



การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล pm2.5 และ pm10
ในแนวตั้งภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร
Analysis of Vertical Distribution of Particulate Matters (pm10 and pm2.5)
at Naresuan University

ศุภกร เขียวหวาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ และหัวหน้า
ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้
พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เรื่อง “การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล
pm2.5 และ pm10 ในแนวตั้งภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



.....
(อาจารย์ ธีญาลักษณ์ จันทร์สมบัติ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



.....
(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์



.....
(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของ อาจารย์ ธีัญญาลักษณ์ จันทร์สมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นทีปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และได้ให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่เฝ้าก่าลังใจและให้การสนับสนุนในทุกด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษา และช่วยแนะนำงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของผู้ที่สนใจบ้างไม่มากก็น้อย

ศุภกร เขียวหวาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล pm2.5 และ pm10 ในแนวตั้งภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้วิจัย	ศุภกร เขียวหวาน
ที่ปรึกษา	อาจารย์ ธัญลักษณ์ จันทร์สมบัติ
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2562
คำสำคัญ	ปรากฏการณ์ผกผันของอุณหภูมิ, ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน, ฝุ่นละออง ขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน, การแขวนลอยในบรรยากาศ

บทคัดย่อ

ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการสะสมของสารมลพิษที่ไม่สามารถแพร่กระจายได้ จึงทำให้มีปริมาณสารมลพิษสูงจากการศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล pm2.5 และ pm10 ใน แนวตั้งภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยเก็บค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5, 10, อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยเก็บข้อมูลในสองระยะความสูงคือ 2 เมตร และ 4 เมตร เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์มีผลมากต่อการเกิดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยจะเห็นได้ชัดในช่วงเช้า และจากการตรวจสอบโดยรวมพบว่า ในระยะ 4 เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอน มีปริมาณที่สูงกว่าในความสูงที่ระยะ 2 เมตร

Title Analysis of Vertical Distribution of Particulate Matters (pm10 and pm2.5) at Naresuan University

Authors Supakorn Khiewwan

Advisor Tanyaluck Chansombat

Academic Paper Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2019

Keyword PM 2.5, PM 10, Vertical distribution

ABSTRACT

Particulate matter (PM_{2.5}) is dust with a diameter of not more than 2.5 microns caused by burning from vehicles, agricultural, wildfire and Industrial process. It can reach the lungs as a result, causing respiratory illnesses and various lung diseases. Receiving large quantities of this particle for a long time will accumulate in the lung tissue resulting in deterioration of lung causing bronchitis or asthma. Particulate matter (PM₁₀) is dust with a diameter of not more than 10 microns caused by fuel combustion burning in the area open, industrial process, grinding and construction affecting health in the respiratory system inhalation that can accumulate in the respiratory system. These small dust particles cause the accumulation of pollutants resulting in a high amount of pollutants. This study “Analysis of vertical distribution of particulate matters (pm₁₀ and pm_{2.5}) at Naresuan University” collected the particulate matter (PM_{2.5}), particulate matter (PM₁₀), temperature and relative humidity using Arduino sensors. The analysis shows that the temperature and relative humidity has a great effect on the occurrence of small dust particles. Particulate matter (PM_{2.5}) and particulate matter (PM₁₀) had higher volume in the morning (7.30-8.30am) at a 2-meter level with $R^2 = 0.98$.

All rights reserved

สารบัญ

บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	5
1.6 กรอบแนวคิด.....	5
บทที่ 2	6
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ปรากฏการณ์ Temperature inversion.....	6
2.2 ฝุ่นละอองขนาดเล็กขนาดเล็ไม่เกิน 2.5 และ 10	7
2.3 อนุภาคแขวนลอย.....	8
2.4 พื้นที่ศึกษาและตรวจวัด.....	8
2.5 เซนเซอร์	8
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
บทที่ 3	19
วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	19
3.1ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	19
3.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ.....	20

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย.....	20
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	20
3.5 การเตรียมข้อมูล.....	21
3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	21
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	21
บทที่ 4.....	22
ผลการวิจัย.....	22
4.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 กับอุณหภูมิที่ระยะความสูง 2 เมตร.....	31
4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะความสูง 2 เมตร.....	32
4.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 กับอุณหภูมิที่ระยะความสูง 2 เมตร.....	33
4.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะความสูง 2 เมตร.....	34
4.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 กับอุณหภูมิที่ระยะความสูง 4 เมตร.....	36
4.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะความสูง 4 เมตร.....	37
4.7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 กับอุณหภูมิที่ระยะความสูง 4 เมตร.....	38
4.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะความสูง 4 เมตร.....	39
บทที่ 5.....	41

บทสรุป.....	41
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	41
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	41
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	42
บรรณานุกรม.....	44
ภาคผนวก.....	45
ภาคผนวก ก โค้ดที่ใช้รันโปรแกรม Arduino.....	46
เพื่อหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10.....	46
ภาคผนวก ข โค้ดที่ใช้รันโปรแกรม Arduino.....	49
เพื่อหาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์.....	49
ประวัติผู้วิจัย.....	52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพ 1.1 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา.....	4
ภาพ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
ภาพ 2.1 ภาพจำลองการเกิดความร้อนผกผันแบบปิด ที่ส่งผลกระทบต่อหลายพื้นที่ในประเทศไทย เมื่อเดือนมกราคม 2562 อ้างอิง National Geographic Thailand.....	7
ภาพ 2.2 PMS5003 PM SENSOR.....	8
ภาพ 2.3 DHT11.....	9
ภาพ 2.4 NodeMCU ESP8266.....	9
ภาพ 2.5 พื้นที่การศึกษาของงานวิจัย Investigating traffic-related PM exposure on and under pedestrian bridges: A case study in Xi'an, China อ้างอิง งานวิจัยของ Zhaowen Qiu.....	10
ภาพ 2.6 กราฟการกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กกับกระแสลม.....	11
ภาพ 2.7 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบสำหรับ PMCs บนและใต้สะพานข้ามในถนนแต่ละประเภท.....	13
ภาพ 2.8 กราฟความถี่ที่แสดงช่วง PMCs และโอกาสที่สอดคล้องกัน อ้างอิง จากงานวิจัย Investigating traffic-related PM exposure on and under pedestrian bridges: A case study in Xi'an, China.....	14
ภาพ 2.9 กราฟความเข้มข้นของ PM2.5 เปลี่ยนแปลงไปเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น อ้างอิง งานวิจัย Estimation of Pm 2.5 Vertical Distribution Using Customized UAV And Mobile Sensors in Brgy. Up Campus, Diliman, Quezon City.....	17
ภาพ 2.10 กราฟการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ PM2.5 กับการเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ (%) งานวิจัย Estimation of Pm 2.5 Vertical Distribution Using Customized UAV And Mobile Sensors in Brgy. Up Campus, Diliman, Quezon City.....	18
ภาพ 4.1 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับ อุณหภูมิ 07.30-08.30 น. ความสูง 2 เมตร.....	31
ภาพ 4.2 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับ ความชื้นสัมพัทธ์ 07.30-08.30 น. ความสูง 2 เมตร.....	32

ภาพ 4.3 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับอุณหภูมิ 07.30-08.30 น. ความสูง 2 เมตร.....	33
ภาพ 4.4 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับอุณหภูมิ เวลา 12.10-13.10 น. ความสูง 2 เมตร.....	33
ภาพ 4.5 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับ ความชื้นสัมพัทธ์ เวลา 07.30-08.30 น. ความสูง 2 เมตร.....	34
ภาพ 4.6 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับ ความชื้นสัมพัทธ์ 12.10-13.10 น. ความสูง 2 เมตร.....	35
ภาพ 4.7 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับ อุณหภูมิ 07.30-08.30 น. ความสูง 4 เมตร.....	36
ภาพ 4.8 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับ ความชื้นสัมพัทธ์ 07.30-08.30 น. ความสูง 4 เมตร.....	37
ภาพ 4.9 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับอุณหภูมิ 07.30-08.30 น. ความสูง 4 เมตร.....	38
ภาพ 4.10 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับ ความชื้นสัมพัทธ์ 07.30-08.30 น. ความสูง 4 เมตร.....	39

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19
ตาราง 4.1 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงเช้าระยะความสูงที่ 2 เมตร	22
ตาราง 4.2 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงบ่ายระยะความสูงที่ 2 เมตร	24
ตาราง 4.3 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงเย็นระยะความสูงที่ 2 เมตร	25
ตาราง 4.4 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงเช้าระยะความสูงที่ 4 เมตร	27
ตาราง 4.5 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงบ่ายระยะความสูงที่ 4 เมตร	28
ตาราง 4.6 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงเย็นระยะความสูงที่ 4 เมตร	30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกของเรามีชั้นของบรรยากาศห่อหุ้มอยู่โดยรอบหนาประมาณ 15 กิโลเมตร ชั้นของบรรยากาศดังกล่าวนี้ ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน ออกซิเจน ฟลูออรีน ไอออน และเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในจำนวนก๊าซเหล่านี้ ก๊าซที่สำคัญที่สุดต่อการดำรงอยู่ของ สิ่งมีชีวิตในโลก คือ ก๊าซออกซิเจนและชั้นของบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนเพียงพอ ต่อการดำรงชีวิตมีความหนาเพียง 5 - 6 กิโลเมตรเท่านั้น ซึ่งปกติ จะมีส่วนประกอบ ของก๊าซต่าง ๆ ค่อนข้างคงที่ คือ ก๊าซไนโตรเจน 78.09% ก๊าซออกซิเจน 20.94% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเฉื่อย 0.97%ในปริมาณคงที่ของก๊าซดังกล่าวนี้ เราถือว่าเป็นอากาศบริสุทธิ์แต่เมื่อใดก็ตามที่ส่วนประกอบของอากาศเปลี่ยนแปลงไปมีปริมาณ ของฟลูออรีน ก๊าซ กลิ่น หมอกควัน ไอ ไอออน เหม่าและกัมมันตภาพรังสีอยู่ในบรรยากาศมากเกินไป เราเรียกรวมภาวะดังกล่าวว่า อากาศเสีย หรือ มลพิษทางอากาศ มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติ เป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฟลูออรีนจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติอากาศเสียที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ในไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์จาก โรงงานอุตสาหกรรมจากขบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหยของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญของประเทศไทย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม 1) แหล่งกำเนิดจากยานพาหนะ ในบริเวณที่ใกล้ถนนที่มีการจราจรติดขัด จะมีปัญหามลพิษทางอากาศที่รุนแรงกว่าในบริเวณที่มีการจราจรคล่องตัว สารมลพิษที่ระบายเข้าสู่บรรยากาศที่เกิดจาก การคมนาคมขนส่ง ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ฟลูออรีนขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สารตะกั่วและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 2) แหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม มลพิษทางอากาศจากแหล่ง กำเนิดอุตสาหกรรม เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและ กระบวนการผลิต ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศและอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชน โดยทั่วไปหรือก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมมีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล และ เชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ และก๊าซ LPG

สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งพบว่าปริมาณการระบายออกสู่บรรยากาศเพิ่มมากขึ้นทุกไปตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การโม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการสะสมของสารมลพิษที่ไม่สามารถแพร่กระจายได้ จึงทำให้มีปริมาณสารมลพิษสูง รวมไปถึงสาเหตุอื่นๆ เช่น การคมนาคมที่เพิ่มขึ้น การเผาในที่โล่ง ทำให้ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ การสะสมของควันหรือฝุ่นใน อากาศ โดยส่วนใหญ่เกิดจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ไฟป่าและ เกิดจากการจราจรที่หนาแน่นอาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปีฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดโดยตรงและฝุ่นละอองซึ่งเกิดขึ้น โดยปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่นการรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ หรือ ปฏิกิริยาทางเคมี หรือปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะมีชื่อเรียกต่างกันไปตามลักษณะการรวมตัวฝุ่นละออง เช่น ควัน (Smoke) พุ่ม (fume) หมอกน้ำ ค้าง (mist) เป็นต้น ฝุ่นละอองอาจเกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน ทราย หรือเกิดจากควันดำจากท่อไอเสียรถยนต์การจราจร และการอุตสาหกรรมฝุ่นที่ถูกสูดเข้าไปในระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิด อันตรายต่อสุขภาพ ครอบคลุมการมองเห็น และทำให้สิ่งต่าง ๆ สกปรกเสียหายได้ในบริเวณ ที่พักอาศัยปริมาณฝุ่นละออง 30% เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนบริเวณที่อยู่อาศัยใกล้ถนนฝุ่นละออง 70-90% เกิดจากการกระทำของมนุษย์และ พบว่าฝุ่นละอองมีมีสารตะกั่วและสารประกอบโบรมด์สูงกว่าบริเวณนอกเมือง อันเนื่องมาจากมลพิษที่เกิดจากยานพาหนะ ฝุ่นละอองเมื่อแยกตามขนาด พบว่า 60% โดยประมาณ จะเป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนฝุ่นประเภทนี้เกิดจากรถประจำทางและรถบรรทุกที่ใช่เครื่องยนต์ดีเซลบางส่วนมาจากโรง งานอุตสาหกรรมส่วนมากจะพบอยู่ทั่วไปในเขตเมืองเขตอุตสาหกรรม และเขตกึ่งชนบท หากพบในปริมาณที่สูงจะมีผลต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เนื่องจากมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมปอดของมนุษย์ได้ เป็นผลให้เกิดโรคทางเดินหายใจโรคปอดต่างๆ เกิดการระคายเคืองและทำลายเยื่อหุ้มปอด หากได้รับใน

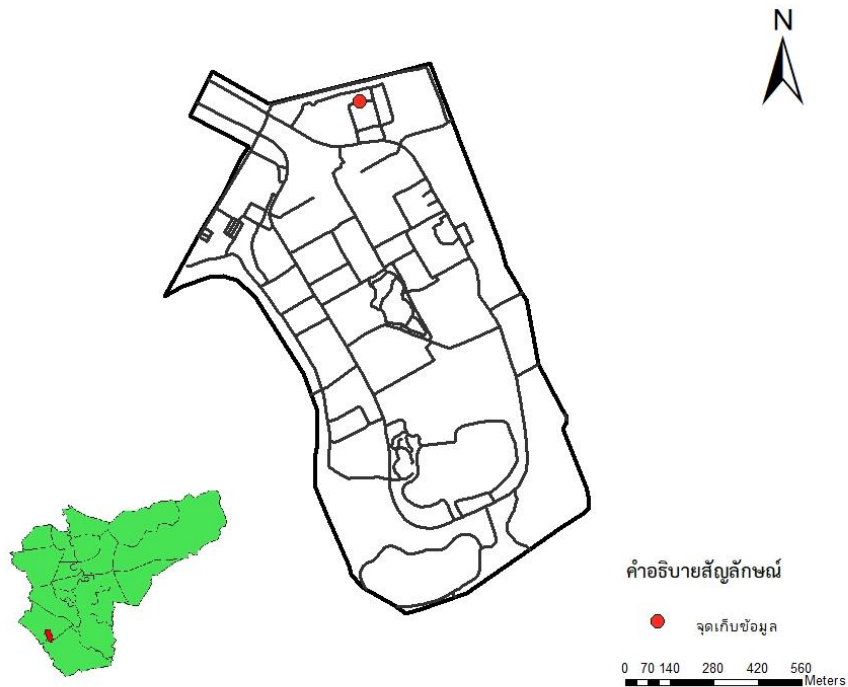
ปริมาณมากและเป็นเวลานานจะเกิดการสะสม ทำให้เกิดพังผืดและเป็นแผลได้ ทำให้การทำงานของปอดลดลง ความรุนแรงขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบของฝุ่นละอองนั้น ส่วนฝุ่นขนาดใหญ่อีกประมาณ 40% ที่เหลือเกิดจากการก่อสร้างและการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากพื้นที่ว่างเปล่าฝุ่นประเภทนี้ไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัยมากนักเพียงแต่จะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจส่วนต้น และอาจเป็นเพียงการรบกวนและก่อให้เกิด ความรำคาญเท่านั้นและทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศส่งผลกระทบต่อสุขภาพและอาจเป็นอันตราย อีกทั้งเป็นการเพิ่มปัญหาสภาวะโลกร้อนด้วยการแก้ปัญหาหมอกควันจึงต้องอาศัยองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์บรรยากาศเพื่อทำความเข้าใจกับการเกิดมลพิษ การเคลื่อนที่ และผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งในระยะสั้นและระยะยาวเช่น ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง และผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการเกิดฝน เนื่องจากการปล่อยปริมาณฝุ่นและแอร์โรซอลเป็นปริมาณมากขึ้นสู่บรรยากาศในช่วงการเผา ซึ่งปัจจุบันมหาวิทยาลัยนเรศวรมีจำนวนนิสิตมากขึ้นจึงเป็นผลให้มีการสัญจรด้วยยานพาหนะมากขึ้นเช่นกันทำให้ช่วงเวลาที่มีการจราจรหนาแน่นอาจทำให้เกิดมลภาวะฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สัมผัสร่างกายของผู้สัญจรได้ผู้จัดทำจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากการจราจรมีมากเพียงใดโดยสิ่งนี้อาจส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวพื้นที่โดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่พักอาศัยปริมาณฝุ่นละออง 30% เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนบริเวณที่อยู่อาศัยใกล้ถนนฝุ่นละออง 70-90% เกิดจากการกระทำของมนุษย์และ พบว่าฝุ่นละอองมีมีสารตะกั่วและสารประกอบโบไมด์สูงกว่าบริเวณนอกเมือง อันเนื่องมาจากมลพิษที่เกิดจากยานพาหนะ ฝุ่นละอองเมื่อแยกตามขนาด พบว่า 60% โดยประมาณ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) ตรวจสอบปริมาณการกระจายตัวของอนุภาคปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน
- 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและปริมาณของอนุภาคปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก
- 3) วิเคราะห์การกระจายตัวของปริมาณอนุภาคปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในแนวตั้ง

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้เลือกพื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยจะใช้เซนเซอร์ตรวจจับค่าฝุ่นละออง PM 10 และ PM 2.5 โดยจะวัดในระยะความสูง 2 เมตรและ 4 เมตร



ภาพ 1.1 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ผลการตรวจสอบปริมาณการกระจายตัวของอนุภาคปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน
- 2) ได้ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและปริมาณของอนุภาคปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก
- 3) ได้ผลวิเคราะห์การกระจายตัวของปริมาณอนุภาคปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน ในแนวตั้ง

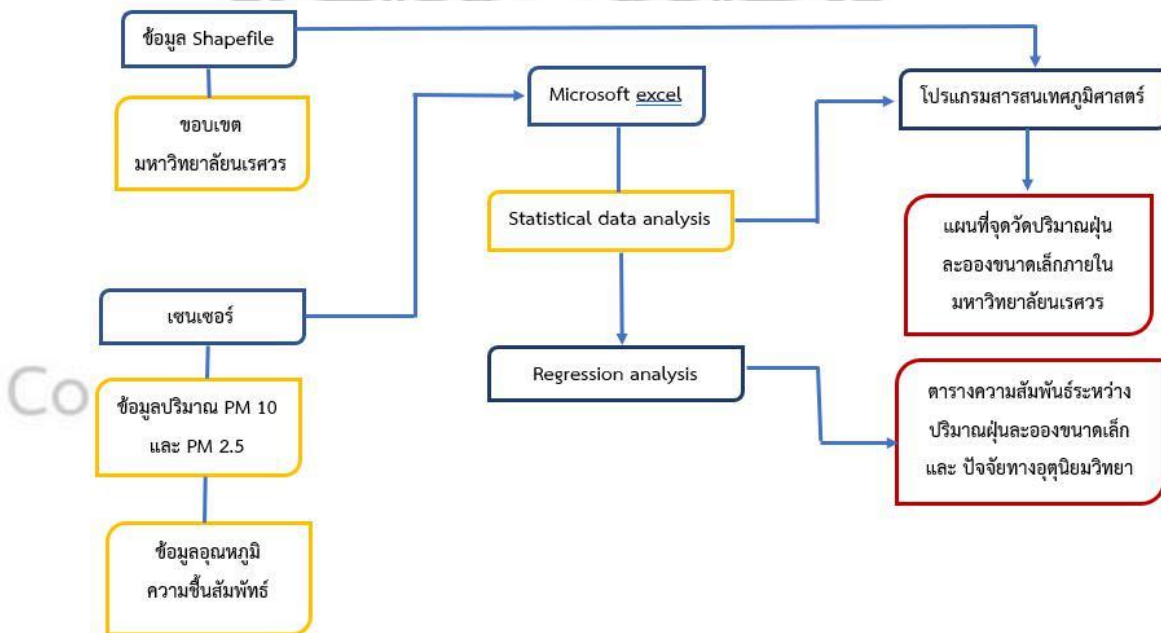
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

PM 10 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ

PM 2.5 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมากเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด

อนุภาคแขวนลอยในอากาศ (Suspended particulated matters : SPM) อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ มีทั้งที่เข้ามาอยู่ในรูปของแข็งเรียกว่า ฝุ่น เช่น ฝุ่นละอองจากหิน ดิน ทรายฝุ่นละอองของเก้าอี้ถ่าน เขม่าควันจากท่อไอเสียของรถ ฝุ่นร้าย เป็นต้น และอนุภาคของของเหลวในรูปละอองไอน้ำในอากาศ เช่น ละอองไอน้ำของสารกำจัดศัตรูพืช ไกกรดหรือละอองไอน้ำของสารเคมีต่างๆ เป็นต้น

1.6 กรอบแนวคิด



ภาพ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากภาพ 1.2 กรอบแนวคิดแสดงระบบการทำงานของกรวิจัย ขั้นแรกแสดงการเก็บข้อมูลจาก เซนเซอร์โดยจะได้ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน, 10 ไมครอน ข้อมูลอุณหภูมิ และ ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นนำข้อมูลที่เก็บได้จากเซนเซอร์เข้าโปรแกรม Microsoft excel จากนั้นทำการคำนวณทางสถิติโดยใช้ Regression analysis จากนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงในรูปแบบตารางและกราฟ แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการกระจายตัวในแนวตั้งของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการวิเคราะห์การถดถอย มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 2.1 ปรากฏการณ์ Temperature inversion
- 2.2 ข้อมูลทั่วไปของลักษณะฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และ 2.5 ไมครอน
- 2.3 ข้อมูลการแขวนลอยในอากาศ
- 2.4 ข้อมูลพื้นที่ในการศึกษาและจุดตรวจวัด
- 2.5 เซนเซอร์วัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และอุณหภูมิ
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปรากฏการณ์ Temperature inversion

ปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผัน (Temperature Inversion) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตรงกันข้ามกับเหตุการณ์ของอุณหภูมิปกติในชั้นบรรยากาศ ซึ่งโดยปกติ อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศจะลดลงตามประมาณ 6.4 องศาเซลเซียสในทุกๆ ความสูง 1,000 เมตร สภาวะของปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผันทำให้ควันและฝุ่นละอองต่างๆ ลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ แต่ช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิเหนือพื้นดินจะมีความเย็นกว่าอากาศข้างบน เนื่องจากการคายความร้อนของพื้นผิวโลก จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผันขึ้น สำหรับในพื้นที่ย่านอุตสาหกรรมและเมืองใหญ่ๆ ที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ควันจะไม่สามารถลอยขึ้นไปในชั้นบรรยากาศได้ เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศโดยรอบมีค่าสูงกว่า เรียกว่า แนวผกผัน (Inversion Layer) ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาตอนเช้าและหัวค่ำของฤดูหนาว โดยเฉพาะคืนที่ไม่มีลมและท้องฟ้าปลอดโปร่ง

ลิขสิทธิ์ : งานวิจัยของ นเรศวร
Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาพ 2.1 ภาพจำลองการเกิดความร้อนผกผันแบบปิด ที่ส่งผลกระทบต่อหลายพื้นที่ในประเทศไทย
เมื่อเดือนมกราคม 2562 อ้างอิง National Geographic Thailand

2.2 ฝุ่นละอองขนาดเล็กขนาดเล็ไม่เกิน 2.5 และ 10

PM 10 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การบด การม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ

PM 2.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมาก เป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบมีอาการหอบหืด

2.3 อนุภาคแขวนลอย

อนุภาคแขวนลอยในอากาศ (Suspended particulate matters : SPM) อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ มีทั้งที่เข้ามาอยู่ในรูปของแข็งเรียกว่า ฝุ่น เช่น ฝุ่นละอองจากหิน ดิน ทรายฝุ่นละอองของเก้าอี้ ถ่าน เขม่าควันจากท่อไอเสียของรถ ฝุ่นร้าย เป็นต้น และอนุภาคของของเหลวในรูปละอองไอน้ำในอากาศ เช่น ละอองไอน้ำของสารกำจัดศัตรูพืช ไอกรดหรือละอองไอน้ำของสารเคมีต่างๆ เป็นต้น

2.4 พื้นที่ศึกษาและตรวจวัด

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร โดยพื้นที่ประมาณ 2,159,838 ตารางเมตร โดยจุดวัดตั้งอยู่ที่บริเวณอาคารอเนกประสงค์(โดม)

2.5 เซนเซอร์

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จะใช้เซนเซอร์ที่จะกล่าวถึงนี้เป็นเครื่องมือที่จะใช้ในการวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอน โดยมีองค์ประกอบที่ต้องใช้ดังนี้

2.5.1 PMS5003 PM SENSOR

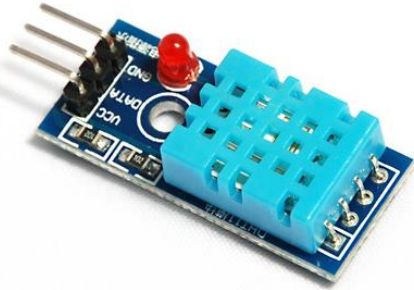
เป็นชุด SENSOR ใช้สำหรับตรวจจับอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็ก ให้ผลการวัดเป็นค่าโดยตรงออกมาเลย ไม่ต้องนำไปคำนวณใดๆ อีก โดยค่าที่ได้ส่งออกทาง PORT RS232 (TTL 3.3V) โดยใช้หลักการของการส่งแสง LASER ฉายส่องกับ อนุภาคในอากาศที่ลอยอยู่ โดยใช้พัดลมขนาดเล็ก ดูดอากาศเข้ามา PMS5003 สามารถวัดค่าอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ ตั้งแต่ PM1.0, PM2.5 และ PM10 ได้ในชุดเดียวกัน



ภาพ 2.2 PMS5003 PM SENSOR

2.5.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (DHT11)

DHT11 เป็นเซนเซอร์ วัดอุณหภูมิและความชื้น 2 อย่างในตัวเดียว เหมาะสำหรับวัดความชื้นระดับ 20-80% โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน 5% เหมาะสำหรับวัดอุณหภูมิ 0-50 °C โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ± 2 °C



ภาพ 2.3 DHT11

2.5.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ประกอบไปด้วย ESP8266 (ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้) พร้อมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น พอร์ต micro USB สำหรับจ่ายไฟ/อัปโหลดโปรแกรม, ชิพสำหรับอัปโหลดโปรแกรมผ่านสาย USB, ชิพแปลงแรงดันไฟฟ้า และขาสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก



ภาพ 2.4 NodeMCU ESP8266

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

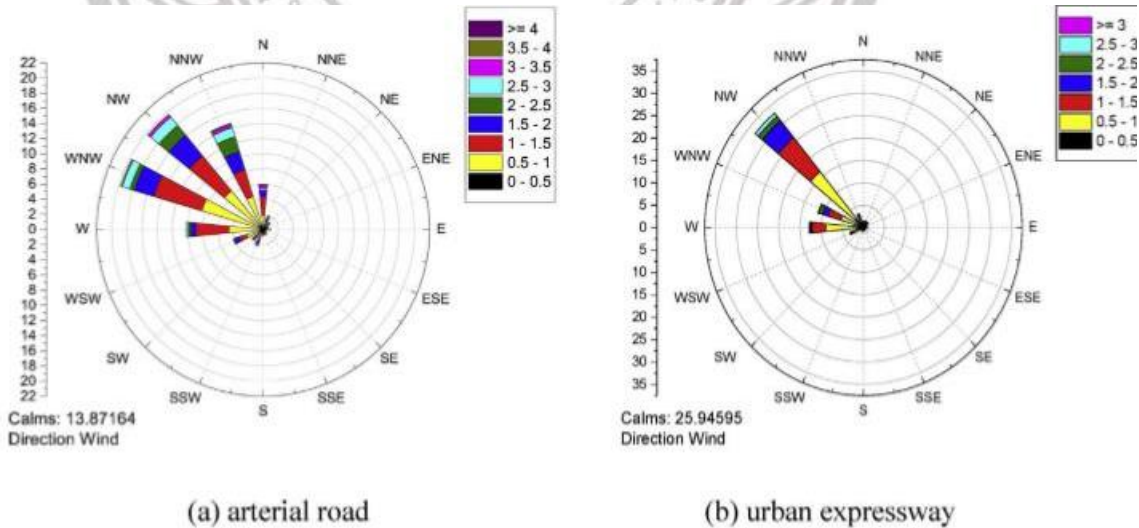
Investigating traffic-related PM exposure on and under pedestrian bridges: A case study in Xi'an, China ของ Zhaowen Qiu, Jianhua Song, Caihong Hao, Xiaoxia Lia, H.Oliver Gao โดยทำการวิจัยเกี่ยวกับการวัดระดับความเข้มข้นและปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นล่องที่แตกต่างกันไปตามสะพานข้ามบนทางพิเศษในเมืองเมื่อเปรียบเทียบกับสะพานข้ามบนถนนสายหลัก การกระจายประเภท PM (PM10, PM2.5 และ PM1.0) และปริมาณสะสมในระบบทางเดินหายใจ (RDD) บนสะพานข้ามลอย โดยตั้งจุดวัดไว้ 2 สถานที่ คือ สะพานข้ามทางด่วนและสะพานข้ามถนนสายหลักภายในเมือง



ภาพ 2.5 พื้นที่การศึกษาของงานวิจัย Investigating traffic-related PM exposure on and under pedestrian bridges: A case study in Xi'an, China อ้างอิง งานวิจัยของ Zhaowen Qiu

สะพานคนเดินถนนมีขนาดเล็กและและมีจำนวนผู้ใช้จำนวนมาก สะพานคนเดินทั้งสองมีความสูงประมาณ 4.5 เมตรและอยู่ห่างจากป้ายรถเมล์ประมาณ 50 เมตร คนเดินถนนจำนวนมากที่ข้ามสะพานข้ามถนนไปถึงป้ายรถประจำทาง แม้จะมีผู้ใช้ขนส่งสาธารณะเป็นจำนวนมาก แต่ในซีอานก็มีการเพิ่มจำนวนของยานพาหนะมากขึ้นและตอนนี้มียานยนต์จดทะเบียน 2 ล้านคันในเมือง ส่วนใหญ่รถยนต์นั่งส่วนบุคคลพร้อมด้วยรถโดยสารและแท็กซี่ขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิงเบนซินหรือ CNG ถนนทุกสายประสบปัญหาความแออัดในช่วงเวลาเช้าและเย็นซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มียานพาหนะมากที่สุดทำให้เพิ่มการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศ เพื่อที่จะตรวจสอบว่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของอนุภาคที่หยาบและละเอียดบนสะพานลอยได้ทำการวัดสำหรับถนนทั้งสองแบบ (ถนนสายหลักและทางด่วนในเมือง) ในแต่ละจุดจะมีการใช้เครื่องมือทดลองสองชุดพร้อมกัน เครื่องมือหนึ่งถูกวางไว้ตรงกลางสะพาน และอีกอันวางอยู่บนไหล่ถนน

ด้านหน้าของสะพาน ตำแหน่งการสู่มตัวอย่างของเครื่องมือทั้งสองมีความคล้ายคลึงกันในทั้งสองสะพาน สถานที่เก็บตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น (i) บนสะพานข้ามถนนสายหลัก (OBAR) (ii) ใต้สะพานข้ามถนนสายหลัก (UBAR) (iii) บนสะพานเหนือทางด่วนในเมือง (OBUE) และ (iv) ใต้สะพานข้ามทางด่วนในเมือง (UBUD) การวัดได้ถูกนำมาใช้ในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนและจำแนกชนิดของยานพาหนะ โดยมีเครื่องมือที่เก็บข้อมูลคือ เครื่องวิเคราะห์ขนาดฝุ่น / เครื่องตรวจจับฝุ่นแบบพกพารุ่น Grimm-1.109 ถูกนำมาใช้ในการวัดอนุภาคอย่างต่อเนื่อง โดยเครื่องสามารถรายงานได้ในหนึ่งในสองโหมดพื้นฐาน: อนุภาคนับเป็นอนุภาค / ลิตรหรือเป็นความเข้มข้นของมวล (PM10, PM2.5 และ PM1.0) ในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เครื่องมือนี้ใช้เทคโนโลยีการกระเจิงของแสงสำหรับการนับอนุภาคเดี่ยวซึ่งเลเซอร์เซมิคอนดักเตอร์ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดแสง เครื่องมือถูกนำไปใช้ในสะพานลอยเพื่อวัดปริมาณอนุภาคความเข้มข้นของ PM10, PM2.5 และ PM1.0 ที่อัตราการสู่มตัวอย่าง 6s เครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองมีอายุการใช้งานและมีการใช้งานอย่างประสบความสำเร็จในการศึกษา ในด้านการเก็บข้อมูลทำการวัดในสี่วันในช่วงเช้าและเย็นในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม 2017 ได้จุดข้อมูล PMD ที่แก้ไขแล้ว 14,400 จุดถูกรวบรวมที่มีความถี่ 6s ระหว่างการวัดรวม 24 ชั่วโมงที่สะพานทั้งสองแห่ง



ภาพ 2.6 กราฟการกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กกับกระแสลม

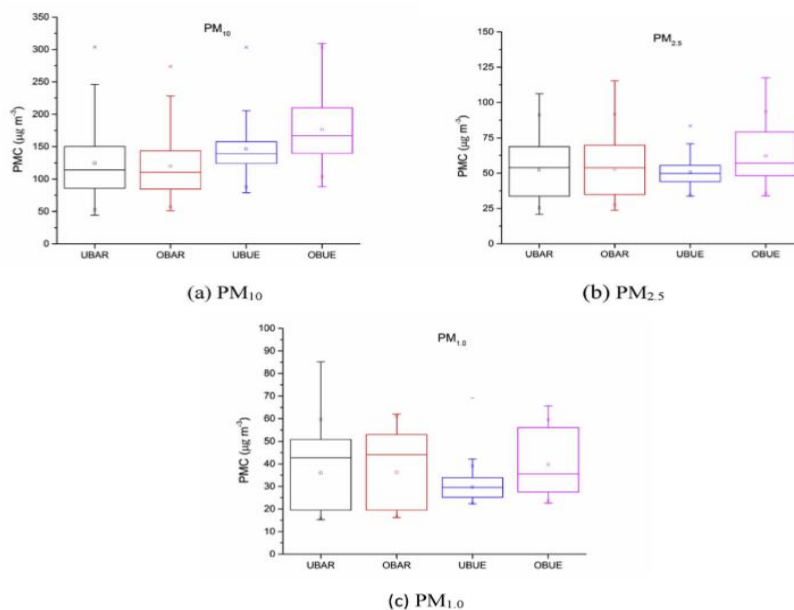
อ้างอิง จากงานวิจัย Investigating traffic-related PM exposure on and under pedestrian bridges: A case study in Xi'an, China

แผนภาพหลายของทิศทางลม สำหรับการวัดที่สะพานทั้งสองแห่งแสดง ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา (เช่น ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์) ในการตรวจวัดทั้งหมดใช้เครื่อง Kestrel 4500 Pocket Weather Tracker ตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์พร้อมกันเพื่อให้แน่ใจว่า จอภาพ PM ทั้งหมดทำงานในช่วงของสภาพแวดล้อมที่ต้องการ ตลอดระยะเวลาการศึกษาของเราอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 12.5 °C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 30.1% ความสูงของเครื่องมือทดลองบนสะพานลอย ประมาณ 1.5 เมตร – โดยประมาณความสูงของการหายใจของคนเดินเท้าส่วนใหญ่ ความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ยรายชั่วโมงที่สถานีตรวจสอบมลพิษอากาศในระดับภูมิภาค (สถานี Xiaozhai) ถูกบันทึกเป็นความเข้มข้นของพื้นหลัง PM_{2.5} แม้ว่าเราจะใช้เครื่องมือชนิดเดียวกันที่จุดสัมผัสตัวอย่างทั้งสอง แต่ข้อมูลที่วัดได้จากเครื่องมือสองชนิดนั้นมักจะค่อนข้างแตกต่างกันเนื่องจากการวัดในวันที่สอบเทียบและในคุณลักษณะของเครื่องมือแต่ละตัว เพื่อให้มั่นใจถึงความสามารถในการเปรียบเทียบของเครื่องมือทดลองทั้งสองนั้นได้ ทำการทดลองอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือสองชนิดที่ตำแหน่งทดสอบเดียวกัน ผลการวัดค่าเฉลี่ยที่ตำแหน่งเดียวกันพบว่าความเข้มข้นของ PM₁₀, PM_{2.5} และ PM_{1.0} ด้วยเครื่องมือ 69 (หมายเลข: 69) เท่ากับ 4.4%, 2.2% และ 3.2% สูงกว่าที่วัดได้ ด้วยเครื่องมือ 68 (หมายเลข: 68) ดังนั้นจึงนำข้อมูลที่วัดได้ด้วยเครื่องมือ 68 เป็นข้อมูลมาตรฐานและดำเนินการคุณค่าสหสัมพันธ์ (1.044, 1.022, 1.032 สำหรับ PM₁₀, PM_{2.5} และ PM_{1.0} ตามลำดับ) เพื่อประมวลผลข้อมูลที่เราได้ทั้งหมดที่ผิดปกติบางอย่าง (เช่นเมื่อคนเดินเท้าที่ผ่านพื้นที่สูบบุหรี่) ขั้นตอนเหล่านี้ทำให้มั่นใจได้ว่าการเปรียบเทียบข้อมูลโดยการลดความไม่สอดคล้องกันของข้อมูลการสังเกตที่เกิดขึ้นจริงระหว่างเครื่องมือการทดลองทั้งสอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

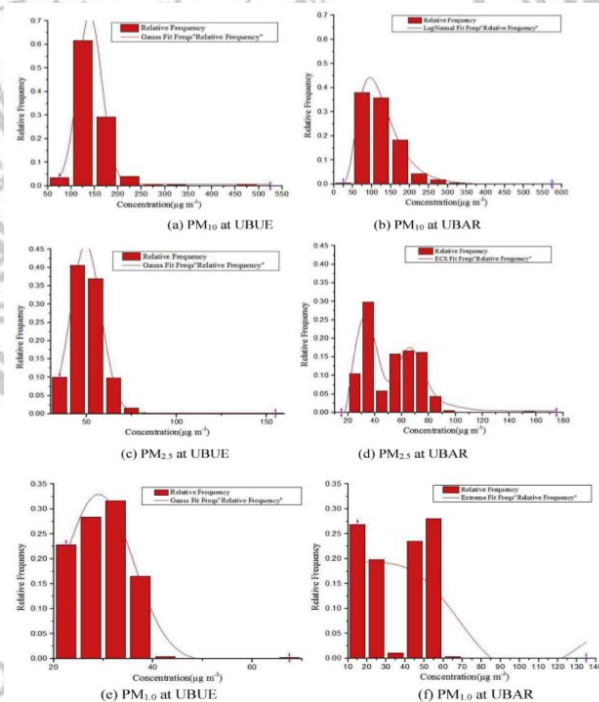
All rights reserved



ภาพ 2.7 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบสำหรับ PMCs บนและใต้สะพานข้ามในถนนแต่ละประเภท อ้างอิง จากงานวิจัย Investigating traffic-related PM exposure on and under pedestrian bridges: A case study in Xi'an, China

ผลที่ได้คือบนทางด่วนในเมืองความเร็วในการสัญจรและการทำงานในเครื่องยนต์ของยานพาหนะจะสูงขึ้นและการกระจายจะยิ่งใหญ่กว่าบนถนนสายหลัก บนทางพิเศษความเข้มข้นต่อสะพานเฉลี่ยของ PM₁₀ ($176.39 \pm 46.82 \mu\text{g/m}^3$) สูงกว่าค่าที่อยู่ใต้สะพาน ($153.15 \pm 43.74 \mu\text{g/m}^3$) ในขณะที่แนวโน้มตรงกันข้ามต่อ PM₁₀ บนถนนสายหลัก แสดงให้เห็นว่าการกระจายของอนุภาคหยาบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเร็วลมที่สูงขึ้น PM₁₀ มีขนาดอนุภาคค่อนข้างใหญ่ – จึงมีแรงต้านต่อแรงโน้มถ่วงและมีความเฉื่อยต่อทิศทางลมโดยรอบและตำแหน่งอาคาร สำหรับถนนสายหลักความเข้มข้นของอนุภาคหยาบจะสูงกว่าที่จุดใต้สะพานข้ามถนนเมื่อเทียบกับบนสะพาน ความแปรปรวนนี้เกิดจากความแตกต่างของเครื่องยนต์ที่ อนุภาคหยาบตกลงลงบนพื้นผิว โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด่วนในเมืองควรสูงกว่าที่อยู่ใต้สะพานและมลพิษทางพื้นหลังของเมืองในระดับความเข้มข้น PM และ ใต้สะพานคนเดินควรเป็นแบบเดียวกัน ดังนั้นความแตกต่างของเครื่องยนต์จะเป็นตัวนำในกระบวนการแยกอนุภาคบนทางด่วนสูงสำหรับอนุภาคละเอียด แนวโน้มของถนนสายหลักยังคงไม่สอดคล้องกับที่อยู่บนทางด่วนในเมือง ความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ยที่ OBUE สูงกว่าที่ UBUE (62.15 และ 51.87) อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของ PM_{2.5} ($52.64 \mu\text{g/m}^3$) ที่ OBAR เกือบจะเหมือนกับ ($53.13 \mu\text{g/m}^3$) ที่ UBAR ความคล้ายคลึงกันนี้สามารถนำมาประกอบเป็นหลักได้ทั้งสองอย่างความแตกต่างของเครื่องยนต์และอื่น ๆ อีกมากมายที่ถนนเกาะ

กลางทำให้เกิดอนุภาคหยาบและละเอียด ที่ผสมกันในระดับความสูงที่กำหนด สำหรับอนุภาคละเอียด (PM_{2.5}) และอนุภาคละเอียด (PM_{1.0}) ความเข้มข้นของ PMC ทั้งเหนือและใต้สะพานคนเดินเท้ายังคงอยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกับที่ระดับพื้นดิน ค่ามัธยฐานของค่าพบว่าเป็นไปตามแนวโน้มที่คล้ายกันค่าเฉลี่ยสำหรับ PM₁₀, PM_{2.5} และ PM_{1.0} สำหรับทั้งสองประเภทถนน ค่ามัธยฐานของ PM₁₀, PM_{2.5} และ PM_{1.0} บนสะพานข้ามทางพิเศษในเขตเมืองมีค่าสูงกว่า 14.6%, 12.3% และ 16.6% ตามลำดับเมื่อเทียบกับความเข้มข้นใต้สะพานข้าม ค่าความเข้มข้น PM₁₀ เฉลี่ยบนสะพานข้ามถนนสายหลักนั้นพบว่าต่ำกว่าความเข้มข้น 6% ใต้สะพานข้ามในสถานที่นั้น นอกจากนี้เรายังวิเคราะห์เศษส่วนของอนุภาคหยาบ (PM_{2.5-10}) และอนุภาค ี ne (PM_{1.0-2.5} และ PM_{1.0}) บนสะพานข้ามถนนสองประเภท เห็นได้ชัดว่าสัดส่วน PM_{2.5-10} บนสะพานที่ทางด่วนในเมืองนั้นสูงกว่าในถนนสายหลัก (0.63 และ 0.57) รูปที่ 6 ยังแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนสัมพัทธ์ของ PM_{2.5-10}, PM_{1.0-2.5} และ PM_{1.0} นั้นโดยพื้นฐานแล้วจะเหมือนกันทั้งบนและใต้สะพาน เช่นเดียวกับที่ริมถนนมลพิษของอนุภาคบนสะพานลอยไม่สามารถมองข้ามได้



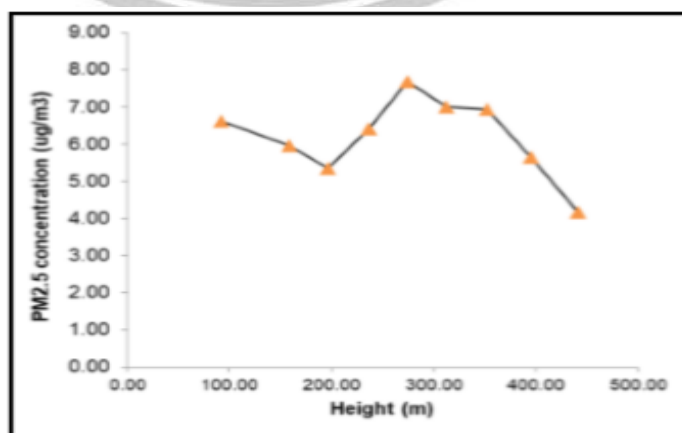
ภาพ 2.8 กราฟความถี่ที่แสดงช่วง PMCs และโอกาสที่สอดคล้องกัน อ้างอิง จากงานวิจัย Investigating traffic-related PM exposure on and under pedestrian bridges: A case study in Xi'an, China

กราฟความถี่ที่แสดงช่วง PMCs และโอกาสที่สอดคล้องกัน (เช่นความถี่ที่เกิดขึ้น) อาจเป็นตัวแทนของการได้รับสัมผัสมากกว่า PMC เฉลี่ยหรือมัธยฐาน (Jia et al., 2008) โดยแสดงการแจกแจง "ที่ดีที่สุด" ในข้อมูล PMC ทั้งหมดสำหรับช่วงเวลาเฉลี่ย 30 วินาที บริเวณใต้สะพานข้ามถนนและถนนสายหลัก กราฟแสดงความถี่พบว่า PM10 เฉลี่ย 30 วินาที และบนสะพานข้ามพบว่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 176 และ $146\mu\text{gm} - 3$ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันค่าเฉลี่ย 30s สำหรับ PM2.5 คือ 62 และ $51\mu\text{gm} - 3$ และสำหรับ PM1.0, 36 และ $30\mu\text{gm} - 3$ ตามลำดับสำหรับทางด่วนในเมือง ถึงแม้ว่าจะไม่มีมาตรฐานคุณภาพอากาศดังกล่าวสำหรับความเข้มข้น PM เฉลี่ย 30s แต่ผลลัพธ์สำหรับการแก้ปัญหาแบบ spatiotemporal ที่สูงเหล่านี้มีประโยชน์สำหรับการประเมินสภาพการจราจร การกระจายแบบเกาส์ "ดีที่สุด" จะไม่ใช่ PMC เฉลี่ย 30s สำหรับ PM10 บนและใต้สะพานข้ามทางด่วนในเมือง และการใช้สถิติการกระจายแบบ LogNormal พบว่าได้ผลดีที่สุด ในชั้น PMCs สำหรับ PM10 บนและใต้สะพานสำหรับถนนสายหลัก สำหรับ PM2.5 บนสะพานข้ามโดยไม่คำนึงถึงสถานที่พบว่าการแจกแจงแบบ LogNormal เป็นการกระจายแบบ "ดีที่สุด" อย่างไรก็ตามการแจกแจง PM2.5 ที่ใต้สะพานข้ามทางพิเศษในเมืองและบนถนนสายหลักนั้นมีการแจกแจงแบบ: Gaussian กับการแจกแจงของ ECS ข้อมูลนี้ - การกระจายข้อมูลเชิงสถิติไปยังข้อมูล PMC ที่สะพานข้ามประเภทต่าง ๆ จะเป็นประโยชน์ในการออกแบบกลยุทธ์การบรรเทา อัตรา RDD โดยประมาณบนสะพานข้ามไม่ปรากฏในเอกสารเพื่อเปรียบเทียบโดยตรงกับผลลัพธ์ ดังนั้นจึงแปลง PMCs เป็นอัตรา RDD จากการศึกษาบางส่วนที่ทำให้ข้อมูล PMC พร้อมใช้งานรายงานการวิจัย ตัวอย่างเช่น RDDantes เฉลี่ยถูกประเมิน เท่ากับ $80\mu\text{gh} - 1.7\mu\text{gh} - 1$ และ $3\mu\text{gh} - 1$ สำหรับ PM10, PM2.5 และ PM1.0 ตามลำดับที่ TIs ที่ศึกษาใน Guildford (Surrey, U.K.) อัตรา RDD บนถนน โดยเฉลี่ยสำหรับ PM10 ($80\mu\text{gh} - 1$), PM2.5 ($7\mu\text{gh} - 1$) และ PM1.0 ($3\mu\text{gh} - 1$) ในช่วงระยะเวลาหนึ่งที่ TIs พบว่าประมาณ 55%, 5%, และสูงขึ้น 17% ตามลำดับมากกว่าช่วงเวลาที่เหลือของช่วงรัน ใน การศึกษานั้นค่าเฉลี่ยของ PMC มีความคล้ายคลึงกันระหว่าง TIs ของพวกเขาและสะพานคนเดินเท้าของเรา แต่ขนาดของ PMCs นั้นแตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่นความแตกต่างใน PM2.5 (41%) ที่พบที่สะพานคนเดินเท้าของเรานั้นมีความหมายอย่างมากจาก 5% ที่สังเกตได้จากการศึกษาของพวกเขา ข้อสังเกตเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของ PM2.5 และ PM1.0 ในสะพานคนเดินเท้าของเรานั้นมีการเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนโดยเพิ่มขึ้นในระดับความเข้มข้นของ PM10 แม้ว่าพวกเขาจะไม่มีความสามารถในการเปรียบเทียบได้เนื่องจากที่ตั้งวิธีการและเงื่อนไขอื่น ๆ ของการวัดนั้นแตกต่างกันไป แต่การเปรียบเทียบนี้แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลง RDD เชิงพื้นที่ในซีอาน (มณฑลส่านซีประเทศจีน) นั้นสูงกว่าใน Guildford

(Surrey, U.K.) ในกรณีศึกษา ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่จุดวัดบนสะพานเฉลี่ยของ PM10 ($176.39 \pm 46.82 \mu\text{g m}^3$) สูงกว่าค่าใต้สะพาน ($153.15 \pm 43.74 \mu\text{g m}^3$) เหนือทางด่วนตรงข้ามแนวโน้มที่พบบนถนนสายหลัก PM1.0 ความเข้มข้นเฉลี่ยบนสะพานอยู่ที่ 1.29 เท่าของใต้สะพานเหนือทางด่วนในเมืองซึ่งแสดงถึงความแตกต่างที่มากที่สุดระหว่างค่าที่อยู่บนและใต้สะพาน สำหรับ PM2.5 ความเข้มข้นเฉลี่ยที่ OBUE สูงกว่าที่ UBUE อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของ PM2.5 ที่ OBAR นั้นใกล้เคียงกับของ UBAR สำหรับอนุภาคละเอียด (PM2.5) และอนุภาคละเอียด (PM1.0) PMCs เหนือสะพานคนเดินเท้าที่ UBAR ยังคงอยู่ในระดับร้ายแรงเช่นเดียวกับบนพื้นดิน ความแปรปรวนชั่วคราวใน PMCs บนสะพานคนเดินเท้าแสดงให้เห็นว่าความเร็วลมและทิศทางเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ PM มีความแตกต่างกันในบนสะพานช่วงโมงเร่งด่วนตอนเช้าและตอนเย็น อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของพื้นหลัง PM นั้นมีอิทธิพลเหนือแนวโน้มโดยย้อนกลับทิศทางลม ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของเครื่องยนต์ที่เกิดจากยานพาหนะมีบทบาทในกระบวนการแยกอนุภาคโดยเฉพาะอย่างยิ่งบนทางด่วนที่สูง ในขณะที่เดียวกันไม่ควรละเลยความเข้มข้น PM มันประกอบขึ้นจากการมีส่วนร่วมของความเข้มข้นของ PM ในสภาพแวดล้อมขนาดเล็กภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีมลภาวะหนัก กราฟความถี่ถูกสร้างขึ้นและแสดง ความเข้มข้นของ PM บนสะพานคนเดินเท้าและสำหรับการแจกแจง "ดีที่สุด" บนข้อมูล PMC ทั้งหมด การกระจายแบบเกาส์ "ดีที่สุด" PM ไม่ใช่ PMC เฉลี่ย 30s สำหรับ PM10 บนและใต้สะพานคนเดินข้ามทางด่วนในเมืองและการกระจาย LogNormal "ดีที่สุด" PMCs สำหรับ PM10 บนสะพาน เราทำการวัด PMC ที่ขนาด $0.25-10 \mu\text{m}$ บนสะพานข้ามสองแห่งบนถนนสองสายในซีอานประเทศจีน การเปลี่ยนแปลงใน PMCs ถูกพบความแปรปรวนของ PMCs ถูกนำเสนอสำหรับถนนสายหลักและทางด่วนในเมือง สำหรับ PM2.5 และ PM1.0 บนสะพานข้ามหากไม่ระบุตำแหน่ง พบว่าการแจกแจงแบบ LogNormal และ Sine เป็นการแจกแจงแบบ "ดีที่สุด" ตามลำดับ การกระจายทางสถิติไม่เหมาะสมกับข้อมูล PMC ที่สะพานข้ามประเภทต่าง ๆ แต่จะมีประโยชน์ในการประเมินสภาพการจราจร การศึกษาครั้งนี้นำเสนอข้อมูล การสัมผัสที่เกี่ยวข้องกับสะพานข้ามและฟังก์ชันความน่าจะเป็นกับข้อมูล PMC เฉลี่ย มีการดำเนินการตรวจวัดบนสะพานข้ามสองแห่ง โดยทำการวัดเพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจถึงความสูงและที่ตั้งของสะพานข้ามเมื่อสัมผัสกับ PMC นอกจากนี้การวัดรอบสะพานคนเดินเท้าที่มีลักษณะของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันก็มีค่าเช่นกัน เพื่อเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับขอบเขตของการสัมผัส PMC และความเป็นไปได้ของสภาพแวดล้อมโดยรอบ งานนี้ยังมีการทำแบบสอบถามจำนวนหนึ่งสำหรับการวิจัยเพิ่มเติมเช่นความหลากหลายของสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นโดยรอบและความสูงของสะพานข้าม ในท้ายที่สุดมันจะเป็นประโยชน์ในการสร้าง

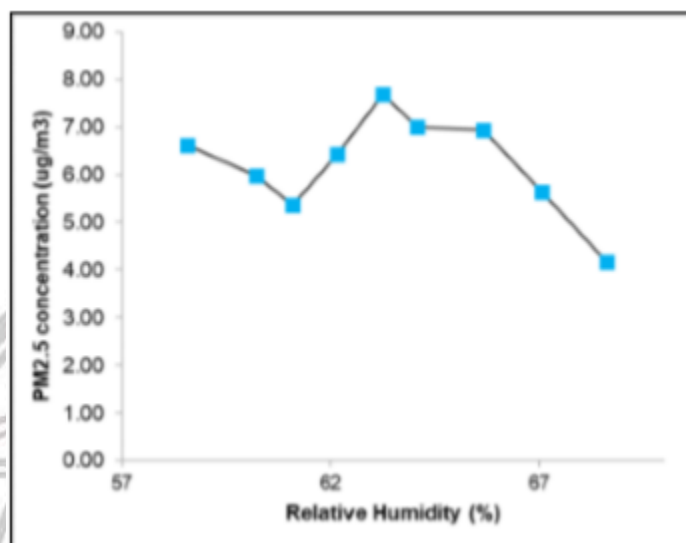
ฐานข้อมูลและพัฒนาแบบจำลองการกระจายพารามิเตอร์ตามฟังก์ชันความน่าจะเป็นเพื่อทำนาย PMCs บนสะพานข้าม และอัตรา RDD ถูกประเมินสำหรับสะพานสองแห่งนี้ ฟังก์ชันความน่าจะเป็น “ ที่ดีที่สุด” สำหรับ PMC นั้นขึ้นอยู่กับ การแจกแจงแบบกระจาย

Estimation of Pm 2.5 Vertical Distribution Using Customized UAV And Mobile Sensors in Brgy. Up Campus, Diliman, Quezon City ของ J. B. Babaan และคณะปี 2018 ได้จัดทำวิจัยเกี่ยวกับการตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 และ 10 ไมครอนในแนวดิ่งโดยใช้ UAV โดยวิจัยเล่มนี้ยังแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวในแนวดิ่งของความเข้มข้นของ PM และความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายในแนวดิ่งของ PM2.5 และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ระดับความสูง 500 เมตรในเที่ยวบินเดียวใน UP Diliman, เมืองเกซอน การวัดและการทำแผนที่ของการกระจายตัวในแนวดิ่งของความเข้มข้นของอนุภาค (PM) 2.5 นั้นแสดงให้เห็นในงานวิจัยนี้โดยใช้เซ็นเซอร์คุณภาพอากาศ ครอบคลุมพื้นที่ที่มีรัศมี 80 เมตรตามเส้นทางทรงกระบอกที่มีช่วงเวลา 40 เมตรในแนวดิ่ง ค่าความเข้มข้น PM2.5 ถูกวิเคราะห์เทียบกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา รวมถึงความเร็วอากาศ ความดัน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าโดยทั่วไปความเข้มข้นของ PM2.5 จะลดลงเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น ยกเว้นในช่วง 200-280 เมตรเหนือช่วงความสูงของพื้นดิน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของสภาพบรรยากาศ ในเวลาที่มีเที่ยวบิน จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการถดถอยสถิติ แสดงว่าความเข้มข้นของ PM2.5 มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิและความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม เมื่อความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมเพิ่มขึ้น PM2.5 จะลดลง ในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น PM2.5 ก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน



ภาพ 2.9 กราฟความเข้มข้นของ PM2.5 เปลี่ยนแปลงไปเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น อ้างอิง งานวิจัย

Estimation of Pm 2.5 Vertical Distribution Using Customized UAV And Mobile Sensors in Brgy. Up Campus, Diliman, Quezon City



ภาพ 2.10 กราฟการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ PM2.5 กับการเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ (%) งานวิจัย Estimation of Pm 2.5 Vertical Distribution Using Customized UAV And Mobile Sensors in Brgy. Up Campus, Diliman, Quezon City

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการศึกษางานวิจัยผู้วิจัยได้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และการเก็บรวบรวมข้อมูล ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอน พื้นที่ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบล ท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัด พิษณุโลก มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 10 ขั้นตอนดังนี้ ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอโครงร่างงานวิจัย วางแผนการเก็บข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวม สรุปผลการวิจัย จัดทำรูปเล่มวิจัย นำเสนอผลงานวิจัย และส่งเล่มวิจัย มีการดำเนินการตั้งแต่เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561 จนถึง ตุลาคม พ.ศ. 2562 เป็นระยะเวลาทั้งหมด 11 เดือน

ตาราง 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการวิจัย	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
	61	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
คิดโครงร่างและตั้ง ปัญหาวิจัย	←→										
พัฒนาโครงร่างวิจัยกับ อาจารย์ที่ปรึกษา	←→										
กำหนดขอบเขตงานวิจัย		←→									
ทบทวนวรรณกรรม		←→									
ส่งโครงร่างงานวิจัย					←→						
เก็บรวบรวมข้อมูล					←→						
ดำเนินการวิเคราะห์ ข้อมูล							←→				
สรุปและอภิปรายผล									←→		
ส่งโครงร่างงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์											←→
ส่งเล่มวิจัย											←→

3.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ

3.2.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ

Regression analysis การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปร วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์การถดถอยคือ เราต้องการประมาณค่าของตัวแปรตัวหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable) นิยมเขียนแทนด้วย Y โดยอาศัยความรู้จากตัวแปรอื่น ซึ่งเรียกว่า ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) นิยมเขียนแทนด้วย X หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า เราใช้ความรู้หรือสารสนเทศจาก X เป็นเกณฑ์ในการประมาณ Y ถ้าใช้ตัวแปร X เพียงตัวแปรเดียวในการประมาณ Y และความสัมพันธ์ของ Y และ X เป็นเชิงเส้นตรง เราเรียกว่า การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression)

3.3 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน

3.3.2 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

3.3.3 อุณหภูมิ

3.3.4 ความชื้นสัมพัทธ์

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1) เซนเซอร์วัดปริมาณฝุ่น PMS5003 PM SENSOR

2) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ DHT11 SENSOR

3) NodeMCU ESP8266 สำหรับการรับและส่งข้อมูล

4) โทรศัพท์มือถือสำหรับรับข้อมูลปริมาณฝุ่น และอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

1) โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2) โปรแกรม Microsoft Excel

3.5 การเตรียมข้อมูล

3.5.1 ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ศึกษา

3.5.2 นำชุดคำสั่ง Arduino เข้าตัวเซนเซอร์เพื่อเตรียมเก็บข้อมูล

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะตั้งจุดเก็บข้อมูล 1 จุดคือ บริเวณอาคารเอนกประสงค์(โดม) โดยจะเก็บเป็นเวลา 3 ช่วงคือช่วงเช้า กลางวัน และเย็นเป็นเวลา 2 วัน โดยจะตรวจสอบปริมาณอนุภาค PM 10 และ PM 2.5 และจะใช้เซนเซอร์ทั้งหมด 2 ตัว ตัวที่หนึ่ง จะติดตั้งในระดับ 2 เมตร ตัวที่สอง จะติดตั้งในระดับ 4 เมตร เพื่อวัดระดับความแตกต่างของ PM ในแนวดิ่ง

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 รับข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอน จาก Line Notify จากนั้นนำข้อมูลเข้าไปในโปรแกรม Microsoft Excel

3.7.2 ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กันระหว่าง ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน และ 10 ไมครอน กับอุณหภูมิด้วยการ Regression ในโปรแกรม Microsoft Excel

3.7.3 ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กันระหว่าง ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน และ 10 ไมครอน กับความชื้นสัมพัทธ์ด้วยการ Regression ในโปรแกรม Microsoft Excel

3.7.4 ทำการวิเคราะห์การกระจายตัวของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน และ 10 ไมครอน ในระยะความสูงที่ 2 เมตร และ 4 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 4 ผลการวิจัย

จากการเก็บค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอน โดยมีจุดวัดที่ อาคารเอนกประสงค์(โตม) มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยเก็บทั้งหมด 3 ช่วงเวลาคือ ช่วงเช้า บ่าย และช่วงเย็น ใน 2 ช่วงระดับคือ 2 เมตร ตามตาราง 4.1 ถึง ตาราง 4.3 และ 4 เมตร ตามตาราง 4.4 ถึง 4.6

ตาราง 4.1 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงเช้าระยะความสูงที่ 2 เมตร

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
07.30 น	27	25	28	73
07.35 น.	28	29	28	73
07.40 น.	27	28	28	73
07.45 น.	29	27	27	73
07.50 น.	30	31	28	73
07.55 น.	28	29	28	72
08.00 น.	29	27	28	73
08.05 น.	29	27	28	73
08.10 น.	28	25	27	73
08.15 น.	27	25	28	73
08.20 น.	29	27	28	72
08.25 น.	30	28	28	73
08.30 น.	27	25	28	72
07.30 น	40	39	24	85
07.35 น.	41	38	24	85
07.40 น.	40	39	24	85
07.45 น.	41	39	24	86

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
07.50 น.	42	38	25	85
07.55 น.	40	39	25	85
08.00 น.	41	40	24	85
08.05 น.	41	38	25	85
08.10 น.	41	39	25	86
08.15 น.	42	37	25	87
08.20 น.	43	39	25	86
08.25 น.	41	38	26	86
08.30 น.	40	40	26	86

จากตาราง 4.1 พบว่าช่วงเช้าในเวลา 07.30-08.30 น. ในระดับ 2 เมตรมีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน สูงที่สุดคือ $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $34.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน สูงที่สุดคือ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $32.92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 28°C ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 26.31°C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 87% ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 79.15%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ตาราง 4.2 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงบ่ายระยะความสูงที่ 2 เมตร

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g./m}^3$)	PM10($\mu\text{g./m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
12.10 น.	25	25	40	54
12.15 น.	26	29	40	54
12.20 น.	27	28	40	48
12.25 น.	50	27	40	53
12.30 น.	55	31	40	52
12.35 น.	58	29	40	52
12.40 น.	80	27	40	54
12.45 น.	95	27	40	53
12.50 น.	100	25	39	52
12.55 น.	117	25	39	54
13.00 น.	127	27	38	54
13.05 น.	200	28	38	54
13.10 น.	208	25	38	54
12.10 น.	36	38	32	63
12.15 น.	36	38	32	63
12.20 น.	36	38	32	63
12.25 น.	35	37	32	63
12.30 น.	36	37	33	63
12.35 น.	35	37	32	63
12.40 น.	36	38	32	64
12.45 น.	37	38	32	63
12.50 น.	37	38	32	63
12.55 น.	37	37	33	62
13.00 น.	36	37	33	63
13.05 น.	36	38	32	63

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
13.10 น.	36	38	33	63

จากตาราง 4.2 พบว่าช่วงบ่ายในเวลา 12.10-13.10 น. ในระดับ 2 เมตรมีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน สูงที่สุดคือ $208 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $62.96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน สูงที่สุดคือ $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $32.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 40°C ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 35.38°C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 64% ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 57.96%

ตาราง 4.3 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงเย็นระยะความสูงที่ 2 เมตร

เวลา	PM 2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
18.30 น.	38	26	32	65
18.35 น.	39	20	33	63
18.40 น.	39	41	33	63
18.45 น.	42	48	34	62
18.50 น.	42	47	34	62
18.55 น.	30	33	33	63
19.00 น.	32	34	33	62
19.05 น.	29	30	33	63
19.10 น.	26	30	33	64
19.15 น.	28	34	33	63
19.20 น.	27	28	33	63
19.25 น.	25	32	33	62
19.30 น.	29	32	33	62
18.30 น.	38	32	27	62

เวลา	PM 2.5($\mu\text{g./m}^3$)	PM10($\mu\text{g./m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
18.35 น.	37	33	27	62
18.40 น.	37	33	27	62
18.45 น.	37	33	27	62
18.50 น.	37	32	27	62
18.55 น.	38	33	27	61
19.00 น.	38	32	27	62
19.05 น.	38	33	27	62
19.10 น.	37	32	27	62
19.15 น.	38	33	26	62
19.20 น.	38	34	27	62
19.25 น.	39	33	27	62
19.30 น.	39	32	27	62

จากตาราง 4.3 พบว่าช่วงเย็นในเวลา 18.30-19.30 น. ในระดับ 2 เมตรมีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน สูงที่สุดคือ $42 \mu\text{g./m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $35.27 \mu\text{g./m}^3$ ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน สูงที่สุดคือ $48 \mu\text{g./m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $33.08 \mu\text{g./m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 34°C ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมียค่าเท่ากับ 30°C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 65% ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมียค่าเท่ากับ 62.38%

ลิขสิทธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ตาราง 4.4 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงเช้าระยะความสูงที่ 4 เมตร

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g./m}^3$)	PM10($\mu\text{g./m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
07.30 น.	30	27	28	72
07.35 น.	31	28	28	73
07.40 น.	31	27	28	73
07.45 น.	32	27	27	73
07.50 น.	30	28	28	73
07.55 น.	32	27	28	72
08.00 น.	31	27	28	73
08.05 น.	33	28	28	73
08.10 น.	32	27	27	73
08.15 น.	30	27	28	73
08.20 น.	30	28	28	72
08.25 น.	31	27	28	73
08.30 น.	30	27	28	72
07.30 น.	42	41	24	85
07.35 น.	42	41	24	85
07.40 น.	42	41	24	85
07.45 น.	43	42	24	86
07.50 น.	42	40	25	85
07.55 น.	42	40	25	85
08.00 น.	42	41	24	85
08.05 น.	43	41	25	85
08.10 น.	42	40	25	86
08.15 น.	43	40	25	87
08.20 น.	43	40	25	86
08.25 น.	42	41	26	86

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
08.30 น.	42	41	26	86

จากตาราง 4.4 พบว่าช่วงเช้าในเวลา 07.30-08.30 น. ในระดับ 4 เมตรมีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน สูงที่สุดคือ $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $36.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน สูงที่สุดคือ $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 28°C ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 26.31°C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 87% ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 79.12%

ตาราง 4.5 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงบ่ายระยะความสูงที่ 4 เมตร

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
12.10 น	22	19	40	55
12.15 น.	21	16	40	55
12.20 น.	24	25	40	54
12.25 น.	26	30	40	55
12.30 น.	50	39	40	55
12.35 น.	55	42	40	55
12.40 น.	60	45	40	54
12.45 น.	78	65	40	55
12.50 น.	85	78	39	55
12.55 น.	100	102	39	54
13.00 น.	190	157	38	55
13.05 น.	150	190	38	54
13.10 น.	137	139	38	54

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g./m}^3$)	PM10($\mu\text{g./m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
12.10 น	38	39	32	63
12.15 น.	38	39	32	63
12.20 น.	38	39	32	63
12.25 น.	37	39	32	63
12.30 น.	37	39	33	63
12.35 น.	38	39	32	63
12.40 น.	37	38	32	64
12.45 น.	37	38	32	63
12.50 น.	38	37	32	63
12.55 น.	38	37	33	62
13.00 น.	37	37	33	63
13.05 น.	36	38	32	63
13.10 น.	36	38	33	63

จากตาราง 4.5 พบว่าช่วงบ่ายในเวลา 12.10-13.10 น. ในระดับ 4 เมตรมีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน สูงที่สุดคือ $190 \mu\text{g./m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $57.04 \mu\text{g./m}^3$ ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน สูงที่สุดคือ $190 \mu\text{g./m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $55.54 \mu\text{g./m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 40°C ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 35.85°C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 63% ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 58.81%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ตาราง 4.6 ตารางแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ในช่วงเย็นระยะความสูงที่ 4 เมตร

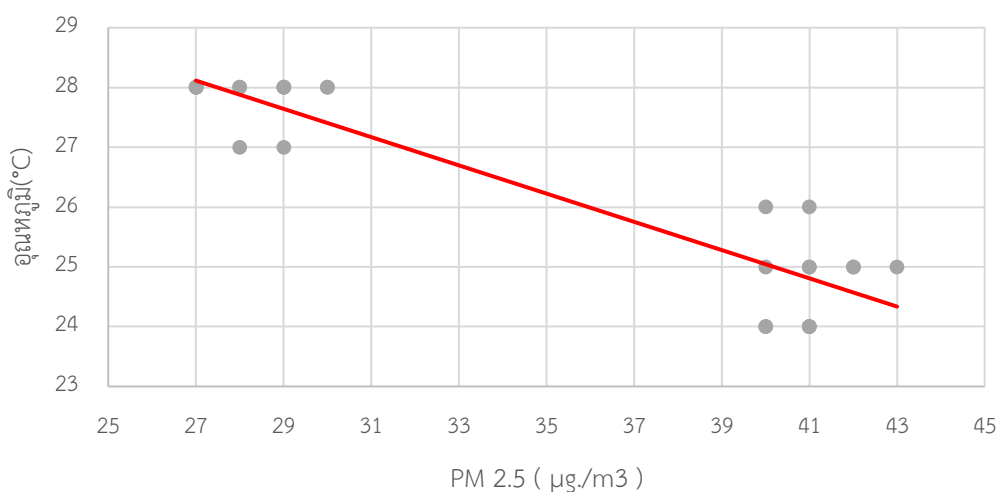
เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
18.30 น.	27	22	33	63
18.35 น.	39	40	33	63
18.40 น.	44	46	34	63
18.45 น.	40	46	33	63
18.50 น.	41	46	33	63
18.55 น.	30	29	34	63
19.00 น.	33	37	33	62
19.05 น.	33	33	34	63
19.10 น.	28	28	33	62
19.15 น.	24	27	34	63
19.20 น.	28	27	34	63
19.25 น.	29	27	33	63
19.30 น.	30	28	33	62
18.30 น.	39	33	27	62
18.35 น.	39	32	27	62
18.40 น.	39	33	27	62
18.45 น.	38	34	27	62
18.50 น.	39	34	27	62
18.55 น.	39	34	27	61
19.00 น.	39	34	27	62
19.05 น.	38	34	27	62
19.10 น.	39	34	27	62
19.15 น.	39	33	26	62
19.20 น.	38	32	27	62
19.25 น.	39	32	27	62

เวลา	PM 2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	ความชื้นสัมพัทธ์(%)
19.30 น.	39	33	27	62

จากตาราง 4.6 พบว่าช่วงเย็นในเวลา 18.30-19.30 น. ในระดับ 4 เมตรมีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน สูงที่สุดคือ $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $35.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน สูงที่สุดคือ $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าเท่ากับ $33.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 34°C ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 30.15°C ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 63% ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 62.35%

ผลการวิเคราะห์สถิติหาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระยความสูง 2 เมตรและ 4 เมตร โดยการใช้ Regression analysis มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

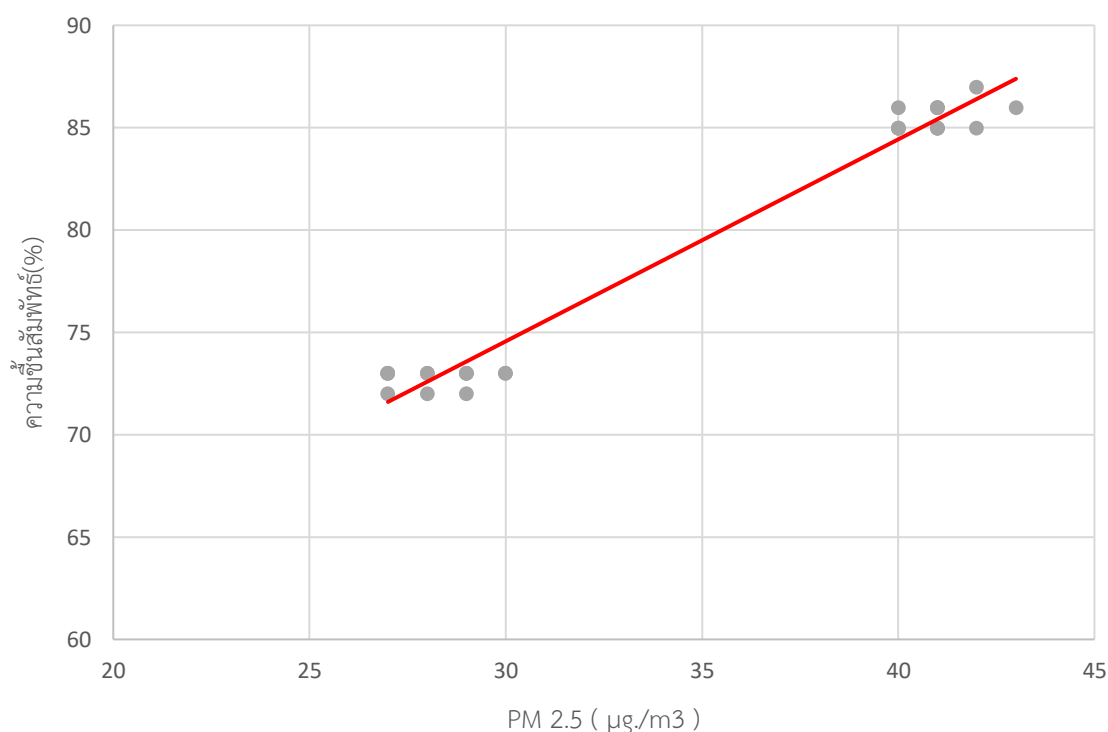
4.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 กับอุณหภูมิที่ระยความสูง 2 เมตร



ภาพ 4.1 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับอุณหภูมิ 07.30-08.30 น. ความสูง 2 เมตร

จากกราฟ 4.1 ตามลำดับ เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับอุณหภูมิ พบว่าช่วงเช้ามีค่า R Square เท่ากับ 0.85 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันสูง

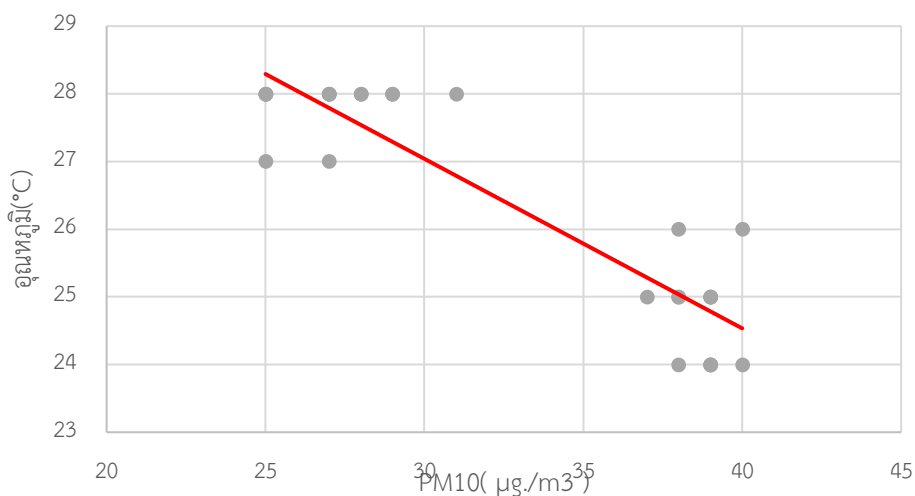
4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะความสูง 2 เมตร



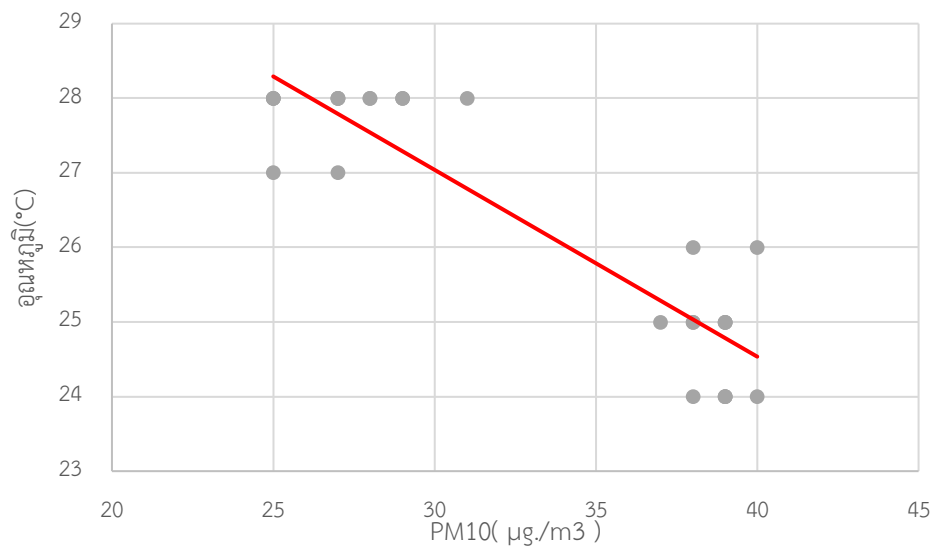
ภาพ 4.2 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ 07.30-08.30 น. ความสูง 2 เมตร

จากกราฟ 4.2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ พบว่าช่วงเช้ามีค่า R Square เท่ากับ 0.98 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันสูงมาก

4.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 กับอุณหภูมิที่ระยะความสูง 2 เมตร



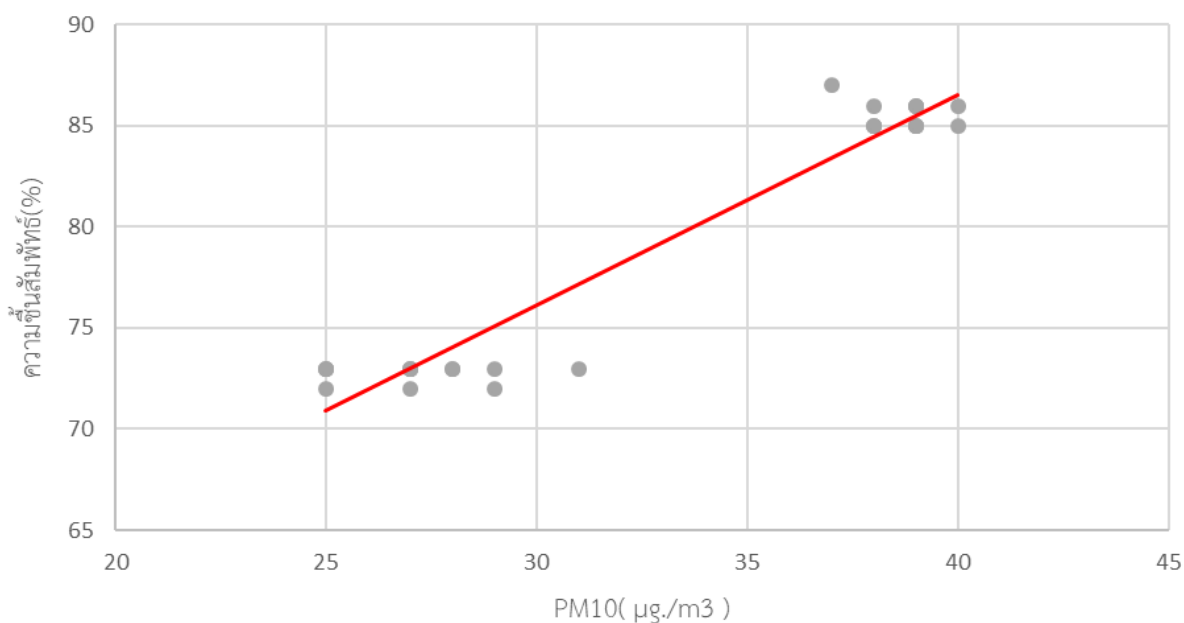
ภาพ 4.3 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับ อุณหภูมิ 07.30-08.30 น. ความสูง 2 เมตร



ภาพ 4.4 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับ อุณหภูมิเวลา 12.10-13.10 น. ความสูง 2 เมตร

จากกราฟเป็นกราฟ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับอุณหภูมิ พบว่าช่วงเช้ามีค่า R Square เท่ากับ 0.82 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันสูง ช่วงบ่ายมีค่า R Square เท่ากับ 0.88

4.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะความสูง 2 เมตร

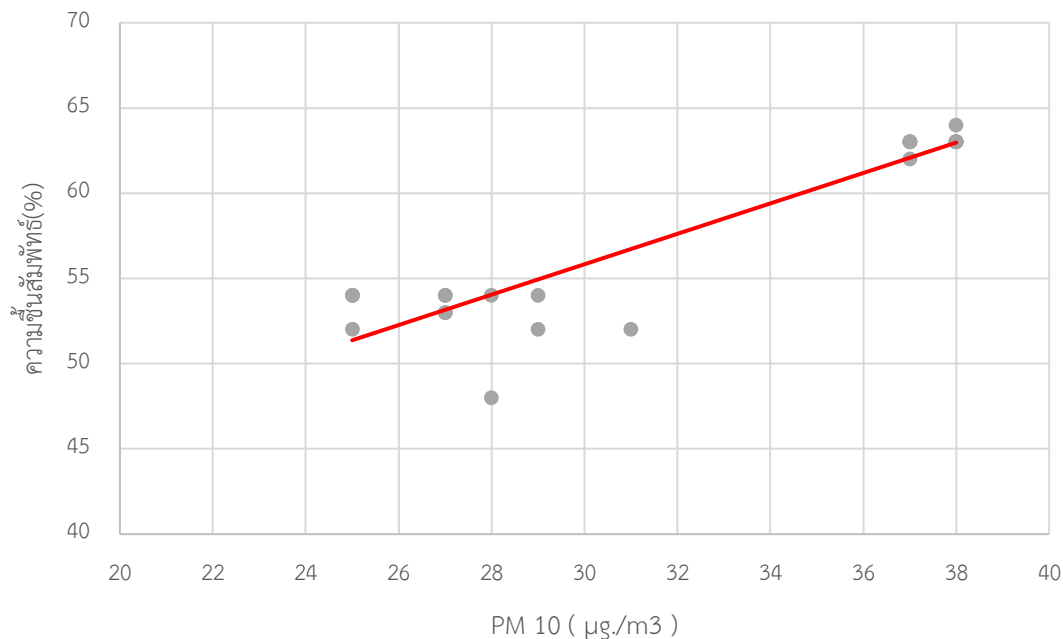


ภาพ 4.5 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ เวลา 07.30-08.30 น. ความสูง 2 เมตร

ลิขสิทธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาพ 4.6 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ 12.10-13.10 น. ความสูง 2 เมตร

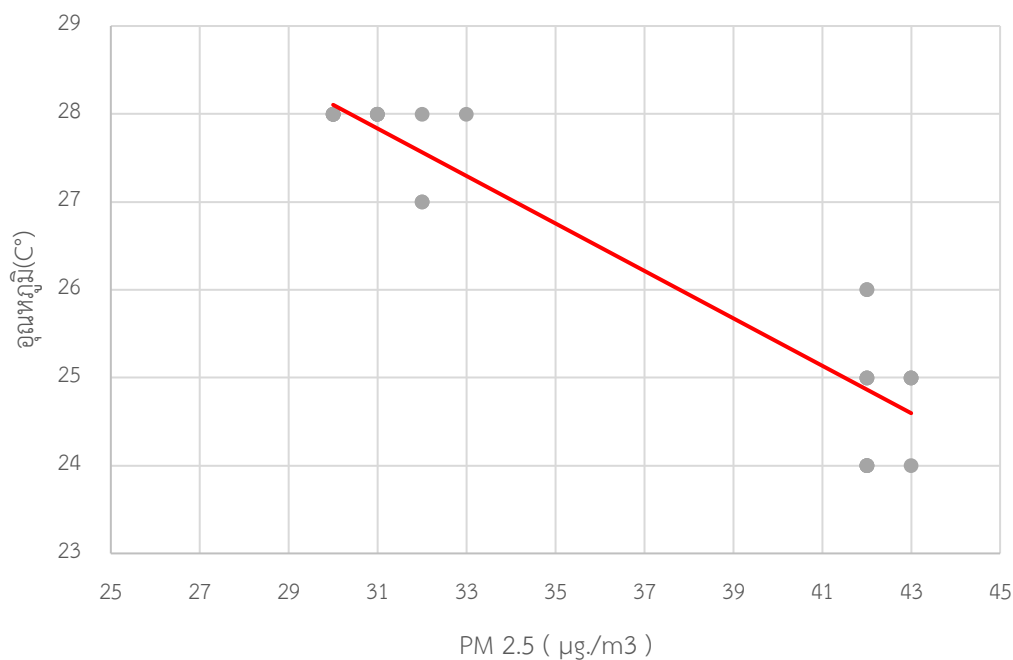
จากกราฟ 4.6 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ พบว่าช่วงเช้ามีค่า R Square เท่ากับ 0.94 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันสูงมาก ช่วงบ่ายมีค่า R Square เท่ากับ 0.87 อยู่ในระดับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์ที่สูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

4.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 กับอุณหภูมิที่ระยะความสูง 4 เมตร



ภาพ 4.7 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับอุณหภูมิ 07.30-08.30 น. ความสูง 4 เมตร

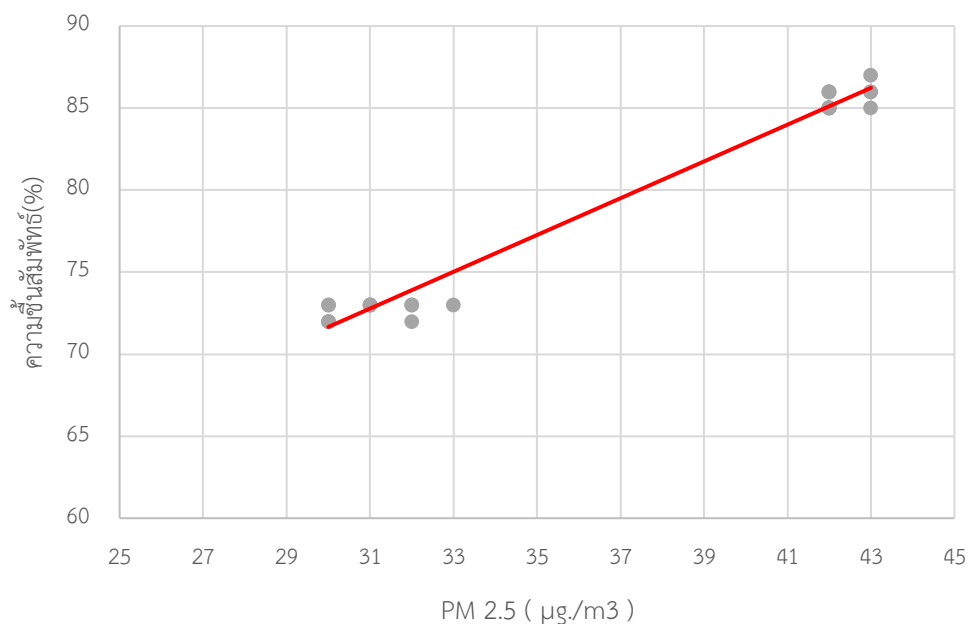
จากกราฟ 4.7 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับอุณหภูมิที่ความสูงระยะ 4 เมตร พบว่าช่วงเช้ามีค่า R Square เท่ากับ 0.88 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันสูง

ลิขสิทธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

4.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะความสูง 4 เมตร



ภาพ 4.8 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ 07.30-08.30 น. ความสูง 4 เมตร

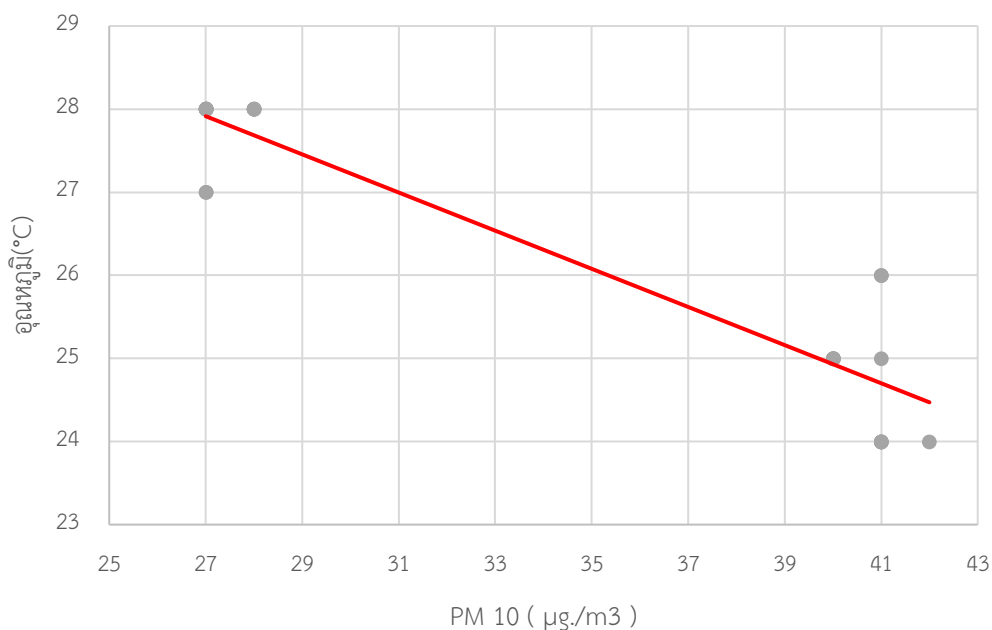
จากกราฟ 4.8 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ในระย 4 เมตร พบว่าช่วงเช้ามีค่า R Square เท่ากับ 0.98 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันสูงมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

4.7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 กับอุณหภูมิที่ระยะความสูง 4 เมตร



ภาพ 4.9 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับอุณหภูมิ 07.30-08.30 น. ความสูง 4 เมตร

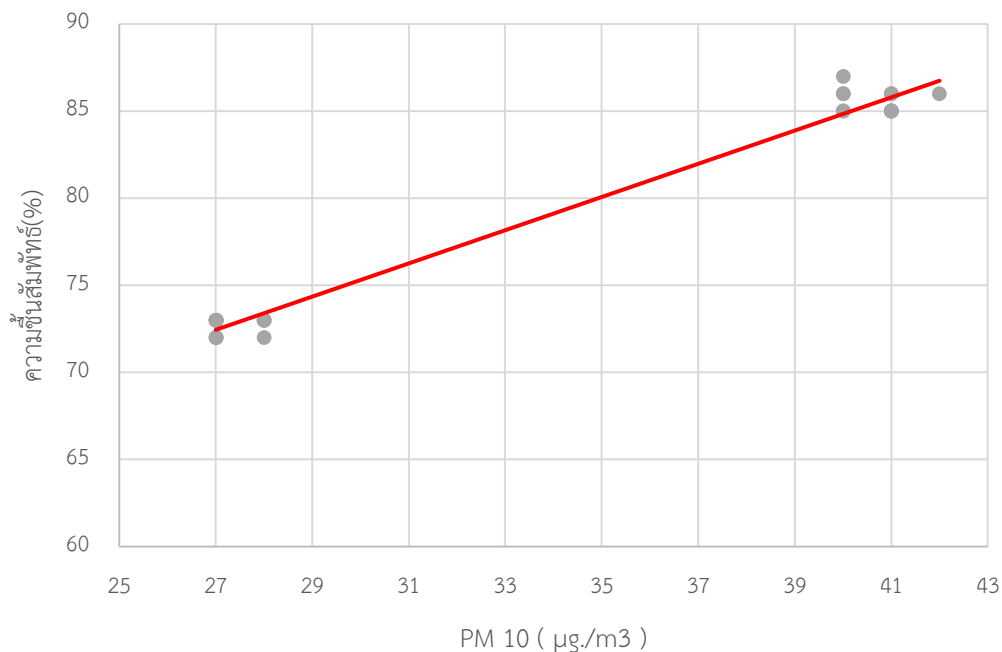
จากกราฟ 4.9 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ในระยะ 4 เมตร พบว่าช่วงเช้ามีค่า R Square เท่ากับ 0.88 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

4.8 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 กับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะ
ความสูง 4 เมตร



ภาพ 4.10 ภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับ
ความชื้นสัมพัทธ์ 07.30-08.30 น. ความสูง 4 เมตร

จากกราฟ 4.10 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะ 4 เมตร พบว่าช่วงเช้ามีค่า R Square เท่ากับ 0.98 ซึ่งอยู่ในระดับ
เกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กันสูงมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $pm_{2.5}$ และ pm_{10} ในแนวตั้งภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยเก็บค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5, 10, อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยเก็บในสองระยะความสูงคือ 2 เมตร และ 4 เมตร เมื่อนำไปวิเคราะห์โดยใช้การ Regression พบว่าในระยะ 2 เมตรพบว่าค่าสูงสุดของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 มีค่า $208 \mu g/m^3$ โดยตรวจพบในช่วงบ่าย ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าสูงสุดคือ $48 \mu g/m^3$ โดยตรวจพบในช่วงเช้า ในระยะ 4 เมตร พบว่าค่าสูงสุดของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 มีค่า $190 \mu g/m^3$ โดยตรวจพบในช่วงบ่าย ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าสูงสุดคือ $190 \mu g/m^3$ โดยตรวจพบในช่วงบ่าย เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์มีผลมากต่อการเกิดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยจะเห็นได้ชัดในช่วงเช้า และจากการตรวจสอบโดยรวมพบว่า ในระยะ 4 เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอน มีปริมาณที่สูงกว่าในความสูงที่ระยะ 2 เมตร เพราะในชั้นบรรยากาศมีการแขวนลอยของฝุ่นละอองโดยเมื่อฝุ่นละอองถูกความกดอากาศสูงกดลงมาจะทำให้ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในระยะความสูงที่ 4 เมตร ถูกกดลงมาอยู่ในระยะความสูงที่ 2 เมตร

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $pm_{2.5}$ และ pm_{10} ในแนวตั้งภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยเก็บค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5, 10, อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยเก็บในสองระยะความสูงคือ 2 เมตร และ 4 เมตร เมื่อนำไปวิเคราะห์โดยใช้การ Regression พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัย ESTIMATION OF PM 2.5 VERTICAL DISTRIBUTION USING CUSTOMIZED UAV AND MOBILE SENSORS IN BRGY. UP CAMPUS, DILIMAN, QUEZON CITY ของ J. B. Babaan และคณะปี 2018 โดยตรวจพบว่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ มีผลต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10 อีกทั้งยังสอดคล้องในด้านระยะความสูงเมื่อมีความสูงที่มากขึ้นปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กก็จะมีเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งควรเพิ่มเติมในระยะเวลาสูงที่ควรสูงมากเพื่อตรวจสอบการแขวนลอยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก และควรเพิ่มระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเพื่อความแน่ชัดและชัดเจนในข้อมูลมากยิ่งขึ้น



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, มลพิษทางอากาศ สืบค้นจาก <https://1th.me/C0v8E>

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย, การแขวนลอยของอนุภาค กทม. สืบค้นจาก
<https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi3/monpit-a/fun.htm>

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5)
สืบค้นจาก http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10)
สืบค้นจาก http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php

บัญชา ธนบุญสมบัติ ปราชญ์การณ temperature inversion สืบค้นจาก
https://www.matichon.co.th/columnists/news_905885

Babaan, J. B. et al. Estimation of PM 2.5 vertical distribution using customized uav and mobile sensors in brgy. up campus, diliman, quezon city. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2018, 42.4/W9.

Copyright by Naresuan University

Qiu, Z. Song, J. Hao, C. Li, X. & Gao, H. O. (2018). Investigating traffic-related PM exposure on and under pedestrian bridges: A case study in Xi'an, China. *Atmospheric Pollution Research*, 9(5), pp.877-886.



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาคผนวก ก โค้ดที่ใช้รันโปรแกรม Arduino
เพื่อหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 และ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

```

#include <Arduino.h>
#define LENG 31 //0x42 + 31 bytes equal to 32 bytes
#include <TridentTD_LineNotify.h>
#define SSID "SunnyDay" // บรราชัดที่ 11 ไร้ใล้ ฐิด Wifi ที่อจะเชื่อมค้ด
#define PASSWORD "88888888" // บรราชัดที่ 12 ไร้ ฐล้ Wifi
#define LINE_TOKEN "sOLm2noZX38P7OM2wDXbaREiFWpV0xHWBtp63fQEuku" // บรราชัดที่ 13 ไร้ ฐล้ TOKEN ที่ไค้มาจากฐ้างบน
unsigned char buf[LENG];

int PM2_5Value=0; //define PM2.5 value of the air detector module
int PM10Value=0; //define PM10 value of the air detector module

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.setTimeout(1500);
  WiFi.begin(SSID, PASSWORD);
  Serial.printf("WiFi connecting to %s\n", SSID);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(400);
  }
  Serial.printf("\nWiFi connected\nIP : ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // ก้าวมค้ด Line Token
  LINE.setToken(LINE_TOKEN);
  LINE.notify("myarduino.net");
}

void loop()
{
  if(Serial.find(0x42)){ //start to read when detect 0x42
    Serial.readBytes(buf,LENG);

    if(buf[0] == 0x4d){
      if(checkValue(buf,LENG)){

        PM2_5Value=transmitPM2_5(buf);//count PM2.5 value of the air detector module
        PM10Value=transmitPM10(buf); //count PM10 value of the air detector module
      }
    }
  }

  static unsigned long OledTimer=millis();
  if (millis() - OledTimer >=1000)
  {
    OledTimer=millis();

    Serial.print("PM2.5: ");
    Serial.print(PM2_5Value);
    Serial.println(" ug/m3");

    Serial.print("PM1 0: ");
    Serial.print(PM10Value);
    Serial.println(" ug/m3");
    Serial.println();
    String LineText;
    LineText = "PM 2.5 :";
    String LineText2;
    LineText2 = "PM1 0 :";
  }
}

```

```

        LINE.setToken(LINE_TOKEN);
        Serial.print("Line ");
        Serial.println(PM2_5Value);
        LINE.notify(LineText+PM2_5Value);
        Serial.println(PM10Value);
        LINE.notify(LineText2+PM10Value);

    }
}
char checkValue(unsigned char *thebuf, char leng)
{
    char receiveflag=0;
    int receiveSum=0;

    for(int i=0; i<(leng-2); i++){
        receiveSum=receiveSum+thebuf[i];
    }
    receiveSum=receiveSum + 0x42;

    if(receiveSum == ((thebuf[leng-2]<<8)+thebuf[leng-1])) //check the serial data
    {
        receiveSum = 0;
        receiveflag = 1;
    }
    return receiveflag;
}

//transmit PM Value to PC
int transmitPM2_5(unsigned char *thebuf)
{
    int PM2_5Val;
    PM2_5Val=((thebuf[5]<<8) + thebuf[6]); //count PM2.5 value of the air detector module
    return PM2_5Val;
}

//transmit PM Value to PC
int transmitPM10(unsigned char *thebuf)
{
    int PM10Val;
    PM10Val=((thebuf[7]<<8) + thebuf[8]); //count PM10 value of the air detector module
    return PM10Val;
}

```

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาคผนวก ข โค้ดที่ใช้รันโปรแกรม Arduino
เพื่อหาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

```

#include <TridentTD_LineNotify.h>
#define SSID      "SunnyDay"      // บรรทัดที่ 11 ให้ใส่ ชื่อ wifi ที่จะเชื่อมต่อ
#define PASSWORD  "888888888"     // บรรทัดที่ 12 ใส่ รหัส Wifi
#define LINE_TOKEN "qQo5AnYoekQ4rsM8Fv7MUbepRq5nJiewPNbZT8BV6Om" // บรรทัดที่ 13 ใส่ รหัส TOKEN ที่ได้มาจากช่างบน
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "DHT.h"
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
DHT dht;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println();
  Serial.println("Status\tHumidity (%)\tTemperature (C)\t(F)");
  Serial.println(LINE.getVersion());
  dht.setup(2); // data pin 2
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  WiFi.begin(SSID, PASSWORD);
  Serial.printf("WiFi connecting to %s\n", SSID);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(400);
  }
  Serial.printf("\nWiFi connected\nIP : ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // กำหนด Line Token

}
void loop() {
  delay(dht.getMinimumSamplingPeriod());

```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

```

float humidity = dht.getHumidity(); // ดึงค่าความชื้น
float temperature = dht.getTemperature(); // ดึงค่าอุณหภูมิ

Serial.print(dht.getStatusString());
Serial.print("\t");
Serial.print(humidity, 1);
Serial.print("\t\t");
Serial.print(temperature, 1);
Serial.print("\t\t");
Serial.println(dht.toFahrenheit(temperature), 1);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("hum:    ");
lcd.setCursor(4, 0);
lcd.setCursor(9, 0);
lcd.print(humidity);
lcd.print("%");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Tem:    ");
lcd.setCursor(4, 1);
lcd.print(temperature);
lcd.setCursor(9, 1);
lcd.print("C");
if (temperature > 0) {
delay(30000);
    String LineText;
    LineText = "อุณหภูมิขณะนี้ :";
    String LineText2;
    LineText2 = "ความชื้นขณะนี้ :";

    LINE.setToken(LINE_TOKEN);
    Serial.print("Line ");
    Serial.println(temperature);
    LINE.notify(LineText+temperature);
    Serial.println(humidity);
}

```

ลิขสิทธ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ศุภกร เขียวหวาน

วัน เดือน ปี เกิด 20 มิถุนายน พ.ศ. 2540

ประวัติการศึกษา

พ.ศ 2559 – 2562 ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ภูมิศาสตร์)

มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง พิษณุโลก 65000

พ.ศ 2552 -2558 มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนเทศบาล 3 ชาญวิทยา อำเภอเมือง
จังหวัดเพชรบูรณ์



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved