5047
129	6,411.8	6215.8	1.8861	0.9591	0.1420	-50.1014
130	3,209.0	6250.1	-0.4952	0.9613	0.1244	-44.6339
131	3,950.2	6266.7	0.0559	0.9623	0.1237	-44.4874
132	3,658.6	6387	-0.1609	0.9691	0.1211	-42.2181
133	3,520.4	6411.8	-0.2636	0.9704	0.1085	-38.3949
134	7,063.3	6491.5	2.3705	0.9741	0.1016	-35.5916
135	4,104.5	6530.9	0.1706	0.9758	0.0973	-34.1091
136	3,351.5	6561.6	-0.3892	0.9771	0.0961	-33.6482
137	4090.9	6674.2	0.1605	0.9813	0.0951	-32.4230
138	5,445.9	6710.9	1.1680	0.9825	0.0949	-32.2748
139	3,604.2	6745.8	-0.2013	0.9836	0.0792	-27.4371
140	3,898.6	6908.4	0.0175	0.9879	0.0684	-23.1404
141	6,387.0	6950.1	1.8677	0.9889	0.0668	-22.5767
142	3,804.1	7063.3	-0.0527	0.9911	0.0512	-17.4086
143	4,576.4	7116.7	0.5215	0.9920	0.0463	-15.8021
144	4,281.3	7233.8	0.3021	0.9937	0.0419	-14.0976
รวม						-21,058.5115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออกพลอย

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
1	1,020.0	475.9	-0.6623	0.1586	0.9999	-10.8252
2	879.1	512.9	-0.7498	0.1643	0.9998	-30.8987
3	1,279.8	616.9	-0.5011	0.1807	0.9997	-49.7323
4	836.5	656	-0.7762	0.1872	0.9994	-63.3651
5	914.7	671.9	-0.7277	0.1899	0.9993	-80.8434
6	772.3	681.9	-0.8161	0.1916	0.9985	-89.9121
7	842.3	688.2	-0.7726	0.1926	0.9976	-99.8494
8	841.3	750	-0.7732	0.2033	0.9916	-95.5517
9	2,291.3	772.3	0.1268	0.2072	0.9719	-87.4643
10	1,187.5	773.4	-0.5583	0.2074	0.9606	-91.3444
11	845.0	793.7	-0.7709	0.2110	0.9394	-91.5429
12	1,102.0	795	-0.6114	0.2113	0.9386	-99.9337
13	1,672.4	805.2	-0.2574	0.2131	0.9354	-107.1239
14	773.4	816.3	-0.8154	0.2151	0.9352	-115.3784
15	2,907.1	826.8	0.5091	0.2170	0.9131	-115.1629
16	1,118.1	836.5	-0.6014	0.2188	0.8560	-107.1851
17	1,218.7	839.9	-0.5390	0.2194	0.8351	-109.5392
18	1,524.2	841.3	-0.3493	0.2197	0.8316	-115.4008
19	1,069.6	842.3	-0.6315	0.2199	0.8248	-120.4826
20	1,266.2	845	-0.5095	0.2204	0.7920	-120.2257
21	2,809.5	846.3	0.4485	0.2206	0.7645	-121.2575
22	1,354.3	850.3	-0.4548	0.2213	0.7458	-123.7329
23	681.9	852.4	-0.8722	0.2217	0.7413	-128.6269
24	671.9	857.4	-0.8784	0.2227	0.7327	-132.6027
25	1,002.3	867.6	-0.6733	0.2245	0.7319	-137.6886
26	839.9	879.1	-0.7741	0.2267	0.7305	-142.5674
27	2,351.9	904.1	0.1644	0.2314	0.7198	-145.0019
28	475.9	914.7	-1.0001	0.2334	0.7115	-148.4019
29	857.4	917.3	-0.7633	0.2339	0.6992	-151.2963
30	1,512.5	958.1	-0.3566	0.2417	0.6946	-153.7665

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อให้นักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าผิดลิขสิทธิ์หากมีใครได้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารนี้

ตารางที่ ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออกพลอย (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
31	917.3	967.4	-0.7261	0.2435	0.6914	-157.8795
32	688.2	971.5	-0.8683	0.2443	0.6914	-162.8452
33	2,640.2	978.2	0.3434	0.2456	0.6893	-167.2408
34	816.3	981.6	-0.7888	0.2463	0.6731	-168.7909
35	852.4	1002.3	-0.7664	0.2504	0.6543	-168.8462
36	616.9	1017.3	-0.9125	0.2533	0.6474	-171.4875
37	1,061.8	1020	-0.6364	0.2539	0.6343	-173.5177
38	512.9	1026.4	-0.9771	0.2552	0.6272	-176.4355
39	2,882.8	1053.1	0.4940	0.2605	0.6161	-177.2938
40	656.0	1054.2	-0.8883	0.2607	0.5653	-172.0126
41	867.6	1061.8	-0.7569	0.2623	0.5630	-175.4649
42	1,546.0	1069.6	-0.3358	0.2638	0.5607	-178.8679
43	750.0	1085.5	-0.8299	0.2671	0.5573	-181.4716
44	795.0	1091.8	-0.8020	0.2684	0.5509	-184.0833
45	3,025.0	1102	0.5822	0.2705	0.5505	-187.5367
46	978.2	1105.8	-0.6883	0.2712	0.5435	-190.0905
47	1,085.5	1118.1	-0.6217	0.2738	0.5415	-193.0024
48	850.3	1157.2	-0.7677	0.2819	0.5266	-191.3164
49	1,324.6	1170.6	-0.4732	0.2847	0.5224	-193.5430
50	904.1	1187.5	-0.7343	0.2883	0.4946	-190.6938
51	3,397.4	1194.2	0.8134	0.2897	0.4897	-193.0745
52	1,026.4	1203.7	-0.6583	0.2917	0.4720	-192.6582
53	1,170.6	1205.6	-0.5688	0.2922	0.4709	-196.0425
54	1,686.8	1218.7	-0.2484	0.2949	0.4627	-197.1023
55	981.6	1237.1	-0.6862	0.2989	0.4564	-198.0685
56	793.7	1252.7	-0.8028	0.3023	0.4519	-199.5380
57	3,657.2	1254.8	0.9747	0.3027	0.4345	-199.4513
58	967.40	1266.2	-0.6950	0.3052	0.4328	-201.6830
59	1,237.1	1279.8	-0.5276	0.3082	0.4224	-201.9440
60	1,053.1	1316.8	-0.6418	0.3163	0.4185	-201.4959

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้าหรือการนำออกไปใช้
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าของเอกสารที่มหาวิทยาลัยสุโขทัย

ตารางที่ ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกพลอย (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
61	1,194.2	1324.6	-0.5542	0.3180	0.4068	-201.8194
62	3,129.9	1340.6	0.6474	0.3216	0.4051	-203.4208
63	1,505.3	1354.3	-0.3611	0.3246	0.4019	-204.8873
64	805.2	1359.2	-0.7957	0.3257	0.3985	-207.0066
65	1,340.6	1359.2	-0.4633	0.3257	0.3747	-205.2711
66	2,045.5	1416.8	-0.0258	0.3387	0.3717	-202.7051
67	958.1	1431.8	-0.7007	0.3421	0.3685	-203.7932
68	826.8	1456.4	-0.7822	0.3477	0.3671	-204.3612
69	3,591.1	1475.1	0.9336	0.3520	0.3634	-204.9046
70	971.50	1476.1	-0.6924	0.3523	0.3623	-207.5713
71	1,476.1	1494	-0.3792	0.3564	0.3607	-208.5483
72	1,091.8	1500.4	-0.6178	0.3579	0.3590	-210.5395
73	1,475.1	1505.3	-0.3798	0.3590	0.3579	-212.7677
74	846.3	1512.5	-0.7701	0.3607	0.3564	-214.6806
75	3,798.8	1519.6	1.0626	0.3623	0.3523	-215.9669
76	1,559.6	1524.2	-0.3274	0.3634	0.3520	-218.3663
77	1,500.4	1540.1	-0.3641	0.3671	0.3477	-218.6926
78	2,293.1	1546	0.1279	0.3685	0.3421	-219.6386
79	1,316.8	1559.6	-0.4781	0.3717	0.3387	-220.3080
80	1,105.8	1572.4	-0.6091	0.3747	0.3257	-218.7417
81	4,529.0	1672.4	1.5158	0.3985	0.3257	-211.5982
82	1,699.9	1686.8	-0.2403	0.4019	0.3246	-212.5555
83	1,771.7	1699.9	-0.1957	0.4051	0.3216	-213.1316
84	1,017.3	1707.3	-0.6640	0.4068	0.3180	-214.1105
85	1,572.4	1755.6	-0.3194	0.4185	0.3163	-211.4672
86	1,814.2	1771.7	-0.1693	0.4224	0.3082	-210.3598
87	4,530.9	1814.2	1.5170	0.4328	0.3052	-207.8926
88	1,707.3	1821.5	-0.2357	0.4345	0.3027	-208.9544
89	2,194.3	1892.1	0.0666	0.4519	0.3023	-204.3154
90	3,076.8	1910.5	0.6144	0.4564	0.2989	-203.9774

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้หรือเผยแพร่ในทางอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ตารางที่ ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออกพลอย (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
91	1,755.6	1936	-0.2057	0.4627	0.2949	-202.7644
92	1,157.2	1969.4	-0.5772	0.4709	0.2922	-201.0484
93	5,937.5	1973.7	2.3901	0.4720	0.2917	-202.7230
94	2,065.3	2045.5	-0.0135	0.4897	0.2897	-197.4748
95	2,562.7	2065.3	0.2953	0.4946	0.2883	-197.3265
96	1,054.2	2177.7	-0.6411	0.5224	0.2847	-188.0065
97	2,319.0	2194.3	0.1440	0.5266	0.2819	-187.7070
98	5,162.5	2255	1.9091	0.5415	0.2738	-181.9857
99	3,087.2	2263	0.6209	0.5435	0.2712	-182.4502
100	1,969.4	2291.3	-0.0730	0.5505	0.2705	-181.5573
101	1,936.0	2293.1	-0.0937	0.5509	0.2684	-182.6453
102	4,278.5	2319	1.3603	0.5573	0.2671	-181.7775
103	2,255.0	2333.2	0.1043	0.5607	0.2638	-181.3899
104	1,359.2	2342.5	-0.4518	0.5630	0.2623	-181.8775
105	6,631.0	2351.9	2.8206	0.5653	0.2607	-182.3493
106	1,892.1	2562.7	-0.1210	0.6161	0.2605	-165.8718
107	2,928.3	2609.5	0.5222	0.6272	0.2552	-162.1229
108	1,252.7	2640.2	-0.5179	0.6343	0.2539	-160.8267
109	2,985.8	2696.3	0.5579	0.6474	0.2533	-157.7591
110	7,259.9	2726.6	3.2110	0.6543	0.2504	-156.0015
111	3,152.2	2809.5	0.6612	0.6731	0.2463	-149.9787
112	1,456.4	2882.8	-0.3914	0.6893	0.2456	-145.8218
113	2,263.0	2892.1	0.1092	0.6914	0.2443	-146.0766
114	4,583.7	2892.2	1.5498	0.6914	0.2435	-147.1283
115	1,431.8	2907.1	-0.4067	0.6946	0.2417	-146.8051
116	1,203.7	2928.3	-0.5483	0.6992	0.2339	-144.1897
117	7,285.5	2985.8	3.2269	0.7115	0.2334	-141.2227
118	1,821.5	3025	-0.1648	0.7198	0.2314	-139.1103
119	2,696.3	3076.8	0.3782	0.7305	0.2267	-135.3438
120	1,359.2	3083.4	-0.4518	0.7319	0.2245	-135.3824

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ตารางที่ ข.3 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออกพลอย (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
121	3,248.4	3087.2	0.7209	0.7327	0.2227	-135.6724
122	7,669.3	3129.9	3.4651	0.7413	0.2217	-133.6580
123	3,083.4	3152.2	0.6185	0.7458	0.2213	-133.1671
124	1,540.1	3248.4	-0.3395	0.7645	0.2206	-127.8836
125	2,333.2	3397.4	0.1528	0.7920	0.2204	-120.0473
126	4,919.1	3591.1	1.7580	0.8248	0.2199	-110.6822
127	1,910.5	3634.6	-0.1096	0.8316	0.2197	-109.4032
128	1,254.8	3657.2	-0.5166	0.8351	0.2194	-109.1118
129	7,779.9	3798.8	3.5338	0.8560	0.2188	-103.4182
130	2,177.7	4278.5	0.0563	0.9131	0.2170	-86.9036
131	3,634.6	4529	0.9606	0.9352	0.2151	-80.7026
132	1,205.6	4530.9	-0.5471	0.9354	0.2131	-80.6070
133	2,892.1	4573	0.4998	0.9386	0.2113	-79.6878
134	6,877.4	4583.7	2.9736	0.9394	0.2110	-79.9823
135	2,726.6	4919.1	0.3970	0.9606	0.2074	-73.3396
136	1,973.7	5162.5	-0.0703	0.9719	0.2072	-70.6632
137	2,342.5	5937.5	0.1586	0.9916	0.2033	-64.3527
138	4,573.0	6631	1.5431	0.9976	0.1926	-59.4992
139	1,416.8	6877.4	-0.4160	0.9985	0.1916	-59.3090
140	1,519.6	7259.9	-0.3522	0.9993	0.1899	-58.9288
141	7,985.6	7285.5	3.6615	0.9994	0.1872	-58.4182
142	2,609.5	7669.3	0.3243	0.9997	0.1807	-56.4930
143	2,892.2	7779.9	0.4998	0.9998	0.1643	-51.1985
144	1,494.0	7985.6	-0.3681	0.9999	0.1586	-49.6112
รวม						-22,192.0016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
1	1,723.6	52.9	-0.0870	0.0712	0.9999	-11.9793
2	753.2	64.6	-0.8884	0.0726	0.9976	-26.0108
3	149.9	74.8	-1.3865	0.0737	0.9965	-41.3392
4	1,053.4	84.8	-0.6405	0.0749	0.9913	-51.3635
5	866.0	104.2	-0.7952	0.0772	0.9839	-60.2413
6	458.2	105.9	-1.1320	0.0774	0.9807	-71.5955
7	931.0	149.9	-0.7415	0.0828	0.9709	-78.3708
8	635.9	169.7	-0.9852	0.0853	0.9709	-89.9607
9	169.7	249.4	-1.3702	0.0961	0.9585	-93.9292
10	1,006.1	346.2	-0.6795	0.1104	0.9513	-99.3048
11	1,421.4	363.5	-0.3366	0.1131	0.9430	-105.9246
12	1,915.8	377.3	0.0717	0.1153	0.9368	-113.1830
13	2,937.9	398.7	0.9157	0.1188	0.9359	-121.9635
14	2,249.6	441.2	0.3473	0.1259	0.9353	-129.8927
15	2,442.1	458.2	0.5063	0.1288	0.9307	-136.8431
16	2,942.4	464.2	0.9194	0.1299	0.9298	-145.6420
17	3,622.6	520	1.4811	0.1399	0.9167	-146.9402
18	105.9	542.1	-1.4229	0.1440	0.9098	-152.0389
19	6,371.5	551.3	3.7510	0.1457	0.8699	-146.7363
20	2,769.8	560	0.7769	0.1473	0.8512	-148.9819
21	2,556.3	571.8	0.6006	0.1496	0.8211	-148.4399
22	2,747.9	583.3	0.7588	0.1518	0.8201	-154.8139
23	1,676.2	591	-0.1262	0.1533	0.8163	-160.6279
24	3,192.6	632.2	1.1260	0.1615	0.8137	-164.6607
25	1,933.4	635.9	0.0862	0.1623	0.7998	-167.9267
26	632.2	686.1	-0.9883	0.1726	0.7929	-169.8957
27	560.0	699.1	-1.0479	0.1754	0.7814	-172.8392
28	1,199.1	701.5	-0.5201	0.1759	0.7760	-177.8658
29	2,426.4	739.7	0.4933	0.1842	0.7677	-179.6359
30	1,558.5	753.2	-0.2234	0.1872	0.7650	-184.3077

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าหน้าที่ของเอกสารนี้ที่สำนักงานไปใช้

ตารางที่ ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออก
น้ำมันก๊าด (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
31	3,679.6	785	1.5282	0.1943	0.7644	-188.1262
32	2,847.4	822.6	0.8410	0.2030	0.7550	-189.0834
33	1,545.8	823.7	-0.2339	0.2032	0.7464	-192.7425
34	2,701.7	857.7	0.7206	0.2113	0.7376	-193.7980
35	1,965.4	866	0.1126	0.2132	0.7348	-198.2099
36	2,818.0	870.8	0.8167	0.2144	0.7305	-202.4389
37	1,667.9	931	-0.1330	0.2292	0.7259	-202.0374
38	1,656.5	933	-0.1424	0.2297	0.7018	-201.0758
39	1,086.9	944	-0.6128	0.2325	0.6979	-204.5218
40	2,665.1	984.4	0.6904	0.2428	0.6937	-205.3016
41	2,030.5	985.5	0.1664	0.2430	0.6891	-209.2062
42	2,470.3	1004.2	0.5296	0.2479	0.6738	-208.7502
43	2,588.8	1006.1	0.6274	0.2484	0.6623	-210.6549
44	5,097.1	1053.4	2.6987	0.2609	0.6460	-207.2383
45	699.1	1053.6	-0.9330	0.2610	0.6358	-209.4517
46	2,186.1	1086.9	0.2949	0.2700	0.6350	-210.8747
47	1,416.6	1087.4	-0.3405	0.2701	0.6248	-212.8844
48	2,336.1	1097.6	0.4187	0.2729	0.6160	-214.2751
49	1,004.2	1104.2	-0.6811	0.2747	0.5996	-214.0858
50	84.8	1153.1	-1.4403	0.2884	0.5797	-208.9276
51	1,686.3	1189.8	-0.1178	0.2988	0.5763	-208.7237
52	2,061.9	1199.1	0.1923	0.3015	0.5742	-211.4304
53	2,573.1	1288.8	0.6145	0.3278	0.5671	-205.0203
54	1,899.2	1297.7	0.0580	0.3304	0.5661	-207.8205
55	1,632.4	1304.5	-0.1623	0.3325	0.5502	-207.1115
56	2,599.1	1346.1	0.6359	0.3450	0.5453	-205.5968
57	4,334.9	1416.6	2.0693	0.3667	0.5448	-202.2987
58	1,527.2	1421	-0.2492	0.3681	0.5414	-204.5770
59	3,665.8	1421.4	1.5168	0.3682	0.5399	-207.7113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้กฎหมายที่ห้ามมิให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าโดยวิธีใดก็ตาม หากมีผู้ใดฝ่าฝืนให้ดำเนินการตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องของเอกสารนี้เพื่อเป็นการนำไปได้

ตารางที่ ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออก
น้ำมันก๊าด (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
60	4,424.3	1436	2.1431	0.3728	0.5348	-208.4917
61	2,714.6	1474.5	0.7313	0.3849	0.5344	-208.0219
62	2,247.1	1527.2	0.3453	0.4016	0.5286	-204.7078
63	104.2	1534.1	-1.4243	0.4038	0.5241	-206.1808
64	583.3	1539.7	-1.0287	0.4056	0.5231	-208.6456
65	1,421.0	1545.8	-0.3369	0.4075	0.5062	-206.8137
66	1,981.7	1552.6	0.1261	0.4097	0.4826	-203.2014
67	2,920.4	1557.2	0.9012	0.4112	0.4653	-201.4617
68	1,087.4	1558.5	-0.6124	0.4116	0.4628	-203.7260
69	1,598.2	1559.6	-0.1906	0.4120	0.4531	-204.1674
70	1,304.5	1563.9	-0.4331	0.4134	0.4498	-205.8454
71	2,072.7	1598.2	0.2012	0.4244	0.4471	-204.3895
72	1,474.5	1632.4	-0.2927	0.4355	0.4434	-202.6405
73	1,557.2	1656.5	-0.2244	0.4434	0.4355	-200.8552
74	2,456.8	1667.9	0.5184	0.4471	0.4244	-199.5368
75	3,090.3	1676.2	1.0415	0.4498	0.4134	-198.5135
76	2,374.6	1686.3	0.4505	0.4531	0.4120	-199.7180
77	1,950.2	1716	0.1001	0.4628	0.4116	-199.0207
78	785.0	1723.6	-0.8621	0.4653	0.4112	-200.6794
79	3,836.8	1776.1	1.6580	0.4826	0.4097	-197.1584
80	3,614.7	1847.8	1.4746	0.5062	0.4075	-191.4874
81	3,928.5	1899.2	1.7337	0.5231	0.4056	-188.0722
82	5,249.9	1902.3	2.8249	0.5241	0.4038	-189.6005
83	4,122.9	1915.8	1.8942	0.5286	0.4016	-189.9266
84	4,122.3	1933.4	1.8937	0.5344	0.3849	-185.8066
85	1,776.1	1934.7	-0.0437	0.5348	0.3728	-184.6068
86	571.8	1950.2	-1.0382	0.5399	0.3682	-183.9366
87	591.0	1954.8	-1.0223	0.5414	0.3681	-185.5714
88	464.2	1965.4	-1.1270	0.5448	0.3667	-186.2194

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อให้นักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยสุโขทัยศึกษาและใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาเอกสารโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารผู้จัดทำเอกสารนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออก
น้ำมันก๊าด (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
89	2,703.9	1966.8	0.7225	0.5453	0.3450	-182.2384
90	2,214.2	1981.7	0.3181	0.5502	0.3325	-179.3027
91	441.2	2030.5	-1.1460	0.5661	0.3304	-175.5964
92	4,709.6	2033.5	2.3787	0.5671	0.3278	-176.4968
93	3,504.3	2055.4	1.3834	0.5742	0.3015	-169.0260
94	3,451.2	2061.9	1.3396	0.5763	0.2988	-169.4559
95	3,742.9	2072.7	1.5804	0.5797	0.2884	-167.3359
96	3,671.7	2134.4	1.5216	0.5996	0.2747	-159.0665
97	2,908.6	2186.1	0.8915	0.6160	0.2729	-155.0399
98	1,097.6	2214.2	-0.6040	0.6248	0.2701	-153.1227
99	1,716.0	2247.1	-0.0933	0.6350	0.2700	-151.4482
100	1,539.7	2249.6	-0.2389	0.6358	0.2610	-150.3004
101	2,134.4	2282.7	0.2522	0.6460	0.2609	-148.5924
102	1,552.6	2336.1	-0.2282	0.6623	0.2484	-141.6117
103	2,282.7	2374.6	0.3746	0.6738	0.2479	-139.3305
104	2,033.5	2426.4	0.1689	0.6891	0.2430	-134.7195
105	1,954.8	2442.1	0.1039	0.6937	0.2428	-134.5628
106	2,055.4	2456.8	0.1870	0.6979	0.2325	-131.7082
107	1,297.7	2470.3	-0.4387	0.7018	0.2297	-131.0107
108	1,104.2	2556.3	-0.5985	0.7259	0.2292	-124.8278
109	377.3	2573.1	-1.1988	0.7305	0.2144	-120.4951
110	363.5	2588.8	-1.2102	0.7348	0.2132	-120.0092
111	249.4	2599.1	-1.3044	0.7376	0.2113	-119.7132
112	64.6	2632	-1.4570	0.7464	0.2032	-115.9002
113	74.8	2665.1	-1.4486	0.7550	0.2030	-114.2680
114	52.9	2701.7	-1.4666	0.7644	0.1943	-110.0229
115	1,288.8	2703.9	-0.4461	0.7650	0.1872	-108.8038
116	686.1	2714.6	-0.9438	0.7677	0.1842	-108.0921
117	701.5	2747.9	-0.9310	0.7760	0.1759	-104.1668

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามใช้ข้อมูลในเอกสารนี้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้าของเอกสารผู้จัดทำหรือนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออก
น้ำมันก๊าด (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
118	739.7	2769.8	-0.8995	0.7814	0.1754	-103.2935
119	520.0	2818	-1.0809	0.7929	0.1726	-99.9010
120	1,563.9	2847.4	-0.2189	0.7998	0.1623	-95.7007
121	985.5	2908.6	-0.6965	0.8137	0.1615	-92.1474
122	398.7	2920.4	-1.1811	0.8163	0.1533	-89.7749
123	346.2	2937.9	-1.2244	0.8201	0.1518	-88.9377
124	542.1	2942.4	-1.0627	0.8211	0.1496	-88.7248
125	822.6	3090.3	-0.8310	0.8512	0.1473	-79.8101
126	551.3	3192.6	-1.0551	0.8699	0.1457	-74.5021
127	857.7	3451.2	-0.8021	0.9098	0.1440	-63.2421
128	1,559.6	3504.3	-0.2225	0.9167	0.1399	-60.5904
129	1,189.8	3614.7	-0.5278	0.9298	0.1299	-54.4483
130	1,053.6	3622.6	-0.6403	0.9307	0.1288	-54.3182
131	1,534.1	3665.8	-0.2435	0.9353	0.1259	-52.5674
132	933.0	3671.7	-0.7399	0.9359	0.1188	-50.6658
133	870.8	3679.6	-0.7912	0.9368	0.1153	-49.7784
134	984.4	3742.9	-0.6974	0.9430	0.1131	-47.7201
135	1,153.1	3836.8	-0.5581	0.9513	0.1104	-44.8856
136	944.0	3928.5	-0.7308	0.9585	0.0961	-38.8494
137	1,346.1	4122.3	-0.3988	0.9709	0.0853	-32.4154
138	823.7	4122.9	-0.8301	0.9709	0.0828	-31.8861
139	1,902.3	4334.9	0.0605	0.9807	0.0774	-27.6979
140	2,632.0	4424.3	0.6631	0.9839	0.0772	-26.9255
141	1,436.0	4709.6	-0.3245	0.9913	0.0749	-24.3260
142	1,934.7	5097.1	0.0873	0.9965	0.0737	-22.6619
143	1,847.8	5249.9	0.0155	0.9976	0.0726	-22.1435
144	1,966.8	6371.5	0.1138	0.9999	0.0712	-21.2351
รวม						-20,981.6454

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})\}]]$
1	3,284.3	3218	-1.5454	0.0593	0.9998	-11.2265
2	3,671.9	3284.3	-1.4557	0.0611	0.9997	-32.8516
3	3,637.9	3399.6	-1.4636	0.0644	0.9993	-49.8180
4	3,879.7	3624.9	-1.4076	0.0712	0.9951	-55.7517
5	5,083.2	3637.9	-1.1289	0.0717	0.9827	-60.2512
6	5,697.3	3671.9	-0.9867	0.0727	0.9679	-66.6548
7	5,378.4	3707.1	-1.0606	0.0739	0.9625	-76.5616
8	6,961.0	3879.7	-0.6941	0.0796	0.9580	-85.5236
9	9,559.8	4030.7	-0.0924	0.0849	0.9307	-87.2905
10	10,896.7	4359.5	0.2171	0.0974	0.9306	-94.9356
11	13,405.8	4495.8	0.7981	0.1029	0.9166	-99.9219
12	10,507.9	4770.9	0.1271	0.1148	0.9142	-106.2730
13	12,390.7	4811.5	0.5630	0.1167	0.9083	-113.4315
14	10,598.8	5021.2	0.1481	0.1265	0.8863	-114.5447
15	10,395.1	5083.2	0.1010	0.1295	0.8840	-121.7467
16	13,063.1	5378.4	0.7187	0.1444	0.8802	-125.7515
17	17,952.1	5455.9	1.8507	0.1486	0.8756	-131.6950
18	16,352.0	5661	1.4802	0.1598	0.8748	-136.8922
19	23,702.7	5686.5	3.1821	0.1613	0.8719	-143.5355
20	19,088.0	5697.3	2.1137	0.1619	0.8390	-142.2473
21	16,354.6	5717.8	1.4808	0.1631	0.8304	-147.1151
22	15,703.8	5816.3	1.3301	0.1687	0.8295	-152.5847
23	8,613.3	5833.3	-0.3116	0.1697	0.8029	-152.8924
24	8,800.1	5902	-0.2683	0.1738	0.8025	-158.4839
25	8,179.6	5921.2	-0.4120	0.1749	0.7993	-164.1206
26	5,661.0	6094.8	-0.9951	0.1855	0.7990	-167.7577
27	5,833.3	6132.7	-0.9552	0.1878	0.7876	-170.7349
28	10,407.9	6246.3	0.1039	0.1950	0.7756	-172.1033
29	10,476.0	6281.8	0.1197	0.1973	0.7752	-177.5898
30	11,278.3	6301.5	0.3055	0.1985	0.7638	-180.5398

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าวิธีใด ๆ ก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าของเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออก
น้ำมันดีเซล (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
31	12,086.7	6386.5	0.4926	0.2041	0.7621	-184.5237
32	15,037.3	6423.7	1.1758	0.2065	0.7582	-188.8148
33	11,940.2	6465.3	0.4587	0.2093	0.7577	-193.8024
34	12,977.4	6494.7	0.6989	0.2112	0.7398	-194.3822
35	10,893.3	6508.6	0.2163	0.2122	0.7381	-199.4274
36	14,071.6	6536.1	0.9522	0.2140	0.7375	-204.4197
37	7,222.2	6592.9	-0.6337	0.2179	0.7342	-207.9738
38	10,766.4	6617.3	0.1869	0.2195	0.7263	-210.9000
39	8,933.8	6654	-0.2374	0.2221	0.7239	-214.9610
40	11,584.2	6691	0.3763	0.2246	0.7238	-219.6084
41	13,038.1	6869.8	0.7129	0.2372	0.7133	-217.7307
42	12,524.9	6961	0.5941	0.2438	0.7130	-220.7429
43	14,922.5	6961.2	1.1492	0.2438	0.6991	-222.0599
44	12,704.4	7099.1	0.6357	0.2539	0.6889	-220.8250
45	15,931.6	7188.2	1.3829	0.2606	0.6884	-223.4704
46	15,120.3	7222.2	1.1950	0.2631	0.6844	-226.4415
47	13,638.9	7414.1	0.8520	0.2779	0.6768	-224.1386
48	12,386.5	7501.5	0.5621	0.2847	0.6764	-226.5283
49	12,032.5	7606.6	0.4801	0.2930	0.6466	-219.9866
50	7,706.1	7611.9	-0.5216	0.2934	0.6407	-222.7347
51	14,939.3	7644.9	1.1531	0.2961	0.6200	-220.6642
52	12,526.3	7706.1	0.5944	0.3010	0.5908	-215.7240
53	21,120.7	7823.1	2.5843	0.3105	0.5859	-215.4001
54	14,862.2	7906.2	1.1353	0.3173	0.5856	-217.0972
55	17,649.9	7906.6	1.7807	0.3173	0.5741	-218.1636
56	24,831.5	7959.7	3.4435	0.3217	0.5724	-220.1843
57	25,115.8	8001.6	3.5093	0.3252	0.5589	-219.4187
58	12,661.3	8179.6	0.6257	0.3402	0.5519	-216.3135
59	13,632.7	8281.9	0.8506	0.3489	0.5506	-216.7719

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการค้าที่พัฒนาขึ้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
จากเจ้าของเอกสาร ผู้ที่นำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย

ตารางที่ ข.5 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่งของมูลค่าการส่งออก
น้ำมันดีเซล (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
60	15,864.7	8368	1.3674	0.3563	0.5476	-217.2068
61	9,360.4	8613.3	-0.1386	0.3777	0.5457	-213.2836
62	12,735.6	8654.2	0.6429	0.3813	0.5439	-215.1645
63	10,454.7	8667.1	0.1148	0.3824	0.5414	-217.5975
64	8,982.3	8736.2	-0.2261	0.3885	0.5402	-218.7382
65	15,173.4	8800.1	1.2073	0.3942	0.5183	-214.3115
66	10,157.5	8804.4	0.0460	0.3946	0.4969	-211.7966
67	11,515.6	8827.6	0.3604	0.3967	0.4750	-208.6859
68	10,522.2	8873.9	0.1304	0.4008	0.4745	-210.2879
69	14,087.4	8933.8	0.9559	0.4062	0.4632	-208.6560
70	11,935.1	8982.3	0.4575	0.4105	0.4541	-207.8893
71	13,583.3	9212.9	0.8392	0.4314	0.4449	-201.5230
72	9,261.1	9261.1	-0.1616	0.4358	0.4393	-201.4953
73	8,281.9	9299	-0.3883	0.4393	0.4358	-202.2761
74	7,611.9	9360.4	-0.5434	0.4449	0.4314	-202.0607
75	9,461.1	9461.1	-0.1153	0.4541	0.4105	-196.3779
76	6,691.0	9559.8	-0.7567	0.4632	0.4062	-194.9153
77	5,686.5	9682.9	-0.9892	0.4745	0.4008	-192.4202
78	7,188.2	9688.6	-0.6415	0.4750	0.3967	-193.6971
79	7,099.1	9925.1	-0.6622	0.4969	0.3946	-188.6053
80	17,424.2	10157.5	1.7285	0.5183	0.3942	-184.1841
81	12,213.2	10395.1	0.5219	0.5402	0.3885	-178.3396
82	14,236.8	10407.9	0.9905	0.5414	0.3824	-178.5777
83	13,578.8	10435.5	0.8381	0.5439	0.3813	-179.6941
84	12,984.8	10454.7	0.7006	0.5457	0.3777	-180.3620
85	8,827.6	10476	-0.2620	0.5476	0.3563	-176.2086
86	4,811.5	10507.9	-1.1918	0.5506	0.3489	-175.4277
87	4,770.9	10522.2	-1.2012	0.5519	0.3402	-174.7662
88	7,606.6	10598.8	-0.5447	0.5589	0.3252	-170.6522

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่าวิธีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามใช้เพื่อประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกฉบับที่ได้นำไปใช้

ตารางที่ ข.5 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออก
น้ำมันดีเซล (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
89	6,617.3	10747.1	-0.7737	0.5724	0.3217	-167.4624
90	6,465.3	10766.4	-0.8089	0.5741	0.3173	-167.6516
91	6,592.9	10893.3	-0.7794	0.5856	0.3173	-165.9310
92	13,224.2	10896.7	0.7560	0.5859	0.3105	-165.8485
93	13,230.5	10951.1	0.7575	0.5908	0.3010	-163.5891
94	9,925.1	11278.3	-0.0078	0.6200	0.2961	-155.0406
95	6,869.8	11515.6	-0.7153	0.6407	0.2934	-149.7750
96	9,299.0	11584.2	-0.1528	0.6466	0.2930	-149.4890
97	7,823.1	11935.1	-0.4945	0.6764	0.2847	-140.1291
98	5,455.9	11940.2	-1.0426	0.6768	0.2779	-139.6068
99	6,094.8	12032.5	-0.8947	0.6844	0.2631	-134.8578
100	6,132.7	12081.2	-0.8859	0.6884	0.2606	-134.3770
101	7,501.5	12086.7	-0.5690	0.6889	0.2539	-133.7952
102	12,081.2	12213.2	0.4914	0.6991	0.2438	-129.3860
103	10,747.1	12386.5	0.1825	0.7130	0.2438	-126.6440
104	7,959.7	12390.7	-0.4629	0.7133	0.2372	-125.9922
105	8,667.1	12524.9	-0.2991	0.7238	0.2246	-120.7363
106	9,682.9	12526.3	-0.0639	0.7239	0.2221	-121.1649
107	8,368.0	12557.9	-0.3684	0.7263	0.2195	-120.9072
108	6,536.1	12661.3	-0.7925	0.7342	0.2179	-119.2545
109	4,495.8	12704.4	-1.2649	0.7375	0.2140	-118.3353
110	3,218.0	12712.8	-1.5608	0.7381	0.2122	-118.7228
111	3,624.9	12735.6	-1.4666	0.7398	0.2112	-119.0326
112	3,399.6	12977.4	-1.5187	0.7577	0.2093	-114.2442
113	6,961.2	12984.8	-0.6941	0.7582	0.2065	-114.3261
114	5,902.0	13038.1	-0.9393	0.7621	0.2041	-113.4974
115	6,508.6	13063.1	-0.7989	0.7638	0.1985	-112.3750
116	6,494.7	13224.2	-0.8021	0.7752	0.1973	-109.5873
117	5,021.2	13230.5	-1.1433	0.7756	0.1950	-109.7456

ตารางที่ ข.5 การทดสอบการแจกแจงของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิงของมูลค่าการส่งออก
น้ำมันดีเซล (ต่อ)

i	x_i	$Rank(x_i)$	Z_i	$F_x(x_i)$	$F_x(x_{145-i})$	$[(2i-1)\{\ln F_x(x_i) - \ln[1 - F_x(x_{145-i})]\}]$
118	6,423.7	13405.8	-0.8185	0.7876	0.1878	-105.0061
119	7,644.9	13578.8	-0.5358	0.7990	0.1855	-101.7972
120	7,414.1	13583.3	-0.5892	0.7993	0.1749	-99.4923
121	5,717.8	13632.7	-0.9820	0.8025	0.1738	-99.0303
122	4,030.7	13638.9	-1.3726	0.8029	0.1697	-98.5428
123	4,359.5	14071.6	-1.2965	0.8295	0.1687	-91.0742
124	3,707.1	14087.4	-1.4475	0.8304	0.1631	-89.8599
125	5,921.2	14236.8	-0.9349	0.8390	0.1619	-87.6769
126	6,386.5	14862.2	-0.8272	0.8719	0.1613	-78.5604
127	6,281.8	14922.5	-0.8514	0.8748	0.1598	-77.9121
128	8,001.6	14939.3	-0.4532	0.8756	0.1486	-74.8959
129	10,951.1	15037.3	0.2297	0.8802	0.1444	-72.8980
130	8,804.4	15120.3	-0.2673	0.8840	0.1295	-67.8557
131	8,873.9	15173.4	-0.2512	0.8863	0.1265	-66.7777
132	8,736.2	15703.8	-0.2831	0.9083	0.1167	-57.9320
133	7,906.2	15864.7	-0.4753	0.9142	0.1148	-56.0826
134	6,246.3	15931.6	-0.8596	0.9166	0.1029	-52.2455
135	5,816.3	16352	-0.9592	0.9306	0.0974	-46.9182
136	6,301.5	16354.6	-0.8468	0.9307	0.0849	-43.5258
137	7,906.6	17424.2	-0.4752	0.9580	0.0796	-34.3536
138	6,654.0	17649.9	-0.7652	0.9625	0.0739	-31.6098
139	9,212.9	17952.1	-0.1727	0.9679	0.0727	-29.9591
140	9,688.6	19088	-0.0626	0.9827	0.0717	-25.6057
141	10,435.5	21120.7	0.1103	0.9951	0.0712	-22.1436
142	12,712.8	23702.7	0.6376	0.9993	0.0644	-19.0500
143	12,557.9	24831.5	0.6017	0.9997	0.0611	-18.0566
144	8,654.2	25115.8	-0.3021	0.9998	0.0593	-17.6054
รวม						-20,947.2093

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังบุคคลอื่นด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

- ตารางที่ ค.1 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์
- ตารางที่ ค.2 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์
- ตารางที่ ค.3 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าด โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์
- ตารางที่ ค.4 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกเพชร โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

ปี	เดือน	t	Y_t	$\hat{Y}_t(t)$	e_t	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
2562	1	145	3,477.80	3714.579	-236.7788	0.0681
	2	146	5,459.80	6575.055	-1,115.2553	0.2043
	3	147	3,628.80	4767.027	-1,138.2274	0.3137
	4	148	2,882.10	3526.043	-643.9433	0.2234
	5	149	5,230.90	4263.286	967.6138	0.1850
	6	150	4,584.80	5694.036	-1,109.2357	0.2419
	7	151	3,765.90	4008.455	-242.5546	0.0644
	8	152	3,263.90	3668.628	-404.7279	0.1240
	9	153	5,487.40	6328.996	-841.5964	0.1534
	10	154	2,941.80	3630.993	-689.1932	0.2343
	11	155	3,735.70	4382.187	-646.4871	0.1731
	12	156	2,808.10	3845.679	-1,037.5793	0.3695
MAPE						19.62%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกพลอย โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

ปี	เดือน	t	Y_t	$\hat{Y}_t(t)$	e_t	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
2562	1	145	3,630.40	2700.768	929.6323	0.2561
	2	146	6,788.20	7003.484	-215.2841	0.0317
	3	147	2,294.00	2706.298	-412.2982	0.1797
	4	148	2,422.80	1714.492	708.3083	0.2924
	5	149	4,435.70	2505.53	1,930.1705	0.4351
	6	150	6,028.60	4378.786	1,649.8136	0.2737
	7	151	1,763.90	965.438	798.4620	0.4527
	8	152	1,985.20	1451.946	533.2543	0.2686
	9	153	8,944.50	7822.997	1,121.5033	0.1254
	10	154	2,226.60	2483.265	-256.6653	0.1153
	11	155	2,632.60	2477.13	155.4699	0.0591
	12	156	1,631.20	1519.23	111.9701	0.0686
MAPE						21.32%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันก๊าดโดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

ปี	เดือน	t	Y_t	$\hat{Y}_t(t)$	e_t	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
2562	1	145	2,152.70	619.5984	1,533.1016	0.7122
	2	146	1,300.10	126.1405	1,173.9595	0.9030
	3	147	1,120.80	0	1,120.8000	1.0000
	4	148	867.4	0	867.4000	1.0000
	5	149	1,117.70	743.015	374.6850	0.3352
	6	150	1,161.50	339.63	821.8700	0.7076
	7	151	1,434.20	1391.177	43.0234	0.0300
	8	152	1,184.40	1713.65	-529.2496	0.4469
	9	153	1,109.70	841.7158	267.9842	0.2415
	10	154	299.50	1051.527	-752.0270	2.5109
	11	155	514.70	872.2515	-357.5515	0.6947
	12	156	784.40	1584.269	-799.8685	1.0197
MAPE						80.01%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 ผลการพยากรณ์ 12 หน่วยเวลาล่วงหน้า และค่า MAPE ของมูลค่าการส่งออกน้ำมันดีเซล โดยวิธีบีบ็อกซ์และเจนกินส์

ปี	เดือน	t	Y_t	$\hat{Y}_t(t)$	e_t	$\left \frac{e_t}{Y_t} \right $
2562	1	145	7,086.50	7853.483	-766.9830	0.1082
	2	146	6,366.50	6434.544	-68.0444	0.0107
	3	147	6,694.90	6701.553	-6.6531	0.0010
	4	148	6,759.40	7115.821	-356.4213	0.0527
	5	149	6,548.80	9224.217	-2,675.4168	0.4085
	6	150	5,261.30	8829.437	-3,568.1367	0.6782
	7	151	6,515.40	10060.66	-3,545.2583	0.5441
	8	152	4,289.80	11637.57	-7,347.7685	1.7128
	9	153	5,924.50	12060.7	-6,136.1954	1.0357
	10	154	8,925.50	12032.67	-3,107.1675	0.3481
	11	155	6,500.60	11351.3	-4,850.7031	0.7462
	12	156	6,738.40	10747.06	-4,008.6557	0.5949
MAPE						52.01%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มปัญหาพิเศษ

วันที่ 3 เดือน เมษายน พ.ศ. 2567

ข้าพเจ้า นายคณิน	เฟื่องฟู	รหัสประจำตัว	63050607
นางสาววิชญาพร	คำเพิ่ม	รหัสประจำตัว	63050662
นายวิทย์นันท์	เกษมสุขศิริ	รหัสประจำตัว	63050701

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา สถิติประยุกต์ ภาควิชา สถิติ
ขอรับรองว่าปัญหาพิเศษ เรื่อง

ชื่อภาษาไทย วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและอิทธิพลฤดูกาลของมูลค่าการ
ส่งออกเพชร พลอย น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

ชื่อภาษาอังกฤษ The Appropriate Forecasting method of Time Series Data with Trend and
Seasonal Variation for The Export Values of Diamond, Gem, Kerosene and Diesel

ปีการศึกษา 2566

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว
และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มปัญหาพิเศษฉบับสมบูรณ์
แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 7.76%

ลงชื่อ คณิน เฟื่องฟู

(นายคณิน เฟื่องฟู)

นักศึกษา

ลงชื่อ วิชญาพร คำเพิ่ม

(นางสาววิชญาพร คำเพิ่ม)

นักศึกษา

ลงชื่อ วิทย์นันท์ เกษมสุขศิริ

(นายวิทย์นันท์ เกษมสุขศิริ)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ได้ตรวจสอบปัญหาพิเศษของนักศึกษาข้างต้น
แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ สมศรี บัณฑิตวิไล
เอกสารที่ลงนามนี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งห้ามีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้