

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มลพิษทางอากาศในบริเวณ 7 พื้นที่ของกรุงเทพมหานคร



นายภาคภูมิ บัณฑิตพรชัย

นายรัตติชัย ตันตะประศาสตร์

นายวศิน แยมชื่นพงศ์

รฟ.

๑๖/๑๑

๒๕๕๙

เลขหมู่.....

74591

เลขทะเบียน.....

วัน,เดือน,ปี..... 3 ต.ค. 2550

b. 118 11603  
i. ....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาสถิติประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## **Air Pollution in 7 Areas of Bangkok Metropolis**



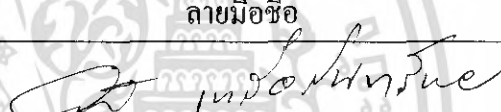
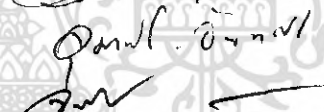

**A Special Problem Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the  
Degree of Bachelor of Science  
Department of Applied Statistics  
Faculty of Science  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang  
Academic Year 2006**

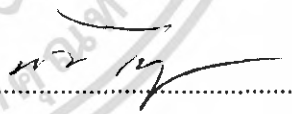
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน้าอนุมัติ

**ปัญหาพิเศษ** มลพิษทางอากาศในบริเวณ 7 พื้นที่ของกรุงเทพมหานคร  
**นักศึกษา** นายภาคภูมิ บัณฑิตผลกาย  
นายรัตติชัย ดัฒนะประสาสตร์  
นายวศิน เข้มชื่นพงส์  
**ภาควิชา** สถิติประยุกต์  
**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผศ.วราพร เหลือสินทรัพย์

ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ผศ.วราพร เหลือสินทรัพย์	
กรรมการ รศ.อุมาพร จันทสร	
กรรมการ ดร.จุฑาธิป ดัฒนสถิตย์	

  
.....  
( ผศ.ดร.มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ )

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ	มลพิษทางอากาศในบริเวณ 7 พื้นที่ของกรุงเทพมหานคร
นักศึกษา	นายภาณุภูมิ บัณฑิตพรผาย นายรัตติชัย ตัณฑะประสาตร์ นายวศิน แยมชื่นพงศ์
ภาควิชา	สถิติประยุกต์
สาขาวิชา	สถิติประยุกต์
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศส. วราพร เหลือสินทรัพย์

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษนี้ คือ เปรียบเทียบปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ(สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีการไฟฟ้าอโยธยมนบุรี สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย และการเคหะชุมชนดินแดง)กับเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ได้เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ และในแต่ละฤดูกาล(ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน) โดยใช้ข้อมูลสถิติภูมิ(มกราคม-ธันวาคม 2548)จากสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ Z-test และ Kruskal-Wallis

ผลการศึกษาพบว่า ในแต่ละพื้นที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สูง คือ สถานีการเคหะชุมชนดินแดง และปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงที่สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยและการเคหะชุมชนห้วยขวาง ปริมาณก๊าซโอโซนสูงที่สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยและสำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น ส่วนปริมาณฝุ่นละอองสูงที่สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยและการเคหะชุมชนดินแดง เมื่อพิจารณาตามฤดูกาลพบว่าในฤดูหนาวมีปริมาณ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และฝุ่นละอองสูง ส่วนฤดูร้อนมีปริมาณก๊าซโอโซนและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูง นอกจากนี้ในฤดูฝนมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Special Problem Title</b>	Air Pollution in 7 Areas of Bangkok Metropolis
<b>Name</b>	Phakphum Bantarapakay Rattichai Tantaprasasrt Vasin Yamchuenpong
<b>Department</b>	Applied Statistics
<b>Program</b>	Applied Statistics
<b>Academic Year</b>	2006
<b>Special Problem Advisor</b>	Asst.Prof.Waraporn Lursinsup

### ABSTRACT

The main purposes of this special problem were twofold: First, to compare the value of particulate matter less than 10 micro PM10 of each Air Quality Monitoring stations (Khlongchan National Housing Authority, Huai Khwang stadium National Housing Authority, Nonsi Withaya School, Singharatpitayakom school, Thonburi Electric Substation, Chockchai Police Station, Dindang National Housing Authority) with the standard value; second, to compare the carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, ozone and PM10 among each Air Quality Monitoring stations and each seasons (winter, summer, rainy season). This study used the secondary data from the Air Quality and Noise Information System, Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, from January to December 2005. These data were analyzed using Z-test and Kruskal-Wallis test.

The results indicated that each Air Quality Monitoring had not higher PM10 than the standard value ( $p < 0.05$ ). High carbon monoxide, nitrogen dioxide values occurred in Dindang National Housing Authority and high sulfur dioxide value occurred in Chockchai Police Station and Huai Khwang stadium National Housing Authority. Furthermore, high ozone value appeared on Chockchai Police Station and Khlongchan National Housing Authority. In addition, the Chockchai Police Station and Dindang National Housing Authority had high PM10 value. For seasoning, the winter had high carbon monoxide, nitrogen dioxide and PM10 values and the summer had high ozone and sulfur dioxide values. Finally, the rainy season had high sulfur dioxide value.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.วราพร เหลือสินทรัพย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ควบคุม ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขในการทำปัญหาพิเศษนี้ให้สำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.อุมาพร จันทสร และ ดร.จุฑาธิป ตันสถิตย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขในการทำปัญหาพิเศษนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ได้ให้ข้อมูลและให้คำปรึกษาแนะแนวทางการทำปัญหาพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจตลอดมาจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

และขอขอบพระคุณทุกท่านซึ่งไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นายภาณุภูมิ บัณฑรผกาย

นายรัตติชัย ตันตะประศาสตร์

นายวศิน แยมชื่นพงษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.5 ตัวแปร	3
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ	6
2.2 วิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่สำคัญ	13
2.3 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง	16
2.4 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน</b>	
3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล	23
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	24
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยสถิติเชิงพรรณนา	25
4.2 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละสถานีตรวจวัด คุณภาพอากาศกับเกณฑ์มาตรฐาน	31
4.3 การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางอากาศในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	36
4.4 การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางอากาศในแต่ละฤดูกาล	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 5</b> สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์	58
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	61
<b>บรรณานุกรม</b>	62
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน	63
ภาคผนวก ข การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน	74
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS 14.0 For Windows (Z-test และ Kruskal-Wallis test)	100

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	17
2.2	18
4.1	25
4.2	26
4.3	26
4.4	27
4.5	28
4.6	28
4.7	29
4.8	29
4.9	30
4.10	30
4.11	31
4.12	32
4.13	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคมกับเกณฑ์มาตรฐาน	33
4.15 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรีกับเกณฑ์มาตรฐาน	34
4.16 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาล โชคชัยกับเกณฑ์มาตรฐาน	35
4.17 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดงกับเกณฑ์มาตรฐาน	35
4.18 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร	36
4.19 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร	37
4.20 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร	39
4.21 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร	40
4.22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร	42
4.23 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร	43
4.24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซโอโซนทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร	45
4.25 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร	46
4.26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.27 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร	49
4.28 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ทั้ง 3 ฤดูกาล	51
4.29 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในแต่ละฤดูกาล	52
4.30 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทั้ง 3 ฤดูกาล	52
4.31 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในแต่ละฤดูกาล	53
4.32 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ทั้ง 3 ฤดูกาล	54
4.33 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในแต่ละฤดูกาล	54
4.34 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซโอโซน ทั้ง 3 ฤดูกาล	55
4.35 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซโอโซน ในแต่ละฤดูกาล	55
4.36 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ทั้ง 3 ฤดูกาล	56
4.37 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละฤดูกาล	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อากาศมีความสำคัญและจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อมนุษย์มาก ตามปกติแล้วอากาศที่เหมาะสมแก่การหายใจควรประกอบด้วย ออกซิเจนประมาณ 21% ไนโตรเจน 78% คาร์บอนไดออกไซด์ 0.03% และที่เหลือเป็นก๊าซอื่นๆ แต่อากาศบริสุทธิ์ที่มีสัดส่วนดังกล่าวนี้ นับวันจะหายากเนื่องจากการขยายตัวของเมือง การเพิ่มขึ้นของประชากร ตลอดจนการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ส่วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ นอกจากนี้แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ได้แก่ การคมนาคมขนส่ง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ย่านพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัย เป็นต้น ซึ่งปล่อยก๊าซที่ทำให้เกิดมลพิษ ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ตลอดจนฝุ่นละอองขนาดเล็ก (SPM) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่อาศัยในบริเวณนั้นได้

ปัจจุบันกรุงเทพมหานครกำลังประสบปัญหามลพิษทางอากาศ โดยมลพิษทางอากาศที่พบเกินมาตรฐาน คือ ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) และ ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา และยังมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงขึ้นหากไม่มีมาตรการควบคุมที่ดี ซึ่งหน่วยงานภาครัฐได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหานี้ ในปี พ.ศ. 2547 กรมควบคุมมลพิษ โดยสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง จึงได้ยกร่างแผนแม่บทจัดการคุณภาพอากาศและเสียง พ.ศ. 2548-2559 ขึ้น เพื่อใช้เป็นกรอบและแนวทางการดำเนินงานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้ในการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง โดยมีเป้าหมาย คือ 1. รักษาระดับคุณภาพอากาศและเสียงในพื้นที่ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานไม่ให้เสื่อมโทรมลง 2. ปรับปรุงคุณภาพอากาศและเสียงในพื้นที่ที่มีมลพิษเกินมาตรฐาน (สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, 2547) ดังนั้นในการทำปัญหาพิเศษ จึงทำการศึกษาเพื่อดูว่าพื้นที่ใดมีภาวะมลพิษทางอากาศรุนแรงที่สุด และควรจะทำอะไรในพื้นทีใด

## 1.2 วัตถุประสงค์ที่ศึกษา

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกับเกณฑ์มาตรฐาน
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณของ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณของ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละฤดูกาล

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่วัดได้จากแต่ละสถานี สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน
2. ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกัน
3. ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกัน
4. ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกัน
5. ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของก๊าซโอโซนแตกต่างกัน
6. ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างกัน
7. ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกัน
8. ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกัน
9. ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกัน
10. ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของก๊าซโอโซนแตกต่างกัน
11. ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ปัญหาพิเศษนี้ ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในพื้นที่ต่างๆ ของกรุงเทพมหานคร 7 พื้นที่ ดังนี้

1. สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น อ.รามคำแหง เขตบางกะปิ
2. สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง อ.ประชาสงเคราะห์ เขตห้วยขวาง
3. โรงเรียนนนทรีวิทยา อ.นางลิ้นจี่ เขตยานนาวา
4. โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม อ.เอกชัย เขตบางขุนเทียน
5. สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรี อ.อินทรมุขี เขตธนบุรี
6. สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย อ.ลาดพร้าว เขตลาดพร้าว
7. การเคหะชุมชนดินแดง อ.ดินแดง เขตดินแดง

ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลรายวัน ระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2548 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2548

#### 1.5 ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ บริเวณพื้นที่ที่มีการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ได้แก่

1. สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น
2. สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง
3. โรงเรียนนนทรีวิทยา
4. โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม
5. สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรี
6. สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย
7. การเคหะชุมชนดินแดง

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณมลพิษทางอากาศที่มีการตรวจวัด ได้แก่

1. ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
2. ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)
3. ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>)
4. ปริมาณก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>)
5. ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 นียมคำศัพท์เฉพาะ

“มลพิษทางอากาศ” หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติ เป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่างๆ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, แหล่งที่มา: <http://www.deqp.go.th>)

สำหรับปัญหาพิเศษนี้ สารเจือปนในอากาศที่ศึกษา ได้แก่

1. ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
2. ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)
3. ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>)
4. ปริมาณก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>)
5. ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>)

“ฝุ่นละออง (Particular Matter)” หมายถึง สารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบอาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบๆ ตัวเรามีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุลที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน ไปจนถึงฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นทรายขนาดใหญ่ มองเห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป (สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, 2546)

“ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Suspended Particulate Matter : SPM หรือ PM<sub>10</sub>)” หมายถึง ฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 10 ไมครอน (สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, 2546)

“เกณฑ์มาตรฐาน” หมายถึง เกณฑ์มาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) โดยกำหนดไว้ว่า ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมงต้องไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

“ฤดูกาล” หมายถึง ช่วงระยะเวลาต่างๆ ของปี ซึ่งถูกแบ่งออกเป็นช่วงต่างๆ โดยใช้หลักทางด้านดาราศาสตร์หรือภูมิศาสตร์ โดยบริเวณประเทศที่อยู่ในเขตร้อน มักจะยึดเอาฝนเป็นองค์ประกอบสำคัญ สำหรับประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อน จะแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้ (กรมอุตุนิยมวิทยา, แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th>)

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงมลพิษทางอากาศในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
2. สามารถใช้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการวางมาตรการควบคุมมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานคร
3. สามารถนำสถิติมาประยุกต์ใช้ในงานควบคุมมลพิษทางอากาศให้เกิดประโยชน์ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ

ภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึงภาวะของอากาศ ซึ่งมีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลาานาน ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารที่กล่าวถึงอาจเป็นธาตุ หรือสารประกอบ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ และอาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยคของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษทางอากาศที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ตะกั่ว และก๊าซโอโซน

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System) ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Sources) อากาศ หรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptors)

- **แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Sources)**

เป็นส่วนของระบบที่เป็นตัวก่อให้เกิด และระบายสารมลพิษทางอากาศออกไปสู่อากาศภายนอก โดยชนิดและปริมาณของสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศจะขึ้นอยู่กับว่าเป็นแหล่งกำเนิดประเภทใด และขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดนั้นๆ มีการควบคุมการระบายสารมลพิษทางอากาศหรือไม่

- **อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere)**

เป็นส่วนของระบบที่เป็นที่รองรับสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ และเป็นตัวกลาง (Medium) ให้สารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศ มีการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเร็ว และทิศทางลมเป็นต้น รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศ เช่น หุบเขา ภูเขา และอาคารบ้านเรือน เป็นต้น ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศได้

- **ผู้รับผลเสียหรือผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ (Receptors)**

เป็นส่วนของระบบซึ่งสัมผัสกับสารมลพิษในอากาศทำให้ได้รับความเสียหายหรืออันตราย โดยผู้รับผลเสียอาจเป็นสิ่งที่มีชีวิต เช่น คน พืช และสัตว์ เป็นต้น หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น เสื้อผ้า อาคาร บ้านเรือน วัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศและระยะเวลาที่สัมผัส

จากส่วนประกอบของระบบภาวะมลพิษทางอากาศที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าในพื้นที่ใดๆ ปริมาณและชนิดของสารมลพิษที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด (Emissions) สภาพทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorology) และสภาพภูมิประเทศ (Topography) จะเป็นตัวกำหนดถึงชนิดและปริมาณหรือความเข้มข้นของสารมลพิษที่เจือปนอยู่ในอากาศที่อยู่ห่างไกลออกไป ส่วนคุณภาพอากาศจะเป็นตัวกำหนดถึงลักษณะและความรุนแรงของผลเสียหายที่เกิดขึ้นอีกทอดหนึ่ง

### 2.1.1 ประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Sources of Air Pollutants)

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

#### 1. แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดและระบายสารมลพิษทางอากาศออกสู่อากาศ โดยเป็นไปตามกระบวนการทางธรรมชาติไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด ตัวอย่างเช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเล และมหาสมุทร (แหล่งกำเนิดของละอองเกลือ) เป็นต้น

#### 2. แหล่งกำเนิดที่เป็นกิจกรรมหรือการกระทำของมนุษย์ (Man-Made Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่มีมนุษย์หรือกิจกรรมที่มนุษย์กระทำ เป็นตัวการที่ทำให้เกิดและระบายสารมลพิษทางอากาศออกสู่อากาศ แหล่งกำเนิดจากมนุษย์ยังสามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีก 2 ประเภท คือ

- แหล่งกำเนิดที่เกิดจากมนุษย์ทำให้เคลื่อนที่ได้ (Mobile Sources)

ได้แก่ รถยนต์ เรือยนต์ เครื่องบิน รถไฟ เป็นต้น

- แหล่งกำเนิดที่เกิดจากมนุษย์ทำอยู่กับที่ (Stationary Source) ได้แก่

- การเผาเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ได้แก่ โรงผลิตกระแสไฟฟ้าพลังความร้อน หม้อไอน้ำ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เตาหุงต้มตามบ้านเรือนและการเผาขยะมูลฝอย

- กระบวนการผลิตต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การกลั่นน้ำมัน การผลิตปูนซีเมนต์ การหลอมโลหะประเภทต่างๆ และการไม้ บด ย่อย หิน เป็นต้น

## 2.1.2 ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ (Types of Air Pollutants)

สารมลพิษทางอากาศ สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิด คือ

### 1. สารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิ (Primary Air Pollutants)

เป็นสารมลพิษทางอากาศที่เกิด และถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่น และเขม่าควันดำที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงในยานพาหนะและเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

### 2. สารมลพิษทางอากาศทุติยภูมิ (Secondary Air Pollutants)

เป็นสารมลพิษทางอากาศที่ไม่ได้เกิดและระบายออกจากแหล่งกำเนิดใดๆ แต่เกิดขึ้นในบรรยากาศทั่วไปจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิด้วยกันเองหรือปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่นๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี Photochemical Oxidation ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทั้งก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ และสารมลพิษทางอากาศที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic) เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และฝุ่นตะกั่ว เป็นต้น

## 2.1.3 ผลเสียหายจากมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Effects)

มลพิษทางอากาศสามารถทำให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งต่างๆ ได้มากมาย เช่น เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ ทำลายพืช ทำให้วัสดุเสียหาย ทำให้เกิดผลเสียแก่สภาพภูมิอากาศ และเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยา ลักษณะและความรุนแรงของผลเสียหายที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับประเภทและความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ และความยาวนานของการสัมผัสสารมลพิษทางอากาศ นอกจากนี้ สารมลพิษทางอากาศบางชนิด ยังอาจมีผลที่เสริมฤทธิ์กัน (Synergism) ทำให้ผลเสียหายที่เกิดขึ้นทวีความรุนแรงมากขึ้นกว่าผลเสียหายที่เกิดขึ้น หากมีเพียงสารมลพิษทางอากาศเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรืออาจมีผลหักล้างซึ่งกันและกัน (Antagonism) ทำให้ผลเสียหายที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงน้อยลง

- ผลเสียหายที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ผลเสียหายที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เป็นผลเสียหายที่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากเกี่ยวข้องกับชีวิตและความแข็งแรงสมบูรณ์ของมนุษย์เรา อันตรายที่เกิดขึ้นอาจเริ่มตั้งแต่การก่อให้เกิดความรำคาญ ระคายเคือง เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงในร่างกายโดยไม่แสดงอาการ จนกระทั่งมีอาการชัดเจนและถึงขั้นเสียชีวิตในที่สุด นอกจากนี้แล้ว อันตรายต่อสุขภาพอาจจะไม่ได้เกิดขึ้นโดยตรง เนื่องจากสารมลพิษทางอากาศเพียงอย่างเดียว แต่อาจเกิดโดยทางอ้อมจากโรคแทรกซ้อนที่เกิดขึ้น เมื่อร่างกายอ่อนแอจากการได้รับหรือสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศ โดยปกติแล้ว มนุษย์เราจะได้รับสารมลพิษทางอากาศเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจและโดยการสัมผัสทางผิวหนังและนัยน์ตา

- **ผลเสียที่มีต่อพืชและสัตว์**

สารมลพิษทางอากาศที่เป็นอันตรายต่อพืชที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน PAN (Peroxyacetyl Nitrate) ฝุ่นละออง ก๊าซคลอรีน ก๊าซแอมโมเนีย และปรอท เป็นต้น โดยปกติแล้วสารมลพิษทางอากาศที่อยู่ในรูปก๊าซ จะเข้าสู่ต้นไม้ได้โดยการหายใจของต้นไม้ผ่านรูใบ (Stomata) และจะไปทำลายคลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตและตายในที่สุด สีของใบจะเปลี่ยนไปเนื่องจากคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย สีที่เปลี่ยนไปจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารมลพิษ เช่น  $SO_2$  ทำให้ใบซีดแอมโมเนียทำให้ใบเหลือง โอโซนทำให้ใบเป็นสีน้ำเงิน สำหรับฝุ่นละออง จะก่อให้เกิดอันตรายต่อพืช โดยตกลงจับบนใบและส่วนอื่นๆ ของพืช ทำให้ก๊าซผ่านเข้าสู่ใบน้อยลง ใบจะเหลืองและเฉาในที่สุด นอกจากนี้ ฝุ่นละอองที่ตกลงเคลือบอยู่บนผิวใบยังกั้นและสะท้อนแสงแดดในช่วงความยาวคลื่นสั้น (400-700 นาโนเมตร) ซึ่งพืชใช้ในการสังเคราะห์แสงไว้ ทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้น้อยลง และขณะเดียวกันกลับดูดแสงแดดช่วงความยาวคลื่น (1750-1850 นาโนเมตร) ซึ่งเป็นรังสีความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในใบสูงขึ้น ใบจะเกิดการเหี่ยวเฉา

- **ผลเสียที่เกิดกับวัสดุต่างๆ**

ผลเสียที่เกิดกับวัสดุต่างๆ เช่น ทำให้เกิดความสกปรก สีซีดจาง โลหะเป็นสนิม สึกและผุกร่อน ทำให้ยางและพลาสติกเปราะและแตกในที่สุด ฝ้าเปื้อนและขาด กระจกเหลือง และกรอบ ทำให้ผิววัสดุ เช่น เซรามิกสีด้าน ลดความมันเงา

- **ผลเสียหายที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศวิทยา**

เป็นผลที่เกิดจากฝนกรด โดยธรรมชาติน้ำฝนจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ เมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการละลายน้ำของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทางทฤษฎีแล้ว น้ำฝนตามธรรมชาติจะมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยอยู่แล้ว คือ มีความเป็นกรดเป็นค่าที่ประมาณ 5.6 (ความเป็นกรดเป็นค่าที่ 7.0 จัดว่ามีสภาพเป็นกลาง) อย่างไรก็ตามก๊าซซัลเฟอร์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน เป็นสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สามารถทำให้น้ำฝนมีสภาพเป็นกรดขึ้นมาได้ การที่ฝนมีความเป็นกรดมากขึ้นทำให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศวิทยาในดิน แหล่งน้ำ ป่าไม้ ที่ได้รับน้ำฝน ทั้งนี้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้งที่เป็นพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะความเป็นกรดเป็นค่าของสิ่งแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง การแพร่พันธุ์ลดลง และตายได้

- **ผลเสียหายต่อสภาวะภูมิอากาศ**

การที่มีฝุ่นละอองแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศเป็นจำนวนมาก หรือการเกิด Photochemical Smog จะบดบังทัศนวิสัย (Visibility) ทำให้ระยะทางในการมองเห็นผ่านอากาศลดลง ไม่สามารถมองเห็นวัตถุในระยะทางไกลๆ ได้ นอกจากนี้ ฝุ่นละอองยังทำหน้าที่กั้นและสะท้อนแสงแดดที่ส่องมายังผิวโลก ทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิลดลง

#### 2.1.4 มลพิษทางอากาศที่สำคัญ

##### 1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีรส และกลิ่น เบากว่าอากาศเล็กน้อย เมื่อหายใจเข้าไปจะสามารถรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจน 200-500 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhaemoglobin/COHb) ทำให้เลือดนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ น้อยลง การเกิด COHb ในเลือดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่หายใจเข้าไป นั่นคือ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น และระยะเวลาที่หายใจเข้าไปนั่นเอง ดังนั้น จะเห็นได้ว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะทำให้ร่างกายได้รับก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้หัวใจต้องทำงานสูบฉีดเลือดมากขึ้น มีอาการมึนงง ตาพร่ามัว ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย เป็นลม หมดสติ และถึงตายได้ที่สุด เมื่อร่างกายขาดออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุนแสบจมูก เกิดจากการรวมตัวของสารกำมะถันที่เจือปนอยู่ในเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนในขณะที่เชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ สามารถละลายน้ำได้ดีพอสมควร และถูกดูดซึมได้ดีในระบบทางเดินหายใจส่วนบนซึ่งชื้น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $\text{SO}_2$ ) จะค่อยๆ ทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ( $\text{SO}_3$ ) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับความชื้นในอากาศ จะเกิดกรดซัลฟูริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ทั้ง  $\text{SO}_2$   $\text{SO}_3$  และ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  อาจก่อให้เกิดความระคายเคืองและเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เป็นโรกระบบทางเดินหายใจได้ง่ายและบ่อยขึ้น เช่น โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคทางเดินหายใจ และโรคปอดอื่นๆ อันตรายจะรุนแรงมากขึ้น เมื่อรวมกับฝุ่นละออง โดยเพิ่มความต้านทานการเคลื่อนที่ของอากาศในทางเดินหายใจ และเพิ่มความระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในระบบหายใจ นอกจากนี้ ฝุ่นละอองของโลหะบางชนิด ยังเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้  $\text{SO}_2$  กลายเป็นกรด  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ได้เร็วขึ้น

## 3. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

ส่วนที่สำคัญคือ ก๊าซไนตริกออกไซด์ ( $\text{NO}$ ) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $\text{NO}_2$ ) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีของไนโตรเจนกับออกซิเจนในระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ที่อุณหภูมิสูงมาก และทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปแล้ว  $\text{NO}$  ในอากาศจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็น  $\text{NO}_2$  ถ้าร่างกายหายใจเอาก๊าซ  $\text{NO}_2$  ปริมาณความเข้มข้น 90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยได้รับก๊าซเป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อหายใจเข้าไปแล้วอาจทำให้เกิดความระคายเคืองในถุงลม (Alveoli) ทำให้เกิดอาการคล้ายกับโรคหลอดลมตีบตัน (Emphysema) แสบคอ แสบจมูก ได้ โดยเฉพาะในบุคคลที่เป็นโรคหืดอยู่แล้ว นอกจากนี้  $\text{NO}_2$  ในปอดยังอาจเปลี่ยนไปเป็น Nitrosamines ซึ่งทำให้เกิดมะเร็งปอดได้ และถ้าร่างกายได้รับก๊าซ  $\text{NO}_2$  ในปริมาณสูงถึง 500-940 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตด้วยโรคจากอาการปอดบวมน้ำหรือสลับเนื่องจากสมองขาดออกซิเจน

## 4. ก๊าซโอโซน

ก๊าซโอโซนเป็นสารมลพิษทางอากาศชนิดหนึ่งซึ่งเกิดในธรรมชาติ ไม่มีสี โดยเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี Photochemical Oxidation ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า และยานพาหนะประเภทต่างๆ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งถ้าในบรรยากาศมีโอโซนปริมาณสูงกว่าปกติก็จัดเป็นสารพิษ ปริมาณมากที่สุดที่อนุญาตสำหรับคนที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงใน 1 วันคือ 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร ก๊าซนี้ทำให้มีอาการแสบตาและระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ลดการทำงานของปอดลง เหนื่อยเร็ว โดยเฉพาะในเด็ก คนชรา คนที่เป็นโรคปอดเรื้อรังอยู่แล้ว นอกจากนี้ก๊าซโอโซนยังมีผลทำลายพืชและวัสดุบางชนิดด้วย

#### 5. ฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน

ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคมีทั้งเป็นของแข็งและของเหลว ซึ่งแพร่กระจายอยู่ในอากาศ โดยทั่วไปมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 0.0002 ไมครอน (ขนาดใกล้เคียงกับโมเลกุลของสสาร) จนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดใหญ่สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ 2-3 นาที จะตกลงสู่พื้นด้วยแรงดึงดูดของโลก และแรงลม ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมักเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) เนื่องจากมีความเร็วในการตกลงสู่พื้นต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ และกระแสลม เป็นต้น จะทำให้สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น

หากมีการหายใจเอาฝุ่นละอองที่ปะปนในอากาศเข้าไปในระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 15 ไมครอน จะถูกดักจับที่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้น ในส่วนของจมูกและลำคอ ซึ่งจะถูกขับออกมาพร้อมกับเสมหะ ส่วนฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เพราะสามารถแทรกตัวลึกเข้าไปถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเข้าไปในเนื้อเยื่อปอด และนำสารอันตรายเข้าสู่ร่างกาย โดยกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบได้ง่าย ได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอยู่แล้ว เช่น ผู้ป่วยโรคปอด ไข้หวัดใหญ่ และโรคหืด เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2543)

## 2.2 วิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่สำคัญ

### 2.2.3 การตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์โดยวิธี Non-Dispersive Infrared Detection

วิธีดูดกลืนแสงอินฟราเรดแบบ Non-Dispersive Infrared Detection (NDIR) เป็นวิธีที่ใช้กันกว้างขวางที่สุดในการตรวจวัด CO ในอากาศแวดล้อมและในก๊าซไอเสีย เครื่องวิเคราะห์อินฟราเรดแบบนี้ได้รับการออกแบบให้ตรวจวัดองค์ประกอบ CO ในตัวอย่างก๊าซที่มีหลายองค์ประกอบ โดยการใช้องค์ประกอบที่จะวัดเป็นตัวกรองก๊าซ (Filter)

#### หลักการตรวจวัด

1. การวิเคราะห์แบบ Non-Dispersive Infrared Detection (NDIR) เป็นการวิเคราะห์ก๊าซที่มีคุณสมบัติดูดซับแสงอินฟราเรด ซึ่งบรรจุก๊าซตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ไว้ในซึ่งได้แก่  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  และไฮโดรคาร์บอน โดยในการทำงานจะไม่มีมีการกระจายของแสง (Disperse) แต่จะใช้ตัวกรอง (Narrow Band Filter) กรองความถี่ของแสงเหลือเพียงความถี่เดียว การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยวิธีนี้ ผลการตรวจวัดจะขึ้นอยู่กับปริมาณการดูดซับแสงอินฟราเรดของก๊าซ CO ซึ่งจะเปรียบเทียบค่าการดูดซับระหว่าง Reference Cell ที่ไม่มี CO กับที่มี CO ค่าแตกต่างของการดูดซับจะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแปลงเป็นค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO
2. ข้อพิจารณาในการเก็บตัวอย่าง อาจใช้แผ่นกรองอนุภาค (Particle Filter) ในท่อนำส่งตัวอย่าง (Sample Inlet) ของเครื่องตรวจวัดก๊าซ CO แบบ NDIR หรือไม่ได้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ใช้งานหรือผู้ผลิตเครื่อง การใช้แผ่นกรองควรขึ้นอยู่กับว่าเครื่องตรวจวัดมีความไวต่อสิ่งรบกวน การทำงานผิดพลาด หรือเกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากอนุภาคเพียงใด
3. สิ่งที่เป็นตัวรบกวน (Interference) ความถูกต้องของการตรวจวัด คือก๊าซ  $\text{CO}_2$  ก๊าซไฮโดรคาร์บอน และน้ำ

### 2.2.2 การตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

วิธีการตรวจวัดค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $\text{SO}_2$ ) ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ใช้วิธีการตรวจวัดตามวิธีการมาตรฐานและวิธีการเทียบเท่า ซึ่งกำหนดโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (US.EPA) ซึ่งกำหนดวิธีการวัด  $\text{SO}_2$  โดยวิธีพาราโรซานิลีน (Pararosaniline) เป็นวิธีการมาตรฐาน และวิธียูวี ฟลูออเรสเซนซ์ (UV-Fluorescence) เป็นวิธีเทียบเท่า

### หลักการตรวจวัดโดยวิธีพาราโรซานิลีน

หลักการของวิธีพาราโรซานิลีน เป็นการวัดค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยการดูดตัวอย่างอากาศผ่านสารละลายโพแทสเซียมเตตระคลอโรซัลไฟโตเมอร์คูเรต (Potassium tetrachlorosulfite) ซึ่งจะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนไดคลอโรซัลไฟโตเมอร์คูเรต (Dichlorosulfite-mercurate Complex) และเมื่อทำปฏิกิริยากับสารพาราโรซานิลีน และฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde) จะเกิดเป็นสีของกรดพาราโรซานิลีน เมทิลซัลฟอนิก (Pararosaniline Methyl sulfonic Acid) และทำการวัดความสามารถในการดูดแสงที่ความยาวคลื่น 548 นาโนเมตร

### หลักการตรวจวัดโดยวิธียูวี ฟลูออเรสเซนซ์

วิธียูวี ฟลูออเรสเซนซ์ มีหลักการว่า  $SO_2$  เมื่อถูกกระตุ้นโดยแสงอัลตราไวโอเล็ตจะมีพลังงานเพิ่มขึ้นในสภาพ Excited State แล้วจะกลับสู่ Ground State อย่างรวดเร็วพร้อมกับคายพลังงานแสงออกมาอีกช่วงความถี่หนึ่ง แสงนั้นเรียกว่า ฟลูออเรสเซนซ์ แล้วจึงใช้ Photomultiplier Tube ตรวจวัดและแปลงสัญญาณเป็นความเข้มข้น

### 2.2.3 การตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยวิธี เคมีลูมิเนสเซนซ์ (Gas Phase Chemiluminescence)

ในระยะหลังนี้ เครื่องวิเคราะห์  $NO_x$  ที่ใช้ปรากฏการณ์ (Chemiluminescence) แสงสว่างจากเคมี เริ่มเป็นที่นิยมมาก จุดเด่นของเครื่องตรวจวัดนี้คือ มีเวลาตอบสนองสั้น (3-5 วินาที) และมีความแม่นยำสูง ( $\pm 1\%$ )

#### หลักการตรวจวัด

1. สามารถตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ) ในบรรยากาศได้โดยทางอ้อม ด้วยวิธีการตรวจวัดความเข้มของแสงหรือเทียบแสง (Photometry) โดยตรวจวัดความเข้มของแสงที่ยาวกว่าความยาวคลื่นมากกว่า 600 นาโนเมตร ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาเคมีเรืองแสง (Chemiluminescence) ระหว่างไนตริกออกไซด์ (NO) กับโอโซน ( $O_3$ ) โดยจะทำการเปลี่ยน  $NO_2$  เป็น NO จากนั้น NO ที่มีอยู่ทั่วไปในอากาศในบรรยากาศ ร่วมกับ  $NO_2$  จะผ่าน Converter โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ใดๆ ทำให้ความเข้มข้นทั้งหมดที่เกิด  $NO_x$  จะเท่ากับผลรวมของ NO กับ  $NO_2$  โดยการตรวจวัดแต่ละครั้งจะตรวจวัดเป็นรอบ ซึ่งแต่ละรอบจะใช้เวลาไม่เกิน 1 นาที
2. ข้อพิจารณาในการเก็บตัวอย่าง โดยอาจเลือกใช้กระดาศกรงสำหรับท่อนำส่งตัวอย่างของเครื่องตรวจวัดระบบ Chemiluminescence หรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ใช้และผู้ผลิตเครื่อง ในการใช้กระดาศกรงควรขึ้นอยู่กับความไวในการตอบสนองของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจวัดต่อสิ่งรบกวน ต่อการทำงานผิดพลาดของเครื่องหรือต่อความเสียหายที่เกิดจากฝุ่นละออง ซึ่งผู้ใช้เครื่องตรวจวัดควรให้ความระมัดระวังเนื่องจากฝุ่นละอองที่สะสมอยู่บนกระดาดกรอง อาจทำให้การตรวจวัด  $\text{NO}_2$  ผิดพลาดได้ จึงควรเปลี่ยนกระดาดกรองอย่างสม่ำเสมอ

3. เครื่องตรวจวัดระบบ Chemiluminescence จะตอบสนองต่อสารประกอบอื่นที่มีก๊าซไนโตรเจนปนอยู่ด้วย ซึ่งอาจเป็นสิ่งรบกวนต่อผลการตรวจวัดได้เล็กน้อย

#### 2.2.4 การตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซโอโซนโดยวิธี Ultraviolet Absorption

หลักการที่ใช้คือก๊าซโอโซนดูดซับแสง UV ที่ช่วงความยาวคลื่น 254 nm ดังนั้นความเข้มข้นของก๊าซที่ถูกดูดซับจะสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซน โดยใช้หลอด Mercury Lamp เป็นตัวกำเนิดแสง UV สิ่งที่เป็นตัวรบกวนการตรวจวัด ประกอบด้วย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซไนตริกออกไซด์ น้ำและเมตาไลซีน

#### 2.2.5 การตรวจวัดฝุ่นละอองที่ขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน

##### หลักการตรวจวัดโดยวิธี Gravimetric High Volume

เป็นการเก็บตัวอย่างโดยการดูดอากาศผ่านเข้าตัวเก็บตัวอย่างที่ออกแบบเป็นพิเศษให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอน ลงมาเท่านั้นที่เก็บอยู่บนกระดาดกรองเก็บตัวอย่างโดยควบคุมอัตราการไหลของอากาศที่ผ่าน Pump ดูดอากาศ ให้มีอัตราการไหลที่คงที่ เท่ากับ 40 ลูกบาศก์ฟุตต่ออนาที (1.02-1.24 ลูกบาศก์เมตรต่ออนาที) และบังคับให้ตัวอย่างอากาศไหลเข้า Circumferential Inlet ซึ่งเป็นช่องเปิดที่ขอบด้านบน โดยรอบของหัวเก็บตัวอย่างรูปวงกลม และไหลเข้าสู่เปิด Acceleration Jet ซึ่งเป็นช่องเปิดขนาดเล็ก ที่ทำให้อากาศไหลผ่านเข้าสู่เปิดด้วยความเร็วที่พอเหมาะ ที่ทำให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ที่มากับอากาศพุ่งเข้าชนและเกาะติดที่แผ่นดักฝุ่น Collection Slim Plate เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองที่ตกลงมาลอยฟุ้งขึ้นมาอีกอาจใช้ Silicon Crease Spray พ่นหรือทา จากนั้นฝุ่นละอองที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน จะไหลผ่านเข้าสู่เปิด Vent Tube เข้าไปเกาะติดที่กระดาด Filter

##### หลักการตรวจวัดโดยวิธี Beta Ray Absorption

การตรวจวัดฝุ่นละอองที่มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน โดยวิธี Beta Ray Absorption จะใช้รังสี Beta Ray ส่งผ่านฝุ่นละอองซึ่งถูกดูดไว้บนกระดาดกรอง ฝุ่นละอองจะดูดซับแสง Beta Ray โดยอัตราการดูดซับจะเป็นสัดส่วนกับปริมาณฝุ่นละออง (หัววัดขนาดจะออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมาเท่านั้นที่ผ่านเข้าเครื่อง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หลักการตรวจวัดโดยวิธี Tapered Element

การตรวจวัดฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยวิธี Tapered Element Oscillating Micro Balance โดยการใช้หลักการเปลี่ยนแปลง อัตราการสั่นของกระดวยกรอง แปรผกผันกับฝุ่นละอองที่มาสะสมอยู่บนกระดวยกรอง ค่าแตกต่างของสัญญาณการสั่นจะถูกแปรค่าเป็นน้ำหนักของฝุ่นละออง และที่ทางเข้าของฝุ่นละออง หัวคัตขนาดจะออกแบบเป็นพิเศษให้ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเท่านั้นที่ผ่านเข้าเครื่อง (คู่มือวิธีการตรวจวัด, 2549)

## 2.3 ทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

### 2.3.1 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรเดียว ( $\mu$ ) (กัลยา, 2547)

เป็นการทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะที่สนใจของประชากรที่ศึกษาเป็นไปตามที่คาดไว้หรือไม่ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรใดประชากรหนึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กรณี คือ

1. ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และทราบค่าความแปรปรวนประชากร
2. ประชากรมีการแจกแจงแบบใดๆ และขนาดตัวอย่างใหญ่
  - 2.1 ทราบค่าความแปรปรวนประชากร
  - 2.2 ไม่ทราบค่าความแปรปรวนประชากร
3. ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ หรือใกล้เคียงแบบปกติ ไม่ทราบค่าความแปรปรวน และขนาดตัวอย่างเล็ก

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยประชากรเมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และทราบค่าความแปรปรวนประชากร

ถ้า  $X$  ซึ่งเป็นลักษณะที่สนใจมีการแจกแจงแบบปกติและทราบค่า  $\sigma^2$  และต้องการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยประชากร ( $\mu$ ) การทดสอบอาจเป็นการทดสอบแบบด้านเดียวหรือสองด้านดังนี้

**สมมติฐาน**

- |                           |                                |                             |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. $H_0 : \mu \leq \mu_0$ | หรือ 2. $H_0 : \mu \geq \mu_0$ | หรือ 3. $H_0 : \mu = \mu_0$ |
| $H_1 : \mu > \mu_0$       | $H_1 : \mu < \mu_0$            | $H_1 : \mu \neq \mu_0$      |

**สถิติทดสอบ** ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบแบบด้านเดียว หรือ สองด้าน นั่นคือ สมมติฐานจะเป็น 1 หรือ 2 หรือ 3 จะยังคงใช้สถิติทดสอบตัวเดียวกันคือ  $Z$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$\text{โดยที่ } Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$$

เขตปฏิเสธ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 สรุปเขตปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อใช้ Z-test

สมมติฐานหลัก	สมมติฐานแย้ง	เขตปฏิเสธ $H_0$
1. $H_0: \mu \leq \mu_0$	1. $H_1: \mu > \mu_0$	$Z > Z_\alpha$
2. $H_0: \mu \geq \mu_0$	2. $H_1: \mu < \mu_0$	$Z < -Z_\alpha$
3. $H_0: \mu = \mu_0$	3. $H_1: \mu \neq \mu_0$	$ Z  > Z_{\alpha/2}$

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยประชากร เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบใดๆ และขนาดตัวอย่างใหญ่

เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบใดๆ ก็ตาม คือ อาจจะมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ก็ได้ และขนาดตัวอย่างใหญ่ ( $n \geq 30$ ) จากทฤษฎีลิมิตสู่ส่วนกลางสามารถสรุปได้ว่า  $\bar{X}$  จะมีการแจกแจงโดยประมาณแบบปกติ ดังนั้นจึงสามารถใช้สถิติทดสอบ Z หรือ t ขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่าง

### 1. เมื่อทราบค่าความแปรปรวนประชากร

ในกรณีที่ทราบค่าความแปรปรวนประชากร ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบแบบด้านเดียวหรือสองด้าน ก็ตามจะใช้สถิติทดสอบค่าเดียวกันคือ Z

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$$

และเขตปฏิเสธ จะเหมือนกับตารางที่ 2.1 ขึ้นอยู่กับว่าเป็นการทดสอบแบบด้านเดียวหรือสองด้าน

### 2. เมื่อไม่ทราบค่าความแปรปรวนประชากร

เมื่อไม่ทราบค่าความแปรปรวนประชากร  $\sigma^2$  จะประมาณด้วยค่าความแปรปรวนตัวอย่าง  $S^2$  ซึ่งทำให้สถิติทดสอบกลายเป็น Z โดยที่

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

ส่วนเขตปฏิเสธ เหมือนกับตารางที่ 2.1 ขึ้นอยู่กับว่าเป็นการทดสอบแบบด้านเดียวหรือสองด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดแก้ไข และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยประชากร เมื่อไม่ทราบค่าความแปรปรวนประชากรและตัวอย่างมีขนาดเล็ก ( $n < 30$ )

กรณีที่เราทราบว่าประชากรที่สนใจศึกษามีการแจกแจงแบบปกติและไม่ทราบ  $\sigma^2$  จึงประมาณ  $\sigma^2$  ด้วย  $S^2$  และ  $n < 30$  จะมีผลทำให้ตัวสถิติ  $\frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$  มีการแจกแจงแบบ  $t$  ที่องศาอิสระ  $n-1$  ดังนั้น

ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบแบบด้านเดียวหรือสองด้าน จะใช้สถิติทดสอบเดียวกัน คือ  $t$

$$\text{โดยที่ } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

ซึ่งสรุปเขตปฏิเสธแยกตามประเภทของการทดสอบได้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 สรุปเขตปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อใช้  $t$ -test

สมมติฐานหลัก	สมมติฐานแย้ง	เขตปฏิเสธ $H_0$
1. $H_0: \mu \leq \mu_0$	1. $H_1: \mu > \mu_0$	$t > t_{\alpha, n-1}$
2. $H_0: \mu \geq \mu_0$	2. $H_1: \mu < \mu_0$	$t < -t_{\alpha, n-1}$
3. $H_0: \mu = \mu_0$	3. $H_1: \mu \neq \mu_0$	$ t  > t_{\alpha/2, n-1}$

### 2.3.2 วิธีทดสอบของเลวิน (Levene's Test) (ณททัย และหัตยา, 2549)

เป็นวิธีที่ทดสอบความแปรปรวนประชากรมากกว่า 2 ค่า ว่ามีค่าเท่ากัน มีข้อกำหนดเบื้องต้นว่าตัวอย่างสุ่มเป็นอิสระกัน วิธีของเลวินทำได้ดังนี้

ให้  $X_{ij}$  แทนค่าสังเกตที่  $j$  ในตัวอย่างที่  $i$   
 $m_i$  แทนค่ามัธยฐานของตัวอย่างที่  $i$   
 $Z_{ij} = |X_{ij} - m_i|$   
 $Z_{ij}$  คือ ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ของค่าสังเกตจากค่ามัธยฐาน

วิธีของเลวินจะหาค่าความแปรปรวนระหว่างตัวอย่าง และภายในตัวอย่างจาก  $Z_{ij}$  สถิติสำหรับทดสอบ คือ  $F = \text{ความแปรปรวนระหว่างตัวอย่าง} / \text{ความแปรปรวนภายในตัวอย่าง}$

$$F = \frac{S_a^2}{S_e^2}$$

โดย 
$$S_a^2 = \frac{n \sum_{i=1}^a (\bar{X}_i - \bar{X}_{..})^2}{a-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$S_c^2 = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{X}_i)^2}{N - a}$$

ให้  $\bar{X}_i$  แทนค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่  $i$

$\bar{X}$  แทนค่าเฉลี่ยทั้งหมด

$x_{ij}$  แทนค่าที่วัดได้จากตัวอย่างที่  $i$  หน่วยที่  $j$

ถ้าค่า  $\frac{S_a^2}{S_c^2}$  ตกอยู่ในบริเวณวิกฤต คือ  $F > F[1-\alpha; a-1, N-a]$  จะปฏิเสธ  $H_0$  :

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_a^2$$

### 2.3.3 การทดสอบของครัสคาลและวอลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance by Ranks Test) (อุมาพร, 2542)

เป็นวิธีการที่ใช้ทดสอบว่าประชากรทั้ง  $k$  กลุ่ม ที่เป็นอิสระกัน มีค่ามัธยฐานเท่ากันหรือไม่ โดยมีวิธีการที่สำคัญคือ ค่าคาดหมายของลำดับที่ของข้อมูลตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ควรมีค่าพอกๆกัน ข้อมูลที่นำมาทดสอบประกอบด้วยข้อมูลจากตัวอย่างสุ่ม  $k$  ชุด แต่ละชุดอาจมีขนาดตัวอย่างแตกต่างกัน ข้อมูลที่จะใช้วิเคราะห์ต้องมีมาตราวัดอย่างน้อยเป็นแบบเรียงลำดับ (Ordinal Scale) และมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง การทดสอบนี้นิยมใช้แทนการทดสอบแบบเอฟ (F-test) ในสถิติที่ใช้พารามิเตอร์ ในกรณีที่ข้อกำหนดเบื้องต้นของการทดสอบเอฟ ไม่เป็นจริง

#### วิธีการทดสอบ

##### 1. ตั้งสมมติฐาน

$H_0$  : ค่ามัธยฐานของประชากร  $k$  กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  : ค่ามัธยฐานของประชากรอย่างน้อย 2 กลุ่ม แตกต่างกัน

##### 2. จัดลำดับของข้อมูลทั้งหมดรวมกัน จากค่าน้อยที่สุดไปหาค่ามากที่สุด โดยให้ค่าน้อยที่สุดเป็น 1 จนถึงค่ามากที่สุดเป็นลำดับที่ $n$ เมื่อ $n$ เป็นจำนวนข้อมูลทั้งหมด

##### 3. หาผลรวมของลำดับที่ในข้อมูลแต่ละชุด คือ $R_i$ , $i=1,2,\dots,k$

##### 4. คำนวณค่าสถิติ

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

เมื่อ  $k$  คือ จำนวนประชากรที่เป็นอิสระต่อกัน

$R_i$  คือ ผลรวมของลำดับที่ในตัวอย่างที่  $i$ ,  $i=1,\dots,k$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$n_i$  คือ ขนาดตัวอย่างชุดที่  $i, i=1, \dots, k$

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

ในกรณีที่มียค่าสังเกตซ้ำ (ties observation) หรือหน่วยตัวอย่างมีลำดับเท่ากัน จะกำหนดลำดับที่ให้เท่ากับค่าเฉลี่ยและจะต้องปรับค่า  $H$  ใหม่ ดังนี้

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

เมื่อ  $t$  คือ จำนวนหน่วยตัวอย่างที่มีค่าเท่ากันในแต่ละลำดับที่

ตามทฤษฎี ถ้า  $H_0$  เป็นจริง  $H$  จะมีการแจกแจงประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบ  $\chi^2$  ที่ d.f. =  $k-1$  หรือ  $H \sim \chi_{\alpha, k-1}^2$  ถ้าขนาดตัวอย่าง  $n_i$  มีขนาดใหญ่พอสมควร

5. การหาอาณาเขตวิกฤตและการสรุปผล สามารถแยกได้ตามขนาดตัวอย่าง คือ

5.1 เมื่อ  $n_i > 5$  การแจกแจงของค่าสถิติ  $H$  ประมาณได้ด้วย  $\chi^2$  ที่ d.f. =  $k-1$  เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ =  $\alpha$  หาอาณาเขตวิกฤต จากตาราง  $\chi^2$  ที่ d.f. =  $k-1$  จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อค่าของ  $H$  มากกว่าหรือเท่ากับ  $\chi^2$  จากตาราง

5.2 เมื่อ  $k=3$  และ  $n_i \leq 5$  ในแต่ละ  $k$  ใช้ตารางที่ Kruskal สร้างไว้โดยแสดงค่าวิกฤตของ  $H$  พร้อมทั้งความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่า  $H$  นั้นๆ สามารถจะทำการเปรียบเทียบค่า  $H$  หรือ p-value ก็ได้คือจะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อค่า  $H$  จากตัวอย่างมากกว่าหรือเท่ากับค่า  $H$  จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$

### 2.3.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple Comparison) (อุมพร, 2542)

เมื่อใช้การทดสอบของครัสคาลและวอลลิสแล้วพบว่าปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่ามีทรีทเมนต์อย่างน้อย 1 คู่ มีประสิทธิภาพต่างกัน จึงต้องการเปรียบเทียบทรีทเมนต์ที่  $i$  และ  $j$  ว่าต่างกันหรือไม่

ให้  $\bar{R}_i$  คือ ค่าเฉลี่ยของลำดับที่จากทรีทเมนต์ที่  $i$

$\bar{R}_j$  คือ ค่าเฉลี่ยของลำดับที่จากทรีทเมนต์ที่  $j$

ที่ระดับนัยสำคัญ =  $\alpha$

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

เมื่อ  $n$  คือ ผลรวมของขนาดตัวอย่าง  $k$  กลุ่ม

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$z$  คือ คะแนนมาตรฐานที่มีพื้นที่ปลายหางด้านขวา เท่ากับ

$$\frac{\alpha}{k(k-1)}$$

เช่น มี 7 ทริทเมนต์ และให้  $\alpha = 0.15$  จะได้พื้นที่  $z = \frac{0.15}{7(7-1)} = 0.0036$  ซึ่งมีค่า  $Z=2.69$

หาค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  แล้วเทียบกับค่าวิกฤต ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$  การเปรียบเทียบเช่นนี้ สามารถทำได้ทุกคู่ที่เป็นไปได้คือ  ${}^k C_2$  คู่

**หมายเหตุ** 1. ถ้าทั้ง  $k$  ตัวอย่างมีขนาดตัวอย่างเท่ากัน ( $n_1=n_2=\dots=n_k$ ) ค่าวิกฤตจะคือค่า

$$Z\sqrt{\frac{k(n+1)}{6}}$$

2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมักจะกำหนดค่าระดับนัยสำคัญ  $\alpha$  ให้มีค่าใหญ่กว่าปกติ เพื่อให้กลุ่มทุกคู่ที่เปรียบเทียบ ดังนั้นค่า  $\alpha$  ที่จะกำหนดจึงขึ้นอยู่กับค่า  $k$  คือถ้า  $k$  มีค่าใหญ่ ก็จะกำหนดค่า  $\alpha$  ให้มีค่าใหญ่ขึ้นเพราะต้องเปรียบเทียบจำนวนคู่ที่มากขึ้น ( ${}^k C_2$  คู่) และมักกำหนดค่า  $\alpha = 0.15, 0.20$  หรือ  $0.25$  ขึ้นกับค่า  $k$  ว่าใหญ่เพียงใด

### 2.3.5 ทฤษฎีขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem) (สุเมธ, 2542)

ให้  $X_1, X_2, \dots, X_n$  เป็นตัวอย่างสุ่มที่มาจากการแจกแจงที่มีค่าเฉลี่ยเป็น  $\mu$  และ ความแปรปรวนจำกัด (Finite Variance) เป็น  $\sigma^2$  ถ้าให้  $Y_n = \sum_{i=1}^n X_i$  แล้ว  $E(Y_n) = n\mu$  และ  $V(Y_n) = n\sigma^2$

ถ้าหากว่า  $n$  มีค่ามาก เราได้  $Z_n = \frac{Y_n - n\mu}{\sqrt{n\sigma^2}} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i - n\mu}{\sqrt{n\sigma^2}}$  หรือ  $\frac{\bar{X}_n - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$  เป็นตัวอย่างสุ่มที่มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1

ทฤษฎีขีดจำกัดส่วนกลางนี้มีประโยชน์มากในสถิติเชิงสรุปผล (Statistical Inference) โดยให้ผลว่า ขีดจำกัดของการแจกแจงของ  $Z_n$  เป็นการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานหรืออาจกล่าวได้ว่า  $\bar{X}_n$  ประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ โดยมีข้อจำกัดว่าประชากรต้องมีความแปรปรวนจำกัด (Finite Variance) ไม่มีการพหุคูณรูปการแจกแจงของประชากร คือไม่ว่าประชากรจะมีรูปแบบการแจกแจงแบบใดก็ตาม  $\bar{X}_n$  จะมีการแจกแจงแบบปกติโดยประมาณ เมื่อ ขนาดตัวอย่างมาก เราจะถือว่าขนาดตัวอย่างมาก คือ ขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 30 ตัวอย่างขึ้นไป ( $n \geq 30$ )

## 2.4 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกียรติศักดิ์ และคณะ (2539) ทำการศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ตรวจวัดระหว่างปี พ.ศ.2536-2538 จากข้อมูลผลการศึกษารูปได้ว่า ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป รวมทั้งความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนยังมีความรุนแรงไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ แต่เมื่อเปรียบเทียบในช่วงปี พ.ศ. 2536-2538 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้งบริเวณริมเส้นทางจราจรและบริเวณทั่วไป รวมทั้งความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละปีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังปรากฏว่า ความเข้มข้นดังกล่าวในวันทำงานมีความรุนแรงมากกว่าวันหยุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และมีค่าสูงสุดในฤดูหนาว เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 ฤดูกาล

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 ลักษณะข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

##### 3.1.1 ลักษณะข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลทุติยภูมิของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในพื้นที่ต่างๆ ในบริเวณกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีตำแหน่งที่ได้ทำการตรวจวัดดังต่อไปนี้

1. สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น อ.รามคำแหง เขตบางกะปิ
2. สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง อ.ประชาสงเคราะห์ เขตห้วยขวาง
3. โรงเรียนนันทรีวิทยา อ.นางลิ้นจี่ เขตยานนาวา
4. โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม อ.เอกชัย เขตบางขุนเทียน
5. สถานีรถไฟฟ้าย่อยธนบุรี อ.อินทรมุขี เขตธนบุรี
6. สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย อ.ลาดพร้าว เขตลาดพร้าว
7. การเคหะชุมชนดินแดง อ.ดินแดง เขตดินแดง

โดยใช้ข้อมูลเป็นรายวัน ระยะเวลา 1 ปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2548 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2548 รวมระยะเวลา 365 วัน

##### 3.1.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นข้อมูลที่รวบรวมโดย สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

### 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. รวบรวมข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นข้อมูลรายวัน ระยะเวลา 1 ปีเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2548 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2548
2. ศึกษาลักษณะข้อมูล โดยทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของวิธีการทางสถิติ เช่นการทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละกลุ่มเพื่อคุณลักษณะข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 7 สถานีในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร
3. ทดสอบสมมติฐาน
  - 3.1 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร กับเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งขนาดตัวอย่างในปัญหาพิเศษนี้มีขนาดใหญ่มากกว่า 30 ดังนั้นจากทฤษฎีขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem) จะได้ว่าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นใช้สถิติ Z-test และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS 14.0 For Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล
  - 3.2 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร ด้วยวิธี Kruskal-Wallis โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS 14.0 For Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล
  - 3.3 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละฤดูกาล ด้วยวิธี Kruskal-Wallis โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS 14.0 For Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติเชิงพรรณนา

##### 4.1.1 ปริมาณมลพิษทางอากาศจำแนกตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ มีค่าดังตารางที่ 4.1 - 4.5

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (หน่วย ppm) จำแนกตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	356	0.6037	0.3112
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	338	1.0098	0.3051
โรงเรียนนนทรีวิทยา	359	0.8195	0.2953
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	360	0.8081	0.4185
สถานีการไฟฟ้าอโยธยบุรี	361	0.9911	0.3868
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	349	0.9203	0.3781
การเคหะชุมชนดินแดง	328	1.6721	0.7336

จากตารางที่ 4.1 พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดงมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีการไฟฟ้าอโยธยบุรี สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม และสำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (หน่วย ppb) จำแนกตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	352	6.7774	2.1093
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	340	<b>8.8449</b>	5.2451
โรงเรียนนนทรีวิทยา	357	7.1323	2.6919
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	342	5.6546	2.5159
สถานีการไฟฟ้าอโยธยาบุรี	358	7.1540	3.7823
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	354	8.4715	3.5354
การเคหะชุมชนดินแดง	319	6.8310	3.0545

จากตารางที่ 4.2 พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวางมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สถานีการไฟฟ้าอโยธยาบุรี โรงเรียนนนทรีวิทยา การเคหะชุมชนดินแดง สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น และ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (หน่วย ppb) จำแนกตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	361	18.7551	7.1992
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	358	28.7117	7.8638
โรงเรียนนนทรีวิทยา	345	25.3456	9.0643
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	364	16.7012	10.9433
สถานีการไฟฟ้าอโยธยาบุรี	364	24.3642	9.6708
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	358	30.2700	8.1461
การเคหะชุมชนดินแดง	305	<b>39.9592</b>	20.2891

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดงมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สูงที่สุด รองลงมาคือ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น และ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก๊าซโอโซน(หน่วย ppb) จำแนกตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	360	<b>22.3585</b>	7.2763
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	352	12.3666	6.8435
โรงเรียนนนทรีวิทยา	354	16.6462	6.9279
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	364	18.5266	8.3216
สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี	360	13.0546	6.6768
สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย	350	20.3332	5.6599
การเคหะชุมชนดินแดง	237	9.0490	8.5641

จากตารางที่ 4.4 พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่นมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซโอโซนสูงที่สุด รองลงมาคือ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม โรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี และการเคหะชุมชนดินแดง ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (หน่วย  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) จำแนกตามสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	361	33.6978	14.3975
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	358	40.2726	13.9921
โรงเรียนนนทรีวิทยา	333	45.4657	15.2899
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	336	40.0108	15.2209
สถานีการไฟฟ้าอโยธยารบุรี	364	31.7612	12.6430
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	333	49.2337	12.3179
การเคหะชุมชนดินแดง	329	77.7093	48.9490

จากตารางที่ 4.5 พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดงมีค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงที่สุด รองลงมาคือ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย โรงเรียนนนทรีวิทยา สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น และสถานีการไฟฟ้าอโยธยารบุรี ตามลำดับ

#### 4.1.2 ปริมาณมลพิษทางอากาศจำแนกตามฤดูกาล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละฤดูกาล มีค่าดังตารางที่ 4.6 - 4.10

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (หน่วย ppm) จำแนกตามฤดูกาล

ฤดูกาล	n	Mean	SD
ฤดูหนาว	810	1.1709	0.6008
ฤดูร้อน	622	0.8056	0.3760
ฤดูฝน	1019	0.9022	0.4795

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงสุด รองลงมาคือ ฤดูฝน และฤดูร้อน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (หน่วย ppb) จำแนกตามฤดูกาล

ฤดูกาล	n	Mean	SD
ฤดูหนาว	806	6.9374	3.6928
ฤดูร้อน	607	<b>7.4428</b>	4.1679
ฤดูฝน	1009	7.4358	2.9677

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุด รองลงมาคือ ฤดูฝน และฤดูหนาว ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (หน่วย ppb) จำแนกตามฤดูกาล

ฤดูกาล	n	Mean	SD
ฤดูหนาว	817	<b>13.1796</b>	33.0096
ฤดูร้อน	625	12.9087	24.2407
ฤดูฝน	1013	10.2276	21.3686

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สูงสุด รองลงมาคือ ฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของก๊าซโอโซน (หน่วย ppb) จำแนกตามฤดูกาล

ฤดูกาล	n	Mean	SD
ฤดูหนาว	809	17.2427	8.0400
ฤดูร้อน	619	<b>19.6605</b>	9.1140
ฤดูฝน	949	13.5724	6.9763

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซโอโซนสูงที่สุด รองลงมาคือ ฤดูหนาว และฤดูฝน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (หน่วย  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) จำแนกตามฤดูกาล

ฤดูกาล	n	Mean	SD
ฤดูหนาว	756	<b>59.1092</b>	34.0882
ฤดูร้อน	626	40.3165	15.4926
ฤดูฝน	1032	37.5618	20.4151

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงที่สุด รองลงมาคือ ฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ

## 4.2 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกับเกณฑ์มาตรฐาน

ก่อนการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกับเกณฑ์มาตรฐาน จะต้องตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นก่อน ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของประชากร แต่จากขนาดตัวอย่างซึ่งมีขนาดใหญ่ ( $n \geq 30$ ) ทำให้สามารถใช้ทฤษฎีขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ได้ จากนั้นจึงทดสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มเดียว

### 4.2.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรปริมาณฝุ่นที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น มีค่ามากกว่า 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Z-test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่นกับเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD	Z	$Z_{0.05}$
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	361	33.6978	14.39753	-113.891	1.645

จากตารางที่ 4.11 พบว่าค่า  $Z < 1.645$  จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2 การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรปริมาณฝุ่นที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง มีค่ามากกว่า 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร  
จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Z-test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวางกับเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD	Z	$Z_{0.05}$
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	358	40.2726	13.9921	-107.812	1.645

จากตารางที่ 4.12 พบว่าค่า  $Z < 1.645$  จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.2.3 การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรปริมาณฝุ่นที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยา

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยา มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยา มีค่ามากกว่า 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Z-test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทากับเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD	Z	$Z_{0.05}$
โรงเรียนนนทรีวิทยา	333	45.4657	15.2899	-88.955	1.645

จากตารางที่ 4.13 พบว่าค่า  $Z < 1.645$  จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยา ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.2.4 การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรปริมาณฝุ่นที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม มีค่ามากกว่า 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Z-test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคมกับเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD	Z	$Z_{0.05}$
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	336	40.0108	15.2209	-96.330	1.645

จากตารางที่ 4.14 พบว่าค่า  $Z < 1.645$  จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.2.5 การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรปริมาณฝุ่นที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีการไฟฟ้าอ้อย ชนบุรี

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ  
สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรี มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ  
สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรี มีค่ามากกว่า 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Z-test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัด  
คุณภาพอากาศ สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรีกับเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD	Z	$Z_{0.05}$
สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรี	364	31.7612	12.64299	-133.156	1.645

จากตารางที่ 4.15 พบว่าค่า  $Z < 1.645$  จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ  
สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรี ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าอยู่ในเกณฑ์  
มาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.2.6 การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรปริมาณฝุ่นที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจ นครบาลโชคชัย

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ  
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ  
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย มีค่ามากกว่า 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Z-test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยกับเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD	Z	$Z_{0.05}$
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	333	49.2337	12.3179	-104.836	1.645

จากตารางที่ 4.16 พบว่าค่า  $Z < 1.645$  จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.2.7 การทดสอบค่าเฉลี่ยประชากรปริมาณฝุ่นที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

$H_1$ : ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง มีค่ามากกว่า 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Z-test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดงกับเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	n	Mean	SD	Z	$Z_{0.05}$
การเคหะชุมชนดินแดง	329	77.7093	48.9489	-15.671	1.645

จากตารางที่ 4.17 พบว่าค่า  $Z < 1.645$  จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### 4.3 การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางอากาศในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ก่อนการเปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางอากาศในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจะต้องตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นก่อน ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของประชากร แต่จากขนาดตัวอย่างซึ่งมีขนาดใหญ่ ( $n \geq 30$ ) ทำให้สามารถใช้ ทฤษฎีขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ได้ และ ทดสอบความแปรปรวนของประชากรทั้ง 7 สถานี โดยใช้ วิธี Levene's test พบว่า มลพิษทางอากาศทุกชนิดทั้ง 7 สถานี มีความแปรปรวนอย่างน้อย 2 สถานี ที่แตกต่างกัน (ภาคผนวก ก. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน) ทำให้ไม่สามารถใช้วิธีการทาง Parametric Statistics ได้ จึงใช้วิธีการทาง Nonparametric Statistics แทน

#### 4.3.1 การเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	644.68	679.296	6	0.00*
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	1432.17			
โรงเรียนนนทรีวิทยา	1059.63			
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	983.39			
สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรี	1349.76			
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	1238.44			
การเคหะชุมชนดินแดง	1943.42			

หมายเหตุ \* มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.18 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=679.296$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเป็นรายคู่ โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

	สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น	โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	โรงเรียน นนทรี วิทยา	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย	สถานี การไฟฟ้า ย่อยธนบุรี	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	การเคหะ ชุมชน ดินแดง
สำนักงาน การเคหะชุมชน คลองจั่น	-	338.71 <sup>s</sup>	414.95 <sup>s</sup>	593.76 <sup>s</sup>	705.08 <sup>s</sup>	787.49 <sup>s</sup>	1298.74 <sup>s</sup>
โรงเรียนสิงหราช พิทยาคม		-	76.24	255.05 <sup>s</sup>	366.37 <sup>s</sup>	448.78 <sup>s</sup>	960.03 <sup>s</sup>
โรงเรียนนนทรีวิทยา			-	178.81 <sup>s</sup>	290.13 <sup>s</sup>	372.54 <sup>s</sup>	883.79 <sup>s</sup>
สถานี ตำรวจนครบาล โชคชัย				-	111.32	193.73 <sup>s</sup>	704.98 <sup>s</sup>
สถานี การไฟฟ้าย่อยธนบุรี					-	82.41	593.66 <sup>s</sup>
สนามกีฬา การเคหะชุมชน ห้วยขวาง						-	511.25 <sup>s</sup>
การเคหะชุมชน ดินแดง							-

หมายเหตุ s มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 เอกสารฉบับนี้เอกสารที่ส่งวันเวลาสำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.19 พบว่า

1. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม โรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรี สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง การเคหะชุมชนดินแดงที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรี สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง การเคหะชุมชนดินแดง แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณ โรงเรียนนนทรีวิทยาที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
3. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยามีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรี สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง การเคหะชุมชนดินแดงที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
4. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง การเคหะชุมชนดินแดง แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรีที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
5. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรีมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวางที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
6. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณการเคหะชุมชนดินแดงที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุด

#### 4.3.2 การเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	1151.69	200.621	6	0.00*
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	1449.42			
โรงเรียนนนทรีวิทยา	1216.29			
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	839.80			
สถานีการไฟฟ้าอโยธยารบุรี	1176.40			
สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย	1494.62			
การเคหะชุมชนดินแดง	1142.25			

หมายเหตุ\*มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.20 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=200.621$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเป็นรายคู่โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน(ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

	โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	การเคหะ ชุมชน ดินแดง	สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น	สถานี การไฟฟ้า ย่อย ธนบุรี	โรงเรียน นนทรี วิทยา	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย
โรงเรียนสิงหราช พิทยาคม	-	302.45 <sup>s</sup>	311.89 <sup>s</sup>	336.6 <sup>s</sup>	376.49 <sup>s</sup>	609.62 <sup>s</sup>	654.82 <sup>s</sup>
การเคหะชุมชน ดินแดง	-	-	9.44	34.15	74.04	307.17 <sup>s</sup>	352.37 <sup>s</sup>
สำนักงาน การเคหะชุมชน คลองจั่น	-	-	-	24.71	64.6	297.73 <sup>s</sup>	342.93 <sup>s</sup>
สถานี การไฟฟ้าย่อยธนบุรี	-	-	-	-	39.89	273.02 <sup>s</sup>	318.22 <sup>s</sup>
โรงเรียนนนทรีวิทยา	-	-	-	-	-	233.13 <sup>s</sup>	278.33 <sup>s</sup>
สนามกีฬา การเคหะชุมชน ห้วยขวาง	-	-	-	-	-	-	45.2
สถานีตำรวจ นครบาล โชคชัย	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ s มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.21 พบว่า

1. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แตกต่างจากพื้นที่บริเวณ การเคหะชุมชนดินแดง สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี โรงเรียนนนทรีวิทยา สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาล โชคชัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี โรงเรียนนนทรีวิทยาที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
3. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี โรงเรียนนนทรีวิทยาที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
4. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรีมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณโรงเรียนนนทรีวิทยาที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
5. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยา มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาล โชคชัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
6. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่มีความแตกต่างกันจากพื้นที่บริเวณสถานีตำรวจนครบาล โชคชัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย และสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงที่สุด

#### 4.3.3 การเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	773.03	717.273	6	0.00*
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	1497.12			
โรงเรียนนนทรีวิทยา	1232.70			
โรงเรียนสิงทราชพิทยาคม	661.41			
สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรี	1150.16			
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	1608.65			
การเคหะชุมชนดินแดง	1767.60			

หมายเหตุ \* มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.22 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=717.273$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเป็นรายคู่โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์  
ในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

	โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น	สถานี การไฟฟ้า ย่อยธนบุรี	โรงเรียน นนทบุรี วิทยา	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย	การเคหะ ชุมชน ดินแดง
โรงเรียนสิงหราช พิทยาคม	-	111.62	488.75 <sup>s</sup>	571.29 <sup>s</sup>	835.71 <sup>s</sup>	947.24 <sup>s</sup>	1106.19 <sup>s</sup>
สำนักงาน การเคหะชุมชน คลองจั่น	-	-	377.13 <sup>s</sup>	459.67 <sup>s</sup>	724.09 <sup>s</sup>	835.62 <sup>s</sup>	994.57 <sup>s</sup>
สถานี การไฟฟ้าย่อยธนบุรี	-	-	-	82.54	346.96 <sup>s</sup>	458.49 <sup>s</sup>	617.44 <sup>s</sup>
โรงเรียนนนทบุรีวิทยา	-	-	-	-	264.42 <sup>s</sup>	375.95 <sup>s</sup>	534.9 <sup>s</sup>
สนามกีฬา การเคหะชุมชน ห้วยขวาง	-	-	-	-	-	111.53	270.48 <sup>s</sup>
สถานีตำรวจ นครบาล โชคชัย	-	-	-	-	-	-	158.95 <sup>s</sup>
การเคหะชุมชน ดินแดง	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ s มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.23 พบว่า

1. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรี โรงเรียนนนทรีวิทยา สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรี โรงเรียนนนทรีวิทยา สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย การเคหะชุมชนดินแดงที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
3. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรี ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยาที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
4. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยา มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย การเคหะชุมชนดินแดงที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
5. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณการเคหะชุมชนดินแดงแต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตำรวจนครบาลโชคชัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
6. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างจากพื้นที่บริเวณการเคหะชุมชนดินแดงที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สูงที่สุด

#### 4.3.4 การเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซโอโซนในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของ ก๊าซโอโซนไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของก๊าซโอโซนแตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซโอโซนทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	1703.49	752.157	6	0.00*
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	809.77			
โรงเรียนนนทบุรีวิทยา	1211.46			
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	1359.67			
สถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรี	889.69			
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	1601.35			
การเคหะชุมชนดินแดง	520.74			

หมายเหตุ \* มีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.24 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=752.157$  และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของก๊าซโอโซน แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซโอโซนทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเป็นรายคู่โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อนเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละพื้นที่ใน กรุงเทพมหานคร

	การเคหะ ชุมชน ดินแดง	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	สถานี การไฟฟ้า ย่อยธนบุรี	โรงเรียน นนทบุรี วิทยา	โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย	สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น
การเคหะชุมชน ดินแดง	-	289.03 <sup>s</sup>	368.95 <sup>s</sup>	690.72 <sup>s</sup>	838.93 <sup>s</sup>	1080.61 <sup>s</sup>	1182.75 <sup>s</sup>
สนามกีฬา การเคหะชุมชน ห้วยขวาง	-	-	79.92	401.69 <sup>s</sup>	549.9 <sup>s</sup>	791.58 <sup>s</sup>	893.72 <sup>s</sup>
สถานี การไฟฟ้าย่อยธนบุรี	-	-	-	321.77 <sup>s</sup>	469.98 <sup>s</sup>	711.66 <sup>s</sup>	813.8 <sup>s</sup>
โรงเรียนนนทบุรีวิทยา	-	-	-	-	148.21 <sup>s</sup>	389.89 <sup>s</sup>	492.03 <sup>s</sup>
โรงเรียนสิงหราช พิทยาคม	-	-	-	-	-	241.68 <sup>s</sup>	343.82 <sup>s</sup>
สถานีตำรวจ นครบาล โชคชัย	-	-	-	-	-	-	102.14
สำนักงาน การเคหะชุมชน คลองจั่น	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ s มีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.25 พบว่า

1. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง มีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรี โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวางมีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณโรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น แต่ไม่มีความแตกต่างกันจากพื้นที่บริเวณสถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรีที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
3. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรี มีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณโรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
4. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยามีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น และโรงเรียนสิงหราชพิทยาคมที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
5. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม มีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
6. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยมีปริมาณก๊าซโอโซนไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น และสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย มีปริมาณก๊าซโอโซนสูงที่สุด

#### 4.3.5 การเปรียบเทียบปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี มีปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_C$	df	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	816.37	599.204	6	0.00*
สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	1165.01			
โรงเรียนนนทรีวิทยา	1394.06			
โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	1120.62			
สถานีการไฟฟ้าอโยธยารบุรี	724.48			
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	1623.68			
การเคหะชุมชนดินแดง	1695.58			

หมายเหตุ \* มีปริมาณฝุ่นละอองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_C=599.024$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีมีปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 7 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเป็นรายคู่โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละพื้นที่ในกรุงเทพมหานคร

	สถานี การไฟฟ้า ย่อยธนบุรี	สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น	โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	โรงเรียน นนทรี วิทยา	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย	การเคหะ ชุมชน ดินแดง
สถานี การไฟฟ้าย่อยธนบุรี	-	91.89	396.14 <sup>s</sup>	440.53 <sup>s</sup>	669.58 <sup>s</sup>	899.2 <sup>s</sup>	971.1 <sup>s</sup>
สำนักงาน การเคหะชุมชน คลองจั่น		-	304.25 <sup>s</sup>	348.64 <sup>s</sup>	577.69 <sup>s</sup>	807.31 <sup>s</sup>	879.21 <sup>s</sup>
โรงเรียนสิงหราช พิทยาคม			-	44.39	273.44 <sup>s</sup>	503.06 <sup>s</sup>	574.96 <sup>s</sup>
สนามกีฬา การเคหะชุมชน ห้วยขวาง				-	229.05 <sup>s</sup>	458.67 <sup>s</sup>	530.57 <sup>s</sup>
โรงเรียนนนทรีวิทยา					-	229.62 <sup>s</sup>	971.1 <sup>s</sup>
สถานีตำรวจ นครบาล โชคชัย						-	71.9
การเคหะชุมชน ดินแดง							-

หมายเหตุ s มีปริมาณฝุ่นละอองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.27 พบว่า

1. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีการไฟฟ้าอยุธยาบุรี มีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่นมีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
3. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคมมีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณ โรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง แต่ไม่มีความแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
4. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวางมีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณ โรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
5. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โรงเรียนนนทรีวิทยามีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างจากพื้นที่บริเวณสถานีตำรวจนครบาล โชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
6. ในพื้นที่บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาล โชคชัยมีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนไม่แตกต่างจากพื้นที่บริเวณการเคหะชุมชนดินแดง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง และสถานีตำรวจนครบาล โชคชัยมีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงที่สุด

#### 4.4 การเปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางอากาศในแต่ละฤดูกาล

ก่อนการเปรียบเทียบปริมาณมลพิษทางอากาศในแต่ละฤดูกาลจะต้องตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นก่อน ซึ่งได้แก่ การทดสอบการแจกแจงแบบปกติของประชากร แต่จากขนาดตัวอย่างซึ่งมีขนาดใหญ่ ( $n \geq 30$ ) ทำให้สามารถใช้ ทฤษฎีขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ได้ และทดสอบความแปรปรวนของประชากรทั้ง 3 ฤดูกาลโดยใช้ วิธี Levene's test พบว่า มลพิษทางอากาศทุกชนิดทั้ง 3 ฤดูกาล มีความแปรปรวนอย่างน้อย 2 ฤดูกาล ที่แตกต่างกัน(ภาคผนวก ก. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน) ทำให้ไม่สามารถใช้วิธีการทาง Parametric Statistics ได้ จึงใช้วิธีการทาง Nonparametric Statistics แทน

##### 4.4.1 การเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่  
จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ทั้ง 3 ฤดูกาล

ฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
ฤดูหนาว	1500.17	192.439	2	0.00*
ฤดูร้อน	1016.99			
ฤดูฝน	1135.65			

หมายเหตุ \* มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.28 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=192.439$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทั้ง 3 ฤดูกาล เป็นรายคู่โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.29

**ตารางที่ 4.29** แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ใน  
แต่ละฤดูกาล

	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
ฤดูร้อน	-	118.66 <sup>s</sup>	483.18 <sup>s</sup>
ฤดูฝน		-	364.52 <sup>s</sup>
ฤดูหนาว			-

หมายเหตุ s มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

จากตารางที่ 4.29 พบว่า

1. ในฤดูร้อนมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างจาก ฤดูฝนและ ฤดูหนาวที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในฤดูฝน มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างจากฤดูหนาว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า ในฤดูหนาวมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุด

**4.4.2 การเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาล**

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.30

**ตารางที่ 4.30** ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทั้ง 3 ฤดูกาล

ฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
ฤดูหนาว	1095.12	36.917	2	0.00*
ฤดูร้อน	1227.82			
ฤดูฝน	1294.65			

หมายเหตุ \* มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.30 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=36.917$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทั้ง 3 ฤดูกาล เป็นรายคู่โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในแต่ละฤดูกาล

	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
ฤดูหนาว	-	132.7 <sup>s</sup>	199.53 <sup>s</sup>
ฤดูร้อน		-	66.83
ฤดูฝน			-

หมายเหตุ s มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

จากตารางที่ 4.31 พบว่า

1. ในฤดูหนาวมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แตกต่างจากฤดูร้อนและ ฤดูฝนที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในฤดูร้อนมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่แตกต่างจากฤดูฝนที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า ในฤดูฝนและฤดูร้อนมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงที่สุด

#### 4.4.3 การเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ไม่แตกต่างกัน

$H_a$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ทั้ง 3 ฤดูกาล

ฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
ฤดูหนาว	1652.93	468.502	2	0.00*
ฤดูร้อน	1134.99			
ฤดูฝน	942.67			

หมายเหตุ \* มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.32 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=468.502$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ทั้ง 3 ฤดูกาล เป็นรายคู่โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในแต่ละฤดูกาล

	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูหนาว
ฤดูฝน	-	192.32 <sup>s</sup>	710.26 <sup>s</sup>
ฤดูร้อน		-	517.94 <sup>s</sup>
ฤดูหนาว			-

หมายเหตุ s มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

จากตารางที่ 4.33 พบว่า

1. ในฤดูฝน มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างจากฤดูร้อนและฤดูหนาวที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในฤดูร้อน มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างจากฤดูหนาวที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า ในฤดูหนาวมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.4 การเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซโอโซนในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของก๊าซโอโซน ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของก๊าซโอโซนแตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของก๊าซโอโซน ทั้ง 3 ฤดูกาล

ฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
ฤดูหนาว	1269.19	198.246	2	0.00*
ฤดูร้อน	1436.75			
ฤดูฝน	959.04			

หมายเหตุ \* มีปริมาณก๊าซ โอโซน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.34 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=198.246$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของก๊าซโอโซน แตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซโอโซน ทั้ง 3 ฤดูกาล เป็นรายคู่ โดยทำการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณก๊าซ โอโซน ในแต่ละฤดูกาล

	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
ฤดูฝน	-	310.15 <sup>s</sup>	477.71 <sup>s</sup>
ฤดูหนาว		-	167.56 <sup>s</sup>
ฤดูร้อน			-

หมายเหตุ s มีปริมาณก๊าซ โอโซน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

จากตารางที่ 4.35 พบว่า

1. ในฤดูฝนมีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างจากฤดูหนาวและร้อน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
  2. ในฤดูหนาวมีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างจากฤดูร้อน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
- สรุปได้ว่า ในฤดูร้อนมีปริมาณก๊าซโอโซนสูงที่สุด

#### 4.4.5 การเปรียบเทียบปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบคือ

$H_0$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : ในแต่ละฤดูกาลมีปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างกัน

อย่างน้อย 1 คู่

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Kruskal-Wallis ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.36 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล

ฤดูกาล	ค่าเฉลี่ยลำดับที่	$H_c$	df	p-value
ฤดูหนาว	1616.62	414.258	2	0.00*
ฤดูร้อน	1151.04			
ฤดูฝน	942.05			

หมายเหตุ \* มีปริมาณฝุ่นละอองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4.36 พบว่า ได้ค่า Kruskal-Wallis  $H_c=414.258$  และ  $p\text{-value} = 0.00$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ ในแต่ละฤดูกาล มีปริมาณของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างกัน อย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้ง 3 ฤดูกาล เป็นรายคู่โดยการเปรียบเทียบเชิงซ้อน (ภาคผนวก ข. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน) ดังตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 แสดงค่าสัมบูรณ์ของผลต่างค่าเฉลี่ยลำดับที่ของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละฤดูกาล

	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูหนาว
ฤดูฝน	-	208.99 <sup>s</sup>	674.57 <sup>s</sup>
ฤดูร้อน		-	465.58 <sup>s</sup>
ฤดูหนาว			-

หมายเหตุ s มีปริมาณฝุ่นละอองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

จากตารางที่ 4.37 พบว่า

1. ในฤดูฝนมีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างจากฤดูร้อนและ ฤดูหนาวที่ระดับนัยสำคัญ 0.15
2. ในฤดูร้อนมีปริมาณปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแตกต่างจากฤดูหนาวที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

สรุปได้ว่า ในฤดูหนาวมีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงที่สุด

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศในปี พ.ศ. 2548 ซึ่งทำการศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในพื้นที่ต่างๆ ของกรุงเทพมหานคร 7 พื้นที่ คือ

1. สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น
2. สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง
3. โรงเรียนนนทรีวิทยา
4. โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม
5. สถานีรถไฟฟ้าย่อยธนบุรี
6. สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย
7. การเคหะชุมชนดินแดง

สรุปได้ดังนี้

1. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า ในแต่ละพื้นที่ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี ได้แก่ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีรถไฟฟ้าย่อยธนบุรี สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย และการเคหะชุมชนดินแดง มีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าทั้ง 7 พื้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย
2. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 คือ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคมกับโรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีรถไฟฟ้าย่อยธนบุรีกับสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย และสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง แต่ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอื่นๆ มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 โดยที่สถานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดงมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุด

3. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พบว่า ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง การเคหะชุมชนคลองจั่น สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี และโรงเรียนนนทรีวิทยา ทั้ง 4 สถานี มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 และสนามกีฬา การเคหะชุมชนห้วยขวาง มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่แตกต่างจากสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย แต่ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอื่นๆ มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 โดยที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย และสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงที่สุด
4. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 คือ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคมกับสำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรีกับโรงเรียนนนทรีวิทยา สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยกับสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง แต่ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอื่นๆ มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 โดยที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สูงที่สุด
5. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีปริมาณก๊าซโอโซน ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 คือ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวางกับสถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยกับสำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น แต่ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอื่นๆ มีปริมาณก๊าซโอโซน แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 โดยที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น และสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย มีปริมาณก๊าซโอโซนสูงที่สุด
6. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พบว่า สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 คือ สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรีกับสำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับสนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง สถานีตำรวจนครบาลโชคชัยกับการเคหะชุมชนดินแดง แต่ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอื่นๆ มีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 โดยที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเคหะชุมชนดินแดง และสถานีตำรวจนครบาลโชคชัยมีปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงที่สุด

7. การทดสอบทางสถิติพบว่าในทุกฤดูกาลมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 โดยที่ในฤดูหนาวมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงที่สุด นอกจากนี้ในฤดูร้อนมีปริมาณก๊าซโอโซนสูงที่สุด
8. เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาล พบว่า ในฤดูร้อนมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่แตกต่างจากฤดูฝนที่ระดับนัยสำคัญ 0.15 โดยที่ในฤดูฝนและฤดูร้อนมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงที่สุด

## 5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานครมีทั้งหมด 72 สถานี จึงควรมีการศึกษาอีก 65 สถานีที่เหลือ เพื่อเป็นข้อมูลมากขึ้นในการติดตามสภาพมลพิษทางอากาศของกรุงเทพมหานคร
2. ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) กับเกณฑ์มาตรฐานในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่เหลืออีก 65 สถานี
3. ปัจจุบันกรุงเทพมหานครกำลังประสบปัญหาหมอกพิษทางอากาศที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ ก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณก๊าซโอโซนกับเกณฑ์มาตรฐานในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเพื่อดูว่าสถานีใดมีปริมาณก๊าซโอโซนเกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ เพราะข้อมูลที่ได้รับรวบรวมมีหน่วยวัดแตกต่างจากหน่วยของเกณฑ์มาตรฐาน ถ้ามีการปรับเปลี่ยนหน่วยจะเกิดข้อมูลผิดพลาดเพิ่มขึ้น เพราะอาจได้ปริมาณของก๊าซโอโซนไม่ถูกต้องส่งผลทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2543. **โครงการประเมินคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมควบคุมมลพิษ. 2549. **คู่มือวิธีการตรวจวัด**. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. **มลพิษทางอากาศ**. แหล่งที่มา: <http://www.deqp.go.th>

กรมอุตุนิยมิวิทยา. **ฤดูกาลของโลก**. แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th>

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2547. **หลักสถิติ**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกียรติศักดิ์ เพ็ชรน้ำเขียว, กุสุมาพร ธนอมไชย, พัชรวิ วงศ์พงศาภิ, ภาริณี จันทร์อุปต์. 2538. **ปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และฝุ่นในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร**. กรุงเทพฯ: ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณทัษ ราตรี และทัษยา เชี่ยววิฑกั. 2549. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิเคราะห์ความแปรปรวน**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล, ชีลาโอะ คานาโอะกะ และจุฑามาศ เกตุทัต. 2544. **มลภาวะอากาศ**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายชล สันสมบุรณัฑทอง. 2546. **สถิติวิเคราะห์**. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. 2546. **คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ**. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. 2548. **สถานการณัและการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี 2547**. กรุงเทพฯ: บริษัท ฮีธ จำกัด.

สุเมธ สมภักดี. 2542. **สถิติคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ยงพลเทรดดิ้ง.

อุมาพร จันทร. 2542. **สถิติที่ไม่ใช่พารามิเตอร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

Chris Leach. 1979. **Introduction to Statistics a Nonparametric Approach for the Social Sciences**. Chichester, England: John Wiley&Sons.

Paul Mac Berthouex, Linfield C.Brown. 1994. **Statistics for Environmental Engineers**. Florida, USA: Lewis Publishers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละสถานี ตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ  
ทั้ง 7 สถานีไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่าง  
น้อย 2 สถานีแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในสถานี  
ตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	Levene's Test	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีการไฟฟ้าอโยธยารุรี สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง	85.721	0.00*

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 1 พบว่า ได้ค่า Levene's Test = 85.721 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่น  
คือ มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่างน้อย 2  
สถานีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

**การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละสถานี  
ตรวจวัดคุณภาพอากาศ**

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ  
ทั้ง 7 สถานีไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่าง  
น้อย 2 สถานีแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในสถานี  
ตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี**

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	Levene's Test	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีการไฟฟ้าอโยธยาราม สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง	17.659	0.00*

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า ได้ค่า Levene's Test =17.659 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั้น  
คือ มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่างน้อย 2  
สถานีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซในโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละสถานี

### ตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซในโตรเจนไดออกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซในโตรเจนไดออกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่างน้อย 2 สถานีแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซในโตรเจนไดออกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	Levene's Test	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีการไฟฟ้าอโยธยารุรี สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง	93.300	0.00*

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่า ได้ค่า Levene's Test =93.300 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซในโตรเจนไดออกไซด์ในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่างน้อย 2 สถานีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพ

### อากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี  
ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่างน้อย 2 สถานี  
แตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในสถานีตรวจวัดคุณภาพ  
อากาศทั้ง 7 สถานี

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	Levene's Test	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีการไฟฟ้าอโยธยารบุรี สถานีตำรวจนครบาล โชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง	7.296	0.00*

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่า ได้ค่า Levene's Test = 7.296 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ  
มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่างน้อย 2 สถานีแตกต่างกันที่  
ระดับนัยสำคัญ 0.05

### การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานีไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่างน้อย 2 สถานีแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ทั้ง 7 สถานี

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	Levene's Test	p-value
สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม สถานีการไฟฟ้าอโยธยารบุรี สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย การเคหะชุมชนดินแดง	258.719	0.00*

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 5 พบว่า ได้ค่า Levene's Test =258.719 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ มีความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในสถานีตรวจวัดคุณภาพอย่างน้อย 2 สถานีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลที่แตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละฤดูกาล

ฤดูกาล	Levene's test	p-value
ฤดูหนาว	38.001	0.00*
ฤดูร้อน		
ฤดูฝน		

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 6 พบว่า ได้ค่า Levene's Test = 38.001 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในแต่ละฤดูกาล

ฤดูกาล	Levene's test	p-value
ฤดูหนาว	9.731	0.00*
ฤดูร้อน		
ฤดูฝน		

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 7 พบว่า ได้ค่า Levene's Test = 9.731 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาล

ฤดูกาล	Levene's test	p-value
ฤดูหนาว ฤดูร้อน ฤดูฝน	30.989	0.00*

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 8 พบว่า ได้ค่า Levene's Test = 30.989 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละฤดูกาลไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละฤดูกาล

ฤดูกาล	Levene's test	p-value
ฤดูหนาว	18.298	0.00*
ฤดูร้อน		
ฤดูฝน		

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 9 พบว่า ได้ค่า Levene's Test = 18.298 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ มีความแปรปรวนของปริมาณก๊าซโอโซนในแต่ละฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## การเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละฤดูกาล

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ คือ

$H_0$ : ความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละฤดูกาล ไม่แตกต่างกัน

$H_1$ : มีความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละฤดูกาล อย่าง น้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกัน

จากสมมติฐานดังกล่าวใช้ Levene's test ทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละฤดูกาล

ฤดูกาล	Levene's test	p-value
ฤดูหนาว	100.497	0.00*
ฤดูร้อน		
ฤดูฝน		

หมายเหตุ \* ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตารางที่ 10 พบว่า ได้ค่า Levene's Test = 100.497 และ p-value = 0.00 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือ มีความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในแต่ละฤดูกาลอย่างน้อย 2 ฤดูกาลแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี

- ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $i$   
 $\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $j$
- 1 คือ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น
  - 2 คือ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม
  - 3 คือ โรงเรียนนนทรีวิทยา
  - 4 คือ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย
  - 5 คือ สถานีการไฟฟ้าอโยธยบุรี
  - 6 คือ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง
  - 7 คือ การเคหะชุมชนดินแดง

มีทริทเมนต์ 7 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{356} + \frac{1}{360} \right]} = 142.2898$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{356} + \frac{1}{359} \right]} = 142.3883$$

คู่ที่ 1+4

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{356} + \frac{1}{349} \right]} = 143.4004$$

คู่ที่ 1+5

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{356} + \frac{1}{361} \right]} = 142.1918$$

คู่ที่ 1+6

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{356} + \frac{1}{338} \right]} = 144.5739$$

คู่ที่ 1+7

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{356} + \frac{1}{328} \right]} = 145.7$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{359} \right]} = 141.9906$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่ที่ 2+4	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{349} \right]}$	= 143.0055
คู่ที่ 2+5	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{361} \right]}$	= 141.7935
คู่ที่ 2+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{338} \right]}$	= 144.1822
คู่ที่ 2+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{328} \right]}$	= 145.3114
คู่ที่ 3+4	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{359} + \frac{1}{349} \right]}$	= 143.1035
คู่ที่ 3+5	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{359} + \frac{1}{361} \right]}$	= 141.8923
คู่ที่ 3+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{359} + \frac{1}{338} \right]}$	= 144.2794
คู่ที่ 3+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{359} + \frac{1}{328} \right]}$	= 145.4078
คู่ที่ 4+5	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{349} + \frac{1}{361} \right]}$	= 142.908
คู่ที่ 4+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{349} + \frac{1}{338} \right]}$	= 145.2783
คู่ที่ 4+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{349} + \frac{1}{328} \right]}$	= 146.399
คู่ที่ 5+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{338} \right]}$	= 144.0855
คู่ที่ 5+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{328} \right]}$	= 145.2154
คู่ที่ 6+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{338} + \frac{1}{328} \right]}$	= 147.5487

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

นัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ						
สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น	โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	โรงเรียน นนทบุรี วิทยา	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย	สถานีการ ไฟฟ้าย่อย ธนบุรี	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	การเคหะ ชุมชน ดินแดง
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$	$\bar{R}_4$	$\bar{R}_5$	$\bar{R}_6$	$\bar{R}_7$
644.68	983.39	1059.63	1238.44	1349.76	1432.17	1943.42

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |644.68 - 983.39| = 338.71^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |644.68 - 1059.63| = 414.95^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_4| = |644.68 - 1238.44| = 593.76^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_5| = |644.68 - 1349.76| = 705.08^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_6| = |644.68 - 1432.17| = 787.49^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_7| = |644.68 - 1943.42| = 1298.74^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |983.39 - 1059.63| = 76.240$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_4| = |983.39 - 1238.44| = 255.05^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_5| = |983.39 - 1349.76| = 366.37^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_6| = |983.39 - 1432.17| = 448.78^s$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี**

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $i$

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $j$

1 คือ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม

2 คือ การเคหะชุมชนดินแดง

3 คือ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น

4 คือ สถานีการไฟฟ้าอโยธยารบุรี

5 คือ โรงเรียนนนทรีวิทยา

6 คือ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง

7 คือ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย

มีทริทเมนต์ 7 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{342} + \frac{1}{319} \right]} = 146.4259$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{342} + \frac{1}{352} \right]} = 142.8304$$

คู่ที่ 1+4

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{342} + \frac{1}{358} \right]} = 142.2394$$

คู่ที่ 1+5

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{342} + \frac{1}{357} \right]} = 142.3367$$

คู่ที่ 1+6

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{342} + \frac{1}{340} \right]} = 144.0672$$

คู่ที่ 1+7

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{342} + \frac{1}{354} \right]} = 142.6315$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{319} + \frac{1}{352} \right]} = 145.4186$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{คู่ที่ 2+4} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{319} + \frac{1}{358} \right]} = 144.8381 \\
 \text{คู่ที่ 2+5} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{319} + \frac{1}{357} \right]} = 144.9337 \\
 \text{คู่ที่ 2+6} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{319} + \frac{1}{340} \right]} = 146.6335 \\
 \text{คู่ที่ 2+7} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{319} + \frac{1}{354} \right]} = 145.2232 \\
 \text{คู่ที่ 3+4} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{358} \right]} = 141.2023 \\
 \text{คู่ที่ 3+5} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{357} \right]} = 141.3003 \\
 \text{คู่ที่ 3+6} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{340} \right]} = 143.0434 \\
 \text{คู่ที่ 3+7} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{354} \right]} = 141.5973 \\
 \text{คู่ที่ 4+5} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{357} \right]} = 140.7028 \\
 \text{คู่ที่ 4+6} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{340} \right]} = 142.4532 \\
 \text{คู่ที่ 4+7} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{354} \right]} = 141.001 \\
 \text{คู่ที่ 5+6} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{357} + \frac{1}{340} \right]} = 142.5503 \\
 \text{คู่ที่ 5+7} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{357} + \frac{1}{354} \right]} = 141.0992 \\
 \text{คู่ที่ 6+7} \quad \text{ค่าวิกฤต} &= 2.69 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{340} + \frac{1}{354} \right]} = 142.8447
 \end{aligned}$$

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

นัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ						
โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	การเคหะ ชุมชน ดินแดง	สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น	สถานีการ ไฟฟ้าย่อย ธนบุรี	โรงเรียน นนทรีวิทยา	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$	$\bar{R}_4$	$\bar{R}_5$	$\bar{R}_6$	$\bar{R}_7$
839.8	1142.25	1151.69	1176.4	1216.29	1449.42	1494.62

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |839.8 - 1142.25| = 302.45^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |839.8 - 1151.69| = 311.89^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_4| = |839.8 - 1176.4| = 336.6^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_5| = |839.8 - 1216.29| = 376.49^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_6| = |839.8 - 1449.42| = 609.62^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_7| = |839.8 - 1494.62| = 654.82$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |1142.25 - 1151.69| = 9.44$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_4| = |1142.25 - 1176.4| = 34.15$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_5| = |1142.25 - 1216.29| = 74.04$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_6| = |1142.25 - 1449.42| = 307.17^s$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_7| = |1142.25-1494.62| = 352.37^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_4| = |1151.69-1176.4| = 24.71$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_5| = |1151.69-1216.29| = 64.6$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_6| = |1151.69-1449.42| = 297.73^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_7| = |1151.69-1494.62| = 342.93^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_5| = |1176.4-1216.29| = 39.89$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_6| = |1176.4-1449.42| = 273.02^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_7| = |1176.4-1494.62| = 318.22^s$$

$$|\bar{R}_5 - \bar{R}_6| = |1216.29-1449.42| = 233.13^s$$

$$|\bar{R}_5 - \bar{R}_7| = |1216.29-1494.62| = 278.33^s$$

$$|\bar{R}_6 - \bar{R}_7| = |1449.42-1494.62| = 45.2$$

s มีค่าเฉลี่ยลำดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี**

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $i$

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $j$

1 คือ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม

2 คือ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น

3 คือ สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี

4 คือ โรงเรียนนนทรีวิทยา

5 คือ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง

6 คือ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย

7 คือ การเคหะชุมชนดินแดง

มีทริทเมนต์ 7 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{361} \right]} = 141.6336$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{364} \right]} = 141.3403$$

คู่ที่ 1+4

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{345} \right]} = 143.273$$

คู่ที่ 1+5

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{358} \right]} = 141.9312$$

คู่ที่ 1+6

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{358} \right]} = 141.9312$$

คู่ที่ 1+7

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{305} \right]} = 148.0178$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{364} \right]} = 141.6336$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่ที่ 2+4	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{345} \right]}$	= 143.5624
คู่ที่ 2+5	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{358} \right]}$	= 142.2234
คู่ที่ 2+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{358} \right]}$	= 142.2234
คู่ที่ 2+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{305} \right]}$	= 148.298
คู่ที่ 3+4	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{345} \right]}$	= 143.273
คู่ที่ 3+5	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{358} \right]}$	= 141.9312
คู่ที่ 3+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{358} \right]}$	= 141.9312
คู่ที่ 3+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{305} \right]}$	= 148.0178
คู่ที่ 4+5	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{345} + \frac{1}{358} \right]}$	= 143.8561
คู่ที่ 4+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{345} + \frac{1}{358} \right]}$	= 143.8561
คู่ที่ 4+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{345} + \frac{1}{305} \right]}$	= 149.8645
คู่ที่ 5+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{358} \right]}$	= 142.5198
คู่ที่ 5+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{305} \right]}$	= 148.5822
คู่ที่ 6+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{305} \right]}$	= 148.5822

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

นัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ						
โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น	สถานีการ ไฟฟ้าย่อย ธนบุรี	โรงเรียน นนทรีวิทยา	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย	การเคหะ ชุมชน ดินแดง
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$	$\bar{R}_4$	$\bar{R}_5$	$\bar{R}_6$	$\bar{R}_7$
661.41	773.03	1150.16	1232.7	1497.12	1608.65	1767.6

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |661.41 - 773.03| = 111.62$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |661.41 - 1150.16| = 488.75^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_4| = |661.41 - 1232.7| = 571.29^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_5| = |661.41 - 1497.12| = 835.71^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_6| = |661.41 - 1608.65| = 947.24^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_7| = |661.41 - 1767.6| = 1106.19^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |773.03 - 1150.16| = 377.13^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_4| = |773.03 - 1232.7| = 459.67^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_5| = |773.03 - 1497.12| = 724.09^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_6| = |773.03 - 1608.65| = 835.62^s$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_7| = |773.03-1767.6| = 994.57^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_4| = |1150.16-1232.7| = 82.54$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_5| = |1150.16-1497.12| = 346.96^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_6| = |1150.16-1608.65| = 458.49^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_7| = |1150.16-1767.6| = 617.44^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_5| = |1232.7-1497.12| = 264.42^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_6| = |1232.7-1608.65| = 375.95^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_7| = |1232.7-1767.6| = 534.9^s$$

$$|\bar{R}_5 - \bar{R}_6| = |1497.12-1608.65| = 111.53$$

$$|\bar{R}_5 - \bar{R}_7| = |1497.12-1767.6| = 270.48^s$$

$$|\bar{R}_6 - \bar{R}_7| = |1608.65-1767.6| = 158.95^s$$

s มีค่าเฉลี่ยลำดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณก๊าซไอโซนใน  
บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่ i

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่ j

1 คือ การเคหะชุมชนดินแดง

2 คือ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง

3 คือ สถานีการไฟฟ้าอโยชนบุรี

4 คือ โรงเรียนนนทรีวิทยา

5 คือ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม

6 คือ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย

7 คือ สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น

มีทริทเมนต์ 7 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร	ค่าวิกฤต = $Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$	
คู่ที่ 1+2	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{237} + \frac{1}{352} \right]}$	= 155.1295
คู่ที่ 1+3	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{237} + \frac{1}{360} \right]}$	= 154.4344
คู่ที่ 1+4	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{237} + \frac{1}{354} \right]}$	= 154.953
คู่ที่ 1+5	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{237} + \frac{1}{364} \right]}$	= 154.0971
คู่ที่ 1+6	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{237} + \frac{1}{350} \right]}$	= 155.3077
คู่ที่ 1+7	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{237} + \frac{1}{360} \right]}$	= 154.4344
คู่ที่ 2+3	ค่าวิกฤต = $2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{360} \right]}$	= 138.3884

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{คู่ที่ } 2+4 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{354} \right]} = 138.967 \\
 \text{คู่ที่ } 2+5 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{364} \right]} = 138.0119 \\
 \text{คู่ที่ } 2+6 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{350} \right]} = 139.3623 \\
 \text{คู่ที่ } 2+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{352} + \frac{1}{360} \right]} = 138.3884 \\
 \text{คู่ที่ } 3+4 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{354} \right]} = 138.1906 \\
 \text{คู่ที่ } 3+5 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{364} \right]} = 137.2301 \\
 \text{คู่ที่ } 3+6 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{350} \right]} = 138.5881 \\
 \text{คู่ที่ } 3+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{360} + \frac{1}{360} \right]} = 137.6087 \\
 \text{คู่ที่ } 4+5 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{354} + \frac{1}{364} \right]} = 137.8136 \\
 \text{คู่ที่ } 4+6 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{354} + \frac{1}{350} \right]} = 139.1659 \\
 \text{คู่ที่ } 4+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{354} + \frac{1}{360} \right]} = 138.1906 \\
 \text{คู่ที่ } 5+6 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{350} \right]} = 138.2123 \\
 \text{คู่ที่ } 5+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{360} \right]} = 137.2301 \\
 \text{คู่ที่ } 6+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{350} + \frac{1}{360} \right]} = 138.5881
 \end{aligned}$$

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

นัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ						
การเคหะ ชุมชน ดินแดง	สนามกีฬา การเคหะ ชุมชน ห้วยขวาง	สถานีการ ไฟฟ้าย่อย ธนบุรี	โรงเรียน นนทบุรีวิทยา	โรงเรียน สิงหราช พิทยาคม	สถานี ตำรวจ นครบาล โชคชัย	สำนักงาน การเคหะ ชุมชน คลองจั่น
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$	$\bar{R}_4$	$\bar{R}_5$	$\bar{R}_6$	$\bar{R}_7$
520.74	809.77	889.69	1211.46	1359.67	1601.35	1703.49

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |520.74 - 809.77| = 289.03^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |520.74 - 889.69| = 368.95^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_4| = |520.74 - 1211.46| = 690.72^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_5| = |520.74 - 1359.67| = 838.93^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_6| = |520.74 - 1601.35| = 1080.61^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_7| = |520.74 - 1703.49| = 1182.75^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |809.77 - 889.69| = 79.92$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_4| = |809.77 - 1211.46| = 401.69^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_5| = |809.77 - 1359.67| = 549.9^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_6| = |809.77 - 1601.35| = 791.58^s$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_7| = |809.77-1703.49| = 893.72^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_4| = |889.69-1211.46| = 321.77^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_5| = |889.69-1359.67| = 469.98^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_6| = |889.69-1601.35| = 711.66^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_7| = |889.69-1703.49| = 813.8^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_5| = |1211.46-1359.67| = 148.21^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_6| = |1211.46-1601.35| = 389.89^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_7| = |1211.46-1703.49| = 492.03^s$$

$$|\bar{R}_5 - \bar{R}_6| = |1359.67-1601.35| = 241.68^s$$

$$|\bar{R}_5 - \bar{R}_7| = |1359.67-1703.49| = 343.82^s$$

$$|\bar{R}_6 - \bar{R}_7| = |1601.35-1703.49| = 102.14^s$$

s มีค่าเฉลี่ยลำดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณฝุ่นละอองที่มี  
ขนาดเล็กลงว่า 10 ไมครอนในบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี**

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่ i

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่ j

1 คือ สถานีการไฟฟ้าอ้อยชนบุรี

2 คือ สำนักงานการเกษตรชุมชนคลองจั่น

3 คือ โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม

4 คือ สนามกีฬาการเกษตรชุมชนห้วยขวาง

5 คือ โรงเรียนนนทรีวิทยา

6 คือ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย

7 คือ การเกษตรชุมชนดินแดง

มีทริทเมนต์ 7 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{264} + \frac{1}{361} \right]} = 139.2687$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{336} \right]} = 141.8461$$

คู่ที่ 1+4

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{358} \right]} = 139.5614$$

คู่ที่ 1+5

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{333} \right]} = 142.178$$

คู่ที่ 1+6

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{264} + \frac{1}{333} \right]} = 142.178$$

คู่ที่ 1+7

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{364} + \frac{1}{329} \right]} = 142.6287$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{336} \right]} = 142.1288$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 \text{คู่ที่ } 2+4 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{358} \right]} = 139.8486 \\
 \text{คู่ที่ } 2+5 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{333} \right]} = 142.46 \\
 \text{คู่ที่ } 2+6 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{333} \right]} = 142.46 \\
 \text{คู่ที่ } 2+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{361} + \frac{1}{329} \right]} = 142.9097 \\
 \text{คู่ที่ } 3+4 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{336} + \frac{1}{358} \right]} = 142.4156 \\
 \text{คู่ที่ } 3+5 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{336} + \frac{1}{333} \right]} = 144.9807 \\
 \text{คู่ที่ } 3+6 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{336} + \frac{1}{333} \right]} = 144.9807 \\
 \text{คู่ที่ } 3+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{336} + \frac{1}{329} \right]} = 145.4227 \\
 \text{คู่ที่ } 4+5 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{333} \right]} = 142.7461 \\
 \text{คู่ที่ } 4+6 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{333} \right]} = 142.7461 \\
 \text{คู่ที่ } 4+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{358} + \frac{1}{329} \right]} = 143.195 \\
 \text{คู่ที่ } 5+6 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{333} + \frac{1}{333} \right]} = 145.3054 \\
 \text{คู่ที่ } 5+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{333} + \frac{1}{329} \right]} = 145.7464 \\
 \text{คู่ที่ } 6+7 & \quad \text{ค่าวิกฤต} = 2.69 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{333} + \frac{1}{329} \right]} = 145.7464
 \end{aligned}$$

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

นัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ						
สถานีการไฟฟ้าฝ่ายอำนวยการธนบุรี	สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น	โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม	สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง	โรงเรียนนนทรีวิทยา	สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย	การเคหะชุมชนดินแดง
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$	$\bar{R}_4$	$\bar{R}_5$	$\bar{R}_6$	$\bar{R}_7$
724.48	816.37	1120.62	1165.01	1394.06	1623.68	1695.58

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |724.48 - 816.37| = 91.89$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |724.48 - 1120.62| = 396.14^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_4| = |724.48 - 1165.01| = 440.53^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_5| = |724.48 - 1394.06| = 669.58^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_6| = |724.48 - 1623.68| = 899.2^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_7| = |724.48 - 1695.58| = 971.1^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |816.37 - 1120.62| = 304.25^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_4| = |816.37 - 1165.01| = 348.64^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_5| = |816.37 - 1394.06| = 577.69^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_6| = |816.37 - 1623.68| = 807.31^s$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_7| = |816.37-1695.58| = 879.21^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_4| = |1120.62-1165.01| = 44.39$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_5| = |1120.62-1394.06| = 273.44^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_6| = |1120.62-1623.68| = 503.06^s$$

$$|\bar{R}_3 - \bar{R}_7| = |1120.62-1695.58| = 574.96^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_5| = |1165.01-1394.06| = 229.05^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_6| = |1165.01-1623.68| = 458.67^s$$

$$|\bar{R}_4 - \bar{R}_7| = |1165.01-1695.58| = 530.57^s$$

$$|\bar{R}_5 - \bar{R}_6| = |1394.06-1623.68| = 229.62^s$$

$$|\bar{R}_5 - \bar{R}_7| = |1394.06-1695.58| = 301.52^s$$

$$|\bar{R}_6 - \bar{R}_7| = |1623.68-1695.58| = 71.9$$

s มีค่าเฉลี่ยลำดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณก๊าซ**  
**คาร์บอนมอนอกไซด์ในแต่ละฤดูกาล**

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $i$

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $j$

1 คือ ฤดูร้อน

2 คือ ฤดูฝน

3 คือ ฤดูหนาว

มีทริทเมนต์ 3 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{622} + \frac{1}{1019} \right]} = 70.578$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{622} + \frac{1}{810} \right]} = 73.9488$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2451(2452)}{12} \left[ \frac{1}{1019} + \frac{1}{810} \right]} = 65.2942$$

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล		
ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$
1016.99	1135.65	1500.17

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |1016.99 - 1135.65| = 118.66^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |1016.99 - 1500.17| = 483.18^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |1135.65 - 1500.17| = 364.52^s$$

s มีค่าเฉลี่ยลำดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละฤดูกาล**

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $i$

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $j$

1 คือ ฤดูหนาว

2 คือ ฤดูร้อน

3 คือ ฤดูฝน

มีทริทเมนต์ 3 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{806} + \frac{1}{607} \right]} = 73.67193$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{806} + \frac{1}{1009} \right]} = 64.7566$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2422(2423)}{12} \left[ \frac{1}{607} + \frac{1}{1009} \right]} = 70.43511$$

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล		
ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$
1095.12	1227.82	1294.65

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |1095.12 - 1227.82| = 132.7^*$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |1095.12 - 1294.65| = 199.53^*$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |1227.82 - 1294.65| = 66.83$$

s มีค่าเฉลี่ยลำดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้ง 7 สถานี**

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $i$

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $j$

1 คือ ฤดูฝน

2 คือ ฤดูร้อน

3 คือ ฤดูหนาว

มีทริทเมนต์ 3 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{1013} + \frac{1}{625} \right]} = 70.66715$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{1013} + \frac{1}{817} \right]} = 65.33038$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2455(2456)}{12} \left[ \frac{1}{625} + \frac{1}{817} \right]} = 73.8307$$

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล		
ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูหนาว
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$
942.67	1134.99	1652.93

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |942.67 - 1134.99| = 192.32^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |942.67 - 1652.93| = 710.26^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |1134.99 - 1652.93| = 517.94^s$$

s มีค่าเฉลี่ยลำดับที่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณก๊าซไอโซนในแต่  
ละฤดูกาล**

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่ i

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่ j

1 คือ ฤดูฝน

2 คือ ฤดูหนาว

3 คือ ฤดูร้อน

มีทริทเมนต์ 3 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{949} + \frac{1}{809} \right]} = 64.37067$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{949} + \frac{1}{619} \right]} = 69.49932$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2377(2378)}{12} \left[ \frac{1}{809} + \frac{1}{619} \right]} = 71.83407$$

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคุณนี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล		
ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$
959.04	1269.19	1436.75

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |959.04 - 1269.19| = 310.15^*$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |959.04 - 1436.75| = 477.71^*$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |1269.19 - 1436.75| = 167.56^*$$

s มีค่าเฉลี่ยลำดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อน (Multiple comparison) ของปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กลงว่า 10 ไมครอนในแต่ละฤดูกาล**

ให้  $\bar{R}_i$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $i$

$\bar{R}_j$  = ค่าเฉลี่ยลำดับที่จากทริทเมนต์ที่  $j$

1 คือ ฤดูฝน

2 คือ ฤดูร้อน

3 คือ ฤดูหนาว

มีทริทเมนต์ 3 ทริทเมนต์ กำหนดให้  $\alpha = 0.15$

จากสูตร

$$\text{ค่าวิกฤต} = Z \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left[ \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right]}$$

คู่ที่ 1+2

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{1032} + \frac{1}{626} \right]} = 69.20825$$

คู่ที่ 1+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{1032} + \frac{1}{756} \right]} = 65.39969$$

คู่ที่ 2+3

$$\text{ค่าวิกฤต} = 1.96 \sqrt{\frac{2414(2415)}{12} \left[ \frac{1}{626} + \frac{1}{756} \right]} = 73.82418$$

ถ้าค่า  $|\bar{R}_i - \bar{R}_j|$  มีค่า  $\leq$  ค่าวิกฤต แสดงว่าคู่นี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล

ค่าเฉลี่ยลำดับที่ของแต่ละฤดูกาล		
ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูหนาว
$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	$\bar{R}_3$
942.05	1151.04	1616.62

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_2| = |942.05 - 1151.04| = 208.99^s$$

$$|\bar{R}_1 - \bar{R}_3| = |942.05 - 1616.62| = 674.57^s$$

$$|\bar{R}_2 - \bar{R}_3| = |1151.04 - 1616.62| = 465.58^s$$

$s$  มีค่าเฉลี่ยลำดับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS 14.0 For Windows  
( Z-test และ Kruskal-Wallis test )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Khlongchan National Housing Authority 10T

### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM10	361	33.6978	14.39753	.75776

### One-Sample Test

Test Value = 120						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PM10	-113.891	360	.000	-86.30225	-87.7924	-84.8120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Huai Khwang 11T

### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM10	358	40.2726	13.99213	.73951

### One-Sample Test

Test Value = 120						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PM10	-107.812	357	.000	-79.72738	-81.1817	-78.2730

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## None-tree Vitaya 12T

### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM10	333	45.4657	15.28994	.83788

### One-Sample Test

Test Value = 120						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PM10	-88.955	332	.000	-74.53432	-76.1826	-72.8861

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Singharatpitayakom 15T

## One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM10	336	40.0108	15.22093	.83037

## One-Sample Test

	Test Value = 120					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PM10	-96.330	335	.000	-79.98923	-81.6226	-78.3558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Thonburi Substation Intrapitak Rd. 52T

#### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM10	364	31.7612	12.64299	.66267

#### One-Sample Test

Test Value = 120						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PM10	-133.156	363	.000	-88.23879	-89.5420	-86.9356

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Traffic Police Residence 53T

#### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM10	333	49.2337	12.31791	.67502

#### One-Sample Test

Test Value = 120						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PM10	-104.836	332	.000	-70.76626	-72.0941	-69.4384

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Dindang Housing Authority 54T

### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM10	329	77.7093	48.94898	2.69864

### One-Sample Test

Test Value = 120						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PM10	-15.671	328	.000	-42.29065	-47.5995	-36.9818

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

	station	N	Mean Rank
CO	National Housing Authority 10T	356	644.68
	Huai Khwang 11T	338	1432.17
	None-tree Vitaya 12T	359	1059.63
	Singharatpitayakom 15T	360	983.39
	Thonburi Substation Intrapitak Rd. 52T	361	1349.76
	Traffic Police Residence 53T	349	1238.44
	Dindang Housing Authority 54T	328	1943.42
	Total	2451	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	CO
Chi-Square	679.296
df	6
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

station	N	Mean Rank
SO2 National Housing Authority 10T	352	1151.69
Huai Khwang 11T	340	1449.42
None-tree Vitaya 12T	357	1216.29
Singharatpitayakom 15T	342	839.80
Thonburi Substation Intrapitak Rd. 52T	358	1176.40
Traffic Police Residence 53T	354	1494.62
Dindang Housing Authority 54T	319	1142.25
Total	2422	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	SO2
Chi-Square	200.621
df	6
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

station	N	Mean Rank
NO2 National Housing Authority 10T	361	773.03
Huai Khwang 11T	358	1497.12
None-tree Vitaya 12T	345	1232.70
Singharatpitayakom 15T	364	661.41
Thonburi Substation Intrapitak Rd. 52T	364	1150.16
Traffic Police Residence 53T	358	1608.65
Dindang Housing Authority 54T	305	1767.60
Total	2455	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	NO2
Chi-Square	717.273
df	6
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

## Kruskal-Wallis Test

## Ranks

	station	N	Mean Rank
O3	National Housing Authority 10T	360	1703.49
	Huai Khwang 11T	352	809.77
	None-tree Vitaya 12T	354	1211.46
	Singharatpitayakom 15T	364	1359.67
	Thonburi Substation Intrapitak Rd. 52T	360	889.69
	Traffic Police Residence 53T	350	1601.35
	Dindang Housing Authority 54T	237	520.74
	Total	2377	

Test Statistics<sup>a,b</sup>

	O3
Chi-Square	752.157
df	6
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

station	N	Mean Rank
PM National Housing Authority 10T	361	816.37
Huai Khwang 11T	358	1165.01
None-tree Vitaya 12T	333	1394.06
Singharatpitayakom 15T	336	1120.62
Thonburi Substation Intrapitak Rd. 52T	364	724.48
Traffic Police Residence 53T	333	1623.68
Dindang Housing Authority 54T	329	1695.98
Total	2414	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	PM10
Chi-Square	599.204
df	6
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: station

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

	season	N	Mean Rank
CO	winter	810	1500.17
	summer	622	1016.99
	rainy	1019	1135.65
	Total	2451	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	CO
Chi-Square	192.439
df	2
Asymp. Sig.	.000

- a. Kruskal Wallis Test  
b. Grouping Variable: season

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

	season	N	Mean Rank
SO2	winter	806	1095.12
	summer	607	1227.82
	rainy	1009	1294.65
	Total	2422	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	SO2
Chi-Square	36.917
df	2
Asymp. Sig.	.000

- a. Kruskal Wallis Test  
 b. Grouping Variable: season

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

	season	N	Mean Rank
NO2	winter	817	1652.93
	summer	625	1134.99
	rainy	1013	942.67
	Total	2455	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	NO2
Chi-Square	468.502
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: season

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

	season	N	Mean Rank
O3	winter	809	1269.19
	summer	619	1436.75
	rainy	949	959.04
	Total	2377	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	O3
Chi-Square	198.246
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: season

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## NPar Tests

### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

	season	N	Mean Rank
PM10	winter	756	1616.62
	summer	626	1151.04
	rainy	1032	942.05
	Total	2414	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	PM10
Chi-Square	414.258
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: season

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล ภาคภูมิ บัณฑิตพรผกาย  
วัน เดือน ปี เกิด 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527  
สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร  
การศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต  
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต

ชื่อ-นามสกุล รัตติชัย คัตตะประสาตร์  
วัน เดือน ปี เกิด 26 มิถุนายน พ.ศ. 2527  
สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร  
การศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพระแม่มารีย์สาทร  
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย โรงเรียนวัดสุทธิวราราม

ชื่อ-นามสกุล วสิน แยมชื่นพงศ์  
วัน เดือน ปี เกิด 8 กันยายน พ.ศ. 2528  
สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร  
การศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย  
การศึกษามัธยมศึกษาปลาย โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้