

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น  
ในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

นายเกียรติศักดิ์ เพ็ชรน้ำเขียว  
นางสาวกุสุมาพร ถนอมไชย  
นางสาวพัชรี วงศ์พงศาสิทธิ์  
นางสาวภารณี จันทรวงศ์

2/ค  
ก 768 2/  
2539

612528705

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาสถิติประยุกต์  
คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Various Factors Influencing Concentrations of Carbonmonoxide and  
Suspended Particulate Matter in Bangkok Atmosphere**

Mr. Kiattisak      Petnumkiao  
Miss Kusumaporn      Thanomchai  
Miss Patcharee      Wongpongsalee  
Miss Parinee      Chanthrakupt

**A Special Problem Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for  
the Degree of Bachelor of Science**

**Department of Applied Statistics**

**Faculty of Science**

**King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**

**1996**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าอนุมัติ

หัวข้อปัญหาพิเศษ ปัจฉิมบางประการที่มีอิทธิพลต่อกวีชาลร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น  
ในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

โดย นายเกียรติศักดิ์ เพ็ชรน้ำเขียว  
นางสาวกุสุมาพร ถนอมไชย  
นางสาวพัชรี วงศ์พงศาดี  
นางสาวภาวิณี จันทรวงศ์

ภาควิชา สถิติประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรารัตน์ เรืองรัตนเมธิ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อนุมัติให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต



(ผศ.วีรศักดิ์ สุรพัฒน์)

หัวหน้าภาควิชา

คณะกรรมการปัญหาพิเศษ



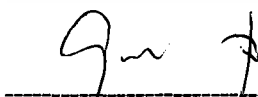
(ผศ.วรารัตน์ เรืองรัตนเมธิ)

ประธานกรรมการ



(อาจารย์ชานินทร์ ศรีสุวรรณภา)

กรรมการ



(อาจารย์สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และฝุ่นใน บรรยากาศของกรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	นายเกียรติศักดิ์ เพ็ชรน้ำเขียว นางสาวกุสุมาพร ถนอมไชย นางสาวพัชรี วงศ์พงศาณี นางสาวภาณีณี จันทรวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา ภาควิชา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรัตน์ เรืองรัตนเมธี สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา	2539

### บทคัดย่อ

ในการศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และฝุ่นในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ตรวจวัดระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีความรุนแรงกว่าบริเวณทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป รวมทั้งความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนยังมีความรุนแรงไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ แต่เมื่อเปรียบเทียบในช่วงปี พ.ศ. 2536-2538 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป รวมทั้งความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละปีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังปรากฏว่า ความเข้มข้นดังกล่าวในวันทำงานมีความรุนแรงมากกว่าวันหยุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีค่าสูงสุดในฤดูหนาวเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 ฤดูกาลในการวิเคราะห์หาสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และฝุ่นพบว่า มีเพียงสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรเท่านั้นที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสมการถดถอยเชิงซ้อนซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ คือ ปริมาณน้ำฝน ( $X_1$ ) ความเร็วลม ( $X_2$ ) ความชื้นสัมพัทธ์ ( $X_3$ ) และอุณหภูมิ ( $X_4$ ) โดยมี  $\bar{R}^2 = 29.55\%$

$$\log \hat{Y} = 1.4567 + 0.0863 \log X_1 - 0.3607 \log X_2 - 0.3844 \log X_3 - 0.2008 \log X_4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title      Various Factors Influencing Concentrations of  
Carbonmonoxide and Suspended Particulate Matter in  
Bangkok Atmosphere.

Name                              Mr. Kiattisak              Petnumkio  
   Miss Kusumaporn      Thanomchai  
   Miss Patcharee              Wongpongsalee  
   Miss Parinee              Chanthrakupt

Special Project Advisor      Assistant Professor Vararat      Ruangrattanameteer

Department                      Applied Statistics

Academic Year                  1996

### ABSTRACT

This project intends the Concentration of Carbonmonoxide and Particulate Matter in Bangkok. The data were gotten from Pollution Control Department, Ministry of Science Technology and Environment in period of 1993-1995.

From analyzing data, the Concentration of Carbonmonoxide on the Road-side area is stronger than the Ambient-air area, with highly significant. Also the Concentration of Carbonmonoxide on the Road-side and Ambient-air area including Suspended Particulate Matter (PM10) are stronger than the Ambient-air Standard of Thailand, and increase with highly significant when compared each year in period of 1993-1995. Furthermore the Concentration in a week-day is stronger than a weekend with highly significant and has the highest value in winter season, comparing among 3 seasons.

From testing the regression equation's, we find that just only the regression for forecasting the Concentration of Carbonmonoxide on the road-side area which confirms Multiple regression's Assumption. Factors that have influence to the concentration of Carbonmonoxide are Rainfall, Wind Speed, Relative Humidity and Temperature which is  $\bar{R}^2 = 29.55\%$  follows,

$$\log \hat{Y} = 1.4567 + 0.0863 \log X_1 - 0.3607 \log X_2 - 0.3844 \log X_3 - 0.2008 \log X_4$$

## กิติกรรมประกาศ

การศึกษาเรื่องปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร คณะผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรารัตน์ เรืองรัตนเมธีซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ควบคุมและให้คำแนะนำในการทำปัญหาพิเศษนี้ให้สำเร็จด้วยดี

ขอขอบพระคุณ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมที่ได้ให้ข้อมูลและให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบพระคุณทุกท่านซึ่งไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ที่ได้ให้ความร่วมมือ และให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี



นายเกียรติศักดิ์	เพ็ชรน้ำเขียว
นางสาวกุสุมาพร	ถนอมไชย
นางสาวพัชรี	วงศ์พงศาสิทธิ์
นางสาวภาวิณี	จันทร์คุปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ก
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ภูมิหลังและความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 สมมติฐานในการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา	4
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 มลพิษทางอากาศ	6
2.2 วิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	7
2.3 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน</b>	
3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล	14
3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน	15
3.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร	17
3.4 การสร้างสมการถดถอยเชิงซ้อน	18
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไป	24
4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจรระหว่าง ปี พ.ศ. 2536 - 2538	26
4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุด	27
4.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจรระหว่าง 3 ฤดูกาล	28
4.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไปกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ	31
4.7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไประหว่าง ปี พ.ศ. 2536 - 2538	31
4.8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุด	33
4.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไประหว่าง 3 ฤดูกาล	34
4.10 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ	36
4.11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2536 - 2538	37
4.12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในวันทำงานกับวันหยุด	38
4.13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ระหว่าง 3 ฤดูกาล	39
4.14 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน	41
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์</b>	<b>50</b>
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์	50
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	52
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์การแจกแจงปกติและความแปรปรวน	53
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน	65

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS/PC <sup>+</sup> (ตัวอย่างประเภทก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทาง- จราจร)	72
ภาคผนวก ง กราฟแสดงผลการทดสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน	87
ภาคผนวก จ กราฟแสดงการทดสอบปัญหา Heteroscedasticity	91
บรรณานุกรม	95



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

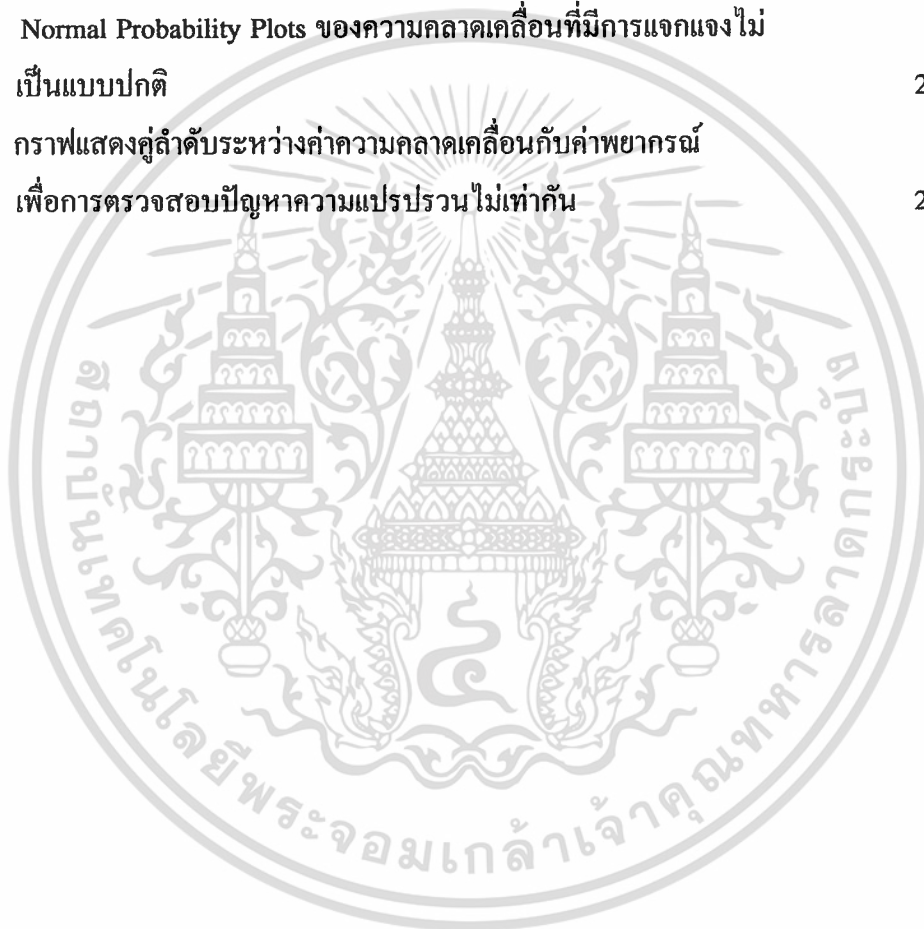
ตาราง	หน้า
4.1 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้น- ทางจราจรกับบริเวณทั่วไป ปี พ.ศ. 2536-2538	24
4.2 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้น- ทางจราจรกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ ปี พ.ศ. 2536 - 2538	25
4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ- หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจร ปี พ.ศ. 2536 - 2538	26
4.4 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้น- ทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุด ปี พ.ศ. 2536 - 2538	27
4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ- หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาลใน ปี พ.ศ. 2536	29
4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ- หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาลใน ปี พ.ศ.2537	29
4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ- หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาลใน ปี พ.ศ.2538	29
4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่	30
4.9 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปกับเกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพอากาศ ปี พ.ศ. 2536 - 2538	31
4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ- หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไป ปี พ.ศ. 2536 - 2538	32

- 4.11 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของ  
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุด ปี  
พ.ศ. 2536 - 2538 32
- 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ-  
หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์  
บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาลใน ปี พ.ศ. 2536 34
- 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ-  
หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์  
บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาลใน ปี พ.ศ. 2537 34
- 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ-  
หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์  
บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาลใน ปี พ.ศ. 2538 35
- 4.15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ 35
- 4.16 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร  
ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับเกณฑ์มาตรฐาน  
คุณภาพอากาศ ปี พ.ศ. 2536 - 2538 36
- 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระ-  
หว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10  
ไมครอน ปี พ.ศ. 2536 - 2538 37
- 4.18 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้น  
ของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานกับวันหยุด ปี  
พ.ศ. 2536 - 2538 39
- 4.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย  
ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล  
ใน ปี พ.ศ. 2536 40
- 4.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย  
ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล  
ใน ปี พ.ศ. 2537 40
- 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย  
ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล  
ใน ปี พ.ศ. 2538 40

4.22 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่	41
4.23 ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนที่ปรับแล้วและผลการทดสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยเชิงซ้อน	42
4.24 ผลการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตาม ในขณะที่ตัวแปรอิสระอื่นๆ คงที่ ของการถดถอยเชิงซ้อน	42
4.25 ผลการทดสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ	44
4.26 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์	44
4.27 ผลการทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่	45
4.28 ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนที่ปรับแล้วและผลการทดสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยเชิงซ้อน ของข้อมูลที่ปรับแล้ว	46
4.29 ผลการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตาม ในขณะที่ตัวแปรอิสระอื่นๆ คงที่ ของการถดถอยเชิงซ้อน ของข้อมูลที่ปรับแล้ว	46
4.30 ผลการทดสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ	47
4.31 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์	48
4.32 ผลการทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่	48

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1 (a)	Regression Histogram ของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงแบบปกติ	21
(b)	Regression Histogram ของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงไม่เป็นปกติ	21
3.2 (a)	Normal Probability Plots ของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ	22
(b)	Normal Probability Plots ของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติ	22
3.3	กราฟแสดงคู่ลำดับระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าพยากรณ์ เพื่อการตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนไม่เท่ากัน	23



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ภูมิหลังและความเป็นมาของปัญหา

แหล่งที่มาของสารมลพิษในอากาศที่สำคัญ คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ของยานพาหนะ คาร์บอนไดออกไซด์จากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในเมืองใหญ่ ๆ ทุกแห่งทั่วโลก ในประเทศอังกฤษโดยเฉพาะอย่างยิ่งตามเมืองอุตสาหกรรม ประชาชนป่วยด้วยโรคหืดเพราะอากาศเป็นพิษเพิ่มขึ้นทุกปี เมื่อปี พ.ศ. 2497 เกิดหมอกควันเป็นพิษปกคลุมไปทั่วกรุงลอนดอนถึง 4 วันเต็มๆ ทำให้มีคนตายถึง 40,000 คน นอกจากนั้นแล้วยังมีคนที่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ตลอดจนโรคภัยอื่น ๆ ที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่กรุงนิวยอร์กก็ปรากฏว่า อัตราการตายด้วยโรคที่เกิดจากคนหายใจเอาอากาศเป็นพิษเข้าสู่ปอดมากขึ้นไปเพิ่มขึ้นมาหลาย อัตราการตายด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจก็เพิ่มมากขึ้น (ดร.อู๋แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์, 2531:77) และที่เมืองลอสแอนเจลิส มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ในบริเวณที่ลุ่มแอมาเขต 1,600 ตารางไมล์มีสภาพอากาศสงบนิ่งและอากาศเสียถูกพัดพากระจายไปได้ยากมาก จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 6 ล้านกว่าคน ในปี พ.ศ. 2501 อุตสาหกรรมและกิจกรรมอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วน เป็นเหตุทำให้เกิดอากาศเสียอย่างรุนแรง ผู้คนตาเจ็บ พืชผักเสียหาย บรรยากาศมีมืดมัวกว่าเดิม และปริมาณออกซิเดนต์ (Oxidants) เพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ. 2509 ได้มีการพิสูจน์ว่า สาเหตุเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจนไดออกไซด์ในแสงแดด คุณภาพอากาศในลอสแอนเจลิสดีขึ้นหลังจากที่ได้มีการควบคุมไอเสียจากรถยนต์ (วงศ์พันธ์ และคณะ, 2538:10)

ปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาภาวะมลพิษทางอากาศในเขตชุมชนที่มีประชากร อาคารสถานที่ และการจราจรหนาแน่นตามเมืองใหญ่ ๆ เช่น กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ (ดร.อู๋แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์, 2531:77) สาเหตุเนื่องจากยานพาหนะที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเมื่อเปรียบเทียบจำนวนยานพาหนะที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครมีถึงประมาณ 1 ใน 4 ของจำนวนยานพาหนะทั่วประเทศ และมีจำนวนรถจักรยานยนต์ที่จดทะเบียนคิดเป็นร้อยละ 42 ของจำนวนยานพาหนะทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร (The Green ฉบับที่ 21 ปีที่ 2, 2539:64) ยานพาหนะเหล่านี้จะปล่อยก๊าซพิษออกมาหลายทางซึ่งส่วนใหญ่ออกมาทางท่อไอเสีย ก๊าซที่ปล่อยออกมาจากยานพาหนะประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ไนโตรเจนออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แอลดีไฮด์ เบนซีนไดรีน และตะกั่ว ปริมาณก๊าซทั้งหมดที่ปล่อยออกมาจากพาหนะแต่ละคันนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น น้ำหนักรถ ปริมาณกระบอกสูบ วิธีการขับ สภาพดินฟ้าอากาศ สภาพของถนน เป็นต้น และที่สำคัญที่สุดคือ ชนิด สภาพของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยนต์และการดูแลรักษาสภาพของเครื่องยนต์ ปริมาณก๊าซแต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับ การปรับตั้งอัตรา ส่วนของน้ำมันต่ออากาศ (ดร.อุแก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์, 2531:77) รายงานการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมพบว่า สารมลพิษในบรรยากาศของกรุงเทพมหานครมีแนวโน้มที่จะสูงมากขึ้น โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น ซึ่งมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากยานพาหนะ (สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย, 2538:223-224)

จากการตรวจสอบของกองอนามัยสิ่งแวดล้อมร่วมกับเจ้าหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เจ้าหน้าที่กระทรวงสาธารณสุขและผู้เชี่ยวชาญชาวเยอรมันพบว่าก๊าซพิษที่พบส่วนมาก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่มีพิษมาก เพราะจะไปจับตัวกับเม็ดเลือดแดงทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถรับออกซิเจนได้ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจึงขาดออกซิเจน นอกจากนั้นยังมีผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้ความจำเสื่อมและความรู้สึกเฉื่อยชา (ดร.อุแก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์, 2531:77-78,80) ฝุ่นละออง เหม่า และควันดำ มีระดับสูงขึ้นและสูงกว่ามาตรฐานในหลายบริเวณ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากฝุ่นปลิวฟุ้งจากพื้นถนนและรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล และระดับฝุ่นในอากาศแสดงแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีเฉลี่ย 2-3 % ต่อปี โดยเพิ่มขึ้นปีละ 2% ในบริเวณย่านที่พักอาศัย และเพิ่มขึ้นปริมาณ 3 % ในบริเวณย่านอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยความช่วยเหลือของประเทศญี่ปุ่น ได้รับรายงานองค์ประกอบและที่มาของฝุ่นจากบริเวณบางนาด้วยวิธีการ Chemical Mass balance ว่า รถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลและรถจักรยานยนต์เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญ ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ทำให้เกิดผลต่อการระคายเคืองของตา ทางเดินหายใจส่วนต้น ปัญหาของฝุ่นละอองต่อระบบทางเดินหายใจจะแตกต่างกันไปตามชนิดของฝุ่นละอองและสารที่ติดตามในหลายลักษณะ เป็นผลให้เกิดโรคทางเดินหายใจต่าง ๆ เช่น หลอดลมอักเสบ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง และโอกาสเกิดโรคทางเดินหายใจจากการติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ (นิตยา และคณะ, 2533:2,32,35)

มลพิษของกรุงเทพมหานครนับวันยิ่งทวีความรุนแรงขึ้น และความรุนแรงนี้อยู่ในขั้นวิกฤต สาเหตุเนื่องจากจำนวนยานพาหนะและสิ่งก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการจราจรติดขัดทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นฟุ้งกระจายไปทั่ว นอกจากนี้ความเร็วลมก็มีผลต่อการพัดพาของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร เพื่อนำความรู้มาประกอบการวางมาตรการป้องกัน ควบคุม แก้ไข หรือลดสารมลพิษดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไป
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ
3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นระหว่างปี วันทำงานกับวันหยุด และช่วงฤดูกาล
4. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น
5. วิเคราะห์หาสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น

## 1.3 สมมติฐานในการวิจัย

1. ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในบริเวณริมเส้นทางจราจรมีความรุนแรงกว่าบริเวณทั่วไป
2. ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไปมีความรุนแรงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ
3. ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในแต่ละปีมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น
4. ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในวันทำงานมีความรุนแรงกว่าวันหยุด
5. ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในแต่ละฤดูกาลมีความรุนแรงแตกต่างกัน
6. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น โดยพิจารณาเป็นรายวัน ได้แก่
  - ปริมาณน้ำฝนต่อวัน
  - ความเร็วลมต่อวัน
  - ความชื้นสัมพัทธ์ต่อวัน
  - อุณหภูมิต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่กล่าวไว้ข้างต้น สามารถกำหนดขอบเขตการศึกษาได้เป็น 2 ประการ คือ

1. ศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษที่ตรวจวัดระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538
2. ศึกษาปัจจัยด้านภูมิศาสตร์ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลมต่อวัน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ

## 1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

“สิ่งแวดล้อม” หมายความว่า สิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและเป็นที่มนุษย์ทำขึ้นได้

“มลพิษ” หมายความว่า ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่นๆ รวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ และให้ความหมายรวมถึง รังสี ความร้อน แสงเสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือน หรือเหตุรำคาญอื่นๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

“ภาวะมลพิษ” หมายความว่า สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษซึ่งทำให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ เป็นต้น

“แหล่งกำเนิดมลพิษ” หมายความว่า ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร สิ่งก่อสร้าง ยานพาหนะ สถานที่ประกอบกิจการใดๆ หรือสิ่งอื่นใด ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของมลพิษ

“อากาศเสีย (Air Pollution)” หมายความว่า ของเสียที่มีอยู่ในสภาพไอเสีย กลิ่นควัน ก๊าซ เขม่า ฝุ่นละออง เถ้าถ่าน หรือมลสารอื่นที่มีสภาพละเอียดบางเบาจนสามารถรวมตัวอยู่ในบรรยากาศได้

“ฝุ่นละออง (Particulate Matter)” หมายความว่า สารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบอาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรามีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอนซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุลที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอนไปจนถึงฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอนซึ่งเป็นฝุ่นทรายขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป

“ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Suspended Particulate Matter : SPM หรือ PM10)” หมายความว่า ฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 10 ไมครอนบริเวณริมเส้นทางจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“ฤดูกาล (Season)” หมายความว่า ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ของปีด้วยการแบ่งปีออกเป็นช่วงต่าง ๆ โดยยึดถือหลักทางด้านดาราศาสตร์หรือภูมิศาสตร์แต่ละ บริเวณประเทศที่อยู่ในเขตร้อนมักจะยึดเอาฝนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อน หากพิจารณาโดยยึดถือเอาภาคกลางของประเทศเป็นหลักแล้วจะแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม

“ปริมาณน้ำฝน (Rainfall)” หมายความว่า ปริมาณของฝนที่ตกจากบรรยากาศลงสู่พื้นดินและสามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดฝน สำหรับประเทศไทยการรายงานฝนประจำวันเป็นการรายงานจำนวนน้ำฝนในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ฝนวัดจำนวนไม่ได้ (Trace) มีปริมาณน้ำฝนไม่ถึง 0.1 มม.

ฝนเล็กน้อย (Slight Rain) มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 0.1 มม. ถึง 10.0 มม.

ฝนพอประมาณ (Moderate Rain) มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 10.1 มม. ถึง 35.0 มม.

ฝนหนัก (Heavy Rain) มีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 35.1 มม. ถึง 90.0 มม.

ฝนหนักมาก (Very Heavy Rain) มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 90.1 มม.

“ความเร็วลม (Wind Speed)” หมายความว่า อัตราส่วนของระยะทางต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่มวลของอากาศเคลื่อนที่ไป

“ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)” หมายความว่า อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำในอากาศเทียบกับน้ำหนักของไอน้ำที่ควรได้เต็มที่ในขณะนั้นในปริมาณที่เท่ากันและอุณหภูมิเดียวกัน ความชื้นโดยทั่วไปจะกำหนดค่าเป็นร้อยละ

“อุณหภูมิ (Temperature)” หมายความว่า อุณหภูมิที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งติดตั้งอยู่ในที่ ๆ มีอากาศถ่ายเทตามธรรมชาติ และอยู่ในบริเวณที่ปิดกั้นไม่ให้รังสีจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้าไปได้ ซึ่งมักบอกเป็นองศาเซลเซียสหรือองศาฟาเรนไฮต์ บนพื้นผิวโลกอุณหภูมิอากาศจะค่อย ๆ ลดลงจากบริเวณเส้นศูนย์สูตรไปยังขั้วโลกทั้งสอง

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร
2. สามารถนำผลการทดลองไปประมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในอนาคตได้
3. สามารถนำสถิติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมมลพิษทางอากาศให้เกิดประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 มลพิษทางอากาศ (Air Pollution)

มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะของอากาศซึ่งมีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลาที่นานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และวัสดุต่าง ๆ สารที่กล่าวถึงนี้อาจเป็นธาตุหรือสารประกอบซึ่งเกิดเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ อาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยคของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้

ประเภทของสารมลพิษ จำแนกตามสถานะของสารมลพิษได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. ก๊าซ (Gas) ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์, ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และโอโซน เป็นต้น

2. อนุภาคมวลสาร (Particulates) คือ สารทั้งในสภาพของแข็งและของเหลวที่เกาะรวมกันอยู่และมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ประมาณ 0.002 ไมครอน แต่ไม่เกิน 500 ไมครอน ซึ่งได้แก่ ฝุ่นละออง ไฮโดรคาร์บอน ซัลเฟต โลหะต่าง ๆ เป็นต้น

**ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)** ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง เช่น รถยนต์ เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและรส เกิดจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอน เบากว่าอากาศเพียงเล็กน้อยและละลายน้ำได้บ้าง ก๊าซนี้ดูดซึมรังสีอัลตราไวโอเล็ตในบรรยากาศโดยมีจุดศูนย์กลางการดูดซึมที่มีความยาวคลื่น 4.67 ไมครอน จึงนำคุณสมบัติข้อนี้มาใช้ในการตรวจวัด ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซเฉื่อยในสภาพอุณหภูมิและความกดดันอากาศปกติ (25 องศาเซลเซียส, ความดัน 1 บรรยากาศ) แต่ไวต่อปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง และเป็นตัวลดออกซิเจนได้อย่างดี

ผลกระทบจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซนี้ทำให้ร่างกายได้รับก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ หัวใจต้องสูบฉีดเลือดมากขึ้นจึงเกิดอาการมึนงง ตาพร่ามัว คลื่นไส้ อ่อนเพลีย เป็นลมหมดสติ และอาจตายได้ถ้าร่างกายขาดออกซิเจน เพราะก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์รวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจนถึง 200 - 250 เท่า ทำให้ลดความสามารถของเลือดในการนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ลดลง นอกจากนี้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ยังก่อให้เกิดโรคทางเดินหายใจเรื้อรังได้ (วงศ์พันธ์ และคณะ, 2538:15,16,18)

**ฝุ่นละออง (Particulate Matter)** ในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง คือ

1. ฝุ่นละอองปฐมภูมิ (Primary Particle) เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่

บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ฝุ่นละอองทุติยภูมิ (Secondary Particle) เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวกับก๊าซ การรวมตัวของฝุ่นของปฐมภูมิด้วยกัน การรวมตัวกับของเหลว เป็นต้น ซึ่งฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะการรวมตัวของฝุ่นละออง เช่น กวีน (smoke) ฟูม (Fume) หมอกน้ำค้าง (mist) เป็นต้น

แหล่งที่มาที่สำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ

1. ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ(Natural Particle) ได้แก่ ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า และฝุ่นเกลือจากทะเล เป็นต้น

2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้นเอง (Man-made Particle) ได้แก่ ฝุ่นจากการก่อสร้าง ฝุ่นจากการประกอบอุตสาหกรรม ฝุ่นทรายที่หล่นจากรถบรรทุกขนส่ง เป็นต้น ผลกระทบจากฝุ่นละออง

1. ต่อบรรยากาศทั่วไป ฝุ่นละอองจะไปลดความสามารถในการมองเห็น(Visibility)  
2. ต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถทำอันตรายต่อวัตถุ และ สิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกกร่อนของโลหะ ความสกปรกและเกาะของวัตถุ เป็นต้น

3. ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจะสามารถผ่านเข้าไปถึงทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจ โรคปอด ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และมีโอกาสเกิดโรคของระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2538:ก-1-ก-3)

## 2.2 วิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

2.2.1 การวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป เก็บจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรที่ตรวจวัดอย่างต่อเนื่องตลอดปี ตั้งอยู่ในย่านชุมชนที่เป็นที่อยู่อาศัยและย่านธุรกิจการค้าซึ่งห่างจากบริเวณสายหลักประมาณ 50 เมตร ในปัจจุบันบริเวณกรุงเทพมหานครมีอยู่รวม 4 สถานีคือ สำนักงานนโยบายและวางแผนสิ่งแวดล้อม สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จ สถานเสาวภา และไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ

2.2.2 การวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร เก็บจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงต่อเนื่องอัตโนมัติที่ตั้งห่างจากริมถนนประมาณ 10 เมตร ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งมายังกรมควบคุมมลพิษ โดยผ่านทางสายโทรศัพท์และจอ

แสดงผล ในปัจจุบันมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศประเภทนี้รวม 4 สถานี คือ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ กรมการขนส่งทางบก และวงเวียนโอเดียน (กรมควบคุมมลพิษ, 2537:9,10)

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คือ เครื่อง NDIR (NON-DISPERSIVE INFRARED ANALYZER) โดยอาศัยหลักการที่ว่า รังสีอินฟราเรด (Infrared) จะถูกดูดกลืนโดยสารต่างชนิดกันได้ไม่เท่ากัน สารต่างชนิดกันจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นต่างกัน เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่น 4.5 ถึง 5 ไมครอน

ลักษณะของเครื่อง NDIR ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรดซึ่งมีลักษณะเหมือนกันสองอัน แหล่งกำเนิดรังสีนี้จะฉายรังสีอินฟราเรดผ่านหลอดซึ่งบรรจุก๊าซไว้ โดยแหล่งกำเนิดแต่ละอันจะฉายรังสีอินฟราเรดผ่านหลอดแต่ละหลอดแยกกัน โดยเด็ดขาด หลอดแรกบรรจุก๊าซเฉื่อยไว้ซึ่งก๊าซเฉื่อยนี้จะไม่ดูดกลืนรังสีอินฟราเรด โดยเรียกหลอดนี้ว่าหลอดอ้างอิง (Reference Cell) ส่วนหลอดอีกหลอดหนึ่งซึ่งแสงอินฟราเรดฉายผ่านนั้นจะปล่อยให้ก๊าซไอเสียที่ต้องการวิเคราะห์ไหลผ่าน ก๊าซไอเสียที่จะถูกวิเคราะห์นั้นเรียกว่า ก๊าซตัวอย่าง ดังนั้นหลอดนี้จึงถูกเรียกว่าหลอดตัวอย่าง (Sample Cell) หลังจากที่รังสีอินฟราเรดได้ฉายผ่านหลอดทั้งสองแล้ว รังสีที่ผ่านออกไปจะถูกตรวจจับ (Detector) ซึ่งได้ติดตั้งไว้ที่ปากทางออกของหลอดทั้งสอง ที่ตัวตรวจจับนี้ภายในจะเป็นห้อง (Chamber) ส่วนที่รับแสงอินฟราเรดจากหลอดอ้างอิงจะเรียกว่าห้องอ้างอิง (Reference Chamber) และส่วนที่รับแสงอินฟราเรดจากหลอดตัวอย่างเรียกว่าห้องตัวอย่าง (Sample Chamber) ห้องสองห้องนี้มีลักษณะเหมือนกันทุกอย่างและถูกแยกออกจากกันด้วยแผ่นบาง ๆ ซึ่งยึดหยุ่นได้ แผ่นบางนี้เรียกว่าแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) ที่ห้องอ้างอิงและห้องตัวอย่างจะถูกบรรจุไว้ด้วยก๊าซซึ่งสามารถจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดได้ เมื่อรังสีอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดฉายผ่านหลอดทั้งสองซึ่งได้บรรจุก๊าซไว้เรียบร้อยแล้ว แสงอินฟราเรดที่ออกจากหลอดทั้งสองจะมีปริมาณไม่เท่ากัน ถ้าในหลอดตัวอย่างมีสารที่ต้องการวัดความเข้มข้นอยู่เนื่องจากสารตัวอย่างจะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดไปปริมาณมากขึ้นอยู่กับปริมาณของสารนั้น ดังนั้น แสงอินฟราเรดที่ออกจากหลอดอ้างอิงจึงมีปริมาณมากกว่าแสงอินฟราเรดที่ออกมาจากห้องตัวอย่าง จึงทำให้อุณหภูมิห้องตัวอย่างต่ำกว่าอุณหภูมิในห้องอ้างอิง ความดันในห้องอ้างอิงจึงสูงกว่าความดันในห้องตัวอย่างด้วย และที่แผ่นไดอะแฟรมได้ติดตั้งปั๊มโลหะไว้ด้วย แต่ปั๊มโลหะนี้จะอยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ แต่แผ่นไดอะแฟรมจะยืดออกตามความดันแตกต่างกันที่เกิดขึ้นจึงทำให้เกิดระยะแตกต่างขึ้นระหว่างแผ่นไดอะแฟรมกับปั๊มโลหะ ระยะห่างที่แตกต่างกันเมื่อความดันที่แต่ละระดับความดันนี้จะให้ค่า ความจุทางไฟฟ้า (Capacitance) ต่างกันด้วย และจากค่าคาปาซิแตนซ์หรือค่าความจุที่ได้นี้เราสามารถให้แทนค่าความเข้มข้นของสารตัวที่ต้องการวัดได้ แต่ในการ

ทำงานจริง ๆ นั้นจะต้องทำให้ค่าความจุที่ปรากฏออกมานี้เป็นสัญญาณแบบสลับ (Alternating) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Signal) เสียก่อน เพื่อจะนำไปเข้าเครื่องขยายสัญญาณได้ การจะทำให้สัญญาณกลายเป็นสัญญาณสลับก็สามารถทำได้โดยติดตั้งไบพัดเพื่อเอาไว้ตัดลำแสงอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดทั้งสองอันไม่ให้ฉายเข้าไปในหลอดทั้งสอง ออณหภูมิและความดันในห้องของตัวตรวจจับก็จะลดลงสู่สภาวะเหมือนไม่มีสารอะไรในหลอดทั้งสอง ค่าความจจะแสดงตามนั้น แล้วไบพัดก็จะหมุนปล่อยให้ลำแสงอินฟราเรดฉายตามปกติอีกสัญญาณความจก็จะเพิ่มขึ้น ไบพัดก็จะต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้หมุนอยู่เช่นนี้ตลอดการวัดสัญญาณความจที่ได้จึงได้ออกมาเป็นสัญญาณสลับ(พัลพร แสงบาง-ปลา, 2537:155-157)

**2.2.3 การตรวจวัดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน** เก็บจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงต่อเนื่องอัตโนมัติที่ตั้งห่างจากถนนประมาณ 10 เมตร ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งมายังกรมควบคุมมลพิษโดยผ่านทางสายโทรศัพท์และจอแสดงผล ในปัจจุบันมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศประเภทนี้รวม 4 สถานี คือ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ กรมการขนส่งทางบก และวงเวียนโอเดียน(กรมควบคุมมลพิษ, 2537:9-10)

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คือ เครื่อง Beta Ray Attenuation อากาศที่เป็นหน่วยตัวอย่างที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยอัตราเร็วคงที่ ฝุ่นละอองในอากาศจะถูกแยกด้วย Filter Strip การวัดฝุ่นทำโดยอาศัยหลักกัมมันตรังสีของการดูดซึมรังสีเบต้า (Radiometric Principle of Beta Ray Absorption) แหล่งกำเนิดรังสีเบต้าจะส่งรังสีเบต้าทะลุผ่านฝุ่นละอองที่แยกไว้ใน Filter Strip ความเบาบางของกระแสรังสี (Attenuation of radiation beam) จะถูกวัดด้วยห้องช่วยเปลี่ยนไอออน(Aid of Ionization Chamber) แล้วรวมกันเป็นการวัดมวลทั้งหมดที่รังสีทะลุผ่าน เพื่อให้ค่าที่แน่นอนจำเป็นต้องใช้การวัดระดับสูงซึ่งแตกต่างจากกระบวนการวัดที่ใช้ การวัดค่ามวลของฝุ่นถูกขยายสัญญาณและส่งผ่านเครื่องแปลงสัญญาณแบบอะนาล็อก / ดิจิตอลไปยังหน่วยประมวลผล (Processor Unit) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในรูปของ  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  คือการคำนวณจากเวลาซึ่งสัมพันธ์กับมวลฝุ่นละออง ( $\mu\text{g}$ ) (FH 62 I-N PM10 Beta Attenuation Monitor:3-1,3-2)

## 2.3 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพชรพรหม คณาธรรมา และสิทธิชัย ลิขิตพัฒนไพบูลย์ (2520) ร่วมกันวิจัยเรื่อง การศึกษาตัวการที่ทำให้อากาศเป็นพิษในเมืองใหญ่ โดยสำรวจมลสารในอากาศของกรุงเทพฯ สมุทรปราการ และธนบุรี ในระหว่างเดือนธันวาคม 2518 ถึงเดือนพฤษภาคม 2522 ตัวอย่าง อากาศได้เก็บจากสถานที่ต่าง ๆ ตามถนนสายสำคัญหลายสาย เช่น สถาบันการศึกษา แหล่งการค้า แหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งที่พักอาศัย ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แหล่งกำเนิดมลสารในอากาศที่สำคัญในแหล่งธุรกิจคือ การจราจร ซึ่งทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ในตริกออกไซด์ เบนซินกับพวก และแกสโซลีนกับพวกไฮโดรคาร์บอนขนาดมวลโมเลกุลต่ำ มีค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงเวลากลางวันสูงสุดเป็น 8.5 พี.พี.เอ็ม., 1.9 พี.พี.เอ็ม. และ 15.4 พี.พี.เอ็ม. ตามลำดับ แหล่งกำเนิดมลสารในอากาศในแหล่งอุตสาหกรรม คือ ชนิดและขบวนการอุตสาหกรรม และการเผาไหม้ของขยะ ซึ่งทำให้เกิดค่าเฉลี่ยของมลสารในอากาศในช่วงเวลากลางวันสูงสุด คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ 428 พี.พี.เอ็ม. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.04 พี.พี.เอ็ม. แคลเมียม 8.2 ไมโครกรัม/ลบ.ม. แมงกานีส 2.3 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ทองแดง 16.0 ไมโครกรัม/ลบ.ม. เหล็ก 38.9 ไมโครกรัม/ลบ.ม. นิกเกิล 2.1 ไมโครกรัม/ลบ.ม. และตะกั่ว 53.3 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ในสถาบันการศึกษามลสารในอากาศเกิดจากการจราจรและกิจกรรมประกอบการศึกษาและความเข้มข้นโดยเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันของมลสารเหล่านี้มีค่าต่ำ นอกจากนี้ความเข้มข้นของมลสารในอากาศโดยเฉลี่ยในช่วงเวลากลางวันในแหล่งที่พักอาศัยก็มีค่าต่ำด้วย และได้พบมลสารในอากาศไม่มากนัก

**เพริศพรรณ คณาธารณา ณัฐสุดา เรืองรุจิระ และอุษา บำรุงพีช (2521)** ร่วมทำวิจัยเรื่องการวิเคราะห์มลสารในอากาศในกรุงเทพมหานคร การตรวจสอบมลสารชนิดต่าง ๆ ในอากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ แคลเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี ได้กระทำอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ในบริเวณใจกลางกรุงเทพมหานครในระหว่างเดือนตุลาคม 2521 ถึงพฤษภาคม 2522 สถานที่สำหรับการตรวจสอบนี้ได้จัดตั้งขึ้นอย่างชั่วคราว ณ บริเวณใกล้สี่แยกปทุมวัน ถนนพญาไท ผลปรากฏว่า ความเข้มข้นของมลสารในอากาศในช่วงเวลากลางวันมีค่าสูงกว่าในช่วงเวลากลางคืน และในเดือนตุลาคม 2521 ได้พบความเข้มข้นของมลสารเกือบทุกชนิดที่ตรวจสอบมีค่าสูงสุด

ค่าสูงสุดของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศที่เฉลี่ยมีค่าเป็น 41.6 ส่วนในล้านส่วน (โดยปริมาตร) และที่เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเป็น 22.3 ส่วนในล้านส่วน ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมงที่มีค่ามากกว่า 10 ส่วนในล้านส่วน พบว่า มีจำนวน 37% ค่าสูงสุดของความเข้มข้นเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมงสำหรับแคลเมียม คือ 2.9 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับทองแดง คือ 10.6 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับตะกั่วคือ 28.2 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และสำหรับสังกะสีคือ 26.1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมงสำหรับแคลเมียมที่มีค่ามากกว่า 2 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร มีจำนวน 7% สำหรับทองแดงที่มีค่ามากกว่า 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร มีจำนวน 3% สำหรับตะกั่วที่มีค่ามากกว่า 20 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร มีจำนวน 50% และสำหรับสังกะสีที่มีค่ามากกว่า 20 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร มีจำนวน 23%

**ครรชิต ผิวนวล และวงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ (2522)** ร่วมกันทำวิจัยเรื่องการจราจรและมลภาวะอากาศ การศึกษามุ่งในการวัดระดับมลภาวะอากาศบนท้องถนนในช่วงเวลาที่สภาพการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จราจรเบาบางไปจนถึงหนาแน่น โดยวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และตะกั่วในช่วงเวลาสั้น ๆ พร้อมกับการเก็บข้อมูลด้านการจราจร การศึกษาทำระหว่างเดือนมีนาคม-กรกฎาคม 2522 บนถนน 14 สาย ซึ่งสามารถจัดประเภทตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 4 ประเภท

การวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ กระทำที่ริมถนนในช่วงเวลา 14.30-18.00 น. โดยใช้เครื่อง MIRAN 1 A Gas Analyzer วัดค่าทุก ๆ 2 นาที และหาค่าเฉลี่ย 10 นาที ความเข้มข้นของตะกั่ววิเคราะห์จากฝุ่นบนกระดาษกรองที่ซักตัวอย่างตลอดช่วงเวลา ข้อมูลด้านการจราจรมีการนับปริมาณการจราจร วัดความเร็วและคำนวณหาความหนาแน่น ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเร็วและทิศทางลม

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย 10 นาที สูงสุดที่ตรวจพบจากถนน 14 สายในกรุงเทพมหานครมีค่าระหว่าง 5.8-33.0 ส่วนในล้าน เมื่อเปรียบเทียบกับพิสัยมาตรฐานคุณภาพอากาศแล้วต่ำกว่าแต่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าจะระมัดระวังสำหรับถนนที่มีการจราจรหนาแน่นเป็นระยะเวลานานตลอดวัน การหาความสัมพันธ์ระหว่างการจราจรและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในช่วงเวลาสั้น ๆ (2-10 นาที) ไม่พบความสัมพันธ์ใด ๆ เนื่องจากความหนาแน่นของการจราจรแตกต่างกันมากระหว่างช่วงเวลาสั้น ๆ ส่วนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในบรรยากาศจะสะสมเพิ่มขึ้นในระยะเวลายาวจากไอเสียรถยนต์ซึ่งแต่ละคันมีปริมาณแตกต่างกันมาก

ความเข้มข้นของตะกั่วเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาที่เกิดขึ้นจากถนน 14 สาย มีค่าระหว่าง 1.49-10.97 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเมื่อเทียบกับพิสัยมาตรฐานคุณภาพอากาศแล้วอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นที่ยอมรับ

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองซึ่งวัดโดยค่า Coefficient of haze ต่อ 1,000 ฟุต อยู่ในช่วง 1.28-7.66 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่ามาตรฐาน

**อรรถัย เจนวิถีสุข (2529)** วิจัยเรื่องการกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในเขตเมือง การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากรถยนต์บริเวณถนนในเขตเมือง โดยวัดความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความสูงระดับต่าง ๆ ห่างจากถนน ณ ลานจอดรถใกล้สยามเซ็นเตอร์ ถนนพระรามที่ 1 และโรงเรียนวัดพระยาอัง ถนนพระรามที่ 6 ทำให้ทราบการกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งในแนวตั้งจากระดับพื้น 1.5 เมตร จนถึง 11 เมตร และในแนวนอนตามทิศทางลมจากริมถนน 3 เมตร และ 25 เมตรพบว่า ในระดับความสูง 1-2 เมตร ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีความเข้มข้นต่ำกว่าที่ระดับ 3-8 เมตร และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดลงอีกในระดับความสูง 10-11 เมตร ส่วนการกระจายในแนวนอนพบว่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์เปลี่ยนแปลงน้อยคือ มีอัตราส่วนความเข้มข้นเป็น 1.04:1 ในระยะทาง 3 เมตร และ 25 เมตร ห่างจากถนนตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในระดับและระยะทางที่ศึกษา จากการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์ความถดถอยและ t-test พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากการตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณมีค่าระหว่าง 0.3838 ถึง 0.5627 ส่วนการทดสอบด้วย t-test พบว่า ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากการตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณ ณ จุดเก็บตัวอย่าง 5 ใน 6 จุดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทดลองเปลี่ยนแปลงตัวแปร เช่น ความเร็วลม โดยให้ตัวแปรอื่นคงที่พบว่าถ้าความเร็วลมน้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาทีจะทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนการเปลี่ยนแปลงจำนวนรถยนต์จะทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงขึ้นแปรปรวนในลักษณะเส้นตรง และการที่ถนนกว้างขึ้นแต่ปริมาณรถยนต์เท่าเดิมจะทำให้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลง จากผลการทดสอบคาดว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเพื่อศึกษาการกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในเขตเมืองอาจจะได้ใช้เป็นแนวทางในการวางผังเมืองในอนาคต

**วสิน มหัตนรินทร์กุล ( 2536 )** วิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นและตะกั่ว ในบรรยากาศกรุงเทพมหานคร การศึกษานี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ปัจจุบันคือกรมควบคุมมลพิษ) ระหว่างปี พ.ศ. 2528-2533 ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นฝุ่นและตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานครมีความสัมพันธ์กัน โดยในบรรยากาศริมถนนมีความสัมพันธ์สูงกว่าในบรรยากาศทั่วไป และมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.6858 และ 0.2103 ตามลำดับ ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศทั่วไปมีความเข้มข้นฝุ่น ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน ปี ความเร็วลมและวันทำงาน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.353 ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศริมถนน มีความเข้มข้นฝุ่น ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และวันทำงาน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.708 และองค์ประกอบหลักของฝุ่น คือสารประกอบคาร์บอน โดยมีปริมาณอยู่ 22% ในบรรยากาศทั่วไป และ 46% ในบรรยากาศริมถนน แสดงให้เห็นว่าฝุ่นมีแหล่งกำเนิดมาจากการจราจรค่อนข้างสูง

**อดิสร เพ็ชรธรรม (2538)** วิจัยเรื่องความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และตะกั่วในบรรยากาศจากถนนสายหลักของกรุงเทพมหานคร โดยตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และตะกั่วในบรรยากาศ บริเวณแนวเส้นทางรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล จำนวน 9 จุด และนอกแนวเส้นทางอีก 1 จุด ติดต่อกันตลอด 5 วัน พบว่า ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง มีค่าอยู่ระหว่าง 1.53-12.84 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของตะกั่วเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าอยู่ระหว่าง 0.189-0.730 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์กับตะกั่วมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.5782 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และตะกั่วมีความสัมพันธ์กับความเร็วลมในระดับต่ำ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2414 และ 0.0499 ตามลำดับ ในส่วนของการเกิดอินเวอร์ชันพบว่า มีผลต่อมลพิษทั้งสอง คือ วันที่เกิดอินเวอร์ชันจะมีความเข้มข้นของมลพิษทั้งสองสูงขึ้นกว่าวันปกติโดยส่วนใหญ่ ณ ตำแหน่งเดียวกันในแต่ละจุดตรวจวัด และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ระหว่างวันทำการกับวันหยุดพบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง ๆ ที่ 95 เปอร์เซนต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับความเข้มข้นของตะกั่วระหว่างวันทำการกับวันหยุดพบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความเข้มข้นในวันทำการจะสูงกว่าวันหยุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงาน

ในการศึกษาเรื่องปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร มีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ
2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ คือ
  - การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)
  - การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร
  - การสร้างสมการถดถอยเชิงซ้อนโดยใช้ การวิเคราะห์การถดถอยแบบขั้นตอน ( Stepwise Regression )

#### 3.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาพิเศษนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของกรมควบคุมมลพิษ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536-2538 ซึ่งประกอบด้วย

1. ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร โดยกรมควบคุมมลพิษจะเก็บข้อมูลจาก 4 จุดตรวจวัดในกรุงเทพมหานคร คือ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ กรมการขนส่งทางบก และวงเวียน โอเดียน เป็นข้อมูลรายวันได้ที่ได้จากการเฉลี่ยทุก ๆ 8 ชั่วโมง
2. ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป โดยกรมควบคุมมลพิษจะเก็บข้อมูลจาก 4 จุดตรวจวัดในกรุงเทพมหานคร คือ สำนักงานนโยบายและวางแผนสิ่งแวดล้อม สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จฯ สถานเสาวภา และไปรษณีย์ราษฎร์บูรณะ เป็นข้อมูลรายวันที่ได้จากการเฉลี่ยทุก ๆ 8 ชั่วโมง
3. ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน โดยกรมควบคุมมลพิษจะเก็บข้อมูลจาก 4 จุดตรวจวัดในกรุงเทพมหานคร คือ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์ กรมการขนส่งทางบก และวงเวียน โอเดียน เป็นข้อมูลรายวันได้จากการเฉลี่ยทุก ๆ 24 ชั่วโมง



### 3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้สำหรับการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างประชากรตั้งแต่ 2 ประชากรขึ้นไป โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นและการตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลง ดังนี้

1. ประชากรที่ศึกษาต้องมีการแจกแจงปกติ ซึ่งจะตรวจสอบโดยวิธีโคโมโกรอฟ-สมอร์นอฟ (The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit) กำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

$H_0$  : ประชากรมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

ให้  $S_n(X)$  เป็นความถี่สะสมของข้อมูลที่สังเกตได้  $n$  จำนวนในรูปสัดส่วน นั่นคือ

$S_n(X) = k/n$  เมื่อ  $k$  คือจำนวนของค่าสังเกตที่เท่ากับหรือน้อยกว่า  $X$

ให้  $F_0(X)$  เป็นความถี่สะสมที่คาดหวังในรูปของสัดส่วนภายใต้สมมติฐาน  $H_0$

ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้

- เรียงลำดับข้อมูล
- หาความถี่ของข้อมูลในแต่ละค่า
- หาฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของข้อมูลตัวอย่าง คือ  $S_n(X) = k/n$
- หาฟังก์ชันการแจกแจงสะสมตามทฤษฎี คือ  $F_0(X)$
- หาค่าผลต่างของ  $S_n(X)$  กับ  $F_0(X)$  แต่ละคู่
- หาค่าสูงสุดของ  $|S_n(X) - F_0(X)|$  คือ  $D$  เป็นสถิติเพื่อการทดสอบ
- เปรียบเทียบค่า  $D$  ที่คำนวณได้กับค่าวิกฤต  $D_{\alpha, n}$  จากตาราง โดย  $\alpha$  คือ ระดับนัย

สำคัญของการทดสอบที่ต้องการ และ  $n$  คือจำนวนข้อมูล จะยอมรับว่าประชากรมีการแจกแจงปกติถ้า  $D \leq D_{\alpha, n}$

2. ความแปรปรวนของแต่ละประชากรไม่แตกต่างกัน ซึ่งตรวจสอบโดยใช้วิธีของบาร์ทเลทท์ (Bartlett's Test for Equality of k Variance) กำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

$H_0$  : ความแปรปรวนของ  $k$  ประชากรไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีความแปรปรวนของประชากรอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

สถิติเพื่อการทดสอบ คือ  $\chi_0^2 = 2.3026 \frac{q}{c}$

$$\text{โดย } q = \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \log S_p^2 - \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \log S_i^2$$

$$c = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left( \sum_{i=1}^k \left( \frac{1}{n_i - 1} \right) - \frac{1}{\sum_{i=1}^k (n_i - 1)} \right)$$

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i - 1) S_i^2}{\sum_{i=1}^k (n_i - 1)}$$

เมื่อ  $S_i^2$  คือ ความแปรปรวนของตัวอย่างขนาด  $n_i$  จากประชากรที่  $i$

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $\chi_0^2$  มากกว่า  $\chi^2$  ที่เปิดตารางที่ระดับชั้นความเสรี (d.f.) เท่ากับ  $k-1$  ณ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$

หลังจากที่ตรวจสอบว่าประชากรเป็นไปตามข้อตกลงแล้ว จึงวิเคราะห์ความแปรปรวน กำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของ  $k$  ประชากร ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ การทดสอบ F จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบทางเดียว

สาเหตุของความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างประชากร(B)	$\sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X}_{..})^2$	$k-1$	$B = \frac{SSB}{k-1}$	$\frac{B}{W}$
ภายในประชากร(W)	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$	$n-k$	$W = \frac{SSW}{n-k}$	
รวม	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_{..})^2$	$n-1$		

เมื่อ  $X_{ij}$  คือ ข้อมูลจากหน่วยที่  $j$  ของตัวอย่างจากประชากรที่  $i$

$$i = 1, 2, 3, \dots, k \quad j = 1, 2, 3, \dots, n_i$$

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

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้าค่า  $F$  ที่คำนวณได้มากกว่าค่า  $F$  ที่เปิดตาราง ที่ระดับชั้นความเสรี

$$v_1 = k - 1 \text{ และ } v_2 = n - k \text{ ณ ระดับนัยสำคัญ } \alpha$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนเมื่อปฏิเสธ  $H_0$  จะสรุปได้ว่า มีค่าเฉลี่ยของประชากรอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน แต่ก็ไม่สามารถบอกได้ว่าค่าเฉลี่ยประชากรคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน จึงต้องใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุดของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Different : LSD) กำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j \quad \text{เมื่อ } i \neq j$$

$$LSD = t_{\alpha/2} \sqrt{MSE \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad \text{เมื่อ } n_i \neq n_j$$

$$LSD = t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{2MSE}{n}} \quad \text{เมื่อ } n_i = n_j$$

โดย MSE คือ Mean Square of Error ในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

$n_i, n_j$  คือ ขนาดตัวอย่างจากแต่ละประชากร

$t_{\alpha/2}$  คือ ค่าการแจกแจง  $t$  ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha/2$

เมื่อคำนวณผลต่างของค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง ถ้า  $\bar{X}_i - \bar{X}_j$  มากกว่า LSD จะปฏิเสธ  $H_0$

### 3.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร

1. เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรกับค่าคงที่ มีข้อตกลงเบื้องต้นที่ต้องตรวจสอบก่อน คือ ประชากรที่ศึกษาต้องมีการแจกแจงแบบปกติ แล้วจึงทดสอบสมมติฐาน

$$\text{สถิติเพื่อการทดสอบ คือ } t_{\text{cal}} = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

$$\text{โดย } v = n - 1$$

เมื่อกำหนดสมมติฐาน  $H_0: \mu = \mu_0$  และ  $H_1: \mu \neq \mu_0$  จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $t_{\text{cal}} < -t_{\alpha/2}$  หรือ  $t_{\text{cal}} > t_{\alpha/2}$  ณ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$

เมื่อกำหนดสมมติฐาน  $H_0: \mu = \mu_0$  และ  $H_1: \mu > \mu_0$  จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $t_{\text{cal}} > t_{\alpha}$  ณ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$

เมื่อกำหนดสมมติฐาน  $H_0: \mu = \mu_0$  และ  $H_1: \mu < \mu_0$  จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $t_{\text{cal}} < -t_{\alpha}$  ณ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$

2. เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากรที่เป็นอิสระต่อกัน มีข้อตกลงเบื้องต้นซึ่งต้องตรวจสอบความสอดคล้องก่อนเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวน แต่เนื่องจากมีเพียง 2 ประชากร การทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวน

ของประชากรจึงใช้สถิติเพื่อการทดสอบ คือ  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$  ซึ่งจะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้าค่า  $F$  ที่คำนวณได้มากกว่า

ค่า  $F$  ที่เปิดจากตาราง ที่ระดับนัยสำคัญ  $v_1 = n_1 - 1$  และ  $v_2 = n_2 - 1$  ที่ระดับนัยสำคัญ

ถ้าสรุปได้ว่าประชากรมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกันจะทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร โดยใช้สถิติเพื่อการทดสอบ คือ

$$t_{cal} = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

โดย 
$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$v = n_1 + n_2 - 2$$

ถ้าสรุปได้ว่า ประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกันจะทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร โดยใช้สถิติเพื่อการทดสอบ คือ

$$t_{cal} = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

โดย 
$$v = \frac{\left[ \frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{\frac{\left[ \frac{S_1^2}{n_1} \right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[ \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{n_2 - 1}}$$

ทั้งสองกรณีสรุปผลในลักษณะเดียวกัน คือ

เมื่อกำหนดสมมติฐาน  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$  และ  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq d_0$  จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า

$t_{cal} < -t_{\alpha/2}$  หรือ  $t_{cal} > t_{\alpha/2}$  ณ ระดับนัยสำคัญ  $v$

เมื่อกำหนดสมมติฐาน  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$  และ  $H_1: \mu_1 - \mu_2 > d_0$  จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า

$t_{cal} > t_{\alpha}$  ณ ระดับนัยสำคัญ  $v$

เมื่อกำหนดสมมติฐาน  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = d_0$  และ  $H_1: \mu_1 - \mu_2 < d_0$  จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า

$t_{cal} < -t_{\alpha}$  ณ ระดับนัยสำคัญ  $v$

### 3.4 การสร้างสมการถดถอยเชิงซ้อน

ในการวิเคราะห์หาสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีตัวแปรตาม คือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งเป็นข้อมูลรายวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้ตัวแปรอิสระที่มีข้อมูลเป็นรายวันเช่นกัน โดยจะใช้สภาวะทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มาใช้ในการสร้างสมการถดถอยเชิงซ้อน ทำนองเดียวกันสมการถดถอยเชิงซ้อนสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของฝุ่น ก็มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นเป็นตัวแปรตาม และใช้สภาวะทางอุตุนิยมวิทยาเป็นตัวแปรอิสระ

ในการศึกษาทั้งสองเรื่องดังกล่าวจะกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในรูปของความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Equation)

สมการถดถอยเชิงซ้อนของประชากร

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon$$

สมการถดถอยจากตัวอย่าง  $Y = \bar{Y} + e$

เมื่อ

$$\bar{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4$$

โดย  $\bar{Y}$  คือ ค่าประมาณของ  $Y$  ซึ่งเป็นความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

หรือ เป็นความเข้มข้นของฝุ่น เมื่อกำหนด ปริมาณน้ำฝน ( $X_1$ )

ความเร็วลม ( $X_2$ ) ความชื้นสัมพัทธ์ ( $X_3$ ) อุณหภูมิ ( $X_4$ )

$b_0$  คือ ค่าประมาณของ  $\beta_0$  ซึ่งเป็นค่าคงที่ของสมการถดถอยเชิงซ้อน

$b_1, b_2, b_3,$  และ  $b_4$  คือ ค่าประมาณของ  $\beta_1, \beta_2, \beta_3,$  และ  $\beta_4$  ตามลำดับ ซึ่งเป็น

ค่าของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน

$\varepsilon$  คือ ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกต

ข้อตกลงที่สำคัญในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน มีดังนี้

1. การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma^2$
2. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (Homoscedasticity)
3. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระต่อกัน (Nonautocorrelation)
4. ตัวแปรอิสระทั้งหมดต้องเป็นอิสระต่อกัน

การวิเคราะห์ การถดถอยแบบขั้นตอนเป็นกระบวนการคัดเลือกตัวแปรอิสระเพื่อให้ได้สมการที่ดีที่สุด ซึ่งโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC<sup>+</sup> มีลำดับการคำนวณต่อไปนี้

1. เริ่มนำตัวแปรอิสระที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $Y$  สูงที่สุดเข้าสู่สมการ แล้ววัดค่า  $R^2$  และตรวจสอบนัยสำคัญด้วยการทดสอบที (t-test) หรือ การทดสอบเอฟ (F-test)
2. เพิ่มตัวแปรอิสระอื่นเข้าสู่สมการในข้อ 1 ครั้งละ 1 ตัว ถ้าพบว่าตัวแปรดังกล่าวมีคุณสมบัติสอดคล้องกับเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้ คือ

- (ก) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนกับตัวแปรตาม Y (Partial Correlation( $r_{iYj}$ )) สูงที่สุด คำนวณได้ดังสูตร

$$r_{iYj} = \frac{r_{iY} - r_{ij}r_{Yj}}{(1 - r_{ij}^2)(1 - r_{Yj}^2)}$$

i = ตัวแปรอิสระที่เหลืออยู่  
j = ตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการแล้ว

- (ข) มีค่า Beta In สูงกว่าตัวแปรอิสระอื่นๆ โดยที่  $t > t_{ตาราง}$

3. ในทุกครั้งที่เพิ่มตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการอันมีผลให้ในสมการมีจำนวนตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ให้พิจารณาคัดตัวแปรอิสระที่อาจเป็นส่วนเกินทิ้งไป ตัวแปรที่จะต้องถูกตัดทิ้ง คือ ตัวแปรที่มีค่า Beta Weights ต่ำกว่าตัวแปรอิสระอื่นๆ โดยที่

$$t < t_{ตาราง}$$

4. หยุดดำเนินการเมื่อพบว่า ตัวแปรอิสระภายนอกสมการมิได้มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือมิได้เพิ่มสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด

หลังจากหาสมการถดถอยที่ดีที่สุดได้แล้ว จึงตรวจสอบว่าสมการถดถอยนั้นมีความสอดคล้องตามข้อตกลงหรือไม่ โดยตรวจสอบจากความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง ( $e = Y - \bar{Y}$ ) แต่ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้

#### 1. การทดสอบเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน

- การทดสอบการแจกแจงปกติของความคลาดเคลื่อนนั้นมีวิธีทางสถิติหลายวิธีในการทดสอบ วิธีหนึ่งก็คือ การพิจารณาจากกราฟ Regression Histogram ซึ่งกราฟนี้ประกอบด้วยจำนวนความคลาด-เคลื่อนของค่าสังเกตในแต่ละช่วง (N) และจำนวนความคลาดเคลื่อนที่คาดหวังในการแจกแจงปกติในแต่ละช่วง (Exp N) โดยช่วงแรกและช่วงสุดท้าย (Out) จะหมายถึงความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.16 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ถ้าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ กราฟที่ได้ไม่ควรจะเกินเส้น Normal Curve (:) มากนัก ดังรูป 3.1 (a)

หรืออาจพิจารณาจากกราฟ Normal Probability Plots ที่มีคู่ลำดับเป็นความน่าจะเป็นสะสมของความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกต (Observed Cumulative Probability of Error) กับความน่าจะเป็นที่คาดหวังสะสมของความคลาดเคลื่อน (Expected Cumulative Probability of Error) ถ้าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ กราฟที่ได้ควรมีแนวโน้มเป็นเส้น ดังรูป 3.2 (a)

Histogram - Standardized Residual  
 (\* = 4 Cases, . : = Normal Curve)

N	Exp N	Out	*
2	1.29	Out	*
4	2.56	3.00	:
5	6.53	2.67	*
14	14.92	2.33	***:
30	30.51	2.00	*****:
62	55.90	1.67	*****:***
101	91.73	1.33	*****:***
130	134.86	1.00	*****:***
159	177.58	.67	*****:***
200	209.47	.33	*****:***
231	221.32	.00	*****:***
193	209.47	-.33	*****:***
180	177.58	-.67	*****:***
129	134.86	-1.00	*****:***
86	91.73	-1.33	*****:***
68	55.90	-1.67	*****:***
39	30.51	-2.00	*****:***
15	14.92	-2.33	***:
9	6.53	-2.67	*
7	2.56	-3.00	*
8	1.29	Out	**

(a)

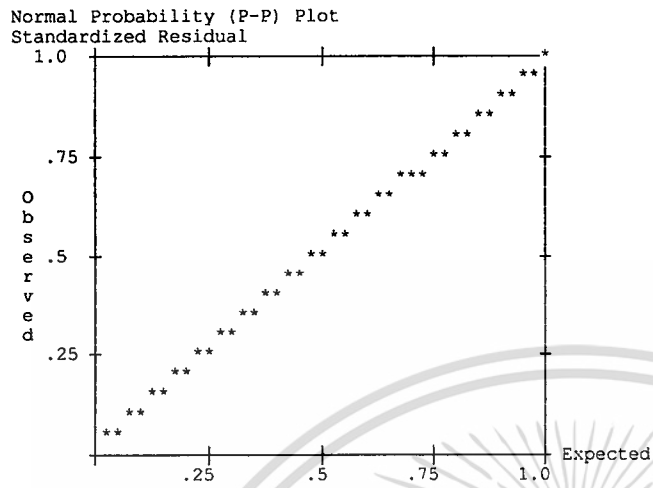
Histogram - Standardized Residual  
 (\* = 17 Cases, . : = Normal Curve)

N	Exp N	Out	*
64	1.92	Out	****
2	3.81	3.00	:
0	9.72	2.67	.
1	22.19	2.33	.
0	45.40	2.00	.
0	83.18	1.67	.
1	136.50	1.33	.
6	200.67	1.00	.
36	264.25	.67	**
311	311.69	.33	*****:
1011	329.33	.00	*****:
733	311.69	-.33	*****:
282	264.25	-.67	*****:
38	200.67	-1.00	**
2	136.50	-1.33	.
1	83.18	-1.67	.
0	45.40	-2.00	.
0	22.19	-2.33	.
0	9.72	-2.67	.
0	3.81	-3.00	.
0	1.92	Out	**

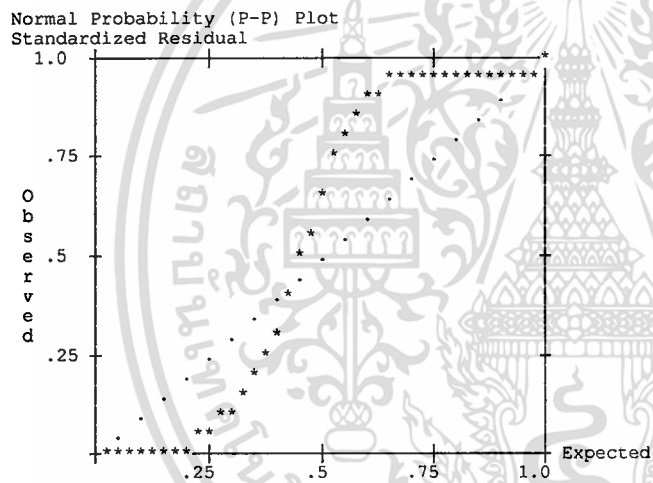
(b)

**รูปที่ 3.1 (a) Regression Histogram ของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติ**  
**(b) Regression Histogram ของความคลาดเคลื่อน ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)



(b)

รูปที่ 3.2 (a) Normal Probability Plots ของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติ

(b) Normal Probability Plots ของความคลาดเคลื่อนที่ไม่มีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสองวิธีกำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \text{ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ}$$

$$H_1 : \text{ความคลาดเคลื่อนไม่ได้มีการแจกแจงปกติ}$$

- การทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน

ในการทดสอบสมมติฐานว่า ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเท่ากับศูนย์ ใช้การทดสอบ

t ดังนี้

$$H_0 : \mu_e = 0$$

$$H_1 : \mu_e \neq 0$$

โดย 
$$t = \frac{\bar{e}}{\sqrt{V(\bar{e})}}$$

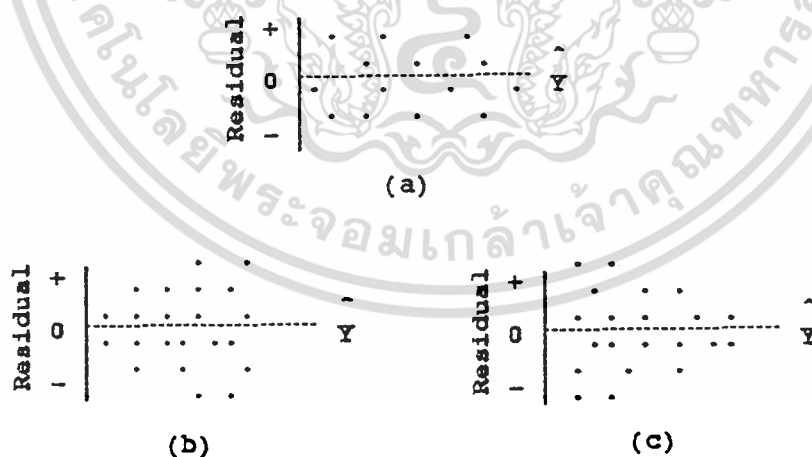
ณ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$  จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $t_{cal} < -t_{\alpha/2}$  หรือ  $t_{cal} > t_{\alpha/2}$

2. การทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

ในกรณีที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ แต่กลับมีค่าผันแปรไปตามค่าของตัวแปรอิสระ ตามขนาดตัวอย่าง หรือตามค่าของตัวแปรตาม เรียกว่า เกิดปัญหา

Heteroscedasticity

วิธีการทดสอบปัญหานี้อย่างง่าย ๆ คือ การพิจารณาจากกราฟแสดงคู่ลำดับระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าพยากรณ์ ถ้าจุดต่างๆ แสดงการกระจายรอบๆ ค่าศูนย์อย่างไม่มีแนวโน้มระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนและค่าพยากรณ์ จะสรุปได้ว่า ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากัน



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงคู่ลำดับระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าพยากรณ์เพื่อตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนไม่เท่ากัน

(a) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากัน

(b) และ (c) ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไป

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไปนั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 2 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไปมีการแจกแจงปกติ และความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรเปรียบเทียบกับบริเวณทั่วไปในแต่ละปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 1, 2 และ 3) จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไป ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	บริเวณริมเส้นทางจราจร			บริเวณทั่วไป			t	p-value
	Mean	SD	n	Mean	SD	n		
2536	3.2701	2.4390	693	1.1238	1.2940	458	19.4000	0.0000**
2537	4.7302	2.1610	874	1.2002	0.8540	683	44.0800	0.0000**
2538	4.5406	2.4800	922	1.0497	0.6670	756	40.9700	0.0000**

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไปไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีค่ามากกว่าบริเวณทั่วไป

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก p-value < 0.01

จึงปฏิเสธ  $H_0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมากกว่าบริเวณทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

เนื่องจากได้ตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นแล้วพบว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีการแจกแจงปกติจึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศซึ่งกำหนดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เท่ากับ 10.26 มก./ลบ.ม. โดยเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในระยะเวลา 8 ชั่วโมง ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	Mean	SD	n	t	p-value
2536	3.2701	2.4390	693	- 75.4500	1.0000
2537	4.7302	2.1610	874	- 75.6300	1.0000
2538	4.5406	2.4800	922	- 70.0200	1.0000

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เนื่องจาก p-value > 0.05 จึงยอมรับ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรไม่ได้มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

### 4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณ ริมเส้นทางจราจรระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 นั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 3 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีการแจกแจงปกติ แต่มีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อย่างน้อย 2 ปีที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 1 และ 4) การที่ข้อมูลไม่สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นมีผลต่อการทดสอบ F เพียงเล็กน้อย จะทำให้อำนาจในการทดสอบ (Power of the Test) ลดลง แต่ในการศึกษาครั้งนี้มีเพียง 3 ประชากรผลกระทบจะเกิดไม่มากนัก จึงอนุโลมให้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากรได้ ดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร ปี พ.ศ. 2536-2538

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	944.7851	472.3926	84.7332	0.0000 **
Within Group	2486	13859.5924	5.5751		
Total	2488	14804.3775			

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ปีไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรอย่างน้อย 2 ปีที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก p-value < 0.01 จึง

ปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรอย่างน้อย 2 ปีที่แตกต่างกันมีนัยสำคัญยิ่ง

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุดปรากฏ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2538 พ.ศ. 2537

3.2701 4.5406 4.7302

นั่นคือ ในปี พ.ศ. 2537 และ 2538 ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้ง 2 ปีนี้มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี พ.ศ. 2536 อย่างมีนัยสำคัญ

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุด

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุดนั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 2 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานและวันหยุดต่างมีการแจกแจงปกติ และความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานเปรียบเทียบกับวันหยุด ในแต่ละปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 5 และ 6) จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุด ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	วันทำงาน			วันหยุด			t	p-value
	Mean	SD	n	Mean	SD	n		
2536	3.5120	2.4980	503	2.5828	2.0990	186	4.8900	0.0000**
2537	5.0253	2.2270	626	3.9800	1.7740	249	7.2900	0.0000**
2538	4.8038	2.5990	660	3.8804	1.9240	265	5.9400	0.0000**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้น  
ทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุด ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้น  
ทางจราจรในวันทำงานมีค่ามากกว่าวันหยุด

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก  $p\text{-value} < 0.01$  จึง  
ปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณ  
ริมเส้นทางจราจรในวันทำงานมากกว่าวันหยุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

#### 4.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริม เส้นทางเส้นทางจราจรระหว่าง 3 ฤดูกาล

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทาง  
จราจรระหว่าง ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาวนั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลง  
เบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตก  
ต่างระหว่างความแปรปรวนของ 3 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซ  
คาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาลต่างมีการแจกแจงปกติ แต่ความแปร-  
ปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรระหว่าง 3  
ฤดูกาลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะปี พ.ศ. 2537 และ 2538 ส่วนปี พ.ศ. 2536 มีความ  
แปรปรวนของประชากรอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ผลการวิเคราะห์  
แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 7 และ 8 ) แต่สามารถทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3  
ประชากรได้เช่นเดียวกับปี พ.ศ. 2537-2538 (ด้วยเหตุผลเดียวกับหัวข้อ 4.3) ดังตาราง 4.5-4.7

**ตาราง 4.5** การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร  
ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาล ใน  
ปี พ.ศ. 2536

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	395.9974	197.9987	36.0629	0.0000**
Within Group	691	3793.8453	5.4904		
Total	693	4189.8427			

**ตาราง 4.6** การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร  
ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาล ใน  
ปี พ.ศ. 2537

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	56.8262	28.4131	6.1554	0.0022**
Within Group	871	4020.5204	4.6160		
Total	873	4077.3466			

**ตาราง 4.7** การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร  
ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาล ใน  
ปี พ.ศ. 2538

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	238.1910	119.0955	19.9533	0.0000**
Within Group	919	5485.2503	5.9687		
Total	921	5723.4413			

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทาง  
จราจรทั้ง 3 ฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้น  
ทางจราจรอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก  $p\text{-value} < 0.01$

จึงปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีมีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุด ปรากฏผลดัง  
ตาราง 4.8

ตาราง 4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่

พ.ศ. 2536	ฤดูร้อน 2.3451	ฤดูหนาว 3.7821	ฤดูฝน 3.9764
พ.ศ. 2537	ฤดูร้อน 4.4206	ฤดูฝน 4.5663	ฤดูหนาว 5.0045
พ.ศ. 2538	ฤดูร้อน 3.8419	ฤดูฝน 4.3381	ฤดูหนาว 5.1189

จากตาราง 4.8 สรุปผลการเปรียบเทียบได้ดังนี้

- ปี พ.ศ. 2536 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในฤดูหนาวและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะมากกว่าค่าเฉลี่ยในฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญ
- ปี พ.ศ. 2537 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในฤดูฝนและฤดูหนาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะน้อยกว่าค่าเฉลี่ยในฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญ
- ปี พ.ศ. 2538 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณริม

เส้นทางจราจรในฤดูหนาวมีค่าสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณ ทั่วไปกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

เนื่องจากได้ตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นแล้วพบว่า ในแต่ละปี ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปมีการแจกแจงปกติ จึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ (10.26 มก./ลบ.ม.) ดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	Mean	SD	n	t	p-value
2536	1.1238	1.2940	458	- 151.1500	1.0000
2537	1.2002	0.8540	683	- 277.2900	1.0000
2538	1.0497	0.6670	756	- 379.4200	1.0000

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เนื่องจาก p-value > 0.05

จึงยอมรับ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปไม่ได้มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

#### 4.7 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป ไประหว่างปี พ.ศ. 2536 - 2538

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไประหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 นั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่ง ได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 3 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไชด์บริเวณทั่วไปมีการแจกแจงปกติ แต่มีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อย่างน้อย 2 ปี ที่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 2 และ 4) ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.3 จึงอนุมานให้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากรได้ ดังตาราง 4.10

**ตาราง 4.10** การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป ปี พ.ศ. 2536- 2538

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	8.0428	4.0214	4.7650	0.0086**
Within Group	1894	1598.4493	0.8440		
Total	1896	1606.4921			

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ปีไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปอย่างน้อย 2 ปีที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก p-value < 0.01 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั่วไปอย่างน้อย 2 ปีที่แตกต่างกันมีนัยสำคัญยิ่ง

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุดปรากฏ ดังนี้

พ.ศ. 2538   พ.ศ. 2536   พ.ศ. 2537

1.0499      1.1238      1.1996

นั่นคือ ในปี พ.ศ. 2536 และ 2537 ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับเมื่อเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2536 กับ 2538 แต่ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป ปี พ.ศ. 2537 มีค่ามากกว่าปี พ.ศ. 2538 อย่างมีนัยสำคัญ

#### 4.8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุด

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุดนั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 2 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานและวันหยุดต่างมีการแจกแจงปกติ และในปี พ.ศ. 2536 และ 2538 ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานเปรียบเทียบกับวันหยุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปี พ.ศ. 2537 กลับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 9 และ 10) จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุด ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	วันทำงาน			วันหยุด			t	p-value
	Mean	SD	n	Mean	SD	n		
2536	1.1647	1.4040	337	0.9917	0.8920	122	1.5600	0.0594
2537	1.2484	0.8690	485	1.1078	0.8320	193	1.9600	0.0274*
2538	1.1119	0.6920	536	0.9163	0.5660	218	4.0200	0.0000**

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุดไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานมีค่ามากกว่าวันหยุด

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เมื่อ p-value > 0.05 จะยอมรับ  $H_0$  แต่ถ้า p-value < 0.05 จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ใน พ.ศ. 2536 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปี พ.ศ. 2537 กลับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และปี พ.ศ. 2538 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยค่าเฉลี่ยประชากรในวันทำงานมากกว่าวันหยุด

#### 4.9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไประหว่าง 3 ฤดูกาล

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไประหว่างฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาวนั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 3 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาลต่างมีการแจกแจงปกติ และมีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 11 และ 12 ) แต่สามารถทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากรได้ (ด้วยเหตุผลเดียวกับหัวข้อ 4.3) ดังตาราง 4.12-4.14

ตาราง 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาล ในปี พ.ศ. 2536

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	38.7894	19.3947	12.1441	0.0000**
Within Group	454	725.0599	1.5970		
Total	456	763.8493			

ตาราง 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาล ในปี พ.ศ. 2537

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	11.2264	5.6132	7.8572	0.0004**
Within Group	680	485.7940	0.7144		
Total	682	497.0204			

**ตาราง 4.14** การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาล ในปี พ.ศ. 2538

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	59.1057	29.5529	79.2787	0.0000**
Within Group	753	280.6971	0.3728		
Total	755	339.8028			

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก  $p\text{-value} < 0.01$

จึงปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีมีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุด ปรากฏผลดัง

ตาราง 4.15

**ตาราง 4.15** ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่

พ.ศ. 2536	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
	0.6938	1.3025	1.3455
พ.ศ. 2537	ฤดูร้อน	ฤดูหนาว	ฤดูฝน
	1.0513	1.1328	1.3263
พ.ศ. 2538	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
	0.7165	1.0220	1.4372

จากตาราง 4.15 สรุปผลการเปรียบเทียบได้ดังนี้

- ปี พ.ศ. 2536 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในฤดูฝนและฤดูหนาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะมากกว่าค่าเฉลี่ยในฤดูร้อนอย่างมีนัยสำคัญ
- ปี พ.ศ. 2537 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะน้อยกว่าค่าเฉลี่ยในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญ
- ปี พ.ศ. 2538 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในฤดูหนาวมีค่าสูงสุด

#### 4.10 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศนั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีความเข้มข้นของฝุ่น ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีการแจกแจงปกติ (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 13) จาก นั้นจึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ ซึ่งกำหนดความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเท่ากับ 120 มค.ก./ลบ.ม. โดยเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ดังตาราง 4.16

ตาราง 4.16 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	Mean	SD	n	t	p-value
2536	83.2636	45.1820	358	- 15.3800	1.0000
2537	71.5370	25.2390	464	- 41.3600	1.0000
2538	79.6060	34.7950	770	- 32.2100	1.0000

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เนื่องจาก  $p\text{-value} > 0.05$  จึงยอมรับ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนไม่ได้มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

#### 4.11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 นั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 3 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีการแจกแจงปกติ แต่มีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนอย่างน้อย 2 ปีที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 13 และ 14) จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรของ 3 ประชากร ดังตาราง 4.17

ตาราง 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ปี พ.ศ. 2536-2538

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	31915.1750	15957.5875	12.9761	0.0000**
Within Group	1589	1954099.4300	1229.7668		
Total	1591	1986014.6050			

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ปีไม่

แตกต่างกัน

$H_1$  : มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนอย่างน้อย 2 ปี

ที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก  $p\text{-value} < 0.01$  จึงปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนอย่างน้อย 2

ปีที่แตกต่างกันมีนัยสำคัญยิ่ง

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุดปรากฏ ดังนี้

พ.ศ. 2537	พ.ศ. 2538	พ.ศ. 2536
71.4613	79.6623	83.2636

นั่นคือ ในปี พ.ศ. 2536 และ 2538 ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10

ไมครอนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้ง 2 ปีมีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี พ.ศ. 2537 อย่างมีนัยสำคัญ

#### 4.12 ผลการวิเคราะห์ที่เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานกับวันหยุด

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานกับวันหยุดนั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 2 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานและวันหยุดต่างมีการแจกแจงปกติ และความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานเปรียบเทียบกับวันหยุดในแต่ละปีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 15 และ 16) จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 2 ประชากร ดังตาราง 4.18

ตาราง 4.18 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนวันทำงานกับวันหยุด ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	วันทำงาน			วันหยุด			t	p-value
	Mean	SD	n	Mean	SD	n		
2536	82.6754	37.8490	259	74.8126	32.2540	98	1.9600	0.0260*
2537	73.8176	25.3150	332	65.7115	24.8330	131	3.1500	0.0010**
2538	81.9340	35.2290	551	73.5489	33.4650	211	3.0600	0.0010**

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานกับวันหยุดไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่าเฉลี่ยของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานมีค่ามากกว่าวันหยุด

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เนื่องจาก p-value < 0.05 จึง

ปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในปี พ.ศ. 2536 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานมีค่ามากกว่าในวันหยุดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในปี พ.ศ. 2537-2538 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานมีค่ามากกว่าในวันหยุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

#### 4.13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่าง 3 ฤดูกาล

ก่อนการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่าง ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาวนั้น จะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงปกติของแต่ละประชากร และการทดสอบความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนของ 3 ประชากร ปรากฏว่า ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาลต่างมีการแจกแจงปกติ แต่มีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก. ตาราง 17 และ 18 ) แต่สามารถทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ 3 ประชากรได้ (ด้วยเหตุผลเดียวกับหัวข้อ 4.3) ดังตาราง 4.19-4.21

ตาราง 4.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร  
ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล ในปี พ.ศ. 2536

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	134659.7923	67329.8961	40.2307	0.0000**
Within Group	355	594126.7959	1673.5966		
Total	357	728786.5882			

ตาราง 4.20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร  
ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล ในปี พ.ศ. 2537

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	36473.2744	18236.6372	32.5279	0.0000*
Within Group	461	258457.6087	560.6456		
Total	463	294930.8831			

ตาราง 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากร  
ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล ในปี พ.ศ. 2538

Source of Variation	d.f.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Between Groups	2	224317.2224	112158.6112	121.7281	0.0000**
Within Group	767	706703.6067	921.3867		
Total	769	931020.8291			

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$  : ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล  
ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : มีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนอย่างน้อย 2  
ฤดูกาลที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก  $p\text{-value} < 0.01$  จึง

ปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน  
อย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ ด้วยวิธีผลต่างนัยสำคัญน้อยที่สุด ปรากฏผลดัง

ตาราง 4.22

ตาราง 4.22 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่

พ.ศ. 2536	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูหนาว
	63.4676	77.6432	111.1888
พ.ศ. 2537	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
	65.4725	65.5776	84.6216
พ.ศ. 2538	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
	56.7465	75.3914	101.2114

จากตาราง 4.22 สรุปผลการเปรียบเทียบได้ดังนี้

- ปี พ.ศ. 2536 และ 2538 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- ปี พ.ศ. 2537 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในฤดูร้อนและฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะน้อยกว่าค่าเฉลี่ยในฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญ

จึงสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในฤดูหนาวมีค่าสูงสุด

#### 4.14 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาสมการถดถอยเชิงซ้อนที่ดีที่สุดด้วยวิธีขั้นตอน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS/PC<sup>+</sup> เพื่อหาสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร บริเวณทั่วไป และความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ได้ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์ การถดถอยบางส่วน ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนที่ปรับแล้วเบะผลการทดสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยเชิงซ้อน ดังปรากฏในตาราง 4.23 ( รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข. และ ค.)

ตาราง 4.23 ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน  
สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนที่ปรับแล้วและผลการทดสอบความเหมาะสมของ  
สมการถดถอยเชิงซ้อน

ประเภท	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$\bar{R}^2$	F	p-value
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจร	22.5729 (0.9937)	0.0664 (0.0143)	- 0.2038 (0.0093)	$6.0124*10^{-5}$ ( $1.3984*10^{-5}$ )	- 0.2493 (0.0133)	0.3208	294.7150	0.0000**
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไป	- 4.1000 (0.5147)	0.4456 (0.0072)	- 0.0985 (0.0044)	- 0.0759 (0.0088)	0.0165 (0.0038)	0.9539	9809.0276	0.0000**
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	36.7608 (2.7571)	- 0.0967 (0.0348)	0.5052 (0.0268)	-	- 0.0330 (0.0086)	0.6418	947.0188	0.0000**

หมายเหตุ \*\* ปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตาราง 4.24 ผลการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตามในขณะที่ตัว-  
แปรอิสระอื่น ๆ คงที่ ของการถดถอยเชิงซ้อน

ประเภท	t (p-value)			
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจร	4.6420 (0.0000**)	-21.8710 (0.0000**)	4.2990 (0.0000**)	-18.7380 (0.0000**)
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณ ทั่วไป	61.8570 (0.0000**)	-22.5500 (0.0000**)	-8.6050 (0.0000**)	4.3440 (0.0000**)
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	-2.7770 (0.0000**)	18.8740 (0.0000**)	-	-3.8360 (0.0001**)

หมายเหตุ \*\* ปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 4.24 พบว่า ในขั้นตอนสุดท้ายของวิธีแบบขั้นตอนจะเหลือเฉพาะตัวแปรอิสระที่อิทธิพลต่อตัวแปรตามเท่านั้น ตัวแปรอิสระที่ไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจะถูกดึงออกจากสมการซึ่งผลจากการทดสอบสมมติฐานสรุปได้ว่า ทุกสมการมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการพยากรณ์ เช่น ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร แสดงได้ด้วยสมการถดถอยเชิงซ้อนประมาณจากตัวอย่าง คือ

$$\hat{Y} = 22.5729 + 0.0664X_1 - 0.2037X_2 + 6.0124*10^{-5}X_3 - 0.2493X_4$$

ทดสอบสมมติฐาน 3 กรณี คือ

1.  $H_0$ : ตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

หรือ

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

- $H_1$ : มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก  $F_{cal} = 294.7150$  (จากตาราง 4.23) ซึ่งทำให้  $p\text{-value} < 0.01$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

$$2. H_0: \rho_{Y.X_1X_2X_3X_4} = 0$$

$$H_1: \rho_{Y.X_1X_2X_3X_4} \neq 0$$

เนื่องจาก  $\bar{R}^2 = 0.3208$  (จากตาราง 4.23) สรุปผลการทดสอบสมมติฐานโดยอ้างอิงจากการทดสอบ F ในกรณีที่ 1 จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการสามารถอธิบายความแปรผันของตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ โดยอธิบายได้ถึง 32.08 %

$$3. H_0: \beta_1 / \beta_2, \beta_3, \beta_4 = 0$$

$$H_1: \beta_1 / \beta_2, \beta_3, \beta_4 \neq 0$$

เนื่องจาก  $t_{cal} = 4.6420$  (จากตาราง 4.24) ซึ่งทำให้  $p\text{-value} < 0.01$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ ตัวแปรอิสระ X มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม Y อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ตัวแปรอิสระอื่น ๆ คงที่

สำหรับการทดสอบเกี่ยวกับ  $\beta_2, \beta_3, \beta_4$  ในทำนองเดียวกับ  $\beta_1$

จากผลการทดสอบสมมติฐานทั้ง 3 กรณีสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระ ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝนต่อวัน ความเร็วลมต่อวัน ความชื้นสัมพัทธ์ต่อวัน และอุณหภูมิต่อวัน มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร โดยสามารถอธิบายความแปรผันของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรได้ 32.08 % ตามลำดับ นอกจากนี้ตัวแปรอิสระแต่ละตัวยังมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ตัวแปรอิสระอื่นคงที่ สำหรับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป และความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสรุปได้ในลักษณะเดียวกัน

การตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสมการถดถอยเชิงซ้อนปรากฏดังนี้

1. ผลการทดสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma^2$

- ทดสอบการแจกแจงความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติโดยใช้วิธีการ สร้างกราฟ

Regression Histogram หรือ Normal Probability Plot (ปรากฏในภาคผนวก ง.)

ตาราง 4.25 ผลการทดสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ

ประเภท	Normal
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร	✗
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป	✓
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ

✗ หมายถึง การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนไม่เป็นแบบปกติ

จากตาราง 4.25 สรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปได้เพียงสมการเดียวเท่านั้นที่มีการแจกแจงปกติ

- การทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์โดยใช้การทดสอบ t

$$H_0 : \mu_e = 0$$

$$H_1 : \mu_e \neq 0$$

ตาราง 4.26 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์

ประเภท	Mean	SD	t	p-value
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร	0.0000	0.9990	0.0000	1.0000
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป	0.0000	0.9990	0.0000	1.0000
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	0.0000	0.9990	0.0000	1.0000

จากตาราง 4.26 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เนื่องจาก p-value > 0.05 จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 0

2. การทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

จากการพิจารณากราฟแสดงคู่ลำดับระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าพยากรณ์ (แสดงในภาคผนวก จ.) สรุปได้ดังตาราง 4.27

ตาราง 4.27 ผลการทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

ประเภท	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร	×
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป	×
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	×

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

× หมายถึง ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่

จากตาราง 4.27 พบว่าสมการถดถอยทั้ง 3 สมการมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่คงที่หรือที่เรียกว่าเกิดปัญหา Heteroscedasticity

เนื่องจากสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจร บริเวณทั่วไป และความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่ได้มีคุณสมบัติไม่สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสมการถดถอยเชิงซ้อน ซึ่งจะส่งผลให้การวิเคราะห์สรุปผลผิดพลาดหรือขาดความเชื่อถือ จึงต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการแปลงข้อมูล ซึ่งวิธีการแปลงข้อมูลมีหลายวิธี แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะแปลงข้อมูลให้ออกมาอยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์แบบดับเบิ้ลล็อก (Double-logarithmic Function) สมการถดถอยเชิงซ้อนของประชากร

$$\log Y = \beta_0^* + \beta_1^* \log X_1 + \beta_2^* \log X_2 + \beta_3^* \log X_3 + \beta_4^* \log X_4 + \varepsilon$$

สมการถดถอยเชิงซ้อนจากตัวอย่าง

$$\log Y = \log \hat{Y} + e$$

เมื่อ 
$$\log \hat{Y} = b_0^* + b_1^* \log X_1 + b_2^* \log X_2 + b_3^* \log X_3 + b_4^* \log X_4$$

จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อนที่ปรับแล้ว และผลการทดสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยเชิงซ้อน ดังตาราง 4.28 และ 4.29

ตาราง 4.28 ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน และผลการทดสอบความเหมาะสมของสมการ ถดถอยเชิงซ้อนของข้อมูลที่ปรับแล้ว

ประเภท	$b_0^*$	$b_1^*$	$b_2^*$	$b_3^*$	$b_4^*$	$\bar{R}^2$	F	p-value
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	1.4657	0.0863	- 0.3607	- 0.3844	- 0.2008	0.2955	77.9773	0.0000**
บริเวณริมเส้นทางจราจร	(0.0865)	(0.0268)	(0.0322)	(0.0433)	(0.0383)			
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	- 4.8984	3.3627	-	- 0.0636	-	0.7395	824.5351	0.0000**
บริเวณทั่วไป	(0.1278)	(0.0856)		(0.3000)				
ผู้ชนขนาดเล็กกว่า 10	2.2773	- 0.3710	0.0294	-	- 0.0690	0.7469	462.4913	0.0000**
ไมครอน	(0.0610)	(0.0344)	(0.0079)		(0.0082)			

หมายเหตุ \*\* ปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตาราง 4.29 ผลการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีต่อตัวแปรตามในขณะที่ตัวแปรอิสระอื่น ๆ คงที่ ของสมการถดถอยเชิงซ้อนของข้อมูลที่แปลงแล้ว

ประเภท	t			
	(p-value)			
	$b_1^*$	$b_2^*$	$b_3^*$	$b_4^*$
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	3.2200	- 11.2130	- 8.8710	- 5.2360
บริเวณริมเส้นทางจราจร	(0.0013 **)	(0.0000 **)	(0.0000 **)	(0.0000 **)
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	39.2940	-	- 2.1220	-
บริเวณทั่วไป	(0.0000 **)		(0.0343 *)	
ผู้ชนขนาดเล็กกว่า 10	- 10.7690	3.7210	-	- 8.3930
ไมครอน	(0.0000 **)	(0.0000 **)		(0.0000 **)

หมายเหตุ \*\* ปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 4.29 พบว่าในขั้นตอนสุดท้ายของวิธีแบบขั้นตอนจะเหลือเฉพาะตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามเท่านั้น ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามจะถูกดึงออกจากสมการซึ่งผลจากการทดสอบสมมติฐานสรุปได้ว่า ทุกสมการมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการพยากรณ์ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร แสดงได้ด้วยสมการถดถอยเชิงซ้อนประมาณจากตัวอย่าง คือ

$$\log \hat{Y} = 1.4657 + 0.0863 \log X_1 - 0.3607 \log X_2 - 0.3843 \log X_3 - 0.2008 \log X_4$$

จากการทดสอบสมมติฐานสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝนต่อวัน ความเร็วลมต่อวัน ความชื้นสัมพัทธ์ต่อวัน และอุณหภูมิต่อวัน มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร โดยสามารถอธิบายความแปรผันได้ 29.55 % แต่ตัวแปรอิสระปริมาณน้ำฝนต่อวัน และความชื้นสัมพัทธ์ต่อวัน มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป โดยสามารถอธิบายความแปรผันได้ถึง 73.95 % ในส่วนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลได้แก่ ปริมาณน้ำฝนต่อวัน ความเร็วลมต่อวัน และอุณหภูมิต่อวัน โดยสามารถอธิบายความแปรผันได้ถึง 74.69 % นอกจากนี้ตัวแปรอิสระแต่ละตัวยังมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญในขณะที่ตัวแปรอื่นคงที่ การตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสมการถดถอยเชิงซ้อน ปรากฏดังนี้

1. ผลการทดสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนเท่ากับ  $\sigma^2$

- ทดสอบการแจกแจงความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติโดยใช้วิธีการ สร้างกราฟ

Regression Histogram หรือ Normal Probability Plot

ตาราง 4.30 ผลการทดสอบการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ

ประเภท	Normal
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร	✓
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป	✓
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ

✗ หมายถึง การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนไม่เป็นแบบปกติ

จากตาราง 4.30 สรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนของสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไปมีการแจกแจงปกติ

- การทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์โดยใช้การทดสอบ:

$$H_0 : \mu_\epsilon = 0$$

$$H_1 : \mu_\epsilon \neq 0$$

ตาราง 4.31 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์

ประเภท	Mean	SD	t	p-value
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจร	0.0000	0.9970	0.0000	1.0000
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไป	-0.0404	1.0750	-1.5400	0.1240
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	-0.3470	0.0300	-11.4700	0.0000**

หมายเหตุ \*\* ปฏิเสธ  $H_0$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตาราง 4.31 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะสรุปได้ว่า สมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0

## 2. การทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

จากการพิจารณากราฟแสดงคู่ลำดับระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าพยากรณ์ (แสดงในภาคผนวก จ.) สรุปได้ดังตาราง 4.32

ตาราง 4.32 ผลการทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

ประเภท	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร	✓
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป	✗
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

✗ หมายถึง ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่

จากตาราง 4.32 พบว่า เฉพาะสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรเท่านั้นที่ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

จะเห็นได้ว่า แม้จะแปลงข้อมูลแล้วแต่ปรากฏเพียงสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรเท่านั้นที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสมการถดถอยเชิงซ้อน ส่วนอีก 2 สมการยังมีคุณสมบัติไม่สอดคล้องตามข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งอาจเป็นเพราะยังใช้วิธีการแปลงข้อมูลที่ไม่เหมาะสม จึงเป็นปัญหาที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาโดยละเอียดต่อไป ในการศึกษานี้จึงหาได้แต่สมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรซึ่งมี  $R^2 = 29.55\%$  ดังนี้

$$\log \hat{Y} = 1.4657 + 0.0863 \log X_1 - 0.3607 \log X_2 - 0.3844 \log X_3 - 0.2008 \log X_4$$

(0.0865) (0.0268)      (0.0322)      (0.0433)      (0.0383)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า .ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในปี พ.ศ. 2536-2538 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร และศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น สรุปได้ดังนี้

1. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไป ปรากฏว่า ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมากกว่าบริเวณทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง นั่นคือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีความรุนแรงมากกว่าบริเวณทั่วไป

2. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ ปรากฏว่า ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไปยังไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศซึ่งกำหนดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย 8 ชั่วโมงเท่ากับ 10.26 มก./ลบ.ม. และในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนก็ยังไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศซึ่งกำหนดความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเฉลี่ย 24 ชั่วโมงเท่ากับ 120 มก./ลบ.ม. นั่นคือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป รวมทั้งความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนยังมีความรุนแรงไม่เกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ

3. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 ปรากฏว่า

- ในปี พ.ศ. 2537 และ 2538 ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ทั้ง 2 ปีนี้มีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี พ.ศ. 2536 อย่างมีนัยสำคัญ
- ในปี พ.ศ. 2537 และ 2538 ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับเมื่อเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2536 และ 2537 แต่ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป ปี พ.ศ. 2538 มีค่ามากกว่าปี พ.ศ. 2536 อย่างมีนัยสำคัญ

- ในปี พ.ศ. 2536 และ 2538 ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ทั้ง 2 ปีมีค่าเฉลี่ยมากกว่าปี พ.ศ. 2537 อย่างมีนัยสำคัญ

นั่นคือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป รวมทั้งความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2538 มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น

4. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นระหว่างวันทำงานกับวันหยุด ปรากฏว่า

- ในแต่ละปีค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานมากกว่าวันหยุดต่างมีนัยสำคัญยิ่ง
- ในปี พ.ศ. 2536 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปบริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปี พ.ศ. 2537 กลับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปี พ.ศ. 2538 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยค่าเฉลี่ยประชากรในวันทำงานมากกว่าวันหยุด
- ในปี พ.ศ. 2536 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานมีค่ามากกว่าวันหยุดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในปี พ.ศ. 2537-2538 ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานมีค่ามากกว่าวันหยุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

นั่นคือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป รวมทั้งความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในวันทำงานมีความรุนแรงมากกว่าวันหยุด

5. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นระหว่าง ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไปมีค่าสูงสุดในฤดูหนาว เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน นั่นคือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป รวมทั้งความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าสูงสุดในฤดูหนาว

6. ในการวิเคราะห์หาสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง โดยมีตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณน้ำฝนต่อวัน ความเร็วลมต่อวัน ความชื้นสัมพัทธ์ต่อวัน และอุณหภูมิต่อวัน ปรากฏว่า สมการที่หาได้มีคุณสมบัติไม่สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสมการถดถอยเชิงซ้อน ซึ่งจะส่งผลให้การวิเคราะห์สรุปผลผิดพลาดหรือขาดความเชื่อถือ หลังจากแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยการแปลงข้อมูลให้ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในรูปแบบความสัมพันธ์แบบดับเบิ้ลล็อกแล้ว ปรากฏว่า มีเพียงสมการถดถอยสำหรับพยากรณ์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรเท่านั้นที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสมการถดถอยเชิงซ้อน โดยมี  $R^2 = 29.55\%$  ดังสมการ

$$\log \hat{Y} = 1.4567 + 0.0869 \log X_1 - 0.3607 \log X_2 - 0.3844 \log X_3 - 0.2008 \log X_4$$

(0.0865) (0.0268) (0.0322) (0.0433) (0.0383)

ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร คือ ปริมาณน้ำฝนต่อวัน ( $X_1$ ) ความเร็วลมต่อวัน ( $X_2$ ) ความชื้นสัมพัทธ์ต่อวัน ( $X_3$ ) และอุณหภูมิต่อวัน ( $X_4$ )

## 5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่น นอกเหนือจากปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาแล้วยังมีปัจจัยทางด้านยานพาหนะ และสิ่งก่อสร้าง แต่เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนซึ่งแตกต่างจากการเก็บรวบรวมของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ความเข้มข้นของฝุ่น และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่เก็บรวบรวมเป็นรายวัน จึงทำให้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้

2. ในสมการถดถอยพยากรณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป และความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน แม้จะมีการแปลงข้อมูลให้ออกมาในรูปแบบความสัมพันธ์แบบดับเบิ้ลล็อกแต่ก็ยังมีคุณสมบัติไม่สอดคล้องกับข้อตกลงเบื้องต้นของสมการถดถอยเชิงซ้อน ซึ่งอาจเป็นเพราะยังใช้วิธีการแปลงข้อมูลที่ไม่เหมาะสม จึงเป็นปัญหาที่ควรศึกษาโดยละเอียดต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตาราง 1** ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	D	p-value	Normal
2536	0.0797	0.9610	✓
2537	0.1585	0.2670	✓
2538	0.1107	0.7110	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เนื่องจาก p-value > 0.05 จึงยอมรับ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรมีการแจกแจงปกติ

**ตาราง 2** ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	D	p-value	Normal
2536	0.2760	0.0050**	✗
2537	0.1176	0.8010	✓
2538	0.1018	0.9150	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : ปีพ.ศ. 2536 เนื่องจาก p-value < 0.01 จึงปฏิเสธ  $H_0$  ส่วนในปี พ.ศ. 2537 และ 2538 เนื่องจาก p-value > 0.01 จึงยอมรับ  $H_0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ ในปี พ.ศ. 2537 และ 2538 ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปมีการแจกแจงปกติ ส่วนปี พ.ศ. 2536 ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลในปีดังกล่าวพบว่า มีข้อมูลขาดหายค่อนข้างมากและหายเป็นช่วงๆ ซึ่งอาจส่งผลให้ตัวอย่างที่ได้ไม่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร และการทดสอบจึงสรุปได้ว่าประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ นอกจากนี้ข้อมูลก็จัดเก็บในบริเวณทั่วไปเหมือนกับอีก 2 ปี ซึ่งน่าจะมีการแจกแจงของประชากรใกล้เคียงกัน จึงอนุมูลให้ประชากรในปี พ.ศ. 2536 มีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ

**ตาราง 3** ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไป ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	F	p-value	ความแปรปรวน
2536	3.5500	0.0000**	×
2537	6.4100	0.0000**	×
2538	13.8100	0.0000**	×

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

× หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกัน

$H_0$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไปไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไปแตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก p-value < 0.01 จึง

ปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรกับบริเวณทั่วไปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ระหว่าง ปี พ.ศ. 2536-2538 ณ บริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป

บริเวณ	Bartlett's Test	p-value	ความแปรปรวน
ริมเส้นทางจราจร	9.4700	0.0091**	✗
ทั่วไป	134.2700	0.0000**	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

✗ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกัน

$H_0$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538 แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละบริเวณ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก p-value < 0.01 จึงปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ณ บริเวณริมเส้นทางจราจร มีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อย่างน้อย 2 ปีที่แตกต่าง สำหรับบริเวณทั่วไปก็สรุปได้เช่นเดียวกัน

ตาราง 5 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของประชากรความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานและวันหยุด ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	วันทำงาน			วันหยุด		
	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal
2536	0.1331	0.4770	✓	0.1525	0.3100	✓
2537	0.1771	0.1630	✓	0.1426	0.4940	✓
2538	0.1381	0.4300	✓	0.1525	0.1070	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เนื่องจาก p-value > 0.05

จึงยอมรับ  $H_0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานมีการแจกแจงปกติ สำหรับวันหยุดก็สรุปได้เช่นเดียวกัน

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุด ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	F	p-value	ความแปรปรวน
2536	1.4200	0.0060**	✗
2537	1.5800	0.0000**	✗
2538	1.8300	0.0000**	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

✗ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกัน

$H_0$  : ความแปรปรวนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุด ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ความแปรปรวนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุดแตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก p-value < 0.01 จึง

ปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในวันทำงานกับวันหยุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 7 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของประชากรความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในฤดูกาลต่างๆ ปี พ.ศ.2536-2538

พ.ศ.	ฤดูร้อน			ฤดูฝน			ฤดูหนาว		
	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal
2536	0.1348	0.4610	✓	0.2511	0.0450*	✗	0.1273	0.5360	✓
2537	0.1879	0.1810	✓	0.5177	0.0000**	✗	0.1471	0.3520	✓
2538	0.2684	0.0060**	✗	0.1573	0.2760	✓	0.3597	0.0000**	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในฤดูร้อนมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในฤดูร้อนไม่ได้มีการแจกแจงปกติ  
สำหรับฤดูกาลอื่นๆกำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบได้ในทำนองเดียวกัน  
สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อ  $p\text{-value} > 0.01$  จะยอมรับ  $H_0$  แต่ถ้า  $p\text{-value} < 0.01$  จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ปี พ.ศ. 2536-2538 ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีการแจกแจงปกติเช่นเดียวกับในฤดูฝน ปี พ.ศ. 2538 ส่วนประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรในฤดูฝนปี พ.ศ. 2536-2537 ฤดูร้อนและฤดูหนาว ปี พ.ศ. 2538 ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ เมื่อพิจารณาข้อมูลในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2538 พบว่า มีข้อมูลขาดหายซึ่งอาจส่งผลให้ตัวอย่างที่ได้ไม่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ผลการทดสอบจึงสรุปได้ว่าประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ นอกจากนี้ ข้อมูลก็จัดเก็บในช่วงฤดูร้อนเหมือนกับปี พ.ศ. 2536-2537 ซึ่งน่าจะมีการแจกแจงของประชากรใกล้เคียงกัน จึงอนุมานให้ประชากรในฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2538 มีการแจกแจงใกล้เคียงเดียวกับการแจกแจงปกติ สำหรับประชากรที่เหลือก็พิจารณาได้ในทำนองเดียวกัน

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรระหว่าง 3 ฤดูกาล

พ.ศ.	Bartlett test	p-value	ความแปรปรวน
2536	46.8280	0.0000*	✗
2537	0.6160	0.8715	✓
2538	4.2420	0.3173	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

✗ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกัน

$H_0$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกัน

$H_1$  : มีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เมื่อ  $p\text{-value} > 0.01$  จะยอมรับ  $H_0$  แต่ถ้า  $p\text{-value} < 0.01$  จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ปี พ.ศ. 2536 มีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนปี พ.ศ. 2537-2538 ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจรทั้ง 3 ฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

**ตาราง 9** ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมทั่วไปในวันทำงานและวันหยุด ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	วันทำงาน			วันหยุด		
	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal
2536	0.1331	0.4770	✓	0.1525	0.3100	✓
2537	0.1771	0.1630	✓	0.1426	0.4940	✓
2538	0.1381	0.4300	✓	0.1525	0.1070	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อ p-value > 0.05 จะยอมรับ  $H_0$  แต่ถ้า p-value < 0.05 จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ปี พ.ศ. 2537-2538 ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานมีการแจกแจงปกติเช่นเดียวกับวันหยุด ปี พ.ศ. 2536 และ 2538 ส่วนในวันทำงานปี พ.ศ. 2536 และวันหยุด ปี พ.ศ. 2537 ไม่ได้มีการแจกแจงปกติ ด้วยเหตุผลในลักษณะเดียวกันกับตาราง 7

**ตาราง 10** ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานและวันหยุด ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	F	p-value	ความแปรปรวน
2536	2.4800	0.0000**	✗
2537	1.0900	0.4790	✓
2538	1.4900	0.0010**	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

✗ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกัน

$H_0$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานและวันหยุดไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานและวันหยุดแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เมื่อ  $p\text{-value} > 0.01$  จะยอมรับ  $H_0$  แต่ถ้า  $p\text{-value} < 0.01$  จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในปี พ.ศ. 2536 และ 2538 ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในวันทำงานกับวันหยุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปี พ.ศ. 2537 กลับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์การทดสอบการแจกแจงปกติของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในฤดูกาลต่างๆ ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	ฤดูร้อน			ฤดูฝน			ฤดูหนาว		
	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal
2536	0.1262	0.5470	✓	0.2855	0.0030**	✗	0.1872	0.1210	✓
2537	0.2156	0.1230	✓	0.1453	0.5510	✓	0.1687	0.3610	✓
2538	0.1429	0.5730	✓	0.1886	0.2370	✓	0.0650	1.0000	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในฤดูร้อนมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในฤดูร้อนไม่มีการแจกแจงปกติ

สำหรับฤดูกาลอื่นๆกำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบได้ทำนองเดียวกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เมื่อ  $p\text{-value} > 0.01$  จะยอมรับ  $H_0$  แต่ถ้า  $p\text{-value} < 0.01$  จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปในทุกฤดูกาลต้องมีการแจกแจงปกติ ด้วยเหตุผลเดียวกับตาราง 7

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป ระหว่างฤดูกาล 3 ฤดูกาล

พ.ศ.	Bartlett's Test	p-value	ความแปรปรวน
2536	207.9550	0.0000**	✗
2537	7.2720	0.0269*	✗
2538	28.4180	0.0000**	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

✗ หมายถึง ประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกัน

$H_0$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไปทั้ง 3 ฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไปอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก p-value < 0.01 จึง

ปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไปอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตาราง 13 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	D	p-value	Normal
2536	0.1396	0.4170	✗
2537	0.1717	0.1890	✓
2538	0.1311	0.4980	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เนื่องจาก p-value > 0.05 จึง

ยอมรับ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีการแจกแจงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2538

Bartlett's Test	p-value
67.8900	0.0000**

$H_0$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2536-2538 ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน อย่างน้อย 2 ปีที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละบริเวณ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก p-value < 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ มีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน อย่างน้อย 2 ปีที่แตกต่างกัน

ตาราง 15 ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานและวันหยุด ในปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	วันทำงาน			วันหยุด		
	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal
2536	0.1200	0.6120	✓	0.1781	0.2170	✓
2537	0.2296	0.0360*	✗	0.1631	0.3620	✓
2538	0.1171	0.6430	✓	0.1467	0.3555	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เมื่อ p-value > 0.05 ยอมรับ  $H_0$  แต่ถ้า p-value < 0.05 จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้งวันทำงานและวันหยุดต่างมีการแจกแจงปกติ ยกเว้นวันทำงานของปี พ.ศ. 2537 แต่อนุโลมให้ประชากรนี้มีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ ด้วยเหตุผลในลักษณะเดียวกับตาราง 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตาราง 16** ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานกับวันหยุด ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	F	p-value	ความแปรปรวน
2536	1.3800	0.0680	✓
2537	1.0400	0.8100	✓
2538	1.1100	0.3840	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง 2 ประชากรมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

✗ หมายถึง 2 ประชากรมีความแปรปรวนแตกต่างกัน

$H_0$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานกับวันหยุดไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานกับวันหยุดแตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 : เนื่องจาก p-value > 0.01 จึงยอมรับ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในวันทำงานกับวันหยุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

**ตาราง 17** ผลการทดสอบการแจกแจงปกติของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในฤดูกาลต่าง ๆ ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	ฤดูร้อน			ฤดูฝน			ฤดูหนาว		
	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal	D	p-value	Normal
2536	0.2645	0.0300*	✗	0.1242	0.7070	✓	0.2214	0.0400*	✗
2537	0.1471	0.5340	✓	0.2446	0.0890	✓	0.1990	0.0990	✓
2538	0.0849	0.9350	✓	0.1301	0.5080	✓	0.1198	0.6140	✓

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในฤดูร้อนมีการแจกแจงปกติ

$H_1$  : ประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในฤดูร้อนไม่ได้มีการแจกแจงปกติ

สำหรับฤดูกาลอื่น ๆ กำหนดสมมติฐานเพื่อการทดสอบได้ในทำนองเดียวกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เมื่อ  $p\text{-value} > 0.01$  จะยอมรับ  $H_0$  แต่ถ้า  $p\text{-value} < 0.01$  จะปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในทุกฤดูกาลต่างมีการแจกแจงปกติ ยกเว้น ฤดูร้อนและฤดูหนาวของปี พ.ศ. 2536 แต่อนุโลมให้ประชากรนี้มีการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงปกติ ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกับตาราง 7

ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนระหว่าง 3 ฤดูกาล ปี พ.ศ. 2536-2538

พ.ศ.	Bartlett's Test	p-value	ความแปรปรวน
2536	47.0540	0.0000**	✗
2537	26.9560	0.0000**	✗
2538	68.6360	0.0000**	✗

หมายเหตุ ✓ หมายถึง ประชากรมีการแจกแจงปกติ

✗ หมายถึง ประชากรไม่มีการแจกแจงปกติ

$H_0$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ความแปรปรวนของประชากรความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกัน

สรุปผลการทดสอบในแต่ละปี ณ ระดับนัยสำคัญ 0.01 : เนื่องจาก  $p\text{-value} < 0.01$  จึง

ปฏิเสธ  $H_0$

นั่นคือ ในแต่ละปีความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



**ภาคผนวก ข.**

**ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงซ้อน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร

ตาราง 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการที่มีต่อตัวแปรตามของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

$$\bar{R}^2 = 0.3208 \quad S.E. = 12.1899$$

Source of Variation	df.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Regression	4	175172.8474	43793.2118	294.7150	0.0000 **
Residual	2483	368961.6862	148.5951		
Total	2487	544134.5343			

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $F_{cal} > F_{\alpha, k, n-k-1}$  หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

ตาราง 2 ค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	t	p-value
ค่าคงที่	22.5729	0.9937	22.7150	0.0000 **
$X_1$	0.0664	0.0143	4.6420	0.0000 **
$X_2$	-0.2038	0.0093	-21.8710	0.0000 **
$X_3$	$6.0124 \cdot 10^{-5}$	$1.3984 \cdot 10^{-5}$	4.2990	0.0000 **
$X_4$	-0.2493	0.0133	-18.7380	0.0000 **

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $t_{cal} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  หรือ  $t_{cal} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตาราง 3** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการที่มีต่อตัวแปรตามของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงดับเบิ้ลล็อก

$$\bar{R}^2 = 0.2955 \quad S.E. = 0.4723$$

Source of Variation	df.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Regression	4	69.5850	17.3962	77.9773	0.0000**
Residual	730	162.8583	0.2231		
Total	734	232.4433			

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $F_{cal} > F_{\alpha, k, n-k-1}$  หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

**ตารางที่ 4** ค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงดับเบิ้ลล็อก

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	t	p-value
ค่าคงที่	1.4657	0.0865	16.9340	0.0000**
$X_1$	0.0863	0.0268	3.2200	0.0013**
$X_2$	-0.3607	0.0322	-11.2130	0.0000**
$X_3$	-0.3844	0.0433	-8.8710	0.0000**
$X_4$	-0.2008	0.0383	-5.2360	0.0000**

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $t_{cal} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  หรือ  $t_{cal} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณทั่วไป

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการที่มีต่อตัวแปรตามของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

$$\bar{R}^2 = 0.9539 \quad \text{S.E.} = 2.0281$$

Source of Variation	df.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Regression	4	161387.3011	40346.8252	9809.0276	0.0000 **
Residual	1891	7778.1253	4.1132		
Total	1895	169165.4264			

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $F_{\text{cal}} > F_{\alpha, k, n-k-1}$  หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

ตารางที่ 6 ค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	t	p-value
ค่าคงที่	-4.1000	0.5147	-7.9650	0.0000 **
$X_1$	0.4456	0.0072	61.8570	0.0000 **
$X_2$	-0.0985	0.0044	-22.5500	0.0000 **
$X_3$	-0.0759	0.0088	-8.6050	0.0000 **
$X_4$	0.0165	0.0038	4.3440	0.0000 **

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $t_{\text{cal}} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  หรือ  $t_{\text{cal}} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการที่มีต่อตัวแปรตามของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงค้ำเบิ้ลล็อก

$$\bar{R}^2 = 0.7396 \quad \text{S.E.} = 0.3051$$

Source of Variation	df.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Regression	2	153.4951	76.7475	824.5351	0.0000**
Residual	578	53.8001	0.09308		
Total	580	207.2952			

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $F_{\text{cal}} > F_{\alpha, k, n-k-1}$  หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

ตารางที่ 8 ค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	t	p-value
ค่าคงที่	-4.8984	0.1278	-38.3150	0.0000**
$X_1$	3.3627	0.0856	39.2940	0.0000**
$X_3$	-0.0636	0.3000	-2.1220	0.0343*

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $t_{\text{cal}} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  หรือ  $t_{\text{cal}} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

หรือ  $p\text{-value} < 0.05$

### 3. ผู้มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบอิมพิลของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการที่มีต่อตัวแปรตามของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

$$\bar{R}^2 = 0.6418 \quad \text{S.E.} = 10.7093$$

Source of Variation	df.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Regression	3	325838.7085	108612.9029	947.0188	0.0000 **
Residual	1581	181323.7436	114.6892		
Total	1584	507162.4521			

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $F_{\text{cal}} > F_{\alpha, k, n-k-1}$  หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

ตารางที่ 10 ค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	t	p-value
ค่าคงที่	36.7608	2.7571	13.3330	0.0000 **
$X_1$	-0.0967	0.0348	-2.7770	0.0056 **
$X_2$	0.5052	0.0268	18.8740	0.0000 **
$X_4$	-0.0330	0.0086	-3.8360	0.0001 **

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $t_{\text{cal}} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  หรือ  $t_{\text{cal}} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 11** การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบอิทธิพลของตัวแปรอิสระทุกตัวในสมการที่มีต่อตัวแปรตามของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้น

$$\bar{R}^2 = 0.7470 \quad \text{S.E.} = 0.0510$$

Source of Variation	df.	Sum of Square	Mean of Square	F	p-value
Regression	3	3.6117	1.20392	424.4913	0.0000**
Residual	466	1.2130	0.0026		
Total	469	4.8248			

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $F_{\text{cal}} > F_{\alpha, k, n-k-1}$  หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

**ตารางที่ 12** ค่าที่ประมาณได้ของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วนของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน	t	p-value
ค่าคงที่	2.2773	0.0610	37.3280	0.0000**
$X_1$	-0.3710	0.0344	-10.7690	0.0000**
$X_2$	0.0294	0.0079	3.7210	0.0002**
$X_4$	-0.0690	0.0082	-8.3930	0.0000**

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อ  $t_{\text{cal}} < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$  หรือ  $t_{\text{cal}} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$

หรือ  $p\text{-value} < 0.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค.

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS/PC<sup>+</sup>**  
**(ตัวอย่างประเภทก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณริมเส้นทางจราจร)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

data list free / c8road rain wind relh temp.
*****Linear Regression*****
reg var = c8road rain wind relh temp
/stat = default zpp
/dep = c8road
/met = stepwise
/save = zresid(error)
/residual = default
/scatterplot = (*resid,*pred).

```

-----

Page 2 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

Block Number 1. Method: Stepwise Criteria PIN .0500  
POUT .1000

-----

Page 3 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

Variable(s) Entered on Step Number  
1.. RAIN

Multiple R .42223  
R Square .17827  
Adjusted R Square .17794  
Standard Error 13.41115

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	97005.46325	97005.46325
Residual	2486	447129.07102	179.85884

F = 539.34221 Signif F = .0000

-----

Page 4 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	Correl	Part Cor	Partial
RAIN	.243349	.010478	.422226	.422226	.422226	.422226
(Constant)	3.574055	.342737				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----- in -----

Variable	T	Sig	T
RAIN	23.224	.0000	
(Constant)	10.428	.0000	

Page 5 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

----- Variables not in the Equation -----

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig	T
WIND	-.208917	-.227103	.971018	-11.625	.0000	
RELH	.075629	.083422	.999793	4.173	.0000	
TEMP	-.116366	-.094149	.537903	-4.714	.0000	

Page 6 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

Variable(s) Entered on Step Number  
2.. WIND

Multiple R	.46974
R Square	.22066
Adjusted R Square	.22003
Standard Error	13.06335

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	120066.56192	60033.28096
Residual	2485	424067.97236	170.65110

F = 351.78960 Signif F = .0000

Page 7 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	Correl	Part Cor	Partial
RAIN	.263848	.010358	.457792	.422226	.451110	.455030
WIND	-.084631	.007280	-.208917	-.130981	-.205867	-.227103
(Constant)	5.078265	.358048				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----- in -----

Variable	T	Sig T
RAIN	25.473	.0000
WIND	-11.625	.0000
(Constant)	14.183	.0000

Page 8 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

----- Variables not in the Equation -----

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
RELH	.073451	.083189	.970869	4.161	.0000
TEMP	-.579994	-.351383	.286051	-18.706	.0000

Page 9 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

Variable(s) Entered on Step Number  
3.. TEMP

Multiple R	.56292
R Square	.31688
Adjusted R Square	.31606
Standard Error	12.23279

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	172426.16280	57475.38760
Residual	2484	371708.37147	149.64105

F = 384.08837 Signif F = .0000

Page 10 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. C8ROAD

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	Correl	Part Cor	Partial
RAIN	.065595	.014367	.113812	.422226	.075715	.091226
WIND	-.204288	.009349	-.504298	-.130981	-.362385	-.401551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



WIND        -.203766   .009317   -.503010   -.130981   -.361429   -.401910  
 TEMP        -.249315   .013306   -.578969   -.349613   -.309645   -.351971  
 RELH 6.012450E-05 1.39846E-05 .071061 .069537 .071048 .085961  
 (Constant) 22.572939 .993744

Page 14

SPSS/PC+

2/14/97

\* \* \* \* MULTIPLE REGRESSION \* \* \* \*

Equation Number 1    Dependent Variable..    C8ROAD

----- in -----

Variable	T	Sig	T
RAIN	4.642	.0000	
WIND	-21.871	.0000	
TEMP	-18.738	.0000	
RELH	4.299	.0000	
(Constant)	22.715	.0000	

End Block Number 1    POUT =    .100 Limits reached.

Page 15

SPSS/PC+

2/14/97

\* \* \* \* MULTIPLE REGRESSION \* \* \* \*

Equation Number 1    Dependent Variable..    C8ROAD

Residuals Statistics:

	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-143.4521	59.9612	8.5103	8.3926	2488
*RESID	-19.0614	260.2227	.0000	12.1802	2488
*ZPRED	-18.1068	6.1305	.0000	1.0000	2488
*ZRESID	-1.5637	21.3473	.0000	.9992	2488

Total Cases =        2488

Durbin-Watson Test =    .54683

Page 16

SPSS/PC+

2/14/97

Outliers - Standardized Residual

Case #	*ZRESID
1031	21.34730
682	12.36854
998	9.23364
1037	6.68818
1034	6.62259

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งไว้ในสื่อบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

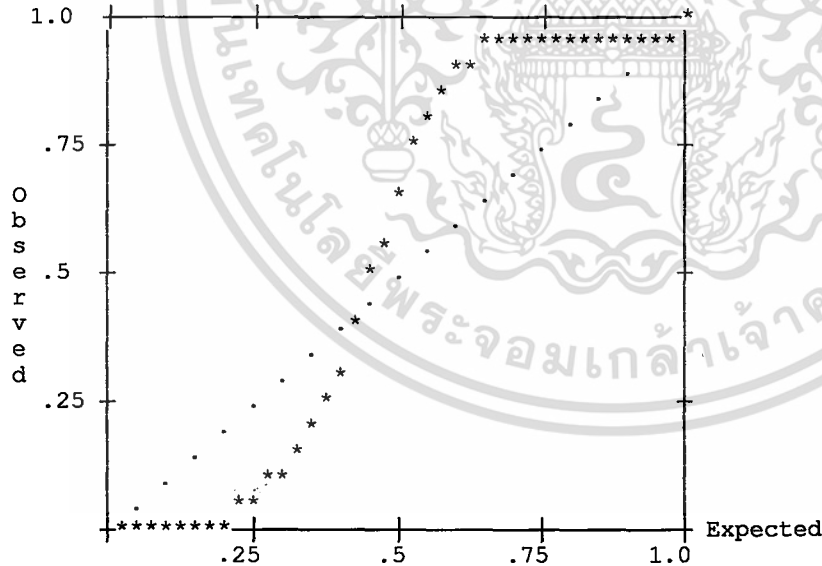
1053	6.29312
1040	6.22574
1048	6.06176
1050	6.00598
1035	5.99075

Histogram - Standardized Residual

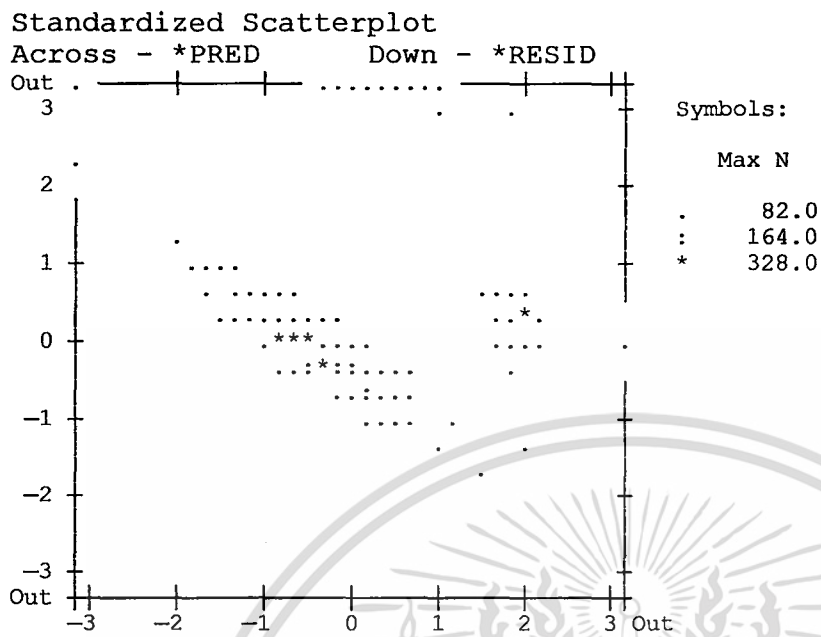
( \* = 17 Cases, . : = Normal Curve)

N	Exp N		
64	1.92	Out	****
2	3.81	3.00	
0	9.72	2.67	.
1	22.19	2.33	.
0	45.40	2.00	.
0	83.18	1.67	.
1	136.50	1.33	.
6	200.67	1.00	.
36	264.25	.67	**
311	311.69	.33	*****:
1011	329.33	.00	*****:*****
733	311.69	-.33	*****:*****
282	264.25	-.67	*****.*
38	200.67	-1.00	**
2	136.50	-1.33	
1	83.18	-1.67	.
0	45.40	-2.00	.
0	22.19	-2.33	.
0	9.72	-2.67	.
0	3.81	-3.00	.
0	1.92	Out	

Normal Probability (P-P) Plot  
Standardized Residual



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

data list free / c8road rain wind relh temp.
*****Double-Logarithm Regression*****
compute lgc8road = lg10(c8road).
compute lgrain = lg10(rain).
compute lgwind = lg10(wind).
compute lgrelh = lg10(relh).
compute lgtemp = lg10(temp).
reg var = lgc8road lgrain lgwind lgrelh lgtemp
The raw data or transformation pass is proceeding
  2488 cases are written to the compressed active file.
/stat = default zpp
/dep = lgc8road
/met = stepwise
/save = zresid(error)
/residual = default
/scatterplot = (*resid,*pred).

```

Page 3 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

Block Number 1. Method: Stepwise Criteria PIN .0500  
POUT .1000

Page 4 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

Variable(s) Entered on Step Number  
1.. LGRELH

Multiple R .38369  
R Square .14722  
Adjusted R Square .14605  
Standard Error .52003

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	34.21948	34.21948
Residual	733	198.22392	.27043

F = 126.53809 Signif F = .0000

Page 5 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	Correl	Part Cor	Partial
LGRELH	-.354512	.031515	-.383688	-.383688	-.383688	-.383688
(Constant)	.953011	.037218				

----- in -----

Variable	T	Sig T
LGRELH	-11.249	.0000
(Constant)	25.606	.0000

Page 6 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

----- Variables not in the Equation -----

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
LGRAIN	.188362	.179873	.777650	4.947	.0000
LGWIND	-.393068	-.345741	.659789	-9.969	.0000
LGTEMP	-.147650	-.114182	.509995	-3.110	.0019

Page 7 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

Variable(s) Entered on Step Number  
2.. LGWIND

Multiple R	.49915
R Square	.24916
Adjusted R Square	.24710
Standard Error	.48829

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	57.91453	28.95727
Residual	732	174.52887	.23843

F = 121.45108 Signif F = .0000

Page 8 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	Correl	Part Cor	Partial
LGRELH	-.566346	.036431	-.612955	-.383688	-.497887	-.498202
LGWIND	-.316528	.031751	-.393068	-.035546	-.319279	-.345741
(Constant)	1.420314	.058469				

## ----- in -----

Variable	T	Sig T
LGRELH	-15.546	.0000
LGWIND	-9.969	.0000
(Constant)	24.292	.0000

Page 9 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

## ----- Variables not in the Equation -----

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
LGRAIN	.175401	.178386	.546255	4.902	.0000
LGTEMP	-.292131	-.231542	.458886	-6.435	.0000

Page 10 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

Variable(s) Entered on Step Number  
3.. LGTEMP

Multiple R	.53797
R Square	.28941
Adjusted R Square	.28649
Standard Error	.47535

## Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	67.27129	22.42376
Residual	731	165.17211	.22595

F = 99.24056 Signif F = .0000

Page 11 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* M U L T I P L E R E G R E S S I O N \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	Correl	Part Cor	Partial
LGRELH	-.415339	.042526	-.449521	-.383688	-.304511	-.339750
LGWIND	-.373214	.032140	-.463462	-.035546	-.362042	-.394630
LGTEMP	-.237340	.036882	-.292131	-.343884	-.200634	-.231542
(Constant)	1.644814	.066760				

## ----- in -----

Variable	T	Sig T
LGRELH	-9.767	.0000
LGWIND	-11.612	.0000
LGTEMP	-6.435	.0000
(Constant)	24.638	.0000

Page 12 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* MULTIPLE REGRESSION \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

## ----- Variables not in the Equation -----

Variable	Beta In	Partial	Min Toler	T	Sig T
LGRAIN	.118498	.118355	.430542	3.220	.0013

Page 13 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* MULTIPLE REGRESSION \* \* \* \*

Equation Number 1 Dependent Variable.. LGC8ROAD

Variable(s) Entered on Step Number

4.. LGRAIN

Multiple R	.54714
R Square	.29936
Adjusted R Square	.29552
Standard Error	.47233

## Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	4	69.58501	17.39625
Residual	730	162.85839	.22309

F = 77.97735      Signif F = .0000

Page 14 SPSS/PC+ 2/14/97

\* \* \* \* MULTIPLE REGRESSION \* \* \* \*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



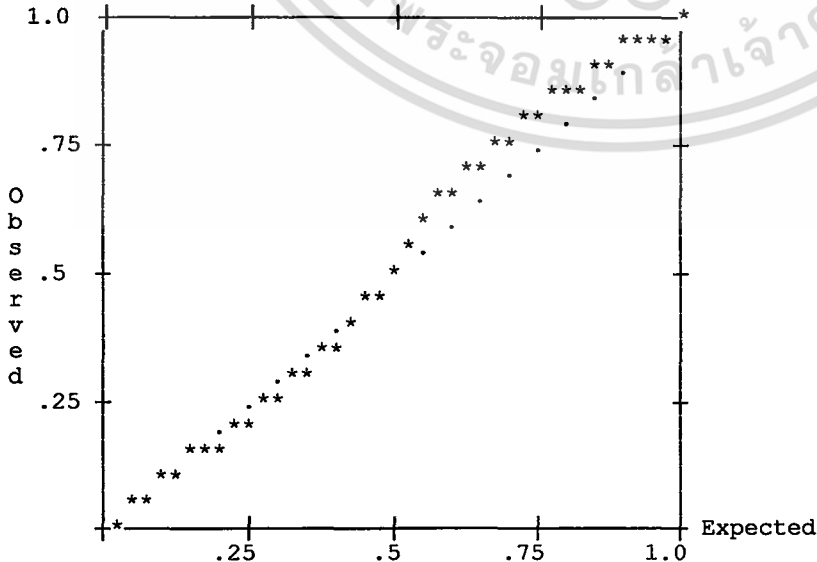
Case #	*ZRESID
1031	3.96648
1034	3.61969
1037	3.54296
1053	3.51132
127	-3.46080
1052	3.42889
1040	3.34530
1048	3.34225
1050	3.24037
1044	3.19860

Histogram - Standardized Residual

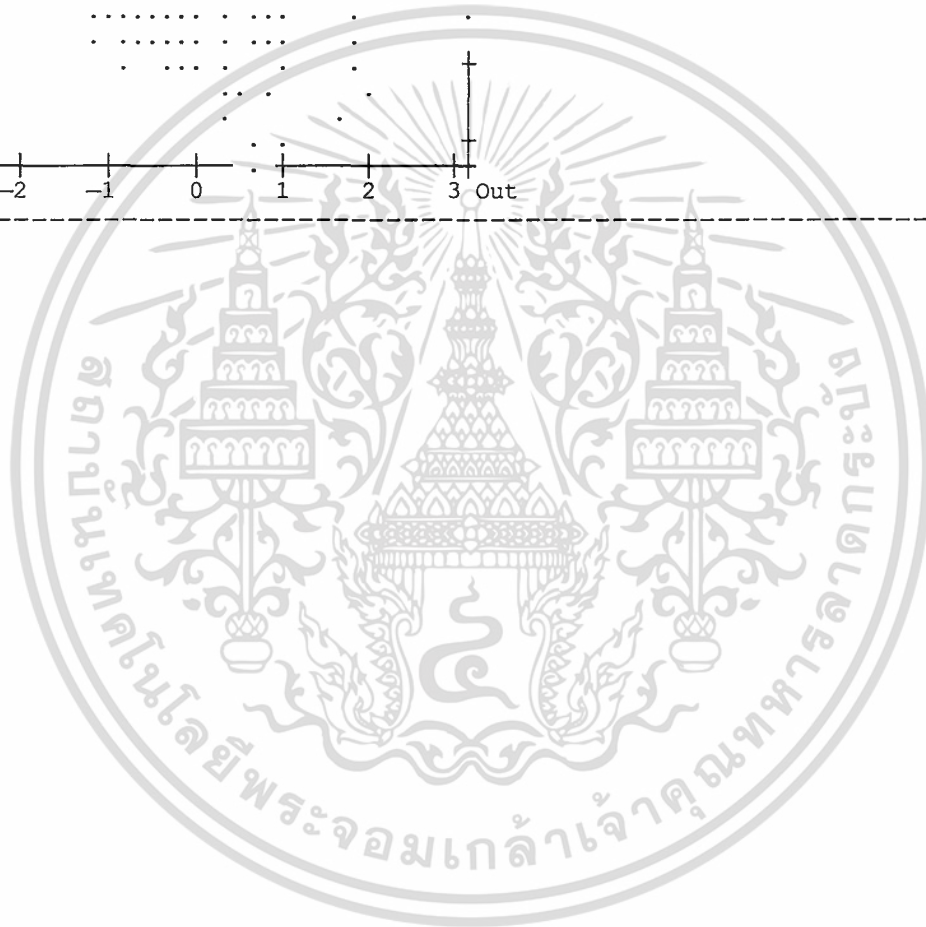
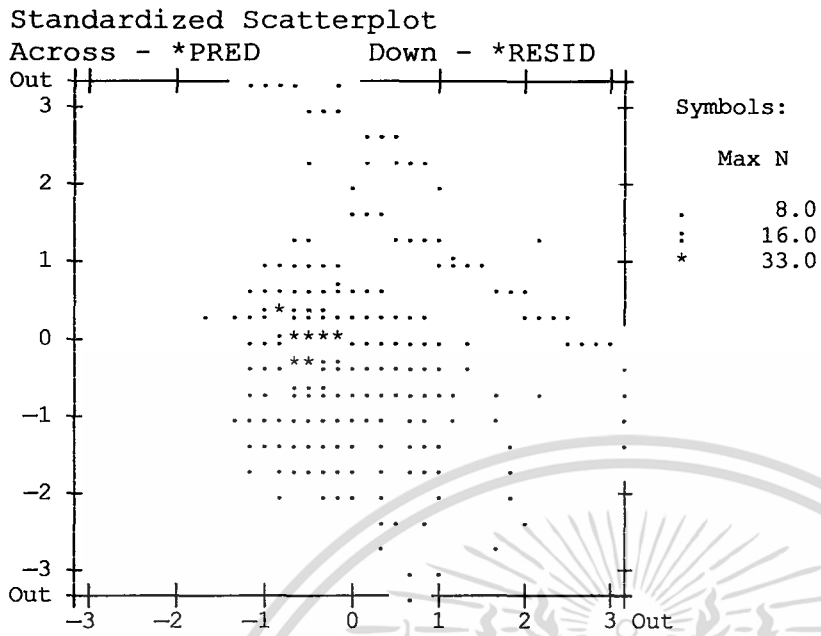
(\* = 3 Cases, . : = Normal Curve)

N	Exp N		
9	.57	Out	***
7	1.13	3.00	**
4	2.87	2.67	:
7	6.56	2.33	***
4	13.41	2.00	*
8	24.57	1.67	***
23	40.33	1.33	*****
47	59.28	1.00	*****
61	78.06	.67	*****
111	92.08	.33	*****
159	97.29	.00	*****
96	92.08	-.33	*****
79	78.06	-.67	*****
45	59.28	-1.00	*****
30	40.33	-1.33	*****
23	24.57	-1.67	*****
11	13.41	-2.00	***:
6	6.56	-2.33	***
2	2.87	-2.67	:
2	1.13	-3.00	*
1	.57	Out	

Normal Probability (P-P) Plot  
Standardized Residual



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



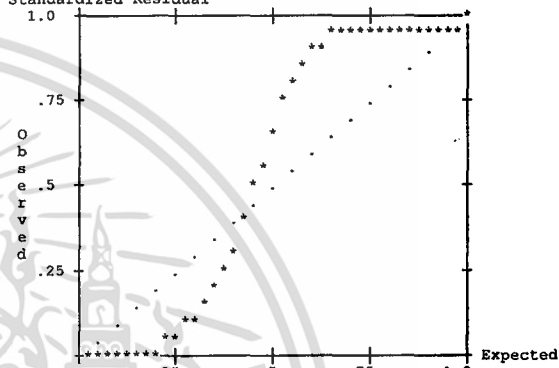
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจร

Histogram - Standardized Residual

N	Exp N	Out
64	1.92	Out ****
2	3.81	3.00
0	9.72	2.67
1	22.19	2.33
0	45.40	2.00
0	83.18	1.67
1	136.50	1.33
6	200.67	1.00
36	264.25	.67 **
311	311.69	.33
1011	329.33	.00
733	311.69	-.33
282	264.25	-.67
38	200.67	-1.00 **
2	136.50	-1.33
1	83.18	-1.67
0	45.40	-2.00
0	22.19	-2.33
0	9.72	-2.67
0	3.81	-3.00
0	1.92	Out

Normal Probability (P-P) Plot  
Standardized Residual

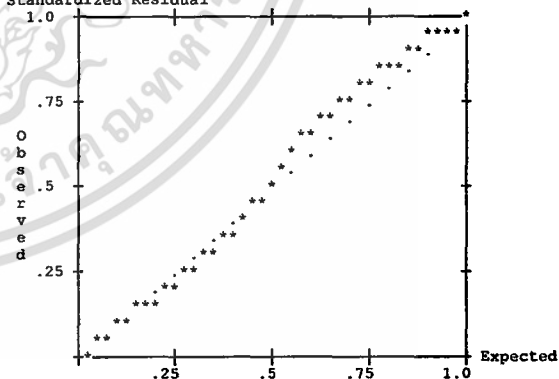


รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

Histogram - Standardized Residual

N	Exp N	Out
9	.57	Out ***
7	1.13	3.00 **
4	2.87	2.67 *
7	6.56	2.33 *
4	13.41	2.00 *
8	24.57	1.67 ***
23	40.33	1.33
47	59.28	1.00
61	78.06	.67
111	92.08	.33
159	97.29	.00
96	92.08	-.33
79	78.06	-.67
45	59.28	-1.00
30	40.33	-1.33
23	24.57	-1.67
11	13.41	-2.00 ***
6	6.56	-2.33 *
2	2.87	-2.67 *
2	1.13	-3.00 *
1	.57	Out

Normal Probability (P-P) Plot  
Standardized Residual



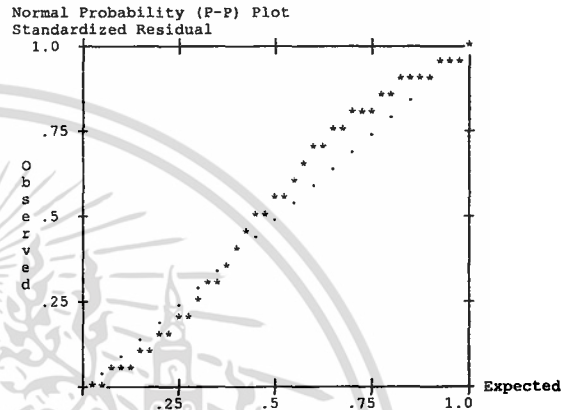
รูปแบบความสัมพันธ์ค้บเบิ้ลคือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไป

Histogram - Standardized Residual  
(\* = 7 Cases, . : = Normal Curve)

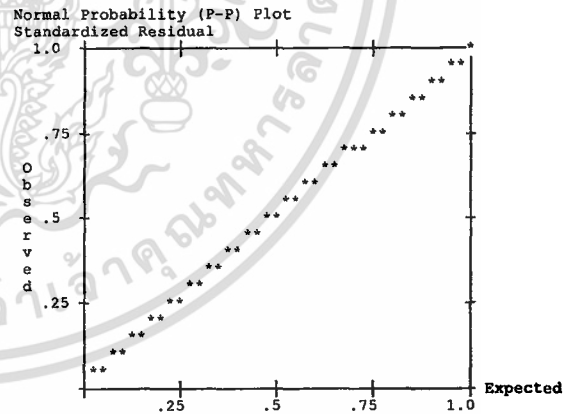
N	Exp N	
15	1.46	Out **
9	2.91	3.00 *
8	7.41	2.67 :
15	16.91	2.33 *:
31	34.60	2.00 ****
27	63.38	1.67 *****
66	104.02	1.33 *****
87	152.92	1.00 *****
180	201.37	.67 *****
274	237.53	.33 *****
312	250.97	.00 *****
396	237.53	-.33 *****
232	201.37	-.67 *****
122	152.92	-1.00 *****
63	104.02	-1.33 *****
21	63.38	-1.67 ****
12	34.60	-2.00 **
1	6.91	-2.33 *:
7	7.41	-2.67 :
7	2.91	-3.00 *
7	1.46	Out *



รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

Histogram - Standardized Residual  
(\* = 4 Cases, . : = Normal Curve)

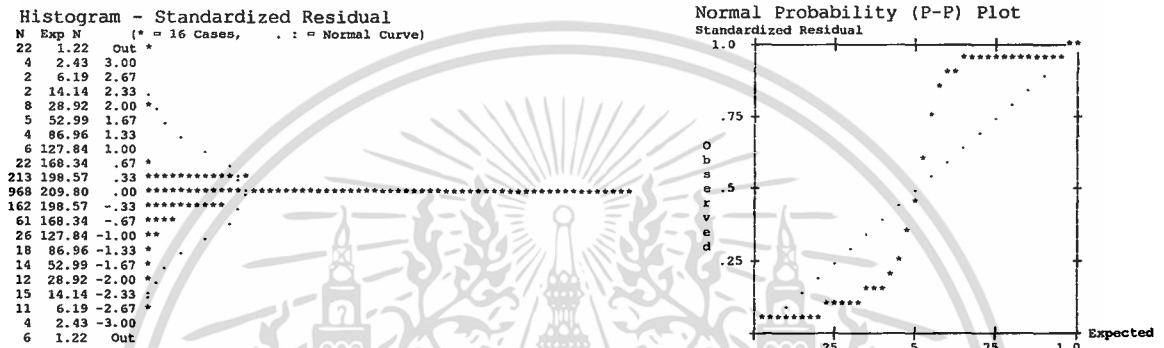
N	Exp N	
2	1.29	Out *
4	2.56	3.00 :
5	6.53	2.67 *:
14	14.92	2.33 ****
30	30.51	2.00 *****
62	55.90	1.67 *****
101	91.73	1.33 *****
130	134.86	1.00 *****
159	177.58	.67 *****
200	209.47	.33 *****
231	221.32	.00 *****
193	209.47	-.33 *****
180	177.58	-.67 *****
129	134.86	-1.00 *****
86	91.73	-1.33 *****
68	55.90	-1.67 *****
39	30.51	-2.00 *****
15	14.92	-2.33 ****
9	6.53	-2.67 *:
7	2.56	-3.00 *:
8	1.29	Out **



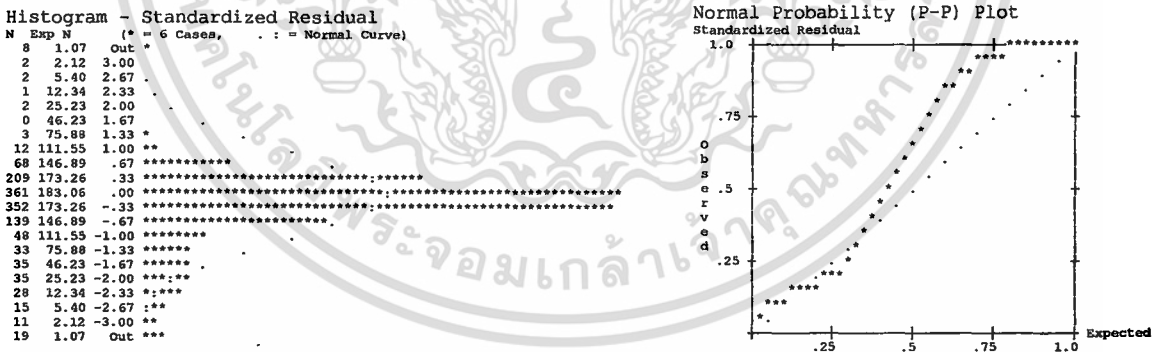
รูปแบบความสัมพันธ์ระดับเบิลล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน



รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง



รูปแบบความสัมพันธ์ค้บเบิ้ลลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

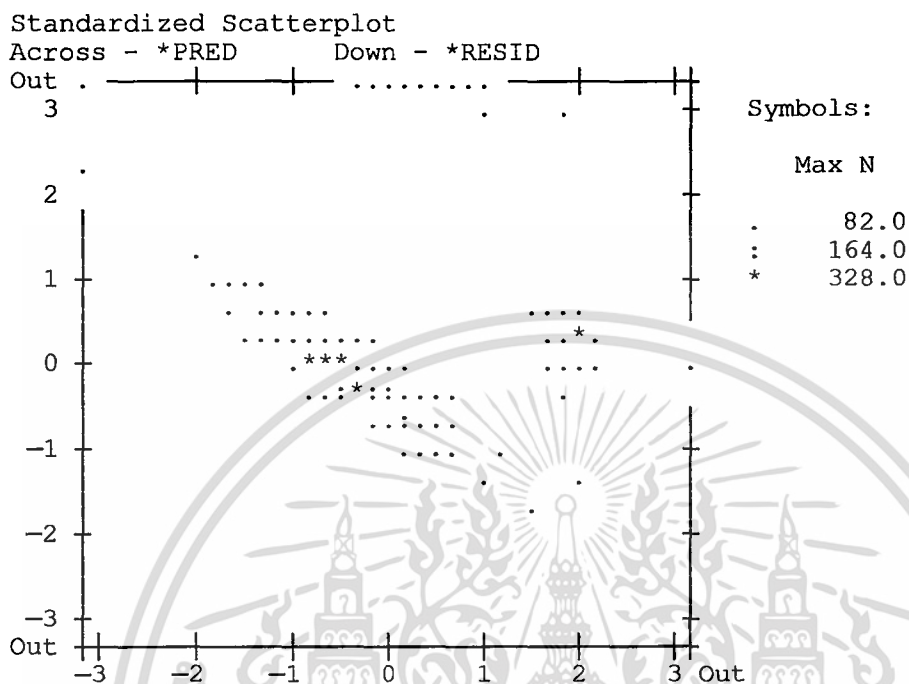


**ภาคผนวก จ.**

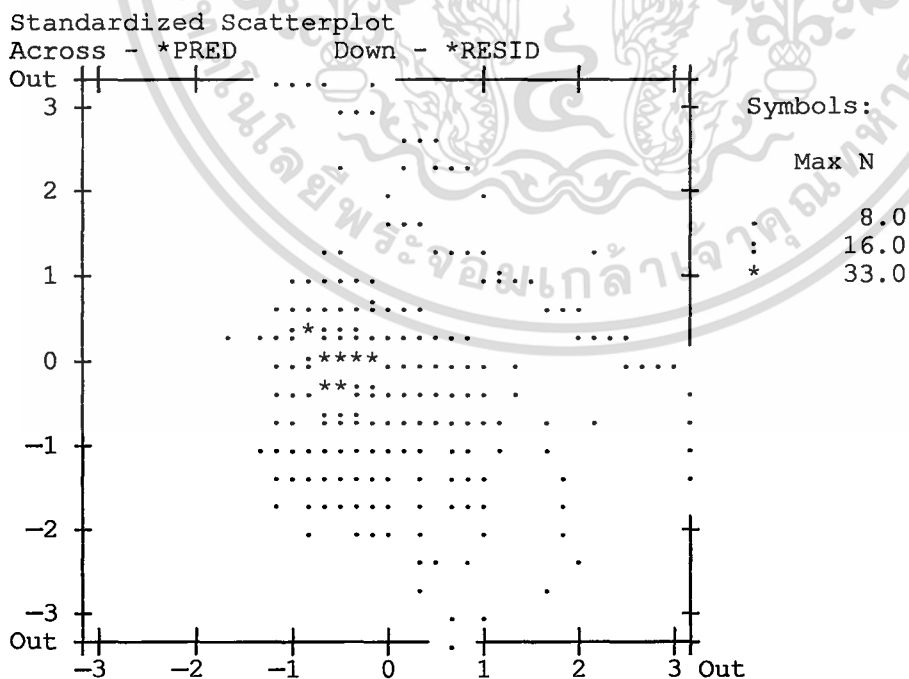
**กราฟแสดงการทดสอบปัญหา Heteroscedasticity**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณริมเส้นทางจราจร**



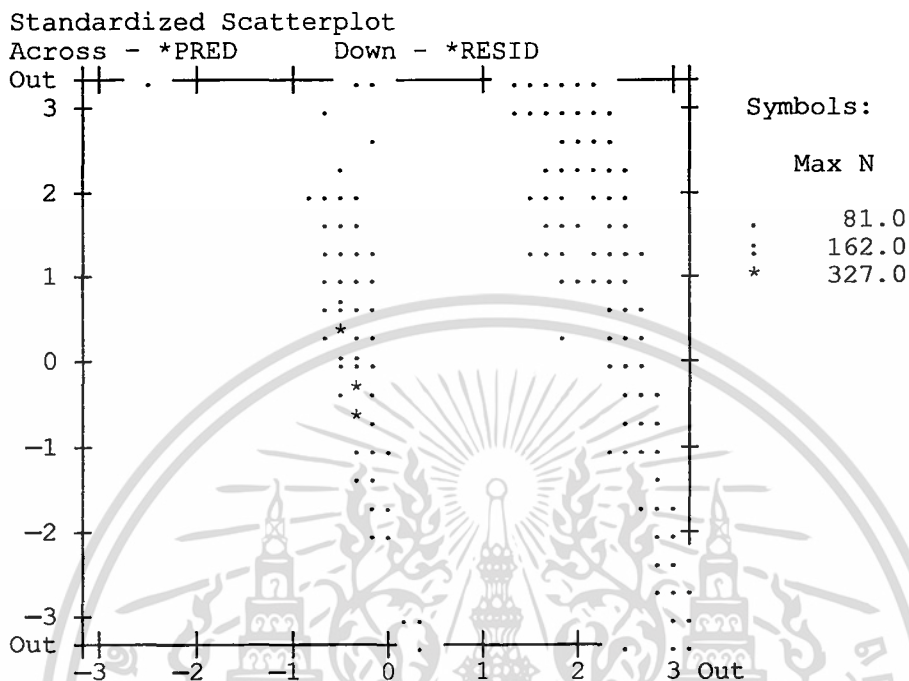
**รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง**



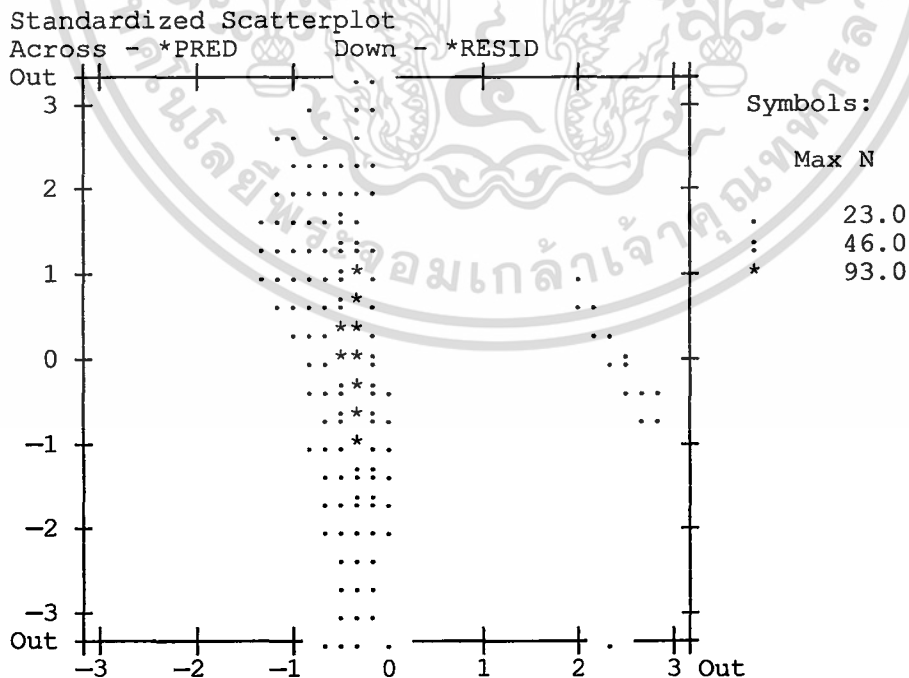
**รูปแบบความสัมพันธ์ระดับเบิล็อก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ บริเวณทั่วไป



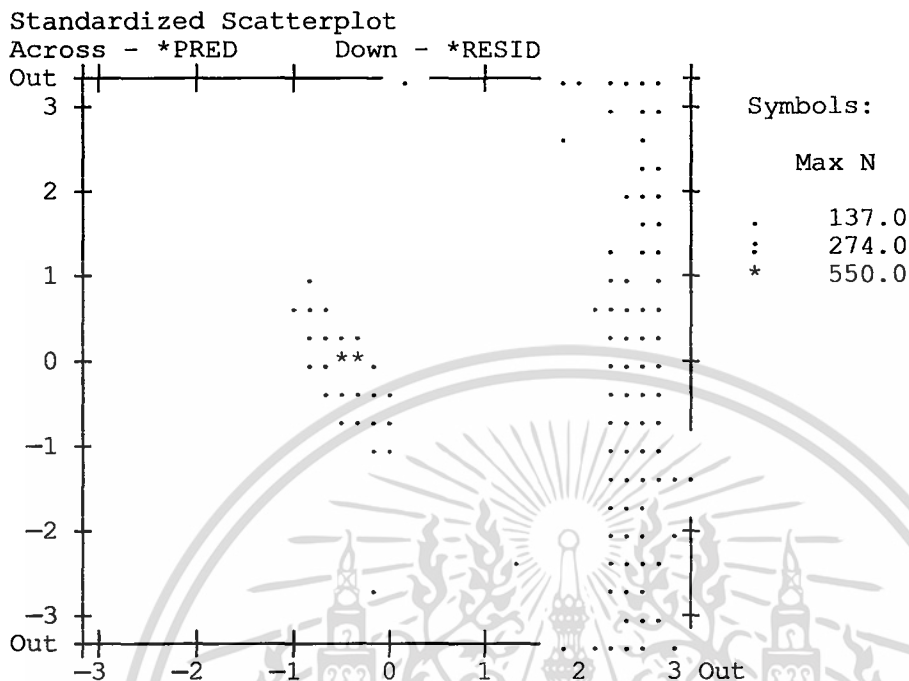
รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง



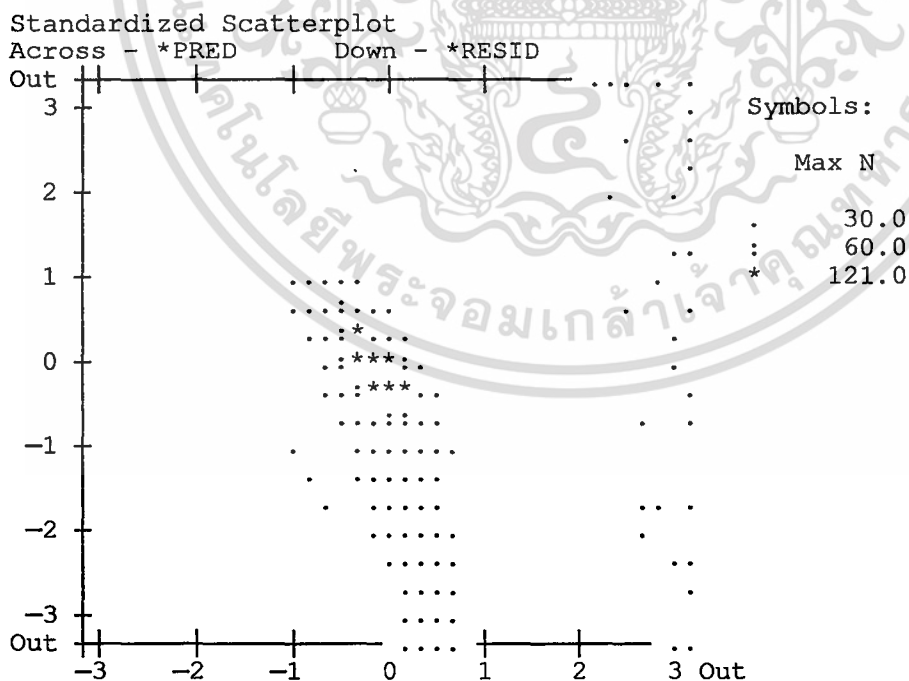
รูปแบบความสัมพันธ์ระดับเบิลีอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน



รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง



รูปแบบความสัมพันธ์ดับเบิ้ลล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- ควบคุมมลพิษ, กรม “การแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานครและชุมชนในประเทศไทย”  
กรุงเทพมหานคร กรมควบคุมมลพิษ 2538 (อัดสำเนา)
- \_\_\_\_\_ **สถานการณ์ และการจัดปัญหาหมอกพิษทางอากาศและเสียงปี 2536-2537**  
กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ดอกเบี๋ย 2539
- ครรชิต ผิววนล และวงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ “การจราจรและมลภาวะอากาศ” รายงานการวิจัย จุฬาลง-  
กรณ์มหาวิทยาลัย 2522
- พลพร แสงบางปลา **ไอเสียจากรถยนต์และการควบคุม** กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์-  
มหาวิทยาลัย 2520
- เพริศพรรณ คณาธารณา ฌัฐสุดา เรืองรุจิระ และอุษา บำรุงพีช “การวิเคราะห์มลสารในอากาศใน  
กรุงเทพมหานคร” รายงานการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521
- เพริศพรรณ คณาธารณา และสิทธิชัย ลีพิพัฒน์ไพบูลย์ “การศึกษาตัวการทำให้อากาศเป็นพิษใน  
เมืองใหญ่” รายงานการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520
- ราชบัณฑิตยสถาน **พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์ : อังกฤษ-ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**  
กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ศูนย์ทหารราบ 2516
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ นิตยา มหาผล และธีระ กรอด **มลภาวะอากาศ กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์**  
**จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2538**
- วสิน มหันตนิรันดร์กุล “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฝุ่นและตะกั่วในบรรยากาศของ  
กรุงเทพมหานคร” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์-  
มหาวิทยาลัย 2536
- สุกิจ เข็นทรวง **Air Pollution กรุงเทพมหานคร กรมควบคุมมลพิษ 2520**
- อดิศร เฟื่องธรรม “ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และตะกั่วในบรรยากาศจากถนนสาย  
หลักของกรุงเทพมหานคร” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2538
- อรทัย เจนวิถีสุข “การกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในเขตเมือง” วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล 2529
- อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเวอร์ **มนุษย์-ระบบนิเวศและสภาพนิเวศในประเทศไทย**  
กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช 2531
- Graseby, Anderson. Operator Manual FH 62 I-NPM10 Beta Attenuation Monitor.**

Snyrna: Graseby Anderson Publishing 1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sanders, Donald H. **STATISTIC:A Fresh Approach**. Singapore:McGraw-Hill Book Co 1990

Kanji, Gopal K. **100 Statistical Tests**. Wiltshire:The Cromwell Press Ltd 1993



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล	เกียรติศักดิ์ เพ็ชรน้ำเขียว
วัน เดือน ปี เกิด	30 มิถุนายน 2518
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนเซนต์จอห์น
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนเซนต์จอห์น

ชื่อ-นามสกุล	กุสุมาพร ถนนอมไชย
วัน เดือน ปี เกิด	19 มิถุนายน 2519
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนราชินีบน
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนพระศรีอริยอนุสรณ์

ชื่อ-นามสกุล	พัชรี วงศ์พงศาดี
วัน เดือน ปี เกิด	14 ธันวาคม 2518
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนวิสุทธิกษัตริ์
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนวิสุทธิกษัตริ์

ชื่อ-นามสกุล	ภาณี จันทรคุปต์
วัน เดือน ปี เกิด	16 ธันวาคม 2518
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
การศึกษามัธยมศึกษาต้น	โรงเรียนเบญจมราชาลัย
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย	โรงเรียนเบญจมราชาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้