



การประเมินสัดส่วนของฝุ่นละออง PM₁₀ และ PM_{2.5} ด้วยแบบจำลอง AERMOD ในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

สุทธิชนัน นิลฤทธิ¹, เจษฎานันท์ เวียงนนท์^{2*} และภรณ์ดรีลรัตน์ สุขามาลางษ์³

Received: September 24, 2024

Revised: December 27, 2024

Accepted: February 13, 2025

บทคัดย่อ

การศึกษาสัดส่วนของฝุ่นละออง PM₁₀ และ PM_{2.5} ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะในเขตเมือง ซึ่งได้เลือกพื้นที่ศึกษาในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีปริมาณการจราจรหนาแน่น และปริมาณฝุ่นละออง PM₁₀ และ PM_{2.5} ในบรรยากาศมีแนวโน้มเกินค่ามาตรฐานอย่างต่อเนื่อง การศึกษาสัดส่วนของฝุ่นละอองด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD ในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลกระทบที่มีต่อคุณภาพอากาศ เพื่อเป็นแนวทางป้องกันปัญหาด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยนำเข้าข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2561-2563 ลักษณะพื้นผิว จุดสังเกตฝุ่นละอองในพื้นที่ศึกษา โดยใช้สมการ Gaussian Plume ประเมินการแพร่กระจายของฝุ่นละอองบริเวณริมถนนในเขตปทุมวัน พบว่า PM₁₀ (83.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และค่าเฉลี่ยสูงสุดของ PM_{2.5} (80.28 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ จากแบบจำลองที่พบบริเวณพื้นที่ด้านทิศใต้ของเขตปทุมวัน มีค่าใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดสูงสุดบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใกล้ที่สุด (82 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และมีค่าสัดส่วนของฝุ่นละออง PM_{2.5}:PM₁₀ เท่ากับ 0.96 แสดงว่าฝุ่นจากยานพาหนะทั้งสองชนิดเป็นฝุ่น PM_{2.5} เป็นส่วนใหญ่ โดยแบบจำลอง AERMOD สามารถนำมาประเมินการปลดปล่อย PM₁₀ และ PM_{2.5} จากแหล่งกำเนิดยานพาหนะได้ใกล้เคียงกับข้อมูลการตรวจวัดในพื้นที่จริง และยังช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับสัดส่วนของ PM₁₀ และ PM_{2.5} จากยานพาหนะสอดคล้องกับการตรวจวัดจริงในช่วงที่ตรวจนับจำนวนวันที่ฝุ่นละอองมีค่าสูงเกินมาตรฐานในบรรยากาศเพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนจัดการคุณภาพอากาศได้

คำสำคัญ: PM₁₀ / PM_{2.5} / ยานพาหนะ / แบบจำลอง AERMOD / ผลกระทบต่อสุขภาพ

* ผู้รับผิดชอบบทความ: ดร.เจษฎานันท์ เวียงนนท์ วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช 198 แขวงวิชิตพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10330 E-mail: jessadanant@nmu.ac.th

¹ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ 145 หมู่ 15 ตำบลนอกเมือง อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000

² วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช 198 ซอยสามเสน 13 ถนนสามเสน แขวงวิชิตพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

³ วิทยาลัยการศึกษานานาชาติ กลุ่มวิชาการทั่วไป ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวี กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม 120 ซอยเทศบาล 6 (วัดบางนางเกรง) ตำบลบางด้วน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270





The proportion of PM₁₀ and PM_{2.5} by AERMOD model in Pathumwan District, Bangkok

Sutthicha Nilrit¹, Jessadanan Wiangnon^{2*} and Phorndranrat Suchamalawong³

Abstract

This study evaluates the proportions of PM₁₀ and PM_{2.5} particulate matter resulting from vehicular fuel combustion in urban areas, with a focus on Pathumwan District, Bangkok, a location characterized by high traffic density and consistently elevated levels of PM₁₀ and PM_{2.5} that frequently exceed air quality standards. Using the AERMOD mathematical model, this research examines the impacts of particulate matter on air quality to provide a basis for mitigating public health risks. Meteorological data from 2018 to 2020, surface characteristics, and monitoring points in the study area were utilized in the analysis. The Gaussian Plume equation was applied to estimate the dispersion of particulate matter along roadways within the district. The model's results indicated an average PM₁₀ concentration of 83.52 µg/m³ and a maximum average PM_{2.5} concentration of 80.28 µg/m³, particularly in the southern area of Pathumwan District. These modeled values were consistent with maximum observed levels recorded at the nearest air quality monitoring station located at Chulalongkorn Hospital (82 µg/m³). The PM_{2.5}:PM₁₀ ratio was calculated at 0.96, highlighting that vehicular emissions predominantly contribute to PM_{2.5} particulate matter. The AERMOD model proved effective in estimating PM₁₀ and PM_{2.5} emissions from vehicular sources, with results closely aligned with real-world measurements. Additionally, the model provided valuable insights into the proportions of PM₁₀ and PM_{2.5} during periods when particulate levels exceeded air quality standards, facilitating the development of effective air quality management strategies to mitigate health impacts on the population.

Keywords: PM₁₀ / PM_{2.5} / Vehicles / AERMOD model / Health impacts

* **Corresponding Author:** Dr. Jessadanan Wiangnon, Institute of Metropolitan Development Navaminhrathiraj University, 198 Wachira Phayaban Dusit District Bangkok, Thailand 10300, Email: jessadanan@nmu.ac.th

¹ Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus 145 Village No. 15, Nok Mueang Subdistrict, Mueang Surin District Surin Province 32000

² Institute of Metropolitan Development Navaminhrathiraj University, 198 Wachira Phayaban Dusit district Bangkok, Thailand 10300

³ Instructor, Senior Professional Level Merchant Marine Training Centre, Marine Department, 120 Soi Thetsaban 6 (Wat Bang Nang Kring), Bang Duan Subdistrict, Mueang District, Samut Prakan Province 10270





1. บทนำ

การศึกษาในครั้งนี้ ได้มีการประเมินค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้เลือกพื้นที่ศึกษาในเขตปทุมวัน เนื่องจากเป็นพื้นที่ใจกลางเมืองที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น และมีแนวโน้มปริมาณ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีปริมาณเกินค่ามาตรฐานในบรรยากาศอย่างต่อเนื่องซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ (Chavanaves et al, 2021) และจากงานวิจัยของ Vattanasit et al. (2014) พบว่าฝุ่นจากการจราจรสามารถทำลายเซลล์ของคนที่หากมีการสะสมในร่างกายและเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อได้ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD จึงเป็นแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบจาก PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่มีต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (สุทธิรักษ์ และคณะ, 2567) และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้คนที่พื้นที่ศึกษาได้ (US.EPA, 2021 และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก, 2563) ซึ่ง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่ปลดปล่อยจากยานพาหนะเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่แนวโน้มเป็นปัญหาต่อสุขภาพต่อเนื่องทุกปี ซึ่งแหล่งกำเนิดชนิดยานพาหนะปลดปล่อยฝุ่น PM_{10} (32-53%) และ $PM_{2.5}$ (23-33%) และส่วนอื่น ๆ เช่น การเบรคเพื่อหยุดรถและการสึกหรอของยางรถยนต์ก็เกิดฝุ่นละอองส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ (Chen et al, 2023) การจราจรบนถนนเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองทั้งที่มาจากไอเสียของยานพาหนะและไม่ได้มาจากไอเสียทำให้ประชาชนเกิดการรับสัมผัสฝุ่นละอองเข้าสู่ร่างกายส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวได้ (Elmarakby & Elkadi, 2024) และการตรวจวัดคุณภาพอากาศมีข้อจำกัดที่ผลการตรวจวัดนั้นมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่เป็นปัญหาวัยด้วยข้อจำกัดด้านจำนวนสถานีตรวจวัด (ชยานนท์ และคณะ, 2564) การใช้แบบจำลอง AERMOD ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับวางแผนโครงสร้างพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมือง (สัตยา และคณะ, 2564) ช่วงเหตุการณ์ที่เกิดมลพิษทางอากาศที่สะสมและมีแนวโน้มรุนแรง (สิทธิชัย และคณะ, 2559) และเป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินสัดส่วนของ $PM_{2.5}$: PM_{10} เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนจัดการคุณภาพอากาศได้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปริมาณสัดส่วนของฝุ่น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} จากยานพาหนะด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD และผลกระทบของฝุ่นละอองจากยานพาหนะที่มีต่อคุณภาพอากาศ และเป็นแนวทางป้องกันปัญหาด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน

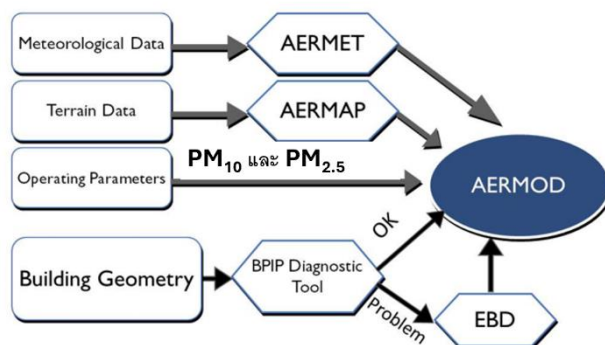
3. วิธีดำเนินการวิจัย

การประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่เกิดจากการปลดปล่อยฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ จากแหล่งกำเนิดชนิดยานพาหนะโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD Version 9.9.0 ในการทำนายความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ มีการตรวจสอบความถูกต้อง (Validate) ของข้อมูลสอดคล้องตามมาตรฐานจัดเป็น Regulatory Model ซึ่งได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในงานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อม และสามารถนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดจริงได้ ซึ่งมีค่า Fractional Bias (FB) ใกล้เคียงกับ 0.1 แสดงว่าโมเดลมีความแม่นยำสูง (US.EPA, 2021) ตัวแบบจำลองเป็น Steady-State Plume Model ซึ่งใช้ Gaussian Plume Equation เป็นสมการพื้นฐานในการประเมินการแพร่กระจาย ใช้ทฤษฎีของชั้นบรรยากาศที่อยู่ติดกับผิวโลก (Planetary Boundary Layer) การกำหนดความคงตัวของบรรยากาศ (Stability Parameter) ทิศทางลมความเร็วสูงของชั้นผสม (Mixing Height) และการคำนวณความสูงของพวย การประเมิน





สภาวะอากาศเพื่อใช้คำนวณการแพร่กระจายของฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ด้วยแบบจำลอง AERMOD มีข้อมูลนำเข้าข้อมูลดังภาพที่ 1



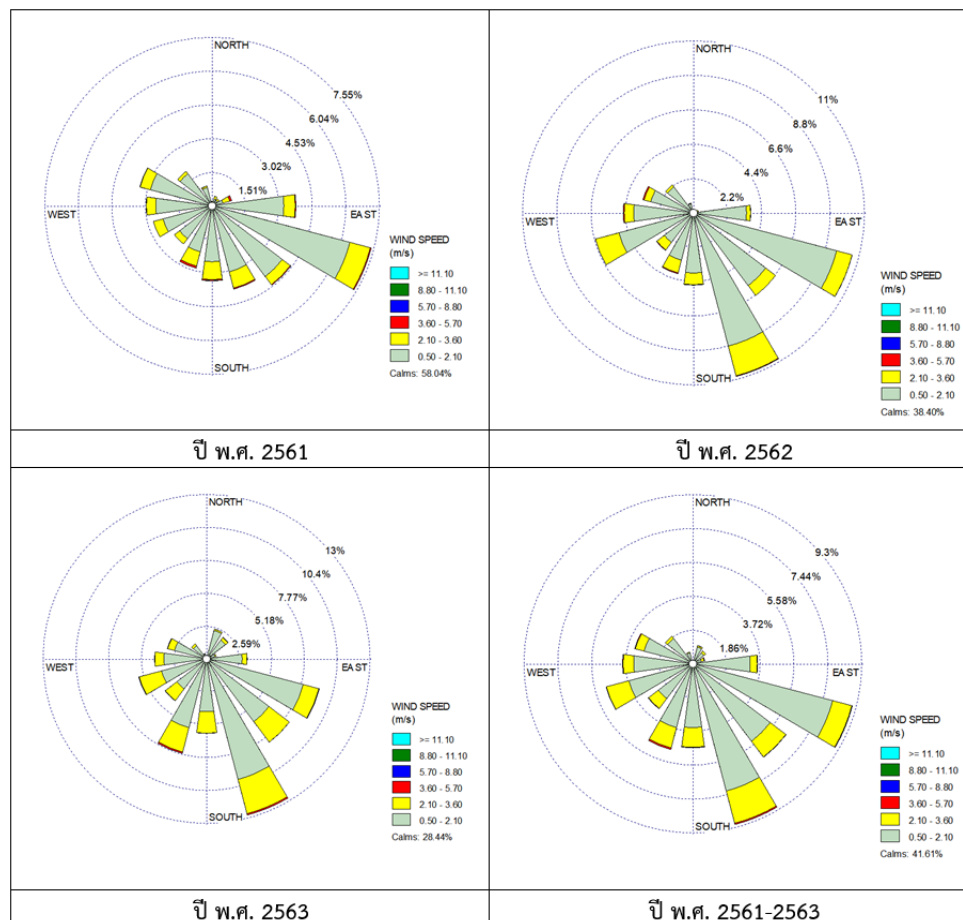
ภาพที่ 1 การนำเข้าข้อมูลสภาพแวดล้อมเพื่อประเมินการปลดปล่อย PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ด้วยแบบจำลอง AERMOD

การประเมินสภาวะอากาศเพื่อใช้คำนวณการแพร่กระจายของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ด้วยแบบจำลอง AERMOD มีข้อมูลนำเข้าข้อมูลดังนี้

3.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Data) แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.1.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น (Surface Meteorological Data) เป็นข้อมูลราย 3 ชั่วโมง ของ 3 ปีล่าสุด พ.ศ. 2561-2563 ได้แก่ ข้อมูลทิศทางและความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเมฆ ปกคลุม และความสูงฐานเมฆ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ศึกษามากที่สุด คือ สถานีตรวจวัดอากาศ กรุงเทพมหานคร ของกรมอุตุนิยมวิทยา (ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษาในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ระยะห่างประมาณ 0.8 กิโลเมตร (สุทธิขันธ์ และคณะ, 2567) โดยข้อมูลจะถูกจัดให้อยู่ในภาพของข้อมูลรายชั่วโมง (US.EPA, 2021) (ข้อมูลผังลมสถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานคร ของกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงดังภาพที่ 2





ภาพที่ 2 ผังลมสถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2561-2563

3.1.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับชั้นบน (Upper Air Meteorological Data) เป็นข้อมูลราย 3 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2561-2563 ประกอบด้วยข้อมูล ความดัน ทิศทางและความเร็วลม และอุณหภูมิ ในแต่ละระดับความสูงเหนือพื้นดินขึ้นไป จากสถานีอุตุนิยมวิทยาระดับสูงที่ใกล้ที่สุด คือ สถานีกรุงเทพ บางนา

3.2 ข้อมูลลักษณะพื้นผิว (Surface Data) ประกอบด้วยค่า Surface Roughness Length ค่า Bowen Ratio และค่า Albedo พิจารณาจากลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้แผนที่สภาพการใช้ที่ดินของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2562 ของกรมพัฒนาที่ดิน และใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณรอบพื้นที่สถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานครเป็นจุดศูนย์กลาง โดยกำหนดค่าดังกล่าวใน 2 ช่วงเวลา ได้แก่ เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม (ฤดูฝน) และเดือนพฤศจิกายน-เมษายน (ฤดูแล้ง (ฤดูร้อนและฤดูหนาว)) ซึ่งมีรายละเอียดค่าต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและการคำนวณ (สุทธิชนัน และคณะ, 2567) ดังนี้

3.2.1 ค่า Surface Roughness Length ใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตแบบถ่วงน้ำหนัก ในรัศมี 3 กิโลเมตร (ดังตารางที่ 1)

3.2.2 ค่า Bowen Ratio ใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก ภายในพื้นที่ 10 กิโลเมตร x 10 กิโลเมตร

3.3.3 ค่า Albedo ใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก ภายในพื้นที่ 10 กิโลเมตร x 10 กิโลเมตร



ตารางที่ 1 ค่า Surface Roughness Length, Bowen Ratio และ Albedo
(รอบสถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานคร) ที่ใช้ในการนำเข้าแบบจำลอง

พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	Surface Roughness Length (m)	Bowen Ratio		Albedo
		ฤดูแล้ง (ธันวาคม-มีนาคม)	ฤดูฝน (เมษายน-พฤศจิกายน)	
ส่วนที่ 1	0.615	2.49	0.86	0.18
ส่วนที่ 2	0.652	2.49	0.86	0.18
ส่วนที่ 3	0.682	2.49	0.86	0.18
ส่วนที่ 4	0.300	2.49	0.86	0.18
ส่วนที่ 5	0.359	2.49	0.86	0.18
ส่วนที่ 6	0.550	2.49	0.86	0.18
ส่วนที่ 7	0.321	2.49	0.86	0.18
ส่วนที่ 8	0.379	2.49	0.86	0.18

สภาพการใช้ที่ดินรอบสถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานคร ในพื้นที่รัศมี 3 กิโลเมตร สำหรับใช้ในการหาค่า Surface Roughness Length และพื้นที่ 10x10 ตารางกิโลเมตร สำหรับใช้ในการหาค่า Albedo และ Bowen Ratio (สุทธิชาน์ และคณะ, 2567) แสดงดังสมการที่ 1-3 และภาพที่ 2

- ค่า Surface Roughness Length ใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตแบบถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$\bar{X} = [(X_1)^{w_1} \cdot (X_2)^{w_2} \cdot \dots \cdot (X_n)^{w_n}]^{1/\Sigma(w)} \quad 1)$$

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตแบบถ่วงน้ำหนัก ของค่า Surface Roughness

w = ค่าน้ำหนักของข้อมูล (Weighting)

n = จำนวนประเภทของ Land use ในพื้นที่

- ค่า Bowen Ratio ใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

$$\bar{x} = [(x_1)^{w_1} \cdot (x_2)^{w_2} \cdot \dots \cdot (x_n)^{w_n}]^{1/\Sigma(w)} \quad 2)$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก ของค่า Bowen ratio

x_i = ค่า Bowen Ratio ส่วนที่ 1-8

w = ค่าสัดส่วนของพื้นที่ Land use แต่ละประเภท (Fraction)

n = จำนวนประเภทของ Land use ในพื้นที่

- ค่า Albedo ใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก ดังนี้

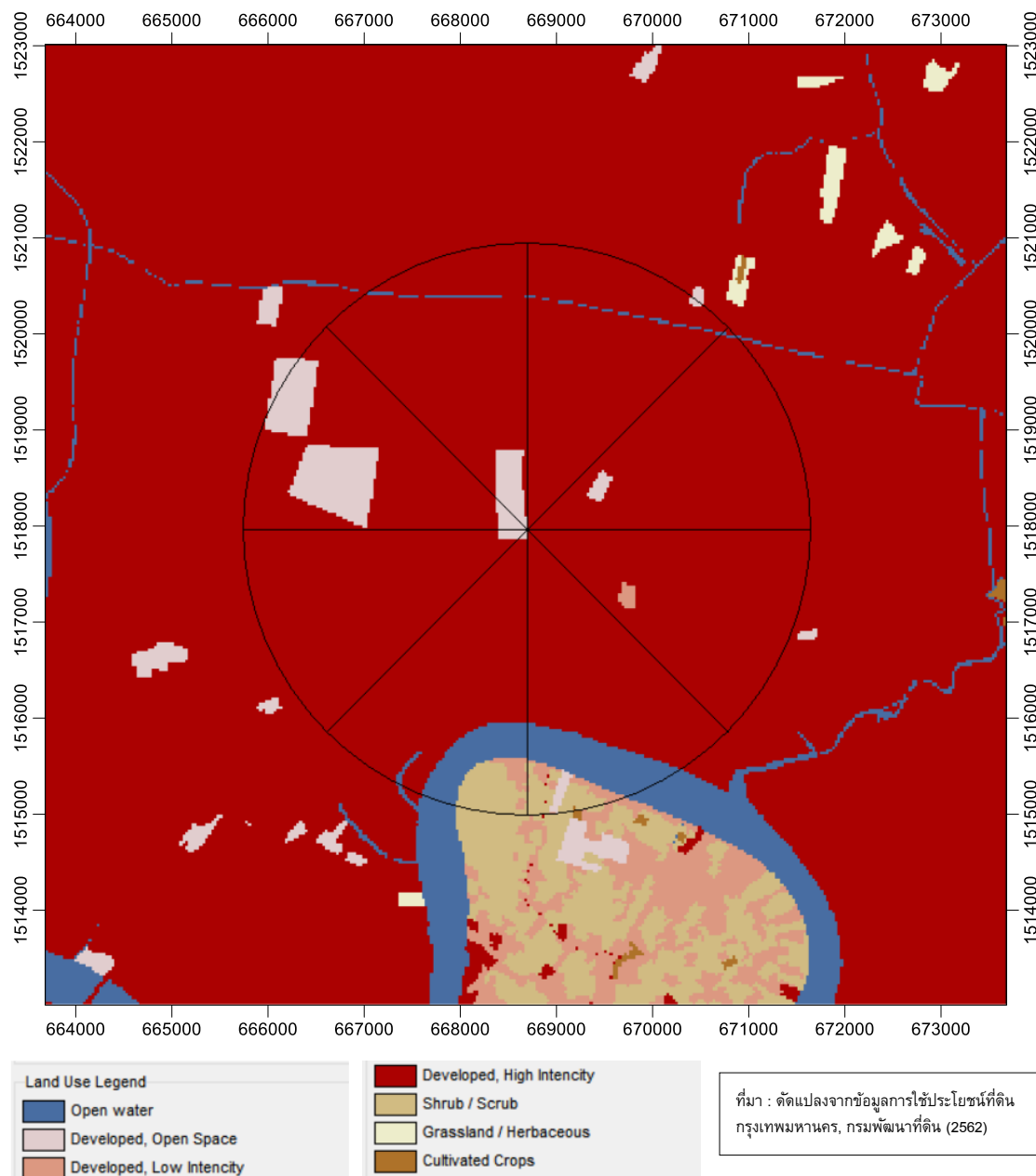
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad 3)$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก ของค่า Albedo

w = ค่าสัดส่วนของพื้นที่ Land use แต่ละประเภท (Fraction)

n = จำนวนประเภทของ Land use ในพื้นที่





ภาพที่ 2 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินรอบสถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานคร ในรัศมี 3 กิโลเมตร และพื้นที่ 10 x 10 ตารางกิโลเมตร

3.3 จุดสังเกต (Sensitive Area) กำหนดให้พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 10x10 ตารางกิโลเมตร จากจุดศูนย์กลางของพื้นที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร และกำหนดจุดสังเกต (Receptor) ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ดังกล่าว โดยกำหนดความละเอียดหรือระยะห่างของกริดแบบไม่คงที่ (Variable Grid Resolution) ดังนี้ 1) พื้นที่จากจุดศูนย์กลางจนถึงขอบของพื้นที่เขตปทุมวันระยะ 2.0 กิโลเมตร ใช้ความละเอียด 100 เมตร 2) ระยะ 2-3 กิโลเมตร ใช้ความละเอียด 250 เมตร และ 3) ระยะ 3-5 กิโลเมตร ใช้ความละเอียด 500 เมตร (สุทธิชาน และคณะ, 2567)





นอกจากนี้ ยังได้มีการกำหนดจุดสังเกตเพิ่มเติมให้ครอบคลุมพื้นที่อ่อนไหวต่อผลกระทบ (Sensitive Receptor) ได้แก่ สถานพยาบาล ศาสนสถาน และสถานศึกษา บริเวณพื้นที่ศึกษาในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร รวมจำนวน 29 จุด ได้แก่ โรงพยาบาลเจตนิรินทร์ โรงพยาบาลคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โรงพยาบาลตำรวจ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย วัดชานีหัตถการ (วัดสามง่าม) วัดสระบัว วัดดวงแข คริสตจักรไมตรีจิตหลังสวน วัดพระมหาไถ่ ศูนย์บริการสาธารณสุข 16 ลุมพินี โรงเรียนวัดสระบัว สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน โรงเรียนอนุบาลจุลลิตา โรงเรียนสีตบุตรบำรุง โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย วิทยาลัยพยาบาลตำรวจ สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โรงเรียนวัดดวงแข สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตอุเทนถวาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน โรงเรียนประเสริฐธรรมวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โรงเรียนอนุบาลแสงประเสริฐ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โรงเรียนพระมหาไถ่ศึกษา โรงเรียนสวนลุมพินีกรุงเทพมหานคร โรงเรียนปลูกจิต และโรงเรียนอนุบาลสุณี

3.4 การประเมินผลกระทบฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ด้วยแบบจำลอง AERMOD

3.4.1 แหล่งกำเนิดและการประเมินค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะในพื้นที่ศึกษาเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ใช้ข้อมูลจำนวนยานพาหนะแต่ละประเภท บริเวณทางแยกในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยอ้างอิงข้อมูลสถิติปริมาณจราจรบริเวณทางแยกในเขตกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2563 ของสำนักงานการจราจรและขนส่ง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นข้อมูลจากการสำรวจปริมาณจราจรโดยแบ่งประเภทรถออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถตู้ รถปิคอัพ รถแวน รถเมล์ใหญ่ รถเมล์เล็ก รถบรรทุก และรถสามล้อ ใน 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเร่งด่วนเช้า (7.00-9.00 น.) ช่วงนอกเร่งด่วน (9.00-16.00 น.) และช่วงเร่งด่วนเย็น (16.00-19.00 น.) (สุทธิชาน และคณะ, 2567) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณจราจรแยกประเภทรถและช่วงเวลาบริเวณทางแยกในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2563

ช่วงเวลา	จำนวนยานพาหนะแต่ละประเภท (คัน) ^{1/}							
	รถยนต์นั่ง	ปิคอัพ	ตู้	แวน	เมล์ใหญ่	เมล์เล็ก	บรรทุก	สามล้อ
เร่งด่วนเช้า (7.00 - 9.00 น.)	37,968	8,264	1,099	7,165	1,349	113	257	1,095
นอกเร่งด่วน (9.00 - 16.00 น.)	121,435	37,051	4,925	32,122	4,225	411	1,864	4,706
เร่งด่วนเย็น (16.00 - 19.00 น.)	53,507	14,343	1,907	12,437	1,564	175	384	2,003
รวมทุกช่วงเวลาของทุกถนน	212,910	59,658	7,930	51,724	7,138	699	2,505	7,804

หมายเหตุ: ^{1/} จากข้อมูลสถิติปริมาณจราจรบริเวณทางแยกในเขตกรุงเทพมหานคร ปี 2563 ของสำนักงานการจราจร และขนส่ง กรุงเทพมหานคร

3.4.2 การคำนวณค่าอัตราการระบายฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะ จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การระบายมลสาร (Emission Factor) จากยานพาหนะ (AIT, 2020) ในการคำนวณค่าอัตราการระบายฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ จากยานพาหนะแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลาตามการสำรวจปริมาณจราจร

สำหรับการนำเข้าข้อมูลอัตราการระบายมลสารในแบบจำลอง AERMOD กำหนดให้การระบายมลสารที่มีแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะทั้งหมดในพื้นที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เป็นแหล่งระบายมลสารแบบพื้นที่ (Area Source) โดยกำหนดให้มีการระบายมลสารในช่วงเวลา 7.00 - 19.00 น. ตามข้อมูลการสำรวจปริมาณจราจรในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้ข้อมูลอัตราการระบายมลสารในหน่วย กรัม/วินาที/ตารางเมตร ซึ่งคำนวณ



จากค่าอัตราการระบายรวมของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากยานพาหนะในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร และขนาดพื้นที่รวมของเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่มีขนาดประมาณ 8,370,000 ตารางเมตร (สุทธิชาน์ และคณะ, 2567) รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าอัตราการระบายมลสารจากปริมาณจราจรต่อขนาดพื้นที่ของเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

ชนิดมลสาร	อัตราการระบายมลสารจากยานพาหนะในพื้นที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร					
	(กรัม/วินาที)			(กรัม/วินาที/ตารางเมตร) ^{1/}		
	เร่งด่วนเช้า (7.00-9.00 น.)	นอกเร่งด่วน (9.00-16.00 น.)	เร่งด่วนเย็น (16.00-19.00 น.)	เร่งด่วนเช้า (7.00-9.00 น.)	นอกเร่งด่วน (9.00-16.00 น.)	เร่งด่วนเย็น (16.00-19.00 น.)
PM ₁₀	9.8102	10.7586	9.7189	1.17E-06	1.29E-06	1.16E-06
PM _{2.5}	9.4629	10.3782	9.3668	1.13E-06	1.24E-06	1.12E-06

หมายเหตุ: ^{1/} ค่าอัตราการระบาย (กรัม/วินาที/ตารางเมตร) คำนวณจากค่าอัตราการระบาย (กรัม/วินาที)

หารด้วยขนาดพื้นที่รวมของเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่มีขนาดพื้นที่รวม 8,370,000 ตารางเมตร

4. ผลการวิจัย

4.1 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง

ผลการประเมินความเข้มข้น PM₁₀ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ของยานพาหนะในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในช่วงเวลา 7.00-19.00 น. โดยใช้แบบจำลอง AERMOD มีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4 และเส้นระดับความเข้มข้นของ PM₁₀ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งพบค่าสูงสุดบริเวณพื้นที่ด้านทิศใต้ของเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ห่างจากถนนพระราม 4 ประมาณ 120 โดยค่าความเข้มข้นสูงสุดของ PM₁₀ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่า 83.52 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ร้อยละ 69.60 ของค่ามาตรฐาน) และบริเวณแหล่งรับผลกระทบที่เป็นจุดสังเกตจำนวน 29 จุด มีค่าอยู่ระหว่าง 39.20-80.71 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ร้อยละ 32.67-67.26 ของค่ามาตรฐาน) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐาน PM₁₀ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) ที่กำหนดค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

4.2 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง

ผลการประเมินความเข้มข้น PM_{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ของยานพาหนะในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ในช่วงเวลา 7.00-19.00 น. โดยใช้แบบจำลอง AERMOD มีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4 และเส้นระดับความเข้มข้นของ PM_{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 4 ซึ่งพบค่าสูงสุดบริเวณพื้นที่ด้านทิศใต้ของเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ห่างจากถนนพระราม 4 ประมาณ 120 เมตร โดยค่าความเข้มข้นสูงสุดของ PM_{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่า 80.28 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ร้อยละ 160.56 ของค่ามาตรฐาน) และบริเวณแหล่งรับผลกระทบที่เป็นจุดสังเกตจำนวน 29 จุด มีค่าอยู่ระหว่าง 37.68-77.58 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ร้อยละ 75.36-155.16 ของค่ามาตรฐาน) ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐาน PM_{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) ที่กำหนดค่าไม่เกิน 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร





ตารางที่ 4 ผลการประเมินความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศโดยทั่วไป
ที่เกิดขึ้นจากยานพาหนะในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบจำลอง AERMOD

รายละเอียด/จุดสังเกต	ค่าความเข้มข้นของมลสารจากแบบจำลอง AERMOD (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	$PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง
- ค่าความเข้มข้นสูงสุด	83.52	80.28
(บริเวณพื้นที่ด้านทิศใต้ของเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ห่างจากถนนพระราม 4 ประมาณ 120 เมตร พิกัดภูมิศาสตร์ UTM (WGS84) 47P 666465.13E,1518372.62N)		
- บริเวณจุดสังเกต		
1. โรงพยาบาลเจตนิ	56.46	54.27
2. โรงพยาบาลคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	44.00	42.29
3. โรงพยาบาลตำรวจ	51.26	49.27
4. โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย	55.94	53.77
5. วัดขานีหัตถการ (วัดสามง่าม)	61.39	59.01
6. วัดสระบัว	64.73	62.22
7. วัดดวงแข	66.72	64.14
8. คริสตจักรไมตรีจิตหลังสวน	64.07	61.59
9. วัดพระมหาไถ่	72.62	69.80
10. ศูนย์บริการสาธารณสุข 16 ลุมพินี	71.53	68.76
11. โรงเรียนวัดสระบัว	65.50	62.97
12. สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน	69.25	66.56
13. โรงเรียนอนุบาลจุไรรัตน์	43.79	42.09
14. โรงเรียนสีตบุตรบำรุง	61.27	58.90
15. โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย	39.20	37.68
16. วิทยาลัยพยาบาลตำรวจ	39.75	38.21
17. สถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจศศินทร์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	54.42	52.31
18. โรงเรียนวัดดวงแข	66.42	63.85
19. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตอุเทนถวาย	62.22	59.81
20. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา	71.96	69.17
21. โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน	49.97	48.04
22. โรงเรียนประเสริฐธรรมวิทยา	67.11	64.51
23. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	61.21	58.84
24. โรงเรียนอนุบาลแสงประเสริฐ	64.89	62.37
25. โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	62.43	60.01
26. โรงเรียนพระมหาไถ่ศึกษา	68.56	65.90
27. โรงเรียนสวนลุมพินีกรุงเทพมหานคร	80.71	77.58
28. โรงเรียนปทุมจิตร	74.85	71.95
29. โรงเรียนอนุบาลสุณี	76.87	73.89





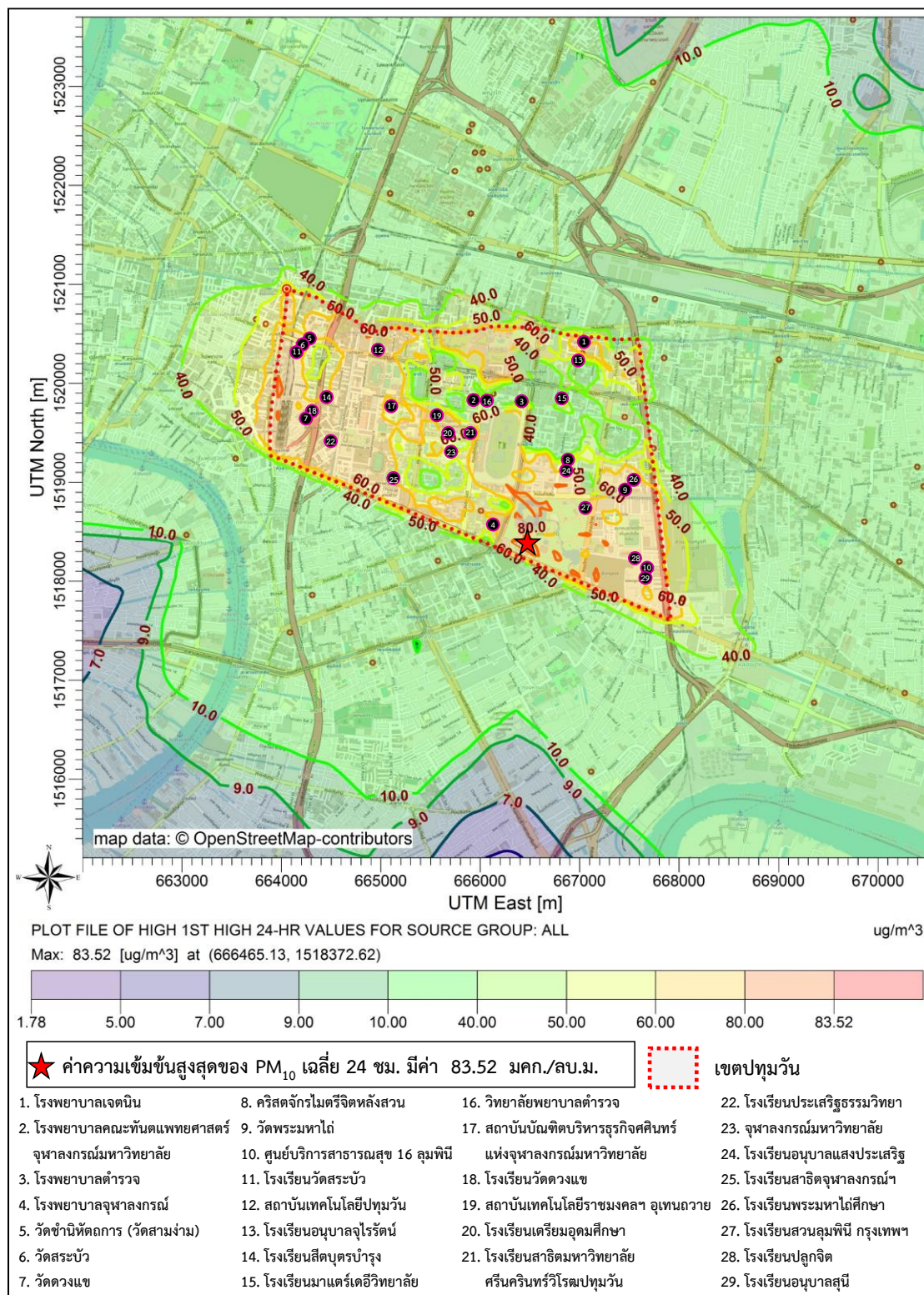
ตารางที่ 4 ผลการประเมินความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศโดยทั่วไป
ที่เกิดขึ้นจากยานพาหนะในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบจำลอง AERMOD (ต่อ)

รายละเอียด/จุดสังเกต	ค่าความเข้มข้นของมลสารจากแบบจำลอง AERMOD (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง	$PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง
ค่าต่ำสุด-สูงสุด (จุดสังเกต 29 จุด)	39.20-80.71	37.68-77.58
ค่ามาตรฐาน	120 ^{1/}	50 ^{2/}

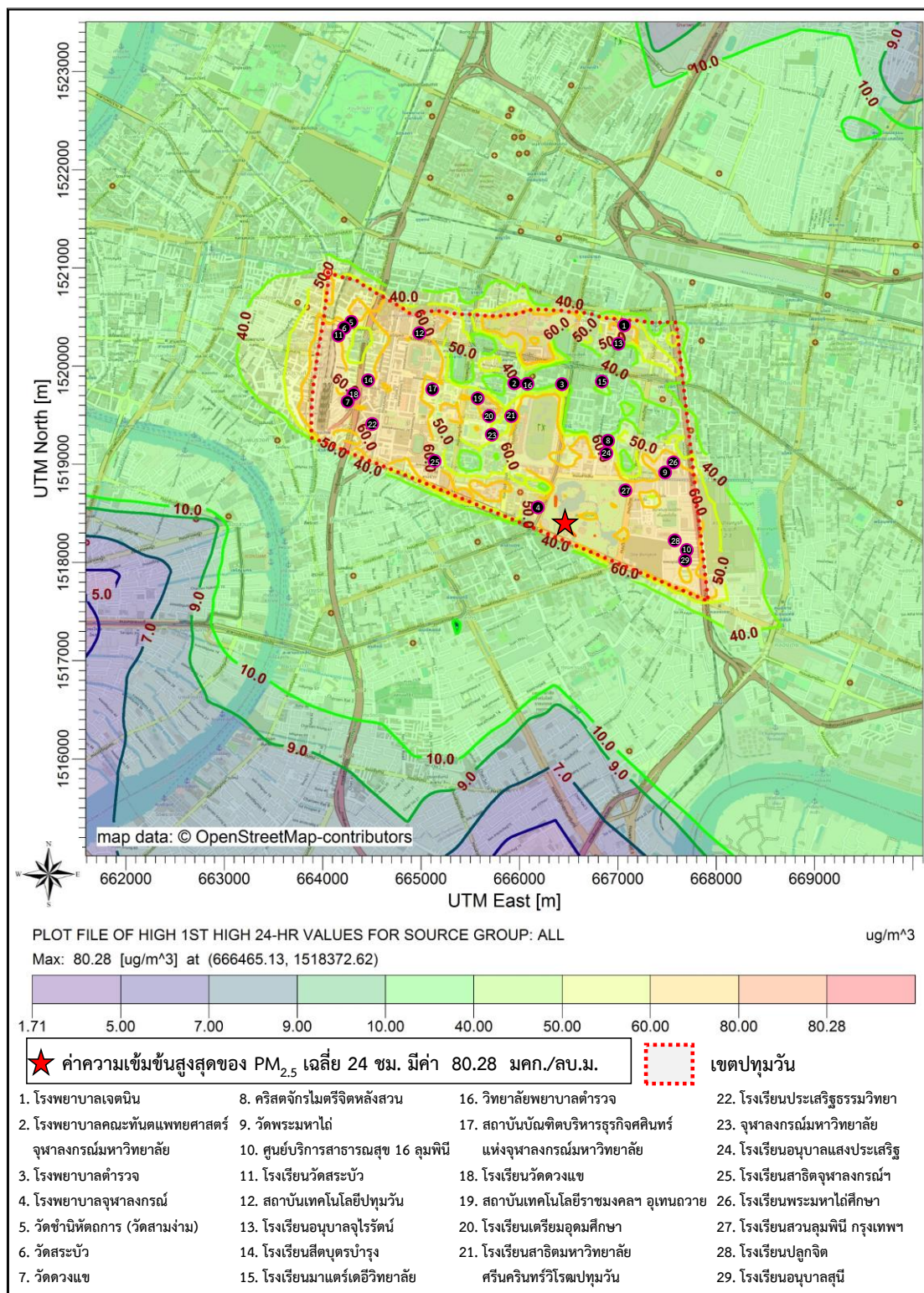
หมายเหตุ : ^{1/} อ้างอิงค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

^{2/} อ้างอิงค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป





ภาพที่ 3 เส้นระดับความเข้มข้นของ PM₁₀ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศโดยทั่วไปที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ของยานพาหนะในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 4 เส้นระดับความเข้มข้นของ PM_{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศโดยทั่วไปที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ของยานพาหนะในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร





4.3 เปรียบเทียบผลการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD กับผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศปัจจุบันของค่าความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบต่อเนื่องของกรมควบคุมมลพิษ บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งเป็นสถานีบริเวณริมถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน ในปี 2563 รายละเอียดดังตารางที่ 5 และกราฟแสดงผลการตรวจวัดดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ซึ่งจากผลการตรวจวัดพบว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กชนิด PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีค่าอยู่ในช่วง 20-123 และ 8-82 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ โดยค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงตั้งแต่เดือนธันวาคมต่อเนื่องถึงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และลมที่พัดปกคลุมเป็นลมเหนือหรือลมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปลายฤดูหนาวของทุกปี ซึ่งเป็นช่วงที่ความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนจะแผ่ลงมาปกคลุมทำให้มีลมสุ่มตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทยตอนบนมีกำลังแรงขึ้น ประเทศไทยตอนบนมีอุณหภูมิลดลงโดยทั่วไป มีอากาศเย็นถึงหนาวและหนาวจัดบางพื้นที่ แต่มีบางช่วงความกดอากาศสูงที่แผ่ลงมาปกคลุมบริเวณดังกล่าวมีกำลังอ่อนลงจึงส่งผลให้ลมสุ่มตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังอ่อนลงหรือมีลมสงบตามไปด้วย ประกอบกับมีการผกผันกลับของอุณหภูมิ (Inversion) ในระดับล่าง ส่งผลให้ระดับเพดานการลอยตัวและการกระจายตัวของฝุ่นละอองอยู่ในระดับต่ำ การไหลเวียนและถ่ายเทของอากาศไม่ดีจึงทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองในบรรยากาศและมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น

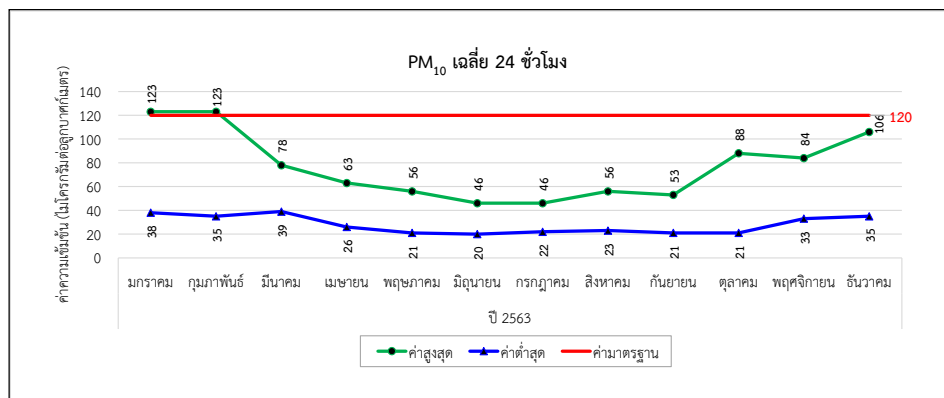
ตารางที่ 5 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบต่อเนื่องของกรมควบคุมมลพิษ บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ริมถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน ปี 2563

เดือน	ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM ₁₀)				ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM _{2.5})			
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง			ค่าเฉลี่ยรายเดือน
	(ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				(ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	วัน > std.	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	วัน > std.		
มกราคม	123	38	1/31	70	82	19	8/31	42
กุมภาพันธ์	123	35	1/28	78	76	16	12/28	44
มีนาคม	78	39	0/31	49	44	16	0/31	25
เมษายน	63	26	0/29	43	39	19	0/30	23
พฤษภาคม	56	21	0/31	36	25	10	0/31	17
มิถุนายน	46	20	0/30	32	20	8	0/30	14
กรกฎาคม	46	22	0/31	33	24	12	0/29	16
สิงหาคม	56	23	0/31	38	27	12	0/31	18
กันยายน	53	21	0/30	33	29	8	0/30	17
ตุลาคม	88	21	0/31	42	47	12	0/31	22
พฤศจิกายน	84	33	0/30	52	48	16	0/30	28
ธันวาคม	106	35	0/31	65	66	20	4/29	36
ค่ามาตรฐาน	120 ^{1/}			-	50 ^{2/}			-

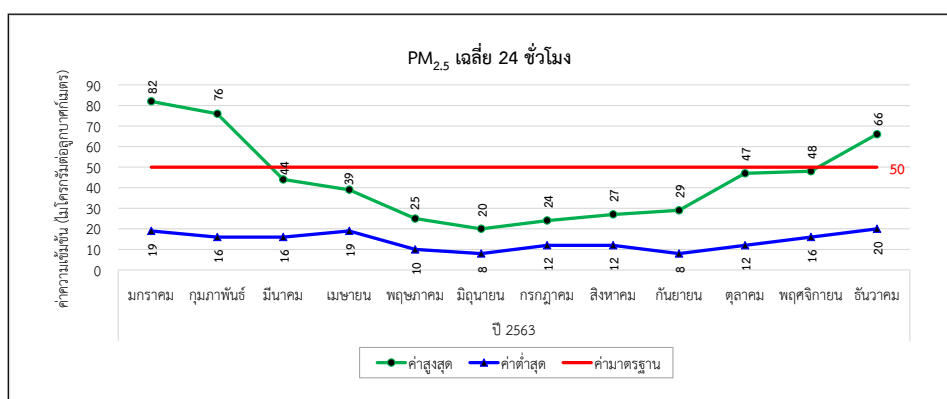
หมายเหตุ : ^{1/} อ้างอิงค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

^{2/} อ้างอิงค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป

ที่มา: ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบต่อเนื่อง, กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, กรมควบคุมมลพิษ, 2563



ภาพที่ 5 แสดงผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบต่อเนื่องของกรมควบคุมมลพิษ บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ริมถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน ปี 2563



ภาพที่ 6 แสดงผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบต่อเนื่องของกรมควบคุมมลพิษ บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ริมถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน ปี 2563





ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่นชนิด PM_{10} และ $PM_{2.5}$ และสัดส่วนของ $PM_{2.5}:PM_{10}$ จากปริมาณจราจรในปี 2563 ที่ได้จากการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD กับผลการตรวจวัด ในปี 2563 บริเวณริมถนนในพื้นที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

พื้นที่/จุดสังเกต ในแบบจำลอง AERMOD	สถานีตรวจวัดที่ ใกล้ที่สุด / ระยะห่างจาก จุดสังเกต	PM ₁₀ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		PM _{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		สัดส่วนของฝุ่น ละออง PM _{2.5} :PM ₁₀ จากแบบจำลอง AERMOD
		ค่าความเข้มข้น สูงสุดจาก แบบจำลอง AERMOD	ค่าความเข้มข้นสูงสุด (ปี 2563) บริเวณสถานีตรวจวัด ที่ใกล้ที่สุด	ค่าความเข้มข้น สูงสุดจาก แบบจำลอง AERMOD	ค่าความเข้มข้น สูงสุด (ปี 2563) บริเวณสถานี ตรวจวัดที่ใกล้ที่สุด	
ค่าสูงสุดบริเวณพื้นที่ ด้านทิศใต้ของเขต ปทุมวัน ห่างจากถนน พระราม 4 ประมาณ 120 เมตร	โรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์ (ริมถนนพระราม 4) / ระยะห่าง 300 เมตร	83.52	123	80.28	82	0.96
โรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์	โรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์ (ริมถนนพระราม 4)	55.94	123	53.77	82	0.96

5. อภิปรายผล

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กชนิด PM_{10} และ $PM_{2.5}$ จากปริมาณจราจรที่ได้จากการประเมินจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD กับผลการตรวจวัดในปี 2563 บริเวณริมถนนในพื้นที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานครดังรายละเอียดในตารางที่ 6 พบค่าความเข้มข้นในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรจากจุดสังเกตของฝุ่น PM_{10} จากแบบจำลอง AERMOD (83.52, 55.94) มีค่าน้อยกว่าบริเวณสถานีตรวจวัดจริงของกรมควบคุมมลพิษที่ใกล้ที่สุด (123, 123) เนื่องจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอยู่บริเวณริมถนนและสี่แยกไฟแดงซึ่งมีการจราจรหนาแน่นตลอดทั้งวัน ความเข้มข้นของมลพิษจึงถูกปลดปล่อยสูงกว่าการประเมินด้วยแบบจำลอง ในขณะที่ความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ จากแบบจำลอง AERMOD (80.28, 53.77) มีค่าใกล้เคียงกับจุดตรวจวัดจริงบริเวณสถานีตรวจวัดที่ใกล้ที่สุด แสดงว่าฝุ่นละอองที่ประเมินได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับการตรวจวัดจริง (USEPA, 2021) และพบว่า ค่าสูงสุดจากแบบจำลอง AERMOD ที่พบบริเวณพื้นที่ด้านทิศใต้ของเขตปทุมวัน (ห่างจากถนนพระราม 4 ประมาณ 120 เมตร) มีค่าของฝุ่นละอองชนิด $PM_{2.5}$ (สุทธิชน และคณะ, 2567) ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดสูงสุดบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใกล้ที่สุดบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (ริมถนนพระราม 4) ซึ่งมีระยะห่างประมาณ 300 เมตร ซึ่งแบบจำลองได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลตามมาตรฐานและได้รับการรับรอง และสามารถนำผลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดจริงได้ (US.EPA, 2021)

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนของอัตราการระบาย PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะ โดยอ้างอิงตามผลการศึกษาของโครงการ “The Study of Sources of $PM_{2.5}$ and Precursors of Secondary $PM_{2.5}$ in Bangkok Metropolitan Region” ที่ศึกษาโดยกรมควบคุมมลพิษและสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (Asian Institute of Technology) (มกราคม 2563) พบว่า ฝุ่นขนาดเล็กที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ จากยานพาหนะมากกว่าร้อยละ 90 ถึง 100 เป็นฝุ่นชนิด $PM_{2.5}$ และเมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนของอัตราการระบาย $PM_{2.5}$ ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะ (AIT, 2020) พบว่า ฝุ่นขนาดเล็กที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ จากยานพาหนะมากกว่าร้อยละ 90 ถึง 100 เป็นฝุ่นชนิด $PM_{2.5}$ และมีการปลดปล่อย $PM_{2.5}$ จากการจราจรในพื้นที่ศึกษาร้อยละ 49.5 (Ratanavalachai &



Trivitayanurak, 2023) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Elmarakby and Elkadi (2024) ที่พบฝุ่นละอองจากไอเสีย ยานพาหนะสองชนิด ได้แก่ PM_{10} (27%) และ $PM_{2.5}$ (33%) และฝุ่นละอองจากส่วนที่ไม่มีการเผาไหม้ ได้แก่ PM_{10} (73%) และ $PM_{2.5}$ (67%) ตามลำดับ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยานนท์ และคณะ (2564) ที่ได้หาความสัมพันธ์ของ $PM_{2.5}$ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภาคพื้นดินเพื่อช่วยลดความผิดพลาดในการแจ้งเตือนผลกระทบจาก $PM_{2.5}$ สำหรับการจัดการมลพิษทางอากาศในระยะยาวได้

ในขณะที่ผลการประเมินค่าสูงสุดของ PM_{10} จากแบบจำลองมีค่าน้อยกว่าค่าสูงสุดที่ตรวจวัดได้ เนื่องจากการประเมินโดยใช้แบบจำลองเป็นการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะเพียงแหล่งกำเนิดเดียว ในขณะที่ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นบริเวณริมถนน นอกจากจะมีแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาดเล็กที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะแล้วยังมีฝุ่นที่มาจากการเผาไหม้จากแหล่งกำเนิดอื่น เช่น การเผาไหม้ชีวมวลและจากโรงงานอุตสาหกรรมที่อาจถูกลมพัดพาข้ามมาจากเขตพื้นที่อื่นที่อยู่ห่างออกไปจากแหล่งกำเนิดได้เนื่องจากฝุ่นขนาดเล็กมีน้ำหนักเบาและลอยค้างในบรรยากาศได้หลายวันถึงหลายสัปดาห์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Elmarakby and Elkadi (2024) ที่พบว่า PM_{10} สามารถสะสมในหลอดลม และ $PM_{2.5}$ สามารถสะสมในปอดของคน และส่งผลให้เกิดอาการสโตรค (Stroke) และเกิดปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ (Cardiovascular problem) กับประชาชนได้

อย่างไรก็ตาม การประเมินค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยใช้แบบจำลอง AERMOD ในการศึกษารังนี้ยังมีข้อจำกัดต่าง ๆ ได้แก่ การประเมินจากแหล่งกำเนิดเพียงชนิดเดียว (จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะ) รวมทั้งข้อจำกัดที่มีข้อมูลปริมาณจราจรบริเวณถนนในเขตปทุมวันไม่ครบทุกเส้นทาง และมาตรฐานไอเสีย (มาตรฐาน EURO) ของยานพาหนะที่ใช้ในการศึกษาเป็นมาตรฐาน EURO 1-4 ซึ่งปัจจุบันรถรุ่นใหม่ได้มีการพัฒนาการควบคุมค่ามาตรฐานไอเสียเป็น EURO5 และ EURO6 ซึ่งจะช่วยลดปริมาณฝุ่นขนาดเล็กชนิด $PM_{2.5}$ ให้น้อยลง และการส่งเสริมการเปลี่ยนวิธีการเดินทางแบบคาร์บอนต่ำลดการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น การใช้รถไฟฟ้าแทนรถยนต์เชื้อเพลิงน้ำมัน ซึ่งจะช่วยลดปริมาณฝุ่นขนาดเล็กชนิด $PM_{2.5}$ ให้น้อยลง (Chavanaves et al, 2021) ในการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจของประชาชนในพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก, 2563) ได้แก่ การประชาสัมพันธ์หรือการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ และการให้ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา สาเหตุ และผลกระทบ และการมีส่วนร่วมของประชาชน ตามลำดับ เพื่อปรับตัวและปรับทัศนคติของประชาชนให้มีความเข้าใจในแนวทางและแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองจากยานพาหนะ (ศิริลักษณ์ และวิสาชา ,2564). เพื่อป้องกันผลกระทบด้านสุขภาพที่มาจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว

6. ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้แบบจำลอง AERMOD สามารถนำมาประยุกต์ใช้จำลองการปลดปล่อยสัดส่วนของฝุ่น $PM_{2.5}$: PM_{10} จากยานพาหนะได้ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลการตรวจวัดในพื้นที่จริง และยังช่วยให้เข้าใจเกี่ยวกับการปลดปล่อยฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดชนิดยานพาหนะประเภทต่าง ๆ สอดคล้องกับการตรวจวัดจริงในช่วงที่ตรวจนับจำนวนวันที่ฝุ่นละอองมีค่าสูงเกินมาตรฐานในบรรยากาศได้อีกด้วย ทั้งนี้ต้องมีการนำเข้าสู่ข้อมูลที่เป็จริงที่มีความถูกต้อง มากเพียงพอและต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่การประเมิน $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ด้วยแบบจำลอง AERMOD ที่มีผลลัพธ์อย่างมีแม่นยำและมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การจัดการแก้ไขปัญหาหมอกพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในเขตเมืองได้อย่างยั่งยืนต่อไป





7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนสนับสนุนและข้อมูลสำหรับการประเมินมลพิษด้วยแบบจำลองคุณภาพอากาศ

8. เอกสารอ้างอิง

- ชยานนท์ เทพแสงพราว, ธงทิศ ฉายากุล และศิริมา ปัญญาเมธิกุล. (25 มิถุนายน, 2564). การทำนายปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนจากข้อมูลความลึกเชิงแสงของอนุภาคแขวนลอยในอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล [Paper]. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ออนไลน์).
- ธรรมลักษณ์ รัตนวรชัย. (2565). การประยุกต์ใช้แบบจำลองการแพร่กระจายฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) จากภาคการจราจรบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริลักษณ์ เจริญรัมย์ และวิสาชา ภูจินดา. (2564). ทศนคติของประชาชนต่อแนวทางการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยรำไพพรรณี*, 15(2), 70-78.
- สัตยา มะโนแก้ว, วรศักดิ์ มณีวรรณ, กฤษณ์ ชาญศิริ, ชนนพัฒน์ อินทร, สุนทร สุนทรภา, ดำรงค์ดี รินชุมภู และพีรพงศ์ จิตเสียม. (23-25 มิถุนายน, 2564). การประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจำลองค่ามลพิษอากาศสำหรับวางแผนโครงสร้างพื้นฐานสิ่งแวดล้อมชุมชนเมือง [Paper]. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ออนไลน์).
- สิทธิชัย พิมลศรี, ปฏิพัทธ์ วงศ์เรือง และปรุ่งจันทร์ วงศ์วิเศษ. (2559). การจำลองความเข้มข้นฝุ่นละอองในบรรยากาศในช่วงเหตุการณ์มลพิษอากาศรุนแรงในภาคเหนือตอนบนด้วยแบบจำลองสามมิติ *chemical transport model*: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
- สุทธิรักษ์ นิลฤทธิ์, เกษฏาพันธ์ เวียงนนท์ และภรณ์รัตน์ สุธามาลาวัณ. (2567). การประเมินฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เพื่อจัดการคุณภาพอากาศด้วยแบบจำลอง AERMOD กรณีศึกษา เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร [Paper]. การประชุมวิชาการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 23, ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก. (2563). เอกสารเพื่อเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอากาศ AERMOD ฉบับประชาชน. พญา พรินดี แอนด์ พับลิชชิง.
- AIT. (2020). *The study of sources of $PM_{2.5}$ and precursors of secondary $PM_{2.5}$ in Bangkok metropolitan region*. Pollution Control Department.
- Chen, L.-W. A., Wang, X., Lopez, B., Wu, G., Hang Ho, S. S., Chow, J. C. Watson, J. G., Yao, Q., Yoon, S., & Jung, H. (2023). Contribution of non-tailpipe emissions to near-road $PM_{2.5}$ and PM_{10} : A chemical mass balance study. *Environmental Pollution*, 335, 122283. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122283>





- Elmarakby, E., & Elkadi, H. (2024). Comprehending particulate matter dynamics in transit-oriented developments: Traffic as a generator and design as a captivator. *Science of the Total Environment*, 934, 172528. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172528>
- Chavanaves, S., Fantke, P., Limpaseni, W., Attavanich, W., Panyametheekul, S., Gheewala, S. H., & Prapasongsa, T. (2021). Health impacts and costs of ofine particulate matter formation from road transport in Bangkok metropolitan Region. *Atmospheric Pollution Research*, 12(7), 101191. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2021.101191>
- Ratanaivalachai, T. & , Trivitayanurak, W. (2023). Application of a PM_{2.5} dispersion model in Bangkok central business district for air quality management. *Frontiers in Environmental Science*, 11-2023, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1237366>
- Vattanasit, U., Navasumrit, P., Khadka, M. B., Kanitwithayanun, J., Promvijit, J., Autrup, H., & Ruchirawat, M. (2014). Oxidative DNA damage and inflammatory response in cultures human cells and in humans exposed to traffic-related particles. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217(1), 23-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.03.002>
- US.EPA. (2021, November). AERMOD Implementation Guide. https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/preferred/aermod/aermod_implementation_guide.pdf.

