การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย

FORECASTING OF THE EXPORT VALUE OF CARS, PARTS AND ACCESSORIES FROM THAILAND TO PHILIPPINES, MEXICO, MALAYSIA, VIETNAM AND AUSTRALIA

นายกรัณย์ กมลรักษ์

นายทศธร พันธ์พฤกษ์

นายธนวัฒน์ ปาณะวิเชียรวุฒิ

นางสาวอารียา สิตะยัง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ (สถิติประยุกต์)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FORECASTING OF THE EXPORT VALUE OF CARS, PARTS AND ACCESSORIES FROM THAILAND TO PHILIPPINES, MEXICO, MALAYSIA, VIETNAM AND AUSTRALIA

KARAN KAMOLRAK
TOSSATORN PUNPREUK
THANAWAT PANAWICHIENWUT
AREEYA SITAYANG

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED STATISTICS)
DEPARTMENT OF STATISTICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย Forecasting of the Export Value of Cars Parts and Accessories from Thailand to Philippines, Mexico, Malaysia, Vietnam and Australia			
ชื่อนักศึกษา	นายกรัณย์	กมลรักษ์	รหัสนักศึกษา	56051260
	นายทศธร	พันธ์พฤกษ์	รหัสนักศึกษา	56051305
	นายธนวัฒน์	ปาณะวิเชียรวุฒิ	รหัสนักศึกษา	56051311
	นางสาวอารียา	สิตะยัง	รหัสนักศึกษา	56051424
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต			
ภาควิชา	สถิติ			
ปีการศึกษา	2559			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล			

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร กรรมการ	
ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย
ชื่อนักศึกษา	นายกรัณย์ กมลรักษ์ รหัสนักศึกษา 56051260
	นายทศธร พันธ์พฤกษ์ รหัสนักศึกษา 56051305
	นายธนวัฒน์ ปาณะวิเชียรวุฒิ รหัสนักศึกษา 56051311
	นางสาวอารียา สิตะยัง รหัสนักศึกษา 56051424
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย ที่เก็บรวบรวมข้อมูลโดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน โดยวิธีที่นำมาใช้ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ (วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนแบบเส้นตรง วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ล วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์) และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์

จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธีโดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง *(MSE)* พบว่า วิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก คือ วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง วิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ประเทศมาเลเซีย คือ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ประเทศเวียดนาม คือ วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ และวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ประเทศออสเตรเลีย คือ วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Forecasting of the Export Value of Cars, Parts and Accessories from Thailand to Philippines, Mexico, Malaysia, Vietnam and Australia
Students	Mr. Karan Kamolrak Student ID 56051260
	Mr. Tossatorn Punpreuk Student ID 56051305
	Mr. Thanawat Panawichienwut Student ID 56051311
	Miss Areeya Sitayang Student ID 56051424
Degree	Bachelor of Science
Major Program	Applied Statistics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Asst. Prof. Dr. Somsri Banditvilai

ABSTRACT

The purpose of this special project is to find the appropriate statistical forecasting model for forecasting of the export value of cars, parts and accessories from Thailand to Philippines, Mexico, Malaysia, Vietnam and Australia. In this study, by using monthly secondary data collected by Information and Communication Technology Center, Ministry of Commerce starting from January 2005 to December 2015 (132 months). The forecasting techniques employed by this special project are Decomposition method, Smoothing method (Linear Exponential Smoothing method, Moving Average of Percentage Change, Triple Exponential Smoothing method, Holt – Winter Exponential Smoothing Method) and Box and Jenkins method, then we use mean square error (MSE) to choose the appropriate forecasting models.

Comparing the results of three forecasting method, and it was found that Moving Average of Percentage Change is the most appropriate forecasting method for forecasting the export value of Philippines and Mexico. Decomposition method is the best forecasting method for Malaysia. While Holt – Winter Exponential Smoothing method is the best forecasting method for Vietnam and Linear Exponential Smoothing method is best forecasting method for Australia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากความกรุณาของบุคคลหลายฝ่ายที่ให้ความร่วมมือ ซึ่งคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณทุกๆท่านไว้ ณ ที่นี้ ได้แก่

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

รศ. สายชล สินสมบูรณ์ทอง และผศ.ดร.อัชฌา อระวีพร คณะกรรมการที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ชี้จุดบกพร่อง ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติมในจุดที่คณะผู้จัดทำได้มองข้ามไป

คณาจารย์สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้และให้คำแนะนำต่างๆ เจ้าหน้าที่สาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่คอยประสานงานและอำนวยความสะดวกแก่ผู้จัดทำปัญหาพิเศษตลอดการทำงาน

บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำปัญหาพิเศษเสมอมา

เพื่อนๆสาขาวิชาสถิติประยุกต์ทุกคนที่คอยช่วยเป็นกำลังใจ คอยให้คำเสนอแนะมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ทุกท่าน

กรัณย์ กมลรักษ์
ทศธร พันธ์พฤกษ์
ธนวัฒน์ ปาณะวิเชียรวุฒิ
อารียา สิตะยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.......... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.......... ข
กิตติกรรมประกาศ.......... ค
สารบัญ.......... ง
สารบัญตาราง.......... ซ
สารบัญรูป.......... ฎ
บทที่ 1 บทนำ.......... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.......... 1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา.......... 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.......... 2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.......... 2
1.5 คำนิยาศัพท์.......... 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.......... 4
2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์.......... 4
2.1.1 การทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์.......... 4
2.1.2 วิธีแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method)*.......... 5
2.1.2.1 วิธีกาลังสองน้อยที่สุด.......... 6
2.1.2.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก.......... 7
2.1.2.3 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ.......... 8
2.1.3 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง
(Linear Exponential Smoothing Method: LES).......... 9
2.1.4 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
(Moving Average of Percentage Change: MAPC).......... 10
2.1.5 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล
(Triple Exponential Smoothing Method : TES).......... 11
2.1.6 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์
(Holt – Winter Exponential Smoothing Method: HWS).......... 12
2.1.7 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ *(Box and Jenkins Method)*.......... 14
2.1.7.1 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ
(Akaike's Information Criterion : AIC).......... 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ 20
2.2.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง
(Mean Square Error: MSE) 20
2.2.2 ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย
(Mean Absolute Percent Error: MAPE) 20
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 24
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล 24
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 24
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 27
4.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ 27
4.1.1 วิธีแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method)* 28
4.1.2 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
(Moving Average of Percentage Change: MAPC) 29
4.1.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ *(Box and Jenkins Method)* 32
4.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก 38
4.2.1 วิธีแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method)* 39
4.2.2 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง
(Moving Average of Percentage Change: MAPC) 40
4.2.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ *(Box and Jenkins Method)* 42
4.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย 49
4.3.1 วิธีแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method)* 50
4.3.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล
(Triple Exponential Smoothing Method : TES) 51
4.3.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ *(Box and Jenkins Method)* 53
4.4 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม 58
4.4.1 วิธีแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method)* 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ *(Holt – Winter Exponential Smoothing Method: HWS)*..... 62
4.4.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ *(Box and Jenkins Method)*.................. 67
4.5 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย.. 75
4.5.1 วิธีแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method)*...................... 76
4.5.2 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง *(Linear Exponential Smoothing Method: LES)*.................. 77
4.5.3 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ *(Box and Jenkins Method)*.................. 79
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ.. 86
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์.. 86
5.1.1 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์........................ 86
5.1.2 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก........................ 88
5.1.3 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย........................ 89
5.1.4 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม........................ 90
5.1.5 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย........................ 92
5.2 ตัวอย่างการนำไปใช้.. 93
5.2.1 การใช้สมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์............... 93
5.2.2 การใช้สมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย................ 94
5.2.3 การใช้สมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม................ 94
5.2.4 การใช้สมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย............ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.3 ข้อเสนอแนะ.. 96

เอกสารอ้างอิง.. 97

ภาคผนวก... 98

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ค่า *k* และค่า *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์........ 30

4.2 การวิเคราะห์ค่า PC_t, MPC_t และ $\hat{Y}_{t+1}(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่ *t* = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ *k*=21........ 31

4.3 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,0,2)_{12}$........ 35

4.4 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,0,2)_{12}$........ 36

4.5 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์........ 37

4.6 ค่า *k* และค่า *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์........ 40

4.7 การวิเคราะห์ค่า PC_t, MPC_t และ $\hat{Y}_{t+1}(t)$ ของมูลค่าการส่งออก รถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่ *t* = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ *k*=13........ 41

4.8 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่........ 45

4.9 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่........ 46

4.10 ค่า *AIC* ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก........ 47

4.11 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก........ 48

4.12 ค่าปรับน้ำหนัก α และค่า *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์........ 51

4.13 การวิเคราะห์ค่า $\hat{Y}_{t+1}$, A_t, A'_t, A''_t ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ล ตั้งแต่ *t* = 121,122,...,132........ 52

4.14 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่........ 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.15 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่.. 56
4.16 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย.. 57
4.17 ค่า α, γ, δ และ *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์.. 62
4.18 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t), \hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวกตั้งแต่ ตั้งแต่ t = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ α = 0.8999, γ = 0, δ = 0.. 63
4.19 ค่า α, γ, δ และ *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์.. 65
4.20 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t), \hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล แบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณตั้งแต่ ตั้งแต่ t = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ α = 0.8780, γ = 0, δ = 0.0326.. 65
4.21 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(2,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ร่วมกับค่าคงที่.. 70
4.22 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(2,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ร่วมกับค่าคงที่.. 71
4.23 ค่า *AIC* ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลมูลค่าการส่งอกรถยนต์ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม............................ 73
4.24 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม.. 74
4.25 ค่า α, γ และค่า *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์.. 77
4.26 การวิเคราะห์หาค่า $\hat{T}_t(t)$ และ $\hat{\beta}_1(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ชิ้นส่วนและอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง ตั้งแต่ t = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ α = 0.4777 และ γ = 0.0015.. 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.27 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่........................ 82

4.28 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ 83

4.29 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ 83

4.30 ค่า *AIC* ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย.......................... 85

4.31 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย.. 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

4.1 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์........ 27
4.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล........ 29
4.3 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์........ 32
4.4 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง........ 33
4.5 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง........ 34
4.6 คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1ครั้ง........ 34
4.7 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์และค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์........ 37
4.8 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก........ 38
4.9 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล........ 39
4.10 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก........ 42
4.11 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง........ 43
4.12 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน e........ 44
4.13 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน e........ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากหลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*	45
4.15 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์	47
4.16 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย	49
4.17 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มควอดราติก แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล	50
4.18 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย	53
4.19 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	54
4.20 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	54
4.21 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	55
4.22 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์	57
4.23 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม	58
4.24 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล	59
4.25 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ กรณีมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล	61
4.26 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.27	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	68
4.28	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และการหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง	68
4.29	คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และการหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง	69
4.30	คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม ที่ได้จากการหา ผลต่าง 1 ครั้ง และการหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง	70
4.31	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์	72
4.32	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์ จากเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ *AIC*	73
4.33	ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย	75
4.34	ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเส้นตรงแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล	76
4.35	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย	79
4.36	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง	80
4.37	อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากหลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.38 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากหลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*............ 81
4.39 คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากหลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*............ 82
4.40 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์............ 84
5.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์และค่าพยากรณ์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง 87
5.2 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกและค่าพยากรณ์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง 88
5.3 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียและค่าพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ............ 90
5.4 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามและค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ............ 91
5.5 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียและค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง............ 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ในไทยมีพัฒนาการต่อเนื่องมากว่า 50 ปี และมีความสามารถด้านการผลิตสูงสุดในอาเซียน โดยเฉพาะภายหลังรัฐบาลประกาศนโยบายเปิดเสรียานยนต์ในปี 2534 ยอดจำหน่ายยานยนต์ในประเทศและการประกอบรถยนต์ขยายตัวอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านการผลิต การตลาด การจ้างงาน การพัฒนาเทคโนโลยี และความเชื่อมโยงต่ออุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ รวมทั้งการลงทุนในประเทศ ประเทศไทยถือเป็นฐานการผลิตของผู้ผลิตยานยนต์ทั่วโลก และเป็นฐานการผลิตรถยนต์และรถจักรยานยนต์อันดับต้นๆ ของโลก [9]

เมื่อเศรษฐกิจโลกเริ่มฟื้นตัว การขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในภูมิภาคต่างๆ ก็ฟื้นตัวตามไปด้วย พบว่า ในปี 2558 ภูมิภาคต่างๆ ในโลกมีปริมาณการผลิตยานยนต์รวม 90,683,072 คัน แบ่งเป็น 4 ภูมิภาคคือ ทวีปยุโรป ทวีปอเมริกา ทวีปเอเชีย และทวีปแอฟริกา โดยภูมิภาคที่มีปริมาณการผลิตยานยนต์มากที่สุดคือ ทวีปเอเชีย จำนวน 47,786,156 คัน รองลงมาคือ ทวีปยุโรป จำนวน 21,096,325 คัน ทวีปอเมริกา จำนวน 20,964,654 คัน และทวีปแอฟริกา จำนวน 835,937 คัน ตามลำดับ [9]

อย่างไรก็ตาม สำหรับภูมิภาคเอเชียนั้น จะขอเน้นเฉพาะกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียน ซึ่งประกอบด้วยสมาชิก 10 ประเทศ คือ บรูไน กัมพูชา อินโดนีเซีย ลาว มาเลเซีย เมียนมาร์ ฟิลิปปินส์ สิงคโปร์ ไทย และเวียดนาม สำหรับกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียนที่มีศักยภาพในการผลิตยานยนต์มี 3 ประเทศ ประกอบด้วย ประเทศไทย จำนวน 1,915,420 คัน ประเทศอินโดนีเซีย จำนวน 1,098,780 คัน และประเทศมาเลเซีย จำนวน 614,671 คัน สำหรับประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตรถยนต์เชิงพาณิชย์มากที่สุดในกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียน คือ ประเทศไทย มีปริมาณการผลิตรถยนต์ในปี 2558 จำนวน 1,204,895 คัน [9]

ประเทศไทยมีการส่งออกรถยนต์สำเร็จรูป เครื่องยนต์ ชิ้นส่วนอื่น ๆ และอุปกรณ์รถยนต์ ในปี 2558 เพิ่มขึ้นจากปี 2557 ร้อยละ 6.88 ประเทศไทยยังมีเป้าหมายในการผลิตรถยนต์ให้ได้ถึง 3 ล้านคันในปี 2560 และมีวิสัยทัศน์อุตสาหกรรมยานยนต์ ปี 2564 ที่ต้องการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยให้มีความเป็นเลิศไม่เพียงแต่ในระดับอาเซียนแต่ต้องก้าวไปสู่ระดับโลกด้วยการผลิตรถยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสร้างมูลค่าเพิ่มตลอดห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทย [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยในปี 2558 มีมูลค่า 789,234.78 ล้านบาท ประเทศที่เป็นตลาดส่งออกสำคัญของรถยนต์ ได้แก่ ประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 70,186.05, 26,864.04, 49,409.47, 25,216.37 และ 158,381.07 ล้านบาท ตามลำดับ [6]

จากข้อมูลที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยมีการส่งออกรถยนต์สำเร็จรูป เครื่องยนต์ ชิ้นส่วนอื่นๆ และอุปกรณ์รถยนต์เป็นอันดับต้น ๆของโลก จึงมีแนวคิดในการทำปัญหาพิเศษนี้ ที่ต้องการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วนและอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทย ไปยังประเทศที่มีการส่งออกมูลค่าสูงและมีแนวโน้มการเจริญเติบโต 5 ประเทศ ได้แก่ ประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย

1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1. เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย
2. เลือกตัวแบบที่ดีที่สุดในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย
3. ทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ตัวแบบในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย
2. นำตัวแบบที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย

1.4 ขอบเขตการศึกษา

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2559 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน ข้อมูลประกอบไปด้วย

1. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศฟิลิปปินส์
2. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศเม็กซิโก
3. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศมาเลเซีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศเวียดนาม
5. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

1.5 คำนิยามศัพท์

รถยนต์ หมายถึง ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน มี 4 ล้อ มีหลายแบบหลายชนิด เรียกชื่อต่าง ๆ กันตามความมุ่งหมายที่ใช้ เช่น รถเก๋ง รถบรรทุก รถโดยสาร เป็นต้น [4]

ชิ้นส่วนรถยนต์ หมายถึง ส่วนที่จำเป็นในการผลิตรถยนต์ เช่น ตัวเครื่องยนต์ ระบบช่วงล่าง ระบบเบรกและครัช ตัวถังรถยนต์ [3]

อุปกรณ์รถยนต์ หมายถึง ส่วนที่ไม่ใช่ส่วนประกอบพื้นฐาน ชิ้นส่วนอะไหล่เพื่อการทดแทน อุปกรณ์เสริมและตกแต่ง เช่น กันชน สปอยเลอร์ [4]

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะขอกล่าวถึง ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และประเทศออสเตรเลียโดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในการพยากรณ์หลายวิธี โดยในเบื้องต้นจะทำการพล๊อตกราฟเพื่อดูส่วนประกอบต่างๆ ของอนุกรมเวลา จากกราฟที่ได้พบว่ามีแนวโน้มชัดเจน แต่มีอิทธิพลของฤดูกาลไม่ชัดเจน จะต้องทำการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์ก่อน ดังนี้

2.1.1 การทดสอบอิทธิพลฤดูกาลแบบใช้พารามิเตอร์

จะใช้การทดสอบค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ในตนเอง ซึ่งเป็นการทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ช่วง *L* (r_L) โดย *L* เป็นจำนวนเดือนต่อปี นั่นคือพิจารณาว่าค่าสังเกตที่ห่างกัน *L* ช่วงเวลามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ กรณีที่มีสหสัมพันธ์กันเชิงบวก แสดงว่าอนุกรมเวลานั้นมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง [8] การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. $H_0 : \rho_L = 0$
   $H_1 : \rho_L > 0$

2. ตัวสถิติทดสอบ r_L

$$r_L = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left(Y_t - \bar{Y}\right)\left(Y_{t+L} - \bar{Y}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_t - \bar{Y}\right)^2}$$

r_L คือ ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ *lag L* นั่นคือ ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล Y_t และ Y_{t-L}

3. เกณฑ์ในการตัดสิน ที่ระดับนัยสำคัญ α จะมีบริเวณวิกฤตเป็น $r_L \geq \frac{Z_\alpha}{\sqrt{n}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 วิธีแยกส่วนประกอบ (*Decomposition Method*)

วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลานี้จะทำการแยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกเป็นส่วนประกอบต่างๆ [9] ซึ่งมีทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่ แนวโน้ม (*Trend*) อิทธิพลของฤดูกาล (*Seasonal Variation*) อิทธิพลของวัฏจักร (*Cyclical Variation*) และเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (*Irregular Variation*) ส่วนประกอบทั้งสี่จะรวมกันทำให้เกิดอนุกรมเวลา โดยมีรูปแบบพื้นฐาน 2 รูปแบบ คือ

1) รูปแบบบวก (*Additive Model*)

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

2) รูปแบบคูณ (*Multiplicative Model*)

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

โดยที่ Y_t คือ ค่าสังเกต 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

ส่วนประกอบของอนุกรมเวลา [9] มีดังนี้

1) แนวโน้ม เป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้น หรือการลดลงของข้อมูลในช่วงเวลาที่ยาวนาน ความยาวนานของช่วงเวลาไม่สามารถกำหนดได้แน่นอนว่ากี่ปี แต่อย่างน้อยไม่ควรต่ำกว่า 10 ช่วงเวลา แนวโน้มเป็นการวัดค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่อหนึ่งหน่วยเวลา

2) อิทธิพลของฤดูกาล หมายถึงการเปลี่ยนแปลงในช่วงคาบเวลา ซึ่งจังหวะการเปลี่ยนแปลงจะมีรูปแบบซ้ำเดิมในช่วงเวลาภายใน 1 ปีหรือน้อยกว่า ความผันแปรตามฤดูกาลเป็นเครื่องชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา ซึ่งอาจเป็นวัน สัปดาห์ เดือน หรือถ้าเป็น 1 ปี จะเป็นช่วงเวลาที่มากที่สุดของคำว่า “ฤดูกาล” สาเหตุที่ทำให้มีอิทธิพลของฤดูกาล คือ สภาพอากาศ วัฒนธรรม สภาพสังคม หรือเทศกาลต่างๆ เช่น สภาพภูมิอากาศมีผลต่อจำนวนนักท่องเที่ยวหรือเทศกาลปีใหม่จะทำให้ธุรกิจการขายของขวัญหรือการ์ดปีใหม่ขยายตัว

3) อิทธิพลของวัฏจักร เป็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่มีลักษณะขึ้นลงของการเคลื่อนที่อย่างช้าๆ คล้ายอิทธิพลของฤดูกาล ต่างกันที่ช่วงเวลาการเคลื่อนที่ขึ้นลงซ้ำกัน จะครอบคลุมระยะเวลาหลายปี

4) เหตุการณ์ที่ผิดปกติ เป็นการเคลื่อนที่ของข้อมูลที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดการณ์หรือไม่มีรูปแบบการเกิดที่แน่นอน เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้ เช่น การเกิดสงคราม การนัดหยุดงาน โดยอนุกรมเวลาทุกๆ อนุกรมเวลาจะต้องมีเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ส่วนแนวโน้ม อิทธิพลของฤดูกาลและอิทธิพลของวัฏจักรจะมีหรือไม่มีในอนุกรมเวลานั้นๆ ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีแยกส่วนประกอบนั้นสามารถทำได้หลายวิธี สำหรับในงานวิจัยนี้จะแยกออกเป็น 4 กรณีคือ ข้อมูลที่มีแนวโน้มแบบเส้นตรงแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ข้อมูลที่มีแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้องและข้อมูลที่มีแนวโน้มแบบควอดราติกแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด และในอีกกรณีคือ ข้อมูลที่มีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะใช้วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ทั้งรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ [8]

2.1.2.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

การหาแนวโน้มแบบเส้นตรง โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะใช้ค่าสังเกตในอนุกรมเวลาทั้งหมดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ เส้นแนวโน้มที่ได้จะผ่านจุดต่างๆ ในแผนภาพการกระจายใกล้ที่สุด ซึ่งสมการแนวโน้มเส้นตรงมีรูปแบบเป็น

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

โดยประมาณ β_0 ด้วย b_0 และ β_1 ด้วย b_1

ทำให้สมการแนวโน้มเส้นตรงมีรูปแบบเป็น $\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t$ สำหรับ t = 1, 2, ..., n

โดยที่ b_0 คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

b_1 คือ ค่าความชัน (*slope*) ของเส้นแนวโน้ม

ในปัญหาพิเศษนี้จะหาค่า b_0 และ b_1 จากโปรแกรมสำเร็จรูป *Minitab version 16*

การหาแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีวิธีการดังนี้ [8]

จากรูปแบบแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล จะแปลงให้อยู่ในรูปแนวแนวโน้มเส้นตรง โดยการแปลง Y_t เป็น $\ln Y_t$ นั่นคือจากรูปแบบ

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

แปลงให้เป็น

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

ให้ $Y' = \ln Y_t$, $\beta_0' = \ln \beta_0$, $\beta_1' = \ln \beta_1$, $\varepsilon_t' = \ln \varepsilon_t$

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

การประมาณ β_0' และ β_1' หรือ $\ln \beta_0$ และ $\ln \beta_1$ จะทำในทำนองเดียวกันกับการประมาณ β_0 และ β_1 ในรูปแบบแนวโน้มเส้นตรง ค่าประมาณ b_0' และ b_1' ที่ได้จะทำให้ได้ b_0 และ b_1 โดย $b_0 = \exp(b_0')$ และ $b_1 = \exp(b_1')$ ทำให้สมการแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลมีรูปแบบเป็น

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ b_0 คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

b_1 คือ ค่าความชัน (*slope*) ของเส้นแนวโน้ม

ในปัญหาพิเศษนี้จะหาค่า b_0 และ b_1 จากโปรแกรมสำเร็จรูป *Minitab version 16*

การหาแนวโน้มแบบควอดราติก โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มีวิธีการดังนี้

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

โดยประมาณ β_0 ด้วย b_0, β_1 ด้วย b_1 และ β_2 ด้วย b_2

ทำให้สมการแนวโน้มแบบควอดราติกมีรูปแบบเป็น

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \varepsilon_t$$

b_0 คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

b_1, b_2 คือ ค่าความชัน (*slope*) ของเส้นแนวโน้ม

ในปัญหาพิเศษนี้จะหาค่า b_0, b_1 และ b_2 จากโปรแกรมสำเร็จรูป *Minitab version 16*

2.1.2.2 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบบวก จะมีรูปแบบเป็น

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

เมื่อ β_0 คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

β_1 คือ ค่าความชัน (*slope*) ของเส้นแนวโน้ม

S_t คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

การสร้างสมการพยากรณ์จะได้จากการสร้างสมการแนวโน้มและหาค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ดังนี้ [8]

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลที่ได้ในข้อ 2 ไปหักออกจากค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิม นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จะได้สมการแนวโน้มเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t$ และจะได้สมการพยากรณ์เป็น

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

2.1.2.3 วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

เมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล โดยมีการรวมกันเป็นรูปแบบคูณ จะมีรูปแบบเป็น

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) \times S_t \times \varepsilon_t$$

เมื่อ β_0 คือ ค่าแนวโน้ม ณ จุดเริ่มต้น

β_1 คือ ค่าความชัน (*slope*) ของเส้นแนวโน้ม

S_t คือ ค่าอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

การสร้างสมการพยากรณ์จะได้จากการสร้างสมการแนวโน้มและหาดัชนีฤดูกาล ซึ่งจะทำได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ [8]

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หาดัชนีฤดูกาลโดยการหาค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา $\left\{\hat{S}_i \hat{\varepsilon}_i\right\}$ ที่ได้ในข้อ 1 ดัชนีฤดูกาลที่ได้ $(\hat{S}_i)$ มักจะมีผลรวมไม่เท่ากับ L การปรับให้ดัชนีฤดูกาลมีผลรวมเป็น L จะทำได้โดยการนำค่าเฉลี่ยของดัชนีฤดูกาลเดิมมาหารคือ

$$\hat{S}_i^* = \frac{\hat{S}_i}{\bar{S}} \text{ ที่มี } \sum_{i=1}^{L} \hat{S}_i^* = L$$ โดย L แทนจำนวนฤดูกาลใน 1 ปี

3. หาอนุกรมเวลาปรับฤดูกาล โดยนำดัชนีฤดูกาลที่ได้ในข้อ 2 ไปหารค่าสังเกตของอนุกรมเวลาเดิมในฤดูกาลที่สัมพันธ์กัน นำอนุกรมเวลาปรับฤดูกาลนี้ไปสร้างสมการแนวโน้มแบบเส้นตรง จะได้สมการแนวโน้มเป็น $\hat{T}_t = b_0 + b_1 t$ และจะได้สมการพยากรณ์เป็น

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

2.1.3 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง (*Linear Exponential Smoothing Method: LES*)

เป็นวิธีที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรง แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

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

$\hat{\beta}_t(t)$ คือ ค่าประมาณ β_1 ณ เวลา t

และสมการพยากรณ์ ณ เวลา t+1 เป็น

$$\hat{Y}_{t+1}(t) = \hat{T}_t(t) + \hat{\beta}_t(t)$$

ในการปรับค่าแนวโน้มและค่าประมาณของ β_1 จะใช้สมการปรับที่ขึ้นอยู่กับค่าปรับน้ำหนัก 2 ค่า ได้แก่ α และ γ ซึ่งต่างก็มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 [8]

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

$$\hat{\beta}_t(t) = (1-\gamma)\hat{\beta}_1(t-1) + \gamma\left(\hat{T}_t(t) - \hat{T}_{t-1}(t-1)\right)$$

จะได้สมการพยากรณ์ ณ เวลา t พยากรณ์ p ช่วงเวลาล่วงหน้าเป็น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างสมการพยากรณ์จะเกี่ยวข้องกับค่าที่สำคัญ 2 ค่า ได้แก่

1. ค่าเริ่มต้น โดยในปัญหาพิเศษนี้จะกำหนดค่าเริ่มต้น $\hat{T}_1(1) = Y_1$ และ $\hat{\beta}_1(1)$ จะหา $\hat{Y}_2(1)$ เป็นต้นไป
2. ค่าปรับน้ำหนัก α และ γ จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เป็นค่าที่ทำให้ *MSE* มีค่าต่ำสุด

2.1.4 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง *(Moving Average of Percentage Change: MAPC)*

เป็นวิธีที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งเป็นลักษณะของแนวโน้มที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เท่ากันในแต่ละช่วงเวลา [8] นั่นคือ เมื่อ

PC_t คือ อัตราการเปลี่ยนแปลง ณ เวลา t

$$PC_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \times 100$$

MPC_t คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ k ช่วงเวลา ณ เวลา t

$$MPC_t = \frac{\sum_{t=1}^{k} PC_{t-i+1}}{k} \times 100$$

สมการพยากรณ์ ณ เวลา t สำหรับ p ช่วงเวลาล่วงหน้าคือ

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = Y_t\left(1 + \frac{MPC_t}{100}\right)^p \quad \text{สำหรับ} \quad p = 1, 2, \ldots$$

เมื่อ MPC_t มีค่าต่ำกว่า 0 แนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลจะเป็นแนวโน้มในทางลง โดย MPC_t จะเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ค่าพยากรณ์ลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา แต่เมื่อ MPC_t มีค่ามากกว่า 0 แนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลจะมีแนวโน้มทางขึ้น โดย MPC_t จะเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ค่าพยากรณ์เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งหน่วยเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริบเปิ้ล (*Triple Exponential Smoothing Method : TES*)

เป็นวิธีที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มแบบควอดราติก แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล จากรูปแบบแนวโน้มควอดราติก

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

ซึ่ง $\beta_2' = \frac{\beta_2}{2}$ จะมีสมการพยากรณ์ ณ เวลา t สำหรับ p ช่วงเวลาล่วงหน้าเป็น

$$\hat{Y}_{t+p}(t) = b_0(t) + b_1(t)(t+p) + \frac{1}{2}b_2(t)(t+p)^2$$

$$= a_0(t) + a_1(t)p + \frac{1}{2}a_2(t)p^2$$

การสร้างสมการพยากรณ์จะเกี่ยวข้องกับค่าเริ่มต้น โดยทั่วไปจะหา $a_0(0), a_1(0)$ และ $a_2(0)$ จากอนุกรมเวลาที่มีอยู่โดยใช้เพียงบางช่วงของค่าสังเกตหรือทั้งหมดแล้วใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดในการหาแนวโน้มควอดราติก จากนั้นหา A_0, A_0' และ A_0'' โดย [8]

$$A_0 = a_0(0) - \left(\frac{(1-\alpha)}{\alpha}\right)a_1(0) + \left(\frac{(1-\alpha)(2-\alpha)}{2\alpha^2}\right)a_2(0)$$

$$A_0' = a_0(0) - \left(\frac{2(1-\alpha)}{\alpha}\right)a_1(0) + \left(\frac{2(1-\alpha)(3-2\alpha)}{2\alpha^2}\right)a_2(0)$$

$$A_0'' = a_0(0) - \left(\frac{3(1-\alpha)}{\alpha}\right)a_1(0) + \left(\frac{3(1-\alpha)(4-3\alpha)}{2\alpha^2}\right)a_2(0)$$

เมื่อได้ A_0, A_0' และ A_0'' แล้วจะหา A_t, A_t' และ A_t'' สำหรับค่า t ต่อๆ ไปได้

A_t คือ ค่าปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ เวลา t ซึ่ง $A_t = (1-\alpha)A_{t-1} + \alpha Y_t$

A_t' คือ ค่าปรับให้เรียบครั้งที่สองเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ เวลา t ซึ่ง $A_t' = (1-\alpha)A_{t-1}' + \alpha A_t$

A_t'' คือ ค่าปรับให้เรียบครั้งที่สามเอ็กซ์โปเนนเชียล ณ เวลา t ซึ่ง $A_t'' = (1-\alpha)A_{t-1}'' + \alpha A_t''$

โดย α เป็นค่าปรับน้ำหนักมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

จะเขียนสมการพยากรณ์ในเทอมของ A_0, A_0' และ A_0'' ได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\hat{Y}_{t+p}(t)=\left(6(1-\alpha)^2+(6-5\alpha)\alpha p+\alpha^2p^2\right)\left(\frac{A_t}{2(1-\alpha)^2}\right)$$

$$-\left(6(1-\alpha)^2+2(5-4\alpha)\alpha p+2\alpha^2p^2\right)\left(\frac{A'_t}{2(1-\alpha)^2}\right)$$

$$-\left(6(1-\alpha)^2+2(5-4\alpha)\alpha p+2\alpha^2p^2\right)\left(\frac{A'_t}{2(1-\alpha)^2}\right) \text{ สำหรับ } p=1,2,...$$

2.1.6 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ *(Holt – Winter Exponential Smoothing Method: HWS)*

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล โดยใช้ค่าสังเกตของข้อมูลในอดีตบางส่วนมาใช้ในการหาค่าเริ่มต้น วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์มีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า คือ α เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม (β_0) ส่วน γ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน (β_1) และ δ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล (S_t) ซึ่งรูปแบบของการรวมแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาลแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ [8]

1. รูปแบบบวก *(Additive Model)* ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงในอัตราคงที่ รูปแบบสมการเป็นดังนี้

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

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$\beta_1(t)$ คือ ค่าความชัน ณ เวลา t

$S_t(t)$ คือ ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา t

α คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

γ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

δ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์ ณ เวลา *t+p* คือ

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

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

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

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

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

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

p คือ ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

2. รูปแบบคูณ *(Multiplicative Model)* ใช้กับข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นสัดส่วนกับค่าเฉลี่ย มีรูปแบบสมการเป็นดังนี้

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

สมการปรับค่าแบบปรับด้วยค่าความคลาดเคลื่อน

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $T_t(t)$ คือ แนวโน้ม ณ เวลา t

$\beta_1(t)$ คือ ค่าความชัน ณ เวลา t

$S_t(t)$ คือ ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล ณ เวลา t

α คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

γ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

δ คือ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับอิทธิพลของฤดูกาล อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

สมการพยากรณ์ ณ เวลา *t+p* คือ

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

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

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

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

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

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

p คือ ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

2.1.7 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ *(Box and Jenkins Method)*

วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ เป็นการพยากรณ์ค่าในอนาคตที่มีค่าความถูกต้อง *(Accuracy)* สูงกว่าวิธีอื่น ๆ เหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น *(Short Term Forecasting)* และใช้ได้กับอนุกรมเวลาทุกรูปแบบ วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จะแบ่งอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ [8]

1. อนุกรมเวลาที่สเตชันนารี *(Stationary Series)*

เป็นอนุกรมเวลา $\{Y_t\}$ ที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนคงที่ นั่นคือค่าเฉลี่ย $E(Y_t)$ และค่าความแปรปรวน $V(Y_t)$ มีค่าคงที่สำหรับเวลา t ซึ่งอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม และ/หรือฤดูกาลจะมี $E(Y_t)$ ไม่คงที่ ส่วนอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของ Y_t สูง จะเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาที่ $V(Y_t)$ ไม่คงที่ จะเรียกว่าอนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารี

นอกจากจะเป็นอนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนคงที่แล้ว อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองที่ *lag k* อนุกรมเวลาที่จะกำหนดรูปแบบ $ARMA(p,q)$ ให้จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารีเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อนุกรมเวลาที่ไม่สเตชันนารี *(Nonstationary Series)*

เป็นอนุกรมเวลาที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นสเตชันนารี จะหารูปแบบ $ARMA(p,q)$ ให้กับอนุกรมดังกล่าวไม่ได้ จะต้องแปลงอนุกรมเวลานั้นให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีคุณสมบัติสเตชันนารีเสียก่อน จึงจะหารูปแบบ $ARMA(p,q)$ ให้กับอนุกรมเวลาใหม่ได้ การแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่เป็นสเตชันนารีจะทำได้ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

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

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

2.3 หาผลต่างและผลต่างฤดูกาล กรณีที่อนุกรมเวลามีทั้งแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล การปรับให้อนุกรมเวลาเป็นสเตชันนารีนั้นจะทำได้โดยหาผลต่างและหาผลต่างฤดูกาลควบคู่กันไป d และ D จะมีค่าเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับว่าอนุกรมเวลาใหม่เป็นสเตชันนารีแล้วหรือยัง เช่น อนุกรมเวลารายเดือนที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล เมื่อ d = 1 และ D = 1 จะแปลงอนุกรมเวลาเดิม $\{Y_t\}$ ให้เป็นอนุกรมใหม่ $\{Z_t\}$ ซึ่ง $Z_t = \nabla\nabla_{12} Y_t = \nabla\left(Y_t - Y_{t-12}\right) = \nabla Y_t - Y_{t-12} = Y_t - Y_{t-1} - Y_{t-12} + Y_{t-13}$ เป็นต้น

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

การกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาจะพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของตัวอย่าง (r_k และ r_{kk}) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองบางส่วนของประชากร (ρ_k และ ρ_{kk}) [8]

$ARMA(p,q)$ คือ รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีแล้ว

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

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

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

ตัวแบบอนุกรมเวลาทั่วไปสำหรับการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ ได้แก่ $ARIMA(p,q,d)\times SARIMA(P,D,Q)_L$ ซึ่งมีรูปแบบ ดังนี้ [8]

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

โดยที่ $\phi_p(B)=\left(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2-\ldots-\phi_p B^p\right)$

$\phi_P(B^L)=\left(1-\phi_{1L}B^L-\phi_{2L}B^{2L}-\ldots-\phi_{PL}B^{PL}\right)$

$\theta_q(B)=\left(1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-\ldots-\theta_q B^q\right)$

$\theta_Q(B^L)=\left(1-\theta_{1L}B^L-\theta_{2L}B^{2L}-\ldots-\theta_{QL}B^{QL}\right)$

$Z_t=\left(1-B^L\right)^D(1-B)^d\,Y_t$

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

$\phi_P(B^L)$ เป็นรูปแบบของ $SAP(P)$

$\theta_q(B)$ เป็นรูปแบบของ $MA(q)$

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

Z_t เป็นการแปลงค่าสังเกต Y_t ให้เป็นสเตชันนารีเพื่อหารูปแบบ $ARIMA(p,q,d)\times SARIMA(P,D,Q)_L$ โดยการหาผลต่างจำนวน d ครั้ง เพื่อขจัดแนวโน้ม และการหาผลต่างฤดูกาลจำนวน D ครั้ง เพื่อขจัดอิทธิพลของฤดูกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ [8]

ขั้นที่ 1 การกำหนดตัวแบบ *(Identification)*

เป็นการหารูปแบบที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่า r_k และ r_{kk} ของอนุกรมเวลากับค่า ρ_k และ ρ_{kk} ของแต่ละรูปแบบ เนื่องจากต้องพิจารณา r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} พร้อมกันหลายๆ ค่า จึงมักจะพิจารณาจากกราฟที่เรียกว่าคอเรลโรแกรม (Correlogram) ที่ได้จากการพล๊อตกราฟ r_k, r_{kk}, ρ_k และ ρ_{kk} กับ k ดังนั้นการพิจารณาเปรียบเทียบคอเรลโรแกรม r_k กับ ρ_k และคอเรลโรแกรม r_{kk} กับ ρ_{kk} สำหรับแต่ละรูปแบบ มีคอเรลโรแกรมของ ρ_k และ ρ_{kk} ต่างกัน อนุกรมเวลาที่จะนำมากำหนดรูปแบบจะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีเท่านั้น หากไม่เป็นสเตชันนารีจะต้องแปลงให้เป็นสเตชันนารีเสียก่อน

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

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

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

รูปแบบ	ลักษณะของ $\rho_k(Z_t)$	ลักษณะของ $\rho_{kk}(Z_t)$
$SAR(1)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \ldots$ มีค่าลดลงเร็ว	ρ_{kk} = 0 สำหรับ k = 24, 36, ...
$SAR(2)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \ldots$ มีค่าลดลงเร็ว	ρ_{kk} = 0 สำหรับ k = 36, 48, ...
$SMA(1)_{12}$	ρ_k = 0 สำหรับ k = 24, 36, ...	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24}, \ldots$ มีค่าลดลงเร็ว
$SMA(2)_{12}$	ρ_k = 0 สำหรับ k = 36, 48, ...	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24}, \ldots$ มีค่าลดลงเร็ว
$SARIMA(1,1,1)_{12}$	$\rho_{12}, \rho_{24}, \ldots$ มีค่าลดลงเร็ว	$\rho_{12,12}, \rho_{24,24}, \ldots$ มีค่าลดลงเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ *(Estimation)*

เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงตัวเลข *(Numerical Analysis)* ซึ่งจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดโดยกำหนดค่าเบื้องต้นของพารามิเตอร์เพื่อหาค่าประมาณสุดท้าย โดยการทำซ้ำ *(Iteration)* ซึ่งค่าประมาณที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน $\left(\sum_{t=1}^{n} e_t^2\right)$ มีค่าต่ำสุด จะเป็นค่าประมาณที่ใช้ในสมการพยากรณ์

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ *(Diagnostic Checking)*

วิธีการตรวจสอบส่วนใหญ่จะใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (e_t) ที่เป็นผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ $\left(e_t = Y_t - \hat{Y}_t\right)$ มาเป็นหลักในการพิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบ การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจะทำดังนี้

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

$H_0 : \theta = 0$

$H_1 : \theta \neq 0$

ตัวสถิติทดสอบคือ $t = \dfrac{\hat{\theta}}{\hat{S}_{\hat{\theta}}}$

บริเวณวิกฤตคือ $|t| \geq t_{\frac{\alpha}{2}}$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณีที่ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าพารามิเตอร์ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0

3.2 พิจารณาว่า $\rho_k(e_t) = 0$ สำหรับ k = 1, 2, ..., m นั่นคือการพิจารณาว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่อยู่ห่างกัน 1, 2, ..., m ช่วงเวลาเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบสมมติฐาน

$H_0 : \rho_1(e_t) = \cdots = \rho_m(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อย 1 ค่าไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k = 1, 2, ..., m

ตัวสถิติทดสอบคือ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ n คือ จำนวนที่จะใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

m คือ *lag* สูงสุดที่ต้องการทดสอบ

$r_k(e_t)$ คือ ค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตนเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา ตัวสถิติทดสอบ Q มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาความเป็นอิสระเท่ากับ $m-n_p$

ซึ่ง n_p คือจำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบ

บริเวณวิกฤตคือ $Q > \chi^2_{a,(m-n_p)}$

กรณีปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแบบที่กำหนดยังไม่เป็นตัวแบบที่เหมาะสม (ไม่อิสระกัน)

ขั้นที่ 4 การพยากรณ์ *(Forecasting)*

เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้ว จะสามารถทำการพยากรณ์แบบจุด *(Point Forecast)* และการพยากรณ์แบบช่วง *(Interval Forecast)* การพยากรณ์จะใช้สมการพยากรณ์ที่สร้างจากตัวแบบการพยากรณ์ที่กำหนดและผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนที่ผ่านมาแล้ว

ในกรณีที่วิธีบ๊อกและเจนกินส์มีหลายตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ ดังนี้

2.1.7.1 เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ (*Akaike's Information Criterion : AIC*)

เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบโดยข้อสนเทศของอาไคเคะ *(AIC)* เป็นเกณฑ์ที่พิจารณาจากการประมาณความคลาดเคลื่อนรวมเข้ากับข้อสนเทศ *(Information)* ของค่าสังเกต และใช้แนวคิดค่าต่ำสุดของคูลแบ็ค-ไลท์เบอร์ *(Kullback-Leiber)* เพื่อนำมาใช้ในการปรับค่าประมาณของการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากขึ้น โดยตัวแบบที่ให้ค่า *AIC* ต่ำสุด จะเป็นตัวแบบที่ดีที่สุด สามารถหาค่า *AIC* ได้โดย [8]

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

โดยที่ n คือ ขนาดตัวอย่าง

p คือ จำนวนพารามิเตอร์

$\hat{\sigma}^2$ คือ $\frac{SSE}{n}$

$$SSE = \sum_{t=1}^{n} e_t^2 = \sum_{t=1}^{n}\left(Y_t - \hat{Y}_t\right)^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ต้องการ ความถูกต้องจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ *(Forecast error,* e_t*)* ซึ่งเป็นผลต่างของค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ $\left(e_t = Y_t - \hat{Y}_t\right)$ ความคลาดเคลื่อนจะมากถ้าค่าสังเกตห่างจากค่าพยากรณ์มากและจะน้อยถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าสังเกต [8]

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

2.2.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง *(Mean Square Error: MSE)*

เป็นค่าที่ใช้วัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (*MSE)* จะมีหน่วยวัดเป็นกำลังสองของหน่วยวัดของค่าสังเกต ค่า *MSE* จะไวต่อความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีสูตรการคำนวณ คือ

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

โดยที่ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

การพิจารณาว่าการพยากรณ์วิธีใดให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง *(MSE)* ต่ำที่สุดวิธีการพยากรณ์นั้นเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด โดยปัญหาพิเศษนี้จะใช้ค่า *MSE* ในการคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสม

2.2.2 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย *(Mean Absolute Percent Error: MAPE)*

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยใช้บอกว่าค่าพยากรณ์แตกต่างจากค่าสังเกตเท่าไหร่ โดยค่า *MAPE* เป็นค่าที่ไม่มีหน่วย และแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ โดย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกกาญจน์ มูลผาลา 2557 [1] การศึกษางานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ยอดขายสินค้าอุปโภคที่เหมาะสมของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนธันวาคม 2556 จากการศึกษาข้อมูลของบริษัทพบว่าบริษัทใช้วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ *(Moving Average)* ในพยากรณ์ยอดขายสินค้าทุกประเภทและวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ *(Mean Absolute Percentage Error: MAPE)* พบว่าเกิดค่าความคลาดเคลื่อน *(error)* สูง งานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับปรุงและเลือกเทคนิคพยากรณ์ยอดขายสินค้าใหม่ โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณโดยวิธีอนุกรมเวลา *(Time Series)* ซึ่งประกอบไปด้วย การพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method),* การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ *(Moving Average Method),*การพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล *(Exponential Smoothing Method)* และการพยากรณ์โดยแบบจำลอง *Autoregressive Integrated Moving Average Model (ARIMA)* และใช้โปรแกรมมินิแทบ *(Minitab)* เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์และทำการวัดผลโดยการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ *(Mean Absolute Percentage Error: MAPE)*

ผลการวิจัยพบว่ามีสินค้าจำนวน 73 รายการ จากทั้งหมด 137 รายการ ที่เหมาะสมกับเทคนิคการพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ และมีสินค้าจำนวน 64 รายการ ที่ควรปรับปรุงเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ยอดขาย จากนั้นทำการพยากรณ์ยอดขายสินค้าในช่วงเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2557 ด้วยเทคนิคการพยากรณ์หลังการปรับปรุง เปรียบเทียบกับยอดขายที่เกิดขึ้นจริง ณ เดือนนั้นๆ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ลดลงถึง 11% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เทคนิคการพยากรณ์วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยที่สินค้าของบริษัทกรณีศึกษาส่วนใหญ่เหมาะกับเทคนิคการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method)* และจากผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากขึ้นยังเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงาน ทั้งด้านการลดต้นทุนในการจัดเก็บสินค้า การเพิ่มประโยชน์จากการใช้พื้นที่คลังสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น การลดต้นทุนค่าขนส่ง รวมถึงสามารถนำเทคนิคการพยากรณ์ยอดขายสินค้าไปประยุกต์ใช้กับสินค้าอื่นๆ ของบริษัทต่อไปในอนาคตได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลิมพล จตุพร และ พัฒนา สุขประเสริฐ 2559 [2] การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์ผลผลิตและปริมาณส่งออกยางพาราของประเทศไทยด้วยเทคนิคทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ การพยากรณ์ด้วยสมการถดถอยโดยใช้ตัวแปรหุ่นฤดูกาลและแนวโน้มเวลา การพยากรณ์ตามแนวคิดของบ็อกซ์-เจนกินส์ ด้วยวิธี *SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s* และการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลฤดูกาลตามแนวคิดของโฮลต์-วินเทอร์ ด้วยตัวแบบพยากรณ์เชิงผลบวกและตัวแบบพยากรณ์พหุคูณ ผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์ด้วยสมการถดถอยโดยใช้ตัวแปรหุ่นฤดูกาลและแนวโน้มเวลาเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ค่าสถิติ *RMSE* ต่ำสุด และเมื่อคาดการณ์ผลผลิตและปริมาณส่งออกพบว่าในปี พ.ศ. 2559 ผลผลิตยางพารามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.47 แต่ปริมาณส่งออกกลับมีทิศทางลดลงร้อยละ 0.31 แสดงให้เห็นถึงผลผลิตส่วนเกินจากความไม่สอดคล้องระหว่างอุปสงค์และอุปทานในตลาดยางพาราของประเทศ ดังนั้นภาครัฐ ภาคเอกชน เกษตรกร ผู้ประกอบการ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการความเสี่ยงทั้งจากการผลิตและการส่งออกเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับสินค้ายางพาราของประเทศไทย

วรางคณา กีรติวิบูลย์ 2557 [5] วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ คือ การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของมูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิโดยใช้ข้อมูลจากเว็ปไซด์โของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2545 ถึงเดือนกรกฎาคม 2556 จำนวน 134 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2545 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555 จำนวน 122 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ 3 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกและวิธีพยากรณ์รวม ชุดที่ 2 ข้อมูลตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2555 ถึงเดือนกรกฎาคม 2556 จำนวน 12 ค่า สำหรับการตรวจสอบความแม่นของตัวแบบพยากรณ์ด้วยเกณฑ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้ศึกษา วิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์เป็น

$$\hat{Y}_t = 0.13284\hat{Y}_{1t} + 0.86716\hat{Y}_{2t}$$

เมื่อ $\hat{Y}_{1t}$ และ $\hat{Y}_{2t}$ แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวกตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมฤทัย ไกยวรรณ์ 2558 [7] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาการพยากรณ์ความต้องการสินค้าสำเร็จรูป และหาเทคนิคในการพยากรณ์ที่เหมาะสม และ 2) เพื่อศึกษาการลดต้นทุนสินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบคงคลังจากการเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสม ซึ่งคัดเลือกแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ความต้องการผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปหลักของสถานประกอบการกรณีศึกษาจำนวน 3 ชนิดซึ่งสร้างยอดขายให้แก่ผู้ประกอบการได้มากที่สุดใน 3 ลำดับแรกและนำผลการพยากรณ์ที่ได้ไปวิเคราะห์ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม *Microsoft Excel 2007* แล้วเปรียบเทียบผลกับการปฏิบัติจริงในปัจจุบันของสถานประกอบการศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์ยอดขายในช่วง พ.ศ. 2555 – 2558 ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบจำลองปรับเรียบทางสถิติ 5 วิธี ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ *(moving average : MA)* วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง *(double moving average : DMA)* วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก *(weighted moving average : WMA)* วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย *(simple exponential smoothing* หรือ *single exponential smoothing : SES)* และวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลซ้ำสองครั้ง *(double exponential smoothing : DES)* เปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์ยอดขายแบบล่วงหน้า 1 เดือนโดยใช้ข้อมูลรายเดือนและการพยากรณ์โดยรวมตามเวลาโดยใช้ข้อมูลรวมรายไตรมาส

ผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์ความต้องการผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแบบล่วงหน้า 1 เดือน ด้วยแบบจำลองวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่ายให้ผลการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ทั้งสามชนิดโดยมีความคลาดเคลื่อนในรูป *mean absolute error* เป็น 4,206.82 กิโลกรัม 2,237.87 กิโลกรัม และ 1,343.91 กิโลกรัม สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ 2 และผลิตภัณฑ์ที่ 3 ตามลำดับซึ่งมีค่าต่ำกว่าการพยากรณ์แบบเดิมของสถานประกอบการ คิดเป็นร้อยละ 38.94 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 1 ร้อยละ 38.94 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 2 และ ร้อยละ 66.46 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 3

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ในปี พ.ศ. 2558 เปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์แบบเดิมในการดำเนินงานจริงของสถานประกอบการพบว่าการพยากรณ์ล่วงหน้าสำหรับ ปี พ.ศ. 2558 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกันยายน ด้วยแบบจำลองการพยากรณ์โดยรวมที่คัดเลือกได้สามารถลดต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลังได้ 72,933.04 กิโลกรัม 16,275 กิโลกรัมและ 32,260 กิโลกรัมสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ 2 และผลิตภัณฑ์ที่ 3 ตามลำดับซึ่งมีค่าต่ำกว่าการพยากรณ์แบบเดิมของสถานประกอบการ คิดเป็นร้อยละ 102.95 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 1 ร้อยละ 76.14 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 2 และ ร้อยละ 91.67 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง วิธีดำเนินงานวิจัยการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย โดยแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ มาเลเซีย เม็กซิโก เวียดนาม และออสเตรเลียของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร โดยใช้ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน ข้อมูลประกอบไปด้วย

1. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศฟิลิปปินส์
2. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศเม็กซิโก
3. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศมาเลเซีย
4. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศเวียดนาม
5. มูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปประเทศออสเตรเลีย

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อเรื่อง
2. เก็บรวบรวมข้อมูลมูลค่าการส่งออกของรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลียตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 รวม 144 เดือน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2558 ใช้ในการหาตัวแบบพยากรณ์ เป็นจำนวน 132 เดือน ส่วนที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ เป็นจำนวน 12 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ในกรณีที่มีแนวโน้มไม่ชัดเจนจะทำการทดสอบแนวโน้มโดยวิธี *Box-Ljung* และในกรณีที่มีอิทธิพลของฤดูกาลไม่ชัดเจนจะทำการทดสอบฤดูกาลโดยการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง
4. เลือกวิธีการพยากรณ์ที่จะวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล

   จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่าประเทศออสเตรเลีย ข้อมูลมีลักษณะมีแนวโน้มเส้นตรง แต่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล ประเทศมาเลเซีย ข้อมูลมีลักษณะมีแนวโน้มควอดราติก แต่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล ประเทศฟิลิปปินส์และเม็กซิโก ข้อมูลมีลักษณะมีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล และประเทศเวียดนาม ข้อมูลมีลักษณะแนวโน้มเส้นตรงและมีอิทธิพลของฤดูกาล จึงใช้วิธีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

   4.1 วิธีแยกส่วนประกอบ *(Decomposition Method)*

   4.1.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีนี้ใช้สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะมีแนวโน้มเส้นตรงคือประเทศออสเตรเลีย ข้อมูลที่มีลักษณะมีแนวโน้มควอดราติกคือประเทศมาเลเซีย และข้อมูลที่มีลักษณะมีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลคือประเทศฟิลิปปินส์และเม็กซิโก

   4.1.2 วิธีสัดส่วนกับเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีนี้ใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล คือประเทศเวียดนาม

   4.2 วิธีการปรับให้เรียบ

   4.2.1 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง *(Linear Exponential Smoothing Method)* หรือ *LES* วิธีนี้ใช้สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะมีแนวโน้มเส้นตรง แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลคือประเทศออสเตรเลีย

   4.2.2 วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง *(Moving Average of Percentage)* หรือ *MAPC* วิธีนี้ใช้สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะมีแนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลคือประเทศฟิลิปปินส์และเม็กซิโก

   4.2.3 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ล *(Triple Exponential Smoothing Method)* หรือ *TES* วิธีนี้ใช้สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะมีแนวโน้มแบบควอดราติก แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลคือประเทศมาเลเซีย

   4.2.4 วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ *(Holt – Winter Exponential Smoothing Method)* หรือ *HWS* วิธีนี้ใช้สำหรับข้อมูลที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาลคือประเทศเวียดนาม

   4.2.5 วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ *(Box and Jenkins Method)* ใช้ได้กับข้อมูลทุกรูปแบบ
5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีในข้อที่ 4
6. เลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยใช้ *MSE* ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการพยากรณ์จากตัวแบบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย *(MAPE)* ของตัวแบบนั้น เพื่อบอกถึงค่าความคลาดเคลื่อนแตกต่างจากค่าสังเกตในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์

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

8. สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย

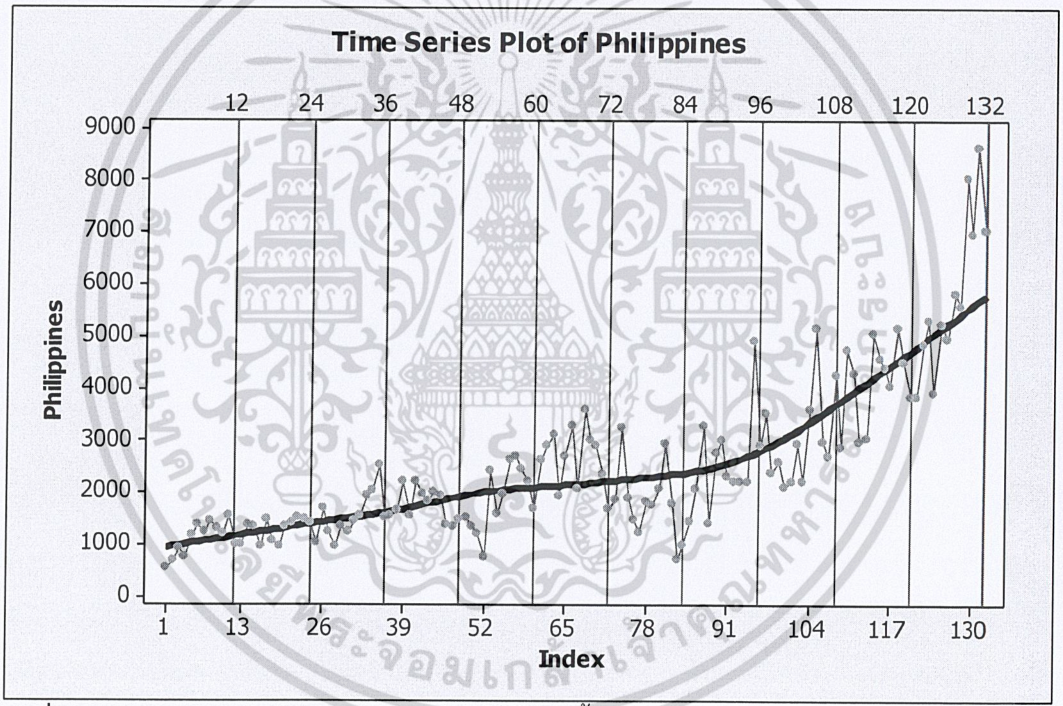
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย และทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี เพื่อเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง *(MSE)* ที่ให้ค่าต่ำที่สุด

4.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์



รูปที่ 4.1 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์

จากรูปที่ 4.1 พบว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงเวลา 1 ปี มีลักษณะที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คล้ายกับแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แสดงว่ากราฟมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้องและเมื่อพิจารณาอิทธิพลของฤดูกาล พบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะที่ไม่ชัดเจน เราจึงขจัดแนวโน้มออกก่อน ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ *centered 12 month* หาค่า r_{12} และใช้การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$H_0 : \rho_{12} = 0$

$H_1 : \rho_{12} > 0$

ตัวสถิติทดสอบ $r_{12} = -0.0280$

เนื่องจาก $r_{12} = -0.0280 < \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{120}} = \frac{1.645}{\sqrt{120}} 0.1502$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นข้อมูลไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคือ อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

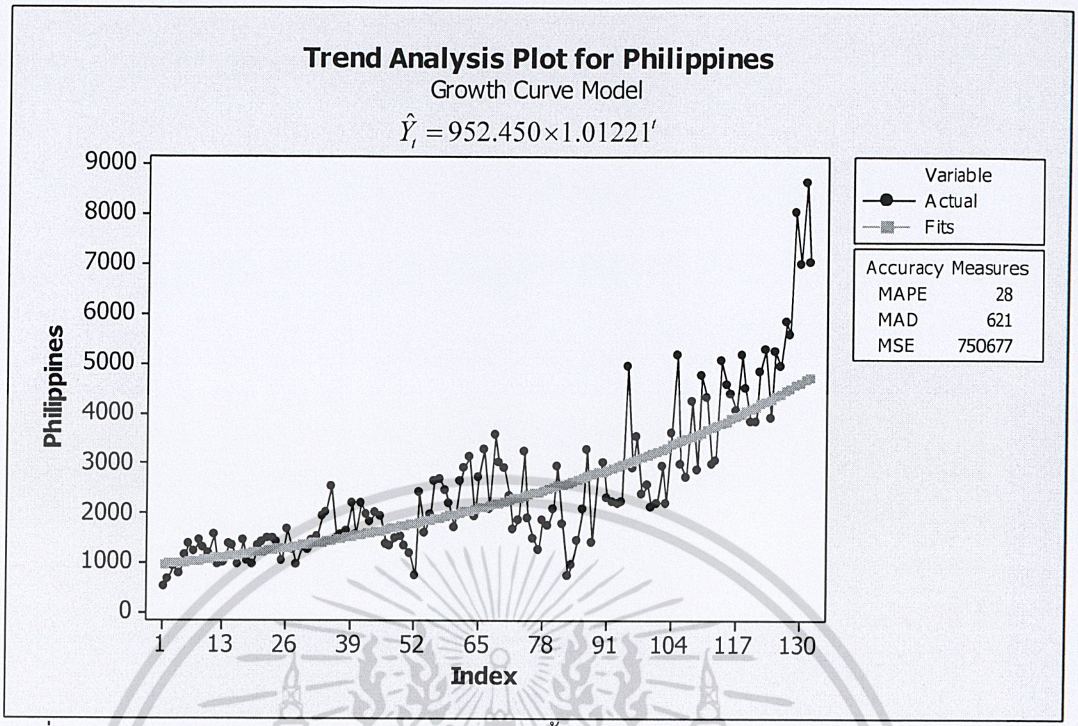
หมายเหตุ เมื่อขจัดแนวโน้มทำให้ข้อมูลหายไป 12 เดือน จากเดิมมีข้อมูล 132 เดือน จึงเหลือข้อมูลทั้งหมด 120 เดือน

4.1.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

4.1.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งมีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด จะได้ *MSE* = 750,677.0000 และมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 952.450 \times 1.01221^t$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

4.1.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง

หาค่าเริ่มต้นโดย กำหนด *k*=21 เพราะเป็นค่าที่ทำให้ *MSE* มีค่าต่ำสุด และหาค่า PC_t จะได้

$$PC_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \times 100$$

$$= \frac{669.90 - 519.19}{519.19} \times 100$$

$$= 29.0277$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นหา MPC_t จะได้

$$MPC_t = \frac{\sum_{i=1}^{k} PC_{t+i+1}}{k}$$

$$= \frac{29.0277 + 38.2754 - 18.2120 + \ldots + 6.5003}{21}$$

$$= 8.4264$$

MPC_t มีค่ามากกว่า 0 แนวโน้มแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลมีแนวโน้มในทางขึ้น ดังรูปที่ 4.2

จากนั้นทำการคำนวณค่าต่อไปเรื่อยๆ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด จำนวน 132 ค่า จะได้ค่า *MSE* ที่ต่ำที่สุด *MSE* = 75,902.0860

ตารางที่ 4.1 ค่า *k* และค่า *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์

k	*MSE*
19	79,305.6290
20	80,165.8349
21	**75,902.0860**
22	83,933.3491
23	80,524.4979

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ค่า PC_t, MPC_t และ $\hat{Y}_{t+1}(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วนและอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่ t = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ k=21

t	Y_t	PC_t	MPC_t	$\hat{Y}_{t+1}(t)$
121	3,824.55	-0.5461	7.8591	4125.1250
122	4,838.09	26.5009	8.9295	5270.1086
123	5,299.92	9.5457	7.8071	5713.6895
124	3,917.00	-26.0932	7.7418	4220.2457
125	5,244.48	33.8902	6.3337	5576.6497
126	4,948.95	-5.6351	4.0050	5147.1574
127	5,831.48	17.8327	6.8883	6233.1680
128	5,579.66	-4.3183	7.1044	5976.0598
129	8,061.10	44.4730	6.4905	8584.3063
130	6,983.01	-13.3740	7.3984	7499.6410
131	8,629.75	23.5821	5.3863	9094.5755
132	**7,028.07**	-18.5600	**4.9554**	7376.3358

จากตารางที่ 4.2 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

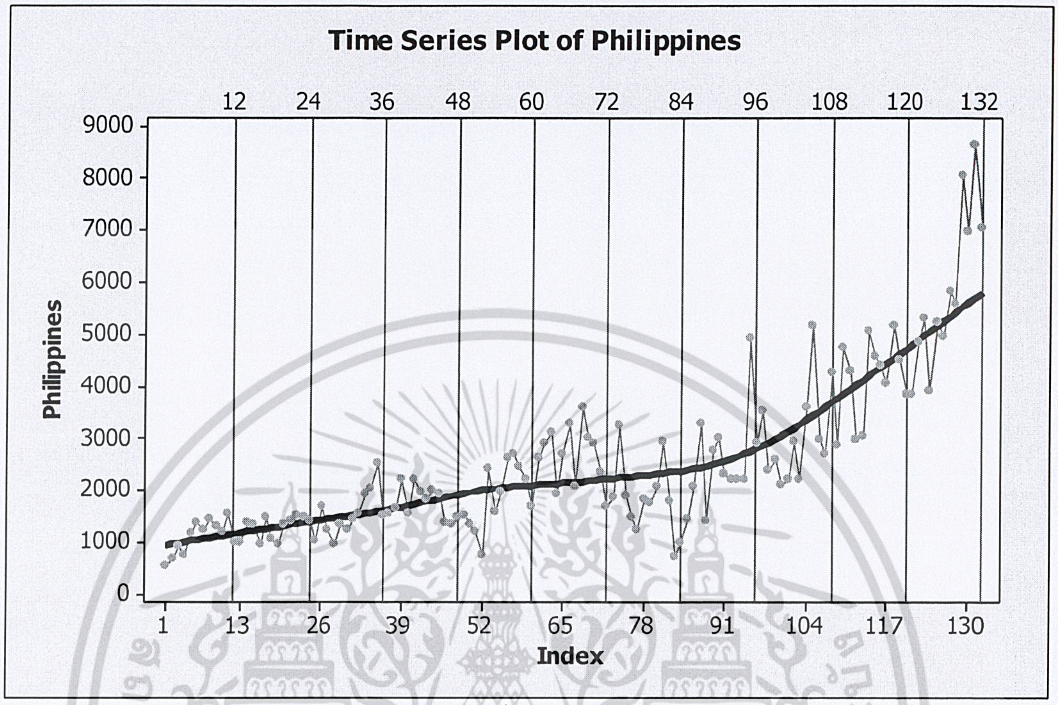
$$\hat{Y}_{132+p}(132) = 7028.07\left(1+\frac{4.9554}{100}\right)^p \quad \text{สำหรับ} \quad p = 1, 2, ...$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดย p คือหน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

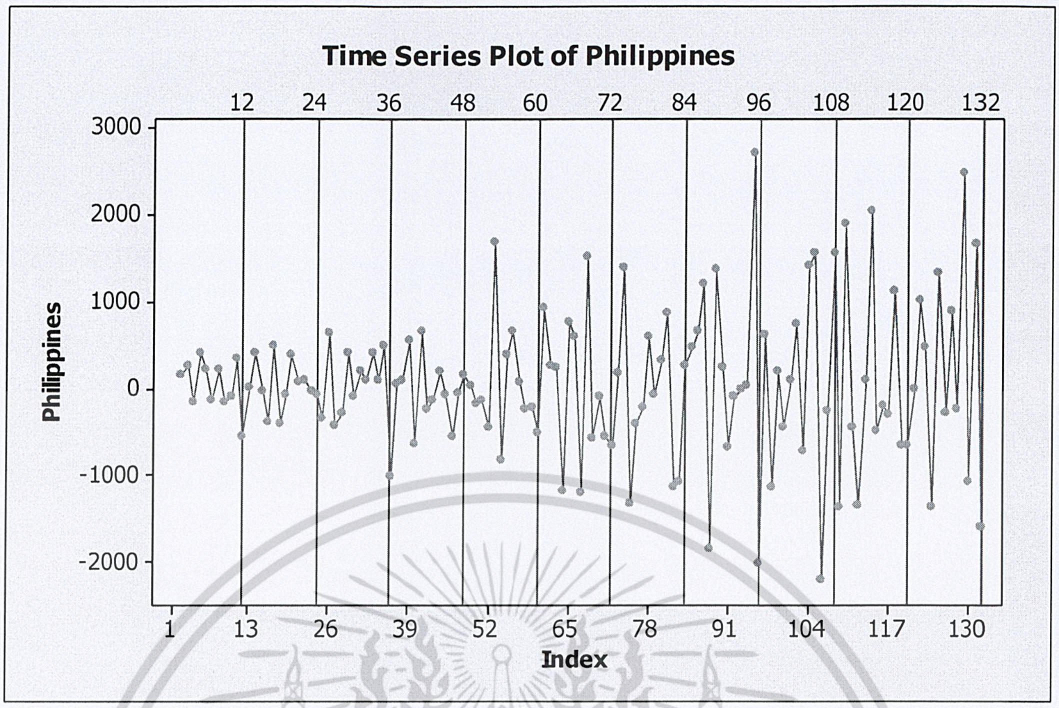
4.1.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์



รูปที่ 4.3 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์

จากรูปที่ 4.3 พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ดังนั้นจึงต้องทำให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.4

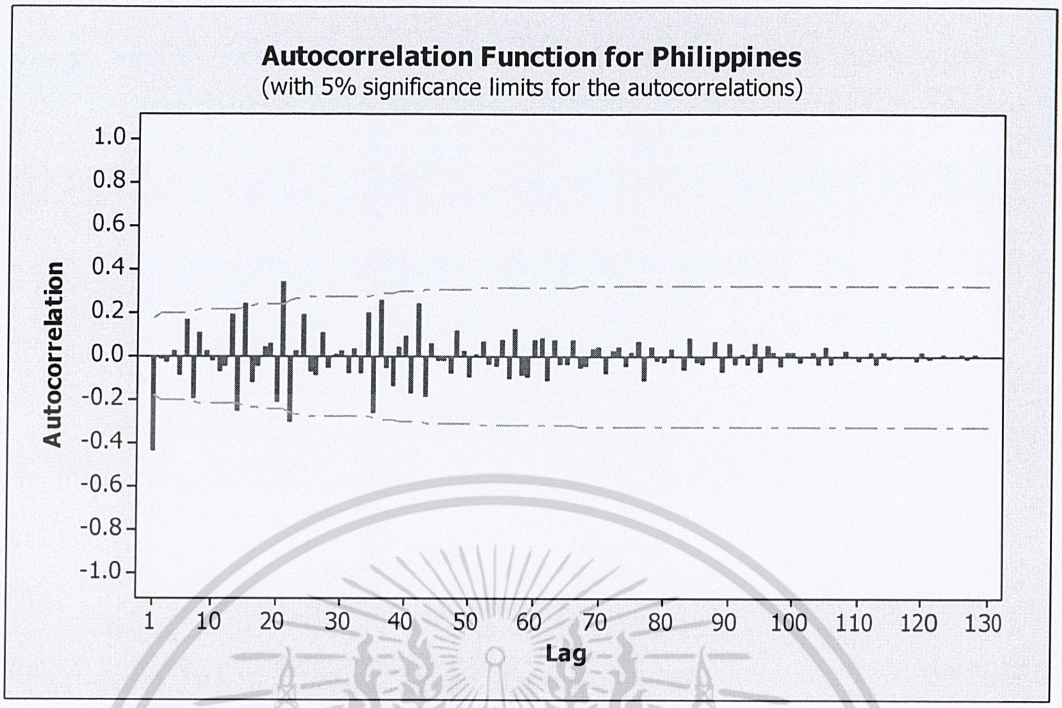
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



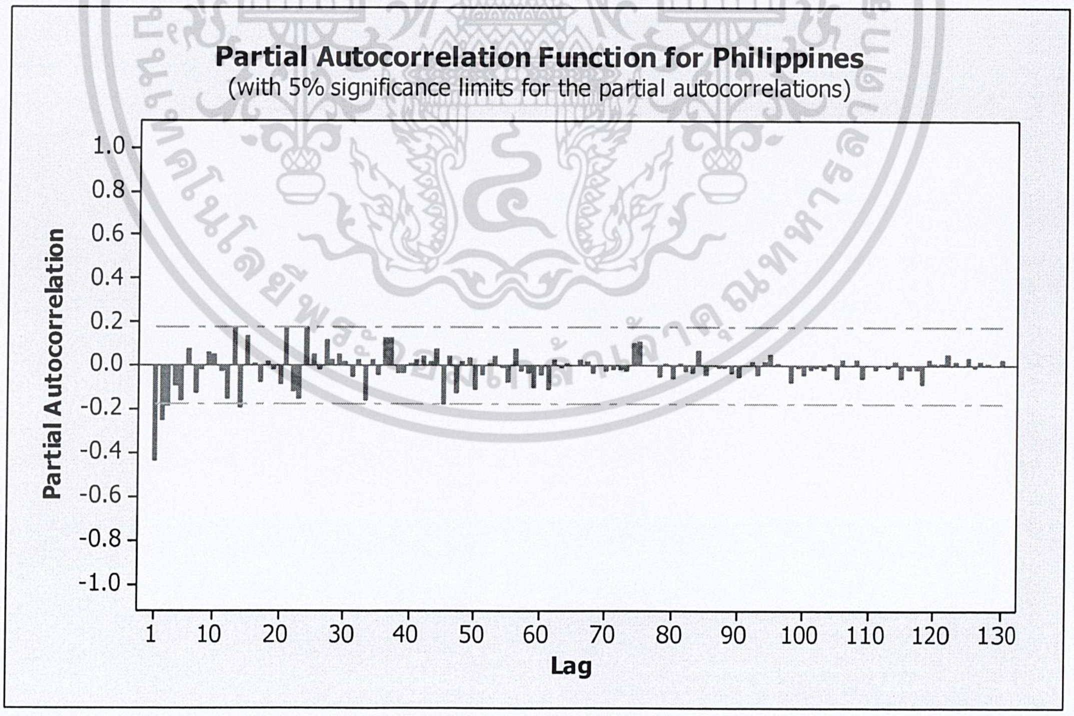
รูปที่ 4.4 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.4 พบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารี แล้วนำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ *Autocorrelation (ACF)* และ *Partial - Autocorrelation (PACF)* เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.6 คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่า *ACF cut off* ที่ *lag* 1และรูปที่ 4.6 *PACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้ตัวแบบเป็น $ARIMA(0,1,1)$ และในส่วนของอิทธิพลของฤดูกาล จะพบว่า *ACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ *lag* 12, 24, 36, 48, ... และ *PACF* ลดลงอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ *lag* 24, 36, 48, ... จะได้ตัวแบบเป็น $SARIMA(1,0,2)_{12}$

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

ตารางที่ 4.3 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,0,2)_{12}$

Statistic	*Coef*	*SE Coef*	*t*	*p-value*
$\hat{\phi}_{12}$	1.0088	0.0339	29.75	0.000
$\hat{\theta}_1$	0.5764	0.0746	7.72	0.000
$\hat{\theta}_{12}$	1.2308	0.1018	12.10	0.000
$\hat{\theta}_{24}$	-0.3972	0.1147	-3.46	0.001

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0:\hat{\phi}_{12}=0$

$H_1:\hat{\phi}_{12}\neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\phi}_{12}$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\phi}_{12}$ ควรมีในตัวแบบ

$H_0:\hat{\theta}_1=0$

$H_1:\hat{\theta}_1\neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_1$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_1$ ควรมีในตัวแบบ

$H_0:\hat{\theta}_{12}=0$

$H_1:\hat{\theta}_{12}\neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_{12}$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_{12}$ ควรมีในตัวแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ใช้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_{24} = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_{24} \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.001 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_{24}$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_{24}$ ควรมีในตัวแบบ ดังนั้นตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,0,2)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.4 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,0,2)_{12}$

Modified Box-Pierce (Box - Ljung) Chi-Square statistic				
lag	12	24	36	48
Q	5.3	27.5	41.1	52.5
DF	8	20	32	44
p-value	0.720	0.121	0.130	0.178

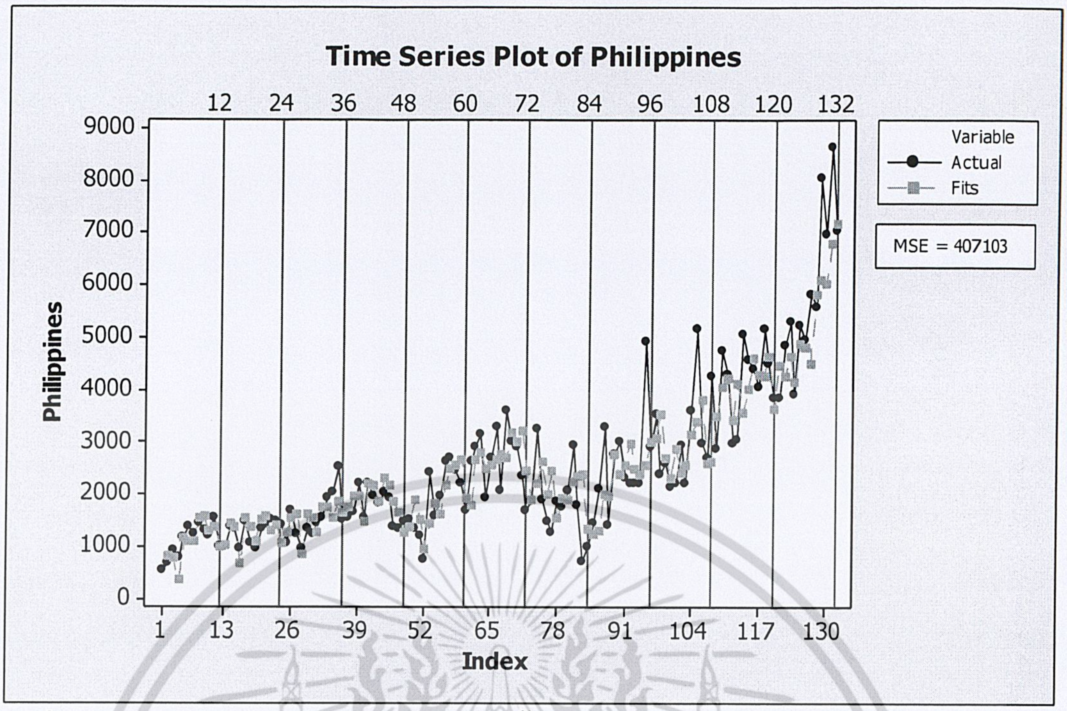
การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ *Box – Ljung* ตั้งสมมติฐานดังนี้

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

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k = 1, 2, ... , 12

จากตารางที่ 4.4 พบว่า *p-value* = 0.720 > α = 0.05 จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ในทำนองเดียวกันสำหรับ *lag* ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)\times SARIMA(1,0,2)_{12}$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยมีค่า *MSE* = 407,103.0000 และได้ผลดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์และค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์

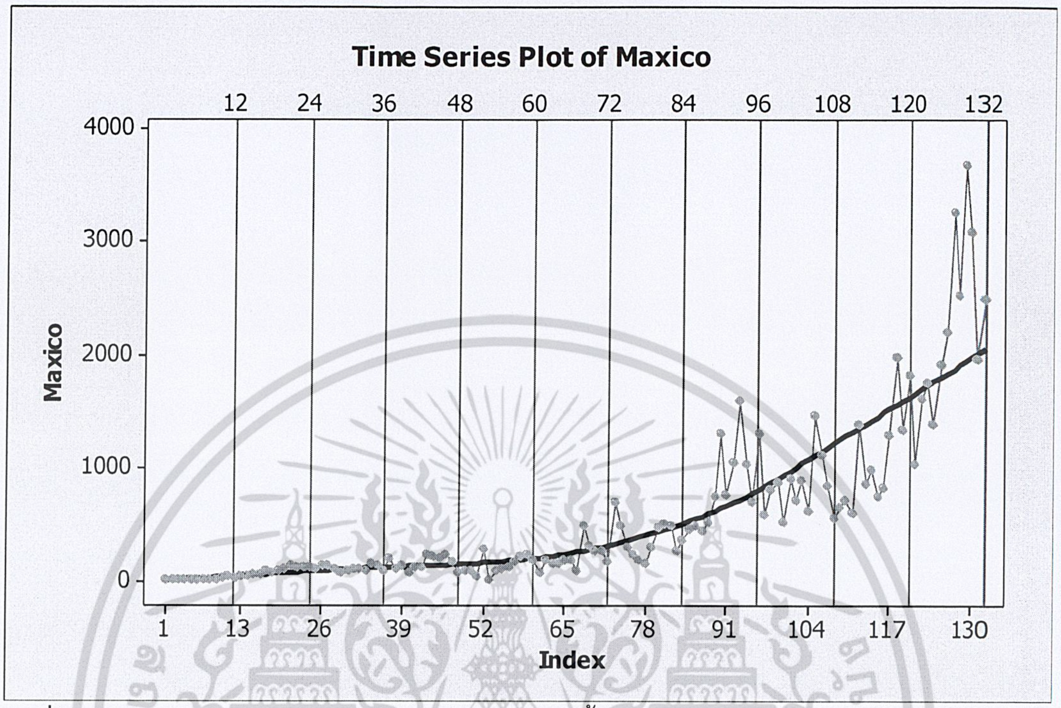
ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์

วิธีการพยากรณ์	*MSE*
1.วิธีแยกส่วนประกอบ $\hat{Y}_t = 952.450 \times 1.01221^t$	750,677.0000
2.วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง $\hat{Y}_{132+p}(132) = 7028.07\left(1+\frac{4.9554}{100}\right)^p$	**75,902.0860**
3.วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(0,1,1) \times SARIMA(1,0,2)_{12}$	407,103.0000

จากตารางที่ 4.5 พบว่า วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงมีค่า *MSE* ต่ำที่สุดเท่ากับ 75,902.0860 ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก



รูปที่ 4.8 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก

จากรูปที่ 4.8 พบว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงเวลา 1 ปี มีลักษณะที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คล้ายกับแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แสดงว่ากราฟมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้องและเมื่อพิจารณาอิทธิพลของฤดูกาล พบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะไม่ชัดเจน เราจึงขจัดแนวโน้มออกก่อน ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ *centered 12 month* หาค่า r_{12} และใช้การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ คือ

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

$$H_0 : \rho_{12} > 0$$

ตัวสถิติทดสอบ $r_{12} = 0.0787$

เนื่องจาก $r_{12} = 0.0787 < \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{120}} = \frac{1.645}{\sqrt{120}} = 0.1502$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

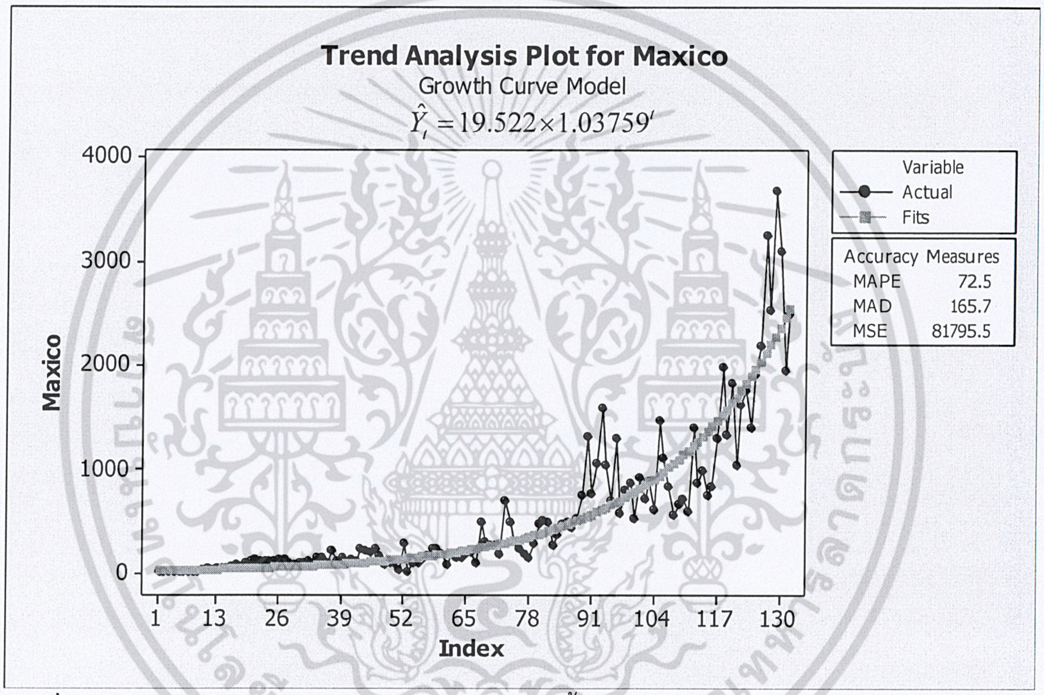
ดังนั้นข้อมูลไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคืออนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

4.2.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก ซึ่งมีแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด จะได้ *MSE* = 81,795.5000 และมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 19.522 \times 1.03759^t$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง

หาค่าเริ่มต้นโดย กำหนด k=13 เพราะเป็นค่าที่ทำให้ *MSE* มีค่าต่ำสุด และหาค่า PC_t จะได้

$$PC_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \times 100$$

$$= \frac{3.49 - 3.56}{3.56} \times 100$$

$$= -1.9662$$

จากนั้นหา MPC_t จะได้

$$MPC_t = \frac{\sum_{i=1}^{k} PC_{t+i+1}}{k}$$

$$= \frac{-1.9662 + 244.1261 - 28.9759 + ... + 33.5048}{13}$$

$$= 61.5195$$

จากนั้นทำการคำนวณค่าต่อไปเรื่อยๆ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงทั้งหมด จำนวน 132 ค่า จะได้ค่า *MSE* ที่ต่ำที่สุด *MSE* = 27,767.7232

ตารางที่ 4.6 ค่า k และค่า *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์

k	*MSE*
11	28,084.5230
12	28,106.1205
13	**27,767.7232**
14	28,270.9233
15	29,096.8258

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ค่า PC_t, MPC_t และ $\hat{Y}_{t+1}(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่ t = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ k=13

t	Y_t	PC_t	MPC_t	$\hat{Y}_{t+1}(t)$
121	1029.53	-43.3293	8.0730	1112.6401
122	1611.79	56.5563	19.6644	1928.7369
123	1754.16	8.8331	19.2621	2092.0466
124	1389.24	-20.8033	8.3524	1505.2700
125	1905.56	37.1664	6.0036	2019.9674
126	2193.62	15.1167	12.8651	2475.8334
127	3252.57	48.2739	14.5448	3725.6478
128	2526.53	-22.3221	17.5458	2969.8252
129	3671.79	45.3296	15.9420	4257.1474
130	3087.30	-15.9184	12.4061	3470.3141
131	1952.56	-36.7552	10.1273	2150.2969
132	**2489.40**	27.4945	**8.7456**	2707.1132

จากตาราง 4.7 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

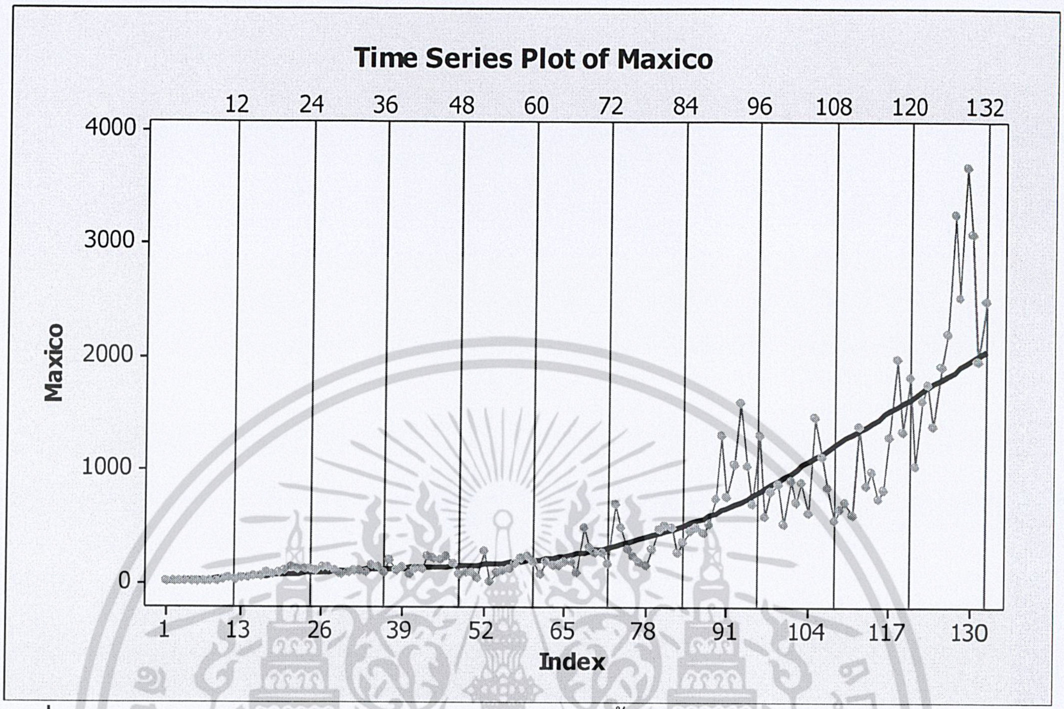
$$\hat{Y}_{132+p}(132) = 2489.40\left(1+\frac{8.7456}{100}\right)^p \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดย p คือหน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

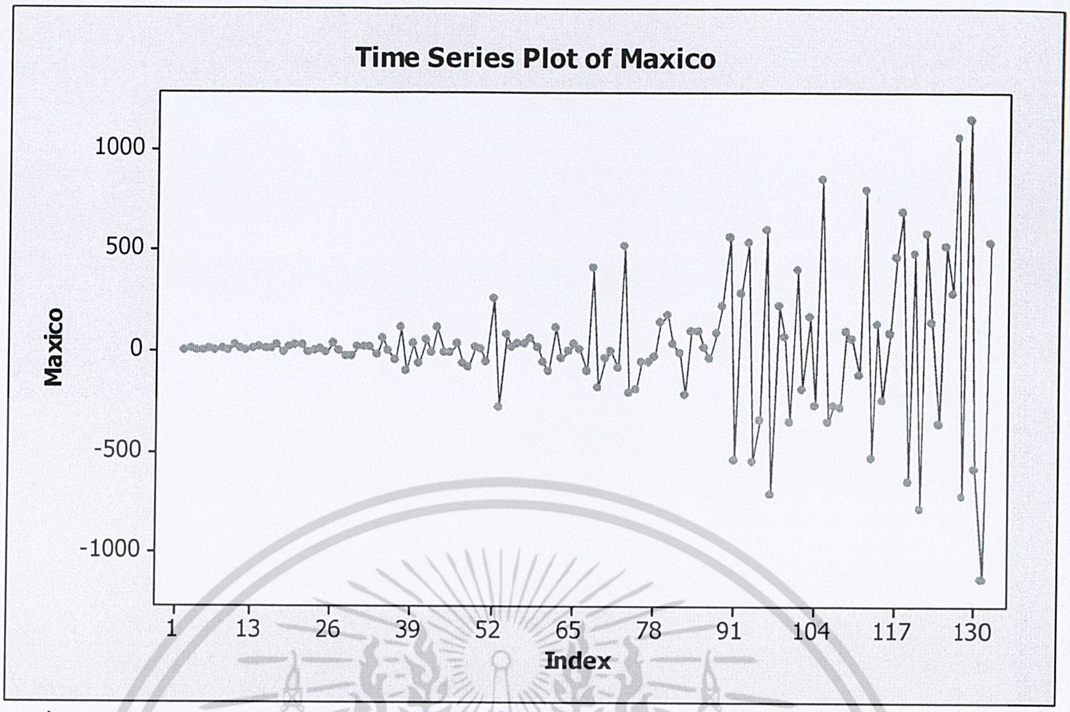
4.2.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์



รูปที่ 4.10 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก

จากรูปที่ 4.10 พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ดังนั้นจึงต้องทำให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.11

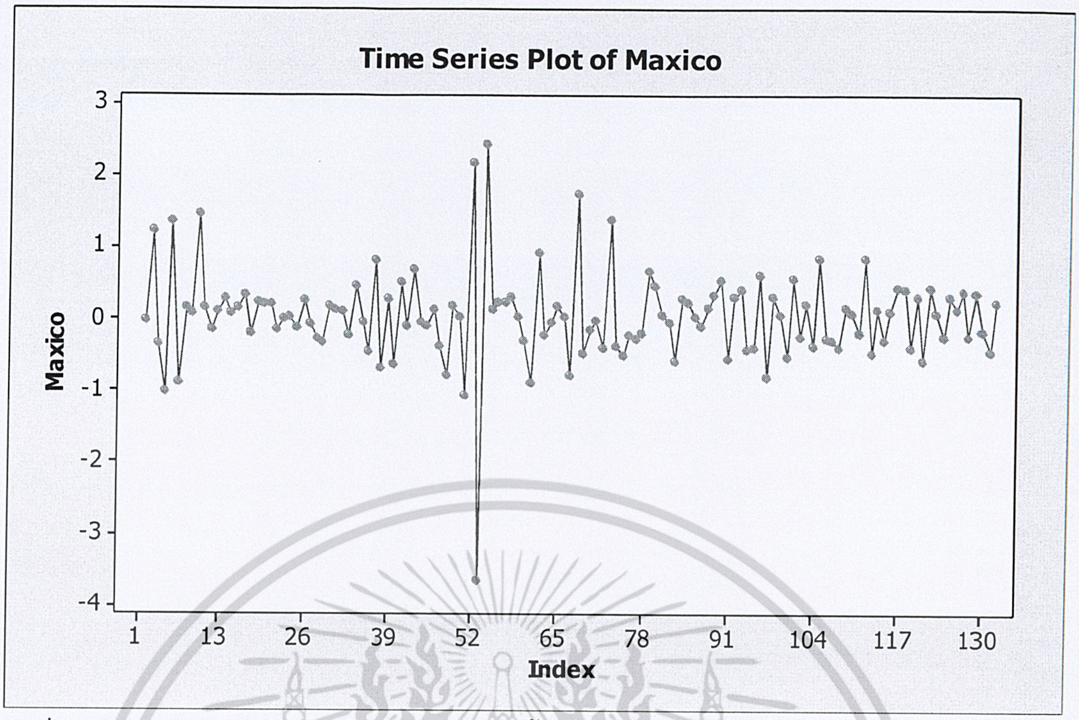
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



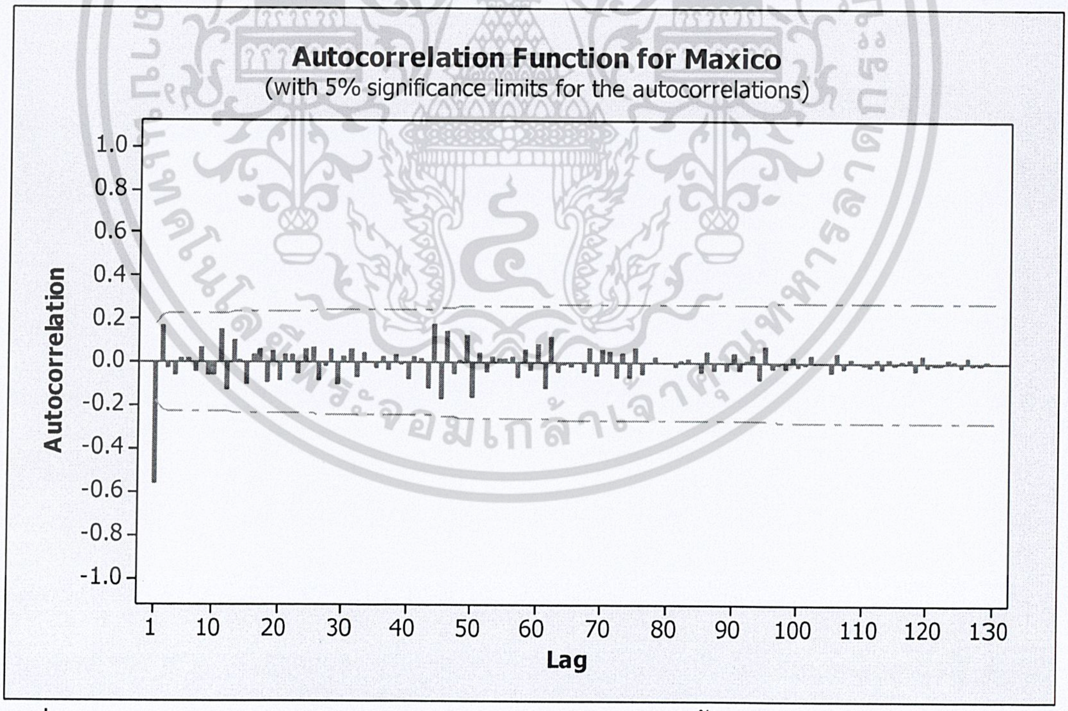
รูปที่ 4.11 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.11 พบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกมีความแปรปรวนไม่คงที่ จึงนำอนุกรมเวลาไปทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e* เพื่อทำให้ความแปรปรวนคงที่ แล้วนำไปหาผลต่าง 1 ครั้ง ดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

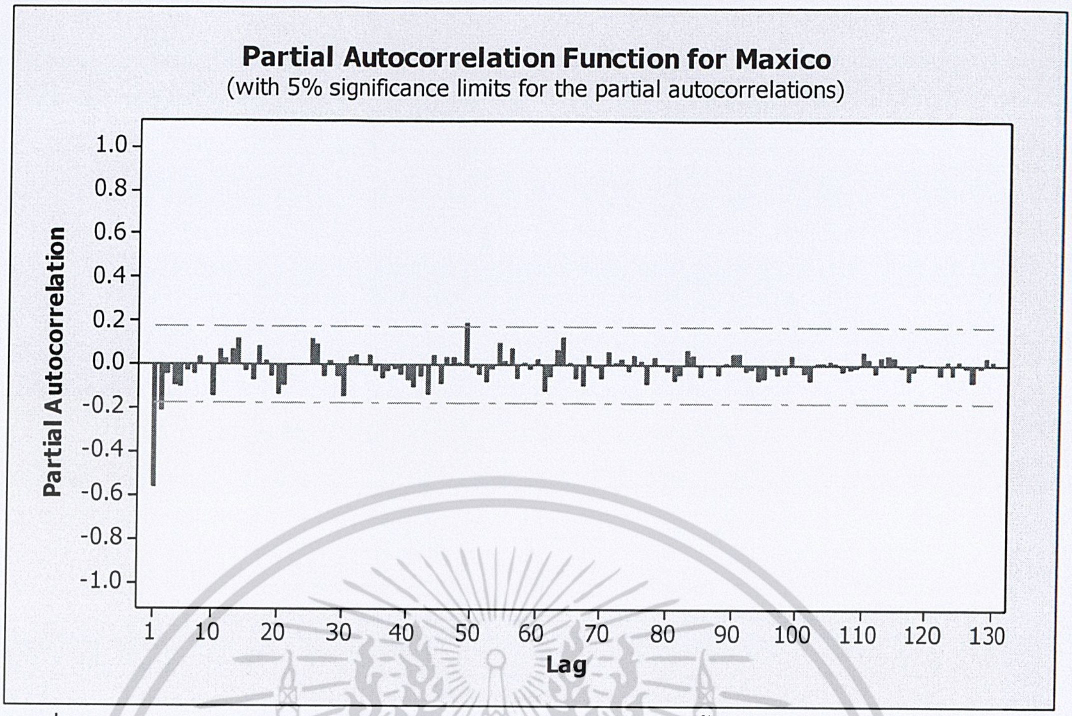


รูปที่ 4.12 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*



รูปที่ 4.13 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากหลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*

จากรูปที่ 4.13 จะเห็นว่า *ACF cut off* ที่ *lag* ที่ 1 และรูปที่ 4.14 *PACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้ตัวแบบเป็น $ARIMA(0,1,1)$

ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศประเทศเม็กซิโกคือ $ARIMA(0,1,1)$

ตารางที่ 4.8 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่

Statistic	*Coef*	*SE Coef*	*t*	*p-value*
$\hat{\theta}_0$	0.0486	0.0174	2.80	0.006
$\hat{\theta}_1$	0.6281	0.0685	9.17	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_0 = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_0 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.006 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_0$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_0$ ควรมีในตัวแบบ

$H_0 : \hat{\theta}_1 = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_1 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_1$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_1$ ควรมีในตัวแบบ

ดังนั้นตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.9 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่

Modified Box-Pierce (Box – Ljung) Chi-Square statistic				
lag	12	24	36	48
Q	8.6	18.7	25.0	44.0
DF	10	22	34	46
p-value	0.574	0.662	0.868	0.556

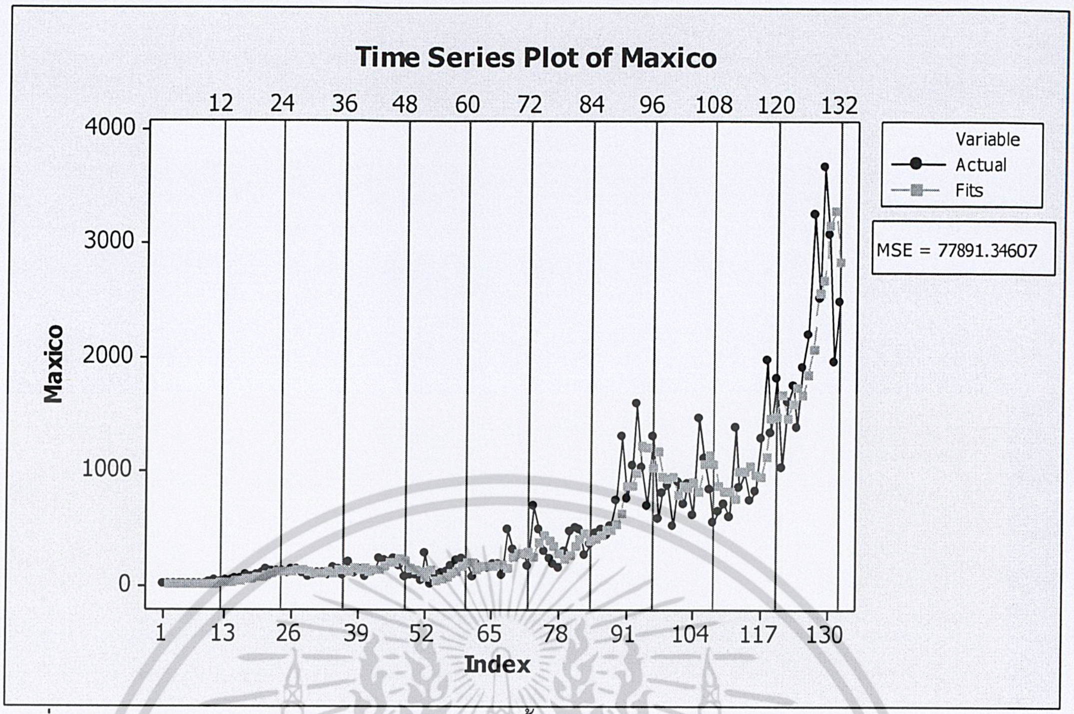
การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ *Box – Ljung* ตั้งสมมติฐานดังนี้

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

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 สำหรับ *k* = 1 ,2 , ... ,12

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ค่า *p-value* = 0.574 > α = 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ในทำนองเดียวกันสำหรับ *lag* ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยมีค่า *MSE* = 77,891.3461 และได้ผลดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์

นอกจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่ ยังมีตัวแบบ $ARIMA(1,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่ และ $ARIMA(1,1,0)$ ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ *AIC* เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม 2 ตัวแบบหรือมากกว่า 2 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก คือตัวแบบที่ทำให้ค่า *AIC* ต่ำสุด

ตารางที่ 4.10 ค่า *AIC* ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก

ตัวแบบ	*AIC*
$ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่	**646.7851**
$ARIMA(1,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่	652.2434
$ARIMA(1,1,0)$	649.0224

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่ มีค่า *AIC* เท่ากับ 646.7851 ซึ่งมีค่าต่ำสุด ดังนั้นตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก คือ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่ ซึ่งมีค่า *MSE* = 77,891.3461

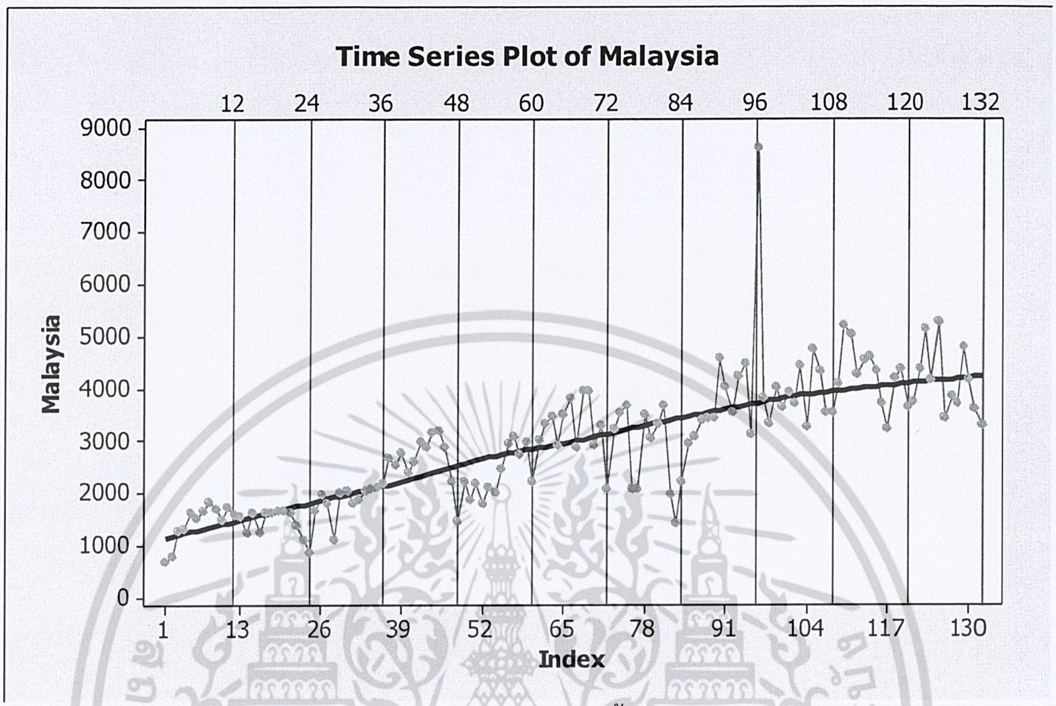
ตารางที่ 4.11 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก

วิธีการพยากรณ์	*MSE*
1.วิธีแยกส่วนประกอบ $\hat{Y}_t = 19.522 \times 1.03759^t$	81,795.5000
2.วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง $\hat{Y}_{132+p}(132) = 2489.40\left(1+\frac{8.7456}{100}\right)^p$	**27,767.7232**
3.วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่	77,891.3461

จากตารางที่ 4.11 พบว่า วิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง มีค่า *MSE* ต่ำที่สุด เท่ากับ 27,767.7232 ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย



รูปที่ 4.16 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย

จะเห็นว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงเวลา 1 ปี มีลักษณะที่เพิ่มขึ้นคล้ายคลึงรูปแบบควอดราติก แสดงว่ากราฟมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้องและเมื่อพิจารณาอิทธิพลของฤดูกาลพบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะไม่ชัดเจน เราจึงขจัดแนวโน้มออกก่อน ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ *centered 12 month* หาค่า r_{12} และใช้การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเองในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ คือ

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

$$H_1 : \rho_{12} > 0$$

ตัวสถิติทดสอบ $r_{12} = 0.0305$

เนื่องจาก $r_{12} = 0.0305 < \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{120}} = \frac{1.645}{\sqrt{120}} = 0.1502$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

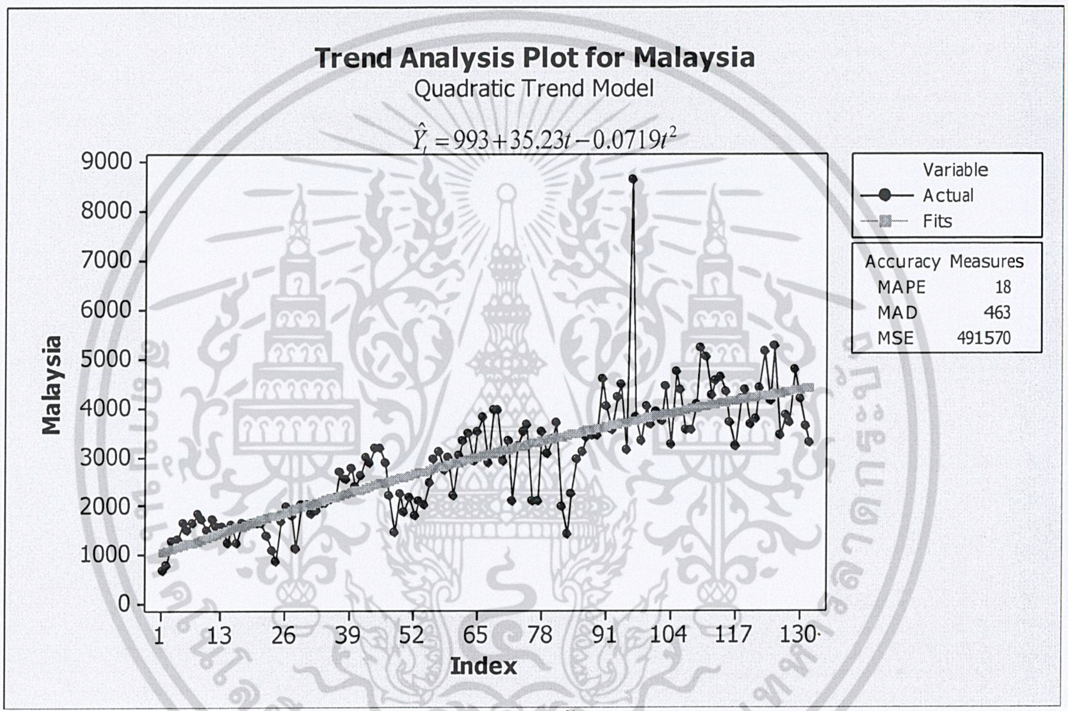
ดังนั้นข้อมูลไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคืออนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มควอดราติก แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

4.3.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มควอดราติก แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มควอดราติก แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีแนวโน้มควอดราติก แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล จะได้ MSE = 491,570.0000 และมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 993 + 35.23t - 0.0719t^2$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ล

นำข้อมูลทั้งหมดไปหาแนวโน้มควอดราติกได้สมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{132}(132) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2$$

โดยที่ $a_0(0) = 993$, $a_1(0) = 35.23$ และ $a_2(0) = -0.1438$ จากนั้นหา A_0 , A_0' และ A_0'' จะได้ดังนี้

$$A_0 = 993 - \frac{(1-0.007074)(35.23)}{0.007074} + \frac{(1-0.007074)(2-0.007074)(-0.1438)}{2(0.007074)^2}$$
$$= -6795.1755$$

$$A_0' = 993 - \frac{2(1-0.007074)(35.23)}{0.007074} + \frac{2(1-0.007074)(3-2(0.007074))(-0.1438)}{2(0.007074)^2}$$
$$= -17146.4551$$

$$A_0'' = 993 - \frac{3(1-0.007074)(35.23)}{0.007074} + \frac{3(1-0.007074)(4-3(0.007074))(-0.1438)}{2(0.007074)^2}$$
$$= -30873.8388$$

เมื่อได้ A_0 , A_0' และ A_0'' แล้วทำการหา A_t , A_t' และ A_t'' สำหรับค่า *t* ต่อๆไป โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กโปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ล ทั้งหมดจำนวน 132 ค่า และใช้โมดูล *Solver* ใน *Microsoft Excel* คำนวณหาค่า α ที่ทำให้ค่า *MSE* มีค่าต่ำที่สุด

ตารางที่ 4.12 ค่าปรับน้ำหนัก α และค่า *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์

α	*MSE*
0.005074	1,771,860.1019
0.006074	1,770,149.0758
0.007074	**1,769,525.3587**
0.008074	1,770,228.4959
0.009074	1,772,487.7873

จากตารางที่ 4.12 พบว่าค่าปรับน้ำหนัก α = 0.007074 มีค่า *MSE* = 1,769,525.3587 ต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ค่า $\hat{Y}_{t+1}, A_t, A'_t, A''_t$ ของข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ล ตั้งแต่ t = 121,122,...,132

t	Y_t	A_t	A'_t	A''_t	$\hat{Y}_{t+1}$
121	3746.48	-1129.1699	-9322.4027	-20334.1661	5393.1580
122	4376.21	-1090.2249	-9264.1683	-20255.8569	5399.2553
123	5126.66	-1046.2466	-9206.0347	-20177.6905	5435.6207
124	4138.01	-1009.5732	-9148.0530	-20099.6668	5428.5295
125	5253.83	-965.2659	-9090.1679	-20021.7856	5467.6329
126	3413.91	-934.2876	-9032.4732	-19944.0472	5426.4927
127	3842.64	-900.4956	-8974.9476	-19866.4518	5402.7433
128	3687.32	-868.0414	-8917.5994	-19788.9996	5371.1519
129	4774.34	-828.1272	-8860.3745	-19711.6905	5385.5615
130	4169.05	-792.7772	-8803.3043	-19634.5246	5372.1944
131	3608.76	-761.6408	-8746.4175	-19557.5021	5333.1129
132	3272.28	-733.1049	-8689.7314	-19480.6235	5278.2339

ซึ่งสามารถเขียนสมการพยากรณ์ในเทอมของ A_t, A'_t, A''_t ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{132+p}(132) = \left(6\left(1-0.007074\right)^2\right)+\left(6-5\left(0.007074\right)0.007074p+\left(0.007074\right)^2 p^2\right)\left(\frac{-733.1049}{2\left(1-0.007074\right)^2}\right)$$

$$-\left(6\left(1-0.007074\right)^2\right)+2\left(5-4\left(0.007074\right)0.007074p+2\left(0.007074\right)^2 p^2\right)\left(\frac{-8689.7314}{2\left(1-0.007074\right)^2}\right)$$

$$+\left(2\left(1-0.007074\right)^2\right)+\left(4-3\left(0.007074\right)0.007074p+\left(0.007074\right)^2 p^2\right)\left(\frac{-19480.6235}{2\left(1-0.007074\right)^2}\right)$$

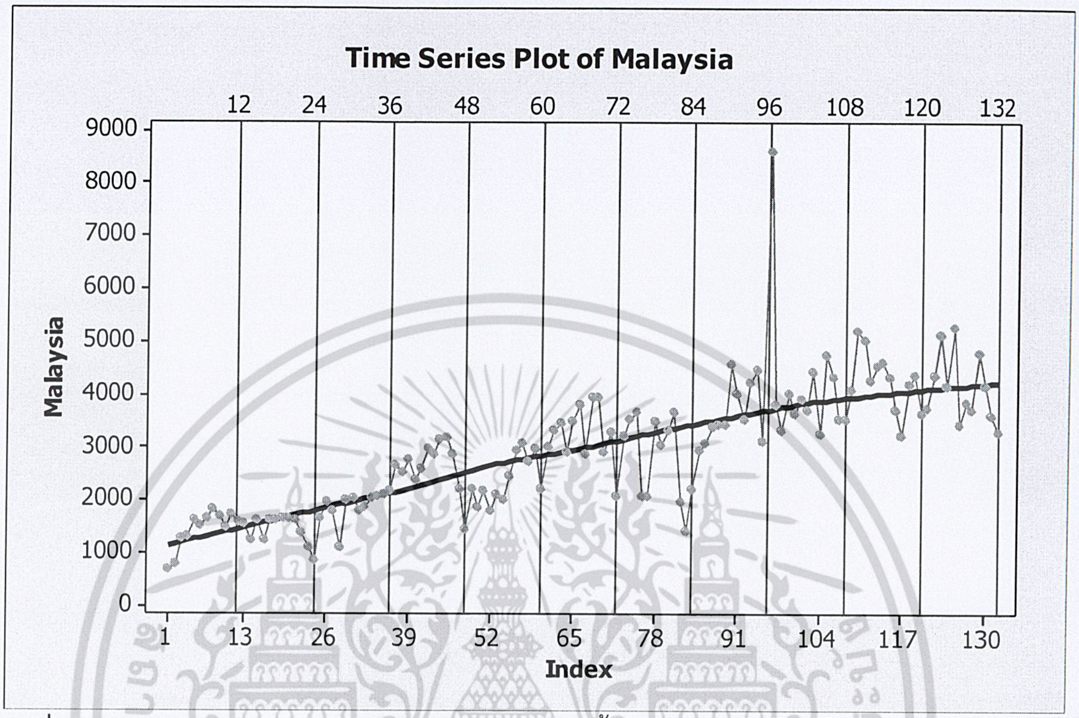
$$\hat{Y}_{132+p}\left(132\right) = 4389.2451+1269.5664p+1.474p^2$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

สำหรับ $p = 1,2,...$ เมื่อ p คือหน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

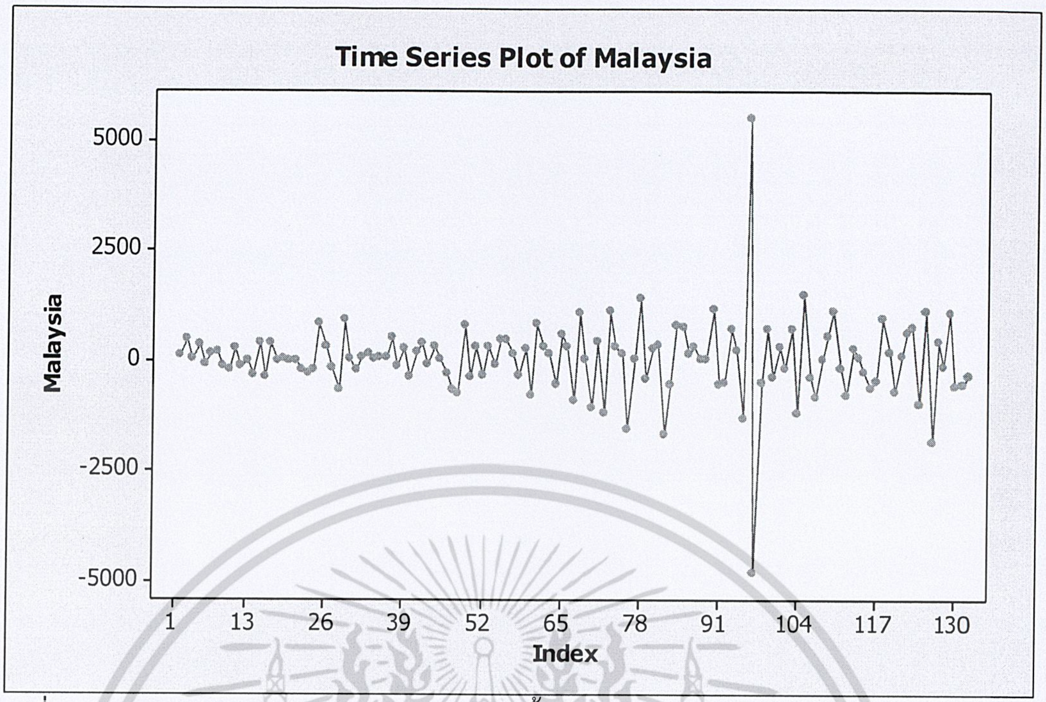
4.3.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์



รูปที่ 4.18 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย

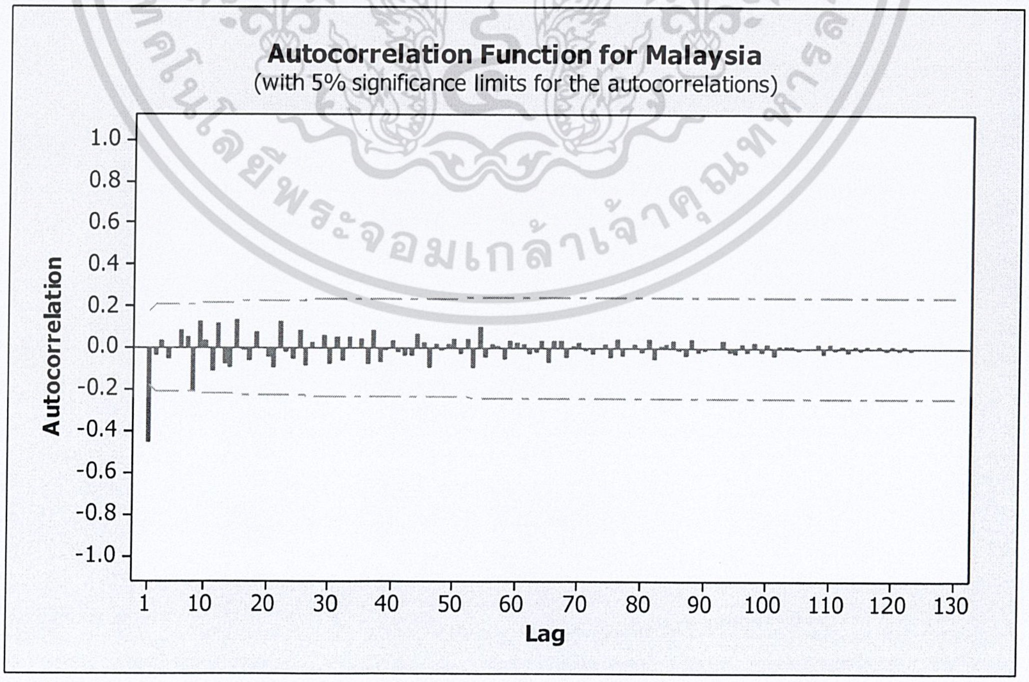
จากรูปที่ 4.18 พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ดังนั้นจึงต้องทำให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



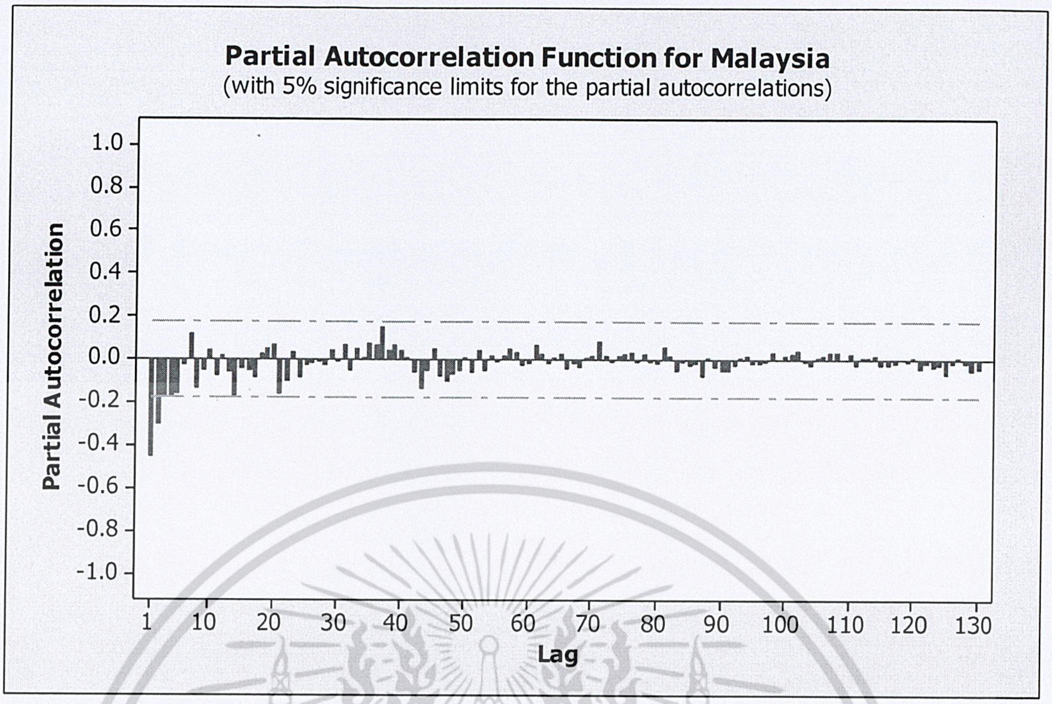
รูปที่ 4.19 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.19 พบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งมีค่าเฉลี่ยยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารี แล้วนำอนุกรมเวลาไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ *ACF* และ *PACF* เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.20 และ รูปที่ 4.21



รูปที่ 4.20 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.20 และรูปที่ 4.21 จะเห็นว่า *ACF cut off* ที่ *lag* 1 และ *PACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้ตัวแบบเป็น $ARIMA(0,1,1)$ แต่เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ไม่ใช่ตัวแบบที่เหมาะสม จึงลองตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)$

ดังนั้นจะได้ตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศมาเลเซียคือ $ARIMA(0,1,2)$

ตารางที่ 4.14 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่

Statistic	*Coef*	*SE Coef*	*t*	*p-value*
$\hat{\theta}_0$	25.399	2.858	8.89	0.000
$\hat{\theta}_1$	0.7943	0.0417	19.04	0.000
$\hat{\theta}_2$	0.1912	0.0645	2.96	0.004

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_0 = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_0 \neq 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_0$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_0$ ควรมีในตัวแบบ

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_1 = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_1 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_1$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_1$ ควรมีในตัวแบบ

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_2 = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_2 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.004 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_2$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_2$ ควรมีในตัวแบบ

ดังนั้นตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.15 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่

Modified Box-Pierce (Box – Ljung) Chi-Square statistic				
lag	12	24	36	48
Q	12.3	27.9	35.3	45.5
DF	9	21	33	45
p-value	0.194	0.142	0.361	0.450

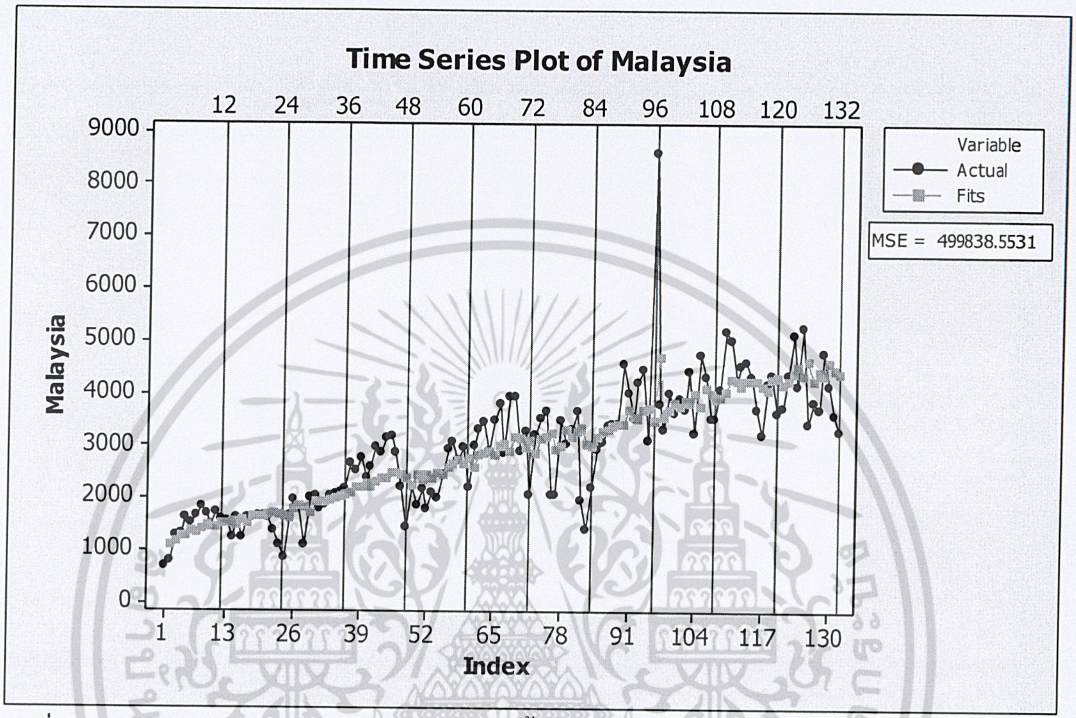
การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ *Box – Ljung* ตั้งสมมติฐานดังนี้

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

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 สำหรับ *k* = 1 ,2 , ... ,12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ค่า *p-value* = 0.194 > α = 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ในทำนองเดียวกันสำหรับ *lag* ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ $ARIMA(0,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยมีค่า *MSE* = 499,838.5531 และได้ผลดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์

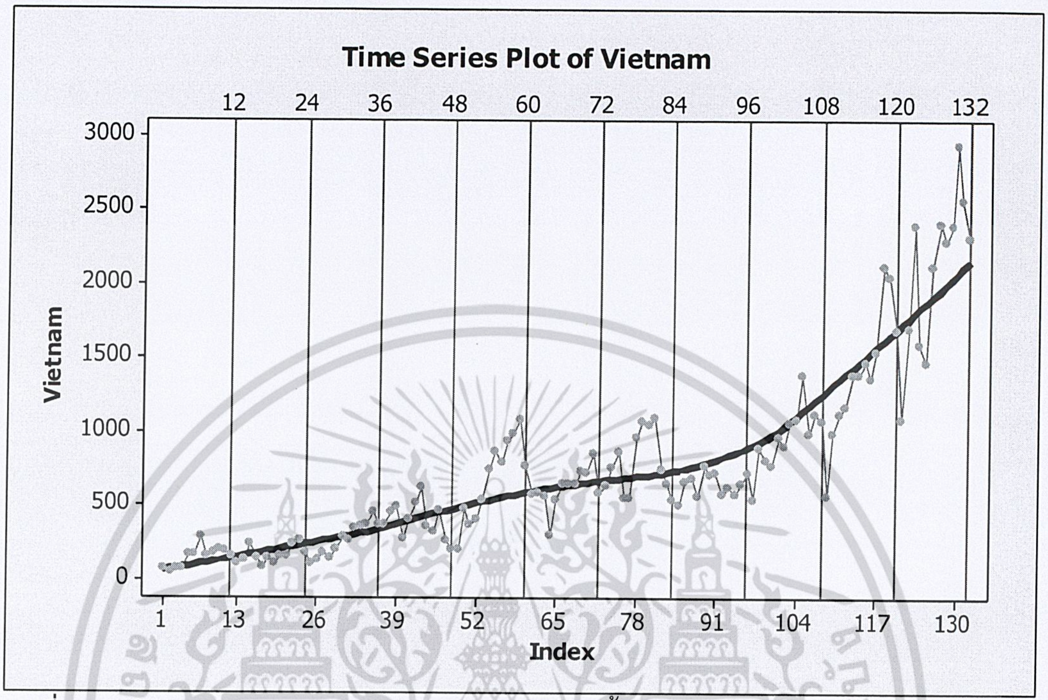
ตารางที่ 4.16 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย

วิธีการพยากรณ์	*MSE*
1.วิธีแยกส่วนประกอบ $\hat{Y}_t = 993 + 35.23t - 0.0719t^2$	491,570.0000
2.วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบทริปเปิ้ล $\hat{Y}_{132+p}(132) = 4389.2451 + 1269.5664p + 1.474p^2$	1,769,525.3587
3.วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(0,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่	499,838.5531

จากตารางที่ 4.16 พบว่า วิธีแยกส่วนประกอบมีค่า *MSE* ต่ำที่สุด เท่ากับ 491,570.0000 ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม



รูปที่ 4.23 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม

จากรูปที่ 4.23 พบว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงเวลา 1 ปี มีลักษณะที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แสดงว่ากราฟมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้องและเมื่อพิจารณาอิทธิพลของฤดูกาล พบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะไม่ชัดเจน เราจึงขจัดแนวโน้มออกก่อน ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ *centered 12 month* หาค่า r_{12} และใช้การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองในการทดสอบอิทธิพลของฤดูกาล โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ คือ

$H_0 : \rho_{12} = 0$

$H_0 : \rho_{12} > 0$

ตัวสถิติทดสอบ $r_{12} = 0.2429$

เนื่องจาก $r_{12} = 0.2429 > \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{120}} = \frac{1.645}{\sqrt{120}} = 0.1502$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นข้อมูลมีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคืออนุกรมเวลามีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

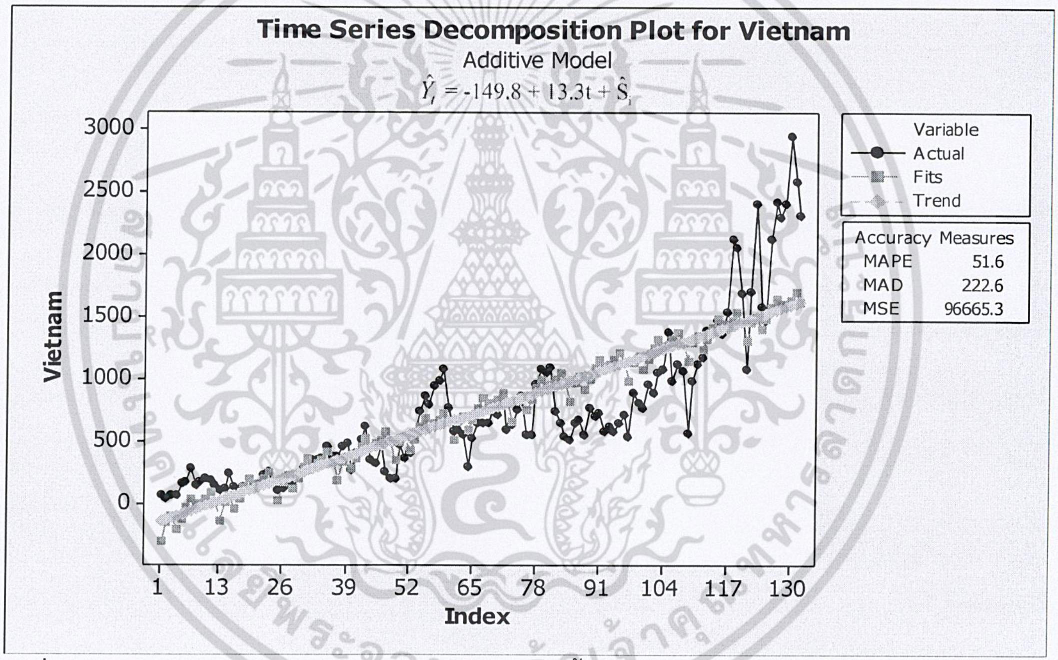
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามโดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบบวกและวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบคูณ

4.4.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามซึ่งมีแนวโน้นและอิทธิพลของฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก จะได้ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก กรณีมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก จะได้ค่า *MSE* = 96,665.3000 และมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = -149.8 + 13.3 + \hat{S}_t$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดย *t* อยู่ในฤดูกาลที่ *i* , *i* = 1, 2, ..., 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $\hat{S}_1$ = -160.208, $\hat{S}_2$ = -23.893, $\hat{S}_3$ = 8.643, $\hat{S}_4$ = -111.046,
$\hat{S}_5$ = -43.129, $\hat{S}_6$ = 41.050, $\hat{S}_7$ = 96.372, $\hat{S}_8$ = 20.644,
$\hat{S}_9$ = 28.400, $\hat{S}_{10}$ = 47.962, $\hat{S}_{11}$ = 92.319, $\hat{S}_{12}$ = 2.885

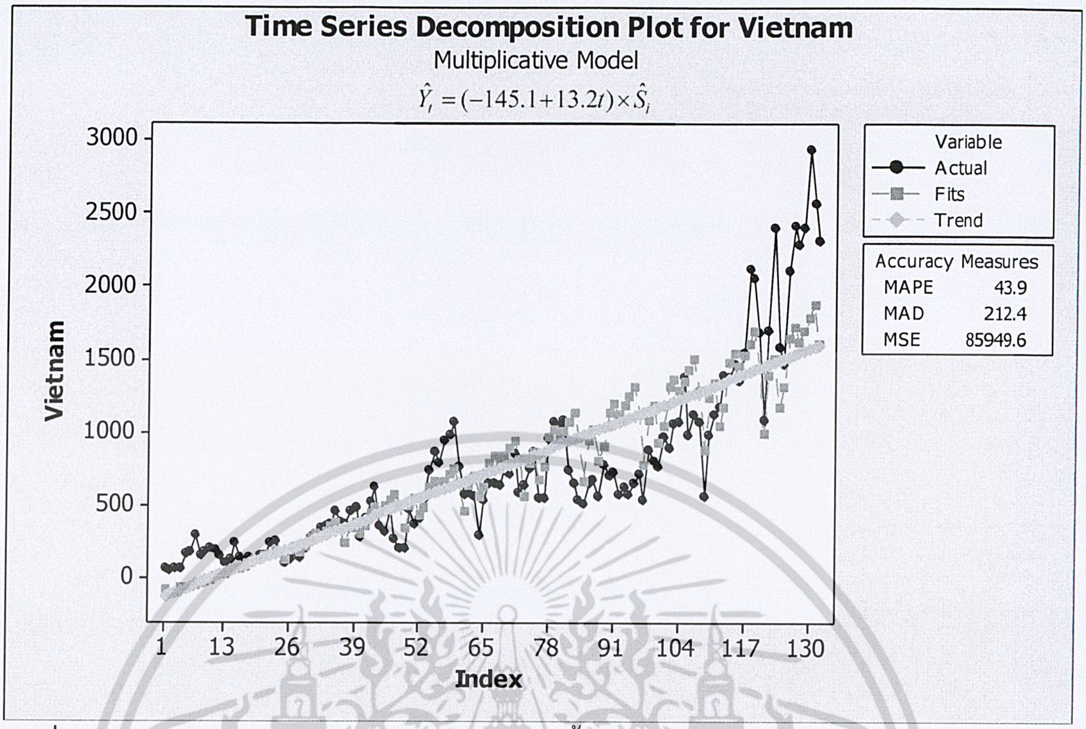
ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1$ = -160.208 หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 160.208 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 4 และ 5 จะมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามต่ำกว่าปกติ 23.893, 111.046 และ 43.129 ล้านบาท ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1$ = 8.643 หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าปกติ 8.643 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 จะมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามสูงกว่าปกติ 8.443, 41.050, 96.372, 20.644, 28.400, 47.962, 92.319 และ 2.885 ล้านบาท ตามลำดับ

4.4.1.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ จะได้ดังรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม ซึ่งมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ จะได้ค่า *MSE* = 85,949.6000 และมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = (-145.1 + 13.2t) \times \hat{S}_i$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดย *t* อยู่ในฤดูกาลที่ *i* , *i* = 1, 2, ..., 12

โดยที่ $\hat{S}_1 = 0.680$, $\hat{S}_2 = 0.947$, $\hat{S}_3 = 1.019$, $\hat{S}_4 = 0.787$,
$\hat{S}_5 = 0.876$, $\hat{S}_6 = 1.090$, $\hat{S}_7 = 1.130$, $\hat{S}_8 = 1.048$,
$\hat{S}_9 = 1.092$, $\hat{S}_{10} = 1.137$, $\hat{S}_{11} = 1.190$, $\hat{S}_{12} = 1.004$

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1 = 0.680$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 32.000% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 4 และ 5 จะมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามต่ำกว่าปกติ 5.300%, 21.300% และ 12.400% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3$ = 1.019 หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าปกติ 1.900% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 จะมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามสูงกว่าปกติ 9.008%, 13.000%, 4.800%, 9.200%, 13.700%, 19.000% และ 0.400% ตามลำดับ

4.4.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์

เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้กับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรงและอิทธิพลของฤดูกาล ทั้งในรูปแบบบวกและรูปแบบคูณ โดยมีค่าปรับน้ำหนัก 3 ค่า α คือ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าแนวโน้ม เป็น γ ค่าปรับน้ำหนักสำหรับค่าความชัน และ δ เป็นค่าปรับน้ำหนักสำหรับฤดูกาล

4.4.2.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบบวก

ค่าเริ่มต้นหาได้จากค่าสังเกต 132 ค่าแรก โดยหาดัชนีฤดูกาลโดยวิธีสัดส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ทำการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยัง ประเทศเวียดนาม โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก และใช้โปรแกรม *Solver* ใน *Microsoft Excel* เพื่อคำนวณหาค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า *MSE* ต่ำที่สุด ได้ผลดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่า α, γ, δ และ *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์

α	γ	δ	*MSE*
0.8979	0	0	48,412.3374
0.8989	0	0	48,412.2676
0.8999	**0**	**0**	**48,412.2444**
0.9000	0	0	48,412.2446
0.9001	0	0	48,412.2453

จากตารางที่ 4.17 พบว่าค่า α = 0.8999, γ = 0, δ = 0 ที่ทำให้ได้ค่า *MSE* ต่ำสุด โดยมีค่า *MSE* = 48,412.2444

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_i(t), \hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_i(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบบวก ตั้งแต่ t = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ α = 0.8999, γ = 0, δ = 0

t	Y_t	$\hat{T}_i(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_i(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t
121	1,075.77	1284.1652	13.3	1297.4652	-160.2080	1273.5722	-481.3870
122	1,696.72	1678.2512	13.3	1691.5513	-23.8930	1700.1943	423.1430
123	2,396.37	2318.0353	13.3	2331.3353	8.6430	2220.2893	696.1713
124	1,579.60	1754.7780	13.3	1768.0780	-111.0460	1724.9490	-640.6909
125	1,462.98	1532.3355	13.3	1545.6355	-43.1290	1586.6855	-261.9654
126	2,110.32	2016.8505	13.3	2030.1506	41.0500	2126.5226	523.6309
127	2,409.73	2285.0049	13.3	2298.3049	96.3720	2318.9489	283.2032
128	2,282.82	2265.7932	13.3	2279.0932	20.6440	2307.4932	-36.1282
129	2,398.79	2361.2492	13.3	2374.5492	28.4000	2422.5112	91.2947
130	2,932.00	2833.0373	13.3	2846.3373	47.9620	2938.6563	509.4883
131	2,567.85	2512.6520	13.3	2525.9521	92.3190	2528.8371	-370.8029
132	2,303.44	**2323.1143**	**13.3**	2336.4144	2.8850	2176.2064	-225.4005

จากตารางที่ 4.18 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{132+p}(132) = (2323.1143 + 13.3p) + \hat{S}_i(132) \quad \text{สำหรับ} \quad p = 1,2,...$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดย p คือหน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า อยู่ในฤดูกาลที่ i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$\hat{S}_1$ = -160.2090, $\hat{S}_2$ = -23.8930, $\hat{S}_3$ = 8.6430, $\hat{S}_4$ = -111.0460,
$\hat{S}_5$ = -43.1290, $\hat{S}_6$ = 41.0500, $\hat{S}_7$ = 96.3720, $\hat{S}_8$ = 20.6440,
$\hat{S}_9$ = 28.4000, $\hat{S}_{10}$ = 47.9620, $\hat{S}_{11}$ = 92.3190, $\hat{S}_{12}$ = 2.8850

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1$ = -160.2090 หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 160.2090 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 4, และ 5 จะมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามต่ำกว่าปกติ 23.8930, 111.0460 และ 43.1290 ล้านบาท
ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3$ = 8.6430 หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าปกติ 8.6430 ล้านบาท ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 6, 7, 8, 9, 10 11 และ 12 จะมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามสูงกว่าปกติ 41.0500, 96.3720, 20.6440, 28.4000, 47.9620, 92.3190 และ 2.8850ล้านบาท ตามลำดับ

4.2.2.2 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ

ทำการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ และใช้โปรแกรม *Solver* ใน *Microsoft Excel* เพื่อคำนวณหาค่า α , γ และ δ ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่า *MSE* ต่ำที่สุด ได้ผลดังตารางที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ค่า α , γ , δ และ *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์

α	γ	δ	*MSE*
0.8769	0	0.0306	31,945.6200
0.8779	0	0.0316	31,945.2900
0.8789	**0**	**0.0326**	**31,945.1900**
0.8799	0	0.0336	31,945.3000
0.8800	0	0.0346	31,945.6600

จากตารางที่ 4.19 พบว่าค่า α = 0.8999, γ = 0, δ = 0.0326 ที่ทำให้ได้ค่า *MSE* ต่ำสุด โดยมีค่า *MSE* = 31,945.1900

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ค่า $\hat{T}_t(t), \hat{\beta}_1(t)$ และ $\hat{S}_t(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณตั้งแต่ t = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ α = 0.8780, γ = 0, δ = 0.0326

t	Y_t	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{T}_{t+1}(t)$	$\hat{S}_t(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$	e_t
121	1,075.77	1634.1132	13.2	1647.3132	0.6619	1471.3295	-50.1633
122	1,696.72	1869.1048	13.2	1882.3048	0.8931	1890.1728	225.3857
123	2,396.37	2325.3589	13.2	2338.5589	1.0046	1832.2858	506.1928
124	1,579.60	2055.0994	13.2	2068.2994	0.7845	1804.0874	-252.6874
125	1,462.98	1724.5874	13.2	1737.7874	0.8717	1899.1442	-341.1038
126	2,110.32	1907.6226	13.2	1920.8226	1.0921	2166.7679	211.1722
127	2,409.73	2110.1260	13.2	2123.3260	1.1284	2228.0766	242.9579
128	2,282.82	2169.1799	13.2	2182.3799	1.0498	2374.4006	54.7441
129	2,398.79	2202.0811	13.2	2215.2811	1.0881	2519.2108	24.3873
130	2,932.00	2534.3206	13.2	2547.5206	1.1372	3028.3617	412.7887
131	2,567.85	2207.0342	13.2	2220.2342	1.1895	2216.6073	-460.5083
132	2,303.44	**2296.6756**	**13.2**	2309.8756	0.9976	1528.8313	86.8293

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.20 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{132+p}(132)=(2296.6756+13.2p)\times\hat{S}_i(132) \text{ สำหรับ } p=1,2,...$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดย p คือหน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

โดยที่

$\hat{S}_1$ = 0.6619, $\hat{S}_2$ = 0.8931, $\hat{S}_3$ = 1.0046, $\hat{S}_4$ = 0.7845,
$\hat{S}_5$ = 0.8717, $\hat{S}_6$ = 1.0921, $\hat{S}_7$ = 1.1284, $\hat{S}_8$ = 1.0498,
$\hat{S}_9$ = 1.0881, $\hat{S}_{10}$ = 1.1372, $\hat{S}_{11}$ = 1.1895, $\hat{S}_{12}$ = 0.9976

เนื่องจากผลรวมของค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลไม่เท่ากับ 0 จึงแปลงค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ให้ผลรวมเป็น 0 จะได้สมการพยากรณ์และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y}_{132+p}(132)=(2277.1539+13.0878p)\times\hat{S}_i(132) \text{ สำหรับ } p=1,2,...$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดย p คือหน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า และอยู่ในฤดูกาลที่ i

โดยที่

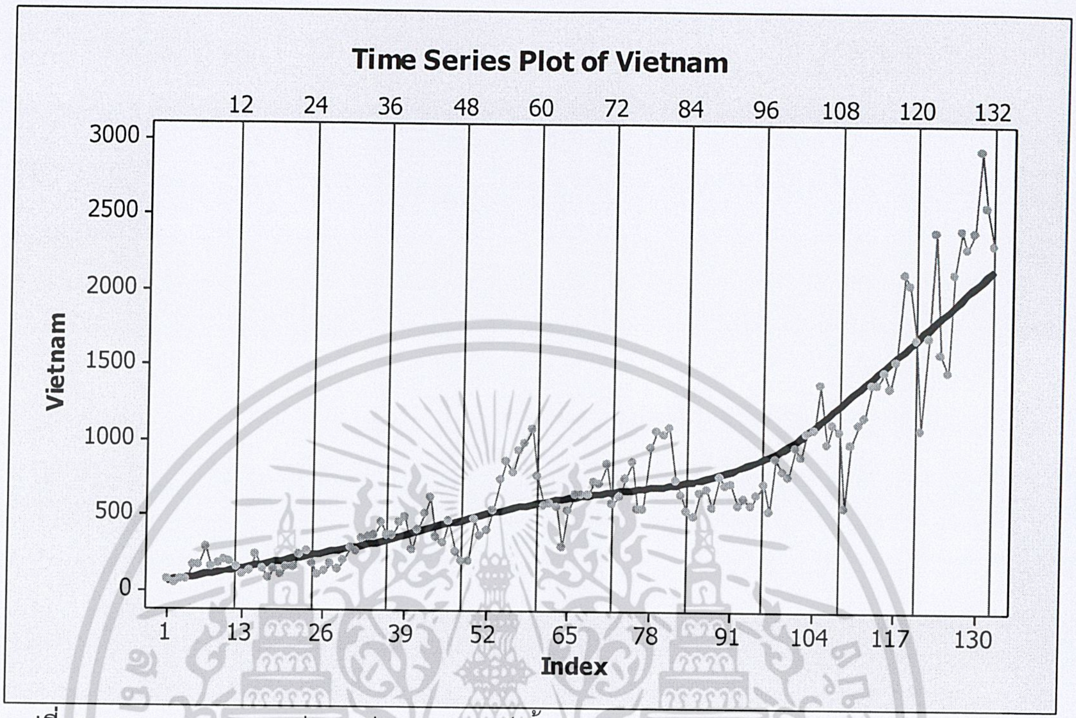
$\hat{S}_1^*$ = 0.6675, $\hat{S}_2^*$ = 0.9007, $\hat{S}_3^*$ = 1.0131, $\hat{S}_4^*$ = 0.7912,
$\hat{S}_5^*$ = 0.8791, $\hat{S}_6^*$ = 1.1015, $\hat{S}_7^*$ = 1.1381, $\hat{S}_8^*$ = 1.0587,
$\hat{S}_9^*$ = 1.0974, $\hat{S}_{10}^*$ = 1.1469, $\hat{S}_{11}^*$ = 1.1996, $\hat{S}_{12}^*$ = 1.0061

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_1^*$ = 0.6675 หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ชิ้นส่วนและอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามในเดือนที่ 1 มีค่าต่ำกว่าปกติ 33.25% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 2, 4 และ 5 จะมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามต่ำกว่าปกติ 9.93%, 20.88% และ 12.09% ตามลำดับ

ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาล เช่น $\hat{S}_3^*$ = 1.0131หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วนและอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามในเดือนที่ 3 มีค่าสูงกว่าปกติ 1.31% ในทำนองเดียวกันค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลในเดือนที่ 6, 7, 8, 9, 10,11 และ 12 จะมีมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามสูงกว่าปกติ 10.15%, 13.81%, 5.87%, 9.74%, 14.69%, 19.96 และ 0.61% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

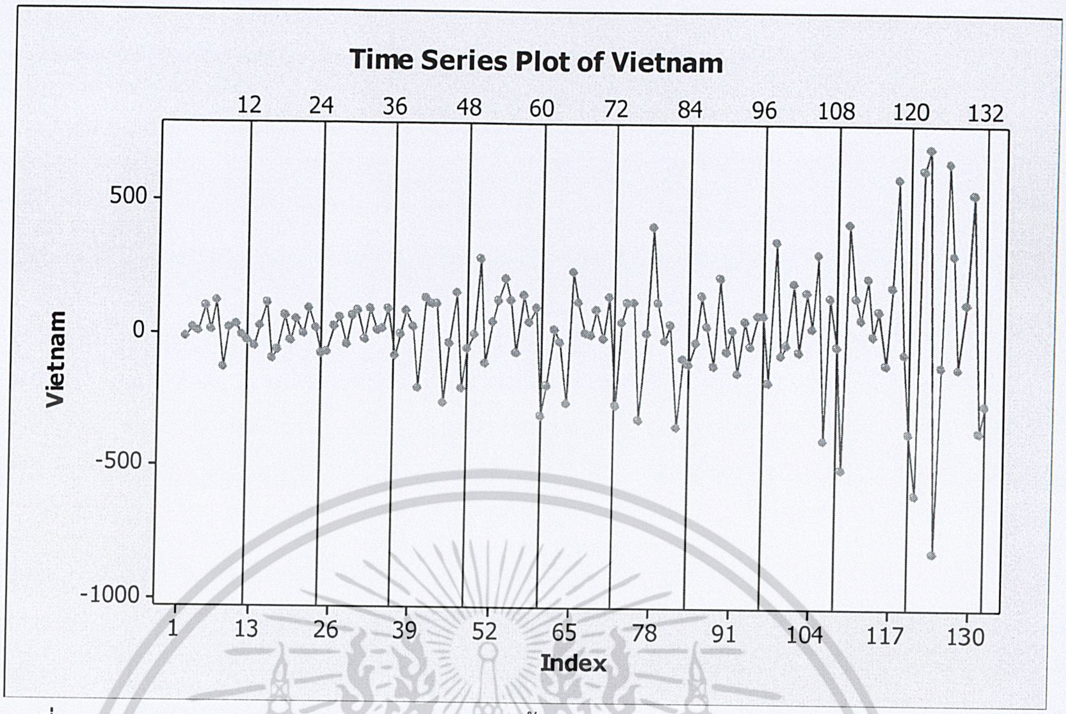
4.4.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์



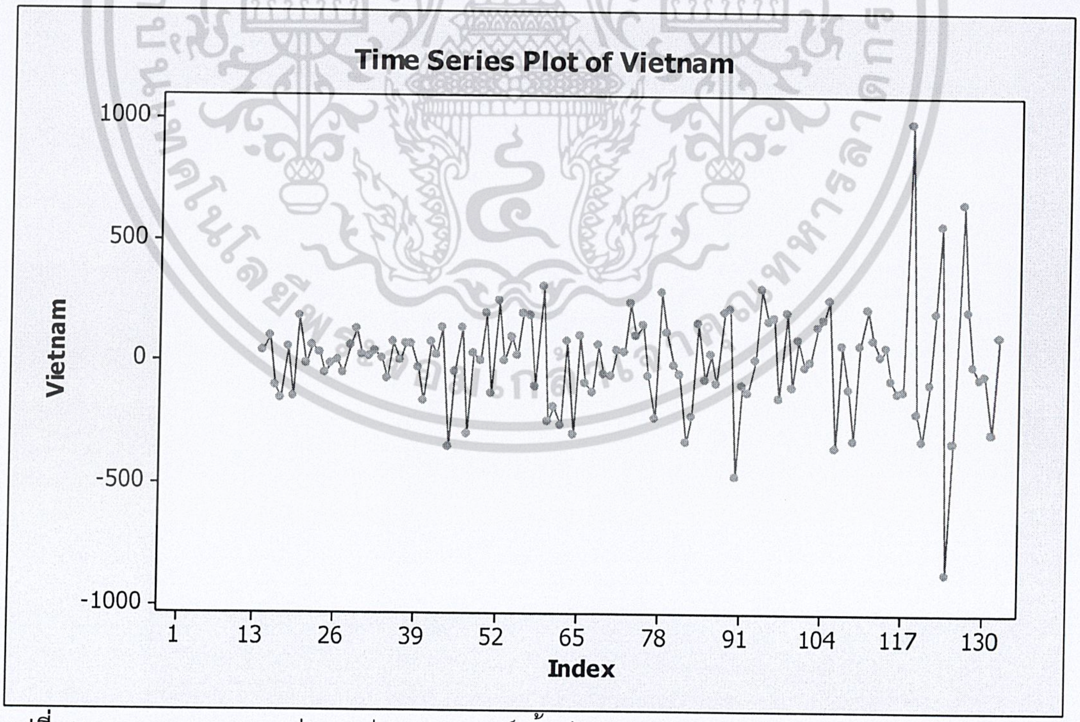
รูปที่ 4.26 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม

จากรูปที่ 4.26 พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้ม และจากการทดสอบสมมติฐานในหน้า 58 พบว่าอนุกรมมีอิทธิพลของฤดูกาล ดังนั้นจึงต้องนำไปหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง ดังรูปที่ 4.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



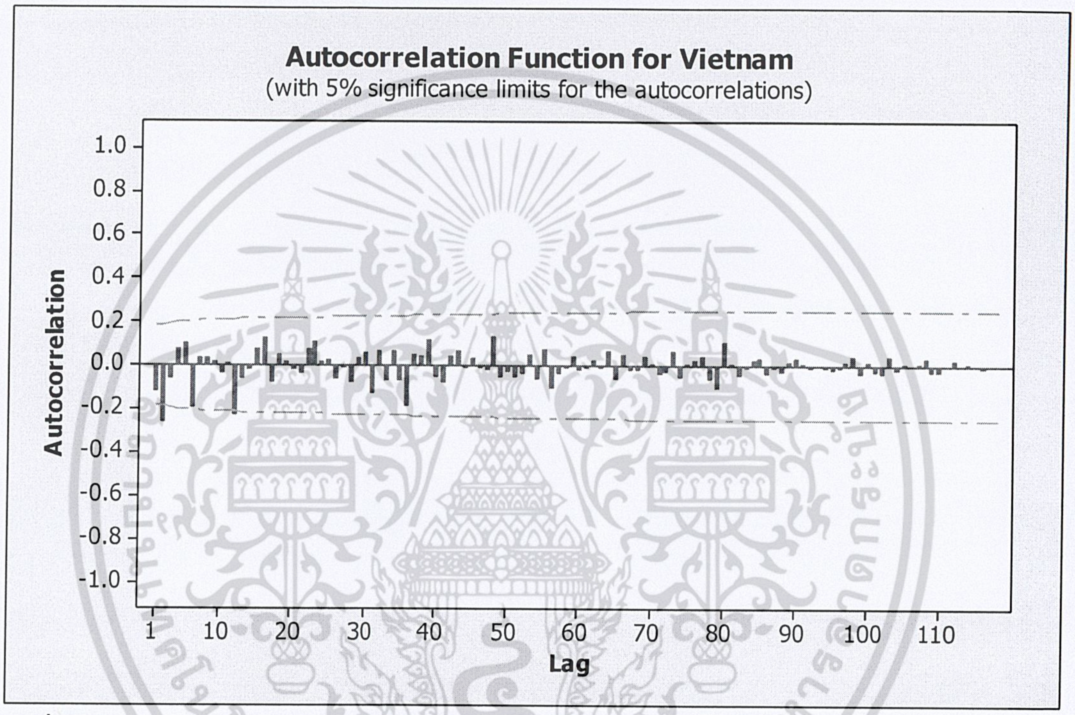
รูปที่ 4.27 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง



รูปที่ 4.28 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และการหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

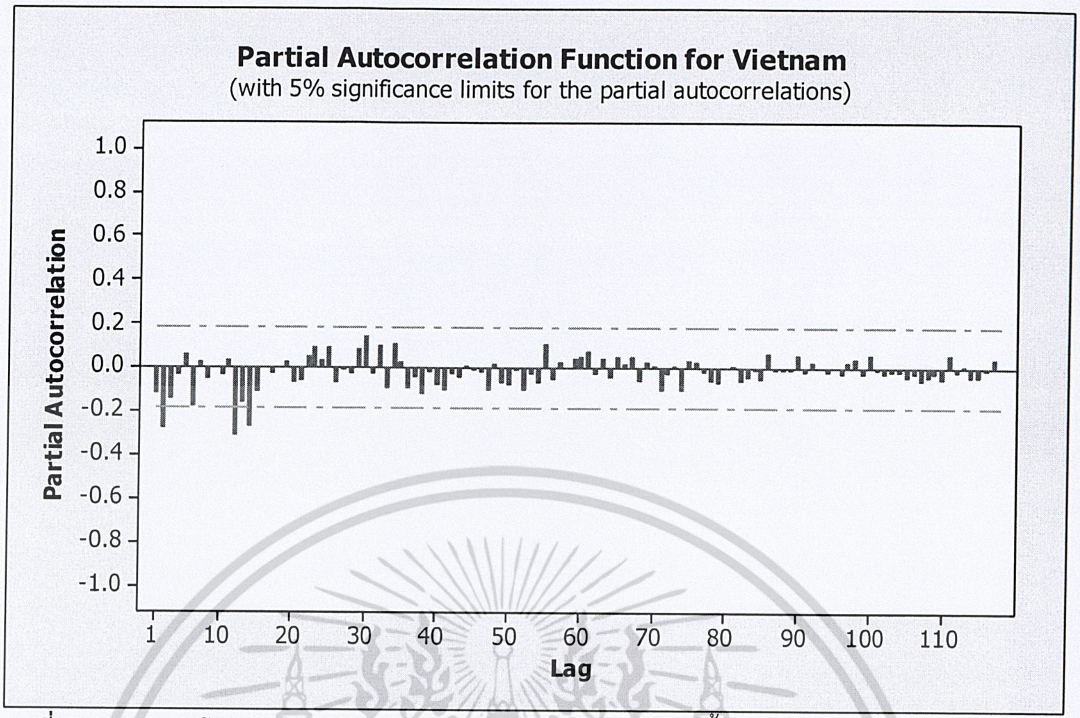
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.27 และรูปที่ 4.28 พบว่า อนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และการหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้งของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ ดังนั้นอนุกรมเวลาชุดใหม่เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารี แล้วนำอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีไปพล็อตคอเรลโรแกรมของ *Autocorrelation (ACF)* และ *Partial-Autocorrelation (PACF)* เพื่อหาตัวแบบ ดังรูปที่ 4.29 และรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.29 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง และการหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม ที่ได้จากการหา ผลต่าง 1 ครั้ง และการหาผลต่างฤดูกาลอีก 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.29 จะเห็นว่า *ACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว และรูปที่ 4.30 *PACF cut off* ที่ *lag* ที่ 2 จะได้ตัวแบบเป็น $ARIMA(2,1,0)$ และในส่วนของอิทธิพลของฤดูกาล จะพบว่า *ACF* มีลักษณะ*cut off* ที่ *lag* ที่ 12 และ *PACF* ลดลงอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ *lag* 12, 24, 36, 48, ... จะได้ตัวแบบเป็น $ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$

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

Statistic	*Coef*	*SE Coef*	*t*	*p-value*
$\hat{\theta}_0$	8.527	3.572	2.39	0.019
$\hat{\phi}_1$	-0.2138	0.0850	-2.51	0.013
$\hat{\phi}_2$	-0.4308	0.0863	-4.99	0.000
$\hat{\theta}_{12}$	0.8324	0.0913	9.11	0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_0 = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_0 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.019 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_0$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_0$ ควรมีในตัวแบบ

$H_0 : \hat{\phi}_1 = 0$

$H_1 : \hat{\phi}_1 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.013 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\phi}_1$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\phi}_1$ ควรมีในตัวแบบ

$H_0 : \hat{\phi}_2 = 0$

$H_1 : \hat{\phi}_2 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\phi}_2$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\phi}_2$ ควรมีในตัวแบบ

$H_0 : \hat{\theta}_{12} = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_{12} \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < α = 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_{12}$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_{12}$ ควรมีในตัวแบบ

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

ตารางที่ 4.22 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(2,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ร่วมกับค่าคงที่

Modified Box-Pierce (Box – Ljung) Chi-Square statistic				
lag	12	24	36	48
Q	14.2	24.9	45.1	52.1
DF	9	20	32	44
p-value	0.076	0.207	0.062	0.188

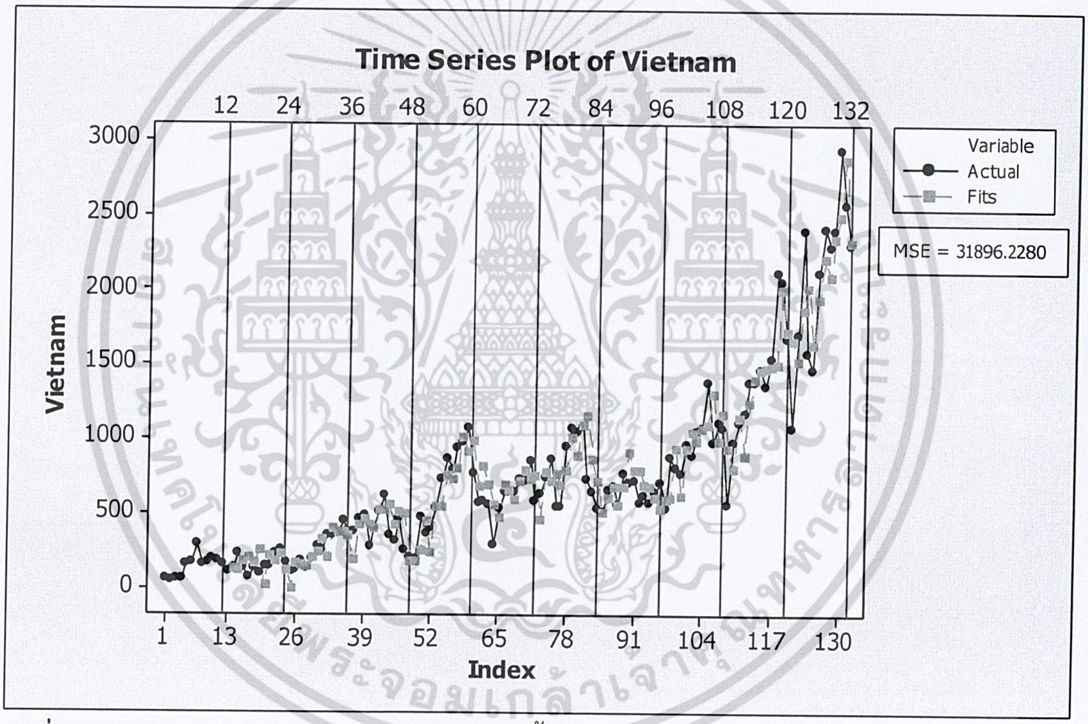
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ *Box – Ljung* ตั้งสมมติฐานดังนี้

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

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k = 1, 2, ... , 12

จากตารางที่ 4.22 พบว่า *p-value* = 0.076 > α = 0.05 จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ในทำนองเดียวกันสำหรับ *lag* ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ $ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ร่วมกับค่าคงที่ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยมีค่า *MSE* = 31,896.2280 และได้ผลดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์

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

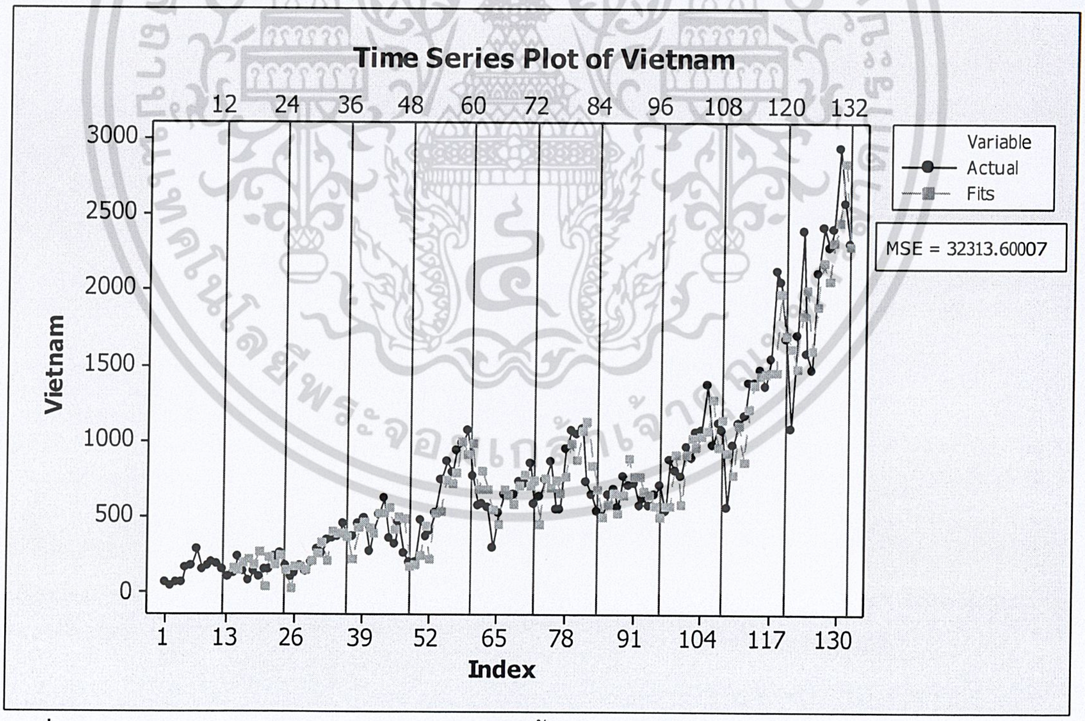
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ *AIC* เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม 2 ตัวแบบหรือมากกว่า 2 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม คือตัวแบบที่ทำให้ค่า *AIC* ต่ำสุด

ตารางที่ 4.23 ค่า *AIC* ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม

ตัวแบบ	*AIC*
$ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ร่วมกับค่าคงที่	544.1779
$ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$	**543.2973**

เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ มีค่า *AIC* เท่ากับ 543.2973 ซึ่งมีค่าต่ำสุด ดังนั้นตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม คือ $ARIMA(2,1,0)\times SARIMA(0,1,1)_{12}$ ซึ่งมีค่า *MSE* = 32,313.6007 ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์ จากเกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ *AIC*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

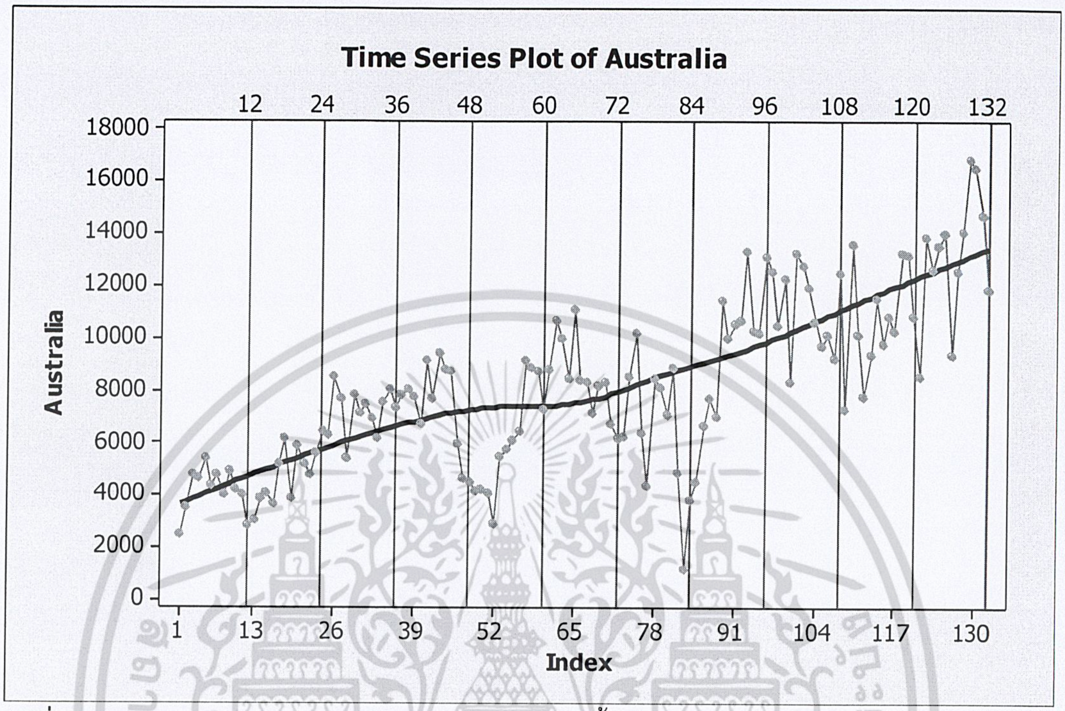
ตารางที่ 4.24 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม

วิธีการพยากรณ์	*MSE*
1. วิธีแยกส่วนประกอบ - วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบบวก $\hat{Y}_t = -149.8 + 13.3 + \hat{S}_t$ - วิธีสัดส่วนกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รูปแบบคูณ $\hat{Y}_t = (-145.1 + 13.2t) \times \hat{S}_t$	96,665.3000 85,949.6000
2. วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ - รูปแบบบวก $\hat{Y}_{132+p}(132) = (2323.1143 + 13.3p) + \hat{S}_t(132)$ - รูปแบบคูณ $\hat{Y}_{132+p}(132) = (2277.1539 + 13.0878p) \times \hat{S}_t(132)$	48,412.2444 **31,945.1900**
3.วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(2,1,0) \times SARIMA(0,1,1)_{12}$	32,314.6001

จากตารางที่ 4.24 พบว่า วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณมีค่า *MSE* ต่ำที่สุด เท่ากับ 31,945.1900 ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย



รูปที่ 4.33 ข้อมูลอนุกรมเวลา มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย

จากรูป 4.33 พบว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงเวลา 1 ปี มีลักษณะที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คล้ายกับแนวโน้มเส้นตรงแสดงว่ากราฟมีแนวโน้มเข้ามาเกี่ยวข้องและเมื่อพิจารณาอิทธิพลของฤดูกาล พบว่าอิทธิพลของฤดูกาลมีลักษณะไม่ชัดเจน เราจึงขจัดแนวโน้มออกก่อน ด้วยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ *centered 12 month* หาค่า r_{12} และใช้การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตนเอง โดยการตั้งสมมติฐานการทดสอบ คือ

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

$$H_1 : \rho_{12} > 0$$

ตัวสถิติทดสอบ $r_{12} = 0.1200$

เนื่องจาก $r_{12} = 0.1200 < \frac{Z_{0.05}}{\sqrt{120}} = \frac{1.645}{\sqrt{120}} = 0.1502$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

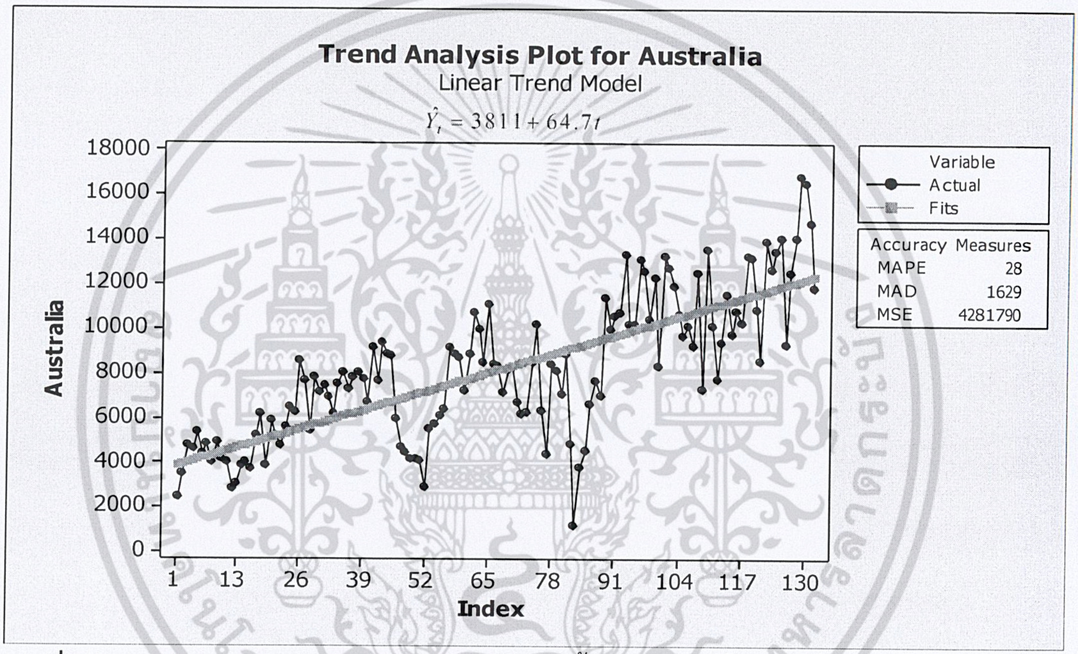
ดังนั้นข้อมูลไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเองระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่ค่าอยู่ห่างกัน 12 ค่า นั่นคือ อนุกรมเวลาไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

นำข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 มาทำการวิเคราะห์แยกส่วนประกอบโดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเส้นตรง แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

4.5.1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเส้นตรง แต่ไม่มีอิทธิพลฤดูกาล จะได้ดังรูป 4.34



รูปที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย โดยวิธีกำลังสองน้อยสุด กรณีแนวโน้มเส้นตรงแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีแนวโน้มเส้นตรง แต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด จะได้ *MSE* = 4,281,790.0000 และมีสมการพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 3811 + 64.7t$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของ ประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง

ค่าเริ่มต้นสำหรับการหา $\hat{T}_t(t)$ และ $\hat{\beta}_1(t)$ นั้นจะกำหนดได้ดังนี้
กำหนด $\hat{T}_1(1) = Y_1$ = 2478.59 และ $\hat{\beta}_1(1) = 0$ จะได้ $\hat{Y}_2(1) = \hat{T}_2(1) + \hat{\beta}_1(t)$ = 2478.59+0 = 2478.59

จากนั้นทำการคำนวณค่าที่เหลือทั้งหมดด้วยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง และใช้โมดูล *Solver* ใน *Microsoft Excel* คำนวณหาค่า α และ γ ที่ทำให้ค่า *MSE* มีค่าต่ำที่สุด ได้ผลดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ค่า α, γ และค่า *MSE* ที่ได้จากการวิเคราะห์

α	γ	*MSE*
0.4775	0.0013	3,219,867.9446
0.4776	0.0014	3,219,861.0666
0.4777	**0.0015**	**3,219,859.8460**
0.4778	0.0016	3,219,864.1693
0.4779	0.0017	3,219,873,9254

จากตารางที่ 4.25 พบว่า α = 0.4777 และ γ = 0.0015 ที่ทำให้ค่า *MSE* ที่ทำให้ ค่า *MSE* ต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 3,219,859.8460

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 การวิเคราะห์หาค่า $\hat{T}_t(t)$ และ $\hat{\beta}_1(t)$ ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ชิ้นส่วนและอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง ตั้งแต่ t = 121,122,...,132 เมื่อกำหนดให้ α = 0.4777 และ γ = 0.0015

t	Y_t	$\hat{Y}_t$	$\hat{T}_t(t)$	$\hat{\beta}_1(t)$	$\hat{Y}_{t+1}(t)$
121	8518.21	11684.9040	10172.2164	10.0902	10182.3066
122	13887.28	10182.3066	11952.1231	12.6935	11964.8166
123	12617.89	11964.8166	12276.7810	13.1524	12289.9334
124	13495.60	12289.9334	12865.8643	13.9995	12879.8638
125	14036.27	12879.8638	13432.2636	14.8121	13447.0757
126	9316.24	13447.0757	11473.8305	11.9095	11485.7400
127	12533.48	11485.7400	11986.2315	12.6457	11998.8772
128	14047.39	11998.8772	12977.4245	14.0851	12991.5096
129	16824.77	12991.5096	14822.6070	16.7785	14839.3856
130	16537.90	14839.3856	15650.7433	17.9720	15668.7153
131	14727.48	15668.7153	15219.0997	17.3107	15236.4104
132	11838.55	15236.4104	**13613.2977**	**14.9232**	13628.2209

จากตารางที่ 4.26 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

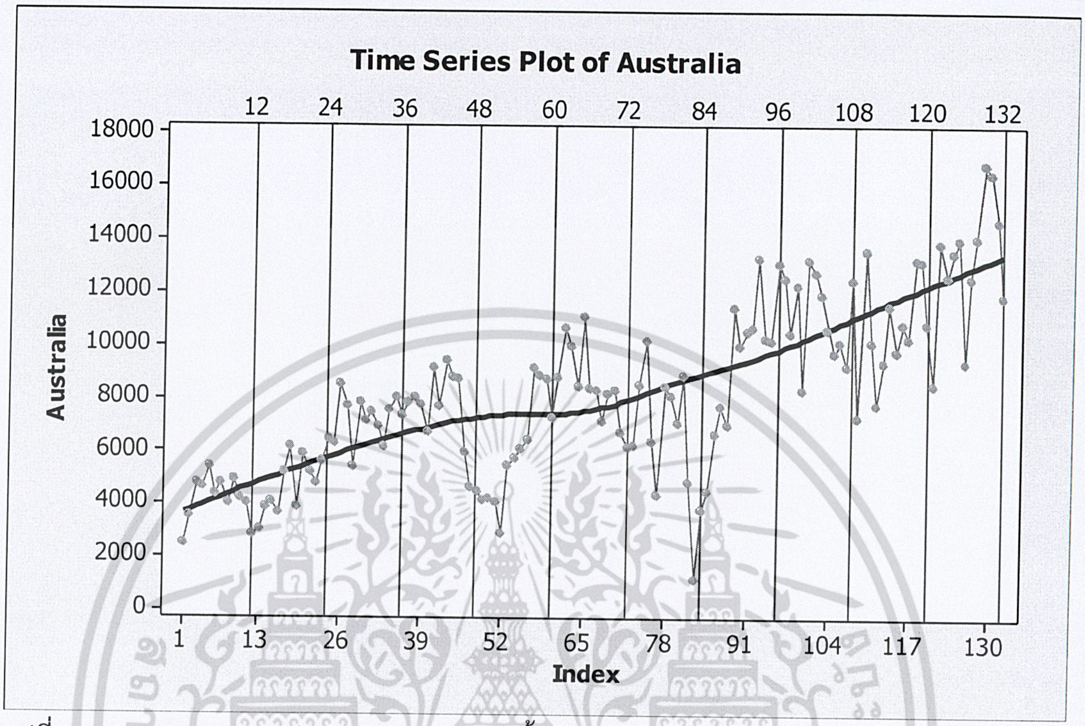
$$\hat{Y}_{132+p}(132) = 13613.2977 + 14.9232p \text{ สำหรับ } p = 1,2,...$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดย p คือหน่วยเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

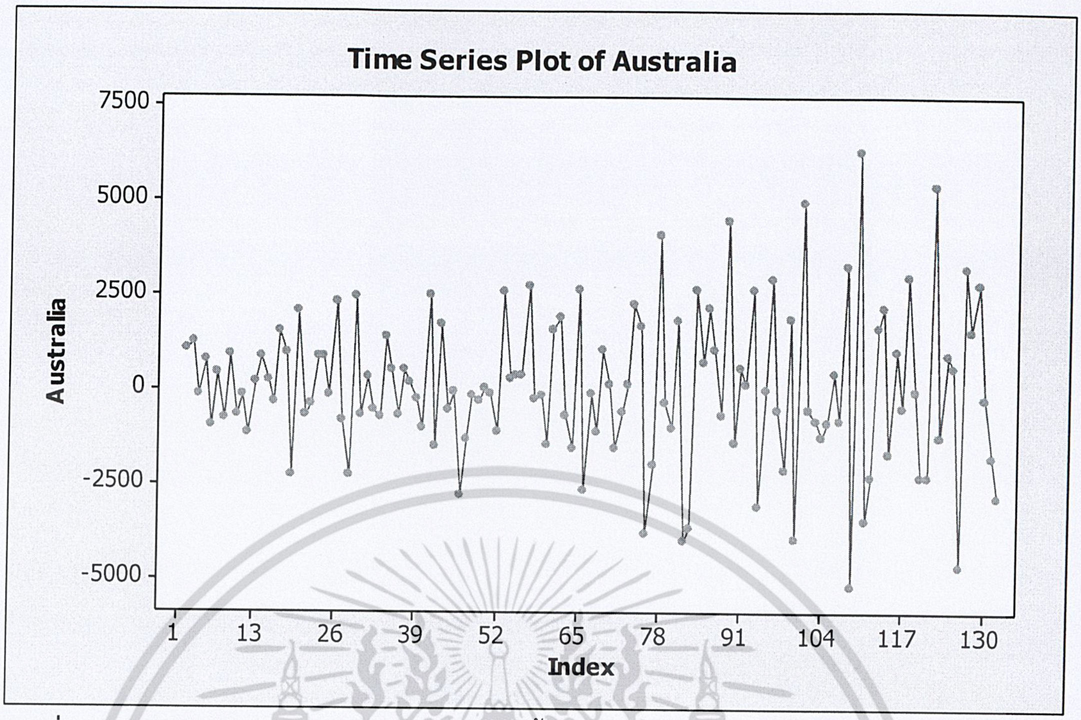
4.5.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย โดยวิธีของบ็อกซ์และเจนกินส์



รูปที่ 4.35 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย

จากรูปที่ 4.35 พบว่าอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียไม่เป็นสเตชันนารี เนื่องจากอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ดังนั้นจึงต้องทำให้เป็นอนุกรมเวลาที่สเตชันนารีก่อน โดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา 1 ครั้ง ได้ผลดังรูปที่ 4.36

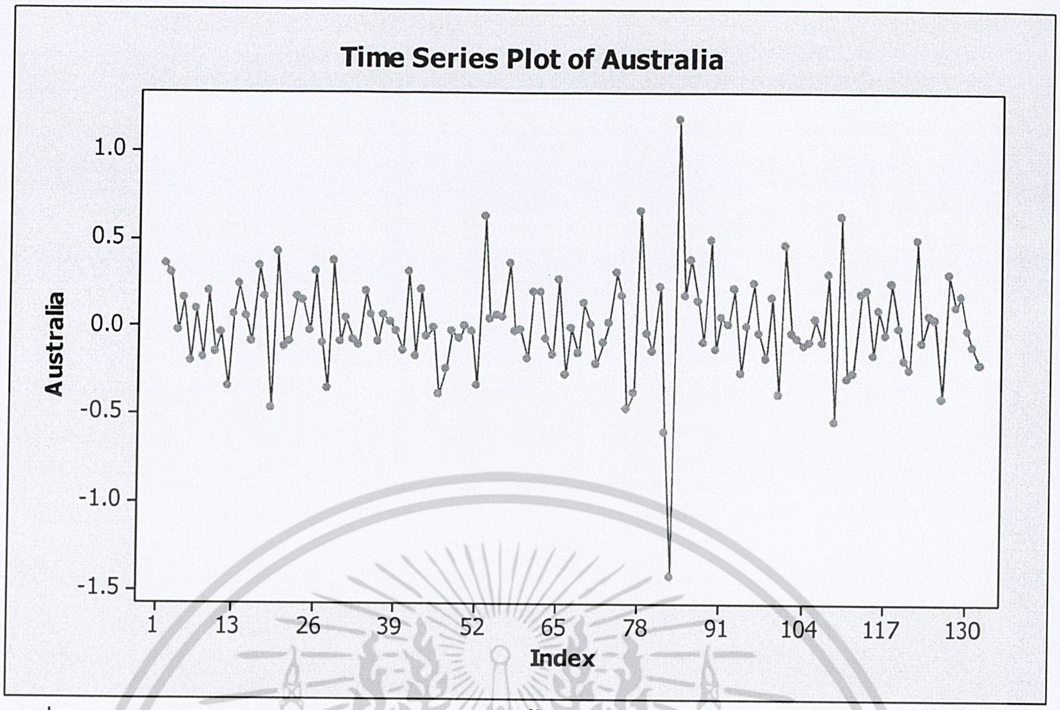
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



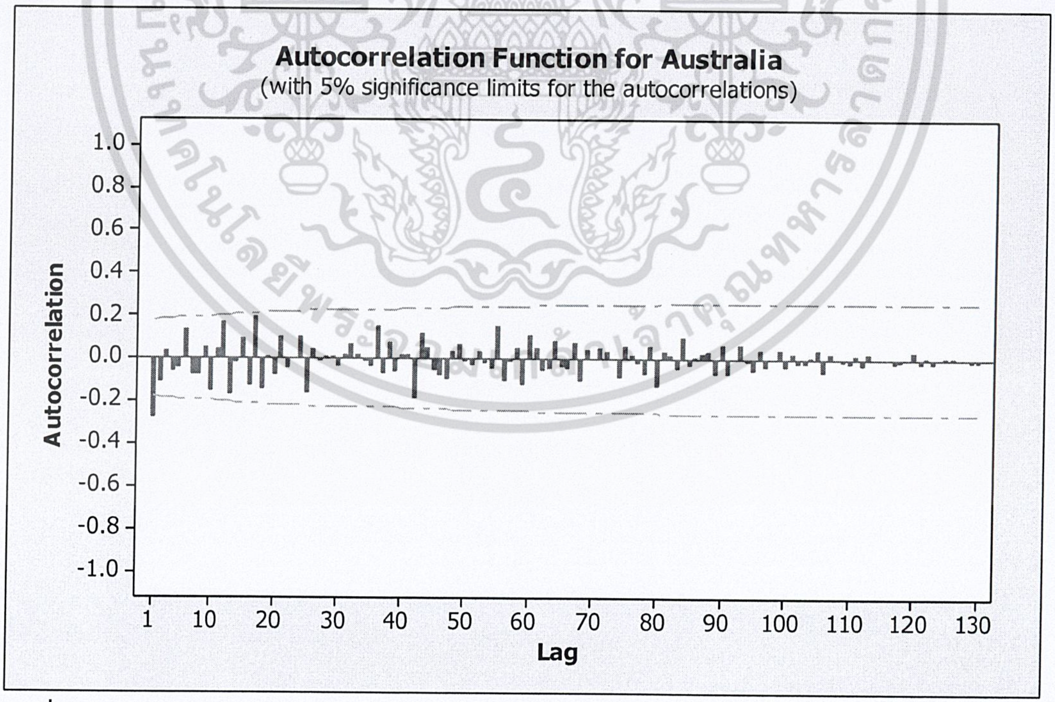
รูปที่ 4.36 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง

จากรูปที่ 4.36 พบว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้งของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียพบว่าความแปรปรวนเพิ่มขึ้นเมื่อ t มีค่าสูงขึ้น ดังนั้นความแปรปรวนจึงไม่คงที่ จึงนำอนุกรมเวลาไป ทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน e แล้วนำไปขจัดแนวโน้มด้วยการหาผลต่าง 1 ครั้ง เพื่อทำให้ความแปรปรวนคงที่ ดังรูปที่ 4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

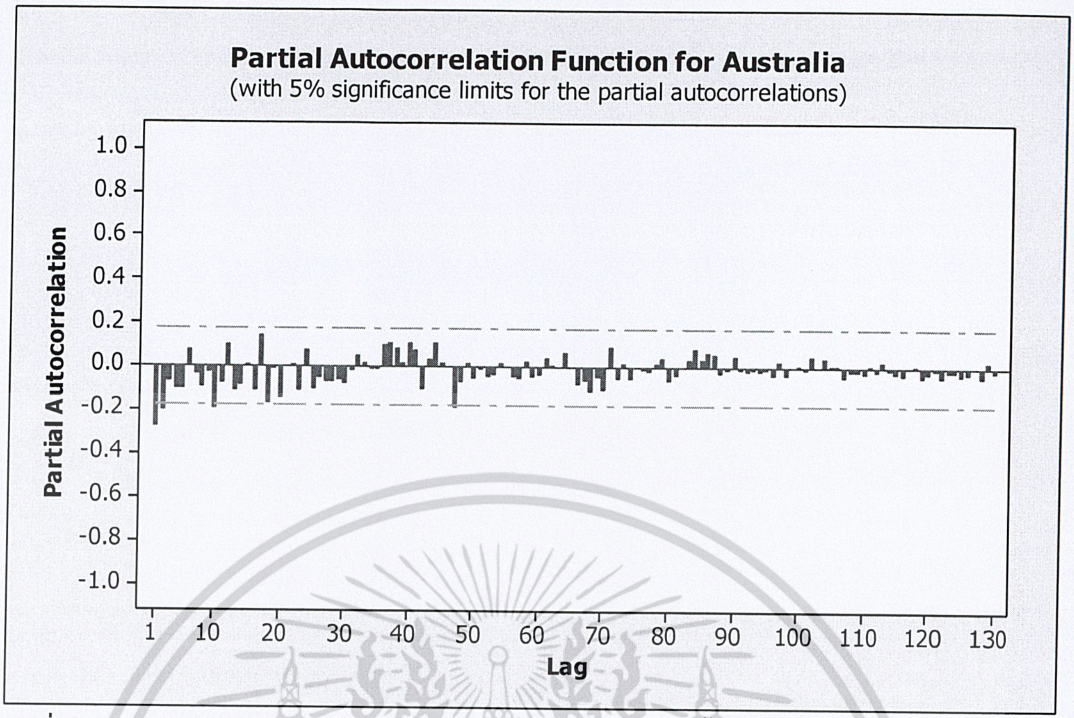


รูปที่ 4.37 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากหลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*



รูปที่ 4.38 คอเรลโรแกรม *ACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากหลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 คอเรลโรแกรม *PACF* ของมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย ที่ได้จากการหาผลต่าง 1 ครั้ง หลังจากหลังจากทำการแปลงด้วยลอการิทึมฐาน *e*

จากรูปที่ 4.38 และรูปที่ 4.39 จะเห็นว่า *ACF cut off ที่ lag* 1 และ *PACF* มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็ว จะได้ตัวแบบเป็น $ARIMA(0,1,1)$

ดังนั้นตัวแบบที่เป็นไปได้ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียคือ $ARIMA(0,1,1)$

ตารางที่ 4.27 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ร่วมกับค่าคงที่

Statistic	*Coef*	*SE Coef*	*t*	*p-value*
$\hat{\theta}_0$	0.0113	0.0133	0.85	0.399
$\hat{\theta}_1$	0.4377	0.0793	5.92	0.000

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_0 = 0$

$H_0 : \hat{\theta}_0 \neq 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก *p-value* = 0.399 > $\alpha = 0.05$ จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_0$ ในตัวแบบมีค่าเท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_0$ ไม่ควรมีในตัวแบบ

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_1 = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_1 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_1$ ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ $\hat{\theta}_1$ ควรมีในตัวแบบ

ดังนั้นจึงตัด $\hat{\theta}_0$ ออก แล้วปรับตัวแบบใหม่ดังนี้

ตารางที่ 4.28 การทดสอบค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$

Statistic	*Coef*	*SE Coef*	*t*	*p-value*
$\hat{\theta}_1$	0.4277	0.0794	5.39	0.000

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \hat{\theta}_1 = 0$

$H_1 : \hat{\theta}_1 \neq 0$

เนื่องจาก *p-value* = 0.000 < $\alpha = 0.05$ จึงปฏิเสธ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
สรุปว่าค่าพารามิเตอร์ θ_1 ในตัวแบบมีค่าไม่เท่ากับ 0 นั่นคือพารามิเตอร์ θ_1 ควรมีในตัวแบบ

ดังนั้นตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.29 การทดสอบความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$

Modified Box-Pierce (Box – Ljung) Chi-Square statistic				
lag	12	24	36	48
Q	12.8	23.4	34.2	53.0
DF	11	23	35	47
p-value	0.306	0.439	0.506	0.253

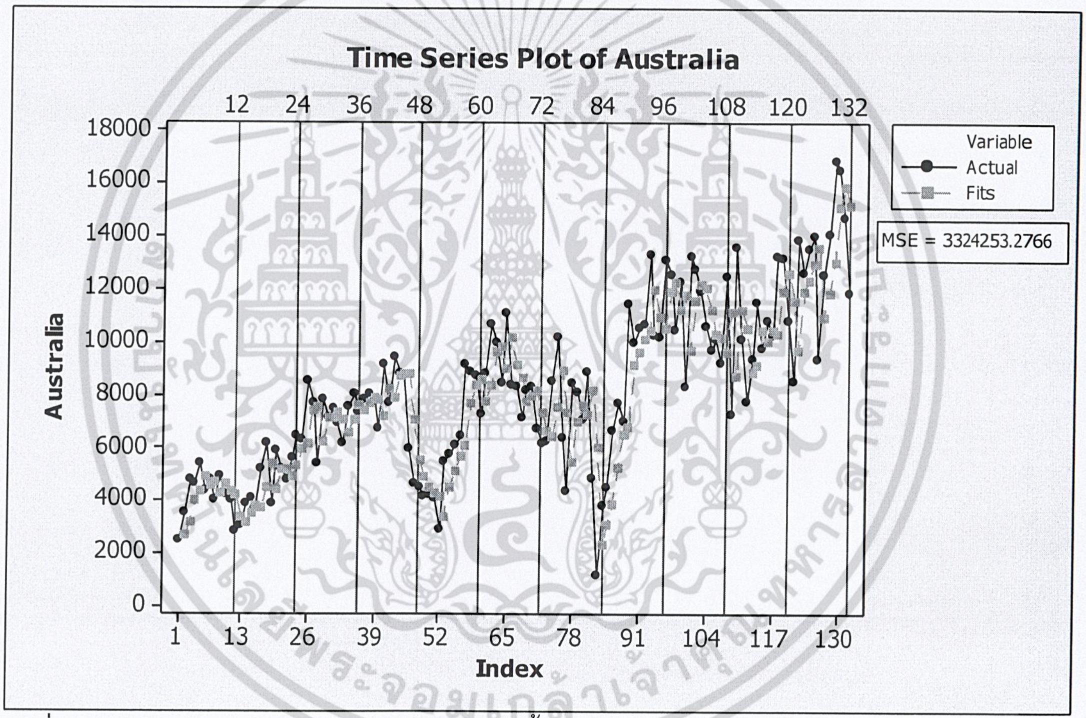
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยตรวจสอบจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนโดยสถิติทดสอบ *Box – Ljung* ตั้งสมมติฐานดังนี้

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

$H_1 : \rho_k(e_t)$ อย่างน้อย 1 ค่า ไม่เท่ากับ 0 สำหรับ k = 1 ,2 , ... ,12

จากตารางที่ 4.29 พบว่า ค่า *p-value* = 0.306 > 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน ในทำนองเดียวกันสำหรับ lag ที่ 24, 36 และ 48 แสดงว่าตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ เป็นตัวแบบที่เหมาะสม โดยมีค่า *MSE* = 3,324,253.2766 และได้ผลดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.40 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียและค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกและเจนกินส์

นอกจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ ยังมีตัวแบบ $ARIMA(1,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่ และ $ARIMA(1,1,2)$ ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม

ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแบบ *AIC* เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม 2 ตัวแบบหรือมากกว่า 2 ตัวแบบ โดยตัวแบบที่เหมาะสมของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย คือ ตัวแบบที่ทำให้ค่า *AIC* ต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 ค่า *AIC* ของตัวแบบจากวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ จากข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย

ตัวแบบ	*AIC*
$ARIMA(0,1,1)$	**858.3419**
$ARIMA(1,1,2)$ ร่วมกับค่าคงที่	858.6430
$ARIMA(1,1,2)$	862.4203

เนื่องจากตัวแบบ $ARIMA(0,1,1)$ มีค่า *AIC* เท่ากับ 858.3419 ซึ่งมีค่าต่ำสุด ดังนั้นตัวแบบอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย คือ $ARIMA(0,1,1)$ ซึ่งมีค่า *MSE* = 3,324,253.2766

ตารางที่ 4.31 ผลการเปรียบเทียบค่า *MSE* ของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ของอนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย

วิธีการพยากรณ์	*MSE*
1.วิธีแยกส่วนประกอบ $\hat{Y}_t = 3811 + 64.7t$	4,281,790.0000
2.วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง $\hat{Y}_{132+p}(132) = 13613.2977 + 14.9232p$	**3,219,859.8460**
3.วิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ $ARIMA(0,1,1)$	3,324,253.2766

จากตารางที่ 4.31 พบว่า วิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรงมีค่า *MSE* ต่ำที่สุด เท่ากับ 3,219,859.8460 ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะสรุปผลการวิเคราะห์ ข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลีย

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

5.1.1 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์

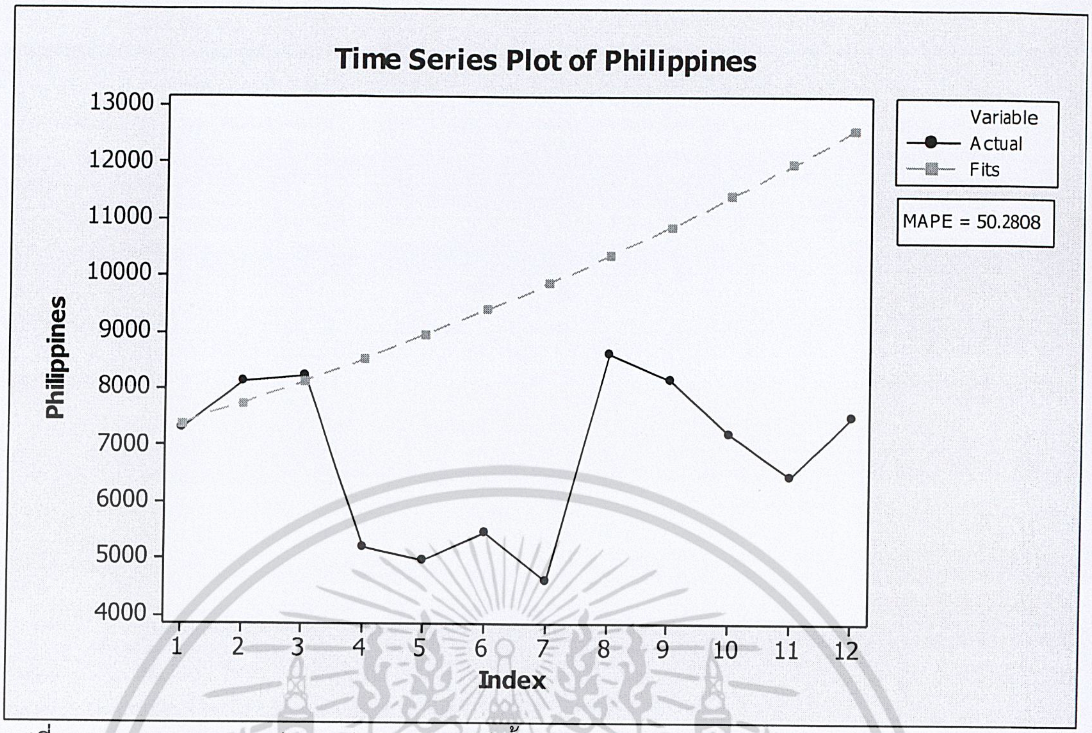
การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ จากการวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมแล้วเป็นเวลา 132 เดือน โดยมีค่า *MSE* = 75,902.0860 ซึ่งสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{132+p}(132) = 7028.07\left(1+\frac{4.9554}{100}\right)^{p} \quad \text{สำหรับ} \quad p = 1,2,\ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้า และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559) ได้ค่า MAPE = 50.2808 นั่นคือ ค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 50.2808% ดังรูปที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์และค่าพยากรณ์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง

เมื่อเพิ่มข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 รวมแล้วเป็นเวลา 144 เดือน จึงทำการปรับตัวแบบใหม่โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะได้สมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = 7494.96\left(1+\frac{2.4905}{100}\right)^{p} \text{ สำหรับ } p = 1,2,...$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

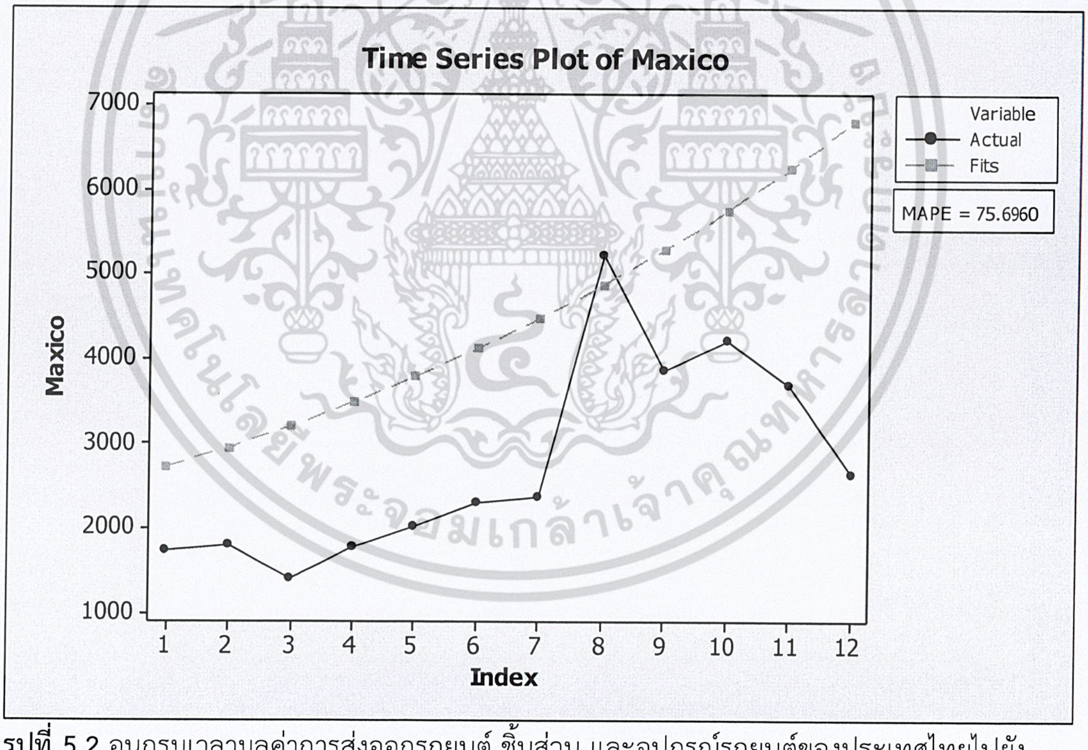
5.1.2 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก

การพยากรณ์โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก จากการวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมแล้วเป็นเวลา 132 เดือน โดยมีค่า *MSE* = 27,767.7232 ซึ่งสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{132+p}(132) = 2489.40\left(1+\frac{8.7456}{100}\right)^{p} \text{ สำหรับ } p = 1,2,...$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้า และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559) ได้ค่า MAPE = 75.6960 นั่นคือ ค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 75.6960% ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกและค่าพยากรณ์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเพิ่มข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 รวมแล้วเป็นเวลา 144 เดือน จึงทำการปรับตัวแบบใหม่โดยวิธีเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะได้สมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = 2633.73\left(1+\frac{7.5509}{100}\right)^{p} \text{ สำหรับ } p = 1,2,...$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

5.1.3 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย

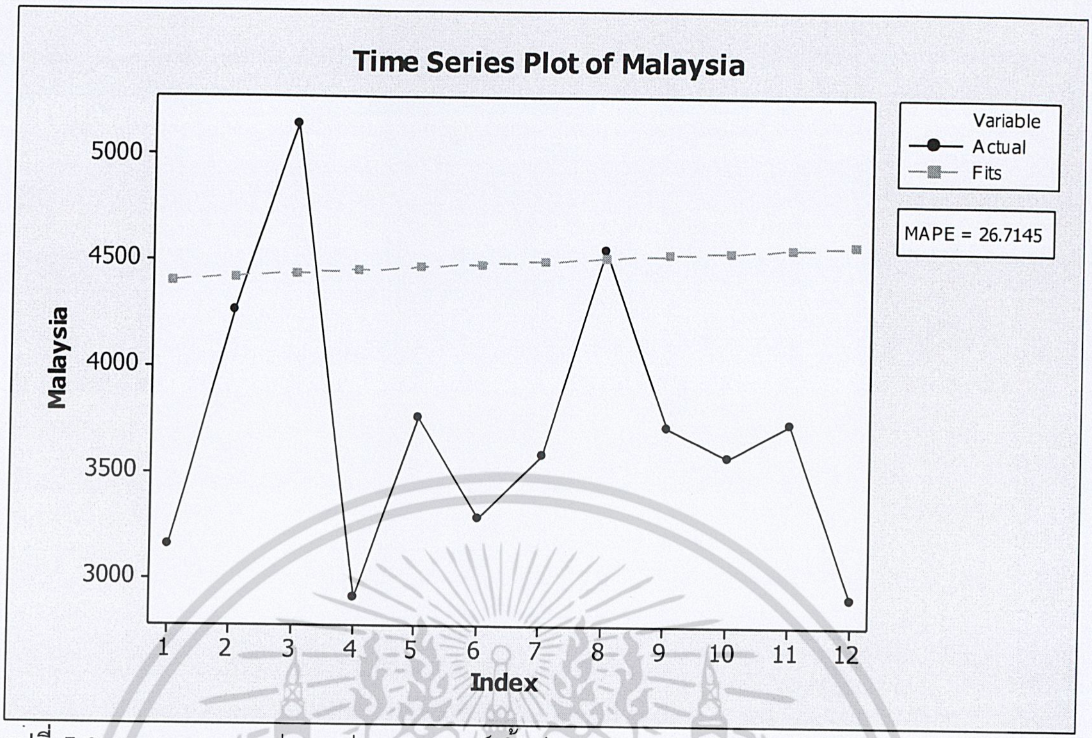
การพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย จากการวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมแล้วเป็นเวลา 132 เดือน โดยมีค่า *MSE* = 491,570.0000 ซึ่งสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_t = 993 + 35.23t - 0.0719t^2$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้า และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559) ได้ค่า *MAPE* = 26.7145 นั้นคือ ค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 26.7145% ดังรูปที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียและค่าพยากรณ์โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

เมื่อเพิ่มข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 รวมแล้วเป็นเวลา 144 เดือน จึงทำการปรับตัวแบบใหม่โดยวิธีแยกส่วนประกอบ ซึ่งจะได้สมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_t = 846 + 43.57t - 0.1467t^2$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

5.1.4 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ รูปแบบคูณ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม จากการวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมแล้วเป็นเวลา 132 เดือน โดยมีค่า *MSE* = 31,945.1900 ซึ่งสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{132+p}(132) = (2277.1539 + 13.0878p) \times \hat{S}_i(132) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

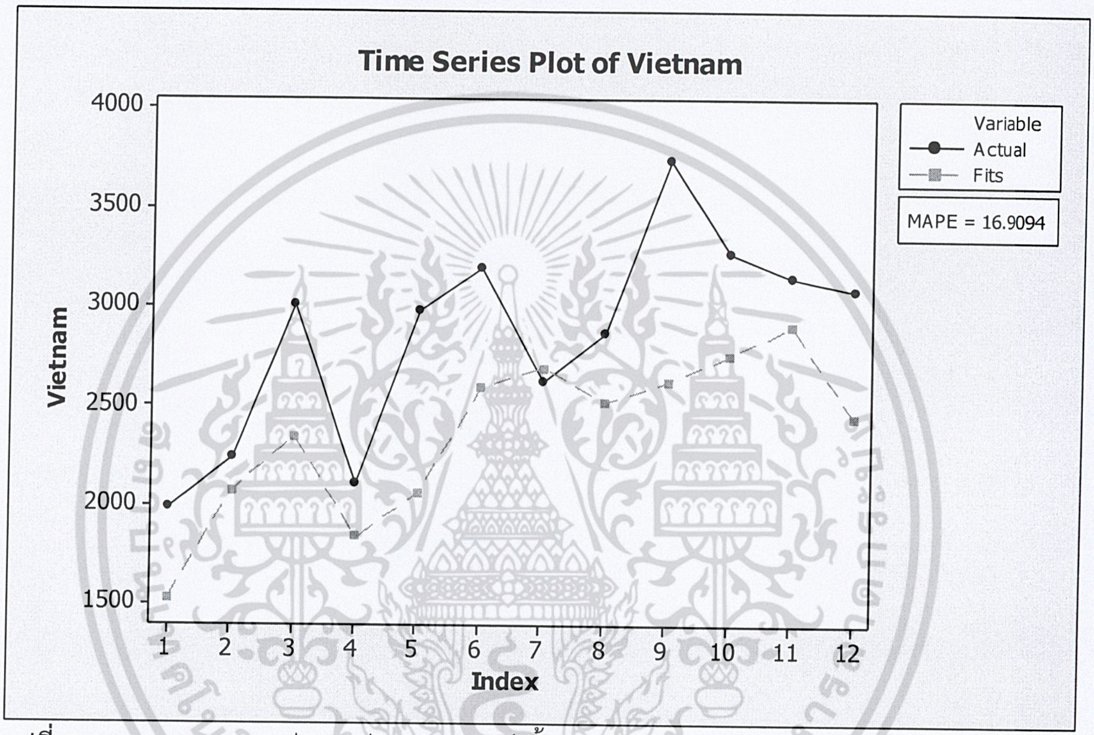
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $\hat{S}_1^* = 0.6675,\quad \hat{S}_2^* = 0.9007,\quad \hat{S}_3^* = 1.0131,\quad \hat{S}_4^* = 0.7912,$

$\hat{S}_5^* = 0.8791,\quad \hat{S}_6^* = 1.1015,\quad \hat{S}_7^* = 1.1381,\quad \hat{S}_8^* = 1.0587,$

$\hat{S}_9^* = 1.0974,\quad \hat{S}_{10}^* = 1.1469,\quad \hat{S}_{11}^* = 1.1996,\quad \hat{S}_{12}^* = 1.0061$

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้า และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559) ได้ค่า *MAPE* = 16.9094 นั้นคือ ค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 16.9094% ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามและค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ

เมื่อเพิ่มข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 รวมแล้วเป็นเวลา 144 เดือน จึงทำการปรับตัวแบบใหม่โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์รูปแบบคูณ ซึ่งจะได้สมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (3091.5674 + 16.2862p) \times \hat{S}_i(144) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ $\hat{S}_1^* = 0.6460$, $\hat{S}_2^* = 0.8543$, $\hat{S}_3^* = 0.9801$, $\hat{S}_4^* = 0.7541$,
$\hat{S}_5^* = 0.9064$, $\hat{S}_6^* = 1.1087$, $\hat{S}_7^* = 1.2724$, $\hat{S}_8^* = 1.0915$,
$\hat{S}_9^* = 1.1224$, $\hat{S}_{10}^* = 1.1652$, $\hat{S}_{11}^* = 1.1219$, $\hat{S}_{12}^* = 0.9769$

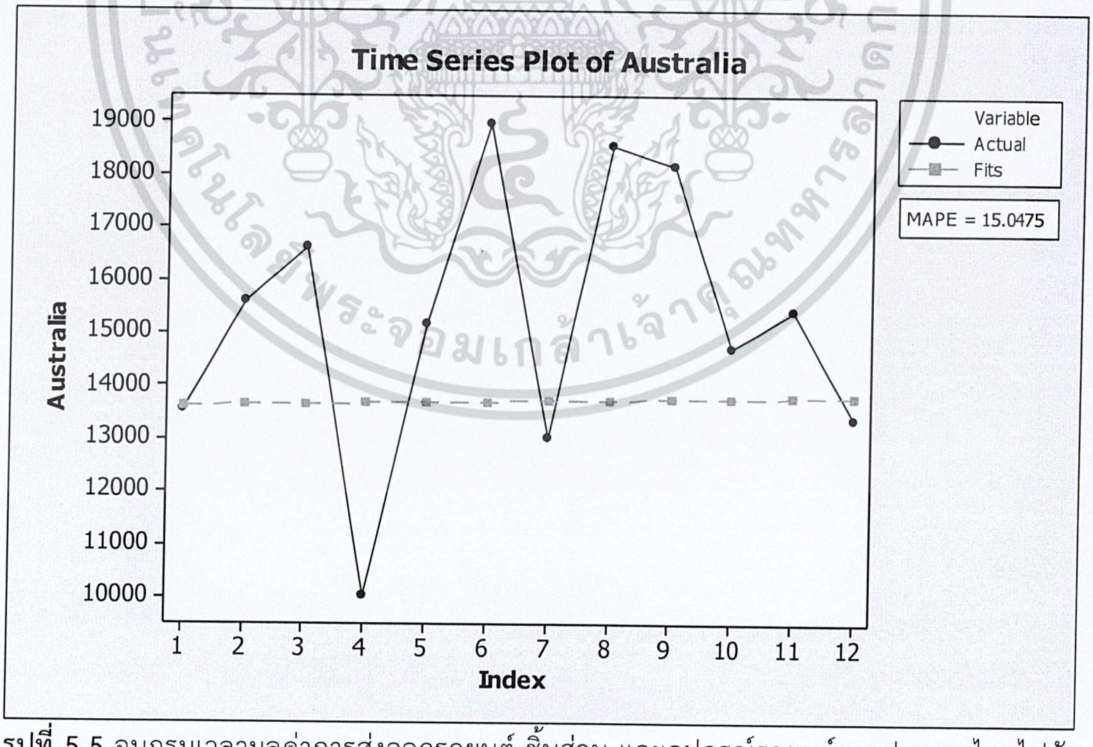
5.1.5 อนุกรมเวลาข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย

การพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรงเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย จากการวิเคราะห์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมแล้วเป็นเวลา 132 เดือน โดยมีค่า *MSE* = 3,219,859.8460 ซึ่งสมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{132+p}(132) = 13613.2977 + 14.9232p \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

จากสมการพยากรณ์ข้างต้นทำการพยากรณ์ 12 ช่วงเวลาล่วงหน้า และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริง 12 ค่าที่เก็บไว้ (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559) ได้ค่า *MAPE* = 15.0475 นั่นคือ ค่าจริงกับค่าพยากรณ์แตกต่างกัน 15.0475% ดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 อนุกรมเวลามูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียและค่าพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเพิ่มข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 รวมแล้วเป็นเวลา 144 เดือน จึงทำการปรับตัวแบบใหม่โดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบเส้นตรง ซึ่งจะได้สมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = 14877.2211 + 32.0544p \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

5.2 ตัวอย่างการนำสมการพยากรณ์ไปใช้

จากการวิเคราะห์อนุกรมเวลาทั้ง 3 วิธี คือวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบ และวิธีบ็อกซ์และเจนกินส์ พบว่าวิธีแยกส่วนประกอบเหมาะสมกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย และวิธีปรับให้เรียบเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก เวียดนาม และออสเตรเลีย โดยจะยกตัวอย่างการใช้สมการพยากรณ์เฉพาะวิธีแยกส่วนประกอบและวิธีปรับให้เรียบดังนี้

5.2.1 การใช้สมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ โดยวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง

มีสมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = 7494.96\left(1 + \frac{2.4905}{100}\right)^{p} \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

หากเราต้องการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 เราจะต้องทราบค่า p ของเดือนนั้นก่อน ซึ่งคำนวณได้จากการหาผลต่างของปี 2560 ลบด้วยปี 2547 เท่ากับ 13 ปี แต่ละปีมี 12 เดือน จะได้ 13×12 = 156 เดือน จะได้ 144+ p = (13×12) ดังนั้น p = 12

$$\hat{Y}_{144+12}(144) = 7494.96\left(1 + \frac{2.4905}{100}\right)^{12}$$

$$\hat{Y}_{156}(144) = 10068.6829$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะฉะนั้น ค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 มีค่าเท่ากับ 10,068.6829 ล้านบาท

5.2.2 การใช้สมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย โดยวิธีแยกส่วนประกอบ

มีสมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_t = 846 + 43.57t - 0.1467t^2$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, *t* มีหน่วยเป็นรายเดือน)

หากเราต้องการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 เราจะต้องทราบค่า t ของเดือนนั้นก่อน ซึ่งคำนวณได้จากการหาผลต่างของปี 2560 ลบด้วยปี 2547 เท่ากับ 13 ปี แต่ละปีมี 12 เดือน จะได้ 13×12 = 156 เดือน และเนื่องจากเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 มาก่อนเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 เป็นเวลา 4 เดือน ดังนั้นจะต้องลบออก 4 เดือน จะได้ t = (13×12)-4 = 152

$$\hat{Y}_{152}(144) = 846 + 43.57(152) - 0.1467(152)^2$$

$$\hat{Y}_{152}(144) = 4079.2832$$

เพราะฉะนั้น ค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซียเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 มีค่าเท่ากับ 4,079.2832 ล้านบาท

5.2.3 การใช้สมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม

มีสมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = (3091.5674 + 16.2862p) \times \hat{S}_i(144) \text{ สำหรับ } p = 1, 2, \ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

โดยที่ $\hat{S}_1^* = 0.6460$, $\hat{S}_2^* = 0.8543$, $\hat{S}_3^* = 0.9801$, $\hat{S}_4^* = 0.7541$,
$\hat{S}_5^* = 0.9064$, $\hat{S}_6^* = 1.1087$, $\hat{S}_7^* = 1.2724$, $\hat{S}_8^* = 1.0915$,
$\hat{S}_9^* = 1.1224$, $\hat{S}_{10}^* = 1.1652$, $\hat{S}_{11}^* = 1.1219$, $\hat{S}_{12}^* = 0.9769$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากเราต้องการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 เราจะต้องทราบค่า p ของเดือนนั้นก่อน ซึ่งคำนวณได้จากการหาผลต่างของปี 2560 ลบด้วยปี 2547 เท่ากับ 13 ปี แต่ละปีมี 12 เดือน จะได้ 13×12 = 156 เดือน และเนื่องจากเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 มาก่อนเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 เป็นเวลา 8 เดือน ดังนั้นจะต้องลบออก 8 เดือน จะได้ 144+ p = (13×12)-8 ดังนั้น p = 4

$$\hat{Y}_{144+4}(144) = (3091.5674 + 16.2862(4)) \times \hat{S}_4^*(144)$$

$$\hat{Y}_{148}(144) = (3091.5674 + 16.2862(4)) \times (0.7541)$$

$$\hat{Y}_{148}(144) = 2380.4767$$

เพราะฉะนั้น ค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนามเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 มีค่าเท่ากับ 2,380.4767 ล้านบาท

5.2.4 การใช้สมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย

มีสมการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{144+p}(144) = 14877.2211 + 32.0544p \quad \text{สำหรับ} \quad p = 1, 2, \ldots$$

(*origin* เดือนธันวาคม ปี 2547, p มีหน่วยเป็นรายเดือน)

หากเราต้องการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 เราจะต้องทราบค่า p ของเดือนนั้นก่อน ซึ่งคำนวณได้จากการหาผลต่างของปี 2561 ลบด้วยปี 2547 เท่ากับ 14 ปี แต่ละปีมี 12 เดือน จะได้ 14×12 = 168 เดือน และเนื่องจากเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 มาก่อนเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 เป็นเวลา 8 เดือน ดังนั้นจะต้องลบออก 8 เดือน จะได้ 144+ p = (14×12)-8 ดังนั้น p = 16

$$\hat{Y}_{144+16}(144) = 14877.2211 + 32.0544(16)$$

$$\hat{Y}_{160} = 15390.0915$$

เพราะฉะนั้น ค่าพยากรณ์มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลียเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 มีค่าเท่ากับ 15,390.0915 ล้านบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ และเม็กซิโกได้ค่าพยากรณ์ที่ไม่ค่อยดี จึงควรหาวิธีการพยากรณ์อื่นๆ เช่น วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยการหาตัวแปรอิสระที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ และเม็กซิโก หรือวิธีเศรษฐมิติ หรือใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น เพื่อให้ค่าพยากรณ์มีความถูกต้องมากขึ้น

เมื่อมีการเก็บข้อมูลมูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์ เม็กซิโก มาเลเซีย เวียดนาม และออสเตรเลียเข้ามาใหม่ควรทำการปรับตัวแบบเพื่อให้ได้สมการพยากรณ์ที่ทันสมัยอยู่เสมอ และให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำยิ่งขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กนกกาญจน์ มูลผาลา. 2557. **การศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ยอดขายสินค้าอุปโภคที่เหมาะสมของบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง.** วารสารวิชาการบิหารธุรกิจ ปีที่3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม-มิถุนายน 2557.

[2] กรมสรรพากร. 2557. **คู่มือแนะนำผู้เสียภาษีอากรประเภทกิจการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์.** เข้าถึงได้จาก http://www.rd.go.th/publish/fileadmin/user_upload.pdf สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2017.

[3] เฉลิมพล จตุพร และ พัฒนา สุขประเสริฐ. 2559. **ตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตและปริมาณส่งออกยางพาราของประเทศไทย**. วารสารแก่นเกษตร 44(2) : 219-228.

[4] วชิราภรณ์ มณีช่วง. 2559. **ส่วนประกอบรถยนต์.** เข้าถึงได้จาก http:// meenwachi.wordpress.com รถยนต์/ส่วนประกอบของรถยนต์/ สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน 2016.

[5] วรางคณา กีรติวิบูลย์. 2557. **การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของมูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิ** วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 19(1), 78-90.

[6] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ 2016 **มูลค่าการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบรถยนต์** เข้าถึงได้จาก http://www2.ops3.moc.go.th/ สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน 2016.

[7] สมฤทัย ไกยวรรณ์. 2558. **การพยากรณ์ความต้องการผลิตภัณฑ์สาเร็จรูปและการลดต้นทุนสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมอาหาร.** มหาวิทยาลัยศรีปทุมวิทยาเขตชลบุรี

[8] สมศรี บัณฑิตวิไล. 2556. **เอกสารประกอบวิชาอนุกรมเวลาและเลขดัชนี.** สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[9] สุเนตรตรา จันทบุรี. 2559. **อุตสาหกรรมยานยนต์ : ไทยมีศักยภาพสูงสุดในอาเซียน.** เข้าได้ถึงจาก http://www.aseanthai.net/ewt_news.php?nid=5720&filename สืบค้นเมื่อวันที่ 17 กันยายน 2016.

[10] ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. 2556. **เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ : การวิเคราะห์อนุกรมเวลา.** นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 1 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศฟิลิปปินส์

มูลค่า : ล้านบาท

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
มกราคม	519.19	979.15	1036.33	1547.66	1516.87	2628.05	1855.65	1430.34	3523.81	2866.84	3824.55	7295.95
กุมภาพันธ์	669.90	1377.12	1673.33	1643.38	1326.89	2887.64	3233.85	2081.63	2380.34	4754.24	4838.09	8136.19
มีนาคม	926.31	1348.03	1239.93	2191.86	1189.16	3125.06	1893.94	3269.97	2574.68	4302.12	5299.92	8234.38
เมษายน	757.61	964.75	947.47	1556.80	744.98	1934.68	1473.29	1414.79	2115.71	2952.97	3917.00	5195.32
พฤษภาคม	1157.43	1456.23	1343.98	2204.29	2419.84	2702.31	1245.17	2772.72	2200.80	3039.51	5244.48	4967.51
มิถุนายน	1369.09	1044.16	1242.51	1956.77	1588.34	3283.25	1837.82	3004.86	2929.64	5066.14	4948.95	5457.23
กรกฎาคม	1234.00	959.22	1443.10	1807.44	1968.42	2076.36	1753.25	2314.19	2205.38	4578.87	5831.48	4587.29
สิงหาคม	1447.66	1331.36	1525.40	2011.40	2618.88	3578.38	2072.40	2208.46	3604.91	4380.35	5579.66	8617.69
กันยายน	1296.76	1403.55	1923.50	1934.43	2684.14	2997.47	2934.78	2193.75	5164.64	4063.93	8061.10	8152.67
ตุลาคม	1198.94	1494.79	2019.06	1383.25	2430.90	2906.92	1793.73	2218.04	2958.56	5167.02	6983.01	7194.58
พฤศจิกายน	1535.57	1462.00	2505.95	1325.11	2202.70	2344.68	720.12	4928.99	2696.53	4510.71	8629.75	6453.74
ธันวาคม	975.15	1391.80	1495.28	1481.07	1693.32	1677.88	968.84	2905.46	4243.37	3845.55	7028.07	7494.96

ตารางภาคผนวก 2 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเม็กซิโก

มูลค่า : ล้านบาท

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
มกราคม	3.56	33.04	104.02	206.81	89.11	71.72	689.70	463.02	578.99	654.75	1029.53	1737.42
กุมภาพันธ์	3.49	44.11	134.79	104.08	91.74	184.53	479.91	481.79	801.05	715.74	1611.79	1801.71
มีนาคม	12.01	47.84	127.87	140.08	31.77	149.11	290.17	441.62	865.28	593.16	1754.16	1406.73
เมษายน	8.53	57.13	96.63	74.08	285.95	144.83	233.13	525.73	512.43	1391.73	1389.24	1771.14
พฤษภาคม	3.13	80.81	70.40	124.05	7.31	177.09	177.45	745.31	910.10	857.84	1905.56	2011.60
มิถุนายน	12.24	66.04	85.65	112.87	84.75	186.49	144.93	1308.81	717.13	985.86	2193.62	2301.80
กรกฎาคม	5.00	83.60	98.86	227.57	98.18	84.92	288.98	762.51	882.97	743.50	3252.57	2366.89
สิงหาคม	5.99	104.39	110.24	218.69	126.86	491.09	468.43	1048.94	613.55	830.11	2526.53	5209.87
กันยายน	6.52	128.60	89.21	201.75	161.24	304.92	497.48	1587.63	1461.66	1291.36	3671.79	3853.08
ตุลาคม	28.54	112.14	145.17	230.82	223.13	261.82	484.50	1035.18	1109.32	1983.63	3087.30	4208.59
พฤศจิกายน	34.19	112.26	139.19	160.14	234.58	257.90	269.10	693.86	835.98	1330.75	1952.56	3692.17
ธันวาคม	29.49	115.70	89.53	73.75	175.70	171.30	364.68	1296.60	555.15	1816.68	2489.40	2633.73

ตารางภาคผนวก 3 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศมาเลเซีย

มูลค่า : ล้านบาท

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
มกราคม	666.62	1561.12	1654.01	2670.27	2219.55	3012.89	3198.22	2945.69	3801.21	4067.35	3746.48	3149.65
กุมภาพันธ์	782.76	1222.25	1957.02	2517.35	1849.07	3302.34	3510.14	3076.00	3308.22	5205.09	4376.21	4261.31
มีนาคม	1252.45	1598.59	1771.50	2760.88	2157.69	3453.48	3658.50	3396.20	4008.27	5025.36	5126.66	5140.86
เมษายน	1284.60	1228.12	1099.93	2391.65	1792.49	2900.03	2069.07	3415.50	3629.05	4248.99	4138.01	2910.04
พฤษภาคม	1617.45	1625.63	2006.20	2584.73	2086.33	3502.39	2079.87	3432.75	3915.01	4529.60	5253.83	3762.89
มิถุนายน	1497.06	1610.17	2017.05	2977.87	2002.32	3788.03	3491.62	4576.75	3710.78	4594.77	3413.91	3287.17
กรกฎาคม	1638.52	1643.35	1802.29	2861.79	2449.05	2871.33	3052.41	4018.95	4440.56	4328.24	3842.64	3582.34
สิงหาคม	1823.87	1635.90	1873.86	3149.48	2924.32	3931.23	3328.34	3528.40	3244.39	3688.77	3687.32	4552.18
กันยายน	1692.22	1621.99	2024.82	3165.52	3075.09	3955.00	3664.13	4219.46	4739.97	3205.08	4774.34	3720.30
ตุลาคม	1471.46	1385.23	2057.11	2859.49	2714.48	2883.78	1954.27	4453.65	4337.43	4171.69	4169.05	3571.72
พฤศจิกายน	1715.62	1081.98	2099.69	2200.62	2971.66	3290.12	1422.26	3112.67	3518.56	4354.21	3608.76	3736.76
ธันวาคม	1566.72	839.91	2157.28	1437.93	2190.35	2077.95	2210.45	8619.65	3518.71	3643.77	3272.28	2907.65

ตารางภาคผนวก 4 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศเวียดนาม

มูลค่า : ล้านบาท

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
มกราคม	58.19	97.93	98.01	367.11	191.94	569.07	628.68	502.88	529.49	561.14	1075.77	1982.98
กุมภาพันธ์	42.50	122.25	119.83	453.56	470.05	583.41	745.92	649.18	879.34	976.25	1696.72	2236.93
มีนาคม	56.57	231.79	175.52	479.47	359.52	552.29	864.91	675.56	800.66	1112.80	2396.37	3007.21
เมษายน	60.14	132.19	132.83	270.75	400.20	292.01	543.60	552.89	764.48	1166.26	1579.60	2105.73
พฤษภาคม	155.45	68.70	193.22	402.14	527.82	527.33	545.49	768.30	958.42	1381.97	1462.98	2978.37
มิถุนายน	164.83	130.50	277.36	510.31	734.66	644.47	950.02	700.29	891.85	1377.87	2110.32	3197.80
กรกฎาคม	282.62	96.64	254.42	618.69	862.03	643.98	1068.49	718.05	1052.18	1465.48	2409.73	2627.40
สิงหาคม	149.74	144.66	342.90	352.86	790.50	638.05	1045.44	568.96	1073.00	1354.33	2282.82	2873.18
กันยายน	165.90	142.77	349.08	313.63	936.44	730.87	1083.82	617.09	1375.93	1536.19	2398.79	3740.18
ตุลาคม	192.51	231.47	363.45	462.99	977.78	714.14	733.86	568.99	975.11	2119.91	2932.00	3270.26
พฤศจิกายน	180.79	249.89	452.58	254.23	1073.11	850.97	641.92	640.23	1112.12	2047.62	2567.85	3152.69
ธันวาคม	150.32	168.88	369.55	198.18	766.05	583.33	531.99	709.68	1067.97	1676.71	2303.44	3084.69

ตารางภาคผนวก 5 มูลค่าการส่งออกรถยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์รถยนต์ของประเทศไทยไปยังประเทศออสเตรเลีย

มูลค่า : ล้านบาท

เดือน	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559
มกราคม	2478.59	3019.58	6268.73	7826.90	4158.01	8821.87	6246.87	4498.69	12562.64	7258.11	8518.21	13545.60
กุมภาพันธ์	3523.52	3838.98	8532.85	8013.24	4179.42	10701.01	8496.95	6618.20	10436.32	13559.49	13887.28	15604.53
มีนาคม	4770.64	4032.01	7685.26	7768.11	4068.23	9995.26	10155.63	7671.68	12285.86	10082.88	12617.89	16629.99
เมษายน	4610.24	3676.18	5386.61	6709.94	2914.90	8448.84	6348.75	6972.44	8317.65	7761.11	13495.60	10030.00
พฤษภาคม	5365.57	5179.44	7823.98	9170.81	5467.06	11093.74	4352.15	11406.92	13272.82	9372.67	14036.27	15154.45
มิถุนายน	4361.92	6133.18	7138.60	7674.69	5719.73	8403.94	8425.66	9976.37	12733.38	11499.65	9316.24	18969.12
กรกฎาคม	4792.29	3841.13	7462.06	9394.82	6074.74	8293.65	8080.15	10547.83	11905.88	9781.81	12533.48	13029.11
สิงหาคม	4007.87	5869.29	6914.92	8824.98	6416.18	7151.48	7039.89	10679.58	10621.07	10788.98	14047.39	18537.89
กันยายน	4890.77	5178.14	6152.72	8749.61	9158.63	8175.17	8849.75	13322.60	9706.05	10271.91	16824.77	18158.76
ตุลาคม	4191.05	4745.28	7518.47	5954.31	8878.25	8289.61	4842.30	10217.93	10093.11	13219.37	16537.90	14695.30
พฤศจิกายน	4027.28	5581.06	8004.34	4642.34	8712.60	6720.67	1166.04	10194.54	9239.55	13156.88	14727.48	15418.88
ธันวาคม	2847.30	6431.82	7315.05	4483.46	7242.34	6133.96	3793.00	13097.03	12468.07	10841.24	11838.55	13355.94

ตารางภาคผนวก 6 ค่า *Autocorrelation Function* ประเทศฟิลิปปินส์

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.034993	0.38	0.15
2	-0.155931	-1.71	3.17
3	-0.123004	-1.31	5.06
4	-0.175276	-1.85	8.94
5	-0.120808	-1.24	10.80
6	0.050935	0.52	11.13
7	-0.055319	-0.56	11.53
8	0.119822	1.21	13.40
9	0.098275	0.98	14.68
10	0.003356	0.03	14.68
11	-0.121770	-1.20	16.67
12	-0.028015	-0.27	16.78
13	0.108093	1.05	18.37
14	-0.124367	-1.20	20.51
15	0.102468	0.98	21.97
16	-0.073415	-0.70	22.73
17	-0.051453	-0.49	23.11
18	0.046277	0.44	23.42
19	-0.013387	-0.13	23.44
20	-0.117570	-1.10	25.47
21	0.131810	1.23	28.04
22	-0.154230	-1.42	31.59
23	0.060819	0.55	32.15
24	0.208561	1.88	38.78
25	0.004803	0.04	38.78
26	-0.087393	-0.77	39.97
27	0.066356	0.58	40.67
28	0.007529	0.07	40.68
29	-0.031929	-0.28	40.84
30	-0.021847	-0.19	40.92
31	-0.062833	-0.55	41.57
32	-0.040747	-0.35	41.84
33	0.029892	0.26	41.99
34	0.050138	0.43	42.42
35	-0.093026	-0.80	43.91
36	0.153599	1.32	48.02
37	0.015038	0.13	48.06
38	-0.116331	-0.99	50.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 7 ค่า *Autocorrelation Function* ประเทศเม็กซิโก

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.082489	0.90	0.84
2	0.032099	0.35	0.96
3	-0.072761	-0.79	1.63
4	-0.242324	-2.62	9.04
5	-0.164583	-1.69	12.49
6	0.004727	0.05	12.49
7	-0.031186	-0.31	12.62
8	0.016443	0.16	12.65
9	0.006332	0.06	12.66
10	-0.124569	-1.25	14.72
11	0.044981	0.44	14.99
12	0.078711	0.78	15.83
13	0.276374	2.71	26.28
14	0.031278	0.29	26.42
15	0.032413	0.30	26.57
16	0.024211	0.22	26.65
17	-0.035995	-0.33	26.83
18	-0.245665	-2.27	35.49
19	-0.061375	-0.54	36.04
20	-0.044357	-0.39	36.33
21	-0.015973	-0.14	36.37
22	0.101365	0.89	37.90
23	-0.046743	-0.41	38.23
24	0.157382	1.38	42.01
25	0.099013	0.85	43.52
26	0.007975	0.07	43.53
27	0.016264	0.14	43.57
28	-0.018139	-0.16	43.62
29	-0.113933	-0.98	45.71
30	0.025506	0.22	45.82
31	-0.143187	-1.22	49.19
32	-0.010512	-0.09	49.21
33	0.007114	0.06	49.22
34	-0.090535	-0.76	50.61
35	-0.073012	-0.61	51.53
36	0.050842	0.42	51.98
37	0.126547	1.05	54.81

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 8 ค่า *Autocorrelation Function* ประเทศมาเลเซีย

Lag	ACF	T	LBQ
1	-0.049524	-0.54	0.30
2	-0.104954	-1.15	1.67
3	-0.076978	-0.83	2.41
4	-0.174425	-1.87	6.25
5	-0.102776	-1.07	7.59
6	0.037583	0.39	7.78
7	0.037886	0.39	7.96
8	-0.131457	-1.36	10.22
9	0.119013	1.21	12.09
10	0.034677	0.35	12.25
11	-0.104427	-1.05	13.71
12	0.030548	0.30	13.84
13	-0.098202	-0.98	15.16
14	-0.091794	-0.90	16.32
15	0.121331	1.19	18.38
16	0.064595	0.63	18.96
17	0.017543	0.17	19.01
18	0.082050	0.79	19.97
19	-0.033100	-0.32	20.13
20	-0.135175	-1.30	22.81
21	-0.105077	-0.99	24.44
22	0.118915	1.12	26.55
23	0.030024	0.28	26.69
24	-0.025590	-0.24	26.79
25	0.078194	0.73	27.73
26	-0.063508	-0.59	28.36
27	-0.004685	-0.04	28.36
28	0.005064	0.05	28.37
29	0.034582	0.32	28.56
30	-0.069168	-0.64	29.34
31	0.046141	0.42	29.69
32	0.016592	0.15	29.73
33	-0.007902	-0.07	29.74
34	0.052503	0.48	30.21
35	0.073933	0.68	31.15
36	-0.010852	-0.10	31.17
37	0.070043	0.64	32.04

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 9 ค่า *Autocorrelation Function* ประเทศเวียดนาม

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.288170	3.16	10.22
2	-0.190304	-1.93	14.71
3	-0.038567	-0.38	14.90
4	-0.002326	-0.02	14.90
5	-0.167413	-1.65	18.46
6	-0.339275	-3.26	33.25
7	-0.190291	-1.69	37.94
8	-0.038887	-0.34	38.14
9	-0.043454	-0.38	38.38
10	-0.052175	-0.45	38.75
11	0.045314	0.39	39.02
12	0.242949	2.09	47.02
13	0.097216	0.81	48.32
14	-0.014976	-0.12	48.35
15	0.129039	1.07	50.67
16	0.045801	0.38	50.96
17	-0.127421	-1.04	53.27
18	-0.108876	-0.88	54.97
19	-0.100986	-0.81	56.45
20	-0.030143	-0.24	56.59
21	0.020758	0.17	56.65
22	0.020583	0.16	56.71
23	0.074327	0.60	57.55
24	0.198163	1.58	63.53
25	0.108871	0.85	65.36
26	-0.044574	-0.35	65.67
27	-0.000148	-0.00	65.67
28	-0.034633	-0.27	65.86
29	-0.115278	-0.89	68.00
30	-0.118459	-0.91	70.28
31	-0.100165	-0.77	71.93
32	0.043465	0.33	72.25
33	0.034654	0.26	72.45
34	-0.039550	-0.30	72.71
35	-0.005435	-0.04	72.72
36	0.142145	1.08	76.24
37	0.140349	1.06	79.72

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 10 ค่า *Autocorrelation Function* ประเทศออสเตรเลีย

Lag	ACF	T	LBQ
1	0.085147	0.93	0.89
2	-0.044033	-0.48	1.13
3	-0.054015	-0.59	1.50
4	-0.105151	-1.14	2.89
5	-0.095880	-1.03	4.06
6	-0.022309	-0.24	4.13
7	-0.145530	-1.54	6.87
8	-0.051321	-0.53	7.22
9	0.003681	0.04	7.22
10	-0.173142	-1.80	11.21
11	-0.038811	-0.39	11.41
12	0.120028	1.21	13.36
13	-0.094180	-0.94	14.58
14	0.066461	0.66	15.19
15	0.074413	0.73	15.96
16	-0.065455	-0.64	16.56
17	0.176463	1.73	20.99
18	-0.057953	-0.55	21.47
19	-0.087014	-0.83	22.57
20	-0.089827	-0.85	23.75
21	0.142161	1.34	26.74
22	0.004852	0.05	26.74
23	0.007695	0.07	26.75
24	-0.004841	-0.04	26.75
25	-0.173072	-1.61	31.37
26	-0.014425	-0.13	31.40
27	-0.009250	-0.08	31.41
28	0.002267	0.02	31.42
29	0.034776	0.32	31.61
30	0.002030	0.02	31.61
31	0.005594	0.05	31.62
32	0.072292	0.66	32.49
33	-0.005508	-0.05	32.49
34	0.000159	0.00	32.49

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้