

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอนกับปริมาณจราจร บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช

STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN $PM_{2.5}$ AND PM_{10} CONCENTRATIONS
AND TRAFFIC VOLUME AT RAM INTRA TOLL GATE, CHALONG RAT
EXPRESSWAY



สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2566
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY OF RELATIONSHIP BETWEEN $PM_{2.5}$ AND PM_{10} CONCENTRATIONS
AND TRAFFIC VOLUME AT RAM INTRA TOLL GATE, CHALONG RAT
EXPRESSWAY



A COOPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
(ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)
DEPARTMENT OF CHEMISTRY, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACADEMIC YEAR 2023

หัวข้อสหกิจศึกษา การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอนกับปริมาณจราจร บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช

Study of Relationship between PM_{2.5} and PM₁₀ Concentrations and Traffic Volume at Ram Intra Toll Gate, Chalong Rat Expressway

ชื่อนักศึกษา นางสาวปิติพร เตชะวงศ์ รหัสนักศึกษา 63050335

นางสาวภรภัทร ศีษานนท์ รหัสนักศึกษา 63050341

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

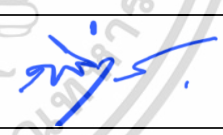



ภาควิชา เคมี

ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุวรรณีย์ จรรยาพูน

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. อัครวิน วงศ์วิวัฒน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) ประจำปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ ประธานกรรมการ	
นายกฤษฎา จันทรเสนา กรรมการ	
รศ.ดร. สุวรรณีย์ จรรยาพูน กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	
ดร. อัครวิน วงศ์วิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์** อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง **สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง** ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอนกับปริมาณจราจร บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปิติพร เตชะวงศ์	รหัสนักศึกษา	63050335
	นางสาวภรภัทร ศีษานนท์	รหัสนักศึกษา	63050341
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)		
ภาควิชา	เคมี		
ปีการศึกษา	2566		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สุวรรณิ จรรยาพูน		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. อัครวิน วงศ์วิวัฒน์		

บทคัดย่อ

สหกิจศึกษานี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} กับปริมาณจราจรที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช โดยตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ภายในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 เวลา 06.00-07.00 น. (ชั่วโมงเร่งด่วน) และเวลา 11.00-12.00 น. (ชั่วโมงไม่เร่งด่วน) ระหว่างวันที่ 16 ถึง 26 สิงหาคม พ.ศ. 2566 โดยใช้เครื่องวัดฝุ่นในบรรยากาศแบบพกพา และตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไปบริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 30 มิถุนายน พ.ศ. 2566 โดยใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย และตรวจวัดปริมาณจราจรที่ผ่านเข้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษโดยใช้แบบสอบถาม นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} กับปริมาณจราจร และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} กับสภาพอากาศ รวมทั้งศึกษาปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ จากผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วนมีค่าสูงกว่าในบรรยากาศในชั่วโมงเร่งด่วน ในขณะที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่นละออง PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศ และในชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศในฤดูหนาวสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ปริมาณจราจรบริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 เชิงบวกเล็กน้อย แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบเล็กน้อยในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์จะมีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศ
พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษมีปัญหาสุภาพเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

คำสำคัญ : ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ปริมาณจราจร
ผลกระทบต่อสุขภาพ พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Study of Relationship between PM _{2.5} and PM ₁₀ Concentrations and Traffic Volume at Ram Intra Toll Gate, Chalong Rat Expressway			
Students	Miss Pitiporn	Tachawong	Student ID	63050335
	Miss Porapat	Suksanon	Student ID	63050341
Degree	Bachelor of Science (Environmental Chemistry)			
Department	Chemistry			
Academic Year	2023			
Advisor	Assoc. Prof. Dr. Suwannee Junyapoon			
Co-advisor	Dr. Asawin Wongwiwat			

Abstract

This cooperative education studied a relationship between PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations and traffic volume affecting on toll collector's health at Ram Intra Toll Gate Chalong Rat Expressway. 1 h-average concentrations of PM_{2.5} and PM₁₀ inside toll booth No. 3 and 4 were measured using portable dust meter from August 16th to August 26th, 2023 between 06.00-07.00 a.m. (rush hour) and 11.00 a.m. -12.00 p.m. (off-peak hour), Whereas, 24 h-average concentrations of PM_{2.5} and PM₁₀ in the atmosphere around the Toll Gate were investigated using Expressway Authority of Thailand's Environmental Quality Monitoring Station between January 1st and August 31st, 2023. Health effects of the toll collectors were examined using a questionnaire. All collected data were calculated to find the relationship between PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations and traffic volume as well as PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations and meteorological factors. Health problems of the toll collectors were also examined. The experimental results showed that 1 hour - average concentrations of PM_{2.5} inside toll booth were higher than those of the surroundings during rush hours. While 1 hour - average concentrations of PM₁₀ inside toll booth and the surroundings during rush hour and off-peak hours were not significantly different at 95% confidence level. 24 h-average concentrations of PM_{2.5} and PM₁₀ in the surroundings during winter were higher than those of summer and rainy season, respectively. The correlations between traffic volumes and 1 h-average concentration of PM_{2.5} and PM₁₀ inside toll booth No.3 were slightly positive whereas those of inside toll booth No. 4 were slightly negative. Temperature, wind speed and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

moisture content affected on the particle dispersion in the atmosphere. Expressway toll collectors had respiratory health problems.

Keywords: PM_{2.5}, PM₁₀, traffic volume, health problems, expressway toll collectors



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยสหกิจศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณิ จรรยาพูน อาจารย์ที่ปรึกษา และ ดร. อัครวิน วงศ์วิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ และข้อเสนอแนะ รวมทั้งปรับปรุงแก้ไขปัญหา ข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนช่วยตรวจสอบความถูกต้องของรายงาน ขอขอบพระคุณ ดร. กลินสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ ประธานกรรมการสอบที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ และข้อเสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจรายละเอียดต่างๆ

ขอขอบพระคุณ นายเอนก โคตรพรมศรี นายกฤษฎา จันทระเสนา นายสุวิทย์สิทธิ์ ชมภูพันธ์ และ นายยงยุทธ เทียนกะสิ กองจัดการสิ่งแวดล้อม ฝ่ายนโยบายและแผน การทางพิเศษแห่งประเทศไทย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อมูล และข้อเสนอแนะต่าง ๆ รวมทั้งช่วยเหลือ และสอนให้เรียนรู้จาก ประสบการณ์จริง จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทางด่วนพิเศษรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช ที่ให้ความร่วมมือในการ วัดปริมาณฝุ่นในตู้เก็บค่าผ่านทางและตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับสุขภาพตลอดระยะเวลาในการทำสภานี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว รวมไปถึงเพื่อนๆ รุ่นพี่ ทุกคนที่สนับสนุน ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

งานวิจัยนี้หากมีประโยชน์และคุณค่า ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและคอยอบรมสั่งสอนอย่างดีเสมอมา

ปิติพร เตชะวงศ์

ภรภัทร ศึกษานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฌ
คำย่อ/สัญลักษณ์.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ฝุ่นละออง (Particulate matters).....	4
2.1.1 ประเภทของฝุ่นละออง.....	4
2.1.2 แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง.....	5
2.1.3 การแพร่กระจายของฝุ่นละออง.....	5
2.1.4 ผลกระทบของฝุ่นละออง.....	6
2.1.5 แนวทางการแก้ปัญหาฝุ่นละออง.....	6
2.1.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ.....	7
2.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์.....	9
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	15
3.1 อุปกรณ์.....	15
3.2 พื้นที่ศึกษา.....	15
3.3 วิธีการทดลอง.....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1 วิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM _{2.5} และ PM ₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางแบบเงินสด.....	16
3.3.2 วิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM _{2.5} และ PM ₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป.....	17
3.3.3 ตรวจสอบปริมาณจราจรที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ.....	17
3.3.4 ตรวจสอบข้อมูลอุตุนิยมวิทยา.....	17
3.3.5 แบบสอบถามสำรวจปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ.....	17
3.3.6 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis).....	18
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	19
4.1 ผลการศึกษาความเข้มข้นของ PM _{2.5} และ PM ₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษและในบรรยากาศทั่วไป บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา.....	19
4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM _{2.5} และ PM ₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษกับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา..	22
4.3 ผลการศึกษาความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM _{2.5} และ PM ₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป กับ ปริมาณจราจรโดยรวมของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา.....	26
4.4 ผลของปัจจัยทางอุตุนิยมที่มีผลต่อความเข้มข้นฝุ่นในบรรยากาศทั่วไป.....	30
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	36
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	36
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	37
เอกสารอ้างอิง.....	38
ภาคผนวก ก.....	41
ภาคผนวก ข.....	43
ภาคผนวก ค.....	45
ภาคผนวก ง.....	54
ภาคผนวก จ.....	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ PM _{2.5} และ PM ₁₀	7
2.2 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ AQI.....	8
2.3 ความเข้มข้นฝุ่น PM _{2.5} คาร์บอนรวม คาร์บอนอินทรีย์และคาร์บอนอินทรีย์ ที่ จุฬาฯ.....	10
2.4 แหล่งที่มาของฝุ่น PM _{2.5} ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร (ร้อยละ).....	10
3.1 เกณฑ์พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.....	18
4.1 สัดส่วนความเข้มข้นของ PM _{2.5} และ PM ₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป เฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณด่าน เก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา.....	27
4.2 แบบสอบถามลักษณะทั่วไปของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ.....	33
4.3 แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภูมิแสดงการกระจายขนาดของฝุ่นละออง.....	5
2.2 การกระจายขนาดฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่างๆ.....	9
3.1 จุดเก็บตัวอย่างในตู้เก็บค่าผ่านทางรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช.....	15
3.2 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM _{2.5} และ PM ₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป โดยใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพ สิ่งแวดล้อมออนไลน์.....	16
3.3 การเก็บตัวอย่างฝุ่น PM _{2.5} และ PM ₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางแบบเงินสด.....	16
3.4 เครื่องตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมออนไลน์ รุ่น T640 ยี่ห้อ Teledyne API ประเทศ สหรัฐอเมริกา.....	17
4.1 ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM _{2.5} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ กับในบรรยากาศทั่วไป.....	20
4.2 ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM ₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ กับในบรรยากาศทั่วไป.....	21
4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM _{2.5} กับ ปริมาณจราจร ที่ผ่าน.....	23
4.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM ₁₀ กับ ปริมาณจราจร ที่ผ่าน.....	25
4.5 ความเข้มข้นของ PM _{2.5} และ PM ₁₀ และปริมาณจราจรโดยรวมของด่านเก็บค่าผ่านทาง พิเศษรามอินทรา เดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2566.....	27
4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของ PM _{2.5} กับ PM ₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป.....	28
4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของ PM _{2.5} และ PM ₁₀ กับปริมาณจราจร โดยรวม.....	29
4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของ PM _{2.5} กับ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา.....	31
4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของ PM ₁₀ กับ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
PM _{2.5}	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน
PM ₁₀	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
Temp	อุณหภูมิ
WS	ความเร็วลม
RH	ความชื้นสัมพัทธ์
°C	องศาเซลเซียส
m/s	เมตรต่อวินาที
µg/m ³	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
r _s	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) นับเป็นปัญหามลพิษอากาศที่สำคัญในเมืองใหญ่ และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง ฟอสซิลของรถยนต์ กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และปฏิกิริยาเคมีในบรรยากาศ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ทั้งแบบเฉียบพลัน และเรื้อรัง เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ โรคมะเร็งปอด ระบบหัวใจ และหลอดเลือด เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาสัมผัส อายุ และสุขภาพอนามัยของผู้รับสัมผัสแต่ละคน กรมควบคุมมลพิษ ได้กำหนดค่ามาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไปที่ไม่ส่งผลกระทบบต่อความปลอดภัยหรือสุขภาพมนุษย์ มีค่าไม่เกิน 37.5 และไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2566 (ก))

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงขนาดใหญ่ที่มักเกิดปัญหาฝุ่นละออง PM_{2.5} และ ฝุ่นละออง PM₁₀ ในบรรยากาศเกินมาตรฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณริมถนน จากสถิติกรมขนส่งทางบก ในปี พ.ศ. 2564 รายงานว่ามีรถจดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร 2,971,535 คัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2564 ที่มีปริมาณรถยนต์ 2,682,200 คัน (กรมการขนส่งทางบก, 2566) จากปัญหาการจราจรที่หนาแน่น จึงได้มีการสร้างทางพิเศษขึ้นเพื่อบรรเทาปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานคร ทางพิเศษฉลองรัช เป็นหนึ่งในทางพิเศษที่ช่วยแบ่งเบาการจราจรบนถนนรามอินทรา มีระยะทางทั้งสิ้น 28.2 กิโลเมตร มีด่านเก็บค่าผ่านทางทั้งสิ้น 14 ด่าน โดยมีรถยนต์ 4 ล้อ และรถบรรทุกผ่านเส้นทางนี้เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษมีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับมลพิษจากไอเสียของรถยนต์ เนื่องจากต้องทำงานในสถานที่ปิด คับแคบ และมีรถวิ่งตลอดเวลา เมื่อได้รับมลพิษเหล่านี้เป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคระบบทางเดินหายใจ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษเปรียบเทียบกับในบรรยากาศทั่วไป บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช รวมทั้งศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานที่ปฏิบัติงานมากกว่า 10 ปี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนป้องกันการได้รับฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ ของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศทั่วไป บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ระหว่างชั่วโมงเร่งด่วน และไม่เร่งด่วน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} กับปริมาณจราจรที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป กับปริมาณจราจรโดยรวมที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา
4. เพื่อติดตามตรวจสอบสุขภาพอนามัยของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. พื้นที่ศึกษาด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช
2. ศึกษาความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ ที่ 3 และ 4 โดยเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องตรวจวัดในบรรยากาศแบบพกพา (Turnkey รุ่น DustMate) เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง จำนวน 2 ช่วงเวลา คือ 06.00 – 07.00 น. ช่วงเวลาเร่งด่วน และ 11.00 – 12.00 น. ช่วงเวลาไม่เร่งด่วน ระหว่างวันที่ 16 – 26 สิงหาคม พ.ศ. 2566 เป็นเวลา 11 วัน
3. เปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 และความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป โดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป โดยเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมออนไลน์ (ยี่ห้อ Teledyne API รุ่น T640) ตั้งแต่วันที่ 16 – 26 สิงหาคม พ.ศ. 2566 โดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูล ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไปจากการทางพิเศษแห่งประเทศไทย
4. เปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 กับปริมาณจราจรที่ผ่านเข้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ตั้งแต่วันที่ 16 – 26 สิงหาคม พ.ศ. 2566 โดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจรจากการทางพิเศษแห่งประเทศไทย
5. เปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป โดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป โดยเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมออนไลน์ (ยี่ห้อ Teledyne API รุ่น T640) เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง กับปริมาณจราจรโดยรวมที่ผ่านเข้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศเพื่อการประชาสัมพันธ์ ข้อมูลญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ของฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายชั่วโมง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม บริเวณด้านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566 โดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายชั่วโมงจากการทางพิเศษแห่งประเทศไทย
7. ศึกษาปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ โดยทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจข้อมูล ปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ด้านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา จำนวน 10 คน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการปัญหาฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ บริเวณด้านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา และด้านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอื่นๆ
2. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา และด้านเก็บค่าผ่านทางพิเศษอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฝุ่นละออง (Particulate matters)

ฝุ่นละออง เป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพ และองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลว ฝุ่นละอองที่อยู่ในบรรยากาศมีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ไปจนถึงฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ 500 ไมครอน เมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 10 ไมครอน) ถูกกระแสลมพัด ก็จะลอยลอยอยู่ในอากาศได้นาน เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำ โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานนับเป็นปี ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้ไม่นาน (กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม, 2566)

2.1.1 ประเภทของฝุ่นละออง

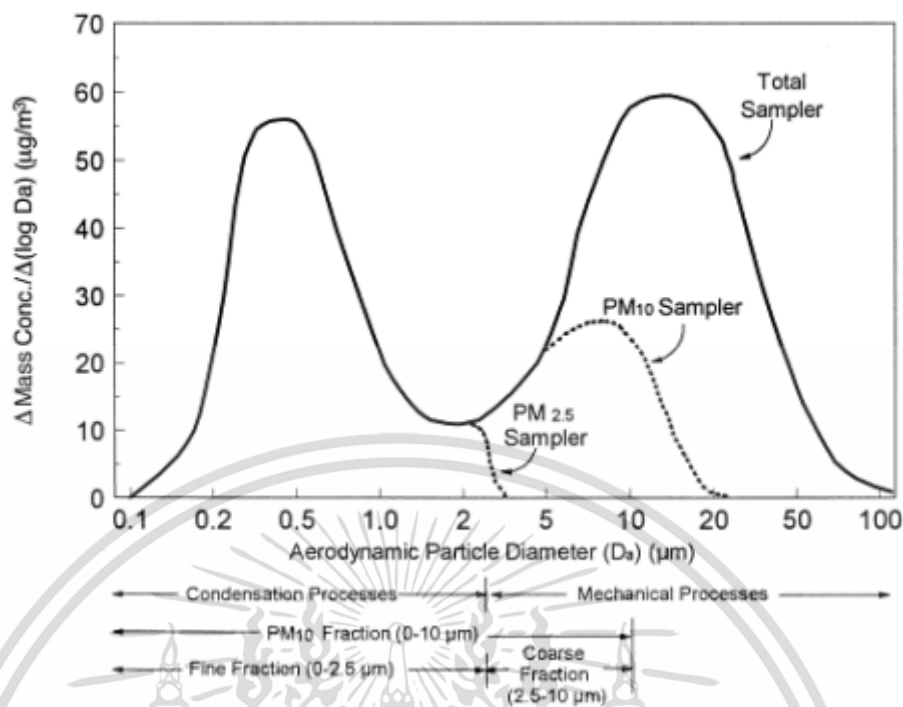
สามารถแบ่งตามขนาด ออกเป็น 3 ประเภท (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, 2563) คือ

1) ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate, TSP) เป็นฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา เกิดจากกระบวนการทางฟิสิกส์ ได้แก่ ลมพัดฝุ่นดิน ภูเขาไฟ ละอองน้ำทะเล และการฟุ้งกระจายของวัสดุอุตสาหกรรมและหิน ดิน ทราาย

2) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เป็นฝุ่นหยาบ (Coarse particles) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคอยู่ในช่วง 2.5- 10 ไมครอน จัดเป็นฝุ่นหยาบเกิดจากกระบวนการทางฟิสิกส์ ได้แก่ การจราจรบนถนน จากการขนส่งวัสดุ และจากการบดหินหรือย่อยหิน

3) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เป็นฝุ่นละเอียด (fine particles) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงผลิตไฟฟ้า การเผาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในที่โล่ง เรียกว่าฝุ่นปฐมภูมิ (primary particles) นอกจากนี้ ยังอาจเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่างๆ (VOCs) กับสารอื่นในบรรยากาศเกิดการกลั่นตัวเป็นเม็ดฝุ่นเริ่มต้นและรวมตัวกันเป็นเม็ดฝุ่นขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า ฝุ่นทุติยภูมิ - secondary particle) ตัวอย่างเช่น แอมโมเนียมไนเตรต แอมโมเนียมซัลเฟต ดังแสดงในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แผนภูมิแสดงการกระจายขนาดของฝุ่นละออง (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

2.1.2 แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

สามารถจำแนกออกเป็น 2 แหล่ง คือ

1) แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ (Natural sources) เช่น ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควัน จากไฟฟ้า ฝุ่นเกลือจากทะเล (กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2566)

2) แหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic or Man-made sources) ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า ยานพาหนะ การเผาป่า หรือพื้นที่ทำการเกษตร การระเบิดหิน การก่อสร้าง จากรายงานของกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม (2566) พบว่า ปริมาณฝุ่นละออง 30% เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ฝุ่นละอองบริเวณพื้นที่ใกล้ถนน มีแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะ 70 - 90% ของฝุ่นทั้งหมด โดยพบว่ามี การปนเปื้อนของสารตะกั่วและสารประกอบโบรมีตสูง เมื่อแยกฝุ่นตามขนาด จะพบฝุ่น PM₁₀ ประมาณ 60% ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากรถประจำทางและรถบรรทุกที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ส่วนอีกประมาณ 40% ที่เหลือ จะเป็นฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดจากการก่อสร้างและการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากพื้นที่ว่างเปล่า

2.1.3 การแพร่กระจายของฝุ่นละออง

ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศต่างๆ ได้แก่

1) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิในบรรยากาศจะไม่เท่ากัน ความแตกต่างของอุณหภูมิเอกสารนี้ทำให้เกิดความกดอากาศแตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดลมที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของฝุ่นละออง ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ความเร็วลม (Wind speed) ลมเกิดจากความกดอากาศที่ไม่เท่ากันบนพื้นผิวโลก เนื่องจากแสงอาทิตย์ส่งผลให้อุณหภูมิบนพื้นผิวโลกไม่เท่ากัน โดยอากาศจะเคลื่อนที่จากความกดอากาศสูงไปสู่ความกดอากาศต่ำ ยิ่งความแตกต่างของความกดอากาศมากเท่าใด ความเร็วลมก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ความเร็วลมสูงจะพัดพาทำให้ฝุ่นละอองแพร่กระจายได้ดี ส่งผลให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองลดลง

3) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความดันไอน้ำจริงต่อปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกัน หรืออัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริงต่อความดันไอน้ำอิ่มตัว ซึ่งค่าความสัมพัทธ์จะแสดงในรูปของร้อยละ (%) หมายถึง อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ อากาศไม่สามารถรับไอน้ำอีก หากมีไอน้ำ เพิ่มขึ้นอีกจะเกิดเป็นหมอก หรือไอน้ำขนาดเล็กที่อยู่ในสถานะของเหลวกระจายในอากาศ (นภัส และคณะ, 2564)

2.1.4 ผลกระทบของฝุ่นละออง (เทศบาลตำบลบ้านต๋อม, 2564)

1) ผลกระทบต่อบรรยากาศทั่วไป ทำให้ลดความสามารถในการมองเห็น เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งของแข็งและของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

2) ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง สามารถทำอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกกร่อนของโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ ความสกปรกของวัตถุ เป็นต้น

3) ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปัญหาหามลพิษ หรือเหตุเดือดร้อนรำคาญ ส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น ๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นผังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืดถุงลมโป่งพอง และโอกาสเกิดโรกระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้

2.1.5 แนวทางการแก้ปัญหาฝุ่นละออง (กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2566)

1. การควบคุมที่แหล่งกำเนิด เช่น การติดตั้งระบบกำจัดฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม
2. ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ในยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม
3. ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากรถบรรทุกหิน ดิน ทราาย วัสดุก่อสร้าง

ด้วยการคลุมผ้าใบให้มิดชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การก่อสร้างอาคารต้องป้องกันไม่ให้ฝุ่นปลิวออกมาจากตัวอาคารโดยใช้ผ้าใบคลุม และล้างทำความสะอาดล้อรถที่วิ่งเข้าออกบริเวณก่อสร้างทุกครั้ง
5. การก่อสร้างถนน ต้องลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นด้วยการพ่นละอองน้ำให้พื้นเปียกชุ่มอยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม การฉีดน้ำรดถนนหรือฉีดละอองน้ำในอากาศ อาจช่วยลดฝุ่นขนาดใหญ่ในอากาศ แต่มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนน้อยมาก
6. ปรับปรุงมาตรฐาน กฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น คุณภาพอากาศในบรรยากาศมลพิษที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ไอเสียที่ปล่อยออกจากยานพาหนะ
7. เข้มงวด กวดขันยานพาหนะที่ปล่อยมลพิษเกินมาตรฐาน

2.1.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติประกาศมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2566 เป็นต้นไป กำหนดให้ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) ในบรรยากาศทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ PM_{2.5} และ PM₁₀

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น	ค่ามาตรฐาน (µg/m ³)
PM _{2.5}	เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	37.5
	เฉลี่ย 1 ปี	15
PM ₁₀	เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	120
	เฉลี่ย 1 ปี	50

ที่มา : (กรมควบคุมมลพิษ, 2566 (ก))

ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ AQI (กรมควบคุมมลพิษ, 2566 (ข))

ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบกับระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ AQI

Thailand AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	คำอธิบาย
0-25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26-50	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51-100	ปานกลาง	เหลือง	ประชาชนทั่วไป : สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101-200	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ส้ม	ประชาชนทั่วไป : ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แสบหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
201 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

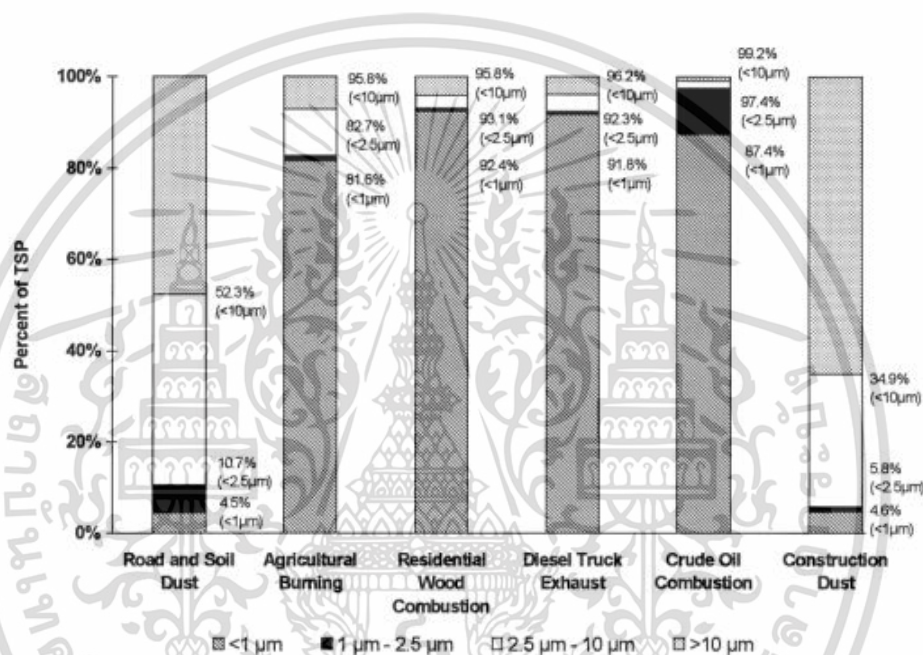
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2566 (ข))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

การเผาเชื้อเพลิงทำให้เกิดควันดำหรือสารประกอบคาร์บอน คาร์บอนรวม (Total carbon) ประกอบด้วยคาร์บอนอินทรีย์ (OC – organic carbon) และคาร์บอนอนินทรีย์ (IC – inorganic carbon) ซึ่งส่วนใหญ่คือแบล็คคาร์บอน (BC - black carbon)

การเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องสันดาปเครื่องยนต์ โดยเฉพาะเครื่องยนต์ดีเซล เป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูง จะเผาไหม้คาร์บอนอินทรีย์ (OC) ได้สมบูรณ์กว่า และคงเหลือคาร์บอนอินทรีย์ (IC) ในสัดส่วนที่สูงกว่า ส่วนการเผาเชื้อเพลิงที่อุณหภูมิต่ำ เช่น การเผาชีวมวลในที่โล่ง จะทำให้เกิดคาร์บอนอินทรีย์ (OC) ในสัดส่วนที่สูงกว่า ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การกระจายขนาดของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่างๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

จากงานวิจัยของศิริรินทร์ (2555) ได้ศึกษาเปรียบเทียบฝุ่น $PM_{2.5}$ และสารคาร์บอนในฝุ่นบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่า ฝุ่น $PM_{2.5}$ ในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝนประมาณ 2 เท่า และสารคาร์บอนรวมในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝนประมาณ 3-4 เท่า ซึ่งความเข้มข้นฝุ่นและสารคาร์บอนรวมในฤดูแล้งที่สูงกว่าในฤดูฝนนี้ อาจเกิดเนื่องจากคาร์บอนอินทรีย์ที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาชีวมวลในพื้นที่เกษตรกรรมรอบนอกกรุงเทพมหานคร ดังแสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ความเข้มข้นฝุ่น PM_{2.5} คาร์บอนรวม คาร์บอนอินทรีย์และคาร์บอนอนินทรีย์ ที่ จุฬาฯ

ฤดู		PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TC/PM	OC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	OC/PM	EC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EC/PM
ฤดูฝน	ค่าต่ำสุด	12.04	2.75	0.12	1.51	0.06	1.24	0.05
	ค่าสูงสุด	32.41	7.67	0.53	4.40	0.31	3.27	0.21
	ค่าเฉลี่ย	22.85	5.05	0.25	3.03	0.15	2.02	0.10
ฤดูแล้ง	ค่าต่ำสุด	26.85	6.49	0.23	5.13	0.19	1.36	0.05
	ค่าสูงสุด	68.52	31.64	0.64	27.17	0.55	4.52	0.09
	ค่าเฉลี่ย	47.72	17.29	0.36	14.26	0.3	3.03	0.06

ที่มา : ศิวรินทร์ (2555)

จากการศึกษา Source Apportionment ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นในบรรยากาศ ในพื้นที่ดินแดงโดย Oanh (2007) พบว่าฝุ่น PM_{2.5} ที่ดินแดง มาจากไอเสียรถดีเซล 52% จากการเผาชีวมวล 35% ฝุ่นทุติยภูมิและอื่นๆ 13% และ Oanh (2017) ศึกษาแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในเมือง (กรมควบคุมมลพิษ) และชานเมือง (เอไอที) พบว่าฝุ่น PM_{2.5} มาจากไอเสียรถดีเซล 20.8-29.2% จากการเผาชีวมวล 24.6-37.8% ฝุ่นทุติยภูมิ 15.8-20.7% และอื่นๆ ทั้งนี้ในช่วงหน้าแล้งจะมีการเผาชีวมวลสูงกว่าในช่วงหน้าฝน ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แหล่งที่มาของฝุ่น PM_{2.5} ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร (ร้อยละ)

แหล่งกำเนิด	สถานที่เก็บตัวอย่าง					พิสัย
	ดินแดง ¹	กรมควบคุมมลพิษ ²		เอไอที ²		
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	
ไอเสียดีเซล	52	26.4	20.8	29.2	27.2	20.8-29.2
การเผาชีวมวล	35	24.6	35.5	24.9	37.8	24.6-37.8
ฝุ่นทุติยภูมิ	8	20.7	15.8	20.5	15.2	15.2-20.7
โรงงาน	4	5.1	3.4	5.6	5.5	3.4-5.6
ดิน	1	6.0	4.1	9.6	3.8	3.8-9.6
อื่นๆ	-	17.2	20.4	10.2	10.5	10.2-20.4

ที่มา : ¹ Oanh (2007); ² Oanh (2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดุลยวัต และคณะ (2559) ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากการสัญจรโดยยานพาหนะแต่ ละกลุ่มบริเวณตลาดทองครักซ์ โดยทำการศึกษาปริมาณฝุ่นละออง 5 ขนาด คือ TSP PM₁₀ PM₄ PM_{2.5} และ PM₁ ที่เกิดขึ้นจากการสัญจรโดยยานพาหนะทั้งหมด 6 กลุ่ม คือ ยานพาหนะกลุ่มที่ 1 ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล รถยนต์ส่วนบุคคลกระบะ และรถยนต์กระบะบรรทุก ยานพาหนะกลุ่มที่ 2 ได้แก่ รถบรรทุกขนาดใหญ่ 3 เพลา และรถโดยสารขนาดใหญ่ ยานพาหนะกลุ่มที่ 3 ได้แก่ รถบรรทุกขนาด เล็ก (4 ล้อ) รถบรรทุกขนาดกลาง 2 เพลา รถโดยสารขนาดเล็ก และรถโดยสารขนาดกลาง ยานพาหนะกลุ่มที่ 4 ได้แก่ รถพ่วงและรถบรรทุกกึ่งพ่วง ยานพาหนะกลุ่มที่ 5 ได้แก่ รถจักรยานยนต์ และรถสามล้อเครื่อง และยานพาหนะกลุ่มที่ 6 ได้แก่ รถดัดแปลง เช่น รถเครื่องจักรกลการเกษตร รวมถึงได้เก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ความเร็วลม โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ จุดเก็บตัวอย่างใกล้ กับเส้นทางจราจรบริเวณตลาดทองครักซ์ อ.องครักษ์ จ.นครนายก จากผลการศึกษาพบว่า ยานพาหนะ ที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่น PM₁ คือ ยานพาหนะกลุ่มที่ 2 กลุ่มยานพาหนะที่มีความสัมพันธ์กับ ปริมาณฝุ่น PM_{2.5} คือ ยานพาหนะกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 5 กลุ่มยานพาหนะที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณ ฝุ่น PM₄ คือ ยานพาหนะกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 4 กลุ่มยานพาหนะที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่น PM₁₀ คือ ยานพาหนะกลุ่มที่ 4 ส่วนกลุ่มยานพาหนะที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่น TSP คือ ยานพาหนะ กลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 4 โดยสามารถสรุปได้ว่า ยานพาหนะกลุ่มที่ 2 มีความสัมพันธ์ทำให้เกิดฝุ่นละออง PM₁ PM_{2.5} และ PM₄ มากที่สุด และยานพาหนะกลุ่มที่ 4 มีความสัมพันธ์ทำให้เกิดฝุ่น PM₁₀ และ TSP มากที่สุด ในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นจากผลกระทบของฝุ่นละอองได้โดยฝุ่นหยาบ PM₁₀ และ TSP สามารถแก้ปัญหาด้วยการฉีดพ่นละอองน้ำตลอดความยาวถนน หรือหลีกเลี่ยงการออกนอก อาคาร ส่วนฝุ่นละออง PM₁ PM_{2.5} และ PM₄ สามารถแก้ปัญหาโดยการสวมหน้ากากอนามัย ที่ สามารถช่วยป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองขนาดต่ำกว่า 10 ไมครอน เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจเบื้องต้นได้ รวมถึงมาตรการอื่นๆที่ช่วยป้องกันและลดผลกระทบจากฝุ่นต่อสุขภาพ เช่น การตรวจวัดปริมาณฝุ่น ละอองอย่างต่อเนื่อง หลีกเลี่ยงการออกนอกอาคาร หรือการทำกิจกรรมนอกอาคารเป็นระยะ เวลานาน เป็นต้น

วรวิฐิ (2560) ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองภายในห้องเรียน อาการแสดงของโรคระบบทางเดิน หายใจ ความเสี่ยงต่อการเกิดอาการและอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจ (Relative risk) และการรับสัมผัสฝุ่นละออง พื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัด นครปฐม ซึ่งอยู่ใกล้ถนนสายหลัก และโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม ตำบลสระกะเทียมอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ซึ่งอยู่ห่างไกลออกไปจากถนนสายหลัก วิธีการศึกษาเป็นแบบ Prospective study ประชากรที่ทำการศึกษาคือ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย จำนวน 56 คน และโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม จำนวน 37 คน จากผลการศึกษาพบว่า โรงเรียนพระปฐม

วิทยาลัย มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) เฉลี่ย 8 ชั่วโมง ภายในห้องเรียน ค่าเฉลี่ย 0.247 ± 0.178 มก./ลบ.ม. ส่วน โรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) เฉลี่ย 8 ชั่วโมง ภายในห้องเรียน ค่าเฉลี่ย 0.110 ± 0.056 มก./ลบ.ม. ข้อมูลอาการและอาการแสดงของโรกระบบทางเดินหายใจ พบว่า ในฤดูฝน เด็กนักเรียนโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย มีอาการและอาการแสดงของโรกระบบทางเดินหายใจไม่แตกต่างจากเด็กนักเรียนโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และในฤดูหนาว เด็กนักเรียนโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัยมีอาการและอาการแสดงของโรกระบบทางเดินหายใจแตกต่างจากเด็กนักเรียนโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนความเสี่ยงต่อการเกิดอาการและอาการแสดงของโรกระบบทางเดินหายใจอาการใดอาการหนึ่งหรือหลายอาการ ระหว่างเด็กนักเรียนโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัยกับเด็ก นักเรียนโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม พบว่า ในฤดูฝน เด็กนักเรียนโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัยมีความเสี่ยงเป็น 1.272 เท่า ของเด็กนักเรียนโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม และในฤดูหนาว เด็กนักเรียน โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัยมีความเสี่ยงเป็น 1.355 เท่า ของเด็กนักเรียนโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบความเสี่ยงการเกิดอาการและอาการแสดงของโรกระบบทางเดินหายใจอาการใดอาการหนึ่งหรือหลายอาการระหว่างฤดูฝนกับฤดูหนาว พบว่าเด็กนักเรียนโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย มีความเสี่ยงในฤดูหนาวเป็น 1.588 เท่า ของฤดูฝน ส่วนเด็กนักเรียนโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคม มีความเสี่ยงในฤดูหนาวเป็น 1.491 เท่า ของฤดูฝน ส่วนการรับสัมผัส PM₁₀ ของนักเรียนในโรงเรียนกลุ่มศึกษา มีค่าต่ำสุด 0.0060 มก./กก. ของน้ำหนักร่างกาย/วัน สูงสุด 0.0611 มก./กก. ของน้ำหนักร่างกาย/วัน และมีค่าเฉลี่ย 0.0202 ± 0.0145 มก./กก. ของน้ำหนักร่างกาย/วัน โรงเรียนในกลุ่มเปรียบเทียบ มีค่าต่ำสุด 0.0026 มก./กก.ของน้ำหนักร่างกาย/วัน สูงสุด 0.0205 มก./กก. ของน้ำหนักร่างกาย/วัน และมีค่าเฉลี่ย 0.0089 ± 0.0045 มก./กก. ของน้ำหนักร่างกาย/วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ PM₁₀ การรับสัมผัสพบว่า โรงเรียนในกลุ่มศึกษา มีปริมาณ PM₁₀ มากกว่าโรงเรียนในกลุ่มเปรียบเทียบ ส่งผลต่อปริมาณการรับสัมผัสของนักเรียนในกลุ่มศึกษา อย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือโรงเรียนในกลุ่มศึกษามีปริมาณการรับสัมผัส PM₁₀ (0.0202 ± 0.0145 มก./กก. ของน้ำหนักร่างกาย/วัน) มากกว่าโรงเรียนในกลุ่มเปรียบเทียบ (0.0089 ± 0.0045 มก./กก. ของน้ำหนักร่างกาย/วัน)

Duanpen และคณะ (2022) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ทางอนุกรมวิธาน (รวมถึงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม) กับความเข้มข้นของ PM_{2.5} และ PM₁₀ ในเขตเมืองและชนบทภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงที่มีหมอกควัน (มกราคม ถึง เมษายน) ตั้งแต่ปี 2016 ถึง 2020 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน-แรนค์และการถดถอยแบบเกาส์เซียนหลายตัวแปรถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ ข้อมูลทุติยภูมิของความเข้มข้นของ PM_{2.5} และ PM₁₀ และพารามิเตอร์ทางอนุกรมวิธานได้มาจากกรมควบคุมมลพิษ การวัดทำได้โดยใช้วิธีลดทอนรังสีเบตา ผลการวิจัยพบว่าความเข้มข้นของ PM_{2.5} เฉลี่ยต่อวันในเขตเมืองตลอดระยะเวลา

การศึกษาประมาณ 24% ถึง 65% เกินกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศแวดล้อมแห่งชาติของประเทศไทย อัตราส่วน $PM_{2.5} : PM_{10}$ เฉลี่ยในเขตเมืองและชนบทในช่วงหมอกควัน มีค่าเท่ากับ 0.69 และ 0.66 ตามลำดับ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างอนุภาคมิครอยากาศ ($r = 0.624$) และความชื้นสัมพัทธ์ ($r = -0.722$) กับความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในทั้งสองพื้นที่ ความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอนุภาคเช่นกัน ในทางตรงกันข้าม ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการลดลงของความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} อย่างไรก็ตาม ความเร็วลมไม่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} นอกจากนี้ วิถีย้อนกลับรายวันโดยใช้แบบจำลองวิถีโคจรแบบผสมผสานลากรองจ็อนูภาคเดี่ยวลูกผสม (Trajectory Model) แสดงให้เห็น การเคลื่อนที่ของมวลอากาศในเดือนมีนาคม ส่วนใหญ่มาจากทิศทางตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเคลื่อนที่ผ่านที่ราบสูงบริเวณพื้นที่ที่มีการเผาไหม้ชีวมวลจำนวนมากจากจังหวัดใกล้เคียงที่อยู่ทางต้นลม และการเคลื่อนย้ายข้ามพรมแดนก่อนถึงสถานีตรวจอากาศ การศึกษานี้ช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับมลพิษของฝุ่นละอองและรูปแบบทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงหมอกควันประจำปีในเขตเมืองและชนบท

Narut และคณะ (2016) ศึกษาการสัมพัทธ์ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่เป็นไปได้ที่บริเวณถนน 2 แห่งในกรุงเทพฯ ประเทศไทย: พื้นที่ริมถนนแบบมีหลังคาและแบบเปิด เก็บตัวอย่าง 100 ตัวอย่าง พร้อมกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อนุภาค ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และการแผ่รังสีแสงอาทิตย์ ความสัมพันธ์อันดับสเปียร์แมนถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเหล่านี้ และระดับ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ริมถนนต่างๆ จากผลการศึกษาพบว่า ระดับ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่มีหลังคามีค่ามากกว่าระดับ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่เปิดถึง 1.72 และ 1.60 เท่า ระดับเฉลี่ยอยู่ที่ 154.59 และ 94.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ในพื้นที่ที่มีหลังคา และ 89.43 และ 58.69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ในพื้นที่เปิด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีความเสี่ยงสูงสำหรับคนทำงาน เช่น ชายของริมถนน นั่นคือการสัมผัสกับฝุ่นละออง ในพื้นที่มีหลังคาเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เปิด ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงลบต่อระดับ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในพื้นที่เปิดโล่ง แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับพื้นที่มีหลังคา

Supanan และคณะ (2020) วิเคราะห์คุณลักษณะของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ บริเวณที่อยู่อาศัยที่ไม่ใช่ริมถนน ในกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย โดยใช้ความเข้มข้น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ รายชั่วโมง ซึ่งรวบรวมจากสถานีตรวจวัด 10 สถานี โดยกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2559 ผลการวิจัยพบว่า สถานีส่วนใหญ่มีแนวโน้มความเข้มข้น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ลดลงหรือไม่มีแนวโน้มเลย ในขณะที่ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในช่วงวันธรรมดาและฤดูแล้งสูงกว่าช่วงฤดูสัปดาห์และฤดูฝนตามลำดับ ความแปรผันในแต่ละวันของทั้ง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มีลักษณะเป็นหลายพีค โดยส่วนใหญ่เป็น 2 พีคในหนึ่งวันสำหรับ $PM_{2.5}$ และ 2 ถึง 3 พีค ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของ PM_{10} อัตราส่วน $PM_{2.5}$ ต่อ PM_{10} ของสถานีตรวจวัดบริเวณที่อยู่อาศัยมีค่าเฉลี่ย 0.61 ซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกับอัตราส่วน $PM_{2.5} : PM_{10}$ จาก

สถานีตรวจวัดริมถนน แสดงให้เห็นว่าแหล่งที่มาของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ที่สถานีตรวจวัดทั้งสองประเภทมีความคล้ายคลึงกัน อาจมาจากการจราจรและการขนส่งเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม พบว่าอัตราส่วน $PM_{2.5} : PM_{10}$ ในช่วงฤดูฝนต่ำกว่าช่วงฤดูแล้ง ซึ่งบ่งชี้ถึงบทบาทของแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกและกระบวนการกำจัดในแต่ละฤดูกาล

Thomas และคณะ (2023) ศึกษาคุณภาพอากาศในมาเก๊า ที่มีแหล่งกำเนิด PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในระดับท้องถนนและระดับภูมิภาคจากการขนส่ง โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจสอบคุณภาพอากาศ (AQMS) จำนวน 6 สถานีที่กระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วมาเก๊า อย่างไรก็ตาม สถานีตรวจสอบคุณภาพอากาศในปัจจุบันยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นบางแห่ง จึงมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศบริเวณริมถนน 4 แห่งในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นที่สุดของมาเก๊า โดยศึกษาความเข้มข้นของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในบริเวณริมถนนหลายแห่งในมาเก๊า 24 จุด รวมเวลาติดตาม 192 ชั่วโมง สถานที่เก็บตัวอย่างอากาศเลือกตามพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นที่สุดของมาเก๊าและสถานที่ที่มีการจราจรติดขัดมากที่สุด ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยานพาหนะกับระดับความเข้มข้นของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรรายชั่วโมงกับระดับความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} น้อย โดยมีค่าสหสัมพันธ์ของการกำหนด (R^2) 0.001 ถึง 0.122 นอกจากนี้ ยังแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างประเภทยานพาหนะกับระดับความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} โดยมีค่า (R^2) 0.000 ถึง 0.043 มีความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลยระหว่างปริมาณการจราจรในท้องถนนและความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ริมถนนในสถานที่ที่ได้รับการตรวจสอบของมาเก๊า สรุปได้ว่าความเข้มข้นของ PM มีแนวโน้มที่จะเชื่อมโยงกับแหล่งที่มาของภูมิภาคและสภาพทางอุตุนิยมวิทยามากกว่า อย่างไรก็ตาม สภาพทางภูมิศาสตร์ของมาเก๊าก็น่าจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลในการศึกษานี้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์

1. เครื่องวัดฝุ่นในบรรยากาศแบบพกพา ผลิตภัณฑ์ Turnkey รุ่น DustMate ประเทศอังกฤษ
2. เครื่องตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมออนไลน์ รุ่น T640 ยี่ห้อ Teledyne API ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2 พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ เลือกด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช ถนนประดิษฐ์ภูมิธรรม กรุงเทพมหานคร เป็นตัวแทนในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} เนื่องจากมีปริมาณการจราจรหนาแน่น และเป็นด่านที่มุ่งหน้าเข้าภายในตัวเมือง ซึ่งด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา มีช่องเก็บค่าผ่านทางทั้งหมด 5 ช่อง โดยแบ่งเป็นช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 1 และ 2 เป็นช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบ easy pass ช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 เป็นช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด และช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 5 ไม่ได้ทำการเปิดใช้งาน โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสดในช่องที่ 3 และ 4 (รูปที่ 3.1) และเก็บตัวอย่างในบรรยากาศทั่วไป (แหล่งอ้างอิง) ห่างจากจุดเก็บตัวอย่างในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ เป็นระยะทาง 42.03 เมตร (รูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไปโดยใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมออนไลน์

(ที่มา : <https://www.google.com/maps/search/ramintra+tollgate/@13.839024,100.6339148,51m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>)

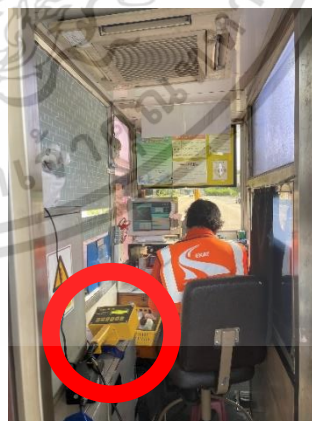
3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 วิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางแบบเงินสด

วิเคราะห์ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบเงินสด ช่องที่ 3 และ 4 โดยใช้เครื่องวัดฝุ่นในบรรยากาศแบบพกพา (รูปที่ 3.3 ก) ตั้งอยู่ด้านข้างของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ (รูปที่ 3.3 ข) โดยตรวจวัดในช่วงเวลา 06.00 – 07.00 น. และช่วงไม่เร่งด่วนระหว่างเวลา 11.00 – 12.00 น. ตั้งแต่วันที่ 16 - 26 สิงหาคม พ.ศ. 2566 เป็นเวลา 11 วัน



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.3 การเก็บตัวอย่างฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางแบบเงินสด

(ก) เครื่องวัดฝุ่นในบรรยากาศแบบพกพา (ข) ตำแหน่งวางเครื่องเก็บตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า (ที่มา : <https://www.entech.co.th/dustmate-turnkey/>)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุตบแต่งและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วิเคราะห์ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป

ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป เก็บตัวอย่างด้วยเครื่องตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมออนไลน์ (แหล่งอ้างอิง) ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (รูปที่ 3.4) ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566 เป็นเวลา 181 วัน



รูปที่ 3.4 เครื่องตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมออนไลน์ รุ่น T640 ยี่ห้อ Teledyne API

3.3.3 ตรวจวัดปริมาณจราจรที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

ปริมาณจราจรที่ผ่านด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช ตรวจวัดโดยการทางพิเศษแห่งประเทศไทย เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566 เป็นเวลา 181 วัน

3.3.4 ตรวจวัดข้อมูลอุตุวิทยารายชั่วโมง

ข้อมูลอุตุวิทยารายชั่วโมง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ตรวจวัดโดยการทางพิเศษแห่งประเทศไทย เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566 เป็นเวลา 181 วัน

3.3.5 แบบสอบถามสำรวจปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

สำรวจปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษด้านรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช โดยใช้แบบสอบถามพนักงานทุกคนที่ทำงาน มีทั้งหมด 10 คน ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทั่วไป ข้อมูลของอาการและอาการที่พบเมื่อได้รับมลพิษทางอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.3 ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าวได้ปรับปรุงจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (วรฤทธิ, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) (ชินนันท และคณะ, 2563)

วิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ภายในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศทั่วไป และปริมาณจราจรเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's Correlation Coefficient) ผ่านโปรแกรม IBM SPSS Statistics โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยเครื่องหมาย $+$, $-$ หน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะบ่งบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ และวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ภายในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศทั่วไป โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนสามารถคำนวณได้จากสูตร (Spearman, 1904) ดังสมการที่ 3.1 เกณฑ์พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แสดงดังตารางที่ 3.1

$$r_s = 1 - \frac{6\sum(p_i - q_i)^2}{n(n^2 - 1)} \quad (3.1)$$

เมื่อ r_s คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน
 $\sum(p_i - q_i)^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของอันดับคะแนนในแต่ละคู่
 n คือ ขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่า r	ระดับความสัมพันธ์
0.80 – 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.60 – 0.79	มีความสัมพันธ์กันสูง
0.40 – 0.59	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
0.20 – 0.39	มีความสัมพันธ์กันน้อย
0.00 – 0.19	มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ กับบรรยากาศทั่วไป ความสัมพันธ์ความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษและในบรรยากาศทั่วไปกับปริมาณจราจร บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา รวมทั้งปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ได้ผลการศึกษาดังนี้

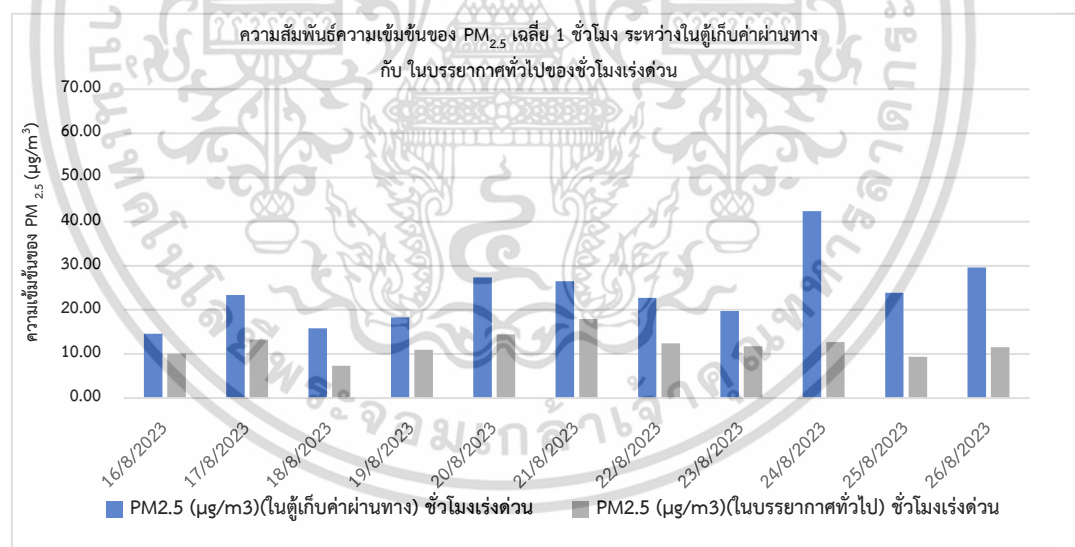
4.1 ผลการศึกษาความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศทั่วไป บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา

การศึกษาความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศทั่วไป ในชั่วโมงเร่งด่วนระหว่างเวลา 06.00 – 07.00 น. และชั่วโมงไม่เร่งด่วนระหว่างเวลา 11.00 – 12.00 น. ตั้งแต่วันที่ 16 ถึง 26 สิงหาคม พ.ศ. 2566 เป็นเวลา 11 วัน ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.1 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ก-1 ภาคผนวก ก) จากผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษของชั่วโมงเร่งด่วน อยู่ในช่วง 14.57 ถึง 42.34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในบรรยากาศทั่วไปของชั่วโมงเร่งด่วน อยู่ในช่วง 8.35 ถึง 16.11 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 4.1 (ก)) ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษของชั่วโมงไม่เร่งด่วน อยู่ในช่วง 13.08 ถึง 24.90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในบรรยากาศทั่วไปของชั่วโมงไม่เร่งด่วน อยู่ในช่วง 8.88 ถึง 20.18 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 4.1 (ข)) ซึ่งความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ ซึ่งความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษแตกต่างจากในบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในตู้ ที่ชั่วโมงไม่เร่งด่วน ไม่แตกต่างกับ ในบรรยากาศ ชั่วโมงไม่เร่งด่วน ส่วนในตู้ ชั่วโมงเร่งด่วน แตกต่างกับกับในบรรยากาศ ชั่วโมงเร่งด่วน และในบรรยากาศ ชั่วโมงไม่เร่งด่วน (ดูรายละเอียดในตาราง ง-1 ภาคผนวก ง) ทั้งนี้เนื่องจากตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ เป็นสถานที่ปิดและมีขนาดเล็ก ถึงแม้ว่าจะมีม่านอากาศและเครื่องฟอกอากาศ แต่ผู้ปฏิบัติงานมักปิดเครื่องฟอกอากาศเพราะทำงานไม่สะดวก จึงทำให้ฝุ่นละอองจากไอเสียรถยนต์อาจเข้าไปสะสมอยู่ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ อย่างไรก็ตาม ฝุ่น $PM_{2.5}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษและในบรรยากาศทั้งในชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วนมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานในบรรยากาศ (37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษของชั่วโมงเร่งด่วน อยู่ในช่วง 22.07 ถึง 60.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในบรรยากาศทั่วไปของชั่วโมงเร่งด่วน อยู่ในช่วง 25.91 ถึง 44.88 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 4.2 (ก)) ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษของชั่วโมงไม่เร่งด่วน อยู่ในช่วง 20.70 ถึง 36.20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในบรรยากาศทั่วไปของ

ชั่วโมงไม่เร่งด่วน อยู่ในช่วง 25.49 ถึง 56.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 4.2 (ข)) ซึ่งความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศ และความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น PM_{10} ในชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น PM_{10} ในบรรยากาศ ที่ชั่วโมงไม่เร่งด่วน ไม่แตกต่างกับ ในตู้ ชั่วโมงเร่งด่วน และในบรรยากาศ ชั่วโมงเร่งด่วน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับในตู้ ชั่วโมงไม่เร่งด่วน (ดูรายละเอียดในตาราง ง-2 ภาคผนวก ง) ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณรถยนต์ในช่วงชั่วโมงไม่เร่งด่วนมีปริมาณน้อย ทำให้ฝุ่นหยาบมีความเข้มข้นน้อย ส่งผลให้ม่านอากาศสามารถดักฝุ่นหยาบได้ทัน พบว่าฝุ่น PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษและในบรรยากาศทั้งในชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วนมีค่าไม่เกินมาตรฐานในบรรยากาศ (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) อย่างไรก็ตาม ควรทำการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองนอกตู้เก็บค่าผ่านทางเพิ่ม ในการศึกษาอนาคต

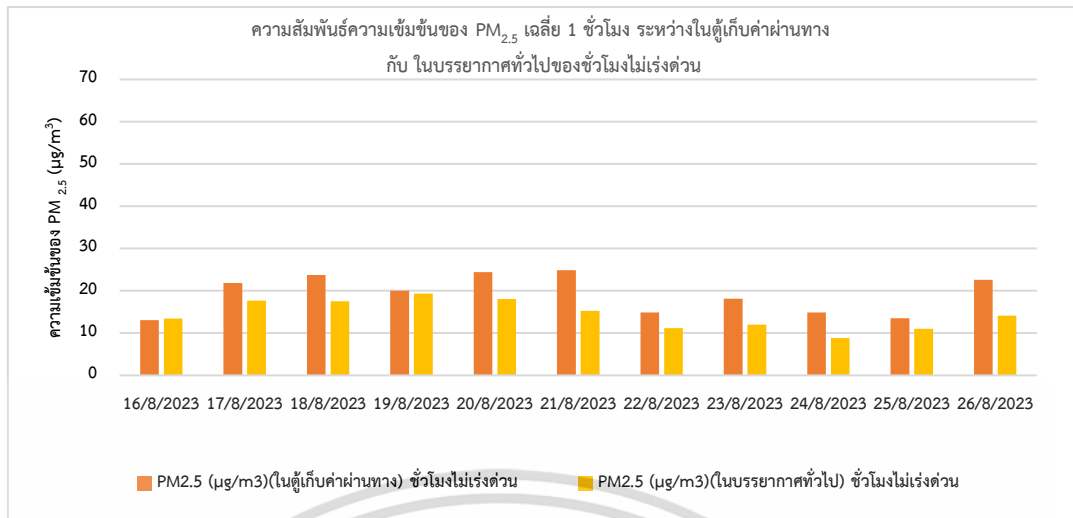
จากผลการวิเคราะห์สัดส่วน $PM_{2.5} : PM_{10}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศทั่วไป (ดูรายละเอียดในตารางที่ ข-2 ภาคผนวก ข) ของชั่วโมงเร่งด่วน พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.65 และ 0.38 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และในชั่วโมงไม่เร่งด่วน พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.66 และ 0.35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ



(ก)

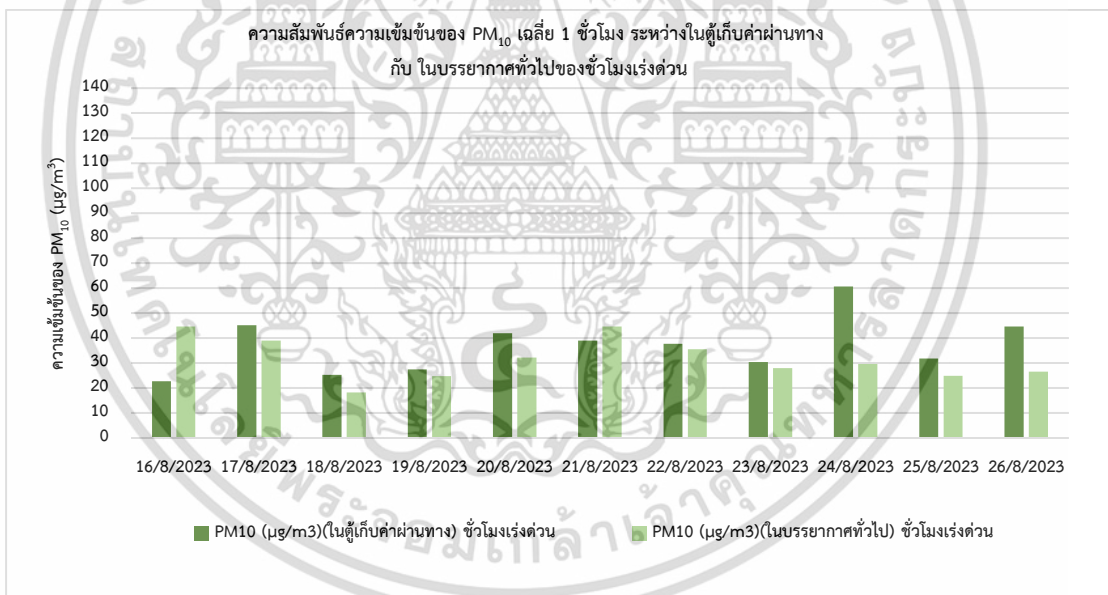
รูปที่ 4.1 ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ กับ ในบรรยากาศทั่วไป (ก) ชั่วโมงเร่งด่วน (ข) ชั่วโมงไม่เร่งด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

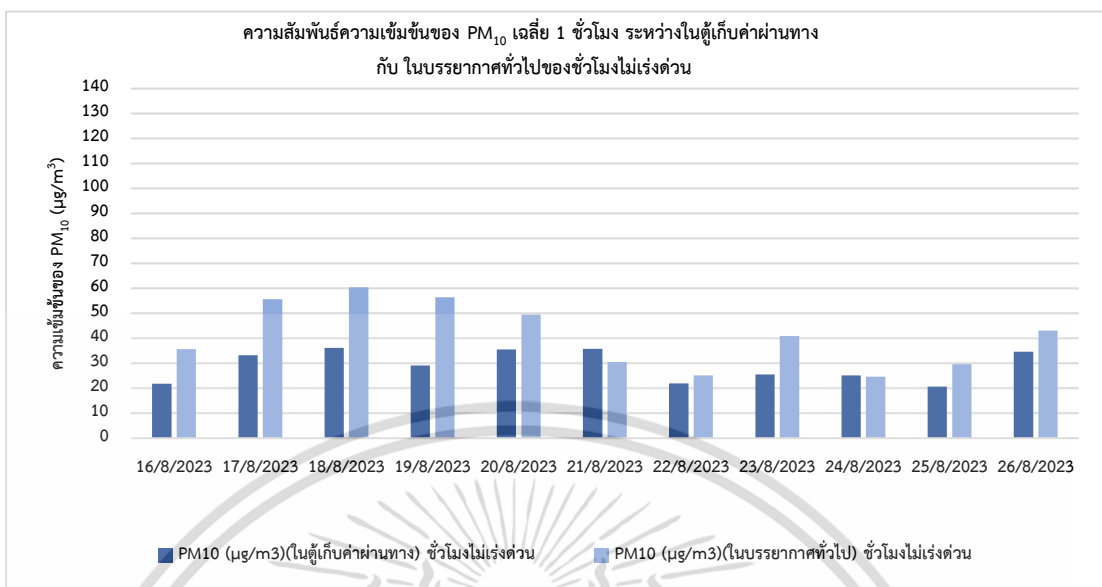
รูปที่ 4.1 (ต่อ) ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM_{2.5} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ กับ ในบรรยากาศทั่วไป (ก) ชั่วโมงเร่งด่วน (ข) ชั่วโมงไม่เร่งด่วน



(ก)

รูปที่ 4.2 ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษกับในบรรยากาศทั่วไป (ก) ชั่วโมงเร่งด่วน (ข) ชั่วโมงไม่เร่งด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

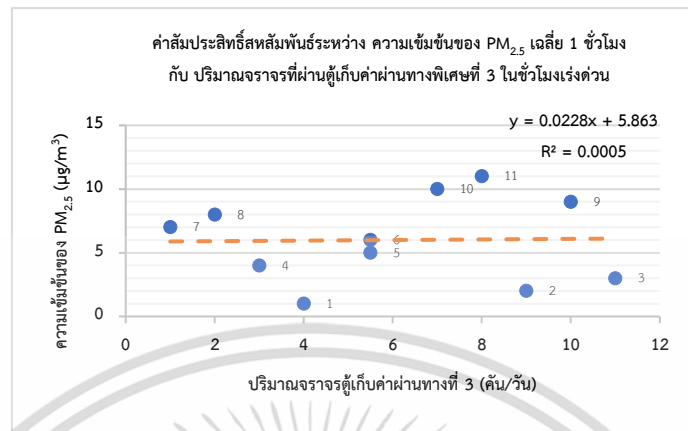
รูปที่ 4.2 (ต่อ) ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษกับในบรรยากาศทั่วไป

(ก) ชั่วโมงเร่งด่วน (ข) ชั่วโมงไม่เร่งด่วน

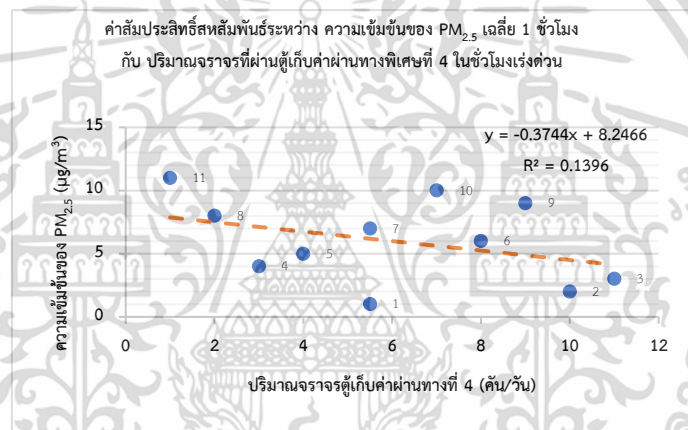
4.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM_{2.5} และ PM₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษกับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} เฉลี่ย 1 ชั่วโมง กับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 ในชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วน ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.3 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ง-12,16 ภาคผนวก ง) จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM_{2.5} กับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 ในชั่วโมงเร่งด่วน มีค่าเท่ากับ 0.0228 และ -0.3744 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM_{2.5} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 กับปริมาณจราจรมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกแต่อยู่ในระดับที่มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ส่วนในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 มีความสัมพันธ์เชิงลบ ในระดับที่มีความสัมพันธ์กันน้อยเช่นกัน ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณจราจรที่ไม่แน่นอน หรือสภาพอากาศในช่วงเวลานั้นๆ มีความแปรปรวน (ดูรายละเอียดในตารางที่ ง-13,17 ภาคผนวก ง) ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM_{2.5} กับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน มีค่าเท่ากับ 0.400 และ -0.5479 ตามลำดับ จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้พบว่าตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 ปริมาณฝุ่น PM_{2.5} มีความสัมพันธ์กับปริมาณจราจรในระดับความสัมพันธ์กันปานกลาง โดยตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 เป็นความสัมพันธ์ในเชิงบวก ส่วนตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 เป็นความสัมพันธ์กันในเชิงลบ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในตู้เก็บค่าผ่านทางที่ 3 อยู่ระหว่างตู้เก็บค่าผ่านทางที่ 2 และ 4 ส่วนตู้เก็บค่าผ่านทางที่ 4 มีด่านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเขางานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



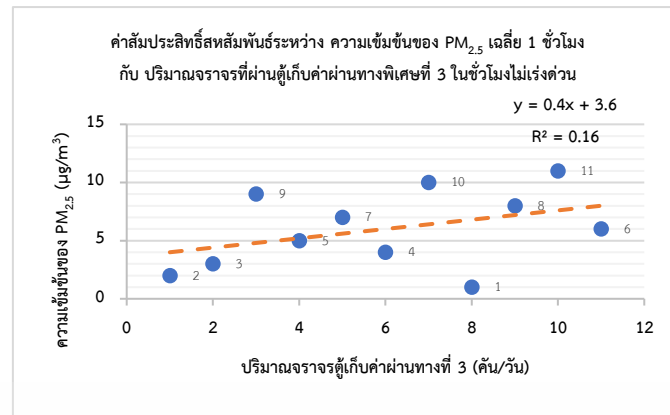
(ก)



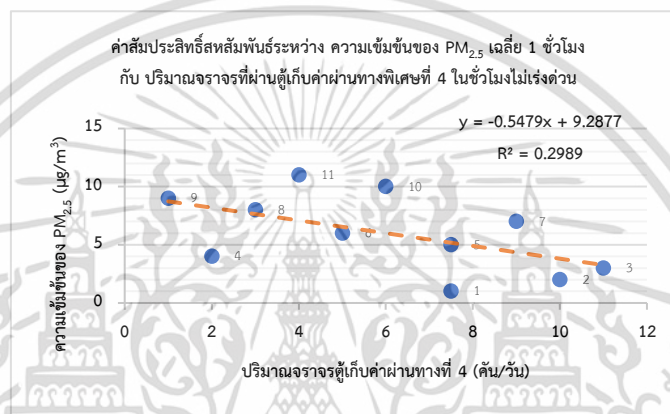
(ข)

- รูปที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ กับปริมาณจราจรที่ผ่าน
- (ก) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ในชั่วโมงเร่งด่วน (ข) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ในชั่วโมงเร่งด่วน
- (ค) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน (ง) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)



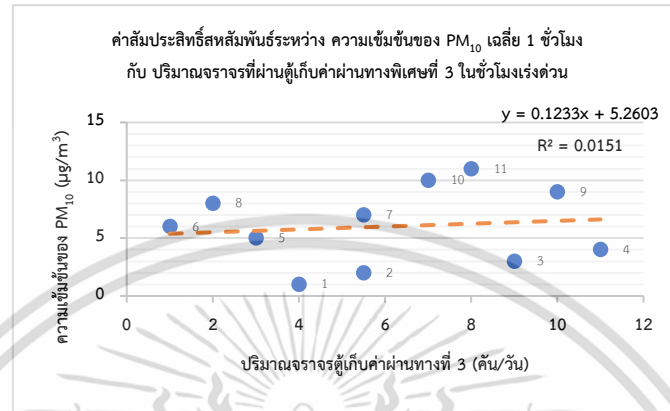
(ง)

รูปที่ 4.3 (ต่อ) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของ PM_{2.5} กับปริมาณจราจรที่ผ่าน (ก) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ในชั่วโมงเร่งด่วน (ข) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ในชั่วโมงเร่งด่วน (ค) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน (ง) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน

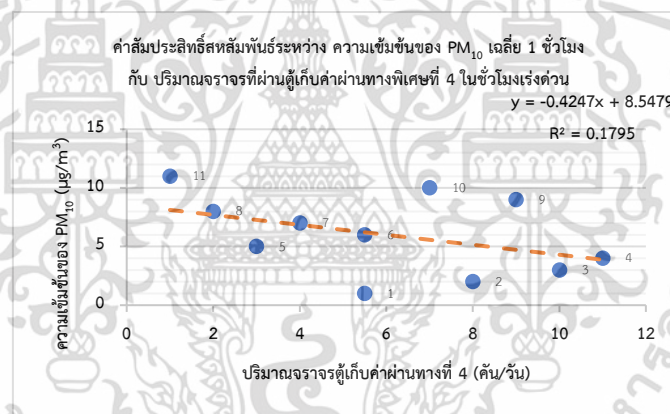
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น PM₁₀ กับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 ในชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วน ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.4 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ง-14,18 ภาคผนวก ง) จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM₁₀ กับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 ของชั่วโมงเร่งด่วน มีค่าเท่ากับ 0.123 และ -0.424 ตามลำดับ โดยปริมาณฝุ่น PM₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 มีความสัมพันธ์กับปริมาณจราจรในเชิงบวก อยู่ในระดับที่มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ส่วนตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ อยู่ในระดับที่มีความสัมพันธ์ปานกลาง ซึ่งเมื่อเทียบข้อมูลปริมาณจราจร (ดูรายละเอียดในตารางที่ ง-15,19 ภาคผนวก ง) พบว่าในช่องของตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 มีปริมาณจราจรมากกว่าช่องของตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM₁₀ กับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน มีค่าเท่ากับ 0.473 และ -0.473 ตามลำดับ โดยปริมาณฝุ่น PM₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 มีความสัมพันธ์กับปริมาณจราจรในเชิงบวก อยู่ในระดับที่มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ส่วนตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ อยู่ในระดับที่มีความสัมพันธ์ปานกลาง ซึ่งเมื่อเทียบข้อมูลปริมาณจราจร (ดูรายละเอียดในตารางที่ ง-15,19 ภาคผนวก ง) พบว่าในช่องของตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 มีปริมาณจราจรมากกว่าช่องของตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM₁₀ กับปริมาณจราจรที่ผ่านตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน มีค่าเท่ากับ 0.473 และ -0.473 ตามลำดับ โดยปริมาณฝุ่น PM₁₀ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 มีความสัมพันธ์กับปริมาณจราจรในเชิงบวก อยู่ในระดับที่มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ส่วนตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ อยู่ในระดับที่มีความสัมพันธ์ปานกลาง ซึ่งเมื่อเทียบข้อมูลปริมาณจราจร (ดูรายละเอียดในตารางที่ ง-15,19 ภาคผนวก ง) พบว่าในช่องของตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 มีปริมาณจราจรมากกว่าช่องของตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.023 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ซึ่งตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง และตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 มีความสัมพันธ์กันในระดับน้อยมาก



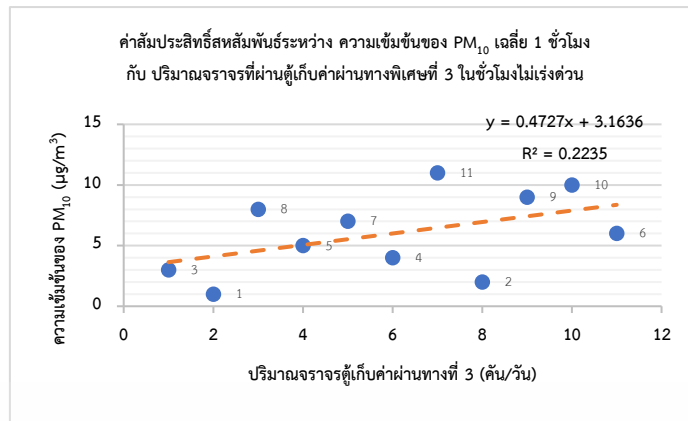
(ก)



(ข)

รูปที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ PM₁₀ กับเฉลี่ย 1 ชั่วโมงปริมาณจราจรที่ผ่าน (ก) ตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ในชั่วโมงเร่งด่วน (ข) ตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ในชั่วโมงเร่งด่วน (ค) ตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน (ง) ตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)



(ง)

รูปที่ 4.4 (ต่อ) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ PM₁₀ กับเฉลี่ย 1 ชั่วโมงปริมาณจราจรที่ผ่าน (ก) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ในชั่วโมงเร่งด่วน (ข) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ในชั่วโมงเร่งด่วน (ค) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน (ง) ตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ในชั่วโมงไม่เร่งด่วน

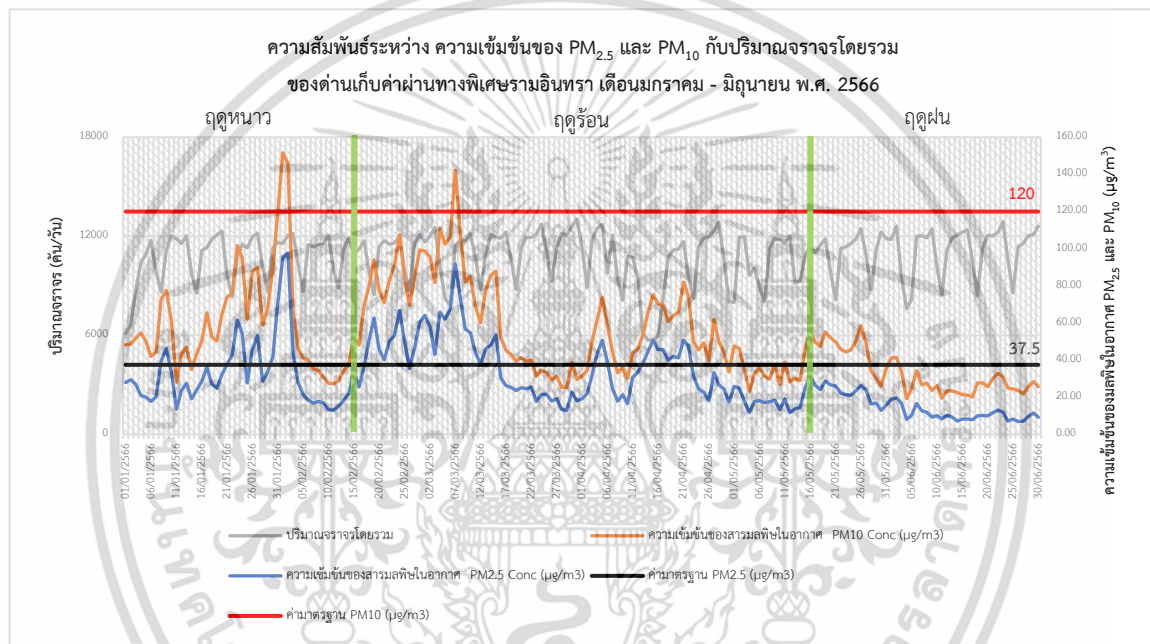
4.3 ผลการศึกษาความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{2.5} และ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไปกับปริมาณจราจรโดยรวม ของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา

การศึกษาความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{2.5} และ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป และปริมาณจราจรโดยรวมของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ระหว่างเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566 ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.5 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ค-1-6 ภาคผนวก ค)

ความสัมพันธ์ระหว่าง PM_{2.5} กับ PM₁₀ แนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงไปในทิศทางเดียวกัน เดือนที่มีปริมาณฝุ่นละอองค่อนข้างสูง คือ ช่วงปลายเดือนมกราคมจนถึงช่วงกลางเดือนมีนาคม โดยมีค่าฝุ่น PM_{2.5} สูงเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูหนาวและต้นฤดูร้อน จึงทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองเนื่องจากสภาพอากาศปิดในช่วงฤดูหนาว ส่วนในช่วงฤดูร้อน จะเห็นได้ว่าช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ ยังคงมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกินมาตรฐาน หลังจากนั้นความเข้มข้นของฝุ่นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละอองมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนถึงกลางเดือนพฤษภาคม เพราะในช่วงฤดูร้อนจะเกิดการพัดพาของฝุ่นละออง และไม่เกิดการสะสมของฝุ่นละออง ในทางกลับกัน เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด เพราะในเวลาที่ผ่านมาจะเกิดการชะเอาฝุ่นละอองออกจากบรรยากาศ

(ดูรายละเอียดในตารางที่ ข-1 ภาคผนวก ข) จากผลการวิเคราะห์สัดส่วน $PM_{2.5} : PM_{10}$ ในช่วงเดือนมกราคม - มิถุนายน พบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.56 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chirasophon and Pochanart (2020) ที่รายงานสัดส่วน $PM_{2.5} : PM_{10}$ จากแหล่งกำเนิดรถยนต์ มีค่า 0.54



รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} และปริมาณจราจรโดยรวม ของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา เดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2566

ตารางที่ 4.1 สัดส่วนความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป เฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา

ฝุ่นในบรรยากาศทั่วไป	$PM_{2.5} : PM_{10}$	วิจัยอ้างอิง ⁽¹⁾
มกราคม	0.53	-
กุมภาพันธ์	0.59	-
มีนาคม	0.61	-
เมษายน	0.62	-
พฤษภาคม	0.51	-

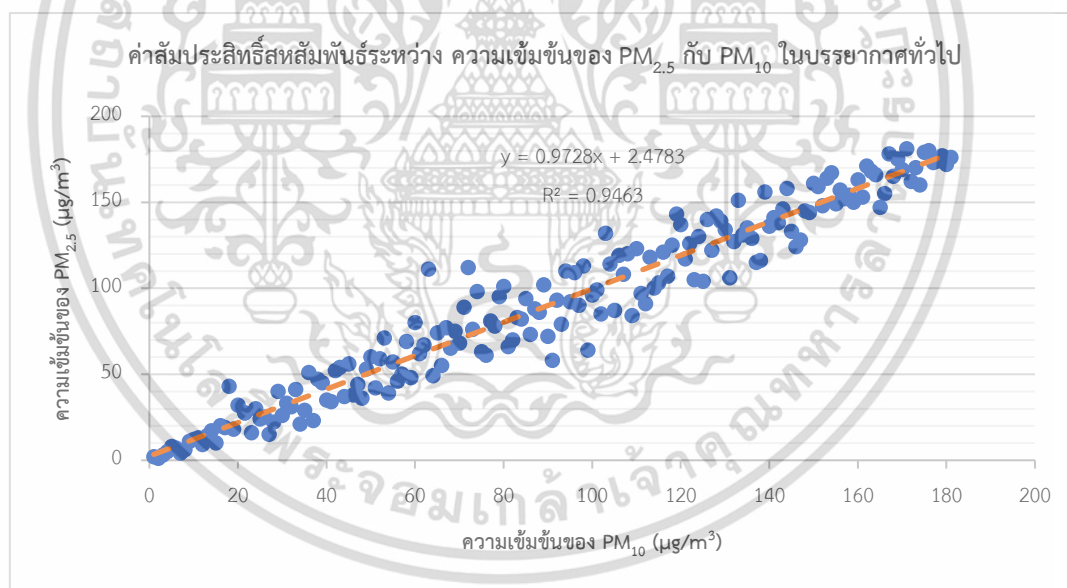
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สัดส่วนความเข้มข้นของ PM_{2.5} และ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป เฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา

ฝุ่นในบรรยากาศทั่วไป	PM _{2.5} : PM ₁₀	วิจัยอ้างอิง ⁽¹⁾
มิถุนายน	0.40	
เฉลี่ย 6 เดือน	0.56	-
เฉลี่ย 12 เดือน	-	0.54

หมายเหตุ : ⁽¹⁾ Chirasophon and Pochanart (2020 : p.79) The Long-Term Characteristics of PM₁₀ and PM_{2.5} in Bangkok, Thailand

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM_{2.5} กับฝุ่น PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.6 (ดูรายละเอียดในตารางที่ 4-3 ภาคผนวก ง) พบว่าปริมาณฝุ่น PM_{2.5} และ ปริมาณฝุ่น PM₁₀ มีความสัมพันธ์กันโดยมีความสัมพันธ์เชิงบวก และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.9728 แสดงว่ามีระดับความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก เนื่องจากฝุ่นละอองมาจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน จึงสามารถบ่งบอกได้ว่าความสัมพันธ์ของฝุ่น PM_{2.5} และ PM₁₀ แปรผันตรงกัน



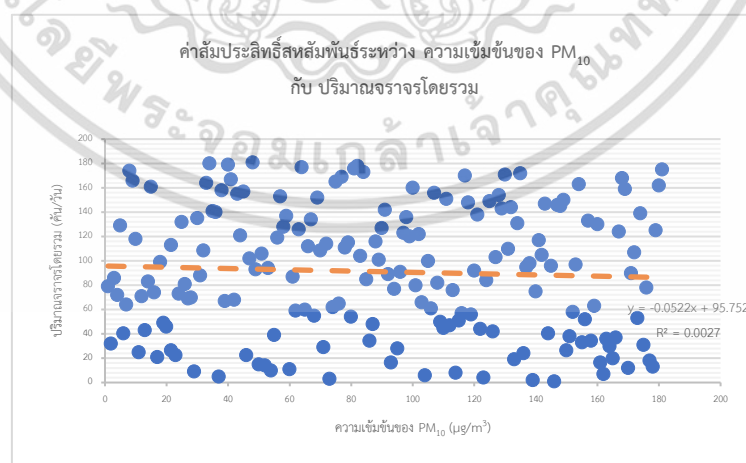
รูปที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ PM_{2.5} กับ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM_{2.5} และ PM₁₀ กับปริมาณจราจร บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ได้ผลดังแสดง ในรูปที่ 4.7 (ดูรายละเอียดใน ภาคผนวก ค) พบว่าความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} และ PM₁₀ กับปริมาณจราจรไม่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน อาจเกิดเนื่องจากเอกสารนี้เริ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงโควิด-19 ซึ่งการจราจรไม่แน่นอนไปทิศทางเดียวกัน อาจเกิดเนื่องจากไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไปตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดฝุ่นในบรรยากาศห่างจากตัวเก็บเงินค่าผ่านทางประมาณ 42.03 เมตร ไม่ได้ตรวจวัดภายนอกตัวเก็บเงินค่าผ่านทางที่ทำการนับปริมาณจราจร ดังนั้น จึงอาจมีแหล่งกำเนิดจากรถยนต์ที่วิ่งบนทางด่วนที่อยู่เหนือด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ รวมถึงถนนประดิษฐ์มธูธรรมที่อยู่ใกล้กับสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ ซึ่งจากการค้นหาแหล่งอ้างอิงจากกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง (2566) สถานีภายในสำนักงานเขตลาดพร้าว เขตลาดพร้าว ซึ่งเป็นสถานีที่ใกล้เคียงกับด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรามากที่สุด พบว่าความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} จากเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศสิ่งแวดล้อมออนไลน์ (แหล่งอ้างอิง) และแหล่งอ้างอิงจากกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียงมีค่าที่ใกล้เคียงกันโดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) $PM_{2.5}$ และ PM_{10} เท่ากับ -0.0758 และ -0.0522 ตามลำดับ ซึ่งไม่สามารถเทียบกับค่านัยสำคัญที่ 0.01 ได้ นอกจากนี้ ปริมาณฝุ่นละอองนอกจากขึ้นอยู่กับจำนวนรถยนต์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของรถยนต์ ประเภทของเครื่องยนต์ พฤติกรรมการขับรถยนต์ เช่น การเร่งเครื่องยนต์ เป็นต้น



(ก)



(ข)

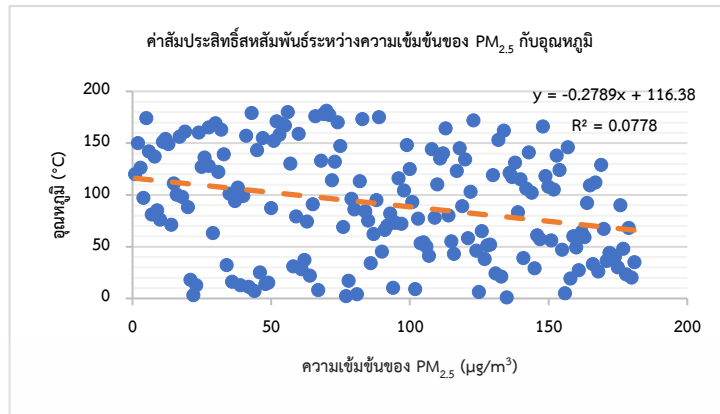
รูปที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติเท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

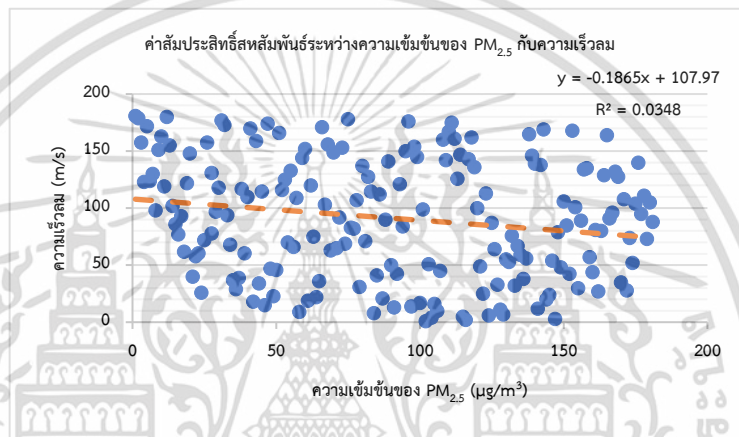
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลของปัจจัยทางอุตุนิยมที่มีผลต่อความเข้มข้นฝุ่น ในบรรยากาศทั่วไป

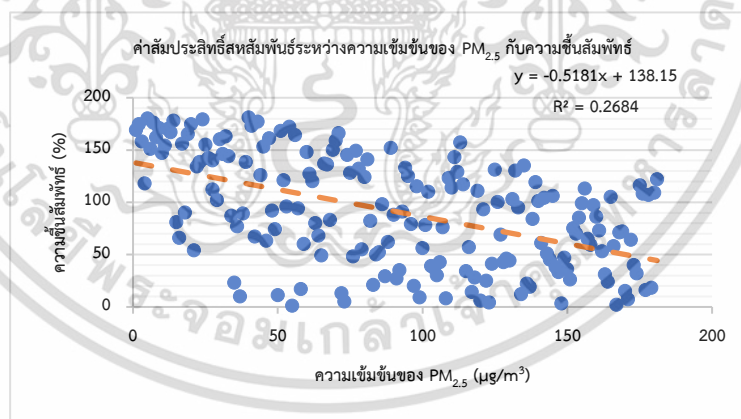
ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ กับอุตุนิยมวิทยา แสดงดังรูปที่ 4.8 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ง-6-8 ภาคผนวก ง) พบว่าอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเชิงลบหรือแปรผกผันกัน นั่นคือ ถ้าอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าสูง จะทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองมีค่าต่ำ โดยอุณหภูมิมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.2789 แสดงว่ามีระดับความสัมพันธ์ในระดับน้อย ความเร็วลมมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.1865 แสดงว่ามีค่าระดับความสัมพันธ์น้อยมาก ส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.5181 มีค่าระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละออง PM_{10} กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา แสดงดังรูปที่ 4.9 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ง-9-11 ภาคผนวก ง) พบว่าความสัมพันธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับฝุ่น PM_{10} ในเชิงลบหรือแปรผกผันกัน เช่นเดียวกับ $PM_{2.5}$ ซึ่งอุณหภูมิและความเร็วลมนั้นมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ -0.3532 และ -0.311 โดยมีระดับความสัมพันธ์กันน้อย และความชื้นสัมพัทธ์มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ -0.6044 มีค่าระดับความสัมพันธ์สูง ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าความสัมพันธ์ของฝุ่นละออง PM_{10} กับอุณหภูมิ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ มีความแปรผกผันกัน นั่นคือเมื่ออุณหภูมิสูง ความเข้มข้นฝุ่นจะน้อย เนื่องจากสภาวะอากาศเปิด ความเร็วลมสูง ความเข้มข้นฝุ่นจะน้อย เนื่องจากเกิดการแพร่กระจาย ทำให้ฝุ่นเบาบางลง เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูง ความเข้มข้นฝุ่นจะน้อย เนื่องจากอาจเกิดการตกตัวของฝุ่นละออง



(ก)



(ข)

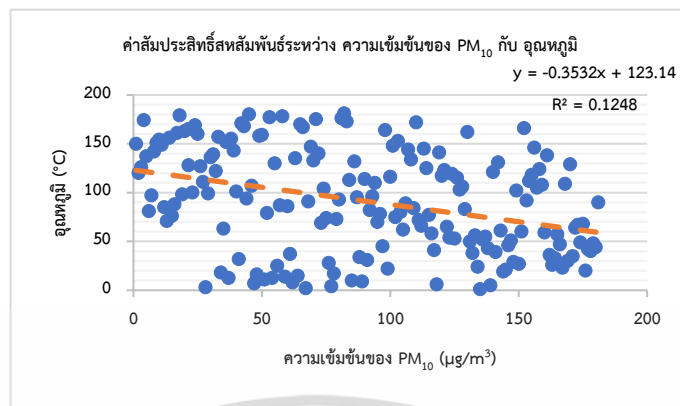


(ค)

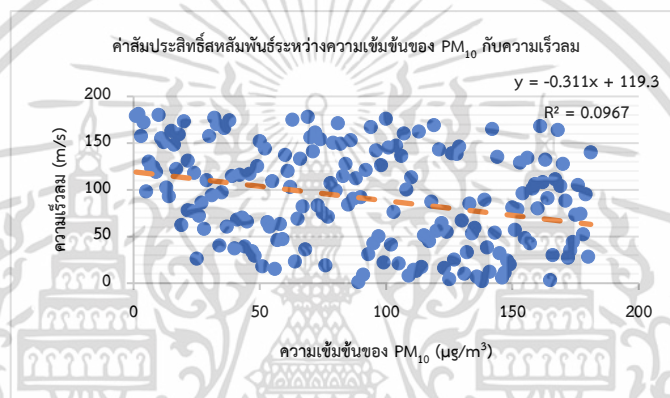
รูปที่ 4.8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ PM_{2.5} กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา

(ก) อุณหภูมิ (ข) ความเร็วลม (ค) ความชื้นสัมพัทธ์

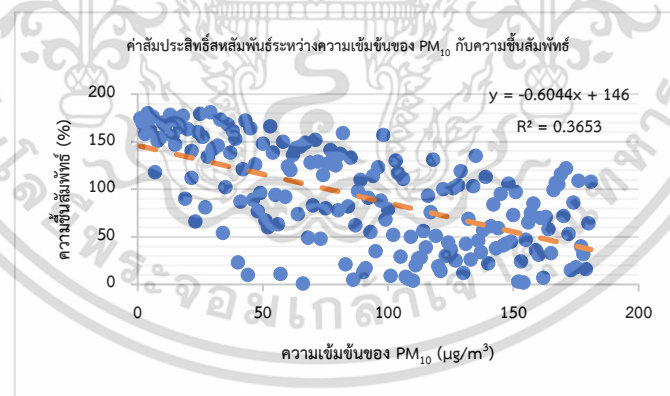
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ PM₁₀ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา

(ก) อุณหภูมิ (ข) ความเร็วลม (ค) ความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ความสัมพันธ์ PM_{2.5} และ PM₁₀ ในตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษกับสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ ในตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษกับสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ปฏิบัติงานมากกว่า 10 ปี (ตารางที่ 4.2) พบว่า อาจได้รับผลกระทบจากฝุ่นละออง PM_{2.5} และ PM₁₀ โดยอาการที่พบ คือ อาการภูมิแพ้ การระคายเคืองตา การระคายเคืองจมูก อาการแสบจมูก อาการจาม รวมทั้งเกิดผื่น ตุ่ม และอาการคัน (ตารางที่ 4.3) การได้สัมผัสกับฝุ่นทุกวันเป็นเวลานาน พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษจะรู้สึกมีอาการจากการได้รับฝุ่นมากในช่วงเวลาตั้งแต่ 06.00 - 15.00 น. เนื่องจากมีปริมาณจราจรหนาแน่น เพราะประชาชนใช้ยานพาหนะเพื่อเดินทางไปทำงานและกลับบ้าน อีกทั้งมีรถ 6 ล้อและรถบรรทุกตั้งแต่ 10 ล้อขึ้นไป เพราะเป็นช่วงเวลาที่ทางด่วนพิเศษอนุญาตให้วิ่ง ทั้งนี้พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษมีการป้องกันตนเองโดย สวมใส่หน้ากากอนามัย สวมถุงมือ สวมใส่แว่นตา และถึงแม้ว่าจะมีการเปิดม่านอากาศตลอดเวลา ก็ไม่ได้ช่วยลดฝุ่นละอองลงมากนัก รวมถึงในตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษนั้นยังติดตั้งเครื่องเติมอากาศสำหรับพนักงานเพื่อลดการสะสมของฝุ่นละออง อย่างไรก็ตาม พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษไม่ได้มีการเปิดใช้งานเครื่องเติมอากาศ เนื่องจากการเปิดเครื่องเติมอากาศนั้นจะทำให้ใบเสารับลิว ทำให้ไม่สะดวกในการทำงาน นอกจากนี้ ยังทำให้อุณหภูมิในตัวเก็บค่าผ่านทางพิเศษสูงขึ้น และทำให้ร้อน อย่างไรก็ตาม จำนวนพนักงานที่ทำงานในด้านเก็บค่าผ่านทางนี้มีจำนวนเพียง 10 คน ซึ่งมีจำนวนตัวอย่างน้อย ควรที่จะทำการสำรวจสุขภาพในพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษในด้านอื่น เพิ่มเติม

ตารางที่ 4.2 แบบสอบถามลักษณะทั่วไปของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

ลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
- เพศชาย	4	40
- เพศหญิง	6	60
รวม	10	100
2. อายุ		
- 20 – 30 ปี	0	0
- 31 – 40 ปี	2	20
- 41 – 50 ปี	1	10
- 51 – 60 ปี	7	70
- มากกว่า 60 ปี	0	0
รวม	10	100
3. ประสบการณ์การทำงาน		
น้อยกว่า 1 ปี	0	0
1 – 5 ปี	0	0
มากกว่า 5 ปี	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 1 กรกฎาคม 2561 ทีมงานให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) แบบสอบถามลักษณะทั่วไปของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

ลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
- 5 – 10 ปี	0	0
- มากกว่า 10 ปี	10	100
รวม	10	100
4. ตำแหน่ง		
- หัวหน้าพนักงาน	1	10
- พนักงานควบคุม	0	0
- พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ	9	90
รวม	10	100
5. ระยะเวลาการทำงานใน 1 วัน		
- กะที่ 1 (06.00 – 14.00 น.)	8	80
- กะที่ 2 (14.00 – 22.00 น.)	4	40
- กะที่ 3 (22.00 – 06.00 น.)	4	40

ตารางที่ 4.3 แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

ปัญหาสุขภาพ	จำนวนพนักงาน	จำนวนอาการ	ร้อยละ
	ทั้งหมด	ที่พบ	
1. โรคประจำตัว			
- ภูมิแพ้	10	2	15.4
- โลหิตจาง	10	1	7.7
- หอบหืด	10	1	7.7
- ความดันโลหิตสูง	10	1	7.7
- ไขมันในเลือดสูง	10	1	7.7
- มะเร็งเต้านม	10	1	7.7
- ข้อเสื่อม	10	1	7.7
- เก๊าท์	10	1	7.7
- รูมาตอย	10	1	7.7
- ไม่มี	10	3	23.0
รวม		13	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ

ปัญหาสุขภาพ	จำนวนพนักงานทั้งหมด	จำนวนอาการที่พบ	ร้อยละ
2. ปัญหาสุขภาพจากการทำงาน			
- ภูมิแพ้อากาศ	10	2	18.2
- ภูมิแพ้ฝุ่น	10	2	18.2
- จาม	10	1	9.1
- มีน้ำมูก	10	1	9.1
- ไม่มี	10	5	45.4
รวม		11	100
3. อาการที่พบเมื่อได้รับมลพิษทางอากาศ			
- ปวดศีรษะ	10	0	0
- ใจสั่น	10	0	0
- หัวใจเต้นเร็ว	10	0	0
- อาการเหนื่อยล้า	10	2	6.5
- อาการแสบจมูก	10	5	16.1
- การระคายเคืองตา	10	7	22.7
- การระคายเคืองคอ	10	1	3.2
- การระคายเคืองจมูก	10	5	16.1
ปัญหาสุขภาพ	จำนวนพนักงานทั้งหมด	จำนวนอาการที่พบ	ร้อยละ
- การระคายเคืองคอ	10	1	3.2
- การระคายเคืองจมูก	10	5	16.1
- อาการไอ	10	1	3.2
- อาการจาม	10	5	16.1
- แขนหน้าออก	10	0	0
- ผื่น ตุ่ม คัน	10	5	16.1
รวม		31	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วน มีค่าสูงกว่าในบรรยากาศในชั่วโมงเร่งด่วน ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในชั่วโมงเร่งด่วน และชั่วโมงไม่เร่งด่วน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ในขณะที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของฝุ่นละออง PM_{10} ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศ และในชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ระดับความเชื่อมั่น 95%
2. ค่าสัดส่วน $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในช่วงที่ทำการศึกษาคพบว่า ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศทั่วไป ของชั่วโมงเร่งด่วน พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.65 และ 0.38 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และในชั่วโมงไม่เร่งด่วน พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.66 และ 0.35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ แสดงว่าฝุ่นละอองมีแหล่งกำเนิดจากรถยนต์ และมีความสัมพันธ์ที่สับสนระหว่างความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ กับ ความเข้มข้นของ PM_{10} มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกหรือแปรผันตรงกัน แสดงว่าฝุ่นละอองมาจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน
3. ความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป ช่วงเดือนมกราคมจนถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยในช่วงฤดูหนาว (เดือนมกราคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} สูงกว่าในช่วงฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) และฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน) ตามลำดับ
4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับปริมาณจราจรในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 และ 4 พบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกและเชิงลบ ตามลำดับ
5. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรและความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศ โดยการใช้ Spearman's Correlation พบว่าปริมาณจราจรไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10}
6. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} กับ อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์สูง ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} จะมีค่าต่ำ
7. พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษอาจได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ PM_{10}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ
2. เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองภายนอกตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ
3. ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ ในทางด่วนอื่น
4. ศึกษาตำแหน่งติดตั้งเครื่องเติมอากาศ (Fresh air) ว่ามีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดฝุ่นละออง และการทำงานของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมการขนส่งทางบก. 2566. รายงานสถิติการขนส่งประจำปี 2565. กองแผนงาน กลุ่มสถิติการขนส่ง. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2567, จาก <https://web.dlt.go.th/statistics/>.
- กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม. 2566. คลังความรู้ อากาศ: มลพิษทางอากาศ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2567, จาก <http://datacenter.deqp.go.th/knowledge/อากาศ/มลพิษทางอากาศ/>.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2561. โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิน 2.5 ไมครอน ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- กรมควบคุมมลพิษ. 2563. คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กันยายน 2566, จาก <https://pcd.go.th>.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2566 (ก). ค่ามาตรฐาน PM_{2.5} ใหม่ บังคับใช้แล้ววันนี้ (1 มิ.ย. 66). กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กันยายน 2566, จาก <https://pcd.go.th>.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2566 (ข). ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ. กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กันยายน 2566, จาก <http://air4thai.pcd.go.th>.
- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2563. คู่มือฉบับประชาชน การเฝ้าระวัง PM_{2.5} อย่างไรให้ปลอดภัย. กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://hia.anamai.moph.go.th/web-upload/12xb1c83353535e43f224a05e184d8fd75a/filecenter/PM2.5/book103.pdf>.
- กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรุงเทพมหานคร. 2566. รายงานการตรวจวัด. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://airquality.airbkk.com>.
- กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. 2566. ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละออง. สำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2566, จาก [https://www.nectec.or.th/schoolnet/library/snet6/env4/fun/fun.html#:~:text=แหล่งที่มาของฝุ่น,มนุษย์%20\(Man-made%20Particle\)](https://www.nectec.or.th/schoolnet/library/snet6/env4/fun/fun.html#:~:text=แหล่งที่มาของฝุ่น,มนุษย์%20(Man-made%20Particle)).
- ชนินันท์ พงษ์ประมุข, นัฏฐิกา เจริญตะคุ และสิวะโชติ ศรีสุทธิยากร. 2563. ประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน สเปียร์แมน และแคนดอลล์ เมื่อข้อมูลแจกแจงแบบไม่ปกติ. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2566, จาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/download/245395/166218> .
- ศุภวิวัฒน์ ศรีสุข, ภิรมย์จันทร์ ทองปอน และสมบัติ แสงธรรมวุฒิ. 2559. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของฝุ่นละอองกับยานพาหนะแต่ละกลุ่มบริเวณตลาดอโศก. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- เทศบาลตำบลบ้านต๋อม. 2565. **เกร็ดความรู้เรื่องฝุ่นละออง**. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2567, จาก <https://tambontom.go.th/pr/4/>.
- นภัส บุญดี, เกรียงไกร อรุโณทยานันท์, พรพจน์ นุเสน และมานพ แก้วโมราเจริญ. 2564. **ปัจจัยที่มีผลต่อฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้าง: วิธีการออกแบบจำลองสมการโครงสร้าง**. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 ตุลาคม 2566, จาก <https://conference.thaince.org/index.php/ncce26/article/download/836/519/>.
- วรวิมล คมมนตรี. 2560. **ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) จากกิจกรรมคมนาคมบนท้องถนนที่มีต่อสุขภาพของเด็กนักเรียน กรณีศึกษาโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย อำเภอมือง จังหวัดนครปฐม**. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิวรินทร์ ดวงแก้ว. 2555. **องค์ประกอบคาร์บอนในบรรยากาศทั่วไปในเมืองกรุงเทพมหานคร บริเวณจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย**
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 (นครราชสีมา). 2563. **เรียนรู้อยู่กับฝุ่น PM_{2.5}**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2567, จาก <https://www.mnre.go.th/reo11/th/view/?file=pTMgMUqjGP5gAJp2qOWcBUt5pOWgA3pLG0lgBJp4qOlcZKtgpOygZUp1GOAgATplqOqcZat1pOygBUp1GOSgAJpjqOlcZKtjpOWgZUp1gMJqfqTycMatipTIgoUqcGTMgY2q1qTycZ3t2pOSgY3qxGTSg2qfUOcqKi&n=เรียนรู้อยู่กับฝุ่น%20PM%202&t=GTMgq2qxqS9cMUug>.
- Duanpen, S. 2022. **Relationships between Meteorological and Particulate Matter Concentrations (PM_{2.5} and PM₁₀) during the Haze Period in Urban and Rural Areas, Northern Thailand**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2566, จาก <https://bioone.org/journals/air-soil-and-water-research/volume-15/issue-1/11786221221117264/Relationships-between-Meteorological-and-Particulate-Matter-Concentrations-PM25-and-PM10/10.1177/11786221221117264.full> .
- Narut, S. 2016. **Ambient PM₁₀ and PM_{2.5} Concentration at different High Traffic-Related Street Configurations in Bangkok, Thailand**. Interdisciplinary Program of Environmental Science. Chulalongkorn University. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2566, จาก <https://www.tm.mahidol.ac.th/seameo/2016-47-3/21-66241p528.pdf> .
- Oanh, K. 2007. **Improving air Quality in Asian Developing Countries (AIRPET)**.
- Oanh, K. 2017. **A Study in Urban Air Pollution Improvement in Asia AIT**.
- เอกสารนี้ Supanan, C. 2020. **The Long-term Characteristics of PM_{2.5} and PM₁₀ in Bangkok, Thailand**. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2566, จาก <https://asianjae.org/xml/23539/23539.pdf> .

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Thomas M. T. Lei. 2023. *The Relationship between Roadside PM Concentration and Traffic Characterization: A Case Study in Macao*. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2566, จาก <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/14/10993>.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} และ PM₁₀ ระหว่างในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษและ
ในบรรยากาศทั่วไปของชั่วโมงเร่งด่วนและชั่วโมงไม่เร่งด่วน

วันที่	ในตู้เก็บค่าผ่านทาง				ในบรรยากาศทั่วไป			
	PM _{2.5} (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)		PM _{2.5} (µg/m ³)		PM ₁₀ (µg/m ³)	
	ชั่วโมง เร่งด่วน	ชั่วโมง ไม่ เร่งด่วน	ชั่วโมง เร่งด่วน	ชั่วโมง ไม่ เร่งด่วน	ชั่วโมง เร่งด่วน	ชั่วโมง ไม่ เร่งด่วน	ชั่วโมง เร่งด่วน	ชั่วโมง ไม่ เร่งด่วน
16/8/2023	14.57	13.08	22.07	21.80	10.51	10.27	25.91	32.67
17/8/2023	23.33	21.82	45.10	33.30	13.85	15.86	44.88	50.32
18/8/2023	15.80	23.77	25.30	36.20	8.35	17.61	22.55	56.33
19/8/2023	18.25	20.04	27.50	29.20	11.28	20.18	26.50	57.31
20/8/2023	27.32	24.45	41.90	35.60	15.44	18.75	35.85	47.63
21/8/2023	26.51	24.90	39.00	35.80	16.11	16.64	41.45	32.58
22/8/2023	22.72	14.91	37.70	22.00	13.14	10.92	38.98	25.49
23/8/2023	19.71	18.11	30.40	25.60	13.15	13.32	34.09	41.19
24/8/2023	42.34	14.85	60.60	25.20	14.01	8.88	37.54	27.73
25/8/2023	23.87	13.49	31.80	20.70	14.36	10.07	40.26	29.51
26/8/2023	29.59	22.58	44.60	34.70	12.62	13.81	29.32	41.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

สัดส่วนความเข้มข้น $PM_{2.5}$: PM_{10}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 สัดส่วนความเข้มข้น $PM_{2.5} : PM_{10}$ เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2566

เดือน	ความเข้มข้น	ค่าเฉลี่ย	สัดส่วน
มกราคม	$PM_{2.5}$	33.48	0.53
	PM_{10}	62.98	
กุมภาพันธ์	$PM_{2.5}$	39.18	0.59
	PM_{10}	66.43	
มีนาคม	$PM_{2.5}$	39.12	0.61
	PM_{10}	63.63	
เมษายน	$PM_{2.5}$	33.22	0.62
	PM_{10}	53.33	
พฤษภาคม	$PM_{2.5}$	20.36	0.51
	PM_{10}	40.26	
มิถุนายน	$PM_{2.5}$	10.71	0.40
	PM_{10}	26.69	

ตารางที่ ข-2 สัดส่วน $PM_{2.5} : PM_{10}$ ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ และในบรรยากาศทั่วไป

สัดส่วน $PM_{2.5} : PM_{10}$		
ในตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษ	ชั่วโมงเร่งด่วน	0.65
	ชั่วโมงไม่เร่งด่วน	0.66
ในบรรยากาศทั่วไป	ชั่วโมงเร่งด่วน	0.38
	ชั่วโมงไม่เร่งด่วน	0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-1 ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจราจรโดยรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมกราคม พ.ศ. 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจราจร โดยรวม (คัน/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
1/1/2566	27.92	48.28	3113	22.44	0.45	47.33
2/1/2566	29.49	48.62	3161	25.55	0.30	52.45
3/1/2566	26.97	51.83	4110	28.49	0.25	53.97
4/1/2566	20.94	54.65	4700	29.03	0.29	50.90
5/1/2566	20.21	50.30	4973	28.84	0.38	53.76
6/1/2566	17.68	42.01	5451	28.17	0.88	53.38
7/1/2566	20.15	44.15	4545	27.12	0.57	47.76
8/1/2566	39.64	72.58	3916	28.09	0.29	47.19
9/1/2566	46.13	77.50	5168	29.43	0.27	50.19
10/1/2566	33.45	61.13	5358	29.25	0.71	59.92
11/1/2566	13.57	28.08	5317	27.04	0.87	73.53
12/1/2566	23.40	43.09	5178	28.46	0.47	70.19
13/1/2566	27.66	46.93	5568	29.18	0.43	71.69
14/1/2566	19.18	35.08	4612	29.43	0.48	68.85
15/1/2566	23.89	43.37	3911	29.57	0.27	61.56
16/1/2566	28.59	50.32	5037	29.17	0.41	60.94
17/1/2566	36.26	65.43	5173	27.76	0.57	59.66
18/1/2566	27.27	52.63	5309	26.48	0.95	50.40
19/1/2566	24.89	50.32	5505	25.79	0.49	48.81
20/1/2566	32.33	64.87	5738	27.54	0.44	49.90
21/1/2566	37.68	74.09	4407	28.18	0.33	46.03
22/1/2566	42.89	75.61	3824	27.85	0.31	44.86
23/1/2566	61.53	101.77	4719	28.14	0.22	45.55
24/1/2566	54.54	95.10	5112	28.00	0.81	47.78
25/1/2566	27.70	62.05	5239	24.77	0.99	46.19
26/1/2566	45.99	87.79	5438	27.21	0.29	46.90
27/1/2566	53.30	89.81	5763	27.36	0.62	46.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารความลับสำหรับภายในเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่าการใดก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือข้อผิดพลาด กรุณาแจ้งมายังหน่วยงานต้นสังกัด

ตารางที่ ค-1 (ต่อ) ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมกราคม พ.ศ. 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คั้น/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
28/1/2566	28.56	58.89	4710	24.71	1.02	49.26
29/1/2566	34.03	68.00	3974	24.30	0.99	46.61
30/1/2566	41.73	89.47	5107	24.41	0.39	42.70
31/1/2566	70.26	118.71	5331	26.03	0.30	42.14

ตารางที่ ค-2 ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนกุมภาพันธ์ 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คั้น/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
1/2/2566	95.19	151.67	5250	28.31	0.22	43.71
2/2/2566	97.52	145.97	5535	29.45	0.21	45.60
3/2/2566	43.66	66.72	5690	29.87	0.65	60.33
4/2/2566	27.68	46.16	4933	29.60	0.82	69.19
5/2/2566	21.30	40.93	4015	28.82	0.39	70.31
6/2/2566	18.53	40.22	5109	29.11	0.75	71.26
7/2/2566	16.97	35.26	5163	29.53	1.05	67.76
8/2/2566	17.72	34.54	5159	29.45	1.06	65.31
9/2/2566	17.08	30.71	5270	29.44	1.25	67.29
10/2/2566	13.23	27.67	5583	29.50	1.14	65.15
11/2/2566	13.13	27.20	4617	29.90	1.23	62.48
12/2/2566	15.41	28.94	4037	29.95	1.49	65.24
13/2/2566	18.23	34.07	5022	29.93	1.36	66.81
14/2/2566	22.11	37.77	5436	30.49	1.10	65.72
15/2/2566	34.47	52.21	4984	26.76	0.53	81.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-2 (ต่อ) ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนกุมภาพันธ์ 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คัน/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
16/2/2566	25.49	48.14	5108	26.26	0.65	67.35
17/2/2566	36.76	69.59	5467	26.41	0.65	55.70
18/2/2566	50.22	79.42	4628	29.03	0.39	51.39
19/2/2566	62.80	94.11	3900	30.52	0.36	50.11
20/2/2566	45.81	77.89	5078	28.85	0.79	50.67
21/2/2566	40.22	70.83	5349	28.82	0.65	48.63
22/2/2566	50.37	82.89	5165	29.31	0.92	48.17
23/2/2566	53.11	91.30	5322	30.30	0.46	43.71
24/2/2566	66.64	107.44	5653	30.46	0.55	43.33
25/2/2566	50.52	84.72	4613	27.37	1.36	42.15
26/2/2566	35.48	69.53	3985	26.70	0.95	45.32
27/2/2566	46.70	85.12	5105	26.61	0.64	47.26
28/2/2566	60.55	99.19	5562	28.35	0.42	46.16

ตารางที่ ค-3 ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมีนาคม 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คัน/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
1/3/2566	64.06	98.81	5339	30.35	0.44	45.41
2/3/2566	58.07	95.66	5488	30.72	0.74	42.30
3/3/2566	43.18	81.68	5822	29.97	0.69	41.40
4/3/2566	65.79	110.90	4723	29.02	0.76	47.01
5/3/2566	62.00	102.44	4069	28.23	0.64	48.25
6/3/2566	67.33	106.36	3665	28.83	0.59	48.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การดำเนินงานของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-3 (ต่อ) ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมีนาคม 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม (คั้น/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
7/3/2566	91.68	142.22	5252	29.35	0.39	47.60
8/3/2566	72.98	106.85	5338	30.01	0.62	56.03
9/3/2566	56.69	82.06	5314	29.68	0.84	60.98
10/3/2566	54.79	85.13	5550	29.97	0.87	63.50
11/3/2566	43.96	68.76	4987	30.06	1.25	69.76
12/3/2566	37.93	60.18	4028	30.32	1.20	69.61
13/3/2566	46.22	77.81	4943	27.11	0.87	56.84
14/3/2566	48.14	85.59	5414	29.27	0.55	51.76
15/3/2566	53.55	87.94	5309	29.98	1.02	60.30
16/3/2566	30.49	51.98	5284	30.13	1.26	65.08
17/3/2566	26.44	45.46	5642	30.02	1.32	64.58
18/3/2566	25.31	42.90	4873	30.52	1.24	64.97
19/3/2566	23.60	39.52	3956	30.57	1.62	67.49
20/3/2566	25.16	41.43	5024	31.10	1.47	66.42
21/3/2566	24.61	39.30	5362	30.89	1.65	66.51
22/3/2566	25.46	40.04	5395	30.39	1.75	65.02
23/3/2566	17.81	31.40	5415	31.43	1.77	65.22
24/3/2566	21.61	34.66	5980	31.39	1.55	66.35
25/3/2566	21.58	33.46	5270	31.46	1.68	65.40
26/3/2566	17.87	29.31	4264	31.44	1.68	65.40
27/3/2566	19.24	31.38	4981	31.38	1.81	65.90
28/3/2566	13.65	25.30	5447	31.29	1.85	66.04
29/3/2566	12.71	25.29	5428	31.53	1.33	59.24
30/3/2566	22.73	38.94	5727	29.36	1.54	64.43
31/3/2566	18.14	29.69	6111	31.54	1.80	65.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-4 ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม

อุณหภูมิจาก ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนเมษายน 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คัน/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
1/4/2566	19.21	31.36	5258	31.67	1.85	64.38
2/4/2566	22.11	34.46	4218	31.42	1.85	65.75
3/4/2566	31.64	50.01	5367	32.68	1.50	54.18
4/4/2566	43.48	61.60	5685	33.24	1.03	51.99
5/4/2566	50.73	73.76	5933	33.24	1.03	51.99
6/4/2566	39.06	58.72	4470	33.16	1.15	60.19
7/4/2566	24.60	44.56	5580	30.77	1.23	65.90
8/4/2566	17.90	33.13	4441	32.07	1.29	63.17
9/4/2566	21.40	35.97	3863	31.79	1.21	62.38
10/4/2566	16.54	30.25	4814	32.04	1.66	63.96
11/4/2566	30.75	43.57	4803	32.73	1.45	63.37
12/4/2566	33.36	45.80	4522	32.39	1.75	68.02
13/4/2566	38.19	53.56	3057	33.12	1.44	62.55
14/4/2566	44.73	65.70	2839	33.10	1.34	62.37
15/4/2566	50.77	75.29	2827	32.82	1.25	64.70
16/4/2566	45.62	70.28	2864	29.95	1.25	67.10
17/4/2566	45.72	69.91	3653	32.35	0.97	60.57
18/4/2566	39.94	60.72	4730	32.69	1.58	63.90
19/4/2566	42.01	63.91	5045	33.33	1.52	63.47
20/4/2566	41.14	65.77	5067	33.79	1.29	54.19
21/4/2566	50.73	82.01	5348	34.08	1.04	52.74
22/4/2566	47.75	74.75	4446	31.09	0.77	58.35
23/4/2566	31.43	50.02	3752	30.52	0.89	61.35
24/4/2566	24.54	45.55	5009	30.41	0.63	60.29
25/4/2566	22.71	49.27	5359	30.06	0.75	61.65
26/4/2566	18.16	39.73	5618	26.38	0.66	72.26

เอกสารนี้เป็นข้อมูลสาธารณะสำหรับการวิจัยเพื่อการศึกษานั้น ไม่ควรใช้ให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-4 (ต่อ) ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนเมษายน 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คั้น/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
27/4/2566	33.36	62.12	5508	30.46	0.47	64.12
28/4/2566	26.77	50.15	5959	30.77	0.86	65.12
29/4/2566	24.74	44.38	4987	31.54	1.10	60.34
30/4/2566	17.46	33.69	3808	27.23	0.98	69.30

ตารางที่ ค-5 ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนพฤษภาคม 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คั้น/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
1/5/2566	25.88	47.50	3633	29.64	0.56	60.97
2/5/2566	25.06	46.33	5377	30.05	0.83	63.92
3/5/2566	17.92	34.84	5363	30.95	0.99	58.88
4/5/2566	11.68	23.27	4409	31.48	1.22	60.67
5/5/2566	17.71	32.51	4627	32.72	1.08	58.33
6/5/2566	18.07	35.67	4132	33.81	0.83	53.28
7/5/2566	17.32	31.55	3651	34.33	1.04	52.73
8/5/2566	17.52	29.79	5003	32.73	1.31	59.67
9/5/2566	18.42	37.73	5264	31.23	1.13	59.92
10/5/2566	13.23	26.65	5234	29.85	0.73	65.87
11/5/2566	19.17	38.96	5175	28.66	0.37	66.43
12/5/2566	11.70	28.36	5349	31.18	1.04	59.54
13/5/2566	13.80	30.12	3928	31.16	1.08	65.72
14/5/2566	14.51	29.01	4020	32.57	1.44	57.59
15/5/2566	25.23	46.24	4647	32.25	0.67	59.35
16/5/2566	31.52	56.04	4986	32.08	0.64	55.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือข้อผิดพลาดประการใด กรุณาแจ้งมาที่กองส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โทร. 044-2312000 หรือ อีเมล: sru.ac.th

ตารางที่ ค-5 (ต่อ) ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนพฤษภาคม 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คั้น/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
17/5/2566	26.56	49.67	4584	33.02	0.72	53.01
18/5/2566	24.14	47.44	5031	33.35	0.86	53.01
19/5/2566	28.79	55.13	5333	33.43	0.74	52.54
20/5/2566	26.64	52.12	4381	34.32	0.86	49.40
21/5/2566	26.01	49.79	3632	33.92	0.95	51.73
22/5/2566	22.33	45.84	4911	33.39	2.43	57.2
23/5/2566	21.30	44.53	4934	30.47	0.48	55.01
24/5/2566	21.03	45.35	5163	29.83	0.33	56.52
25/5/2566	23.42	50.11	5194	29.92	0.43	56.38
26/5/2566	26.37	58.62	5713	30.34	0.52	54.99
27/5/2566	23.91	49.52	4924	30.54	0.45	54.22
28/5/2566	16.41	33.89	3991	29.87	0.52	57.63
29/5/2566	16.84	30.24	4918	29.19	0.34	60.89
30/5/2566	13.02	25.99	5416	28.88	0.32	62.84
31/5/2566	15.75	35.29	5343	28.83	0.31	65.00

ตารางที่ ค-6 ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมิถุนายน 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คั้น/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
1/6/2566	18.96	41.24	5348	30.27	0.53	56.92
2/6/2566	19.58	41.47	5747	30.46	0.46	56.11
3/6/2566	16.77	33.74	4433	30.39	0.46	55.87
4/6/2566	8.08	19.21	3691	30.25	0.50	57.57
5/6/2566	10.16	24.73	3640	29.84	0.36	57.61

ตารางที่ ค-6 (ต่อ) ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} ความเข้มข้นของ PM₁₀ ปริมาณจากรวม
อุณหภูมิ ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมิถุนายน 2566

วันที่	PM _{2.5} (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	ปริมาณจากรวม โดยรวม (คัน/วัน)	Temp. (°C)	WS (m/s)	RH (%)
6/6/2566	16.72	34.37	5287	29.57	0.51	58.75
7/6/2566	12.72	26.80	5345	29.41	0.75	60.76
8/6/2566	11.90	27.62	5258	28.51	0.53	63.60
9/6/2566	9.33	23.62	5557	29.27	0.56	62.64
10/6/2566	10.23	26.28	4576	31.19	0.87	66.23
11/6/2566	8.37	19.55	3677	31.61	1.35	63.80
12/6/2566	10.35	23.51	4883	31.07	1.36	64.82
13/6/2566	9.24	23.51	5099	30.84	1.27	68.56
14/6/2566	7.22	22.57	5331	30.82	0.90	67.90
15/6/2566	8.37	21.32	5248	31.79	0.89	65.65
16/6/2566	8.23	21.24	5501	31.95	1.09	66.09
17/6/2566	7.90	20.14	4770	31.53	0.79	68.28
18/6/2566	10.01	27.72	3645	29.66	0.78	74.03
19/6/2566	10.17	27.74	5012	30.12	0.56	66.98
20/6/2566	10.04	25.63	5360	32.26	0.82	64.38
21/6/2566	11.73	29.95	5224	32.79	0.53	64.18
22/6/2566	13.17	32.98	5399	31.37	0.84	66.53
23/6/2566	12.10	31.03	5874	33.87	0.83	56.65
24/6/2566	7.30	25.03	4803	32.72	0.68	57.59
25/6/2566	8.21	24.43	3839	32.54	0.74	56.33
26/6/2566	7.02	23.59	5022	32.22	0.83	55.51
27/6/2566	7.07	21.90	5135	32.78	0.73	57.23
28/6/2566	9.59	25.68	5292	32.68	0.54	62.72
29/6/2566	11.59	28.43	5307	32.68	0.87	62.62
30/6/2566	9.23	25.77	5769	32.11	0.71	70.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-1 ผล ANOVA ของ PM_{2.5}

General Linear Model: C3 versus C1, C2

Method

Factor coding (-1, 0, +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
C1	Fixed	2	1, 2
C2	Fixed	2	1, 2

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
C1	1	785.85	785.85	31.43	0.000
C2	1	14.56	14.56	0.58	0.450
C1*C2	1	140.80	140.80	5.63	0.023
Error	40	1000.01	25.00		
Total	43	1941.23			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
5.00004	48.49%	44.62%	37.67%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	17.411	0.754	23.10	0.000	
C1					
1	4.226	0.754	5.61	0.000	1.00
C2					
1	0.575	0.754	0.76	0.450	1.00
C1*C2					
1 1	1.789	0.754	2.37	0.023	1.00

Regression Equation

$$C3 = 17.411 + 4.226 C1_{.1} - 4.226 C1_{.2} + 0.575 C2_{.1} - 0.575 C2_{.2} + 1.789 C1 * C2_{.1} - 1.789 C1 * C2_{.1}^2 - 1.789 C1 * C2_{.2} + 1.789 C1 * C2_{.2}^2$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	C3	Fit	Resid	Std Resid	R
9	42.34	24.00	18.34	3.85	R

R Large residual

Residual Plots for C3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Comparisons for C3

Tukey Pairwise Comparisons: C1 ในตู้ (1) VS ในบรรยากาศ (2)

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1	N	Mean	Grouping	
1	22	21.6368	A	
2	22	13.1845		B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C2 ชั่วโมงเร่งด่วน (1) VS ชั่วโมงไม่เร่งด่วน (2)

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2	N	Mean	Grouping	
1	22	17.9859	A	
2	22	16.8355	A	

Means that do not share a letter are significantly different.

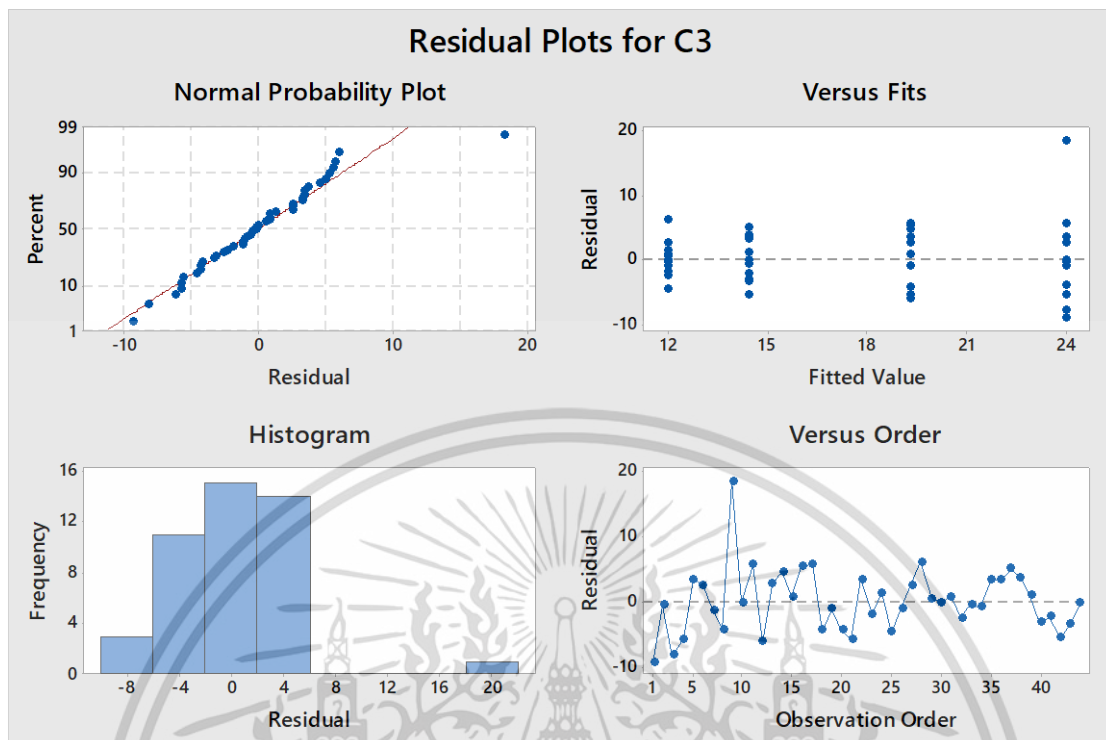
Tukey Pairwise Comparisons: C1*C2 ในตู้ (1) VS ในบรรยากาศ (2) * ชั่วโมงเร่งด่วน (1) VS ชั่วโมงไม่เร่งด่วน (2)

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2	N	Mean	Grouping		
1 1	11	24.0009	A		
1 2	11	19.2727	A	B	
2 2	11	14.3982		B	C
2 1	11	11.9709			C

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-2 ผล ANOVA ของ PM₁₀

General Linear Model: C3 versus C1, C2

Method

Factor coding (-1, 0, +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels	Values
ความเข้มข้นของฝุ่น PM ₁₀ ในตู้ และในบรรยากาศ (C1)	Fixed	2	1, 2
ความเข้มข้นของฝุ่น PM ₁₀ ในชั่วโมงเร่งด่วน และชั่วโมงไม่เร่งด่วน (C2)	Fixed	2	1, 2

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
C1	1	121.58	121.579	1.21	0.278
C2	1	6.66	6.661	0.07	0.798
C1*C2	1	821.49	821.491	8.19	0.007
Error	40	4013.96	100.349		
Total	43	4963.69			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
10.0174	19.13%	13.07%	2.15%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	34.69	1.51	22.97	0.000	
C1					
1	-1.66	1.51	-1.10	0.278	1.00
C2					
1	-0.39	1.51	-0.26	0.798	1.00
C1*C2					
1 1	4.32	1.51	2.86	0.007	1.00

Regression Equation

$$C3 = 34.69 - 1.66 C1_1 + 1.66 C1_2 - 0.39 C2_1 + 0.39 C2_2 + 4.32 C1*C2_1 - 4.32 C1*C2_1^2 - 4.32 C1*C2_2^1 + 4.32 C1*C2_2^2$$

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	C3	Fit	Resid	Std Resid	
9	60.60	36.96	23.64	2.47	R
36	60.38	41.07	19.31	2.02	R

R Large residual

Residual Plots for C3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Comparisons for C3

Tukey Pairwise Comparisons: C1 ในตู้ (1) VS ในบรรยากาศ (2)

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1	N	Mean	Grouping
2	22	36.3564	A
1	22	33.0318	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C2 ชั่วโมงเร่งด่วน (1) VS ชั่วโมงไม่เร่งด่วน (2)

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2	N	Mean	Grouping
2	22	35.0832	A
1	22	34.3050	A

Means that do not share a letter are significantly different.

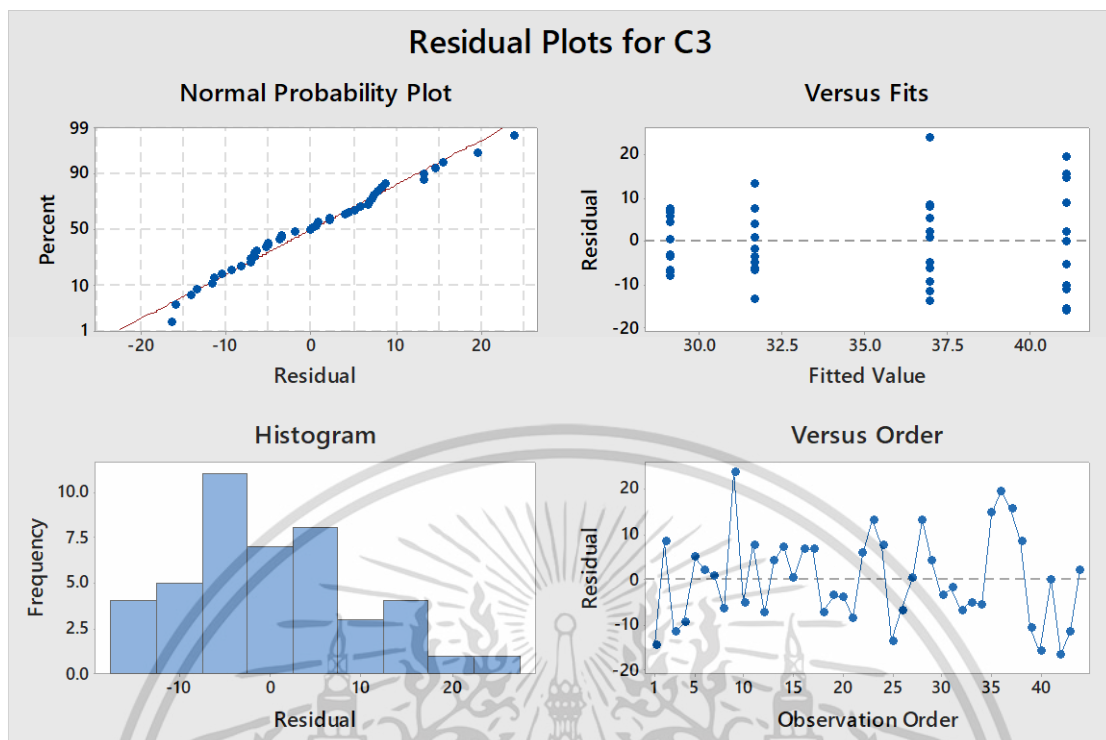
Tukey Pairwise Comparisons: C1*C2 ในตู้ (1) VS ในบรรยากาศ (2) * ชั่วโมงเร่งด่วน (1) VS ชั่วโมงไม่เร่งด่วน (2)

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2	N	Mean	Grouping
2 2	11	41.0664	A
1 1	11	36.9636	A B
2 1	11	31.6464	A B
1 2	11	29.1000	B

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM_{2.5} กับ PM₁₀ ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:10 PM

PM_{2.5} and PM₁₀

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM ₁₀ Concentration	PM _{2.5} Concentration
Spearman's rho	PM ₁₀ Concentration	Correlation Coefficient	1.000	.973**
		Sig. (2tailed)	.	.000
		N	181	181
	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	.973**	1.000
		Sig. (2tailed)	.000	.
		N	181	181

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM_{2.5} กับ ปริมาณจراثจรโดยรวม ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:30 PM

PM_{2.5} and ปริมาณจراثจรโดยรวม

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM _{2.5} Concentration	ปริมาณจراثจร โดยรวม
Spearman's rho	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	1.000	-.076
		Sig. (2tailed)	.	.310
		N	181	181
	ปริมาณจراثจร โดยรวม	Correlation Coefficient	-.076	1.000
		Sig. (2tailed)	.310	.
		N	181	181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM₁₀ กับ ปริมาณจراثอร์โดยรวม ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:18 PM

PM₁₀ and ปริมาณจراثอร์โดยรวม

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM ₁₀ Concentration	ปริมาณจراثอร์ โดยรวม
Spearman's rho	PM ₁₀ Concentration	Correlation Coefficient	1.000	-.052
		Sig. (2tailed)	.	.485
		N	181	181
	ปริมาณจراثอร์ โดยรวม	Correlation Coefficient	-.052	1.000
		Sig. (2tailed)	.485	.
		N	181	181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM_{2.5} กับ อุณหภูมิ ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:31 PM

PM_{2.5} and Temp

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM _{2.5} Concentration	Temp
Spearman's rho	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	1.000	-.279**
		Sig. (2tailed)	.	.000
		N	181	181
	Temp	Correlation Coefficient	-.279**	1.000
		Sig. (2tailed)	.000	.
		N	181	181

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM_{2.5} กับ ความเร็วลม ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:32 PM

PM_{2.5} and WS

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM _{2.5} Concentration	WS
Spearman's rho	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	1.000	-.186*
		Sig. (2tailed)	.	.012
		N	181	181
	WS	Correlation Coefficient	-.186*	1.000
		Sig. (2tailed)	.012	.
		N	181	181

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM_{2.5} กับ ความชื้นสัมพัทธ์ ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:32 PM

PM_{2.5} and RH

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM _{2.5} Concentration	RH
Spearman's rho	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	1.000	-.518**
		Sig. (2tailed)	.	.000
		N	181	181
	RH	Correlation Coefficient	-.518**	1.000
		Sig. (2tailed)	.000	.
		N	181	181

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM₁₀ กับ อุณหภูมิ ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:33 PM

PM₁₀ and Temp

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM ₁₀ Concentration	Temp
Spearman's rho	PM ₁₀ Concentration	Correlation Coefficient	1.000	-.353**
		Sig. (2tailed)	.	.000
		N	181	181
	Temp	Correlation Coefficient	-.353**	1.000
		Sig. (2tailed)	.000	.
		N	181	181

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM₁₀ กับ ความเร็วลม ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:34 PM

PM₁₀ and WS

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM _{2.5} Concentration	WS
Spearman's rho	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	1.000	-.311**
		Sig. (2tailed)	.	.000
		N	181	181
	WS	Correlation Coefficient	-.311**	1.000
		Sig. (2tailed)	.000	.
		N	181	181

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง PM₁₀ กับ ความชื้นสัมพัทธ์ ในบรรยากาศทั่วไป

10/24/23, 1:34 PM

PM₁₀ and RH

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			PM _{2.5} Concentration	RH
Spearman's rho	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	1.000	-.604**
		Sig. (2tailed)	.	.000
		N	181	181
	RH	Correlation Coefficient	-.604**	1.000
		Sig. (2tailed)	.000	.
		N	181	181

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ของชั่วโมง
เร่งด่วน กับ PM_{2.5}

10/24/23, 1:55 PM

ปริมาณจราจรตู้ที่ 3 ชั่วโมงเร่งด่วน and PM_{2.5}

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			ปริมาณจราจรตู้ที่ 3 ของชั่วโมง เร่งด่วน	PM _{2.5} Concentration
Spearman's rho	ปริมาณจราจรตู้ ที่ 3 ของชั่วโมง เร่งด่วน	Correlation Coefficient	1.000	.023
		Sig. (2tailed)	.	.947
		N	11	11
	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	.023	1.000
		Sig. (2tailed)	.947	.
		N	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจากรถตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ของชั่วโมงไม่เร่งด่วน กับ PM_{2.5}

10/24/23, 1:56 PM

ปริมาณจากรถตู้ที่ 3 ชั่วโมงไม่เร่งด่วน and PM_{2.5}

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			ปริมาณจากรถตู้ที่ 3 ของชั่วโมงไม่ เร่งด่วน	PM _{2.5} Concentration
Spearman's rho	ปริมาณจากรถตู้ ที่ 3 ของชั่วโมง ไม่เร่งด่วน	Correlation Coefficient	1.000	.400
		Sig. (2tailed)	.	.223
		N	11	11
	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	.400	1.000
		Sig. (2tailed)	.223	.
		N	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ของชั่วโมง
เร่งด่วน กับ PM₁₀

10/24/23, 1:57 PM

ปริมาณจราจรตู้ที่ 3 ชั่วโมงเร่งด่วน and PM₁₀

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			ปริมาณจราจรตู้ที่ 3 ของชั่วโมง เร่งด่วน	PM ₁₀ Concentration
Spearman's rho	ปริมาณจราจรตู้ ที่ 3 ของชั่วโมง เร่งด่วน	Correlation Coefficient	1.000	.123
		Sig. (2tailed)	.	.719
		N	11	11
	PM ₁₀ Concentration	Correlation Coefficient	.123	1.000
		Sig. (2tailed)	.719	.
		N	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจากรถตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 3 ของชั่วโมงไม่เร่งด่วน กับ PM₁₀

10/24/23, 1:57 PM

ปริมาณจากรถตู้ที่ 3 ชั่วโมงไม่เร่งด่วน and PM₁₀

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			ปริมาณจากรถตู้ที่ 3 ของชั่วโมงไม่ เร่งด่วน	PM ₁₀ Concentration
Spearman's rho	ปริมาณจากรถตู้ ที่ 3 ของชั่วโมง ไม่เร่งด่วน	Correlation Coefficient	1.000	.473
		Sig. (2tailed)	.	.142
		N	11	11
	PM ₁₀ Concentration	Correlation Coefficient	.473	1.000
		Sig. (2tailed)	.142	.
		N	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจราจรตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ของชั่วโมงเร่งด่วน กับ PM_{2.5}

10/24/23, 1:58 PM

ปริมาณจราจรตู้ที่ 4 ชั่วโมงเร่งด่วน and PM_{2.5}

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			ปริมาณจราจรตู้ที่ 4 ของชั่วโมง เร่งด่วน	PM _{2.5} Concentration
Spearman's rho	ปริมาณจราจรตู้ ที่ 4 ของชั่วโมง เร่งด่วน	Correlation Coefficient	1.000	-.374
		Sig. (2tailed)	.	.258
		N	11	11
	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	-.374	1.000
		Sig. (2tailed)	.258	.
		N	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจراثตุที่เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ของชั่วโมงไม่เร่งด่วน กับ PM_{2.5}

10/24/23, 1:58 PM

ปริมาณจراثตุที่ 4 ชั่วโมงไม่เร่งด่วน and PM_{2.5}

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			ปริมาณจراثตุที่ 4 ของชั่วโมงไม่ เร่งด่วน	PM _{2.5} Concentration
Spearman's rho	ปริมาณจراثตุ ที่ 4 ของชั่วโมง ไม่เร่งด่วน	Correlation Coefficient	1.000	-.547
		Sig. (2tailed)	.	.082
		N	11	11
	PM _{2.5} Concentration	Correlation Coefficient	-.547	1.000
		Sig. (2tailed)	.082	.
		N	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-18 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจراثตุที่เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ของชั่วโมง
เร่งด่วน กับ PM₁₀

10/24/23, 1:59 PM

ปริมาณจراثตุที่ 4 ชั่วโมงเร่งด่วน and PM₁₀

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			ปริมาณจراثตุที่ 4 ของชั่วโมง เร่งด่วน	PM ₁₀ Concentration
Spearman's rho	ปริมาณจراثตุ ที่ 4 ของชั่วโมง เร่งด่วน	Correlation Coefficient	1.000	-.424
		Sig. (2tailed)	.	.194
		N	11	11
	PM ₁₀ Concentration	Correlation Coefficient	-.424	1.000
		Sig. (2tailed)	.194	.
		N	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจากรถตู้เก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ 4 ของชั่วโมงไม่เร่งด่วน กับ PM₁₀

10/24/23, 1:59 PM

ปริมาณจากรถตู้ที่ 4 ชั่วโมงไม่เร่งด่วน and PM₁₀

IBM SPSS Web Report - Output1

Nonparametric Correlations

Nonparametric Correlations - Correlations - October 24, 2023

Correlations				
			ปริมาณจากรถตู้ที่ 4 ของชั่วโมงไม่ เร่งด่วน	PM ₁₀ Concentration
Spearman's rho	ปริมาณจากรถตู้ ที่ 4 ของชั่วโมง ไม่เร่งด่วน	Correlation Coefficient	1.000	.023
		Sig. (2tailed)	.	.947
		N	11	11
	PM ₁₀ Concentration	Correlation Coefficient	.023	1.000
		Sig. (2tailed)	.947	.
		N	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

ค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
(Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ-1 ค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

df = N-2	0.05	0.025	0.01	0.005	One-tail
	0.100	0.050	0.020	0.010	Two-tail
1	0.988	0.997	0.9995	0.9999	
2	0.900	0.950	0.980	0.990	
3	0.805	0.878	0.934	0.959	
4	0.729	0.811	0.882	0.917	
5	0.669	0.754	0.833	0.874	
6	0.622	0.707	0.789	0.834	
7	0.582	0.666	0.750	0.798	
8	0.549	0.632	0.716	0.765	
9	0.521	0.602	0.685	0.735	
10	0.497	0.576	0.658	0.708	
11	0.476	0.553	0.634	0.684	
12	0.458	0.532	0.612	0.661	
13	0.441	0.514	0.592	0.641	
14	0.426	0.497	0.574	0.623	
15	0.412	0.482	0.558	0.606	
16	0.400	0.468	0.542	0.590	
17	0.389	0.456	0.528	0.575	
18	0.378	0.444	0.516	0.561	
19	0.369	0.433	0.503	0.549	
20	0.360	0.423	0.492	0.537	
21	0.352	0.413	0.482	0.526	
22	0.344	0.404	0.472	0.515	
23	0.337	0.396	0.462	0.505	
24	0.330	0.388	0.453	0.496	
25	0.323	0.381	0.445	0.487	
26	0.317	0.374	0.437	0.479	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ตารางที่ จ-2 ค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

df = N-2	0.05	0.025	0.01	0.005	One-tail
	0.100	0.050	0.020	0.010	Two-tail
27	0.311	0.367	0.430	0.471	
28	0.306	0.361	0.423	0.463	
29	0.301	0.355	0.416	0.456	
30	0.296	0.349	0.409	0.449	
35	0.288	0.325	0.381	0.418	
40	0.257	0.304	0.358	0.393	
45	0.243	0.288	0.338	0.372	
50	0.231	0.273	0.322	0.354	
60	0.211	0.250	0.295	0.325	
70	0.195	0.232	0.274	0.303	
80	0.183	0.217	0.256	0.283	
90	0.173	0.205	0.242	0.267	
100	0.164	0.195	0.230	0.254	
125	0.147	0.174	0.206	0.228	
150	0.134	0.159	0.189	0.208	
200	0.116	0.138	0.164	0.181	
300	0.095	0.113	0.134	0.148	
400	0.082	0.098	0.116	0.128	
500	0.073	0.088	0.104	0.115	
1000	0.052	0.062	0.073	0.081	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 21 เดือน มกราคม พ.ศ 2567.....

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว ปิติพร เตชะวงค์ รหัสประจำตัว 63050335.....

นาย/นาง/นางสาว ภัทรภัทร ศักขานนท์ รหัสประจำตัว 63050341.....

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม ภาควิชา เคมี.....

ขอรับรองว่าโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอน
กับปริมาณจราจร บริเวณด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษรามอินทรา ทางพิเศษฉลองรัช

ชื่อภาษาอังกฤษ STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE CONCENTRATIONS OF PM_{2.5} AND
PM₁₀ MICRON AND TRAFFIC VOLUME AT RAM INTRA TOLL GATE CHALONG RAT EXPRESSWAY
ปีการศึกษา 2566.....

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว
และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหา
พิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักษรวินิจฉัย 2.90 %

ลงชื่อ ปิติพร เตชะวงค์

ลงชื่อ ภัทรภัทร ศักขานนท์

(นางสาวปิติพร เตชะวงค์)

(นางสาวภัทรภัทร ศักขานนท์)

นักศึกษา

นักศึกษา

ข้าพเจ้า รศ.ดร. สุวรรณิ จรรยาพูน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบ
โครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษา
จริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ สุวรรณิ จรรยาพูน

ลงชื่อ อัครวิญญู วงศ์วิวัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสาร (รศ.ดร. สุวรรณิ จรรยาพูน) เพื่อการศึกษา (ดร. อัครวิญญู วงศ์วิวัฒน์) ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงนักของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม