ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานการผลิตในประเทศไทย

Factors effecting an export value toward automotive industry in Thailand base production

ธนาภรณ์ ขันนาแล

เนตรนภา ศรีวิเชียร

ประภาพรรณ มาสุข

ภาคินัย ชัยเจริญวุฒิ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานการผลิตในประเทศไทย

Factors effecting an export value toward automotive industry in Thailand base production

ธนาภรณ์ ขันนาแล

เนตรนภา ศรีวิเชียร

ประภาพรรณ มาสุข

ภาคินัย ชัยเจริญวุฒิ

b.00265978

i.

TB00246

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Factors effecting an export value toward automotive industry in Thailand base production

THANAPORN KHANNALAE

NETNAPAR SRIWICHEAN

PRAPAPAN MASUK

PAKINAI CHAICHAROENWUT

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN APPLIED STATISTICS

DEPAPTMENT OF APPLIED STATISTICS

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานการผลิตในประเทศไทย

Factors effecting an export value toward automotive industry in Thailand base production

ชื่อนักศึกษา

นางสาวธนาภรณ์	ขันนาแล	55051742
นางสาวเนตรนภา	ศรีวิเชียร	55051759
นางสาวประภาพรรณ	มาสุข	55051765
นายภาคินัย	ชัยเจริญวุฒิ	55051784

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.น้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาสถิติประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.น้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษา	
อ.สุจิตรา สุคนธมัต กรรมการ	
ผศ.ดร.สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์ กรรมการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานการผลิตในประเทศไทย

ชื่อนักศึกษา

นางสาวธนาภรณ์	ขันนาแล	55051742
นางสาวเนตรนภา	ศรีวิเชียร	55051759
นางสาวประภาพรรณ	มาสุข	55051765
นายภาคินัย	ชัยเจริญวุฒิ	55051784

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)

ภาควิชา สถิติ

ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.น้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทย 3 ประเภท ได้แก่ รถยนต์นั่ง รถแวน และรถจักรยานยนต์ และศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์กับปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์ของแต่ละประเภททั้ง 3 ประเภทนี้ ซึ่งศึกษาข้อมูลทุติยภูมิเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 ถึงเดือนธันวาคม 2557 โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณและเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีการลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) และการเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) ตัวแปรอิสระที่ศึกษามีจำนวน 14 ตัวแปร

ผลการวิจัย พบว่าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่งมี มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติก มูลค่าการส่งออกหนังและผลิตภัณฑ์หนังอื่นๆ มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อดอลลาร์สหรัฐ ราคาน้ำมันเบนซิน มีค่า $R^2 =$ 0.616 มูลค่าการส่งออกรถแวนปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถแวนมี มูลค่าการส่งออกรถแวนย้อนหลัง 1 เดือน มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ มูลค่าการส่งออกชุดสายไฟรถยนต์ มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม มีค่า $R^2 =$ 0.906 มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์มี มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ย้อนหลัง 1 เดือน มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม มูลค่าการส่งออกสารสีและสีอื่นๆ อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อหยวน มีค่า $R^2 =$ 0.877

คำสำคัญ : การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ, รถยนต์นั่ง, รถแวน, รถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Factors effecting an export value toward automotive industry in Thailand base production	
Student	Ms. Thanaporn Khannalae	55051742
	Ms. Netnapar Sriwichean	55051759
	Ms. Prapapan Masuk	55051765
	Mr. Pakinai Chaicharoenwut	55051784
Degree	Bachelor of science (Applied Statistics)	
Department	Statistics	
Academic Year	2015	
Advisor	Asst. Prof. Dr. Nomchit Kittichotipanit	

Abstract

The purpose of this research was to study factors effecting an export value toward automotive industry in Thailand base production with 3 different kinds of industries ; a personal car, a van, and a motorcycle. The research also studied the relationship between the export value and the factors that affect toward this 3 different kinds of automotive industries. The data was secondary data from January 2005 to December 2014 and multiple regression analysis was applied to the data along with selected the independent variable by Backward Elimination and Stepwise Regression Procedures. The total of 14 independent variables were analyzed for this research.

The research found that the result of multiple linear regression equation on the export value of personal car shown the factors that affect its industry were the export value in plastic products, leather and various types of leather products, vehicles, battery and automotive components, also the exchange rate of Thai Baht to US Dollar, and motor gasoline price (Bensin) by $R^2 = 0.616$ The factors that affected the export value of vans were the previous 1 month export value of van, battery and automotive components, the set of automotive light cables, aluminum products used in this industry by $R^2 = 0.906$. Finally, the factors that affected the export value of motorcycles were previous 1 month export value of motorcycles, wheels, aluminum products used in this industry, colours and other chemical used

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

with colours, as well as the exchange rate of Thai Baht to Chinese Yuan, by $R^2 = 0.877$.

Keywords : multiple regression analysis, Passenger car, van, motorcycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากคณะผู้จัดทำได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลผู้มีพระคุณหลายท่าน ดังนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์ อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ให้ข้อเสนอแนะ เสนอแนวทางการแก้ปัญหา รวมทั้งตรวจสอบและแก้ไขปัญหาพิเศษเล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สุจิตรา สุคนธมัต และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์ อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด กระบัง คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำชี้แนะ ตรวจสอบความถูกต้องปัญหาพิเศษเล่มนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณหน่วยงานที่เผยแพร่ข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ประกอบด้วย สถาบันยานยนต์ อุตสาหกรรมยานยนต์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย กรมศุลกากร สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และธนาคารแห่งประเทศไทย

นางสาวธนาภรณ์ ขันนาแล
นางสาวเนตรนภา ศรีวิเชียร
นางสาวประภาพรรณ มาสุข
นายภาคินัย ชัยเจริญวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 ตัวแปรและนิยาม	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**7**
2.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมยานยนต์	7
2.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis)	12
2.2.1 ตัวแบบสมการถดถอย	12
2.2.2 ข้อสมมติในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ	12
2.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบการถดถอย	12
2.2.4 การทดสอบสมมติฐาน	15
2.2.4.1 การทดสอบ F บางส่วน (Partial F Test)	18
2.2.4.2 ค่าวัดความเหมาะสมของตัวแบบ	19
2.2.5 วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย	19
2.2.5.1 การเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร	20
2.2.5.2 การเลือกตัวแปรโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน	20
2.2.6 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ	22
2.2.7 การแปลงข้อมูล	25
2.3 งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง	26
2.3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
2.3.2 บทความที่เกี่ยวข้อง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย **30**

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 30

3.1.1 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) 30

3.1.2 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) 30

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 31

3.2.1 ตรวจสอบการแจกแจงของตัวแปรตาม 31

3.2.2 สร้างสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด 32

3.2.3 หาสมการการถดถอยที่ดีที่สุด 32

3.2.4 วัดความเหมาะสมของตัวแบบ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด 32

3.2.5 ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ 32

บทที่ 4 ผลการวิจัย **34**

4.1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ 34

4.1.1 หาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง 34

4.1.2 หาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถแวน 44

4.1.3 หาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ 62

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 80

บรรณานุกรม 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 14 ตัวจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_1 35

4.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตาม Y_1 จากตัวแปรอิสระ 14 ตัวแปร..... 35

4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ Y_1 ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 37

4.4 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 14 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ 39

4.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ จากตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร..... 40

4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_1}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 41

4.7 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 14 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีลดตัวแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ 43

4.8 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 14 ตัวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_2 44

4.9 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 15 ตัวจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_2 45

4.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Y_2 จากตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปร..... 46

4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ Y_2 ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 47

4.12 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ 49

4.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_2}$ จากตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร..... 50

4.14 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_2}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 51

4.15 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ 53

4.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_2}$ จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร..... 54

4.17 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_2}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.18 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีลดตัวแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ 57

4.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_2}$ จากตัวแปรอิสระ 8 ตัวแปร..... 57

4.20 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_2}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 59

4.21 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 14 ตัวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_3 62

4.22 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 15 ตัวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_3 63

4.23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Y_3 จากตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปร..... 64

4.24 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ Y_3 ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 65

4.25 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ 67

4.26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_3}$ จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร..... 68

4.27 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_3}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 69

4.28 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ 71

4.29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_3}$ จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร..... 72

4.30 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_3}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 73

4.31 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีลดตัวแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ 75

4.32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_3}$ จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร..... 75

4.33 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_3}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors..... 77

5.1 สรุปค่า R^2 ของแต่ละตัวแปรตาม Y_i โดยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระทั้ง 2 วิธี..... 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงปริมาณการผลิตยานยนต์โลก	8
2.2	แสดงประเทศที่มีการผลิตยานยนต์มากที่สุด 15 อันดับแรกของโลกปี พ.ศ. 2557	8
2.3	แสดงปริมาณการผลิตยานยนต์ในกลุ่มภูมิภาคอาเซียน	9
2.4	มูลค่าการส่งออกสินค้า 3 อันดับรายแรกของประเทศไทย	10
2.5	แสดงมูลค่าตลาดการส่งออกสำคัญ 3 รายการแรกของไทยปี พ.ศ.2548-2557	11
2.6	แสดงลักษณะของค่าความคลาดเคลื่อน	25
4.1	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ Y_1	38
4.2	ผลลัพธ์จาก Box-Cox	38
4.3	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_1}$	42
4.4	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ Y_2	48
4.5	ผลลัพธ์จาก Box-Cox	48
4.6	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_2}$	52
4.7	Boxplot ของค่าความคลาดเคลื่อนแสดงข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ	53
4.8	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_2}$	56
4.9	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_2}$	60
4.10	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ Y_3	66
4.11	แสดงผลลัพธ์จากวิธี Box-Cox	66
4.12	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_3}$	70
4.13	Boxplot ของค่าความคลาดเคลื่อนแสดงข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ	71
4.14	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_3}$	74
4.16	แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_3}$	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

อุตสาหกรรมยานยนต์ หมายความถึง อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ทุกประเภท ได้แก่ รถยนต์นั่ง รถแวน และรถจักรยานยนต์ ตลอดจนอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเพื่อใช้ในการผลิตรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ทั้งที่เป็นชิ้นส่วนเพื่อป้อนโรงงานรถยนต์โดยตรงและชิ้นส่วนอะไหล่เพื่อการทดแทน (สถาบันยานยนต์, 2555)

อุตสาหกรรมยานยนต์จัดเป็นอุตสาหกรรมในระดับต้นที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจ การจ้างงาน การสร้างมูลค่าเพิ่ม การพัฒนาด้านเทคโนโลยียานยนต์ ตลอดจนการพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุนอื่นๆ และธุรกิจที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก โดยอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 จากการนำชิ้นส่วนยานยนต์จากยุโรปและญี่ปุ่นเข้ามาประกอบเป็นรถยนต์ อุตสาหกรรมรถยนต์ไทยจึงเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งวิกฤตเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 ทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกับอุตสาหกรรมอื่น แต่ในส่วนของอุตสาหกรรมยานยนต์สามารถที่จะปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว โดยมุ่งเน้นการผลิตเพื่อการส่งออกให้มากขึ้น เมื่อเศรษฐกิจฟื้นตัวและนักลงทุนมีความเชื่อมั่นทางเศรษฐกิจดีขึ้นก็ส่งผลให้มีการจำหน่ายยานยนต์ภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้นทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์มีการขยายตัวและมีความสามารถในการแข่งขันมากขึ้น ปัจจัยที่สำคัญของการเจริญเติบโตในด้านอุตสาหกรรมยานยนต์เกิดจากการที่ผู้ผลิตได้ร่วมลงทุนกับผู้ผลิตยานยนต์ระดับโลก ให้เข้ามาลงทุนเพื่อใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตเพื่อส่งออก โครงสร้างพื้นฐานที่ดีและมีมาตรการสนับสนุนต่างๆจากภาครัฐ ทำให้ในปัจจุบันมีผู้ประกอบยานยนต์ระดับโลกได้ย้ายฐานการผลิตมายังประเทศไทยเป็นจำนวนมาก

โครงสร้างของอุตสาหกรรมยานยนต์นั้นจะประกอบด้วยผู้ประกอบการ 2 ประเภทใหญ่ๆ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2545) คือ

(1) กลุ่มกิจกรรมหลัก (Core activities) ได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบยานยนต์และผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ที่สามารถจำแนกตามโครงสร้างการผลิตและลำดับขั้น ประกอบด้วย

- ผู้จัดหาวัตถุดิบลำดับที่ 1 หรือผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 (First Tier , Tier I) เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนประเภทอุปกรณ์ป้อนโรงงานประกอบรถยนต์โดยตรง ซึ่งบริษัทจะต้องมีความสามารถทางเทคโนโลยีในการผลิตชิ้นส่วนตามมาตรฐานที่ผู้ประกอบยานยนต์กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 2 (Second Tier) เป็นการผลิตชิ้นส่วนย่อย (Individual Part) เพื่อป้อนผู้ผลิตในลำดับ 1 อีกต่อหนึ่ง โดยจะได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1
- ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 3 (Third Tier) ผลิตวัตถุดิบป้อนผู้ผลิตลำดับ 1 หรือ 2 อีกต่อหนึ่ง

(2) กลุ่มกิจกรรมสนับสนุน (Support activities) ได้แก่ อุตสาหกรรมต้นน้ำ (Upstream industrial) ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตวัตถุดิบ เช่น ชุดสายไฟ อลูมิเนียม พลาสติก หนัง ยาง ยานพาหนะ แก้วและกระจก เหล็ก แบตเตอรี่ สารสี เป็นต้น โดยมีการผลิตตามความต้องการของผู้ผลิตชิ้นส่วน นอกจากนี้ยังมีกลุ่มของผู้ผลิตเครื่องจักรกล แม่พิมพ์ อุปกรณ์ยึดจับชิ้นงานและเครื่องมือต่างๆกลุ่มอุตสาหกรรมบริการ (Service industrial) เช่นผู้ให้บริการกระจายสินค้า บริการด้านการเงิน การตรวจสอบและทดสอบ กลุ่มนโยบายสนับสนุน เป็นต้น

ในภาคการผลิตของไทย อุตสาหกรรมยานยนต์จัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีระดับการจัดการซื้อในประเทศสูงที่สุดอุตสาหกรรมหนึ่ง และระดับการเจริญเติบโตของการผลิตยานพาหนะที่ปรับตัวสูงขึ้นได้ให้ประโยชน์แก่ผู้จัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีฐานการผลิตอยู่ในประเทศไทย ทำให้บริษัทมีรายได้ที่สูงขึ้นถึงแม้ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตและการบริหารจัดการให้ตอบสนองกับความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันได้เปิดโอกาสให้มีการนำเทคโนโลยีและต้นแบบการผลิตล่าสุดในประเทศมาใช้ในประเทศ ในขณะเดียวกันการมุ่งตลาดส่งออกยังเป็นการกดดันให้ผู้ประกอบการยานยนต์และผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องยกระดับผลิตภัณฑ์และการบริการให้มีมาตรฐานสูงขึ้นและศักยภาพในการแข่งขันในระดับนานาชาติ

แผนแม่บทอุตสาหกรรมยานยนต์ (2555-2559) จากการเติบโตและขยายตัวของเศรษฐกิจและภาคอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องของไทยและภูมิภาคเอเชีย (แผนแม่บทอุตสาหกรรมยานยนต์ปี พ.ศ. 2555-2559, สถาบันยานยนต์) ทำให้คาดว่าภายในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยจะมีกำลังการผลิตรถยนต์และรถจักรยานยนต์ชนิดละมากกว่า 3 ล้านคัน โดยมีผู้ประกอบรถยนต์และรถจักรยานยนต์ จาก 3 ทวีป โดยทวีปเอเชียมีประเทศญี่ปุ่นเป็นหลักได้แก่ คาวาซากิ ซูซูกิ โตโยต้า นิสสัน มาสด้า ยามาฮา อีซูซุ ฮอนด้า ฮีโน่ ทวีปอเมริกามีสหรัฐอเมริกาเป็นหลัก ได้แก่ เจเนอรัล มอเตอร์ และฟอร์ด ทวีปยุโรป ได้แก่ บีเอ็มดับบิว เบนซ์ ไทรอัมพ์ และ วอลโว่ ซึ่งในปี พ.ศ. 2555 อุตสาหกรรมยานยนต์ไทย มีกำลังการผลิตรถยนต์รวม 2.75 ล้านคันต่อปี รถจักรยานยนต์ 2.8 ล้านคันต่อปี มีมูลค่าการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศและการส่งออกก่อให้เกิดมูลค่าคิดเป็นร้อยละ 10 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการผลิต สัดส่วนการส่งออกและจำหน่ายในประเทศจากปริมาณการผลิตรถยนต์รวมทุกประเภท 50:50 มูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์โดยรวมเฉลี่ย 8 แสนล้านบาทต่อปี มีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา (Research and Development – R&D)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากทั้งผู้ประกอบรถยนต์และผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการยกระดับความสามารถในการแข่งขันของการเป็นรากฐานการผลิตที่สำคัญของภูมิภาคเอเชีย

นอกจากผู้ผลิตยานยนต์แล้ว อุตสาหกรรมยานยนต์ยังมีหน่วยงานสำคัญอีกกลุ่มหนึ่ง คือ ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยมีผู้ผลิตชิ้นส่วนที่สำคัญ (สถาบันยานยนต์, 2555) ได้แก่ (1) Original Equipment Manufacturers (OEMs) โดยปกติแล้ว ผู้ผลิตยานยนต์รายใหญ่จะทำการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เองเพียงเล็กน้อย แต่จะไม่ผลิตชิ้นส่วนทุกๆ ชิ้นซึ่งเป็นส่วนประกอบของยานยนต์ ดังนั้น จึงมีผู้ผลิตอีกกลุ่มหนึ่งที่ทำการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต่างๆ เช่น เบาะ ประตู เพื่อประกอบเป็นรถใหม่โดยเฉพาะ (2) การผลิตและจัดจำหน่ายชิ้นส่วนทดแทน ชิ้นส่วนประกอบรถยนต์เพื่อทดแทนชิ้นส่วนที่ชำรุด (3) Rubber Fabrication ชิ้นส่วนที่ใช้ยางเป็นส่วนประกอบ เช่นยางรถยนต์ เข็มขัดนิรภัย และอื่นๆ

ยานยนต์ 1 คัน ประกอบด้วยชิ้นส่วน 20,000-30,000 ชิ้น ซึ่งโดยทั่วไปแม้บริษัทขนาดใหญ่ก็ไม่สามารถผลิตทุกชิ้นส่วนได้ด้วยตนเอง การแบ่งงานกันทำและการจ้างผลิตจึงเป็นรูปแบบปกติที่เกิดขึ้น ชิ้นส่วนยานยนต์รวมถึงวัสดุอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการประกอบยานยนต์แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลักคือ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กกล้า และในส่วนของยางล้อรถยนต์ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของยานยนต์นั้นความต้องการในอุตสาหกรรมรถยนต์ ขึ้นอยู่กับรสนิยมของผู้บริโภคเป็นสำคัญแม้ว่ารายได้จากการขายรถยนต์ให้แก่บริษัทจำกัดและบริษัทเช่ารถจะมีมูลค่าสูง แต่แหล่งรายได้ที่สำคัญที่สุดมาจากการขายให้แก่ผู้บริโภคทั่วไป สำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์นั้นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อยอดขาย คือ อายุการใช้งานของรถยนต์ที่ใช้ชิ้นส่วนนั้นๆ เนื่องจากอะไหล่รถยนต์เป็นสินค้าที่ใช้ร่วมกับรถยนต์ (Complement Product) เมื่อรถยนต์มีอายุการใช้งานมาก จะยิ่งมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนอะไหล่ทดแทนชิ้นส่วนที่เสื่อมอายุการใช้งานไป (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยได้มีการขยายการลงทุนและมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนสามารถผลิตชิ้นส่วนให้มีความหลากหลาย ตลอดจนมีคุณภาพและมาตรฐานการผลิตอยู่ในระดับที่ผู้ผลิตรถยนต์และรถจักรยานยนต์ระดับโลกยอมรับ ทำให้สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศต่างๆ ได้เพิ่มขึ้น โดยการส่งออกในปี 2553 มีมูลค่ารวม 179,350.3 ล้านบาท ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี 2552 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39.96 โดยในปี 2554 มูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 2.41 หรือคิดเป็นมูลค่า 183,680 ล้านบาท ประกอบด้วยเครื่องยนต์ (Engine) มูลค่า 26,669.7 ล้านบาท ชิ้นส่วนอะไหล่ (Spare Parts) มูลค่า 16,438.7 ล้านบาท แม่พิมพ์และอุปกรณ์ยึดจับชิ้นงาน (Jig & Die) มูลค่า 1,682.21 ล้านบาท ชิ้นส่วนประกอบและอุปกรณ์ (OEM Part) มูลค่า 136,450 ล้านบาทการเพิ่มขึ้นดังกล่าวมีสาเหตุจากการเพิ่มขึ้นตามการส่งออกรถยนต์ โดยเฉพาะผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบและอุปกรณ์ (OEM) เนื่องจากมาตรการกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศต่างๆ เริ่มส่งผลให้มีคำสั่งซื้อเข้ามาอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเนื่อง อีกทั้งการลงทุนเพิ่มเติมจากผู้ผลิตของญี่ปุ่นเนื่องจากค่าเงินเยนแข็งตัวขึ้นอย่างไรก็ตามจากปัญหาอุทกภัยครั้งใหญ่ ส่งผลให้ปริมาณและมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ลดลงเล็กน้อย

จากความสำคัญของอุตสาหกรรมยานยนต์ ตลอดจนโอกาสในการเติบโตและขยายตัว ดังกล่าวประกอบกับการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศที่เป็นตลาดใหม่และเป็นประเทศคู่แข่งอย่างเช่น จีน อินเดีย อินโดนีเซีย เป็นต้น และความต้องการของตลาดทั่วโลกมีแนวโน้มให้ความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น มีความเข้มงวดและข้อกำหนดด้านมาตรฐาน เทคนิคและความปลอดภัยในตัวรถยนต์และชิ้นส่วนที่ใช้ในรถยนต์ที่สูงขึ้น ล้วนส่งผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ ดังนั้น สภาวะแวดล้อมทางนโยบายที่จะเอื้ออำนวยต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะในการแข่งขันตามปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวจึงเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยอย่างยั่งยืน

ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญของอุตสาหกรรมการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบรถยนต์ จึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการส่งออกของการส่งออกรถยนต์ อุปกรณ์ และส่วนประกอบรถยนต์ในอนาคตเพื่อให้สามารถปรับปรุงพัฒนาศักยภาพในการส่งออกเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทย ได้แก่ รถยนต์นั่งรถแวน และรถจักรยานยนต์
- ตัวแบบการถดถอยพหุคูณที่ใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะข้อมูลค่าการส่งออกของรถยนต์ 3 ประเภท ได้แก่ รถยนต์นั่ง รถแวน และรถจักรยานยนต์
2. การศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งเก็บข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2548 – เดือนธันวาคม 2557 รวมระยะเวลา 10 ปี หรือขนาดของข้อมูลเท่ากับ 120 เดือน โดยมีการเก็บรวบรวมจากแหล่งต่างๆเช่น การค้าไทย กรมศุลกากร
3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรตาม (Dependent Variables)	ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)
- มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง - มูลค่าการส่งออกรถแวน - มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์	- มูลค่าการส่งออกชุดสายไฟรถยนต์ - มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม - มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติก - มูลค่าการส่งออกหนังและผลิตภัณฑ์หนังอื่นๆ - มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ - มูลค่าการส่งออกแก้วและกระจก - มูลค่าการส่งออกเหล็กและเหล็กกล้า - มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ - มูลค่าการส่งออกของสารสีและสีอื่นๆ - อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อดอลลาร์ (สหรัฐ) - อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อหยวน (จีน) - อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อเยน (ญี่ปุ่น) - ราคาน้ำมันเบนซิน (ล้านบาท/พันลิตร) - ราคาน้ำมันดีเซล (ล้านบาท/พันลิตร)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อมูลค่าส่งออกยานยนต์ 3 ประเภท ได้แก่ รถยนต์นั่ง รถแวน และรถจักรยานยนต์ ซึ่งสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานผลิตในประเทศไทย ทั้ง 3 ประเภท อีกทั้งยังเป็นข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนเพื่อรองรับการผลิตและการส่งออกรถยนต์ของประเทศไทยให้เหมาะสมกับความต้องการของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลาดที่มีความสำคัญต่อหน่วยงานไม่ว่าจะเป็นของรัฐบาลหรือเอกชน เช่น สถาบันยานยนต์ สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ ธนาคารต่างๆ

1.5 ตัวแปรและนิยาม

อุตสาหกรรมยานยนต์หมายความถึง อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ทุกประเภท ได้แก่ รถยนต์นั่ง รถแวน และรถจักรยานยนต์ ตลอดจนอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเพื่อใช้ในการผลิตรถยนต์ และรถจักรยานยนต์ทั้งที่เป็นชิ้นส่วนเพื่อป้อนโรงงานรถยนต์โดยตรงและชิ้นส่วนอะไหล่เพื่อการทดแทน (สถาบันยานยนต์, 2555)

รถยนต์ (Motorcar) หมายถึง รถที่มีล้อตั้งแต่ 3 ล้อขึ้นไป และเดินด้วยเครื่องยนต์กำลังไฟฟ้าหรือพลังงานอื่นๆ แต่ไม่รวมถึงรถที่เดินบนราง รถจักรยานยนต์มีพ่วงข้างไม่เกิน 1 ล้อและรถยนต์ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษา (พระราชบัญญัติจราจรทางบก, 2522)

รถยนต์นั่ง (Passenger car) คือ รถเก๋งหรือรถยนต์ที่ออกแบบเพื่อใช้สำหรับนั่งเป็นปกติวิสัย และให้หมายความรวมถึงรถยนต์ในลักษณะทำนองเดียวกัน เช่น รถยนต์ที่มีหลังคาติดต่อเป็นเนื้อเดียวกันในลักษณะถาวรด้านข้าง หรือด้านหลังคนขับมีประตูหรือหน้าต่างและมีที่นั่ง ทั้งนี้ไม่ว่าจะมีที่นั่งเท่าใด (กรมตรวจสอบภาษีรถยนต์ สำนักงานสรรพสามิต, 2557)

รถแวน (VAN) คือ รถตู้หรือรถยนต์ที่ออกแบบเพื่อใช้ขนส่งคนโดยสารจำนวนมากรวมทั้งรถยนต์ในลักษณะทำนองเดียวกัน (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2553)

รถจักรยานยนต์ (Motorcycle) หมายถึง ยานพาหนะ 2 ล้อที่ใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ในการขับเคลื่อน (พระราชบัญญัติจราจรทางบก, 2522)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานผลิตในประเทศไทย 3 ประเภท ได้แก่ มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง มูลค่าการส่งออกรถแวน และมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ และการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานผลิตในประเทศไทย 3 ประเภทกับปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ประกอบด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีสาระสำคัญดังนี้

2.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมรถยนต์

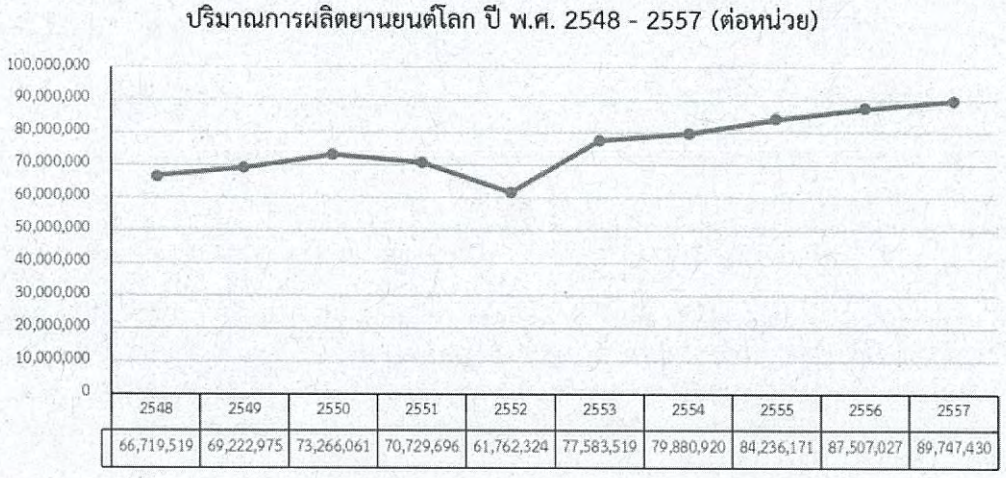
2.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

2.3 งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของอุตสาหกรรมยานยนต์ (คลังข้อมูลอุตสาหกรรม สวทช., 2557)

อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย สามารถนำเข้าเงินตราต่างประเทศได้เป็นจำนวนมาก และสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศได้อย่างมหาศาลจากข้อมูล Organization International des Constructers d'-Automobiles (OICA) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2557 ปริมาณการผลิตยานยนต์โลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แม้ว่ายอดการผลิตยานยนต์และรถยนต์จะลดลงในช่วงปี พ.ศ. 2551-2552 ก็ตาม อันเป็นผลมาจากวิกฤตการณ์ทางการเงินของโลกที่ทำให้เศรษฐกิจโลกทั่วโลกเข้าสู่ภาวะวิกฤตเศรษฐกิจถดถอยที่รุนแรงที่สุดนับตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่เรียกว่า วิกฤตการณ์แฮมเบอร์เกอร์ ในปี พ.ศ. 2557 มีการผลิตยานยนต์มากถึง 89,747,430 หน่วย ในจำนวนนี้มีการผลิตรถยนต์จำนวน 67,525,346 คัน (ดังรูปที่ 2.1)

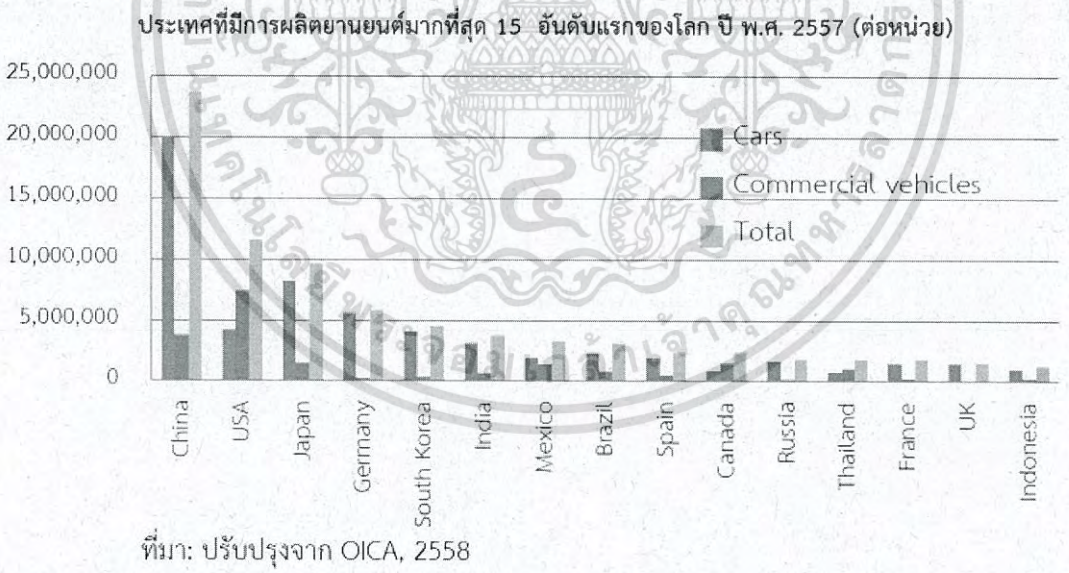
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา : ปรับปรุงจาก OICA , 2558

รูปที่ 2.1 แสดงปริมาณการผลิตยานยนต์โลก

ในปี พ.ศ. 2557 ประเทศที่มีการผลิตยานยนต์มากที่สุด ได้แก่ ประเทศจีน มีปริมาณการผลิตยานยนต์ทั้งสิ้น 23,722,890 หน่วย รองลงมาได้แก่ สหรัฐอเมริกา 11,660,699 หน่วย และญี่ปุ่น 9,774,558 หน่วย ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยนั้น สามารถผลิตยานยนต์ได้มากเป็นอันดับที่ 12 ของโลก มีการผลิตอยู่ที่ 1,880,007 หน่วย (ดังรูปที่ 2.2)



ที่มา: ปรับปรุงจาก OICA, 2558

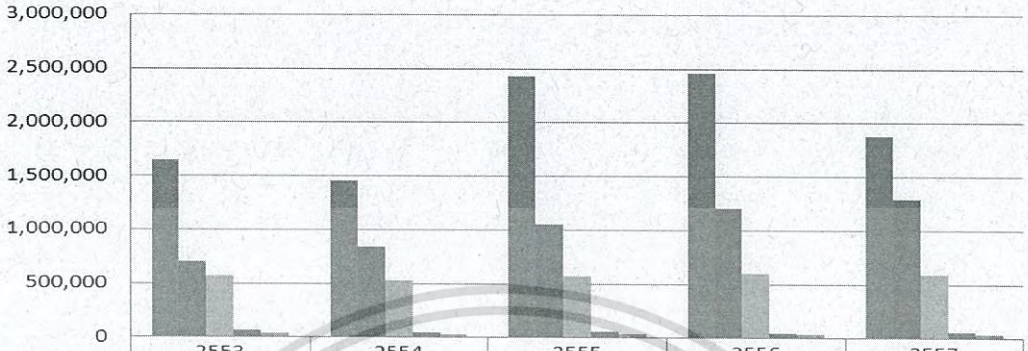
รูปที่ 2.2 แสดงประเทศที่มีการผลิตยานยนต์มากที่สุด 15 อันดับแรกของโลกปี พ.ศ. 2557

อุตสาหกรรมยานยนต์ในอาเซียนประเทศที่มีบทบาทในการเป็นฐานการผลิตรถยนต์ในภูมิภาคอาเซียนมีอยู่ 5 ประเทศ ประกอบด้วย ไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม ประเทศเหล่านี้มีความสามารถในการผลิตรถยนต์หรือจักรยานยนต์ได้ในประเทศของตนเอง กลุ่มประเทศในภูมิภาคอาเซียน ในปี พ.ศ. 2557 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตยานยนต์มากที่สุด จำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1,880,007 หน่วย รองลงมาได้แก่ประเทศอินโดนีเซียมีการผลิตยานยนต์จำนวน 1,298,523 หน่วย (ดังรูปที่ 2.3)

ปริมาณการผลิตยานยนต์ในกลุ่มภูมิภาคอาเซียน ปี พ.ศ. 2553-2557 (ต่อหน่วย)



	2553	2554	2555	2556	2557
ไทย	1,644,513	1,457,798	2,429,142	2,457,057	1,880,007
อินโดนีเซีย	702,508	838,388	1,052,895	1,206,368	1,298,523
มาเลเซีย	567,715	533,695	569,620	601,407	596,600
ฟิลิปปินส์	65,625	53,921	55,360	52,260	60,220
เวียดนาม	42,286	31,181	40,470	40,920	41,500

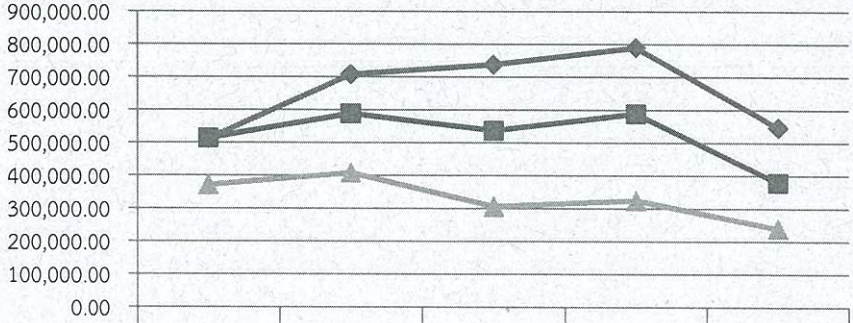
ที่มา : ปรับปรุงจาก OICA, 2558

รูปที่ 2.3 แสดงปริมาณการผลิตยานยนต์ในกลุ่มภูมิภาคอาเซียน

รถยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์จัดได้ว่าเป็นสินค้าทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยเนื่องจากเป็นสินค้าที่ซึ่งสามารถสร้างมูลค่าและเป็นสินค้าที่สำคัญทางเศรษฐกิจของไทยเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญเป็น 3 อันดับแรกของสินค้าส่งออกทั้งหมดของประเทศ (รูปที่ 2.4) และมีแนวโน้มที่สูงขึ้นในปีต่อถัดไปซึ่งอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยมีเป้าหมายอย่างชัดเจนและต่อเนื่องที่จะให้ประเทศไทยนั้นเป็นศูนย์กลางการผลิตและการส่งออกยานยนต์ซึ่งสาเหตุที่รัฐบาลให้การสนับสนุนอย่างเต็มที่อันเนื่องมาจากอุตสาหกรรมรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทต่อภาคเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในด้านปริมาณการผลิตการจ้างงานอีกทั้งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีและความชำนาญเฉพาะด้านใหม่ๆ และยังมีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นอีกหลายประเทศ อาทิเช่น อุตสาหกรรมยางรถยนต์ อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมพลาสติก ซึ่งจะเป็นอุปสงค์สืบเนื่องไปสู่อุตสาหกรรมอื่นภายในประเทศต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณมูลค่าการส่งออกสินค้า 3 อันดับรายแรกของประเทศไทย



	2554	2555	2556	2557	(ม.ค.-ส.ค.) 2558
1.รถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ	511,503.62	707,712.15	738,113.38	789,234.78	546,874.39
2.เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ	513,710.07	588,398.66	537,049.34	588,613.82	379,050.30
3.อัญมณีและเครื่องประดับ	371,239.34	408,040.19	305,838.44	324,155.80	239,340.96

ที่มา : กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

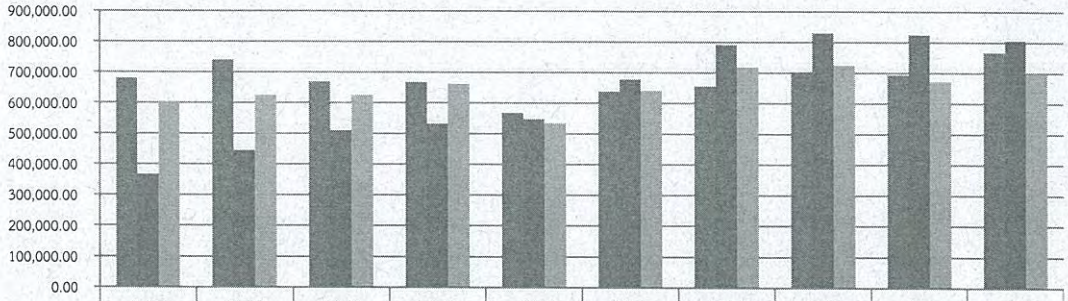
รูปที่ 2.4 มูลค่าการส่งออกสินค้า 3 อันดับรายแรกของประเทศไทย

ในปี 2558 ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนหรือเออีซีจะเกิดขึ้นเต็มรูปแบบ จะมีผลกระทบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรม ในส่วนของอุตสาหกรรมรถยนต์ ก็เช่นกันที่จะต้องศึกษาถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นรวมถึงแนวทางในการปรับตัวในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ที่ครอบคลุมไปถึงนโยบายการเปิดตลาดแข่งขันที่เสรีมากขึ้นของประเทศเพื่อนบ้าน ที่กำลังจะเกิดขึ้นของประเทศคู่แข่งขัน ได้แก่ อินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียดนาม

สำหรับตลาดส่งออกที่สำคัญของประเทศไทยนั้น (ดังรูปที่ 2.5) ได้แก่ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศจีน ประเทศญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลค่าตลาดการส่งออกสำคัญ 3 รายการแรกของไทยปีพ.ศ.2548-2557 (ล้านบาท)



	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557
สหรัฐอเมริกา	680,322.00	740,695.70	669,511.40	667,746.80	567,699.00	638,820.10	656,591.60	703,918.40	694,326.20	767,856.30
จีน	367,405.10	445,978.10	511,109.60	532,319.00	548,760.10	678,631.80	791,212.20	829,848.20	824,672.20	806,473.60
ญี่ปุ่น	602,899.90	623,931.00	625,037.10	661,565.50	535,880.30	641,910.10	719,382.50	725,044.00	671,804.50	698,951.80

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

รูปที่ 2.5 แสดงมูลค่าตลาดการส่งออกสำคัญ 3 รายการแรกของไทยปี พ.ศ.2548-2557

สภาวการณ์ของการส่งออกรถยนต์อุปกรณ์และส่วนประกอบรถยนต์ของประเทศไทยนั้นตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันนี้แม้ว่าจะมีแนวโน้มที่มีการขยายตัวสูงขึ้นและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แต่กระนั้นในปัจจุบันก็ยังมีวิกฤตการณ์สถานการณ์ทางภัยพิบัติทางธรรมชาติซึ่งไม่ค่อยสู้ดีนัก และรวมถึงจากวิกฤตการณ์การชุมนุมทางการเมืองในปี 2553 ที่ผ่านมา ทำให้ประเทศไทยได้รับความเชื่อถือจากนักลงทุนชาวต่างชาติน้อยลง ผู้ผลิตจึงต้องทำการปรับแผนในการดำเนินธุรกิจในการทำการตลาดในประเทศและต่างประเทศให้มากขึ้น และในระยะยาวนั้นเมื่อมีการปรับตัวของการขยายกำลังการผลิตแล้วอาจมีข้อจำกัดในด้านของแรงงานที่ไม่เพียงพอ และมีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ผู้ผลิตจึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาศักยภาพในการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เพื่อเป็นการสร้างโอกาสในการเข้าไปสู่การผลิตของอุตสาหกรรมรถยนต์ของโลกไม่ว่าจะโดยการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ทางด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาสินค้าที่ผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุเป็นวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยมีตัวแปรตัวหนึ่งเรียกว่า ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่นๆเรียกว่า ตัวแปรอิสระ ซึ่งการสร้างตัวแบบสมการความสัมพันธ์ดังกล่าวเรียกว่า สมการถดถอย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการพยากรณ์

2.2.1. ตัวแบบสมการถดถอย (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2551)

ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จะเขียนอยู่ในรูปฟังก์ชันเชิงเส้นตรงของพารามิเตอร์ (β_j) เป็นดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad ; \quad i = 1, 2, ..., N \quad , \quad j = 1, 2, ..., k$$

โดยที่ Y_i คือค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรตามของประชากร

X_{ji} คือ ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรอิสระที่ j ของประชากร

β_0 คือ จุดตัดแกน Y เมื่อกำหนดให้ $X_{1i} = X_{2i} = ... = X_{ki} = 0$

β_j คือ ค่าสัมประสิทธ์ถดถอยบางส่วน (Partial Regression Coefficient) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม Y เมื่อตัวแปรอิสระ X_{ji} เปลี่ยนไป 1 หน่วย โดยกำหนดตัวแปรอิสระอื่นๆให้คงที่

ε_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ i

2.2.2. ข้อสมมติในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2548)

(1) ε มีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ย $= 0$ และมีค่าความแปรปรวนคงที่ $= \sigma^2$

(2) ค่า ε_i และค่า ε_j สำหรับ $i \neq j$ ต้องไม่มีความสัมพันธ์กันหรือเป็นอิสระต่อกัน นั่นคือ $COV(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ สำหรับบางค่า $i \neq j$

(3) ตัวแปรอิสระต้องเป็นอิสระกัน

2.2.3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบการถดถอย จะประมาณค่า Y_i ด้วย $\hat{Y}_i$ ซึ่งหาได้จากสมการ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2551)

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + ... + b_k X_{ki} \quad ; \quad i = 1, 2, ..., n$$

เรียกสมการนี้ว่าสมการถดถอยพหุคูณของตัวอย่างสุ่ม โดยที่ $\hat{Y}_i$ เป็นค่าประมาณของ Y_i และ $b_0, b_1, ..., b_k$ เป็นค่าประมาณของ $\beta_0, \beta_1, ..., \beta_k$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ b_0 เป็นค่าที่เส้นถดถอยตัดแกน

b_i เป็นค่าที่ X_{ij} เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 หน่วยแล้วทำให้ Y มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง เมื่อต้องกำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่นๆคงที่ จะมีค่าเป็น + หรือ – ก็ได้ และเป็นตัวประมานของ β_i

ในการหาตัวประมาณค่า $b_0, b_1, ..., b_k$ ของพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, ..., \beta_k$ จะหาโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Method of Least Squares) ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ผลบวกของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง หรือ $\sum_{i=1}^{n} e_i^2$ หรือ $\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2$ มีค่าต่ำที่สุดและตัวประมาณค่า $b_0, b_1, ..., b_k$ ที่หาได้ด้วยวิธีนี้จะเป็นตัวประมาณค่าที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, ..., \beta_k$ นั่นคือเป็นตัวประมาณค่าที่มีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงและมีความแปรปรวนต่ำสุดแต่เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อน (ε_i) นั้นไม่ทราบค่าจึงใช้ $e_i = Y_i - \hat{Y}$ เรียกว่าตัวเศษเหลือ (Residual) ประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (ε_i) ซึ่งจะได้ว่า

$$e_i = Y_i - \left(b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + ... + b_kX_{ki}\right)$$

และ

$$\sum_{i=1}^{n} e_i^{\,2} = \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - b_0 - b_1X_{1i} - b_2X_{2i} - ... - b_kX_{ki}\right)^2$$

ซึ่งเป็นค่าผลบวกกำลังสองของผลต่างของค่าสังเกตกับค่าประมาณ โดยตัวประมาณค่า $b_0, b_1, ..., b_k$ นี้จะทำให้ $\sum_{i=1}^{n} e_i^2$ มีค่าต่ำสุด ซึ่งจะหาได้จาก

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\partial b_1} = -2\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - b_0 - b_1X_{1i} - b_2X_{2i} - ... - b_kX_{ki}\right) = 0$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\partial b_1} = -2\sum_{i=1}^{n} X_{1i}\left(Y_i - b_0 - b_1X_{1i} - b_2X_{2i} - ... - b_kX_{ki}\right) = 0$$

$$\vdots$$

$$\frac{\partial \sum_{i=1}^{n} e_i^2}{\partial b_k} = -2\sum_{i=1}^{n} X_{ki}\left(Y_i - b_0 - b_1X_{1i} - b_2X_{2i} - ... - b_kX_{ki}\right) = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัวในสมการ จะได้สมการปกติ (Normal Equation) จำนวน k+1 สมการ ดังต่อไปนี้

$$nb_0 + b_1\sum_{i=1}^{n}X_{1i} + b_2\sum_{i=1}^{n}X_{2i} + \ldots + b_k\sum_{i=1}^{n}X_{ki} = \sum_{i=1}^{n}Y_i \qquad (1)$$

$$b_0\sum_{i=1}^{n}X_{1i} + b_1\sum_{i=1}^{n}X_{1i}^2 + b_2\sum_{i=1}^{n}X_{1i}X_{2i} + \ldots + b_k\sum_{i=1}^{n}X_{1i}X_{ki} = \sum_{i=1}^{n}X_{1i}Y_i \qquad (2)$$

$$b_0\sum_{i=1}^{n}X_{2i} + b_1\sum_{i=1}^{n}X_{2i}X_{1i} + b_2\sum_{i=1}^{n}X_{2i}^2 + \ldots + b_k\sum_{i=1}^{n}X_{2i}X_{ki} = \sum_{i=1}^{n}X_{2i}Y_i \qquad (3)$$

$$\vdots$$

$$b_0\sum_{i=1}^{n}X_{ki} + b_1\sum_{i=1}^{n}X_{ki}X_{1i} + b_2\sum_{i=1}^{n}X_{ki}X_{2i} + \ldots + b_{ki}\sum_{i=1}^{n}X_{ki}^2 = \sum_{i=1}^{n}X_{ki}Y_i \qquad (k+1)$$

ตัวประมาณ $b_0, b_1, b_2, \ldots, b_k$ จะหาได้โดยการแก้สมการปกติ โดยทั่วไปในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณจะใช้เมทริกซ์เป็นเครื่องมือ ซึ่งทำให้การวิเคราะห์สะดวกมากขึ้น

กำหนดให้

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \qquad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{12} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{1n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \qquad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \qquad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \vdots \\ b_k \end{bmatrix}$$

โดยที่ $\mathbf{Y}$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $n \times 1$ ของตัวแปรสุ่ม หรือเวกเตอร์ขนาด n ของตัวแปรสุ่ม

$\mathbf{X}$ เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times (k+1)$ ของตัวแปรอิสระ

$\boldsymbol{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $(k+1) \times 1$ ของพารามิเตอร์

$\boldsymbol{\varepsilon}$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $n \times 1$ ของตัวแปรสุ่มค่าคลาดเคลื่อน

$\mathbf{b}$ เป็นเวกเตอร์ขนาด $(k+1) \times 1$ ของตัวประมาณพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุสามารถเขียนในรูปเมทริกซ์ได้ดังนี้

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

และข้อกำหนดของ $\boldsymbol{\varepsilon}$ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\boldsymbol{\varepsilon} \sim \mathbf{N}_n\left(\mathbf{0}, \sigma^2\mathbf{I}\right)$$

ซึ่งหมายความว่า $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_n$ เป็นอิสระต่อกัน และต่างมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 และสมการปกติในเทอมของเมทริกซ์ จะเขียนได้ดังนี้

$$\mathbf{X}'\mathbf{X}\mathbf{b} = \mathbf{X}'\mathbf{Y}$$

การแก้สมการหา b จะสมมติว่าหาเมทริกซ์ผกผันของเมทริกซ์ $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ ได้ ซึ่งเป็นจริงโดยทั่วไปในทางปฏิบัติ เพราะฉะนั้นตัวประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุดคือ

$$\mathbf{b} = \left(\mathbf{X}'\mathbf{X}\right)^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y}$$

2.2.4. การทดสอบสมมติฐาน (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2551)

การทดสอบสมมติฐานนี้จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) เป็นเครื่องมือในการทดสอบ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน มีแนวคิดพื้นฐานในการทดสอบคือ เปรียบเทียบค่าความผันแปรที่อธิบายได้ด้วยสมการถดถอยพหุคูณกับค่าความผันแปรไม่ได้ด้วยสมการถดถอยพหุคูณ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างค่าทั้งสองสรุปได้ดังนี้

$$Y_i - \bar{Y} = (\hat{Y}_i - \bar{Y}) + (Y_i - \hat{Y}_i)$$

ยกกำลังสองทั้งสองข้างจะได้

$$(Y_i - \bar{Y})^2 = \left[(\hat{Y}_i - \bar{Y}) + (Y_i - \hat{Y}_i)\right]^2$$

$$\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^{n}\left[(\hat{Y}_i - \bar{Y}) + (Y_i - \hat{Y}_i)\right]^2$$

$$\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^{n}(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2 + 2\sum_{i=1}^{n}\left[(\hat{Y}_i - \bar{Y})(Y_i - \hat{Y}_i)\right]^2$$

โดยที่ $2\sum_{i=1}^{n}\left[(\hat{Y}_i - \bar{Y})(Y_i - \hat{Y}_i)\right]^2 = 0$

จะได้ว่า $\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^{n}(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2$

หรือ SST = SSR + SSE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ **SST (Sum Square of Total)** คือผลรวมกำลังสองของผลต่างของค่าสังเกตและค่าเฉลี่ย ซึ่งใช้วัดความผันแปรของแต่ละค่าสังเกตที่ต่างจากค่าเฉลี่ย เรียก SST ว่าผลรวมกำลังสองรวมหรือผลรวมกำลังสองของความผันแปร โดยที่

$$SST = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \bar{Y})^2$$

SSR (Sum Square of Regression) คือค่าความผันแปรที่อธิบายได้ หรือ ค่าความแปรปรวนของ Y ที่เกิดจากอิทธิพลของ $X_1, X_2, X_3, ..., X_k$ เรียก SSR ว่าผลรวมกำลังสองของความผันแปรเนื่องจากการถดถอย โดยที่

$$SSR = \sum_{i=1}^{n} (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

SSE (Sum Square of Error) คือ ค่าความผันแปรอธิบายไม่ได้ หรือ ค่าความแปรปรวนของ Y ที่เกิดจากอิทธิพลอื่นๆที่ไม่ใช่ตัวแปรอิสระที่กำลังพิจารณา หรือ เรียกว่าค่าความผันแปรอย่างสุ่ม เรียก SSE ว่าผลรวมกำลังสองของความผันแปรไม่ใช่เนื่องจากการถดถอย โดยที่

$$SSE = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบ SSR กับ SSE โดยตรงนั้นเป็นการเปรียบเทียบที่เอนเอียง เนื่องจากค่าทั้งสองมีระดับความเป็นอิสระที่ต่างกัน ดังนั้นค่าทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมการถดถอยพหุคูณ ในการวิเคราะห์ค่าความผันแปรนี้จึงใช้ค่าความผันแปรที่ปรับด้วยระดับความเป็นอิสระกันแล้ว เรียกว่า ค่าความผันแปรเฉลี่ย (Mean Square)

ค่าความผันแปรที่อธิบายได้เฉลี่ย (Mean Square Regression) : $MSR = \frac{SSR}{k}$

ค่าความผันแปรที่อธิบายไม่ได้เฉลี่ย (Mean Square Error) : $MSE = \frac{SSE}{n-k-1}$

ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$F = \frac{MSR}{MSE} \quad \text{โดยที่} \quad F \sim F_{(k,n-k-1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสามารถสรุปลงในตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ดังนี้

Sov	df	SS	MS	F
Regression	k	(SSR)	$MSR = \frac{SSR}{k}$	$F = \frac{MSR}{MSE}$
Error	n-k-1	(SSE)	$MSE = \frac{SSE}{n-k-1}$	
Total	n-1	(SST)		

จำนวนชั้นอิสระของแหล่งความแปรปรวนแหล่งต่างๆในการวิเคราะห์ความแปรปรวนคือ จำนวนชั้นอิสระของ Regression , Error และ Total เท่ากับ k , n-k-1 และ n-1 ตามลำดับ

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_k = 0$$

H_1 : มี β_i สำหรับ $i = 1,2,3,...,k$ อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เป็น 0

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE}$$

ถ้า $F < F_{\alpha,(k,n-k-1)}$ จะยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_k = 0$ ซึ่งสรุปได้ว่ามีค่า β_i ทุกค่าต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือตัวแปรอิสระ X_i ทุกตัวรวมกันไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y

ถ้า $F \geq F_{\alpha,(k,n-k-1)}$ จะปฏิเสธสมมติฐาน $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_k = 0$ อธิบายได้ว่ามีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่าไม่เท่ากับศูนย์หรือตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า X_i ตัวใดมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y โดยใช้การทดสอบ t โดยจะตั้งสมมติฐานดังนี้

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \quad \text{สำหรับ} \quad i = 1,2,...,k$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบคือ $t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$

โดยที่ b_i คือ ค่าประมาณของ β_i

S_{b_i} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ของ β_i

เขตปฏิเสธสมมติฐาน H_0 จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $t < -t_{\frac{\alpha}{2},n-k-1}$ หรือ $t > t_{\frac{\alpha}{2},n-k-1}$

ก. ถ้ายอมรับสมมติฐาน $H_0 : \beta_i = 0$ จะสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระ X_i ไม่มีส่วนในการอธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว

ข. ถ้าปฏิเสธ H_0 จะสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระ X_i มีส่วนในการอธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว

2.2.4.1 การทดสอบ F บางส่วน (Partial F Test) (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2551)

จากตัวแบบ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + \varepsilon$ ถ้าต้องการทดสอบว่าตัวแปรอิสระตัวใดตัวหนึ่งในตัวแบบมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว เช่น การทดสอบว่าตัวแปรอิสระ X_i ไม่มีส่วนในการอธิบายการผันแปรตาม Y จะกำหนด $H_0 : \beta_i = 0$ กับ $H_1 : \beta_i \neq 0$ ในกรณีที่มีตัวแปรอิสระ 3 ตัวที่มีตัวแบบ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$ จะตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

$H_0 : \beta_3 = 0$

$H_1 : \beta_3 \neq 0$

สามารถเขียนตัวสถิติทดสอบ F ได้ดังนี้

$$F_{X_3|X_1,X_2} = \frac{SSR(X_3|X_1,X_2)/1}{MSE(X_1,X_2,X_3)} = \frac{MSR(X_3|X_1,X_2)}{MSE(X_1,X_2,X_3)}$$

ที่ระดับนัยสำคัญ α จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $F_{X_3|X_1,X_2} \geq F_{\alpha,(1,n-k-1)}$

ก. ถ้ายอมรับสมมติฐาน $H_0 : \beta_3 = 0$ สรุปได้ว่าตัวแปรอิสระ X_3 ไม่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_1 และ X_2 อยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว

ข. ถ้าปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระ X_3 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_1 และ X_2 อยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.2 ค่าวัดความเหมาะสมของตัวแบบ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2551)

การแบ่งส่วน SST ออกเป็น SSR และ SSE จะนำไปสู่ค่าสถิติที่สำคัญที่ใช้ในการอธิบายว่าตัวแปรอิสระ X ทุกตัวรวมกันมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y มากน้อยเพียงใด ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination : R^2)เป็นค่าที่วัดความเหมาะสมของตัวแบบที่แสดงสัดส่วนหรือเปอร์เซนต์ที่ตัวแปรอิสระ X ทุกตัวรวมกันมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y นั่นคือ ค่า R^2 จะหาได้จาก

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad \text{หรือ} \quad R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

โดยที่ค่า $0 \le R^2 \le 1$

ถ้า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายความ SSR มีค่าใกล้ค่า SST ซึ่งเป็นการแสดงว่าตัวแปรอิสระ X ทุกตัวรวมกันมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y สูง

ถ้า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 0 นั่นคือ SSR มีค่าห่างจากค่า SST มาก แสดงว่าตัวแปรอิสระ X ทุกตัวรวมกันมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y น้อย

2.2.5. วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2548)

การวิเคราะห์การถดถอยที่มีตัวแปรอิสระอยู่ว่าจะมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหลายตัวแปร การใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดทันทีในรูปแบบการถดถอยจะมีทั้งผลดีและผลเสีย กล่าวคือ ถ้าใช้ตัวแปรอิสระหลายตัวจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด R^2 ซึ่งเป็นค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพของรูปแบบมีค่าสูง แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือตัวแปรอิสระที่นำมาพิจารณานั้นอาจจะมีความสัมพันธ์กัน นอกจากนั้นการนำสมการถดถอยไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามจะต้องกำหนดค่าของตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดก่อน ซึ่งค่าของตัวแปรอิสระที่กำหนดมักจะเป็นค่าที่ประมาณขึ้นจะมีผลทำให้ค่าประมาณของ Y คลาดเคลื่อนมากขึ้น ดังนั้นสมการถดถอยที่ดีควรเป็นสมการที่มีตัวแปรอิสระในสมการน้อยที่สุด แต่มีประสิทธิภาพในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้ดีอย่างน้อยใกล้เคียงกับสมการถดถอยที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า

การเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุดมีหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ วิธีลดตัวแปรอิสระ และวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2551) ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะใช้วิธีการเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร และวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน เนื่องจากวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ และวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน ส่วนใหญ่จะให้ผลที่เหมือนกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.1 การเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

เป็นการกำหนดให้สมการถดถอยประกอบด้วยตัวแปรอิสระ X_i ทั้งหมดก่อนแล้วจึงคัดเลือกตัวแปรอิสระ X_i ที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y ออกจากตัวแบบทีละตัว ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดให้สมการถดถอยประกอบด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมดอยู่ในตัวแบบ สมมติว่ามีตัวแปรอิสระ 3 ตัว คือ X_1, X_2 และ X_3 ตัวแบบการถดถอย คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่าสถิติ F บางส่วนของตัวแปรอิสระ X_i ทุกตัวในตัวแบบ คือ $F_{x_1|x_2,x_3}$ $F_{x_2|x_1,x_3}$ และ $F_{x_3|x_1,x_2}$

ขั้นที่ 3 พิจารณาตัวแปรอิสระ X_i ตัวที่มีค่าสถิติ F บางส่วนต่ำที่สุด สมมติให้เป็น $F_{x_1|x_2,x_3}$

ขั้นที่ 4 ทดสอบนัยสำคัญของค่าสถิติ F โดยการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \beta_1 = 0$ VS $H_1 : \beta_1 \neq 0$ ถ้าผลการทดสอบพบว่า $F_{x_1|x_2,x_3} > F_{\alpha,(1,n-k-1)}$ แสดงว่า X_1 มีส่วนในการอธิบาย Y อย่างมีนัยสำคัญโดยที่มีตัวแปรอิสระ X_2 และ X_3 อยู่ในสมการการถดถอยแล้วดังนั้นสมการถดถอยนี้เป็นสมการที่สมบูรณ์ แต่ถ้าพบว่า $F_{x_1|x_2,x_3} < F_{\alpha,(1,n-k-1)}$ แสดงว่า X_1 ไม่มีส่วนในการอธิบาย Y โดยที่สมการถดถอยมีตัวแปรอิสระ X_2 และ X_3 อยู่ในสมการการถดถอยแล้ว จึงตัดตัวแปรอิสระ X_1 ออกจากสมการถดถอยแล้วคำนวณหาสมการถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ X_2 และ X_3 ใหม่อีกครั้ง แล้วทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 , 3 และ 4 จนกระทั่งไม่สามารถตัดตัวแปรอิสระตัวใดได้อีกจึงหยุด

2.2.5.2 การเลือกตัวแปรโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

เป็นวิธีเลือกตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบการถดถอยครั้งละ 1 ตัว โดยเริ่มจากตัวแบบที่ไม่มีตัวแปรอิสระเลย $Y = \beta_0 + \varepsilon$ ตัวแปรใดที่เข้าอยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้วอาจจะถูกตัดออกได้ภายหลัง นั้นคือต้องทดสอบว่าตัวแปรอิสระตัวนี้มีส่วนในการอธิบายความแปรผันของตัวแปรตาม Y อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ขณะที่มีตัวแปรอิสระตัวอื่นอยู่ในตัวแบบการถดถอย วิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนจึงเป็นวิธีที่รวมทั้งวิธีเพิ่มตัวแปร (Forward Regression Procedure) และ วิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) เข้าด้วยกันตัวอย่างกรณีตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร X_1, X_2 และ X_3 ขั้นตอนในการเลือกตัวแปรอิสระเข้าตัวแบบ เป็นดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกตัวแปรอิสระตัวแรกเข้าในตัวแบบการถดถอยโดยเลือกตัวแปรอิสระที่ให้ค่า F ซึ่งได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเดี่ยวแบบเส้นตรงของตัวแปรอิสระ X_i แต่ละตัวกับตัวแปรตามสูงที่สุดนั้นคือตัวแปรอิสระ X_i ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y สูงที่สุด สมมติว่าตัวแปรอิสระ X_i เป็นตัวแปรที่ให้ค่า F สูงที่สุด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 ทำการทดสอบจะได้ตัวแบบการถดถอย $Y = \beta_0 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$

$$H_0 : \beta_3 = 0 \quad \text{กับ} \quad H_1 : \beta_3 \neq 0$$

โดยการทดสอบแบบ F

(1) ถ้ายอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3 มีส่วนในการอธิบายความแปรผันของตัวแปรตาม Y อย่างมีนัยสำคัญและกระบวนการเลือกตัวแปรโดยวิธีนี้จะสิ้นสุดนั้นคือ จะสรุปว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่เหมาะสมในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y แล้วจะได้ตัวแบบการถดถอยเป็น

$$Y = \beta_0 + \varepsilon$$

(2) ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระเป็น X_3 มีส่วนในการอธิบายความผัวแปรของตัวแปรตาม Y อย่างมีนัยสำคัญจะได้ตัวแบบการถดถอย คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

ทำขั้นที่ 3 ต่อไปเพื่อหาตัวแปรอิสระตัวใหม่เข้าในตัวแบบการถดถอยในที่นี้สมมติว่าปฏิเสธสมมติฐาน H_0

ขั้นที่ 3 เลือกตัวแปรอิสระตัวที่สองเข้าในตัวแบบการถดถอยด้วยการพิจารณาจากค่า F บางส่วนของตัวแปรอิสระ X_i , $i = 1,2$ โดยที่ตัวแปรอิสระ X_3 อยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว และเลือกตัวแปรอิสระที่ทำให้ค่า F บางส่วนสูงที่สุดเข้าตัวแบบการถดถอย สมมติว่าจากค่า $F_{X_1|X_3}$ และ $F_{X_2|X_3}$ พบว่า $F_{X_2|X_3}$ ให้ค่าสูงสุดจึงเลือกตัวแปรอิสระ X_2 เข้าในตัวแบบการถดถอย ดังนั้นตัวแบบการถดถอยคือ

$$Y = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

ขั้นที่ 4 หาค่า $F_{X_2|X_3}$ และค่า $F_{X_3|X_2}$ แล้วเลือกตัวแปรอิสระที่มีค่า F บางส่วนน้อย มาทำการทดสอบ F บางส่วน สมมติว่าเป็น X_3

$$H_0 : \beta_3 = 0 \quad \text{กับ} \quad H_1 : \beta_3 \neq 0$$

(1) ถ้ายอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y อย่างไม่มีนัยสำคัญเมื่อมี X_2 อยู่ในสมการแล้ว จะตัดตัวแปรอิสระ X_3 ออกแล้วตัวแบบการถดถอยเป็น

$$Y = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

(2) ถ้าปฏิเสธ H_0 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y อย่างมีนัยสำคัญเมื่อมี X_2 อยู่ในสมการแล้ว จะได้ตัวแบบการถดถอยคือ

$$Y = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 5 สมมติว่าขั้นตอนที่ 4 ปฏิเสธ H_0 จะเลือกตัวแปรอิสระตัวต่อไปซึ่งในที่นี้จะเป็นตัวแปรอิสระตัวสุดท้ายที่เข้ามาในตัวแบบการถดถอย ได้แก่ ตัวแปรอิสระ X_1 จะได้ตัวแบบการถดถอยคือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

จะหาค่า $F_{X_1|x_2,x_3}$, $F_{X_2|x_1,x_3}$ และ $F_{X_3|x_1,x_2}$ แล้วเลือกทดสอบตัวแปรอิสระที่มีค่า F บางส่วนน้อยที่สุด มาทำการทดสอบ F บางส่วน สมมติว่าเป็น X_1

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ กับ } H_1 : \beta_1 \neq 0$$

(1) ถ้ายอมรับ $H_0 : \beta_1 = 0$ แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_1 มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_2 และ X_3 อยู่ในตัวแบบการถดถอยอย่างไม่มีนัยสำคัญ กระบวนการเลือกตัวแปรโดยวิธีนี้จะสิ้นสุดเนื่องจากไม่มีตัวแปรอิสระตัวใหม่เข้ามาในตัวแบบแล้วตัวแบบการถดถอยคือ

$$Y = \beta_0 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

(2) ถ้าปฏิเสธ $H_0 : \beta_1 = 0$ แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_1 มีส่วนในการอธิบายความแปรผันของตัวแปรตาม Y เมื่อมีตัวแปรอิสระ X_2 และ X_3 อยู่ในตัวแบบการถดถอยอย่างมีนัยสำคัญ ได้ตัวแบบการถดถอยคือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

วิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนจะเสร็จสิ้นเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระเข้ามาในตัวแบบการถดถอยไม่ได้อีกแล้ว กรณีมีตัวแปรอิสระมากกว่า 3 ตัว การเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีนี้จะทำได้ในลักษณะเดียวกัน โดยเลือกตัวแปรอิสระเข้าในรูปแบบครั้งละหนึ่งตัว ตัวแปรอิสระที่เข้ามาในตัวแบบการถดถอยแล้วอาจจะถูกตัดออกจากตัวแบบได้ถ้ามาตัวแปรอิสระตัวอื่นที่เข้ามาทีหลังอธิบายตัวแปรตาม Y ได้ดีกว่า

2.2.6. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2548)

(1) การตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปรอิสระ

ตัวแบบการถดถอยที่ดี ตามข้อสมมติของตัวแบบการถดถอย ตัวแปรอิสระทุกตัวต้องเป็นอิสระกัน การที่ตัวอิสระมีความสัมพันธ์กัน เรียนว่า เกิดสหสัมพันธ์ร่วม (Multicollinearity) การตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระมีสหสัมพันธ์ร่วมหรือไม่นั้น ได้พิจารณาจากค่าสถิติ VIF (Variance Inflation Factor) และค่า Tolerance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ค่าสถิติ VIF หาได้จาก

$$(VIF)_j = \frac{1}{1-R_j^2} \qquad \text{สำหรับ } j = 1,2,3,\ldots,k$$

โดยที่ R_j^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของตัวแบบที่ไม่รวมตัวแปรอิสระตัวที่ j ถ้าค่า $(VIF)_j$ มีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระจะไม่มีความสัมพันธ์กัน

และค่าสถิติ Tolerance หาได้จาก

$$(TOL)_j = \frac{1}{VIF_j}$$

ดังนั้นค่า Tolerance จึงเป็นส่วนกลับของค่า $(VIF)_j$ ทำให้มีการปัดค่า $(TOL)_j$ ที่ได้ ทำให้ค่าที่ได้มีคลาดเคลื่อนจึงเลือกใช้ค่า $(VIF)_j$ เท่านั้น

(2) การตรวจสอบว่าค่าความคลาดเคลื่อน (ε_i) ว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

ข้อสมมติของตัวแบบการถดถอยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ จากการวิเคราะห์การถดถอยหากพบว่าค่าความคลาดเคลื่อน (ε_i) ไม่มีการแจกแจงแบบปกติจะทำให้ผล การทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวกับพารามิเตอร์ในตัวแบบคลาดเคลื่อน การตรวจสอบสามารถทำได้หลายวิธี แต่ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะใช้การทดสอบของ Lilliefors (อุมาพร จันทศร, 2542) ซึ่งทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

สถิติการทดสอบคือ $D = \max|F(x) - S(x)|$

เมื่อ $F(x)$ คือ ความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่าง

$S(x)$ คือ ความน่าจะเป็นสะสมภายใต้สมมติฐานหลัก

ค่าวิกฤตของ D_{table} หมายความว่า ความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ หาได้จากตารางค่าวิกฤตของ Lilliefors และจะทำการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อ $D_{cal} > D_{table}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) การตรวจสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_i)

การตรวจสอบความเป็นอิสระกันของความคลาดเคลื่อน ถ้าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกันเรียกว่าเกิดปัญหา Autocorrelation โดยใช้วิธีการทดสอบทางสถิติ ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบความเป็นอิสระกันของความคลาดเคลื่อนคือ ค่าสถิติ Durbin-Watson เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ของ e_i กับ e_{i-1}

สมมติฐาน

H_0 : ความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือเป็นอิสระกัน

H_1 : ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน หรือไม่เป็นอิสระกัน

หรือ

$H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

โดยที่ ρ คือ ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน

สถิติทดสอบคือ $$DW = d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}$$

โดยที่ e_i คือ ค่าของตัวเศษเหลือที่ i

e_{i-1} คือ ค่าของเศษเหลือกที่ i-1

สำหรับค่าวิกฤตของ Durbin-Watson จะขึ้นกับขนาดตัวอย่าง (n) และจำนวนของตัวแปรอิสระในสมการถดถอย สรุปได้ดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548)

- ถ้าค่า Durbin-Watson มีค่าใกล้ 2 (นั่นคือในช่วง 1.5-2.5) จะสรุปได้ว่า e_i กับ e_j เป็นอิสระต่อกัน

- ถ้าค่า Durbin-Watson < 1.5 แสดงว่าความสัมพันธ์ของ e_i กับ e_j อยู่ในทิศทางบวกและถ้าค่า Durbin-Watson มีค่าใกล้ 0 แสดงว่า e_i กับ e_j มีความสัมพันธ์กันมาก

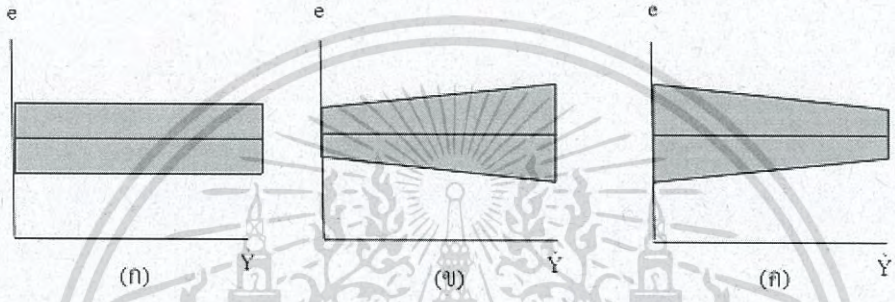
- ถ้าค่า Durbin-Watson > 2.5 แสดงว่าความสัมพันธ์ของ e_i กับ e_j อยู่ในทิศทางลบและถ้าค่า Durbin-Watson มีค่าใกล้ 4 แสดงว่า e_i กับ e_j มีความสัมพันธ์กันมาก

วิธีแก้ปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน คือ การนำค่าย้อนหลัง 1 เดือนของตัวแปรตาม Y (one time lag ของ Y) มาเป็นตัวแปรอิสระในตัวแบบการถดถอยด้วย (ภักดิ์, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ความคงที่ของความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน (Heteroscedasticity)

การที่ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ นั้นคือ $V(\varepsilon_i) \neq \sigma^2$ ซึ่งจะมีผลทำให้การหาช่วงความเชื่อมั่นและการทดสอบสมมติฐานทำได้ไม่ถูกต้อง การทดสอบความคงที่ของความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน ทำได้โดยการพล็อตกราฟค่ามาตรฐานของตัวเศษเหลือ e_i กับค่าประมาณของตัวแปรตาม Y $(\hat{Y})$ ถ้าพบว่าจุดต่างๆในภาพกระจายเป็นแบบสุ่มๆขนานกับแกนนอน จะสรุปได้ว่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ แต่ถ้าพบว่าจุดต่างๆในภาพกระจายเป็นรูปปากแตร จะสรุปได้ว่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของค่าความคลาดเคลื่อน กรณีที่ค่าความแปรปรวน

(ก) คงที่ (ข) เพิ่มขึ้น (ค) ลดลง

วิธีแก้ปัญหาสำหรับกรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน คือการแปลงข้อมูลที่ใช้ด้วยวิธี Box-Cox (Box and Cox, 1964)

2.2.7 การแปลงข้อมูล

วิธีการแปลงข้อมูลแบบ Box-Cox Transformation เป็นวิธีที่นำเสนอโดย Box-Cox ในปี 1964 ใช้สำหรับแก้ปัญหากรณีที่ตัวแปรตามไม่มีการแจกแจงแบบปกติหรือมีความแปรปรวนไม่คงที่ การแปลงดังกล่าวมีรูปแบบ ดังนี้ (Box and Cox, 1964)

ให้
$$V = \begin{cases} (Y^k - 1)/(\lambda \dot{Y})^{\lambda-1} & \text{เมื่อ } Y \neq 0 \\ \dot{Y} \ln Y & \text{เมื่อ } Y = 0 \end{cases}$$

โดยที่ $\dot{Y}$ เป็นค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ซึ่งหาได้จาก $\dot{Y} = (Y_1 \cdot Y_2 \cdot \ldots \cdot Y_n)^{\frac{1}{n}}$ และ λ เป็นพารามิเตอร์ที่ทำให้ V มีการแจกแจงแบบปกติหรือมีความแปรปรวนคงที่ การหาค่าประมาณของ λ จะหาด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Liklihood Estimator) ซึ่งค่าประมาณของ λ ที่ได้จะทำให้ค่า Sum Square of Error (SSE) มีค่าน้อยสุดและค่าประมาณของ λ ที่ได้นิยมปัดให้เป็นรูปดังนี้ คือ -1 , -0.5 , 0 , 0.5 และ 2 ดังนั้นจะแปลงตัวแปรตาม Y เป็น $Y' = Y^{\lambda}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือถ้า $\lambda = -1$ จะแปลงตัวแปลตาม Y เป็น $Y' = \frac{1}{Y}$

$\lambda = -0.5$ จะแปลงตัวแปลตาม Y เป็น $Y' = \frac{1}{\sqrt{Y}}$

$\lambda = 0$ จะแปลงตัวแปลตาม Y เป็น $Y' = \ln Y$

$\lambda = 0.5$ จะแปลงตัวแปลตาม Y เป็น $Y' = \sqrt{Y}$

$\lambda = 2$ จะแปลงตัวแปลตาม Y เป็น $Y' = Y^2$

จากนั้นนำค่าของ Y' ที่ได้จากการแปลงข้อมูลไปวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยให้ Y' เป็นตัวแปรตามในการวิเคราะห์

เนื่องจากวิธีการแปลงข้อมูลแบบ Box-Cox เป็นวิธีการแปลงข้อมูลที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง เพราะมีโปรแกรมทางสถิติมารองรับ ทำให้การวิเคราะห์นั้นทำได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น จึงเลือกใช้วิธีการแปลงข้อมูลแบบ Box-Cox มาใช้ในการแก้ปัญหา

2.3 งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง

2.3.1.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทิชากร เกสรแก้ว (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการส่งออกในอุตสาหกรรมรถยนต์และการพยากรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างตลาดของอุตสาหกรรมรถยนต์ของประเทศไทย ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการส่งออกในอุตสาหกรรมรถยนต์ของประเทศไทย และการพยากรณ์แนวโน้มการส่งออกในอุตสาหกรรมรถยนต์ในช่วงปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2557 ทำการศึกษาตลาดต่างประเทศ 5 ตลาด ได้แก่ ประเทศออสเตรเลีย อินโดนีเซีย มาเลเซีย ญี่ปุ่น และซาอุดิอาระเบีย โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงซ้อนจากการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์และส่วนประกอบไปประเทศออสเตรเลีย คือ ราคาน้ำมันดิบ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินดอลลาร์สหรัฐ ปริมาณการผลิตรถยนต์ และดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม (อุตสาหกรรมรถยนต์และส่วนประกอบ) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์และส่วนประกอบไปประเทศอินโดนีเซียและประเทศมาเลเซียคือ ราคาน้ำมันดิบเพียงปัจจัยเดียว ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์และส่วนประกอบไปประเทศซาอุดิอาระเบียคือ ปริมาณการผลิตรถยนต์ และดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม (อุตสาหกรรมรถยนต์และส่วนประกอบ) และปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์และส่วนประกอบไปประเทศญี่ปุ่นคือ อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินเยน และราคาน้ำมันดิบ นอกจากนี้จากการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ในประเทศเบื้องต้นต่อคน อัตราแลกเปลี่ยน ราคาน้ำมันดิบ ปริมาณการผลิต มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับมูลค่าการส่งออกไปประเทศต่างๆ ส่วนดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม (อุตสาหกรรมรถยนต์และส่วนประกอบ) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามซึ่งตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ยกเว้นผลิตภัณฑ์ในประเทศเบื้องต้นต่อคนของประเทศญี่ปุ่นที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับมูลค่าการส่งออกซึ่งไม่ตรงตามสมมติฐาน

อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยสำมะโนธุรกิจอุตสาหกรรม พ.ศ.2555 ผลจากการทำสำมะโนธุรกิจอุตสาหกรรม พ.ศ.2555 อุตสาหกรรมการผลิต โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ ซึ่งประกอบด้วย การผลิตยานยนต์ การผลิตตัวถังยานยนต์ การผลิตรถพ่วงและรถกึ่งพ่วง และการผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์เสริมสำหรับยานยนต์ ในปี 2554 มีจำนวนสถานประกอบการการผลิตอุตสาหกรรมยานยนต์ทั้งสิ้นประมาณ 3,035 แห่ง ส่วนใหญ่เป็นสถานประกอบการการผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์เสริมสำหรับยานยนต์จำนวน 2,658 แห่ง หรือร้อยละ 87.6 ในจำนวนนี้เป็นการผลิตที่นั่งภายในรถยนต์มากที่สุด จำนวน 1,542 แห่ง (ร้อยละ 50.8) เป็นการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์เสริม 1,064 แห่ง (ร้อยละ35.1) การผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า 52 แห่ง (ร้อยละ 1.7) สำหรับการผลิตตัวถังยานยนต์ การผลิตรถพ่วงและรถกึ่งพ่วง มีจำนวน 286 แห่งหรือร้อยละ 9.4 ในจำนวนนี้เป็นการผลิตตัวถังยานยนต์มากที่สุดมีจำนวน 255 แห่ง (ร้อยละ 8.4) เป็นการผลิตตู้คอนเทนเนอร์และการผลิตรถพ่วงและรถกึ่งพ่วง คิดเป็นร้อยละ 0.7 และร้อยละ 0.3 ตามลำดับ ส่วนการผลิตยานยนต์มีจำนวน 91 แห่งหรือร้อยละ 3.0 การผลิตรถอื่นที่ใช้เพื่อการโดยสาร(รถตู้ รถบัสและรถโค้ช) มีจำนวน 36 แห่ง (ร้อยละ 1.2) และเป็นการผลิตยานยนต์อื่นๆ ซึ่งมิได้จัดประเภทไว้ในที่อื่นจำนวน 23 แห่งร้อยละ 0.8 เมื่อเปรียบเทียบสถานประกอบการการผลิตอุตสาหกรรมยานยนต์ ในปี 2549 และปี 2554 พบว่า ส่วนใหญ่เป็นสถานประกอบการผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์เสริมสำหรับยานยนต์ เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 78.9 ในปี 2549 เป็นร้อยละ 87.6 ในปี 2554

2.3.2 บทความที่เกี่ยวข้อง

ยุทธศาสตร์การพัฒนากำลังแรงงานในอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยได้มีการขยายการลงทุนและมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนสามารถผลิตชิ้นส่วนให้มีความหลากหลาย ตลอดจนมีคุณภาพและมาตรฐานการผลิตอยู่ในระดับที่ผู้ผลิตรถยนต์และรถจักรยานยนต์ระดับโลกยอมรับ ทำให้สามารถส่งออกไปจาหน่ายยังประเทศต่างๆ ได้เพิ่มขึ้น โดยการส่งออกในปี 2553 มีมูลค่ารวม 179,350.3 ล้านบาท ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี 2552 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39.96 โดยในปี 2554 มูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 2.41 หรือคิดเป็นมูลค่า 183,680 ล้านบาท ประกอบด้วยเครื่องยนต์ (Engine) มูลค่า 26,669.7 ล้านบาท ชิ้นส่วนอะไหล่ (Spare Parts) มูลค่า 16,438.7 ล้านบาท แม่พิมพ์และอุปกรณ์ยึดจับชิ้นงาน (Jig & Die) มูลค่า 1,682.21 ล้านบาท ชิ้นส่วนประกอบและอุปกรณ์ (OEM Part) มูลค่า 136,450 ล้านบาท การเพิ่มขึ้นดังกล่าวมีสาเหตุจากการเพิ่มขึ้นตามการส่งออกรถยนต์ โดยเฉพาะผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบและอุปกรณ์ (OEM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันยานยนต์ : แผนแม่แบบอุตสาหกรรมยานยนต์ ปี พ.ศ. 2555-2559 ประเทศไทยก้าวขึ้นเป็นฐานการผลิตรถยนต์ที่สำคัญแห่งหนึ่งของภูมิภาค รวมทั้งมีผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความสามารถ และประเทศไทยมีความพร้อมในด้านโครงสร้างพื้นฐาน ทำให้ประเทศไทยเป็นประเทศเป้าหมายสำคัญของนักลงทุน ไม่เพียงแต่ผู้ผลิตยานยนต์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์รายสำคัญของโลกที่เล็งเห็นความพร้อมของประเทศไทยในการเป็นฐานการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ด้วย ดังจะเห็นได้ว่า ในปี พ.ศ. 2554 ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่อยู่ในกลุ่ม 100 อันดับแรกของโลก (Top 100 of global suppliers) จำนวน 58 ราย มีฐานการผลิตในประเทศไทย ความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์อีกด้านหนึ่งพิจารณาได้จากการเติบโตการส่งออกชิ้นส่วนยานยนต์ไปยังต่างประเทศที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย ร้อยละ 12 นอกจากประเทศไทยจะเป็นผู้ผลิตรถยนต์และรถจักรยานยนต์รายสำคัญของโลกแล้ว ประเทศไทยยังเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์รายสำคัญอีกด้วย ซึ่งมีทิศทางการเติบโตสอดคล้องกับการผลิตรถยนต์และรถจักรยานยนต์ โดยในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนยานยนต์ถึง 4 แสนล้านบาท แบ่งเป็นการส่งออกชิ้นส่วนรถยนต์ (เครื่องยนต์ , อุปกรณ์ไฟฟ้า , ตัวถัง ,ฯลฯ) ร้อยละ 68 ชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ ร้อยละ 6 และยางสำหรับยานยนต์ร้อยละ 26 เมื่อพิจารณาประเภทชิ้นส่วนรถยนต์ที่ส่งออก พบว่าประเทศไทยส่งออกเครื่องยนต์และส่วนประกอบ (Engine & part) มีสัดส่วนมากที่สุดร้อยละ 36

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ.2548) อุตสาหกรรมรถยนต์ ในปี พ.ศ. 2548 มีการส่งออกรถยนต์จำนวน 440,717 คันเพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2547 ร้อยละ 32.72 (108,664 คัน) สำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ในปี พ.ศ. 2548 มีทั้งสิ้น 203,038 ล้านบาท มูลค่าเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2547 ร้อยละ 36.05 (53,805 ล้านบาท) รถยนต์ประเภทที่มีการส่งออกมากที่สุด ได้แก่ รถบรรทุกขนาด 1 ตัน รองลงมาคือ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล อุตสาหกรรมรถจักรยานยนต์ การส่งออกรถจักรยานยนต์ของไทย ในปี พ.ศ.2548 (ม.ค.-ธ.ค.) มีปริมาณการส่งออกรถจักรยานยนต์ชนิด CBU และ CKD จำนวนทั้งสิ้น 1,337,586 คันโดยคิดเป็นมูลค่า 34,926.77 ล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2547 มีการส่งออกเป็นจำนวนคันเพิ่มขึ้นร้อยละ 60.91 (506,299 คัน) มีมูลค่าเพิ่มขึ้น 5,467.33 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.56 อุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ ในปี พ.ศ. 2548 ได้มีการส่งออกชิ้นส่วนยานยนต์เป็นมูลค่าทั้งสิ้น 91,221.54 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2547 ร้อยละ 72.71 (52,817 ล้านบาท) ชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการส่งออกมากที่สุด คือ OEM Parts มีมูลค่าการส่งออกทั้งสิ้น 76,790.96 ล้านบาท รองลงมาคือเครื่องยนต์ มูลค่า 7,903.79 ล้านบาท และ Spare parts มีมูลค่าการส่งออก 4,100.47 ล้านบาท

ดังนั้นผู้วิจัยสนใจศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกของยานพาหนะที่มีฐานการผลิตในประเทศไทย อันประกอบด้วยชุดสายไฟรถยนต์ อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม พลาสติก หนัง ยางยานพาหนะ กระจก เหล็กและเหล็กกล้า แบตเตอรี่ สารสีราคาน้ำมันเบนซินราคาน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อดอลลาร์ และอัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อเยน (ญี่ปุ่น) ส่วนอัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อหยวน (จีน) เนื่องจากประเทศจีนเป็นตลาดที่สำคัญต่อการส่งออก 3 อันดับแรกของไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งเก็บรวบรวมเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 รวมระยะเวลา 10 ปี หรือขนาดของข้อมูลเท่ากับ 120 เดือน โดยตัวแปรตาม ได้แก่ มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง มูลค่าการส่งออกรถแวน และมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ ตัวแปรอิสระ 14 ตัวแปร รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร ธนาคารแห่งประเทศไทย

3.1.1 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ชนิดของรถยนต์ 3 ประเภท ได้แก่

Y_1 คือ มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (ล้านบาท)

Y_2 คือ มูลค่าการส่งออกรถแวน (ล้านบาท)

Y_3 คือ มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ (ล้านบาท)

3.1.2 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีตัวแปรอิสระที่นำมาศึกษาทั้งสิ้น 14 ตัวแปร ดังนี้

X_1 คือ มูลค่าการส่งออกชุดสายไฟรถยนต์ (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือ จากกรมศุลกากร, 2558)

X_2 คือ มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2558)

X_3 คือ มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติก (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความ ร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2558)

X_4 คือ มูลค่าการส่งออกหนังและผลิตภัณฑ์หนังอื่นๆ (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X_5 คือ มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2558)

X_6 คือ มูลค่าการส่งออกแก้วและกระจก (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2558)

X_7 คือ มูลค่าการส่งออกเหล็กและเหล็กกล้า (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือ จากกรมศุลกากร, 2558)

X_8 คือ มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2558)

X_9 คือ มูลค่าการส่งออกสารสีและสีอื่นๆ (ล้านบาท) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร,2558)

X_{10} คือ อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อดอลลาร์ (สหรัฐ) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2558)

X_{11} คือ อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อหยวน (จีน) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2558)

X_{12} คือ อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อเยน (ญี่ปุ่น) (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2558)

X_{13} คือ ราคาน้ำมันเบนซิน (ล้านบาท/พันลิตร) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2558)

X_{14} คือ ราคาน้ำมันดีเซล (ล้านบาท/พันลิตร) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2558)

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อสร้างสมการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์แต่ละประเภท ได้แก่ รถยนต์นั่ง รถแวน และรถจักรยานยนต์ มีตัวแปรอิสระทั้งหมด 14 ตัวแปร โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ตรวจสอบการแจกแจงของตัวแปรตาม Y ว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ โดยการทดสอบของ Lilliefors เนื่องจากตัวแบบการถดถอยคือ $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_{14} X_{14} + \varepsilon_i$ และ $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ ซึ่งมีผลทำให้ Y ต้องมีการแจกแจงแบบปกติด้วย ถ้าตัวแปรตาม Y ไม่มีการแจกแจงแบบปกติจะแปลงตัวแปรตาม Y โดยใช้วิธีของ Box-Cox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 สร้างสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) นั่นคือ

$$\mathbf{b} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y}$$

โดยที่

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \vdots \\ b_{12} \end{bmatrix} \qquad \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \qquad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{141} & X_{142} & \cdots & X_{14n} \end{bmatrix}$$

จะได้รูปแบบสมการสำหรับการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานผลิตในประเทศไทยซึ่งอาจมีรูปแบบดังนี้

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \ldots + b_{14}X_{14}$$

3.2.3 หาสมการการถดถอยที่ดีที่สุด โดยใช้วิธีดังนี้

(1) การเลือกตัวแปรโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

(2) การเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

3.2.4.วัดความเหมาะสมของตัวแบบ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination : R^2) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ที่ตัวแปรอิสระ X ทุกตัวรวมกันมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y โดยที่ ค่า R^2 จะหาได้จาก

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \text{ หรือ } R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

3.2.5.ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจากค่าเศษเหลือ (e_i) โดยที่ $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$ ซึ่งเป็นตัวประมาณค่าของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_i)

(1) ตัวแปรอิสระทุกตัวเป็นอิสระกัน พิจารณาจากค่า VIF (Variance Inflation Factor) มีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่า ตัวแปรอิสระในสมการแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงแบบปกติโดยการทดสอบของ Lilliefors ของค่าเศษเหลือ ถ้าการทดสอบของ Lilliefors ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนต้องเป็นอิสระกัน พิจารณาจากค่าสถิติ Durbin-Watson ถ้าอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 จะสรุปได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

(4) ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ โดยวิธีการพล็อตกราฟระหว่างค่าเศษเหลือ (e_i) กับค่าพยากรณ์ของตัวแปรตาม $(\hat{Y}_i)$ ถ้ากราฟกระจายอยู่รอบค่า 0 อย่างสุ่ม และเป็นแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานผลิตอยู่ในประเทศไทย 3 ประเภท ได้แก่ มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง มูลค่าการส่งออกรถแวน และมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ กรมศุลกากร ธนาคารแห่งประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ. 2557 ปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานผลิตในประเทศไทยที่นำมาศึกษามีทั้งหมด 14 ตัว การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และวิธีการเลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) ถูกนำมาใช้ในการหาสมการการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยทั้ง 3 ประเภท ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยแต่ละประเภท

4.1.1 หาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_1) มีขั้นตอน ดังนี้

4.1.1.1 การหาสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_1) โดยมีตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \varepsilon$$

ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยมีค่า $R^2 = 0.613$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 14 ตัวจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_1

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Contant	8911.194	10592.567		0.841	0.402	
X_1	1.906	1.927	0.088	0.989	0.325	2.139
X_2	0.355	1.779	0.020	0.200	0.842	2.844
X_3	3.126	0.845	0.973	3.702	0.000	18.777
X_4	-3.642	2.355	-0.155	-1.547	0.125	2.726
X_5	-0.727	0.440	-0.396	-1.653	0.101	15.610
X_6	0.968	0.500	0.126	1.937	0.055	1.148
X_7	0.101	0.148	0.049	0.684	0.496	1.400
X_8	-3.670	1.445	-0.564	-2.540	0.013	13.370
X_9	7.860	10.396	0.084	0.756	0.451	3.320
X_{10}	-873.210	310.593	-0.597	-2.811	0.006	12.255
X_{11}	4607.445	2925.758	0.244	1.575	0.118	6.505
X_{12}	-142.307	114.155	-0.108	-1.247	0.215	2.035
X_{13}	-0.485	0.318	-0.117	-1.525	0.130	1.598
X_{14}	-0.101	0.118	-0.118	-0.858	0.393	5.103

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_1 หรือไม่

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Y_1 จากตัวแปรอิสระ 14 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	14	1578949170.810	112782083.629	11.894	0.000
Residual	105	995667829.667	9482550.759		
Total	119	2574617000.477			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_{14} = 0$$

$H_1 : \beta_i \neq 0$ สำหรับ i=1,2,...,14 อย่างน้อย 1 ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 11.894$$

และมีค่า p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_1 (ดังแสดงในตารางที่ 4.2) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่าตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_1 โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$H_0 : \beta_i = 0$ สำหรับ i=1,2,...,14

$H_1 : \beta_i \neq 0$ สำหรับ i=1,2,...,14 อย่างน้อย 1 ค่า

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวแปรอิสระ X_3, X_8 และ X_{10} ที่มีค่า p-value < 0.05 แสดงว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_1

4.1.1.2 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบ โดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_1 = Y_1 - \hat{Y}_1$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน โดยพิจารณาค่า VIF จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระ X_3, X_5, X_8 และ X_{10} ในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าเกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3, X_5, X_8 และ X_{10} มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวอื่นในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ Y_1 ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.070	120	0.200

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.074 และค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

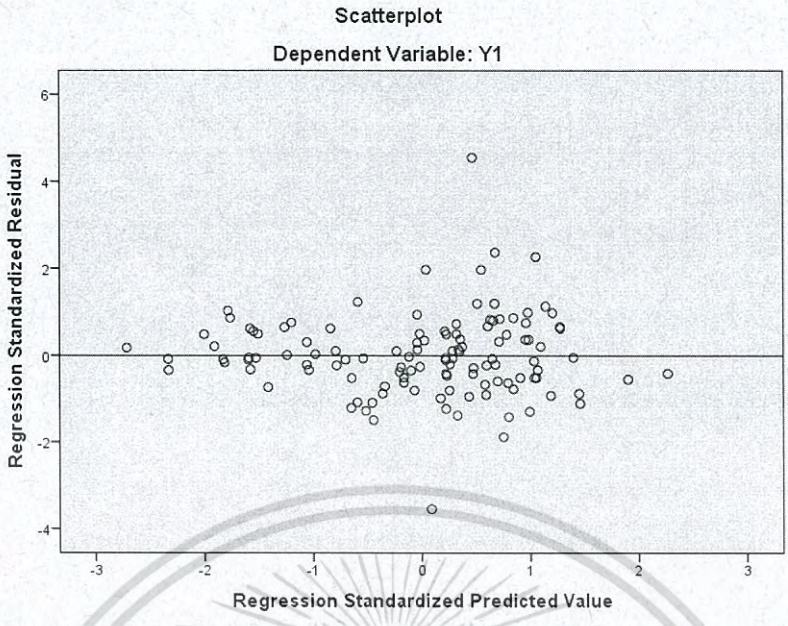
H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

สถิติทดสอบ $$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 1.637$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

(4) ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ โดยพิจารณาจากแผนภาพการกระจายของเศษเหลือ (Residual Plot) ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ

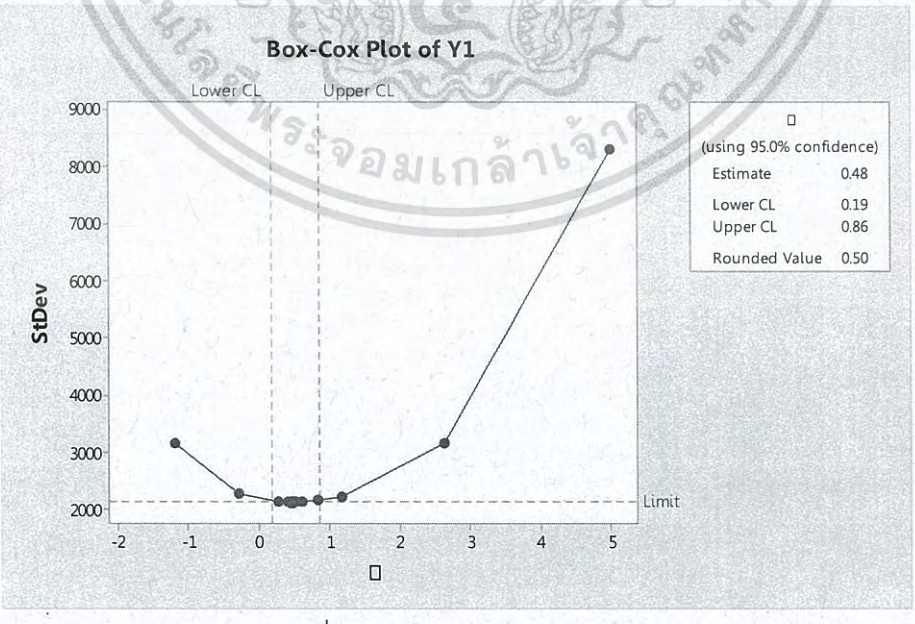
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ Y_1

จากรูปที่ 4.1 พบว่า จุดกระจายอยู่รอบๆค่า 0 อย่างสุ่ม แต่มีการกระจายเป็นรูปปากแตร ไม่เป็นแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ จึงแก้ปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่โดยการแปลงตัวแปรตาม Y_1 ด้วยวิธี Box-Cox

4.1.1.3 การแปลงตัวแปรตาม (Y_1) ด้วยวิธี Box-Cox



รูปที่ 4.2 ผลลัพธ์จาก Box-Cox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 พบว่าได้ค่า $\lambda = 0.48 \approx 0.5$ ซึ่งจะต้องแปลงค่าตัวแปรตาม Y_1 เป็น $\sqrt{Y_1}$ ดังนั้น ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$\sqrt{Y_1} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \varepsilon$$

เนื่องจากตัวแปรอิสระมีจำนวนมาก ตัวแปรอิสระบางตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวอื่น (จากค่า VIF>10) และตัวแปรอิสระบางตัว ไม่มีผลต่อตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ จึงทำการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธี

- การเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)
- การเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

4.1.1.4 การเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

ตารางที่ 4.4 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 14 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Constant	138.073	31.550		4.376	0.000	
X_{10}	-3.041	0.733	-0.449	-4.147	0.000	3.443
X_3	0.019	0.003	1.278	7.008	0.000	9.778
X_8	-0.008	0.004	-0.281	-2.352	0.020	4.202
X_5	-0.005	0.002	-0.599	-3.285	0.001	9.764
X_4	-0.024	0.009	-0.224	-2.644	0.009	2.101
X_{13}	-0.003	0.001	-0.143	-2.217	0.029	1.227

จากตารางที่ 4.4 จะได้ สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน สำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_1}} = 138.073 - 3.041X_{10} + 0.019X_3 - 0.008X_8 - 0.005X_5 - 0.024X_4 - 0.003X_{13}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ หรือไม่

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ จากตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	6	34053.266	5675.544	30.170	0.000
Residual	113	21257.698	188.121		
Total	119	55310.964			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_6 = 0$$

$H_1 : \beta_i \neq 0$ สำหรับ i=1,2,...,6 อย่างน้อย 1 ค่า

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 30.170$$

และมีค่า p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ (ดังแสดงในตารางที่ 4.5) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$H_0 : \beta_i = 0$ สำหรับ i=1,2,...,6

$H_1 : \beta_i \neq 0$ สำหรับ i=1,2,...,6 อย่างน้อย 1 ค่า

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.4 พบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีค่า p-value น้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยที่มีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแล้ว พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ ดังนั้น สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\widehat{\sqrt{Y_1}} = 138.073 - 3.041X_{10} + 0.019X_3 - 0.008X_8 - 0.005X_5 - 0.024X_4 - 0.003X_{13}$

โดยที่ค่า $R^2 = 0.616$ หมายความว่า อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยดอลลาร์สหรัฐ (X_{10}) มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติก (X_3) มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ (X_8) มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ (X_5) มูลค่าการส่งออกหนังและผลิตภัณฑ์หนังอื่นๆ (X_4) และราคาน้ำมันเบนซิน (X_{13}) มีผลต่อตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ คิดเป็นร้อยละ 61.6 ที่เหลืออีกร้อยละ 38.4 เป็นผลจากตัวแปรตัวอื่นๆ ที่ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณาในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบ โดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_1 = \sqrt{Y_1} - \widehat{\sqrt{Y_1}}$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาค่า VIF จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_1}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.064	120	0.200

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.064 และค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

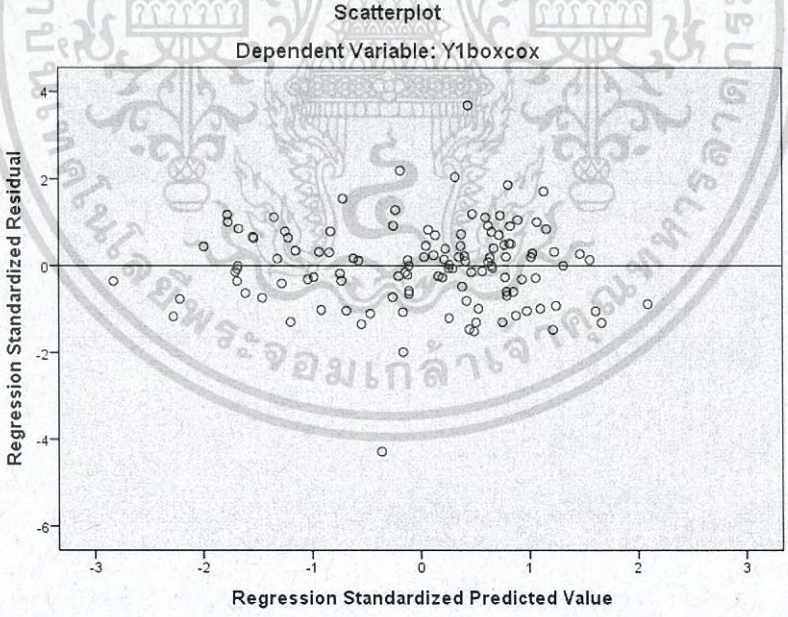
H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

สถิติทดสอบ $$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 1.522$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

(4) ตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ พิจารณาจากการวัดการกระจายของเศษเหลือ (Residual Plot) ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ



รูปที่ 4.3 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_1}$

จากรูปที่ 4.3 พบว่า ค่ากระจายอยู่รอบๆ ค่า 0 อย่างสุ่ม และเป็นแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 การเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

ตารางที่ 4.7 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 14 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีลดตัวแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Constant	138.073	31.550		4.376	0.000	
X_3	0.019	0.003	1.278	7.008	0.000	9.778
X_4	-0.024	0.009	-0.224	-2.644	0.009	2.101
X_5	-0.005	0.002	-0.599	-3.285	0.001	9.764
X_8	-0.008	0.004	-0.281	-2.352	0.020	4.202
X_{10}	-3.041	0.733	-0.449	-4.147	0.000	3.443
X_{13}	-0.003	0.001	-0.143	-2.217	0.029	1.227

จากตารางที่ 4.7 จะได้ สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปรสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_1}} = 138.073 + 0.019X_3 - 0.024X_4 - 0.005X_5 - 0.008X_8 - 3.041X_{10} - 0.003X_{13}$$

และค่า $R^2 = 0.616$ ซึ่งได้ผลเหมือนกับวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) ต่างกันเพียงลำดับการเข้าของตัวแปรอิสระเท่านั้น ดังนั้นจะได้สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_1}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_1}} = 138.073 + 0.019X_3 - 0.024X_4 - 0.005X_5 - 0.008X_8 - 3.041X_{10} - 0.003X_{13}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 หาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถแวน (Y_2) มีขั้นตอน ดังนี้

4.1.2.1 การหาสมการการถอถอยเชิงเส้นพหุคูณมูลค่าการส่งออกรถแวน (Y_2) โดยมีตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \varepsilon$$

ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ได้ผลดังตารางที่ 4.8 มีค่า $R^2 = 0.847$ และค่า Durbin-Watson = 1.496

ตารางที่ 4.8 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 14 ตัวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_2

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Contant	14664.076	7315.018		2.005	.048	
X_1	2.238	1.330	.094	1.682	.095	2.139
X_2	2.785	1.229	.146	2.267	.025	2.844
X_3	1.424	.583	.404	2.442	.016	18.777
X_4	-4.877	1.626	-.189	-2.999	.003	2.726
X_5	.183	.304	.091	.602	.549	15.610
X_6	.891	.345	.106	2.582	.011	1.148
X_7	.038	.102	.017	.375	.709	1.400
X_8	-5.815	.998	-.813	-5.828	.000	13.370
X_9	2.122	7.179	.021	.296	.768	3.320
X_{10}	663.429	214.490	.413	3.093	.003	12.255
X_{11}	-5618.784	2020.471	-.271	-2.781	.006	6.505
X_{12}	-322.836	78.833	-.223	-4.095	.000	2.035
X_{13}	-.643	.219	-.141	-2.932	.004	1.598
X_{14}	.166	.082	.176	2.036	.044	5.103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าค่าสถิติ Durbin-Watson = 1.496 มีค่าน้อยกว่า 1.5 จึงเกิดปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน (Autocorrelation) จึงแก้ปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกันด้วยการนำมูลค่าการส่งออกรถแวนย้อนหลัง 1 เดือน (one time lag ของ Y) เป็นตัวแปรอิสระในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และหาสมการการถดถอยเชิงเส้นหพุคูณของมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_2) ใหม่ โดยมีตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \beta_{15} X_{Y1(t-1)} + \varepsilon$$

ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.9 โดยมีค่า $R^2 = 0.868$

ตารางที่ 4.9 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 15 ตัวจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_2

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Contant	6532.872	7139.903		0.915	0.362	
X_1	2.460	1.247	0.103	1.973	0.051	2.126
X_2	2.214	1.161	0.114	1.907	0.059	2.810
X_3	0.960	0.568	0.268	1.690	0.094	19.646
X_4	-3.280	1.765	-0.124	-1.858	0.066	3.485
X_5	0.079	0.286	0.039	0.276	0.783	15.319
X_6	0.615	0.331	0.073	1.855	0.066	1.206
X_7	0.048	0.096	0.021	0.503	0.616	1.401
X_8	-4.114	1.023	-0.573	-4.023	0.000	15.879
X_9	3.401	6.745	0.033	0.504	0.615	3.308
X_{10}	467.677	206.977	0.288	2.260	0.026	12.738
X_{11}	-3499.619	1962.760	-0.168	-1.783	0.078	6.957
X_{12}	-217.270	80.878	-0.150	-2.686	0.008	2.426
X_{13}	-0.465	0.210	-0.102	-2.210	0.029	1.649
X_{14}	0.111	0.078	0.116	1.428	0.156	5.172
$X_{Y_2(t-1)}$	0.318	0.078	0.315	4.084	0.000	4.664

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_2 หรือไม่

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Y_2 จากตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	15	2690992384.524	179399492.302	45.235	0.000
Residual	103	408491615.001	3965938.010		
Total	118	3099483999.524			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_{15} = 0$$
$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,...,15 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 45.235$$

และมีค่า p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_2 (ดังแสดงในตารางที่ 4.10) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_2 โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,...,15$$
$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,...,15 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.9 พบว่าตัวแปรอิสระ $X_8, X_{10}, X_{12}, X_{13}$ และ $X_{Y_2(t-1)}$ ที่มีค่า p-value < $\alpha = 0.05$ แสดงว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบโดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_2 = Y_2 - \hat{Y}_2$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน พิจารณาจากค่า VIF จากตารางที่ 4.10 พบว่า ค่า VIF ของตัวแปรอิสระ X_3, X_5, X_8 และ X_{10} ในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าเกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3, X_5, X_8 และ X_{10} ความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวอื่นๆในสมการการถดถอย

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ โดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ Y_2 ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.063	119	0.200

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.11 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.063 และค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน โดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

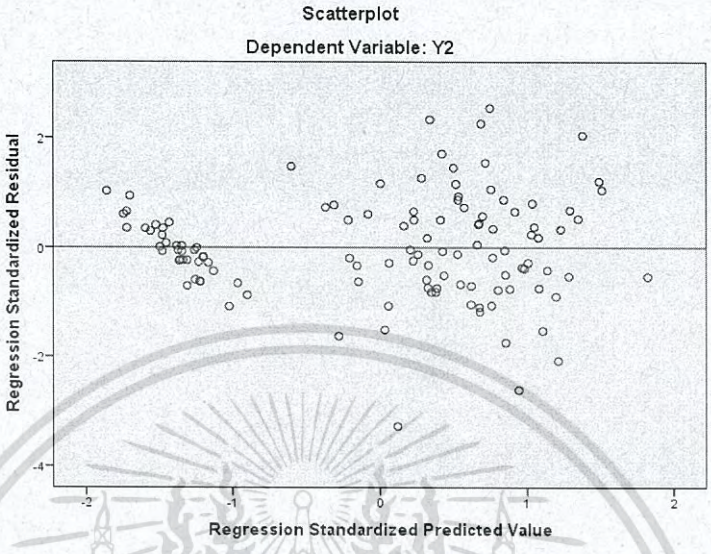
สถิติทดสอบ

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 1.987$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

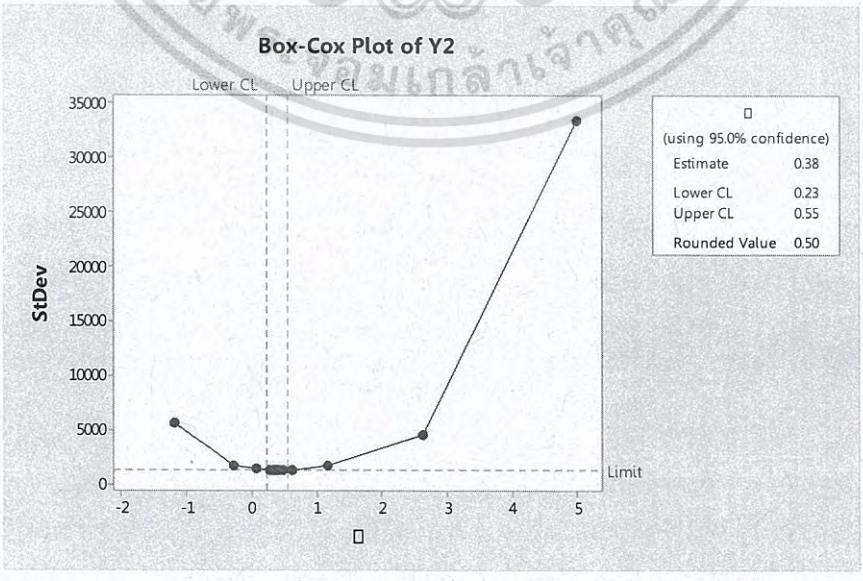
(4) ตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ พิจารณาจากการวัดการกระจายของเศษเหลือ (Residual Plot) ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ



รูปที่ 4.4 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ Y_2

จากรูปที่ 4.4 พบว่า จุดกระจายอยู่รอบๆค่า 0 อย่างสุ่ม แต่มีการกระจายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม และมีรูปปากแตร แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ จึงแก้ปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่โดยการแปลงตัวแปรตาม Y_2 ด้วยวิธี Box-Cox

4.1.2.3 การแปลงตัวแปรตาม (Y_2) ด้วยวิธี Box-Cox



รูปที่ 4.5 ผลลัพธ์จาก Box-Cox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลดังรูปที่ 4.5 พบว่า ได้ค่า $\lambda = 0.38 \approx 0.5$ ซึ่งจะต้องแปลงค่าตัวแปรตาม Y_2 เป็น $\sqrt{Y_2}$ ดังนั้น ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$\sqrt{Y_2} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \beta_{15} X_{Y_2(t-1)} + \varepsilon$$

เนื่องจากตัวแปรอิสระมีจำนวนมากและตัวแปรอิสระบางตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ (จากค่า VIF > 10) นอกจากนี้ตัวแปรอิสระบางตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ จึงเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการด้วยวิธี

- การเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)
- การเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

4.1.2.4 การเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

ตารางที่ 4.12 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Constant	58.337	15.495		3.765	0.000	
$X_{Y_2(t-1)}$	0.429	0.073	0.424	5.874	0.000	5.453
X_8	-0.028	0.004	-0.583	-7.578	0.000	6.198
X_1	0.019	0.006	0.119	3.317	0.001	1.337
X_2	0.017	0.005	0.129	3.381	0.001	1.521
X_{12}	-0.793	0.318	-0.082	-2.491	0.014	1.132
X_6	0.004	0.002	0.068	2.071	0.041	1.127

จากตารางที่ 4.12 จะได้ สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 58.337 + 0.429X_{Y_2(t-1)} - 0.028X_8 - 0.019X_1 - 0.017X_2 - 0.793X_{12} + 0.004X_6$$

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันในสมการการถดถอยมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือไม่

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_2}$ จากตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	6	123069.343	20511.557	155.663	0.000
Residual	112	14758.134	131.769		
Total	118	137827.477			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_6 = 0$$

$H_1 : \beta_i \neq 0$ สำหรับ i=1,2,...,6 อย่างน้อย 1 ค่า

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 155.663$$

และมีค่า p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ (ดังแสดงในตารางที่ 4.13) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$H_0 : \beta_i = 0$ สำหรับ i=1,2,...,6

$H_1 : \beta_i \neq 0$ สำหรับ i=1,2,...,6 อย่างน้อย 1 ค่า

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.12 ตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีค่า p-value < $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบการถดถอย โดยมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยแล้ว พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$

ดังนั้น สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 58.337 + 0.429X_{Y_2(t-1)} - 0.028X_8 - 0.019X_1 - 0.017X_2 - 0.793X_{12} + 0.004X_6$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีค่า $R^2 = 0.893$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถแวนย้อนหลัง 1 เดือน ($X_{Y_2(t-1)}$) มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ (X_8) มูลค่าการส่งออกชุดสายไฟรถยนต์ (X_1) มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม (X_2) อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อเยน (X_{12}) และมูลค่าการส่งออกแก้วและกระจก (X_6) มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_2') คิดเป็นร้อยละ 89.3 ที่เหลืออีกร้อยละ 10.7 เป็นผลจากตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ ที่ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณาในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบโดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_2 = \sqrt{Y_2} - \widehat{\sqrt{Y_2}}$ ซึ่งเป็นค่าประมาณของค่าความคลาดเคลื่อน (ε)

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาจากค่า VIF จากตารางที่ 4.13 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_2}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	Df	p-value
Unstandardized Residual	0.081	119	0.054

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.14 พบว่าค่าสถิติ D=max|F(x)-S(x)| = 0.081 และค่า p-value = 0.054 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยการใช้การทดลอง Durbin-Watson

สมมติฐาน

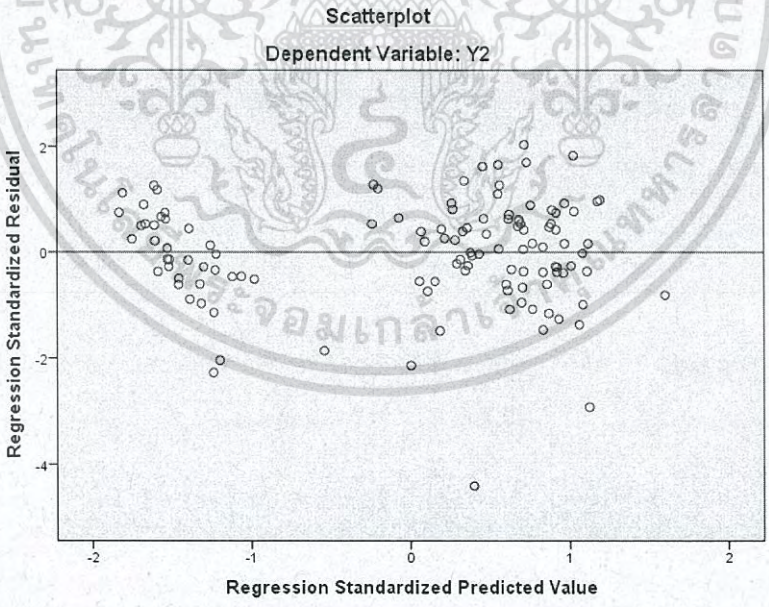
H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

สถิติทดสอบ $$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 2.085$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

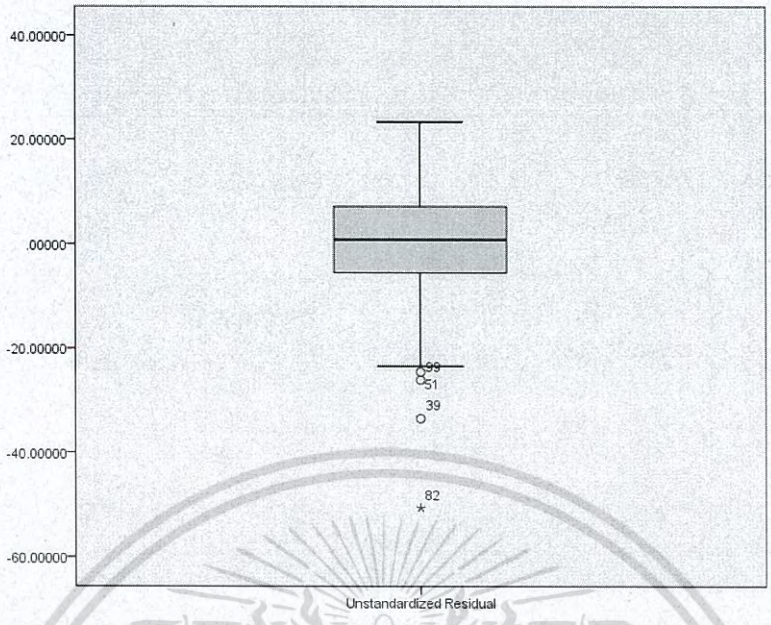
(4) ตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ โดยพิจารณาจากการวัดการกระจายของเศษเหลือ (Residual Plot) ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ



รูปที่ 4.6 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ $\sqrt{Y_2}$

จากรูปที่ 4.6 พบว่า ค่ากระจายอยู่รอบๆ ค่า 0 อย่างสุ่ม และแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ แต่จะมีข้อมูลผิดปกติ 1 ค่า และพิจารณาจากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่ามีค่าเศษเหลือที่มีค่าผิดปกติ 1 ค่าเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 Boxplot ของค่าความคลาดเคลื่อนแสดงข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ

จึงทำการตัดข้อมูลที่มีค่าผิดปกติออก และหาสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับ $\sqrt{Y_2}$ ใหม่ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.15 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Constant	26.085	7.516		3.471	0.001	
$X_{Y_2(t-1)}$	0.486	0.064	0.483	7.591	0.000	4.857
X_8	-0.026	0.003	-0.538	-7.883	0.000	5.591
X_1	0.022	0.005	0.137	4.125	0.000	1.331
X_2	0.017	0.005	0.133	3.738	0.000	1.518

จากตารางที่ 4.15 จะได้ สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 26.085 + 0.486X_{Y_2(t-1)} - 0.026X_8 - 0.02X_1 - 0.017X_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ หรือไม่

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_2}$ จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	4	123560.806	30890.202	272.156	0.000
Residual	113	12825.720	113.502		
Total	117	136386.526			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$
$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ i=1,2,3,4 อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 272.156$$

และมีค่า p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ (ดังแสดงในตารางที่ 4.16) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ สำหรับ i=1,2,3,4}$$
$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ i=1,2,3,4 อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.15 ตัวแปรอิสระทุกตัว มีค่า p-value $< \alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ อยู่ในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแล้ว พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับ $\sqrt{Y_2}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 26.085 + 0.486X_{Y_2(t-1)} - 0.026X_8 - 0.02X_1 - 0.017X_2$$

มีค่า $R^2 = 0.906$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถแวนย้อนหลัง 1 เดือน ($X_{Y_2(t-1)}$) มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ (X_8) มูลค่าการส่งออกชุดสายไฟรถยนต์ (X_1) และมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม (X_2) มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_2') คิดเป็นร้อยละ 90.6 ที่เหลืออีกร้อยละ 9.4 เป็นผลจากตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ ที่ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณาในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบ โดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_2 = \sqrt{Y_2} - \widehat{\sqrt{Y_2}}$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน พิจารณาค่า VIF จากตารางที่ 4.16 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการมีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระในสมการการถอถอยเชิงเส้นพหุคูณแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_2}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.075	118	0.102

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.17 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.075 และค่า p-value = 0.102 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

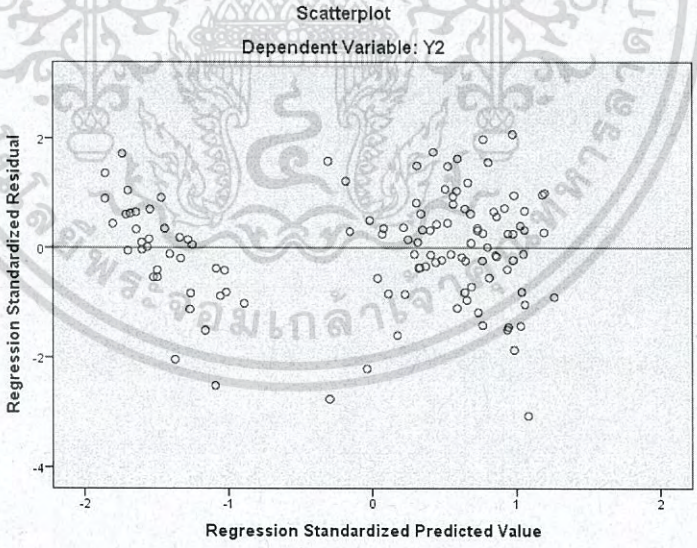
H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

สถิติทดสอบ

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 2.137$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

(4) ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ พิจารณาจากการวัดการกระจายของเศษเหลือ (Residual Plot) ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ



รูปที่ 4.8 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$

จากรูปที่ 4.8 พบว่า ค่ากระจายอยู่รอบๆ ค่า 0 อย่างสุ่ม และเป็นแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่าค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.5 การเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร (Backward Selection Procedure) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.18 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีลดตัวแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Constant	8.152	26.938		0.303	0.763	
X_1	0.019	0.005	0.123	3.799	0.000	1.353
X_2	0.017	0.005	0.133	3.297	0.001	2.116
X_5	0.003	0.001	0.184	2.258	0.026	8.606
X_6	0.003	0.002	0.060	2.038	0.044	1.139
X_8	-0.033	0.004	-0.688	-7.916	0.000	9.814
X_{10}	1.308	0.576	0.121	2.272	0.025	3.703
X_{12}	-0.927	0.357	-0.095	-2.598	0.011	1.744
$X_{Y_2(t-1)}$	0.414	0.066	0.412	6.316	0.000	5.519

จากตารางที่ 4.18 จะได้ สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปรสำหรับ $\sqrt{Y_2}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 8.152 + 0.019X_1 + 0.017X_2 + 0.003X_5 + 0.003X_6$$
$$-0.033X_8 + 1.308X_{10} - 0.927X_{12} + 0.414X_{Y_2(t-1)}$$

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือไม่

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_2}$ จากตัวแปรอิสระ 8 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	8	124941.987	15617.748	148.746	0.000
Residual	109	11444.539	104.996		
Total	117	136386.526			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_8 = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,\ldots,8 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 148.746$$

และมีค่า p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ (ดังแสดงในตารางที่ 4.19) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$ โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,\ldots,8$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,\ldots,8 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.18 ตัวแปรอิสระทุกตัว มีค่า p-value < $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยที่มีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแล้ว พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$

ดังนั้น สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับ $\sqrt{Y_2}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 8.152 + 0.019X_1 + 0.017X_2 + 0.003X_5 + 0.003X_6$$
$$-0.033X_8 + 1.308X_{10} - 0.927X_{12} + 0.414X_{Y_2(t-1)}$$

มีค่า $R^2 = 0.916$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกชุดสายไฟรถยนต์ (X_1) มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม (X_2) มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ (X_5) มูลค่าการส่งออกแก้วและกระจก (X_6) มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ (X_8) อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อดอลลาร์สหรัฐ (X_{10}) อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อเยน (X_{12}) และมูลค่าการส่งออกรถแวนย้อนหลัง 1 เดือน ($X_{Y_2(t-1)}$) มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_2') คิดเป็นร้อยละ 91.60 ที่เหลืออีกร้อยละ 8.40 เป็นผลจากตัวแปรตัวอื่นๆ ที่ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณาในตัวแบบการถดถอยพหุคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบ โดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_2 = \sqrt{Y_2} - \widehat{\sqrt{Y_2}}$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน พิจารณาจากค่า VIF จากตารางที่ 4.19 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_2}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.045	118	0.200

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.20 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.045 และค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

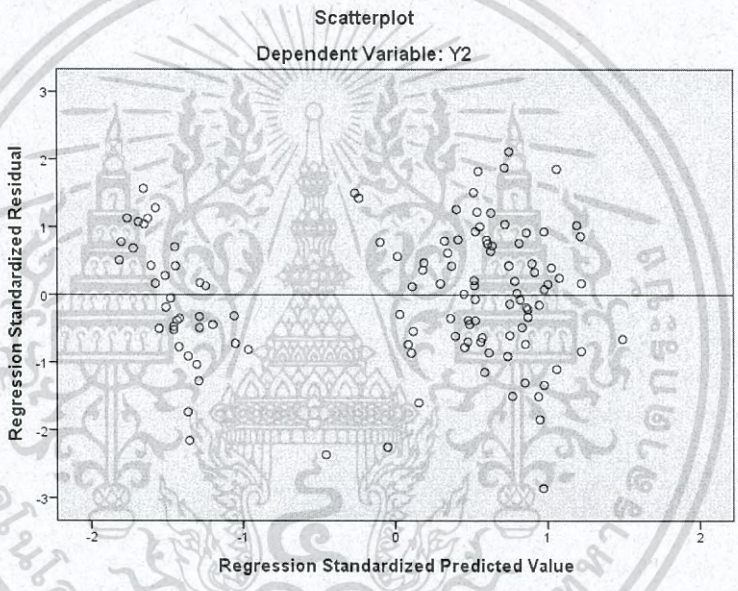
H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติทดสอบ $$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 2.058$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

(4) ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ พิจารณาจากการวัดการกระจายของเศษเหลือ (Residual Plot) ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ



รูปที่ 4.9 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_2}$

จากรูปที่ 4.9 พบว่า ค่ากระจายอยู่รอบๆค่า 0 อย่างสุ่ม และเป็นแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

จากผลลัพธ์ข้างต้นจะได้สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

- วิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 26.085 + 0.486X_{Y_2(t-1)} - 0.026X_8 - 0.02X_1 - 0.017X_2$$

และมีค่า $R^2 = 0.906$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 8.152 + 0.019X_1 + 0.017X_2 + 0.003X_5 + 0.003X_6$$
$$-0.033X_8 + 1.308X_{10} - 0.927X_{12} + 0.414X_{Y_2(t-1)}$$

และมีค่า $R^2 = 0.916$

เนื่องจากวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.916 ซึ่งสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) จากวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) เพียงแค่ 0.010 แต่ว่าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ได้จากวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) มีตัวแปรอิสระเข้ามาในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณถึง 8 ตัว แต่วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) มีตัวแปรอิสระเข้ามาในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเพียงแค่ 4 ตัว ดังนั้นในการเลือกสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมาใช้จึงเลือกจากวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 หาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ (Y_3) มีขั้นตอน ดังนี้

4.1.3.1 การหาสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ (Y_3) โดยมีตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

$$Y_3 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \varepsilon$$

ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ได้ผลดังตารางที่ 4.21 โดยมีค่า $R^2 = 0.828$ และ ค่าสถิติ Durbin-Watson = 1.244

ตารางที่ 4.21 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 14 ตัวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_3

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Contant	92.118	1336.108		0.069	0.945	
X_1	-0.177	0.243	-0.043	-0.727	0.469	2.139
X_2	-0.336	0.224	-0.102	-1.497	0.137	2.844
X_3	-0.024	0.107	-0.040	-0.227	0.821	18.777
X_4	-0.423	0.297	-0.095	-1.425	0.157	2.726
X_5	0.032	0.055	0.093	0.581	0.562	15.610
X_6	0.008	0.063	0.006	0.127	0.899	1.148
X_7	0.010	0.019	0.026	0.539	0.591	1.400
X_8	0.510	0.182	0.414	2.797	0.006	13.370
X_9	1.074	1.311	0.060	0.819	0.415	3.320
X_{10}	-121.522	39.177	-0.440	-3.102	0.002	12.255
X_{11}	1187.583	369.045	0.332	3.218	0.002	6.505
X_{12}	-1.580	14.399	-0.006	-0.110	0.913	2.035
X_{13}	0.080	0.040	0.102	2.002	0.048	1.598
X_{14}	-0.020	0.015	-0.124	-1.354	0.179	5.103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าค่าสถิติ Durbin-Watson = 1.244 มีค่าน้อยกว่า 1.5 แสดงว่าเกิดปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน (Autocorrelation) จึงแก้ปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน (Autocorrelation) ด้วยการนำมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ย้อนหลัง 1 เดือน (one time lag ของ Y) เป็นตัวแปรอิสระในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และหาสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ (Y_3) ใหม่ โดยมีตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$Y_3 = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \beta_7X_7 + \beta_8X_8 + \beta_9X_9 + \beta_{10}X_{10} + \beta_{11}X_{11} + \beta_{12}X_{12} + \beta_{13}X_{13} + \beta_{14}X_{14} + \beta_{15}X_{Y1(t-1)} + \varepsilon$$

ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.22 มีค่า $R^2 = 0.865$

ตารางที่ 4.22 สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของตัวแปรอิสระ 15 ตัวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ของตัวแปรตาม Y_3

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Contant	-816.570	1202.276		-0.679	0.499	
X_1	0.033	0.220	0.008	0.148	0.883	2.198
X_2	-0.255	0.201	-0.077	-1.273	0.206	2.781
X_3	0.024	0.097	0.039	0.247	0.805	18.959
X_4	-0.460	0.303	-0.101	-1.515	0.133	3.408
X_5	0.055	0.050	0.158	1.113	0.268	15.302
X_6	0.001	0.056	0.001	0.026	0.979	1.154
X_7	0.025	0.017	0.066	1.504	0.136	1.449
X_8	0.147	0.176	0.120	0.835	0.406	15.655
X_9	0.674	1.172	0.038	0.575	0.567	3.308
X_{10}	-50.075	37.337	-0.180	-1.341	0.183	13.727
X_{11}	705.439	342.453	0.198	2.060	0.042	7.014
X_{12}	-10.256	13.392	-0.041	-0.766	0.446	2.203
X_{13}	0.031	0.037	0.040	0.841	0.402	1.693
X_{14}	-0.014	0.013	-0.084	-1.031	0.305	5.065
$X_{Y_3(t-1)}$	0.477	0.093	0.473	5.147	0.000	6.446

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_3 หรือไม่

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Y_3 จากตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	15	78998975.163	5266598.344	43.979	0.000
Residual	103	12334644.278	119753.828		
Total	118	91333619.442			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_{15} = 0$$
$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,...,15 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 43.979$$

และมีค่า p-value = 0.000 $< \alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_3 (ดังแสดงในตาราง 4.23) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_3 โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,...,15$$
$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,...,15 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.22 จะเห็นว่าตัวแปรอิสระ X_{11} และ $X_{Y_3(t-1)}$ มีค่า p-value $< \alpha = 0.05$ แสดงว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม Y_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบโดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_3 = Y_3 - \hat{Y}_3$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาค่า VIF จากตารางที่ 4.22 พบว่า ค่า VIF ของตัวแปรอิสระ X_3, X_5, X_8 และ X_{10} ในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าเกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระ X_3, X_5, X_8 และ X_{10} ในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณไม่เป็นอิสระกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ Y_3 ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.046	119	0.200

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.24 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.046 และค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

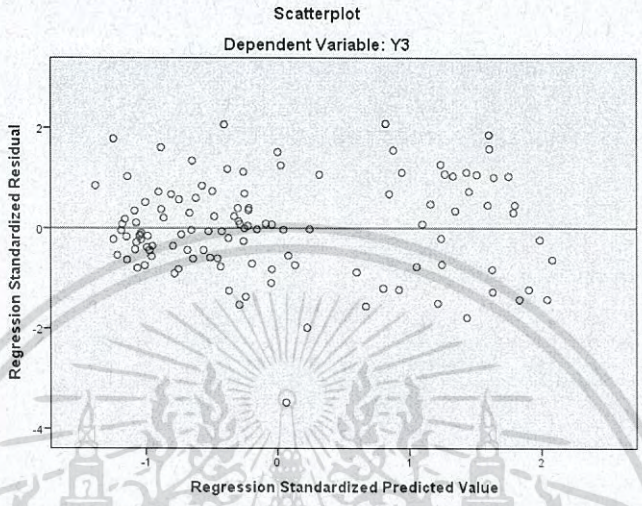
สถิติทดสอบ

$$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 1.938$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

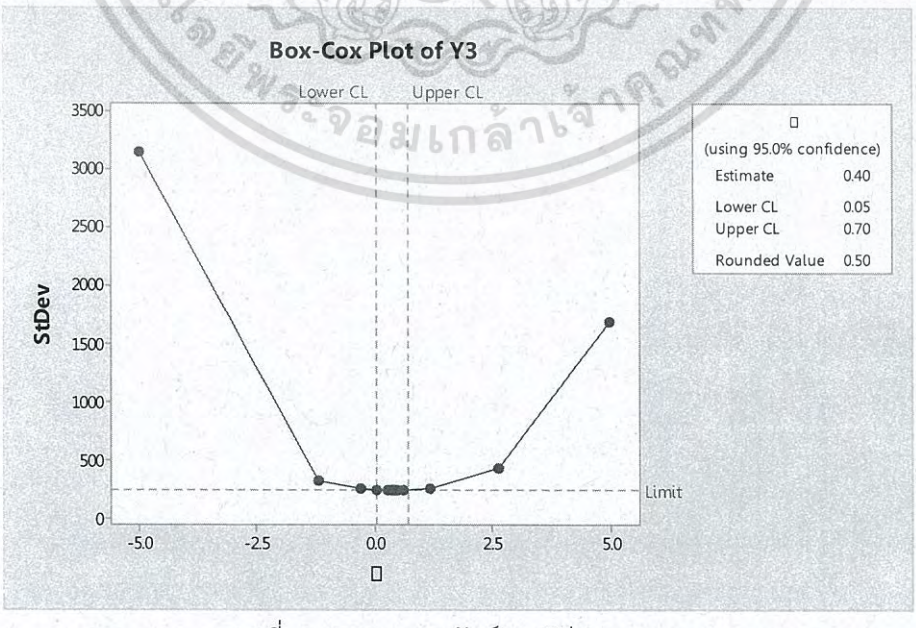
ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

(4) ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ พิจารณาจาก Residual Plot ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ



รูปที่ 4.10 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของ Y_3

จากรูปที่ 4.10 พบว่า จุดกระจายอยู่รอบๆค่า 0 อย่างสุ่ม แต่มีการกระจายสุ่มๆแบ่งเป็น 2 กลุ่ม และมีรูปปากแตร แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ จึงแก้ปัญหาความแปรปรวนไม่คงที่ด้วยการแปลงข้อมูลด้วยวิธี Box-Cox ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.11 แสดงผลลัพธ์จากวิธี Box-Cox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.11 พบว่าได้ค่า $\lambda = 0.40 \approx 0.5$ ซึ่งจะต้องแปลงค่าตัวแปรตาม Y_3 เป็น $\sqrt{Y_3}$ ดังนั้น ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$\sqrt{Y_3} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \beta_{15} X_{Y_3(t-1)} + \varepsilon$$

เนื่องจากตัวแปรอิสระมีจำนวนมากและตัวแปรอิสระบางตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ (จากค่า VIF > 10) นอกจากนี้ตัวแปรอิสระบางตัวไม่มีผลต่อตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ จึงเลือกตัวแปรอิสระที่เข้าสมการด้วยวิธี

- การเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)
- การเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

4.1.3.3 การเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

ตารางที่ 4.25 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Constant	-25.777	9.975		-2.584	0.011	
$X_{Y_3(t-1)}$	0.640	0.065	0.637	9.837	0.000	2.951
X_5	0.001	0.000	0.235	4.285	0.000	2.115
X_{11}	6.420	2.193	0.150	2.928	0.004	1.858
X_7	0.000	0.000	0.089	2.233	0.027	1.113

จากตารางที่ 4.25 จะได้สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนสำหรับ $\sqrt{Y_3}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = -25.777 + 0.640 X_{Y_3(t-1)} + 0.001 X_5 + 6.420 X_{11}$$

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_3}$ จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	4	10944.701	2736.175	147.662	0.000
Residual	114	2112.423	18.530		
Total	118	13057.125			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,3,4 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 147.662$$

และมีค่า p-value = 0.000 < $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ (ดังแสดงในตารางที่ 4.26) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,3,4$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ } i=1,2,3,4 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.25 ตัวแปรอิสระทุกตัว มีค่า p-value < $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแล้ว พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

ดังนั้น สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = -25.777 + 0.640X_{Y_3(t-1)} + 0.001X_5 + 6.420X_{11}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีค่า $R^2 = 0.838$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ย้อนหลัง 1 เดือน ($X_{Y_3(t-1)}$) มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ (X_5) และอัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อหยวน (X_{11}) มีผลต่อตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ คิดเป็นร้อยละ 83.8 ที่เหลืออีกร้อยละ 16.2 เป็นผลจากตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ ที่ไม่ได้นำเข้ามาพิจารณาในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบ โดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_3 = \sqrt{Y_3} - \widehat{\sqrt{Y_3}}$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาค่า VIF จากตารางที่ 4.25 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.27 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_3}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.053	119	0.200

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.27 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.053 และค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

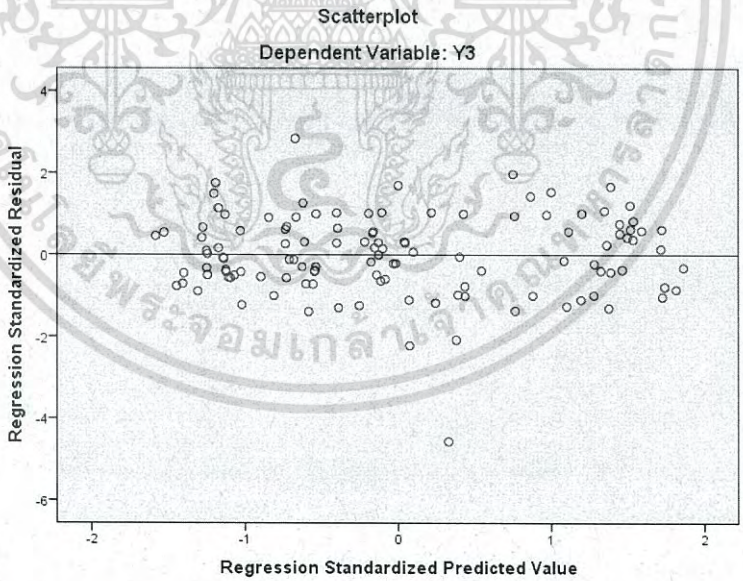
H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

สถิติทดสอบ $$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 2.053$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

(4) ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ พิจารณาจาก Residual Plot ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ

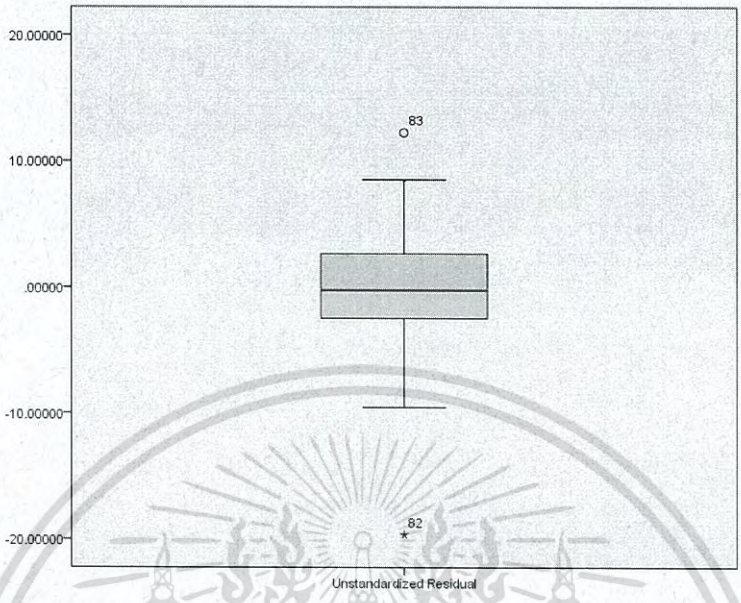


รูปที่ 4.12 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

จากรูปที่ 4.12 พบว่า ค่ากระจายอยู่รอบๆ ค่า 0 อย่างสุ่ม และเป็นแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ แต่จะมีข้อมูลผิดปกติ 2 ค่าและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาจากรูปที่ 4.13 จะเห็นว่ามีค่าเศษเหลือที่มีผิดปกติ 2 ค่าเช่นกัน จึงทำการตัดข้อมูลที่มีค่าผิดปกติออก และหาสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.13 Boxplot ของค่าความคลาดเคลื่อนแสดงข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ

ตารางที่ 4.28 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Constant	7.118	2.177		3.270	0.001	
$X_{Y_1(t-1)}$	0.673	0.061	0.670	11.024	0.000	3.336
X_5	0.001	0.000	0.264	3.929	0.000	4.084
X_2	-0.004	0.002	-0.109	-2.509	0.014	1.698
X_9	0.022	0.011	0.103	2.004	0.047	2.376

จากตารางที่ 4.28 จะได้ สมการการถดถอยด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอนสำหรับ $\sqrt{Y_3}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = 7.118 + 0.673X_{Y_3(t-1)} + 0.001X_5 - 0.004X_2 + 0.022X_9$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือไม่

ตารางที่ 4.29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_3}$ จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	4	11170.346	2792.586	197.869	0.000
Residual	112	1580.690	14.113		
Total	116	12751.036			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$
$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ i=1,2,3,4 อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 197.869$$

และมีค่า p-value = 0.000 $< \alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ (ดังแสดงในตารางที่ 4.29) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ สำหรับ i=1,2,3,4}$$
$$H_1 : \beta_i \neq 0 \text{ สำหรับ i=1,2,3,4 อย่างน้อย 1 ค่า}$$

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.28 ตัวแปรอิสระทุกตัว มีค่า p-value < $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เมื่อมีตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ อยู่ในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแล้ว พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

ดังนั้น สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับ $\sqrt{Y_3}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = 7.118 + 0.673X_{Y_3(t-1)} + 0.001X_5 - 0.004X_2 + 0.022X_9$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่า $R^2 = 0.876$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ย้อนหลัง 1 เดือน ($X_{Y_3(t-1)}$) มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ (X_5) มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม (X_2) และมูลค่าการส่งออกสารสีและสีอื่นๆ (X_9) มีผลต่อตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ คิดเป็นร้อยละ 87.6 ที่เหลืออีกร้อยละ 12.4 เป็นผลจากตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบโดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_3 = \sqrt{Y_3} - \widehat{\sqrt{Y_3}}$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาค่า VIF จากตารางที่ 4.28 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของ $\sqrt{Y_3}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.051	117	0.200

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.30 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.051 และค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

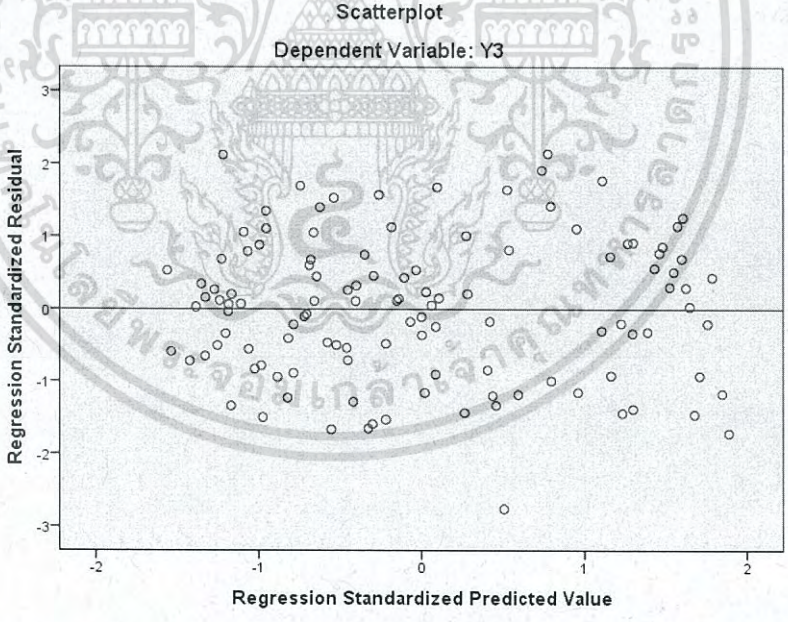
H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

สถิติทดสอบ $$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 2.245$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

(4) ตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ พิจารณาจากกราฟระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ



รูปที่ 4.14 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

จากรูปที่ 4.14 พบว่า ค่ากระจายอยู่รอบๆค่า 0 อย่างสุ่ม และเป็นแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.4 การเลือกตัวแปรโดยวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

ตารางที่ 4.31 ผลการเลือกตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปรเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีลดตัวแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

ตัวแปรอิสระ	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	p-value	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			VIF
Constant	-21.781	8.780		-2.481	0.015	
X_5	0.001	0.000	0.222	4.221	0.000	2.509
X_7	0.000	0.000	0.080	2.278	0.025	1.110
X_{11}	5.420	1.944	0.128	2.788	0.006	1.929
$X_{Y_3(t-1)}$	0.679	0.063	0.676	10.789	0.000	3.569

จากตารางที่ 4.31 จะได้ สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปรสำหรับ $\sqrt{Y_3}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = -21.781 + 0.001X_5 + 5.420X_{11} + 0.679X_{Y_3(t-1)}$$

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยทดสอบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกันในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามหรือไม่

ตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ $\sqrt{Y_3}$ จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร

SOV	df	SS	MS	F	p-value
Regression	4	11181.961	2795.490	199.541	0.000
Residual	112	1569.075	14.010		
Total	116	12751.036			

สมมติฐานคือ

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$

$H_1 : \beta_i \neq 0$ สำหรับ i=1,2,3,4 อย่างน้อย 1 ค่า

สถิติทดสอบคือ $$F = \frac{MSR}{MSE} = 199.541$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีค่า p-value = 0.000 มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ มีค่า β_i อย่างน้อย 1 ค่า ที่แตกต่างจากศูนย์ หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัว ที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ (แสดงในตารางที่ 4.32) จึงต้องทำการทดสอบต่อไปว่า ตัวแปรอิสระตัวใดที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ โดยทำการทดสอบดังนี้

สมมติฐานคือ

$H_0 : \beta_i = 0$ สำหรับ i=1,2,3,4

$H_1 : \beta_i \neq 0$ สำหรับ i=1,2,3,4 อย่างน้อย 1 ค่า

สถิติทดสอบคือ $$t = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

จากตารางที่ 4.31 ตัวแปรอิสระทุกตัว มีค่า p-value < $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลักนั่นคือ เมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยที่ตัวแปรอิสระตัวอื่นๆอยู่ในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแล้ว พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีส่วนในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

ดังนั้น สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = -21.781 + 0.001X_5 + 5.420X_{11} + 0.679X_{Y_3(t-1)}$$

มีค่า $R^2 = 0.877$ หมายความว่า มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ (X_5) อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อหยวน (X_{11}) และมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์นั่งย้อนหลัง 1 เดือน ($X_{Y_3(t-1)}$) มีผลต่อตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ คิดเป็นร้อยละ 87.7 ที่เหลืออีกร้อยละ 12.3 เป็นผลจากตัวแปรอิสระตัวอื่นๆ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย ทำการตรวจสอบโดยใช้ค่าเศษเหลือ $e_3 = \sqrt{Y_3} - \widehat{\sqrt{Y_3}}$

(1) ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยพิจารณาค่า VIF จากตารางที่ 4.31 พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีค่าไม่เกิน 10 แสดงว่าตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแต่ละตัวเป็นอิสระกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ ตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยวิธีของ Lilliefors

ตารางที่ 4.33 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$ ด้วยวิธีของ Lilliefors

	Lilliefors		
	Statistic	df	p-value
Unstandardized Residual	0.064	117	0.200

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 4.33 พบว่าค่าสถิติ D = max|F(x)-S(x)| = 0.064 และค่า p-value = 0.200 มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

(3) ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบ Durbin-Watson

สมมติฐาน

H_0 : ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

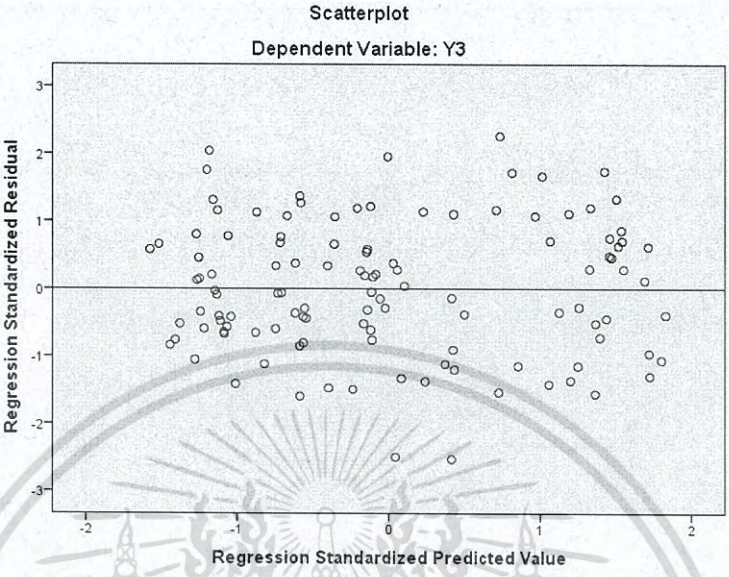
H_1 : ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน

สถิติทดสอบ $$d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} = 2.153$$

ซึ่งอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 2.5 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นอิสระกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ตรวจสอบค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ พิจารณาจากการวัดการกระจายของเศษเหลือ (Residual Plot) ระหว่างค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือ



รูปที่ 4.16 แผนภาพการกระจายของค่าคะแนนมาตรฐานของค่าพยากรณ์กับคะแนนมาตรฐานของค่าเศษเหลือของตัวแปรตาม $\sqrt{Y_3}$

จากรูปที่ 4.16 พบว่า ค่ากระจายอยู่รอบๆค่า 0 อย่างสุ่ม และเป็นแถบขนานไปกับแกนนอน แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

จากผลลัพธ์ข้างต้นจะได้สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนี้

- วิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = 7.118 + 0.673X_{Y_3(t-1)} + 0.001X_5 - 0.004X_2 + 0.022X_9$$

และมีค่า $R^2 = 0.876$

- วิธีการเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = -21.781 + 0.001X_5 + 5.420X_{11} + 0.679X_{Y_3(t-1)}$$

และมีค่า $R^2 = 0.877$

เนื่องจากสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ได้จากวิธีการเลือกตัวแปรอิสระทั้ง 2 วิธี มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ใกล้เคียงกันมากและตัวแปรอิสระที่ถูกเลือกเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีจำนวน 3 ตัวเท่ากัน แต่ตัวแปรอิสระที่เข้าในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมาใช้ก็แล้วแต่ผู้ที่สนใจว่าจะเลือกใช้สมการการถดถอยจากวิธีไหน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 การสรุปผล

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ต้องการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานผลิตอยู่ในประเทศไทย 3 ประเภท ได้แก่ มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง มูลค่าการส่งออกรถแวน และมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ โดยมีปัจจัยต่างๆที่คาดว่าจะมีผลต่อมูลค่าการส่งออกของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานผลิตอยู่ในประเทศไทย 14 ตัวแปร โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ กรมศุลกากร ธนาคารแห่งประเทศไทย การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีการเลือกตัวแปรโดยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และการเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) จะถูกใช้ในการหาสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยทั้ง 3 ประเภท

5.1.1 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ

ตัวแปรตาม Y_1 มีความแปรปรวนไม่คงที่ ตัวแปรตาม Y_2 และ Y_3 มีการแจกแจงไม่เป็นปกติ จึงแปลงตัวแปรตาม Y_i ด้วยวิธีของ Box-Cox ซึ่งได้ผลว่า ต้องแปลงตัวแปรตาม Y_i เป็น $\sqrt{Y_i}$ โดยที่ $i = 1,2,3$

ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$\sqrt{Y_i} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \varepsilon$$

โดยที่ i=1,2,3

ในการหาสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSD) ผลปรากฏว่า $\sqrt{Y_2}$ และ $\sqrt{Y_3}$ เกิดปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน (Autocorrelation) นั่นคือ ค่าสถิติ Durbin-Watson มีค่าน้อยกว่า 1.5 วิธีแก้ปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกัน (Autocorrelation) วิธีที่ง่ายและสะดวกในทางปฏิบัติ คือ การนำค่าย้อนหลังของ Y (one time lag ของ Y) มาเป็นตัวแปรอิสระในตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ดังนั้น ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คือ

$$\sqrt{Y_i} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \beta_{11} X_{11} + \beta_{12} X_{12} + \beta_{13} X_{13} + \beta_{14} X_{14} + \beta_{15} X_{Yi(t-1)} + \varepsilon$$

โดยที่ i = 2,3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตัวแปรอิสระ 14 ตัว มีบางตัวที่มีความสัมพันธ์กัน การเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้วยวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และการเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธีลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) จะได้สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์ 3 ประเภท และมีค่า R^2 ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปค่า R^2 ของแต่ละตัวแปรตาม Y_i โดยใช้วิธีการเลือกตัวแปรอิสระทั้ง 2 วิธี

ตัวแปรตาม (Y_i)	วิธีการเลือกตัวแปรอิสระ			
	วิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบมีขั้นตอน		วิธีเลือกตัวแปรอิสระโดยลดตัวแปร	
	R^2	ตัวแปรอิสระ X_i ที่เข้า	R^2	ตัวแปรอิสระ X_i ที่เข้า
มูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_1)	0.616	$X_{10}, X_3, X_8, X_5, X_4, X_{13}$	0.616	$X_3, X_4, X_5, X_8, X_{10}, X_{13}$
มูลค่าการส่งออกรถแวน (Y_2)	0.906	$X_{Y_2(t-1)}, X_8, X_1, X_2$	0.916	$X_1, X_2, X_5, X_6, X_8, X_{10}, X_{12}, X_{Y_2(t-1)}$
มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ (Y_3)	0.876	$X_{Y_3(t-1)}, X_5, X_2, X_9$	0.877	$X_5, X_7, X_{11}, X_{Y_3(t-1)}$

ตัวแปรตามมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_1) วิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) และวิธีเลือกตัวแปรอิสระโดยลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) ให้สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเดียวกัน

ตัวแปรตามมูลค่าการส่งรถแวน (Y_2) วิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) ให้ค่า $R^2 = 0.916$ สูงกว่าวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) แต่ว่าสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ได้จากวิธีเลือกตัวแปรอิสระโดยลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure) มีตัวแปรอิสระเข้ามาในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณถึง 8 ตัว แต่วิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) มีตัวแปรอิสระเข้ามาในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเพียงแค่ 4 ตัว ในขณะที่มีค่า R^2 น้อยกว่าเพียง 0.010 ดังนั้นจะเลือกสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจากวิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรตามมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ (Y_3) ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของวิธีการเลือกตัวแปรอิสระทั้ง 2 วิธีใกล้เคียงกันมากและจำนวนตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเท่ากันแต่ตัวแปรอิสระต่างกัน ดังนั้น การเลือกสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจึงขึ้นอยู่ความสะดวกของผู้ใช้

5.2 สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่นำไปใช้

5.2.1 สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_1) คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_1}} = 138.073 + 0.019X_3 - 0.024X_4 - 0.005X_5 - 0.008X_8 - 3.041X_{10} - 0.003X_{13}$$

หรือ

$$\widehat{Y_1^2} = (138.073 + 0.019X_3 - 0.024X_4 - 0.005X_5 - 0.008X_8 - 3.041X_{10} - 0.003X_{13})^2$$

โดยที่ X_3 คือ มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์พลาสติก
X_4 คือ มูลค่าการส่งออกหนังและผลิตภัณฑ์หนังอื่นๆ
X_5 คือ มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ
X_8 คือ มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ
X_{10} คือ อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อดอลลาร์สหรัฐ
X_{13} คือ ราคาน้ำมันเบนซิน

5.2.2 สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับมูลค่าการส่งออกรถแวน (Y_2) คือ

$$\widehat{\sqrt{Y_2}} = 26.085 + 0.486X_{Y_2(t-1)} - 0.026X_8 - 0.02X_1 - 0.017X_2$$

หรือ $$\widehat{Y_2^2} = (26.085 + 0.486X_{Y_2(t-1)} - 0.026X_8 - 0.02X_1 - 0.017X_2)^2$$

โดยที่ $X_{Y_2(t-1)}$ คือ มูลค่าการส่งออกรถแวนย้อนหลัง 1 เดือน
X_8 คือ มูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ
X_1 คือ มูลค่าการส่งออกชุดสายไฟรถยนต์
X_2 คือ มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 สมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณสำหรับมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ (Y_3) คือ

- วิธีเลือกตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure)

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = 7.118 + 0.673X_{Y_3(t-1)} + 0.001X_5 - 0.004X_2 + 0.022X_9$$

หรือ $$\widehat{Y_3^2} = (7.118 + 0.673X_{Y_3(t-1)} + 0.001X_5 - 0.004X_2 + 0.022X_9)^2$$

โดยที่ $X_{Y_3(t-1)}$ คือ มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ย้อนหลัง 1 เดือน

X_5 คือ มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ

X_2 คือ มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ใช้ในอุตสาหกรรม

X_9 คือ มูลค่าการส่งออกสารสีและสีอื่นๆ

- วิธีเลือกตัวแปรอิสระโดยลดตัวแปร (Backward Elimination Procedure)

$$\widehat{\sqrt{Y_3}} = -21.781 + 0.001X_5 + 5.420X_{11} + 0.679X_{Y_3(t-1)}$$

หรือ $$\widehat{Y_3^2} = (-21.781 + 0.001X_5 + 5.420X_{11} + 0.679X_{Y_3(t-1)})^2$$

โดยที่ X_5 คือ มูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ

X_{11} คือ อัตราการแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยต่อหยวน

$X_{Y_3(t-1)}$ คือ มูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ย้อนหลัง 1 เดือน

5.3 อภิปรายผล

จากการศึกษาปัญหาพิเศษเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีฐานการผลิตในประเทศไทย พบว่ามูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ (X_8) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_1) กับมูลค่าการส่งออกรถแวน (Y_2) ในทางลบเหมือนกัน และและมูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ (X_5) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกรถยนต์นั่ง (Y_1) กับมูลค่าการส่งออกรถจักรยานยนต์ (Y_3) ในทางบวกเหมือนกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ทิชากร เกสรแก้ว ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่ผลต่อการส่งออกในอุตสาหกรรมรถยนต์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าอุตสาหกรรมยานยนต์และส่วนประกอบเป็นปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมยานยนต์ ดังนั้น อุตสาหกรรมการส่งออกยานยนต์ที่มีฐานการผลิตในประเทศไทยก็จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรจะพิจารณามูลค่าการมูลค่าการส่งออกหม้อแบตเตอรี่และส่วนประกอบ (X_8) และมูลค่าการส่งออกยางยานพาหนะ (X_5)

5.4 ข้อเสนอแนะ

1.) ตัวแปรอิสระที่นำมาศึกษามีผลต่อตัวแปรตาม ให้ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (R^2) มากถึงร้อยละ 80 แต่ถ้าต้องการให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าสูงกว่านี้ก็ต้องทำการศึกษาตัวแปรอิสระเพิ่มเติม

2.) เนื่องจากมีเหตุการณ์ต่างๆเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เรานำข้อมูลของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมาศึกษา เช่น เหตุการณ์น้ำท่วม เหตุการณ์การเมือง ซึ่งมีผลต่อตัวแปรตาม Y คือทำให้ตัวแปรตาม Y มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ดังนั้น ในการเลือกตัวแปรตาม Y มาศึกษาก็ควรเลือกตัวแปรตาม Y ที่ไม่มีเหตุการณ์ต่างๆมาเกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2553. **สินค้ารถยนต์และชิ้นส่วน (พิกัด 87)**. [Online]. Available : http://www.dtn.go.th/files/59/carandpart.pdf

กรมตรวจสอบภาษีรถยนต์ สำนักงานสรรพสามิต. 2557. [Online]. Available : http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2557/E/034/4.PDF

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2557. **แผนยุทธศาสตร์กระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2559 – 2564.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2552. **การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัทธรรมสาร จำกัด

ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548. **การวิเคราะห์การถดถอย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิชากร เกษรบัว. 2555. "ปัจจัยที่มีผลต่อการส่งออกในอุตสาหกรรมรถยนต์และการพยากรณ์." ศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา. 4(8) : 53-66.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2557. **อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศย้อนหลัง.** [Online]. Available : http://www2.bot.or.th/statistics/ReportPage.aspx?reportID=123&language=th

พัชราภรณ์ เนียมมณีและวลัยลักษณ์ อัตรธีรวงศ์. 2557. "การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความเสี่ยงของโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมยานยนต์." โครงการวิจัย, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

พระราชบัญญัติ จราจรทางบก พ.ศ. 2522. [Online]. Available : http://www.thailaw.com/thailaw3_24.pdf สืบค้นวันที่ 9 มกราคม 2558

ภัคดิ์ ทองส้ม. 2556. **แบบจำลอง Macromodel ของ SMEs.** [Online]. Available : http://www.sme.go.th/SiteCollectionDocuments

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. **การวิเคราะห์การถดถอยพหุ.** [Online]. Available : http://pirun.ku.ac.th/~faasatp/734422/data/chapter10.pdf

ยุทธศาสตร์การพัฒนากำลังแรงงานในอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์. 2555. **โครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์.** [Online]. Available : http://home.dsd.go.th/SDP/filedownload/motor/5.pdf

วัชรี คำสังข์. 2555. **การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพทางการแข่งขันของอุตสาหกรรมรถยนต์ไทยภายใต้กรอบความร่วมมือทางเศรษฐกิจอาเซียน.** [Online]. Available : http://www.mlog.mut.ac.th/IS/2555/22.pdf

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2548. **อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์.** [Online]. Available : http://www.thaifta.com/thaifta/portals/0/file/Chapter%207%20-%20Automobile%20(4%20Nov%202005).doc.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร. 2557. **โครงสร้างการส่งออกสินค้าของไทย.** [Online]. Available : http://www2.ops3.moc.go.th/

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2558. **ธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์.** [Online]. Available : http://www.kasikornbank.com/SME/Documents/KSMEAnalysis/IndustrySolution_AutoAndParts_2015.pdf

สถาบันยานยนต์. 2555. **แผนแม่บทอุตสาหกรรมยานยนต์ ปี พ.ศ. 2555 – 2559.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ กระทรวงอุตสาหกรรม"

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2545. **รายงานการศึกษาเรื่องการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของไทย**. [Online]. Available : http://www.nesdb.go.th/

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2549. **ภาวะเศรษฐกิจรายไตรมาสและแนวโน้มเศรษฐกิจไทย**. [Online]. Available : http://www.nesdb.go.th/main.php?filename=index

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2557. **คลังข้อมูลอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์.** [Online]. Available : http://www.nstda.or.th/industry/autoparts-industry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2557. **เอกสารเผยแพร่อุตสาหกรรมน่ารู้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์.** กรุงเทพฯ : วงศ์สว่างพับลิชชิ่ง แอนด์ พริ้นติ้ง.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2557. **รายงานการศึกษาโครงสร้างการผลิตชิ้นส่วนของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันยานยนต์

อุมาพร จันทศร. 2552. **สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

อุตสาหกรรมยานยนต์ไทย. 2555. **สำมะโนธุรกิจอุตสาหกรรม พ.ศ. 2555 อุตสาหกรรมการผลิตทั่วราชอาณาจักร.** [Online]. Available : http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/census/files/2012_Automotive.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้