



การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสาร  
ประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สุกัญญา สุขะไซ  
ชฎารัตน์ ป้องจัตรัส

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
ปีการศึกษา 2563

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน  
บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทาง  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สุกัญญา สุธะไช  
ชฎารัตน์ ป้องจตุรัส

โครงงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
ปีการศึกษา 2563

|               |                                                                                                                                                                   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| หัวข้อโครงการ | การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| โดย           | นางสาว สุกัญญา สุธะไช<br>นางสาว ชฎารัตน์ ป้องจตุรัส                                                                                                               |
| ระดับการศึกษา | วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                                                        |
| ปีการศึกษา    | 2563                                                                                                                                                              |

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา อนุมัติให้โครงการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉาไลศา เนียมมณี)  
หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธาน  
(รองศาสตราจารย์ ศิวพันธุ์ ชูอินทร์)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉาไลศา เนียมมณี)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบุลย์ แจ่มพงษ์)

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา” สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ให้คำแนะนำ และคำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องทั้งสนับสนุน ผลักดัน และช่วยเหลือในทุกด้าน จนงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ช่วยให้คำแนะนำ และขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ประกอบในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาตรี รหัส 60 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำและเป็นกำลังใจอย่างดีมาโดยตลอด

หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิจัยต้องขออภัยเป็นอย่างยิ่งในความบกพร่อง และหวังว่าการศึกษานี้จะมีประโยชน์กับผู้อ่านไม่มากนักน้อย สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตลอดจนผู้สนใจทั่วไป

คณะผู้จัดทำ

กันยายน 2563

|               |                                                                                                                                                                   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| หัวข้อโครงการ | การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| โดย           | สุกัญญา สุยะไข<br>ชฎารัตน์ ป้องจตุรัส                                                                                                                             |
| ระดับการศึกษา | วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                                                        |
| ปีการศึกษา    | 2563                                                                                                                                                              |

---

### บทคัดย่อ

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศและปริมาณรถโดยสารประจำทาง และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางบริเวณป้ายรถประจำทางถนนสามเสน หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ดำเนินการศึกษาโดยดำเนินการเก็บตัวอย่างเฉลี่ย 2 ชั่วโมง ในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น ตั้งแต่ 16.00 – 18.00 น. ผลจากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 10-45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย  $22 \pm 11.46$  ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณรถโดยสารประจำทางมีค่าอยู่ในช่วง 55 – 41 คัน มีค่าเฉลี่ย  $46 \pm 4$  คัน ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่ามีความสัมพันธ์กันสูง (  $r=0.896$  )

**คำสำคัญ :** ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน, มลพิษทางอากาศ, คุณภาพอากาศ

## สารบัญ

|                                | หน้า |
|--------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                | ก    |
| บทคัดย่อ                       | ข    |
| สารบัญ                         | ค    |
| สารบัญตาราง                    | จ    |
| สารบัญภาพ                      | ฉ    |
| บทที่ 1 บทนำ                   |      |
| ที่มาและความสำคัญ              | 1    |
| วัตถุประสงค์ของงานวิจัย        | 2    |
| สมมติฐานของงานวิจัย            | 2    |
| ขอบเขตของการวิจัย              | 2    |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ      | 3    |
| ข้อจำกัดของงานวิจัย            | 3    |
| แผนการดำเนินงานวิจัย           | 3    |
| บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง  |      |
| มลพิษทางอากาศ                  | 5    |
| ฝุ่นละออง                      | 6    |
| แหล่งกำเนิดจากเครื่องยนต์ดีเซล | 10   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง          | 11   |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย     |      |
| พื้นที่ทำการวิจัย              | 17   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย     | 18   |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล            | 20   |
| ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย     | 21   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล             | 23   |

## สารบัญ (ต่อ)

### หน้า

#### บทที่ 4 ผลการวิจัย

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| การศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน             | 25 |
| การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทาง | 28 |

#### บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะสรุปผล

|                |    |
|----------------|----|
| สรุปผลการวิจัย | 30 |
| ข้อเสนอแนะ     | 31 |

#### บรรณานุกรม

#### ภาคผนวก

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| ภาคผนวก ก วิธีตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน                    | 36 |
| ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน                | 39 |
| ภาคผนวก ค ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน                   | 41 |
| ภาคผนวก ง ผลการตรวจวัดปริมาณรถโดยสารประจำทางบริเวณป้ายรถ ประจำทาง ริมถนนสามเสน | 43 |
| ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน               | 45 |
| ภาคผนวก ฉ ภาพขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย                                        | 47 |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                                                                | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย                                                                                                                                                                | 4    |
| 3.1 ระดับความสัมพันธ์                                                                                                                                                                   | 24   |
| 4.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                | 25   |
| 4.2 ดำเนินการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และดำเนินการตรวจนับปริมาณรถโดยสารประจำทางในช่วงเวลาเร่งด่วน                                                                  | 27   |
| 4.3 ผลการทดสอบสมมติฐาน                                                                                                                                                                  | 28   |
| ค-1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกะบปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                                              | 42   |
| ง-1 ผลการนับปริมาณรถโดยสารประจำทางในช่วงเวลาเร่งด่วนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                                                                     | 44   |
| จ-1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาช่วงเวลาเร่งด่วน | 46   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                                                                         | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 แสดงระบบมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System)                                                                               | 5    |
| 2.2 ภาพเปรียบเทียบขนาดของ PM2.5 PM10 กับเส้นผมมนุษย์ และเม็ดทราย<br>ละเอียด                                                    | 7    |
| 3.1 แผนที่ป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร                                     | 17   |
| 3.2 เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน                                                                  | 18   |
| 3.3 ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)                                                                                                | 19   |
| 3.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียด 5 ตำแหน่ง                                                                                     | 19   |
| 3.5 คีมคีบปากแบน                                                                                                               | 20   |
| 3.6 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย                                                                                         | 22   |
| 4.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง<br>บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา | 26   |
| 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า<br>2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทาง                      | 29   |
| ฉ-1 เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน                                                                  | 48   |
| ฉ-2 ตู้ดูดความชื้นสำหรับใส่กระดาศกรองก่อน-หลังเก็บตัวอย่าง                                                                     | 48   |
| ฉ-3 เครื่องชั่งน้ำหนัก 5 ตำแหน่ง                                                                                               | 49   |
| ฉ-4 จุดตั้งเครื่องเก็บฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณริมถนนสาม<br>เสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา                   | 49   |
| ฉ-5 การนับปริมาณรถโดยสารประจำทาง ในช่วงเวลาเร่งด่วน บริเวณป้ายรถ<br>ประจำทางริมถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา        | 50   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ที่มาและความสำคัญ

ผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลโดยกรมควบคุมมลพิษร่วมกับกรุงเทพมหานครทำการตรวจวัดจำนวน 4 สถานี เพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศในแต่ละพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

โดยทั่วไปแล้วแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ มาจากการปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยตรงและโดยทางอ้อม เชื้อเพลิงโดยแหล่งที่มาที่จัดว่าเป็นแหล่งโดยการนับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนมาจากการคมนาคมขนส่ง ประมาณ 10% การเผาในโรงผลิตกระแสไฟฟ้า หรือโรงงานอุตสาหกรรม ประมาณ 30% และการเผาในที่โล่ง เช่น การเผาหญ้า หรือขยะ ประมาณ 50% ส่วนแหล่งที่มาโดยทางอ้อมฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มาจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในบรรยากาศโดยมีสารประกอบจำพวกออกไซด์ของซัลเฟอร์ และออกไซด์ของไนโตรเจนต่างๆ

แหล่งที่มาที่สำคัญของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนคือการปล่อยจากท่อไอเสียของรถเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ซึ่งผลกระทบในเบื้องต้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่มีต่อสุขภาพก็อาจจะได้แก่ การสร้างความระคายเคืองในระบบหายใจ ซึ่งทำให้เกิดการจาม การไอ มีเสมหะ น้ำมูกไหล แต่ถ้าฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน นั้น มีอนุภาคของสารเคมีเป็นส่วนประกอบ เช่น ออกไซด์ของซัลเฟอร์ หรือไนโตรเจน นอกจากจะทำให้เกิดการระคายเคืองแล้ว ถ้าสูดดมในปริมาณมากๆ ในระยะเวลานั้น หรือสูดดมในปริมาณน้อยในระยะเวลานาน ก็จะทำให้ระบบหายใจเกิดการระคายเคืองจนเกิดการอักเสบ เป็นแผลในระบบหายใจ

แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนจากยานพาหนะทางบกได้แก่รถประเภทต่างๆ โดยฝุ่นเป็นสารมลพิษทางอากาศประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นและระบายออกมาทางท่อไอเสียทั้งในรูปควันดำและควันขาว แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่สำคัญคือรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งระบายฝุ่นออกสู่

อากาศในรูปของควันดำที่หลงเหลือจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ แล้ว  
จักรยานยนต์ 2 จังหวะซึ่งระบายฝุ่นออกสู่อากาศในรูปของควันขาวซึ่งเป็นละอองไอน้ำที่เย็นลง

ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง  
ขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
โดยข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่สามารถเป็นข้อมูลใช้ในการ  
วางแผน ในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองจากการจราจรและใช้ในการประเมินความเข้มข้นของฝุ่นละออง  
ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนจากปริมาณรถยนต์

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

(1.) เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศบริเวณป้ายรถ  
โดยสารประจำทางถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทากับปริมาณรถโดยสารประจำ  
ทาง

(2.) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน  
กับปริมาณรถโดยสารประจำทาง

### สมมติฐานของงานวิจัย

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับ  
ปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทามีความสัมพันธ์กัน

### ขอบเขตของการวิจัย

#### 1.ขอบเขตด้านเนื้อหา

การเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริม  
ถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาในช่วงเวลา  
เร่งด่วนเพื่อศึกษาในด้านต่างๆดังนี้

(1.1) ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาค  
ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ด้วยวิธี Federal Reference Method (FRM)

(1.2) ศึกษาปริมาณรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลได้แก่ รถโดยสารประจำทาง

(1.3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถ  
โดยสารประจำทาง โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation) ที่นัยสำคัญ .05

## 2.ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

(2.1) ปริมาณรถโดยสารประจำทาง (คัน)

(2.2) ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

## 3.ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ในช่วงเวลาเร่งด่วนช่วงเย็น และห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นสถานที่ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

## 4.ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาศึกษาและเก็บข้อมูลในการดำเนินงานวิจัย เริ่มตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ถึง กันยายน พ.ศ.2563

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาและปริมาณรถโดยสารประจำทาง
2. เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางใช้เครื่องยนต์ดีเซลหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
3. ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเป็นข้อมูลกำหนดแนวทางในการลดการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จากการจราจร

## ข้อจำกัดของงานวิจัย

ด้วยสถานการณ์ COVID – 19 ทำให้ไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้ตามที่กำหนดไว้

## แผนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานตามโครงการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มีขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงานดังแสดงไว้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

| ขั้นตอนการศึกษา                            | ระยะเวลาดำเนินการ |       |       |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|
|                                            | ก.พ.              | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. |
|                                            | 63                | 63    | 63    | 63   | 63   | 63   | 63   | 63   |
| 1. กำหนดหัวข้องานวิจัย                     | ↔                 |       |       |      |      |      |      |      |
| 2. ศึกษาข้อมูลระดับทุติยภูมิจากเอกสารต่างๆ | ↔                 |       |       |      |      |      |      |      |
| 3. กำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง           | ↔                 |       |       |      |      |      |      |      |
| 4. กำหนดวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องทำการศึกษา   | ↔                 |       |       |      |      |      |      |      |
| 5. ดำเนินการเก็บข้อมูล                     | ↔                 |       |       |      |      |      |      |      |
| 6. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง              | ↔                 |       |       |      |      |      |      |      |
| 7. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์                  | ↔                 |       |       |      |      |      |      |      |

## บทที่ 2

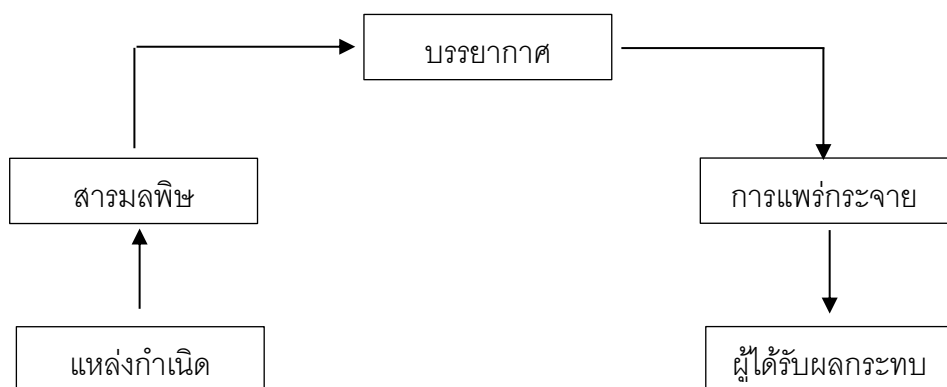
### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยเรื่อง “ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ” ได้รวบรวมและเรียบเรียงเนื้อหาทางวรรณกรรมตลอดจนเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ตามหัวข้อต่อไปนี้

- (1.) มลพิษทางอากาศ
- (2.) ฝุ่นละออง
- (3.) ฝุ่นละอองจากรถประจำทาง
- (4.) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง สภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ อนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์หรืออาจอยู่ในรูปแบบของก๊าซ หยตของเหลว หรือนอนุภาคของแข็งก็ได้ (นพภาพร พานิช และคณะ 2547) โดยระบบมลพิษทางอากาศแสดงดังภาพ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงระบบมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System)

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2554

## ฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สุดของกรุงเทพมหานคร และเมืองใหญ่ๆ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับฝุ่นละอองดังนี้

### 1. ความหมายของฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่และสีดำจางมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง (นพภาพร และคณะ, 2547)

### 2. ประเภทของฝุ่นละออง

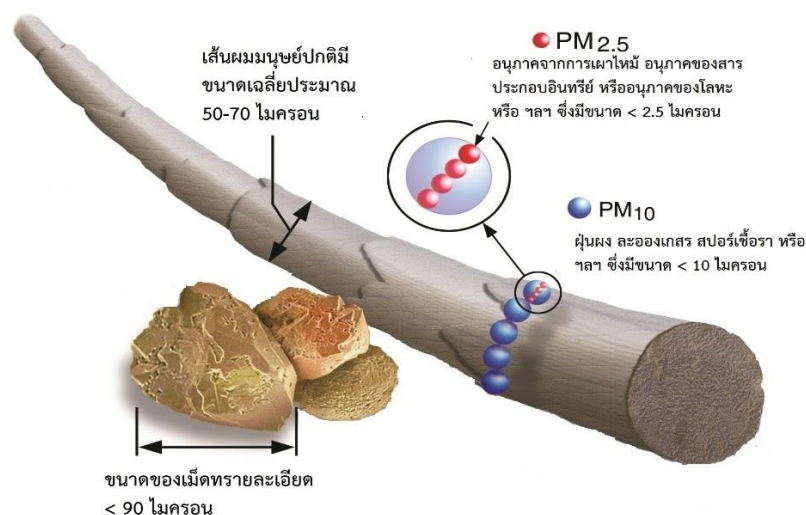
ประเภทของฝุ่นละอองแบ่งตามขนาดได้ 3 ประเภทคือ ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate:TSP) ฝุ่นขนาดเล็ก (PM10) หมายถึง ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอนลงมา (Particulate matter with diameter of less than 10 micron:PM10) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน (Particulate matter with diameter of less than 2.5 micron:PM2.5) มีรายละเอียดดังนี้

**2.1 ฝุ่นรวม** มีลักษณะเป็นอนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งพบในอากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.005 ไมครอน ถึง 100 ไมครอน โดยทั่วไปฝุ่นรวม เกิดจากกิจกรรมด้านอุตสาหกรรม การเผาไหม้ทั้งที่อยู่ในรูปอนุภาคของแข็ง เช่น ฝุ่นละอองจากวัตถุติด เขม่าควัน เป็นต้น และ อนุภาคของเหลวในรูปละอองไอน้ำในอากาศ เช่น ละอองในกรดหรือละอองไอของสารเคมีต่าง ๆ เป็นต้น ฝุ่น รวมอาจเกิดจากกิจกรรมทั่วไป ที่ไม่มีการเผาไหม้ เช่น ฝุ่นจากการทำเหมือง ฝุ่นจากการก่อสร้าง เป็นต้น (วนิดา, 2551)

**2.2 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน** มีลักษณะเป็นอนุภาคของแข็งกึ่ง ของแข็งขนาดเล็ก ได้แก่ ฝุ่น (Dust) ควัน (Smoke) และเขม่า (Soot) ประกอบด้วย มลสารหลายชนิด ผสมผสานกันและมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเกิดจากแหล่งกำเนิดหลายชนิด โดย ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ที่ เกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน ฝุ่นละออง ไอของทะเล ฝุ่นละอองที่เกิดในอาคาร ( Indoor Particulate) เป็นต้น ซึ่งกระบวนการที่ทำให้

เกิดฝุ่นละออง เช่น โรงโม่หิน โรงงานปูนซีเมนต์ ซึ่งฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิด เหล่านี้จะมีปริมาณคาร์บอนสูง ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีบทบาทต่อร่างกายที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อ สุขภาพ เมื่อมนุษย์ได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทางหายใจ (Respirable Particulate) และสามารถผ่านเข้าสู่ระบบ ทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ทำให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

**2.3 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน** เป็นอนุภาคของแข็งหรือกึ่งของแข็ง ที่อยู่ในสภาพกึ่งระเหย(Semi-volatile) ประกอบด้วยอนุภาคส่วนละเอียดปฐมภูมิ และอนุภาค ส่วนละเอียดทุติยภูมิผสมกันอยู่ แต่ส่วนใหญ่ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนจะเป็นอนุภาคทุติยภูมิที่เกิดขึ้นในอากาศเมื่อก๊าซต่างๆ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหยที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถูกเปลี่ยนรูปในอากาศ โดยทำปฏิกิริยาทางเคมี และกายภาพ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฏจักร 7 ภาคจากก๊าซไปอยู่ในรูปของอนุภาคที่อยู่ในอากาศ ทั้งอนุภาคละเอียดปฐมภูมิ และอนุภาคส่วนละเอียด ทุติยภูมิ มีช่วงเวลาที่อยู่ในอากาศเป็นระยะเวลายาวนาน เป็นวันหรือสัปดาห์ และสามารถเคลื่อนที่ไปได้ ระยะไกล 100 – 1,000 กิโลเมตร (US EPA, 1999) โดยมีแนวโน้มที่จะเกิดการแพร่กระจายอย่าง สม่ำเสมอในบริเวณเขตเมืองที่มียานพาหนะเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 2.2 ภาพเปรียบเทียบขนาดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนและฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับเส้นผมมนุษย์ และเม็ดทรายละเอียด

ที่มา : U.S. EPA ,2018

### 3. ชนิดของฝุ่นละออง

ชนิดของฝุ่นละอองสามารถแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีดังนี้

**3.1 ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ (Organic Dust)** มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งเป็น

3.1.1 ฝุ่นละอองสารอินทรีย์จากยานพาหนะ ที่เกิดจากการเผาไหม้ เครื่องยนต์ โดยมีอนุภาคของคาร์บอนเป็นผงหรือเขม่าที่หลุดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่มีการใช้ น้ำมันดีเซล เป็นส่วนใหญ่

3.1.2 ฝุ่นละอองสารอินทรีย์ที่ไม่มีชีวิต ซึ่งเกิดจากวัชพืช หญ้าและ ต้นไม้มีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา สามารถลอยในอากาศได้ ขึ้นอยู่กับความชื้นใน อากาศและ อุณหภูมิ เช่น ละอองเกสรของพืชหรือหญ้าทำให้เกิดอาการแพ้หรือทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ได้

3.1.3 ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ที่มีชีวิต เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส นั้น พบได้เสมอในอากาศ โดยเฉพาะเชื้อราที่พบในอากาศทำให้เกิดโรคได้หลายชนิด เช่น บาดทะยัก คอตีบ วัณโรค ไทฟอยด์ เป็นต้น สิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาจลอยอยู่ตามลำพังด้วยตัวของมันเอง หรืออาจติดอยู่กับอนุภาคต่าง ๆ

**3.2 ฝุ่นละอองจากสารอนินทรีย์ (Inorganic Dust)** ประกอบด้วย ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี เมื่อร่างกายได้รับฝุ่นนี้เข้าไปและสะสมในร่างกายจะทำให้ระบบทางเดินหายใจอุดตันและ ปอดอักเสบ ทำให้สมองเสื่อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

### 4. สัณฐานของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองในอากาศโดยปกติจะไม่ใช่ทรงกลม มีลักษณะสัณฐานของอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะขึ้นกับแหล่งกำเนิดของอนุภาคนั้น ๆ ของแข็งที่เกิดจากการควบแน่น เช่น เถ้าลอย (Fly Ash) เกสรดอกไม้ จะมีลักษณะค่อนข้างเป็นทรงกลม เส้นใยของขนสัตว์ ฝ้าย แก้ว แอสเบสตอส และ เส้นใยสังเคราะห์ต่าง ๆ มักเป็นทรงกระบอก สิ้นแร่โดยปกติอาจจะมีรูปทรงไม่เป็นระเบียบ เป็น ปุยสะเก็ด (Flakelike) หรือ ก้อนรวม (Agglomerates) อนุภาคที่เกิดจากการรวมตัวกันในขณะลอย อยู่ในอากาศ หรือเกิดจากการเย็นตัวของแก๊สร้อนรูปร่างที่เห็นเหมือนลูกโซ่ (Chainlike) และเป็น ฟล็อก (Flocs) กลุ่ม 8 อนุภาครวมตัวกันหลวม ๆ เช่น ฝุ่นละอองจากท่อไอเสียรถยนต์และมักจะเกิดจากการสันดาปอย่างไม่ สมบูรณ์ ซึ่งผลิตอนุภาคคาร์บอนจำนวนมาก (วนิดา, 2551)

## 5. แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) และฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle)

(ปวีณา, 2546)

**5.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle)** ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติทำให้เกิด ฝุ่นได้ เช่น ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกล็ดจากทะเล เป็นต้น

### 5.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle)

#### 5.2.1 ฝุ่นละอองที่เกิดจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร

ฝุ่นละอองจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายในถนนขณะที่ยานยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือบนเส้นทางการจราจร รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่น หรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถ ขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนท้องถนน และกระจายตัวอยู่ในอากาศ ไอเสียจากรถยนต์จากเครื่องยนต์ดีเซล ที่ปล่อยเขม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถ แล่นจะทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ การก่อสร้างถนนใหม่หรือการปรับปรุงผิวจราจรทำให้เกิดฝุ่นมาก และฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์และผ้าเบรก

#### 5.2.2 ฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง

ฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการสร้างถนน/อาคาร การปรับปรุงผิวจราจร การรื้อถอนอาคารและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ การก่อสร้างเพื่อติดตั้งหรือปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค นอกจากนี้การก่อสร้างหลายชนิดมักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้างซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย การก่อสร้าง อาคารสูงอาจทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกมาจากอาคาร รวมถึงการรื้อถอนทำลาย อาคารหรือ สิ่งก่อสร้าง

#### 5.2.3 ฝุ่นละอองจากการประกอบการอุตสาหกรรม

ฝุ่นละอองจากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ โรงงานประกอบ กิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดิน สำหรับใช้ในการก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่ง การโม่บดหรือย่อยหิน 9 การร่อนหรือการคัดกรวดทราย การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงาน ไปใช้ในการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การปั่นฝ้าย การเจียรโลหะ การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ ฯลฯ

#### 5.2.4 ฝุ่นละอองจากการประกอบกิจกรรมอื่น ๆ

ฝุ่นละอองจากการประกอบกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การทำความสะอาด เกิดจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่เป็นหลัก ได้แก่ รถยนต์ รถบรรทุก รถโดยสาร รถจักรยานยนต์ รถไฟ เกล็ดคอปเตอร์และเรือโดยสาร มีปริมาณฝุ่นถึงร้อยละ 53.9 รองลงมา คือ แหล่งกำเนิดแบบฟุ้งกระจาย ได้แก่ การเผาในที่โล่ง การก่อสร้าง การทำเหมืองและสถานบริการน้ำมัน คิดเป็นร้อยละ 36.3 อันดับสุดท้ายคือแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม อาคารบ้านเรือนและเตาเผา โดยคิดเป็น ร้อยละ 9.8 (กรมควบคุมมลพิษ, 2540)

#### 6. แหล่งกำเนิดจากเครื่องยนต์ดีเซล

องค์ประกอบที่เป็นฝุ่นจากการเผาไหม้ประกอบไปด้วยเขม่า (soot หรือ element carbon), สารหนู ,นิกเกิล ทั้งนี้รวมถึงฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนด้วยฝุ่นขนาดเล็กที่ปล่อยออกจากไอเสียของการเผาไหม้น้ำมันดีเซลมีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนซึ่งสามารถเข้าไปสู่ทางเดินของระบบทางเดินหายใจและปอดได้เป็นอย่างดีจึงก่อให้เกิดความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจได้เนื่องจากมีสารหลายชนิดที่เป็นสารก่อมะเร็งเช่น PAHs,nitro-PAHs ,สารอนุพันธ์ของ PAHs เป็นต้น สารประกอบคาร์บอนที่ออกมาพร้อมไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลจะมีอยู่มากในช่วงที่มีเครื่องยนต์มีอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงไม่ได้สัดส่วน โดยประมาณ 80-90% ของสารประกอบคาร์บอนจะเกิดขึ้นจากการออกซิเดชันของการเผาไหม้เชื้อเพลิงดีเซล ส่วนของสารอินทรีย์ที่ออกมาพร้อมกับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนของไอเสียเครื่องยนต์ดีเซลจะมาจากเชื้อเพลิงที่ไม่ถูกเผาไหม้ รวมทั้งประกอบของสารหล่อลื่นที่อยู่ในภายในเครื่องยนต์

#### 7.องค์ประกอบเคมีของฝุ่นละอองขนาดเล็ก

องค์ประกอบเคมีของฝุ่นละอองขนาดเล็กประกอบด้วยสารประกอบ ดังต่อไปนี้

**7.1 สารประกอบซัลเฟอร์ (Sulfur compound)** รูปทั่วไปของสารประกอบซัลเฟอร์ที่พบในฝุ่นละอองในอากาศคือ แอมโมเนียซัลเฟอร์ แอมโมเนียไบซัลเฟอร์ และกรดซัลฟูริก โดยสารประกอบนี้สามารถละลายน้ำได้และเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งแหล่งกำเนิดของซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง หรือน้ำมันที่มีซัลเฟอร์ในปริมาณสูง

**7.2 สารประกอบไนเตรต (Nitrate compound)** ที่พบในฝุ่นละอองจะอยู่ในรูปแอมโมเนียไนเตรต ซึ่งเป็นสารประกอบที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปที่ผันกลับได้ระหว่างก๊าซและอนุภาค ระหว่างก๊าซแอมโมเนียและก๊าซในรูปของกรดไนตริก และฝุ่นแอมโมเนียมไนเตรต อนุภาคฝุ่นละอองที่

ประกอบด้วยแอมโมเนียในไตรทสามารถระเหยได้ (Volatile) หลังการเก็บตัวอย่าง โดยขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

**7.3 สารประกอบแอมโมเนีย (Ammonium compound)** สารประกอบแอมโมเนียที่พบในฝุ่นละอองจะอยู่ในรูป แอมโมเนียซัลเฟต แอมโมเนียมไบซัลเฟตและแอมโมเนียไนเตรต โดยแอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมไบซัลเฟตเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลฟูริกและแอมโมเนียที่ไม่สามารถผันกลับได้

**7.4 คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon)** สารอินทรีย์ที่พบในฝุ่นละอองที่เกิดจากการรวมตัวกันของสารประกอบหลายชนิดโดยประกอบด้วยสารประกอบคาร์บอนมากกว่า 20 อะตอม การวิเคราะห์คาร์บอนอินทรีย์ในอากาศทำได้ยาก เนื่องจากเป็นสารประกอบกึ่งระเหยได้ จึงต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายขั้นตอน แหล่งกำเนิดของคาร์บอนอินทรีย์มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ฝุ่นจากถนน

**7.5 คาร์บอนอนินทรีย์ (Elemental carbon)** หรือ Black Carbon เป็นสารประกอบที่ใช้ติดตามตรวจสอบฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้ซึ่งพบสารประกอบคาร์บอนอนินทรีย์ปริมาณน้อยในฝุ่นดินและละอองไอลจากทะเล ปริมาณคาร์บอนอนินทรีย์จะแปรผันตามปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ การจำแนกทั้งคาร์บอนอินทรีย์และคาร์บอนอนินทรีย์ขึ้นอยู่กับวิธีการวิเคราะห์

**7.6 น้ำ (Water )** น้ำเป็นตัวทำละลายสารประกอบไนเตรต ซัลเฟต แอมโมเนีย โซเดียมคาร์บอนอินทรีย์ และคาร์บอนอนินทรีย์ โดยฝุ่นละอองจะดูดซับไอน้ำมาจากอากาศโดยเฉพาะเมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เกิน 70 เปอร์เซ็นต์ เกิดเป็นสารประกอบที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

## 8. วิธีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

วิธีการตรวจวัด PM 2.5 ในบรรยากาศ สามารถวัดด้วยวิธีกราวิเมตริก (*Gravimetric method*) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานของ US.EPA. ที่เรียกว่า Federal Reference Method (FRM) ซึ่งมีข้อกำหนดตามที่ระบุใน 40 CFR part 50 , Appendix L ; 40 CFR part 53 , Subpart E และ 40 CFR part 58 , Appendix A โดยมีหลักการตรวจวัดและวิธี Tapered Element Oscillating Microbalance (TEOM) (ศิวพันธ์ ชูอินทร์, 2562)

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รพีพัฒน์ เกริกไกรวัล (2543) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบธาตุในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในเขตกรุงเทพมหานคร ทำการเก็บฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนด้วยเครื่องเก็บฝุ่นแยกขนาดชนิดไดโคโทมัสแอร์แซมเพลอร์ พบว่าระดับของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนใน

เขตกรุงเทพมหานครสูงกว่าพื้นที่ควบคุมสัดส่วนของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนต่อฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีค่ามากกว่าร้อยละ 60 โดยในช่วงฤดูแล้งระดับฝุ่นละอองบริเวณดินแดง พญาไท และพุทธมณฑลสายสองสูงกว่าในช่วงฤดูฝน ผลการตรวจวัดที่สถานีดินแดงซึ่งเป็นตัวแทนของบรรยากาศริมถนนมีปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เฉลี่ย 65.35-18.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงฤดูฝน และ 129.56-38.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในฤดูแล้ง ที่สถานีตรวจวัดพญาไทเป็นตัวแทนของบรรยากาศทั่วไปมีค่าเฉลี่ยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน 27.71-16.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงฤดูฝนและ 62.63-30.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงฤดูแล้ง และพุทธมณฑลสายสองซึ่งเป็นพื้นที่ควบคุมมีค่าเฉลี่ยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน 14.21-1.87 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงฤดูฝนและ 32.4-9.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงฤดูแล้ง สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีค่าสหสัมพันธ์ 0.979 นั่นคือระดับของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสามารถบอกถึงแนวโน้มของปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในอากาศได้ องค์ประกอบของธาตุหลักในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนได้แก่คาร์บอน ซัลเฟอร์ และโพแทสเซียม ส่วนฝุ่นละอองขนาด 2.5 ถึง 10 ไมครอนประกอบด้วย เหล็ก ซิลิกา และแคลเซียม ปริมาณของธาตุปริมาณน้อยในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนประกอบด้วยโพแทสเซียม 1.3892 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สังกะสี 0.4529 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แมงกานีส 0.1518 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตะกั่ว 0.1576 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และทองแดง 0.0095 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บริเวณที่เป็นบรรยากาศริมถนนมีองค์ประกอบของธาตุสูงกว่าบริเวณที่เป็นบรรยากาศทั่วไป และพื้นที่ควบคุมตามลำดับ อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบธาตุไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของฝุ่นละอองแต่อาจขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดและชนิดของมลพิษมากกว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ

ณัฐนันท์ หมั่นภักดี (2554) ได้ทำการศึกษาแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาดเล็กภายในอาคารที่พักอาศัยริมถนน ได้ทำการศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในอาคารที่พักอาศัยริมถนนประชาอุทิศ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในอาคารโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Positive Matrix Factorization Model (PMF) เนื่องจากถนนประชาอุทิศมีปริมาณการจราจรที่หนาแน่น และติดขัดตลอดทั้งวัน อาจก่อให้เกิดปัญหาการซึมผ่าน ของฝุ่นละอองและสะสมภายในอาคารมากกว่าอาคารอื่นๆ ในบริเวณทั่วไป ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการ เก็บตัวอย่างในห้อง ห้องพักขนาด 25 ตารางเมตร และไม่มีกิจกรรมใดๆภายในห้องพัก โดยทำการเก็บ ตัวอย่างฝุ่นด้วยเครื่อง Mini Volume Air Sampler เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ในช่วงเดือนกันยายน- ธันวาคม ปี พ.ศ.2553 จากการตรวจวัดพบว่า

ปริมาณ PM<sub>2.5</sub> มีค่าเฉลี่ยในช่วงที่ทำการศึกษานี้เท่ากับ 40.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (9.9-76.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) อย่างไรก็ตามพบว่าประมาณ 31 % ของวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนเกินกว่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศของประเทศไทยที่กำหนดไว้ที่ 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ผลการศึกษาร่องรอยประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในอาคารพบว่า Black Carbon (BC) ซัลเฟต (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) แอมโมเนียม (NH<sub>4</sub>) และโพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในอาคารโดยมี สัดส่วนมวลเท่ากับ 21%, 15%, 14% และ 10% ตามลำดับ และยังมีส่วนประกอบอื่นๆ อีก 30% ที่อยู่ในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ จากการเปรียบเทียบข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในและภายนอกอาคารที่เก็บในช่วงเวลาเดียวกันกับ ภายในอาคารพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ภายในอาคารต่อภายนอกอาคาร (Indoor/Outdoor) มีสัดส่วนอยู่ในช่วง ระหว่าง 0.21-1.99 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 โดยพบว่าในอาคารมักจะมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนน้อยกว่าภายนอกอาคาร และจากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในและภายนอกอาคารนั้นพบว่า มีค่าความสัมพันธ์  $R_2 = 0.64$  แสดงว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างมากที่ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนจะเดินทางจากภายนอกเข้าสู่ ภายในอาคาร สำหรับองค์ประกอบหลักในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนที่พบทั้งภายในและภายนอกอาคาร พบว่ามีองค์ประกอบที่ใกล้เคียงกัน จากการใช้ Receptor Model (Positive Matrix Factorization; PMF) วิเคราะห์แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนภายในอาคารพบว่ามี ทั้งหมด 5 แหล่งกำเนิด ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดจากการประกอบอาหาร (19%), การเผาไหม้ขยะ (5%), จากการเชื่อมสังกะสี (Zn) (8%), จากแอมโมเนียมซัลเฟต (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (31%) และจากการจราจร (37%)

วันเพ็ญ ทองสุข (2553) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากฝุ่นขนาดเล็กต่ออาการระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ ต่อระบบทางเดินหายใจในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนโดยรูปแบบการศึกษาเป็นแบบ panel study สอบถามอาการระบบทางเดินหายใจในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนเป็นระยะเวลา ต่อเนื่อง 61 วัน ค่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองใช้ผลที่กรมควบคุมมลพิษตรวจวัดบริเวณ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาและบริเวณพลตดินแดง ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นขนาด 10 ไมครอน ที่บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏ บ้านสมเด็จเจ้าพระยาและดินแดงเป็น 79.07 และ 65.38 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ แต่ระดับฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนมีค่าสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 15.5 ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นขนาด 2.5

ไมครอน ที่บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาและดินแดงเป็น 41.63 และ 73.94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 14.6 และ 60 ตามลำดับ ระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ทั้งสองพื้นที่มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานมาก การศึกษานี้มีผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนนเข้าร่วมในการศึกษาจำนวน 109 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ค้าขายอยู่บริเวณริมถนนจำนวน 77 คน และกลุ่มที่ค้าขายอยู่ริมถนนในบริเวณ เขตที่อยู่อาศัยจำนวน 32 คน จำนวนร้อยละของการรายงานอาการระบบทางเดินหายใจทั้งหมด อาการระบบทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่างของกลุ่มที่ค้าขายอยู่บริเวณริมถนนมีค่าสูงกว่า ประมาณ หก เท่า สองเท่า และ สี่เท่า ของกลุ่มที่ค้าขายอยู่ริมถนนในบริเวณเขตที่อยู่อาศัยตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบการรายงานอาการของระบบทางเดินหายใจระหว่างผู้ประกอบอาชีพค้าขายริม ถนนทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับการมีเสมหะ กลุ่มอาการระบบ ทางเดินหายใจทั้งหมด กลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง

Khanudthaparn Parnnarong (2559) ได้ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในการสัมผัสสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ที่ดูดซับบนฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) บริเวณที่พักอาศัยในเขตเมืองชั้นในของกรุงเทพมหานคร การศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้พักอาศัยจากการสัมผัสสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ที่ดูดซับบนฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณที่พักอาศัยในเขตเมืองชั้นในของกรุงเทพมหานคร โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่า 2.5 ไมครอน แต่เล็กกว่า 10 ไมครอน (PM2.5-10) บริเวณ 5 ชุมชนในเขตปทุมวัน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในวันอาทิตย์ วันอังคาร และวันศุกร์ ในช่วงฤดูร้อน (เมษายน – พฤษภาคม 2556) และฤดูฝน (กันยายน – ตุลาคม 2556) ทำการเก็บตัวอย่างอากาศด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดบุคคลที่ต่อกับ personal modular impactor (PMI) ด้วยอัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 3 ลิตรต่อนาที วิเคราะห์สาร PAHs ในตัวอย่างฝุ่นด้วยเครื่อง HPLC Fluorescence และ UV detector ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนและฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่พบภายในบ้านอยู่ในช่วง 7.52 - 92.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 13.64 - 123.82 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเข้มข้นของ PM2.5 และ PM10 ที่ตรวจวัดภายนอกบ้านมีค่าอยู่ในช่วง 9.44 - 68.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 17.72 to 134.37 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร PAHs รวมใน PM2.5 (t-PAHs 2.5) ที่ตรวจวัดภายในและภายนอกบ้าน มีค่าอยู่ในช่วง 0.04 - 4.92 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.09 - 4.22 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า

2.5 ไมครอน มีความสัมพันธ์กับปริมาณ t-PAHs 2.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.660 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ ) ผลอัตราส่วนของ Ind/(Ind+BghiP) และ B(a)P/B(ghi)P แสดงให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดภายในและภายนอกของ PAHs มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและการปล่อยไอเสียจากการจราจร ผลการประเมินความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (cancer risk) ของผู้พักอาศัยทั้ง 5 ชุมชน พิจารณาจากค่า Benzo(a)Pyrene equivalent (BaPeq) เมื่อประเมินโดยใช้สมการมาตรฐานทั่วไป พบว่า ค่า 95% confidence intervals ของความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสาร BaPeq ใน PM<sub>2.5</sub> (t-BaPeq 2.5) มีค่าอยู่ในช่วง  $1.29 \times 10^{-6}$  –  $2.99 \times 10^{-6}$  ในกรณีที่คำนวณโดยใช้สมการที่ประเมินความเสี่ยงแบ่งตามช่วงอายุ ค่า 95% confidence intervals ของความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารดังกล่าวอยู่ในช่วง  $3.69 \times 10^{-6}$  –  $11.57 \times 10^{-6}$  ซึ่งผลของการประเมินความเสี่ยงจากทั้งสองวิธีมีค่าเกินระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้

หทัยรัตน์ พุทธิรักษา (2554) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณริมถนนประชาอุทิศในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในกรุงเทพมหานครงานวิจัยนี้ทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองเล็ก (PM<sub>2.5</sub>) บริเวณริมถนนประชาอุทิศ ทาง ตอนใต้ของกรุงเทพมหานคร ในช่วงเวลากลางวัน (6.00-18.00) และกลางคืน (18.00-6.00) โดยทำการ เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองด้วยเครื่อง Mini Volume Air Sampler ทุกๆ 12 ชั่วโมง ตั้งแต่ปลายฤดูฝนถึงต้นฤดูหนาว (14 กันยายน ถึง 17 พฤศจิกายน 2553) โดยพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ 44.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (9.5-86.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในช่วงเวลากลางวัน และ 36.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (6.0-89.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในช่วงเวลากลางคืน อย่างไรก็ตาม จากการตรวจวัดดังกล่าวพบว่าประมาณ 23.3% ของช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัด มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศทั่วไปของประเทศไทยที่กำหนดไว้คือ 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ย 24 ชม.) และยังพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในช่วงเวลากลางวันสูงกว่าช่วงเวลากลางคืนประมาณ 1.3 เท่า เนื่องจากกิจกรรมต่างๆโดยรอบในช่วงเวลากลางวันมีมากกว่าในช่วงเวลากลางคืน นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการชะล้างของฝนที่มักเกิดขึ้นบ่อยกว่าในช่วงเวลากลางคืนอีกด้วย ส่วนองค์ประกอบทางเคมีที่พบในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนประกอบด้วย โพแทสเซียม (K) 27%, Black Carbon (BC) 21%, แอมโมเนียม (NH<sub>4</sub>) 15%, ซัลเฟต (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) 13%, โซเดียม (Na) 6%, คลอรีน (Cl) 4%, ไนเตรต (NO) 4% และธาตุโลหะต่างๆรวมกันอีก 4% ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทาง เคมีของฝุ่นละอองส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกันทั้งในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน นอกจากนี้ ยังทำการศึกษาแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5

ไมครอน ในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน โดยใช้ Receptor Model (Positive Matrix Factorization; PMF) โดยพบว่า แหล่งกำเนิดของ PM2.5 ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาใน ช่วงเวลากลางวันและกลางคืนดังนี้ การปล่อยสัญญาณจราจร 27% และ 32%; Cooking 29% และ 18%; Refuse Burning 16% และ 17%; Mixed Aged Sea Salt 15% และ 18%; Zinc Source 9% และ 8%; และ Biomass Burning 4% และ 7% ตามลำดับ โดยพบว่าสัดส่วนของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกันทั้งกลางวันและกลางคืน ยกเว้นจากการทำอาหาร (Cooking) ที่มีค่าสูงมากในเวลา กลางวันและมีค่าต่ำในช่วงเวลากลางคืน

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ดำเนินการเก็บตัวอย่างบริเวณจุดที่กำหนด และนำตัวอย่างที่ได้มาทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดวิธีการดำเนินงานวิจัยตามหัวข้อดังนี้

- (1) พื้นที่ทำการวิจัย
- (2) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย
- (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล
- (4) ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
- (5) การวิเคราะห์ข้อมูล

#### พื้นที่ทำการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาเขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ดังภาพที่ 3.1 โดยมีการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ดังภาพ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนที่ป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 1.เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดภาคสนาม

- (1.1) เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ดังภาพที่ 3.2
- (1.2) กระจกกรองชนิด PM 2.5 Mambrane 47 mm
- (1.3) ถังพลาสติก สำหรับใส่กระจกกรอง
- (1.4) คีมคีบปากแบน (Forceps)
- (1.5) สายไฟ

### 2.เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

- (2.1) ตู้ดูดความชื้น( Desiccator) ดังภาพที่ 3.3
- (2.2) เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียด 5 ตำแหน่ง ดังภาพที่ 3.4
- (2.3) คีมคีบปากแบน (Forceps) ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.2 เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน



ภาพที่ 3.3 ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)



ภาพที่ 3.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียด 5 ตำแหน่ง



ภาพที่ 3.5 คีมคีบปากแบน

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน กับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ในช่วงเวลาเร่งด่วน

### 1. ข้อมูลทุติยภูมิ

ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาเอกสารทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ตลอดจนเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์และวิธีการตรวจสอบฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอนขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละออง รวมทั้งการวิเคราะห์

### 2. ข้อมูลปฐมภูมิ

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับรถโดยสารประจำทางบริเวณป้ายรถประจำทางเดินถนนสามเสนที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

2.1 ทำการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน

2.2 เก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จำนวน 15 ตัวอย่าง ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่าง 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 16.00 น.-18.00 น.

2.3 นำไปวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

2.4 นับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ใช้เวลาในการนับ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 16.00 น.-18.00 น.

2.5 จัดบันทึกข้อมูล

### ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มีขั้นตอนดังนี้ ดังภาพที่ 3.5

(1.) ศึกษาหัวข้อวิจัย

(2.) การศึกษาและสำรวจพื้นที่เพื่อดำเนินการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละออง

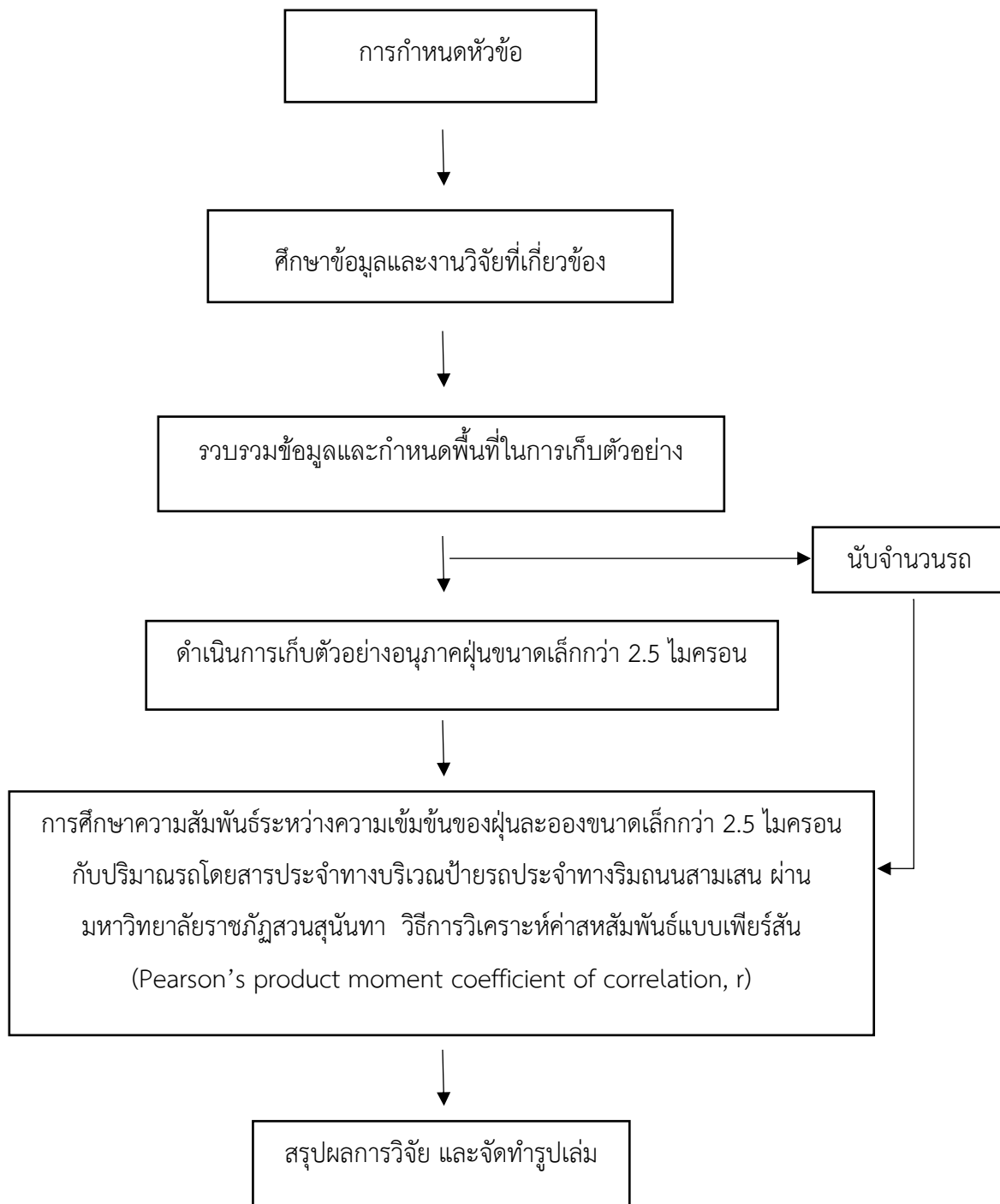
(3.) ดำเนินการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถโดยสารประจำทางริมถนนสามเสน โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ดังภาพ 3.2 ใช้เวลาในการเก็บ 2 ชั่วโมงเริ่มเก็บตั้งแต่ 16.00 น. – 18.00 น. พร้อมทั้งนับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

(4.) เมื่อได้ตัวอย่างแล้วพร้อมกับนับปริมาณรถโดยสารประจำทาง เมื่อครบเวลาในการเก็บ นำกระดาษกรองตัวอย่างใส่ตู้ดูดความชื้นจากนั้นนำไปชั่งโดยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง เพื่อหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศ

(5.) นำผลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และปริมาณรถประจำทางไปศึกษาความสัมพันธ์ ด้วยผลทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson' s product moment coefficient of correlation, r) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(6.) วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

(7.) สรุปและจัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์



ภาพที่ 3.6 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

## การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา สามารถนำผลการวิเคราะห์มาคำนวณและวิเคราะห์ค่าทางสถิติได้ดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ฝุ่นละออง

การวิเคราะห์หาฝุ่นละอองได้จากสมการที่ (3.1)

$$\text{ปริมาณฝุ่นละออง } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{W_0 - W_1}{V} \times 10^6 \quad (3.1)$$

โดยที่  $W_1$  คือ น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

$W_2$  คือ น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

$V$  คือ ปริมาณอากาศในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

### 2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

#### 2.1 สถิติเชิงพรรณนา

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางโดยนำเสนอลักษณะทั่วไปของข้อมูลการวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ตรวจวัดได้ในรูปของ ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

#### 2.2 สถิติเชิงอนุมาน

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา วิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's product moment coefficient of correlation,  $r$ ) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยมีสมมติฐานในการวิเคราะห์ดังนี้

$H_0$  : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางบริเวณป้ายรถโดยสารประจำทางริมถนนสามเสน ไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1$  : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางบริเวณป้ายรถโดยสารประจำทางริมถนนสามเสน มีความสัมพันธ์กัน

การแปลผลความสัมพันธ์ทำได้ด้วยตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การแปลผลความสัมพันธ์

| ค่า r       | การแปลผล                        |
|-------------|---------------------------------|
| 0.91 - 1.00 | มีค่าความสัมพันธ์สูงมาก         |
| 0.71 - 0.90 | มีค่าความสัมพันธ์ในระดับสูง     |
| 0.51 - 0.70 | มีค่าความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง |
| 0.31 - 0.50 | มีค่าความสัมพันธ์ในระดับต่ำ     |
| 0.00 - 0.31 | มีค่าความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก  |

ที่มา :อดิศักดิ์ โทวิชาและธีระดา ภิญโญ, 2553

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยมีผลการวิจัยดังนี้

#### การศึกษาค้นคว้าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

ผลการการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา แสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

#### ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5

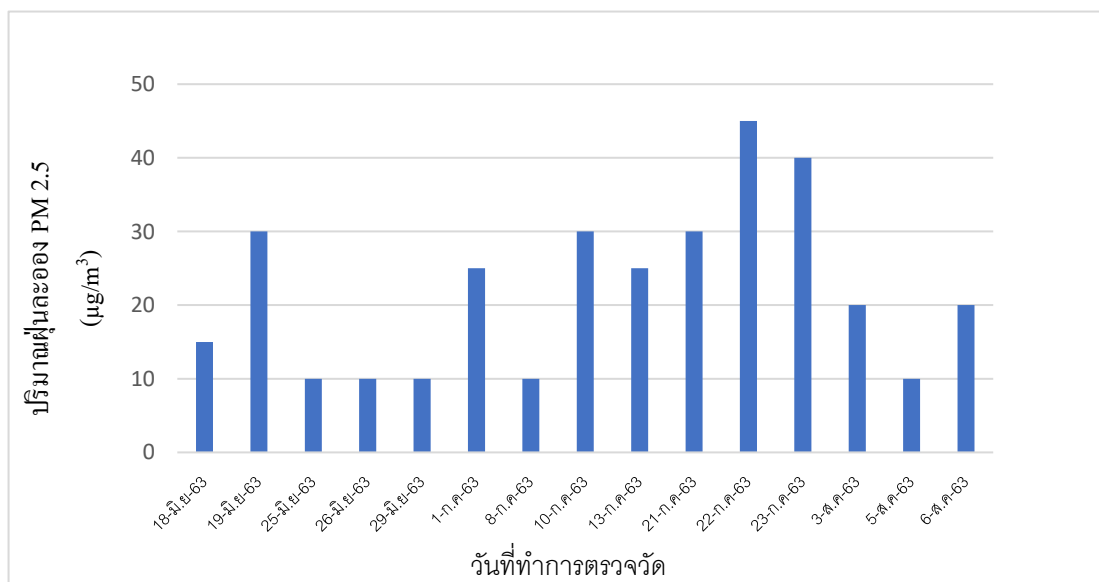
ไมครอนบริเวณ ป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่  
หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

| ครั้งที่ | วันที่เก็บตัวอย่าง | ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5<br>ไมครอน ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|----------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 18 มิถุนายน 2563   | 15                                                                     |
| 2        | 19 มิถุนายน 2563   | 30                                                                     |
| 3        | 25 มิถุนายน 2563   | 10                                                                     |
| 4        | 26 มิถุนายน 2563   | 10                                                                     |
| 5        | 29 มิถุนายน 2563   | 10                                                                     |
| 6        | 1 กรกฎาคม 2563     | 25                                                                     |
| 7        | 8 กรกฎาคม 2563     | 10                                                                     |
| 8        | 10 กรกฎาคม 2563    | 30                                                                     |
| 9        | 13 กรกฎาคม 2563    | 25                                                                     |
| 10       | 21 กรกฎาคม 2563    | 30                                                                     |
| 11       | 22 กรกฎาคม 2563    | 45                                                                     |
| 12       | 23 กรกฎาคม 2563    | 40                                                                     |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| ครั้งที่ | วันที่เก็บตัวอย่าง  | ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|----------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 13       | 3 สิงหาคม 2563      | 20                                                                  |
| 14       | 5 สิงหาคม 2563      | 10                                                                  |
| 15       | 6 สิงหาคม 2563      | 20                                                                  |
|          | ค่าต่ำสุด           | 10                                                                  |
|          | ค่าสูงสุด           | 45                                                                  |
|          | ค่าเฉลี่ย           | 22                                                                  |
|          | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 11.46                                                               |

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 ซึ่งความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 10-45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 22 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการตรวจวัดไม่สามารถเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพในบรรยากาศของประเทศไทยที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ได้เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ทำการตรวจวัดเพียง 2 ชั่วโมง (สำหรับค่ามาตรฐานต้องตรวจวัด 24 ชั่วโมง)



ภาพที่ 4.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### ผลการนับจำนวนรถ

การศึกษานี้ดำเนินการตรวจนับปริมาณรถโดยสารประจำทาง แสดงดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ดำเนินการตรวจวัดปริมาณผู้โดยสารขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และดำเนินการตรวจนับปริมาณรถโดยสารประจำทางในช่วงเวลาเร่งด่วน

| ครั้งที่ | วันที่เก็บตัวอย่าง  | ปริมาณรถโดยสารประจำทาง<br>(คัน) |
|----------|---------------------|---------------------------------|
| 1        | 18 มิถุนายน 2563    | 45                              |
| 2        | 19 มิถุนายน 2563    | 47                              |
| 3        | 25 มิถุนายน 2563    | 41                              |
| 4        | 26 มิถุนายน 2563    | 43                              |
| 5        | 29 มิถุนายน 2563    | 45                              |
| 6        | 1 กรกฎาคม 2563      | 45                              |
| 7        | 8 กรกฎาคม 2563      | 42                              |
| 8        | 10 กรกฎาคม 2563     | 50                              |
| 9        | 13 กรกฎาคม 2563     | 46                              |
| 10       | 21 กรกฎาคม 2563     | 47                              |
| 11       | 22 กรกฎาคม 2563     | 55                              |
| 12       | 23 กรกฎาคม 2563     | 48                              |
| 13       | 3 สิงหาคม 2563      | 42                              |
| 14       | 5 สิงหาคม 2563      | 41                              |
| 15       | 6 สิงหาคม 2563      | 46                              |
|          | ค่าต่ำสุด           | 41                              |
|          | ค่าสูงสุด           | 55                              |
|          | ค่าเฉลี่ย           | 46                              |
|          | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 4                               |

## 2.การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

การศึกษานี้ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทาง จำนวน 15 ตัวอย่างและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยหลักการทางสถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson' s product moment coefficient of correlation, r) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยมีสมมุติฐานในการวิเคราะห์ดังนี้และผลการทดสอบสมมุติฐานแสดงดังตารางที่ 4.3

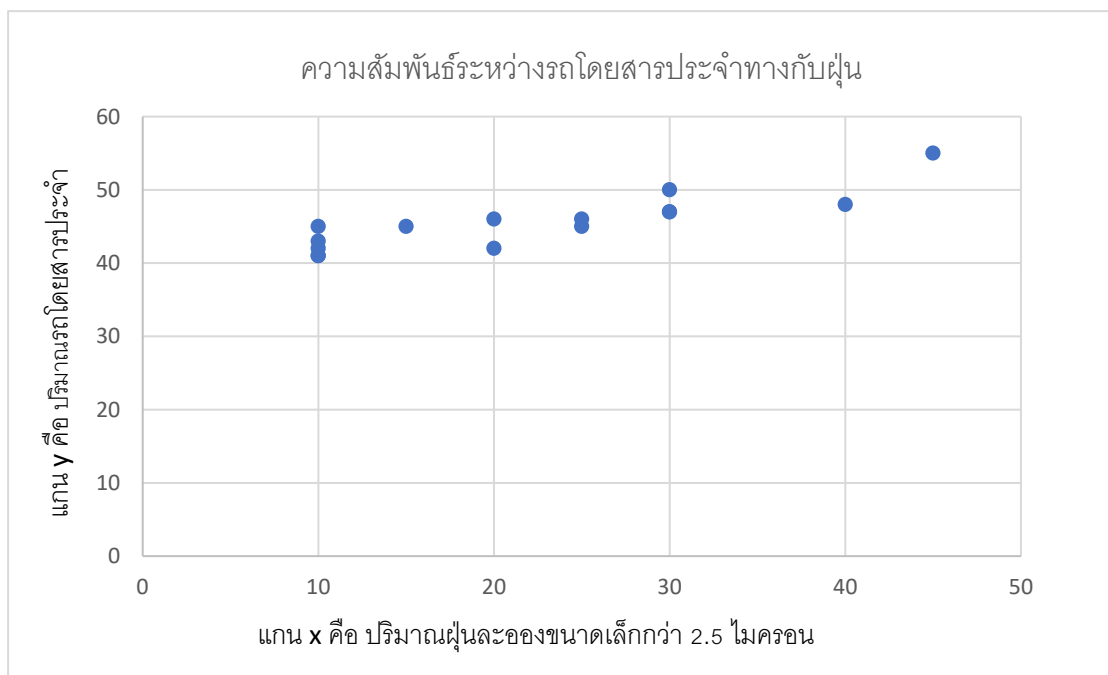
$H_0$  : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทาง ไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1$  : ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทาง มีความสัมพันธ์กัน

**ตารางที่ 4.3** ผลการทดสอบสมมุติฐาน แสดงดังตารางที่ 4.3

|                                                                                                         | N  | ค่า Sig (2-tailed) | Correlation ( r ) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|-------------------|
| ปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางในช่วงเวลาเร่งด่วน (15.00 – 18.00 น.) | 15 | 0.000              | 0.896             |

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ในช่วงเวลาเร่งด่วนตั้งแต่เวลา 16.00 – 18.00 น. ทั้งหมด 15 ครั้ง แสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่า ค่า Sig (2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่า  $\alpha$  (0.01) แสดงว่าปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$  สรุปได้ว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ ( r ) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.896 และทำการแปลผลด้วยตารางที่ 4.3 พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และปริมาณรถโดยสารประจำทาง มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาในช่วงเวลาเร่งด่วน มีความสัมพันธ์กัน ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรถโดยสารประจำทางกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัย ”เรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา” มีรายละเอียดของการดำเนินงานวิจัยโดยสรุปรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ จากการวิจัย ดังต่อไปนี้

#### สรุปผลการวิจัย

##### 1.วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศบริเวณป้ายรถประจำทางและปริมาณรถโดยสารประจำทาง

1.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทาง

##### 2.วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษา “ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา” ดำเนินการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่ใช้หลักการวิธี Federal Reference Method (FRM) ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 15 ตัวอย่าง ในช่วงเวลาเร่งด่วนช่วงเย็น 16.00 น. – 18.00 น. แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พร้อมทั้งดำเนินการนับจำนวนรถโดยสารประจำทางริมถนนสามเสนบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยใช้เครื่อง Counter ในช่วงเวลาเดียวกันกับการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสารประจำทาง วิเคราะห์โดยใช้หลักสถิติ

สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's product moment coefficient of correlation,  $r$ ) ที่นัยสำคัญ 0.01

### 3.ผลของการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการวิจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

(3.1) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน จำนวน 15 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 10-45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย  $22 \pm 11.46$  ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3.2) ปริมาณรถโดยสารประจำทางบนถนนสามเสนที่ผ่านหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ในช่วงเวลาเริ่มตั้งแต่ 16.00 น. - 18.00 น. พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 55 – 41 คันต่อ 2 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย  $46 \pm 4$  คันต่อ 2 ชั่วโมง

(3.3) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ในช่วงเวลาเร่งด่วน มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง เพราะ  $r = 0.896$

### ข้อเสนอแนะ

จากการทำโครงการวิจัยเรื่อง “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา” มีข้อเสนอแนะในด้านต่างๆ ดังนี้

#### 1.ข้อเสนอสำหรับการวิจัยครั้งนี้

1.1 ในการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ ไม่ควรที่จะทำการตรวจวัดในช่วงฤดูฝน ซึ่งอาจทำให้ปริมาณฝุ่นละอองลดลง เนื่องจากฝนชะล้างฝุ่นละอองในอากาศ

#### 2.ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่ปนเปื้อนในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนเพื่อใช้ในการพิจารณาถึงผลกระทบต่อสุขภาพ

- 2.2 การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า
- 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถโดยสาร ครั้งต่อไปควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า
- 2.5 ไมครอนกับปริมาณรถยนต์ทุกประเภท

## บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง

กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2563 จาก

[http://infofile.pcd.go.th/law/2\\_99\\_air.pdf?CFID=14452734&CFTOKEN=82326968](http://infofile.pcd.go.th/law/2_99_air.pdf?CFID=14452734&CFTOKEN=82326968)

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2558). **มลพิษทางอากาศ**. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563

จาก<http://www.datacenter.deqp.go.th/knowledge/อากาศ/มลพิษทางอากาศ/>

นภาพร พานิช, และคณะ. (2547). **ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ**. กรุงเทพฯ: กรมโรงงาน

อุตสาหกรรม.

นภนต์พรพรชัย เชื้อสายสิทธิ์ และ จินดารัตน์ กรอบกระจก.(2557).**ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น**

**ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน กับปริมาณรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลบริเวณป้ายรถโดยสาร**

**ประจำทางหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.กรุงเทพฯ : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์**

**สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.**

วรัญญู ยอดพรหม. (2562). **สาเหตุของการเกิดฝุ่น PM2.5 ของรถยนต์**. สืบค้นเมื่อ 20

มกราคม 2563, จาก <https://www.autospinn.com/2019/01/pm2-5-46052>

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556). **มลพิษทางอากาศ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย.

\_\_\_\_\_. (2563). **เรื่องฝุ่น (พิมพ์ครั้งที่ 1)**. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

อดิศักดิ์ โทวิชา และ วีระดา ภิญโญ. (2552). **สถิติธุรกิจ**. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะ

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

Environmental Protection Agency EPA. (2018) **ประเภทของฝุ่นละออง**. สืบค้นเมื่อ 8

กรกฎาคม 2563 จาก <https://www.epa.gov/environmental-topics/air-topics>

Nawahda A (2013). **Reductions of PM2.5 Air Concentrations and Possible Effects**

**on Premature Mortality in Japan**. Water Air Soil Pollution (2013)

United States Environmental Protection Agency (US EPA). (1999). **Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Atomic Absorption (AA) Spectroscopy**, Available Source:  
<http://www.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/inorganic/mthd-3-2.pdf>,  
January 20, 2020

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

วิธีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศ

## การตรวจวัดตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนใน บรรยากาศ

### หลักการ

วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในบรรยากาศสามารถวัดด้วยวิธีการกราวิเมตริก (Gravimetric method) เป็นวิธีการมาตรฐานของ US.EPA ที่เรียกว่า Federal Reference Method (FRM) ซึ่งมีข้อกำหนดตามระบุใน 40 CFR part 50, Appendix L, 40 CFR part 53, Subpart และ 40 CFR part 58, Appendix โดยมีหลักการดังนี้

1. เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนจะดูดอากาศในบรรยากาศด้วยโหลเข้าสู่ช่องทางเข้ามีลักษณะพิเศษจะคัดแยกขนาดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เครื่องปั๊มจะดูดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนตกกระทบบรรวบรวมในแผ่นกระดาษกรองชนิดเมมเบรน (membrane filter paper) ตลอดการเก็บตัวอย่าง

2. ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองแต่ละแผ่น (หลังจากปรับสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แล้ว ทั้งก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง) เพื่อหาน้ำหนักสุทธิของ PM 2.5 ที่ได้คำนวณน้ำหนักจากระยะการเก็บตัวอย่างหารด้วยอัตราการไหลของเครื่องปั๊มเก็บตัวอย่างลิตรต่อนาที ความเข้มข้นที่ได้มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

- (1) เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน
- (2) กระดาษกรองชนิด Glass Fiber
- (3) ถังพลาสติก สำหรับใส่กระดาษกรอง
- (4) คีมคีบปากแบน (Forceps)
- (5) ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)
- (6) เครื่องชั่งไฟฟ้า ความละเอียด 5 ตำแหน่ง
- (7) คีมคีบปากแบน (Forceps)

### ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

- (1) ตรวจสอบความเรียบร้อยของกระดาศกรองก่อนนำกระดาศกรองไปใส่ตู้ดูดความชื้น
- (2) นำกระดาศกรองที่ผ่านการดูดความชื้นแล้วมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง
- (3) บันทึกค่าน้ำหนักที่แน่นอนของกระดาศกรองเป็นค่าน้ำหนักก่อน
- (4) นำแผ่นรองกระดาศกรองใส่ในเครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน
- (5) นำกระดาศกรองที่ผ่านการเก็บตัวอย่างแล้วมาเข้าตู้ดูดความชื้นและนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 5 ตำแหน่ง
- (6) บันทึกค่าน้ำหนักที่แน่นอนของกระดาศกรองเป็นค่าน้ำหนักหลัง
- (7) คำนวณค่าน้ำหนักของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

### วิธีวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

ปริมาณอากาศที่ทำการเก็บตัวอย่างคำนวณได้ด้วยสมการที่ (ก-1)

$$\text{สูตร } V_{\text{std}} = Q_{\text{std}} \times t \quad \dots(\text{ก-1})$$

เมื่อ  $V_{\text{std}}$  = ปริมาณอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร)

$Q_{\text{std}}$  = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)

$t$  = เวลาในการเก็บตัวอย่าง (นาที)

ปริมาณฝุ่นละอองสามารถคำนวณได้ด้วยสมการที่ (ก-2)

$$\text{ปริมาณฝุ่นละออง } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{W_2 - W_1}{V} \times 10^6 \quad \dots(\text{ก-2})$$

โดยที่  $W_1$  = น้ำหนักกระดาศกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

$W_2$  = น้ำหนักกระดาศกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

$V$  = ปริมาณอากาศในการเก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร/นาที)

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

**ตารางที่ ค-1** ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนน  
สามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางที่ ผ่านมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

| วันที่เก็บตัวอย่าง | น้ำหนักกระดาษกรอง (g) |             | ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก<br>กว่า 2.5 ไมครอน ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|--------------------|-----------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                    | น้ำหนักก่อน           | น้ำหนักหลัง |                                                                         |
| 18 มิถุนายน 2563   | 0.18819               | 0.18822     | 15                                                                      |
| 19 มิถุนายน 2563   | 0.17460               | 0.17466     | 30                                                                      |
| 25 มิถุนายน 2563   | 0.18963               | 0.18965     | 10                                                                      |
| 26 มิถุนายน 2563   | 0.19188               | 0.19190     | 10                                                                      |
| 29 มิถุนายน 2563   | 0.17663               | 0.17665     | 10                                                                      |
| 1 กรกฎาคม 2563     | 0.18035               | 0.18040     | 25                                                                      |
| 8 กรกฎาคม 2563     | 0.17260               | 0.17262     | 10                                                                      |
| 10 กรกฎาคม 2563    | 0.17334               | 0.17340     | 30                                                                      |
| 13 กรกฎาคม 2563    | 0.17835               | 0.17840     | 25                                                                      |
| 21 กรกฎาคม 2563    | 0.17221               | 0.17227     | 30                                                                      |
| 22 กรกฎาคม 2563    | 0.18682               | 0.18691     | 45                                                                      |
| 23 กรกฎาคม 2563    | 0.19105               | 0.19113     | 40                                                                      |
| 3 สิงหาคม 2563     | 0.17969               | 0.17973     | 20                                                                      |
| 5 สิงหาคม 2563     | 0.18318               | 0.18320     | 10                                                                      |
| 6 สิงหาคม 2563     | 0.17950               | 0.17954     | 20                                                                      |

ภาคผนวก ง

ผลการนับปริมาณรถโดยสารประจำทาง บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสน

หน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ตาราง ง-1 ผลการนับปริมาณรถโดยสารประจำทางในช่วงเวลาเร่งด่วนบริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

| ครั้งที่ | วันที่เก็บตัวอย่าง | ปริมาณรถโดยสาร (คัน/2 ชั่วโมง) |
|----------|--------------------|--------------------------------|
| 1        | 18 มิถุนายน 2563   | 45                             |
| 2        | 19 มิถุนายน 2563   | 47                             |
| 3        | 25 มิถุนายน 2563   | 41                             |
| 4        | 26 มิถุนายน 2563   | 43                             |
| 5        | 29 มิถุนายน 2563   | 45                             |
| 6        | 1 กรกฎาคม 2563     | 45                             |
| 7        | 8 กรกฎาคม 2563     | 42                             |
| 8        | 10 กรกฎาคม 2563    | 50                             |
| 9        | 13 กรกฎาคม 2563    | 46                             |
| 10       | 21 กรกฎาคม 2563    | 47                             |
| 11       | 22 กรกฎาคม 2563    | 55                             |
| 12       | 23 กรกฎาคม 2563    | 48                             |
| 13       | 3 สิงหาคม 2563     | 42                             |
| 14       | 5 สิงหาคม 2563     | 41                             |
| 15       | 6 สิงหาคม 2563     | 46                             |

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

**ตาราง จ-1** ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน  
บริเวณป้ายรถประจำทางริมถนนสามเสนกับปริมาณรถโดยสารประจำทางหน้า  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาในช่วงเวลาเร่งด่วน

|                |                     | ปริมาณฝุ่น | ปริมาณรถโดยสาร |
|----------------|---------------------|------------|----------------|
| ปริมาณของฝุ่น  | Pearson Correlation | 1          | 0.896          |
|                | ค่า Sig (2-tailed)  |            | 0.000          |
|                | N                   | 15         | 15             |
| ปริมาณรถโดยสาร | Pearson Correlation | 0.896      | 1              |
|                | ค่า Sig (2-tailed)  | 0.000      |                |
|                | N                   | 15         | 15             |

ภาคผนวก ฉ

ภาพขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ ฉ-1 เครื่องเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน



ภาพที่ ฉ-2 ตู้ดูดความชื้นสำหรับใส่กระตาดากรองก่อน-หลังเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ ฉ-3 เครื่องชั่งน้ำหนัก 5 ตำแหน่ง



ภาพที่ ฉ-4 จุดตั้งเครื่องเก็บฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน บริเวณริมถนนสามเสนหน้า  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



ภาพที่ ฉ-5 การนับปริมาณรถโดยสารประจำทาง ในช่วงเวลาเร่งด่วน บริเวณป้ายรถประจำทางริม  
ถนนสามเสนหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา