วิทยานิพนธ์

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

RE-SUSPENSION OF PM_{10} AFTER HIGH PRESSURE WATER SPRAYING UNDER THE STATION OF BANGKOK MASS TRANSIT SYSTEM

นางสาวจารุวัฒน์ พ่วงสุข

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

Re-suspension of PM_{10} after High Pressure Water Spraying under the Station of Bangkok Mass Transit System

นามผู้วิจัย นางสาวจารุวัฒน์ พ่วงสุข

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์สามัคคี บุณยะวัฒน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ บัวเลิศ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... **เดือน**..... **พ.ศ.**.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละออง น้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

Re-suspension of PM_{10} after High Pressure Water Spraying under the Station of Bangkok Mass Transit System

โดย

นางสาวจารุวัฒน์ พ่วงสุข

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2551

จารุวัฒน์ พ่วงสุข 2551: การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สามัคคี บุณยะวัฒน์, Ph.D. 109 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} และศึกษารูปแบบการเปิดปิดและช่วงเวลาการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงเพื่อลดฝุ่นละอองใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ซึ่งเก็บตัวอย่างด้วยเครื่อง PM_{10} High Volume Air Sampler ช่วงเวลา 5.00-20.00 น. (ทุก 3 ชั่วโมง) ช่วงเวลา 20.00-24.00 น. และช่วงเวลา 24.00-5.00 น. จำนวน 6 จุดเก็บตัวอย่าง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูง (ช่วงเวลา 5.00-20.00 น.) และการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างวัน (ช่วงเวลา 20.00-24.00 น.)

ผลการศึกษาพบว่า มีการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูง (ช่วงเวลา 5.00-20.00 น.) และมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงทุกปัจจัยร่วมกัน ส่วนการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ภายหลังการฉีดละอองน้ำระหว่างวัน (ช่วงเวลา 20.00-24.00 น.) ทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลาดังกล่าว การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำ 2 รูปแบบ ได้แก่ การเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที ตั้งแต่เวลา 5.00-20.00 น. รูปแบบละ 15 ตัวอย่าง พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ร้อยละ 33 และร้อยละ 40 ตามลำดับ ถือว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการลอยตัวกลับสู่อากาศมีโอกาสเกิดขึ้นได้ทุกช่วงเวลา โดยเฉพาะช่วงเวลาที่ความเร็วลมต่ำกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที ดังนั้น การลดปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายควรเปิดละอองน้ำตลอดเวลาในช่วงเวลาเร่งด่วน และเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในช่วงเวลาอื่นสามารถเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที หรือเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที ได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีแนวโน้มเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังหยุดฉีดละอองน้ำแรงดันสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

_____ / ____ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Jaruwat Puangsuk 2008: Re-suspension of PM_{10} after High Pressure Water Spraying under the Station of Bangkok Mass Transit System. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor: Associate Professor Samakkee Boonyawat, Ph.D. 109 pages.

The objectives of this research were to found relation of meteorological conditions on re-suspension of PM_{10} and study the patterns and periods of high pressure water spraying for particles reduction under Saphan Khwai BTS Station. Samples were collected from 6 sampling sites during 5.00am-8.00pm (every 3 hours), 8.00pm-12.00pm and 12.00pm-5.00am by using PM_{10} High Volume Air Samplers. There were two parts of this study. The first study was re-suspension of PM_{10} at spray zone after high pressure water spraying (5.00am-8.00pm). The second study was re-suspension of PM_{10} under Saphan Khwai BTS Station on non-spraying period (8.00pm-12.00pm).

The resulted found re-suspension of PM_{10} at spray zone after stop high pressure water spraying (5.00am-8.00pm) and had combined relationship with meteorological conditions such as wind direction, wind speed, temperature, relative humidity and actual vapor pressure. Re-suspension of PM_{10} from 9 samples under Saphan Khwai BTS Station on non-spraying period (8.00pm-12.00pm) could not concluded that there were re-suspension of PM_{10}. Re-suspension of PM_{10} at spray zone after spraying water every 5 minutes and 10 minutes during 5.00am–8.00pm 15 samples of each pattern were analyzed. The resulted found re-suspension of PM_{10} at 33% and 40%, respectively which non-significant different and found re-suspension of PM_{10} all periods, especially the periods that wind speed lower than 1.0 m/s. Therefore, reduction of PM_{10} under Saphan Khwai BTS Station should spraying water all time during rush hours and other period can spraying water both every 5 minutes and every 10 minutes for save cost because there were non-significant different of PM_{10} re-suspension.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ดร. สามัคคี บุณยะวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ช่วยเหลือในการกำหนดขอบเขตการวิจัย วางแผนการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบพระคุณอาจารย์กิตติชัย ดวงมาลย์ ที่ดูแลให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ดร. เกษม จันทร์แก้ว คณบดีวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. ประภัสสรา นีละคุปต์ ประธานการสอบ และศาสตราจารย์ดร. สนิท อักษรแก้ว ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขเพิ่มเติม เพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบคุณเพื่อนๆ รุ่น 29 คุณชลาลัย รุ่งเรือง คุณศิริโสภา เลาหบุตร น้องๆ รุ่น 30 และผู้ร่วมวิจัยจากวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่าน สำหรับกำลังใจ คำแนะนำ และความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างงานวิจัย

ขอบคุณคุณพ่อสุนทร-คุณแม่โสภี พ่วงสุข และครอบครัวที่ให้การสนับสนุน คอยห่วงใย และเป็นกำลังใจสำคัญในการก้าวผ่านอุปสรรคต่างๆ จนส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

จารุวัฒน์ พ่วงสุข

กุมภาพันธ์ 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	30
ผลและวิจารณ์	37
สรุปและข้อเสนอแนะ	87
สรุป	87
ข้อเสนอแนะ	90
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	92
ภาคผนวก	97
ประวัติการศึกษา	109

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความเร็วในการตกตัวของฝุ่นละอองขนาดต่างๆ	9
2	ช่วงเวลาที่ทำการเปลี่ยนกระดาษกรองและเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง	33
3	ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการศึกษา	34
4	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง	57
5	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน	59
6	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง	62
7	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน	64
8	ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในแต่ละช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10}	68
9	ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที	81
10	ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	98
2	ทิศทางลมและข้อมูลปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	101
3	ข้อมูลปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	104
4	น้ำหนักฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณเกาะกลางถนนที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 3-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	107

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System)	5
2	วัฏจักรของฝุ่นละอองในบรรยากาศ	11
3	การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมกับความสูงบนพื้นผิวชนิดต่างๆ	14
4	ลักษณะการเคลื่อนที่แนวตั้งของอากาศ	16
5	ลักษณะของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดถนนที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์	17
6	แรงที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง	19
7	สถานที่ศึกษาบริเวณโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	27
8	ระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่ประกอบด้วยหัวฉีด (Noozle) จำนวน 4 แถว	28
9	เครื่อง Anemometer ใช้ในการตรวจวัดทิศทางลมและความเร็วลม	29
10	พื้นที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	30
11	แสดงจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง และเครื่องตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	31
12	รูปแบบทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (NE) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	39
13	รูปแบบทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (NE Turbulent) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	40
14	รูปแบบทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (SW) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	41
15	รูปแบบทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (SW Turbulent) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	42
16	รูปแบบทิศทางลม (ร้อยละ) ในช่วงเวลาต่างๆ บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ารถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	43
17	ความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 31 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	ความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	46
19	ความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	46
20	ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 31 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	48
21	ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3-6กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	48
22	ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	49
23	อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 31 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	50
24	อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	51
25	อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	52
26	ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 31 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	53
27	ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	54
28	ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	54
29	การเคลื่อนที่ของมวลอากาศจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	58
30	การเคลื่อนที่ของมวลอากาศจากทิศตะวันตกเฉียงใต้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	63
31	ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของลักษณะทิศทางลมทั้ง 4 รูปแบบ	66
32	ร้อยละของตัวอย่างฝุ่นละออง PM_{10} ที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศในแต่ละรูปแบบของทิศทางลมจากทั้งหมด 30 ตัวอย่าง	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
33	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ และความเร็วลม	71
34	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ของวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	75
35	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ของวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	76
36	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ของวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	77
37	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ของวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	78
38	ร้อยละการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จำแนกตามช่วงเวลา	85
39	ปริมาณการจราจรเฉลี่ย (PCUต่อชั่วโมง) บริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย จำแนกเป็นช่วงเวลาตามข้อมูลของกองการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 15-21 มกราคม พ.ศ. 2550	86

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

Re-suspension of PM_{10} after High Pressure Water Spraying under the Station of Bangkok Mass Transit System

คำนำ

โครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร หรือรถไฟฟ้าบีทีเอส (BTS) เป็นโครงการที่มีส่วนช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และช่วยให้เกิดความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น ซึ่งลักษณะโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าเป็นโครงสร้างยกระดับที่ครอบคลุมพื้นที่ถนนทั้งสองฝากการจราจรเกือบทั้งหมด และบางสถานีถูกขนาบด้วยอาคารสูงทั้งสองด้าน ทำให้มีช่องว่างระหว่างสถานีรถไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างริมถนนน้อย เกิดเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์ ส่งผลให้อากาศในบริเวณดังกล่าวกระจายตัวได้ไม่ดี และหากมีการจราจรหนาแน่นยิ่งก่อให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองภายใต้สถานีรถไฟฟ้ามากขึ้น โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ซึ่งเป็นปัญหาหลักของมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครที่มีแหล่งกำเนิดสำคัญมาจากการจราจร และสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนปลายก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจแก่มนุษย์ได้

แนวคิดในการลดมลสารใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายซึ่งมีโครงสร้างแบบปิด และอยู่ในพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่นด้วยวิธีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยเพิ่มความชื้นในอากาศ ทำให้เกิดการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคฝุ่นละออง PM_{10} ด้วยกันเอง และอนุภาคฝุ่นละออง PM_{10} กับหยดละอองน้ำ ทำให้ฝุ่นละอองมีน้ำหนักมากขึ้นและตกลงสู่พื้นด้วยแรงโน้มถ่วงโลก โดยวิธีการดังกล่าวได้มีการกำหนดระยะเวลาการเปิดปิดละอองน้ำระหว่างวัน ซึ่งอาจทำให้ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ลอยตัวกลับเข้าสู่อากาศอีกครั้ง จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาแนวโน้มของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เพื่อกำหนดระยะเวลาในการเปิดปิดละอองน้ำให้มีความเหมาะสม ไม่ให้เกิดผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพของประชาชนที่ทำกิจกรรมในบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย และเป็นแนวทางในการลดมลสารบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าของโครงการระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานครต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

2. ศึกษารูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูง และช่วงเวลาการฉีดละอองน้ำใต้สถานีรถไฟฟ้าที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) บริเวณใต้โครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ซึ่งมีการกำหนดรูปแบบการลดมลสารใต้สถานีด้วยวิธีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงช่วงกลางวันตั้งแต่เวลา 5.00-20.00 น. เป็น 3 รูปแบบ คือ ฉีดละอองน้ำตลอดเวลา การเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที โดยศึกษาตั้งแต่เวลา 5.00 น. วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเวลา 5.00 น. วันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 กำหนดขอบเขตการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ร่วมกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ และหาความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงจากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยแบ่งออกเป็น 7 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลา 5.00-20.00 น. (ค่าเฉลี่ยช่วงเวลาละ 3 ชั่วโมง) ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลา 20.00-24.00 น. และค่าเฉลี่ยของช่วงเวลา 24.00-5.00 น. แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังหยุดฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างเวลา 5.00-20.00 น. ในวันที่มีรูปแบบการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที (วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550) และเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที (วันที่ 6-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550) โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM_{10} เฉพาะบริเวณเกาะกลางถนนใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการฉีดละอองน้ำ (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4)

1.2 การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ภายหลังสิ้นสุดการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างวันในช่วงกลางคืนตั้งแต่เวลา 20.00-24.00 น. บริเวณเกาะกลางถนนและทางเท้าฝั่งขาเข้าเมืองใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าทั้งที่มีการฉีดละอองน้ำและไม่มีการฉีดละอองน้ำ โดยพิจารณาแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองจากความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลา 20.00-24.00 น.

2. ศึกษารูปแบบการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที (วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550) และเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที (วันที่ 6-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550) และศึกษาช่วงเวลาการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตั้งแต่เวลา 5.00-20.00 น. ช่วงเวลาละ 3 ชั่วโมง ที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ โดยบ่งชี้การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ด้วยร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10})

การตรวจเอกสาร

อากาศ (Air) หมายถึง ก๊าซผสมที่เกิดในบรรยากาศของโลก ซึ่งมีส่วนประกอบของอากาศแห้ง ณ ระดับน้ำทะเล (ค่าเฉลี่ย) โดยปริมาตรดังนี้ ไนโตรเจนร้อยละ 78.09 ออกซิเจนร้อยละ 20.95 อาร์กอนร้อยละ 0.93 และคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 นอกนั้นประกอบด้วยก๊าซอื่นๆ อีกในปริมาณเล็กน้อย ปริมาณไอน้ำในบรรยากาศมีค่าไม่คงที่ขึ้นอยู่กับสภาวะของอากาศ การที่จะถือว่าอากาศบริสุทธิ์ก็ต่อเมื่อไม่มีสารอื่นๆ ในบรรยากาศมากพอที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์หรือสัตว์ และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมอื่นๆ (พัฒนา, 2546)

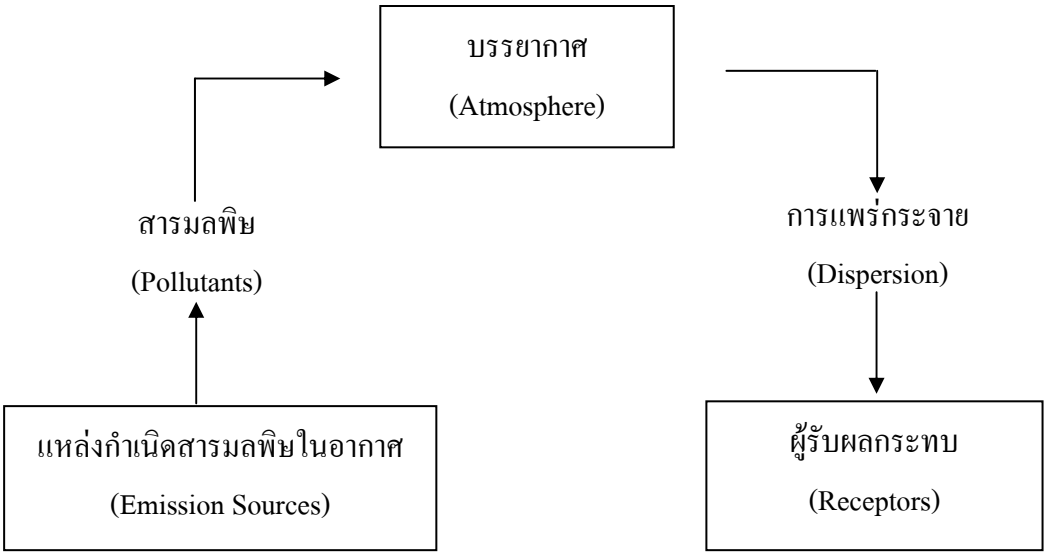
ในอากาศประกอบไปด้วยฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่หลายโมเลกุลไปจนถึงหลายสิบไมโครเมตร ที่มักแพร่กระจายไปยังบริเวณบรรยากาศใกล้เคียง และส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในภูมิภาคหรือโลก ซึ่งเป็นผลจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์

1. มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศ ซึ่งมีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ และอาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษทางอากาศหลักที่สำคัญ คือ ฝุ่นละออง ตะกั่ว ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และก๊าซโอโซน (นพภาพร และ แสงสันติ์, 2544)

1.1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System) ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหายหรือผลกระทบ (Receptors) แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Systems)
ที่มา: นพภาพร และ แสงสันติ์ (2544)

1.1.1 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Sources)

เป็นส่วนของระบบที่เป็นตัวก่อให้เกิดและระบายสารมลพิษทางอากาศออกไปสู่อากาศภายนอก โดยที่ชนิดและปริมาณของสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศจะขึ้นอยู่กับว่าเป็นแหล่งกำเนิดประเภทใด และขึ้นอยู่กับว่าแหล่งกำเนิดนั้นๆ มีการควบคุมการระบายสารมลพิษทางอากาศหรือไม่

1.1.2 อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere)

เป็นส่วนของระบบที่เป็นที่รองรับสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ และเป็นตัวกลาง (Medium) ให้สารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศ มีการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเร็ว และทิศทางลม เป็นต้น รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา และอาคารบ้านเรือน ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ

1.1.3 ผู้รับผลเสียหายหรือผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ (Receptors)

เป็นส่วนของระบบซึ่งสัมผัสกับสารมลพิษในอากาศ ทำให้ได้รับความเสียหายหรืออันตราย โดยผู้รับผลเสียหายอาจเป็นสิ่งที่มีชีวิต เช่น คน พืช และสัตว์ เป็นต้น หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น เสื้อผ้า อาคาร บ้านเรือน วัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เป็นต้น ความเสียหายหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมีความรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศ และระยะเวลาที่สัมผัส

1.2 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Sources of Air Pollutants) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

1.2.1 แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดและระบายสารมลพิษออกสู่อากาศ โดยเป็นไปตามกระบวนการทางธรรมชาติไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด แต่สารมลพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการธรรมชาตินั้นเกิดในปริมาณที่สูง และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในวงกว้าง ซึ่งกระบวนการทางธรรมชาติสามารถปรับเปลี่ยนภาวะมลพิษทางอากาศเพื่อเข้าสู่สมดุลได้ ตัวอย่างเช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเล และมหาสมุทร (แหล่งกำเนิดของละอองเกลือ) เป็นต้น

1.2.2 แหล่งกำเนิดจากการกระทำของมนุษย์ (Man-Made Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่มีมนุษย์หรือกิจกรรมที่มนุษย์กระทำ เป็นตัวการทำให้เกิดและระบายสารมลพิษออกสู่อากาศ โดยสารมลพิษที่เกิดขึ้นมีชนิดของมลสารที่หลากหลายและมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไปตามกิจกรรมการดำรงชีวิตของมนุษย์

หรือแบ่งตามประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญได้เป็น 3 ประเภท (ดิเรกฤทธิ์, 2546) ได้แก่ แหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้แน่นอน (Point Sources) เช่น ปล่องควันของโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Sources) เช่น แหล่งกำเนิดในเมืองการเผาขยะ และแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้หรือแบบเส้น (Line Sources) เช่น การคมนาคมขนส่ง ซึ่ง

การจัดแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดแบบนี้ สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางอากาศได้ง่ายขึ้น

2. ฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง (Particulate Matter) มีความหมายรวมถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่กระจายในอากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่ และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมโครเมตรลงมา ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2548) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ฝุ่นละออง หมายถึง ฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็ก

- ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) หมายถึง ฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมโครเมตรลงมา

- ฝุ่นขนาดเล็ก (PM_{10}) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมโครเมตรลงมา ซึ่ง PM_{10} หรืออนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เป็นอนุภาคที่มีสภาพเป็นได้ทั้งของแข็งและของเหลวที่ความดันและอุณหภูมิปกติ ประกอบด้วยสสารที่แตกต่างกัน และสามารถอยู่ในสภาพแขวนลอยในบรรยากาศได้จากการกระทำของกระแสลม หรือการสั่นสะเทือน และสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำ เพราะขนาดของอนุภาคที่มีขนาดเล็ก

2.1 ลักษณะของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศมีการเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลา (Dynamic System) และมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันจากสภาพทางภูมิอากาศ และลักษณะทางอุตุนิยมวิทยามีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละออง จึงทำให้อนุภาคของฝุ่นมีรูปร่าง ความหนาแน่น องค์ประกอบทางเคมี

การเกาะตัวกัน และโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ขณะที่อยู่ในบรรยากาศฝุ่นละอองอาจทำปฏิกิริยาเคมีต่อกัน หรือเกิดปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อมในบรรยากาศทำให้เกิดความซับซ้อนของโครงสร้างมากขึ้น (ศิริวรรณ, 2543) ลักษณะที่สำคัญของอนุภาคฝุ่นละอองมีดังนี้

2.1.1 ขนาดของอนุภาค

ขนาดของอนุภาคฝุ่นละออง (Particle Size) หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) ของแต่ละอนุภาค มีหน่วยเป็นไมครอนหรือไมโครเมตร (10^{-6} เมตร) โดยทั่วไปนิยมแบ่งอนุภาคเป็น 3 ช่วงขนาด (สมพงษ์, 2547) ได้แก่ ฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (Total Suspended Particulate, TSP) มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 0.005-100 ไมโครเมตร ฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) และฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมโครเมตร ($PM_{2.5}$)

ขนาดของอนุภาคฝุ่นละอองมีความเกี่ยวเนื่องกับการกระจายตัวของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะตกลงสู่พื้นอย่างรวดเร็ว ส่วนอนุภาคขนาดเล็กกว่าจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานกว่า เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำ ซึ่งความเร็วในการตกตัวของฝุ่นละอองคำนวณได้จากสมการของอากาศพลศาสตร์ที่เรียกว่า Stoke's Law ดังสมการที่ (1)

$$V = \frac{gd^2(\rho_1-\rho_2)}{18\eta} \quad \text{.....} \quad (1)$$

เมื่อ V = ความเร็วสุดท้ายที่ตกถึงพื้นดิน (เซนติเมตรต่อวินาที)

g = ค่าคงที่เฉลี่ยเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เซนติเมตรต่อวินาที^{2})

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของฝุ่น (เซนติเมตร)

ρ_1 = ความหนาแน่นของฝุ่น (กรัมต่อเซนติเมตร^3)

ρ_2 = ความหนาแน่นของอากาศ (กรัมต่อเซนติเมตร^3)

η = ความหนืดของอากาศ (กรัมต่อเซนติเมตรต่อวินาที)

จากสมการดังกล่าว ความเร็วของการตกตัวของฝุ่นละอองขนาดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท และฝุ่นละอองมีความหนาแน่น 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความเร็วในการตกตัวของฝุ่นละอองขนาดต่างๆ

ฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (μm)	ความเร็วในการตกตัว (m/s)
0.1	8×10^{-7}
1.0	4×10^{-5}
10	3×10^{-3}
100	0.25
1,000	3.0

ที่มา: WHO Environment Health Criteria (1996) (อ้างโดย ปวีณา, 2546)

2.1.2 องค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละออง

องค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละออง ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองชนิดนั้นๆ เช่น ฝุ่นดิน ประกอบด้วยธาตุหลักๆ คือ ซิลิกา อะลูมิเนียม และแคลเซียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบของดิน ส่วนฝุ่นจากการก่อสร้างมีธาตุแคลเซียมซึ่งเป็นส่วนประกอบของปูนซีเมนต์ และฝุ่นที่มาจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง โดยเฉพาะการเผาไหม้จากน้ำมันดีเซลมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก จะเห็นได้ว่าฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดแตกต่างกัน องค์ประกอบของธาตุก็แตกต่างกันออกไป

2.2 คุณสมบัติของอนุภาคฝุ่นละออง

2.2.1 การรวมตัวและการแพร่

อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถเกาะติดกันเมื่อสัมผัสกัน โดยกระบวนการรวมตัว (Coagulation Process) นี้เกิดขึ้นตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงตามขนาดและปริมาตร ซึ่งกลไกสำคัญสำหรับการรวมตัวของอนุภาค คือ การเคลื่อนไหวแบบบราวเนียนของอนุภาค ปรากฏการณ์นี้จึงเป็นสาเหตุให้อนุภาคที่มีรัศมีที่เล็กกว่า 0.1 ไมโครเมตรในอากาศลดลงอย่างรวดเร็วและมีขนาดโตขึ้น อนุภาครัศมีเล็กกว่า 0.1 ไมโครเมตรนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่สูง และอัตราการรวมตัวสูง ส่วนอนุภาคที่มีรัศมีมากกว่า 0.3 ไมโครเมตร มีค่า

สัมประสิทธิ์การแพร่ที่น้อยกว่ามาก จึงทำหน้าที่หลักเสมือนตัวจับ (Acceptor) อนุภาคขนาดเล็กกว่าที่แพร่อย่างรวดเร็ว (ศิริวรรณ, 2543) กล่าวโดยสรุปคือ อนุภาคขนาดเล็กส่วนใหญ่ถูกกำจัดโดยกระบวนการรวมตัว ซึ่งขึ้นกับการแพร่ (Diffusion) แล้วกลายเป็นอนุภาคขนาดโตขึ้น ส่วนอนุภาคขนาดใหญ่ถูกกำจัดโดยการตกตะกอน (Sedimentation)

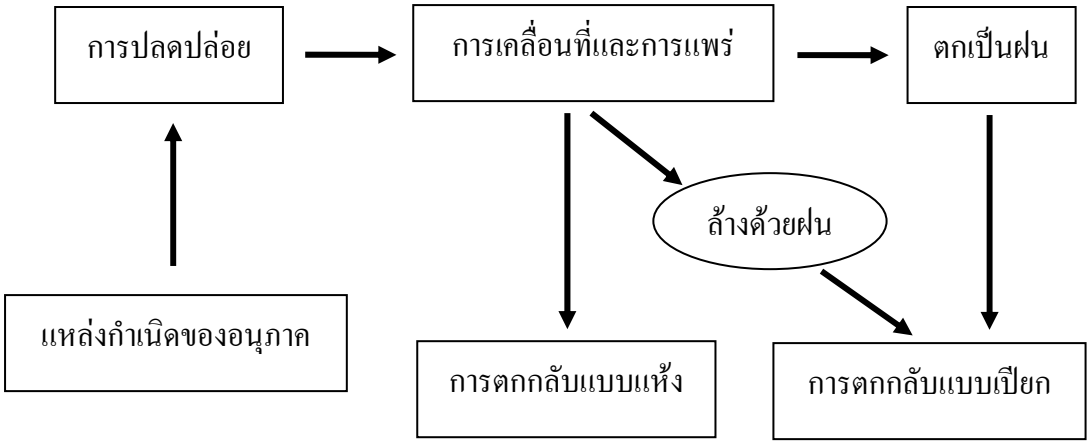
2.2.2 ประจุไฟฟ้า

อนุภาคในอากาศได้รับประจุไฟฟ้าสถิตย์โดยกลไกต่างๆ ทำให้เกิดการถ่ายเทอิเล็คตรอนไปในผิวของอนุภาค หรือออกจากผิวของอนุภาค ทำให้อนุภาคมีประจุไฟฟ้าเป็นลบและบวก ตามลำดับ นอกจากนี้อนุภาคยังมีคุณสมบัติอื่นๆ เช่น การดูดซับ การระเหย และการควบแน่น เป็นต้น (ศิริวรรณ, 2543)

2.3 ฝุ่นละอองที่เกิดจากการคมนาคมขนส่ง

ฝุ่นละอองที่เกิดจากการคมนาคมขนส่ง เป็นฝุ่นละอองที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงจากยานพาหนะหรือรถยนต์ประเภทต่างๆ เช่น เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยควันดำ ซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนจำนวนมากที่เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซล หรือการปล่อยควันขาว ซึ่งเป็นละอองไอของน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น นอกจากนี้ การขนส่งหิน ดินทราย ซีเมนต์หรือวัตถุอื่นๆ ที่ไม่ได้คลุมด้วยผ้าใบ หรือถนนสกปรก ทำให้เกิดฝุ่นละอองติดอยู่ที่ล้อรถ หรือถนน ซึ่งขณะแล่นทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองอยู่ในอากาศ

ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศแล้ว อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศหรือถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก แขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เรียกว่า การตกกลับแบบแห้ง (Dry Deposition) ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมโครเมตร แขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กนี้สามารถตกกลับแบบเปียก (Wet Deposition) ได้ 2 รูปแบบ คือ อนุภาคฝุ่นละอองจะเข้าไปเป็นแกนกลางให้ไอน้ำเกาะแล้วรวมตัวอยู่ในเมฆ เรียกว่า Rain Out และตกกลับโดยฝนตกชะเอาอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศลงมา เรียกว่า Wash Out ซึ่งแสดงวัฏจักรของฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วัฏจักรของฝุ่นละอองในบรรยากาศ
ที่มา: ศิริวรรณ (2543)

3. กระบวนการตกกลับของมลสารที่อาศัยกลไกทางกายภาพ

มลสารชนิดหนึ่งๆ เมื่อถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด (Source) ก็ฟุ้งกระจายและล่องลอยอยู่ในอากาศชั่วระยะเวลาหนึ่งก็หมุนเวียนออกจากอากาศไปยังตัวกลางอื่นๆ หรือเปลี่ยนไปเป็นมลสารตัวอื่นโดยปฏิกิริยาเคมีในอากาศ ซึ่งการหมุนเวียนเข้าสู่-ออกจากอากาศของมลสาร หรือกระบวนการตกกลับของมลสารที่อาศัยกลไกทางกายภาพ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1 กระบวนการตกกลับแบบแห้ง

กระบวนการตกกลับแบบแห้ง (Dry Deposition หรือ Fall Out) หมายถึง กระบวนการที่มลสารหมุนเวียนออกไปจากอากาศ โดยที่มลสารไม่มีการรวมตัวกับน้ำฟ้า (Precipitation) เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ เมฆ เป็นต้น มลสารจะถูกกำจัดออกไปจากบรรยากาศโดยตกลงมารวมตัวกับพื้นผิวต่างๆ เช่น พื้นดิน พื้นน้ำ พืช เป็นต้น ถ้าเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ก็อาจไปเกาะอยู่ตามผนังอาคารบ้านเรือน พื้นผิวของสิ่งต่างๆ ถ้าเป็นพวกก๊าซหรืออนุภาคขนาดเล็กก็สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์และสัตว์ได้ มลสารจะหมุนเวียนออกจากบรรยากาศผ่านกระบวนการนี้ได้ดีพียงใดขึ้นอยู่กับความเร็วในการตกกลับ (Deposition Velocity, V_g) ของมลสารนั้นๆ โดยความเร็วในการตกกลับของมลสารสามารถหาได้จากสมการที่ (2) ดังนี้

$$\text{ความเร็วในการตกกลับ (m/s)} = \frac{\text{น้ำหนักของมลสารต่อพื้นที่ผิวต่อเวลา } (\mu g/m^2/s)}{\text{ความเข้มข้นของสารในบรรยากาศ } (\mu g/m^3)} \quad \text{.....(2)}$$

โดยทั่วไปกระบวนการตกกลับแบบแห้ง ไม่ทำให้ความเข้มข้นของมลสารในบรรยากาศบริเวณใกล้แหล่งกำเนิดเปลี่ยนแปลงไปเท่าใดนัก แต่ในที่ห่างออกไปด้านใต้ลม (Downwind) กระบวนการนี้ช่วยลดปริมาณมลสารในบรรยากาศได้ในระดับหนึ่ง

3.2 กระบวนการตกกลับแบบเปียก

กระบวนการตกกลับแบบเปียก (Wet Deposition) หมายถึง กระบวนการที่มลสารหมุนเวียนออกไปจากอากาศโดยที่มลสารรวมตัวกับน้ำฟ้า สำหรับในกรณีการรวมตัวระหว่างมลสารกับน้ำฝน สามารถแบ่งวิธีการรวมตัวกันออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.2.1 ตกเป็นฝน (Rain Out) เป็นกระบวนการที่มลสารในอากาศจะรวมตัวอยู่กับก้อนเมฆ โดยอาจเป็นแกนกลาง (เช่น กรณีของอนุภาค) ให้ไอน้ำมารวมตัวกันกลายเป็นก้อนเมฆ หรือมีเมฆเกิดขึ้นมาอยู่ก่อนแล้วมลสารเข้าไปรวมตัวกับเมฆในภายหลัง การรวมตัวของมลสารกับเมฆแบบหลังนี้จะเกิดได้ดีเมื่อมีการไหลเวียนของกระแสอากาศในแนวตั้ง (Vertical Mixing) โดยกระแสอากาศจะพัดพาเอามลสารขึ้นไปรวมตัวกับชั้นบนของเมฆ เมื่อเมฆกลายเป็นฝนมลสารที่รวมตัวอยู่กับก้อนเมฆก็จะตกลงมาพร้อมกับน้ำฝน ทำให้มลสารเคลื่อนย้ายออกจากบรรยากาศไปสู่แหล่งอื่นๆ ต่อไป กระบวนการนี้จัดว่าเป็นกระบวนการรวมตัวที่เกิดขึ้นก่อนฝนตก

3.2.2 ล้างด้วยฝน (Wash Out) เมื่อเกิดฝน น้ำฝนที่ตกผ่านชั้นบรรยากาศลงมาจะรวมตัวกับมลสารที่อยู่ในบรรยากาศพาเอามลสารออกจากบรรยากาศไปสู่แหล่งอื่นๆ เช่น พื้นดิน แหล่งน้ำ สำหรับกระบวนการนี้จัดว่าเป็นกระบวนการรวมตัวที่เกิดขึ้นหลังฝนตก ประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารออกจากบรรยากาศด้วยวิธีการรวมตัวกับน้ำฝน พิจารณาได้จากอัตราส่วนของการรวมตัวกับน้ำฝนของมลสารจากสมการที่ (3) หากมลสารชนิดใดมีค่าอัตราการรวมตัวกับน้ำฝนสูงกว่า แสดงว่ามลสารนั้นสามารถถูกกำจัดออกไปจากบรรยากาศด้วยวิธีการรวมตัวกับน้ำฟ้าได้ดีกว่ามลสารอื่น

$$\text{อัตราส่วนการรวมตัวกับน้ำฝน} = \frac{\text{ความเข้มข้นของมลสารในน้ำฝน (mg/kg)}}{\text{ความเข้มข้นของมลสารในอากาศ (mg/kg)}} \quad \text{.....(3)}$$

4. ความปั่นป่วนของชั้นบรรยากาศ

ความปั่นป่วน (Turbulence) หมายถึง การไหลของอากาศที่มีการเคลื่อนที่แบบกระแสวน (Eddy) ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบอิสระของมวลอากาศในลักษณะขึ้นลง โดยความปั่นป่วนมีความสำคัญในการก่อให้เกิดการเจือจางของมลสาร (วงศ์พันธ์ และคณะ, 2543) ในความปั่นป่วนของชั้นบรรยากาศจะเห็นได้อย่างชัดเจนของความรุนแรงในการเคลื่อนที่ของลม การเคลื่อนที่ของลมในชั้นของ Atmospheric Boundary Layer ส่วนใหญ่จะเป็นการเคลื่อนที่แบบมีความปั่นป่วนเกิดขึ้น ในบริเวณที่ใกล้พื้นผิวความปั่นป่วนจะเห็นได้ชัดจากการสั่นไหวของกิ่งไม้ และใบไม้ การเคลื่อนตัวของควันหรือฝุ่น และระลอกคลื่นที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำ (Arya, 2001) การปั่นป่วนของบรรยากาศส่งผลต่อการกระจายตัวของมลพิษในอากาศ โดยพบว่าเมื่อการปั่นป่วนของบรรยากาศลดลง ความเข้มข้นของสารมลพิษที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดในบริเวณใดบริเวณหนึ่งจะมีค่าความเข้มข้นสูง แต่หากบรรยากาศมีความปั่นป่วนเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารมลพิษในบริเวณหนึ่งๆ จะมีค่าลดลงเนื่องจากเกิดการกระจายตัวมากขึ้น โดยลักษณะความปั่นป่วนของบรรยากาศเกิดจากสาเหตุหลัก ได้แก่ จากความปั่นป่วนเนื่องมาจากความร้อน (Thermal Turbulence) โดยเกิดจากการที่พื้นผิวโลกหรือวัตถุต่างๆ ที่อยู่บนพื้นผิวโลกได้รับความร้อนและส่งผลต่อมวลอากาศ และเกิดจากความปั่นป่วนทางกายภาพ (Mechanical Turbulence) ซึ่งมีสาเหตุจากตำแหน่งของสิ่งก่อสร้างและลักษณะของพื้นผิว

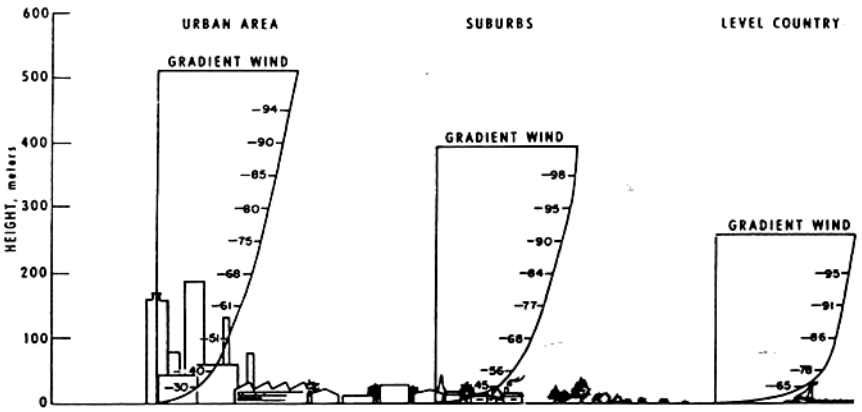
4.1 ความปั่นป่วนเนื่องมาจากความร้อน

ความปั่นป่วนเนื่องมาจากความร้อน (Thermal Turbulence) เป็นปัจจัยทางด้านความร้อนที่เกี่ยวเนื่องมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ โดยรังสีที่ส่องมาจากดวงอาทิตย์สู่โลกมีทั้งรังสีคลื่นสั้น (Shortwave Radiation) และรังสีคลื่นยาว (Longwave Radiation) โดยรังสีคลื่นสั้นสามารถสะท้อนกลับออกไปจากบรรยากาศของโลกได้ แต่รังสีคลื่นยาวไม่สามารถสะท้อนกลับออกไปได้ แต่เป็นการแผ่รังสีกลับออกไปจากชั้นบรรยากาศของโลกในช่วงเวลากลางคืน โดยลักษณะของรังสีหรือพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ถูกนำไปใช้ตามลักษณะพื้นที่ เช่น หากเป็นพื้นที่ป่าไม้ หรือเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ ค่าของปริมาณรังสีสุทธิถูกนำไปใช้ในการระเหยน้ำมากกว่าลงสู่ดิน

หรือเผาผลาญอากาศ แต่หากเป็นพื้นที่ในบริเวณเขตเมือง ปริมาณรังสีสุทธิที่เกิดขึ้นถูกนำไปใช้ในการเผาผลาญอากาศ หรือลงสู่ดินมากกว่าที่จะถูกนำไปใช้ในการระเหยน้ำ ส่งผลให้อากาศในบริเวณเขตเมืองมีความร้อนสูง และส่งผลต่อเนื่องไปถึงการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ และลักษณะการคงตัวของบรรยากาศต่อไป (สมพร และ เกษม, 2522) ซึ่งลักษณะของพื้นผิวที่ต่างกัน ทำให้ความสามารถในการรับความร้อนต่างกัน เนื่องจากความจุความร้อน (Heat Capacity) ของพื้นผิวแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังนั้น ความร้อนที่แตกต่างกันของผิวโลก ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของความกดอากาศและอุณหภูมิ จึงเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ (Bach, 1972)

4.2 ความปั่นป่วนทางกายภาพ

ความปั่นป่วนทางกายภาพ (Mechanical Turbulence) เกิดขึ้นเมื่ออากาศเคลื่อนที่ผ่านวัตถุต่างๆ ที่อยู่บนพื้นผิว ส่งผลให้เกิดลักษณะของอากาศที่มีการเคลื่อนที่แบบกระแสวน (Eddy) (Jacobson, 1999) โดยลักษณะของลมถูกทำให้ช้าลง เนื่องจากความเสียดทานซึ่งมีผลมาจากลักษณะของพื้นผิว หรือมีผลมาจากปัจจัยด้านกายภาพของภูมิประเทศ เช่น ชนิดของพื้นผิว ลักษณะพื้นที่ที่เป็นภูเขา พื้นน้ำ ป่าไม้ ตำแหน่งและความหนาแน่นของพืช และเขตเมือง เป็นต้น ดังภาพที่ 3 ลักษณะเหล่านี้ก่อให้เกิดความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของลมที่ความสูงแตกต่างกัน ซึ่งมีผลมาจากความเสียดทาน ส่งผลให้การกระจายตัวของมลสารแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของความแตกต่างของพื้นที่ รวมถึงวัสดุหรือสิ่งปลูกสร้างที่มีอยู่ในพื้นที่ โดยความปั่นป่วนจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วลมและความขรุขระของพื้นผิว (Surface Roughness) (Godish, 2003)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมกับความสูงบนพื้นผิวชนิดต่าง ๆ
ที่มา: Tunner (1994)

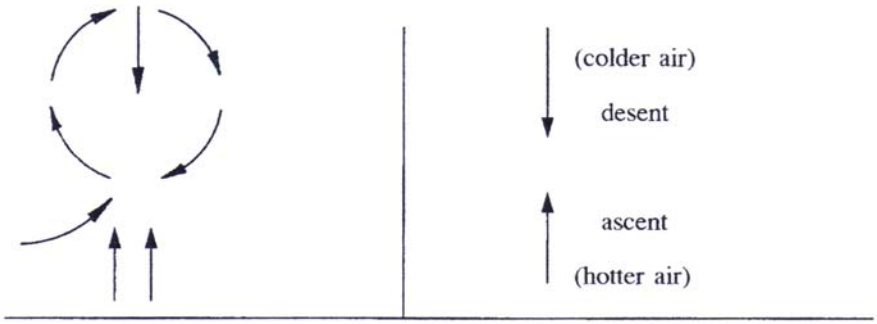
ซึ่งในเขตเมืองมีสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ได้แก่ อาคารสิ่งปลูกสร้าง โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส เป็นต้น ที่นอกจากจะส่งผลทำให้เกิดความปั่นป่วนทางกายภาพ ยังไปกีดขวางการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ทำให้มวลอากาศเคลื่อนที่ได้ช้าลง จึงทำให้การแพร่กระจายของมลสารในอากาศไม่ดีเกิดการสะสมของมลสารในพื้นที่ด้วย

5. กระบวนการเคลื่อนที่ของความร้อน

ลักษณะของกระบวนการเปลี่ยนแปลงความร้อนของอากาศ มีผลทำให้เกิดกระบวนการเคลื่อนที่ของความร้อน (Heat Transfer) และส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของมวลอากาศทำให้มีการพัดพาสิ่งต่างๆ ในอากาศ เช่น ฝุ่นละออง ให้แพร่กระจายออกไปได้ โดยทั่วไปมีอยู่ 3 ลักษณะใหญ่ๆ (เกษม, 2541) คือ กระบวนการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) กระบวนการนำความร้อน (Conduction) และกระบวนการพาความร้อน (Convection) เนื่องจากอากาศมีคุณสมบัติในการเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดีแต่เป็นตัวพาความร้อนที่ดี การเปลี่ยนแปลงความร้อนในบรรยากาศส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นด้วยกระบวนการพาความร้อน และมีบทบาทมากที่สุดต่อลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาในอากาศ

การเคลื่อนที่โดยการพาความร้อนนี้มี 2 ลักษณะ คือ การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง (Convection) ซึ่งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีผลต่อการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในพื้นที่เล็กๆ ประเภทที่สอง คือ การเคลื่อนที่ในแนวนอน (Advection) จะมีผลในการเคลื่อนที่ของมวลอากาศแบบกว้าง มีความสำคัญมากต่อการหมุนเวียนอากาศโลก ซึ่งการพาความร้อนทั้ง 2 ลักษณะ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศ และการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติบนพื้นผิวโลก (รังสรรค์, 2547)

เมื่อผิวโลกได้รับความร้อนทำให้อากาศลอยตัวสูงขึ้น เนื่องจากมีความหนาแน่นน้อยลง เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ (Air Transportation) จากกระบวนการ Convection ของความร้อนใกล้ผิวดิน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4 ซึ่งก้อนอากาศที่ลอยสูงขึ้นไป ทำให้อากาศที่หนักกว่าไหลเข้าแทนที่ การแทนที่ของอากาศเย็นที่หนักกว่าสู่ที่ที่อากาศร้อนที่เบากว่านี้ ทำให้เกิดลักษณะการเคลื่อนที่ของลม และเกิดการเคลื่อนย้ายของสิ่งต่างๆ เช่น ความชื้น มลสาร เป็นต้น ซึ่งการเคลื่อนที่ของมวลอากาศจะมีความสัมพันธ์กับความปั่นป่วนของบรรยากาศ และมีบทบาทสำคัญต่อการกระจายตัวของอนุภาคฝุ่นละอองด้วย



ภาพที่ 4 ลักษณะการเคลื่อนที่แนวตั้งของอากาศ
ที่มา: เกษม (2541)

6. ลักษณะของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

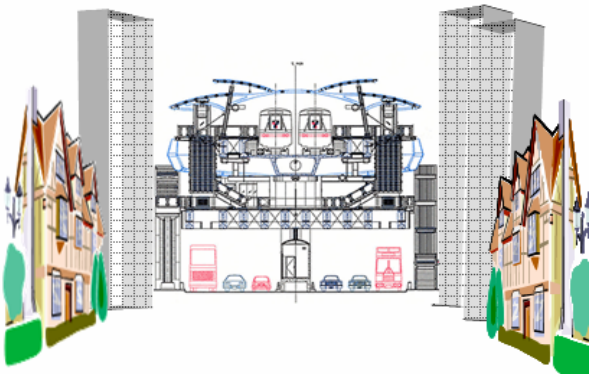
สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ที่ยกระดับอยู่เหนือพื้นผิวการจราจร ซึ่งส่งผลให้เกิดความปั่นป่วนทางกายภาพ และกีดขวางการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ทำให้มวลอากาศเคลื่อนที่ได้ช้าลง เกิดการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศบริเวณสถานีรถไฟฟ้าไม่ดี นอกจากนี้ ยังพบว่าลักษณะของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในแต่ละสถานีมีผลต่อความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศแตกต่างกันไป เมื่อพิจารณารายละเอียดโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าโดยใช้สัดส่วนความยาวของสิ่งก่อสร้างที่ยาวขนานไปกับสถานีรถไฟฟ้า และระยะห่างเฉลี่ยระหว่างสถานีรถไฟฟ้ากับสิ่งก่อสร้างเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มของสถานีรถไฟฟ้า สามารถแบ่งลักษณะของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครออกเป็น 3 ลักษณะ (ปวีณา, 2546) ดังนี้

6.1 สถานีรถไฟฟ้าที่มีลักษณะโครงสร้างแบบเปิด คือ สถานีรถไฟฟ้าที่มีสัดส่วนความยาวสิ่งก่อสร้างต่อความยาวของสถานีรถไฟฟ้าน้อยกว่า 1/3 ทั้งฝั่งการจราจรขาเข้าและขาออก มีระยะห่างระหว่างสิ่งก่อสร้างกับสถานีรถไฟฟ้ามากกว่า 10 เมตร ทั้งฝั่งการจราจรขาเข้าและขาออก เช่น สถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี

6.2 สถานีรถไฟฟ้าที่มีลักษณะโครงสร้างแบบปิด คือ สถานีรถไฟฟ้าที่มีสัดส่วนความยาวสิ่งก่อสร้างต่อความยาวของสถานีรถไฟฟ้ามากกว่า 2/3 ทั้งฝั่งการจราจรขาเข้าและขาออก มีระยะห่างระหว่างสิ่งก่อสร้างกับสถานีรถไฟฟ้าน้อยกว่า 5 เมตร ทั้งฝั่งการจราจรขาเข้าและขาออก เช่น สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง

6.3 สถานีรถไฟฟ้าที่มีลักษณะโครงสร้างแบบกึ่งปิด คือ สถานีรถไฟฟ้าที่มีสัดส่วนความยาวสิ่งก่อสร้างต่อความยาวของสถานีรถไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1/3-2/3 ส่วน และมีระยะห่างระหว่างสิ่งก่อสร้างกับสถานีรถไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 5-10 เมตร เช่น สถานีรถไฟฟ้าพญาไท

สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบปิดได้ก่อให้เกิดถนนที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์ขึ้น (ภาพที่ 5) ซึ่งเป็นถนนที่ถูกปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างต่างๆ หรือมีสิ่งกั้นขวางทางด้านบนไม่ให้มีการกระจายตัวของสารมลพิษทางอากาศในแนวดิ่ง และทางด้านข้างก็มีอาคารกั้นขวางการกระจายของสารมลพิษทางอากาศในแนวระนาบ ซึ่งอาคารมีการวางตัวเป็นแนวยาว แต่อาจมีช่องว่างที่อากาศสามารถถ่ายเทออกได้บ้าง เช่น สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย (สุกานดา, 2549) ดังนั้น ฝุ่นละอองและสารมลพิษทางอากาศอื่นๆ จึงมีการสะสมตัวบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดลักษณะดังกล่าวเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 5 ลักษณะของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดถนนที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์

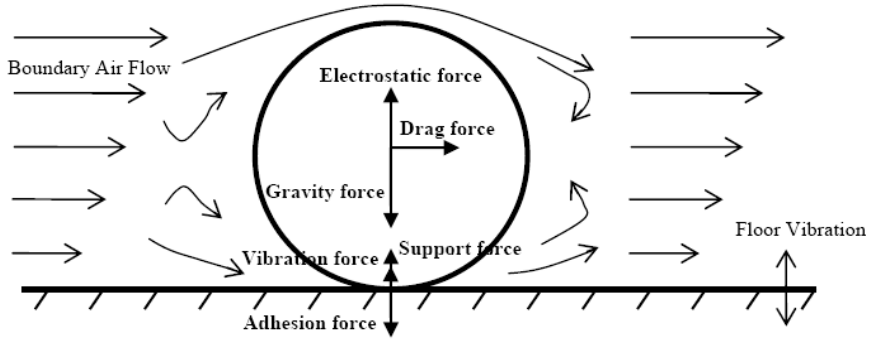
7. กระบวนการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง

การลอยตัวกลับของฝุ่นละอองหรือฝุ่นฟุ้งปลิว (Dust Resuspension) คือ ฝุ่นที่สามารถฟุ้งปลิวลอยตัวและแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ (วิฑูรย์, 2544) ซึ่งการลอยตัวกลับและแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศของฝุ่นละออง มีความหมายรวมทั้งฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นใหม่ และฝุ่นละอองที่ลอยตัวกลับสู่อากาศอีกครั้งภายหลังการตกลงสู่พื้น กระบวนการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง (Re-suspension Process) เป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อนที่เริ่มต้นจากการถูกรบกวนด้วยลม การจราจร และกิจกรรมการก่อสร้าง เป็นต้น ซึ่งการลอยตัวกลับ การตกสะสม การชะล้างของวัตถุออกจากถนน และการเกิดขึ้นใหม่ของอนุภาคฝุ่นละอองมีความสัมพันธ์กับการจราจร ซึ่งฝุ่นละอองที่

ลอยตัวขึ้นไปสู่อากาศเนื่องจากการจราจร เป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของปริมาณฝุ่นละอองในเขตเมือง โดยมีการศึกษาพบว่า อย่างน้อยร้อยละ 5 ของฝุ่นละอองที่ถูกปล่อยออกจากยานพาหนะ มีการลอยตัวกลับไปแขวนลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 50 ของฝุ่นละเอียด (0.6-2.5 ไมโครเมตร) มาจากการจราจร โดยฝุ่นละอองที่ถูกลมพัดพาตามธรรมชาติมีความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นสูง และสามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลถึงพันกิโลเมตร

ฝุ่นละอองที่ลอยตัวกลับจากพื้นถนน ประกอบด้วยฝุ่นละอองขนาด PM_3 ร้อยละ 28 และ PM_{10} ร้อยละ 57 (Manoli *et al*., 2002) และมีการศึกษาพบว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานกว่าฝุ่นละอองขนาดใหญ่ และการลอยตัวกลับสู่อากาศของอนุภาคขนาดเล็กส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศได้มากกว่า ซึ่งการลอยตัวสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่วนมากเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์และมีความเป็นพิษมากกว่าฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สำหรับในกรุงเทพมหานครจะมีฝุ่นลอยตัวกลับจากถนนอย่างเห็นได้ชัดในฤดูแล้ง ซึ่งฝุ่นละอองเหล่านี้เกิดขึ้นจากรถยนต์โดยตรง และอัตราการปล่อยมลสารขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจร น้ำหนักรถ ความเร็ว และฝุ่นที่อยู่บนพื้นผิวถนน (วิฑูรย์, 2544)

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง มีขั้นตอนการเกิดเริ่มจากการที่ฝุ่นละอองรวมตัวกับน้ำในรูปของความชื้น ส่งผลให้น้ำหนักของฝุ่นละอองเพิ่มขึ้น จึงเกิดการตกสู่พื้นตามแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อมีการกระทำของลมหรือการเคลื่อนที่ของรถยนต์ และความชื้นที่รวมตัวอยู่กับอนุภาคของฝุ่นละอองได้สูญเสียไป ทำให้น้ำหนักของฝุ่นลดลง และเกิดการฟุ้งปลิวตามทิศทางของลมหรือการเคลื่อนที่ของรถยนต์ ทำให้เกิดเป็นการลอยตัวกลับสู่อากาศอีกครั้งของฝุ่นละออง โดยแรงที่ทำให้เกิดกระบวนการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองประกอบด้วย 3 แรงหลักๆ คือ แรงจากกลไกการสั่นสะเทือน (Mechanical Vibration Force), แรงการเคลื่อนที่ในอากาศ (Aerodynamic Force) และแรงไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Force) ซึ่งหากแรงทั้ง 3 นี้มีค่ามากกว่าแรงโน้มถ่วงโลกและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคกับพื้นผิว ทำให้ฝุ่นละอองลอยตัวกลับสู่อากาศได้ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แรงที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง
ที่มา: Bin Hu *et al*. (2004)

นอกจากนี้ การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง ที่ส่วนใหญ่เกิดเนื่องจากการจราจรและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของอนุภาค วัสดุที่ใช้ทำพื้นผิว ระยะเวลาการสัมผัสระหว่างอนุภาคกับพื้นผิว (Hinds, 1982) ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ รวมถึงอุณหภูมิของอากาศด้วย โดยความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะขัดขวางไม่ให้เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง แต่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง (Kuhns *et al*., 2003) ทั้งนี้ ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่งผลให้อุณหภูมิที่ผิวโลกสูงขึ้นจะทำให้โมเลกุลของน้ำสั่นสะเทือน และสามารถเคลื่อนที่ออกจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลและแรงตึงผิวของน้ำจนกลายเป็นไอน้ำในที่สุด (สุรัตน์, 2536) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจึงเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง เนื่องจากก่อให้เกิดการสูญเสียความชื้นที่มีในอนุภาคฝุ่นละออง ซึ่งการลอยตัวกลับสู่อากาศเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของฝุ่นละอองในเขตเมืองต่างๆ ที่สามารถควบคุมได้โดยการจำกัดจำนวนของแหล่งกำเนิด รวมถึงการทำความสะอาดถนนด้วยวิธีการกวาดหรือล้างถนน ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพอากาศในระยะยาว

8. ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา

มลสารในอากาศที่ถูกปล่อยมาจากแหล่งกำเนิดจะถูกกระจายไป หรือทำให้เข้มข้นขึ้นโดยสภาวะของอากาศและสภาพสูงต่ำของภูมิประเทศ วัฏจักรของมลสารในอากาศเริ่มต้นด้วยการปล่อยมลสารออกมา ตามด้วยการพาและการฟุ้งกระจายผ่านบรรยากาศ แล้วสิ้นสุดลงเมื่อมลสารทับถมบนพืช พื้นดิน ผิวน้ำ และมลสารที่ทับถมอยู่อาจถูกลมนำเข้าสู่บรรยากาศได้อีก สภาวะของอากาศและภูมิประเทศจะชักนำให้เกิดการสะสมของมลสาร ทำให้ความเข้มข้นของมลสารเพิ่มขึ้น

ก่อให้เกิดการสึกหรอของสิ่งก่อสร้างและกระทบกระเทือนถึงสุขภาพอนามัยและพืชผลต่างๆ ในพื้นที่นั้น ในเมืองที่มีพื้นที่กว้างขวางมลสารจะถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดจำนวนมากทั้งที่เป็นจุดและเป็นพื้นที่ แล้วกระจายไปทั่วพื้นที่ภูมิประเทศนั้น ซึ่งแต่ละที่ตั้งในเมืองจะได้รับมลสารจากแหล่งต่างๆ ในปริมาณแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกระแสลมที่พัดไปมา

การกระจายของมลสารในอากาศมีกลไกที่สำคัญ 3 อย่าง คือ การเคลื่อนไหวของอากาศที่พามลสารไปตามลม ความแปรปรวนของบรรยากาศที่ทำให้มลสารกระจายไปทุกทิศทุกทาง และการฟุ้งกระจายเนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้น นอกจากนี้ ขนาด รูปร่าง และน้ำหนัก จะมีผลต่ออัตราที่มลสารที่ไม่ใช่ก๊าซตกลงสู่พื้นดินหรือลอยตัวขึ้นไปได้ ซึ่งลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของมลสารในการศึกษาครั้งนี้ มีดังนี้

8.1 ลม

ลมเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากความกดอากาศ บรรยากาศชั้นล่างจะมีแรงเสียดทานเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ความเร็วลมลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าเป็นศูนย์ที่ผิวโลก ความเร็วลมที่ระดับต่างๆ จะเปลี่ยนไปตามลักษณะของพื้นผิวของโลก และเวลาของวัน เรียกลักษณะการไหลของอากาศว่าเป็นการไหลแบบแปรปรวน เมื่อเกิดการเคลื่อนที่แบบกระแสวน (Eddy) ในเวลากลางวัน ความร้อนซึ่งเกิดจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดความแปรปรวนทางความร้อน ทำให้ความเร็วลมที่ระดับต่างๆ สม่ำเสมอกว่าเวลากลางคืน การเคลื่อนที่แบบกระแสวนจึงมีความสำคัญมากในการเจือจางของมลสาร ถ้าอากาศส่วนหนึ่งถูกแทนที่จากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งจะมีโมเมนตัม และพลังงานความร้อนติดตามไป ซึ่งมลสารที่อยู่ในอากาศนั้นจะถูกพาไปด้วย

8.1.1 ทิศทางลม

ทิศทางลม (Wind Direction) จะมีอิทธิพลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของมลสารและบริเวณที่มลสารกระจายออกไป ซึ่งทิศทางลมเป็นตัวกำหนดว่ามลสารถูกพัดไปทางไหน เนื่องจากลมมักไม่ได้พัดไปในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา และมักไม่คงที่ทั้งในช่วงเวลาสั้นๆ หรือเป็นเวลานาน หากลมถูกพัดไปยังผู้รับโดยตรงจะทำให้ความเข้มข้นของมลสารที่ผู้รับลดลงเหลือประมาณร้อยละ 10 ภายใต้สภาพอากาศที่ไม่คงตัว (Unstable Condition) ร้อยละ 50 ภายใต้สภาพ

อากาศที่เป็นกลาง (Neutral Condition) และร้อยละ 90 ภายใต้สภาพอากาศที่คงตัว (Stable Condition) (Bouble *et al*., 1994)

ประเทศไทยมีทิศทางลมประจำถิ่น คือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมทะเลจากอ่าวไทย ทำให้มีการระบายอากาศที่ดีในกรุงเทพมหานครในช่วงฤดูร้อนและช่วงฤดูฝน ฝนตกฟ้าคะนองทำให้เกิดการผสมกันระหว่างชั้นบรรยากาศด้านบนกับด้านล่าง ช่วยให้เกิดการกระจายตัวของมลพิษได้ดีขึ้น ส่วนช่วงฤดูหนาว ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีบทบาทมากในช่วงเช้า ช่วงบ่ายลมทะเลจากทิศใต้จะมีบทบาทมากกว่า ผลจากการเปลี่ยนทิศทางลมในช่วงฤดูหนาวทำให้เกิดช่วงเวลาลมสงบ ซึ่งทำให้เกิดการสะสมตัวของมลพิษในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น

8.1.2 ความเร็วลม

ความเร็วลม (Wind Speed) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการประเมินการกระจายตัวของมลสารที่ถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดเช่นเดียวกับทิศทางลม เนื่องจากมลสารจะถูกเจือจางโดยความเร็วลมที่พัดผ่านแหล่งกำเนิด และมีผลต่อเวลาและระยะทางในการเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดไปยังผู้รับ ซึ่งที่ความเร็วลมสูงความเข้มข้นของมลสารมีค่าต่ำ เนื่องจากมีการกระจายและการเจือจางเกิดขึ้น ส่วนที่ความเร็วลมต่ำจะมีการสะสมตัวของมลสารทำให้ความเข้มข้นของมลสารมีค่าสูง ซึ่งความเข้มข้นของมลสารนั้นแปรผกผันกับความเร็วลม (Harrop, 2002) และจากการศึกษาของพงษ์เศวต, 2545 พบว่า ความเร็วลมในช่วงฤดูหนาวมักมีค่าต่ำที่สุดในช่วงปี ทำให้เกิดการกระจายมลสารได้น้อย และมีการเพิ่มขึ้นของฝุ่นจากการจราจรและควันในช่วงฤดูหนาวด้วย ซึ่งจากคำนิยามของ Deaves and Lines, 1998 ระบุว่า ลมสงบ คือ สภาวะที่ลมไม่แรงพอที่จะทำให้ Wind Vane เปลี่ยนทิศทางได้ ซึ่งมีความเร็วประมาณ 1 Knots หรือประมาณ 0.515 เมตรต่อวินาที

8.2 การไหลแยก

การไหลแยก (Separated Flows) เกิดขึ้นเนื่องจากอาคารในตัวเมืองมีความสูงไม่สม่ำเสมอกัน ผลของความขรุขระหรือสิ่งกีดขวางจะช่วยในการกระจายของมลสาร แต่การแยกตัวของอากาศที่ไหลผ่านอาคารอาจทำให้ความเข้มข้นของมลสารด้านหลังของอาคารสูงขึ้น

8.3 อุณหภูมิในบรรยากาศ

อุณหภูมิอากาศ คือ ระดับความร้อนหนาวของอากาศ อุณหภูมิมีความสำคัญเกี่ยวกับการหมุนเวียนของอากาศ เพราะอากาศที่มีอุณหภูมิสูงสามารถรับปริมาณไอน้ำในอากาศไว้ได้มากกว่าอากาศเย็น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทำให้ความกดอากาศมีความแตกต่างกัน บางบริเวณถ้าอากาศอุ่นกว่าบริเวณรอบๆ อากาศจะขยายตัว มีน้ำหนักเบาและลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบน อากาศเย็นที่อยู่รอบๆ จะไหลเข้าไปแทนที่ ทำให้เกิดการไหลของอากาศในแนวนอนที่เรียกว่า “ลม” (ดวงพร, 2536)

8.4 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) เป็นอัตราส่วนของความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (Actual Vapor Pressure) ต่อปริมาณความชื้นที่อาจจะมีได้สูงสุด ณ อุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น และจะแสดงปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (RH) เป็นเปอร์เซ็นต์ (เกษม, 2541) ดังสมการที่ 4

$$RH = \frac{e}{e_s} \times 100 \qquad \text{.....(4)}$$

เมื่อ e = ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (มิลลิบาร์)

e_s = ปริมาณความชื้นที่อาจจะมีได้สูงที่อุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น (มิลลิบาร์)

อย่างไรก็ตามค่าของความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (e) นี้จะไม่มากกว่าปริมาณความชื้นที่อาจจะมีได้สูงที่อุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น (e_s) แต่อาจมีได้สูงสุดเท่ากับ e_s ในกรณีที่ความชื้นเต็มอากาศ ซึ่งค่าของ e และ e_s นี้มีความสัมพันธ์กันมาก ในเขตหนาว เขตอบอุ่น หรือเขตร้อน ต่างก็มีค่าแตกต่างกันไป เช่น ในอเมริกาเหนือค่าของ e มีน้อย เมื่อเทียบกับ e_s จึงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มีน้อยประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย แต่เขตร้อนอาจมีมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ตลอดปีทีเดียว สำหรับค่าที่ต่างไปนี้ก็มิได้เป็นกฎตายตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศหรือสถานที่ตั้งด้วย

อุณหภูมิกับความชื้นของอากาศมีความสัมพันธ์กัน โดยทั่วไปแล้วมักจะกล่าวถึงความสามารถสูงสุดที่อุณหภูมินั้นๆ จะมีไอน้ำอยู่ได้ในปริมาณสูงสุด อุณหภูมิสูงจะมีไอน้ำอยู่ได้มาก เช่นเดียวกับกรณีที่อุณหภูมิต่ำก็จะมีไอน้ำอยู่ได้น้อย ซึ่งตามธรรมชาตินั้นไอน้ำจะเข้าไป

แทรกซึมในอากาศมากจนกระทั่งไม่มีช่องว่างที่จะเข้าได้อีก คือถึงจุดอิ่มตัว ตัวอย่างเช่น การเอาน้ำใส่ขวดแล้วปิดฝา สุดท้ายจะเห็นเม็ดน้ำเกาะตามฝาขวดเป็นหยดๆ ทั้งนี้เป็นเพราะอากาศอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำจนกลายเป็นหยดน้ำ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการอิ่มตัวก็จะช้าลงด้วย

9. ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ต่อสุขภาพมนุษย์

ฝุ่นละอองมีผลต่อร่างกายมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่น ปริมาณที่ได้รับ ระยะเวลาที่สัมผัส ความแข็งแรงของสุขภาพหรือภูมิต้านทานของผู้ที่สูดเข้าไป โดยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในอากาศมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและสุขภาพ ซึ่งเมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และมีโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งอัตราการเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือดจะสูงขึ้น เมื่อมีฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในปริมาณมาก นอกจากนี้ ผู้ใหญ่ที่อาศัยอยู่ในที่ที่มีฝุ่นมากมีโอกาสป่วยเป็นโรคในระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันสูงเป็น 2 เท่าของคนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองน้อย ส่วนระดับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในกรุงเทพมหานคร มีผลทำให้คนในกรุงเทพมหานครเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากการสัมผัสระยะสั้นกับฝุ่นละอองในอากาศภายนอกอาคารถึง 400-500 รายในแต่ละปี (ปาจรีย์ และคณะ, 2548)

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปวีณา (2546) ทำการศึกษาจำนวน ขนาด และการกระจายตัวของฝุ่นละอองตามลักษณะโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้า โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ สถานีรถไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแบบเปิด (สถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี) โครงสร้างแบบปิด (สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง) และโครงสร้างแบบกึ่งปิด (สถานีรถไฟฟ้าพญาไท) พบว่า จำนวนอนุภาคฝุ่นละออง และปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) บริเวณจุดเก็บตัวอย่างใต้สถานีรถไฟฟ้ามีค่ามากกว่าบริเวณนอกสถานีรถไฟฟ้า และสถานีที่มีโครงสร้างแบบปิดมีค่ามากกว่าสถานีรถไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแบบกึ่งปิด และโครงสร้างแบบเปิด ตามลำดับ และที่ระดับความสูง 3.0 เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10

ไมโครเมตร (PM_{10}) มากกว่าที่ระดับ 1.5 และ 0.5 เมตร และจากการทดลองพบว่า PM_{10} มีทิศทางการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง โดยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าจะตกตามแรงโน้มถ่วงของโลกได้เร็วกว่าอนุภาคที่มีขนาดเล็ก ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่มีการสะสมของฝุ่นละออง PM_{10} ในปริมาณมาก เนื่องจากมีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบปิดเช่นเดียวกับสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง

Chan and Kwok (2000) ศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นที่แขวนลอยในบรรยากาศ บริเวณที่เป็นถนนเปิดโล่ง และถนนแคบตึกสูง (Street Canyon) ในประเทศฮ่องกง พบว่า บริเวณที่มีถนนแคบตึกสูง ความเข้มข้น PM_{10} และ TSP จะแปรผันแบบเอกโปเนนเชียลตามระดับความสูง โดยมีผลโดยตรงจากทิศทางลมบริเวณเหนือตึกที่ขนานสองข้างถนน และอัตราส่วนระหว่างความสูงตึกและความกว้างถนน สำหรับในถนนเปิดโล่ง ความเข้มข้นของฝุ่นตามแนวระดับความสูง ขึ้นกับ Vertical Mixing, Local Dilution และปัจจัยภายนอกอื่นๆ ได้แก่ ความเร็วและทิศทางของลม และกิจกรรมการก่อสร้างของถนน เป็นต้น การศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่เก็บตัวอย่างบริเวณถนนใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ขนาบข้างด้วยอาคารสูง ซึ่งปัจจัยของทิศทางลมและความเร็วลม รวมถึงปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาอื่นๆ มีผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM_{10}

Cirillo and Poli (1992) กล่าวว่าสภาพความเร็วลมต่ำ (Light Wind) จะเกิดขึ้นพร้อมกับสภาพบรรยากาศแบบคงตัว (Stable) ซึ่งส่งผลให้เกิดการกระจายตัวของมลสารได้ไม่ดีและอาจเกิดสภาพวิกฤต โดยปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดการเจ็บป่วยหรือโรคที่มาจากมลสารในชั้นบรรยากาศได้ เช่น ใน Po Valley ทางภาคเหนือของประเทศอิตาลี ซึ่งสภาพบรรยากาศแบบคงตัวมักเกิดขึ้นบ่อยในช่วงฤดูหนาว จึงทำให้ระดับความเข้มข้นของมลสารในชั้นบรรยากาศสูงมากกว่ามาตรฐานได้กำหนดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองใหญ่ จึงเป็นแนวคิดของการศึกษาในครั้งนี้ที่ทำการศึกษาในเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูหนาวซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นละอองสูงที่สุด และมีความเร็วลมต่ำ เพื่อหาแนวโน้มของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในบริเวณที่ศึกษา ซึ่งวิธีการที่ใช้ศึกษาเป็นวิธีที่เหมาะสมกับช่วงเวลาที่มีความเร็วลมต่ำ

Tiitanen *et al.* (1999) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารมลพิษทางอากาศชนิดต่างๆ กับอัตราการเจ็บป่วยและอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจของเด็กอายุ 8-13 ปี ในเมือง Kuopio ประเทศฟินแลนด์ ซึ่งได้ประมาณการลอยตัวกลับของฝุ่น PM_{10} (Resuspended PM_{10}) ด้วย พบว่า PM_{10} ที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศส่วนใหญ่มาจากดินและฝุ่นจากถนน เมื่อวิเคราะห์แยกประเภท

ของสารมลพิษแล้ว ทราบว่าสารมลพิษแต่ละชนิดและขนาดที่ต่างกัน จะส่งผลต่อสุขภาพแตกต่างกันออกไป ส่วนการลอยตัวกลับของฝุ่นละออง เนื่องจากลมและการจราจรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงที่ทำการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา กล่าวคือ แหล่งกำเนิดหลักของ PM_{10} ในพื้นที่ศึกษามาจากการจราจร และการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองเกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของรถยนต์ ปริมาณการจราจร และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม ความชื้นในอากาศ เป็นต้น

Namdeo *et al*. (1999) ศึกษาการแพร่กระจายและการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง TSP, PM_{10} และ $PM_{2.5}$ บริเวณถนนที่ล้อมรอบด้วยตึกสูง (Street Canyon) ใน Nottingham พบว่า การเคลื่อนที่ของยานพาหนะส่งผลให้ฝุ่นละอองที่ตกลงสู่พื้นผิวลอยตัวกลับขึ้นไปสู่อากาศอีกครั้ง ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในพื้นที่ดังกล่าวสูงขึ้น เมื่อพิจารณาสัดส่วนของฝุ่นละอองทั้งหมด พบว่า มีปริมาณฝุ่น PM_{10} ในสัดส่วนที่สูงกว่า $PM_{2.5}$ โดย PM_{10} มีแหล่งกำเนิดที่สำคัญจาก การเสียดสีของยางรถยนต์ การเบรกรถ และการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองที่ตกลงสู่พื้นผิว และพบว่าความเร็วลมและปริมาณฝุ่นละอองไม่มีความสัมพันธ์ต่อกันโดยตรง แต่หากพิจารณาตัวแปรทั้งสองร่วมกับทิศทางลมจะพบว่ามีความสัมพันธ์ต่อกัน แต่มีความสัมพันธ์กันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวเป็นไปในลักษณะเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ กล่าวคือ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาแต่ละปัจจัยไม่สามารถบ่งชี้ความสัมพันธ์โดยตรงกับร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองที่ได้จากการศึกษา แต่จะต้องพิจารณาร่วมกันหลายๆ ปัจจัยจึงจะบ่งชี้แนวโน้มของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองได้

Richard (1976) ทำการศึกษาการควบคุมปริมาณฝุ่นบริเวณจุดถ่ายโอน (Transfer Point) ของเหมืองแร่ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นสูง โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการควบคุมปริมาณฝุ่น 2 วิธี คือ วิธีการควบคุมฝุ่นโดยการฉีดสารดีเทอร์โฟม และวิธีการควบคุมฝุ่นโดยการฉีดละอองน้ำ พบว่า วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการควบคุมปริมาณฝุ่นบริเวณถ่ายโอน คือ วิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นโดยการฉีดละอองน้ำ เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าและเป็นวิธีการที่สะดวกกว่า ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการควบคุมปริมาณฝุ่นจะไม่สูงเท่ากับวิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นโดยการฉีดสารดีเทอร์โฟม แต่ก็สูงพอที่ใช้ในการควบคุมปริมาณฝุ่นบริเวณจุดถ่ายโอนได้ ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวเป็นแนวทางในการนำวิธีการฉีดละอองน้ำขนาดเล็กมาใช้ในการควบคุมปริมาณฝุ่นละอองใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า โดยนำมาประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และช่วงเวลาในการฉีดละอองน้ำ

สถานที่ศึกษา

สถานที่ศึกษา คือ บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เนื่องจากโครงสร้างของสถานีก่อให้เกิดถนนที่มีลักษณะคล้ายอุโมงค์ กล่าวคือ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายได้ปกคลุมพื้นที่ถนนทั้งสองฟากการจราจร ซึ่งกั้นขวางทางด้านบนของถนนไม่ให้มีการกระจายตัวของสารมลพิษทางอากาศในแนวดิ่ง และทางด้านข้างมีอาคารกั้นขวางการกระจายของสารมลพิษทางอากาศในแนวระนาบ โดยอาคารมีการวางตัวเป็นแนวยาวตลอดโครงสร้างของสถานี แต่มีช่องว่างที่อากาศสามารถถ่ายเทออกได้บ้าง จากการตรวจวัดฝุ่นละออง PM_{10} โดยวิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548 พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 28-30 มกราคม พ.ศ. 2548 มีค่าอยู่ระหว่าง 227-266 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปที่กำหนดให้ฝุ่นละออง PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีค่าเกินมาตรฐาน จึงถูกกำหนดตามการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมให้มีการแก้ไขปัญหาการสะสมตัวของมลสารใต้โครงสร้างสถานี โดยมีสภาพพื้นที่บริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ดังนี้

สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายวางตัวในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีความยาวของโครงสร้างสถานีประมาณ 100 เมตร ความกว้างประมาณ 21 เมตร สูงจากพื้นถนนประมาณ 5.5 เมตร ครอบคลุมพื้นที่การจราจรทั้งสองฟากของถนน ลักษณะพื้นที่ด้านข้างของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าถูกขนาบข้างด้วยอาคารสูงและสิ่งปลูกสร้างตลอดแนว บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าทั้งสองฟากของถนน เป็นที่ตั้งของป้ายรอรถโดยสารประจำทาง ส่วนบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าทางทิศตะวันตกเป็นที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมันที่มีลักษณะเป็นพื้นที่เปิด ทำให้มีลมพัดเข้ามายังใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า ซึ่งมีผลต่อแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศบริเวณใต้โครงสร้างสถานี และทางทิศตะวันออกมีช่องว่างระหว่างอาคารอยู่บริเวณหนึ่งซึ่งเป็นทางเข้า-ออกขนาดเล็ก ทำให้อากาศสามารถเคลื่อนที่ออกจากบริเวณใต้โครงสร้างสถานีได้บ้าง แต่ยังคงมีการสะสมตัวของฝุ่นละอองบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก และถนนบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีการจราจรหนาแน่นเกือบทั้งวัน โดยเฉพาะช่วงชั่วโมงเร่งด่วนในช่วงเช้าระหว่างเวลา 7.00-9.00 น. และช่วงเย็นระหว่างเวลา 16.00-19.00 น. เนื่องจากเป็นเส้นทางสัญจรในการเดินทางเข้า-ออกเขตเมือง นอกจากนี้ ในพื้นที่ดังกล่าวมีการดำเนินกิจกรรมของประชาชนตลอดเวลาโดยเฉพาะช่วงกลางวัน เนื่องจากเป็นที่ตั้งของที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ ร้านค้าต่างๆ ที่ทำการไปรษณีย์ และทุกวันอาทิตย์มีการเปิดตลาดพระเครื่องบริเวณทางเท้าฝั่งขาออกใต้โครงสร้าง

สถานีรถไฟฟ้า ทำให้มีประชาชนเข้ามาทำกิจกรรมต่างๆ ในบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเป็นจำนวนมาก ซึ่งประชาชนที่ทำกิจกรรมและพักอาศัยในบริเวณดังกล่าวอาจได้รับผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ด้วย โดยลักษณะของพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเป็นดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 สถานที่ศึกษาบริเวณโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

ซึ่งก่อนศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายได้มีการทดสอบระยะห่างของหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง (Noozle) เพื่อให้ได้ระยะห่างที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษา โดยกำหนดระยะห่างระหว่างหัวฉีดเป็น 1.0 เมตร 1.5 เมตร และ 2.0 เมตร ซึ่งทำการศึกษาระหว่างวันที่ 27-28 ธันวาคม พ.ศ. 2549 พบว่า ระยะห่างระหว่างหัวฉีดละอองน้ำ 2.0 เมตร สามารถลดปริมาณฝุ่นได้มากกว่าที่ระยะอื่น เนื่องจากใช้จำนวนหัวฉีดละอองน้ำน้อยกว่า จึงมีแรงดันสูงกว่าและให้รัศมีของการพ่นละอองน้ำออกมาไกลกว่า ทำให้เกิดการผสมกันระหว่างละอองน้ำกับอากาศได้ที่ระยะประมาณ 2/3 ของความสูงใต้สถานี นอกจากนี้ ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร มีระยะห่างน้อยเกินไป ทำให้ละอองน้ำเกิดการรวมตัวกันเองจนมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นไม่สามารถรวมตัวกับฝุ่นละออง PM_{10} ได้ ดังนั้น จึงเลือกใช้ระยะห่างของหัวฉีดละอองน้ำที่ระยะ 2.0 เมตรในการศึกษาครั้งนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูงความดัน 1,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สำหรับฉีดละอองน้ำเพื่อลดมลสารที่ประกอบด้วยหัวฉีด (Nozzle) ติดตั้งที่ระยะห่างของหัวฉีด 2.0 เมตร โดยบริเวณที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีความยาว 30 เมตร สูงจากพื้นผิวการจราจร 5.5 เมตร ภายใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย จำนวน 4 แถว ซึ่งใช้ปริมาณน้ำ 6.05 ลิตรต่อนาที ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 ระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่ประกอบด้วยหัวฉีด (Noozle) จำนวน 4 แถว

2. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10})
   2.1 เครื่อง PM_{10} High Volume Air Sampler และอุปกรณ์ปรับเทียบ (Calibration)
   2.2 กระดาษกรอง Glass Fiber Filter ขนาด 8×10 ตารางนิ้ว
   2.3 กระดาษบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Flow Chart)

3. เครื่อง Sonic Anemometer และ Three Cup Anemometer สำหรับการตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ทิศทางลม ความเร็วลม และอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ดังภาพที่ 9

ก) เครื่อง Sonic Anemometer

ข) เครื่อง Three Cup Anemometer

ภาพที่ 9 เครื่อง Anemometer ใช้สำหรับตรวจวัดทิศทางลมและความเร็วลม

4. อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นละออง

4.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด 0.0001 กรัม สำหรับชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง

4.2 คีมคีบปากแบน (Forceps)

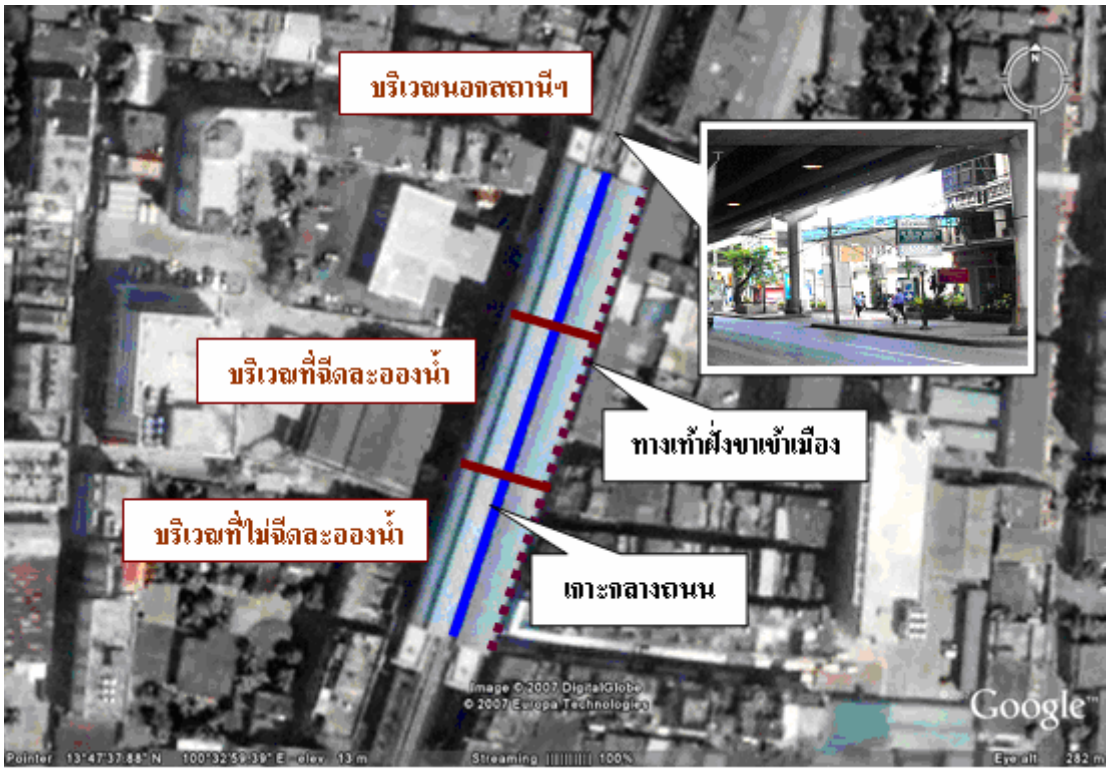
4.3 ตู้ดูดความชื้น (Desiccators Cabinets) สำหรับดูดความชื้นของกระดาษกรอง

5. ข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับสภาพพื้นที่และปริมาณการจราจรบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และอ้างอิงในผลการศึกษา

วิธีการ

1. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

1.1 แบ่งพื้นที่ทำการศึกษาออกเป็น 3 บริเวณ โดยใช้พื้นที่นอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเป็นจุดอ้างอิง (สภาพบรรยายทั่วไปภายนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า) และบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในสภาวะปกติที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงเปรียบเทียบกับบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ตามภาพที่ 10 มีรายละเอียดในแต่ละบริเวณ ดังนี้



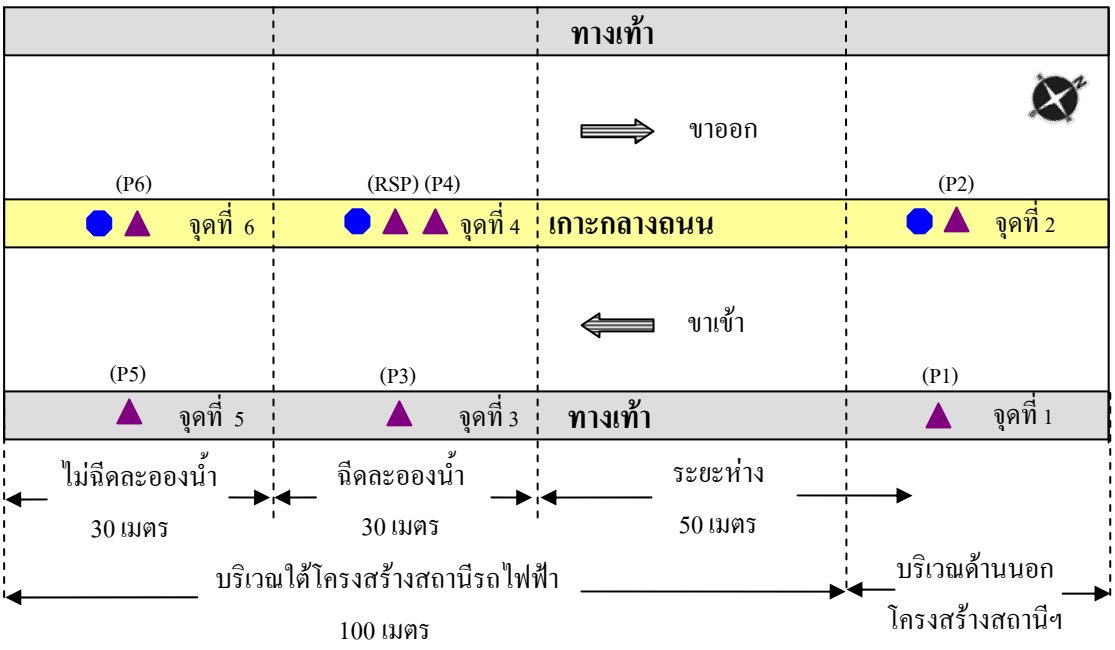
ภาพที่ 10 พื้นที่ทำการศึกษาทั้ง 3 บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

1.2.1 บริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย กำหนดเป็นพื้นที่ศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีความยาว 30 เมตร

1.2.2 บริเวณที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายกำหนดเป็นพื้นที่สำหรับเปรียบเทียบกับบริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าความยาว 30 เมตร

1.2.3 บริเวณภายนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ที่อยู่ห่างจากบริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานี 50 เมตร เป็นสภาพบรรยากาศทั่วไปภายนอกสถานี ซึ่งกำหนดให้เป็นพื้นที่อ้างอิง

1.2 แบ่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM_{10} ออกเป็น 2 ส่วน คือ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณเกาะกลางถนน (บริเวณที่มีการสะสมตัวของฝุ่นละอองใต้สถานีเป็นจำนวนมาก) และจุดเก็บตัวอย่างบริเวณทางเท้าฝั่งขาเข้าเมือง (บริเวณที่รับผลกระทบจากฝุ่นละออง) รวมทั้งสิ้น 6 จุด ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เก็บเฉพาะบริเวณเกาะกลางถนนของทั้ง 3 บริเวณ รวมทั้งสิ้น 3 จุด ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง และเครื่องตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

หมายเหตุ ▲ คือ จุดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10})

● คือ จุดตั้งเครื่องตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งจุดที่ 4 เป็นเครื่อง Sonic Anemometer จุดที่ 2 และจุดที่ 6 เป็นเครื่อง Three Cup Anemometer

2. การเตรียมอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

2.1 นำกระดาษกรอง Glass Fiber Filter ใส่ในตู้ดูดความชื้น (Desiccators Cabinets) เพื่อดูดความชื้นออกจากกระดาษกรอง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.2 ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด 0.0001 กรัม

2.3 จดบันทึกน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง ทำซ้ำเช่นเดิมจนน้ำหนักกระดาษกรองคงที่ โดยให้มีความคลาดเคลื่อนได้ $\pm$ 0.0005 มิลลิกรัม

2.4 ปรับเทียบความถูกต้องของเครื่อง PM_{10} High Volume Air Sampler สำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ในที่นี้ใช้อัตราการไหลอากาศ (Flow Rate) ที่ 40 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ด้วย Standard Orifice ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว

3. การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10})

การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเพื่อศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เริ่มตั้งแต่เวลา 5.00 น. ของวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเวลา 5.00 น. ของวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM_{10} วันละ 24 ชั่วโมง (ช่วงเวลา 24.00-5.00 น. ของวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 รวมอยู่ในวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เพื่อให้ครบ 24 ชั่วโมงในแต่ละวันที่เก็บตัวอย่าง) แบ่งออกเป็น 7 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาที่ฉีดละอองน้ำระหว่างเวลา 5.00-20.00 น. (ช่วงเวลาละ 3 ชั่วโมง) และช่วงเวลาที่ปิดละอองน้ำ แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ระหว่างเวลา 20.00-24.00 น. และระหว่างเวลา 24.00-5.00 น. มีขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

3.1 วันที่ 31 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ทดลองโดยฉีดละอองน้ำตลอดเวลาในช่วงเวลากลางวัน หรือช่วงที่สัมพันธ์กับมลสาร ตั้งแต่เวลา 5.00-20.00 น. และปิดละอองน้ำในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00-5.00 น. โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 6 จุด ดังภาพที่ 10 (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีเครื่อง PM_{10} High Volume Air Sampler เพียงเครื่องเดียว คือ เครื่อง P4)

3.2 วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ทดลองโดยเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และวันที่ 6-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที ตั้งแต่เวลา 5.00-20.00 น. ส่วนช่วงกลางคืนเวลา 20.00-5.00 น. ไม่มีการฉีดละอองน้ำ โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 3.1 แต่จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีเครื่อง PM_{10} High Volume Air Sampler จำนวน 2 เครื่อง (เครื่อง P4 และเครื่อง RSP) สำหรับศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} และทำการเปิดเครื่องเก็บตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น (RSP) ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ทุกครั้งที่ปิดละอองน้ำตามเวลาที่กำหนดไว้

3.3 เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ใต้สถานีรถไฟฟ้า ตามจุดที่กำหนดไว้ และใช้กระดาษกรองชนิด Glass Fiber Filter เปลี่ยนทุกๆ 3 ชั่วโมง ในช่วงเวลากลางวันตั้งแต่เวลา 5.00-20.00 น. ช่วงเวลากลางคืนระหว่างเวลา 20.00-24.00 น. และระหว่างเวลา 24.00-5.00 น. โดยแสดงเวลาการเก็บตัวอย่าง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาที่ทำการเปลี่ยนกระดาษกรองและเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

วันที่เก็บตัวอย่าง	**ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง**						
	5.00-8.00 น.	**8.00-11.00 น.**	**11.00-14.00 น.**	**14.00-17.00 น.**	**17.00-20.00 น.**	**20.00-24.00 น.**	**24.00-5.00 น.**
31 ม.ค.-3 ก.พ. 2550	← เปิดละอองน้ำตลอดเวลา →					← ปิดละอองน้ำ →	
3-6 ก.พ. 2550	← เปิดละอองน้ำทุก 5 นาที →					← ปิดละอองน้ำ →	
6-9 ก.พ. 2550	← เปิดละอองน้ำทุก 10 นาที →					← ปิดละอองน้ำ →	

3.4 นำกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแล้ว เข้าตู้ดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง เพื่อหาน้ำหนักฝุ่นละออง

3.5 บันทึกน้ำหนักฝุ่นละออง เพื่อใช้ศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละช่วงเวลา

4. การเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (ตารางที่ 3) โดยใช้เครื่อง Sonic Anemometer และ Three Cup Anemometer ในการเก็บข้อมูล และตั้งเครื่องตรวจวัดทั้งสิ้น 3 จุด ดังภาพที่ 11 ซึ่งเครื่องมือจะทำการบันทึกข้อมูลทุก 5 นาที

ตารางที่ 3 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการศึกษา

ข้อมูล	หน่วย	เครื่องมือ
ความเร็วลม	เมตรต่อวินาที	Sonic Anemometer และ Three Cup Anemometer
ทิศทางลม	-	Sonic Anemometer และ Three Cup Anemometer
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	Sonic Anemometer และ Three Cup Anemometer
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	Sonic Anemometer และ Three Cup Anemometer

เมื่อทราบผลข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แล้ว สามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดังกล่าวหาปริมาณความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง หน่วยเป็นมิลลิบาร์ (mb) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ได้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1 การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูง (ช่วงเวลากลางวันระหว่างเวลา 5.00-20.00 น.) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1.1 นำน้ำหนักฝุ่นละอองจากบริเวณที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง (จุดที่ 4 ทั้งเครื่อง P4 และ RSP) ในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 5.00-20.00 น. ของวันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 และวันที่ 6-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มาใช้ในการศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศ ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ

5.1.2 พิจารณาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ โดยอาศัยแนวคิด “ถ้าน้ำหนักฝุ่นละออง PM_{10} จากเครื่องเก็บตัวอย่างที่เปิดเครื่องเฉพาะเวลาที่ปิดละอองน้ำ (RSP) มากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักฝุ่นละอองจากเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่เปิดตลอดเวลา (P4) ในบริเวณที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง แสดงว่า เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10}”

5.1.3 หาร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จากน้ำหนักฝุ่นละอองของเครื่อง P4 และ RSP ตามสมการที่ (5) เพื่อหาช่วงเวลาที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ระหว่างที่มีการปิดละอองน้ำแรงดันสูง

$$\text{ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศ} = \frac{\text{น้ำหนักฝุ่นละอองเครื่อง RSP} - \frac{1}{2}\text{ ของน้ำหนักฝุ่นละอองเครื่อง P4}}{\frac{1}{2}\text{ ของน้ำหนักฝุ่นละอองเครื่อง P4}} \times 100 \quad \text{.....(5)}$$

5.1.4 หาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ในแต่ละช่วงเวลา

5.1.5 เปรียบเทียบแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ระหว่างรูปแบบการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที เพื่อศึกษาระยะเวลาการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} และพิจารณาช่วงเวลาการฉีดละอองน้ำที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10}

5.2 การศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ภายหลังสิ้นสุดการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างวัน (ช่วงเวลากลางคืนระหว่างเวลา 20.00-24.00 น.) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.2.1 พิจารณาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาจำแนกตามช่วงเวลาที่สัมพันธ์กับตัวอย่างฝุ่นละออง PM_{10} โดยเฉพาะช่วงเวลา 20.00-24.00 น.

5.2.2 นำน้ำหนักฝุ่นละอองจากการเก็บตัวอย่างทั้งหมด ยกเว้น เครื่อง RSP ตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มาคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10}

$$\text{ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{(B - A) \times 10^6}{V} \quad \text{.....(6)}$$

เมื่อ A = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

B = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

V = ปริมาตรอากาศ (ลูกบาศก์เมตร)

= อัตราการไหลอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที) x เวลาที่ใช้เก็บตัวอย่าง (นาที)

5.2.3 นำความเข้มข้นของฝุ่นละอองบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามาศึกษาแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองภายหลังสิ้นสุดการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างวัน (ช่วงเวลากลางคืนระหว่างเวลา 20.00-24.00 น.)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร (BTS) ได้ทำการศึกษาบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ซึ่งเป็นบริเวณที่มีปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปที่กำหนดให้ฝุ่นละออง PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องมาจากลักษณะโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ก่อให้เกิดลักษณะคล้ายอุโมงค์ใต้สถานี จึงส่งผลต่อการสะสมตัวของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในสภาวะปกติไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง และบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) บริเวณเกาะกลางถนนและบริเวณทางเท้าฝั่งขาเข้าเมือง และทำการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉพาะบริเวณเกาะกลางถนน ซึ่งแสดงจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างดังภาพที่ 10 และนำผลที่ได้มาศึกษาแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูง (ช่วงกลางวันระหว่างเวลา 5.00-20.00 น.) และการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ภายหลังสิ้นสุดการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างวัน (ช่วงกลางคืนระหว่างเวลา 20.00-24.00 น.) ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

1.1 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการตรวจวัดประกอบด้วย ทิศทางลม ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และหาความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงจากความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ อนึ่งเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในช่วงฤดูหนาว ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่มีบทบาทมากในช่วงเช้า ส่วนช่วงบ่ายมีอิทธิพลของลม

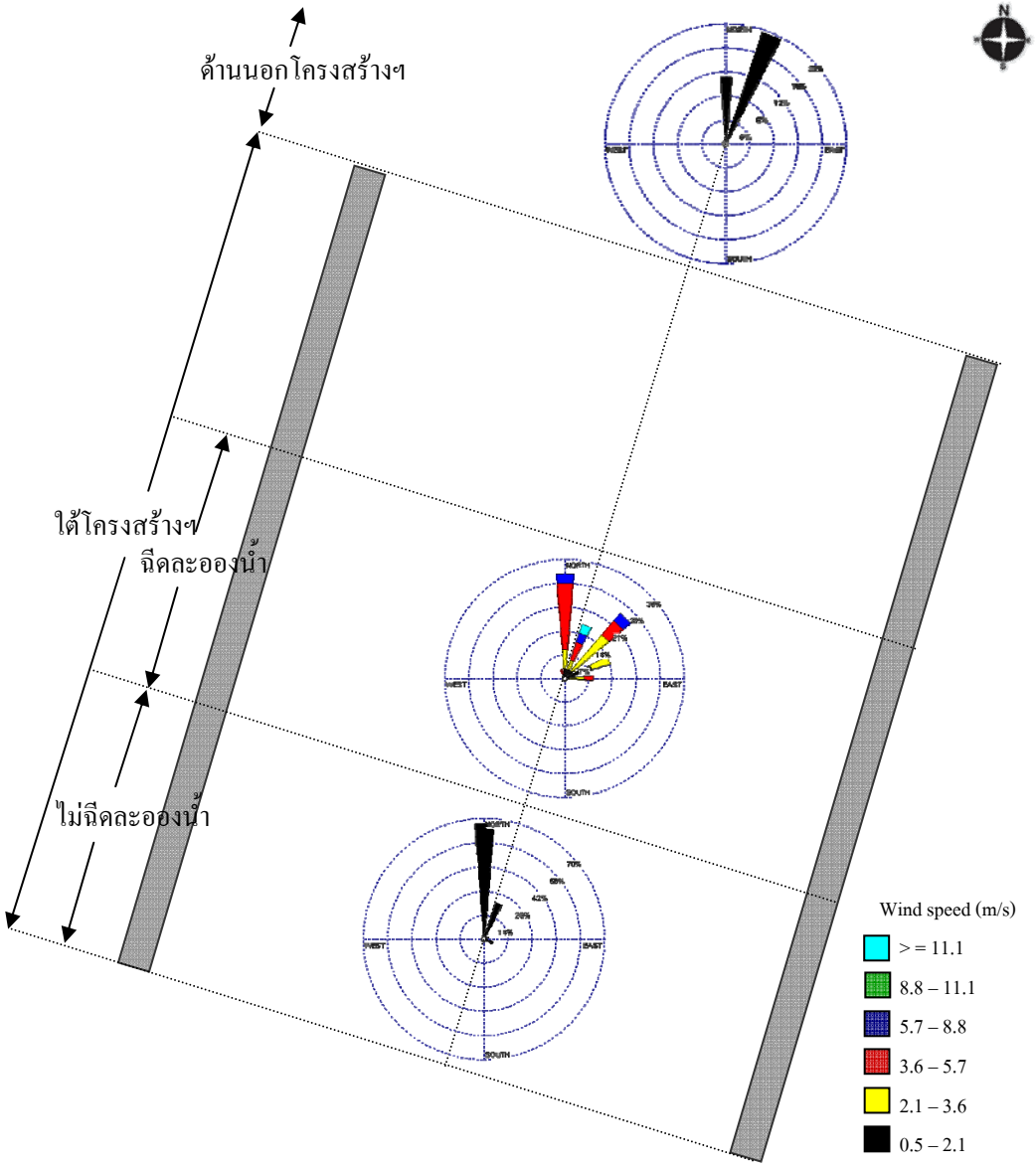
ทะเลจากทางทิศใต้ การเปลี่ยนทิศทางของลมดังกล่าวส่งผลให้เกิดช่วงเวลาที่ลมสงบ ทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองในพื้นที่ศึกษามากกว่าในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมทะเลจากอ่าวไทยมีส่วนช่วยให้การระบายอากาศในกรุงเทพมหานครเกิดได้ดี ซึ่งลักษณะทางอุตุนิยมวิทยามีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) และจัดว่าเป็นข้อจำกัดสำหรับการลดฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าด้วยวิธีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง รวมไปถึงแนวโน้มของการเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ทั้งที่เกิดจากแหล่งกำเนิดโดยตรงและฝุ่นละออง PM_{10} ที่ลอยตัวกลับขึ้นสู่อากาศอีกครั้งภายหลังจากตกลงสู่พื้น ซึ่งจากการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในบริเวณด้านนอกโครงสร้างและบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1.1.1 ทิศทางลม

สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีโครงสร้างครอบคลุมพื้นผิวการจราจร อีกทั้งมีอาคารและสิ่งก่อสร้างขนาบข้างตลอดความยาวของโครงสร้าง ทำให้ถนนใต้โครงสร้างสถานีมีลักษณะคล้ายอุโมงค์ หรือท่อลมที่มีลมพัดเข้าและออกอยู่ตลอดเวลา ซึ่งทิศทางของลมที่พัดบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีผลต่อการพัดพาฝุ่นละอองไปสะสมหรือตกลงสู่พื้นผิวในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่แตกต่างกันไป จากการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาระหว่างวันที่ 31 มกราคม–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 (รวมช่วงเวลา 24.00-5.00 น. ของวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เป็นวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550) สามารถจำแนกลักษณะทิศทางลมบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายจากทิศทางลมบริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง และบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ตามช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) วันละ 7 ช่วงเวลา รวมทั้งสิ้น 63 ตัวอย่าง พบว่า ลักษณะทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย พัดมาจาก 2 ทิศทางหลัก คือ พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ระหว่างทิศเหนือถึงทิศตะวันออก) จำนวน 38 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 60 ในช่วงเช้าถึงช่วงบ่าย (ตั้งแต่เวลา 5.00-17.00 น.) และพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ระหว่างทิศใต้ถึงทิศตะวันตก) จำนวน 25 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 40 ในช่วงเย็นถึงช่วงเช้ามืด (ตั้งแต่เวลา 17.00–5.00 น.) โดยพบว่า ส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเป็นอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดเข้ามาในประเทศไทยช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง และสามารถแบ่งกลุ่มลักษณะการพัดพาของลมในพื้นที่ศึกษาได้ 4 รูปแบบ ดังนี้

ก. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (NE)

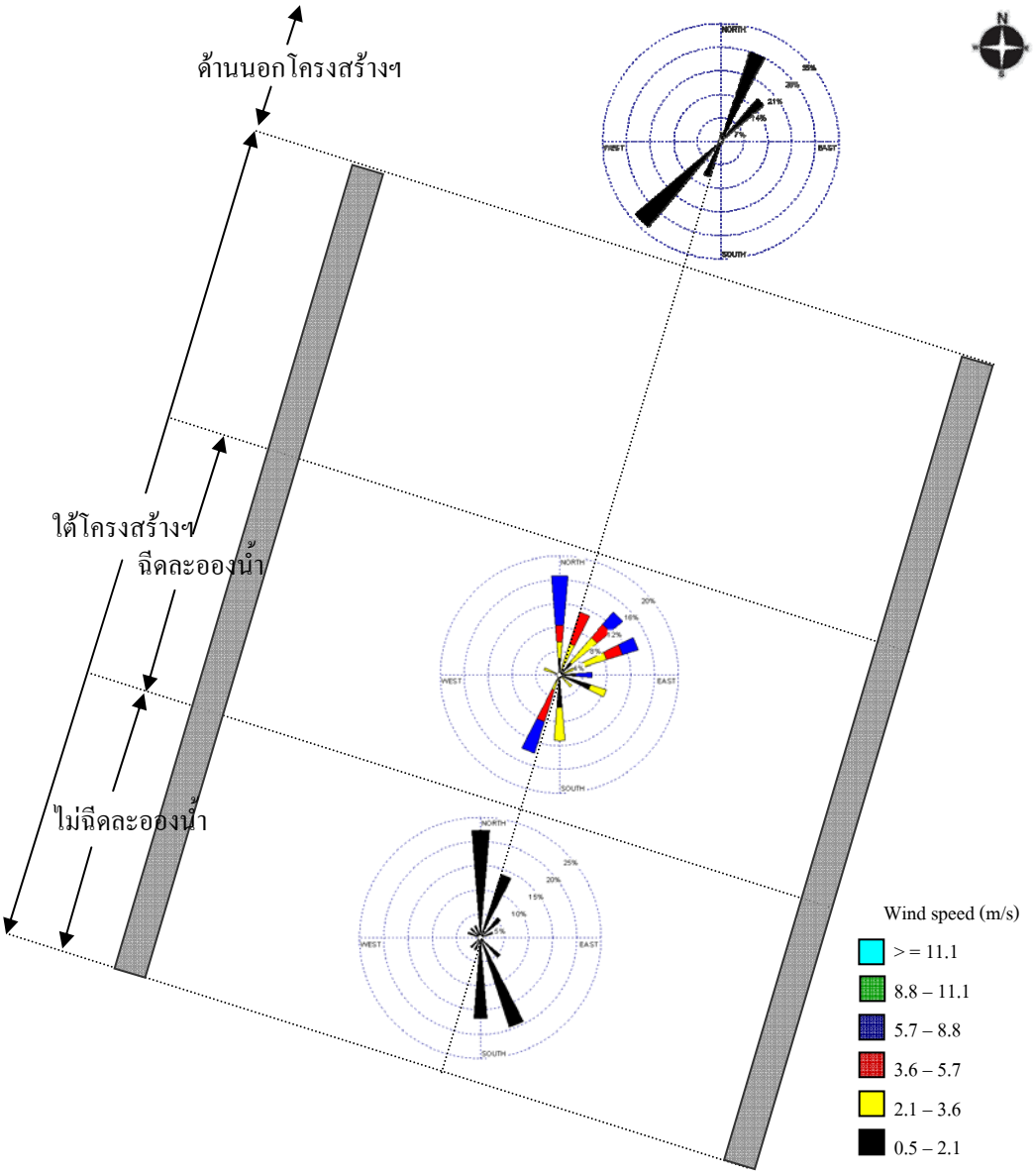
รูปแบบที่มีลักษณะการพัดพาของลมที่ทุกจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โดยไม่มีลมพัดมาจากทิศทางอื่น ทำให้ลมพัดเข้าบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าจากทางด้านเหนือและออกทางด้านใต้ของสถานี โดยไม่มีการปั่นป่วนของลม พบลักษณะทิศทางลมรูปแบบนี้จำนวน 17 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 27 (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 รูปแบบของทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (NE) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

ข. ทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (NE Turbulent)

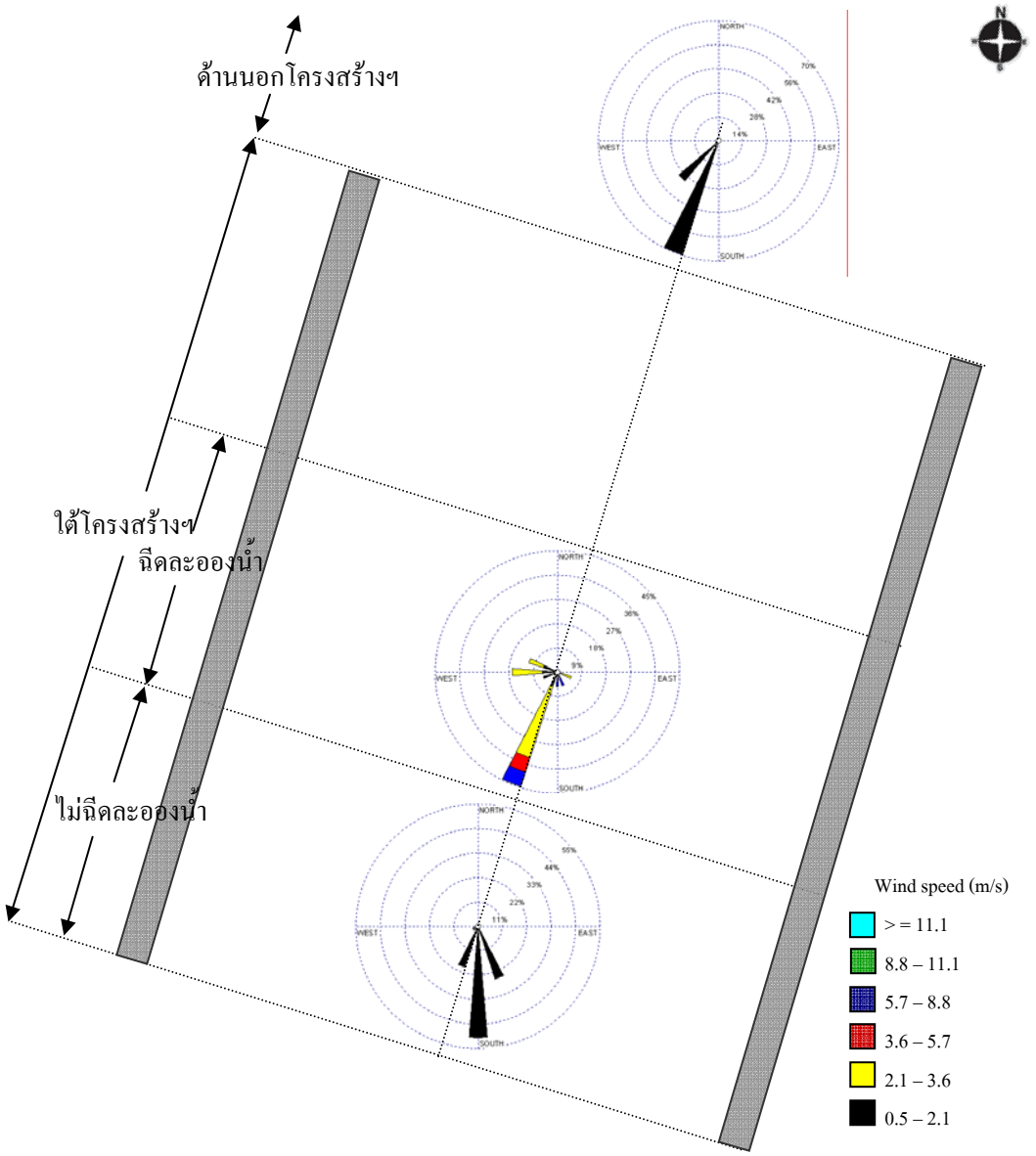
รูปแบบที่มีลักษณะการพัดพาของลมที่ทุกจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา มีลักษณะทิศทางลมกระจัดกระจาย แต่ส่วนใหญ่เป็นลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ลมพัดเข้าบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าทางด้านเหนือและออกทางด้านใต้ของสถานี โดยมีการปั่นป่วนของลม พบลักษณะทิศทางลมรูปแบบนี้จำนวน 21 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33 (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 รูปแบบทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (NE Turbulent) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

ค. ทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (SW)

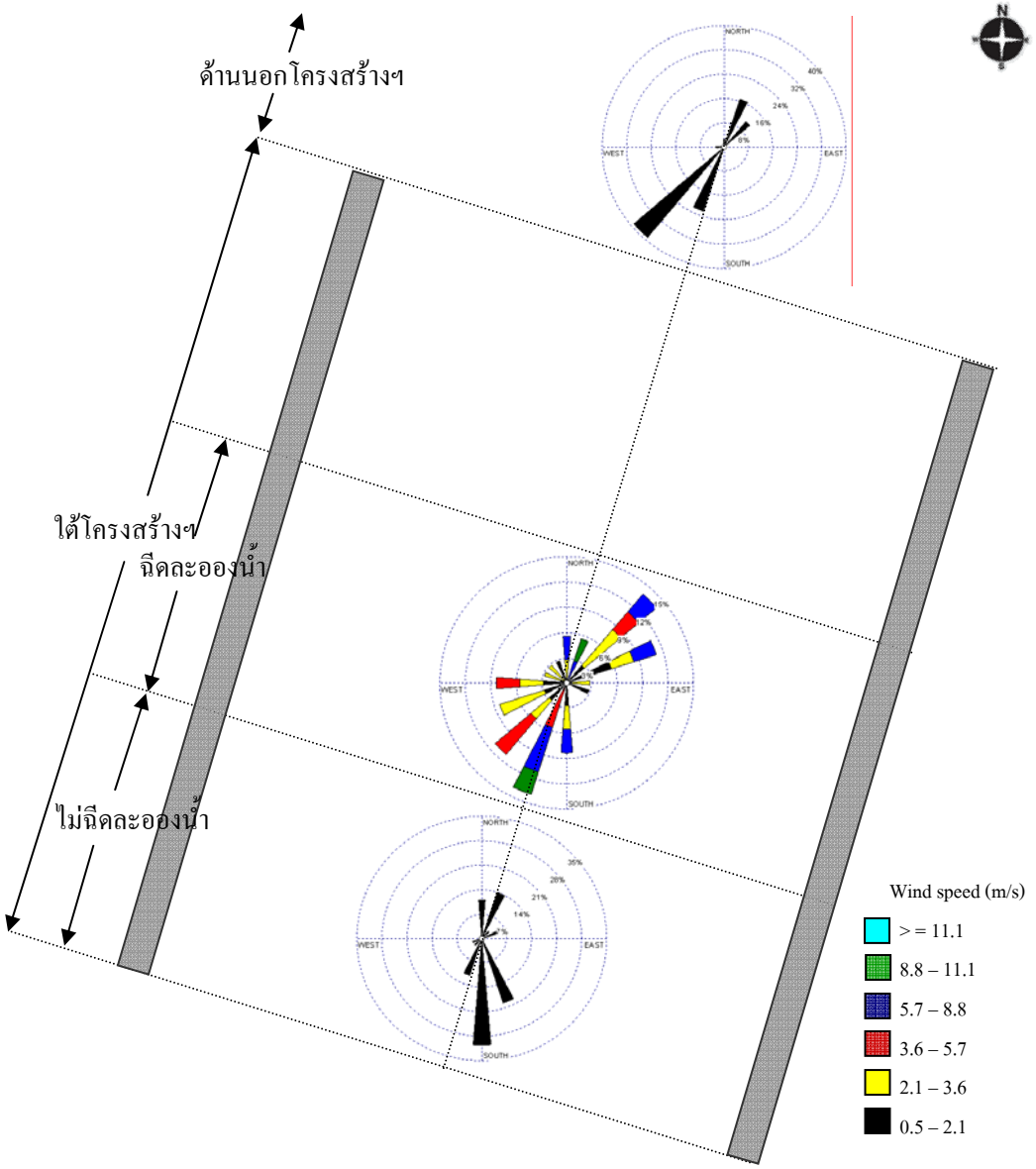
รูปแบบที่มีลักษณะการพัดพาของลมที่ทุกจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยที่ไม่มีลมพัดมาจากทิศทางอื่น ทำให้ลมพัดเข้าบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าจากทางด้านใต้และออกทางด้านเหนือของสถานี โดยไม่มีการปั่นป่วนของลม พบลักษณะทิศทางลมรูปแบบนี้จำนวน 18 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 29 (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 รูปแบบทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (SW) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

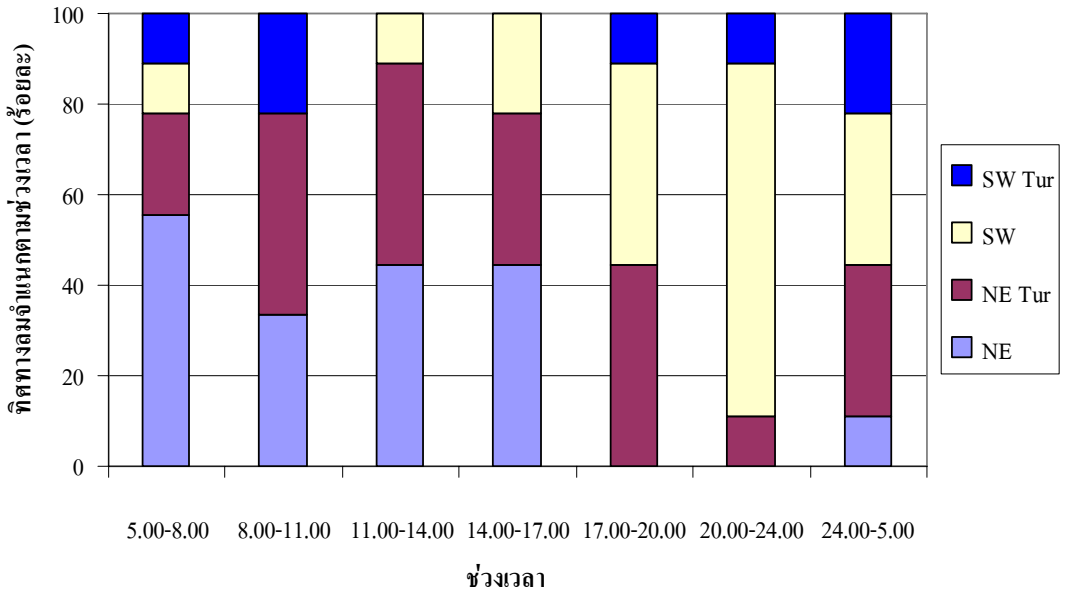
ง. ทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (SW Turbulent)

รูปแบบที่มีลักษณะการพัดพาของลมที่ทุกจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา มีลักษณะทิศทางลมกระจัดกระจาย แต่ส่วนใหญ่เป็นลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้ลมพัดเข้าบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าทางด้านใต้และออกทางด้านเหนือของสถานี โดยมีการปั่นป่วนของลม พบลักษณะทิศทางลมรูปแบบนี้จำนวน 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 11 (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 รูปแบบทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (SW Turbulent) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

รูปแบบทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มีจำนวนรูปแบบทิศทางลมแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา โดยพบว่า ช่วงเย็นถึงช่วงเช้ามืดระหว่างเวลา 17.00-5.00 น. ทิศทางลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ทั้งในลักษณะพัดพาโดยตรงและลักษณะปั่นป่วน ซึ่งสามารถจำแนกทิศทางลมในแต่ละช่วงเวลาเป็นร้อยละ ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 รูปแบบทิศทางลม (ร้อยละ) ในช่วงเวลาต่างๆ บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

1.1.2 ความเร็วลม

จากการตรวจวัดความเร็วลมจำนวน 3 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่า ความเร็วลมที่จุดตรวจวัดบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 0.1 เมตรต่อวินาที สูงสุดเท่ากับ 1.7 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 0.9 เมตรต่อวินาที

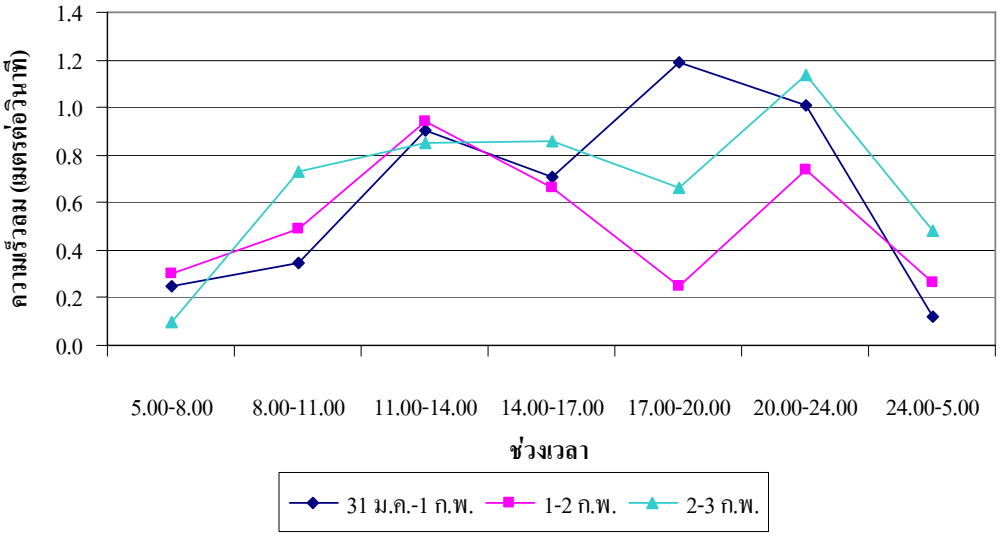
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 2.1 เมตรต่อวินาที สูงสุดเท่ากับ 4.9 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 3.4 เมตรต่อวินาที และใต้

โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 0.6 เมตรต่อวินาที สูงสุดเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 0.9 เมตรต่อวินาที ซึ่งพบว่า ความเร็วลมบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีค่าสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ ทั้งนี้ เนื่องมาจากเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดความเร็วลมบริเวณที่ฉีดละอองน้ำเป็นเครื่อง Sonic Anemometer ที่ใช้หลักการในการเก็บข้อมูลต่างจากจุดเก็บตัวอย่างอื่นและมีความละเอียดในการตรวจวัดมากกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นที่ใช้เครื่อง Three Cup Anemometer ทำให้ค่าที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่า หากพิจารณาความเร็วลมระหว่างบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าและบริเวณที่ไม่ฉีดละอองน้ำซึ่งเป็นเครื่องมือตรวจวัดแบบ Three Cup Anemometer เช่นเดียวกันพบว่า มีความเร็วลมด้านนอกและบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าใกล้เคียงกัน

ดังนั้น ความเร็วลมที่ใช้ในการศึกษาถึงการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) คือ ความเร็วลมที่จุดตรวจวัดบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เนื่องจากเป็นความเร็วลมในสภาพบรรยากาศทั่วไปของพื้นที่ศึกษาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าซึ่งจากการศึกษาพบว่าความเร็วลมเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง ในแต่ละช่วงเวลาที่ศึกษาตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ส่วนใหญ่เป็นความเร็วลมสงบ (ความเร็วลมต่ำกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที) และความเร็วลมต่ำ (ความเร็วลมระหว่าง 0.5–1.0 เมตรต่อวินาที) โดยสอดคล้องกับการศึกษาของธิดารัตน์, 2549 ที่ระบุว่า สภาวะความเร็วลมสงบในพื้นที่กรุงเทพมหานครมักพบช่วงฤดูหนาว โดยผลการศึกษาความเร็วลมบริเวณโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย พบสภาวะลมสงบ (ความเร็วลมต่ำกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที) และความเร็วลมต่ำ (ความเร็วลมระหว่าง 0.5-1.0 เมตรต่อวินาที) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งลักษณะความเร็วลมเช่นนี้มีความเหมาะสมกับวิธีการศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากไม่มีอิทธิพลของความเร็วลมที่พัดพาฝุ่นละอองไปตกลงสู่พื้นผิวและลอยตัวกลับสู่อากาศในบริเวณอื่นๆ ยกเว้นในบางช่วงเวลาเท่านั้น ที่มีความเร็วลมสูงกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที ซึ่งจากการศึกษาพบตัวอย่างที่ความเร็วลมต่ำกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที จำนวน 50 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 63 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 79 โดยมีความเร็วลมนอกสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ใช้ศึกษาถึงการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จำแนกตามรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงในแต่ละช่วงเวลา ดังนี้

ก. ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตลอดทั้งวัน

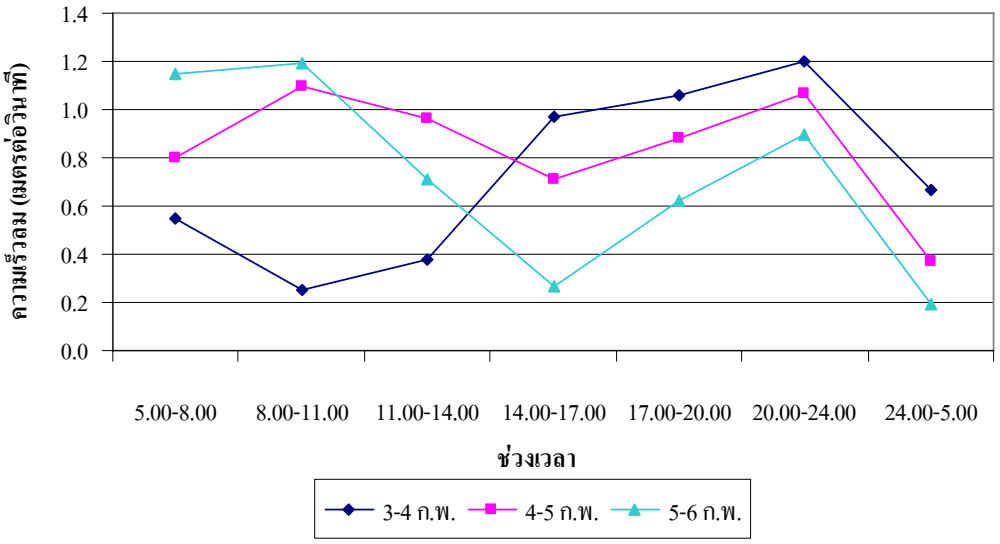
ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตลอดทั้งวัน พบว่า มีความเร็วลมต่ำสุด 0.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมสูงสุด 1.2 เมตรต่อวินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 0.6 เมตรต่อวินาที แสดงความเร็วลมตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 31 มกราคม–3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ข. เปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 5 นาที

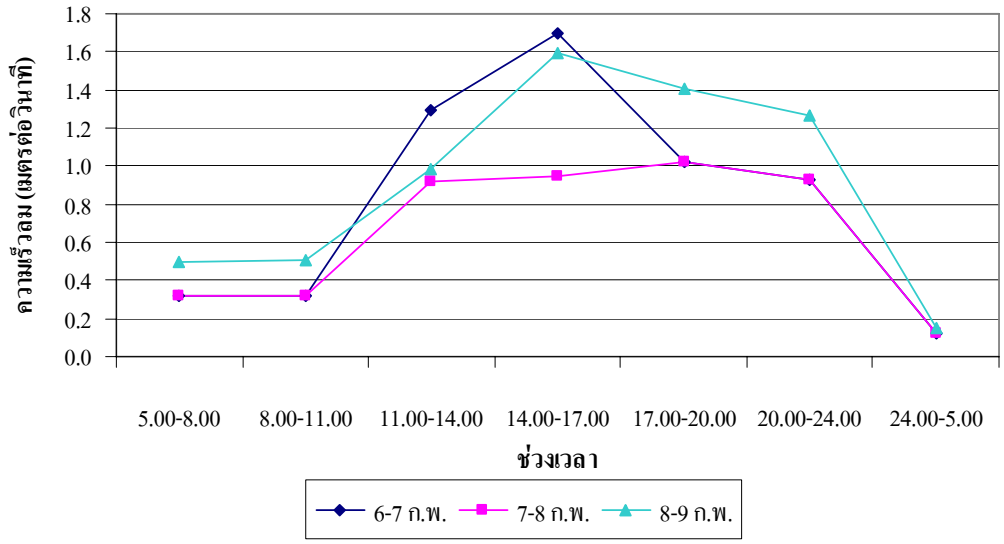
ระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 5 นาที พบว่า มีความเร็วลมต่ำสุด 0.2 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมสูงสุด 1.2 เมตรต่อวินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 0.8 เมตรต่อวินาที แสดงความเร็วลมตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ค. เปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที

ระหว่างวันที่ 6–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที พบว่า มีความเร็วลมต่ำสุด 0.1 เมตรต่อวินาที ความเร็วลมสูงสุด 1.7 เมตรต่อวินาที และความเร็วลมเฉลี่ย 0.8 เมตรต่อวินาที แสดงความเร็วลมตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 ความเร็วลมในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

1.1.3 ความชื้นสัมพัทธ์

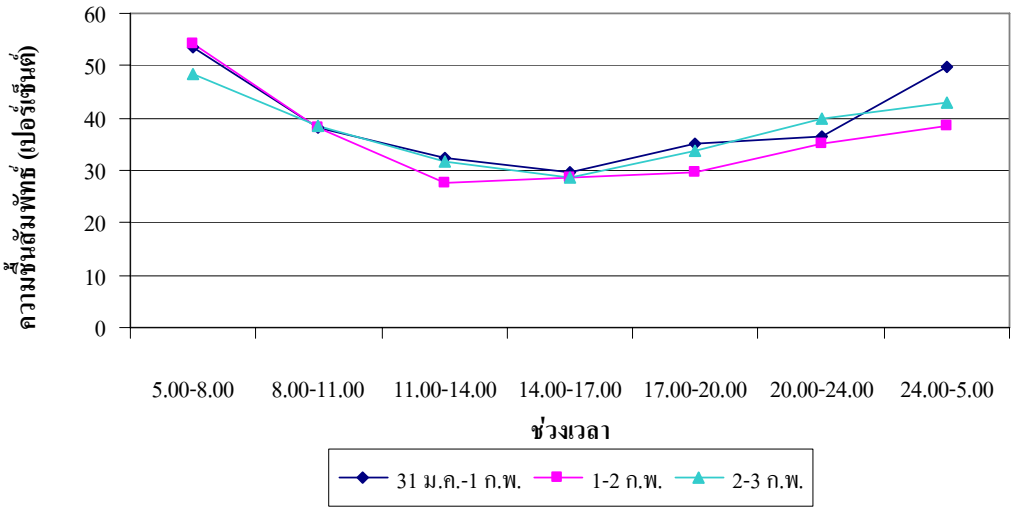
จากการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์จำนวน 3 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดตรวจวัดบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 22.3 เปอร์เซ็นต์ สูงสุดเท่ากับ 80.2 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 49.9 เปอร์เซ็นต์

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 17.7 เปอร์เซ็นต์ สูงสุดเท่ากับ 73.0 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 44.5 เปอร์เซ็นต์ และใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 9.5 เปอร์เซ็นต์ สูงสุดเท่ากับ 76.2 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 43.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่า บริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า

ความชื้นสัมพัทธ์ที่นำมาพิจารณาเป็นความชื้นสัมพัทธ์บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการฉีดละอองน้ำ ซึ่งเป็นจุดติดตั้งเครื่องตรวจวัดลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเพื่อศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เมื่อพิจารณาค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูล พบว่า ส่วนใหญ่ความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำสุดในช่วงเวลา 14.00-17.00 น. โดยความชื้นสัมพัทธ์บริเวณสถานีรถไฟฟ้าในวันที่ศึกษามีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเป็นผลจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่เพิ่มขึ้นและการฉีดละอองน้ำเป็นเวลาต่อเนื่องกันทุกวัน จากการศึกษาสามารถจำแนกและแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงในบริเวณที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตามรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ดังนี้

ก. ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตลอดทั้งวัน

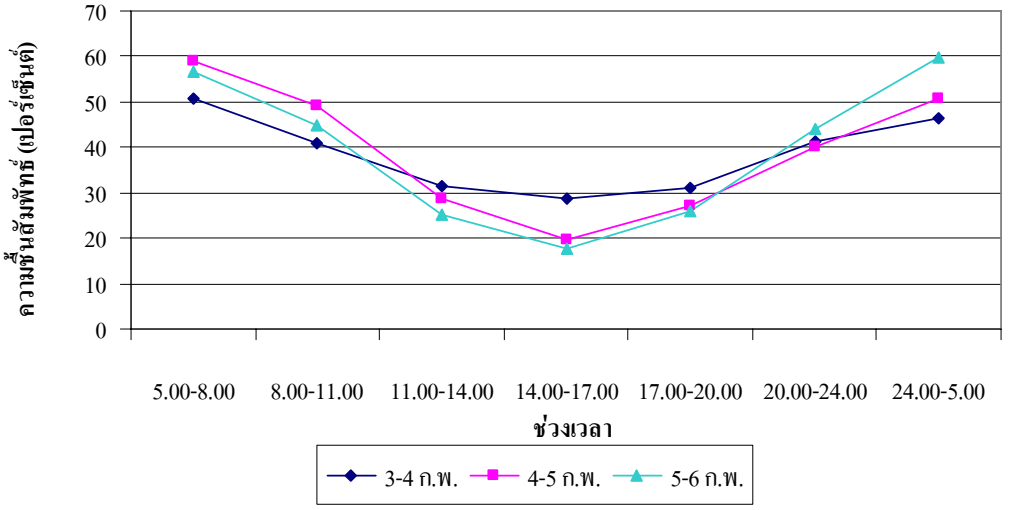
ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตลอดทั้งวัน พบว่า มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 27.5 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 54.0 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 37.6 เปอร์เซ็นต์ แสดงความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลาดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 31 มกราคม–3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ข. เปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 5 นาที

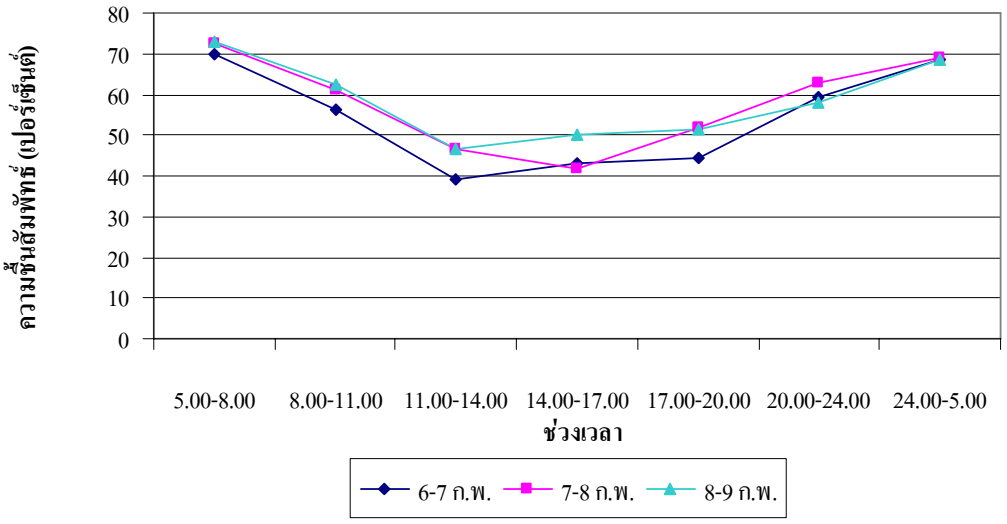
ระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 5 นาที พบว่า มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 17.7 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 59.9 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 39.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ค. เปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที

ระหว่างวันที่ 6–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที พบว่า มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 39.0 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 73.0 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 57.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงความชื้นสัมพัทธ์ตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 ความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

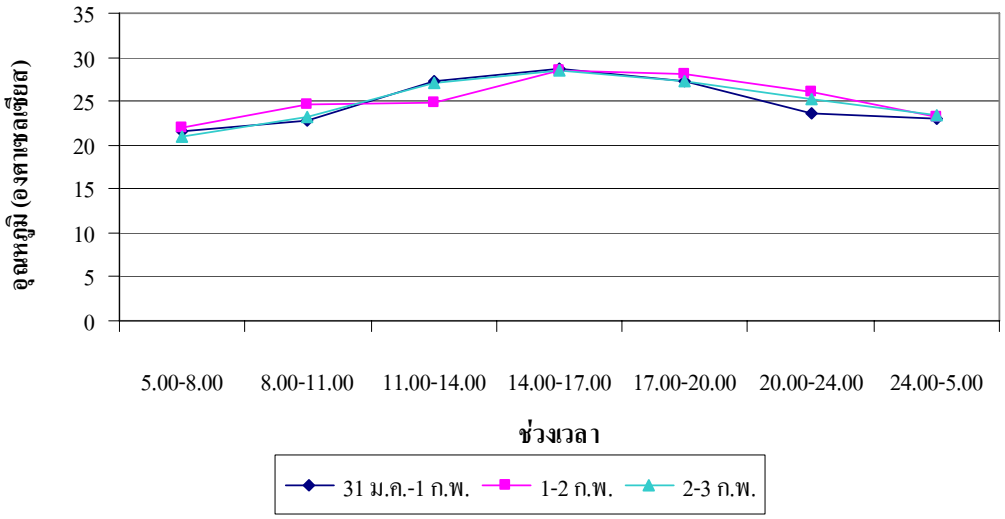
1.1.4 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยพบว่าอุณหภูมิจะมีค่าต่ำในช่วงเช้าและช่วงกลางคืน และมีค่าสูงในช่วงกลางวัน โดยจะมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงเวลา 14.00-17.00 น. ซึ่งจะแปรผกผันกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่มีค่าสูงในช่วงเช้าและกลางคืน และมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำในช่วงกลางวัน จากการตรวจวัดอุณหภูมิจำนวน 3 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่าอุณหภูมิที่จุดตรวจวัดบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 20.9 องศาเซลเซียส สูงสุดเท่ากับ 33.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 26.9 องศาเซลเซียส

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีอุณหภูมิเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 20.7 องศาเซลเซียส สูงสุดเท่ากับ 32.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 26.7 องศาเซลเซียส และใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 21.0 องศาเซลเซียส สูงสุดเท่ากับ 32.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 26.9 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่า บริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีอุณหภูมิเท่ากับบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง และมีค่าไม่แตกต่างจากบริเวณที่ฉีดละอองน้ำเล็กน้อย จากการศึกษาสามารถจำแนกและแสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงในบริเวณที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ตามรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ดังนี้

ก. ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตลอดทั้งวัน

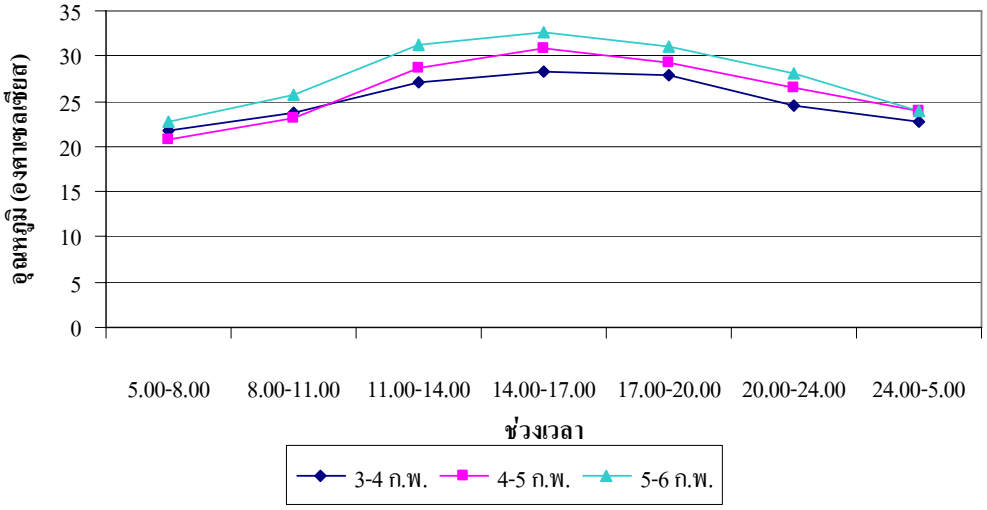
ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตลอดทั้งวัน พบว่า มีอุณหภูมิต่ำสุด 20.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 28.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 25.1 องศาเซลเซียส แสดงอุณหภูมิตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 31 มกราคม–3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ข. เปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 5 นาที

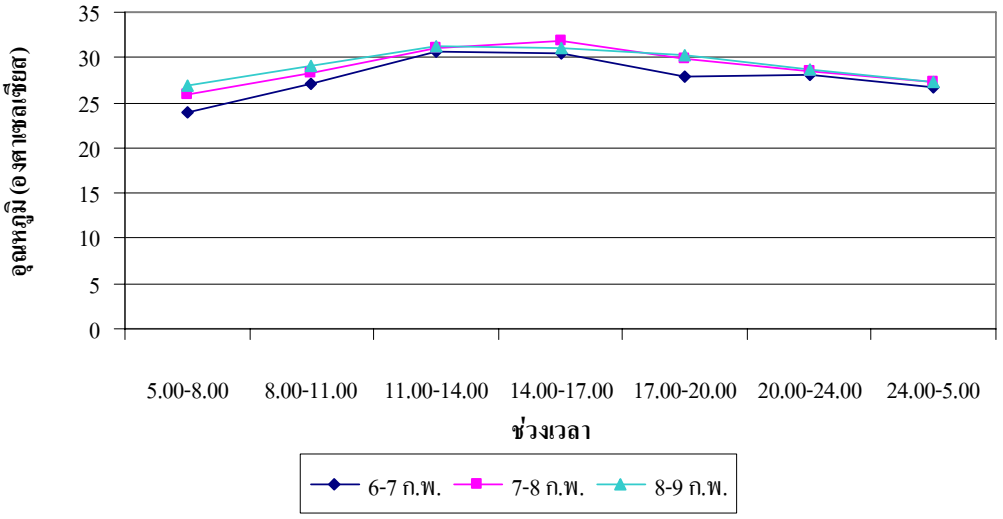
ระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 5 นาที พบว่า มีอุณหภูมิต่ำสุด 20.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 32.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 26.4 องศาเซลเซียส แสดงอุณหภูมิตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ค. เปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที

ระหว่างวันที่ 6–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที พบว่า มีอุณหภูมิต่ำสุด 24.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 31.9 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ย 28.7 องศาเซลเซียส แสดงอุณหภูมิตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

1.1.5 ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง

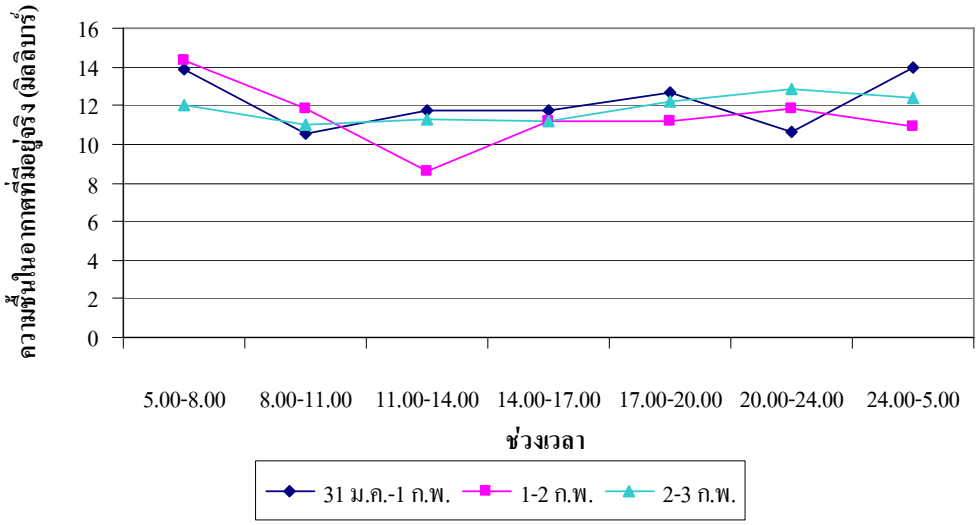
ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ บ่งชี้ถึงปริมาณความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยพบว่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงส่วนใหญ่มีค่าสูงในช่วงเช้าและช่วงกลางคืน ซึ่งคล้ายคลึงกับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ แต่การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ ณ เวลาที่ทำการศึกษาด้วย ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในแต่ละช่วงเวลาไม่แน่นอน ซึ่งสังเกตได้ว่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงบริเวณสถานีรถไฟฟ้าในวันที่ศึกษามีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เช่นเดียวกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นผลจากค่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในอากาศที่เพิ่มขึ้นและการฉีดละอองน้ำเป็นเวลาต่อเนื่องกันทุกวัน จากการศึกษาค่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงจำนวน 3 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงที่จุดตรวจวัดบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 10.8 มิลลิบาร์ สูงสุดเท่ากับ 27.4 มิลลิบาร์ ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 17.5 มิลลิบาร์

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 8.7 มิลลิบาร์ สูงสุดเท่ากับ 25.9 มิลลิบาร์ ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 15.6 มิลลิบาร์ และใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมี

ค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงต่ำสุดเท่ากับ 4.2 มิลลิบาร์ สูงสุดเท่ากับ 27.5 มิลลิบาร์ ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเฉลี่ยระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่ากับ 15.5 มิลลิบาร์ ซึ่งพบว่าบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงสูงกว่าบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าเล็กน้อย จากการศึกษาสามารถจำแนกและแสดงค่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงในบริเวณที่ฉีดละอองน้ำ ตามรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ดังนี้

ก. ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตลอดทั้งวัน

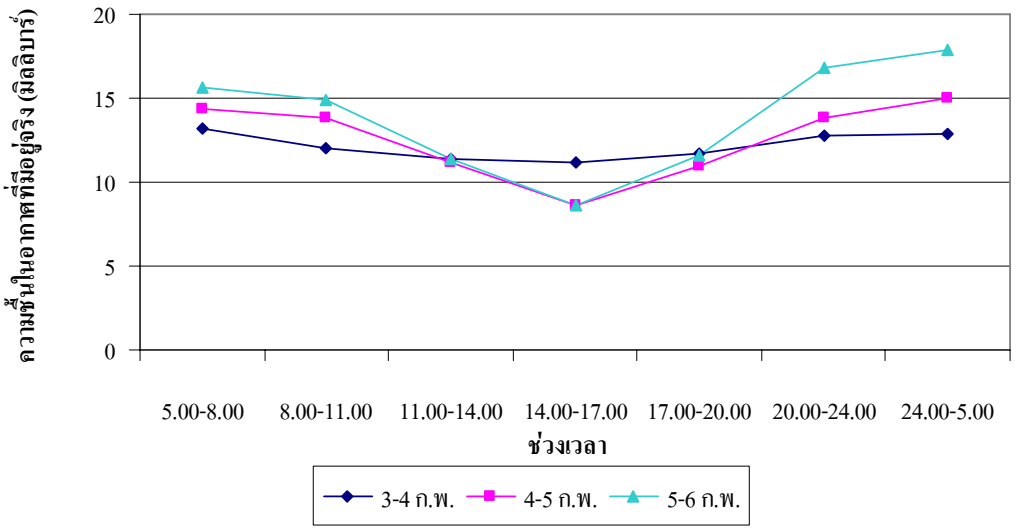
ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตลอดทั้งวัน พบว่า มีความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงต่ำสุด 8.6 มิลลิบาร์ สูงสุด 14.3 มิลลิบาร์ และเฉลี่ย 11.8 มิลลิบาร์ แสดงความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 31 มกราคม–3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ข. เปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 5 นาที

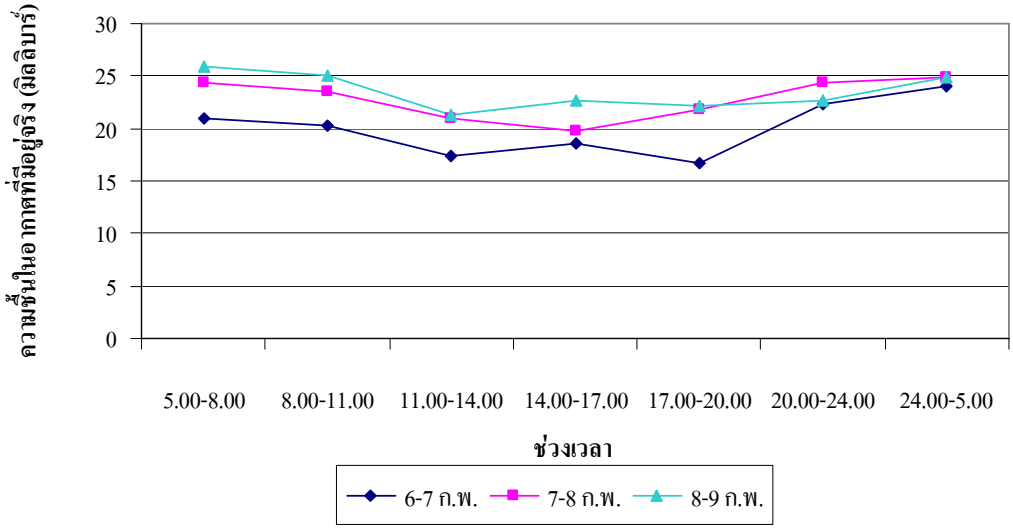
ระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 5 นาที พบว่า มีความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงต่ำสุด 8.7 มิลลิบาร์ สูงสุด 17.8 มิลลิบาร์ และเฉลี่ย 12.9 มิลลิบาร์ แสดงความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 3–6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ค. เปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที

ระหว่างวันที่ 6–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ศึกษาโดยการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที พบว่า มีความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงต่ำสุด 16.8 มิลลิบาร์ สูงสุด 26.0 มิลลิบาร์ และเฉลี่ย 22.1 มิลลิบาร์ แสดงความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงตามช่วงเวลา ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในแต่ละช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

1.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

การศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ทำให้ทราบถึงปริมาณของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง และความแตกต่างกันระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน นอกจากนี้สามารถหาแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ในช่วงกลางคืนระหว่างเวลา 20.00-24.00 น. ภายหลังจากฉีดละอองน้ำระหว่างวัน ส่วนการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ในแต่ละช่วงเวลาที่มีรูปแบบการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที พิจารณาเฉพาะน้ำหนักของฝุ่นละอองที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (บริเวณเกาะกลางถนน) โดยนำมาหาร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ซึ่งผลการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} จากทั้งหมด 63 ตัวอย่าง สามารถแยกอธิบายตามรูปแบบของทิศทางลมได้ดังนี้

1.2.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (NE)

การศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ที่มีรูปแบบทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง ในช่วงกลางวันเวลา 5.00-20.00 น. จำนวน 16 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 25 และช่วงกลางคืนเวลา 20.00-5.00 น. จำนวน 1 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 2 พบว่า ด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ช่วงกลางวันมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (บริเวณเกาะกลางถนน) เท่ากับ 241 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บริเวณทางเท้า) ที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 144 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนช่วงกลางคืนพบตัวอย่างที่มีรูปแบบของทิศทางลมในลักษณะเช่นนี้จำนวน 1 ตัวอย่าง ทำให้ไม่มีค่าสูงสุดและต่ำสุด จึงนำค่าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างมาใช้แทนความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางคืน ซึ่งมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (บริเวณเกาะกลางถนน) เท่ากับ 144 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บริเวณทางเท้า) ที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 135 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเช่นเดียวกัน เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ตั้งอยู่บริเวณเกาะกลางถนนที่ได้รับฝุ่น

ละออง PM_{10} จากรถยนต์ทั้งสองฟากถนน และจากการพัดพาฝุ่นละอองจากถนนของลมที่พัดมาจากทางด้านเหนือเข้ามายังจุดเก็บตัวอย่าง ทำให้จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ที่ตั้งอยู่บริเวณทางเท้า

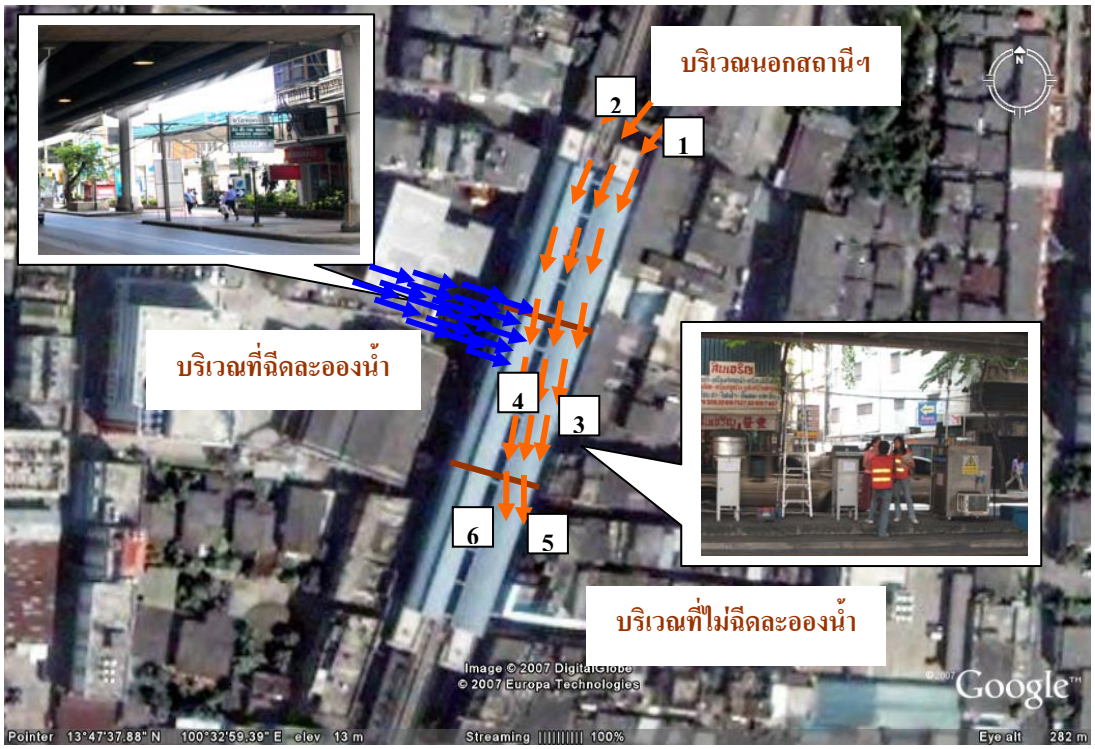
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ช่วงกลางวันความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} มีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (บริเวณเกาะกลางถนนที่ฉีดละอองน้ำ) เป็น 292 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (บริเวณทางเท้าที่ไม่ฉีดละอองน้ำ) มีค่าเป็น 143 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เท่ากับ 141 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 130 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีที่เคลื่อนที่มาจากทางเหนือของโครงสร้างสถานี และได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากพื้นที่เปิดทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี ทำให้มวลอากาศเคลื่อนที่จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เข้าหาทางเท้าด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของสถานี หรือบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (บริเวณทางเท้าที่ฉีดละอองน้ำ) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ทั้งนี้ การลดลงของฝุ่นละออง PM_{10} เป็นผลมาจากการตกตัวของอนุภาคฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามกลไกธรรมชาติ กล่าวคือ แนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าได้พัดพาฝุ่นละออง PM_{10} ให้เคลื่อนที่เข้าหาทางเท้า และมีการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคฝุ่นละอองกับละอองน้ำและอนุภาคฝุ่นละอองด้วยกันเอง กลายเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ที่มีความเร็วในการตกตัวสูงขึ้น อนุภาคฝุ่นจึงมีการตกตัวลงสู่พื้นล่างตามแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ส่งผลให้จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ยกเว้น เครื่องเก็บตัวอย่าง RSP ที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) จำแนกเป็นช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง

จุดเก็บตัวอย่างที่	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางวัน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางคืน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) [1]
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	
1	403	140	230	135
2	373	156	241	144
3	530	121	214	138
4	500	198	292	141
5	288	89	143	130
6	429	164	279	132

หมายเหตุ [1] พบรูปแบบของทิศทางลมนี้จำนวน 1 ตัวอย่าง จึงไม่มีค่าสูงสุดและต่ำสุด

เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างระหว่างช่วงกลางวันที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงและช่วงกลางคืนที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำ พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงกลางวัน บริเวณทางเท้าทั้งที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงและไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย มีค่าต่ำกว่าบริเวณเกาะกลางถนน ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ต่ำที่สุด เนื่องจากการรวมตัวระหว่างฝุ่นละอองกับละอองน้ำเพื่อตกตัวสู่พื้นผิวจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาในการรวมตัวกันเพื่อให้ฝุ่นละอองมีน้ำหนักมากกว่าแรงพยุงที่ทำให้เกิดลอยตัวในอากาศ ส่งผลให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ลดลงตามแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนในช่วงเวลากลางคืนความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} มีค่าต่ำกว่าช่วงกลางวันทุกจุดเก็บตัวอย่าง เนื่องจากมีปริมาณรถยนต์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองน้อยกว่าช่วงกลางวัน นอกจากนี้ บริเวณที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง มีการพัดพาของลมเข้ามาจากช่องว่างของอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า จึงทำให้ในบริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำมีการพัดของลมเข้าหาพื้นที่ทางเท้าในทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานี ฝุ่นละอองที่รวมตัวกับละอองน้ำ จึงไม่ตกตัวในบริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำ แต่ถูกพัดพาไปกับกระแสลมและตกลงบริเวณทางเท้า ดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 การเคลื่อนที่ของมวลอากาศจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

1.2.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (NE Turbulent)

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ที่มีรูปแบบทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน ในช่วงกลางวันเวลา 5.00-20.00 น. จำนวน 17 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 27 และช่วงกลางคืนเวลา 20.00-5.00 น. จำนวน 4 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 6 ซึ่งมีแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าเช่นเดียวกับลักษณะการพัดพาโดยตรงดังภาพที่ 29 พบว่า ด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า ช่วงกลางวันมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (บริเวณเกาะกลางถนน) เท่ากับ 286 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บริเวณทางเท้า) ที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 261 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ 197 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 194 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเช่นเดียวกันกับช่วงกลางวัน แต่ในช่วงกลางคืนมี

ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ต่ำกว่าช่วงกลางวัน เนื่องจากมีปริมาณการจราจรซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง PM_{10} น้อยกว่า

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ทั้งช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} สูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (บริเวณเกาะกลางถนนที่ฉีดละอองน้ำ) มีค่าเป็น 360 และ 217 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (บริเวณทางเท้าที่ไม่ฉีดละอองน้ำ) ทั้งช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน มีค่าเป็น 203 และ 185 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานี เช่นเดียวกับลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ระหว่างช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงกลางวัน บริเวณทางเท้าทั้งที่มีการฉีดละอองน้ำและไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีค่าต่ำกว่าบริเวณเกาะกลางถนน โดยพบว่าบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ต่ำที่สุด และช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ต่ำกว่าช่วงกลางวันทุกจุดเก็บตัวอย่าง สามารถจำแนกความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างเป็นช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน

จุดเก็บตัวอย่างที่	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางวัน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางคืน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
1	386	156	261	257	200	194
2	428	191	286	294	93	197
3	367	150	265	278	121	210
4	552	248	360	290	126	217
5	310	116	203	249	102	185
6	429	208	300	272	128	200

หากพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือทั้งในลักษณะพัดพาโดยตรงและในลักษณะปั่นป่วน พบว่า มีมวลอากาศเคลื่อนที่มาจากทางเหนือของโครงสร้างสถานี และได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี ส่งผลให้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีมีความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ลดลงตามแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ โดยมีการลดลงของฝุ่นละอองจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ตามลำดับ ทำให้การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} เป็นเช่นเดียวกันทั้งในลักษณะพัดพาโดยตรงและในลักษณะปั่นป่วน กล่าวคือ ช่วงกลางวันบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีค่าสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ส่วนช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยโดยรวมต่ำกว่าช่วงกลางวัน ซึ่งความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้งด้านนอกและบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีค่าแตกต่างกันไม่มาก และเป็นลักษณะเดียวกันทั้งในทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรงและในลักษณะปั่นป่วน เนื่องจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายของรูปแบบทิศทางลมดังกล่าวมีลักษณะเดียวกัน จึงทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างลดลงในลักษณะเดียวกัน ส่วนด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืนจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1

1.2.3 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (SW)

การศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ที่มีรูปแบบทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง ช่วงกลางวันเวลา 5.00-20.00 น. จำนวน 8 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 13 และช่วงกลางคืนเวลา 20.00-5.00 น. จำนวน 10 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 16 พบว่า ด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ทั้งช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (บริเวณเกาะกลางถนน) เท่ากับ 326 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 210 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บริเวณทางเท้า) ที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} เท่ากับ 277 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 202 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เนื่องจากบริเวณเกาะกลางถนนได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง PM_{10} จากทั้งสองฟากการจราจร ทำให้มีการสะสมตัวของฝุ่นละออง PM_{10} ในบริเวณเกาะกลางถนนมากกว่าบริเวณทางเท้าความเข้มข้น

เฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ซึ่งอยู่บริเวณเกาะกลางถนนจึงมีค่าสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ทั้งช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} สูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (บริเวณทางเท้าที่ฉีดละอองน้ำ) มีค่าเป็น 433 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 243 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (บริเวณทางเท้าที่ไม่ฉีดละอองน้ำ) มีค่าเป็น 340 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 220 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เนื่องมาจากฝุ่นละออง PM_{10} ถูกพัดเข้ามาจากนอกโครงสร้างสถานีได้สะสมตัวอยู่ในพื้นที่เกาะกลางถนนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (บริเวณที่ไม่ได้ฉีดละอองน้ำ) และฝุ่นละอองที่สะสมอยู่บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (บริเวณที่ฉีดละอองน้ำ) ได้ถูกพัดมายังบริเวณทางเท้าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ตามแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ จึงทำให้จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงกลางวันมีค่ามากที่สุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 รองลงมาเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 และความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลากลางคืนของทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าต่ำกว่าช่วงกลางวันเช่นเดียวกับทิศทางลมอื่นๆ โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10}มากที่สุด โดยมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างเป็นไปในลักษณะคล้ายคลึงกันกับช่วงกลางวัน ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง (ยกเว้น เครื่องเก็บตัวอย่าง RSP ที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) จำแนกเป็นช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง

จุดเก็บตัวอย่างที่	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางวัน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางคืน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
1	341	219	277	317	81	202
2	369	225	326	333	75	210
3	547	298	433	393	114	243
4	321	282	371	312	67	222
5	446	242	340	321	91	220
6	524	273	391	330	103	227

เนื่องจากแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า มีการเคลื่อนที่ของลมเข้าทางด้านทิศใต้ และพัดพาเอาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้ามาสู่ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ตั้งอยู่บริเวณเกาะกลางถนนใต้โครงสร้างสถานีที่มีแนวการพัดพาของลมจากทางทิศใต้และทิศตะวันตก (บริเวณสถานีบริการน้ำมัน) ของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามาปะทะกัน ทำให้บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 มีสภาวะของอากาศค่อนข้างนิ่ง และได้รับอิทธิพลจากการเคลื่อนที่ของรถยนต์ทั้งสองฟากถนน จึงทำให้มีการสะสมตัวของฝุ่นละอองบริเวณเกาะกลางถนนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 เป็นจำนวนมาก เมื่อมีลมพัดเข้าสู่ทางใต้ของโครงสร้างสถานี และมีการพัดพาของลมเข้ามาจากพื้นที่เปิดทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีฝุ่นละอองสะสมอยู่บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ส่งผลให้มีการพัดของลมเข้าหาทางเท้าในทิศตะวันออก ฝุ่นละอองที่สะสมตัวอยู่บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 จึงถูกพัดพามายังบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ก่อนที่จะตกลงสู่พื้นทางด้านเหนือของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า เนื่องจากการตกตัวลงสู่พื้นผิวของฝุ่นละอองต้องอาศัยระยะเวลาในการรวมตัวกันและตกตัวลงสู่พื้น ทำให้ฝุ่นละอองที่ถูกลมพัดพาไปไม่สามารถตกลงสู่พื้นได้ในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 แต่ตกตัวลงสู่พื้นบริเวณทางเท้าในทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานี ทำให้จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองสูง มีลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้แสดงดังภาพที่ 30

ภาพที่ 30 การเคลื่อนที่ของมวลอากาศจากทิศตะวันตกเฉียงใต้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

1.2.4 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (SW Turbulent)

การศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ที่มีรูปแบบทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน ในช่วงกลางวันเวลา 5.00-20.00 น. จำนวน 4 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 6 และช่วงกลางคืนเวลา 20.00-5.00 น. จำนวน 3 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 5 ซึ่งมีลักษณะทิศทางการพัดพาของลมใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าเช่นเดียวกับทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ลักษณะการพัดพาโดยตรงดังภาพที่ 30 พบว่า ด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ทั้งช่วงกลางวันและกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (บริเวณเกาะกลางถนน) เท่ากับ 382 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 295 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (บริเวณทางเท้า) ที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 378 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 269 ไมโครกรัมต่อ

ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เป็นผลจากการสะสมตัวของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีมากบริเวณเกาะกลางถนนจึงทำให้ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ทั้งช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} สูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (บริเวณทางเท้าที่ฉีดละอองน้ำ) มีค่าเป็น 509 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 342 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และมีค่าต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (บริเวณทางเท้าที่ไม่ฉีดละอองน้ำ) ทั้งช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนมีค่าเป็น 409 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 280 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนคล้ายคลึงกัน แต่ในช่วงกลางวันมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} มากกว่าช่วงกลางคืน สามารถจำแนกความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างเป็นช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน (ยกเว้น เครื่องเก็บตัวอย่าง RSP ที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน

จุดเก็บตัวอย่างที่	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางวัน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วงกลางคืน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
1	404	323	378	296	245	269
2	418	303	382	282	239	295
3	593	425	509	390	310	342
4	520	360	443	315	219	289
5	481	331	409	323	248	280
6	515	358	450	366	273	297

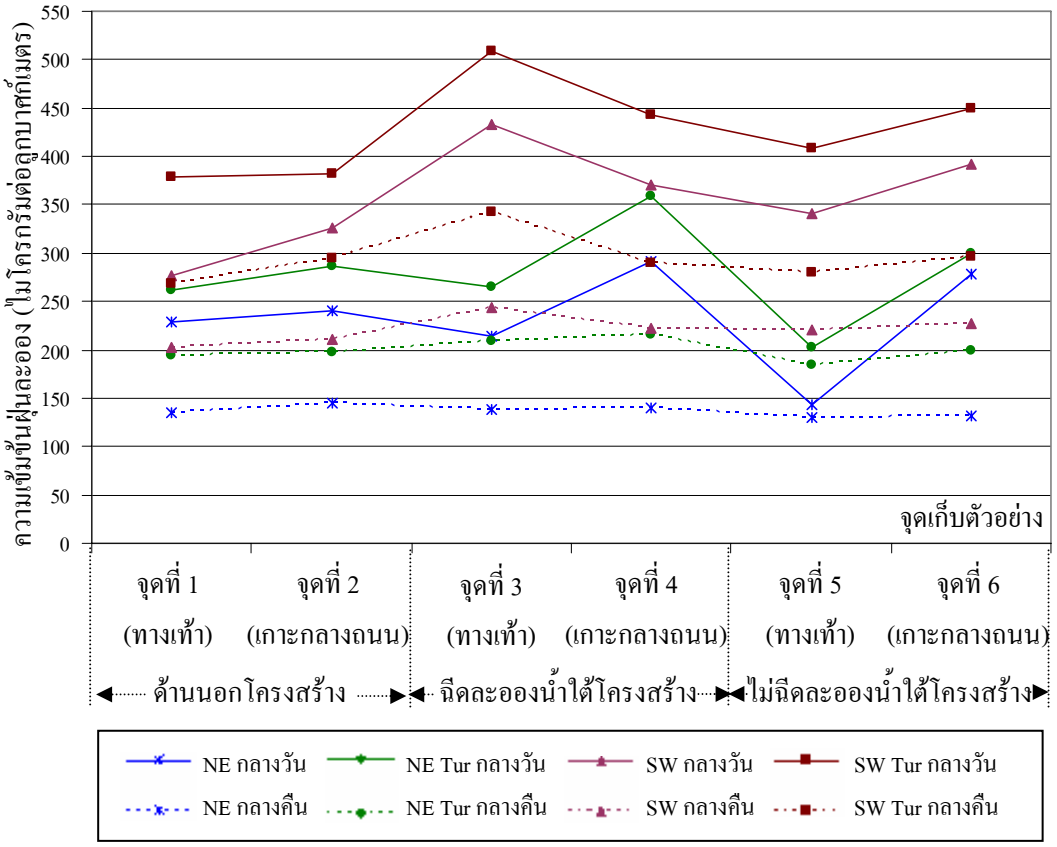
เมื่อเปรียบเทียบระหว่างทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ทั้งในลักษณะพัดพาโดยตรงและในลักษณะปั่นป่วนพบว่า ด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายทั้งในช่วง

กลางวันและช่วงกลางคืน มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เช่นเดียวกัน และลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ทั้งในลักษณะพัดพาโดยตรงและในลักษณะปั่นป่วนมีลักษณะเช่นเดียวกัน จึงทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีลักษณะเดียวกันทั้ง 2 รูปแบบทิศทางลม กล่าวคือ ทั้งช่วงกลางวันและกลางคืนความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} สูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ซึ่งในช่วงกลางคืนมีความเข้มข้นเฉลี่ยโดยรวมต่ำกว่าช่วงกลางวัน โดยความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้งด้านนอกและบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีค่าแตกต่างกันไม่มาก

หากพิจารณาความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ของลักษณะทิศทางลมทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (NE) ลมพัดมาจากทิศตะวัน ออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (NE Turbulent) ลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (SW) และลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (SW Turbulent) พบว่า ด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ทั้งในช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนของทิศทางลมทั้ง 4 รูปแบบ มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (บริเวณเกาะกลางถนน) สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 แต่ความเข้มข้นไม่แตกต่างกันมาก เนื่องมาจากการสะสมตัวของฝุ่นละออง PM_{10} ที่บริเวณเกาะกลางถนนมีมากกว่าบริเวณทางเท้า จึงทำให้จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} สูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งอยู่บริเวณทางเท้า

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า พบว่า ทุกรูปแบบทิศทางลมมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน แต่เมื่อลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือทั้งในลักษณะพัดพาโดยตรงและลักษณะปั่นป่วน ส่งผลให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} สูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนนที่ฉีดละอองน้ำ) เนื่องมาจากแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีที่พัดมาจากด้านเหนือของโครงสร้างสถานีและมีลมพัดเข้ามาบริเวณด้านตะวันตก (สถานีบริการน้ำมัน) และเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรงและลักษณะปั่นป่วน ส่งผลให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} สูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ทางเท้าที่ฉีดละอองน้ำ) เนื่องจากแนวการพัดพาของลมที่มาจากทางด้านใต้และพัดเข้าหาทางเท้าด้านตะวันออกของสถานีรถไฟฟ้า ทำให้ฝุ่นละออง PM_{10} มีความเข้มข้นสูงในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ทั้งในช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน ซึ่งความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ช่วง

กลางคืนโดยรวมมีค่าต่ำกว่าช่วงกลางวัน และแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในช่วงกลางคืนมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} แตกต่างกันไม่มาก นอกจากนี้ยังพบว่า ลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ทั้ง 2 รูปแบบ) ทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีมากกว่าลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ทั้ง 2 รูปแบบ) โดยมีสาเหตุมาจากลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้พัดเอาฝุ่นละอองจากพื้นที่ในเขตเมืองที่มีการจราจรคับคั่งเข้าสู่ใต้โครงสร้างสถานี แสดงความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างเป็นช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนของลักษณะทิศทางลมทั้ง 4 รูปแบบ ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างของลักษณะทิศทางลมทั้ง 4 รูปแบบ

1.3 ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ (ช่วงเวลา 5.00-20.00 น.)

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูง ศึกษาที่ระยะเวลาการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงช่วงเวลากลางวันระหว่างเวลา 5.00-20.00 น. จำนวน 2 รูปแบบ คือ การเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที รูปแบบละ 15 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง ที่บริเวณเกาะกลางถนนที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง โดยอาศัยแนวคิดในการศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} กล่าวคือ ถ้าน้ำหนักของฝุ่นละอองจากเครื่องเก็บตัวอย่างที่เปิดเครื่องเฉพาะเวลาที่ปิดละอองน้ำ (RSP) มากกว่าครึ่งหนึ่งของเครื่องเก็บตัวอย่างที่เปิดเครื่องตลอดเวลา (P4) ในบริเวณที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง แสดงว่า เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง ซึ่งตามขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้ การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง (Re-suspension) ได้รวมทั้งฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นใหม่จากแหล่งกำเนิด และฝุ่นละอองที่ตกลงสู่พื้นและฟุ้งปลิวกลับสู่อากาศอีกครั้ง และบ่งชี้การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} โดยค่าร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จากการศึกษาพบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำรวมทั้งสิ้น 11 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 30 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 37

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เกิดขึ้นได้ เนื่องจากสภาวะของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความเหมาะสมต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองร่วมกับปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดฟุ้งปลิวของฝุ่นละอองในพื้นที่ศึกษาได้ เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์ การประกอบกิจกรรมต่างๆ ของประชาชน ซึ่งนอกจากเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองแล้ว ยังก่อให้เกิดความปั่นป่วนต่อมวลอากาศ ส่งผลให้เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศได้เช่นเดียวกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา โดยปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ศึกษา ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทำให้ทราบถึงปริมาณความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง จากการศึกษาแสดงผลของร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในแต่ละช่วงเวลาของการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในแต่ละช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10}

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ร้อยละความแตกต่าง[1]	ทิศทางลม	ความเร็วลม (m/s)	อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (mb)
3 ก.พ. 2550	8.00-11.00 น.	64.3	NE Tur[2]	0.3	23.8	41.0	12.1
6 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	30.6	NE	0.3	24.0	70.0	20.9
7 ก.พ. 2550	8.00-11.00 น.	28.1	NE Tur[2]	0.3	28.3	61.1	23.6
3 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	27.8	NE	0.6	21.7	50.6	13.1
4 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	17.4	SW	0.8	20.7	59.0	14.4
7 ก.พ. 2550	14.00-17.00 น.	12.7	NE Tur[2]	1.0	31.9	41.9	19.8
7 ก.พ. 2550	17.00-20.00 น.	11.0	SW	1.0	29.9	51.7	21.9
8 ก.พ. 2550	17.00-20.00 น.	10.4	SW	0.9	30.3	51.5	22.2
7 ก.พ. 2550	11.00-14.00 น.	8.9	NE Tur[2]	1.3	31.0	46.6	20.9
3 ก.พ. 2550	17.00-20.00 น.	8.3	NE Tur[2]	1.0	27.9	31.2	11.7
5 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	5.7	SW Tur[2]	1.2	22.8	56.5	15.7

หมายเหตุ [1] ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10}

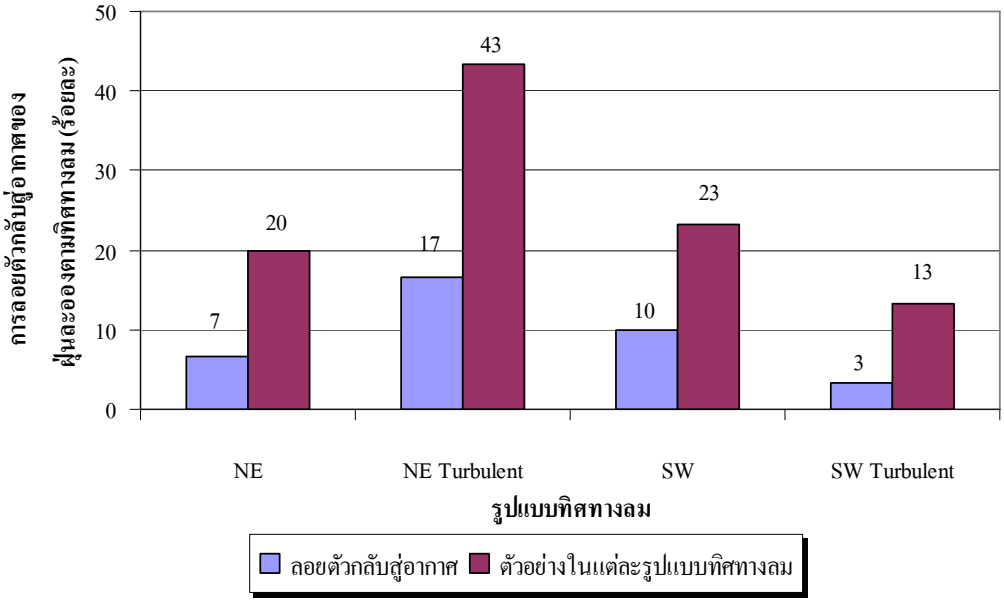
[2] Turbulent

ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ พบว่า ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาทุกปัจจัยที่ศึกษามีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ร่วมกันไม่ใช่เพียงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง และยังขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรในช่วงเวลาที่ศึกษาด้วย ตัวอย่างเช่น ช่วงเวลา 17.00-20.00 น. ของวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบว่า มีความเร็วลมอยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองเท่ากับ 0.9 เมตรต่อวินาที แต่มีความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากับ 26.9 เปอร์เซ็นต์ และ 11.0 มิลลิบาร์ ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศที่มีค่าเท่ากับ 31.2 เปอร์เซ็นต์ และ 11.7 มิลลิบาร์ ตามลำดับ จึงเป็นไปได้ว่า

ความชื้นในอากาศที่ต่ำลงมาระดับหนึ่ง ส่งผลให้ฝุ่นละอองเกิดการฟุ้งกระจายไปตกตัวลงสู่พื้นในบริเวณอื่นๆ ได้ ทำให้ไม่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีผลการศึกษา ดังนี้

1.3.1 ทิศทางลม

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} นั้น เกิดขึ้นกับรูปแบบของทิศทางลมทั้ง 4 รูปแบบ คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (NE) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (NE Turbulent) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (SW) และทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (SW Turbulent) ซึ่งระหว่างวันที่ 6-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มีรูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที ไม่พบรูปแบบของทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (SW Turbulent) ในวันที่ศึกษา จึงพบรูปแบบของทิศทางลม 3 รูปแบบเท่านั้น และจากการศึกษา พบว่า ทิศทางลมที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ส่วนใหญ่เป็นทิศทางลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือทั้งในลักษณะพัดพาโดยตรงและลักษณะปั่นป่วน เนื่องจากในช่วงเวลาที่ศึกษามีทิศทางลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่าทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจากทั้งหมด 30 ตัวอย่าง มีทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (NE) จำนวน 6 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 20 ทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (NE Turbulent) จำนวน 13 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 43 ทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (SW) จำนวน 7 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 23 และทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (SW Turbulent) จำนวน 4 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 13 และเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จำนวน 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 7) จำนวน 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 17) จำนวน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10) และจำนวน 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3) ตามลำดับ ทั้งนี้การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย ซึ่งแสดงการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละรูปแบบทิศทางลมเป็นร้อยละ ดังภาพที่ 32



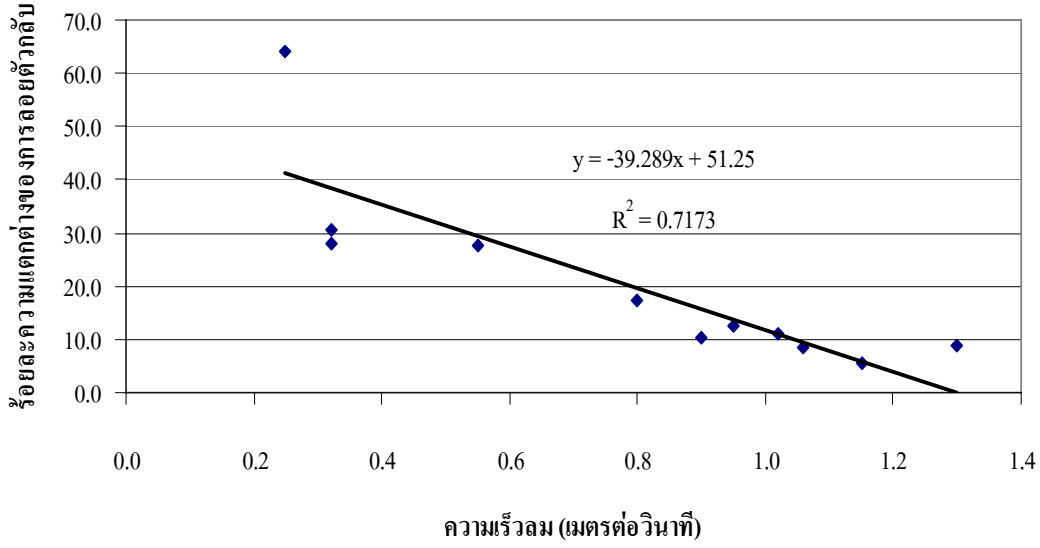
ภาพที่ 32 ร้อยละของตัวอย่างฝุ่นละออง PM_{10} ที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศในแต่ละรูปแบบของทิศทางลมจากทั้งหมด 30 ตัวอย่าง

1.3.2 ความเร็วลม

จากการศึกษาได้จำแนกความเร็วลมออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ความเร็วลมสงบ (ความเร็วลมต่ำกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที) ความเร็วลมต่ำ (ความเร็วลมในช่วง 0.5-1.0 เมตรต่อวินาที) และความเร็วลมสูงกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที ซึ่งพบว่า ความเร็วลมสูงสุดสำหรับช่วงเวลาที่ศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำมีค่าเป็น 1.7 เมตรต่อวินาที หากเทียบกับลักษณะการเคลื่อนไหวของเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดความเร็วลมจัดว่าเป็นความเร็วลมต่ำทั้งหมด โดยความเร็วลมที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีค่าระหว่าง 0.3-1.3 เมตรต่อวินาที ซึ่งความเร็วลมสงบและความเร็วลมต่ำจะมีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศตามวิธีการศึกษานี้ เนื่องจากเมื่อเกิดภาวะลมสงบจะส่งผลให้ฝุ่นละอองที่สัมผัสกับหยดละอองน้ำตกลงสู่พื้นในบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง และลอยตัวกลับสู่อากาศในบริเวณที่ตกลงสู่พื้นโดยไม่ถูกกระแสลมพัดปลิวไปในบริเวณอื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย นอกจากนี้ช่วงเวลาที่เกิดภาวะลมสงบมักเกิดขึ้นในช่วงเช้า ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ทำให้ปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น ในช่วงเช้าที่มีความเร็วลมสงบหรือความเร็วลมต่ำ จึงพบร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศ

ของฝุ่นละออง ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำสูงกว่าที่ช่วงเวลาเดียวกันที่มีความเร็วลมสูงกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที และสูงกว่าช่วงเวลาอื่นที่ความเร็วลมสงบ

ช่วงเวลาที่ศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ช่วงกลางวันตั้งแต่เวลา 5.00-20.00 น. ทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบ ช่วงเวลาที่ความเร็วลมต่ำกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที จำนวน 9 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 30 ความเร็วลมต่ำกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที จำนวน 13 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 43 และความเร็วลมสูงกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที จำนวน 8 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 27 ซึ่งพบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำจำนวน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10) จำนวน 5 ตัวอย่าง (ร้อยละ 17) และจำนวน 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 10) ตามลำดับ รวมตัวอย่างที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ทั้งสิ้น 11 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 37 เป็นความเร็วลมต่ำกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที ทั้งสิ้น 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 27 ซึ่งการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} แปรผกผันกับความเร็วลม โดยร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศมีค่าลดลงเมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น มีค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำเป็น 0.7173 และเมื่อพิจารณาแยกตามรูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำทุก 5 นาที และ 10 นาที มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9041 และ 0.9191 ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและร้อยละความแตกต่างของช่วงเวลาที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง เป็นดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ และความเร็วลม

1.3.3 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทำให้ทราบถึงปริมาณความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง ณ เวลานั้นๆ จากการศึกษา พบว่า ช่วงเวลาที่ความเร็วลมสงบหรือช่วงเวลาที่ความเร็วลมต่ำกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที ไม่สามารถเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำได้ หากอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าไม่เหมาะสมต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง จากการศึกษาของ Kuhns et al., 2003 พบว่า อุณหภูมิที่สูงเป็นปัจจัยส่งเสริมให้ฝุ่นละอองในอากาศเกิดการลอยตัวเข้าสู่อากาศภายหลังตกลงสู่พื้นได้มาก ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่มีค่าสูงเป็นปัจจัยที่ขัดขวางไม่ให้ฝุ่นละอองเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศได้

จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าอยู่ระหว่าง 20.7-31.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่าง 31.2-70.0 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงมีค่าระหว่าง 11.7-23.6 มิลลิบาร์ ซึ่งความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่งผลให้อุณหภูมิบนพื้นผิวต่างๆ สูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่สูงมีผลให้ฝุ่นละอองที่รวมตัวกับละอองน้ำแห้งได้ เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำที่รวมตัวอยู่กับอนุภาคฝุ่นละออง ฝุ่นละอองจึงมีน้ำหนักเบา เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์ การพัดพาของลม เป็นต้น ซึ่งหากมีค่ามากกว่าแรงโน้มถ่วงของโลกและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคฝุ่นละอองกับพื้นผิว ฝุ่นละอองจึงลอยตัวกลับเข้าสู่อากาศได้ แต่หากที่อุณหภูมินั้นๆ มีความชื้นที่สูงกว่าระดับหนึ่งฝุ่นละอองจะฟุ้งกระจายและลอยตัวกลับเข้าสู่อากาศได้ยาก เนื่องจากแรงตึงผิวของน้ำที่แทรกตัวอยู่ระหว่างอนุภาคฝุ่นละอองที่เพิ่มแรงยึดติดระหว่างอนุภาค ฝุ่นละอองจึงไม่ฟุ้งปลิวเมื่อมีความชื้นสูง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะบริเวณเกาะกลางถนนที่ฉีดละอองน้ำใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร ดังนั้น หากความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงมีค่าต่ำจึงไม่สามารถพบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เนื่องจากความชื้นที่มีค่าต่ำมากๆ จะทำให้ฝุ่นละออง PM_{10} ฟุ้งปลิวและลอยตัวกลับเข้าสู่อากาศได้ง่าย ความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงจึงต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม กล่าวคือ มีค่าไม่สูงหรือต่ำเกินไป เมื่อพิจารณาเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} พบว่า มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ หรือไม่มีความสัมพันธ์กันโดยตรง ซึ่งความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงกับร้อยละความ

แตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} พบว่า มีความสัมพันธ์ในระดับที่ต่ำเช่นกัน

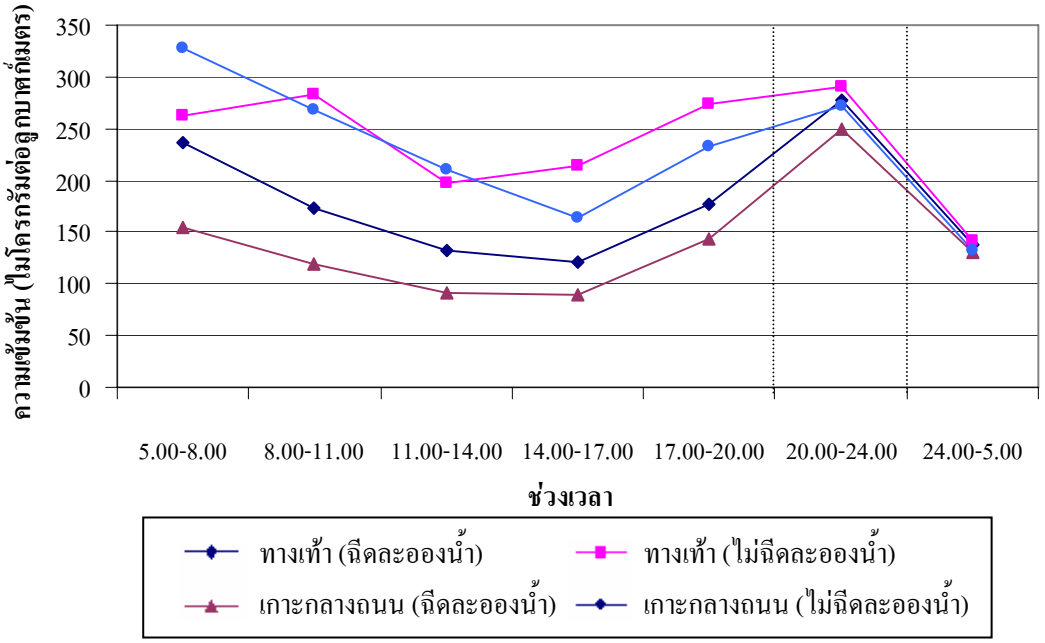
ดังนั้น ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ศึกษาทุกปัจจัยมีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ร่วมกัน แม้ว่าปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งมีความเหมาะสมต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} แต่ถ้าปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาอื่นๆ ไม่มีความเหมาะสมก็ไม่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ซึ่งการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองยังขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดและปริมาณฝุ่นละอองที่แหล่งกำเนิดปล่อยออกมาสู่อากาศบริเวณพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งมีแหล่งกำเนิดหลัก คือ รถยนต์ที่เคลื่อนที่ผ่านบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย จึงไม่สามารถจำแนกความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายอย่างชัดเจนได้ เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาในพื้นที่จริงจึงไม่สามารถควบคุมปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งให้คงที่ และหาความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยากับร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ได้โดยตรง

1.4 ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ระหว่างเวลา 20.00-24.00 น. ภายหลังการฉีดละอองน้ำระหว่างวัน

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดน้ำระหว่างวัน ช่วงกลางคืนตั้งแต่เวลา 20.00-24.00 น. ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 รวมทั้งสิ้น 9 ตัวอย่าง (9 วัน) โดยพิจารณาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จากความเข้มข้นของฝุ่นละอองในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ควรมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองลดลง เนื่องจากปริมาณการจราจรที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง PM_{10} ลดลง และฝุ่นละอองสามารถเจือจางความเข้มข้นได้ตามธรรมชาติจากการถ่ายเทของมวลอากาศในพื้นที่ ดังนั้นการศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จึงพิจารณาจากความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 หลังจากไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงในช่วงกลางคืนตั้งแต่เวลา 20.00-24.00 น. ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวทั้งสิ้น 4 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ

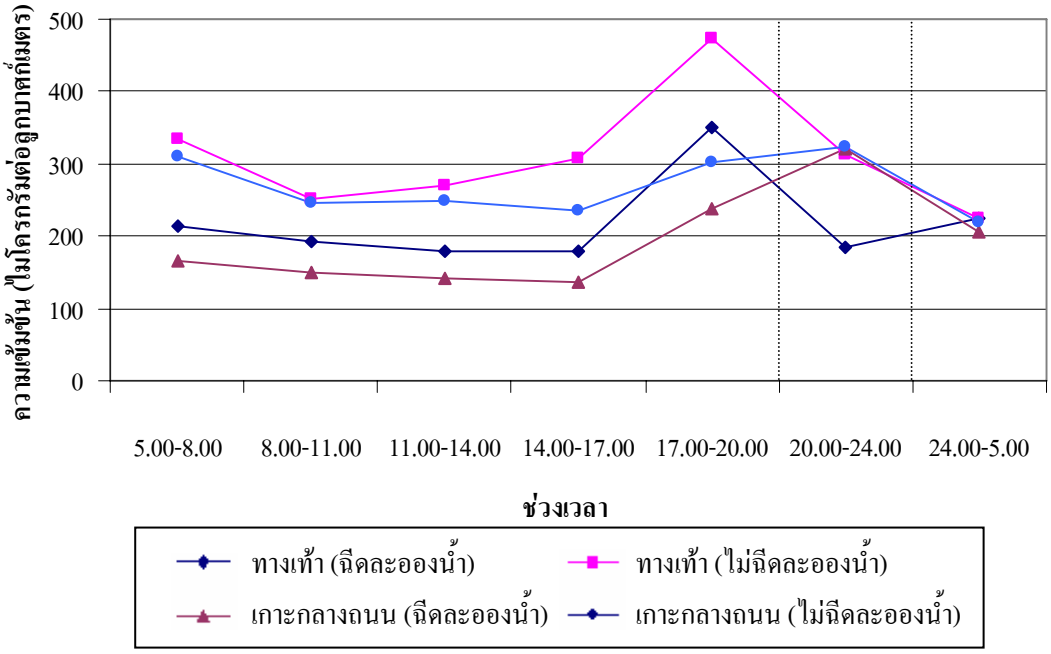
44 ได้แก่ วันที่ 1, 2, 3 และ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 แต่ทั้งนี้บริเวณอื่นๆ ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายที่ไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM_{10} อาจมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลาดังกล่าวเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน เนื่องจากอิทธิพลของทิศทางลม และความเร็วลมที่พัดผ่านใต้โครงสร้างสถานี แสดงความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศจำแนกตามช่วงเวลาในแต่ละวันที่พบความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} เพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ดังนี้

วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. เพิ่มขึ้นทุกจุดเก็บตัวอย่างใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ซึ่งลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในวันและช่วงเวลาดังกล่าว มีทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน ความเร็วลมของมวลอากาศโดยรวมบริเวณพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 0.7 เมตรต่อวินาที บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงพบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 35.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 26.1 องศาเซลเซียส และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 11.8 มิลลิบาร์ ส่วนบริเวณที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 34.7 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 26.2 องศาเซลเซียส และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 11.8 มิลลิบาร์ แสดงความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ดังภาพที่ 34



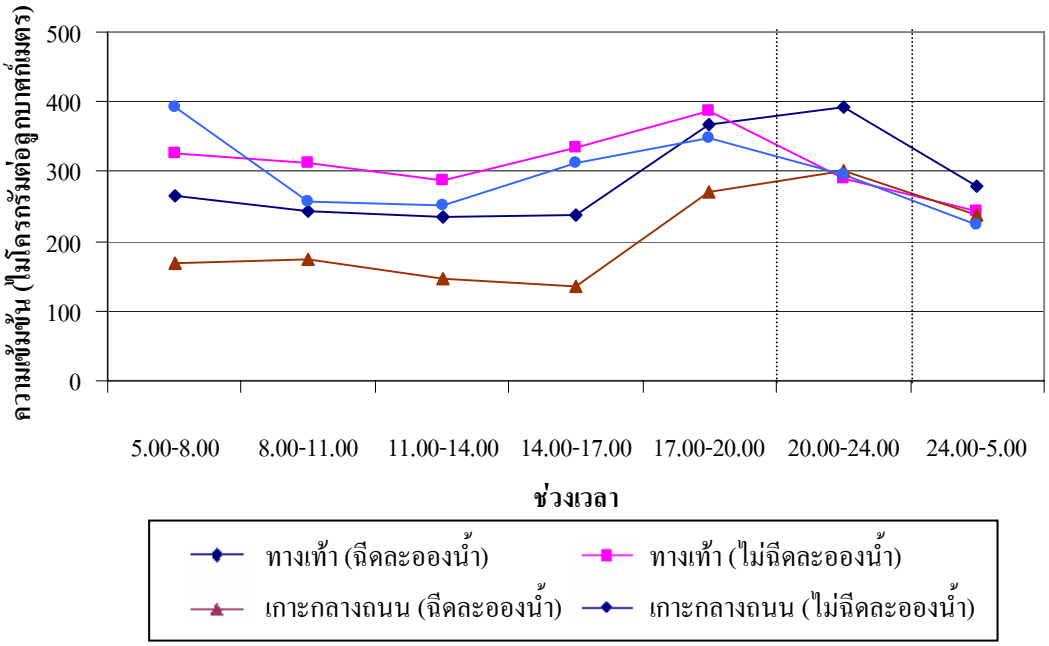
ภาพที่ 34 ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ของวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. เพิ่มขึ้นในบริเวณที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายทั้งทางเท้าและเกาะกลางถนน ซึ่งตรงกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (P5) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 (P6) ตามลำดับ ซึ่งลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในวันและช่วงเวลาดังกล่าว มีทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง ความเร็วลมของมวลอากาศโดยรวมบริเวณพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงพบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 39.9 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 25.3 องศาเซลเซียส และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 12.8 มิลลิบาร์ ส่วนบริเวณที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 40.1 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 25.1 องศาเซลเซียส และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 12.8 มิลลิบาร์ แสดงความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ดังภาพที่ 35



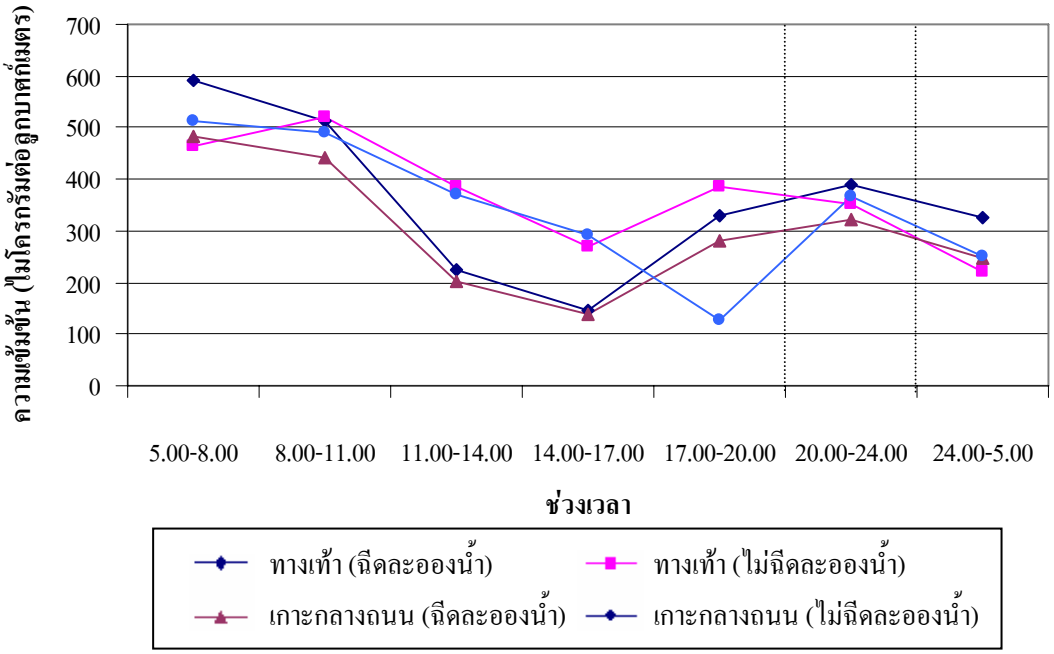
ภาพที่ 35 ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ของวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

วันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. เพิ่มขึ้นในบริเวณทางเท้าทั้งที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงและไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ซึ่งตรงกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (P3) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (P5) ตามลำดับ ซึ่งลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในวันและช่วงเวลาดังกล่าว มีทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง ความเร็วลมของมวลอากาศโดยรวมบริเวณพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 1.2 เมตรต่อวินาที บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 41.3 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 24.6 องศาเซลเซียส และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 12.8 มิลลิบาร์ ส่วนบริเวณที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 40.5 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 25.1 องศาเซลเซียส และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 12.9 มิลลิบาร์ แสดงความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ของวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. เพิ่มขึ้นทุกจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้น บริเวณเกาะกลางถนนที่มีการฉีดละอองน้ำในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (P4) ซึ่งลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในวันและช่วงเวลาดังกล่าว มีทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน ความเร็วลมของมวลอากาศโดยรวมบริเวณพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 0.9 เมตรต่อวินาที บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงพบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 44.2 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 28.1 องศาเซลเซียส และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 16.8 มิลลิบาร์ ส่วนบริเวณที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 45.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 27.9 องศาเซลเซียส และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 16.9 มิลลิบาร์ แสดงความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ดังภาพที่ 37



ภาพที่ 37 ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ของวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

จากภาพที่ 34-37 แสดงความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. นั่นคือ มีแนวโน้มเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลาดังกล่าวภายหลังจากหยุดฉีดละอองน้ำแรงดันสูงในช่วงกลางวัน ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างที่พบความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} เพิ่มขึ้นใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีความแตกต่างกันไปในแต่ละวัน หากพิจารณาทิศทางลมตั้งแต่เวลา 17.00-20.00 น. พบว่า วันที่ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ลดลง มีทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ในลักษณะพัดพาโดยตรงและในลักษณะปั่นป่วน) ทั้งช่วงเวลา 17.00-20.00 น. และช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ซึ่งต่างจากวันที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} เพิ่มขึ้น กล่าวคือ วันที่ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} เพิ่มขึ้น มีทิศทางลมในช่วงเวลา 17.00-20.00 น. พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน และในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. จึงมีการเปลี่ยนทิศทางลม หรือยังคงพัดในทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน ทั้งนี้ทิศทางลมไม่ใช่เพียงปัจจัยเดียวที่ส่งผลต่อการลอยตัวกลับของฝุ่นละออง PM_{10} ในบริเวณที่ศึกษา ซึ่งการเปลี่ยนทิศทางลมอาจส่งผลให้ฝุ่นละออง PM_{10} สะสมตัวใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามากขึ้น จึงพบความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเพิ่มสูงขึ้น เมื่อพิจารณาลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาดังกล่าวของทุกวันที่ศึกษา จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าการที่พบความเข้มข้น

ของฝุ่นละออง PM_{10} เพิ่มขึ้น เกิดจากการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณการจราจรที่ไม่เท่ากันในแต่ละวัน

2. รูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงและช่วงเวลาการฉีดละอองน้ำที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ

การศึกษารูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่ระยะเวลาแตกต่างกัน 2 รูปแบบ คือ การเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที ทำการศึกษาในช่วงกลางวันระหว่างเวลา 5.00-20.00 น. บริเวณเกาะกลางถนนที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง รูปแบบละ 15 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง เพื่อพิจารณาแนวโน้มการเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในขณะที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำ (ขณะที่ปิดละอองน้ำ 5 นาที และปิดละอองน้ำ 10 นาที) และเพื่อทราบถึงช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} สำหรับเลือกใช้รูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงในการลดฝุ่นละออง PM_{10} ให้มีความเหมาะสม โดยไม่ก่อให้เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จนส่งผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ซึ่งมีผลการศึกษา ดังนี้

2.1 รูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10})

ระยะเวลาการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ (ช่วงเวลาระหว่าง 5.00-20.00 น.) แยกอธิบายตามรูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงเป็น การเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที ดังนี้

2.1.1 การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที

การเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที พบว่า มีกรณีที่น้ำหนักฝุ่นละออง PM_{10} ของเครื่อง RSP มากกว่าครึ่งหนึ่งของเครื่อง P4 หรือมีการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำจำนวน 5 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33 ซึ่งส่วนใหญ่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเช้าและช่วงเย็น โดยแสดงปริมาณการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10}

จากการศึกษาพบว่า การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เกิดขึ้นได้ เมื่อลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง [จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามสมการที่ (5)] มีความเหมาะสมและสัมพันธ์กัน ซึ่งการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีความสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรในช่วงเวลาที่ศึกษาด้วย โดยช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที มีค่าร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} สูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 64.3 ในช่วงเวลา 8.00-11.00 น. ของวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เนื่องมาจากช่วงเวลาดังกล่าวมีความเร็วลมต่ำที่สุด (0.3 เมตรต่อวินาที) มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเท่ากับ 41.0 เปอร์เซ็นต์ และ 23.8 องศาเซลเซียส ตาม ลำดับ ส่งผลให้ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงมีค่าเท่ากับ 12.1 มิลลิบาร์ ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในการศึกษาครั้งนี้

ส่วนช่วงเวลา 5.00-8.00 น. ของวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบว่า ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที มีค่าต่ำสุดเท่ากับ ร้อยละ 5.7 เนื่องจากมีความเร็วลมและความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงสูงที่สุดในช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ระยะเวลาเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที มีค่าเท่ากับ 1.2 เมตรต่อวินาที และ 15.7 มิลลิบาร์ ตามลำดับ ส่วนช่วงเวลาอื่นๆ ที่ไม่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เป็นผลจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและปริมาณการจราจรในช่วงเวลานั้นกล่าวคือ การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่น

ละออง PM_{10} เกิดขึ้นได้ที่ความเร็วลมต่ำกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที เนื่องจากฝุ่นละอองไม่ฟุ้งกระจายไปยังบริเวณอื่น อีกทั้งความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงมีค่าเหมาะสมต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} โดยมีค่าไม่สูงหรือต่ำเกินไป นั่นคือ หากความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ ส่งผลให้ค่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงมีค่าสูงจะทำให้ฝุ่นละออง PM_{10} ไม่สามารถลอยตัวกลับสู่อากาศได้ เนื่องจากมีการรวมตัวกับไอน้ำทำให้มีน้ำหนักมาก ซึ่งมีค่ามากกว่าแรงพยุงและตกตัวตามแรงโน้มถ่วงโลก และถ้าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงมีค่าต่ำ ส่งผลให้ฝุ่นละอองมีน้ำหนักเบาเนื่องจากรวมตัวกับไอน้ำในอากาศได้น้อยและเกิดการฟุ้งกระจายไปตกตัวลงสู่พื้นในบริเวณอื่นๆ นอกจุดเก็บตัวอย่างได้ง่าย ทำให้ไม่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ช่วงเวลาที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที มีค่าความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงระหว่าง 11.7-15.7 มิลลิบาร์ แสดงร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร
3 ก.พ. 2550	8.00-11.00น.	64.2
3 ก.พ. 2550	5.00-8.00น.	27.8
4 ก.พ. 2550	5.00-8.00น.	17.4
3 ก.พ. 2550	17.00-20.00น.	8.3
5 ก.พ. 2550	5.00-8.00น.	5.7

2.1.2 การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที

การเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาทีพบว่า มีกรณีที่น้ำหนักฝุ่นละออง PM_{10} ของเครื่อง RSP มากกว่าครึ่งหนึ่งของเครื่อง P4 หรือมีการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำจำนวน 6 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40 ซึ่งในช่วงวันที่ทำการศึกษาระหว่างวันที่ 6-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 มีการลอยตัวกลับสู่อากาศเกิดขึ้นทุกช่วงเวลา จากการศึกษาพบว่า การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เกิดขึ้นได้ เมื่อลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง [จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามสมการที่ (5)] มีความเหมาะสมและสัมพันธ์กัน ซึ่งการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีความสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรในช่วงเวลาที่ศึกษาด้วย

ช่วงเวลา 5.00-8.00 น. ของวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที มีค่าร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} สูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 30.6 เนื่องมาจากช่วงเวลาดังกล่าวมีความเร็วลมต่ำที่สุดเท่ากับ 0.3 เมตรต่อวินาที และมีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ เท่ากับ 70.0 เปอร์เซ็นต์ และ 24.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่งผลให้ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงมีค่าเท่ากับ 20.9 มิลลิบาร์ ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จึงทำให้เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10}

ส่วนช่วงเวลา 11.00-14.00 น. ของวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบว่า ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที มีค่าต่ำสุดเท่ากับ ร้อยละ 8.9 เนื่องมาจากช่วงเวลาดังกล่าวมีความเร็วลมสูงที่สุดเท่ากับ 1.3 เมตรต่อวินาที และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงเท่ากับ 20.9 มิลลิบาร์ ตามลำดับ หากพิจารณาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาพบว่า มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ส่วนช่วงเวลาอื่นๆ ที่ไม่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและปริมาณการจราจรในช่วงเวลานั้นดังที่กล่าวมาแล้ว จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ช่วงเวลาที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที มีค่าความชื้นในอากาศ

ที่มีอยู่จริงระหว่าง 19.8-23.6 มิลลิบาร์ ซึ่งแสดงปริมาณการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการศึกษา ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร
6 ก.พ. 2550	5.00-8.00น.	30.6
7 ก.พ. 2550	8.00-11.00น.	28.1
7 ก.พ. 2550	14.00-17.00น.	12.7
7 ก.พ. 2550	17.00-20.00น.	11.0
8 ก.พ. 2550	17.00-20.00น.	10.4
7 ก.พ. 2550	11.00-14.00น.	8.9

รูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที ที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ รูปแบบละ 15 ตัวอย่างพบว่า มีการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จำนวน 5 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 33 และจำนวน 6 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 40 ในแต่ละรูปแบบ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลาที่มีการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ระหว่างรูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที มีค่าเป็นร้อยละ 24.7 และร้อยละ 17.0 ตามลำดับ โดยพบว่า ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที มีค่าเฉลี่ยของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} สูงกว่าการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที ซึ่งเป็นผลมาจากในแต่ละช่วงเวลามีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่เหมาะสมต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} และปริมาณการจราจรแตกต่างกัน ทำให้ร้อยละของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่น

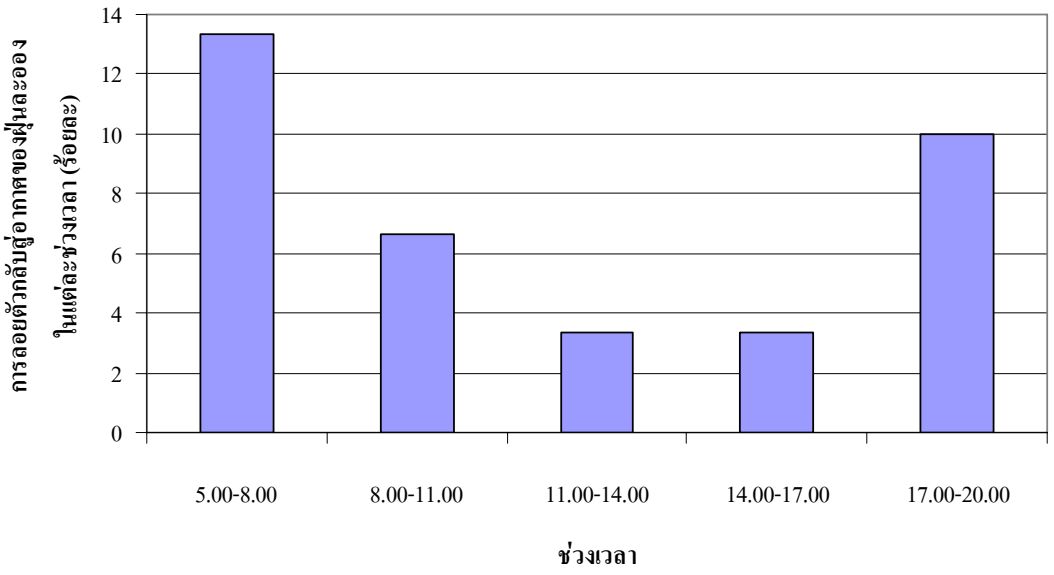
ละออง PM_{10} ในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน และหากพิจารณาความถี่ของการเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำพบว่า ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มากกว่าที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาทีจำนวน 1 ตัวอย่าง ซึ่งถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงเพื่อลดฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย สามารถเลือกใช้การเปิดปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที หรือการเปิดปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาทีก็ได้ เนื่องจากมีการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} หลังหยุดฉีดละอองน้ำไม่แตกต่างกัน

จากผลการศึกษาบ่งชี้ว่า ขณะที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ทั้งรูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรสามารถลอยตัวกลับเข้าสู่อากาศได้ ซึ่งไม่ใช่เฉพาะบริเวณเกาะกลางถนนที่ทำการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงเท่านั้น เนื่องจากวิธีการที่ใช้ศึกษามีข้อจำกัดเฉพาะในกรณีที่ฝุ่นละออง PM_{10} ไม่ถูกพัดพาไปยังบริเวณอื่นๆ ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย และมีความเป็นไปได้ว่าภายหลังจากการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างวันฝุ่นละอองที่ตกตัวลงสู่พื้นอาจลอยตัวกลับเข้าสู่อากาศในช่วงกลางคืนที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำเพื่อลดฝุ่นละอองได้ ดังนั้น ควรมีการกวาดหรือล้างถนนบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเพื่อลดการสะสมตัวของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ตกตัวลงสู่พื้น เนื่องจากการรวมตัวกับละอองน้ำและการรวมตัวระหว่างอนุภาคฝุ่นละออง PM_{10} ด้วยกันเองไม่ให้เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีค่าสูง

2.2 ช่วงเวลาการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10})

จากการศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำทั้ง 2 รูปแบบรวมทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ทั้งสิ้น 11 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 37 พบว่า ช่วงเวลาการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่มีการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ของการเปิดปิดละอองน้ำทั้ง 2 รูปแบบ ส่วนใหญ่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเช้าเวลา 5.00-8.00 น.และช่วงเย็นเวลา 17.00-20.00 น. ของทุกวันที่ทำการศึกษา ซึ่งมีเฉพาะวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เท่านั้น ที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ในช่วงระหว่างวันตั้งแต่เวลา 11.00-17.00 น. โดยจำนวน

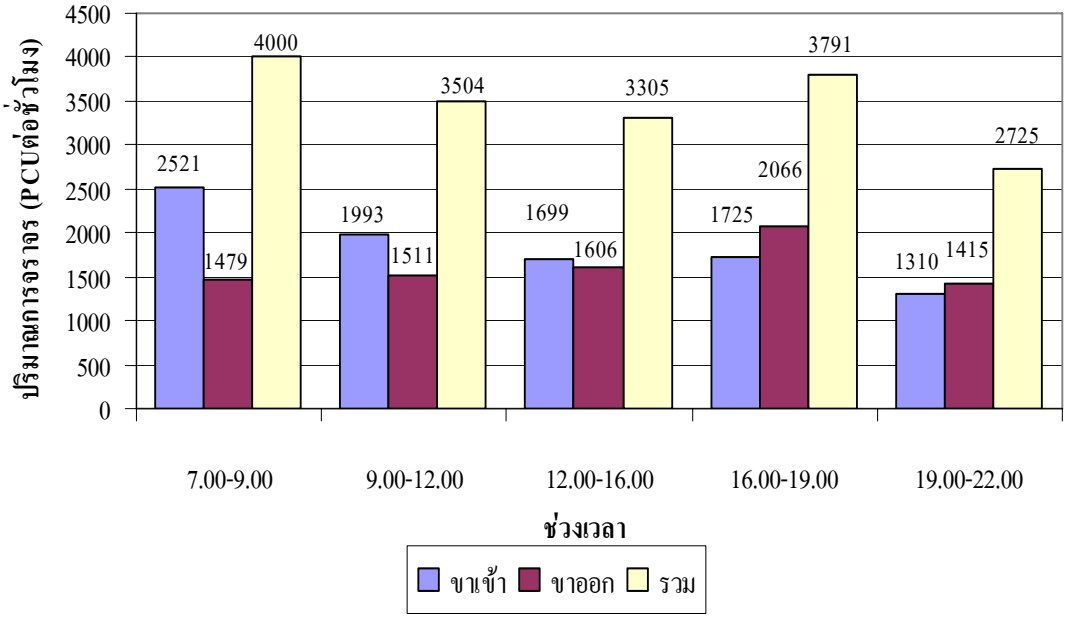
ตัวอย่างที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} จำแนกตามช่วงเวลาที่ศึกษาวันละ 5 ช่วงเวลา จากทั้งหมด 30 ตัวอย่าง ดังนี้ ช่วงเวลา 5.00-8.00 น. จำนวน 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13 ช่วงเวลา 8.00-11.00 น. จำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 7 ช่วงเวลา 11.00-14.00 น. จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3 ช่วงเวลา 14.00-17.00 น. จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3 และช่วงเวลา 17.00-20.00 น. จำนวน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 10 ซึ่งช่วงเวลาที่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} สูงที่สุด คือ ช่วงเวลา 5.00-8.00 น. (ร้อยละ 13) แสดงการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละช่วงเวลาเป็นร้อยละ ดังภาพที่ 38



ภาพที่ 38 ร้อยละการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จำแนกตามช่วงเวลา

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเช้าและช่วงเย็น มีความสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจากการสังเกต พบว่า การจราจรบนถนนใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีความหนาแน่นในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าโดยเฉพาะขาเข้าเมืองและช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเย็นฝั่งขาออกเมือง ระหว่างเวลา 7.00-9.00 น. และเวลา 16.00-19.00 น. ตามลำดับ โดยช่วงเวลาดังกล่าวมีรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลปริมาณการจราจรของกองการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ที่เก็บข้อมูลบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 15-21 มกราคม พ.ศ. 2550 โดยแสดงปริมาณการจราจรทั้งฝั่งช่องจราจรขาเข้าและฝั่งช่องจราจรขา

ออกในช่วงเวลา 7.00-22.00 น. ของทั้ง 7 วันเฉลี่ยเป็น PCUต่อชั่วโมง พบว่า ช่วงเวลา 7.00-9.00 น. และเวลา 16.00-19.00 น. มีปริมาณการจราจรสูงสุดเป็น 4,000 PCUต่อชั่วโมง และรองลงมาเป็น 3,791 PCUต่อชั่วโมง ตามลำดับ ดังภาพที่ 39 ซึ่งปริมาณจราจรเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} เพิ่มสูงขึ้น ทั้งจากการเคลื่อนที่ของรถยนต์ที่ทำให้ฝุ่นละอองเกิดการฟุ้งกระจาย และการปลดปล่อยออกมาจากท่อไอเสียของรถยนต์ ทำให้เกิดการฟุ้งปลิวและลอยตัวของฝุ่นละอองในอากาศบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย



ภาพที่ 39 ปริมาณการจราจรเฉลี่ย (PCUต่อชั่วโมง) บริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย จำแนกเป็นช่วงเวลาตามข้อมูลของกองการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 15-21 มกราคม พ.ศ. 2550

การศึกษารูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำและช่วงเวลาในการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง สามารถบอกถึงแนวโน้มของการเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ภายหลังจากหยุดฉีดละอองน้ำได้ ซึ่งพบว่าการปิดละอองน้ำ 5 นาที และ 10 นาที ก่อให้เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำใต้สถานีรถไฟฟ้าไม่แตกต่างกัน และการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} สามารถเกิดได้ตลอดทั้งวัน จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการกำจัดฝุ่นละออง PM_{10} ที่ตกลงสู่พื้นภายหลังจากรวมตัวกับละอองน้ำ เพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในระยะยาว

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ ภายหลังการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูง (ช่วงเวลา 5.00-20.00 น. ขณะที่หยุดฉีดละอองน้ำเป็นเวลา 5 นาที และ 10 นาที) และการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ภายหลังการฉีดละอองน้ำระหว่างวัน (ช่วงเวลา 20.00-24.00 น.) สรุปผลการศึกษา ได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองPM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ จากทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบว่า เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในบริเวณดังกล่าวร้อยละ 37 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ดังนี้

1.1 ทิศทางลม

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เกิดขึ้นได้กับทุกรูปแบบของทิศทางลม ดังนี้ ทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรงร้อยละ 7 ทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วนร้อยละ 17 ทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรงร้อยละ 10 และทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วนร้อยละ 3

1.2 ความเร็วลม

จากการศึกษาพบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ความเร็วลมระหว่าง 0.3-1.3 เมตรต่อวินาที ซึ่งส่วนใหญ่เป็นช่วงที่มีความเร็วลมต่ำกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที ร้อยละ 27

โดยความเร็วลมมีความสัมพันธ์กับร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีค่า R^2 เป็น 0.7173 นั่นคือ เมื่อความเร็วลมต่ำฝุ่นละออง PM_{10} ไม่ถูกพัดไปบริเวณอื่น ส่งผลให้ร้อยละความแตกต่างของการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีค่าสูง

1.3 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งส่งผลต่อความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง จากการศึกษาพบว่า ในช่วงที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริงต่ำสุดเท่ากับ 20.7 องศาเซลเซียส 31.2 เปอร์เซ็นต์ และ 11.7 มิลลิบาร์ ตามลำดับ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 31.9 องศาเซลเซียส 70.0 เปอร์เซ็นต์ และ 23.6 มิลลิบาร์ ตามลำดับ โดยความชื้นสูง ส่งผลให้ฝุ่นละอองไม่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศ เนื่องจากรวมตัวกับไอน้ำในรูปของความชื้นจึงตกตัวลงสู่พื้น ส่วนความชื้นต่ำฝุ่นละอองเกิดการฟุ้งกระจายไปยังบริเวณอื่นได้ง่าย ทำให้ไม่พบการลอยตัวกลับสู่อากาศในบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาแต่ละปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ แต่การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองPM_{10} เกิดขึ้น เนื่องมาจากอิทธิพลของทุกปัจจัยได้แก่ ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง รวมถึงปริมาณการจราจรที่มีผลต่อปริมาณของฝุ่นละออง PM_{10} ในอากาศร่วมกัน

ส่วนการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ภายหลังการฉีดละอองน้ำระหว่างวัน (ช่วงกลางคืนเวลา 20.00-24.00 น.) จากทั้งหมด 9 ตัวอย่าง พบความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. ร้อยละ 44 เมื่อพิจารณาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในวันที่ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และวันที่ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. มีแนวโน้มลดลง ไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เนื่องจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในแต่ละวันไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลจากปริมาณการจราจรที่ไม่เท่ากันในแต่ละวัน

2. รูปแบบการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูง และช่วงเวลาการฉีดละอองน้ำใต้สถานีรถไฟฟ้าที่มีผลต่อการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10}

การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ณ จุดที่ทำการฉีดละอองน้ำ พบว่า การเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-10 นาที รูปแบบละ 15 ตัวอย่าง พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ร้อยละ 33 และร้อยละ 40 ตามลำดับ โดยรูปแบบการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ไม่แตกต่างกัน ซึ่งการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีแนวโน้มเกิดขึ้นได้ตลอดทั้งวันแต่ส่วนใหญ่พบในช่วงเช้าและช่วงเย็น หากจำแนกตามช่วงเวลารวมทั้งหมด 30 ตัวอย่าง พบว่า การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} เกิดมากที่สุดที่ช่วงเวลา 5.00-8.00 น. ร้อยละ 13 รองลงมาคือ ช่วงเวลา 17.00-20.00 น. ร้อยละ 10 จากการสังเกตพบว่าช่วงเวลาที่เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} มีความสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรในพื้นที่ศึกษาที่มีปริมาณจราจรหนาแน่นในช่วงชั่วโมงเร่งด่วนเช้าและชั่วโมงเร่งด่วนเย็น เนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดหลักของฝุ่นละอองในพื้นที่ศึกษา และการเคลื่อนที่ของรถยนต์ทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายและลอยตัวกลับเข้าไปสู่อากาศ (วิธีการที่ใช้ในการศึกษาการลอยตัวกลับสู่อากาศเป็นผลรวมของฝุ่นละออง PM_{10} ทั้งที่มาจากแหล่งกำเนิดและฝุ่นละออง PM_{10} ที่ตกลงสู่พื้นแล้วลอยตัวสู่อากาศอีกครั้ง) โดยสัมพันธ์กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาที่ศึกษาด้วย

ดังนั้น การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงเพื่อลดฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย สามารถเลือกใช้รูปแบบการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที หรือการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาทีก็ได้ เนื่องจากเมื่อหยุดฉีดละอองน้ำแรงดันสูง (ปิดละอองน้ำ 5 นาที และ 10 นาที) พบการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ไม่แตกต่างกัน แต่ทั้งนี้ควรหาวิธีการในการกำจัดฝุ่นละอองที่ตกสะสมอยู่ใต้โครงสร้างสถานีภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง เช่น การกวาดหรือล้างถนน เพื่อลดการฟุ้งปลิวและลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง ซึ่งมีผลต่อการลดความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในบรรยากาศใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อไป

1.1 ควรมีการศึกษาแนวโน้มการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ในจุดเก็บตัวอย่างบริเวณทางเท้า ซึ่งเป็นพื้นที่ดำเนินกิจกรรมของประชาชนที่อาจได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละออง PM_{10}

1.2 เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น ควรหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรและฝุ่นละออง PM_{10} ในวันที่เก็บตัวอย่างด้วย

1.3 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่ององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง PM_{10} และประเภทของฝุ่นละอองที่มีชีวิตซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคต่อประชาชนเนื่องจากการฉีดละอองน้ำได้

1.4 ควรศึกษารูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงเป็นระยะเวลาที่นานขึ้น เช่น ศึกษารูปแบบละ 1 สัปดาห์ เพื่อครอบคลุมทั้งวันทำงานและวันหยุดราชการ แทนการศึกษารูปแบบละ 3 วัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากขึ้น

1.5 ควรศึกษาระยะเวลาการเปิดปิดละอองน้ำแรงดันสูงในรูปแบบอื่นๆ เช่น การเปิดละอองน้ำ 20 นาที-ปิด 20 นาที การเปิดละอองน้ำ 30 นาที-ปิด 30 นาที เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับบริษัทขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

2.1 ถ้าบริษัทขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) จะมีการขยายแนวเส้นทางการเดินรถไฟฟ้า ควรหลีกเลี่ยงบริเวณพื้นที่ที่ต้องสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีลักษณะโครงสร้างแบบปิด เพื่อลดปัญหาการสะสมตัวของฝุ่นละอองและมลสารอื่นๆ ใต้โครงสร้างสถานี

2.2 จากการศึกษาทำให้ทราบว่า แม้ว่ามีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงภายใต้สถานีรถไฟฟ้า

แต่ภายหลังหยุดฉีดละอองน้ำ จะมีการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ดังนั้น บริษัทขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด ควรดำเนินการกวาดหรือล้างถนนเป็นประจำทุกๆ วันในช่วงกลางคืน เพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองที่สะสมตัวอยู่ใต้โครงสร้างสถานี และลอยตัวกลับเข้าสู่อากาศได้

2.3 เมื่อพิจารณาการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที และการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาที เกิดการลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละออง PM_{10} ที่ไม่แตกต่างกัน

ดังนั้น บริษัทขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด สามารถฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่ระยะเวลาการเปิดละอองน้ำ 5 นาที-ปิด 5 นาที หรือการเปิดละอองน้ำ 10 นาที-ปิด 10 นาทีก็ได้ โดยฉีดละอองน้ำตลอดแนวโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีโครงสร้างปิดทุกสถานี โดยเฉพาะในช่วงเวลา 7.00-9.00 น. และช่วงเวลา 16.00-19.00 น. เพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า

2.4 บริษัทขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด ควรดำเนินการตรวจสอบและซ่อมแซมสภาพโครงสร้างสถานี พื้นผิวการจราจร ซึ่งมีการสึกหรอและเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง เพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองภายใต้โครงสร้างสถานี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2550. **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2548**. แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/Public/Report48.pdf, 2 กันยายน 2550

กองการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร. 2550. **รายงานผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ และเสียงครั้งที่ 1 โครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ (รถไฟฟ้าบีทีเอส).** กรุงเทพฯ. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

เกษม จันทร์แก้ว. 2541. **เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม**. โครงการสหวิทยาการ บัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดวงพร นพคุณ. 2536. **ภูมิอากาศวิทยา**. พัฒนกิจการพิมพ์และกระดาษ, กรุงเทพฯ.

ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช. 2546. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชามลพิษทางอากาศ**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ธิดารัตน์ พงษ์คุณ. 2549. **การพัฒนาแบบจำลองคุณภาพอากาศสำหรับสภาวะลมสงบในเขตกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นพภาพร พานิช และแสงสันติ์ พานิช. 2544. **แบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ปวีณา ทิพย์เสวต. 2546. **อิทธิพลของสิ่งก่อสร้างต่อการกระจายตัวของฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปาจรีย์ ทองสนิท, บุญพล มีไชโย, พงศกร วงษ์ธิ, อภิญญา โกปริญญา และพิชญธิดา ศรีธิ. 2548. **การลดฝุ่นจากการก่อสร้างอาคารและถนนในเขตเมืองพิษณุโลก.** รายงานวิจัย. ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พงษ์เศวต สุวรรณธานี. 2545. **การจำแนกสัดส่วนแหล่งกำเนิดของอนุภาคมลสารรวมทั้งหมดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัฒนา มูลพฤกษ์. 2546. **อนามัยสิ่งแวดล้อม**. บริษัท ซิกม่า ดีไซน์ กราฟฟิก จำกัด, กรุงเทพฯ.

รังสรรค์ อาภาคัพภะกุล. 2547. **อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล และธีระ เกรอต. 2543. **มลภาวะอากาศ**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วิชา นิยม. 2535. **อุทกวิทยาป่าไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิฑูรย์ อภิสิทธิ์ภูวกุล. 2544. **ทางเลือกในการทำความสะอาดถนนเพื่อลดฝุ่นฟุ้งปลิว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548. **รายงานผลโครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ระยะดำเนินการ) ของระบบขนส่งมวลชนกรุงเทมหานคร.** กรุงเทพฯ. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

ศิริวรรณ แก้วงาม. 2543. **สัณฐานและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ เลิศพุฒิพิศุทธิ์. 2547. **การกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 และ 10 ไมครอนบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมพร ไชยจรัส และเกษม จันทร์แก้ว. 2522. **การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินป่าดิบเขา ดอยปุย เชียงใหม่**. การวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า เล่มที่ 15 ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุกานดา แก้วอำไพ. 2549. **ผลของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานครต่อความเข้มข้นของออกไซด์ของไนโตรเจน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรัตน์ บัวเลิศ. 2536. **การประยุกต์เทคนิคทางคอมพิวเตอร์ในวิธีเพนแมนดัดแปลงเพื่อการประมาณการคายระเหยน้ำสูงสุดบริเวณอำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Arya S.P. 2001. **Introduction to micrometeorology**. 2nd ed. Academic Press, New York.

Bach W. 1972. **Atmospheric pollution**. McGraw-Hill, New York.

Bin Hu, D. Freihaut, W. Bahnfleth, A.S. Gomes and B. Thran. 2004. **Literature Review and Parametric Study: Indoor Particle Resuspension by Human Activity**. The Pennsylvania State University, USA.

Bouble W.R., L.D. Fox, D.B. Turner and A.C. Sterm. 1994. **Fundamentals of air pollution**. 3rd ed. Academic Press, London.

Chan L.Y. and W.S. Kwok. 2000. Vertical dispersion of suspended particulates in urban area of Hongkong. **Atmospheric Environment** 34: 4403-4412.

Cirillo M.C. and A.A. Poli. 1992. An intercomparison of semiempirical diffusion model under low wind speed, stable condition. **Atmospheric Environment** 26A: 765-774.

Deaves D.M. and I.G. Lines. 1998. The nature and frequency of low wind speed conditions. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics** 73: 1-29.

Godish T. 2003. **Air Quality**. 4th ed. Lewis, New York.

Harrison RM. 1996. **Pollution: Causes, effects and control**. 3rd ed. Hartnolls, United Kingdom.

Harrop D.O. 2002. **Air Quality Assessment and Management**. Spon Presss, New York.

Hinds, W.C. 1982. **Aerosol Technology - Properties, Behavior, and Measurement of Airborne 34 Particles**. John Wiley & Sons, New York.

Jacobson Z.M. 1999. **Fundamentals of atmospheric modeling**. Cambridge University Press, USA.

Kuhns H, Etyemezian V, Green M, Hendrickson K, McGown M, Barton K, Pitchford M. 2003. Vehicle-based road dust emission measurement - Part II: Effect of precipitation, wintertime road sanding, and street sweepers on inferred PM10 emission potentials from paved and unpaved roads. **Atmos Environ** 37: 4573-4582.

Manoli E., D. Voutsa and C. Samara. 2002. Chemical characterization and source identification/apportionment of fine and coarse air particles in Thessaloniki, Greece. **Atmos Environ** 36:949-961.

Namdeo A.K., J.J. Colls, C.J. Baker. 1999. Dispersion and re-suspension of fine and coarse particulate in an particulates in an urban street canyon. **The Science of the Total Environment** 235: 1-13.

Richard J. S. 1976. **Dust Control at a Transfer Point Using Foam And Water Sprays.** US. Department of The Interior, Bureau of Mine. Illustrate. :1-12.

Tiitanen P., K.L. Timonen, J.J. Ruskanen, A. Mirme and J. Pekkanen. 1999. Fine particulate air pollution, Resuspended road dust and respiratory health among symptomatic children. **European Respiratory Journal** 13:266-273.

Tunner D.B. 1994. Workbook of atmospheric dispersion estimate: an introduction of dispersion modeling. Lewis Publishers. Cited in Surat Bualert. 2001. **Development and application of an advanced Gaussian urban air quality model**. Doctoral Dissertation, University of Hertfordshire, United Kingdom.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 31 มกราคม–9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
31 ม.ค. 2550	5.00-8.00 น.	301	282	251	325	161	338
	8.00-11.00 น.	195	180	150	281	108	234
	11.00-14.00 น.	174	200	143	210	91	216
	14.00-17.00 น.	194	256	170	248	115	208
	17.00-20.00 น.	240	276	400	281	321	340
	20.00-24.00 น.	244	301	296	267	281	281
1 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	181	201	217	226	182	224
	5.00-8.00 น.	278	287	236	262	154	328
	8.00-11.00 น.	195	295	174	282	119	267
	11.00-14.00 น.	140	198	133	198	92	211
	14.00-17.00 น.	155	231	121	215	89	164
	17.00-20.00 น.	159	247	177	274	143	233
	20.00-24.00 น.	257	294	278	290	249	302
2 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	135	144	138	141	130	197
	5.00-8.00 น.	264	311	213	334	166	310
	8.00-11.00 น.	222	250	194	250	149	246
	11.00-14.00 น.	200	215	178	271	142	250
	14.00-17.00 น.	210	373	179	307	136	234
	17.00-20.00 น.	270	302	351	472	238	302
	20.00-24.00 น.	308	333	183	332	321	323
3 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	219	200	224	224	207	219
	5.00-8.00 น.	299	271	266	325	168	391
	8.00-11.00 น.	241	272	243	312	174	257
	11.00-14.00 น.	213	216	234	288	146	251
	14.00-17.00 น.	226	156	237	334	136	313
	17.00-20.00 น.	325	279	367	387	271	347

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
	20.00-24.00 น.	307	278	393	289	300	295
4 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	208	209	279	244	236	224
	5.00-8.00 น.	392	530	492	302	409	381
	8.00-11.00 น.	385	402	505	428	380	436
	11.00-14.00 น.	341	339	333	387	250	418
	14.00-17.00 น.	229	251	158	248	152	258
	17.00-20.00 น.	323	303	425	360	331	358
	20.00-24.00 น.	317	272	376	287	304	330
5 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	265	282	310	297	268	273
	5.00-8.00 น.	404	418	593	465	481	515
	8.00-11.00 น.	401	405	514	520	443	491
	11.00-14.00 น.	234	314	223	387	204	372
	14.00-17.00 น.	246	254	147	268	138	292
	17.00-20.00 น	239	332	330	386	282	125
	20.00-24.00 น.	296	337	390	351	323	366
6 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	245	266	326	219	248	251
	5.00-8.00 น.	403	221	530	500	288	429
	8.00-11.00 น.	329	428	357	552	278	429
	11.00-14.00 น.	302	369	532	499	320	504
	14.00-17.00 น.	341	364	547	474	446	524
	17.00-20.00 น	233	251	422	403	352	392
	20.00-24.00 น.	129	177	232	251	182	213
7 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	120	93	121	126	102	137
	5.00-8.00 น.	237	231	233	374	154	335
	8.00-11.00 น.	245	274	287	398	196	318
	11.00-14.00 น.	299	236	269	331	210	286
	14.00-17.00 น.	386	191	271	355	218	283

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6
	17.00-20.00 น.	236	331	298	334	242	273
	20.00-24.00 น.	181	169	206	169	168	175
8 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	86	75	120	67	91	105
	5.00-8.00 น.	201	263	230	310	190	288
	8.00-11.00 น.	218	261	242	367	167	338
	11.00-14.00 น.	251	301	287	349	211	294
	14.00-17.00 น.	256	264	363	352	320	360
	17.00-20.00 น.	219	225	410	321	312	357
	20.00-24.00 น.	160	189	230	208	207	222
9 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	81	96	114	108	106	103

หมายเหตุ จุดที่ 1 คือ บริเวณทางเท้าด้านนอกสถานีรถไฟฟ้า
จุดที่ 2 คือ บริเวณเกาะกลางถนนด้านนอกสถานีรถไฟฟ้า
จุดที่ 3 คือ บริเวณทางเท้าที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้า
จุดที่ 4 คือ บริเวณเกาะกลางถนนที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้า
จุดที่ 5 คือ บริเวณทางเท้าที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้า
จุดที่ 6 คือ บริเวณเกาะกลางถนนที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 2 ทิศทางลมและลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณนอกสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 31 มกราคม-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ทิศทางลม	ความเร็วลม (m/s)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (mb)
31 ม.ค. 2550	5.00-8.00 น.	NE	0.3	56.5	21.6	14.6
	8.00-11.00 น.	NE	0.4	44.5	24.6	13.8
	11.00-14.00 น.	NE	0.9	36.0	27.7	13.4
	14.00-17.00 น.	NE-Tur	0.7	32.6	29.5	13.5
	17.00-20.00 น.	SW	1.2	37.4	28.0	14.2
	20.00-24.00 น.	SW	1.0	44.4	25.9	14.8
1 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	NE-Tur	0.1	56.1	22.6	15.4
	5.00-8.00 น.	NE	0.3	59.4	21.6	15.3
	8.00-11.00 น.	NE	0.5	41.5	25.0	13.2
	11.00-14.00 น.	NE	0.9	33.7	27.8	12.6
	14.00-17.00 น.	NE	0.7	31.4	29.5	13.0
	17.00-20.00 น.	NE-Tur	0.3	32.4	28.7	12.8
	20.00-24.00 น.	NE-Tur	0.7	40.8	25.9	13.6
2 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	NE	0.3	44.5	22.9	12.4
	5.00-8.00 น.	NE-Tur	0.1	51.8	20.9	12.8
	8.00-11.00 น.	NE	0.7	42.7	23.4	12.3
	11.00-14.00 น.	NE	0.9	35.1	27.3	12.7
	14.00-17.00 น.	NE	0.9	31.9	29.2	12.9
	17.00-20.00 น.	NE-Tur	0.7	36.3	27.9	13.6
	20.00-24.00 น.	SW	1.1	44.7	25.4	14.5
3 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	NE-Tur	0.5	49.3	23.0	13.8
	5.00-8.00 น.	NE	0.6	56.6	21.0	14.1
	8.00-11.00 น.	NE Tur	0.3	45.9	23.7	13.5
	11.00-14.00 น.	NE	0.4	35.2	27.6	13.0
	14.00-17.00 น.	NE	1.0	32.2	29.0	12.9

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ทิศทางลม	ความเร็วลม (m/s)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (mb)
	17.00-20.00 น.	NE Tur	1.1	36.2	27.9	13.6
	20.00-24.00 น.	SW	1.2	45.1	25.5	14.7
4 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	SW	0.7	51.9	22.6	14.2
	5.00-8.00 น.	SW	0.8	61.9	21.0	15.4
	8.00-11.00 น.	SW Tur	1.1	52.8	23.3	15.1
	11.00-14.00 น.	NE Tur	1.0	31.8	29.1	12.8
	14.00-17.00 น.	NE	0.7	23.5	31.5	10.8
	17.00-20.00 น.	SW Tur	0.9	31.7	29.4	13.0
	20.00-24.00 น.	SW	1.1	46.0	26.3	15.7
5 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	SW Tur	0.4	56.7	23.6	16.5
	5.00-8.00 น.	SW Tur	1.2	61.5	22.7	17.0
	8.00-11.00 น.	SW Tur	1.2	49.5	25.7	16.3
	11.00-14.00 น.	NE Tur	0.7	29.1	31.3	13.3
	14.00-17.00 น.	NE Tur	0.3	22.3	33.1	11.3
	17.00-20.00 น.	NE Tur	0.6	29.4	31.1	13.3
	20.00-24.00 น.	SW Tur	0.9	51.1	27.6	18.9
6 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	SW Tur	0.2	69.1	24.9	21.8
	5.00-8.00 น.	NE	0.3	76.5	23.3	21.9
	8.00-11.00 น.	NE Tur	0.3	62.9	26.6	21.9
	11.00-14.00 น.	SW	1.3	44.8	30.7	19.8
	14.00-17.00 น.	SW	1.7	48.9	30.4	21.2
	17.00-20.00 น.	SW	1.0	53.9	29.3	22.0
	20.00-24.00 น.	SW	0.9	66.3	27.5	24.4
7 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	NE Tur	0.1	76.5	25.9	25.6
	5.00-8.00 น.	NE	0.3	79.3	25.4	25.7

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ทิศทางลม	ความเร็วลม (m/s)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (mb)
	8.00-11.00 น.	NE Tur	0.3	67.6	28.0	25.5
	11.00-14.00 น.	NE Tur	1.3	53.0	30.9	23.7
	14.00-17.00 น.	NE Tur	1.0	47.3	32.1	22.6
	17.00-20.00 น.	SW	1.0	58.0	29.6	24.0
	20.00-24.00 น.	SW	0.9	70.8	27.8	26.4
8 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	SW	0.1	77.5	26.4	26.7
	5.00-8.00 น.	NE Tur	0.5	80.2	26.3	27.4
	8.00-11.00 น.	NE Tur	0.5	69.1	28.6	27.0
	11.00-14.00 น.	NE Tur	1.0	52.9	31.3	24.2
	14.00-17.00 น.	SW	1.6	56.4	31.1	25.5
	17.00-20.00 น.	SW	0.9	57.9	30.1	24.7
	20.00-24.00 น.	SW	1.3	64.5	28.4	25.0
9 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	SW	0.2	76.4	26.7	26.8

หมายเหตุ Tur คือ ทิศทางลมในลักษณะปั่นป่วน (Turbulent)

ตารางผนวกที่ 3 ข้อมูลปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคม-9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ความเร็วลม (m/s)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)		ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (mb)	
		จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6
31 ม.ค. 2550	5.00-8.00 น.	2.9	0.9	53.4	51.4	21.7	22.1	13.8	13.7
	8.00-11.00 น.	4.1	1.0	38.3	40.2	22.7	24.3	10.6	12.2
	11.00-14.00 น.	3.8	1.0	32.4	31.3	27.4	27.2	11.8	11.3
	14.00-17.00 น.	3.3	0.8	29.8	26.3	28.7	28.8	11.7	10.4
	17.00-20.00 น.	3.2	0.8	35.1	31.9	27.3	27.8	12.7	11.9
	20.00-24.00 น.	2.1	0.8	36.4	39.7	23.7	25.6	10.7	13.0
1 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.7	0.6	49.6	22.9	23.0	22.9	14.0	6.4
	5.00-8.00 น.	3.7	0.8	54.1	53.1	22.1	22.3	14.3	14.3
	8.00-11.00 น.	3.4	0.9	38.1	36.5	24.7	24.9	11.8	11.5
	11.00-14.00 น.	4.9	1.1	27.5	28.5	24.8	27.1	8.6	10.2
	14.00-17.00 น.	3.9	0.9	28.6	25.2	28.6	28.6	11.2	9.9
	17.00-20.00 น.	2.7	0.7	29.6	24.9	28.1	28.3	11.2	9.6
	20.00-24.00 น.	3.0	0.7	35.0	34.7	26.1	26.2	11.8	11.8
2 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.9	0.6	38.5	38.4	23.2	23.1	10.9	10.8
	5.00-8.00 น.	3.4	0.9	48.4	46.1	20.9	21.3	12.0	11.7
	8.00-11.00 น.	4.9	0.9	38.5	37.8	23.2	23.4	11.0	10.9
	11.00-14.00 น.	4.1	0.9	31.6	30.0	27.0	30.0	11.3	12.7
	14.00-17.00 น.	4.2	0.8	28.8	25.2	28.5	28.5	11.2	9.8
	17.00-20.00 น.	2.6	0.7	33.8	31.3	27.2	27.4	12.2	11.4
	20.00-24.00 น.	3.0	0.7	39.9	40.1	25.3	25.1	12.8	12.8
3 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.6	0.6	43.0	43.1	23.5	23.3	12.4	12.3
	5.00-8.00 น.	3.6	0.9	50.6	50.2	21.7	21.7	13.1	13.0
	8.00-11.00 น.	3.7	0.8	41.0	40.1	23.8	23.9	12.1	11.9
	11.00-14.00 น.	3.0	0.8	31.5	30.0	27.2	27.2	11.3	10.8
	14.00-17.00 น.	4.1	0.9	28.9	25.5	28.4	28.4	11.1	9.9

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ความเร็วลม (m/s)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		อุณหภูมิ (°C)		ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (mb)	
		จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6
	17.00-20.00 น.	3.1	0.9	31.1	30.5	27.9	27.7	11.7	11.3
	20.00-24.00 น.	3.0	0.8	41.3	40.5	24.6	25.1	12.8	12.9
4 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.4	0.6	46.3	46.9	22.8	22.6	12.8	12.8
	5.00-8.00 น.	3.3	0.8	59.0	59.3	20.7	21.0	14.4	14.7
	8.00-11.00 น.	4.0	1.0	49.0	49.0	23.1	23.3	13.9	14.0
	11.00-14.00 น.	3.9	0.9	28.5	25.0	28.6	28.5	11.2	9.7
	14.00-17.00 น.	3.6	0.8	19.5	9.5	30.8	30.8	8.7	4.2
	17.00-20.00 น.	3.9	1.1	26.9	22.2	29.3	29.3	11.0	9.0
	20.00-24.00 น.	3.3	0.8	40.3	40.3	26.4	26.3	13.9	13.8
5 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.3	0.6	50.7	50.3	23.9	23.9	15.0	14.9
	5.00-8.00 น.	3.2	0.9	56.5	56.6	22.8	22.9	15.7	15.8
	8.00-11.00 น.	4.0	1.0	45.0	44.8	25.7	25.8	14.8	14.9
	11.00-14.00 น.	2.7	0.8	25.1	18.8	31.2	31.1	11.4	8.5
	14.00-17.00 น.	2.8	0.8	17.7	9.5	32.6	32.5	8.7	4.6
	17.00-20.00 น.	3.2	0.9	25.8	19.3	31.0	30.9	11.6	8.6
	20.00-24.00 น.	3.7	1.0	44.2	45.0	28.1	27.9	16.8	16.9
6 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.2	0.6	59.9	65.5	24.0	25.2	17.8	21.0
	5.00-8.00 น.	3.8	0.9	70.0	72.2	24.0	24.2	20.9	21.8
	8.00-11.00 น.	3.2	0.8	56.3	57.8	27.2	27.2	20.3	20.8
	11.00-14.00 น.	3.0	1.1	39.1	40.0	30.7	30.6	17.3	17.6
	14.00-17.00 น.	4.6	1.5	43.0	43.5	30.4	30.4	18.7	18.9
	17.00-20.00 น.	3.5	1.2	44.6	48.5	27.9	29.5	16.8	20.0
	20.00-24.00 น.	3.3	1.2	59.2	62.2	28.0	27.8	22.4	23.2
7 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.8	0.7	68.7	73.0	26.7	26.5	24.0	25.3
	5.00-8.00 น.	3.9	0.8	72.5	75.8	26.0	26.2	24.3	25.8

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	ความเร็วลม (m/s)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		อุณหภูมิ (^{o}C)		ความชื้นในอากาศที่มีอยู่จริง (mb)	
		จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6	จุดที่ 4	จุดที่ 6
	8.00-11.00 น.	3.5	1.0	61.1	63.3	28.3	28.4	23.6	24.1
	11.00-14.00 น.	3.7	1.2	46.6	48.1	31.0	30.9	20.9	21.5
	14.00-17.00 น.	3.5	1.1	41.9	42.7	31.9	31.9	19.8	20.2
	17.00-20.00 น.	3.4	1.1	51.7	52.8	29.9	29.8	21.9	22.1
	20.00-24.00 น.	2.6	1.0	63.1	66.6	28.4	28.1	24.4	25.3
8 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.6	0.7	69.0	74.3	27.2	27.0	24.9	26.5
	5.00-8.00 น.	2.6	0.7	73.0	76.2	27.0	27.2	25.9	27.5
	8.00-11.00 น.	3.7	0.8	62.5	65.2	29.0	29.0	25.1	26.1
	11.00-14.00 น.	3.7	1.0	46.7	48.1	31.3	31.2	21.3	21.9
	14.00-17.00 น.	4.8	1.2	50.3	51.8	31.0	31.0	22.6	23.3
	17.00-20.00 น.	3.1	1.3	51.5	52.5	30.3	30.3	22.2	22.7
	20.00-24.00 น.	4.1	1.2	57.8	60.4	28.6	28.5	22.7	23.5
9 ก.พ. 2550	24.00-5.00 น.	2.5	0.7	68.8	73.7	27.3	27.1	25.0	26.4

หมายเหตุ จุดที่ 4 คือ บริเวณที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้า
จุดที่ 6 คือ บริเวณที่ไม่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้า

ตารางผนวกที่ 4 น้ำหนักฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณเกาะกลางถนนที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 3-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	น้ำหนักฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณเกาะกลางถนนที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง (กรัม)	
		เครื่องเก็บตัวอย่าง P4	เครื่องเก็บตัวอย่าง RSP
3 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	0.0598	0.0382
	8.00-11.00 น.	0.0593	0.0487
	11.00-14.00 น.	0.0554	0.0272
	14.00-17.00 น.	0.0617	0.0308
	17.00-20.00 น.	0.0772	0.0418
4 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	0.0615	0.0361
	8.00-11.00 น.	0.0800	0.0396
	11.00-14.00 น.	0.0746	0.0330
	14.00-17.00 น.	0.0491	0.0211
	17.00-20.00 น	0.0693	0.0297
5 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	0.0895	0.0473
	8.00-11.00 น.	0.1002	0.0426
	11.00-14.00 น.	0.0723	0.0343
	14.00-17.00 น.	0.0531	0.0216
	17.00-20.00 น.	0.0721	0.0341
6 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	0.0807	0.0527
	8.00-11.00 น.	0.1063	0.0463
	11.00-14.00 น.	0.0983	0.0478
	14.00-17.00 น.	0.0912	0.0407
	17.00-20.00 น.	0.0853	0.0365

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลา	น้ำหนักฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณเกาะกลางถนน ที่ฉีดละอองน้ำแรงดันสูง (กรัม)	
		เครื่องเก็บตัวอย่าง P4	เครื่องเก็บตัวอย่าง RSP
7 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	0.0707	0.0326
	8.00-11.00 น.	0.0698	0.0447
	11.00-14.00 น.	0.0674	0.0367
	14.00-17.00 น.	0.0664	0.0374
	17.00-20.00 น.	0.0625	0.0347
8 ก.พ. 2550	5.00-8.00 น.	0.0605	0.0282
	8.00-11.00 น.	0.0698	0.0334
	11.00-14.00 น.	0.0619	0.0309
	14.00-17.00 น.	0.0625	0.0361
	17.00-20.00 น.	0.0654	0.0326

ประวัติการศึกษา

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวจารุวัฒน์ พ่วงสุข
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	จันทบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยศิลปากร