



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

.....
วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

.....
วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของอุตุนิยมวิทยาที่มีต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร
ตามแนวระดับความสูงในเขตเมือง

The Effects of Meteorological Parameters on PM₁₀ Vertical Profile in Urban Area

นามผู้วิจัย นางสาวชามะเลียง เชาว์ธรรม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(รองศาสตราจารย์ปรีชา ธรรมานนท์, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ บัวเลิศ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

.....
(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของอุตุนิยมวิทยาที่มีต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร
ตามแนวระดับความสูงในเขตเมือง

The Effects of Meteorological Parameters on PM₁₀ Vertical Profile in Urban Area

โดย

นางสาวชัมมะเลียง เชาว์ธรรม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรบัณฑิตสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2552

จ่ามะเลียง เชาว์ธรรม 2552: ผลของอุตุนิยมวิทยาที่มีต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามแนวระดับความสูงในเขตเมือง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ปรีชา ธรรมานนท์, D.Agr. 127 หน้า

งานวิจัยศึกษาผลของอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ตามแนวระดับความสูง สามารถเลือกพื้นที่ศึกษาที่เป็นตัวแทนของเมืองที่มีขนาดแตกต่างกันได้ 3 พื้นที่ ศึกษาคือ พื้นที่ศึกษา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร พื้นที่ศึกษา อ.เมือง จ.เชียงใหม่

ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้น PM_{10} พื้นที่ศึกษา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ชั้นบนมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 46.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชั้นกลางมีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 41.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ผลการตรวจวัดไม่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของ PM_{10} ได้เนื่องจากขณะทำการเก็บตัวอย่างมีฝนตกในช่วงบ่ายค่า และค่าของแต่ละวัน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครพบว่าความเข้มข้น PM_{10} ชั้นล่างมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 118.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชั้นบนมีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 112.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น PM_{10} ในรอบวันแสดงแนวโน้มว่าความเข้มข้น PM_{10} มีค่าสูงในช่วงเวลา 21.00-0.00 นาฬิกา แล้วลดลงจนถึงช่วงเวลา 3.00-6.00 นาฬิกา และความเข้มข้น PM_{10} จะเพิ่มขึ้น ช่วงเวลา 6.00-12.00 นาฬิกาและ 15.00-21.00 นาฬิกาสอดคล้องกับกิจกรรมของเมืองซึ่งเป็นต้นเหตุของการปลดปล่อยฝุ่นละออง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ความเข้มข้น PM_{10} กับระดับความสูงพบว่าแปรผกผันกัน พื้นที่ศึกษา อ.เมือง จ.เชียงใหม่พบว่าความเข้มข้น PM_{10} ชั้นกลางมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 110.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชั้นบนมีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 91.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น PM_{10} ในรอบวันแสดงแนวโน้มว่าความเข้มข้น PM_{10} มีค่าสูงในช่วงเวลา 21.00-0.00 นาฬิกาแล้วลดลงจนถึงเวลา 3.00-6.00 น. และความเข้มข้น PM_{10} จะเพิ่ม 6.00-12.00 นาฬิกา สอดคล้องกับกิจกรรมของเมือง

ความสัมพันธ์ระหว่างอุตุนิยมวิทยาและความเข้มข้น PM_{10} พบว่า พื้นที่ศึกษา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ชั้นล่าง ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้น PM_{10} มีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร ชั้นล่างและชั้นกลางความเร็วลมและความเข้มข้น PM_{10} มีความสัมพันธ์กันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ พื้นที่ศึกษา อ.เมือง จ.เชียงใหม่ อุตุนิยมวิทยาและความเข้มข้น PM_{10} ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้น PM_{10} ทั้ง 3 พื้นที่ที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติแต่มีแนวโน้มแปรผกผันกัน

Chammalieng Choawthum 2009: The Effects of Meteorological Parameters on PM₁₀ Vertical Profile in Urban Area. Master of Science (Environmental Science),
Majer Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor:
Associate Professor Pricha Dammanonth, D.Agr. 127 pages.

The objective was to study the meteorological characteristic effect on PM₁₀ concentration of the urban different heights. There were three study sites which were different urban sites SongKhla Bangkok and ChaingMai.

For the Songkhla the results showed that the maximum and minimum PM₁₀ concentrations were found at the upper height, 46.6 $\mu\text{g m}^{-3}$, and the middle height, 41.3 $\mu\text{g m}^{-3}$, respectively. There are no obvious diurnal cycle because of raining in the afternoon and the evening. For the Bangkok, the maximum and minimum concentrations were found at the lower height, 118.7 $\mu\text{g m}^{-3}$, and the upper height, 112.3 $\mu\text{g m}^{-3}$, respectively. According to the urban activity, the diurnal study showed that PM₁₀ concentration was decreased on 21.00-0.00 to 03.00-06.00 and increased on 06.00-12.00 and 15.00-21.00. The PM₁₀ concentration was decreased by height. For the ChaingMai the maximum and minimum concentrations were found at the middle height, 110.3 $\mu\text{g m}^{-3}$, and the upper height, 91.9 $\mu\text{g m}^{-3}$, respectively. The diurnal study showed that PM₁₀ concentration increased on 21.00-00.00 and decrease on 03.00-06.00. Then, the concentration increased on 06.00-12.00 as the urban activity.

For Songkhla, The PM₁₀ concentration of the lower height was related with RH significantly ($p < 0.05$). For Bangkok, The PM10 concentration of the lower and upper heights were related with wind speed significantly ($p < 0.05$). For ChaingMai, There was no relationship between PM₁₀ concentration and meteorological characteristic significantly. There were no relationship between PM₁₀ concentration and mixing height significantly. However, The PM₁₀ concentration decreased with mixing height.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. ดร.ปรีชา ธรรมานนท์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สุรัตน์ บัวเลิศ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนแก้ไขการตรวจทานทำวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบคุณ ศ.ชำนาญ ฉัตรแก้ว ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิทยาลัยสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ ขอขอบคุณ รศ.อิทธิพล ราศรีเกรียงไกร ที่ปรึกษาหมวดสิ่งแวดล้อมศึกษา ที่ให้กำลังใจและคำแนะนำเมื่อพบปัญหา ขอขอบคุณสมาชิก CAPE ทุกคนที่มีส่วนร่วมในงานวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนๆ นครสวรรค์ เพื่อนๆ เทพสตรี และเพื่อนๆ วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ สำหรับการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ โรงแรมลีการ์เด้น พาย่า โรงแรมโนโวเทล เซนทารา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โรงแรมไบฮอกสุท โรงแรมไบฮอกสกาย กรุงเทพฯ โรงแรมเซนทาราดวงตะวัน โรงแรมอิมพีเรียลแม่ปิ้ง อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บตัวอย่างงานวิจัยครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยกราบขอบคุณครอบครัวชาวธรรม แม่ควร พ่อไชย คุณตา คุณยาย น้าหนู น้าณู น้าปอง ขุ และน้องๆ ที่เป็นกำลังใจและกำลังทุนในการเรียนและการวิจัยครั้งนี้

ช่ามะเถียง ชาวธรรม

มีนาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	17
อุปกรณ์	17
วิธีการ	20
ผลและวิจารณ์	36
สรุปและข้อเสนอแนะ	105
สรุป	105
ข้อเสนอแนะ	106
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	108
ภาคผนวก	112
ภาคผนวก ก ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามแนวระดับความสูง	113
ภาคผนวก ข ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย	117
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	127

สารบัญญัตราง

ตารางที่		หน้า
1	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เฉลี่ย ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ.2551 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	38
2	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	41
3	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	44
4	สภาพการคงตัวของบรรยากาศระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ.2550 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	47
5	สภาพการคงตัวของบรรยากาศระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	50
6	สภาพการคงตัวของบรรยากาศระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	53
7	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร	75
8	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร	82
9	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร	93
10	ลักษณะของชั้นบรรยากาศที่มีต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรบริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	95
11	ลักษณะของชั้นบรรยากาศที่มีต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก1	ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับ ความสูง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	114
ก2	ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับ ความสูงพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	115
ก3	ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับ ความสูงพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	116
ข1	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	118
ข2	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	119
ข3	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	120
ข4	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	121
ข5	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	122
ข6	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	123
ข7	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	124
ข8	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	125
ข9	ข้อมูลอนุสัญญามหาวิทยาลัย ชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	126

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Atmospheric boundary layer	8
2	การเปลี่ยนแปลงระหว่างอุณหภูมิและความสูงในรอบวัน	9
3	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความสูงของลักษณะบรรยากาศที่ไม่คงตัว	11
4	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความสูงของลักษณะบรรยากาศแบบคงตัว	12
5	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความสูงของลักษณะบรรยากาศแบบสะเทิน	13
6	การสะสมตัวของมลสารในภาวะอุณหภูมิผกผัน	14
7	เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร	17
8	เครื่องตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	18
9	วิทยุหึ่งอากาศชั้นบน	18
10	เครื่องชั่งที่มีความความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง	19
11	ตู้ดูดความชื้น	19
12	ภาพแสดงจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	22
13	ภาพแสดงจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	24
14	ภาพแสดงจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	27
15	กระดวยกรองก่อนเก็บตัวอย่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร	28
16	กระดวยกรองหลังเก็บตัวอย่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร	29
17	การตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาบริเวณพื้นผิว	32
18	การตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาบริเวณบรรยากาศชั้นบนด้วยวิทยุหึ่งอากาศ	33
19	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในรอบวัน เฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	37
20	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในรอบวัน เฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	40

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	43
22	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	46
23	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	49
24	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	52
25	การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	55
26	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	56
27	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	57
28	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	58
29	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	59
30	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	60
31	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	61

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	62
33	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร	62
34	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	64
35	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นกลางพื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร	65
36	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	66
37	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นบน พื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร	67
38	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	68
39	การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	69
40	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	70
41	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	71

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
42	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	72
43	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	73
44	การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นบน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	74
45	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	75
46	การเปลี่ยนแปลงรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	76
47	การเปลี่ยนแปลงรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	79
48	การเปลี่ยนแปลงรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	81
49	การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	83
50	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	84
51	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	85
52	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	86
53	การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	87

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
54	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	87
55	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	88
56	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	89
57	การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	90
58	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	91
59	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	92
60	ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	93
61	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	96
62	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	97
63	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	98
64	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรทุกระดับชั้น พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร	99
65	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	101
66	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	102

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
67	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	103
68	ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรทุกระดับชั้น พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	104

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

PM ₁₀	=	particulate matter 10 micromatter
PM _{2.5}	=	particulate matter 2.5 micromatter
m/s	=	meter per second
µg/m ³	=	microgram per cubic meter
w/m ²	=	watt per square-meter
HY1	=	พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ชั้นล่าง
HY2	=	พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ชั้นกลาง
HY3	=	พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ชั้นบน
BK1	=	พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ชั้นล่าง
BK2	=	พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ชั้นกลาง
BK3	=	พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ชั้นบน
CM1	=	พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ชั้นล่าง
CM2	=	พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ชั้นกลาง
CM3	=	พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ชั้นบน

ผลของอุตุนิยมวิทยาที่มีต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร
ตามแนวระดับความสูงในเขตเมือง

**The Effects of Meteorological Parameters on PM₁₀ Vertical Profile
in Urban Area**

คำนำ

ปัญหาฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐานพบมากขึ้นในหลายพื้นที่ เช่น จังหวัดสงขลาพบปริมาณ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด 88 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เนื่องจากได้รับผลกระทบจากสถานการณ์หมอกควันจากไฟป่าบริเวณเกาะสุมาตรา ประเทศ อินโดนีเซียซึ่งเกิดขึ้นติดต่อกันหลายวัน บริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมีการตรวจพบปริมาณ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงสุด 225 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินจากค่ามาตรฐานคือไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สาเหตุที่เกิดฝุ่นละอองบริเวณ ภาคเหนือคือ เกิดไฟป่าจากการลักลอบเผาพื้นที่ป่าและพื้นที่การเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก และกิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ปัจจัยคือ ชั้นบรรยากาศตามระดับความสูง ลักษณะอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดิน พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ของ มนุษย์แตกต่างกันก็จะมีผลต่อ ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในบรรยากาศ การศึกษาผลครั้งนี้เพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของความ เข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุตุนิยมกับความ เข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูงในเขตเมือง และวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงผสมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในแต่ละช่วงเวลา ผลจากการศึกษาจะเป็นองค์ความรู้ขั้นพื้นฐานของปัจจัยที่ทำให้เกิดการ เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูง สามารถ นำผลการศึกษามาพัฒนาแบบจำลองในการเตือนภัยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูงจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการ มลภาวะทางอากาศที่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับพื้นที่ ระดับภูมิภาค และระดับโลกต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูงในเขตเมือง
2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมวิธานกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับความสูงในเขตเมือง
3. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับความสูงแต่ละช่วงเวลาในเขตเมือง

การตรวจเอกสาร

ฝุ่นละอองในอากาศ

ฝุ่นละอองเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ ฝุ่นละอองมีอยู่ในบรรยากาศมีขนาดตั้งแต่ 0.02 ไมโครเมตร ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร โดยฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก เนื่องจากมีความเร็วในการตกสะสมต่ำ และจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้นหากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น ในขณะที่ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่อาจจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กโดยเฉพาะเล็กกว่า 0.5 ไมโครเมตร อาจจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี ทั้งนี้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะการรวมตัวของฝุ่นละออง เช่น ควีน (Smoke) ฟูม (Fume) หมอกน้ำค้าง (Mist) เป็นต้น (สุริลา และคณะ, 2544)

ความหมายของฝุ่นละออง

อนุภาคมลสาร (Particulate matter) หมายถึง สารทุกชนิดไม่ว่าจะอยู่ในรูปของแข็งหรือของเหลวกเว้นไอน้ำ ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ ณ อุณหภูมิและความดันปกติ (อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ) อาจมีขนาดตั้งแต่ 0.1 ไมโครเมตร จนถึง 200 ไมโครเมตร (นิตยา, 2533)

ฝุ่นละออง (Dusts) หมายถึง สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ อาจเกิดจากธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์ โดยขนาดของฝุ่นละอองมีตั้งแต่ขนาดไมโครเมตรจนถึงขนาดมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น ฝุ่นดิน เกสรดอกไม้ เป็นต้น (นิตยา, 2533)

แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

อนุภาคฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปอาจเกิดแหล่งกำเนิดโดยตรงแล้วแพร่กระจายสู่บรรยากาศ หรือเกิดจากปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยา

ทางฟิสิกส์ ปฏิกิริยาเคมีหรือปฏิกิริยาแสง (Photochemical reaction) ทำให้เกิดเป็นอนุภาคขึ้น (สุธีลา, 2544) โดยธรรมชาติของอนุภาคหยาบและอนุภาคละเอียดจะมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน

1. แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural particle) เช่น อาจเกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติทำให้เกิดฝุ่นขึ้น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นจากเกลือทะเลหรือภูเขาไฟ เป็นต้น หรืออาจเกิดจากปฏิกิริยาแสงของก๊าซ (Photochemical gas reactions) ซึ่งเกิดระหว่างโอโซนในธรรมชาติ และสารไฮโดรคาร์บอน เป็นผลทำให้เกิดอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก

2. แหล่งกำเนิดจากกิจกรรมมนุษย์ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.1 แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Source) ได้แก่ ยานพาหนะประเภทต่างๆ ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ ตัวอย่างแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ ยานพาหนะทางบกได้แก่ รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล โดยระบายฝุ่นละอองสู่บรรยากาศในรูปของควันดำซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนจำนวนมาก ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์และรถจักรยานยนต์สองจังหวะซึ่งระบายฝุ่นละอองออกสู่บรรยากาศในรูปของควันขาวที่เป็นละอองไอน้ำมันหล่อลื่น รถบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้าง เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างทุกประเภท โดยเฉพาะการบรรทุกและขนส่งดินทรายที่ไม่มีการปกคลุมส่วนที่บรรทุกให้มิดชิด หรือล้อรถที่มีดินทรายเกาะติดอยู่ตกหล่นลงสู่ถนนตลอดทางที่วิ่งไป ทำให้ฝุ่นละอองเกิดฟุ้งกระจายไปในบรรยากาศ

2.2 แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary sources) ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ โรงไฟฟ้า เตาหลอมตามบ้านเรือนและการเผาขยะมูลฝอย เป็นต้น ตัวอย่างแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ ได้แก่

2.2.1 การก่อสร้างและการรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างอาคาร ถนน ระบบขนส่งมวลชนและระบบสาธารณูปโภคต่างๆ โดยการก่อสร้างหลายประเภทมักมีการเปิดหน้าดินก่อนซึ่งจะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นดินและทราย รวมทั้งการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างด้วย

2.2.2 โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า และสถานประกอบการต่างๆ ซึ่งการเกิดฝุ่นละอองจะเกิดได้ใน 2 ขั้นตอน คือ

ก. การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ฟืน แกลบ เป็นต้น เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งหากเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีการกำจัดอย่างถูกต้องจะก่อให้เกิดก๊าซและฝุ่นละอองลอยปะปนในบรรยากาศ ตัวอย่างเช่น ฝุ่นละออง (fly ash) จากโรงไฟฟ้า เป็นต้น

ข. กระบวนการผลิต ได้แก่ โรงงานที่ผลิตโลหะต่างๆ เช่น โรงงานผลิตตะกั่ว สังกะสี อลูมิเนียม ทองแดง ซึ่งจะเกิดก๊าซ ไอควัน และฝุ่นละออง รวมทั้งการทำเหมืองแร่ที่มีการผลิต 5 ขั้นตอนใหญ่ซึ่ง ได้แก่ การขุดเจาะหรือการระเบิดการขนส่ง การเก็บการบดย่อย การแยกแร่ และการทำให้แห้ง โดยในแต่ละขั้นตอนล้วนทำให้เกิดฝุ่นละอองและอนุภาคขนาดเล็กของธาตุนั้นๆ เช่น การฟุ้งกระจายของฝุ่นตะกั่วในบรรยากาศขณะบดย่อยทำให้แห้งจากการแยกแร่ด้วยวิธีเปียกโดยใช้น้ำฉีดซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซและฝุ่นละอองออกมา เป็นต้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิน 10 ไมโครเมตร

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศจะขึ้นอยู่กับปริมาณของอากาศที่สะอาดและศักยภาพของแหล่งที่กำเนิด โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองอาจมีความผันแปรและขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ ซึ่งความเข้มข้นของฝุ่นละอองอาจมีค่าน้อยกว่า 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเขตห่างไกลชุมชน และมีค่าน้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเขตชุมชนหนาแน่น (Schroeder *et al*, 1987) และจากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในเขตชุมชนเมืองสูงกว่าเขตชนบท (Choularton *et al*, 1982)

ระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในบรรยากาศสามารถผันแปรตามฤดูกาลต่างๆ ได้ อันเนื่องจากสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ทิศทางลม โดยพบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยในฤดูหนาวสูงกว่าหน้าฝน (อรุบล, 2541) จากที่กล่าวในข้างต้นแสดงให้เห็นว่ากระบวนการในธรรมชาติที่ปรากฏในบรรยากาศสามารถจะช่วยลดความเข้มข้นของฝุ่นละอองลงได้ เช่นการ การตกของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของฝน เป็นต้น

1. ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูง

1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของบรรยากาศที่ระดับความสูงต่างๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งตามปกติอุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูง และความแตกต่างของอุณหภูมิที่ระดับความสูงต่างๆ จะมีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละออง (วงพันธ์ และคณะ, 2543) โดยในเวลากลางวันแสงอาทิตย์จะทำให้เกิดความปั่นป่วนของมวลอากาศ เป็นผลให้การแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศแพร่กระจายได้เป็นอย่างดี ส่วนในเวลากลางคืนอุณหภูมิลดต่ำลงมากทำให้มวลอากาศนิ่ง ส่งผลให้การแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศแพร่กระจายได้ไม่ดี (นภาพร และคณะ, 2544) ทั้งนี้ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ระดับความสูงต่างๆ จะเป็นตัวบ่งชี้ทางอ้อมว่าอากาศมีความปั่นป่วนมากน้อยเพียงใด และมีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศมากหรือน้อย (นิตยา, 2533)

1.2 ความเร็วและทิศทางลม

ลม คือ อากาศที่เคลื่อนไหวย่นานกับผิวโลก โดยปัจจัยที่มีความสำคัญในการประเมินการแพร่กระจายของฝุ่นละอองคือ ความเร็วและทิศทางลม เนื่องจากฝุ่นละอองจะถูกเจือจางโดยลมที่พัดผ่านแหล่งกำเนิด ซึ่งการเจือจางนี้เกิดจากอากาศที่ไม่มีฝุ่นละอองหรือมีฝุ่นละอองน้อยเคลื่อนที่เข้ามา ทำให้บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองมากมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองลดลง ในขณะที่ทิศทางลมจะมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของฝุ่นละออง และบริเวณที่มลสารกระจายออกไป ซึ่งทิศทางลมจะเป็นตัวกำหนดว่ามลสารจะถูกพัดพาไปในทิศทางไหน เนื่องจากลมมักจะไม่ได้พัดไปในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา และการพัดพาไปในทิศทางต่างๆ มักไม่คงที่ทั้งในชั่วเวลาสั้นๆหรือเป็นเวลานาน ในทางอุทุนิยมวิทยาจะแสดงความเร็วลมและทิศทางลมในรูปของแผนภูมิลมจะแสดงในทิศทางที่มลสารถูกพัดพาไปสู่ทิศทางตรงกันข้าม เช่น ลมที่พัดมาจากทิศทางตะวันออกเฉียงใต้จะพัดฝุ่นละอองไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น (วงษ์พันธ์ และคณะ, 2543)

1.3 รังสีดวงอาทิตย์

ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ ส่งผลให้เกิดความปั่นป่วนของชั้นบรรยากาศ เนื่องมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ต่อพื้นผิวและอากาศที่อยู่ใกล้เคียงจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้กระแสนลมปั่นป่วนในบรรยากาศชั้นล่าง ในขณะที่ช่วงเวลากลางคืนพื้นดินและอากาศที่อยู่ใกล้

พื้นผิวโลกจะมีอุณหภูมิลดลง เนื่องจากพื้นดินเกิดการแผ่รังสีความร้อนกลับสู่บรรยากาศ จึงทำให้อากาศหยุดนิ่งและความปั่นป่วนลดลง

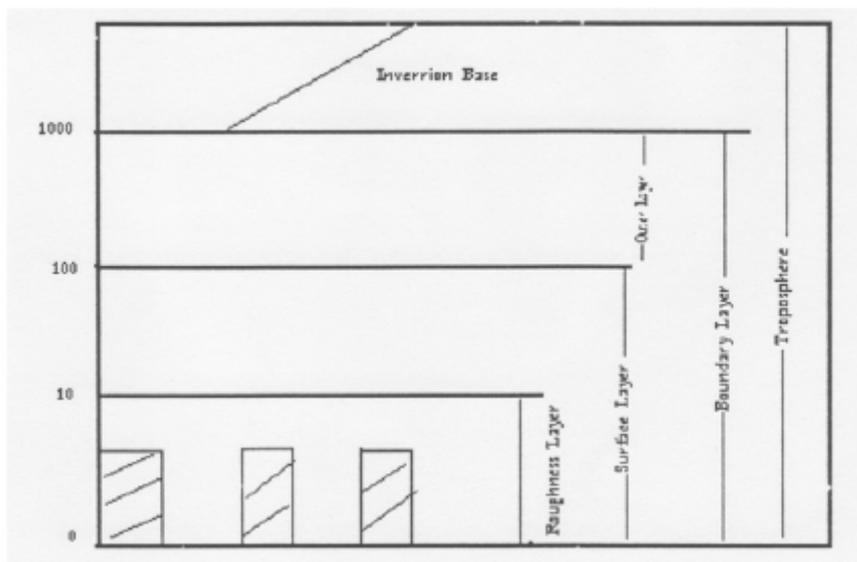
1.4 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองในบรรยากาศ เช่น น้ำฝนที่ตกลงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มากจะช่วยชะล้างมลสารในบรรยากาศทั้งที่เป็นแก๊สและฝุ่นละอองลงมาพื้นดิน และจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาอย่างสม่ำเสมอ 1 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และใช้เวลาตกเพียง 15 นาทีจะสามารถชะล้างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในบรรยากาศได้ถึงร้อยละ 28 ของปริมาณฝุ่นละอองทั้งหมด

สรุปได้ว่ากรณีที่ฝุ่นละอองในบรรยากาศมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับสภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่ปรากฏอยู่ในบริเวณนั้นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าทำให้ฝุ่นละอองในบรรยากาศแพร่กระจายออกไปยังบริเวณอื่น จะส่งผลให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองลดลง ซึ่งการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นเป็นกระบวนการเจือจางโดยแลกเปลี่ยนระหว่างฝุ่นละอองกับอากาศ กล่าวคือมวลอากาศปกติมีการเคลื่อนไหว หากมีฝุ่นละอองอยู่ในมวลอากาศดังกล่าวฝุ่นละอองก็จะถูกพัดไปด้วย ในขณะที่เดียวกันมวลอากาศที่ปราศจากฝุ่นละอองจะเข้ามาแทนที่ จะเห็นได้ว่ากระบวนการแพร่กระจายจะทำหน้าที่เจือจางฝุ่นละออง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวไม่ใช่กระบวนการแพร่กระจายแบบทฤษฎี แต่เป็นการแพร่กระจายที่เกิดจากความปั่นป่วนของอากาศรวมทั้งทิศทางลมที่ผันแปรไปก็มีผลต่อการแพร่กระจายด้วย (วิชัย, 2526)

ขอบเขตของชั้นบรรยากาศ

การแบ่งชั้นเขตแดนของบรรยากาศตามอิทธิพลของสิ่งปกคลุมผิวโลกที่มีผลกระทบต่อเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ซึ่งชั้นบรรยากาศของโลกเรียกว่า Atmospheric boundary layer จะอยู่ภายใต้ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ สามารถแบ่งได้ดังนี้ (ภาพ 1)

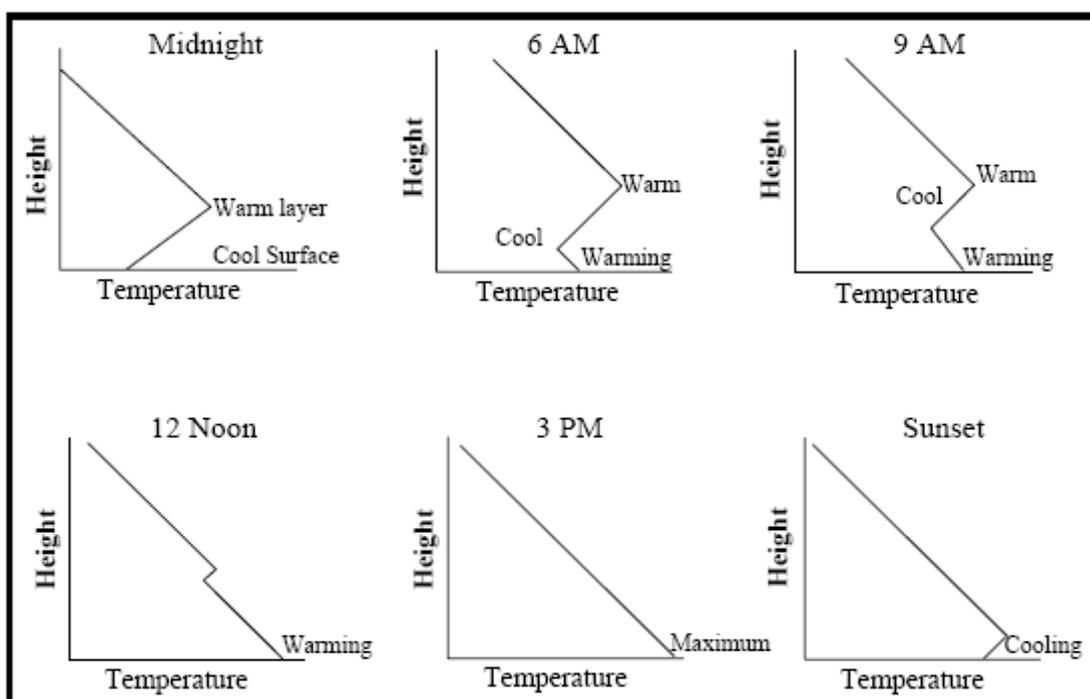


ภาพที่ 1 Atmospheric boundary layer

ที่มา: สุรัตน์ (2547)

1. ชั้น Roughness layer เป็นชั้นที่ได้รับผลมาจากความขรุขระของพื้นผิว โดยในชั้นนี้ จะมีความสูงจากพื้นดินประมาณ 1-10 เมตร การเคลื่อนที่ของมวลอากาศในชั้นนี้จะมีผลมาจากสิ่งกีดขวางที่อยู่บนผิวโลก เช่น สิ่งปลูกสร้างต่างๆ ต้นไม้ เป็นต้น สิ่งกีดขวางเหล่านี้จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของมวลอากาศในแนวระนาบ (advection)
2. ชั้น Surface layer เป็นชั้นที่การเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้รับอิทธิพลมาจากสิ่งกีดขวางทั้งในแนวดิ่งและแนวระนาบ ทำให้เกิดการลอยตัวขึ้นของมวลอากาศ การเคลื่อนที่ของมวลอากาศจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพื้นที่ เช่น พื้นที่เมือง พื้นที่ชนบท
3. ชั้น Urban Boundary Layer ซึ่งเป็นชั้นที่เกิดจากระดับความสูงผสม (Mixing height) ความสูงของชั้นบรรยากาศโลกจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ระดับความร้อนหรือเย็นของพื้นผิว ความเร็วลม ลักษณะภูมิอากาศหรือความขรุขระของพื้นผิว การเคลื่อนที่ของลมในแนวระดับและแนวดิ่ง เป็นต้น

นอกจากปัจจัยที่กล่าวมายังมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน (Diurnal Temperature profiles) คือ ในเวลากลางคืนที่ไม่มีรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ บรรยากาศจะสงบนิ่ง โดยด้านล่างจะเย็นกว่าด้านบน เนื่องจากด้านบนมีการแผ่รังสีความร้อนจากเมฆออกมา ภาวะเช่นนี้ คือการเกิดอุณหภูมิผกผัน เมื่อเริ่มสว่างและมีรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์เช่นในเวลากลางวัน บรรยากาศด้านล่างจะเริ่มร้อนขึ้น ชั้นอุณหภูมิผกผันจึงค่อยๆหายไป และจะกลับมาอีกครั้งเมื่อในเวลากลางคืน (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงระหว่างอุณหภูมิและความสูงในรอบวัน

ที่มา: Clinton (2005)

3.1 ขอบเขตชั้นบรรยากาศในช่วงเวลากลางวัน (Convective boundary layer; CBL)

ในเวลากลางวันได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังพื้นผิวโลก ทำให้พื้นผิวของโลกร้อนขึ้น อุณหภูมิด้านล่างจึงร้อนกว่าด้านบน มวลอากาศร้อนจึงเคลื่อนตัวขึ้นไปในแนวตั้ง แล้วขยายตัวออกตามกระบวนการ Adiabatic process ดังนั้น สิ่งที่มีบทบาทเด่นในช่วงเวลากลางวันคือ ความร้อน (Thermal property) ทำให้ช่วงเวลากลางวันบรรยากาศอยู่ในสภาวะไม่คงตัว

(Unstable condition) ปริมาตรของบรรยากาศในการผสมผสานของมลสารจึงมีมาก เป็นผลทำให้ชั้นของอุณหภูมิผกผันสูงขึ้น ดังนั้นความสูงผสมจึงมีค่ามาก

3.2 ขอบเขตของชั้นบรรยากาศในช่วงเวลากลางคืน (Stable boundary layer; SBL)

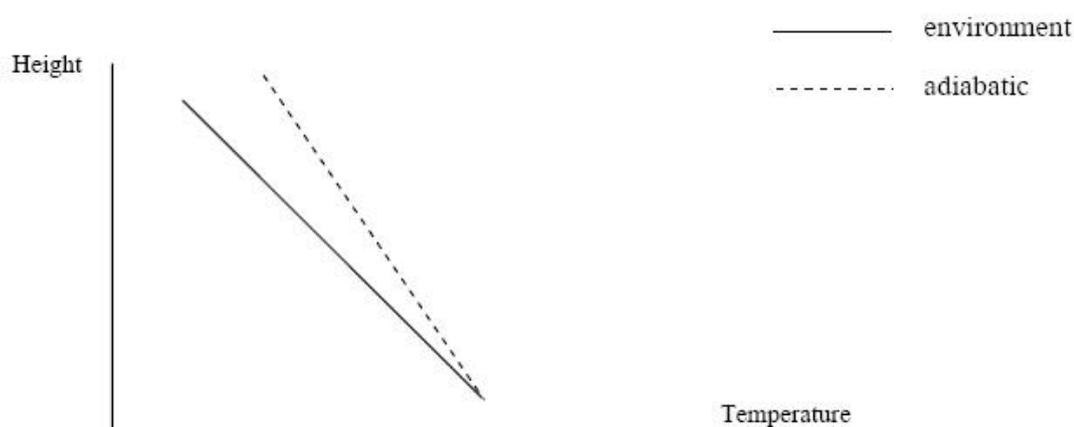
ในเวลากลางคืนความร้อนที่ถูกเก็บสะสมไว้ในพื้นดิน สิ่งปลูกสร้างต่างๆ และก้อนเมฆ จะมีการแผ่รังสีความร้อน (Re-radiation) ออกมาในรูปของรังสีคลื่นยาว แต่อุณหภูมิของพื้นดินมีการคายความร้อนได้ดีกว่า ทำให้อุณหภูมิของพื้นดินจึงลดลงเร็วกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศ และการที่มีเมฆช่วยในการแผ่รังสีความร้อนออกมาทำให้มวลอากาศร้อนเรียงตัวเป็นแนวอยู่ด้านบน เหตุการณ์เช่นนี้ทำให้บรรยากาศอยู่ในสภาพอุณหภูมิผกผัน คือ มวลอากาศไม่มีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง การไหลของมวลอากาศมีน้อยกว่าในช่วงเวลากลางวัน สิ่งที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในช่วงเวลากลางคืนคือ สมบัติทางกายภาพ (Physical property) เช่น ความขรุขระของพื้นผิว (Surface roughness) มีผลทำให้ความเร็วลมลดลง อากาศจึงไม่มีการเคลื่อนที่ เมื่ออากาศนิ่งไม่มีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง จึงทำให้ชั้นอุณหภูมิผกผันต่ำลงมา ระดับความสูงผสมจึงลดลงมาด้วย ทำให้มลสารสะสมตัวมากขึ้นในชั้นของบรรยากาศ

ลักษณะการคงตัวของชั้นบรรยากาศ

การเคลื่อนที่ของมวลอากาศ และผลของการปั่นป่วนที่เกิดขึ้น ทั้งความปั่นป่วนจากความร้อนที่ส่งผลต่อการยกตัวขึ้นของอากาศในแนวดิ่ง และความปั่นป่วนจากทางกายภาพซึ่งเกี่ยวข้องกับ การเคลื่อนที่ในแนวนอน ที่กล่าวมาแล้วนี้ จะเกี่ยวเนื่องถึงลักษณะการคงตัวของบรรยากาศ ซึ่งก็คือกำลังต้านของอากาศที่จะไม่ยอมให้เกิดการเคลื่อนไหวในทางตั้งขึ้นตามอนุภาคต่างๆ ในมวลอากาศนั้น และเป็นความสามารถในการต้านทานการแปรปรวน (Turbulence) ซึ่งแนวโน้มนี้มีผลต่อความสามารถของบรรยากาศที่จะรับเอาฝุ่นละอองได้เพียงใด หากต้องการทราบถึงความสามารถในการกระจายตัวของฝุ่นละอองในอากาศ จำเป็นต้องศึกษาถึงการคงตัวของบรรยากาศที่เกิดขึ้น (Jacobson, 1999) โดยสามารถแบ่งการคงตัวของบรรยากาศออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1. บรรยากาศที่มีลักษณะไม่คงตัว (Unstable)

ลักษณะของอากาศที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นแบบ Superadiabatic Lapse Rate คือการลดลงของอุณหภูมิต่อความสูงจริงจะลดลงเร็วกว่าการลดของ Adiabatic ส่งผลให้มวลอากาศนี้เบากว่ารอบนอก ที่ความกดอากาศเท่ากันแต่อุณหภูมิสูงกว่ามวลอากาศจึงสามารถลอยสูงขึ้น ไปอีก ซึ่งเป็นลักษณะอากาศที่ไม่คงตัว (ภาพที่ 3)

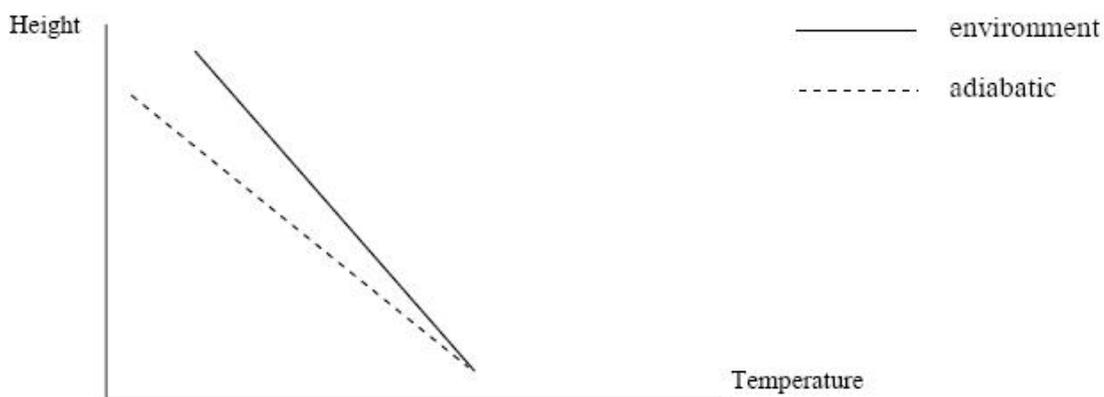


ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความสูงของลักษณะบรรยากาศที่ไม่คงตัว

ที่มา: วงศ์พันธ์ และคณะ (2543)

2. บรรยากาศที่มีลักษณะคงตัว (Stable)

ลักษณะของอากาศแบบ Subadiabatic Lapse Rate คืออัตราการลดลงของอุณหภูมิต่อความสูงจริงจะลดลงช้ากว่าการลดลงของ Adiabatic เมื่อมวลอากาศลอยขึ้นสูงจนถึงจุดๆ หนึ่งมวลอากาศจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอกแต่มีความกดอากาศเท่ากัน ส่งผลให้มวลอากาศหนักกว่าจึงพยายามตกกลับลงไปเป็นลักษณะของอากาศที่มีการคงตัว (ภาพที่ 4)

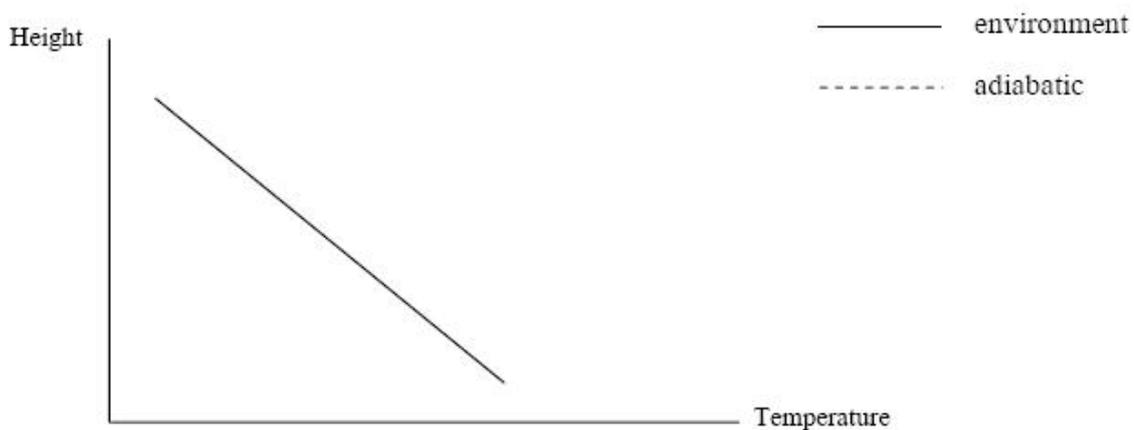


ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความสูงของลักษณะบรรยากาศแบบคงตัว

ที่มา: วงศ์พันธ์ และคณะ (2543)

3. บรรยากาศที่มีลักษณะเสถียร (Neutral)

ลักษณะการลดลงของอุณหภูมิต่อความสูงจริงเท่ากับลักษณะของการเคลื่อนที่ของ adiabatic คืออุณหภูมิลดลงตามความสูง 1 องศาเซลเซียสต่อความสูงที่เพิ่มขึ้น 100 เมตร (ภาพที่ 5)



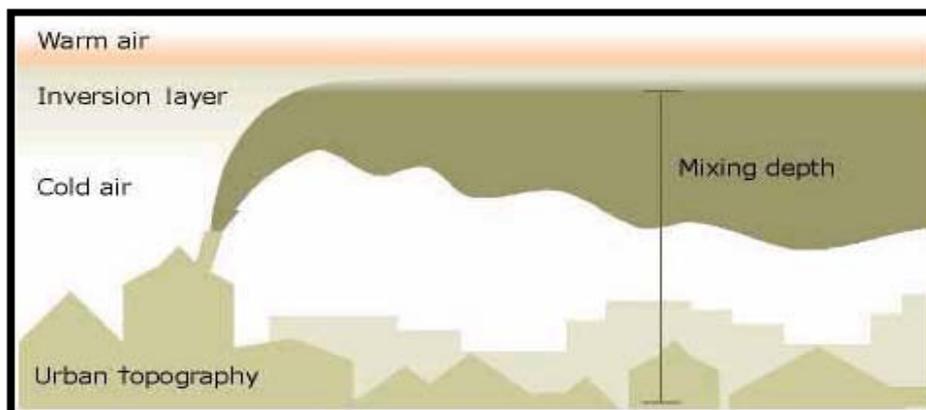
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความสูงของลักษณะบรรยากาศแบบเสถียร

ที่มา: วงศ์พันธ์ และคณะ (2543)

ลักษณะของความคงตัวของบรรยากาศทั้งสามแบบจะเกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยลักษณะความคงตัวของบรรยากาศแบบไม่คงตัว (Unstable) ซึ่งพบได้ในช่วงเวลากลางวัน จะมีสภาวะการแพร่กระจายได้ดีกว่าบรรยากาศที่มีลักษณะแบบเสถียร (Neutral) ที่พบได้ในช่วงเช้าและเย็น และบรรยากาศที่มีลักษณะคงตัว (Stable) ที่พบได้ในเวลากลางคืน ตามลำดับ ซึ่งบรรยากาศที่มีลักษณะคงตัวนั้นนอกจากจะส่งผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในอากาศที่ไม่ดีแล้ว ยังก่อให้เกิดการสะสมให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น อันเป็นเหตุให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนที่อยู่บริเวณดังกล่าวได้

ผลของระดับความสูงผสมต่อการกระจายตัวของมลสาร

ระดับความสูงผสมเป็นผลอันเนื่องมาจากลักษณะของชั้นบรรยากาศแบบอณหภูมิผกผัน กล่าวคือถ้าชั้นอณหภูมิผกผันอยู่ใกล้ผิวโลกมาก จะทำให้ระดับความสูงผสมมีค่าต่ำลงตามไปด้วย ซึ่งแสดงถึงปริมาตรของบรรยากาศที่ให้มลสารเข้าไปผสมและกระจายตัวอยู่ได้ (ภาพที่ 6) ดังนั้นการที่มีลักษณะของชั้นบรรยากาศแบบอณหภูมิผกผันแล้วทำให้ระดับความสูงผสมต่ำลงนี้เอง จึงส่งผลต่อการสะสมของมลสารในบรรยากาศ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับภาวะปกติ การกระจายตัวของมลสารในภาวะปกติจะเกิดขึ้นได้ดี สามารถแพร่กระจายไปยังบริเวณต่างๆ ในชั้นบรรยากาศได้ จึงไม่เกิดการสะสมตัวของมลสาร แต่เมื่อชั้นบรรยากาศมีลักษณะแบบอณหภูมิผกผัน มลสารจะไม่สามารถลอยตัวขึ้นไปในแนวตั้งได้ จึงไม่มีการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ รวมทั้งปริมาตรของบรรยากาศก็มีน้อย ทำให้เกิดการสะสมตัวของมลสารได้มาก จึงสามารถสรุปได้ว่าระดับความสูงผสมที่มีผลอันเนื่องมาจากลักษณะของชั้นบรรยากาศแบบอณหภูมิผกผันสามารถเป็นดัชนีบ่งชี้ปัญหาหมอกพิษได้ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การสะสมตัวของมลสารในภาวะอุณหภูมิผกผัน

ที่มา: Waikato (2007)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วงศ์พันธ์ และคณะ (2543) พบว่ามลสารในอากาศที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแบบจุดและแบบกระจายจะถูกนำไป กระจายไป หรือทำให้เข้มข้นขึ้น โดยสภาวะอากาศ และสภาพสูงต่ำของภูมิประเทศ วัฏจักรของมลสารในอากาศเริ่มต้นด้วยการปล่อยมลสารออกมาตามด้วยการพา และการฟุ้งกระจายผ่านบรรยากาศ แล้วสิ้นสุดลงเมื่อมลสารทับถมบนพืช พื้นดิน ผิวน้ำ และอื่นๆ เมื่อถูกฝนชะออกจากบรรยากาศหรือเมื่อมลสารหลุดออกไปในอวกาศ บางกรณีมลสารที่ทับถมอยู่ อาจถูกลมนำเข้าสู่บรรยากาศได้อีก

Chan *et al.* (2005) ศึกษาลักษณะเฉพาะของโครงร่างในแนวตั้ง และแหล่งกำเนิดของ $PM_{2.5}$, PM_{10} และ กลุ่มคาร์บอน ในเมืองปักกิ่ง ในเดือนสิงหาคมปีพ.ศ.2546 ในการคาดการณ์ล่วงหน้าก่อนที่เมืองปักกิ่งจะเป็นเจ้าภาพในการจัดกีฬาโอลิมปิกในปี พ.ศ.2551 โดยเก็บตัวอย่าง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ที่ระดับความสูง 8, 100, 200 และ 325 เมตรที่จุดในเมืองและชานเมืองของปักกิ่ง ทำการวิเคราะห์คาร์บอนอินทรีย์และธาตุคาร์บอนในตัวอย่างฝุ่น และพบว่าค่า $PM_{2.5}$ มีค่าสูงเกินมาตรฐานของ National Ambient Air Quality Standard of the USA (65 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ถึง 86% และค่า PM_{10} ทุกค่าที่ทำการตรวจวัดทุกระดับความสูง เกินมาตรฐาน Class II National Air Quality Standard of China (150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

Maletto *et al.* (2002) ศึกษาวิธีตรวจวัดการแยกขนาดฝุ่นละอองโดยใช้ Balloon borne light weight particle spectrometer แทนการใช้วิธี Gravimeter sample ใน Lower Fraser Valley, British Columbia ในช่วงฤดูร้อนปี 2001 พื้นที่ศึกษาดังกล่าวเป็นหุบเขาและได้รับอิทธิพลจากลมทะเล พบว่าสามารถแยกขนาดฝุ่นละอองตาม Vertical profiles ได้ขนาด 0.3-20 ไมโครเมตร จากภาพถ่าย 3 มิติของการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศ PM_{2.5} มีแนวโน้มอยู่ในแนวตั้งฉากในตอนกลางวัน ในทางตรงข้ามกัน ฝุ่นละอองขนาดใหญ่จะพบใกล้พื้นชั้นล่างและจุดกำเนิดแล้วตกลงจากข้อจำกัดของพื้นที่ Lower Fraser Valley ลักษณะการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในเวลากลางวันจะลอยขึ้นไปข้างบน

Strawbridge *et al.* (2003) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของฝุ่นละอองโดยใช้ lidar คือการถ่ายภาพโดยเครื่องบินที่ Northeastern Valleys of the Lower Fraser Valley, BC ระหว่างวันที่ 26 และ 29 สิงหาคมตอนบ่ายและตอนค่ำ ถ่ายและสร้างภาพฝุ่นละอองในพื้นที่ศึกษาแบ่งออกเป็นชั้นๆ ตามโครงสร้างของขอบเขตพบว่าฝุ่นละอองมีความเข้มข้นในตอนกลางคืนเนื่องจากลมทะเลพัดเอาฝุ่นละอองเข้ามาและเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ Upslope และพบว่าการเปลี่ยนแปลง Planetary boundary layer ในรอบวันมีความสำคัญกับคุณภาพอากาศ

Sasaki *et al.* (2002) ศึกษาความแตกต่างส่วนประกอบ PM_{2.5} และ PM₁₀ ในแนวตั้งของชั้นบรรยากาศของเมืองโอซากา ประเทศญี่ปุ่น ทำการเก็บตัวอย่างที่ Ground surface และที่หลังคาสูง 200 เมตรในฤดูร้อนวันที่ 5-9 สิงหาคม 2002 ฤดูหนาว 2-6 สิงหาคม 2002 ข้อมูลอุณหภูมิจากการทำ การตรวจวัดได้แก่ ความเร็วและทิศทางลม อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ และความชื้น พบว่าในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่าฝุ่นละอองที่ Ground surface มีความเข้มข้นมากกว่าที่หลังคาสูง 200 เมตร ในฤดูร้อนสัดส่วน PM_{2.5} และ PM₁₀ ที่ Ground surface และที่สูง 200 เมตร ที่มีค่า 0.77- 0.85 และ 0.64-0.83 ตามลำดับในฤดูหนาวสัดส่วน PM_{2.5} และ PM₁₀ ที่ Ground surface และที่สูง 200 เมตร ที่มีค่า 0.70-0.83 และ 0.54- 0.85 ตามลำดับ

Hasegawa *et al.* (2006) ได้ศึกษาฝุ่นละอองขนาด Supermicron ตามแนวระดับความสูงในเมืองโอซากา ประเทศญี่ปุ่น โดยภาพถ่ายทางอากาศในวันที่ 17-19 มีนาคม 2003 เพื่อดูความแตกต่างขนาดของฝุ่นละอองตามระดับความสูงที่แตกต่างกัน เมตรจากระดับน้ำทะเล พบความสัมพันธ์ของความสูงและความเข้มข้น Ultrafine particles ขนาด 31 ไมโครเมตร และ Submicron particles ขนาด 0.3 – 0.5 ไมโครเมตร ที่ระดับความสูง 300 และ 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลตามลำดับ ในทางตรง

ข้ามพบฝุ่นละอองขนาด Supermicron particles 2-5 ไมโครเมตร ที่ระดับความสูง 1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเลในตอนเช้าและ 2,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล ในตอนบ่าย

Rigby *et al.* (2006) ได้ศึกษาความคล้ายกันระหว่าง boundary layer ventilation กับ particulate matter roses ที่ 4 สถานีตรวจวัด ได้แก่ London Bloomsbury, Rochester, Edinburgh, Swansea ในช่วงปี 1998-2001 โดยใช้ข้อมูลอุตุวิทยามาจาก ECMWF ข้อมูล PM_{2.5} และ PM₁₀ จาก UK National Air Quality Information Archive แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันพบว่า Rose plots ระหว่าง Ventilation rose กับ Particulate matter roses มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน โดยที่ ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมโครเมตรมีแนวโน้มใกล้เคียงกับ Ventilation rose มากกว่าฝุ่นละอองขนาด 10 ไมโครเมตร

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างนอกสถานที่

1. เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง Hi-Volume Air sampler ที่มีหัวคัดขนาดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

2. กระดาษกรองควอตซ์ (Quartz fiber filter) ขนาด 8 x 10 ตารางนิ้ว จำนวน 250 แผ่น
3. เครื่องปรับเทียบ (Calibrate) อัตราการไหลของอากาศ (Flow rate)
4. กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder chart)
5. เครื่องตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา (Weather monitor) (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 เครื่องตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

6. วิทยุหึ่งอากาศชั้นบน (Radiosonde) (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 วิทยุหึ่งอากาศชั้นบน

อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

1. เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 เครื่องชั่งที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. ตู้ดูดความชื้น (Desicator) ที่มีอุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ตู้ดูดความชื้น

3. คีมคีบปากแบน (forceps) ชนิดเคลือบด้วยหัวเทปลอน
4. กระจกอะลูมิเนียมสำหรับบรรจุกระจกกรองก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง
5. ถุงซิปลิแพ็คสำหรับบรรจุของกระจกอะลูมิเนียมติดฉลากแสดงข้อมูลดังนี้

หมายเลขกระจกกรอง
น้ำหนักกระจกกรองก่อนเก็บตัวอย่าง.....กรัม
น้ำหนักกระจกกรองหลังเก็บตัวอย่าง.....กรัม
จุดเก็บตัวอย่าง.....
วันที่เก็บตัวอย่าง.....
เวลาเก็บตัวอย่าง.....
ผู้เก็บตัวอย่าง.....

วิธีการ

การเลือกพื้นที่ศึกษา

การเลือกพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะของเมืองที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยพื้นที่ศึกษาจำเป็นต้องมีศักยภาพสำหรับการตรวจวัดและแสดงความแตกต่างของชั้นบรรยากาศอย่างสมบูรณ์ โดยทำการเลือกพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นพื้นที่เมือง (Urban Area) บริเวณที่มีการปลดปล่อยมลสารจากแหล่งกำเนิดประเภทยานพาหนะ หรืออุตสาหกรรม พบว่าในประเทศไทยมีพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะดังกล่าว 3 เมือง คือ

1. เขตตัวเมืองอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ดำเนินการระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ.2550

1.1 ที่ตั้ง

พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ $7^{\circ} 0' 6''$ N และลองจิจูดที่ $100^{\circ} 21' 24''$ E อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของตัวจังหวัด ระยะทางห่างจากตัว 30 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 660 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	ทะเลสาบสงขลา และติดกับอำเภอรัตภูมิ
		อำเภอบางกล่ำ อำเภอควนเนียง และอำเภอสงขลา
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	อำเภอเมืองสงขลา อำเภอนาหม่อม และอำเภอจะนะ
ทิศใต้	ติดต่อกับ	อำเภอสะเดาและอำเภอคลองหอยโข่ง
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล และอำเภอรัตภูมิ

1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาโดยทั่วไปเป็นพื้นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ มีแนวภูเขาทางทิศตะวันตก ทิศใต้ และทิศตะวันออก โดยพื้นที่ลาดจากทิศใต้และทิศตะวันตกไปสู่ทะเลสาบสงขลา มีพื้นที่ติดกับทิวเขารรทัดทางทิศเหนือ และติดกับทิวเขาสันกาลาศีรีทางทิศตะวันตกและทิศใต้ ภูเขาที่สำคัญได้แก่ เขาคอหงส์ เขาแก้ว เขาวังพา และเขาน้ำน้อย

1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

อำเภอหาดใหญ่ตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมเมืองร้อน มีลมมรสุมพัดผ่านประจำทุกปี คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนมกราคม และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม จากอิทธิพลของลมมรสุมดังกล่าว ส่งผลให้มีฤดูกาลเพียง 2 ฤดู คือ

1.3.1 ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม ถึงเดือน พฤษภาคม ซึ่งจะเป็นช่วงที่ว่างของลมมรสุมจะเริ่มตั้งแต่หลังจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว อากาศจะเริ่มร้อนและอากาศจะมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน แต่อากาศจะไม่ร้อนมากนักเนื่องจากตั้งอยู่ใกล้ทะเล

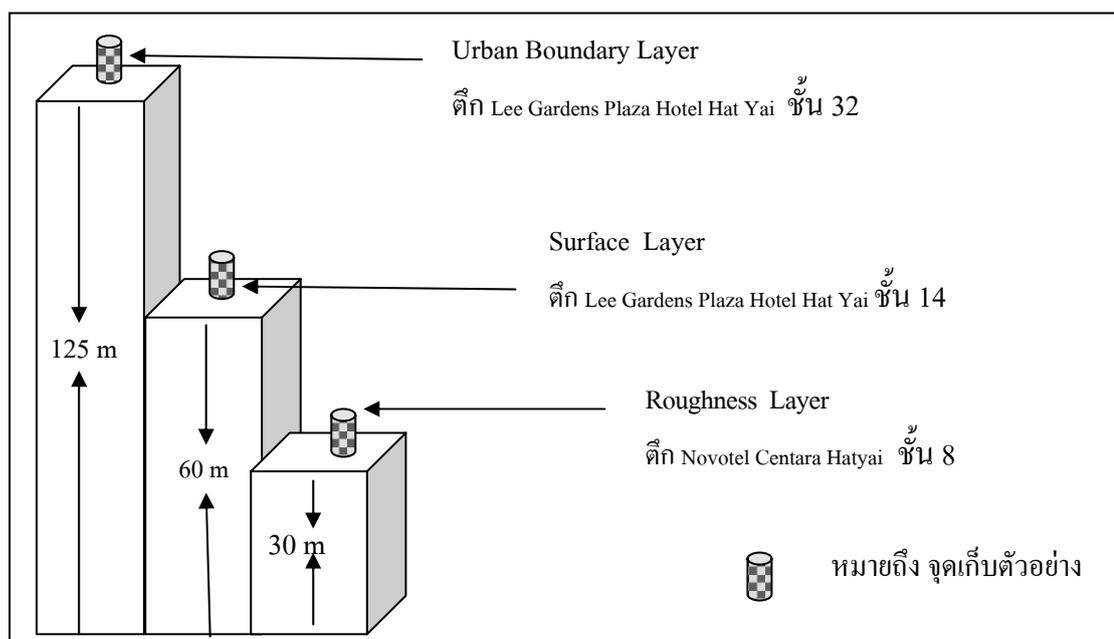
1.3.2 ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง พฤศจิกายน นครหาดใหญ่จะมีฝนตกทั้งในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีฝนตกชุกมากกว่า เนื่องจากพัดผ่านอ่าวไทย ส่วนลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะถูกเทือกเขาบรรทัดปิดกั้นทำให้ฝนตกน้อยลง ในปี พ.ศ. 2546 ฝนตกมากที่สุดในช่วงเดือนตุลาคม มีปริมาณ ฝนตกน้อยที่สุดในเดือนเมษายน

1.4 บริเวณพื้นที่ศึกษาเขตตัวเมืองอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ดำเนินการระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ.2550 (ภาพที่ 12)

1.4.1 คาดฟ้าตึก Novotel Centara Hatyai ชั้น 8 คือตัวแทนของเหนือชั้น Roughness Layer มีความสูงประมาณ 30 เมตร จากระดับพื้นดิน

1.4.2 คาดฟ้าตึก Lee Gardens Plaza Hotel Hat Yai ชั้น 14 คือตัวแทนของชั้น Surface Layer มีความสูงประมาณ 60 เมตร จากระดับพื้นดิน

1.4.3 คาดฟ้าตึก Lee Gardens Plaza Hotel Hat Yai ชั้น 32 คือตัวแทนของชั้น Urban Boundary Layer มีความสูงประมาณ 125 เมตร จากระดับพื้นดิน



ภาพที่ 12 ภาพแสดงจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2. เขตตัวเมืองพญาไท กรุงเทพมหานคร ดำเนินการระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

2.1 ที่ตั้ง

ลักษณะพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร เป็นเมืองหลวง และเมืองที่มีประชากรมากที่สุดของประเทศไทย โดยมีพื้นที่ทั้งหมด 1,562.2 ตารางกิโลเมตร พิกัดตามภูมิศาสตร์คือ ละติจูด $13^{\circ} 45'$ องศาเหนือ ลองจิจูด $100^{\circ} 28'$ องศาตะวันออก มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	จังหวัดนนทบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ	จังหวัดสมุทรปราการ
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	จังหวัดนครปฐม

2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านและถือเป็นแม่น้ำสายสำคัญของประเทศ ทางตอนใต้ของจังหวัดเป็นปากแม่น้ำมีพื้นที่ติดกับทะเล มีลำคลองมากมาย

2.3 สภาพภูมิอากาศ

กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และอิทธิพลของลมทะเล อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนเฉลี่ยแล้วสูงถึง 43 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่เดือนธันวาคมเฉลี่ย 20.8 องศาเซลเซียส อากาศจึงไม่ร้อนจัด ในฤดูร้อนมีความชื้นในอากาศสูง เนื่องจากอิทธิพลจากชายทะเล และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีปริมาณฝนตกมากช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 2550 เท่ากับ 1,445.01 มิลลิเมตร เฉลี่ยฝนตกต่อปี 98 วัน เดือนกันยายนเป็นเดือนซึ่งมีน้ำฝนมากที่สุด และเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เป็นช่วงเดือนที่มีปริมาณฝนน้อยที่สุด ลักษณะทางภูมิอากาศ เป็นแบบมรสุม มี 3 ฤดู คือ

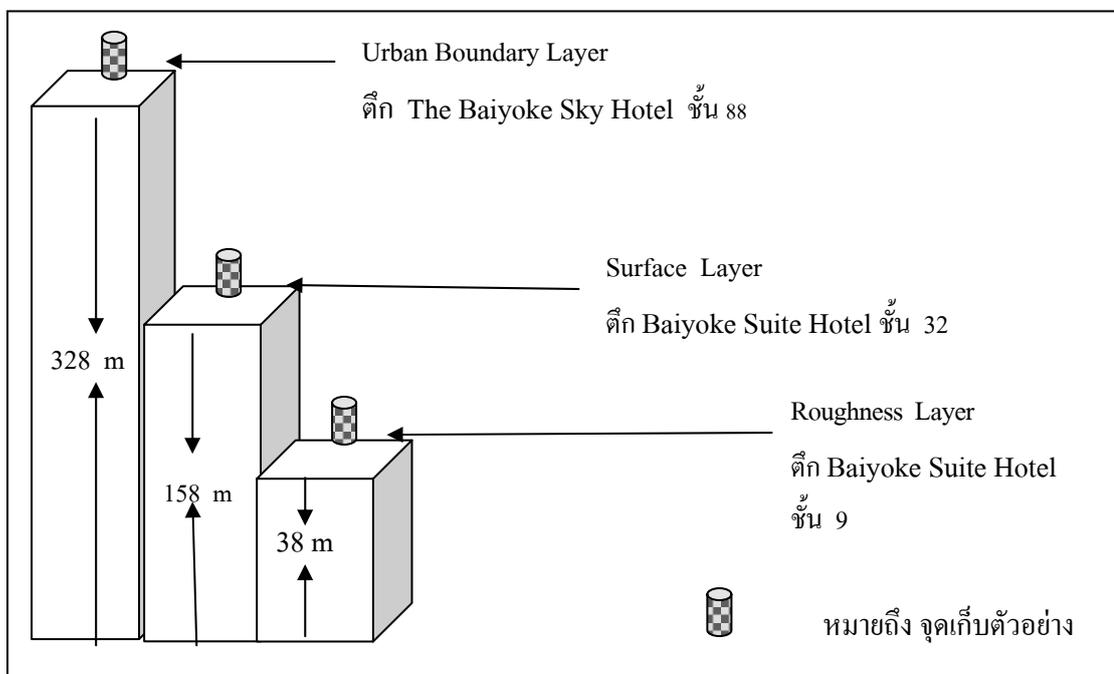
ฤดูร้อน	เริ่มตั้งแต่	เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม
ฤดูฝน	เริ่มตั้งแต่	เดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม
ฤดูหนาว	เริ่มตั้งแต่	เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม

2.4 บริเวณพื้นที่ศึกษาเขตตัวเมืองพญาไท กรุงเทพมหานคร ดำเนินการระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 (ภาพที่ 13)

2.4.1 คاعدฟ้าตึก Baiyoke Suite Hotel ชั้น 9 เป็นตัวแทนของเหนือชั้น Roughness Layer มีความสูงประมาณ 38 เมตร จากระดับพื้นดิน

2.4.2 คاعدฟ้าตึก Baiyoke Suite Hotel ชั้น 32 เป็นตัวแทนของชั้น Surface Layer มีความสูงประมาณ 158 เมตร จากระดับพื้นดิน

2.4.3 คاعدฟ้าตึก The Baiyoke Sky Hotel ชั้น 88 เป็นตัวแทนของชั้น Urban Boundary Layer มีความสูงประมาณ 328 เมตร จากระดับพื้นดิน



ภาพที่ 13 ภาพแสดงจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

3. เขตตัวเมืองอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการระหว่างวันที่ 25 - 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551

3.1 ที่ตั้ง

จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของประเทศไทย ละติจูดที่ $18^{\circ}48'0''$ N และลองจิจูดที่ $98^{\circ}58'48''$ E สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,027 ฟุต (310 เมตร) ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 720 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับเขตการปกครองข้างเคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	รัฐเชียงตุงของสหภาพพม่า
ทิศใต้	ติดต่อกับ	จังหวัดลำพูน และตาก
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	จังหวัดเชียงราย ลำปาง และลำพูน

3.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ประมาณ 20,107.057 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 12,566,910 ไร่ โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาและที่ราบเชิงเขา มีเนื้อที่ประมาณ 10,397,501 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 82.71 พื้นที่ทำการเกษตรประมาณ 1,611,283 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12.82 นอกจากนี้ยังมีพื้นที่อยู่อาศัยและอื่นๆ อีกประมาณ 558,127 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.44 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด สภาพพื้นที่ แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

3.2.1 พื้นที่ภูเขา ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเกินกว่า 500 เมตร คิดเป็นพื้นที่ประมาณ ร้อยละ 80 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ภูเขาเหล่านี้เป็นพื้นที่ป่า ต้นน้ำ ลำธาร ไม่เหมาะแก่การเพาะปลูก

3.2.2 พื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำและที่ราบเชิงเขา ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไประหว่างหุบเขา เป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเกษตร

3.3 ลักษณะภูมิอากาศ

เชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีสภาพอากาศค่อนข้างเย็นเกือบทั้งปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 25.4 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.1 องศาเซลเซียส สภาพภูมิอากาศจังหวัดเชียงใหม่อยู่ภายใต้อิทธิพลลมมรสุม 2 ชนิด คือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งภูมิอากาศออกได้เป็น 3 ฤดู ได้แก่

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม

ฤดูแล้ง เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนไปจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

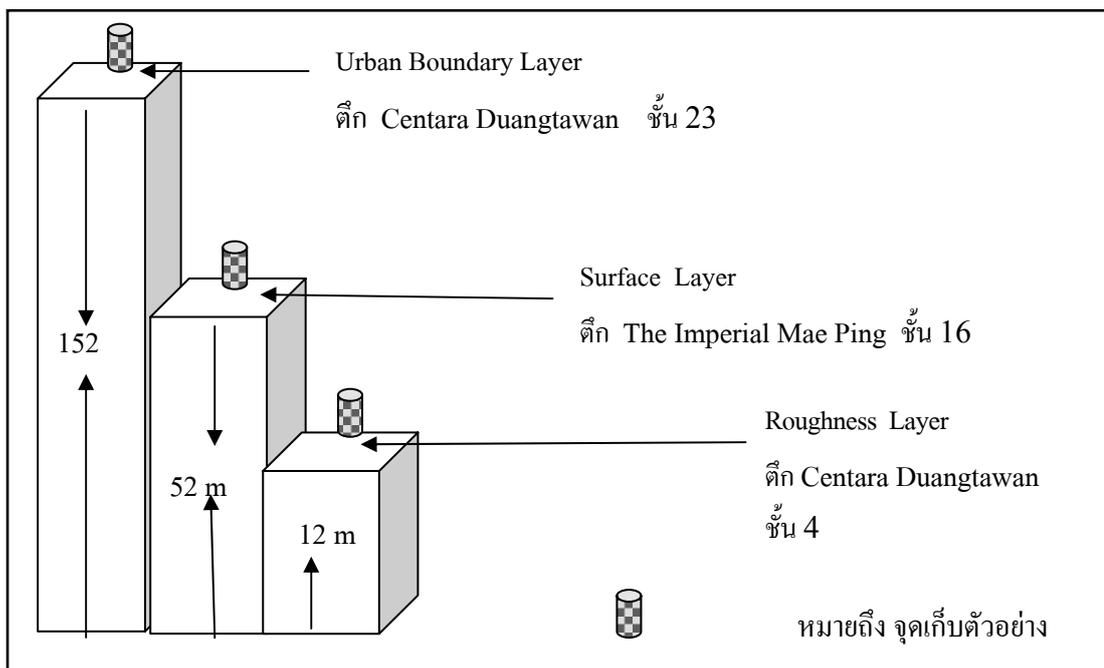
ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

3.4 บริเวณพื้นที่ศึกษาเขตตัวเมืองอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการระหว่างวันที่ 25 - 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 (ภาพที่ 14)

3.4.1 ดาดฟ้าตึก Centara Duangtawan ชั้น 4 เป็นตัวแทนของเหนือชั้น Roughness Layer ระดับล่างสุด มีความสูงประมาณ 12 เมตร จากระดับพื้นดิน

3.4.2 ดาดฟ้าตึก The Imperial Mae Ping ชั้น 16 เป็นตัวแทนของชั้น Surface Layer มีความสูงประมาณ 52 เมตร จากระดับพื้นดิน

3.4.3 ดาดฟ้าตึก Centara Duangtawan ชั้น 23 เป็นตัวแทนของชั้น Urban Boundary Layer มีความสูงประมาณ 152 เมตร จากระดับพื้นดิน



ภาพที่ 14 ภาพแสดงจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

การเตรียมกระดวยกรอง

ก่อนการซั่งน้ำนักกระดวยกรองควอดซ์ที่จะนำไปเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองทุกครั้งควรตรวจดูความสมบูรณ์ของกระดวยกรองที่สะอาดและไม่ชำรุดไปใส่ในในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ที่ระดับความชื้นน้อยกว่า 50% โดยควบคุมไม่ให้มากกว่าหรือน้อยกว่า 5 (± 5) จากนั้นนำกระดวยกรองซั่งน้ำนักด้วยเครื่องซั่งน้ำนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง และเก็บรักษาโดยบรรจุใส่ซองอะลูมิเนียมและถุงพลาสติกโดยกรอกรายละเอียดในฉลากให้เรียบร้อย

การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูง

ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามพื้นที่ศึกษาที่กำหนดไว้ในข้างต้นแต่ละจุดติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง 1 เครื่อง ดำเนินการเก็บตัวอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 ชั่วโมง รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองมีดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หัวคัตขนาดฝุ่นอนุภาค ควบคุมอัตราการไหลและแบตเตอรี่ให้เรียบร้อย

2. นำกระดวยกรองควอตซ์ที่เก็บรักษาในช่องอะลูมิเนียมบนตระแกรงสำหรับวาง กระดวยกรองให้ห่างด้านขรุขระขึ้น จัดวางให้กระดวยอยู่กึ่งกลาง ตรวจสอบเช็คจุดเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์กับเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 กระดวยกรองก่อนเก็บตัวอย่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

3. ใส่กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศในเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศเปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง บันทึกวัน เวลา อุณหภูมิ ความกดอากาศและสภาพแวดล้อม บริเวณโดยรอบ

4. เมื่อครบกำหนดเวลาเก็บตัวอย่างให้บันทึกเวลาเครื่องหยุดทำงานและให้บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านกระดวยกรองหลังเก็บตัวอย่างลงบนช่องเก็บตัวอย่าง นำกระดวยกรองออกจากเครื่อง พับกระดาษครึ่งหนึ่งตามยาวให้ด้านที่มีฝุ่นเข้าหากัน ใส่กระดวยกรองในช่องอะลูมิเนียมใส่ถุงซิปล็อค เพื่อนำกลับไปวิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการต่อไป (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 กระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

5. เริ่มทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองใหม่ โดยทำตามขั้นตอนในข้างต้นและเมื่อเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองครบ 3 วัน ทำการเก็บเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง Height Volume Air Sampler มาทำความสะอาดรวมทั้งการปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศใหม่ก่อนดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในครั้งต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

1. คำนวณหาปริมาตรอากาศ

1.1 นำผลการปรับเทียบจากภาคสนามมาคำนวณ

1.2 เช็คข้อมูลของสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ประกอบด้วยค่า r (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) m (ความชัน) และ b (intercept) จากข้อมูลผลการเปรียบเทียบอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดปรับเทียบ Orifice จากใบรับรองของชุดปรับเทียบ Orifice

1.3 คำนวณอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานชุดปรับเทียบ Orifice (Qstd)

1.4 หาอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างโดยการนำค่าที่อ่านได้จากกราฟวงกลมที่บันทึกอัตราการไหลของอากาศ มาคำนวณดังนี้

$$V_a = Q * T$$

เมื่อ V_a = ปริมาตรอากาศ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
 Q = อัตราการไหลของอากาศ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที
 T = เวลาในการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็นนาที

2. ปรับแก้ค่าปริมาตรอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างให้เป็นอัตราการไหลที่สภาวะมาตรฐาน โดยสมการ การคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมโครเมตรในบรรยากาศสามารถคำนวณได้ทั้งที่สภาวะมาตรฐาน (Standart Condition) และที่สภาวะขณะดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาด 10 ไมโครเมตร โดยการคำนวณฝุ่นละอองขนาด 10 ไมโครเมตร ที่สภาวะมาตรฐาน หมายถึง การคำนวณปริมาตรอากาศในการเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ซึ่งค่าของอุณหภูมิอากาศที่สภาวะมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียสในขณะที่ความกดอากาศมีค่าเท่ากับ 760 มิลลิเมตรปรอท

$$V_{std} = (V_a * P_a * T_{std}) / (T_a * P_{std})$$

เมื่อ V_{std} = ปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
 V_a = ปริมาตรอากาศ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
 P_{std} = ความกดของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท
 P_a = ความกดของอากาศในบรรยากาศ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท
 T_{std} = อุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (298 องศาเคลวิน)
 T_a = อุณหภูมิในบรรยากาศ มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน

3. คำนวณหาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

นำกระดาษกรองควอตซ์ที่ผ่านการเก็บตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ศึกษา มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มาวิเคราะห์ด้วยวิธีชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method)

เป็นวิธีที่นิยมในการหามวลของกระดาศกรองในห้องปฏิบัติการ โดยทำการคำนวณหามวลสุทธิจากการชั่งน้ำหนักของกระดาศกรองก่อนเก็บตัวอย่างและหลังเก็บตัวอย่าง ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ซึ่งการหาปริมาณฝุ่นละอองด้วยวิธีชั่งน้ำหนักจำเป็นต้องมีการปรับสภาพกระดาศกรองทั้งก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PM_{10} = \frac{(W_a - W_b) \times 10^6}{V_{std}}$$

เมื่อ PM_{10} = ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

W_a = น้ำหนักกระดาศกรองหลังการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น กรัม

W_b = น้ำหนักกระดาศกรองก่อนการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น กรัม

V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

10^6 = การแปลงหน่วยจากกรัมเป็นไมโครกรัม

4. การควบคุมคุณภาพ

การทำ Field Blank วางกระดาศกรองในเครื่อง Height Volume Air Sampler เหมือนกับตัวอย่าง แต่ไม่เปิดเครื่อง ทิ้งกระดาศกรองไว้ในเครื่องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นเก็บรักษาสภาพกระดาศกรองเหมือนตัวอย่าง

5. การตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา

5.1 การตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาบริเวณพื้นผิว

การศึกษาข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา ด้วยเครื่องตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ ความเร็วลม ทิศทางลม ความชื้นสัมพัทธ์ ความดันบรรยากาศ และรังสีดวงอาทิตย์ (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 การตรวจวัดอุณหภูมิตามบริเวณพื้นผิว

5.2. การตรวจวัดอุณหภูมิตามบริเวณบรรยากาศชั้นบน

การศึกษาข้อมูลอุณหภูมิตามชั้นบนเพื่อหาระดับความสูงผสม การตรวจวัดข้อมูลอากาศชั้นบน (Upper Meteorology) เป็นตัวแปรที่สำคัญในการศึกษาและการคำนวณหาค่าระดับความสูงผสม โดยข้อมูลที่จะต้องศึกษาประกอบด้วย ค่าความดันบรรยากาศ ค่าความสูง อุณหภูมิ จุดกลั่นตัว เป็นหยดน้ำ ความเร็วลมและทิศทางลม ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 0–20 กิโลเมตรจากระดับพื้นดิน ทำการเก็บตัวอย่างข้อมูลโดยทำการปล่อยวิทยุหึ่งอากาศตรวจวัดอากาศ 4–6 ครั้งต่อวัน โดยที่กรุงเทพมหานคร จะทำการปล่อยวิทยุหึ่งอากาศตรวจวัดอากาศที่สถานีตรวจวัดอากาศบางนา โดยทำการปล่อย 6 ครั้งต่อวัน หรือทุกๆ 4 ชั่วโมง, เชียงใหม่ทำการปล่อยวิทยุหึ่งอากาศตรวจวัดอากาศที่สถานีตรวจวัดอากาศเชียงใหม่ และสงขลาทำการปล่อยวิทยุหึ่งอากาศตรวจวัดอากาศที่สถานีตรวจวัดอากาศหาดใหญ่ โดยทั้ง 2 สถานีนี้จะทำการปล่อย 4 ครั้งต่อวัน หรือ ทุกๆ 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 การตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาบริเวณบรรยากาศชั้นบนด้วยวิทยุหึ่งอากาศ

การคำนวณค่าระดับความสูงผสม

1. การคำนวณค่าระดับความสูงผสมโดยชุดคำสั่งสำเร็จรูป Rawinsonde Observation เวอร์ชัน 5.8 (RAOB 5.8)

ชุดคำสั่ง Rawinsonde Observation (RAOB) เป็นชุดคำสั่งสำเร็จรูป ที่สามารถใช้คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทางคุณภาพอากาศได้อย่างหลากหลาย ถือได้ว่าเป็นชุดคำสั่งที่มีความหลากหลายในการทำงาน (Multi-Function) และทำการแสดงผลที่ได้ออกมาในรูปแบบของรูปภาพ สำหรับการคำนวณค่าระดับความสูงผสมโดยชุดคำสั่ง RAOB ไม่ได้แสดงผลออกมาเป็นค่าระดับความสูงผสมโดยตรง แต่จะแสดงผลออกมาในรูปแบบของค่าอุณหภูมิผกผัน (Temperature inversion) เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่าระยะทางจากพื้นโลกไปจนถึงระดับที่เกิดอุณหภูมิผกผัน คือระดับความสูงผสม ดังนั้นชุดคำสั่ง RAOB จึงสามารถนำมาใช้เพื่อการคำนวณค่าระดับความสูงผสมในการศึกษาครั้งนี้ได้ นอกจากนี้ค่าที่ได้จากชุดคำสั่งดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นค่าที่ใช้เพื่อการเปรียบเทียบจากค่าที่ได้จากวิธีการอื่นๆ การคำนวณโดยใช้ชุดคำสั่ง RAOB ต้องมีการเตรียม

ข้อมูลเพื่อนำมาใช้กับชุดคำสั่ง โดยข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบนของพื้นที่ศึกษาจะนำมาใช้เพื่อการคำนวณค่าระดับความสูงผสมของพื้นที่ศึกษา และต้องมีการจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ชุดคำสั่งสามารถประมวลผลได้ ซึ่งก็คือต้องจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ CSV data format ประกอบด้วย รายละเอียดของสถานีตรวจวัด ความสูง อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณโอโซน

2. การคำนวณค่าระดับความสูงผสมโดยวิธี Dry adiabatic

วิธี Dry adiabatic เป็นวิธีการที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับความสูงผสมที่ได้รับความนิยมมากที่สุดวิธีหนึ่ง (Ulke and Mazzeo, 1998) โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทำการตรวจวัดด้วยการใช้วิทยุผูกติดไปกับบอลลูน (Radiosoundings) เพื่อทำการตรวจวัดหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ หรือ ความเร็วและทิศทางลม ตามระดับความสูงที่แตกต่างกัน และอาศัยหลักการที่ว่าค่าของข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะแปรผกผันกับค่าของความสูงที่เพิ่มขึ้น มาคำนวณหาเส้น Dry adiabatic lapse rate เพื่อนำเส้นดังกล่าวไปพล็อตหาจุดตัดกับเส้นของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงจากบอลลูน โดยจะถือว่าบริเวณที่เส้นทั้งสองตัดกันคือค่าระดับความสูงผสมวิธีการที่นำมาใช้เพื่อทำการคำนวณหาเส้น Dry adiabatic lapse rate ส่วนใหญ่แล้วจะยึดตามหลักการของ Holzworth ซึ่งหลักการของ Holzworth จะมีการนำเอาข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นของพื้นที่ที่ทำการศึกษาเข้ามาคิดคำนวณด้วย ดังนั้นวิธีการนี้ข้อมูลในส่วนของอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นจึงค่อนข้างมีผลต่อค่าระดับความสูงผสมในพื้นที่นั้นๆ เป็นอย่างมาก สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้การคำนวณค่าระดับความสูงผสมโดยวิธี Dry adiabatic จำเป็นที่ต้องใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นของพื้นที่ศึกษามาใช้ในการคำนวณหาค่าระดับความสูงผสม ประกอบด้วย อุณหภูมิ และความสูง เท่านั้นที่จะนำมาใช้ โดยที่จะใช้ข้อมูลอุณหภูมิ และความสูงจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบนใช้เป็นตัวแทนของเส้นที่ตรวจวัดได้จริง ส่วนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นจะใช้เพียงค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดบวกห้าของอุณหภูมิมาใช้ในการคำนวณหาเส้น Dry adiabatic lapse rate เพื่อนำไปพล็อตหาจุดตัดต่อไป

การหาค่าอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงตีสองถึงหกโมงเช้า ของเวลาท้องถิ่นแล้วทำการบวกเพิ่มห้าองศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อชดเชยเรื่องของเกาะความร้อน แล้วนำมาคำนวณหาค่าระดับความสูงผสมในช่วงเช้า ดังสมการที่ 1 ส่วนค่าอุณหภูมิสูงสุดในช่วงบ่ายสองถึงหกโมงเย็น ของเวลาท้องถิ่น จะถูกใช้เพื่อนำมาคำนวณหาค่าระดับความสูงผสมในช่วงบ่าย ดังสมการที่ 2

$$T2 = T_{min5} - (0.0098 * (H2-H1)) \quad (1)$$

$$T2 = T_{max} - (0.0098 * (H2-H1)) \quad (2)$$

โดยที่	T2	=	ค่าอุณหภูมิที่ต้องการมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)
	T _{min5}	=	ค่าอุณหภูมิต่ำสุดบวกห้ามีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)
	T _{max}	=	ค่าอุณหภูมิสูงสุดมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)
	H1	=	ความสูงที่ระดับที่ 1 มีหน่วยเป็นเมตร (m)
	H2	=	ความสูงที่ระดับที่ 2 มีหน่วยเป็นเมตร (m)

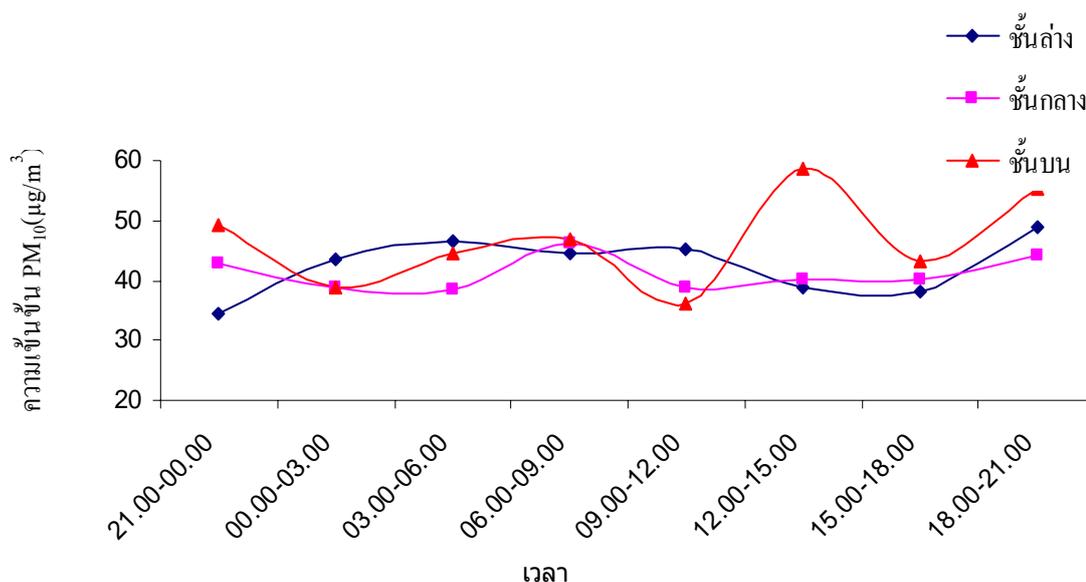
ผลและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงในรอบวันความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูงในเขตเมือง

1. พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 17-19 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณลานชั้น 8 อาคาร โรงแรม Novotel Centara Hatyai พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าระหว่าง 24.2-64.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน (Diurnal variation) พบว่า ในระหว่างการศึกษาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 48.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 18.00-21.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 34.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกา (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรรวมระหว่างวันที่ 17-19 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณชั้น 14 อาคารโรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าระหว่าง 32.8-58.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 46.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 06.00 – 09.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 25.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 00.00 – 03.00 นาฬิกา (ภาพที่ 19)

1.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 17-19 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณชั้น 32 อาคารโรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าระหว่าง 15.7-68.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษ

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 58.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 36.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกา (ภาพที่ 19)

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ.2551 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

เวลา	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร(ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
17-18 ธันวาคม พ.ศ.2550			
21.00-00.00	24.2	48.9	47.8
00.00-03.00	36.3	44.0	39.1
03.00-06.00	33.0	43.0	33.8
06.00-09.00	49.6	49.3	38.1
09.00-12.00	27.4	34.8	15.7
12.00-15.00	36.6	43.2	47.5
15.00-18.00	35.5	40.9	29.1
18.00-21.00	43.7	58.1	47.1
18-19 ธันวาคม พ.ศ.2550			
21.00-00.00	33.0	44.9	31.
00.00-03.00	42.4	--	28.5
03.00-06.00	61.4	32.8	34.3
06.00-09.00	38.8	46.0	41.1
09.00-12.00	57.9	38.3	36.2
12.00-15.00	47.3	42.3	65.0
15.00-18.00	54.0	41.1	44.3
18.00-21.00	64.5	40.2	61.4
20-21 ธันวาคม พ.ศ.2550			
21.00-00.00	46.4	34.8	68.4
00.00-03.00	51.7	33.3	49.1
03.00-06.00	45.0	39.9	65.5
06.00-09.00	45.3	42.9	61.1
09.00-12.00	49.9	43.2	56.1

ตารางที่ 1 (ต่อ)

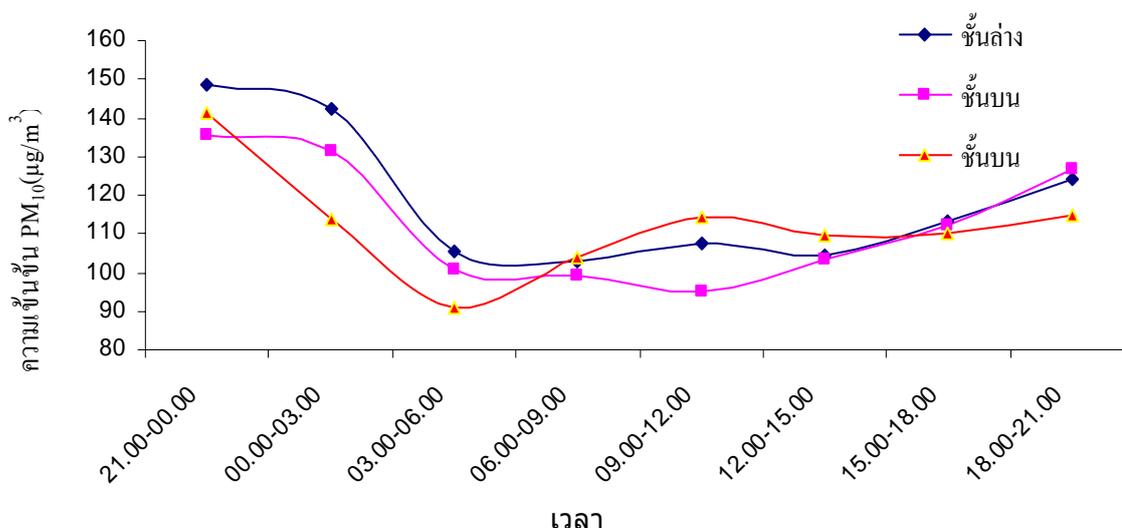
เวลา	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร(ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
12.00-15.00	32.3	35.5	63.6
15.00-18.00	25.0	38.3	55.7
18.00-21.00	38.3	33.9	57.7
15.00-18.00	25.0	38.3	55.7
18.00-21.00	38.3	33.9	57.7

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 17-19 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาทั้ง 3 ระดับชั้นความสูงพบว่าชั้นบนมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ยสูงสุดคือ 46.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชั้นกลางมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ยต่ำสุดคือ 39.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากภาพที่ 19 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ไม่สามารถแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในรอบวันเด่นชัดดังภาพ

2. พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

2.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 18-22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าชั้น 9 อาคารจอดรถ โรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าระหว่าง 88.4-164.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาคความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 148.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 102.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

2.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 18-22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าชั้น 32 โรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าระหว่าง 78.1-156.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าในระหว่างการศึกษาคความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 135.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 95.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกา (ภาพที่ 20)

2.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 18-22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าชั้น 88 โรงแรมใบหยกสกาย (ใบหยก 2) พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าระหว่าง 81.0-175.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าในระหว่างการศึกษาคความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ

141.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 91.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา (ภาพที่ 20)

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21
กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

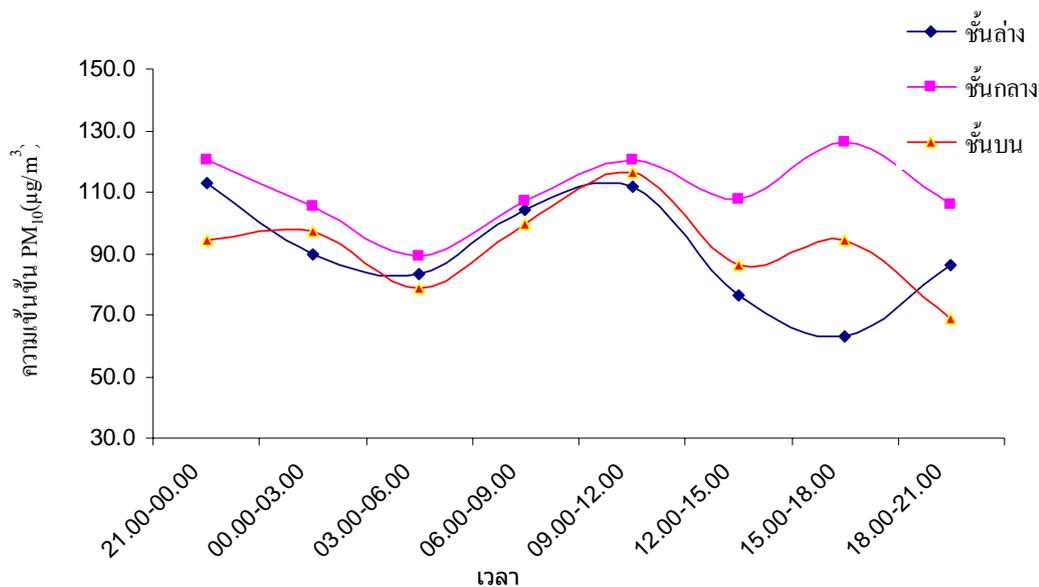
เวลา	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร(ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
18-19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551			
21.00-00.00	150.5	117.4	175.7
00.00-03.00	143.2	136.9	131.0
03.00-06.00	120.3	113.8	107.6
06.00-09.00	117.1	106.9	98.3
09.00-12.00	95.3	107.4	113.6
12.00-15.00	94.1	113.0	115.3
15.00-18.00	109.0	--	102.9
18.00-21.00	122.8	128.8	117.5
19-20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551			
21.00-00.00	153.1	156.6	124.8
00.00-03.00	119.0	113.4	100.0
03.00-06.00	97.9	98.3	84.7
06.00-09.00	88.4	89.4	100.3
09.00-12.00	109.8	78.1	111.8
12.00-15.00	93.9	93.4	97.0
15.00-18.00	125.3	120.4	106.4
18.00-21.00	139.6	128.7	116.3
20-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551			
21.00-00.00	142.7	132.7	123.0
00.00-03.00	164.6	144.2	110.2
03.00-06.00	98.2	90.8	81.0
06.00-09.00	103.3	101.1	113.5
09.00-12.00	117.5	100.0	117.7
12.00-15.00	125.9	103.5	115.9
15.00-18.00	106.0	104.0	121.5
18.00-21.00	110.2	122.9	110.2

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 18-22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครทั้ง 3 ระดับชั้นความสูงพบว่าชั้นล่างมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ยสูงสุดคือ 118.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชั้นล่างมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ยต่ำสุดคือ 112.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรแปรผกผันตามระดับความสูง จากภาพที่ 20 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในรอบวันเฉลี่ยพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครพบว่า ช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกาทุกระดับความสูงมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรสูงที่สุดและลดลงจนถึงช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา จากนั้น 06.00-12.00 นาฬิกา ชั้นล่างและชั้นบนจะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นแล้วลดลงจนถึงช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา ในช่วงเวลา 15.00-21.00 นาฬิกาทุกระดับความสูงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรจะเพิ่มขึ้น การเพิ่มและลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรสอดคล้องกับกิจกรรมของเมืองอย่างชัดเจนคือในช่วงเวลากลางคืนไม่มีกิจกรรมของเมืองมาฝุ่นละอองก็จะลดลงและเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลาเช้าและช่วงเย็นซึ่งเป็นเวลาที่กิจกรรมของเมืองเกิดขึ้นเช่น การจราจรหนาแน่นเป็นจุดกำเนิดของฝุ่นละออง

3. พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

3.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 25-29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าชั้น 4 อาคารจอดรถ โรงแรม Centara Duangtawan พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าระหว่าง 52.4-149.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษา ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 113.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 41.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

3.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 25-29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 16 โรงแรม The Imperial Mae Ping พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าระหว่าง 64.8-203.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาคความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 126.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 88.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา (ภาพที่ 21)

3.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 23 โรงแรม Centara Duangtawan พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าระหว่าง 49.4-154.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาคความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ

116.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 69.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 18.00-21.00 นาฬิกา (ภาพที่ 21)

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28
กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

เวลา	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร(ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
25-26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551			
21.00-00.00	149.8	142.6	124.3
00.00-03.00	123.7	115.7	140.3
03.00-06.00	95.5	66.1	89.7
06.00-09.00	106.6	95.8	85.6
09.00-12.00	114.6	115.9	129.5
12.00-15.00	55.7	77.8	84.3
15.00-18.00	62.3	64.8	68.7
18.00-21.00	117.8	90.2	82.6
26-27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551			
21.00-00.00	118.9	123.1	93.2
00.00-03.00	92.7	108.4	86.1
03.00-06.00	90.1	111.7	86.6
06.00-09.00	111.4	112.3	109.1
09.00-12.00	148.0	160.9	154.4
12.00-15.00	114.0	160.5	124.3
15.00-18.00	--	203.1	141.6
18.00-21.00	82.2	81.0	53.6
27-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551			
21.00-00.00	70.3	95.0	64.8
00.00-03.00	52.4	91.8	64.6
03.00-06.00	64.1	88.9	60.5
06.00-09.00	93.7	113.8	104.4
09.00-12.00	72.5	85.2	64.5
12.00-15.00	59.2	85.1	49.4
15.00-18.00	63.4	110.9	72.8
18.00-21.00	58.3	146.1	70.7

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ทั้ง 3 ระดับชั้นความสูงพบว่า ชั้นกลางมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ยสูงสุดคือ 110.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชั้นล่างมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ยต่ำสุดคือ 88.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรในรอบวันเฉลี่ย พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแสดงแนวโน้มว่า ช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีความเข้มข้นสูง และจะลดลงจะถึงช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกาจากนั้นทุกระดับชั้นความสูงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีความเข้มข้นสูงขึ้นจนถึงช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกาสอดคล้องกับกิจกรรมของเมืองอย่างชัดเจนคือในช่วงเวลากลางคืนไม่มีกิจกรรมของเมืองฝุ่นละอองก็จะลดลง และเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลาเช้าและช่วงเย็นซึ่งเป็นเวลาที่กิจกรรมของเมืองเกิดขึ้นเช่น การจราจรหนาแน่นเป็นจุดกำเนิดของฝุ่นละออง

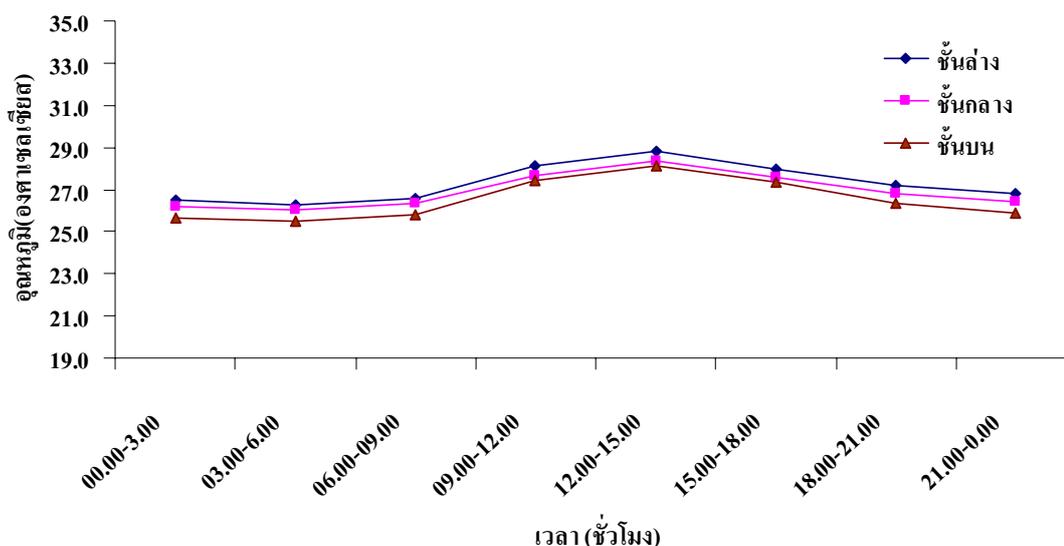
ความสัมพันธ์ของลักษณะอุตุนิยมวิทยาและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูง

1. อุณหภูมิ

1.1 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1.1.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณลานชั้น 8 อาคารโรงแรม Novotel Centara Hatyai พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 25.3-30.1 องศาเซลเซียส และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน (Diurnal variation) พบว่า ในระหว่างการศึกษา อุณหภูมิในชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 28.8 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 12.01-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 26.3 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1.1.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณลานชั้น 14 อาคารโรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 25.0-29.3 องศาเซลเซียส และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษา อุณหภูมิในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 28.4 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 26.1 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา (ภาพที่ 22)

1.1.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณชั้นดาดฟ้า อาคาร โรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 24.4-29.2 องศาเซลเซียส และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษา อุณหภูมิมีค่าสูงสุดเท่ากับ 28.1 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 25.5 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา (ภาพที่ 22)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันทั้ง 3 ระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาพบว่า อุณหภูมิชั้นล่างมีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับชั้นกลางและชั้นบน ตามลำดับ (ภาพที่ 22) เนื่องจากบริเวณชั้นล่างเป็นจุดเริ่มต้นของการแผ่รังสีกลับสู่บรรยากาศของผิวโลกในลักษณะของรังสีคลื่นยาว ในช่วงทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่ฝนตก จึงพบว่าลักษณะของอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลง เช่น หลังจากช่วงที่มีฝนตกหรือปริมาณเมฆมากส่งผลให้อุณหภูมิลดต่ำลง เป็นต้น เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง ในพื้นที่ศึกษาหากใหญ่ พบว่า อุณหภูมิลดลงตามความสูงด้วยอัตรา 0.56 - 1.05 องศาเซลเซียสต่อ 100 เมตร ซึ่งจัดเป็นสภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบคงตัว เนื่องจากการลดลงของอุณหภูมิน้อยกว่า เมื่อเทียบกับค่า Dry Adiabatic lapse rate (0.98 องศาเซลเซียสต่อ 100 เมตร) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สภาพการคงตัวของบรรยากาศระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ.2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

วัน	เวลา	อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส/100เมตร)	สภาพการคงตัวของ บรรยากาศ
18 ธันวาคม 2550	00.00-03.00	-0.90	stable
18 ธันวาคม 2550	03.00-06.00	-0.80	stable
18 ธันวาคม 2550	06.00-09.00	-0.71	stable
18 ธันวาคม 2550	09.00-12.00	-0.75	stable
18 ธันวาคม 2550	12.00-15.00	-0.68	stable
18 ธันวาคม 2550	15.00-18.00	-0.56	stable
18 ธันวาคม 2550	18.00-21.00	-0.83	stable
18 ธันวาคม 2550	21.00-00.00	-0.89	stable
19 ธันวาคม 2550	00.00-03.00	-0.92	stable
19 ธันวาคม 2550	03.00-06.00	-0.96	neutral
19 ธันวาคม 2550	06.00-09.00	-0.81	stable
19 ธันวาคม 2550	09.00-12.00	-0.92	stable
19 ธันวาคม 2550	12.00-15.00	-0.78	stable
19 ธันวาคม 2550	15.00-18.00	-0.77	stable
19 ธันวาคม 2550	18.00-21.00	-0.99	neutral
19 ธันวาคม 2550	21.00-00.00	-1.04	unstable
20 ธันวาคม 2550	00.00-03.00	-0.92	stable
20 ธันวาคม 2550	03.00-06.00	-0.87	stable

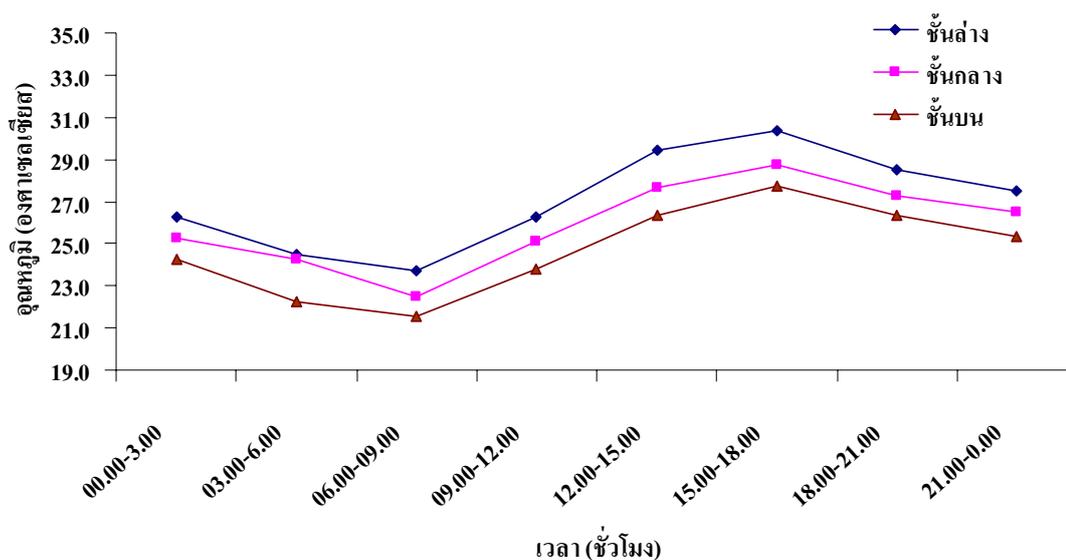
ตารางที่ 4 (ต่อ)

วัน	เวลา	อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส/100เมตร)	สภาพการคงตัวของ บรรยากาศ
20 ธันวาคม 2550	06.00-09.00	-0.77	stable
20 ธันวาคม 2550	09.00-12.00	-0.84	stable
20 ธันวาคม 2550	12.00-15.00	-0.72	stable
20 ธันวาคม 2550	15.00-18.00	-0.71	stable
20 ธันวาคม 2550	18.00-21.00	-1.05	neutral
20 ธันวาคม 2550	21.00-00.00	-0.91	stable

1.2 พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

1.2.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณ
 ดาดฟ้าชั้น 9 อาคารจอดรถ โรงแรมไอยกสุท (ไอยก 1) พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 22.2-31.0
 องศาเซลเซียส และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลง
 ในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษา อุณหภูมิในชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 30.3 องศาเซลเซียส
 ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 23.7 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 06.00-9.00
 นาฬิกา (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร

1.2.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าชั้นโรงแรมไบฮอกสทูท (ไบฮอก 1) พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 20.9-29.4 องศาเซลเซียส และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษา อุณหภูมิในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 28.7 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 22.5 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 23)

1.2.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้า โรงแรมไบฮอกสกาย (ไบฮอก 2) พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 20.2-28.6 องศาเซลเซียส และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษา อุณหภูมิในชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 27.7 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 21.1 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 23)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันทั้ง 3 ระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานครพบว่าอุณหภูมิชั้นล่างมีค่าสูงเมื่อเทียบกับชั้นกลางและชั้นบน ตามลำดับและเนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างของพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร เป็นตำแหน่งที่มีความแตกต่างของระดับความสูงอย่างมาก ประกอบกับในระหว่างเก็บตัวอย่างไม่มีฝนหรือเมฆ ผลความแตกต่างอันเนื่องมาจากความสูงจึงแสดงอย่างเด่นชัด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามระดับความสูงในบริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิลดลงตามความสูงด้วยอัตรา 0.60 - 1.12 องศาเซลเซียสต่อ 100 เมตรซึ่งจัดเป็นสภาพคงตัวบรรยากาศแบบคงตัวถึงแบบไม่คงตัวเมื่อเทียบกับ Dry Adiabatic lapse rate (0.98 องศาเซลเซียสต่อ 100 เมตร) ส่วนในเวลากลางคืนพบว่า สภาพความคงตัวบรรยากาศเป็นแบบคงตัว

ตารางที่ 5 สภาพการคงตัวของบรรยากาศระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

วัน	เวลา	อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส/100เมตร)	สภาพการคงตัวของ บรรยากาศ
18 กุมภาพันธ์ 2551	21.00-00.00	-0.71	stable
19 กุมภาพันธ์ 2551	00.00-03.00	-0.71	stable
19 กุมภาพันธ์ 2551	03.00-06.00	-0.74	stable
19 กุมภาพันธ์ 2551	06.00-09.00	-0.72	stable
19 กุมภาพันธ์ 2551	09.00-12.00	-0.93	stable
19 กุมภาพันธ์ 2551	12.00-15.00	-0.12	unstable
19 กุมภาพันธ์ 2551	15.00-18.00	-0.96	neutral
19 กุมภาพันธ์ 2551	18.00-21.00	-0.94	stable
19 กุมภาพันธ์ 2551	21.00-00.00	-0.83	stable
20 กุมภาพันธ์ 2551	00.00-03.00	-0.78	stable
20 กุมภาพันธ์ 2551	03.00-06.00	-0.81	stable
20 กุมภาพันธ์ 2551	06.00-09.00	-0.81	stable
20 กุมภาพันธ์ 2551	09.00-12.00	-0.86	stable
20 กุมภาพันธ์ 2551	12.00-15.00	-1.03	neutral
20 กุมภาพันธ์ 2551	15.00-18.00	-0.90	stable
20 กุมภาพันธ์ 2551	18.00-21.00	-0.66	stable
20 กุมภาพันธ์ 2551	21.00-00.00	-0.60	stable
21 กุมภาพันธ์ 2551	00.00-03.00	-0.66	stable

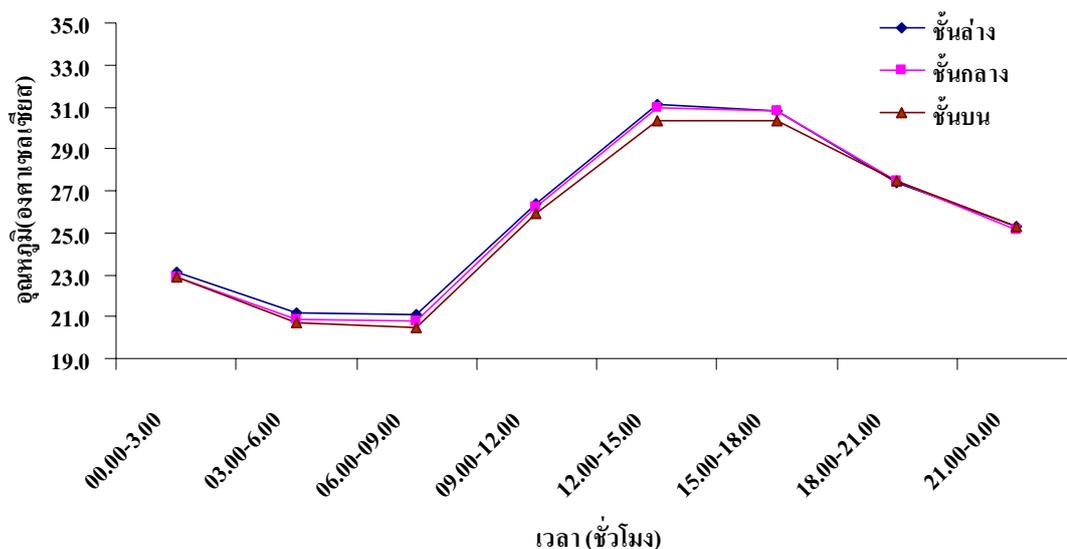
ตารางที่ 5 (ต่อ)

วัน	เวลา	อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส/100เมตร)	สภาพการคงตัวของ บรรยากาศ
21 กุมภาพันธ์ 2551	03.00-06.00	-0.83	stable
21 กุมภาพันธ์ 2551	06.00-09.00	-0.69	stable
21 กุมภาพันธ์ 2551	09.00-12.00	-0.77	stable
21 กุมภาพันธ์ 2551	12.00-15.00	-1.03	neutral
21 กุมภาพันธ์ 2551	15.00-18.00	-0.87	stable
21 กุมภาพันธ์ 2551	18.00-21.00	-0.63	stable
21 กุมภาพันธ์ 2551	21.00-00.00	-0.49	stable

1.3 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

1.3.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณ คาดฟ้า อาคารจอดรถ โรงแรม Centara Duangtawan พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 17.9-34.6 องศาเซลเซียส และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษา อุณหภูมิชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 31.1 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 21.1 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551
พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

1.3.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณ
ศาลาพักผ่อน โรงแรม The Imperial Mae Ping พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 18.7-34.6 องศาเซลเซียส
และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน
พบว่า ในระหว่างการศึกษ อุณหภูมิในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 31.0 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา
12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 20.8 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา
(ภาพที่ 24)

1.3.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณ
ศาลาพักผ่อน โรงแรม Centara Duangtawan พบว่า อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 17.9-34.0 องศาเซลเซียส และ
เมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า
ในระหว่างการศึกษา อุณหภูมิชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 30.4 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 12.01-15.00
นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 20.5 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 24)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันทั้ง 3 ระดับความสูง ของพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า อุณหภูมิชั้นล่างมีค่าสูงเมื่อเทียบกับชั้นกลางและชั้นบน เนื่องจากระดับความสูงของจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จ.เชียงใหม่ มีความแตกต่างกันไม่มากส่งผลให้อุณหภูมิมีค่าแตกต่างกันน้อยมาก และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้วยอัตรา 0.06 – 0.97 ซึ่งจัดเป็นสภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบคงตัวเมื่อเทียบกับ Dry Adiabatic lapse rate (0.98 องศาเซลเซียสต่อ 100 เมตร) และพบสภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ inversion ในช่วงเวลา 21.00 – 00.00 นาฬิกา

ตารางที่ 6 สภาพการคงตัวของบรรยากาศระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

วัน	เวลา	อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส/100เมตร)	สภาพการคงตัวของ บรรยากาศ
25 กุมภาพันธ์ 2551	21.00-00.00	0.24	inversion
26 กุมภาพันธ์ 2551	0.00-03.00	-0.11	stable
26 กุมภาพันธ์ 2551	03.00-06.00	-0.53	stable
26 กุมภาพันธ์ 2551	06.00-09.00	-0.55	stable
26 กุมภาพันธ์ 2551	09.00-12.00	-0.64	stable
26 กุมภาพันธ์ 2551	12.00-15.00	-0.58	stable
26 กุมภาพันธ์ 2551	15.00-18.00	-0.40	stable
26 กุมภาพันธ์ 2551	18.00-21.00	0.97	inversion
26 กุมภาพันธ์ 2551	21.00-00.00	0.06	inversion
27 กุมภาพันธ์ 2551	00.00-03.00	-0.38	stable
27 กุมภาพันธ์ 2551	03.00-06.00	-0.48	stable
27 กุมภาพันธ์ 2551	06.00-09.00	-0.17	stable
27 กุมภาพันธ์ 2551	09.00-12.00	-0.17	stable
27 กุมภาพันธ์ 2551	12.00-15.00	-0.66	stable
27 กุมภาพันธ์ 2551	15.00-18.00	-0.49	stable
27 กุมภาพันธ์ 2551	18.00-21.00	-0.44	stable
27 กุมภาพันธ์ 2551	21.00-00.00	-0.20	stable
28 กุมภาพันธ์ 2551	00.00-03.00	-0.20	stable
28 กุมภาพันธ์ 2551	03.00-06.00	-0.30	stable
28 กุมภาพันธ์ 2551	06.00-09.00	-0.44	stable

ตารางที่ 6 (ต่อ)

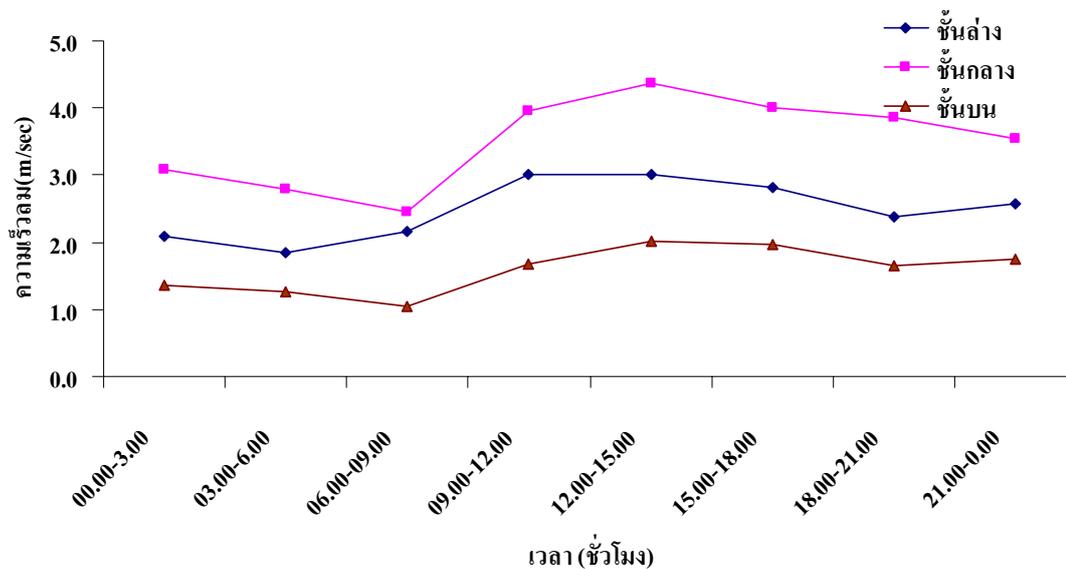
วัน	เวลา	อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส/100เมตร)	สภาพการคงตัวของ บรรยากาศ
28 กุมภาพันธ์ 2551	09.00-12.00	-0.59	stable
28 กุมภาพันธ์ 2551	12.00-15.00	-0.80	stable
28 กุมภาพันธ์ 2551	15.00-18.00	-0.39	stable
28 กุมภาพันธ์ 2551	18.00-21.00	-0.36	stable
28 กุมภาพันธ์ 2551	21.00-00.00	-0.27	stable

2. ความเร็วและทิศทางลม

2.1 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

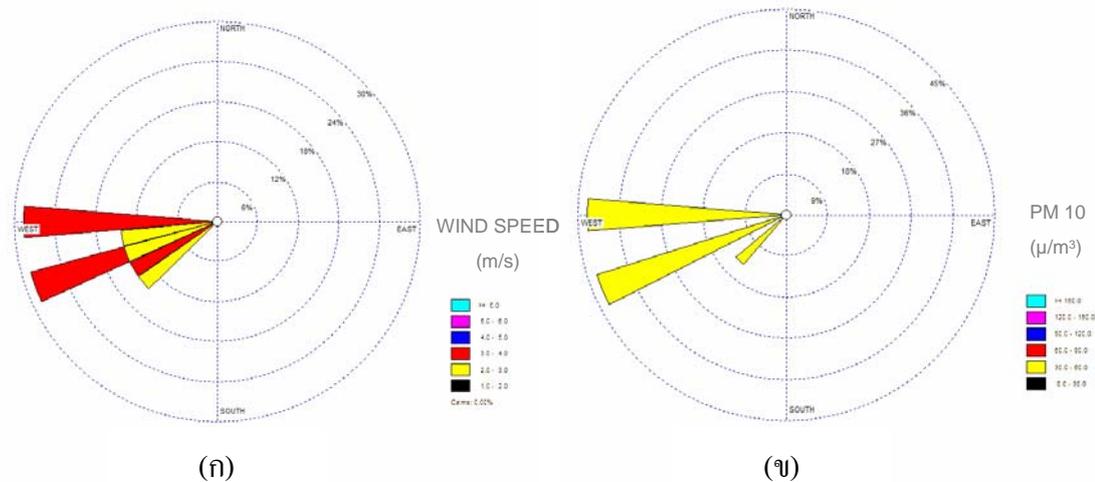
2.1.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ.2550 บริเวณลานชั้น 8 อาคาร โรงแรม Novotel Centara Hatyai พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.9-5.4 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจากทิศตะวันตก และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษความเร็วลมในชั้นล่างมีค่าสูงสุด เท่ากับ 3.0 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.8 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยความเร็วลม 2.0-4.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 30.0-60.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 26)

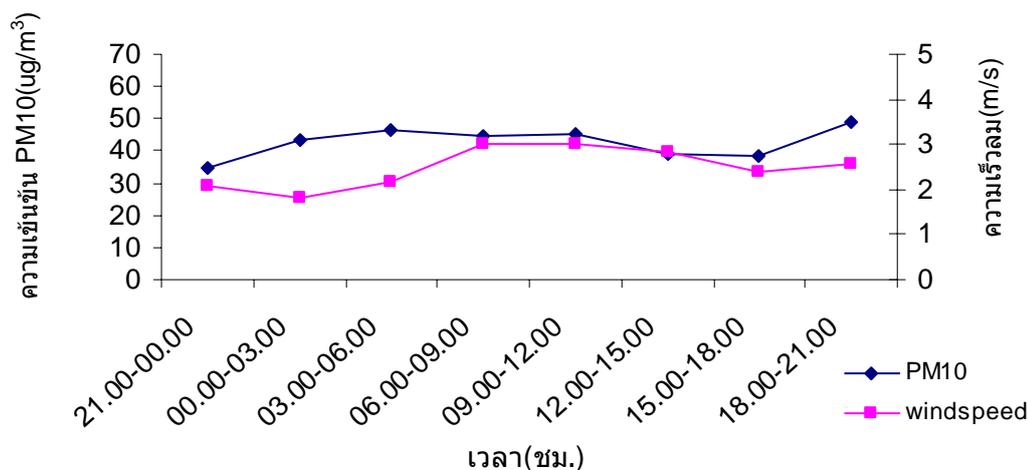


ภาพที่ 26 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ.2551 ชั้นล่างพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(ข) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.33 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 27)

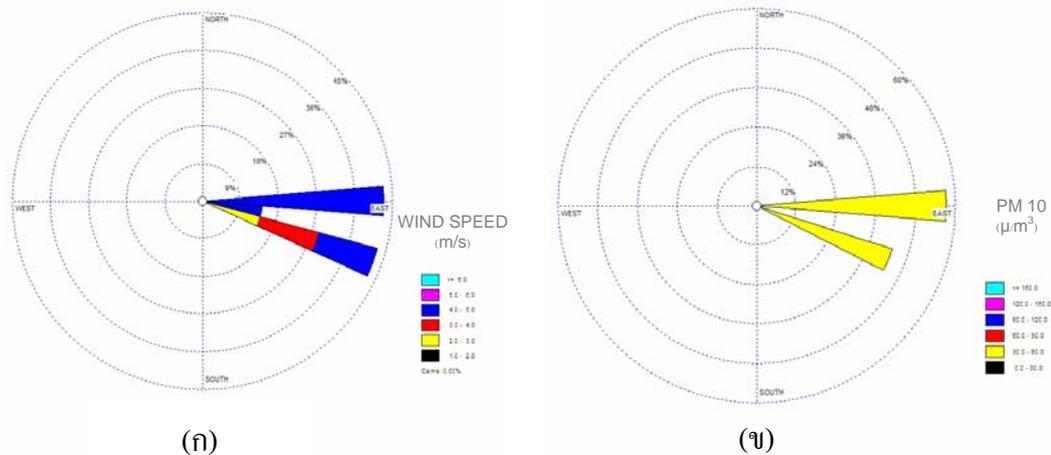


ภาพที่ 27 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ชั้นล่างพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2.1.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณลานชั้น 14 อาคาร โรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.9-6.7 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจากทิศตะวันออก และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษความเร็วลมชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.4 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.4 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 06.00 – 09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 25)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกด้วยความเร็วลม 4.0-6.0 เมตรต่อวินาที และพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ด้วยความเร็วลม 2.0-6.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 30.0-60.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 28)

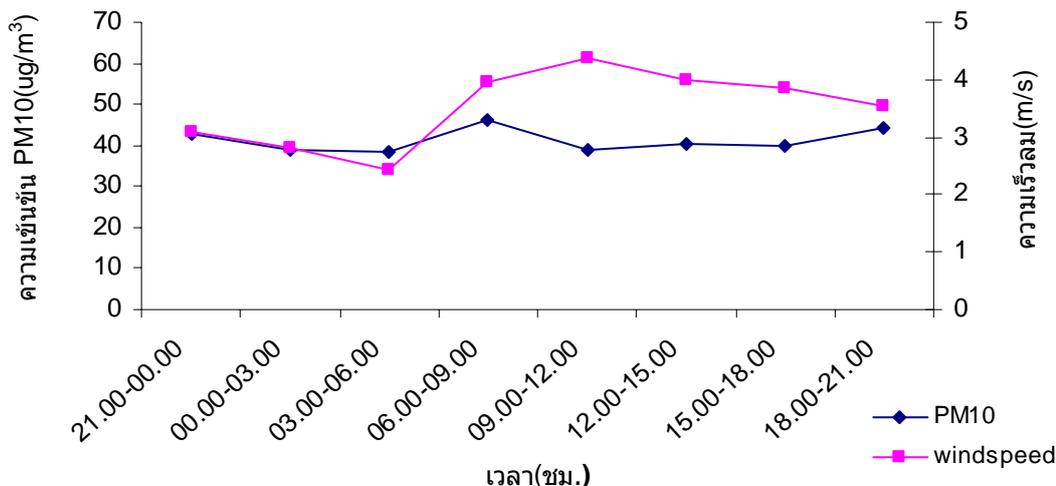


ภาพที่ 28 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ชั้นกลางพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(ข) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่า ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.08 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ (ภาพที่ 29)

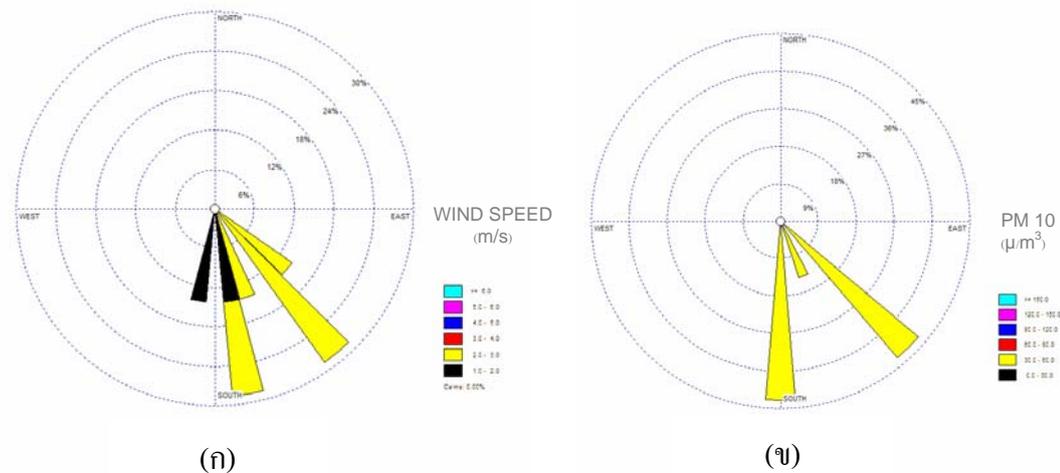


ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2.1.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณอาคารฟ้าชั้น 32 อาคาร โรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.4-3.1 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจากตะวันออกเฉียงใต้ และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษ ความเร็วลมชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.0 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.0 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 06.00- 09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 25)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ด้วย ความเร็วลม 1.0-3.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 30.0-60.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 30)

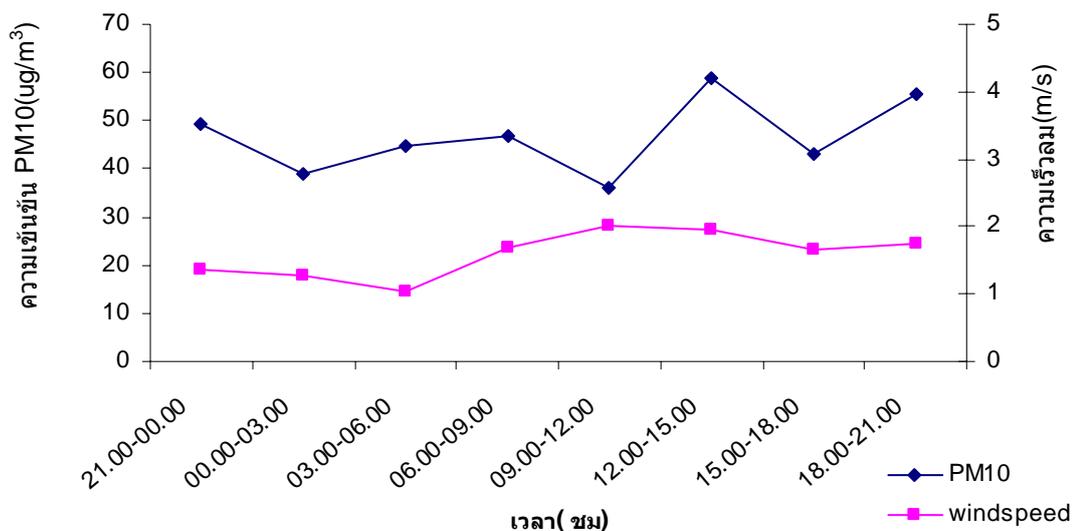


ภาพที่ 30 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ชั้นบน พื้นที่ศึกษา อำเภอลาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(ข) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอลาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์ 0.12 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 31)



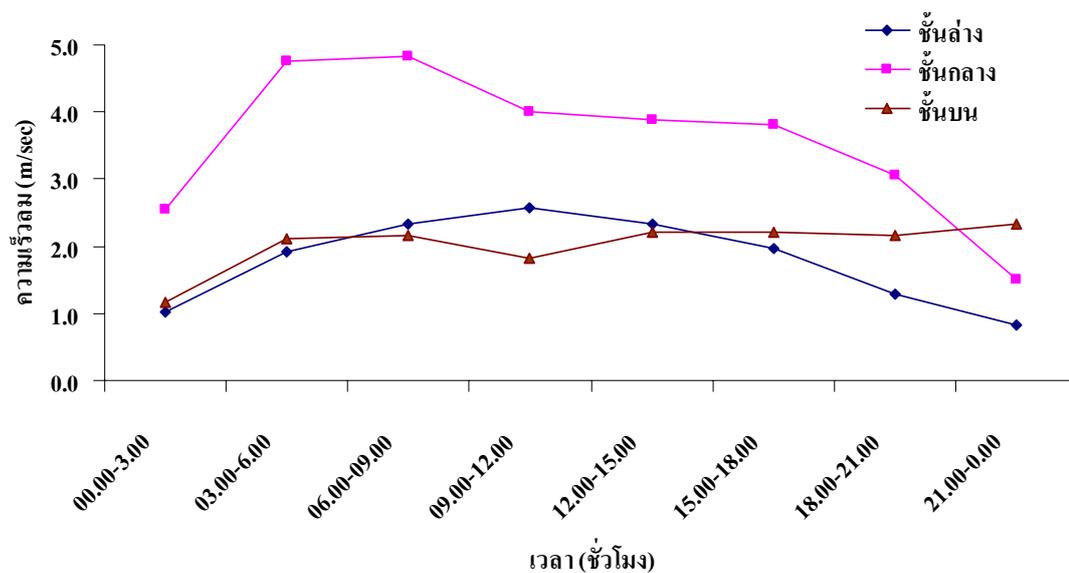
ภาพที่ 31 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมตามระดับความสูงในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่าชั้นล่างและชั้นกลางความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามแนวระดับความสูง ส่วนในชั้นบนความเร็วลมลดลงและทางทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษาชั้นบนจะมีตัวอาคารขวางลมอยู่ (ภาพที่ 32) ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่า ทั้ง 3 ระดับความสูงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

2.2 พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

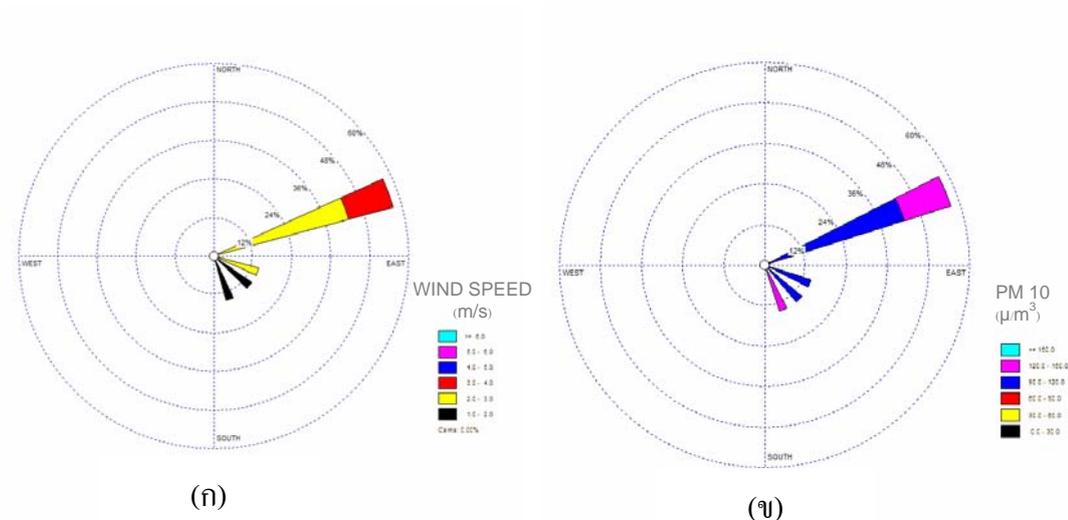
2.2.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 9 อาคารจอร์จ โรงแรมไอยหยีสูท (ไอยหย 1) พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.9-5.4 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาระดับความเร็วลมชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.6 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 9.01-12.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาทีในช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกา (ภาพที่ 32)



ภาพที่ 32 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือด้วยความเร็วลม 3.0-4.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรจะมีความเข้มข้น 120.0-150.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือด้วยความเร็วลม 2.0-3.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 90.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 33)

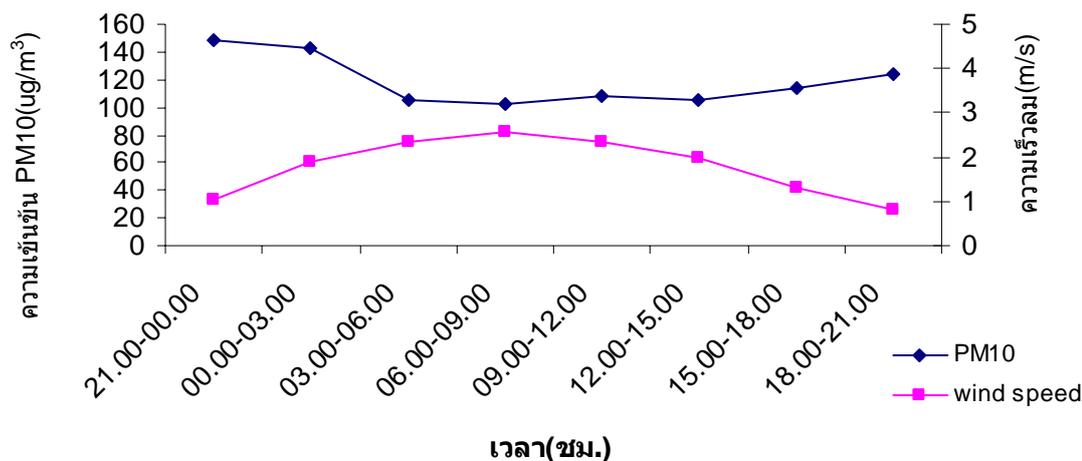


ภาพที่ 33 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(ข) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 จึงมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 34)

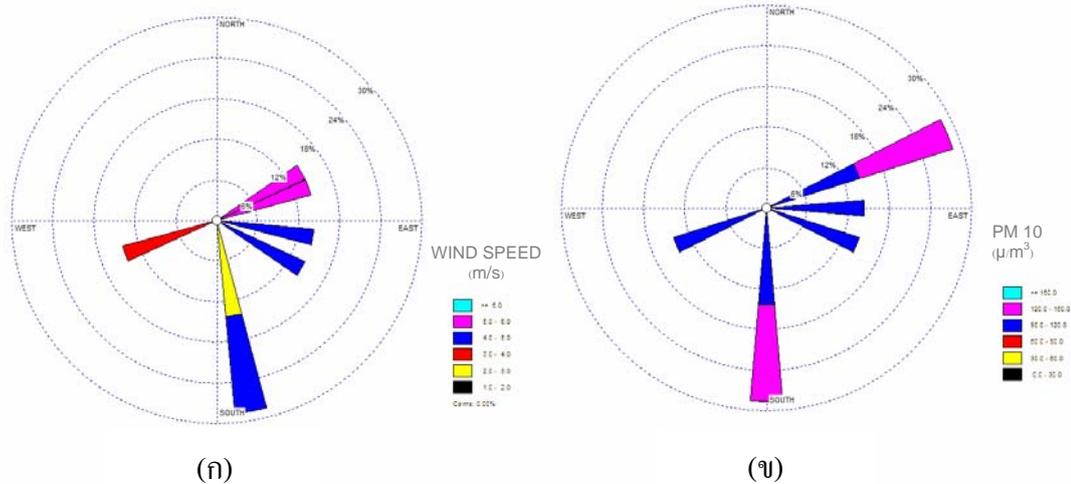


ภาพที่ 34 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

2.2.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 32 โรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.9-6.7 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศใต้ และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษความเร็วลมชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 4.8 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาทีในช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกา (ภาพที่ 32)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือด้วยความเร็วลม 5.0-6.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 120.0-150.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศใต้ด้วยความเร็วลม 4.0-5.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 120.0-150.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศใต้ด้วยความเร็วลม 2.0-3.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 90.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 35)

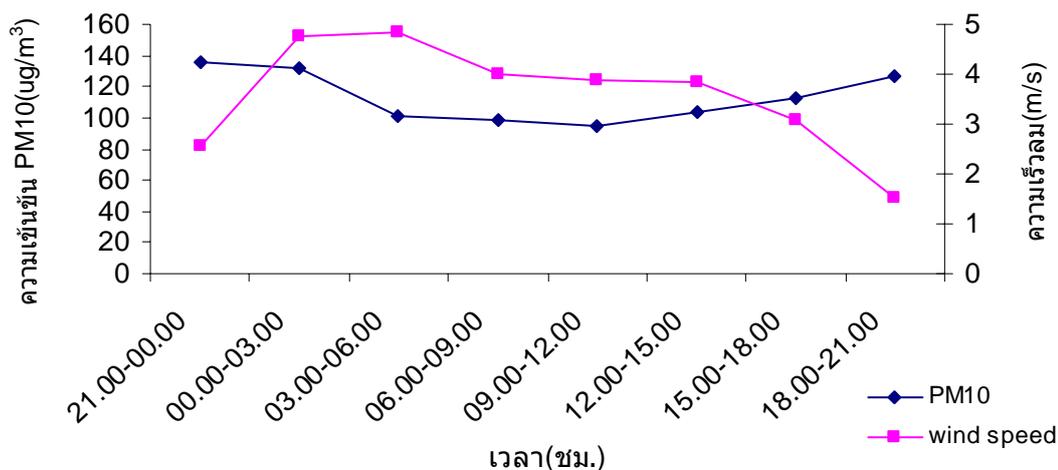


ภาพที่ 35 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(ข) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.83 จึงมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 36)

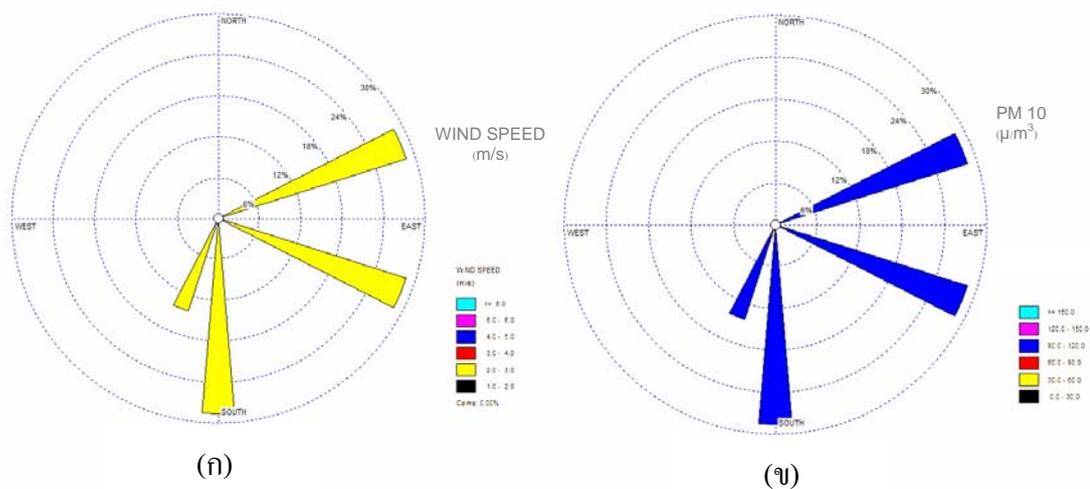


ภาพที่ 36 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

2.2.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 88 โรงแรมไอบีฮกสกาย (ไอบีฮก 2) พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.4-3.1 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศใต้ และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษความเร็วลมชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.4 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 21.01-00.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.2 เมตรต่อวินาทีในช่วงเวลา 00.00-03.00 นาฬิกา (ภาพที่ 32)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศใต้ ด้วยความเร็วลม 2.0-3.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 90.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 37)

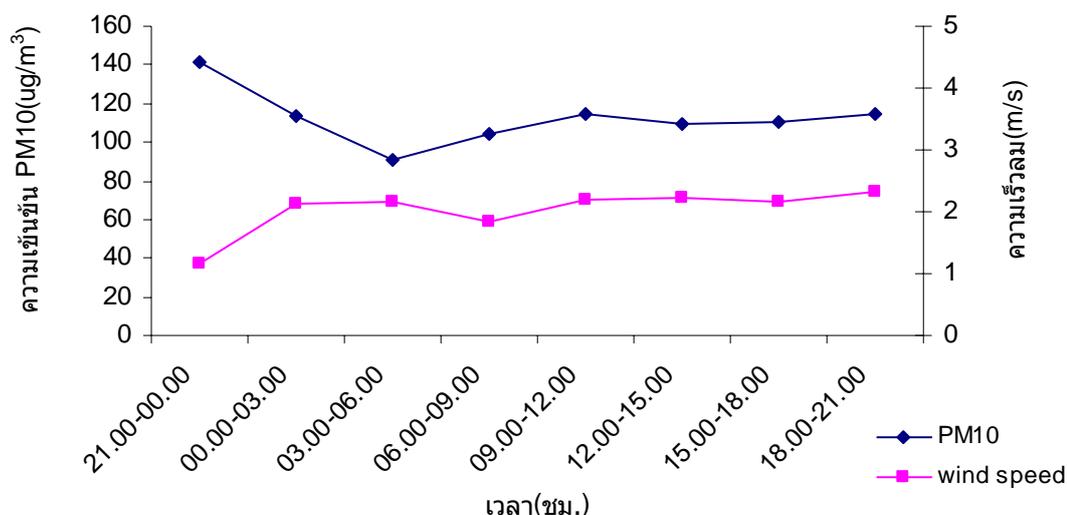


ภาพที่ 37 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นบน พื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(จ) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.01 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 38)



ภาพที่ 38 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

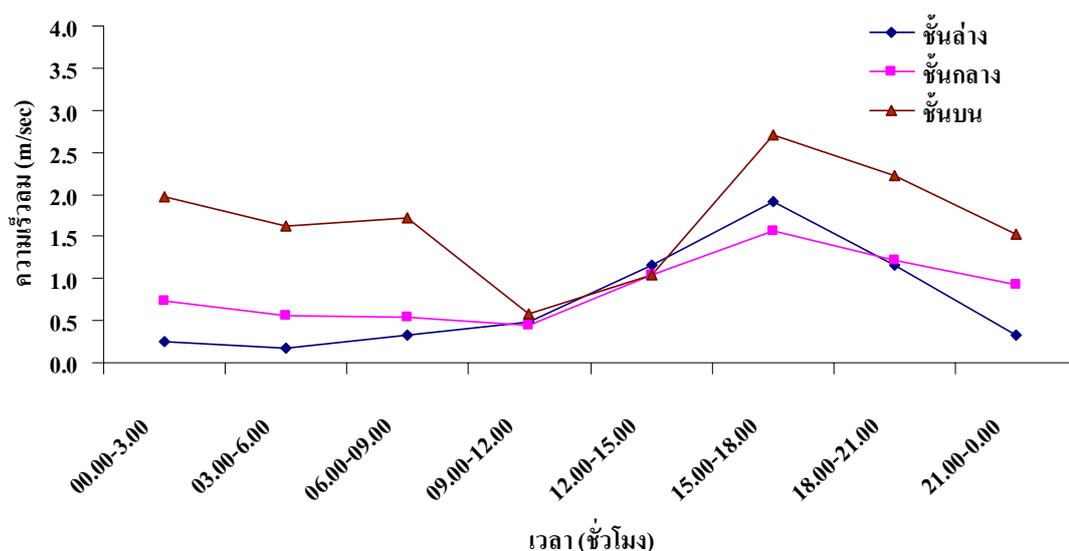
การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมตามระดับความสูงในพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความเร็วลมชั้นล่างและชั้นกลางแสดงการเพิ่มขึ้นของความเร็วลมต่อระดับความสูง ส่วนในชั้นบน ความเร็วลมลดต่ำกว่าชั้นล่างและกลาง เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างชั้นบนมีข้อจำกัดด้านความปลอดภัยและความรับทางราชการ ประกอบกับจุดที่ทางเจ้าของสถานที่ให้ติดตั้งเครื่องมือ เป็นจุดที่มีสิ่งกีดขวางประเภทอุปกรณ์สื่อสาร เสาขนาดใหญ่ ส่งผลให้ความเร็วที่วัดได้ในชั้นบนมีค่าต่ำกว่าชั้นล่าง และชั้นกลาง ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าที่ระดับความสูงชั้นล่างและชั้นกลางมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญ

2.3 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

2.3.1 ชั้นล่าง

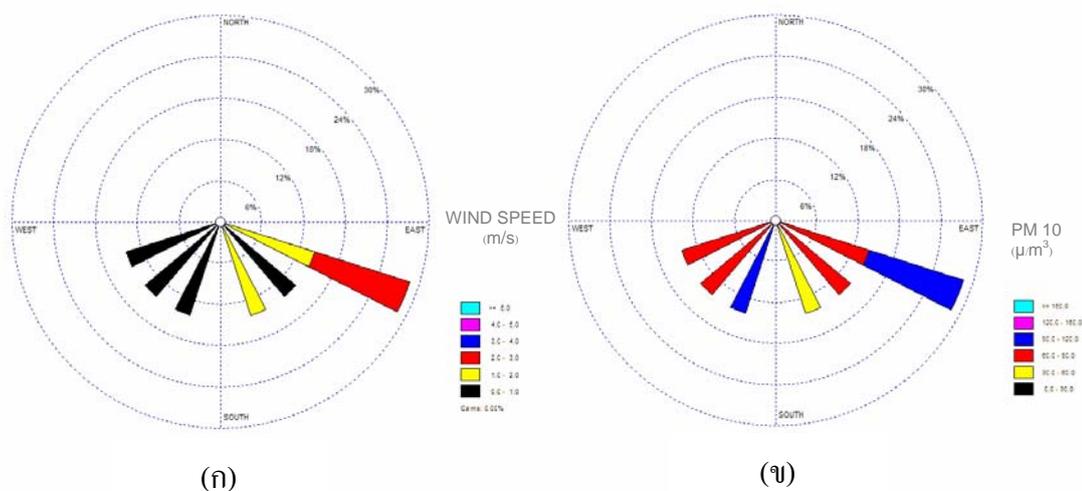
ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าชั้น 4 อาคารจอดรถ โรงแรม Centara Duangtawan พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.0-4.9 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน

พบว่า ในระหว่างการศึกษความเร็วลมชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.9 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 15.01-18.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.2 เมตรต่อวินาทีในช่วงเวลา 03.01-06.00 นาฬิกา (ภาพที่ 39)



ภาพที่ 39 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ด้วยความเร็วลม 2.0-3.0 เมตรต่อวินาที (ภาพที่ 46) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 90.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ เมื่อความเร็วลม 0-2.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 30.0-90.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยความเร็วลม 0-1.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 60.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 40)

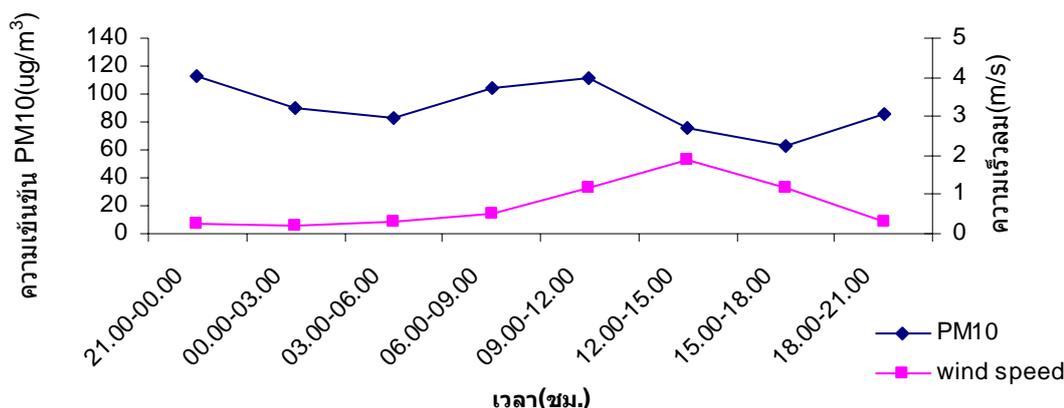


ภาพที่ 40 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(ข) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.001 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 41)

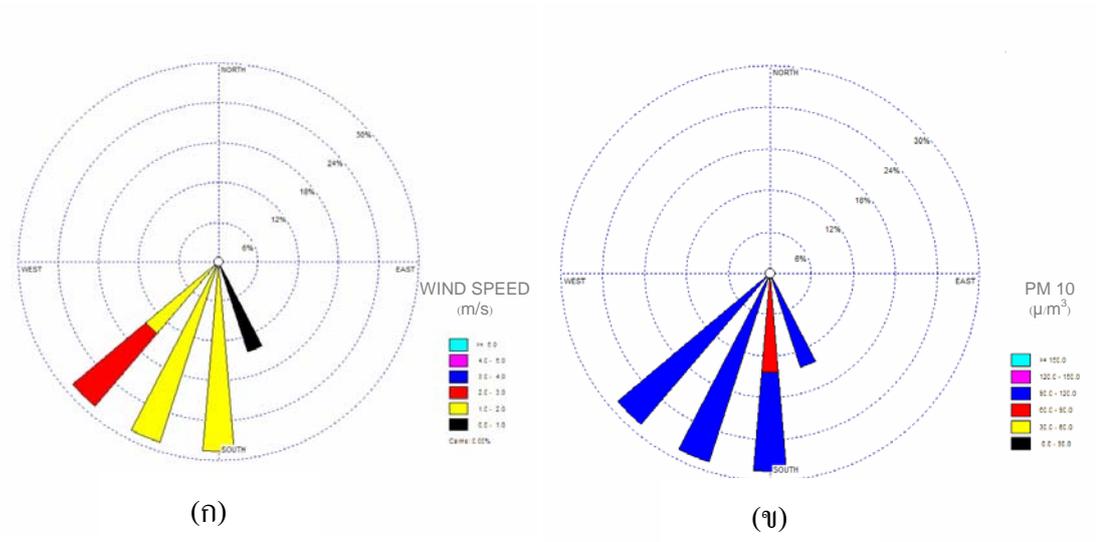


ภาพที่ 41 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

2.3.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 16 โรงแรม The Imperial Mae Ping พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.0-3.6 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษ ความเร็วลมชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.6 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.5 เมตรต่อวินาทีในช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกา (ภาพที่ 39)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้น ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยความเร็วลม 1.0-3.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 90.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ เมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศใต้ด้วยความเร็วลม 1.0-2.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 60.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ด้วยความเร็วลม 0-1.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 90.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 42)

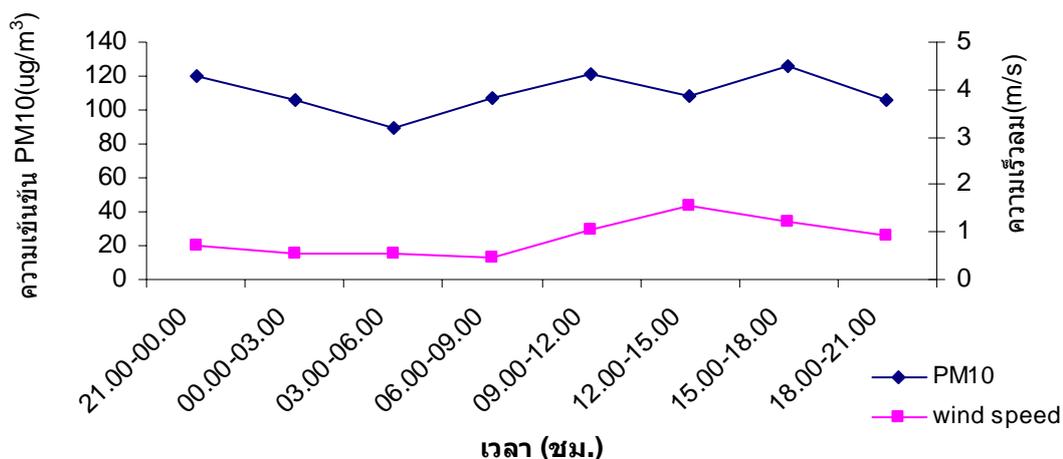


ภาพที่ 42 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(ข) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.29 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 43)

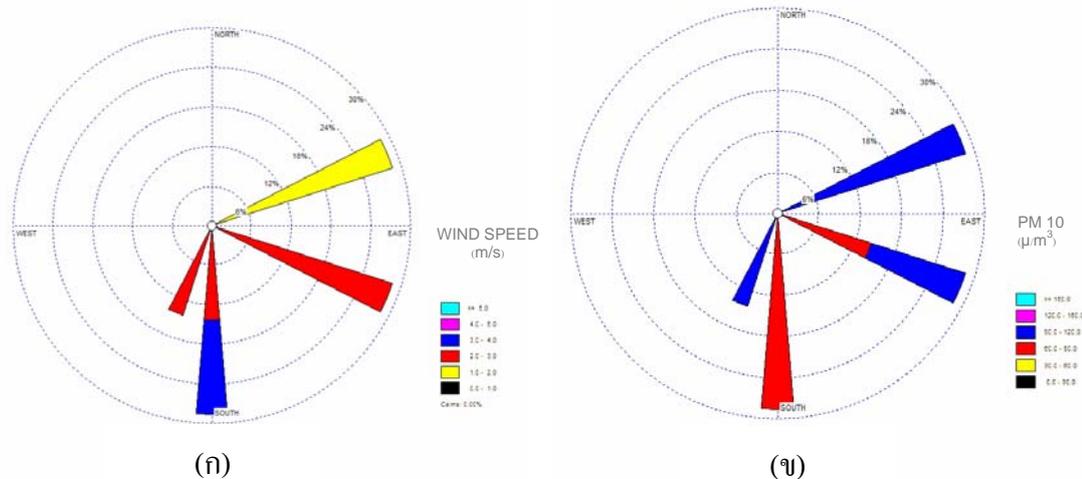


ภาพที่ 43 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

2.3.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความเร็วและทิศทางลมระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 23 โรงแรม Centara Duangtawan พบว่า ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.0-7.2 เมตรต่อวินาที และมีทิศทางลมพัดจาก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษความเร็วลมชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.7 เมตรต่อวินาที ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.6 เมตรต่อวินาทีในช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกา (ภาพที่ 39)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วและทิศทางลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าเมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศใต้ด้วยความเร็วลม 2.0-4.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 60.0-90.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ เมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ด้วยความเร็วลม 2.0-3.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 60.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อทิศทางลมมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือด้วยความเร็วลม 1.0-2.0 เมตรต่อวินาที ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะมีความเข้มข้น 90.0-120.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 44)

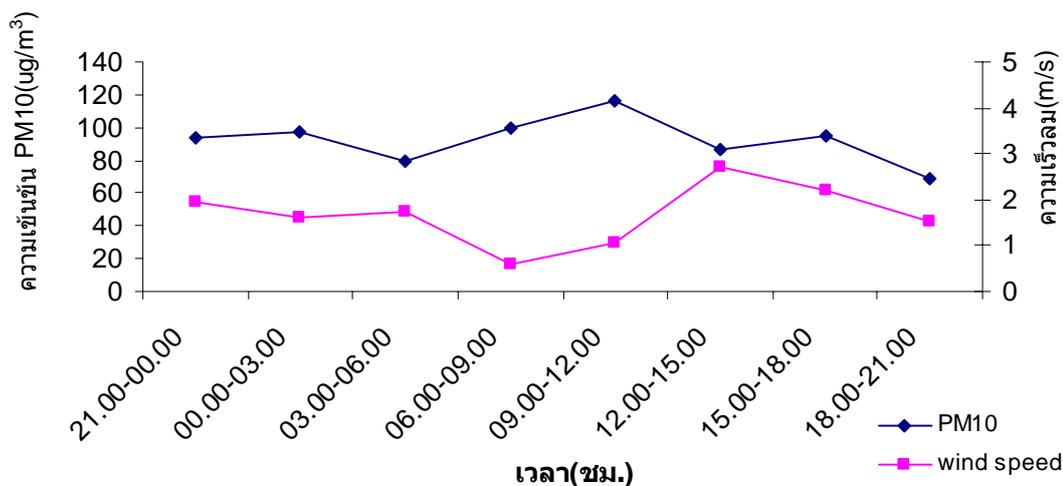


ภาพที่ 44 การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วลมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ชั้นบน พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

หมายเหตุ (ก) ทิศทางและความเร็วลม

(ข) เข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การหาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 มีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 45)



ภาพที่ 45 ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมตามระดับความสูงในพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าทั้ง 3 ระดับความสูงความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง พบว่าช่วงบ่ายถึงค่ำความเร็วลมในชั้นล่างมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากชั้นล่างได้รับอิทธิพลของอาคารที่อยู่ใกล้เคียง ก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศผ่านสิ่งกีดขวาง ความเร็วเสียดทานที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากกระแสลมพัดผ่านสิ่งกีดขวาง ซึ่งสอดคล้องกับ Sullivan and Greeley (1993) กล่าวว่าค่าความเร็วเสียดทานจะเพิ่มขึ้นกรณีอากาศเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีความขรุขระ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบนมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 7 ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

สถานที่	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	0.30	0.08	0.12
กรุงเทพมหานคร	0.87	0.83	0.01
อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.001	0.29	0.80

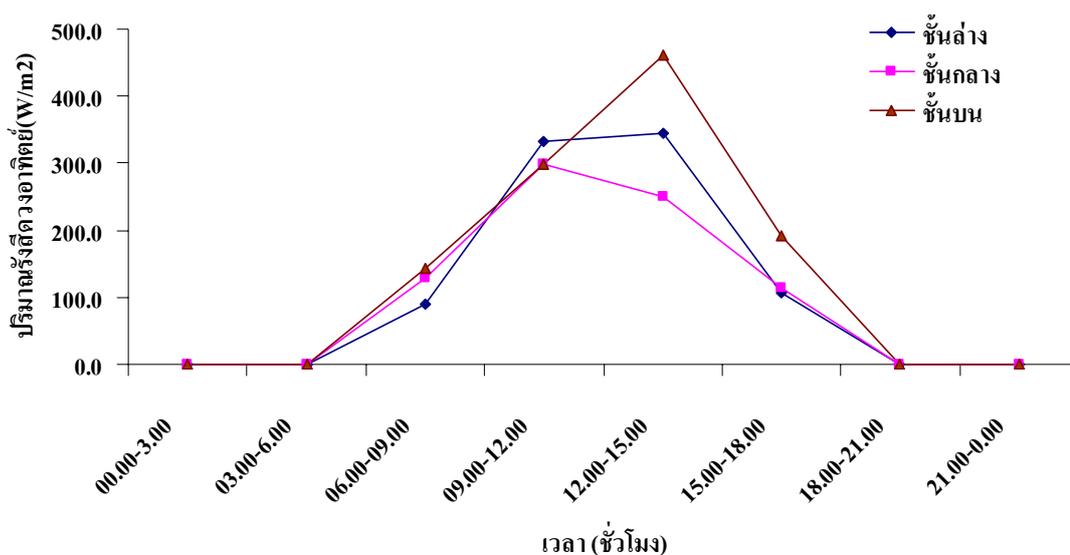
ความเร็วลมของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แห่ง แสดงการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมตามระดับความสูงและผลของสิ่งกีดขวางที่มีต่อความเร็วลม ซึ่งสอดคล้องกับ (Turner, 1994) และ (Davenport, 1963) รายงานว่าความเร็วลมแปรผันตามความสูงและแปรผกผันกับค่า Roughness length ตามทฤษฎีทั้ง Logarithmic profile และ Power law

3. ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

3.1 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

3.1.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัด ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณลานชั้น 8 อาคาร โรงแรม Novotel Centara Hatyai พบว่าความเข้ม รังสีดวงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 1-1,056 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ย เพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในการศึกษาชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 345.3 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 89.4 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 46)



ภาพที่ 46 การเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การหาความความเข้มสัมพันธ์รังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.29 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

3.1.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณลานชั้น 14 อาคาร โรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ มีค่าระหว่าง 2-882 วัตต์ต่อตารางเมตรและเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาคความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 298.8 วัตต์ต่อตารางเมตรในช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 113.0 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา (ภาพที่ 46)

การหาความสัมพันธ์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.08 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

3.1.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณชั้น 32 อาคาร โรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 1-1200 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาคความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 460.3 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 144.1 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 06.00 นาฬิกา (ภาพที่ 46)

การหาความสัมพันธ์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความเข้มรังสี

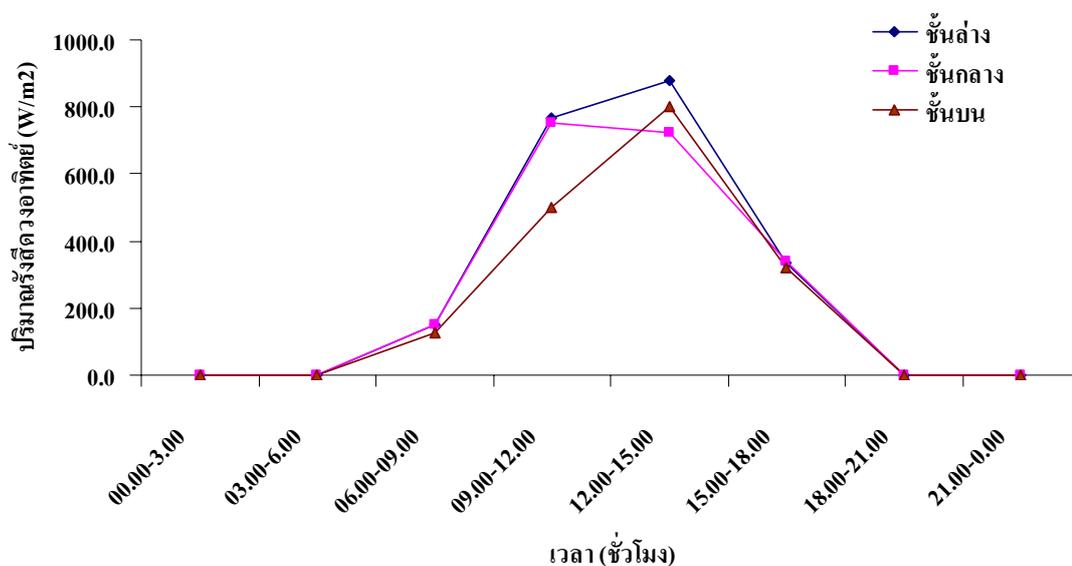
ดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสัมพัทธ์เท่ากับ 0.009 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

จากการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ทั้ง 3 ระดับชั้นพบว่า เริ่มมีความเข้มรังสีตั้งแต่เวลา 6.00- 18.00 นาฬิกา ช่วงเวลาที่มีความเข้มรังสีมากที่สุดคือช่วง 11.00–13.00 นาฬิกา ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

3.2 พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

3.2.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 9 อาคารจอร์จ โรงแรมไอบีฮกสุท (ไอบีฮก 1) พบว่า ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 2-992 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาคความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 879.9 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 151.8 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 47)



ภาพที่ 47 การเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

การหาความสัมพันธ์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.15 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

3.2.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณอาคารฟ้าชั้น 32 โรงแรมไอบีฮอกสทูท (ไอบีฮอก 1) พบว่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 1-987 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 753.9 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 150.3 วัตต์ต่อตารางเมตรในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 47)

การหาความสัมพันธ์รังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร รังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.23 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

3.2.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 18-22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 88 โรงแรมไอบีหยกสกาย (ไอบีหยก 2) พบว่า ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 1-897 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษา ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 799.4 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 123.9 วัตต์ต่อตารางเมตรในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา (ภาพที่ 47)

การหาความสัมพันธ์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่า 0.17 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

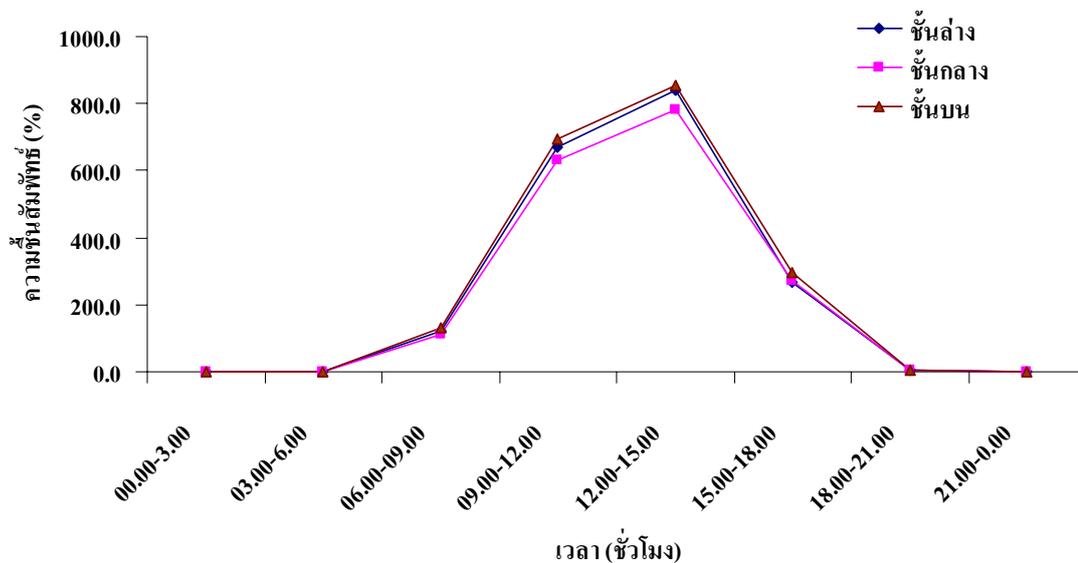
จากการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ทั้ง 3 ระดับชั้นพบว่า เริ่มมีความเข้มรังสีตั้งแต่วเวลา 06.00- 18.00 นาฬิกา ช่วงเวลาที่มีความเข้มรังสีมากที่สุดคือช่วง 11.00 – 13.00 นาฬิกา ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

3.3 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

3.3.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 4 อาคารจอยครด โรงแรม Centara Duangtawan พบว่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 1-1,018 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน

มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ชั้นล่างมีค่าสูงสุดเท่ากับ 837.4 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.4 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 18.00-21.00 นาฬิกา (ภาพที่ 48)



ภาพที่ 48 การเปลี่ยนแปลงความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

การหาความสัมพันธ์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จ.เชียงใหม่ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่า 0.006 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

3.3.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณคาเฟ่ฟ้าชั้น 16 โรงแรม The Imperial Mae Ping พบว่า ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 4-947 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 871.1 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3.6 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 18.00-21.00 นาฬิกา (ภาพที่ 48)

การหาความสัมพันธ์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่า 0.214 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

3.3.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 23 โรงแรม Centara Duangtawan พบว่า ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าระหว่าง 1-1,015 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ในระหว่างการศึกษาค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ชั้นบนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 856.3 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.0 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 18.00-21.00 นาฬิกา (ภาพที่ 48)

การหาความสัมพันธ์ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.275 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

ตารางที่ 8 ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

สถานที่	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	0.29	0.08	0.009
กรุงเทพมหานคร	0.15	0.23	0.17
อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.006	0.214	0.275

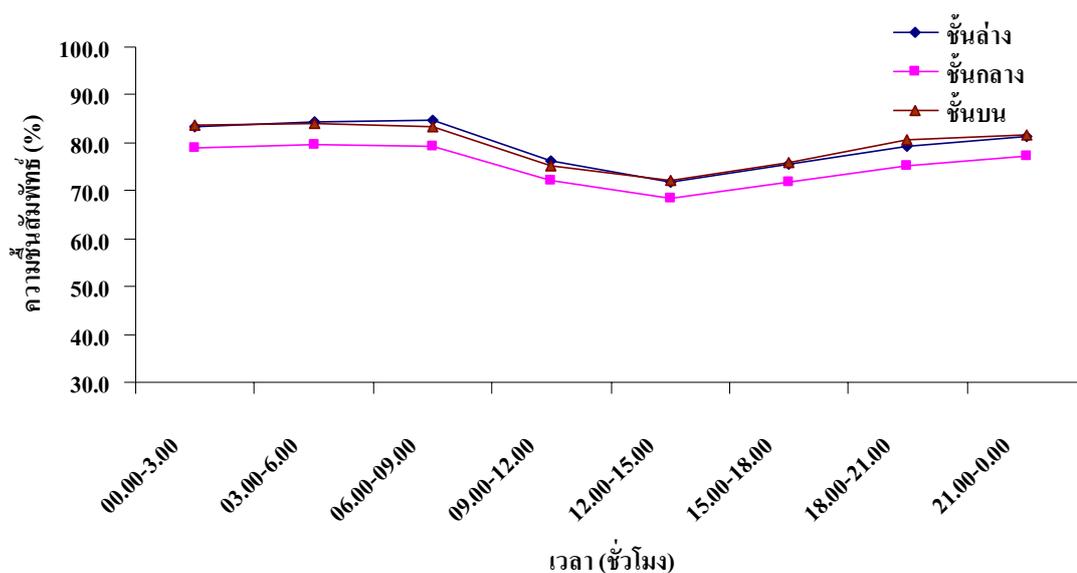
จากการตรวจวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ทั้ง 3 ระดับชั้นพบว่า เริ่มมีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตั้งแต่เวลา 06.00- 18.00 นาฬิกา ช่วงเวลาที่มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุดคือช่วง 11.00 – 13.00 นาฬิกา ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

4. ความชื้นสัมพัทธ์

4.1 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

4.1.1 ชั้นล่าง

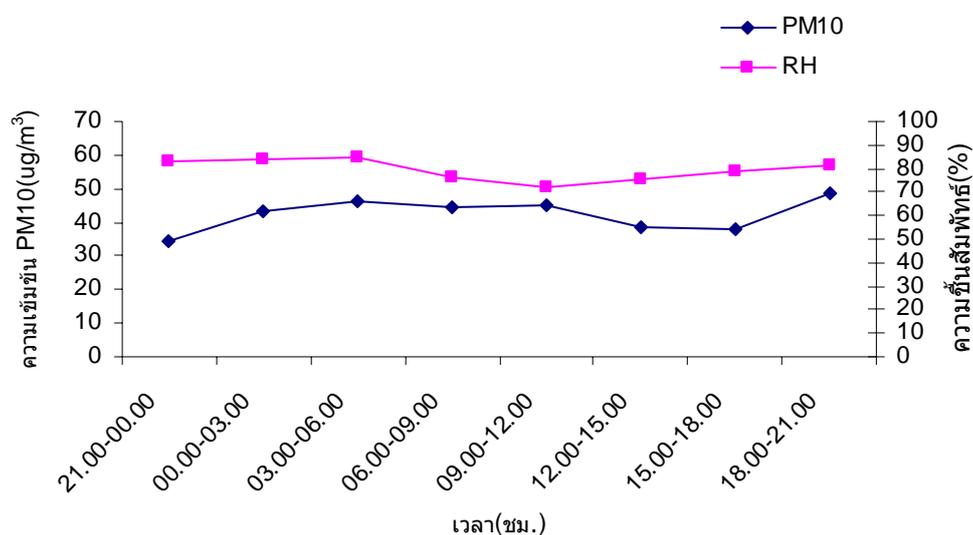
ผลการตรวจวัด ความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณลานชั้น 8 อาคารโรงแรม Novotel Centara Hatyai พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่าง ร้อยละ 67-90 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลง ในรอบวัน พบว่าชั้นล่างความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าร้อยละ 79.6 มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 84.6 ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 71.1 ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา (ภาพที่ 49)



ภาพที่ 49 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.63 มีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผันตามอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 50)

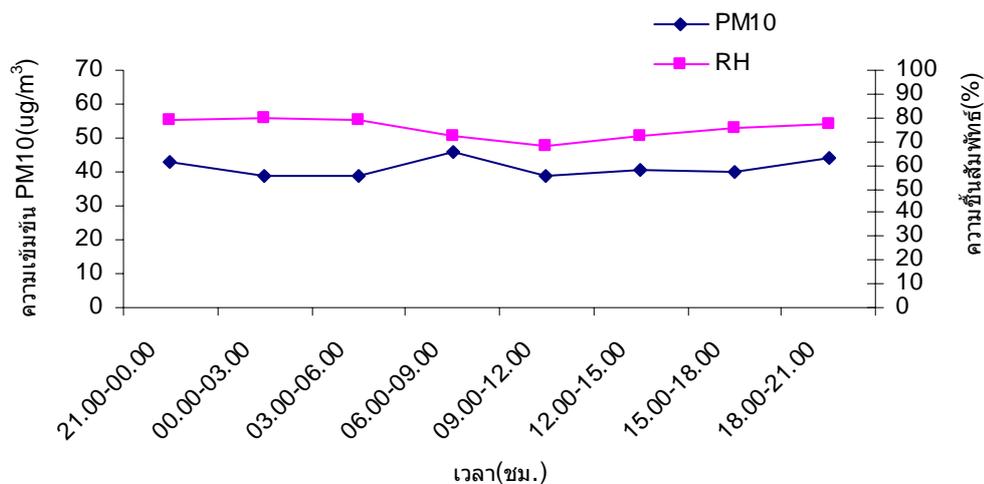


ภาพที่ 50 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

4.1.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่ 17-19 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณลานชั้น 14 อาคาร โรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่างร้อยละ 65-85 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าชั้นกลางความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าร้อยละ 75.9 เปอร์เซ็นความชื้นสัมพัทธ์ในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 79.6 ในช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 68.4 ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา (ภาพที่ 49)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จ.สงขลา ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่า 0.07 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 51)

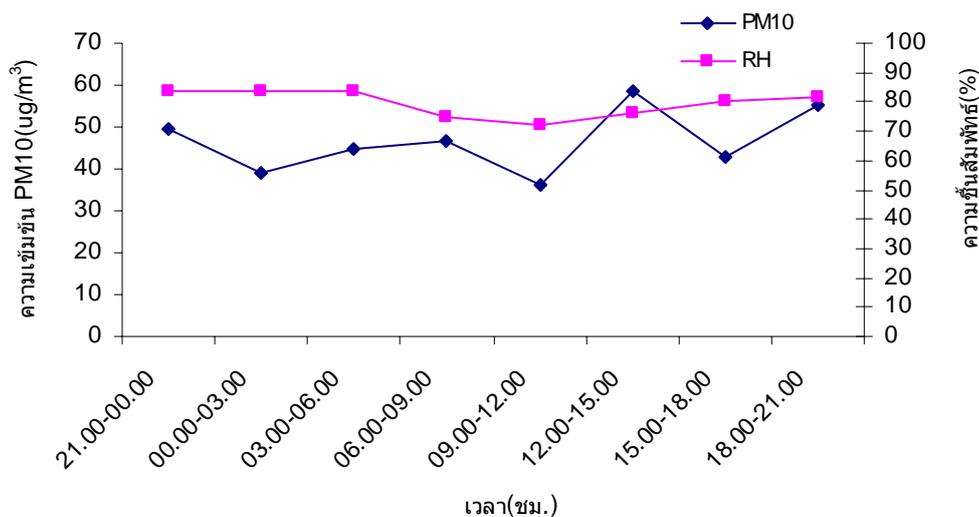


ภาพที่ 51 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

4.1.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณชั้น 32 อาคาร โรงแรม Lee Gardens Plaza พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่างร้อยละ 68-80 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่า ชั้นบนความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่า 79.3 มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 83.9 ในช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 72.3 ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา (ภาพที่ 49)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จ.สงขลา ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.05 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 52)



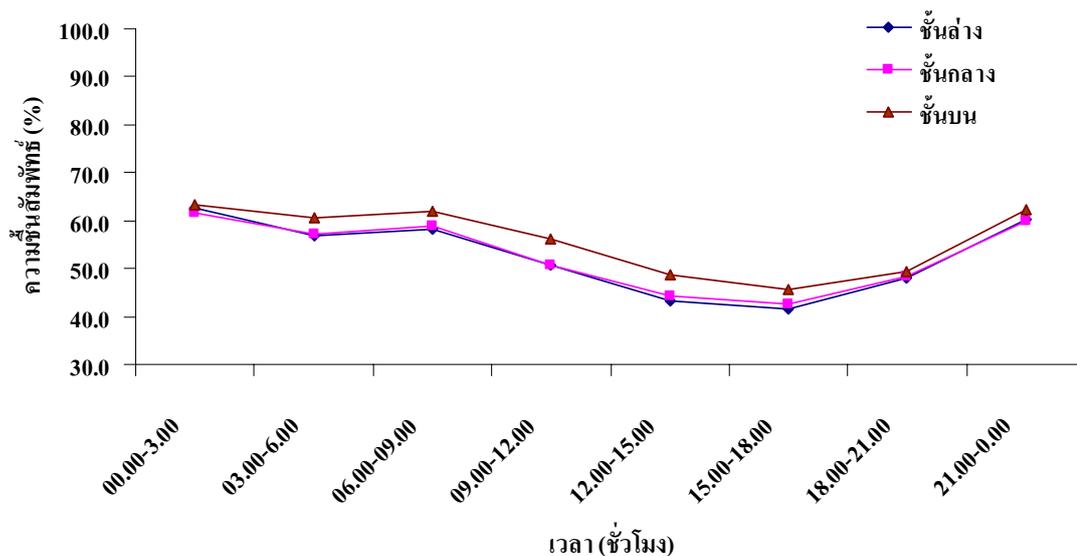
ภาพที่ 52 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

จากผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ทั้ง 3 ระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดหาดใหญ่ พบว่าชั้นล่างมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ชั้นกลางมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำที่สุด และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีเพียงชั้นล่างเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผันตามอย่างมีนัยสำคัญ

4.2 พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

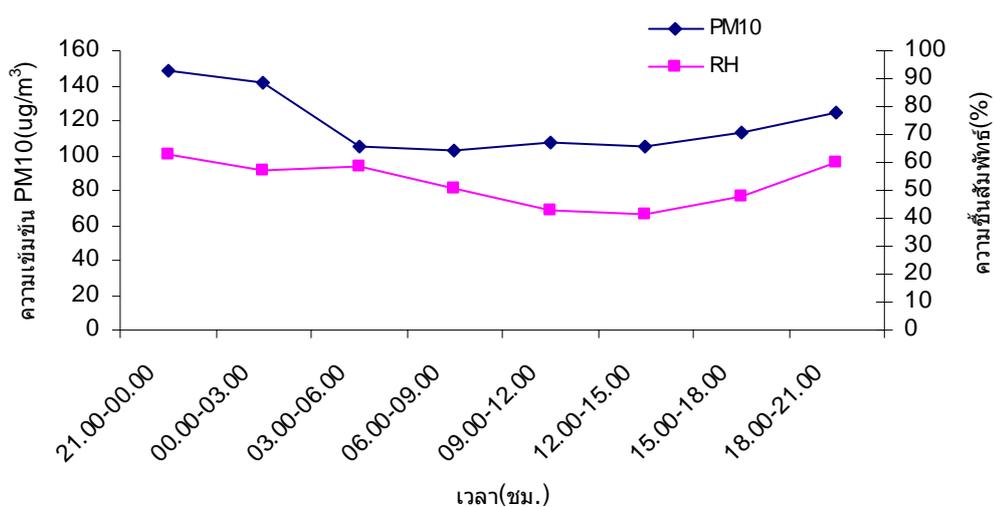
4.2.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าชั้น 9 อาคารจอร์จ โรเจอร์ ไบฮอกสูท (ไบฮอก 1) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่าง ร้อยละ 36-80 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าชั้นล่างความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 52.7 มีค่าสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 62.2 ในช่วงเวลา 00.00-03.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 41.6 ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา (ภาพที่ 53)



ภาพที่ 53 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.26 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 54)

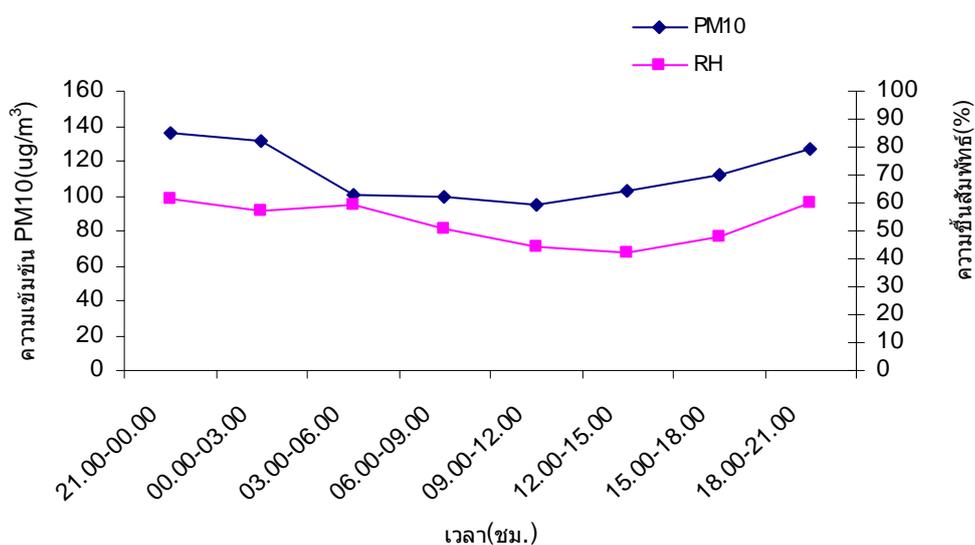


ภาพที่ 54 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

4.2.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 32 โรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่างร้อยละ 37-82 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าชั้นกลางความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 52.9 ความชื้นสัมพัทธ์ในชั้นกลางมีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 61.4 ในช่วงเวลา 00.00-03.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 42.4 ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา (ภาพที่ 53)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.09 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 55)

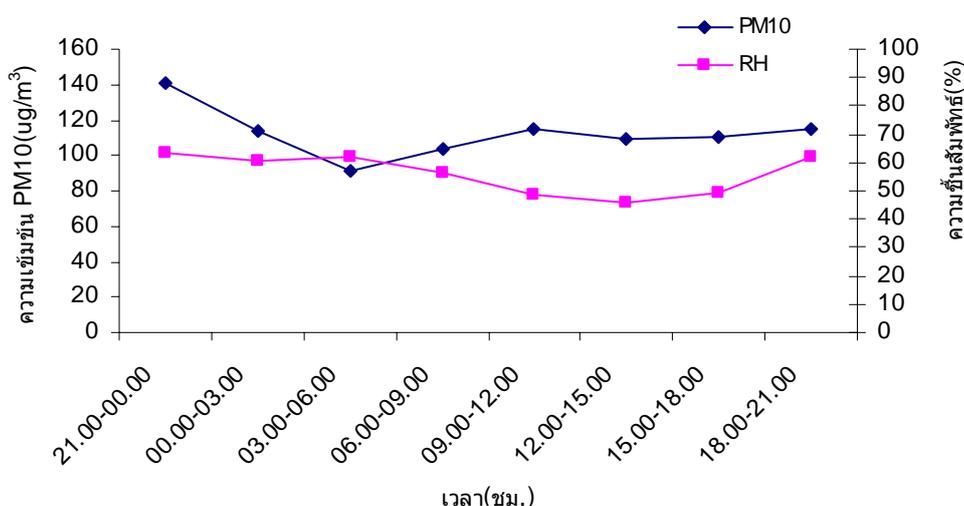


ภาพที่ 55 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

4.2.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 88 โรงแรมไอยกสกาย (ไอยก 2) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่างร้อยละ 38-85 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าชั้นบนความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 55.9 มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 63.1 ในช่วงเวลา 00.00- 03.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 45.5 ในช่วงเวลา 15.00-18.00 นาฬิกา (ภาพที่ 53)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.01 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 56)



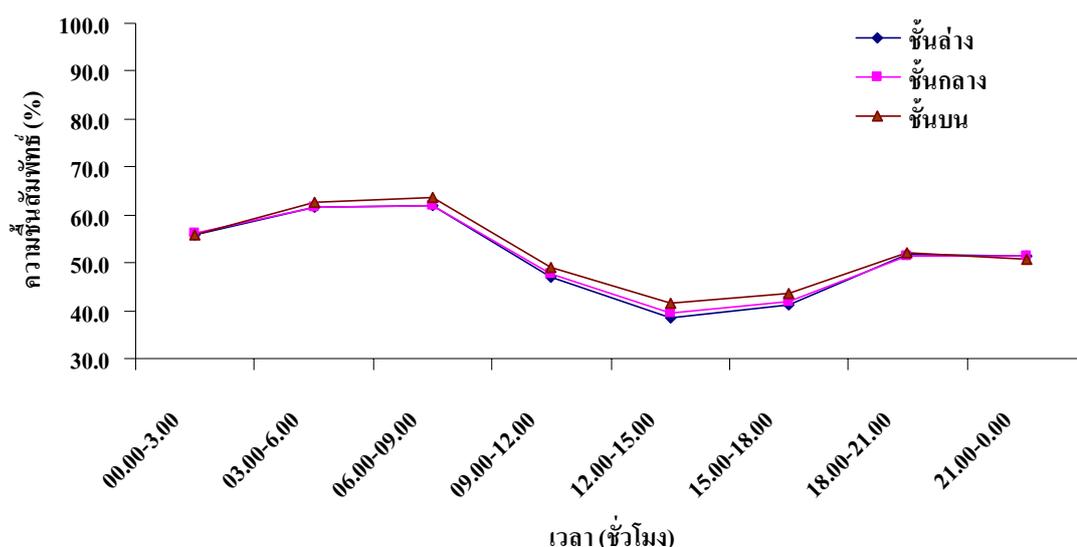
ภาพที่ 56 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

จากผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ทั้ง 3 ระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร พบว่าชั้นล่างและชั้นกลางมีความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน ชั้นบนมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

4.3 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

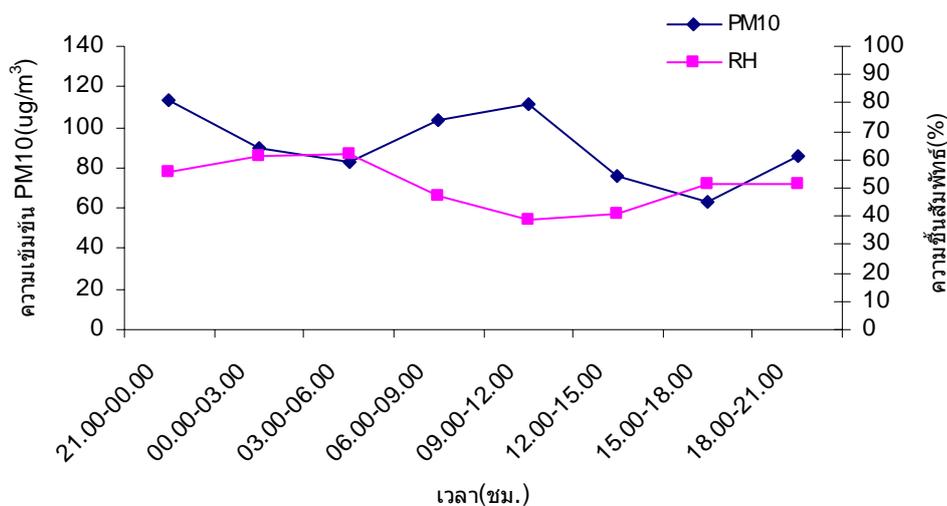
4.3.1 ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 4 อาคารจอดรถ โรงแรม Centara Duangtawan พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่างร้อยละ 17-80 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าชั้นล่างความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าร้อยละ 51.1 มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 61.9 ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 38.6 ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา (ภาพที่ 57)



ภาพที่ 57 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.16 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 58)

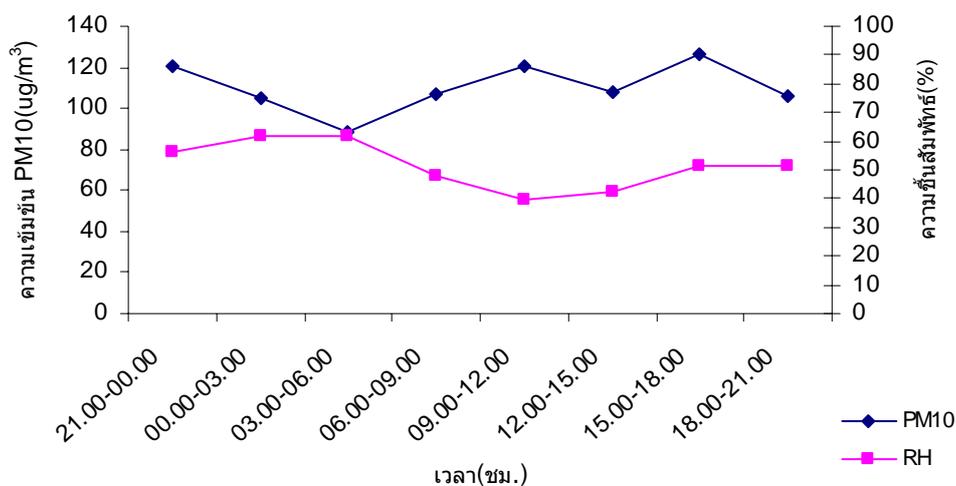


ภาพที่ 58 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จ.เชียงใหม่

4.3.2 ชั้นกลาง

ผลการตรวจความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 16 โรงแรม The Imperial Mae Ping พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่างร้อยละ 17-80 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าชั้นกลางความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าร้อยละ 51.2 มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 62.1 ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 39.7 ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา (ภาพที่ 57)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.40 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 59)

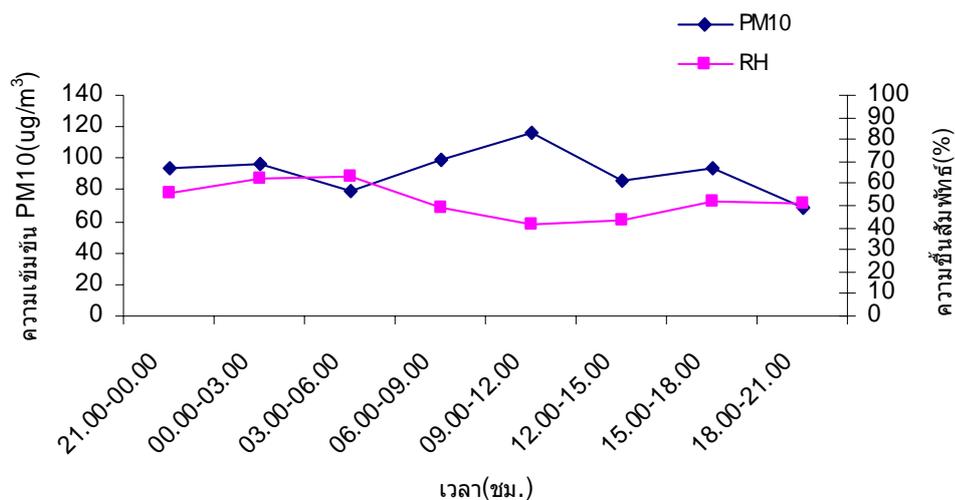


ภาพที่ 59 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

4.3.3 ชั้นบน

ผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าชั้น 23 โรงแรม Centara Duangtawan พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่าง 19- 84 และเมื่อนำผลการตรวจวัดในระยะเวลา 3 วัน มาเฉลี่ยเพื่อแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน พบว่าชั้นบนความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าร้อยละ 52.1 มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 63.6 ในช่วงเวลา 06.00-09.00 นาฬิกา และมีค่าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 41.7 ในช่วงเวลา 12.00-15.00 นาฬิกา (ภาพที่ 57)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.01 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ (ภาพที่ 60)



ภาพที่ 60 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จ.เชียงใหม่

ตารางที่ 9 ตารางแสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

สถานที่	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	0.63	0.07	0.05
กรุงเทพมหานคร	0.26	0.09	0.01
อ.เมือง จ.เชียงใหม่	0.16	0.40	0.01

จากผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ทั้ง 3 ระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความชื้นสัมพัทธ์แปรผันตามระดับความสูง ชั้นบนมีความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุด และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูงในเขตเมือง

จากการหาค่าความสูงผสมด้วยชุดคำสั่ง Rawindsonde Observation (RAOB) และ วิธี Dry adiabatic ไม่สามารถหาค่าความสูงผสมบริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ได้แต่บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร และพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่สามารถคำนวณความสูงผสมได้ใกล้เคียงกันทั้ง 2 วิธี ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสม และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูงในเขตเมืองในงานวิจัยเลือกครั้งนี้เลือกความสูงผสมที่ได้จาก ชุดคำสั่ง Rawindsonde Observation (RAOB) เนื่องจากเป็นชุดคำสั่งที่ถูกพัฒนาเพื่อทางพาณิชย์ จึงถือว่ามีความน่าเชื่อถือมากที่สุดกว่าวิธีการอื่นๆ

1. อุตุนิยมวิทยาชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบนพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ไม่สามารถคำนวณความสูงผสมได้ เนื่องจากขณะทำการเก็บตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบนมีฝนตก และค่าที่ได้จากเส้น Dry adiabatic lapse rate มีค่าต่ำกว่าค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดจริง ประกอบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูงที่ตรวจวัดได้จากบอลลูนตามระดับความสูงมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ทำให้เมื่อนำมาพล็อตกราฟค่าที่ได้จึงไม่ตัดกัน จึงไม่สามารถหาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตรได้

2. อุตุนิยมวิทยาชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบนกรุงเทพมหานคร (ใช้ข้อมูลที่วัดจากสถานีอุตุนิยมวิทยาบางนา) ทำการตรวจวัดระหว่าง 19-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 ระหว่างเวลา 00.00, 03.00, 06.00, 09.00, 12.00 และ 18.00 นาฬิกาพบว่าสามารถคำนวณค่าความสูงผสมตั้งแต่ 22-1,899 เมตร ระดับความสูงผสมที่มีค่าน้อยที่สุดในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเกิดขึ้นในเวลากลางคืน เวลา 00.00 นาฬิกา ของวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 (ตารางที่ 5)

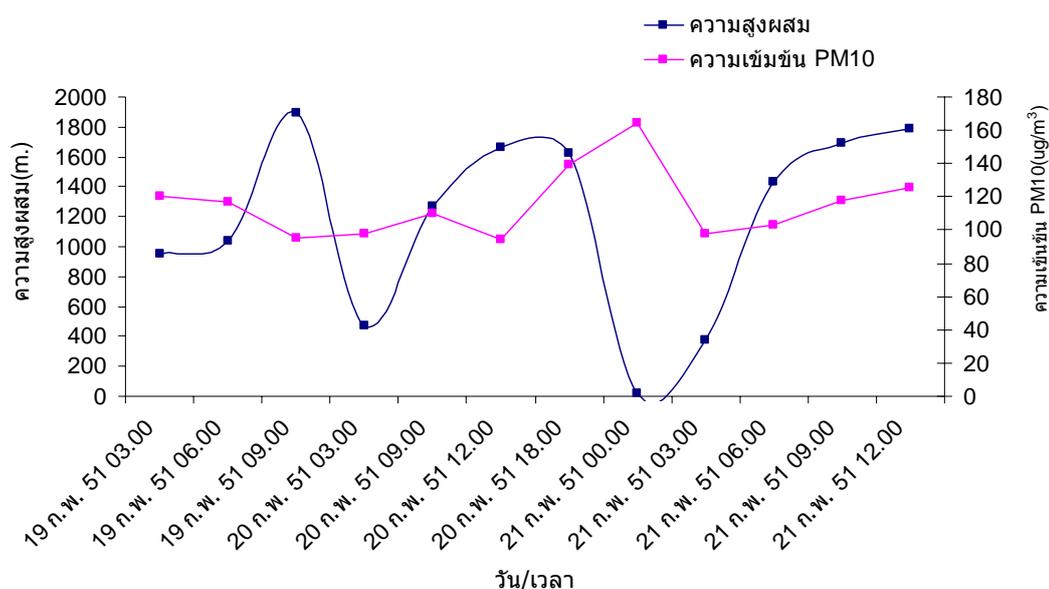
ตารางที่ 10 ลักษณะของชั้นบรรยากาศที่มีต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บริเวณพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

เวลา	ความสูงผสม (เมตร)	
	RAOB program	Dry adiabatic method
19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551		
00.00	ND	ND
03.00	955	967
06.00	1,034	1,049
09.00	1,899	1,828
12.00	ND	ND
18.00	ND	ND
20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551		
00.00	ND	ND
03.00	472	345
06.00	ND	ND
09.00	1,273	1,828
12.00	1,659	1,628
18.00	1,626	ND
21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551		
00.00	22	ND
03.00	377	385
06.00	1,430	1,439
09.00	1,688	1,702
12.00	1,785	1,783

2.1 ชั้นล่าง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความสูงผสมและความเข้มข้น

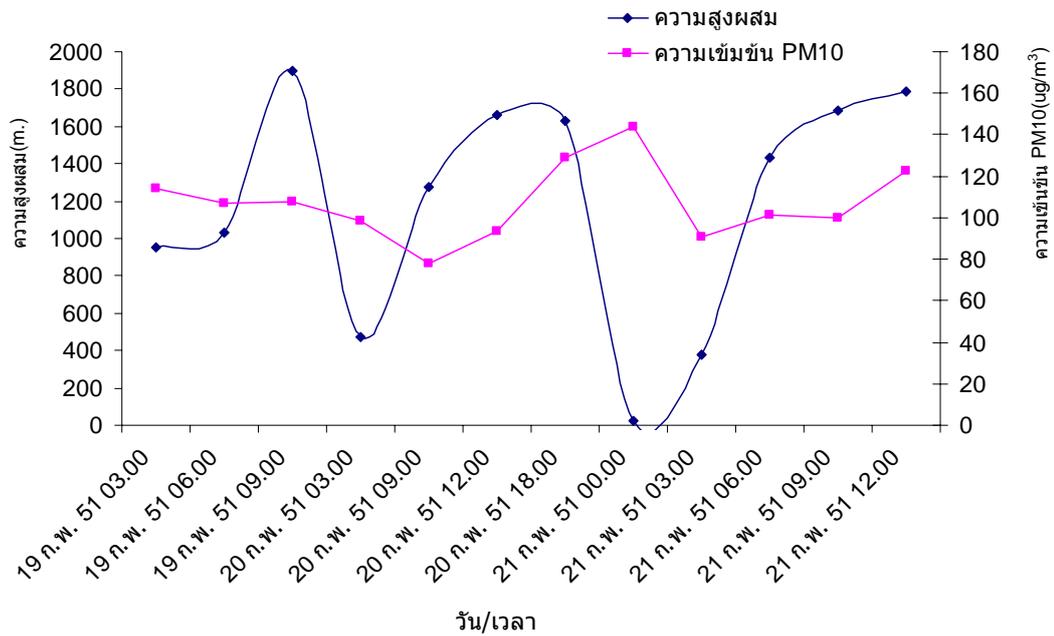
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสัมพัทธ์เท่ากับ 0.0885 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ แต่มีแนวโน้มแปรผกผันระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่สามารถคำนวณความสูงผสมได้ต่ำที่สุดคือ 22 เมตรในช่วงเวลา 00.00 น.ของวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 164.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 61)



ภาพที่ 61 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

2.2 ชั้นกลาง

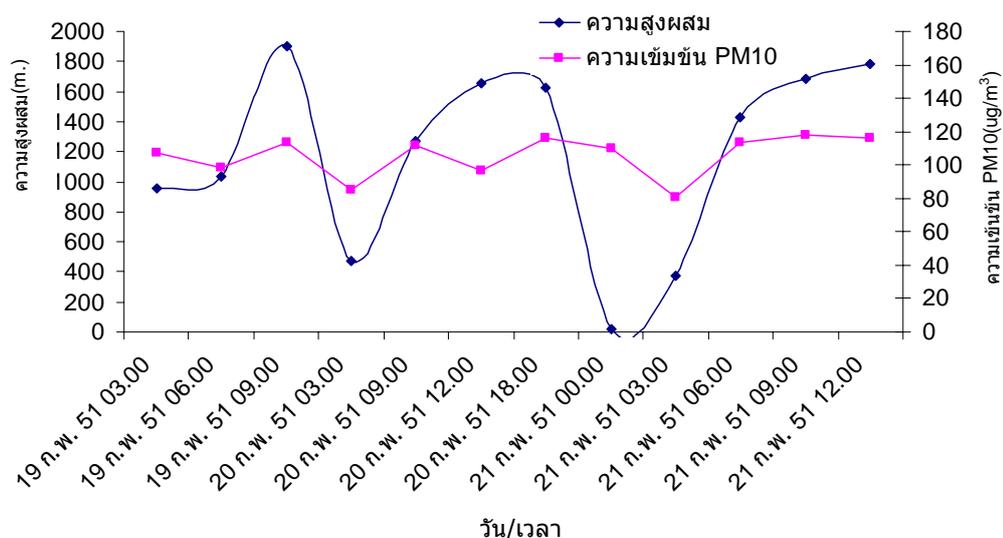
การหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสัมพัทธ์เท่ากับ 0.0267 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ แต่มีแนวโน้มแปรผกผันระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่สามารถคำนวณความสูงผสมได้ต่ำที่สุดคือ 22 เมตรในช่วงเวลา 00.00 น.ของวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 144.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 62)



ภาพที่ 62 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

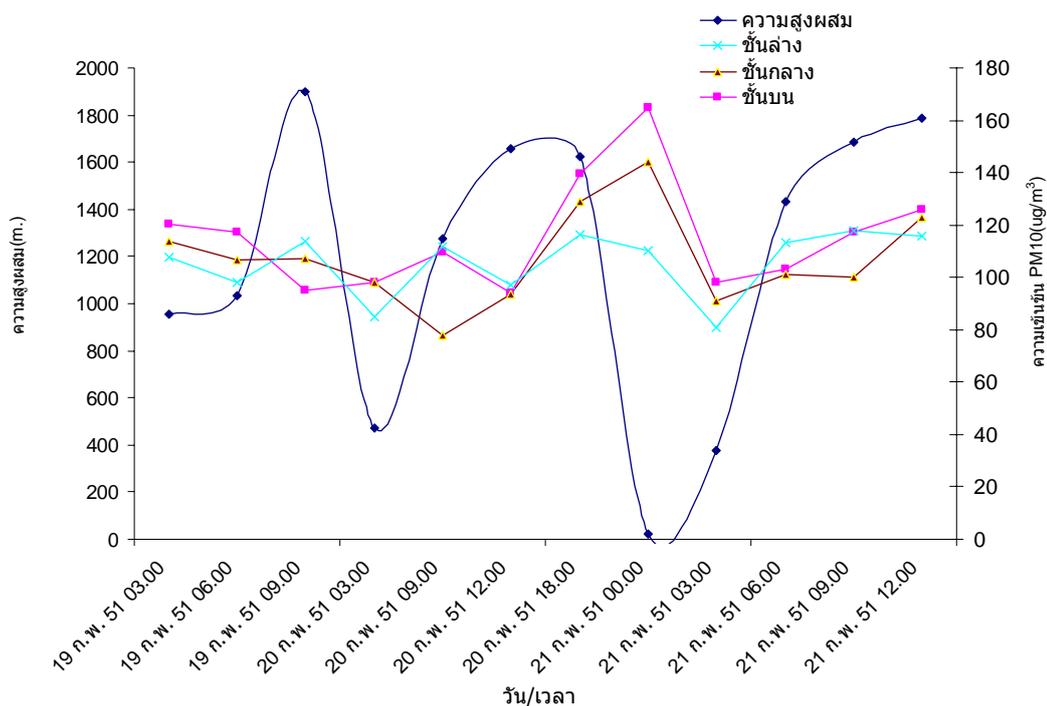
2.3 ชั้นบน

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีความสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.3613 มีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผันตามอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 63)



ภาพที่ 63 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

จากข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยชั้นบนพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร สามารถคำนวณค่าความสูงผสมตั้งแต่ 22 – 1,899 เมตร ช่วงเวลาที่ความสูงผสมต่ำที่สุดในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2551 เวลา 00.00 นาฬิกา และพบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่างและชั้นกลางเพิ่มขึ้นในช่วงเวลานั้น (ภาพที่ 64) และความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรพบว่าที่ระดับความสูงชั้นล่างและชั้นกลางไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติแต่มีแนวโน้มแปรผกผันกันและชั้นบนมีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผันอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 64 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรทุกระดับชั้น พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

3. อนุศุณิยมหาวิทยาลัยชั้นบนของบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

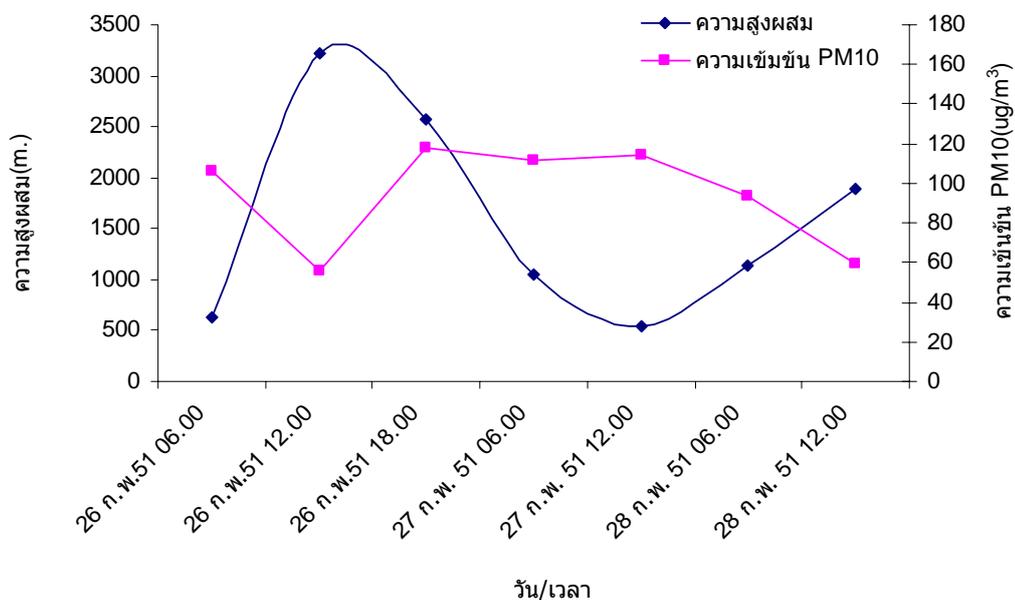
ข้อมูลอนุศุณิยมหาวิทยาลัยชั้นบนของบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (ใช้ข้อมูลที่วัดจาก ศูนย์อนุศุณิยวิทยาภาคเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่) ที่ทำการตรวจวัดระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 ระหว่างเวลา 00.00, 06.00, 12.00 และ 18,00 นาฬิกา สามารถคำนวณค่าความสูงผสมที่ระดับตั้งแต่ 536-3,215 เมตร พบว่าระดับความสูงผสมที่มีค่าน้อยที่สุดในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเกิดขึ้นในเวลากลางวัน เวลา 12.00 นาฬิกา (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 11 ลักษณะของชั้นบรรยากาศที่มีต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บริเวณพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

เวลา	ความสูงผสม(เมตร)	
	RAOB program	Dry adiabatic method
25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551		
18.00	-	-
26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551		
00.00	-	-
06.00	631	939
12.00	3,215	3,182
18.00	2,567	2,911
27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551		
00.00	-	-
06.00	1,048	1,434
12.00	536	753
18.00	-	-
28 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551		
00.00	-	-
06.00	1,131	1,443
12.00	1,889	2,130

3.1 ชั้นล่าง

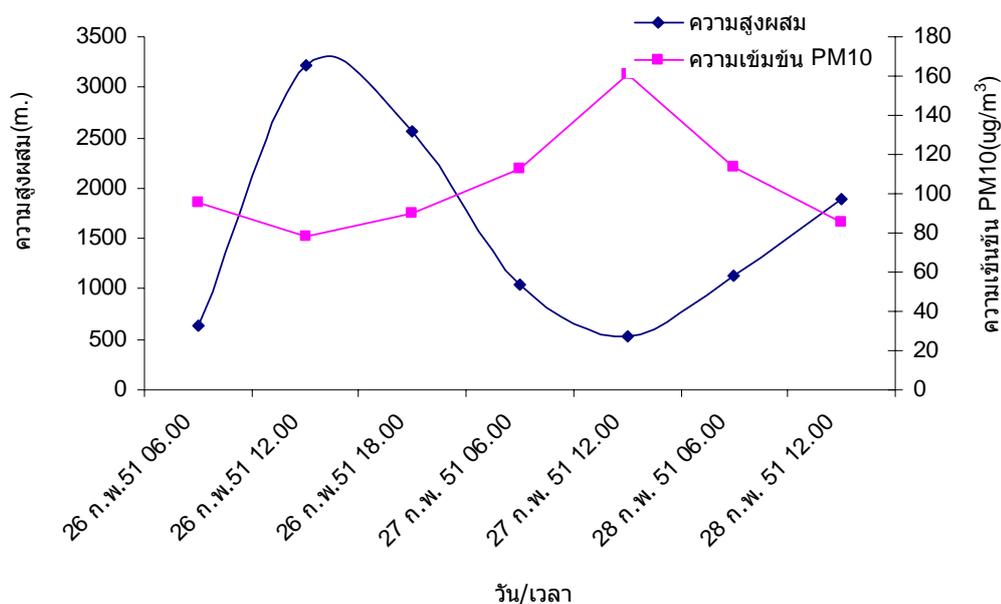
การหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.3304 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ แต่มีแนวโน้มแปรผกผันระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (ภาพที่ 65)



ภาพที่ 65 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

3.2 ชั้นกลาง

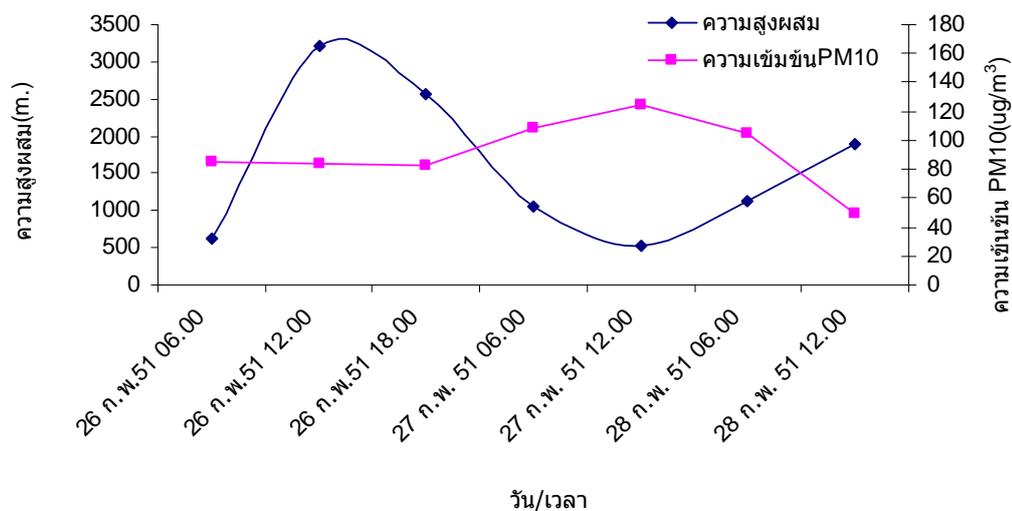
การหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.517 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ แต่มีแนวโน้มแปรผกผันระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่สามารถคำนวณความสูงผสมได้ต่ำที่สุดคือ 536 เมตรในช่วงเวลา 12.00 น. ของวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 160.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 66)



ภาพที่ 66 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

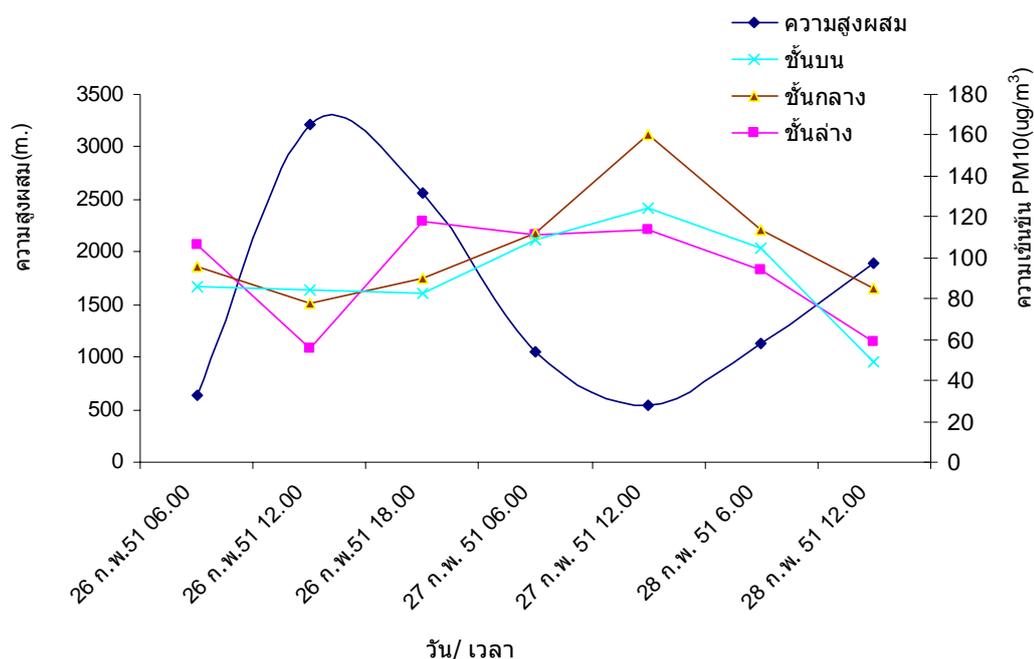
3.3 ชั้นบน

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พบว่าชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2758 จึงไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ แต่มีแนวโน้มแปรผกผันระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่สามารถคำนวณความสูงผสมได้ต่ำที่สุด คือ 536 เมตรในช่วงเวลา 12.00 น. ของวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 124.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 67)



ภาพที่ 67 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

จากข้อมูลอุตุวิทยาชับบนพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถคำนวณค่าความสูงผสมตั้งแต่ 536 – 3,215 เมตร ช่วงเวลาที่ความสูงผสมต่ำที่สุดในวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2551 เวลา 12.00 นาฬิกา และพบว่าชั้นกลางและชั้นบนความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 68) และความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความสูงผสมและความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ แต่มีแนวโน้มแปรผกผันกัน



ภาพที่ 68 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร
ทุกระดับชั้น พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ระดับความสูงผสมที่สามารถคำนวณได้ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงระดับความสูงที่ค่อนข้างต่ำในช่วงเช้า ทั้งนี้เนื่องจากในตอนเช้าบริเวณพื้นผิวโลกยังไม่ได้ได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ บรรยากาศสงบนิ่งประกอบกับพื้นดินมีการคลายความร้อนได้ดี ทำให้อากาศด้านล่างเย็นกว่าด้านบนที่มีการแผ่รังสีความร้อนออกมาจากเมฆ ทำให้ค่าที่ได้จึงค่อนข้างต่ำ ส่วนระดับความสูงในตอนบ่ายค่าที่ได้มีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากเมื่อเริ่มมีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ส่องลงมายังพื้นผิวโลก ทำให้อากาศด้านล่างเริ่มร้อนขึ้น บรรยากาศเริ่มมีการเคลื่อนที่ ทำให้ระดับความสูงผสมค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของอุณหภูมิในรอบวัน (Clinton *et.al*, 2005)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การเปลี่ยนแปลงในรอบวันของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูงในเขตเมือง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในรอบวันความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูงในเขตเมืองทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา พบว่าพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรทั้ง 3 ระดับความสูง ชั้นบนมีค่าสูงสุดเฉลี่ย และชั้นกลางมีค่าต่ำสุด จากข้อมูลเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ย ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรและการเปลี่ยนแปลงในรอบวันได้เนื่องจากมีฝนตกช่วงค่ำและช่วงบ่ายในระหว่างเก็บตัวอย่าง

ผลการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครมีแนวโน้มของเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ย มีลักษณะแปรผกผันกับความสูง แต่พบการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในช่วง 06.00 – 15.00 นาฬิกา สอดคล้องกับกิจกรรมของเมืองอย่างชัดเจนคือในช่วงเวลากลางคืนไม่มีกิจกรรมของเมืองมาก ฝุ่นละอองก็จะลดลงและเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลาเช้าและช่วงเย็นซึ่งเป็นเวลาที่กิจกรรมของเมืองเกิดขึ้นเช่น การจราจรหนาแน่นเป็นจุดกำเนิดของฝุ่นละออง

ผลการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พื้นที่ศึกษาอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่พบว่าทั้ง 3 ระดับความสูงค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีค่าสูงทั้ง 3 ระดับชั้น พบว่าแสดงแนวโน้มว่าช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีความเข้มข้นสูงและจะลดลงจะถึงช่วงเวลา 03.00-06.00 นาฬิกา จากนั้นทุกระดับชั้นความสูงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีความเข้มข้นสูงขึ้นจนถึงช่วงเวลา 09.00-12.00 นาฬิกาสอดคล้องกับกิจกรรมของเมืองอย่างชัดเจน ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรเฉลี่ย ไม่สามารถแสดงความการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามแนวระดับความสูงได้ เนื่องจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

ชั้นกลางมีปล่องควันเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็กห่างจากจุดเก็บตัวอย่างประมาณ 150 เมตร จึงทำให้ชั้นกลางมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมากที่สุด

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมวิธานกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับความสูงในเขตเมือง

ความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมวิธานกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับความสูง พบว่า ชั้นล่างของพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผันตามอย่างมีนัยสำคัญ พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครชั้นล่างและชั้นกลางความเร็วลมและความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีความสัมพันธ์ทางสถิติแบบแปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญ พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างอนุกรมวิธานกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับความสูงในแต่ละช่วงเวลาในเขตเมือง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงผสมกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับความสูง จากข้อมูลอนุกรมวิธาน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ไม่สามารถคำนวณความสูงได้ พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครสามารถคำนวณความสูงผสมได้ตั้งแต่ 22–1,899 เมตรและแนวโน้มความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามแปรผกผันตามความสูงผสม พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่สามารถคำนวณความสูงผสมได้ตั้งแต่ 536–3,215 เมตร และแนวโน้มความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามแปรผกผันตามความสูงผสม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลอนุกรมวิธานชั้นบนเป็นข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาลักษณะชั้นบรรยากาศที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพธรรมชาติ โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามความสูง และระดับความสูงผสม จากการศึกษาที่ผ่านมาได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงในรอบวันของ

ตัวแปรดังกล่าว กรณีที่มีผลต่อความเข้มข้นต่อฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ได้ชัดเจน พบว่าเป็นเวลากลางวันเนื่องจากเป็นเวลาที่มียกกรรมก่อให้เกิดฝุ่นละอองมากกว่ากลางคืน ดังนั้น การเก็บตัวอย่างอนุภาคมวิทย์ฯขึ้นบนควรเพิ่มจำนวนการเก็บตัวอย่างในเวลากลางวัน และจดจำนวนการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลากลางคืน

2. ผลการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ที่แสดงการเคลื่อนที่ใน แนวตั้งและความเข้มข้นที่สูงในระดับความสูงชั้นบนของพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร สามารถชี้ให้เห็นว่าฝุ่นที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์สามารถลอยขึ้นในบรรยากาศที่สูงได้ ซึ่งในธรรมชาติฝุ่นละอองสามารถเป็นแกนกลั่นตัวของการเกิดฝน ซึ่งมักเป็นข้อขัดแย้งในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ว่าฝุ่นละอองในเขตเมืองหรือฝุ่นละอองจากการเผาไหม้จากชีวมวลรบกวนกระบวนการเกิดฝน ดังนั้นการศึกษาสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีที่มีศักยภาพในการเป็นแกนกลั่นตัวจึงเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

3. การพัฒนาแบบจำลองเพื่อระบบเตือนภัยมลภาวะทางอากาศ เป็นการประยุกต์ใช้ ผลงานวิจัยที่ดำเนินมาประกอบกับการใช้แบบจำลองเพื่อคาดการณ์สภาพอากาศ (Weather forecast model) ที่ดำเนิน โดยกรมอุตุนิยมวิทยาที่สามารถพยากรณ์ลักษณะอากาศได้อย่างแม่นยำใน ระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้นเมื่อผสมผสานข้อมูลต่างๆ จึงสามารถนำผลการดำเนินงานวิจัยไป ประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

4. ขณะเก็บข้อมูลอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีฝนตกข้อมูลที่ได้จึงไม่สามารถนำมาใช้ ในการคำนวณความสูงผสมได้ ควรจะมีข้อเสนอแนะการได้มาของข้อมูลโดยตรง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กมล ชนชนพวรรณ. 2540. การพัฒนาตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากโรงโม่หิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2544. สถานการณ์และการจัดการปัญหาหมอกพิษทางอากาศและเสียง. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- เกษม จันทร์แก้ว. 2522. คู่มือประกอบคำบรรยาย อุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดิน. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เกษม จันทร์แก้ว. 2541. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นภาพร พานิช และ แสงสันต์ พานิช. 2544. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- นิตยา มหาผล. 2533. เอกสารการสอนชุดวิชากฎหมายสิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 8 สาขาวิชานิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- พงษ์เสวต สุวรรณธานี. 2544. การจำแนกสัดส่วนแหล่งกำเนิดของอนุภาคมลสารรวมทั้งหมดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิศิษฐ์ วัฒนสมบูรณ์. 2544. หลักการมลพิษทางอากาศ. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- รพีพัฒน์ เกริกไกว้ด. 2543. องค์ประกอบธาตุในฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน ใน กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มเสนีย์, นิตยา มหาผล และธิดา เกรอด. 2543. มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- วรารุช เสือดี. 2542. การประเมินผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วนิดา จีนศาสตร์. 2550. มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วิชา นิยม. 2535. อุทกวิทยาป่าไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิชัย เทียนน้อย. 2526. ภูมิอากาศวิทยาประยุกต์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- สุธิลา ตูลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์ และสถิต วงศ์สวรรค์. 2544. มลพิษสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์รวมสามสี, กรุงเทพฯ.
- อรุบล โชติพงษ์. 2541. รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- Arya, S. P. 1999. **Air pollution meteorology and dispersion**. Oxford University Press, USA.
- Boubel, W. R., L. D. Fox, D. B. Tunner and A. C. Stern. 1994. **Fundamentals of air pollution**. 3rd ed. Academic Press, London.
- Chan C.Y. *et al.* 2005. Characteristics of vertical profiles and sources of PM_{2.5}, PM₁₀ and carbonaceous species in Beijing, **Atmospheric Environment**, 39, 5113-5124.
- Chan, L. Y. and W. S. Kwok. 2001. Roadside suspended particulates at heavily traffic urban site of Hongkong seasonal variation and dependence on meteorological condition. **Atmospheric Environment** 35: 3177-3182.

- Clinton P. M. and A. K. Charley. 2005. **Basic Meteorology**. National Air Quality Conference Short Course San Francisco, CA.
- Choularton, T. W., G. Fullerton and M. J. Gry. 1982. Some observations of the influence of meteorological variables of the size distribution of natural aerosol particles. **Atmospheric Environment** 16: 315-323.
- Giffin, R. D. 1994. **Principles of Air Quality Management**. Lewis Publishers, America.
- Grosjean, D. and J. H. Seinfeld. 1989. Parameterization of the formation potential of secondary organic aerosols. **Atmospheric Environment** 23: 1733 – 1747.
- Maletto A., I. G. McKendry and K. B. Strawbridge. 2002. Profiles of particulate matter size distributions using a balloonborne lightweight aerosol spectrometer in the planetary boundary layer. **Atmospheric Environment** 37: 661-670.
- Monica, C. *et al.* 2003. On the correlation between the depth of the boundary layer and the columnar aerosol size distribution. **Atmospheric Environment** 37: 4483-4492.
- Plain, E. and V. Carmichael. 1998. **Inhalable particule characterization during a late winter perid in Quesnel**. British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks, Victoria.
- Schroeder, W. H., M. Dobson, D. M. Kame and N. D. Jonson. 1987. Toxic trace elements associated with airborne particulate matter. **JAPCA** 19: 1267-1285.
- Shuichi, H. *et al.* 2006. Vertical profiles of ultrafine to supermicron particles measured by aircraft over Osaka metropolitan area in Japan. **Atmospheric Environment** 41: 717-729.

Strawbridge, K. B. and B. J. Snyder. 2003. Daytime and nighttime aircraft lidar measurements showing evidence of particulate matter transport into the Northeastern valleys of the Lower Fraser Valley, BC. **Atmospheric Environment** 38: 5873-5886.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามแนวระดับความสูง

ตารางผนวกที่ ก1 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับความสูง
พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

วัน/เดือน/ปี	เวลา	ความเข้มข้น PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
17/12/51	21.00-00.00	24.2	48.9	47.8
18/12/51	00.00-03.00	36.3	44.0	39.1
	03.00-06.00	33.0	43.0	33.8
	06.00-09.00	49.6	49.3	38.1
	09.00-12.00	27.4	34.8	15.7
	12.00-15.00	36.6	43.2	47.5
	15.00-18.00	35.5	40.9	29.1
	18.00-21.00	43.7	58.1	47.1
	21.00-00.00	33.0	44.9	31.8
19/12/51	00.00-03.00	42.4	--	28.5
	03.00-06.00	61.4	32.8	34.3
	06.00-09.00	38.8	46.0	41.1
	09.00-12.00	57.9	38.3	36.2
	12.00-15.00	47.3	42.3	65.0
	15.00-18.00	54.0	41.1	44.3
	18.00-21.00	64.5	40.2	61.4
	21.00-00.00	46.4	34.8	68.4
20/12/51	00.00-03.00	51.7	33.3	49.1
	03.00-06.00	45.0	39.9	65.5
	06.00-09.00	45.3	42.9	61.1
	09.00-12.00	49.9	43.2	56.7
	12.00-15.00	32.3	35.5	63.6
	15.00-18.00	25.0	38.3	55.7
	18.00-21.00	38.3	33.9	57.7

ตารางผนวกที่ ก2 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรตามระดับความสูง
พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

วัน/เดือน/ปี	เวลา	ความเข้มข้น PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
18/02/51	21.00-00.00	150.5	117.4	175.7
19/02/51	00.00-03.00	143.2	136.9	131.0
	03.00-06.00	120.3	113.8	107.6
	06.00-09.00	117.1	106.9	98.3
	09.00-12.00	95.3	107.4	113.6
	12.00-15.00	94.1	113.0	115.3
	15.00-18.00	109.0	481.0	102.9
	18.00-21.00	122.8	128.8	117.5
	21.00-00.00	153.1	156.6	124.8
20/02/51	00.00-03.00	119.0	113.4	100.0
	03.00-06.00	97.9	98.3	84.7
	06.00-09.00	88.4	89.4	100.3
	09.00-12.00	109.8	78.1	111.8
	12.00-15.00	93.9	93.4	97.0
	15.00-18.00	125.3	120.4	106.4
	18.00-21.00	139.6	128.7	116.3
	21.00-00.00	142.7	132.7	123.0
21/02/51	00.00-03.00	164.6	144.2	110.2
	03.00-06.00	98.2	90.8	81.0
	06.00-09.00	103.3	101.1	113.5
	09.00-12.00	117.5	100.0	117.7
	12.00-15.00	125.9	103.5	115.9
	15.00-18.00	106.0	104.0	121.5
	18.00-21.00	110.4	122.9	110.2

ตารางผนวกที่ ก3 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูง
พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

วัน/เดือน/ปี	เวลา	ความเข้มข้น PM10 (µg/m ³)		
		ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
25/02/51	21.00-00.00	149.8	142.6	124.3
26/02/51	00.00-03.00	123.7	115.7	140.3
	03.00-06.00	95.5	66.1	89.7
	06.00-09.00	106.6	95.8	85.6
	09.00-12.00	114.6	115.9	129.5
	12.00-15.00	55.7	77.8	84.3
	15.00-18.00	62.3	64.8	68.7
	18.00-21.00	117.8	90.2	82.6
	21.00-00.00	118.9	123.1	93.2
	27/02/51	00.00-03.00	92.7	108.4
03.00-06.00		90.1	111.7	86.6
06.00-09.00		111.4	112.3	109.1
09.00-12.00		148.0	160.9	154.4
12.00-15.00		114.0	160.5	124.3
15.00-18.00		--	203.1	141.6
18.00-21.00		82.2	81.0	53.6
28/02/51	21.00-00.00	70.3	95.0	64.8
	00.00-03.00	52.4	91.8	64.6
	03.00-06.00	64.1	88.9	60.5
	06.00-09.00	93.7	113.8	104.4
	09.00-12.00	72.5	85.2	64.5
	12.00-15.00	59.2	85.1	49.4
	15.00-18.00	63.4	110.9	72.8
	18.00-21.00	58.3	146.1	70.7

ภาคผนวก ข
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย

ตารางผนวกที่ ข1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาลัย ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
17/12/51	21.00-00.00	26.6	84	755.1	0	2.6	230.6
18/12/51	00.00-03.00	25.8	86	754.3	0	2	232.5
	03.00-06.00	25.9	87	753.7	0	1.8	228.8
	06.00-09.00	27.6	84	754.7	96	2	234.4
	09.00-12.00	29.3	82	755.6	367	3.2	238.1
	12.00-15.00	28.7	71	753.7	500	3.8	264.4
	15.00-18.00	27.4	78	753	100	3.3	268.1
	18.00-21.00	26.7	82	754.2	0	2.7	264.3
	21.00-00.00	26.8	84	754.9	0	2.6	262.5
	19/12/51	00.00-03.00	26.8	83	754.1	0	2.3
03.00-06.00		26.8	82	753.5	0	2.3	262.5
06.00-09.00		27.6	83	754.7	98	2.1	226.8
09.00-12.00		28.8	76	755.5	244	2.9	24
12.00-15.00		28.8	73	754	254	3	268.1
15.00-18.00		27.4	75	753.2	104	2.6	270
18.00-21.00		27.3	76	754.2	0	2.7	27
21.00-00.00		27	75	755	0	2.5	268.1
20/12/51		00.00-03.00	25.8	81	754.1	0	2
	03.00-06.00	25.8	82	753.6	0	1.4	249.4
	06.00-09.00	27.6	86	755.2	75	2.4	221.3
	09.00-12.00	28.6	71	755.9	384	3	243.8
	12.00-15.00	28.3	72	754.7	281	2.2	270
	15.00-18.00	27.3	74	754	113	2.5	273.75
	18.00-21.00	27.1	79	755.7	0	1.8	256

ตารางผนวกที่ ข2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
17/12/51	21.00-00.00	25.9	80	750.4	0	3	116.2
18/12/51	00.00-03.00	25.5	81	749.6	0	2.6	110.6
	03.00-06.00	25.6	82	749.1	0	2.2	112.5
	06.00-09.00	27.1	79	750.1	152	2.5	11.6
	09.00-12.00	28.6	78	750.9	298	3.9	116.2
	12.00-15.00	28.2	68	749	213	5.6	97.5
	15.00-18.00	27	74	748.3	114	5	93.75
	18.00-21.00	26.2	78	749.5	0	4.3	88.1
	21.00-00.00	26.6	80	750.2	0	4	93.7
	19/12/51	00.00-03.00	26.6	79	749.4	0	3.8
03.00-06.00		26.6	77	748.8	0	4.2	13.1
06.00-09.00		27.3	79	750.1	106	2.6	112.5
09.00-12.00		28.3	72	750.8	238	4	106.8
12.00-15.00		28.3	69	749.3	257	4.7	88.1
15.00-18.00		27.1	72	748.5	107	3.8	88.1
18.00-21.00		27	72	749.8	0	4.1	86.2
21.00-00.00		26.7	72	750.4	0	3.6	88.12
20/12/51		00.00-03.00	25.4	77	749.4	0	2.9
	03.00-06.00	25.4	80	748.9	0	2	99.3
	06.00-09.00	27.1	80	750.5	128	2.2	118.1
	09.00-12.00	28.2	67	751.2	361	4	99.3
	12.00-15.00	28.1	68	750	279	2.8	86.25
	15.00-18.00	27	70	749.3	118	3.1	88.1
	18.00-21.00	26.6	76	751.1	0	3.3	97.5

ตารางผนวกที่ ข3 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย ชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
17/12/51	21.00-00.00	25.6	84	747.7	0	1.3	86.5
18/12/51	00.00-03.00	25.1	85	747.2	0	1.2	116.2
	03.00-06.00	24.9	86	746.7	0	1	112.5
	06.00-09.00	26.6	84	747.8	130	1	157.5
	09.00-12.00	28.3	81	748.5	293	1.6	228.7
	12.00-15.00	28.2	71	746.6	676	2.6	199.2
	15.00-18.00	26.6	77	745.9	243	2.5	144.3
	18.00-21.00	25.9	83	747	0	2	140.6
	21.00-00.00	25.7	85	747.7	0	1.9	165
	19/12/51	00.00-03.00	25.8	84	747	0	1.7
03.00-06.00		25.9	83	746.4	0	1.7	288.7
06.00-09.00		26.8	83	747.7	125	1.1	170.6
09.00-12.00		27.8	76	748.5	238	1.7	140.6
12.00-15.00		28.5	73	746.9	367	2.1	234.3
15.00-18.00		26.5	76	746.2	167	1.9	150
18.00-21.00		26.3	78	747.4	0	1.8	135
20/12/51	21.00-00.00	26.1	77	747.9	0	1.8	114.4
	00.00-03.00	25.1	82	747	0	1.1	191.25
	03.00-06.00	25.1	84	748.5	0	1	125.6
	06.00-09.00	26.4	84	748.1	149	1	181.87
	09.00-12.00	27.8	71	748.9	361	1.7	91.875
	12.00-15.00	27.8	72	747.7	338	1.4	84.3
	15.00-18.00	26.5	75	746.9	165	1.5	112.5
	18.00-21.00	25.9	81	748.7	0	1.2	215.6

ตารางผนวกที่ ข4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

วัน/เดือน/ ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
18/02/51	21.00-00.00	27.7	73	757.8	0	0.6	176.2
19/02/51	00.00-03.00	26.8	76	757.3	0	0.8	88.1
	03.00-06.00	25.2	58	757.4	0	1.8	78.7
	06.00-09.00	25	60	758.8	147	2.6	78.7
	09.00-12.00	27.8	53	759.8	748	3.2	78.7
	12.00-15.00	3.4	46	757.7	859	2.7	73.1
	15.00-18.00	3.3	44	757.7	350	2.1	75
	18.00-21.00	28.3	48	756.3	2	1.6	56.2
	21.00-00.00	27.3	53	757.4	0	1.2	45
20/02/51	00.00-03.00	25.6	54	758.5	0	1.6	76.8
	03.00-06.00	23.4	0.57	757.9	0	1.9	71.2
	06.00-09.00	23.8	57	757.9	146	3.1	78.7
	09.00-12.00	27.7	50	759.2	765	3.3	69.3
	12.00-15.00	30.2	43	759.9	899	2.5	73.1
	15.00-18.00	28.9	43	757.5	317	1.8	71
	18.00-21.00	26.9	50	755.9	2	1.3	112.5
21/02/51	21.00-00.00	25.7	55	757.2	0	0.7	247.5
	00.00-03.00	24.9	59	758.3	0	0.7	159.3
	03.00-06.00	22.5	55	757.7	0	2	67.5
	06.00-09.00	23.6	58	757.2	163	1.3	56.2
	09.00-12.00	28.3	49	758.6	781	1.2	65.6
	12.00-15.00	30.7	40	759.3	882	1.7	48.7
	15.00-18.00	29.4	38	755	338	2	18
	18.00-21.00	27.3	47	755	1	0.9	226.8

ตารางผนวกที่ ข5 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
18/02/51	21.00-00.00	26.6	73	749.1	0	1.3	153.7
19/02/51	00.00-03.00	25.8	76	748.5	0	1.5	78.75
	03.00-06.00	24.2	57	748.4	0	5.1	71.2
	06.00-09.00	23.8	6	749.8	150	5.7	67.5
	09.00-12.00	26.3	53	751	734	5.8	58.1
	12.00-15.00	28.3	48	749.1	714	5.4	67.5
	15.00-18.00	28.8	44	747.8	339	3.9	52.5
	18.00-21.00	27	48	748.7	2	3.8	142.5
	21.00-00.00	26.3	53	749.7	0	2.7	63.75
	20/02/51	00.00-03.00	24.4	53	749.2	0	4.4
03.00-06.00		24.2	58	748.9	0	5	69.3
06.00-09.00		22.4	58	750.1	144	6.9	65.6
09.00-12.00		26	51	751.1	761	4.9	52.5
12.00-15.00		28.1	45	748.9	740	4.1	50.6
15.00-18.00		27.4	44	747.3	325	3.4	165
18.00-21.00		25.9	5	748.4	2	3.5	315
21/02/51	21.00-00.00	25.2	55	749.5	0	0.5	294.3
	00.00-03.00	23.8	55	748.8	0	1.8	91.8
	03.00-06.00	22	56	748.2	0	4.2	67.5
	06.00-09.00	23.3	58	749.6	157	2	50.6
	09.00-12.00	27.1	48	750.6	767	1.3	183.7
	12.00-15.00	29.4	41	748.9	723	2.2	247.5
	15.00-18.00	28.2	39	746.5	354	4.2	292.5
18.00-21.00	26.7	46	747.3	2	1.9	281.2	

ตารางผนวกที่ ข6_ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย ชั้นบน พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
18/02/51	21.00-00.00	25.3	76	735.3	0	2.2	166.8
19/02/51	00.00-03.00	24.7	80	734.6	0	0.6	187.5
	03.00-06.00	23.3	60	734.4	0	2.1	28.1
	06.00-09.00	22.8	63	735.8	119	2.1	228.7
	09.00-12.00	25.8	60	737	58	2.4	75
	12.00-15.00	27.6	53	735.2	787	2.6	86.2
	15.00-18.00	27.4	49	734	318	1.3	18.7
	18.00-21.00	26.1	54	734.8	2	1.4	19.75
	21.00-00.00	25.2	56	735.8	0	2.4	48.7
20/02/51	00.00-03.00	23.4	54	735.2	0	1.6	204.3
	03.00-06.00	21.6	61	734.9	0	2.2	206.2
	06.00-09.00	21.3	61	736	131	3	151.8
	09.00-12.00	24.9	56	737	502	2	90
	12.00-15.00	26.8	49	735.1	816	2.1	58.1
	15.00-18.00	26.9	47	733.5	316	2.1	125
	18.00-21.00	24.7	50	734.5	2	2.4	88.12
	21.00-00.00	24.1	55	735.8	0	1.7	91.8
21/02/51	00.00-03.00	22.3	55	734.8	0	1.4	148.1
	03.00-06.00	20.4	61	734.2	0	2.1	180
	06.00-09.00	21.5	62	735.5	122	1.4	157.5
	09.00-12.00	25.5	52	736.4	493	1.1	50.6
	12.00-15.00	28.2	45	734.5	795	1.9	46.8
	15.00-18.00	27	41	732.7	322	3.3	331.8
	18.00-21.00	26.1	44	733.4	2	2.6	151.8

ตารางผนวกที่ ข7 ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัย ชั้นล่าง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
25/02/51	21.00-00.00	24.6	44	729.7	0	0.3	168.7
26/02/51	00.00-03.00	22.2	50	729.9	0	0	247.5
	03.00-06.00	19.5	54	730.4	0	0.1	217.5
	06.00-09.00	22.9	56	732.3	146	0.4	219.3
	09.00-12.00	29.9	40	733	755	0.3	116.25
	12.00-15.00	34	25	730.4	916	1	121.8
	15.00-18.00	33.2	20	728.5	349	1.1	275.6
	18.00-21.00	28.3	34	729.4	3	0.4	88.12
	21.00-00.00	24.4	41	730.7	0	0.1	226.8
27/02/51	00.00-03.00	21.8	46	731.1	0	0.3	260.6
	03.00-06.00	20.8	52	731.6	0	0.4	286.8
	06.00-09.00	22.4	53	733.1	92	0.5	230.6
	09.00-12.00	29.6	43	733.8	554	0.6	95.6
	12.00-15.00	32	42	731.3	755	1.2	75
	15.00-18.00	26.3	59	731.3	137	3.2	80.6
	18.00-21.00	24.4	64	737.7	3	1.4	204.3
21.00-00.00	23.3	69	733.8	0	0.6	69.3	
28/02/51	00.00-03.00	22.5	72	733.2	0	0.4	133.1
	03.00-06.00	21.2	79	732.6	0	0.1	215.6
	06.00-09.00	23.6	76	733.3	125	0.1	131.2
	09.00-12.00	27.9	58	733.4	695	0.6	105
	12.00-15.00	30.6	48	730.5	842	1.3	116.2
	15.00-18.00	29.8	44	728.1	313	1.5	101.2
	18.00-21.00	25.4	57	729.7	5	1.7	69.4

ตารางผนวกที่ ข8 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย ชั้นกลาง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
25/02/51	21.00-00.00	24.6	43	727	0	0.8	103.1
26/02/51	00.00-03.00	21.8	49	727.1	0	0.7	170.6
	03.00-06.00	19.2	54	727.6	0	0.7	247.5
	06.00-09.00	22.6	57	729.5	129	0.8	221.2
	09.00-12.00	29.2	40	730.5	705	0.4	165
	12.00-15.00	33.6	26	728.1	855	1	153.7
	15.00-18.00	33.9	21	726.3	373	0.8	174.37
	18.00-21.00	28.7	28	726.9	3	0.5	234.3
	21.00-00.00	24	40	728.2	0	1.1	251.2
	27/02/51	00.00-03.00	21.4	45	728.4	0	0.8
03.00-06.00		20.3	52	728.8	0	0.9	262.5
06.00-09.00		22.3	52	730.4	90	0.8	266.25
09.00-12.00		29.4	43	731.3	534	0.3	176.25
12.00-15.00		32.1	43	729.1	702	1	196.87
15.00-18.00		26.2	60	728.7	737	2.4	232.5
18.00-21.00		24.2	66	730.1	3	1.2	180
21.00-00.00		72	72	731.2	0	0.9	15.3
28/02/51		00.00-03.00	75	75	730.6	0	0.7
	03.00-06.00	80	80	729.9	0	0.1	82.5
	06.00-09.00	78	78	730.7	114	0	39.73
	09.00-12.00	6	60	731.1	651	0.7	144.37
	12.00-15.00	5	50	728.2	786	1.1	247.5
	15.00-18.00	46	46	725.6	307	1.4	292.5
	18.00-21.00	60	60	727.1	5	2	281.2

ตารางผนวกที่ ข9 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย ชั้นบน พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

วัน/เดือน/ปี	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	ความดัน	ปริมาณรังสี	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
				บรรยากาศ (mm.Hg)	ดวงอาทิตย์ (W/m ²)		
25/02/51	21.00-00.00	24.8	42	724.3	0	1.3	166.8
26/02/51	00.00-03.00	22.1	48	724.5	0	2.1	187.5
	03.00-06.00	19.4	54	725	0	2.2	208.1
	06.00-09.00	21.4	57	726.8	155	2.6	228.7
	09.00-12.00	29.6	42	727.5	773	0.5	75
	12.00-15.00	33.3	27	775.1	927	1	86.25
	15.00-18.00	33.6	21	723.3	403	1.6	108.7
	18.00-21.00	30	28	724	3	0.7	108.7
	21.00-00.00	23.9	38	725.4	0	2.5	48.75
	27/02/51	00.00-03.00	21	45	725.7	0	3.2
03.00-06.00		20	52	726.1	0	2.1	206.2
06.00-09.00		21.8	54	727.7	104	2.3	151.8
09.00-12.00		29.4	43	728.3	59.5	0.3	90
12.00-15.00		31.6	46	726	781	1	58.1
15.00-18.00		25.7	62	725.7	150	4.6	125.6
18.00-21.00		24.1	68	727.3	3	3.2	88.1
21.00-00.00		23.2	72	728.4	0	0.8	91.8
28/02/51		00.00-03.00	22.3	75	727.9	0	0.6
	03.00-06.00	20.7	82	727.2	0	0.6	180
	06.00-09.00	23.6	8	727.9	135	0.2	157.5
	09.00-12.00	27.5	62	728	720	1	50.6
	12.00-15.00	29.8	53	725.1	860	1.1	46.8
	15.00-18.00	29.2	47	722.7	335	1.9	331.8
	18.00-21.00	25.2	41	724.2	6	2.8	151.8

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวชามะเลียง เซาว์ธรรม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 11 เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2526
สถานที่เกิด	จังหวัดลพบุรี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่ Bio gas
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ชากังราว สตาร์ช จำกัด ต.ปางมาคำ อ.ขาณุฯ จ.กำแพงเพชร
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนคุณภาพงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์