บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการติดตามตรวจสอบก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยแพสซีพก๊าซแซมเปลอซึ่งนับว่าเป็นครั้งแรกที่ได้มีการนำเอาอุปกรณ์ข้างต้นมาใช้ในงานวิจัยในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ได้แก่ บริเวณสถานีตรวจวัด ภายใน-ภายนอกที่พักอาศัย สถานศึกษาและบุคคลรับสัมผัส ในพื้นที่การจราจรคับคั่งกรุงเทพมหานครและจังหวัดนครปฐมโดยทำการเลือกกลุ่มประชากรศึกษาแบบเจาะจง (Purposive Sample) เป็นนิสิต-นักศึกษา จำนวน 65 คน เป็นนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 50 คน (กลุ่มตัวอย่าง) และนักศึกษามหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตศาลายา 15 คน(กลุ่มเปรียบเทียบ) รวมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสกับการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจจากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การเปรียบเทียบอุปกรณ์แพสซีพก๊าซแซมเปลอกับ Chemiluminescence Detector

จากการศึกษาข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จากการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์แพสซีพก๊าซแซมเปลอและ Chemiluminescence Detector พบว่ามีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นสูงมากโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย(R)เท่ากับ 0.995 ที่ระดับนัยสำคัญ $P<0.05$ แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงจากการตรวจวัดในระยะเวลา7วันด้วยแพสซีพก๊าซแซมเปลอมีค่าเท่ากับ 38.90 ± 12.01 พบว่ามีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงจากการตรวจวัดในระยะเวลา 7วันด้วย Chemiluminescence Detector มีค่าเท่ากับ 25.84 ± 3.25 นั่นหมายถึงอัตราส่วนระหว่างผลจากการตรวจวัดด้วยแพสซีพก๊าซแซมเปลอและวิธีการแบบactiveเท่ากับ 1.51 ในทางตรงกันข้ามเมื่อพิจารณาจากงานวิจัยในรูปแบบเดียวกันเช่น ในงานของ Palm และคณะในปี ค.ศ. 1976 จากการใช้ palm tube ในการศึกษาถึงประสิทธิภาพของแพสซีพก๊าซแซมเปลอในห้องปฏิบัติการ(Atmosphere chamber)และใช้ TEA solution เป็นสารเคมีในการตรวจจับโดยเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ใส่ในchamberกับปริมาณที่ตรวจวัดได้จริงพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ข้อมูลในขณะที่งานวิจัยของ Pantherและคณะในปีค.ศ.1999 จากการใช้แพสซีพก๊าซแซมเปลอที่พัฒนาจาก Ferm ในปีคศ.1991 ในการเปรียบเทียบผลการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (สามารถพิจารณาลักษณะจากภาพแพสซีพก๊าซแซมเปลอของ CSIRO ในบทที่2) กับวิธีการ Chemiluminescence Detector บริเวณ Latrob

Valley ประเทศออสเตรเลียโดยใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไอโอไดด์เป็นสารเคมีในการตรวจจับพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างผลการตรวจวัดด้วยวิธีการตรวจวัดทั้ง 2 วิธี

เมื่อทำการพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความแตกต่างระหว่างผลจากการเปรียบเทียบวิธีการในการตรวจวัดในงานวิจัยครั้งนี้กับงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น โดยใช้หลักฐานงานวิจัยอื่นๆรองรับ ดังนี้

ลักษณะทางเรขาคณิต

จากการพัฒนาแพสซีพก๊าซแซมเปลอจากการคิดค้น Palm tube ของPalmและคณะในปี ค.ศ.1976 ผู้ทำการวิจัยได้มีการพัฒนาแพสซีพก๊าซแซมเปลอในงานวิจัยครั้งนี้ให้มีขนาดความยาวที่ลดลงและพื้นที่หน้าตัดที่เพิ่มขึ้นโดยการดัดแปลงจาก Filter holder ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเรขาคณิตดังกล่าวเป็นการเพิ่มอัตราการเก็บตัวอย่างของแพสซีพก๊าซแซมเปลอ(พิจารณารายละเอียดส่วนของลักษณะทางเรขาคณิตในบทที่2)และเพิ่มความเหมาะสมในการเก็บตัวอย่างบุคคลได้รับสัมผัสให้มีขนาดที่ไม่เทอะทะเกินไป จากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางเรขาคณิตข้างต้นนับว่าเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บตัวอย่าง ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างในส่วนนี้กับผลการตรวจวัดพบว่าไม่มีงานวิจัยใดรองรับว่าการเปลี่ยนแปลงปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้การตรวจวัดมีค่ามากกว่าที่ตรวจวัดได้จริง

ความเร็วลม

จากการศึกษาของ Gair และPenketts ในปี ค.ศ.1995 พบว่าความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบให้เกิดกระแสวนของการแพร่ส่งผลให้ระยะความยาวในการแพร่ที่เกิดขึ้นจริงลดลงจากค่าความยาวในการแพร่ที่ใช้ในการคำนวณส่งผลให้ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นกว่าความเป็นจริงและสามารถแก้ไขได้โดยการแทรกตะแกรงเหนือส่วนเปิดของแพสซีพก๊าซแซมเปลอ(พิจารณารายละเอียดในบทที่2) อย่างไรก็ดีเมื่อทำการเปรียบเทียบแพสซีพก๊าซแซมเปลอในงานวิจัยครั้งนี้กับแพสซีพก๊าซแซมเปลอที่ถูกพัฒนาจาก Fermในปี 1991 พบว่ามีรูปแบบเดียวกันกับแพสซีพก๊าซแซมเปลอที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ต่างกันที่วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบที่โครงร่างเป็นวัสดุทึบแสง มีตะแกรงอะลูมิเนียมด้านบนและมีขนาดที่เล็กกว่าแพสซีพก๊าซแซมเปลอที่ใช้ในครั้งนี้ แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยของ Pantherและคณะกับงานวิจัยครั้งนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างผลการตรวจวัดจากแพสซีพก๊าซแซมเปลอและ Chemiluminescence Detectorในงานวิจัยของ Panther และคณะ ในขณะที่ในงานวิจัยครั้งนี้มี

ความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในการตรวจวัด 1 อาทิตย์ที่ Traralgon และ Moe บริเวณ Latrob Valley ประเทศออสเตรเลีย พบว่าในการตรวจวัดด้วย Chemiluminescence Detector มีค่าเท่ากับ 7.16 $\pm$ 1.44 และ 5.15 $\pm$ 1.89 ตามลำดับ และการตรวจวัดด้วยแพสซีพก๊าซแซมเปลอมีค่าเท่ากับ 6.66 $\pm$ 1.57 และ 5.29 $\pm$ 1.67 ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าความแตกต่างในเรื่องของตะแกรงอะลูมิเนียมซึ่งจากงานวิจัยข้างต้นพบว่าช่วยลดการเกิดผลกระทบจากการเกิดปรากฏการณ์กระแสวนของการแพร่ นับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลกระทบให้การตรวจวัดในงานวิจัยครั้งนี้มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับงานของ Panther และคณะ อีกทั้งเนื่องจากงานวิจัยของ Palm และคณะ ไม่ได้รับอิทธิพลดังกล่าวเนื่องจากทำการทดลองภายในห้องปฏิบัติการแม้ว่าไม่มีส่วนประกอบในการลดผลกระทบข้างต้นก็ไม่ส่งผลกระทบแต่ประการใด

การเกิด Photolysis

จากการศึกษาของ Heal และคณะในปีค.ศ.1999 พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบผลการตรวจวัดก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์จากแพสซีพก๊าซแซมเปลอชนิดที่แสงผ่านไม่ได้ (Acrylic foil-wrapped)กับผลการตรวจวัดด้วย Chemilumiescence detector พบว่าค่าที่ตรวจวัดด้วยแพสซีพก๊าซแซมเปลอ มีค่ามากกว่าที่ตรวจวัดด้วย Chemilumiescence detector โดยเฉลี่ย 27% ในขณะที่เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างผลการตรวจวัดด้วยแพสซีพก๊าซแซมเปลอ ชนิดที่แสงผ่านไม่ได้ (Quartz tube) กับผลการตรวจวัดด้วย Chemilumiescence detector พบว่ามีอัตราส่วนเท่ากับ 1.06 ดังนั้นจึงพบว่าการเกิดกระบวนการ Photolysis ทำการหักล้างผลการตรวจวัดที่มากเกินไปจากผลของสารเคมีที่ใช้ในการดูดจับ เมื่อพิจารณางานวิจัยข้างต้นกับผลการทดลองในครั้งนี้พบว่าการเกิดกระบวนการ Photolysis ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้แม้ว่าแพสซีพก๊าซแซมเปลอในงานวิจัยครั้งนี้แสงสามารถผ่านได้ก็ตามที แต่เนื่องจากในการทดลองในบรรยากาศทั่วไปมีการใช้ Protective shelter การเกิด Photolysis จึงไม่ส่งผลกระทบ อีกทั้งในงานวิจัยของ Atkins ในปี ค.ศ.1989 ไม่พบความแตกต่างของมลสารที่ตรวจวัดได้จากแพสซีพก๊าซแซมเปลอที่ติดตั้งในบริเวณที่แสงผ่านได้และบริเวณที่แสงผ่านไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องด้วยผลกระทบเหล่านี้จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีแสงส่องผ่านเท่านั้น

อุณหภูมิ ความดันและความชื้นสัมพัทธ์

จากการศึกษาโดย Rose และ Perkins ในปีค.ศ.1982 พบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้มลสารที่ตรวจวัดได้โดยแพสซีพก๊าซแซมเปลอเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 0.2% ต่อ $^{\circ}C$ ในขณะที่ในงานวิจัยของ Lindenboom และ Perkin ในปี ค.ศ.1982 พบว่า ความดันไม่ส่งผลกระทบต่อการตรวจวัดจนกระทั่งความดันลดลง 2 ใน 3 ของบรรยากาศจึงส่งผลให้มลสารที่ตรวจวัดได้ลดลง อีกทั้งจากการศึกษาของ Rose และ Perkins ในปี ค.ศ.1982 พบว่า มีนัยสำคัญที่ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ทำให้การตรวจวัดก๊าซมลพิษจากแพสซีพก๊าซแซมเปลอน้อยลง ในทางกลับกัน ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 10% ส่งผลเพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ตรวจวัดได้จากแพสซีพก๊าซแซมเปลอในงานวิจัยครั้งนี้มีค่ามากเมื่อเทียบกับวิธีการมาตรฐาน ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์และความดันไม่ส่งผลกระทบ อย่างไรก็ดีในงานวิจัยอื่นๆ ต่างสรุปว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการดูดจับ

จากการศึกษางานวิจัยในเรื่องของประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการดูดจับ พบว่า สารเคมีที่ใช้ในการดูดจับต่างชนิดกันมีประสิทธิภาพในตรวจจับก๊าซมลพิษที่แตกต่างกัน ในการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยใช้แพสซีพก๊าซแซมเปลอ สารเคมีที่ใช้ในการดูดจับโดยทั่วไป คือ TEA (Triethanolamine) ซึ่งพบว่าทำให้ค่าที่ตรวจวัดได้นั้นมีค่ามากเกินความเป็นจริงมาก ทั้งนี้เนื่องจากทำการดูดจับก๊าซมลพิษชนิดอื่นด้วย ดังนั้นในงานวิจัยในครั้งนี้ใช้สารเคมีตำรับใหม่ คือโซเดียมไอโอไดด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ค้นพบโดย Ferm และ Sjodin ในปี ค.ศ.1992 ซึ่งไม่มีงานวิจัยใดรองรับว่า สารเคมีตำรับใหม่นี้ส่งผลให้การตรวจวัดมีค่ามากกว่าความเป็นจริง แต่อย่างไรก็ดีมีความเป็นไปได้ที่ ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งตรวจวัดได้จากแพสซีพก๊าซแซมเปลอในงานวิจัยครั้งนี้มีค่ามากเมื่อเทียบกับวิธีการมาตรฐาน เนื่องมาจากการที่สารเคมีที่ใช้ในการดูดจับ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ดูดจับก๊าซมลพิษชนิดอื่นนอกจากไนโตรเจนไดออกไซด์

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

เนื่องจากมีความแตกต่างในวิธีการคำนวณในแต่ละบริษัทที่ทำการผลิตแพสซีพก๊าซแซมเปลอซึ่งเหล่านี้ส่งผลให้ค่าที่ทำการตรวจวัดได้ในแต่ละแพสซีพก๊าซแซมเปลอนั้นมีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามเหล่านี้ล้วนมาจากหลักการของ Fick ' first Law ซึ่งผู้ทำการวิจัยนำมาใช้ในการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$C_1 = \frac{ML}{DtA} \qquad (5.1)$$

เช่นในการคำนวณของ Fermและคณะในปีค.ศ. 1991 ได้มีการนำค่าความต้านทานนอกจากค่า L/A มาพิจารณาเนื่องจากแนวความคิดที่ก๊าซมลพิษผ่านส่วนประกอบของแพสซีพก๊าซแซมเปลอซึ่งมีความต้านทานที่ต่างกัน ทำให้สามารถคำนวณผลได้จาก สมการต่อไปนี้

$$C_1 = \frac{M(LR + LF + LN + LBL)}{Dt\,AR \quad AF \quad AN \quad AR} \qquad (5.2)$$

$$\text{RESISTANCE} = \frac{LR}{AR} + \frac{LF}{AF} + \frac{LN}{AN} + \frac{LBL}{AR} \qquad (5.3)$$

โดย

LR = ความยาวของแพสซีพก๊าซแซมเปลอ (m)

AR = พื้นที่หน้าตัดของแพสซีพก๊าซแซมเปลอ (m^2)

LF = ความหนาของ membrane filter (m)

AF = พื้นที่ทั้งหมดของ pore of membrane (m^2)

LN = ความหนาของตะแกรงสแตนเลสสตีล(m)

AN = พื้นที่เปิดของตะแกรงสแตนเลสสตีล(m^2)

LBL = ความยาวของ laminar boundary layer (m)

แต่อย่างไรก็ตามค่าในทุกๆค่าในสมการที่ 5.3 ผู้ทำการศึกษาทั่วไปสามารถหาค่าได้แต่ค่า LBL เป็นค่าที่ได้มาจากการทดลองโดยเราพบว่าขึ้นอยู่กับความยาวของแพสซีพก๊าซแซม

เปลอและความเร็วลมอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นค่านี้จึงมีความเฉพาะเจาะจงกับแพสซีพก๊าซแซมเปลอของ Ferm และคณะเท่านั้นและถือว่าค่านี้เป็นค่าทางการค้าจึงไม่มีการเปิดเผยวิธีการในการทดลองซึ่งค่าLBL เมื่อทำการตรวจวัดภายนอกที่อยู่อาศัยมีค่าเท่ากับ 1.5 mm และเท่ากับ 5 mm เมื่อทำการตรวจวัดภายในที่พักอาศัย

เมื่อผู้ทำการวิจัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆในสมการที่ 5.3 จากแพสซีพก๊าซแซมเปลอในงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีขนาดความยาวเท่ากับ 0.00885 เมตร(LR) และพื้นที่หน้าตัดของแพสซีพก๊าซแซมเปลอเท่ากับ 0.000835 เมตร(AR) ในขณะที่ความหนาของ membrane filter ที่ใช้มีค่าเท่ากับ 0.00017 เมตร(LF) ดังนั้นพื้นที่ทั้งหมดของ pore of membrane ซึ่งคำนวณจากค่า porosityของเมมเบรน 80%มีค่าเท่ากับ 0.8*0.000835 = 0.000668(AF) อีกทั้งในงานวิจัยครั้งนี้ไม่มีการใช้ตะแกรงดังนั้นปัจจัย LN/ANมีค่าเท่ากับ 0 และปัจจัยสุดท้ายLBL ไม่สามารถทราบค่าได้เนื่องจากเป็นค่าทางการค้า ดังนั้นสมการที่ได้จากการแทนค่าจึงมีค่าดังต่อไปนี้

$$\text{RESISTANCE} = \frac{0.00885}{0.000835} + \frac{0.00017}{0.000668} + 0 + \frac{LBL}{AR} \qquad (5.4)$$

$$= 10.6 + 0.254 + 0 + LBL/AR$$

$$= 10.854 + LBL/AR \ m^{-1}$$

เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณในงานวิจัยครั้งนี้ซึ่งใช้หลักตามทฤษฎีการแพร่ตาม Fick'first Law (พิจารณาบทที่2) พบว่าใช้เพียง L/A ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.6 m^{-1} ในขณะที่เมื่อพิจารณาสมการ 5.4 ในปัจจัยที่ไม่ใช่ค่าทางการค้าซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.854 m^{-1} จะพบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ดังนั้นการที่ค่าที่ได้จากวิธีการคำนวณของสมการหลัก Fick'first Law จะแตกต่างจากวิธีการ ของFerm และคณะ นั้นขึ้นอยู่กับค่า LBL ซึ่งการนำค่า LBL มาใช้ควรได้รับการพิจารณาเนื่องจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าเป็นปัจจัยที่ได้มาจากการทดลองเมื่ออยู่ในความเร็วลมที่กำหนดดังนั้นการนำมาใช้ในสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมนั้นจึงมีความสำคัญ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยข้างต้นจะพบว่าวิธีการคำนวณที่แตกต่างกัน เช่นในงานวิจัยของ Ferm และคณะกับงานวิจัยในครั้งนี้ ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าในการตรวจวัดจากแพสซีพก๊าซแซมเปลอในครั้งนี้มากกว่าที่ทำการตรวจวัดด้วยวิธีการ Chemiluminescence Detector เพราะหากปัจจัยนี้ส่งผลกระทบก็น่าจะส่งผลให้การทดลองครั้งนี้มีค่าที่น้อยกว่าที่ตรวจวัดได้จริง แต่ส่งผลกระทบให้ค่าที่ทำการตรวจวัดจากแพสซีพก๊าซแซมเปลอซึ่งใช้วิธีการคำนวณที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันนอกจากปัจจัยด้านประสิทธิภาพของแพสซีพก๊าซแซมเปลอที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตามในความเห็นของผู้ทำการวิจัยแม้ว่าจะทำการคำนวณความต้านทานที่เกิดขึ้นจากการที่ก๊าซมลพิษผ่านที่ส่วนต่างๆของแพสซีพก๊าซแซมเปลอก็ไม่ทำให้ปริมาณ

ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้นั้นมีความเที่ยงตรงเพียงพอทั้งนี้เนื่องจากยังมีปัจจัยอื่นๆที่ส่งผลกระทบเช่น ประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการตรวจจับ การเกิดปรากฏการณ์ Photolysis และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาเช่นอุณหภูมิ ความชื้นเป็นต้น(พิจารณาบทที่ 2) ดังนั้นวิธีการที่นับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งสามารถใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดด้วยแพสซีพก๊าซแซมเปลอเปรียบเทียบกับข้อมูลทาง active และแพสซีพก๊าซแซมเปลอต่างบริษัทผู้ผลิต โดยตรงคือการสร้างโมเดลจากสมการความถดถอยจากการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จากผลการตรวจวัดด้วยแพสซีพก๊าซแซมเปลอและวิธีการแบบ Active (ดังแสดงในบทที่4) ซึ่งจากการใช้โมเดลเหล่านี้จะช่วยขจัดปัญหาประสิทธิภาพของแพสซีพก๊าซแซมเปลอได้

5.1.2 **การตรวจวัดใน 3 สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ**

ผลการตรวจวัดสรุปได้ว่าพื้นที่ที่ต่างกันส่งผลต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันส่งผลต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยจากการสุ่มการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ จาก 3 สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษในเขตกรุงเทพมหานครและทำการประมาณค่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เมื่อทำการตรวจวัดด้วยวิธีการ Chemiluminescence Detectorจากสมการความถดถอย พบว่าไม่มีสถานีตรวจวัดใดมีค่าสูงกว่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษที่ 170 ppbโดยพบว่า ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศเขตสถานีตรวจวัดดินแดงมีค่ามากที่สุดคือ 62.47 $\pm$ 2.05 ppb โดยมีค่าเมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือ Chemiluminescence Detector เท่ากับ 32.17$\pm$0.55 ppb รองลงมาคือสถานีตรวจวัดโชคชัย 4 มีค่าเท่ากับ 38.90$\pm$12.01 ppbและมีค่าเมื่อตรวจวัดด้วยเครื่องมือ Chemiluminescence Detector เท่ากับ 25.78$\pm$3.28 ppb และมีค่าน้อยที่สุดในสถานีตรวจวัด สำนักงานนโยบายและแผนโดยมีค่าเท่ากับ 35.29 $\pm$ 7.31 ppbและมีค่าเมื่อตรวจวัดด้วย Chemiluminescence Detector เท่ากับ 24.85$\pm$1.97 ppb

5.1.3 ผลสรุปการตรวจวัดได้รับสัมผัสของบุคคล บรรยากาศภายใน-ภายนอกที่พักอาศัย และสถานศึกษา

การได้รับสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

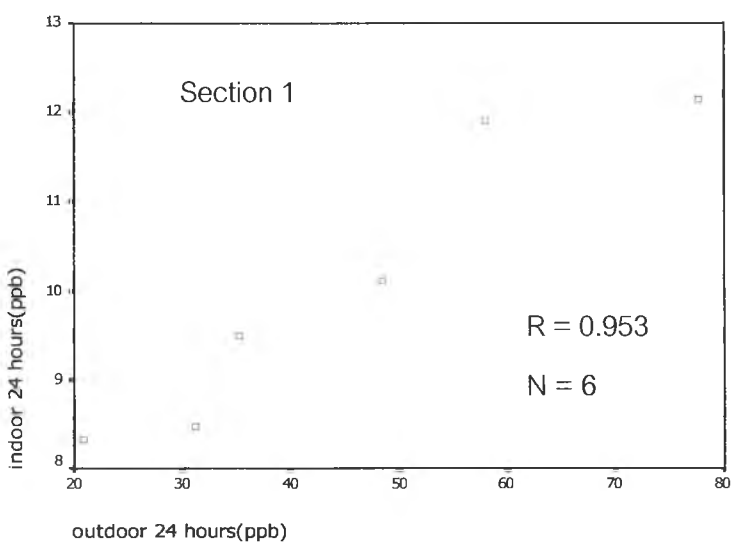
จากผลการตรวจวัดการได้รับสัมผัสของบุคคลแสดงให้เห็นว่าบุคคลที่อาศัยอยู่ในเขตการจราจรคับคั่งในเขตกรุงเทพมหานครได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มากกว่าบุคคลที่อาศัยอยู่ในเขตการจราจรหนาแน่นน้อยในเขตปริมณฑล จังหวัดนครปฐม โดยจากผลการวิจัยมีความแตกต่างในปริมาณการได้รับสัมผัสในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ขณะอยู่ภายในและภายนอกที่พักอาศัยของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในระยะเวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับ 31.86±16.76 ppbขณะอยู่ภายในที่พักอาศัย 12.14±8.70 ppb ขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัย 19.72±12.82 ในขณะที่กลุ่มเปรียบเทียบได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 4.95±1.93 ppb ขณะอยู่ภายในที่พักอาศัย 4.20±1.67 ppb ขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัย 0.74±0.82 ppb จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างพบว่าปริมาณการได้รับสัมผัสในระยะเวลา 24 ชั่วโมงมีความสัมพันธ์กับปริมาณการได้รับสัมผัสขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัยมากกว่าขณะอยู่ภายในที่พักอาศัยโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเท่ากับ 0.860 และ 0.659 ตามลำดับที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 อีกทั้งเมื่อพิจารณาลักษณะการเดินทางกับปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัยพบว่าลักษณะการเดินทางไม่ส่งผลกระทบต่อการได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าปริมาณการได้รับสัมผัสของบุคคลที่อาศัยอยู่ในบริเวณการจราจรหนาแน่นในเขตกรุงเทพมหานครจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายนอกเป็นสำคัญ โดยไม่ขึ้นกับลักษณะการเดินทางในทางตรงกันข้ามในเขตปริมณฑล จังหวัดนครปฐมการได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์นั้นได้รับขึ้นอยู่กับขณะอยู่ภายในที่พักอาศัยมากกว่าภายนอกที่พักอาศัย

และเมื่อทำการพิจารณาความสัมพันธ์ของระยะเวลาการได้รับสัมผัสกับการได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ทั้งขณะอยู่ภายในและภายนอกที่พักอาศัยพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ ($P > 0.05$) นั่นหมายถึงระยะเวลาที่ได้รับสัมผัสนั้นส่งผลกระทบน้อยกว่าสภาวะแวดล้อมที่บุคคลเหล่านั้นได้รับสัมผัส เพราะฉะนั้นการได้รับสัมผัสของบุคคลที่อาศัยอยู่ในบริเวณการจราจรหนาแน่นกรุงเทพมหานครขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาวะแวดล้อมภายนอกที่พักอาศัย

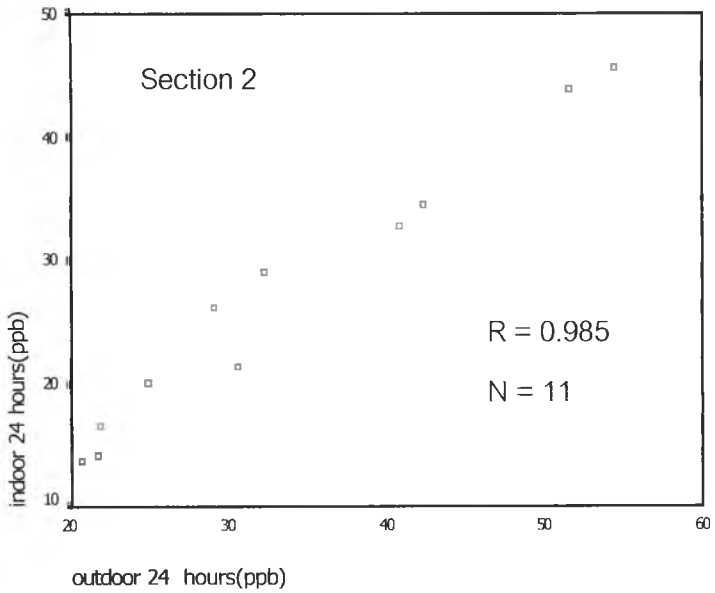
ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายใน-ภายนอกที่พักอาศัย

จากผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์บริเวณที่พักอาศัย พบว่าในบริเวณการจราจรคับคั่งในเขตกรุงเทพมหานคร(พื้นที่ตัวอย่าง)มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกที่พักอาศัยมากกว่าในบรรยากาศภายในที่พักอาศัย โดยมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในที่พักอาศัยเท่ากับ 21.40±16.62 ppb ในขณะที่ภายในที่พักอาศัยมีค่าเท่ากับ 14.68±9.26 ppb เช่นเดียวกับในพื้นที่เปรียบเทียบ จังหวัดนครปฐมซึ่งมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกมากกว่าบรรยากาศภายในที่พักอาศัยโดยมีค่าเท่ากับ 5.34±2.14 ppb และ 3.83±1.73 ppb ตามลำดับทั้งนี้เนื่องจากที่พักอาศัยของกลุ่มเปรียบเทียบเป็นหอพักจึงไม่มีการประกอบอาหารหรือมีก็เพียงเล็กน้อยทำให้ไม่มีผลกระทบต่อบรรยากาศภายในที่พักอาศัย ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าบริเวณที่มีการจราจรคับคั่งเช่นในเมืองปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกที่พักอาศัยจะมีปริมาณมากกว่าบรรยากาศภายในที่พักอาศัยเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เช่น จากการจราจร และแหล่งอุตสาหกรรม ซึ่งปริมาณเหล่านี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมบริเวณบรรยากาศภายนอกที่พักอาศัย โดยจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าในบริเวณปริมณฑลหรือในชนบทที่ไม่ได้ประกอบอาหารปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกจะมากกว่าในบรรยากาศภายในเช่นเดียวกัน

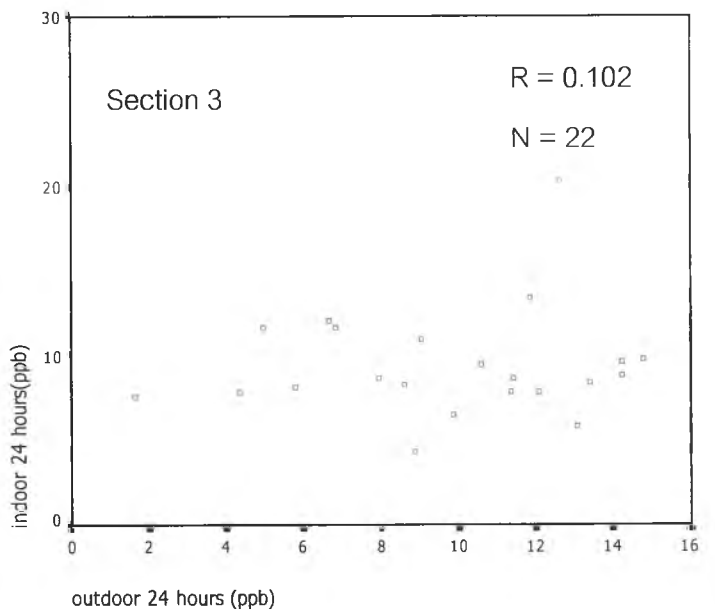
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกและภายในที่พักอาศัยจากกราฟความสัมพันธ์รูปที่4.8ในบทที่ 4 จะเห็นว่ามีการแบ่งกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กันเป็น 3 กลุ่ม(เฉพาะในส่วนที่มีความสัมพันธ์เด่นชัด) เมื่อนำค่าเหล่านั้นมาสร้างกราฟ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ดังกราฟต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายใน-ภายนอกที่พักอาศัย



รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายใน-ภายนอกที่พักอาศัย



รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายใน-ภายนอกที่พักอาศัย

จากกราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 5.1-5.3 เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในและภายนอกที่พักอาศัยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกที่พักอาศัยมีปริมาณมากในขณะที่ในบรรยากาศภายในที่พักอาศัยมีปริมาณน้อยและเมื่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในที่พักอาศัยเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเท่ากับ 0.953 ที่ระดับนัยสำคัญ $P<0.05$ (กราฟความสัมพันธ์รูปที่ 5.1) นั่นหมายถึงปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกที่พักส่งผลกระทบต่อปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายในน้อยแต่การเพิ่มขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นสูงมาก กลุ่มที่ 2 ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกที่พักอาศัยมีปริมาณมากเช่นเดียวกับในบรรยากาศภายในที่พักอาศัยโดยเมื่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกสูงขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในที่พักอาศัยเพิ่มขึ้นมาก เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตัวแปรในรูปเชิงเส้นพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยเท่ากับ 0.985ที่ระดับนัยสำคัญ $P<0.05$ (กราฟความสัมพันธ์รูปที่ 5.2) นั่นหมายถึงปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกที่พักส่งผลกระทบต่อปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายในที่พักมากโดยการเพิ่มขึ้นนั้นจะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นสูงมาก กลุ่มสุดท้ายเป็นกลุ่มที่ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในและภายนอกที่พักอาศัยเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นพบว่ามีสัมประสิทธิ์ความถดถอยเท่ากับ 0.102 ที่ระดับนัยสำคัญ$P > 0.05$(กราฟความสัมพันธ์รูปที่ 5.3)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ข้างต้นพบว่ามีความแตกต่างของผลกระทบที่ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายนอกที่พักอาศัยส่งผลต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายในที่พักอาศัย ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์พบว่าเนื่องจากความแตกต่างของปัจจัยต่างๆ เช่นการประกอบอาหารหรือไม่ภายในที่พักอาศัย ชนิดของครัวและ ระบบระบายอากาศ เป็นต้น ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ระบุว่าปัจจัยข้างต้นมีอิทธิพลต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในที่พักอาศัยที่ระดับนัยสำคัญ0.05เหล่านี้ล้วนส่งผลให้เกิดผลกระทบที่แตกต่างกันใน 3 รูปแบบข้างต้น

ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในสถานศึกษา

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศภายในสถานศึกษาพบว่าสถานศึกษาในพื้นที่การจราจรแออัดในเขตกรุงเทพมหานคร(พื้นที่ตัวอย่าง)ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีความแตกต่างกันในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดย

ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ช่วงฤดูหนาวมีค่ามากกว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในช่วงฤดูร้อน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 21.47±5.35 และ 16.99±5.31ตามลำดับ อีกทั้งมีความแตกต่างระหว่างสถานศึกษาบริเวณพื้นที่ตัวอย่างในเขตการจราจรหนาแน่นกรุงเทพมหานครและพื้นที่เปรียบเทียบ เขตปริมณฑล จังหวัดนครปฐม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศในสถานศึกษาในพื้นที่เปรียบเทียบมีค่าเท่ากับ 5.58±0.31 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศของสถานศึกษาในกรุงเทพมหานคร(พื้นที่ตัวอย่าง)มีค่ามากกว่าสถานศึกษาในเขตจังหวัดนครปฐม(พื้นที่เปรียบเทียบ) อันเนื่องมาจากอิทธิพลทางสิ่งแวดล้อมต่างๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากภาวะการจราจร อีกทั้งพบว่าฤดูกาลส่งผลต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งตรวจวัดได้โดยพบว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในฤดูหนาวมากกว่าในฤดูร้อน

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสในเวลา 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศภายใน-ภายนอกที่พักอาศัยและในสถานศึกษา

จากผลการวิจัยพบว่าอิทธิพลของสภาวะแวดล้อมบริเวณที่พักอาศัย ลักษณะการดำเนินชีวิตที่แตกต่างกันของกลุ่มประชากรตัวอย่างและกลุ่มประชากรเปรียบเทียบส่งผลให้เกิดความแตกต่างกันในการได้รับสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยกลุ่มประชากรตัวอย่างซึ่งอาศัยอยู่ในเขตการจราจรคับคั่งได้รับสัมผัสมากกว่าในกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งจากผลการตรวจวัดพบว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่กลุ่มประชากรตัวอย่างได้รับสัมผัสมีค่าเท่ากับ 31.86±16.75 ซึ่งเป็นปริมาณที่มากกว่าในบรรยากาศภายใน-ภายนอกที่พักอาศัยและบริเวณสถานศึกษาอันเนื่องมากจากกลุ่มประชากรตัวอย่างได้รับอิทธิพลจากปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในแหล่งการจราจรและเมื่อกลับเข้าสู่ที่พักอาศัยได้รับสัมผัสจากการประกอบอาหารจึงเสมือนว่าชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่างนั้นเข้าไปอยู่ในแหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในทางตรงกันข้ามกลุ่มประชากรเปรียบเทียบได้รับสัมผัสเพียง 4.95±1.93มีค่ามากกว่าในบรรยากาศภายนอกที่พักอาศัยทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มเปรียบเทียบอาศัยอยู่ในแหล่งการจราจรหนาแน่นน้อยจึงได้รับอิทธิพลจากการจราจรไม่มากนักและเมื่อกลับเข้าที่พักอาศัยก็ได้รับสัมผัสในปริมาณน้อยเนื่องจากภายในหอพักมีการประกอบอาหารเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย อย่างไรก็ตามค่าที่ทำการตรวจวัดได้ค่อนข้างมีความใกล้เคียงกันดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการได้รับสัมผัสของกลุ่มเปรียบเทียบไม่ได้รับอิทธิพลจากแหล่งใดอย่างชัดเจน ในขณะที่ปริมาณการได้รับสัมผัสของกลุ่มเปรียบเทียบน้อยกว่าภายในที่พักอาศัยเนื่องจากไม่มีการประกอบอาหารหรือมีก็เพียงเล็กน้อย

5.1.4 ผลกระทบของการได้รับสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย

จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย โดยการลดปัจจัยประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการทำงาน และภูมิลำเนาเดิม พบว่าสุขภาพกลุ่มตัวอย่างโดยรวมด้อยกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ เมื่อทำการวิเคราะห์เฉพาะอาการของโรคในส่วนของ NSRD (Non Specific Respiratory Disease) พบว่าในกลุ่มตัวอย่างแสดงอาการของโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบและไม่พบอาการของโรคในกลุ่ม NSRD อื่นๆและอาการ PCP (Persistent Cough and Phlegm)ทั้งในกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ

และเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสต่ออาการทางระบบทางเดินหายใจจากผลวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD 78 ฉบับภาษาไทย พบว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสในกลุ่มประชากรตัวอย่างมีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการไอ ส่วนหนึ่งของอาการหายใจขัดและอาการแน่นหน้าอกและความเจ็บป่วยในอดีตที่ระดับนัยสำคัญ $p<0.05$ ทั้งนี้ทั้งนั้นเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในปริมาณสูงซึ่งก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างโดยตรงแต่ยังมีผลเสริมฤทธิ์กับมลสารชนิดอื่นอีกด้วย ในขณะที่ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่บุคคลได้รับสัมผัสในกลุ่มประชากรเปรียบเทียบทั้งนี้เนื่องจากปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้รับสัมผัสอยู่ในระดับที่ต่ำ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1.ในการวิจัยครั้งนี้ต้องติดต่อกับสถานที่ราชการคือกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนต้องอาศัยระยะเวลาพอสมควร ทำให้งานวิจัยครั้งนี้ซึ่งมีบางส่วนที่ต้องอาศัยข้อมูลของทางกรมควบคุมมลพิษล่าช้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2.เนื่องจากขั้นตอนในการตรวจวัดค่อนข้างยุ่งยากต้องอาศัยการอธิบายและการทำความเข้าใจบ่อยครั้ง อีกทั้งต้องอาศัยการจดบันทึกอย่างถี่ถ้วนของกลุ่มบุคคลที่เสียสละเข้าร่วมการวิจัยทำให้เกิดความผิดพลาดและสูญเสียงบประมาณในการวิจัยในระยะเริ่มต้น

3.เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ต้องใช้แพสซีพก๊าซแซมเปลอจำนวนมากแต่เนื่องจากงบประมาณที่มีอยู่จำกัดทำให้การเก็บตัวอย่างต้องใช้แพสซีพก๊าซแซมเปลอที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นหากงานวิจัยในส่วนใดเกิดความผิดพลาดก็จะส่งผลกระทบต่องานวิจัยในส่วนอื่นส่งผลให้งานวิจัยค่อนข้างล่าช้า

4.ด้วยเหตุที่แบบสอบถามค่อนข้างละเอียดและมีจำนวนหลายหน้าทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่ายโดยผู้ตอบคำถามเกิดการเบี่ยงเบนคำตอบหรือไม่แน่ใจ

5.เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้นับเป็นครั้งแรกของการใช้แพสซีพก๊าซแซมเปลอในงานวิจัยในประเทศไทย ทำให้การสืบค้นข้อมูลนั้นเป็นไปด้วยความยากลำบาก อีกทั้งการสืบค้นข้อมูลจากวารสารต่างประเทศก็เป็นไปด้วยความยากลำบากเช่นเดียวกันเนื่องจากที่ผ่านมาประเทศไทยประสบปัญหาทางเศรษฐกิจการงดรับวารสารเหล่านี้จึงเกิดขึ้นในหลายๆแหล่งข้อมูล

5.3 ข้อเสนอแนะ

1.ควรมีการใช้ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ในการเป็นข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ ที่ไม่มีสถานีตรสจวัดซึ่งในอนาคตจะเป็นประโยชน์ในการเพิ่มพื้นที่การตรวจวัด

2.ควรมีการพัฒนาแพสซีพก๊าซแซมเปลอ ในการตรวจวัดก๊าซมลพิษเพื่อใช้ในงานติดตามตรวจสอบโดยทั่วไปเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่รัฐต้องเสียและเพิ่มความครอบคลุมพื้นที่ที่รัฐสามารถดูแลได้

3.ในการเปรียบเทียบระหว่างผลการตรวจวัดของแพสซีพก๊าซแซมเปลอที่มีความแตกต่างด้านผู้ทำการผลิตและการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการตรวจวัดแบบ Active ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดแบบ Active และสร้างโมเดลเพื่อคำนวณผลกลับเมื่อทำการตรวจวัดแบบ Active ทั้งนี้เป็นการลดผลกระทบอันเนื่องมาจากประสิทธิภาพของแพสซีพก๊าซแซมเปลอ

4.ในการตรวจวัดก๊าซมลพิษโดยใช้แพสซีพก๊าซแซมเปลอพึงระวังในเรื่องของประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการดูดจับ ลักษณะทางเรขาคณิตและลักษณะที่อาจเอื้อต่อการเกิดผลกระทบต่อการตรวจวัด และพิจารณาในการหากระบวนการในการแก้ไข

5.ควรมีการตรวจวัดก๊าซมลพิษชนิดอื่นๆด้วย เพื่อศึกษาผลกระทบร่วมของก๊าซมลพิษ และกำหนดเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา

6.จากการตรวจวัดพบว่า ในเขตกรุงเทพมหานครที่มีการจราจรคับคั่งมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มากกว่าในจังหวัดนครปฐมมาก แม้ค่าที่ตรวจวัดได้จะไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด รัฐและเจ้าหน้าที่หลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องก็ควรตระหนักและหาแนวทางในการแก้ไขผลกระทบเหล่านั้นทั้งนี้เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ส่งผลในระยะยาว

7.เนื่องมาจากผลการวิจัยข้างต้นแสดงถึงการได้รับสัมผัสปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ของบุคคลในขณะอยู่ภายนอกที่พักอาศัยมากกว่าขณะอยู่ภายในที่พักอาศัยและการได้รับสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ อีกทั้งการที่

มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศในช่วงฤดูหนาวมากกกว่าฤดูร้อน ดังนั้นรัฐบาลควรให้ความสำคัญต่อการเฝ้าระวังตรวจสอบแหล่งที่ก่อให้เกิดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งกำเนิดภายนอกที่พักอาศัยเช่นจากการจราจรและโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆและควรให้การพิจารณาอย่างยิ่งในช่วงฤดูหนาว ทั้งนี้ทั้งนั้นเพื่อสุขภาพอนามัยที่ดีของประชากรภายในประเทศ

8.ควรมีการให้ความรู้ประชาชน ในการลดผลกระทบของไนโตรเจนไดออกไซด์ในส่วนที่ประชาชนสามารถกระทำได้ เช่น การติดตั้งระบบระบายอากาศ หรือการกลับไปใช้ครัวแบบเปิดซึ่งเป็นครัวแบบดั้งเดิมของคนไทย