การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง
ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ

นางสาวกัลยกร ตั้งอุไรวรรณ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VARIATION OF CONCENTRATIONS AND CHEMICAL COMPOSITIONS OF PM_{10} IN SAMUTPRAKARN PROVINCE

Miss Kanyakorn Tanguraiwan

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ
โดย	นางสาวกัลยกร ตั้งอุไรวรรณ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

.... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วินัย เลียงเจริญสิทธิ์)

.... กรรมการ
(ดร. พัชราวดี สุวรรณธาดา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กัลยกร ตั้งอุไรวรรณ: การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ (VARIATION OF CONCENTRATIONS AND CHEMICAL COMPOSITIONS OF PM_{10} IN SAMUTPRAKARN PROVINCE) อ.ที่ปรึกษา: ผศ.ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ, อ.ที่ปรึกษาร่วม: รศ.วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, 171 หน้า

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เป็นสารมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ นอกจากนี้ภายในฝุ่นละอองยังประกอบไปด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลากหลายชนิด ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้เพื่อบอกแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองได้ ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศบริเวณจังหวัดสมุทรปราการ โดยมีพื้นที่ศึกษาวิจัยที่มีลักษณะการดำเนินกิจกรรมที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 แห่ง ซึ่งได้แก่ ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ

ผลการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศพบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีการดำเนินกิจกรรมหลายประเภท อาทิเช่น กิจกรรมจากโรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง การจราจร จะมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่ค่อนข้างสูงกว่าบริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีการดำเนินกิจกรรมประเภทเกษตรกรรม นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองช่วงฤดูแล้งของทุกพื้นที่ศึกษามีค่าสูงกว่าช่วงฤดูฝน โดยพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในช่วงฤดูแล้งจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.86 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ช่วงฤดูฝนจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.29 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพบว่ามีค่าลดลงประมาณร้อยละ 14-51 ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากกระบวนการชะล้างของฝนเนื่องจากเป็นกระบวนการหลักที่สามารถช่วยลดระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศได้

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่าองค์ประกอบที่มีสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 1 ของทุกพื้นที่ศึกษาทั้งสองช่วงฤดูได้แก่ Na, Si, Fe, S, Cl, K, Zn, OC, EC, SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-, Na^+ และ K^+ โดยคาดว่าองค์ประกอบดังกล่าวน่าจะมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงหรือจากกระบวนการผลิต นอกจากนี้ยังคาดว่าน่าจะมาจากยานพาหนะ การเผาขยะรวม การเผาไหม้ชีวมวล ฝุ่นดิน และฝุ่นถนน รวมทั้งจากละอองไอทะเล อย่างไรก็ตามพบว่า Ca, Sc และ NH_4^+ จะมีสัดส่วนที่สูงในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งคาดว่าส่วนใหญ่น่าจะมาจากอุตสาหกรรม ในขณะที่ Al, Cr, Co, Ni, Cs และ Ce จะมีสัดส่วนที่สูงในช่วงฤดูฝน โดยคาดว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียงมากขึ้น เช่น ยานพาหนะ และฝุ่นดิน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าในช่วงฤดูฝนฝุ่นละอองที่ถูกพัดพามาในระยะทางไกลๆ จะเกิดการตกสะสมโดยกระบวนการชะล้างของฝน ดังจะเห็นได้จากความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่มีแนวโน้มลดลงเช่นกัน

อาจสรุปได้ว่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศบริเวณจังหวัดสมุทรปราการส่วนใหญ่จะได้รับผลกระทบจากการดำเนินกิจกรรมประเภทอุตสาหกรรม เนื่องจากพบว่าเป็นจังหวัดที่มีโรงงานอุตสาหกรรมค่อนข้างหนาแน่น

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต กัลยกร ตั้งอุไรวรรณ

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [signature]

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม [signature]

4789160220 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD : PM_{10}/ MASS CONCENTRATIONS/ CHEMICAL COMPOSITIONS

KANYAKORN TANGURAIWAN : VARIATION OF CONCENTRATIONS AND CHEMICAL COMPOSITIONS OF PM_{10} IN SAMUTPRAKARN PROVINCE. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SURAT BUALERT, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. WONGPUN LIMPASENI, 171 pp.

PM_{10} composed with various elements that could be used as marker elements for tendency sources. The study was focused on mass concentrations and chemical compositions of PM_{10} in atmosphere at Samutprakarn province. Four sampling sites were selected based on different activities namely Phrapradaeng Rehabilitation centre, Watkingkeaw school, Khlongjaroenrat school and Pakkhlongmon school.

The result of ambient PM_{10} concentrations was showed that its depend on sources of particulate matter. The industrial, constructive, and traffic activities caused higher PM_{10} concentrations than agricultural activity. Furthermore, the PM_{10} concentrations in dry season were higher than rainy season. The average of PM_{10} mass concentration during dry season was 60.86 $\mu g\ m^{-3}$, whereas rainy season was 39.29 $\mu g\ m^{-3}$. It was decreased approximately 14-51% because of precipitation removal.

From the study of PM_{10} chemical composition, the composition fractions of Na, Si, Fe, S, Cl, K, Zn, OC, EC, SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-, Na^+, and K^+ were more than 1% of PM_{10} total mass. These might be occurred from industrial sources such as fuel burning or production process, vehicles, incineration, biomass burning, dust, and sea spray. The high fractions of Ca, Sc and NH_4^+ in dry season showed that the possible sources were industry and vehicles. However, because of precipitation in rainy season, the possible source was nearby soil dust, according to the high fractions of Al, Cr, Co, Ni, Cs and Ce.

In conclude, most of ambient PM_{10} of Samutprakarn province was originated from industrial activities.

Field of study ....Environmental Science.... Student's signature ....Kanyakorn Tanguraiwan....

Academic year ....2006.... Advisor's signature ....S. Bualert....

Co-advisor's signature ....W. Limpaseni....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง สัดส่วน องค์ประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้รับทุนสนับสนุนวิจัยบางส่วนจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัตน์ บัวเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อแนะนำ และให้โอกาสลูกศิษย์ได้ศึกษาในเรื่องที่สนใจ จนมีผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ยังได้กรุณาให้ข้อคิดต่างๆ และทักษะในการทำงาน ตลอดจนอบรมสั่งสอนการดำเนินชีวิตในสังคม อันเป็นประโยชน์ยิ่งต่อศิษย์

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ ที่ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมของการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาจากประสบการณ์เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึง รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย เลียงเจริญสิทธิ์ และ ดร.พัชราวดี สุวรรณธาดา ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ตลอดจนช่วยตรวจรายละเอียดต่างๆ ในวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้มอบทุนอุดหนุนวิจัยบางส่วน ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือและห้องปฏิบัติการ อาจารย์พรรณวดี สุวัฒิกะ ที่คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษามาโดยตลอด คุณอัมพร อึ้งปกรณ์แก้ว และคุณสมบูรณ์ เหรียญภูมิการกิจ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำในการใช้เครื่องมืออย่างเป็นกันเอง คุณเล็กที่คอยให้ความช่วยเหลือในภาคสนาม รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

ท้ายสุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ รวมทั้งครอบครัวที่คอยให้กำลังให้คำปรึกษา ให้โอกาส และสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างอย่างดียิ่งเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ฎ
บทที่		
1	บทนำ	1
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	3
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	2.1 ฝุ่นละออง	6
	2.2 แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง	10
	2.3 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง	13
	2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดกับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง	14
	2.5 ผลกระทบของฝุ่นละออง	17
	2.6 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศ	23
	2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
3	วิธีดำเนินการศึกษา	30
	3.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	30
	3.2 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	40
	3.3 วิธีดำเนินการศึกษา	44
4	ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา	50
	4.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	50
	4.2 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	62
	4.3 แนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ	91

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 107
5.1 สรุปผลการศึกษา 107
5.2 ข้อเสนอแนะ 112
รายการอ้างอิง 113
ภาคผนวก 120
ภาคผนวก ก 121
ภาคผนวก ข 130
ภาคผนวก ค 155
ภาคผนวก ง 164
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 171

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2538 24

3.1 สภาพอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดสมุทรปราการ ในปี พ.ศ. 2548 ณ สถานีตรวจวัดอากาศบางนา กรมอุตุนิยมวิทยา 32

4.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูแล้ง 51

4.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูฝน 54

4.3 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน 56

4.4 จำนวนวันที่ฝนตกของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน 60

4.5 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในแต่ละช่วงฤดูที่มีทิศทางลมแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง 61

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และจำนวนวันที่ฝนตกระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน 61

4.7 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทยานพาหนะ 65

4.8 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม 70

4.9 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทอื่นๆ 74

4.10 ตัวบ่งชี้ของกลุ่มแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน 77

4.11 ความเข้มข้นเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูแล้ง 81

4.12 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูแล้ง 83

4.13 ความเข้มข้นเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูฝน 87

ตารางที่ หน้า

4.14 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูฝน 89
4.15 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่มีสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 1.00 ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ช่วงฤดูแล้ง 98
4.16 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่มีสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 1.00 ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ช่วงฤดูฝน 101
4.17 ความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ศึกษาของช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน 103
4.18 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละอำเภอของจังหวัดสมุทรปราการ 104
4.19 จำนวนอุตสาหกรรม 12 ประเภท ที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในจังหวัดสมุทรปราการ 105
4.20 ปริมาณการปลดปล่อยฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทในจังหวัดสมุทรปราการ 106

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ระบบมลภาวะทางอากาศ 7

3.1 ที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดสมุทรปราการ 30

3.2 ผังลมของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศการเคหะชุมชนบางพลี และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ บางนา ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน 33

3.3 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างบริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง 35

3.4 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างบริเวณ โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว 36

3.5 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างบริเวณ โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ 37

3.6 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างบริเวณ โรงเรียนปากคลองมอญ 38

3.7 แผนที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ 39

3.8 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง 40

3.9 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน 41

3.10 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน 43

3.11 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา 49

4.1 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่งในช่วงฤดูแล้ง 52

4.2 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูฝน 54

4.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และจำนวนวันที่ฝนตกระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนในแต่ละพื้นที่ศึกษา 57

4.4 จำนวนวันที่ฝนตกระหว่างดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูแล้ง 58

4.5 จำนวนวันที่ฝนตกระหว่างดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูฝน 59

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของเขตเมืองอันมีผลสืบเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจจากการผลิตภาคเกษตรกรรมไปสู่ภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้มีการอพยพย้ายถิ่นของประชากรจากชนบทเข้าสู่เขตเมืองมากขึ้น จากสาเหตุดังกล่าวจึงก่อให้เกิดกิจกรรมต่างๆ เป็นจำนวนมาก อาทิเช่น การคมนาคมขนส่งและการจราจร โรงไฟฟ้า การเกษตรกรรม การก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ซึ่งได้แก่ ถนน อาคารสำนักงาน ที่พักอาศัย เป็นต้น รวมทั้งกิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ต่อมากิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ได้ขยายออกไปสู่พื้นที่ในเขตปริมณฑลมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้มีความสามารถในการรองรับการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของเขตเมือง (สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2540) โดยผลจากการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวได้ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศทั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งจากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศอย่างต่อเนื่องแต่ละปีโดยกรมควบคุมมลพิษ ในเขตปริมณฑลทั้ง 4 จังหวัด ซึ่งได้แก่ สมุทรปราการ สมุทรสาคร ปทุมธานี และนนทบุรี พบว่า มลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักคือ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยบริเวณที่มีปัญหามากที่สุดคือ จังหวัดสมุทรปราการ และจากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศอย่างต่อเนื่องแต่ละปีโดยกรมควบคุมมลพิษ ในบริเวณพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าเกินมาตรฐาน โดยมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังจะเห็นได้จากแนวโน้มของระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540-2547 พบว่ามีความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 15.1-42.0 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการยังคงมีค่าสูงอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด และในแต่ละปีจะมีค่าแปรปรวนขึ้นลงไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน ทั้งนี้พบว่าแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในจังหวัดสมุทรปราการประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ ได้แก่ การจราจร และแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ ได้แก่ การก่อสร้าง การเผาไหม้ชีวมวลในพื้นที่เปิดโล่ง เป็นต้น โดยในส่วนของแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ พบว่า จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมค่อนข้างมาก ซึ่งพบว่ามี

จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งสิ้น 6,683 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549) ส่วนแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ได้ พบว่า จังหวัดสมุทรปราการมีถนนสายหลักที่มีปริมาณการจราจรสูงอย่างน้อย 7 สาย ได้แก่ ถนนสุขุมวิท ถนนสุขสวัสดิ์ ถนนนครเขื่อนขันธ์ ถนนปู่เจ้าสมิงพลาย ถนนวัดกิ่งแก้ว ถนนเทพารักษ์ และถนนศรีนครินทร์ โดยพบว่ามีปริมาณสูงถึง 25,000-120,000 คันต่อวัน ในขณะที่แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่พบว่า จังหวัดสมุทรปราการมีพื้นที่ทางการเกษตร 238,526 ไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 37.95 จากพื้นที่ทั้งหมด 592,525 ไร่ โดยพบว่ามีการเผาไหม้ในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว เช่น การเผาหญ้า เผาฟาง เผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือแม้แต่การเผาขยะมูลฝอย (กรมควบคุมมลพิษ, 2549ก)

อย่างไรก็ตามยังพบว่าภายในฝุ่นละอองจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลากหลายชนิด โดยแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันไป (Chow et al., 2002) ซึ่งความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้สามารถที่จะใช้เป็นตัวบ่งชี้ (Marker element) ถึงแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองได้ ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา ตัวอย่างเช่น ฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยอลูมิเนียม แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม ซิลิกอน และโพแทสเซียม เป็นองค์ประกอบหลัก (Manahan, 1993) เช่น ฝุ่นละอองที่เกิดจากการสึกกร่อนของดินและหินจะมีซิลิกอน อลูมิเนียม เหล็ก และแคลเซียม (Manahan, 1993; Celis et al., 2004) ฝุ่นจากละอองไอทะเลมีโซเดียม คลอไรด์ และซัลเฟตเป็นองค์ประกอบ (Ho et al., 2003) ในขณะที่ฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่ของโลหะหนัก เช่น ทองแดง สังกะสี นิกเกิล วานาเดียม แคดเมียม และตะกั่ว (Morales et al., 1990) เช่น โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กจะมีองค์ประกอบของเหล็กในปริมาณมาก ฝุ่นละอองจากโรงไฟฟ้าจะมีซัลเฟตและกำมะถันเป็นองค์ประกอบ (Radian International, 1998 อ้างถึงใน พงษ์เศวต สุวรรณธานี, 2545) ส่วนฝุ่นละอองจากการก่อสร้างส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยแคลเซียม (ศิริวรรณ แก้วงาม, 2543) นอกจากนี้ยังพบว่าฝุ่นละอองจากการจราจรจะมีองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon; OC) และธาตุคาร์บอน (Elemental Carbon; EC) เป็นองค์ประกอบหลัก (Ho et al., 2003; Wu et al., 2003) เช่นเดียวกับฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวล (Biomass burning) จำพวกไม้หรือหญ้า (พงษ์เศวต สุวรรณธานี, 2545) ในขณะที่ฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมจะมีแอมโมเนียมเป็นองค์ประกอบ (Röösli et al., 2001; Celis et al., 2004)

อย่างไรก็ตามฝุ่นละอองในบรรยากาศยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ โดยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ บดบังทัศนวิสัย (Visibility) ทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง ผลกระทบต่อพืช ทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้น้อยลง (นพภาพร พานิช และแสงสันติ์ พานิช, 2544) ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง เช่น ทำให้เกิดความสกปรกของวัตถุ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง เป็นต้น ส่วนผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยมีสาเหตุเนื่องจากอนุภาคของฝุ่นละอองมีขนาดเล็กสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองและ

ทำลายเนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงระยะเวลานานๆ จะเกิดการสะสมในเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง (สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2540) และจากผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า บริเวณที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มากกว่า 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะส่งผลให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจสูงกว่าบริเวณที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน น้อยกว่า 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมอนามัย, 2540) อย่างไรก็ตามระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยนอกจากจะขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณแล้วยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในฝุ่นละอองด้วย (ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ, 2542) เช่น ฝุ่นทรายที่มีซิลิกา (Silica) เป็นองค์ประกอบจะเป็นอันตรายต่อปอดและอาจทำให้เกิดโรคซิลิโคซีส (Silicosis) รวมทั้งฝุ่นละอองที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ (นพภาพร พานิช และแสงสันติ์ พานิช, 2544) ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือได้รับอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง นอกจากนี้ยังสามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในจังหวัดสมุทรปราการ

1.2.2 เพื่อหาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดในจังหวัดสมุทรปราการ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ โดยมีพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 4 แห่ง ดังนี้

1) ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการพระประแดง

2) โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

3) โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

4) โรงเรียนปากคลองมอญ

1.3.2 ระยะเวลาที่ทำการศึกษา

1) ช่วงฤดูแล้ง คือเดือนมีนาคม-พฤษภาคม และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2548

2) ช่วงฤดูฝน คือเดือนมิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2548

1.3.3 พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา

1) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เฉลี่ย 24 ชั่วโมง

2) ธาตุองค์ประกอบ 29 ชนิด ได้แก่ ทองแดง (Cu) อลูมิเนียม (Al) สารหนู (As) แบเรียม (Ba) โบรมีน (Br) แคลเซียม (Ca) ซีเรียม (Ce) คลอไรด์ (Cl) โคบอลต์ (Co) โครเมียม (Cr) เหล็ก (Fe) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) นิกเกิล (Ni) ฟอสฟอรัส (P) ตะกั่ว (Pb) แพลทินัม (Pt) กำมะถัน (S) ซีลีเนียม (Se) ซิลิกอน (Si) พลวง (Sb) สแคนเดียม (Sc) ไททาเนียม (Ti) วานาเดียม (V) สังกะสี (Zn) เทลลูเรียม (Te) ไอโอดีน (I) และซีเซียม (Cs)

3) สารคาร์บอน 2 ชนิด ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน

4) สารไอออนิก 6 ชนิด ได้แก่ แอมโมเนียม (NH_4^+) โซเดียมไอออน (Na^+) ไนเตรท (NO_3^-) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) โพแทสเซียมไอออน (K^+) และคลอไรด์ไอออน (Cl^-)

1.3.4 รวบรวมข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ทั้งนี้พิจารณาเฉพาะ

1) ฝุ่นอุตสาหกรรมที่จำแนกตามลักษณะของแหล่งกำเนิด 9 ประเภท ซึ่งได้แก่ ฝุ่นจากปล่องโรงไฟฟ้าที่ใช้น้ำมันเตา ฝุ่นจากปล่องหม้อไอน้ำที่ใช้ขี้เลื่อยของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลเกษตรกรรม (แปรรูปอาหารสัตว์) และโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ ฝุ่นจากปล่องหม้อไอน้ำที่ใช้กะลาปาล์มของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ฝุ่นจากปล่องหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหินของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ฝุ่นจากการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติของโรงงานอุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกและเคมีภัณฑ์ ฝุ่นจากการขัดเฟอร์นิเจอร์ไม้โรงงานอุตสาหกรรมไม้ ฝุ่นจากการขัดชิ้นงานของโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิก ฝุ่นจากการหลอมเหล็กของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก และฝุ่นจากเตาเผาขยะรวม

2) ฝุ่นจากยานพาหนะ

3) ฝุ่นดินและฝุ่นถนน

4) ฝุ่นจากการเผาไหม้ชีวมวล

5) ละอองไอทะเล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ

1.4.2 ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ที่รับมลพิษทางอากาศในจังหวัดสมุทรปราการ

1.4.3 ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฝุ่นละออง

อนุภาคที่แขวนลอยในบรรยากาศมีทั้งที่อยู่ในรูปของของแข็ง เช่น ฝุ่นละออง เขม่าควันจากท่อไอเสียรถยนต์ เป็นต้น และอนุภาคที่อยู่ในรูปของของเหลว เช่น ละอองไอของสารกำจัดศัตรูพืช ไอกรดหรือไอของสารเคมีต่างๆ เป็นต้น

ฝุ่นละอองเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศมีขนาดตั้งแต่ 0.02 ไมครอน ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน โดยฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก เนื่องจากมีความเร็วในการตกสะสมต่ำ และจะแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานมากขึ้นหากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น ในขณะที่ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กโดยเฉพาะขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานเป็นปี ทั้งนี้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจะมีชื่อเรียกแตกต่างไปตามลักษณะการรวมตัวของฝุ่นละออง เช่น ควัน (Smoke) ฟูม (Fume) หมอกน้ำค้าง (Mist) เป็นต้น (สุธีลา ตุลยะเสถียร และคณะ, 2544)

2.1.1 ความหมายของฝุ่นละออง

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

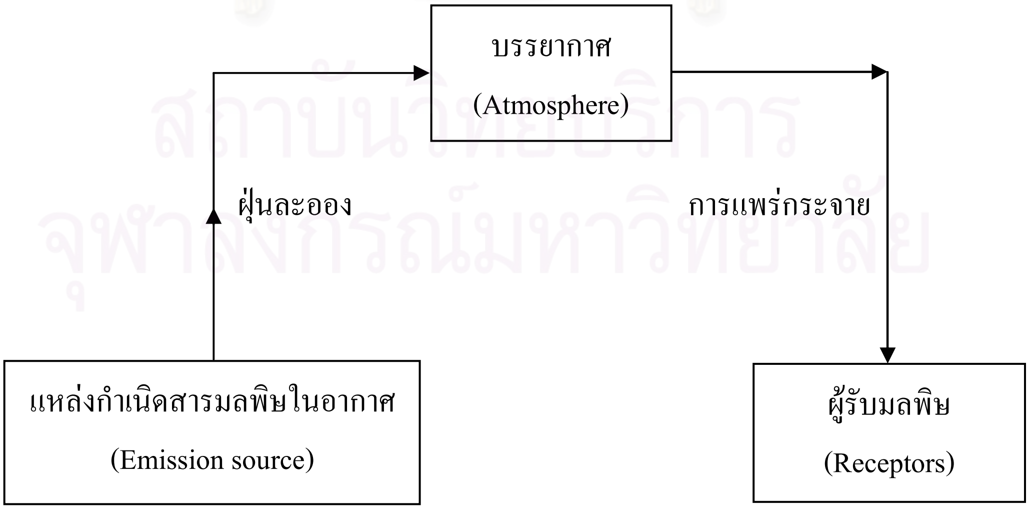
ฝุ่นละออง (Dusts) หมายถึง สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ อาจเกิดจากธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยขนาดของฝุ่นละอองมีตั้งแต่ขนาดไมครอนจนถึงขนาดที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น ฝุ่นดิน เกสรดอกไม้ เป็นต้น (นิตยา มหาผล, 2533)

อนุภาคหยาบ (Coarse-mode particulate matter) หมายถึง ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2.5-10 ไมครอน (U.S.EPA., 1996a)

อนุภาคละเอียด (Fine-mode particulate matter) หมายถึง ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (U.S.EPA., 1996a)

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) หมายถึง อนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าหรือเท่ากับ 10 ไมครอน (U.S.EPA., 1994)

ฝุ่นละอองเมื่อแยกตามขนาดพบว่าประมาณร้อยละ 60 เป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ซึ่งอาจเกิดจากรถประจำทางและรถบรรทุกที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล บางส่วนมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนมากพบในเขตเมือง เขตอุตสาหกรรม และเขตกึ่งชนบท หากพบในปริมาณที่สูงอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ (สุธิลา ตุลยะเสถียร และคณะ, 2544) โดยทั่วไปมลสารต่างๆ เช่น ฝุ่นละออง เมื่อถูกปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดจะแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ โดยแหล่งกำเนิดเป็นส่วนของระบบที่เป็นตัวก่อให้เกิดและปลดปล่อยฝุ่นละอองออกไปสู่อากาศภายนอกซึ่งแหล่งกำเนิดดังกล่าวอาจเป็นแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน เป็นต้น หรือจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง เป็นต้น ฝุ่นละอองเมื่อถูกปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ จะเข้าสู่บรรยากาศซึ่งเป็นส่วนที่รองรับฝุ่นละออง นอกจากนี้บรรยากาศยังเป็นตัวกลางในการเคลื่อนที่ให้ฝุ่นละอองเกิดการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ เป็นต้น จากนั้นฝุ่นละอองจะถูกพัดพาและแพร่กระจายไปสู่ผู้รับผลกระทบซึ่งเป็นส่วนที่สัมผัสกับฝุ่นละอองในบรรยากาศ ทำให้ได้รับความเสียหายหรือได้รับอันตราย โดยผู้รับผลกระทบอาจเป็นสิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์ สัตว์ และพืช เป็นต้น หรืออาจเป็นสิ่งไม่มีชีวิต เช่น อาคาร บ้านเรือน วัตถุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เป็นต้น (ภาพที่ 2.1) (นพภาพร พานิช และแสงสันติ์ พานิช, 2544)



ภาพที่ 2.1 ระบบมลภาวะทางอากาศ

ที่มา: นพภาพร พานิช และแสงสันติ์ พานิช, 2544

2.1.2 ความเข้มข้นและการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศ

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศจะขึ้นอยู่กับปริมาณของอากาศที่สะอาดและศักยภาพของแหล่งกำเนิด (วิชัย เทียนน้อย, 2526) โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองอาจมีความผันแปรและขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ ซึ่งความเข้มข้นของฝุ่นละอองอาจมีค่าน้อยกว่า 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเขตห่างไกลชุมชน และมีค่ามากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเขตชุมชนหนาแน่น (Schroeder et al.,1987 อ้างถึงใน ภิญโญ มานะเสถียร, 2545) และจากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในเขตชุมชนเมืองมีค่าสูงกว่าในเขตชนบท โดยลมที่พัดมาจากเขตอุตสาหกรรมจะมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงกว่าลมที่พัดมาจากเขตชนบท (Choularton et al.,1982 อ้างถึงใน ภิญโญ มานะเสถียร, 2545)

อย่างไรก็ตามพบว่าระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศสามารถผันแปรตามฤดูกาลต่างๆ ได้ อันเนื่องมาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ทิศทางลม (Chan et al., 2001) โดยพบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในช่วงฤดูหนาวสูงกว่าฤดูฝน (อรุบล โชติพงศ์, 2541; ศิริวรรณ แก้วงาม, 2543) เช่นเดียวกับระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในช่วงฤดูแล้งที่มีค่าสูงกว่าฤดูฝน (รพีพัฒน์ เกริกไกวัล, 2543) จากที่กล่าวในข้างต้นแสดงให้เห็นว่ากระบวนการทางธรรมชาติที่ปรากฏในบรรยากาศสามารถจะช่วยลดความเข้มข้นของมลสารลงได้ เช่น การตกของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของน้ำฝน เป็นต้น โดยน้ำฝนที่ตกลงมาจะช่วยชะล้างมลสารในบรรยากาศที่เป็นทั้งก๊าซและฝุ่นละอองลงมายังพื้นดิน และจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาอย่างสม่ำเสมอ 1.00 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และใช้เวลาตกเพียง 15 นาที จะสามารถชะล้างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศได้ถึงร้อยละ 28 ของปริมาณฝุ่นละอองทั้งหมด ทั้งนี้อาจสรุปได้ว่าการที่ฝุ่นละอองในบรรยากาศมีความเข้มข้นลดลงในบริเวณใดบริเวณหนึ่งอาจขึ้นอยู่กับสภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่ปรากฏอยู่ในบริเวณนั้นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าการทำให้ฝุ่นละอองในบรรยากาศแพร่กระจายออกไปยังบริเวณอื่น จะส่งผลให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองลดลง ซึ่งการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นเป็นกระบวนการเจือจางโดยการแลกเปลี่ยนระหว่างฝุ่นละอองกับอากาศ กล่าวคือ มวลอากาศปกติมีการเคลื่อนไหว หากมีฝุ่นละอองอยู่ในมวลอากาศดังกล่าวฝุ่นละอองก็จะถูกพาไปด้วย ในขณะเดียวกันมวลอากาศที่ปราศจากฝุ่นละอองจะเข้ามาแทนที่ จะเห็นได้ว่ากระบวนการแพร่กระจายจะทำหน้าที่เจือจางฝุ่นละออง ซึ่งกระบวนการดังกล่าวไม่ใช่กระบวนการแพร่กระจายแบบทฤษฎี แต่เป็นการแพร่กระจายที่เกิดจากความปั่นป่วนของอากาศ รวมทั้งทิศทางลมที่ผันแปรไปก็มีผลต่อการแพร่กระจายด้วย (วิชัย เทียนน้อย, 2526) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศ มีดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ความเร็วลมและทิศทางลม (Wind speed and wind direction)

ลม คือ อากาศที่เคลื่อนไหวขนานกับผิวโลก (สมพงษ์ มะนะสุทธิ์, 2535) โดยปัจจัยที่มีความสำคัญในการประเมินการแพร่กระจายของฝุ่นละอองคือ ความเร็วลมและทิศทางลม เนื่องจากฝุ่นละอองจะถูกเจือจางโดยลมที่พัดผ่านแหล่งกำเนิด ซึ่งการเจือจางนี้เกิดจากอากาศที่ไม่มีฝุ่นละอองหรือมีฝุ่นละอองน้อยเคลื่อนที่เข้ามาทำให้บริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองมากมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองลดลง ในขณะที่ทิศทางลมจะมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของฝุ่นละอองและบริเวณที่มลสารกระจายออกไป ซึ่งทิศทางลมเป็นตัวกำหนดว่ามลสารจะถูกพัดไปทางไหน เนื่องจากลมมักไม่ได้พัดไปในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา และการพัดไปในทิศทางต่างๆ มักไม่คงที่ทั้งในช่วงเวลาสั้นๆ หรือเป็นเวลานาน (Boubel et al., 1994) ในทางอุตุนิยมวิทยาจะแสดงความเร็วลมและทิศทางลมในรูปของแผนภูมิลม (Wind rose) ซึ่งเป็นผังที่แสดงทิศทาง ความถี่ และความเร็วลมที่จุดใดๆ โดยแผนภูมิลมจะแสดงทิศทางที่มลสารถูกพัดพามาไปสู่ทิศตรงกันข้าม เช่น ลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้จะพัดฝุ่นละอองไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ นิตยา มหาผล และธีระ เกรอต, 2543)

2.1.2.2 ความปั่นป่วน (Turbulence)

ความปั่นป่วน หมายถึง ธรรมชาติการไหลของของไหลซึ่งแสดงให้เห็นอยู่ในรูปของความไม่แน่นอน ไม่สามารถทำนายได้ เป็นการเคลื่อนที่อย่างไม่ราบเรียบในบรรยากาศ (Arya, 1999) ซึ่งความปั่นป่วนของบรรยากาศเกิดขึ้นเมื่อการไหลของอากาศมีการเคลื่อนที่แบบกระแสวน (Eddy) ซึ่งหมายถึงส่วนของอากาศที่เคลื่อนไหวแบบอิสระในลักษณะขึ้นลง (Fluctuating) (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543) โดยกระแสวนนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งมีความสำคัญต่อการแพร่กระจายและการเจือจางของฝุ่นละออง โดยพบว่าเมื่อมีความปั่นป่วนของบรรยากาศลดลง ความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดจะมีค่าสูงขึ้น แต่หากบรรยากาศมีความปั่นป่วนเพิ่มมากขึ้น ความเข้มข้นฝุ่นละอองจะมีค่าลดลงเนื่องจากมีการกระจายตัวมากขึ้น โดยลักษณะการปั่นป่วนของบรรยากาศเกิดจากสาเหตุหลักๆ 2 สาเหตุ คือ ความปั่นป่วนเนื่องมาจากความร้อน (Thermal turbulence) และความปั่นป่วนทางกล (Mechanical turbulence)

ความปั่นป่วนเนื่องมาจากความร้อน เกิดขึ้นเมื่อผิวโลกได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ พื้นผิวและอากาศที่อยู่ใกล้เคียงจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เกิดกระแสลมปั่นป่วนในบรรยากาศชั้นล่าง ในขณะที่ช่วงเวลากลางคืนพื้นดินและอากาศที่อยู่ใกล้พื้นผิวโลกจะมีอุณหภูมิลดลง เนื่องจากพื้นดินเกิดการแผ่รังสีความร้อนกลับสู่บรรยากาศ จึงทำให้อากาศหยุดนิ่งและความปั่นป่วนลดน้อยลง ส่วนความปั่นป่วนทางกลจะเกิดจากเคลื่อนไหวของอากาศผ่านผิวโลกที่มี

สิ่งกีดขวาง เช่น อาคาร ต้นไม้ ภูเขา เป็นต้น ทำให้เกิดกระแสวนของอากาศ ซึ่งความปั่นป่วนเป็นผลมาจากกระแสวนที่มีขนาดต่างๆ กัน ทำให้เกิดการผสมของอากาศทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง โดยความปั่นป่วนจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วลม (นิตยา มหาผล, 2533)

2.1.2.3 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของบรรยากาศที่ระดับความสูงต่างๆ จะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งตามปกติอุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูง และความแตกต่างของอุณหภูมิที่ความสูงระดับต่างๆ จะมีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละออง (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543) โดยในเวลากลางวันแสงอาทิตย์จะทำให้เกิดความปั่นป่วนของมวลอากาศเป็นผลให้การแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศแพร่กระจายได้เป็นอย่างดี ส่วนในเวลากลางคืนอุณหภูมิลดต่ำลงมากทำให้มวลอากาศนิ่ง ส่งผลให้การแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศแพร่กระจายได้ไม่ดี (นพภาพร พานิช และแสงสันติ์ พานิช, 2544) ทั้งนี้ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ระดับความสูงต่างๆ จะเป็นตัวบ่งชี้ทางอ้อมว่าอากาศมีความปั่นป่วนมากน้อยเพียงใด และมีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศมากหรือน้อย (นิตยา มหาผล, 2533)

2.2 แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

อนุภาคฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปอาจเกิดจากแหล่งกำเนิดโดยตรงแล้วแพร่กระจายสู่บรรยากาศ หรือเกิดจากปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ ปฏิกิริยาทางเคมีหรือปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) ทำให้เกิดเป็นอนุภาคขึ้น (สุธีลา ตุลยะเสถียร และคณะ, 2544) โดยธรรมชาติของอนุภาคหยาบและอนุภาคละเอียดจะมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน ซึ่งแหล่งกำเนิดของอนุภาคหยาบมีดังนี้(U.S.EPA., 1996b)

1) วัตถุดิบจากเปลือกนอกโลก เช่น ดินหรือหิน ซึ่งในพื้นที่เขตเมืองเกิดขึ้นจากการเดินบนถนนหรือจากการสัญจรของรถยนต์บนถนนที่ไม่ได้ลาดยาง ส่วนในพื้นที่เขตชนบทเกิดจากการไถพรวนดินแล้วมีลมพัดผ่านเหนือพื้นดิน ส่งผลให้อนุภาคดังกล่าวแขวนลอยในบรรยากาศ

2) วัตถุดิบของสิ่งมีชีวิต เช่น แบคทีเรีย เกสรดอกไม้ สปอร์ และพืชต่างๆ รวมทั้งเศษชิ้นส่วนของสัตว์ โดยส่วนใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2.0-10 ไมครอน และในบางครั้งจะพบที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ไมครอน

3) วัตถุดิบจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยเกิดจากการปฏิบัติงานของโรงงานหลายประเภท ซึ่งทำให้เกิดอนุภาคหยาบ เช่น การเปิดบ่อเหมืองแร่ หรือกระบวนการทำถ่าน เป็นต้น

ในขณะที่แหล่งกำเนิดของอนุภาคละเอียดจะมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อการใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรม และยานพาหนะ การเผาไหม้ชีวมวล และการถลุงแร่หรือกระบวนการผลิตโลหะต่างๆ เป็นต้น (U.S.EPA., 1996) ทั้งนี้อนุภาคละเอียดที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของก๊าซชนิดต่างๆ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile organic compound; VOC) สามารถถูกเปลี่ยนรูปในบรรยากาศได้โดย (Plain and Carmichael, 1998)

1) การควบแน่นของก๊าซหรือไอระเหยเป็นอนุภาคในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง

2) การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีและฟิสิกส์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะก๊าซไปอยู่ในรูปของอนุภาค

โดยทั่วไปแล้วแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ (นพภาพร พานิช และแสงสันติ์ พานิช, 2544; ปาจรีย์ ทองสนิท และวนิดา จีนศาสตร์, 2548; พิทยา ว่องกุล, 2537)

2.2.1 แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ (Natural sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง ซึ่งได้แก่ ฝุ่นละอองที่เกิดจากภูเขาไฟระเบิด ทะเล และมหาสมุทร เป็นต้น

2.2.2 แหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man-made sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่มีมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องหรือเป็นกิจกรรมที่มนุษย์กระทำ ซึ่งแหล่งกำเนิดประเภทนี้สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.2.2.1 แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile sources) ได้แก่ ยานพาหนะประเภทต่างๆ ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ ตัวอย่างแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ ได้แก่

1) ยานพาหนะทางบก ได้แก่ รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล โดยระบายฝุ่นละอองออกสู่บรรยากาศในรูปของควันดำซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนจำนวนมากที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ และรถจักรยานยนต์สองจังหวะซึ่งระบายฝุ่นละอองออกสู่บรรยากาศในรูปของควันขาวที่เป็นละอองไอของน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

2) การบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้าง เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างทุกประเภท โดยเฉพาะการบรรทุกและขนส่งดินทราย ที่ไม่มีการปกคลุมส่วนที่บรรทุก

ให้มิดชิด หรือล้อรถที่มีดินทรายเกาะติดอยู่ตกหล่นลงสู่ถนนตลอดทางที่วิ่งไป ทำให้ฝุ่นละอองเกิดการฟุ้งกระจายไปในบรรยากาศ

2.2.2.2 แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary sources) ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ โรงไฟฟ้า เตาหุงต้มตามบ้านเรือน และการเผาขยะมูลฝอย เป็นต้น ตัวอย่างแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ ได้แก่

1) การก่อสร้างและการรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างอาคาร ถนน ระบบขนส่งมวลชนและระบบสาธารณูปโภคต่างๆ โดยการก่อสร้างหลายประเภทมักมีการเปิดหน้าดินก่อนซึ่งจะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นดินและทราย รวมทั้งการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างด้วย

2) โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า และสถานประกอบการต่างๆ ซึ่งการเกิดฝุ่นละอองจะเกิดได้ใน 2 ขั้นตอน คือ

- การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ฟืน แกลบ เป็นต้น เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งหากเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีการกำจัดอย่างถูกต้องจะก่อให้เกิดก๊าซและฝุ่นละอองลอยปะปนไปในบรรยากาศ ตัวอย่างเช่น เถ้าลอย (Fly ash) จากโรงไฟฟ้า เป็นต้น

- กระบวนการผลิต ได้แก่ โรงงานที่ผลิตโลหะต่างๆ เช่น โรงงานผลิตตะกั่ว สังกะสี อลูมิเนียม ทองแดง ซึ่งจะเกิดก๊าซ ไอควัน และฝุ่นละออง การผลิตปูนซีเมนต์จะทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และฝุ่นละออง รวมทั้งการทำเหมืองแร่ที่มีวิธีการผลิต 5 ขั้นตอนใหญ่ ซึ่งได้แก่ การขุดเจาะหรือการระเบิด การขนส่ง การเก็บการบดย่อย การแยกแร่ และการทำให้แห้ง โดยในแต่ละขั้นตอนล้วนทำให้เกิดฝุ่นละอองและอนุภาคขนาดเล็กของธาตุนั้นๆ เช่น การฟุ้งกระจายของฝุ่นตะกั่วในบรรยากาศขณะบดย่อย การทำให้แห้งหลังจากมีการแยกแร่ด้วยวิธีเปียกโดยใช้น้ำฉีดซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซและฝุ่นละอองออกมา เป็นต้น

3) การเผาวัสดุต่างๆ ในที่โล่งแจ้ง เช่น การเผาขยะมูลฝอย การเผาเศษวัสดุต่างๆ ที่เหลือจากการเกษตร รวมทั้งการเผาหญ้าและวัชพืชเพื่อปรับปรุงพื้นที่สำหรับเพาะปลูก เป็นต้น ทำให้เกิดเขม่าขี้เถ้าเป็นจำนวนมากซึ่งจะฟุ้งกระจายไปในบรรยากาศและลอยไปตามกระแสลมปกคลุมพื้นที่กว้าง

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง

องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบรรยากาศมีอยู่หลากหลายชนิด และสามารถผันแปรไปตามลักษณะของแหล่งกำเนิด โดยองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองมีด้วยกันดังนี้ (QUARG, 1996; U.S.EPA., 1996b)

2.3.1 ซัลเฟต ที่พบในบรรยากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต โดยอนุภาคของซัลเฟตในบรรยากาศเปลี่ยนรูปมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งแหล่งกำเนิดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง การออกซิไดซ์ในบรรยากาศของกรดซัลฟูริก เป็นต้น

2.3.2 ไนเตรท ที่พบในบรรยากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแอมโมเนียมไนเตรท แต่บางครั้งอาจพบในรูปโซเดียมไนเตรท โดยอนุภาคของไนเตรทในบรรยากาศสามารถเปลี่ยนรูปได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง ได้แก่ ยานพาหนะประเภทต่างๆ โรงไฟฟ้า เป็นต้น

2.3.3 แอมโมเนียม ที่พบในบรรยากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมไนเตรท ทั้งนี้แอมโมเนียอาจถูกปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดหลายประเภท เช่น จากการเกษตรกรรม อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยเคมี และการย่อยสลายของเสียของสัตว์ เป็นต้น

2.3.4 สารคาร์บอน มักหมายถึงเขม่าควันซึ่งถูกปลดปล่อยมาจากกระบวนการเผาไหม้แหล่งกำเนิดที่เผาไหม้เชื้อเพลิงชีวภาพ ได้แก่ ปิโตรเลียมและเครื่องยนต์ดีเซล ที่ปลดปล่อยอนุภาคฝุ่นละอองที่ประกอบไปด้วยคาร์บอน (Black carbon) ซึ่งได้แก่

2.3.4.1 ธาตุคาร์บอน เกิดจากการรวมตัวเป็นกลุ่มก้อนของอนุภาคคาร์บอนเล็กๆ ระหว่างที่มีการเผาไหม้ เช่น เตาผิงไฟ เตาหุงต้มประเภทใช้ฟืน และเครื่องยนต์ดีเซล เป็นต้น

2.3.4.2 สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน จะมีความแตกต่างกันหลายประเภท ส่วนใหญ่ที่พบในบรรยากาศจะมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ที่ความกดอากาศต่ำ สารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน แบคทีเรียบางชนิด พืชหรือเศษของเซลล์สัตว์ เป็นต้น

2.3.5 ธาตุปริมาณน้อย มีทั้งที่เป็นโลหะและอโลหะ โดยธาตุเหล่านี้เกิดจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน เช่น การเผาไหม้ถ่านหิน น้ำมัน ไม้ เตาหลอมเหล็ก หม้อไอน้ำ เตาเผาขยะมูลฝอย เป็นต้น ซึ่งสามารถพบได้ทั้งอนุภาคหยาบและละเอียด ตัวอย่างธาตุองค์ประกอบ (Manahan, 1993) ได้แก่

2.3.5.1 องค์ประกอบจำพวกโซเดียม คลอไรด์ ส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดจากทะเล ซึ่งเป็นละอองไอจากเกลือทะเล โดยจะถูกพัดพามาโดยลม แต่บางครั้งคลอไรด์ อาจมาจากเตาเผาที่เผาไหม้ของเสียจำพวกออร์แกนโนเฮไลด์โพลิเมอร์

2.3.5.2 องค์ประกอบจำพวกแคลเซียม โพแทสเซียม เหล็ก อลูมิเนียม และซิลิกอน เป็นองค์ประกอบของเปลือกโลกที่มีอยู่ในหินและดิน โดยในบรรยากาศของพื้นที่เขตเมืองจะมาจากการฟุ้งกระจายขึ้นอีกครั้งของฝุ่นละอองที่พื้นผิว เช่น ถนน ในขณะที่เขตพื้นที่ชนบทจะเกิดจากการไถพรวนหรือลมพัดผ่านเหนือพื้นดิน และบางครั้งอาจพบองค์ประกอบของโพแทสเซียมจากการเผาไหม้ชีวมวล เช่น ไม้ เป็นต้น

2.3.5.3 องค์ประกอบจำพวกวานาเดียม เกิดจากการเผาไหม้ของกากปิโตรเลียม

2.3.5.4 องค์ประกอบจำพวกพลวง และซีลีเนียม เป็นองค์ประกอบของสารระเหยง่าย มีความเป็นไปได้ว่ามาจากการเผาไหม้ของน้ำมัน ถ่านหิน หรือกากของเสีย

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดกับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง

โดยทั่วไปแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจะส่งผลให้ฝุ่นละอองเกิดความแตกต่างทั้งขนาดและองค์ประกอบทางเคมี ซึ่งความแตกต่างนี้จะสะท้อนถึงวัตถุต้นกำเนิด นอกจากนี้กลไกการเกิดฝุ่นละอองยังเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติเฉพาะทางกายภาพและเคมีของฝุ่นละอองตามแหล่งกำเนิดที่ปลดปล่อยออกมา ซึ่งเป็นลักษณะของตัวบ่งชี้ที่เรียกว่าลายพิมพ์นิ้วมือ (Fingerprints) การบ่งชี้ถึงแหล่งกำเนิดต้องประกอบด้วยลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมทั้งชนิดและสัดส่วนขององค์ประกอบ (Wangkiat, 2002) ทั้งนี้แหล่งกำเนิดที่มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองมีดังต่อไปนี้

2.4.1 วัตถุดิบทางธรณีวิทยา (Geological material)

วัตถุดิบเปลือกนอกของโลกจะมาจากดินหรือหิน การปลดปล่อยฝุ่นละอองของแร่ธาตุทางธรณีวิทยาจะพบว่าขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพอุตุนิยมวิทยา เช่น ความเร็วลมและการตกของน้ำฝน ฝุ่นละอองที่แขวนลอยจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบของอลูมิเนียม ซิลิกอน แคลเซียม ไททาเนียม เหล็ก โพแทสเซียม และแมกนีเซียม แต่อนุภาคของเหล็ก และโพแทสเซียม อาจมาจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ ได้ (Chow and Watson, 1992; U.S.EPA., 1996b) ซึ่งการรวมตัวของแร่ธาตุเหล่านี้จะมีความแตกต่างตามลักษณะทางธรณีวิทยา โดยแร่ธาตุทางธรณีวิทยาส่วนมากจะพบในฝุ่นหยาบและประมาณร้อยละ 50 จะพบในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ขณะที่ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน จะพบเพียงร้อยละ 5-15 เท่านั้น (Watson et al., 2001)

2.4.2 แหล่งกำเนิดที่ไม่เคลื่อนที่ (Stationary source)

ฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่ไม่เคลื่อนที่จะมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งรวมถึงหม้อไอน้ำ เครื่องทำความร้อน และเตาผิง เพื่อการสาธารณูปโภค อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม สถานที่ราชการ และที่พักอาศัย โดยฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัยซึ่งรวมทั้งประเภทของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ ประเภทของแหล่งกำเนิด และประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการปลดปล่อยฝุ่นละออง (Wangkiat, 2002) การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภทถ่านหินจะเกิดเถ้าในปริมาณสูง โดยการเผาไหม้ถ่านหินจะเป็นแหล่งกำเนิดใหญ่ของฝุ่นละอองในภาคอุตสาหกรรม ดังจะเห็นได้จากโรงไฟฟ้าถ่านหิน ซึ่งพบว่าผลผลิตที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านหินส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบของซิลิกอนและอลูมิเนียม นอกจากนี้ยังพบซัลเฟตในปริมาณที่สูงด้วยเช่นกัน ในขณะที่พบกำมะถัน แมกนีเซียม โพแทสเซียม และแคลเซียม ในปริมาณที่ต่ำกว่า (Pavageau et al., 2002; Celis et al., 2004) ส่วนฝุ่นละอองที่ถูกปลดปล่อยมาจากหอกลั่นน้ำมันจะมีลักษณะเหมือนสารคาร์บอนในธรรมชาติ การปลดปล่อยฝุ่นละอองจากการเผาไหม้น้ำมันจะพบคาร์บอนและกำมะถันในระดับสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณกำมะถันที่มีอยู่ในน้ำมัน นอกจากนี้ยังพบธาตุปริมาณน้อยที่เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันซึ่งประกอบไปด้วยแคดเมียม โคบอลต์ ทองแดง นิกเกิล วานาเดียม โซเดียม และเหล็ก (Olmez et al.,1988) โดยวานาเดียมจะเป็นตัวบ่งชี้ของการเผาไหม้กาก (Rose et al., 1999) อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงวานาเดียมที่ถูกปลดปล่อยจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงจะสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่มาจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าใช้วานาเดียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกไซด์ของกำมะถันที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง (Wangkiat, 2002)

แหล่งกำเนิดที่ไม่เคลื่อนที่อื่นๆ อาจมาจากกระบวนการต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กระบวนการผลิตเหล็กกล้าและเหล็ก รวมทั้งการผลิตโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก ซึ่งตัวบ่งชี้อาจเป็นตะกั่ว ทองแดง นิกเกิล สังกะสี และแคดเมียม (Nriagu and Pacyna, 1988) การปลดปล่อยฝุ่นละอองจากเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนจะพบคลอไรด์เป็นองค์ประกอบหลัก (Manahan, 1993; Olmez et al., 1988) ทั้งนี้คลอไรด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้พลาสติกและโลหะจะมาจากคลอไรด์ที่ระเหยง่าย โดยโลหะที่เป็นส่วนประกอบของกระป๋องหรือวัตถุที่ประกอบไปด้วยโลหะอื่นๆ บางชนิดอาจพบองค์ประกอบของกำมะถัน คลอไรด์ หรือโลหะบางชนิดอาจพบองค์ประกอบของสังกะสี โบรมีน เงิน แคดเมียม ดีบุก อินเดียม และพลวง เป็นจำนวนมาก (Law and Gardon, 1979; Olmez et al., 1988)

2.4.3 แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile source)

แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้จัดเป็นแหล่งกำเนิดใหญ่ของฝุ่นละออง โดยทั่วไปจะถูกปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและเครื่องยนต์ โดยอนุภาคฝุ่นละอองที่มาจากเครื่องยนต์มี

ต้นกำเนิดจากท่อไอเสียและจากการเสียดสีของส่วนประกอบเฉพาะส่วน เช่น ยางและเบรก รวมทั้งการฟุ้งกระจายขึ้นอีกครั้งของฝุ่นตามถนน

ทั้งน้ำมันดีเซลและก๊าซโซลีนเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองปฐมภูมิและทุติยภูมิ ดังนั้นองค์ประกอบแรกที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากยานพาหนะที่ใช้น้ำมันทั้ง 2 ประเภทนี้คือสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (Watson et al., 1994) ซึ่งจะมีค่าไม่คงที่ในน้ำมันแต่ละประเภทและพบว่ามีช่วงที่กว้างและอาจซ้อนทับกันตามความแตกต่างของน้ำมันแต่ละประเภท โดยเฉลี่ยจะพบธาตุคาร์บอนมากกว่าสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนในไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล ในทางตรงข้ามจะพบว่าสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่เด่นในไอเสียของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน (Hildemann et al., 1991) นอกจากนี้ยังพบกำมะถันแต่พบในปริมาณที่น้อยมากคือประมาณร้อยละ 4 ในไอเสียรถยนต์ และพบว่าเครื่องยนต์ดีเซลมีแนวโน้มปริมาณกำมะถันมากกว่าเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนทั้งนี้เพื่อใช้กับออกซิเจนส่วนเกิน อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีอนุภาคทุติยภูมิที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยจากไอเสียรถยนต์เป็นจำนวนมาก โดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาส่วนใหญ่จะพบว่ามาจากรถยนต์ดีเซล ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ามีปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซลสูงกว่าในก๊าซโซลีน อย่างไรก็ตามไอเสียรถยนต์ยังเป็นแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ที่ปลดปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนด้วย ซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนรูปในบรรยากาศเป็นอนุภาคไนเตรท (Wangkiat, 2002)

สำหรับธาตุปริมาณน้อยที่อยู่ในรถยนต์จะถูกปลดปล่อยออกมาในปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 1 และเป็นเรื่องยากที่จะหาธาตุที่เป็นตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมสำหรับรถยนต์ตัวอย่างเช่น ตะกั่ว จะมาจากเตตระเอทิลเลดที่เพิ่มค่าออกเทน ส่วนโบรมีนจะมาจากเอททิลีนไดโบรไมด์ซึ่งย่อยสลายตะกั่วที่มาจากก๊าซโซลีน นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาเพื่อจำแนกธาตุองค์ประกอบที่เป็นตัวบ่งชี้ว่ามาจากเครื่องยนต์ของยานพาหนะ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่ามีสังกะสี โบรมีน และพลวง (Huang et al., 1994) ส่วนตะกั่วและเหล็กที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากไอเสียของรถยนต์จะมาจากสนิม ในขณะที่โครเมียม แบเรียม และแมงกานีส จะมาจากผ้าเบรก อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ของธาตุบางชนิดดังกล่าวในไอเสียรถยนต์อาจมีความแปรปรวนสูง ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าในบางพื้นที่ธาตุเหล่านั้นอาจมาจากแหล่งกำเนิดอื่นที่มีองค์ประกอบคล้ายกับยานพาหนะ เช่น การใช้เมทิลไซโคลเพนตะดินิลแมงกานีสไตรคาร์บอนิล (MMT) เป็นตัวเพิ่มค่าออกเทนในก๊าซโซลีน (Wallace and Slonecker, 1997) ในขณะที่แหล่งกำเนิดหลักของแมงกานีสส่วนใหญ่มาจากเปลือกโลก สำหรับซีเรียมและแลนทานัม จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมของคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ (Catalytic convertor) ของยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ก๊าซโซลีน (Wangkiat, 2002)

2.4.4 การเผาไหม้ชีวมวล (Biomass burning)

ชีวมวลที่มาจากไม้อาจเกิดจากไฟป่าหรือใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร นอกจากนี้อาจเป็นการเผาของที่เหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อทำการปรับสภาพพื้นที่ก่อนเพาะปลูกในครั้งต่อไป ฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้ชีวมวลจะเกิดขึ้นในบางฤดู เช่น ไฟป่าอาจเกิดขึ้นซ้ำในบางฤดูของทุกปีของพื้นที่ที่แตกต่างกันของแต่ละเมือง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีฤดูแล้งยาวนานออกไป (Wangkiat, 2002)

สารอินทรีย์และสารคาร์บอนเป็นส่วนประกอบหลักของอนุภาคฝุ่นละอองที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ไม้ ปริมาณของสารอินทรีย์และคาร์บอนจะผันแปรตามประเภทของแหล่งกำเนิด ระยะเวลาของการเผาไหม้ รวมทั้งชนิดของเชื้อเพลิง โดยโพแทสเซียมจะเป็นองค์ประกอบหลักที่พบได้จากการปลดปล่อยของเตาเผาเชื้อเพลิงไม้ (Calloway et al., 1989; Steven, 1985) องค์ประกอบของฝุ่นละอองจากการเผาไหม้ชีวมวลเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นบนสภาวะของการเผาไหม้และชนิดของพืช เช่น ป่าไม้ ทุ่งหญ้าหรือไม้พุ่ม ทั้งนี้องค์ประกอบที่พบมากกว่าร้อยละ 90 ของน้ำหนักแห้งของการปลดปล่อยอนุภาคจากการเผาไหม้ชีวมวล คือ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน (Levine, 1999; Potter et al., 2001) โดยจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ากำมะถัน คลอไรด์ และโพแทสเซียม จะพบมากในสภาวะที่มีการเผาไหม้อุณหภูมิสูง ในขณะที่อลูมิเนียม ซิลิกอน แคลเซียม และเหล็ก จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีการเผาไหม้ช้าๆ (Yamasoe et al., 2000)

2.4.5 เกลือทะเล (Sea salt)

องค์ประกอบของเกลือทะเลจะสะท้อนถึงองค์ประกอบของน้ำทะเลที่อุดมไปด้วยเกลือทะเล ซึ่งพบว่ามีปริมาณประมาณร้อยละ 3.5 (Seinfeld and Pandis, 1998) ดังจะเห็นได้จากบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่พบว่าเกลือทะเลจะมีอิทธิพลต่ออนุภาคในบรรยากาศ ทั้งนี้โดยปกติจะพบเกลือทะเลในอนุภาคหยาบและยังจัดเป็นวัตถุดิบทางธรณีวิทยา อีกทั้งยังพบว่าอนุภาคของเกลือทะเลส่วนใหญ่จะมีองค์ประกอบที่เหมือนกับองค์ประกอบของน้ำทะเลที่ประกอบไปด้วย โซเดียม คลอไรด์ โพแทสเซียม แคลเซียม และซัลเฟต (Wangkiat, 2002)

2.5 ผลกระทบของฝุ่นละออง

2.5.1 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยฝุ่นละอองขนาดใหญ่จะทำให้เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน สามารถผ่านเข้าไปถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมปอดได้ เนื่องจากอนุภาค

ของฝุ่นละอองมีขนาดเล็ก เป็นผลทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและโรคปอดต่างๆ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นผังผืด ส่งผลให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และมีโอกาสติดเชื้อเพิ่มขึ้นในระบบทางเดินหายใจ (สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2540) นอกจากนี้ระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (บัญญัติ ปริชญานนท์, 2532)

1) ชนิดของฝุ่นละออง (Type of dust) ฝุ่นละอองแต่ละชนิดมีผลทางเคมีและฟิสิกส์ต่อร่างกายแตกต่างกัน เช่น ฝุ่นทรายที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบจะเป็นอันตรายต่อปอดหรือฝุ่นละอองที่มีองค์ประกอบของโลหะหนัก อาทิเช่น ตะกั่ว อาจส่งผลกระทบต่อลำไส้เล็ก ตับ และไต รวมทั้งโรคสมองอักเสบ เป็นต้น

2) ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (Dust concentration) หากมีปริมาณมากอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

3) ขนาดของฝุ่นละออง (Particle size) โดยฝุ่นละอองที่อาจก่อให้เกิดโรคส่วนใหญ่จะมีขนาด 2-10 ไมครอน เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดดังกล่าวสามารถผ่านเข้าไปถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ในขณะที่ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน มักจะติดอยู่บริเวณทางเดินหายใจส่วนบน เช่น จมูก ปาก และลำคอ เป็นต้น

4) ระยะเวลาที่ได้รับ (Length of exposure) เป็นความต่อเนื่องที่ได้สัมผัสกับฝุ่นละออง หากสัมผัสฝุ่นละอองในระยะเวลานานๆ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้

5) ภูมิต้านทานของแต่ละบุคคล (Hypersensitivity) ความสมบูรณ์ของร่างกายจะส่งผลให้แต่ละบุคคลมีความต้านทานโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองไม่เท่ากัน เช่น โรคปอด เป็นต้น

จากการศึกษาวิจัยทางระบาดวิทยาแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเจ็บป่วยของประชาชนกับฝุ่นละอองในบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่อาการเจ็บป่วยเล็กน้อย เช่น ไอ หายใจไม่สะดวก ไปจนถึงอาการเจ็บป่วยรุนแรงและเรื้อรัง เช่น อาการหอบหืด หลอดลมอักเสบ โรคระบบหลอดเลือดและหัวใจ นอกจากนี้ยังพบว่าการสัมผัสฝุ่นละอองในระยะสั้นจะมีความสัมพันธ์กับการตายก่อนเวลาอันควรอีกด้วย (U.S.EPA., 2003) สำหรับในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาวิจัยทางระบาดวิทยาของฝุ่นละอองเช่นกัน โดยในปี พ.ศ. 2538 กรมควบคุมมลพิษ ได้ทำการสำรวจเพื่อประเมินผลกระทบจากมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลโดยพบว่า ประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีอัตราชุกของโรคปอดอักเสบจากฝุ่นละอองสูงถึงร้อยละ 19 โดยเมื่อเทียบกับประชาชนที่อาศัยอยู่ในต่างจังหวัดซึ่งในที่นี้คือ อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ จะพบว่ามีอัตราชุกเพียงร้อยละ

7 เท่านั้น นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยพบว่าพื้นที่ชั้นใน (เขตราชเทวี) ของกรุงเทพมหานครมีอัตราการชุกของโรคปอดอักเสบจากฝุ่นละอองและก๊าซอื่นๆ สูงที่สุดซึ่งสูงถึงร้อยละ 27 และลดลงเรื่อยๆ ในพื้นที่ที่ห่างออกไปจากใจกลางกรุงเทพมหานครคือ ร้อยละ 18 ในเขตพื้นที่ชั้นกลาง (เขตราษฎร์บูรณะ) ร้อยละ 15 ในเขตพื้นที่ชั้นนอก (เขตลาดกระบัง) และร้อยละ 16 ในเขตปริมณฑล (อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ) (สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2540) นอกจากนี้ฝุ่นละอองยังช่วยเสริมฤทธิ์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำให้มีการระคายเคืองตาและคอ แน่นหน้าอก หายใจถี่ ทำงานได้น้อยลงและป่วยบ่อยขึ้น ซึ่งพบว่าปอดทำงานได้น้อยลงเมื่อมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 300 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และฝุ่นละออง 140 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วยด้วยโรคหลอดลมเรื้อรังจะมีอาการป่วยบ่อยขึ้นเมื่อร่างกายได้รับมลสารทั้งสองชนิดนี้แม้ในระยะเวลาสั้นๆ (กรมอนามัย, 2540) นอกจากนี้ระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยนอกจากจะขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณแล้วยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในฝุ่นละออง (ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ, 2542) โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่มีองค์ประกอบของโลหะหนัก อาทิเช่น

2.5.1.1 ตะกั่ว

การได้รับสารตะกั่วที่มีอยู่ในบรรยากาศจากการสูดดมในแหล่งชุมชนที่มีปัญหามลภาวะทางอากาศ พบว่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กจะมีแนวโน้มของการถูกดูดซึมตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้สูงขึ้น โดยอาการพิษเฉียบพลันจะเกิดขึ้นเมื่อระดับเลือดของผู้ป่วย (ผู้ใหญ่เพศชาย) มีค่าของตะกั่วสูงกว่า 75 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งการดูดซึมตะกั่ว 120 ไมโครกรัมต่อวัน จากทุกๆ ทางอาจเป็นอันตรายได้ และการดูดซึมตะกั่วไม่เกิน 60 ไมโครกรัมต่อวัน จะอยู่ในระดับที่ค่อนข้างปลอดภัย (อรุบล โชติพงศ์, 2541) โดยตะกั่วอนินทรีย์จะก่อให้เกิดความผิดปกติต่างๆ ของร่างกาย เช่น ขัดขวางการทำงานของลำไส้เล็ก ตับ ไต เมื่อได้รับตะกั่วอนินทรีย์อย่างเรื้อรังอาจทำให้เกิดโรคสมองอักเสบ ซึ่งมีอาการเซื่องซึม กระวนกระวาย หงุดหงิด ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อกระตุก และความจำเสื่อม เป็นต้น (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543)

2.5.1.2 สังกะสี

ความเป็นพิษของสังกะสีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์มีน้อยมากเนื่องจากสังกะสีจะถูกขับออกทางอุจจาระและปัสสาวะ 0.2 กรัมต่อวัน นอกจากนี้ยังถูกขับออกทางเหงื่อและผิวหนังอีกด้วย พิษของสังกะสีจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อได้รับสังกะสีมากกว่า 2.0 กรัมขึ้นไป เช่น กรณีที่รับประทานสังกะสีซัลเฟต 2.0 กรัม จะเกิดอาการระคายเคืองที่กระเพาะอาหารและลำไส้อย่างรุนแรง ดังนั้นในทางการแพทย์จะใช้ปริมาณสังกะสีซัลเฟตเพื่อทำให้อาเจียนเพียง 0.6-2.0 กรัม (อรุบล โชติพงศ์, 2541)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5.1.3 โครเมียม

กรดโครมิคหรือสารโครเมทจะทำลายเนื้อเยื่อเฉพาะแห่งโดยเฉพาะการทำลายสภาพธรรมชาติของโปรตีน ทำให้กลายเป็นแผลพุพองตามผิวหนัง โพรงจมูกบวม เกิดการระคายเคืองของดวงตาและทางเดินหายใจ หากได้รับสารประกอบโครเมทเข้าไปทางปากจะทำให้ปวดท้อง กระเพาะลำไส้เป็นแผลอักเสบ มีอาการอ่อนเพลีย และปวดตามข้อ ซึ่งตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดความเข้มข้นของโครเมียมในบรรยากาศบริเวณชุมชนอาศัยว่าไม่ควรเกิน 0.028 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (รพีพัฒน์ เกริกไกวัล, 2543)

2.5.1.4 ทองแดง

ทองแดงที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของไอทองแดง และสารประกอบของทองแดง แม้ทองแดงจะเป็นโลหะที่มีอันตรายต่อมนุษย์ไม่ร้ายแรงเท่าตะกั่วและปรอท แต่ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน เป็นไข้ ตาอักเสบ คันตามผิวหนัง บางครั้งเกิดอาการเลือดคั่งในเนื้อเยื่อจมูกและช่องติดต่อระหว่างจมูกและปาก นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดโรคโลหิตจาง อย่างไรก็ตามร่างกายมนุษย์สามารถควบคุมปริมาณทองแดงได้โดยเมือกในลำไส้ และยังสามารถกำจัดทองแดงออกได้ที่ถุงน้ำดี จึงทำให้ไม่เกิดการสะสมของทองแดงในร่างกายจนเป็นเหตุให้เกิดโรคเรื้อรังดังเช่นกับโลหะหนักชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ทองแดงยังเป็นธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายในการสร้างฮีโมโกลบินและการทำงานของเอนไซม์บางชนิด เช่น โคเอนไซม์ซีออกซิเดรส เป็นต้น แต่ความต้องการของร่างกายมีปริมาณจำกัดค่อนข้างต่ำ กล่าวคือร่างกายมีความต้องการทองแดงในปริมาณเพียง 2.0-2.5 มิลลิกรัมต่อวัน และต้องเป็นสารประกอบทองแดงที่ละลายน้ำได้ ไม่ใช่ในรูปของไอทองแดงและสารประกอบทองแดงที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ (นวลฉวี ใยบัวเลิศ นวลฉวี กาญจนกูล และวินัย สมบูรณ์, 2521)

2.5.1.5 สารหนู

สารหนูในรูปอิสระจะเป็นสารที่พบได้ยากในธรรมชาติ โดยส่วนใหญ่จะพบในรูปของสารประกอบของแร่ต่างๆ เช่น ทองแดง นิกเกิล เหล็ก และโคบอลต์ โดยทั่วไปสารหนูสามารถผ่านเข้าสู่ร่างกายด้วยการหายใจ รับประทาน และทางผิวหนัง เมื่อสารหนูเข้าสู่ร่างกายประมาณครึ่งหนึ่งจะแพร่กระจายไปอยู่ในกระแสเลือดโดยเฉพาะเม็ดเลือดแดง ส่วนที่เหลือจะแพร่กระจายไปอยู่ตามเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆ เช่น ตับ ไต ผิวหนัง ปอด และม้าม เป็นต้น ในส่วนของความเป็นพิษต่อมนุษย์นั้นพบว่า ส่วนใหญ่จะเกิดพิษแบบเรื้อรังจากการสัมผัสสารหนูเข้าสู่ร่างกายนานติดต่อกัน เช่น เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนัง ตาแดง และตาอักเสบ ทำให้หลอดลมอักเสบซึ่งอาจ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่งผลให้เกิดมะเร็งปอด นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดอาการเบื่ออาหาร ปลายประสาทอักเสบ แขนขาชา กระสับกระส่าย และความจำเสื่อม (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

อย่างไรก็ตามฝุ่นละอองประเภทต่างๆ ซึ่งรวมถึงขี้เถ้า หมอก และควัน อาจก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ และถึงแม้ว่าจะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพโดยตรงแต่ถ้าพิจารณาจากคำจำกัดความของคำว่าสุขภาพซึ่งระบุไว้ว่า การมีสุขภาพที่ดีนั้นนอกจากจะหมายถึงการที่ร่างกายปราศจากโรคภัยไข้เจ็บหรือความผิดปกติใดๆ แล้วยังรวมถึงการที่บุคคลนั้นต้องมีความสมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ และความเป็นอยู่ทางสังคมอีกด้วย ดังนั้นความเดือดร้อนรำคาญเหล่านี้ก็ถือได้ว่าเป็นปัญหาสุขภาพเช่นกัน เพราะกระทบกระเทือนต่อสภาพความเป็นอยู่และจิตใจ ซึ่งอาจรุนแรงถึงขั้นที่เป็นสาเหตุของการโยกย้ายที่อยู่อาศัยเพื่อหลีกหนีปัญหาดังกล่าว (กรมอนามัย, 2535)

2.5.2 ผลกระทบต่อบรรยากาศทั่วไป

เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศจะมีทั้งที่เป็นของเหลวและของแข็งสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ดังนั้นจึงทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นรวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองแต่ละประเภท (สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2540) โดยประเทศสหรัฐอเมริกาได้ทำการศึกษาผลกระทบของอนุภาคฝุ่นละอองต่อความสามารถในการมองเห็น จากผลการศึกษาพบว่าช่วงของการมองเห็นลดลงถึงร้อยละ 70 จากสภาวะเดิมทางด้านทิศตะวันตกของสหรัฐอเมริกาสามารถมองเห็นได้ในระยะ 14-24 ไมล์ จากเดิมสามารถมองเห็นได้ถึง 90 ไมล์ ส่วนทางทิศตะวันออกสามารถมองเห็นได้ในระยะทางเพียง 33-90 ไมล์ จากเดิมคือ 140 ไมล์ (ปาจรีย์ ทองสนิท และวนิดา จีนศาสตร์, 2548) สำหรับท้องฟ้าในบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลการมองเห็นเริ่มลดลง ซึ่งสังเกตได้จากสภาพหมอกควัน (Smog) ที่ปกคลุมหนาแน่นมากขึ้นโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวของแต่ละปี ซึ่งอากาศจะค่อนข้างเย็นในตอนเช้าและมีฝุ่นละอองขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศเป็นแกนกลางให้ความชื้นหรือไอน้ำในอากาศมาเกาะตัวได้ง่ายขึ้น ทำให้เกิดเป็นหมอกควันในตอนเช้าตรู่ไปจนถึงช่วงสายๆ ของวัน (สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2540)

2.5.3 ผลกระทบต่อพืช

ฝุ่นละอองเมื่อตกลงบนพืชรวมทั้งใบ กิ่งก้าน ดอก และผล อาจอยู่ในสภาพแห้งๆ เป็นคราบเหนียวเหมือนน้ำมันดิน ส่งผลให้ก๊าซต่างๆ เข้าสู่ใบน้อยลง เกิดใบเหลืองและเหี่ยวเฉาในที่สุด อาจทำให้ต้นไม้บางพันธุ์เติบโตช้าลง นอกจากนี้ยังทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งมีความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร สะท้อนออกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง

ในทางตรงกันข้ามพืชกลับดูดซึมรังสีจากดวงอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่น 1,750-1,850 นาโนเมตร มากขึ้น ส่งผลให้ความร้อนภายในใบเพิ่มมากขึ้น (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543)

2.5.4 ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกกร่อนของโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ และความสกปรกของวัตถุ เป็นต้น ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นมีกระบวนการที่สำคัญดังต่อไปนี้ (Stern, 1986)

2.5.4.1 การถลอก (Abrasion) คือ การที่ฝุ่นละอองมีการเคลื่อนตัวอย่างรวดเร็ว สามารถทำให้เกิดรอยถลอกของวัตถุได้ซึ่งขึ้นกับขนาด ความเร็ว และรูปร่างความแหลมคมของฝุ่นละออง

2.5.4.2 การตกสะสมและการกำจัด (Deposition and removal) ฝุ่นละอองที่เกาะติดกับวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างอาจไม่ได้ทำลายวัตถุโดยตรง แต่ทำให้วัตถุหรือสิ่งก่อสร้างนั้นสกปรก เกิดความยุ่งยากในการทำความสะอาด เช่น การเช็ด การถู หรือล้างเอาฝุ่นละอองนั้นออกซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการสึกกร่อนจากการทำความสะอาดนั้นได้

2.5.4.3 การสึกกร่อนโดยปฏิกิริยาทางเคมีอิเลกโทรนิกส์ (Electrochemical corrosion) วัตถุประเภทโลหะหลายชนิด เช่น เหล็ก สามารถถูกทำลายได้โดยปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งจะเกิดสนิมขึ้นที่บริเวณผิวของโลหะเมื่อสัมผัสกับอากาศ ส่งผลให้เกิดประจุไฟฟ้าที่แตกต่างกันทำให้เกิดการสึกกร่อนขึ้น

2.5.4.4 องค์ประกอบอื่นๆ ที่มีความสำคัญต่อการเกิดผลกระทบของฝุ่นละออง มากขึ้นได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มของแสง และการเคลื่อนตัวของอากาศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ความชื้น (Moisture) เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการทำลาย โดยเฉพาะวัตถุที่มีผิวขรุขระจะถูกทำลายได้มากกว่าวัตถุผิวเรียบ และการทำลายจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีก๊าซบางชนิดร่วมอยู่ด้วย เช่น ฝุ่นละอองและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อมีความชื้นจะเกิดเป็นกรดกำมะถัน สามารถทำลายวัตถุได้มากขึ้น

2) อุณหภูมิ (Temperature) เป็นตัวกระตุ้นให้ฝุ่นละอองเกิดปฏิกิริยาได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดความเสียหายมากขึ้น

3) แสงแดด (Sunlight) การเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของแสงจะมากขึ้น เมื่อมีความเข้มของแสงมาก ส่งผลให้เกิดการทำลายวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างมากขึ้น

4) การเคลื่อนตัวของอากาศ (Air movement) กระแสลมเป็นตัวการสำคัญที่พัดพาฝุ่นละออง ทำให้เกิดการกระทบและการเกาะตัวของฝุ่นละอองกับวัตถุ ส่งผลให้เกิดการถลอกที่บริเวณผิวนอกของวัตถุได้

2.6 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศ

มาตรฐานคุณภาพอากาศ (Ambient air quality standard) คือ การกำหนดระดับของมลพิษในบรรยากาศสูงสุดซึ่งยอมให้มีได้ในบรรยากาศตามกฎหมาย เพื่อป้องกันมิให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนหรือระบบนิเวศน์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของกฎหมายว่าต้องการป้องกันมิให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสวัสดิการของประชาชน พืช และสัตว์ รวมถึงทรัพย์สินและทรัพยากรอื่นๆ หรือการคมนาคมเนื่องจากทัศนวิสัยที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการกำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพอากาศต้องคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งที่ต้องการคุ้มครองเป็นสำคัญ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543)

การจัดทำมาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศไทย เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 เป็นต้นมา (รัฐ เรืองโชติวิทย์, 2542) โดยต่อมาได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศขึ้นในปี พ.ศ. 2538 ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 สำหรับค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปจะทำการตรวจวัดที่ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ด้วยวิธี Gravimetric high volume ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (Total suspended particulate; TSP) ในเวลา 24 ชั่วโมง ต้องมีค่าไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี ต้องมีค่าไม่เกิน 0.10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง ต้องมีค่าไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี ต้องมีค่าไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2538

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (mg m^{-3})	ค่าเฉลี่ย 1 ปี (mg m^{-3})	วิธีการตรวจวัด
ฝุ่นรวม (TSP)	0.33	0.10	Gravimetric High Volume
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน(PM10)	0.12	0.05	Gravimetric High Volume

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2549ค

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ได้กำหนดค่ามาตรฐานอนุภาคแขวนลอยในบรรยากาศ (Suspended particulate matter) ที่มีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา โดยยินยอมให้มีปริมาณในบรรยากาศได้ไม่เกิน 150-230 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง และมีค่าไม่เกิน 60-90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในระยะเวลา 1 ปี (World Health Organization, 1979)

สำหรับองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Environment Protection Agency; U.S.EPA.) ได้กำหนดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศในเวลา 24 ชั่วโมง ต้องมีค่าไม่เกิน 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี ต้องมีค่าไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (U.S.EPA., 1990)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริวรรณ แก้วงาม (2543) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในกรุงเทพมหานคร โดยทำการตรวจวัดในบริเวณพื้นที่ริมถนนและบริเวณพื้นที่ทั่วไปในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูฝน โดยบริเวณพื้นที่ริมถนนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน สูงกว่าพื้นที่ทั่วไป และพบว่าฝุ่นละอองที่มาจากเครื่องยนต์ดีเซลมีคาร์บอน ออกซิเจน และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบ เช่นเดียวกับฝุ่นละอองที่มาจากเครื่องยนต์เบนซินและโรงไฟฟ้า ส่วนฝุ่นละอองที่มาจากการก่อสร้างมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ในขณะที่ฝุ่นดินมีแคลเซียม อลูมิเนียม ซิลิกอน เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่มาจากการจราจร รองลงมาคือการก่อสร้าง

Morales et al. (1990) ศึกษาธาตุปริมาณน้อยที่อยู่ในฝุ่นละอองในเขตซาวันนาของประเทศเวเนซูเอลา โดยทำการตรวจวัดในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนที่มีการเผาไหม้และไม่มีการเผาไหม้ชีวมวล

จากการศึกษาพบว่าอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีแหล่งกำเนิดจากดินจะมีองค์ประกอบจำพวกอลูมิเนียม เหล็ก และแมงกานีส ส่วนฝุ่นละอองในบริเวณชายฝั่งทะเลจะมีองค์ประกอบของโซเดียมและแมกนีเซียม ในขณะที่ฝุ่นละอองในบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมและการจราจรจะมีองค์ประกอบของทองแดง สังกะสี นิกเกิล วานาเดียม แคดเมียม และตะกั่ว นอกจากนี้ยังพบว่าฝุ่นละอองในช่วงที่มีการเผาไหม้ชีวมวลจะมีองค์ประกอบของโพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม สูงกว่าในช่วงที่ไม่มีการเผาไหม้

Harrison และ Jones (1995) ได้รวบรวมงานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบรรยากาศของประเทศอังกฤษ โดยรวบรวมงานวิจัยที่ผ่านมา 15 ปี และจำแนกองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง โดยจำแนกออกเป็นสารไอออนิกซึ่งได้แก่ ซัลเฟต ไนเตรท คลอไรด์ไอออน และแอมโมเนียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่เกิดมาจากปฏิกิริยาของก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศ เช่น ไฮโดรคลอริก ซัลฟิวริก เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าฝุ่นละอองที่มีองค์ประกอบจำพวกโลหะอาจมาจากแหล่งกำเนิดทางธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น โซเดียมไอออน แมกนีเซียมไอออน โพแทสเซียมไอออน และแคลเซียมไอออน จะมีแหล่งกำเนิดจากละอองไอทะเลและฝุ่นดิน โดยเฉพาะโซเดียมไอออนและแมกนีเซียมไอออน เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในน้ำทะเล ในขณะที่ฝุ่นละอองที่มีองค์ประกอบจำพวกโลหะหนัก เช่น แคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี จะมีแหล่งกำเนิดหลักมาจากกิจกรรมของมนุษย์ อาทิเช่น โรงงานอุตสาหกรรมและการจราจร เป็นต้น ส่วนฝุ่นละอองที่มาจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์จะมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอนและสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ส่วนฝุ่นละอองที่มีองค์ประกอบประเภทแร่ธาตุที่พบในเขตเมืองไม่สามารถระบุแหล่งกำเนิดได้ แต่มีความเป็นไปได้ว่ามาจากแหล่งกำเนิดทางธรณี

Chan et al. (1997) ศึกษาลักษณะองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของประเทศออสเตรเลีย โดยทำการตรวจวัดในเขตเมืองบริสเบน ซึ่งแต่ละบริเวณเป็นตัวแทนของพื้นที่ในเขตเมืองที่มีป่าสงวนล้อมรอบ เขตเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น พื้นที่อุตสาหกรรมหนัก พื้นที่อุตสาหกรรมเบา และพื้นที่ผสมระหว่างโรงงานอุตสาหกรรมกับที่พักอาศัย จากการศึกษาพบว่าฝุ่นละอองที่มีอนุภาคขนาดเล็กจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบของไฮโดรเจน ธาตุคาร์บอน กำมะถัน สังกะสี โบรมีน และตะกั่ว นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยอนุภาคทุติยภูมิของซัลเฟต ซึ่งถูกปลดปล่อยมาจากกระบวนการเผาไหม้ ในขณะที่ฝุ่นหยาบส่วนใหญ่จะมาจากอนุภาคของเปลือกโลก ซึ่งมีองค์ประกอบของอลูมิเนียม ซิลิกอน แคลเซียม ไททาเนียม และเหล็ก อนุภาคทุติยภูมิของไนเตรท และอนุภาคเกลือทะเล ซึ่งมีโซเดียมไอออน แมกนีเซียมไอออน และคลอไรด์ไอออน เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังพบว่าฝุ่นละอองในพื้นที่ที่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมซีเมนต์และที่พักอาศัยจะมีองค์ประกอบของอนุภาคเปลือกโลกซึ่งประกอบด้วยแคลเซียมและซิลิกอน ฝุ่นละอองในพื้นที่

อุตสาหกรรมหนักจะพบว่ามีองค์ประกอบของดินทรายซึ่งได้แก่ไททาเนียมและเหล็ก ส่วนพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่นจะพบว่าฝุ่นละอองมีองค์ประกอบของตะกั่ว ธาตุคาร์บอน และสารอินทรีย์วัตถุ ในขณะที่พบว่าฝุ่นละอองในบริเวณเขตเมืองที่มีป่าสงวนล้อมรอบจะมีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายกับฝุ่นละอองในพื้นที่อุตสาหกรรมเบา โดยพบโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่ามาจากการเผาไหม้ชีวมวล อนุภาคเปลือกโลก และอนุภาคเกลือทะเล

Querol et al. (2001) ได้ทำการตรวจติดตามอนุภาคฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในประเทศสเปน โดยทำการตรวจวัดในช่วงฤดูร้อน จากการศึกษาพบว่าฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่งทะเลจะมีโซเดียมไอออน คลอไรด์ไอออน และแมกนีเซียมไอออน ปีนองค์ประกอบ ขณะที่ฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่อ้างอิง พื้นที่ชานเมือง และบริเวณที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานปิโตรเคมีจะมีซัลเฟตและแอมโมเนียมเป็นองค์ประกอบ ส่วนฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่นจะมีไนเตรท สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมาจากกระบวนการเผาไหม้ เช่นเดียวกับฝุ่นละอองในบริเวณที่มีการเผาไหม้ชีวมวล เช่น ต้นส้ม จะพบว่ามีสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ไนเตรท และฟอสฟอรัส เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังพบว่าอนุภาคของฝุ่นละอองทั้ง 2 ขนาด ในบริเวณที่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกจะมีองค์ประกอบจำพวกอลูมิเนียม ไททาเนียม และเหล็กสูงซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในอนุภาคดินเหนียว

Röösli et al. (2001) ศึกษาความผันแปรของพื้นที่และเวลาที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยทำการตรวจวัดในบริเวณพื้นที่เขตเมืองและเขตชนบท จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูหนาวทั้งในเขตเมืองและเขตชนบทมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในวันทำงานมีค่าสูงกว่าวันหยุด และพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองจะประกอบไปด้วยสารอินทรียวัตถุ ธาตุคาร์บอน ตะกั่ว และโบรไมด์ ซึ่งจะพบในบริเวณที่มีการจราจร ส่วนฝุ่นละอองที่มีองค์ประกอบจำพวกแคลเซียม ไททาเนียม แมงกานีส และเหล็ก จะมาจากการฟุ้งกระจายขึ้นอีกครั้งของฝุ่นถนนหรือจากบริเวณที่มีการก่อสร้าง คลอไรด์ไอออน เป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่มาจากทะเล ส่วนฝุ่นละอองที่พบในบริเวณเกษตรกรรมจะมีแอมโมเนียมเป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังพบว่าฝุ่นละอองที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบจะมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อให้ความอบอุ่นในช่วงฤดูหนาว ในขณะที่ฤดูร้อนอาจมาจากวัตถุดิบชีวภาพ เช่น เกสรดอกไม้

Ho et al. (2003) ศึกษาลักษณะองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในประเทศฮ่องกง โดยทำการตรวจวัดในบริเวณเขตเมือง

ที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่น พื้นที่ในย่านพาณิชยกรรมและโรงงานอุตสาหกรรม และเขตชนบทบริเวณชายฝั่งทะเลในช่วงฤดูหนาว จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง ทั้ง 2 ขนาด ในเขตเมืองมีค่าสูงกว่าในเขตชนบทและพบว่าองค์ประกอบของฝุ่นละอองส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบจำพวกอนุภาคของเปลือกโลก เกลือทะเล แอมโมเนียม ซัลเฟต ไนเตรท สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน โดยองค์ประกอบหลักของฝุ่นละอองในเขตเมืองจะประกอบไปด้วยวานาเดียม ตะกั่ว สังกะสี สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน ซึ่งมาจากการจราจรและโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนอลูมิเนียม แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม และไททาเนียม จะเป็นองค์ประกอบหลักของฝุ่นดินที่เกิดจากการฟุ้งกระจายขึ้นอีกครั้งตามถนน ในขณะที่ฝุ่นละอองในเขตชนบทบริเวณชายฝั่งทะเลจะพบโซเดียม คลอไรด์ไอออน และซัลเฟต เป็นองค์ประกอบหลัก

Qin และ Oduyemi (2003) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในประเทศอังกฤษ ซึ่งพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในเขตเมืองทางตะวันออกของชายฝั่งทะเลที่ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรม จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่จะประกอบด้วยซัลเฟต ไนเตรท และแอมโมเนียม โดยซัลเฟตและไนเตรท จะเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่มาจากแหล่งกำเนิดที่มีกระบวนการเผาไหม้ ในขณะที่แอมโมเนียมเป็นองค์ประกอบของฝุ่นที่มาจากกระบวนการทางชีวภาพ นอกจากนี้ยังพบแคลเซียมและโพแทสเซียมไอออน ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีของอนุภาคเปลือกโลก แต่บางครั้งก็พบว่าโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้ชีวมวล อนุภาคจากทะเลจะพบโซเดียมไอออน คลอไรด์ไอออน และแมกนีเซียม ในขณะเดียวกันก็พบองค์ประกอบของธาตุปริมาณน้อยในฝุ่นละอองด้วยเช่นกันได้แก่ ตะกั่ว นิกเกิล สังกะสี และทองแดง ซึ่งมาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยนิกเกิลเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่ถูกปลดปล่อยมาจากกระบวนการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนตะกั่วและทองแดงเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่มาจากแหล่งกำเนิดเฉพาะที่ เช่น เตาเผาขยะชุมชน

Wu et al. (2003) ศึกษาลักษณะทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในประเทศจีน โดยทำการตรวจวัดในบริเวณถนนและบริเวณพื้นที่อ้างอิง จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองทั้ง 2 ขนาดจะมีสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน ซึ่งจะพบในบริเวณถนน โดยธาตุคาร์บอนจะเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนองค์ประกอบของอนุภาคเปลือกโลก ซึ่งได้แก่ ซิลิกอน แคลเซียม อลูมิเนียม เหล็ก โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ที่พบทั้งในบริเวณถนนและบริเวณพื้นที่อ้างอิงจะเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่เกิดจากการฟุ้งกระจายขึ้นอีกครั้งของฝุ่นถนนทั้งที่ลาดยางและไม่ได้ลาดยาง ส่วนซัลเฟต ไนเตรท และแอมโมเนียม ก็พบทั้ง 2 บริเวณเช่นกันซึ่งเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม ในขณะที่โซเดียมและคลอไรด์ไอออน พบว่าเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองในบริเวณชายฝั่งทะเล นอกจากนี้ยังพบว่า

สารอินทรียวัตถุที่พบในฝุ่นละอองบริเวณถนนจะมาจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญ 3 แหล่งด้วยกัน ซึ่งได้แก่ บริเวณที่มีการจราจร บริเวณที่มีการปลูกพืชผัก ที่พักอาศัยและร้านอาหาร รวมทั้งอนุภาคที่เปลี่ยนรูปมาจากสารเคมีประเภทสารระเหยง่าย

Carvacho et al. (2004) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของอนุภาคฝุ่นละอองในประเทศชิลี โดยทำการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูใบไม้ผลิในเมืองเกษตรกรรมที่อยู่กลางหุบเขาบริเวณชานเมือง จากการศึกษาพบว่าฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้กากน้ำมันจะมีองค์ประกอบของกำมะถันและวานาเดียม ฝุ่นละอองที่มาจากการจราจร เช่น จากรถจักรยานยนต์จะพบตะกั่วและโบรมีน ส่วนฝุ่นละอองที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะพบองค์ประกอบจำพวกโลหะหนัก เช่น สังกะสี ทองแดง แมงกานีส แกลเลียม สารหนู และสทรอนเตียม ในขณะที่ฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจำพวกไม้จะทราบได้จากสัดส่วนของโพแทสเซียมและรูบิเดียม

Celis et al. (2004) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในประเทศชิลี โดยทำการตรวจวัดในบริเวณพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันในเขตเมืองของประเทศชิลี ซึ่งแต่ละบริเวณเป็นตัวแทนของพื้นที่ในเขตเมือง พาณิชยกรรม ที่พักอาศัย และอุตสาหกรรม จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน และยังพบว่าฝุ่นละอองในเขตเมืองจะมีสารอินทรียวัตถุ ธาตุคาร์บอน และไนเตรท ซึ่งมาจากการเผาไหม้เครื่องยนต์ของยานพาหนะ ส่วนฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้น้ำมันจะมีองค์ประกอบของวานาเดียมและนิกเกิล ฝุ่นละอองที่พบในบริเวณที่อยู่ใกล้โรงพยาบาล โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงจะพบว่ามีซัลเฟตเป็นองค์ประกอบ ฝุ่นละอองบริเวณชานเมืองจะพบองค์ประกอบของซิลิกอน อลูมิเนียม แคลเซียม เหล็ก โพแทสเซียม และไททาเนียม ซึ่งมาจากฝุ่นดินตามถนน ส่วนฝุ่นละอองที่มาจากกิจกรรมทางการเกษตรจะพบแอมโมเนียมเป็นองค์ประกอบในขณะที่ฝุ่นละอองในบริเวณย่านพาณิชยกรรมจะพบโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบซึ่งมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจำพวกไม้ นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในฤดูหนาวจะมีแหล่งกำเนิดมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ในขณะที่ฤดูร้อนจะมาจากธรรมชาติ

Harrison et al. (2004) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในประเทศอังกฤษ โดยทำการตรวจวัดในบริเวณถนนและบริเวณพื้นที่อ้างอิงในเขตเมือง จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองทั้ง 2 ขนาด จะมีสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอน ซัลเฟต และไนเตรท ซึ่งจะพบในบริเวณถนน ในขณะที่พบองค์ประกอบของแคลเซียมและเหล็ก ทั้ง 2 บริเวณซึ่งมาจากฝุ่นดินตามถนน และจากกิจกรรมการก่อสร้างหรือการรื้อถอนอาคาร นอกจากนี้ยังพบว่าในวันที่มีความเข้มข้นของ

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มากกว่า 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ก็จะสูงตามไปด้วย เช่น อนุภาคคาร์บอนและฝุ่นเหล็ก ทั้งในบริเวณถนนและพื้นที่อ้างอิง

Yin et al. (2005) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในประเทศไอซ์แลนด์ โดยทำการตรวจวัดในบริเวณพื้นที่ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ชายฝั่งทะเล เกษตรกรรม และพื้นที่อ้างอิง จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าสูงในช่วงฤดูหนาว และพบองค์ประกอบของโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออน ในอนุภาคฝุ่นหยาบ (ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน) ซึ่งมีค่าสูงในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล ส่วนอนุภาคฝุ่นละเอียด (ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน) จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบของโพแทสเซียม ซึ่งพบในบริเวณเขตเมืองโดยเป็นตัวบ่งชี้ว่าถูกปลดปล่อยมาจากกระบวนการเผาไหม้ บริเวณถนนในเขตเมืองจะพบแคลเซียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่เกิดจากการฟุ้งกระจายขึ้นอีกครั้งของฝุ่นถนน โดยแคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในยิปซัมที่ใช้สร้างถนนและอาคาร นอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน ซัลเฟต และไนเตรทในฝุ่นละอองบริเวณพื้นที่ถนนอีกด้วย ในขณะที่บริเวณพื้นที่เกษตรกรรมและชายฝั่งทะเลจะพบว่าฝุ่นละอองมีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ทุติยภูมิซึ่งประกอบไปด้วยแอมโมเนียมไนเตรทและแอมโมเนียมซัลเฟต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

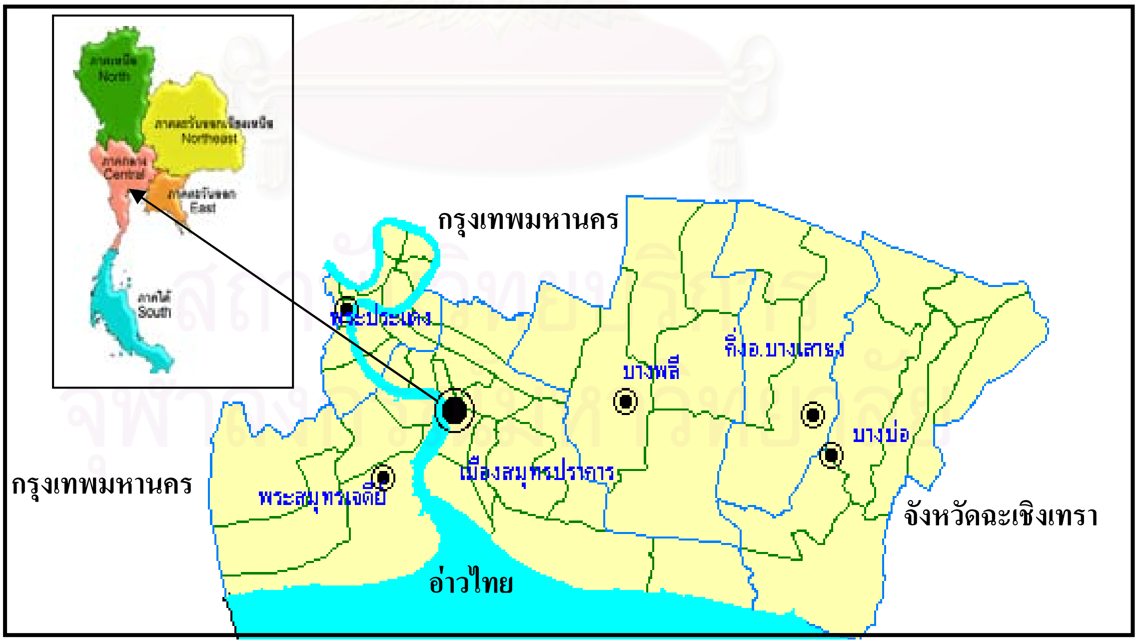
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

3.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดสมุทรปราการ

จังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาตอนปลายสุดและเหนืออ่าวไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13-14 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 100-101 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 1,004.09 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ภาคกลางของประเทศไทย ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 29 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้ (ภาพที่ 3.1) (กรมควบคุมมลพิษ, 2549ข)

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	กรุงเทพมหานคร
ทิศใต้	ติดต่อกับ	อ่าวไทย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 3.1 ที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดสมุทรปราการ

ที่มา: ดัดแปลงจาก ชลิดา บุญขำ, 2542

3.1.2 สภาพภูมิอากาศ

เนื่องจากจังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่บริเวณเหนืออ่าวไทยขึ้นไป จึงได้รับอิทธิพลของลมประจำถิ่นอันได้แก่ ลมบกและลมทะเล นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากลมประจำฤดู ซึ่งได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลให้ลักษณะภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ

ฤดูร้อน ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม

ฤดูฝน ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม

ฤดูหนาว ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์

อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 21.50-35.20 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 35.00 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 21.60 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 40.10-84.90% โดยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดมีค่าเท่ากับ 87.00% ในเดือนมกราคม และต่ำสุด 32.00% ในเดือนมกราคมเช่นกัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 132.40 มิลลิเมตร ซึ่งมีจำนวนวันที่ฝนตกตลอดทั้งปีเท่ากับ 127 วัน และมีความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00-2.30 เมตรต่อวินาที รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.1 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2548)

เนื่องจากจังหวัดสมุทรปราการอยู่ภายใต้อิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะออกเฉียงเหนือ ทิศทางลมส่วนใหญ่จึงมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะออกเฉียงเหนือ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลทิศทางลมจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ และสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ซึ่งได้แก่ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศการเคหะชุมชนบางพลี และสถานีตรวจวัดอากาศ บางนา ทั้งนี้จะพิจารณาทิศทางลมในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองทั้งสองช่วงฤดู โดยในช่วงฤดูแล้งได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองสองช่วงคือ ช่วงแรกระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2548 ช่วงที่สองคือ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2548 และในช่วงฤดูฝนคือ ระหว่างเดือนมิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2548 โดยจากผลการศึกษาพบว่า ฤดูแล้งช่วงแรกและฤดูฝนของทั้ง 3 สถานี ทิศทางลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SSW) และทิศใต้ (S) ทั้งนี้อาจสืบเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในขณะที่ฤดูแล้งช่วงที่สองของทั้ง 3 สถานี ทิศทางลมจะแตกต่างออกไปคือ ทิศทางลมจะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE และ NNE) ทั้งนี้อาจสืบเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในบางช่วงก็พบว่าจะพัดมาจากทิศเหนือ (N และ NE) ทิศใต้ (S) และทิศ

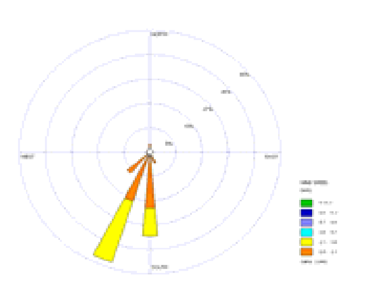
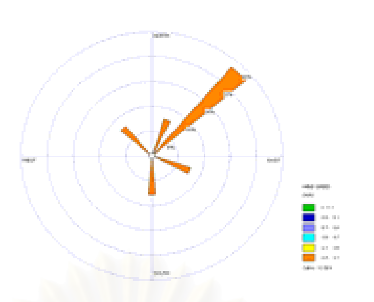
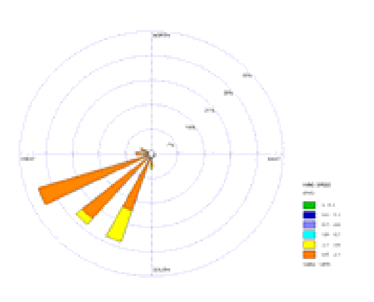
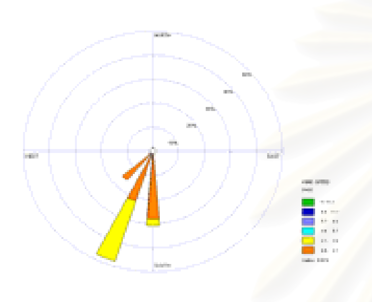
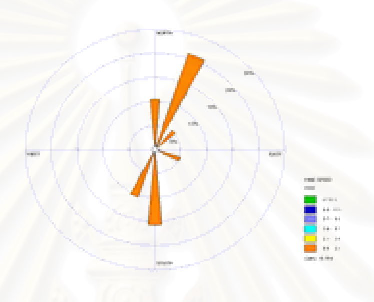
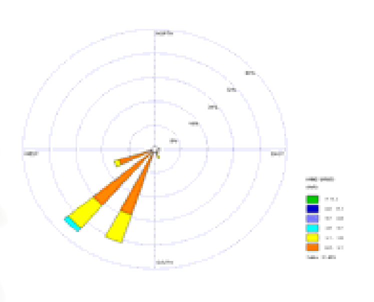
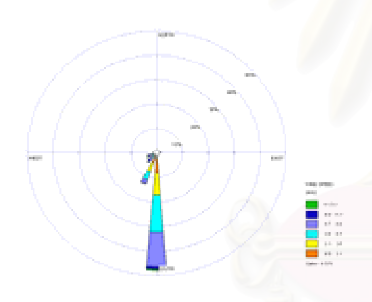
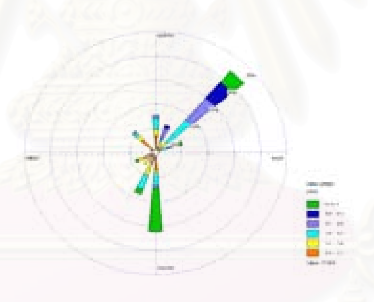
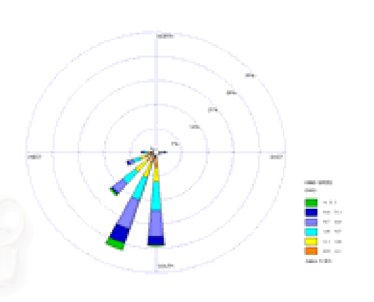
ตะวันตกเฉียงใต้ (SW และ SSW) แต่โดยส่วนใหญ่จะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพที่ 3.2) (กรมควบคุมมลพิษ, 2548: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2548)

ตารางที่ 3.1 สภาพอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดสมุทรปราการ ในปี พ.ศ. 2548 ณ สถานีตรวจวัดอากาศ บางนา กรมอุตุนิยมวิทยา

เดือน	อุณหภูมิ (^{o}C)		ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด		
มกราคม	15.00	33.80	32.00	87.00	3.90	1.50
กุมภาพันธ์	23.70	34.30	46.00	86.00	5.90	2.30
มีนาคม	18.40	36.90	34.00	87.00	13.40	0.00
เมษายน	22.00	36.40	43.00	85.00	215.40	0.00
พฤษภาคม	24.30	36.50	33.00	83.00	169.20	0.00
มิถุนายน	23.50	34.70	45.00	84.00	57.40	2.20
กรกฎาคม	23.20	36.20	42.00	84.00	163.50	1.40
สิงหาคม	24.40	36.00	43.00	84.00	67.00	1.40
กันยายน	23.50	34.60	46.00	86.00	399.20	1.50
ตุลาคม	23.00	34.70	43.00	84.00	252.10	1.10
พฤศจิกายน	20.10	34.00	40.00	85.00	208.90	0.00
ธันวาคม	16.80	33.80	34.00	84.00	32.80	1.00
ค่าเฉลี่ย	21.50	35.20	40.10	84.90	132.40	1.00

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา, 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฤดูแล้ง		ฤดูฝน
มีนาคม-พฤษภาคม 2548	พฤศจิกายน 2548	มิถุนายน-กันยายน 2548
		
สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง		
		
สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศการเคหะชุมชนบางพลี		
		
สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ บางนา		

ภาพที่ 3.2 ผังลมของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศการเคหะชุมชนบางพลี และสถานีตรวจวัดอากาศ บางนา ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2548 และกรมอุตุนิยมวิทยา, 2548

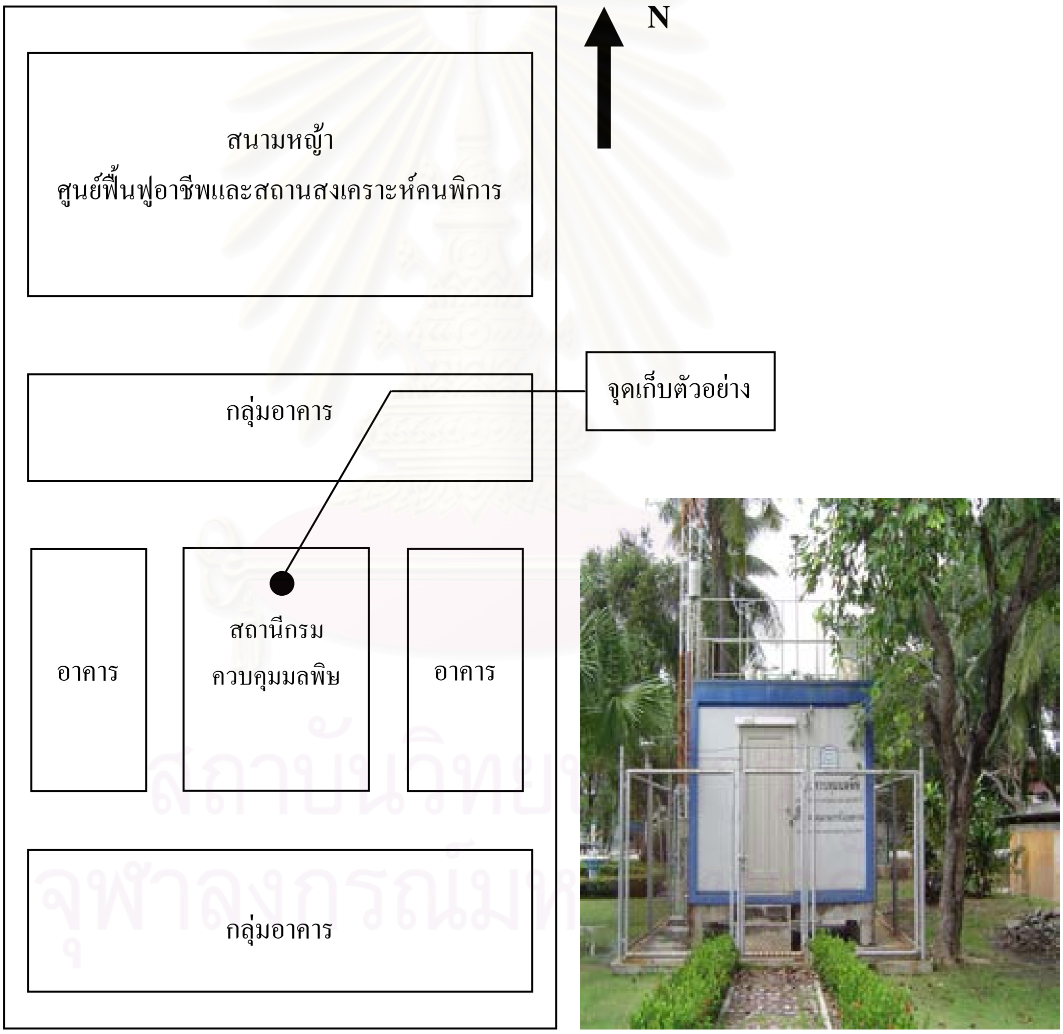
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.3 พื้นที่ศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ด้วยเครื่อง Mini volume air sampler ในระดับความสูงประมาณ 3 เมตร จากระดับพื้นดิน ทั้งนี้จะทำการศึกษาวิจัยในพื้นที่ที่มีลักษณะการดำเนินกิจกรรมที่ผสมผสานแตกต่างกัน เช่น การจราจร โรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง พาณิชยกรรม ชุมชน และเกษตรกรรม ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้แก่ ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ รายละเอียดของแต่ละพื้นที่ศึกษามีดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3.7)

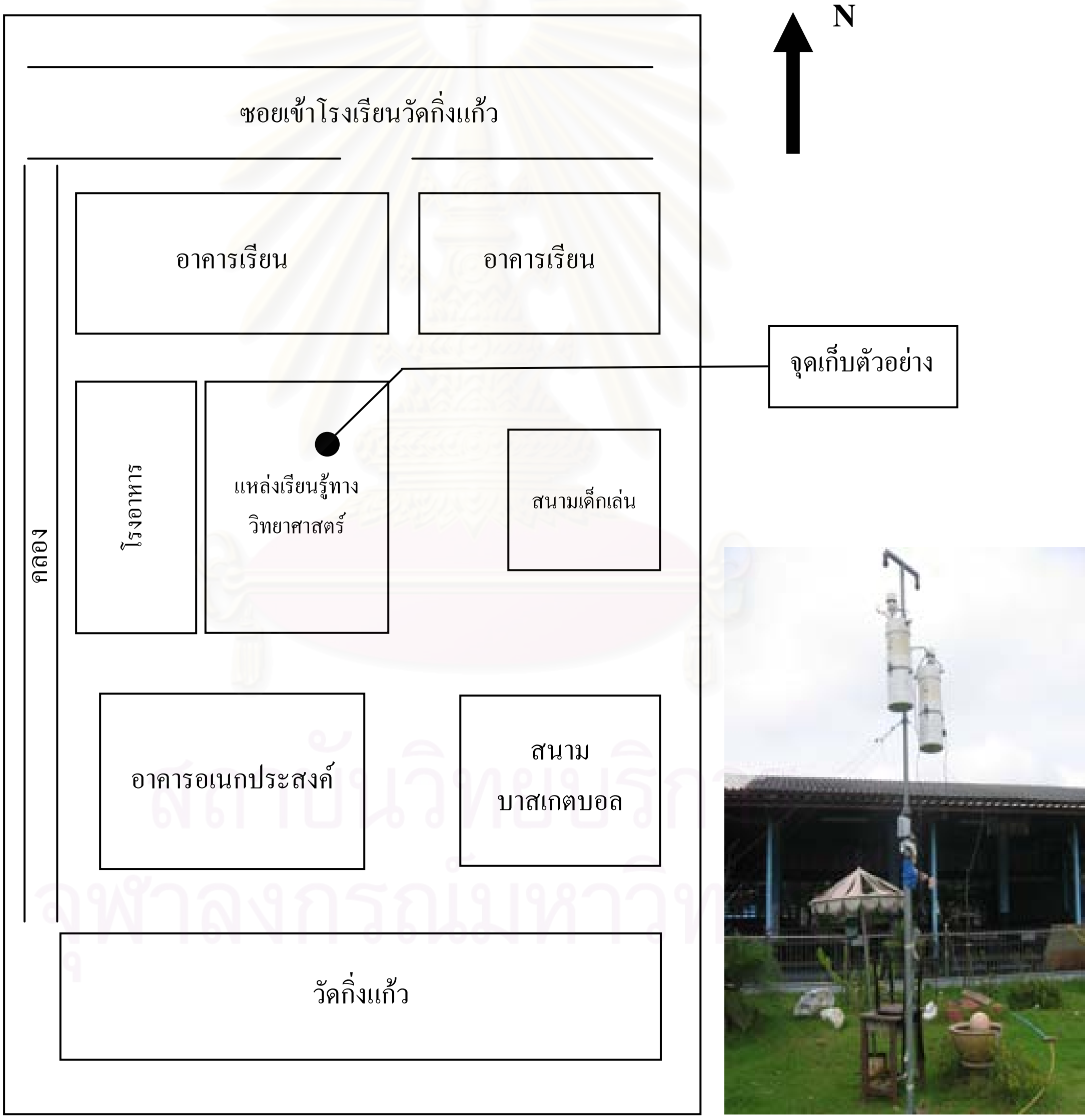
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1) ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา เป็นสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ มีอาคารของศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ รอบสถานี นอกจากนี้ยังมีต้นไม้ขนาดใหญ่อยู่ใกล้สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ พื้นสนามส่วนใหญ่เป็นสนามหญ้าและคอนกรีต การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบส่วนใหญ่เป็นโรงงานอุตสาหกรรม บริเวณใกล้เคียงมีกิจกรรมการก่อสร้างสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา จุดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่าง คือ บนสถานีตรวจวัดตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ พิกัด UTM คือ 47P0667271, 1510784 (ภาพที่ 3.3)



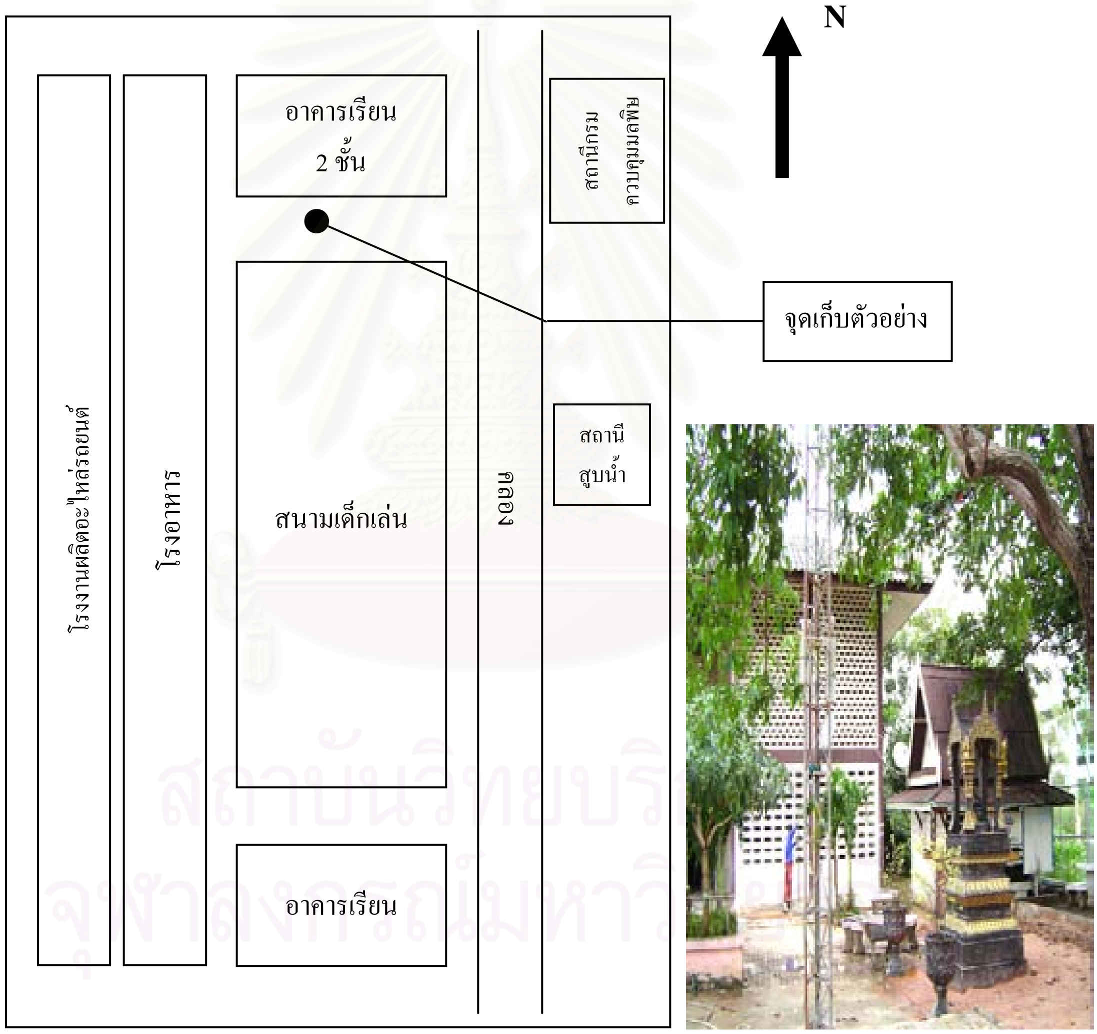
ภาพที่ 3.3 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างบริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

2) โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่ห่างจากถนนกิ่งแก้วประมาณ 300 เมตร ด้านข้างของโรงเรียนติดกับวัดกิ่งแก้วซึ่งมีเมรุเผาศพ ด้านหลังของโรงเรียนติดกับคลองชวดลากข้าว อาคารเรียนเป็นอาคาร 2 ชั้น พื้นสนามส่วนใหญ่เป็นสนามหญ้า การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบส่วนใหญ่เป็นแบบผสมผสาน อันประกอบไปด้วยโรงงานอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และที่พักอาศัย บริเวณใกล้เคียงมีกิจกรรมการก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ จุดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่าง คือ แหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสนามหญ้า พิกัด UTM คือ 47P0686224, 1512454 (ภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างบริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

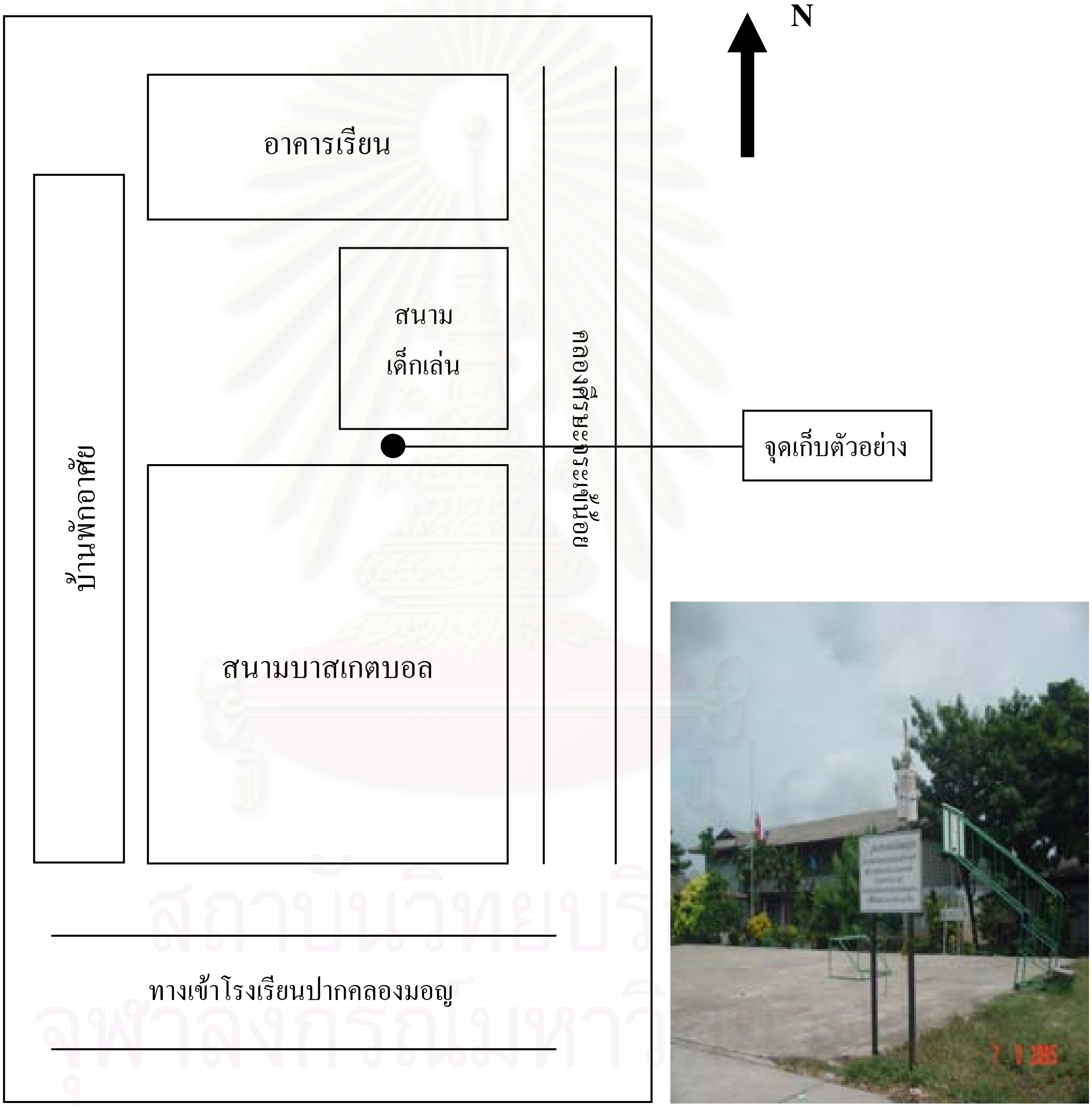
3) โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในชุมชนเคหะบางพลี บนถนนเมืองใหม่บางพลี อยู่ใกล้กับสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ด้านข้างของโรงเรียนอยู่ติดคลองและโรงงานผลิตอะไหล่รถยนต์ อาคารเรียนส่วนใหญ่เป็นอาคารสองชั้น ต้นไม้บริเวณโรงเรียนเป็นต้นไม้ขนาดเล็ก พื้นสนามส่วนใหญ่เป็นพื้นคอนกรีต บริเวณใกล้เคียงมีกิจกรรมการก่อสร้างถนนและมีสถานีสูบน้ำที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลซึ่งอยู่ใกล้สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ จุดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่าง คือ บริเวณกระถางต้นไม้ข้างเสาธง พิกัด UTM คือ 47P0693621, 1500619 (ภาพที่ 3.5)



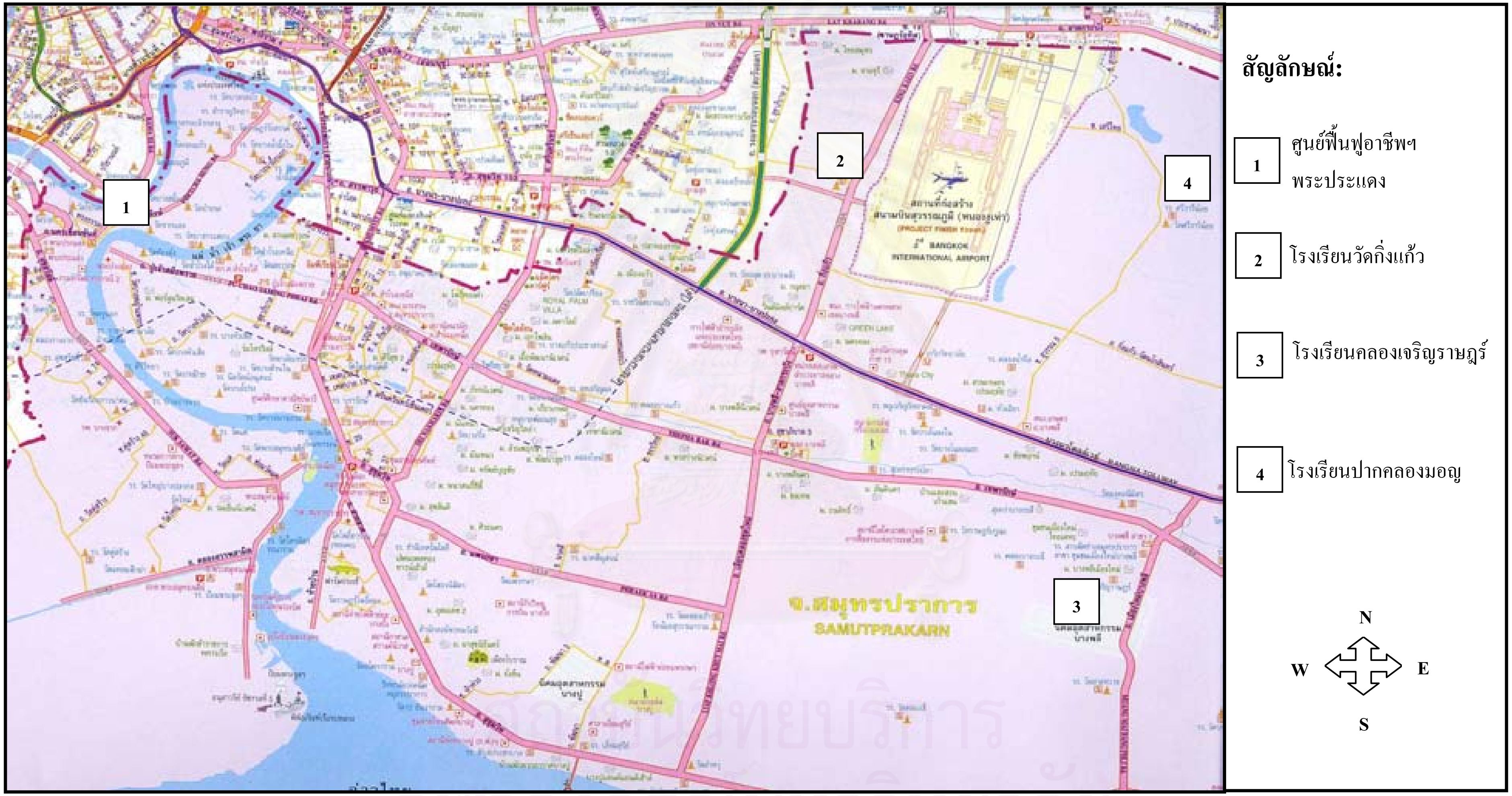
ภาพที่ 3.5 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างบริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) โรงเรียนปากคลองมอญ ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บนถนนวัดศรีวารีน้อย ซึ่งเป็นถนนคอนกรีตทั้งสองช่องทาง สองข้างทางของถนนส่วนใหญ่เป็นทุ่งหญ้า มีบ้านพักอาศัยและโรงงานอุตสาหกรรมน้อย รวมทั้งปริมาณการจราจรต่ำ จึงใช้เป็นพื้นที่ศึกษาอ้างอิง ด้านข้างของโรงเรียนอยู่ติดคลองศีรษะจระเข้น้อย พื้นสนามส่วนใหญ่เป็นพื้นคอนกรีต จุดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่าง คือ ขอบสนามเด็กเล่น พิกัด UTM คือ 47P0694734, 1513626 (ภาพที่ 3.6)



ภาพที่ 3.6 แผนผังจุดเก็บตัวอย่างบริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ



ภาพที่ 3.7 แผนที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2549ข

39

3.2 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

3.2.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (ภาพที่ 3.8)

1) เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง Mini volume air sampler (Mini-vol) ที่มีหัวคัดขนาดฝุ่นละอองไม่เกิน 10 ไมครอน

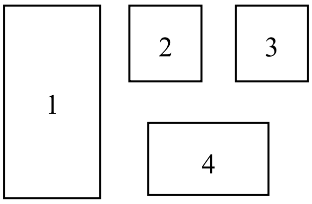
2) กระดาษกรองเทฟลอน (PTFE membrane filter) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร และขนาดรูพรุน 0.5 ไมโครเมตร

3) กระดาษกรองควอตซ์ (Quartz fiber filter) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร และขนาดรูพรุน 0.5 ไมโครเมตร

4) เครื่องปรับเทียบ (Calibrate) อัตราการไหลของอากาศ (Flow rate) Primary flow calibrator (DCL-M Rev 1.08)

5) ตลับพลาสติก

6) คีมคีบปากแบน (Forceps) ชนิดเคลือบด้วยเทฟลอน



1 Mini volume air sampler (Mini-vol)

2 กระดาษกรองเทฟลอน

3 กระดาษกรองควอตซ์

4 เครื่อง Primary flow calibrator

ภาพที่ 3.8 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

3.2.2 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.2.2.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ภาพที่ 3.9)

1) เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง

2) โถดูดความชื้น (Dessicator) ที่บรรจุซิลิกาเจล

3) คีมคีบปากแบน (Forceps) ชนิดเคลือบด้วยเทฟลอน

4) ถุงมือชนิดไม่มีแป้งฝุ่น

5) ตลับพลาสติก

ภาพที่ 3.9 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

3.2.2.2 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (รูปที่ 3.10)

1) อ่างอัลตราโซนิค
2) บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
3) ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
4) กรวยกรอง
5) กระดาษกรอง GF/C
6) หลอดหยด (Dropper)
7) เครื่อง X-ray fluorescence spectrophotometer (XRF; Oxford ED 2000)
8) เครื่อง CHNS/O Analyzer (Perkin Elmer PE 2400 Series)
9) เครื่อง Ion chromatograph (IC; Dionex ICS 2500)
10) เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS; GBC, Avanta)
11) เครื่อง UV-visible spectrophotometer (UV; HELIOS, Alfa)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1 เครื่อง CHNS/O Analyzer

2 เครื่อง UV-visible spectrophotometer

3 เครื่อง X-ray fluorescence spectrophotometer

4 เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer

5 เครื่อง Ion chromatograph

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.10 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา

3.3.1 การเตรียมการศึกษา

รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับฝุ่นละออง องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง รวมทั้งงานวิจัยต่างๆ เป็นต้น

3.3.2 การเตรียมการเก็บตัวอย่าง

3.3.2.1 การเตรียมชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

เตรียมชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละออง Mini Volume Air Sampler (Mini-Vol) ที่มีหัวคัดแยกฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยผ่านขั้นตอนการทำความสะอาด จากนั้นติดตั้งอุปกรณ์เพื่อทำการปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศก่อนเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยปรับให้อัตราการไหลของอากาศมีค่า 5 ลิตรต่อนาที ด้วยเครื่อง Primary Flow Calibrator (DCL-M Rev.1.08)

3.3.2.2 การเตรียมกระดาษกรอง

ก่อนการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองทั้ง 2 ชนิด ที่นำไปเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองทุกครั้งจะทำการปรับสภาพกระดาษกรองโดยนำกระดาษกรองที่สะอาดและไม่ชำรุดไปใส่ในโถดูดความชื้นที่มีซิลิกาเจลบรรจุอยู่เพื่อดูดความชื้น เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง สำหรับกระดาษกรองควอตซ์ก่อนการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองต้องนำไปทำการเผาในเตาเผาอุณหภูมิสูง โดยเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อขจัดสารคาร์บอนที่ตกค้างบนกระดาษกรองก่อนการปรับสภาพ จากนั้นชั่งน้ำหนักกระดาษกรองทั้ง 2 ชนิด ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง และเก็บรักษากระดาษกรองทั้ง 2 ชนิด ในกล่องพลาสติก โดยเก็บรักษากระดาษกรอง 1 แผ่นต่อ 1 กล่อง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนก่อนดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

3.3.3 การดำเนินการเก็บตัวอย่าง

ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองตามพื้นที่ศึกษาที่กำหนดไว้ในข้างต้น ซึ่งในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างจำนวน 2 เครื่อง สำหรับกระดาษกรองทั้ง 2 ชนิด โดยใช้กระดาษกรองเทฟลอนเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบ และสารไอออนิก ส่วนกระดาษกรองควอตซ์เก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน ดำเนินการเก็บตัวอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน เว้น 1 วัน โดยทำการติดตั้ง

เครื่องเก็บตัวอย่างที่ระดับความสูง 3 เมตร ทั้งนี้รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองมีดังต่อไปนี้

1) ติดตั้งชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หัวคัดขนาดอนุภาค ควบคุมอัตราการไหล และแบตเตอร์รี่ให้เรียบร้อย

2) นำกระดาษกรองที่เก็บรักษาในตลับพลาสติกมาใส่ไว้ในส่วนหัวคัดขนาดอนุภาค โดยใช้คีมคีบปากแบนคีบกระดาษกรองทั้ง 2 ชนิด

3) ตั้งเวลาในการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4) เปิดสวิตซ์ให้เครื่องทำงาน และตรวจสอบอัตราการไหลของอากาศในเบื้องต้น โดยทำการตรวจสอบจากตุ้มลอย

5) บันทึกวันที่ เวลา อุณหภูมิ ความดัน ก่อนดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในแต่ละพื้นที่ศึกษา

6) หลังเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองครบ 24 ชั่วโมง นำกระดาษกรองตัวอย่างออกจากหัวคัดขนาดอนุภาค แล้วเก็บรักษากระดาษกรองตัวอย่างในตลับพลาสติกเดิม โดยเก็บรักษากระดาษกรองตัวอย่าง 1 แผ่นต่อ 1 กล่อง และใช้คีมคีบปากแบนคีบกระดาษกรองตัวอย่างทั้ง 2 ชนิด

7) บันทึกวันที่ เวลา อุณหภูมิ และความดัน หลังสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

8) เริ่มทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองใหม่ โดยทำตามลำดับขั้นตอนในข้างต้น และเมื่อเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองครบ 5 วัน จะนำเครื่อง Mini-vol มาทำความสะอาดรวมทั้งทำการปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศใหม่ก่อนดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในครั้งต่อไป

3.3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.3.4.1 การวิเคราะห์ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

นำกระดาษกรองตัวอย่างทั้ง 2 ชนิด จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นฝุ่นละอองด้วยวิธีชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการหามวลของกระดาษกรองในห้องปฏิบัติการ โดยทำการคำนวณหามวลสุทธิจากการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่างและหลังเก็บตัวอย่าง ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง ซึ่งการหาปริมาณฝุ่นละอองด้วยวิธีชั่งน้ำหนักนั้นจำเป็นต้องมีการปรับสภาพกระดาษกรอง

ทั้งก่อนเก็บตัวอย่างและหลังเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$PM_{10} = \frac{(A-B) \times 10^6}{V} \quad (1)$$

เมื่อ PM_{10} = ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

A = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

B = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

V = ปริมาตรอากาศทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร)

ทั้งนี้การคำนวณความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถคำนวณได้ทั้งที่สภาวะมาตรฐาน (Standard Condition) และที่สภาวะขณะดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง โดยการคำนวณความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่สภาวะมาตรฐาน หมายถึง การคำนวณปริมาตรอากาศในการเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ซึ่งค่าของอุณภูมิอากาศที่สภาวะมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส ในขณะที่ความกดอากาศมีค่าเท่ากับ 760 มิลลิเมตรปรอท แต่จากการคำนวณพบว่าปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐานมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.97-0.98 ของปริมาตรอากาศในสภาวะขณะดำเนินการเก็บตัวอย่างซึ่งมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1% (กรมควบคุมมลพิษ, 2549ข) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ค่าปริมาตรอากาศที่สภาวะขณะดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองมาคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

3.3.4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

1) การวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบ (Elemental composition)

วิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบทั้งโลหะและอโลหะ 29 ชนิด ซึ่งได้แก่ ทองแดง อลูมิเนียม สารหนู แบเรียม โบรมีน แคลเซียม ซีเรียม คลอไรด์ โคบอลต์ โครเมียม เหล็ก โพแทสเซียม แมกนีเซียม โซเดียม นิกเกิล ฟอสฟอรัส ตะกั่ว แพลทินัม กำมะถัน ซีลีเนียม ซิลิกอน พลวง สแคนเดียม ไททาเนียม วานาเดียม สังกะสี เทลลูเรียม ไอโอดีน และซีเซียม โดยนำกระดาษกรองที่เก็บด้วยกระดาษกรองเทฟลอน มาวิเคราะห์หาธาตุองค์ประกอบด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrophotometer (XRF) ซึ่งส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) การวิเคราะห์สารคาร์บอน

วิเคราะห์สารคาร์บอน 2 ชนิด ซึ่งได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน โดยนำกระดาษกรองตัวอย่างที่เก็บด้วยกระดาษกรองควอตซ์มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง CHNS/O Analyzer ซึ่งส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) การวิเคราะห์สารไอออนิก (Ionic species)

วิเคราะห์สารไอออนิก 6 ชนิด ซึ่งได้แก่ แอมโมเนียม โซเดียมไอออน โพแทสเซียมไอออน คลอไรด์ไอออน ไนเตรท และซัลเฟต โดยหลังจากทำการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrophotometer (XRF) แล้วจึงนำกระดาษกรองตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์หาสารไอออนิก โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่าง รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

3.1) การเตรียมตัวอย่าง

นำกระดาษกรองใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำปราศจากไอออน (Deionizing water) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร โดยให้กระดาษกรองทั้งหมดเปียก จากนั้นปิดบีกเกอร์ด้วยพาราฟิล์มแล้วนำบีกเกอร์ใส่ในอ่างอัลตราโซนิค ที่มีอุณหภูมิประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ล้างพาราฟิล์มและด้านข้างของบีกเกอร์ด้วยน้ำปราศจากไอออน แล้วกรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง GF/C ระวังไม่ให้กระดาษกรองตัวอย่างหลุดออกมา และเก็บน้ำตัวอย่างไว้ในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำปราศจากไอออนลงในบีกเกอร์ประมาณ 30-40 มิลลิลิตร แล้วปิดด้วยพาราฟิล์ม ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อให้ไอออนละลายออกมาให้หมด กรองน้ำตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง GF/C ระวังไม่ให้กระดาษกรองตัวอย่างหลุดออกมา ล้างกระดาษกรองและบีกเกอร์อีก 2 ครั้ง ด้วยน้ำปราศจากไอออน เก็บน้ำตัวอย่างไว้ในขวดปรับปริมาตรเดิม ปรับปริมาตรโดยเติมน้ำปราศจากไอออนจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากันจากนั้นเทสารละลายลงในขวดพลาสติก และเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นเพื่อรอนำทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.2) การวิเคราะห์ตัวอย่าง

- วิเคราะห์คลอไรด์ไอออน ไนเตรท และซัลเฟต ด้วยเครื่อง Ion chromatograph วิเคราะห์โซเดียมไอออน และโพแทสเซียมไอออน ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer วิเคราะห์แอมโมเนียม ด้วยเครื่อง UV-visible spectrophotometer

ซึ่งการวิเคราะห์สารไอออนิกจะทำการวิเคราะห์ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.5 การรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.5.1 การรวบรวมข้อมูล

1) รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ และสถานีตรวจวัดอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่ศึกษา

2) รวบรวมข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

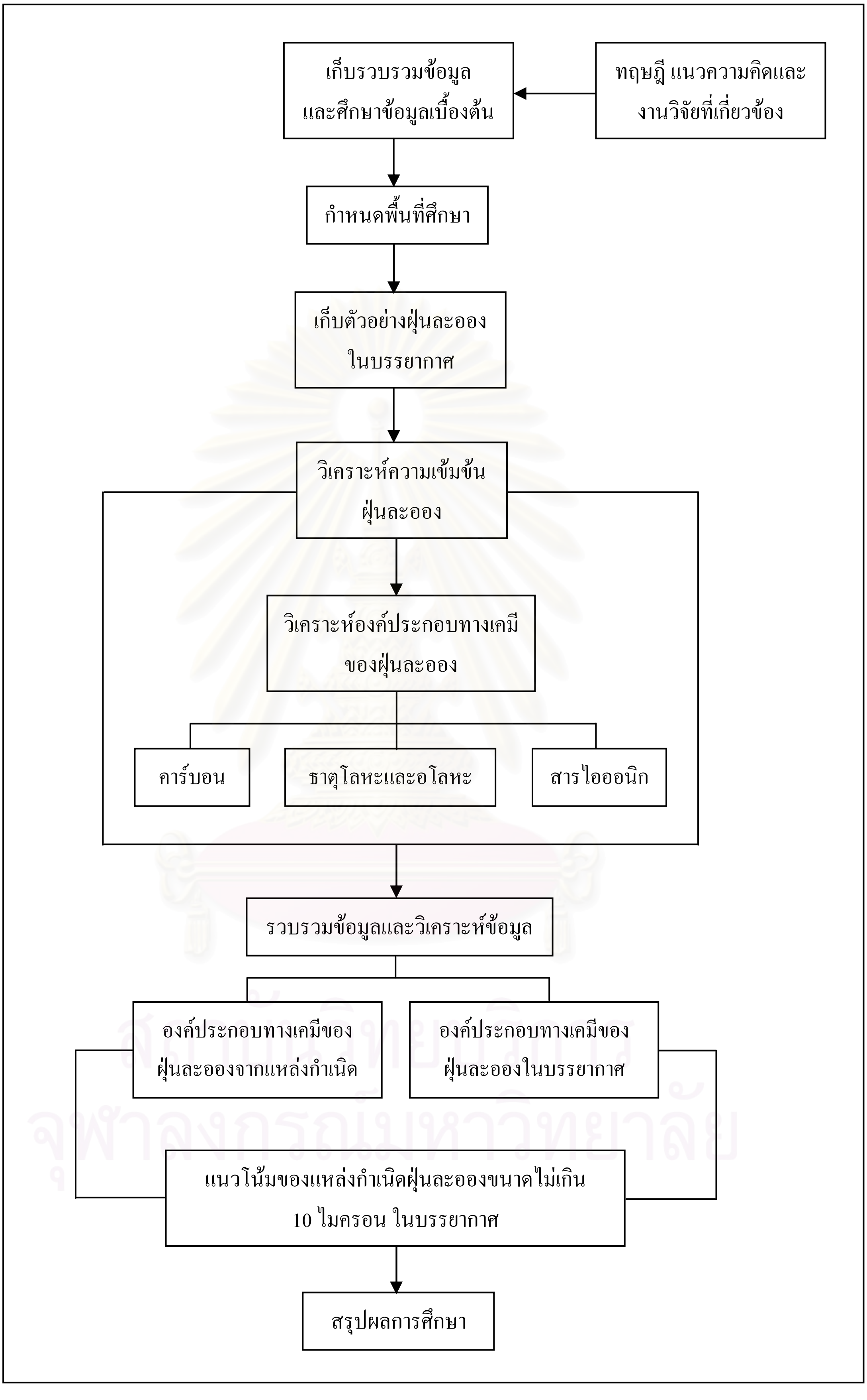
1) วิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างพื้นที่ศึกษาด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis Of Variance; ANOVA)

2) วิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในแต่ละพื้นที่ศึกษาระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนด้วยวิธีวิเคราะห์ Unpaired t-test

3) เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในแต่ละพื้นที่ศึกษาระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

4) วิเคราะห์หาสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ และสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิด เพื่อบอกแนวโน้มแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของแต่ละพื้นที่ศึกษาในจังหวัดสมุทรปราการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.11 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

4.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

ทำการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้แก่ ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการพระประแดง โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

4.1.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูแล้ง

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูแล้งจากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 4 แห่ง (ตารางที่ 4.1) พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 55.63-71.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดคือ บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้ว มีค่าเท่ากับ 130.39 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะเดียวกันก็พบว่ามีความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่ำสุดด้วยเช่นเดียว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้รายละเอียดของผลการตรวจวัดในแต่ละพื้นที่ศึกษาสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1.1.1 ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเท่ากับ 59.13 ± 18.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 99.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 20.90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.1.1.2 โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเท่ากับ 71.33 ± 27.55 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 130.39 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 16.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.1.1.3 โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเท่ากับ 56.85 ± 19.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 96.44 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 25.35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.1.1.4 โรงเรียนปากคลองมอญ

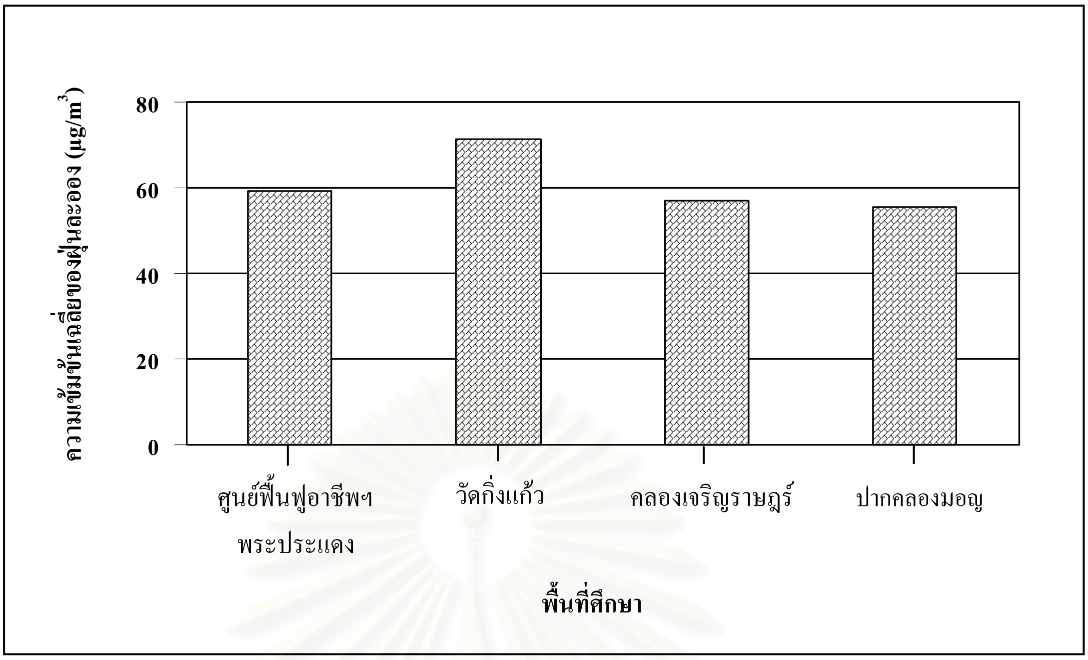
ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเท่ากับ 55.63 ± 22.88 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 112.55 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 27.34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ทั้งนี้พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูแล้งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยบริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วจะมีความเข้มข้นเฉลี่ยแตกต่างจากอีก 3 แห่ง กล่าวคือ เป็นบริเวณที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 71.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญมีค่าไม่แตกต่างกัน คือมีค่าเท่ากับ 59.13, 56.85 และ 55.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูแล้ง

พื้นที่ศึกษา	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ค่าเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	20.90-99.63	59.13 ± 18.31[b]
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	16.60-130.39	71.33 ± 27.55[a]
โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์	25.35-96.44	56.85 ± 19.52[b]
โรงเรียนปากคลองมอญ	27.34-112.55	55.63 ± 22.88[b]

หมายเหตุ [a, b] คือความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างพื้นที่ศึกษาที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.1ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูแล้ง

4.1.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูฝน

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยเของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูฝนจากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 4 แห่ง (ตารางที่ 4.2) พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 27.52-51.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้พบว่าบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดคือ บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 84.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่ำสุดคือ บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้ว มีค่าเท่ากับ 7.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้รายละเอียดของผลการตรวจวัดในแต่ละพื้นที่ศึกษาสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.1.2.1 ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเท่ากับ 51.12 ± 17.37 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 84.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 13.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.1.2.2 โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเท่ากับ 42.33 ± 15.67 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 75.06 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 7.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.1.2.3 โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเท่ากับ 36.55 ± 16.27 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 75.42 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 9.67 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.1.2.4 โรงเรียนปากคลองมอญ

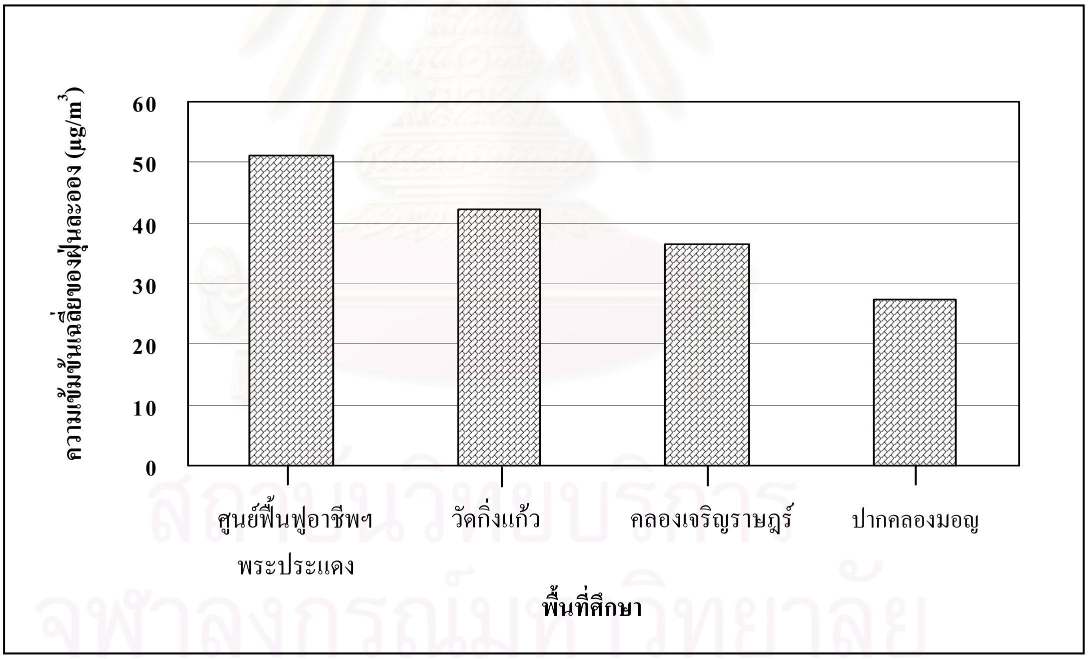
ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ามีค่าเท่ากับ 27.52 ± 9.66 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยความเข้มข้นสูงสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 44.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 10.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ทั้งนี้พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูฝนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยบริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดงมีความเข้มข้นเฉลี่ยแตกต่างจากอีก 3 แห่ง กล่าวคือ เป็นบริเวณที่มีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดคือมีค่าเท่ากับ 51.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วและโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ มีค่าเท่ากับ 42.33 และ 36.55 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นเฉลี่ยดังกล่าวก็มีค่าแตกต่างจากบริเวณโรงเรียนปากคลองมอญด้วยเช่นกัน โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำสุดคือเท่ากับ 27.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูฝน

พื้นที่ศึกษา	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ค่าเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	13.85-84.33	51.12 ± 17.37^{a}
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	7.04-75.06	42.33 ± 15.67^{b}
โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์	9.67-75.42	36.55 ± 16.27^{b}
โรงเรียนปากคลองมอญ	10.16-44.16	27.52 ± 9.66^{c}

หมายเหตุ $^{a, b, c}$ คือความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างพื้นที่ศึกษาที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.2 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูฝน

ทั้งนี้จากผลการศึกษาข้างต้นพบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีการดำเนินกิจกรรมหลายประเภท อาทิเช่น กิจกรรมการก่อสร้าง การจราจร รวมทั้งกิจกรรมจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เป็นต้น ล้วนแต่เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองค่อนข้างมาก ส่งผลให้บริเวณ

พื้นที่ศึกษาดังกล่าวมีแนวโน้มความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองค่อนข้างสูงทั้งสองช่วงฤดู ดังจะเห็นได้จากบริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ซึ่งบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้กับกิจกรรมการก่อสร้างสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา การจราจร รวมทั้งกิจกรรมจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่มีอยู่โดยรอบ ส่วนบริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วจะอยู่ใกล้กับกิจกรรมการก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ การจราจร และโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ นอกจากนี้ยังพบกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในบริเวณดังกล่าวที่อาจก่อให้เกิดฝุ่นละอองได้เช่นกันซึ่งได้แก่ กิจกรรมการก่อสร้างอาคารเรียน โดยพบว่าบางครั้งได้มีการเก็บกวาดและทิ้งเศษวัสดุเหลือใช้ลงมาจากที่สูงทำให้เกิดการสะสมของเศษหิน ดิน และทรายอยู่บนพื้นในบริเวณที่มีการก่อสร้าง ซึ่งหากมีลมพัดผ่านก็อาจก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองได้ เช่นเดียวกับบริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ที่อยู่ในบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่น รวมทั้งมีกิจกรรมการก่อสร้างถนนในบริเวณใกล้เคียง ในขณะที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญจะมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองค่อนข้างน้อยเนื่องจากเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งกิจกรรมส่วนใหญ่จะเป็นกิจกรรมทางการเกษตร อาทิเช่น การปลูกผักกระเฉด ดังนั้นจึงพบความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองค่อนข้างต่ำ

4.1.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนของแต่ละพื้นที่ศึกษา

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในช่วงฤดูแล้งจะมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูฝน (ตารางที่ 4.3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของรพีพัฒน์ เกริกไกวัล (2543) รายละเอียดในแต่ละพื้นที่ศึกษามีดังต่อไปนี้

4.1.3.1 ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนพบว่า ช่วงฤดูแล้งจะมีความเข้มข้นเท่ากับ 59.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 51.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองทั้งสองช่วงฤดูมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนมีค่าลดลงร้อยละ 13.55

4.1.3.2 โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนพบว่า ช่วงฤดูแล้งจะมีความเข้มข้นเท่ากับ 71.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 42.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย

ของฝุ่นละอองทั้งสองช่วงฤดูมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนมีค่าลดลงร้อยละ 40.66

4.1.3.3 โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนพบว่า ช่วงฤดูแล้งจะมีความเข้มข้นเท่ากับ 56.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 36.55 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง ทั้งสองช่วงฤดูมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนมีค่าลดลงร้อยละ 35.71

4.1.3.4 โรงเรียนปากคลองมอญ

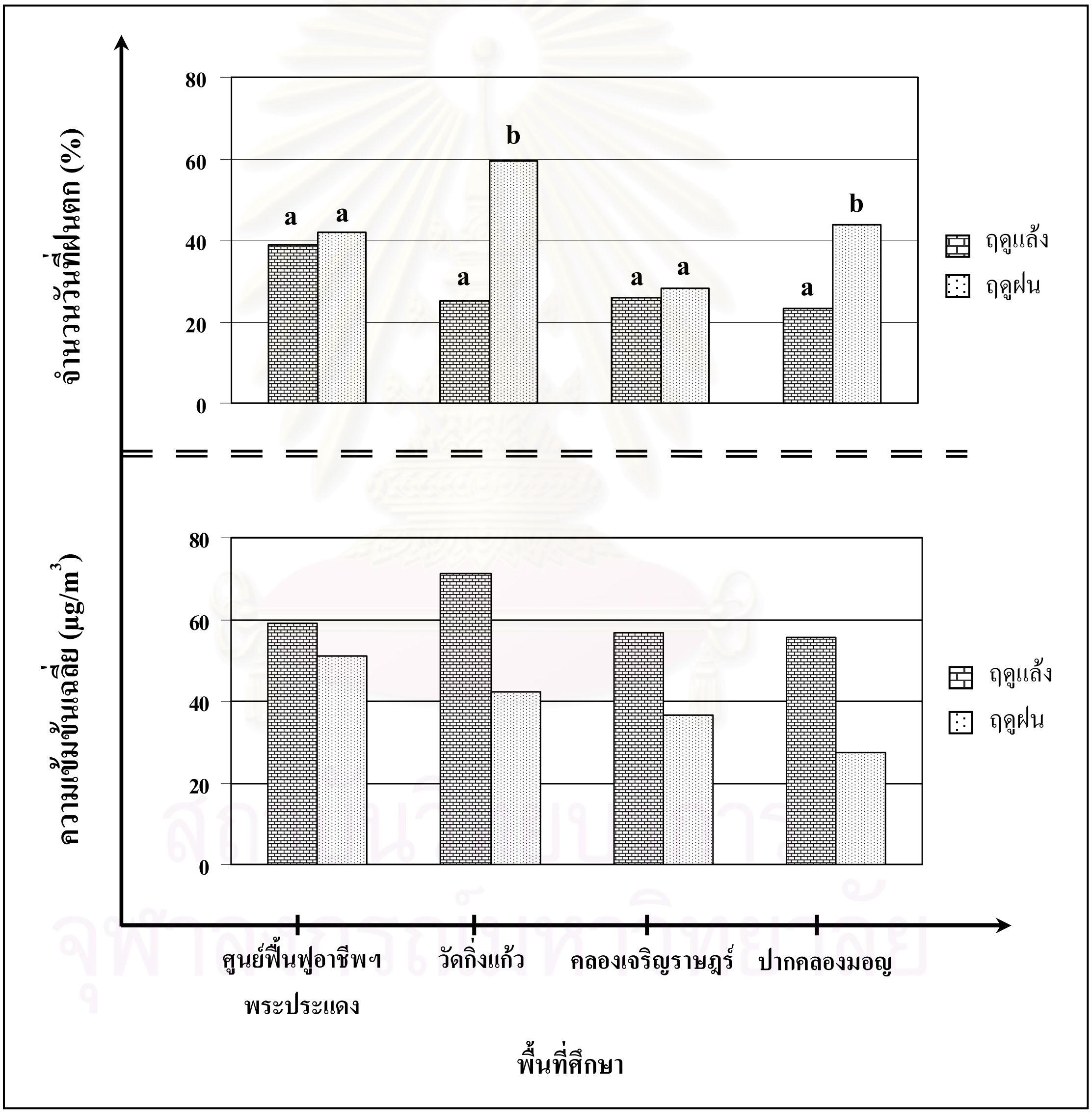
ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนพบว่า ช่วงฤดูแล้งจะมีความเข้มข้นฝุ่นละอองเท่ากับ 55.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 27.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองทั้งสองช่วงฤดูมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนมีค่าลดลงร้อยละ 50.53

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่ศึกษา	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	59.13	51.12
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	71.33	42.33
โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์	56.85	36.55
โรงเรียนปากคลองมอญ	55.63	27.52

รายละเอียดข้างต้นพบว่า ที่บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วและโรงเรียนปากคลองมอญ จะมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองทั้งสองช่วงฤดูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้น่าจะเป็นผลสืบเนื่องมาจากกระบวนการชะล้างของฝน โดยจากผลการศึกษาพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีจำนวนวันที่ฝนตกในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง จะมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองทั้งสองช่วงฤดูแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.3) ดังจะเห็นได้จากบริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วและโรงเรียนปากคลองมอญ ที่มีจำนวนวันที่ฝนตกในช่วงฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูแล้ง โดยพบว่าที่บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วมีวันที่ฝนตก

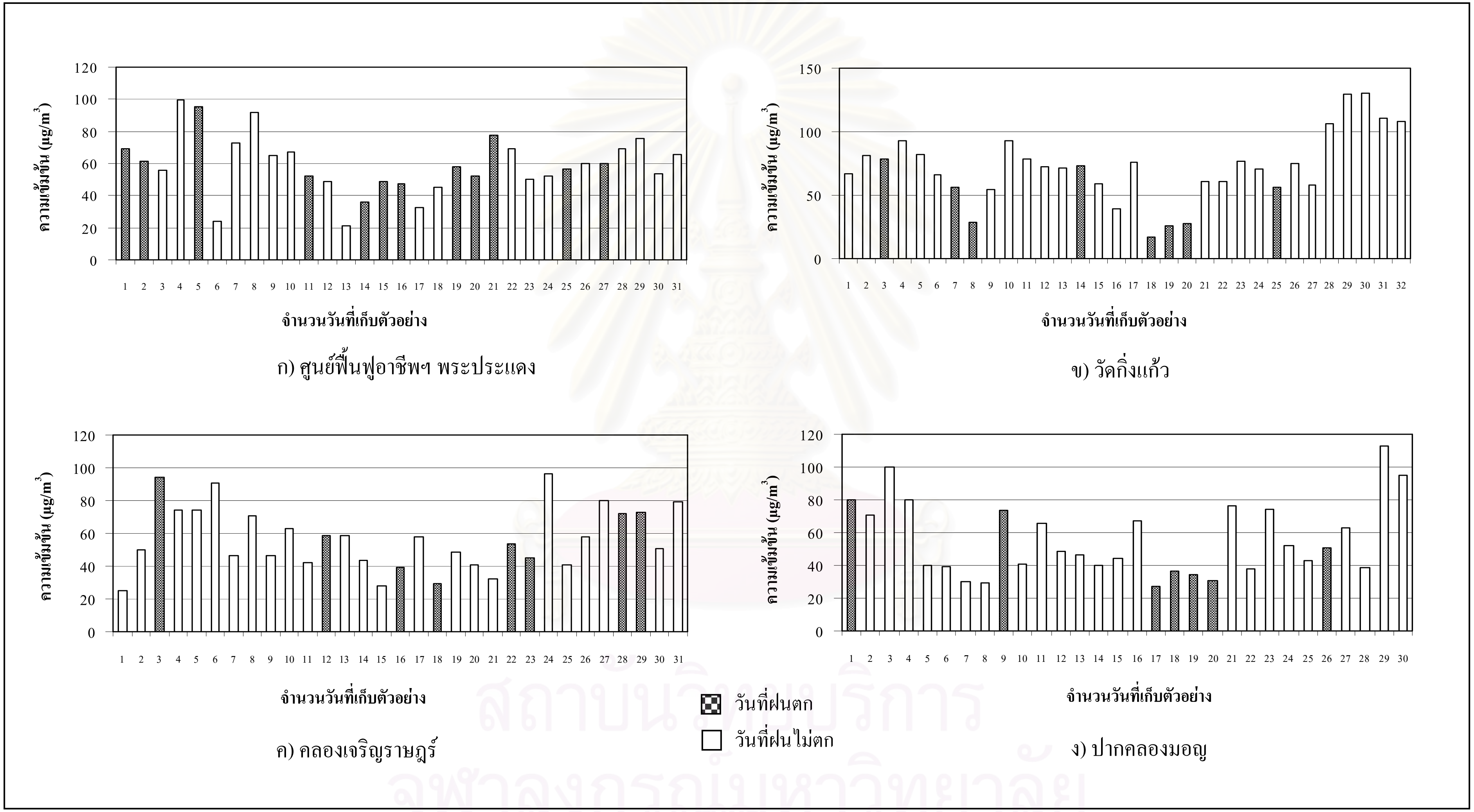
ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนเท่ากับร้อยละ 25.00 และ 59.38 ตามลำดับ ส่วนบริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ มีวันที่ฝนตกในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนเท่ากับร้อยละ 23.33 และ 43.75 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ศึกษาอีก 2 แห่ง ซึ่งได้แก่ บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง และบริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ มีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองทั้งสองช่วงฤดูไม่แตกต่างกัน โดยที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง มีวันที่ฝนตกในช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝนเท่ากับร้อยละ 38.71 และ 41.94 ตามลำดับ ในขณะที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์จะมีวันที่ฝนตกในช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝนเท่ากับร้อยละ 25.81 และ 28.13 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4, 4.5)



หมายเหตุ: a, a หมายถึง พื้นที่ศึกษาไม่มีความแตกต่างกันของจำนวนวันที่ฝนตก และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

a, b หมายถึง พื้นที่ศึกษามีความแตกต่างกันของจำนวนวันที่ฝนตก และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

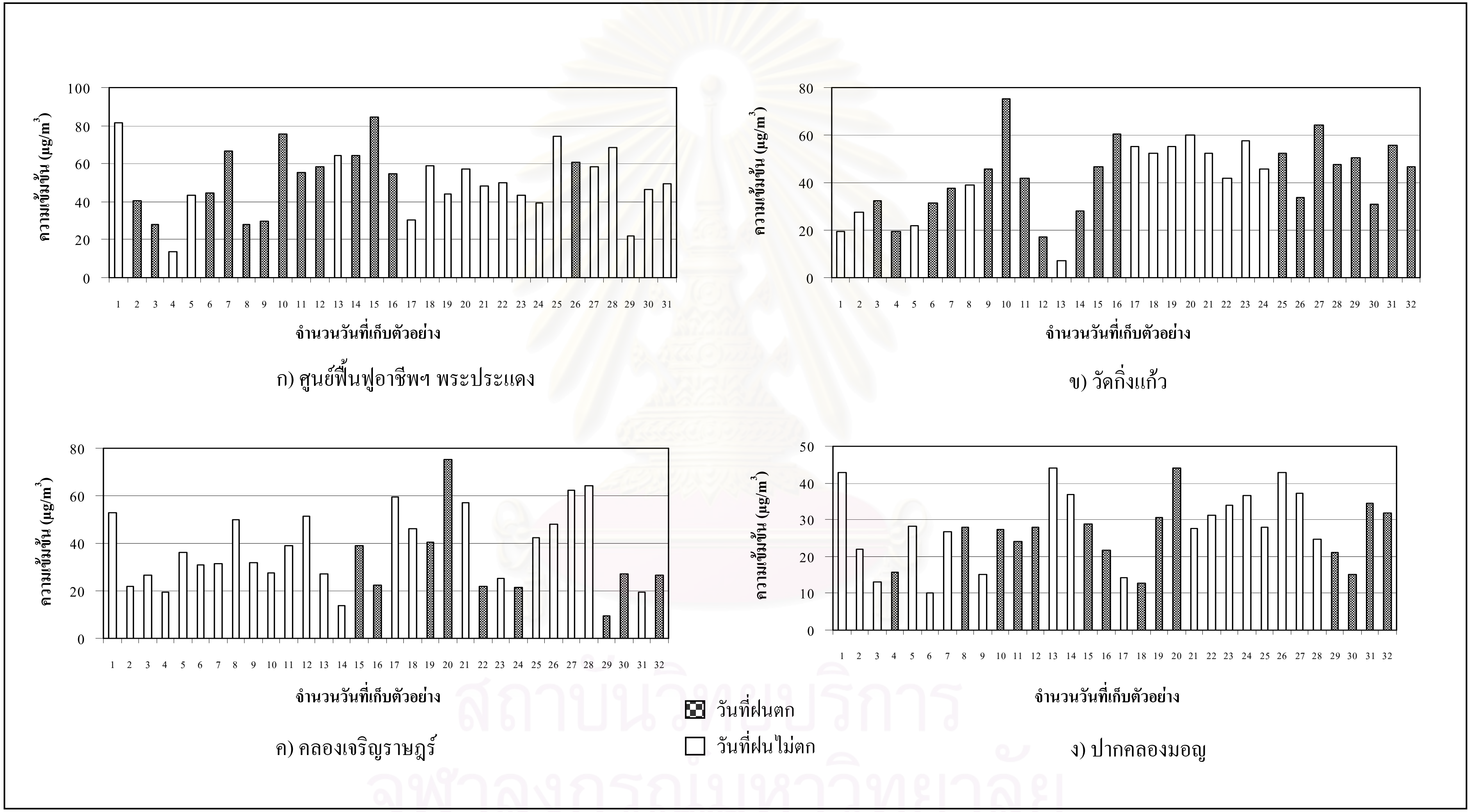
ภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และจำนวนวันที่ฝนตกระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนในแต่ละพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 4.4 จำนวนวันที่ฝนตกระหว่างดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูแล้ง

58

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.5 จำนวนวันที่ฝนตกระหว่างดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูฝน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

59

ตารางที่ 4.4 จำนวนวันที่ฝนตกของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่ศึกษา	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	12 (38.71)	13 (41.94)
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	8 (25.00)	19 (59.38)
โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์	8 (25.81)	9 (28.13)
โรงเรียนปากคลองมอญ	7 (23.33)	14 (43.75)

หมายเหตุ ตัวเลขในเครื่องหมายวงเล็บ หมายถึง ร้อยละของจำนวนวันที่ฝนตกจากจำนวนวันทั้งหมดที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

นอกจากนี้ยังได้พิจารณาทิศทางลมในช่วงที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองทั้งสองช่วงฤดู ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่ลมจะพัดมาจากทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่การดำเนินการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้งนั้นได้แบ่งออกเป็นสองช่วง คือ ช่วงแรกระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2548 และช่วงที่สองคือ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2548 สาเหตุอันเนื่องมาจากปัจจัยของเครื่องมือที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ครบภายในช่วงแรก จึงต้องดำเนินการเก็บตัวอย่างเพิ่มในช่วงที่สอง จากสาเหตุดังกล่าวจึงได้ทำการแยกพิจารณาทิศทางลมทั้งสองช่วงของฤดูแล้ง ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้น ซึ่งพบว่า ทิศทางลมทั้งสองช่วงของฤดูแล้งจากสถานีตรวจวัดทั้ง 3 สถานี มีทิศทางที่แตกต่างกันโดยช่วงแรกทิศทางลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SSW) และทิศใต้ (S) ในขณะที่ช่วงที่สองทิศทางลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE และ NNE) ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละออง ระหว่างฤดูแล้งทั้งสองช่วง โดยพบว่า ที่บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้ว โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดงจะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 4.5) แต่จากการวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองระหว่างฤดูแล้งทั้งสองช่วงและฤดูฝนของพื้นที่ศึกษานี้กลับพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าทิศทางลมน่าจะส่งผลให้ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในช่วงฤดูแล้งทั้งสองช่วงของบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีค่าแตกต่างกัน แต่ไม่ส่งผลแตกต่างกันระหว่างสองช่วงฤดู

ตารางที่ 4.5 ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในแต่ละช่วงฤดูที่มีทิศทางลมแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง

พื้นที่ศึกษา	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน
	ช่วงที่ 1 (SSW และ S)	ช่วงที่ 2 (NNE และ N)	ช่วงที่ 1 และ 2	SSW และ S
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	58.61	60.41	59.13	51.12
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	61.93	87.00	71.33	42.33
โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์	53.01	64.91	56.85	36.55
โรงเรียนปากคลองมอญ	52.55	55.98	55.63	27.52

จากปัจจัยข้างต้นที่กล่าวมาทั้งหมดอาจสรุปได้ว่าจำนวนวันที่ฝนตกน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในจังหวัดสมุทรปราการมีค่าแตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองจากพื้นที่ศึกษา 4 แห่ง ทั้งสองช่วงฤดูมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยพบว่าในช่วงฤดูแล้งจะมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 60.86 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีวันที่ฝนตกเท่ากับร้อยละ 28.21 ในขณะที่ช่วงฤดูฝนจะมีค่าเท่ากับ 39.29 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่จะมีจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่าคือเท่ากับร้อยละ 43.30 (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และจำนวนวันที่ฝนตกระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่ศึกษา	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		จำนวนวันที่ฝนตก (%)	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	59.13	51.12	38.71	41.94
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	71.33	42.33	25.00	59.38
โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์	56.85	36.55	25.81	28.13
โรงเรียนปากคลองมอญ	55.63	27.52	23.33	43.75
ค่าเฉลี่ย	60.86	39.29	28.21	43.30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฝุ่นละอองระหว่างสองช่วงฤดูนั้นมีผลสืบเนื่องมาจากกระบวนการชะล้างของฝน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวสามารถช่วยลดระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ เนื่องจากการชะล้างของฝนเป็นกระบวนการหลักที่ช่วยเพิ่มการตกสะสมของฝุ่นละออง ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศลดลง นอกจากนี้การตกของฝนยังทำให้ความชื้นของดินเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นการลดการปลดปล่อยของฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติได้อีกทางหนึ่ง เช่น การฟุ้งกระจายของฝุ่นดิน (Qin and Oduyemi, 2003)

4.2 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งจากแหล่งกำเนิดและในบรรยากาศมีจำนวนทั้งหมด 37 ชนิด ซึ่งได้แก่ ธาตุองค์ประกอบ 29 ชนิด สารไอออนิก 6 ชนิด และสารคาร์บอน 2 ชนิด รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

4.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิด

ทำการรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ซึ่งได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม ยานพาหนะ ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน ฝุ่นจากการเผาไหม้ชีวมวล และละอองไอทะเล โดยรวบรวมข้อมูลจากโครงการศึกษาสัดส่วน องค์ประกอบ และแหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งนี้จะไม่รายงานองค์ประกอบทางเคมีที่มีสัดส่วนต่ำกว่าร้อยละ 0.01 และไม่พบในแหล่งกำเนิดทุกประเภท

สัดส่วน (Fraction) องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง หมายถึง น้ำหนักขององค์ประกอบชนิดต่างๆ ต่อน้ำหนักฝุ่นละอองทั้งหมด โดยองค์ประกอบดังกล่าวอาจเป็นธาตุองค์ประกอบ สารคาร์บอน หรือสารไอออนิก เป็นต้น รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

4.2.1.1 แหล่งกำเนิดจากยานพาหนะ

รวบรวมองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากไอเสียของยานพาหนะ 6 ประเภท รายละเอียดมีดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 4.7)

1) รถจักรยานยนต์สองจังหวะ

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ เหล็ก มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.67 ซีเรียมร้อยละ 2.61 นิกเกิลร้อยละ 2.44 และโครเมียมร้อยละ 1.64 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 56.87 และธาตุคาร์บอนร้อยละ 13.28

2) รถจักรยานยนต์สี่จังหวะ

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ นิกเกิล มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 9.58 ซีเรียมร้อยละ 9.29 สังกะสีร้อยละ 9.25 เทลลูเรียมร้อยละ 8.13 ตะกั่วร้อยละ 7.21 ทองแดงร้อยละ 7.12 โครเมียมร้อยละ 6.08 เหล็กร้อยละ 3.58 โคบอลต์ร้อยละ 3.38 แบเรียมร้อยละ 1.89 และวานาเดียมร้อยละ 1.03 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 24.02 และธาตุคาร์บอนร้อยละ 10.87

3) รถยนต์เบนซินที่ไม่ติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ เหล็ก มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.95 โครเมียมร้อยละ 1.69 และนิกเกิลร้อยละ 1.29 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 43.16 และธาตุคาร์บอนร้อยละ 15.84

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00 ทั้งนี้พบซัลเฟตเพียงชนิดเดียว ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.71

4) รถยนต์เบนซินที่ติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ตะกั่ว มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.05 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 19.62 และธาตุคาร์บอนร้อยละ 18.92

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซัลเฟต ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 3.58 และแอมโมเนียมร้อยละ 1.05

5) รถดีเซลเล็ก

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ เหล็ก มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 2.71 นิกเกิลร้อยละ 2.49 กำมะถันร้อยละ 1.77 และโครเมียมร้อยละ 1.68 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 73.75 และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 12.17

6) รถดีเซลใหญ่

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ เหล็ก มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 10.99 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ นิกเกิล มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.89 โครเมียมร้อยละ 4.48 และโคบอลต์ร้อยละ 1.67 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 60.58 และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 17.96

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทยานพาหนะ

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)					
	รถจักรยานยนต์		รถยนต์เบนซิน		รถดีเซล	
	2 จังหวะ	4 จังหวะ	ไม่ติด Catalytic	ติด Catalytic	เล็ก	ใหญ่
P	0.00	0.00	0.12	0.00	0.01	0.00
Ti	0.00	0.75	0.01	0.15	0.12	0.05
V	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.38
Cr	1.64	6.08	1.69	0.00	1.68	4.48
Fe	4.67	3.58	4.95	0.00	2.71	10.99
S	0.24	0.00	0.67	0.77	1.77	0.09
Cl	0.00	0.09	0.01	0.14	0.06	0.01
Co	0.78	3.38	0.50	0.00	0.92	1.67
Ni	2.44	9.58	1.29	0.00	2.49	4.89
Cu	0.00	7.12	0.00	0.33	0.02	0.00
Zn	0.02	9.25	0.12	0.31	0.07	0.15
As	0.00	0.70	0.00	0.02	0.01	0.01
Se	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.01
Br	0.01	0.18	0.01	0.06	0.01	0.02
Te	0.04	8.13	0.11	0.96	0.28	0.61
I	0.05	0.00	0.03	0.16	0.00	0.27
Cs	0.00	0.00	0.00	0.67	0.14	0.35
Ba	0.20	1.89	0.00	0.00	0.42	0.00
Ce	2.61	9.29	0.18	0.00	0.94	0.76
Pt	0.22	0.49	0.00	0.36	0.22	0.09
Pb	0.00	7.21	0.01	1.05	0.15	0.02
OC	56.87	24.02	43.16	19.62	12.17	17.96
EC	13.27	10.87	15.84	18.92	73.75	60.58
SO_4^{2-}	0.00	0.00	0.71	3.58	0.00	0.00
NH_4^{+}	0.00	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2549ข

รายละเอียดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่มีแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะส่วนใหญ่จะพบองค์ประกอบของสารคาร์บอน ซึ่งได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน กลุ่มของธาตุองค์ประกอบจะพบโครเมียม ซีเรียม เหล็ก นิกเกิล โคบอลต์ ตะกั่ว กำมะถัน สังกะสี ทองแดง แบเรียม ไททาเนียม เทลลูเรียม และแพลทินัม ส่วนกลุ่มสารไอออนิกจะพบแต่ซัลเฟตและแอมโมเนียมเท่านั้น จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของสารคาร์บอนจะถูกปลดปล่อยออกมาในปริมาณมากสุดจากยานพาหนะทุกประเภท ซึ่งพบว่ามีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ทั้งนี้พบว่าเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์ส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (พูลพร แสงบางปลา, 2537) ดังนั้นองค์ประกอบแรกที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากยานพาหนะจึงเป็นองค์ประกอบของสารคาร์บอน โดยองค์ประกอบของสารคาร์บอนทั้งสองชนิดนี้จะมีค่าไม่คงที่ในน้ำมันแต่ละประเภท ซึ่งจะพบธาตุคาร์บอนในปริมาณที่มากกว่าสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนจากรถดีเซล ในขณะที่รถเบนซินจะมีปริมาณสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนที่มากกว่าธาตุคาร์บอน (Hildemann et at., 1991) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานของการเผาไหม้เครื่องยนต์แต่ละประเภท เช่น รถจักรยานยนต์สองจังหวะจะมีสัดส่วนของสารคาร์บอนที่สูงกว่ารถจักรยานยนต์สี่จังหวะ (พูลพร แสงบางปลา, 2537) สำหรับธาตุองค์ประกอบนั้นพบว่าบางชนิด เช่น เหล็ก นิกเกิล โคบอลต์ และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในน้ำมัน (Olmez et al., 1988) ส่วนโครเมียมและสังกะสี พบว่าเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในยางและผ้าเบรก ในขณะที่เหล็กและตะกั่ว จะมาจากสนิมที่มีอยู่ในท่อไอเสียของรถยนต์ (Wangkiat, 2002) นอกจากนี้ยังพบว่าบางชนิดเช่น โคบอลต์ โครเมียม และแพลทินัม จะใช้เป็นส่วนผสมของอุปกรณ์บางชนิด เช่น ท่อไอเสียรถยนต์ (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2537) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะพบองค์ประกอบเหล่านี้ในฝุ่นละอองที่มาจากยานพาหนะ

4.2.1.2 แหล่งกำเนิดจากอุตสาหกรรม

รวบรวมองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากโรงงานอุตสาหกรรม 11 แห่ง โดยจำแนกตามลักษณะของการเกิดฝุ่นละอองได้ 9 ประเภท รายละเอียดมีดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 4.8)

1) ฝุ่นจากปล่องหม้อไอน้ำที่ใช้ขี้เลื่อยของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลเกษตรกรรม (แปรรูปอาหารสัตว์) และโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ โพแทสเซียม มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 16.68 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ แคลเซียม มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 2.42 และกำมะถันร้อยละ 1.91 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนที่พบคิดเป็นสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 1.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.20 และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 2.72

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณที่มากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ทั้งนี้พบโซเดียมไอออนเพียงชนิดเดียว ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.73 ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

2) ฝุ่นจากปล่องหม้อไอน้ำที่ใช้กะลาปาล์มของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ โพแทสเซียม มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 15.09 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซิลิกอน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 5.82 คลอไรด์ร้อยละ 3.13 เหล็กร้อยละ 2.53 ฟอสฟอรัสร้อยละ 2.44 แคลเซียมร้อยละ 1.46 และกำมะถันร้อยละ 1.05 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ ธาตุคาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 16.84 ในขณะที่พบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.65

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ โพแทสเซียมไอออน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 8.94 ซัลเฟตร้อยละ 5.59 คลอไรด์ไอออนร้อยละ 3.55 และโซเดียมไอออนร้อยละ 1.51 ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

3) ฝุ่นจากปล่องหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหินของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ กำมะถัน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 3.89 สังกะสีร้อยละ 3.52 เหล็กร้อยละ 2.67 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.40 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.00 ในขณะที่พบธาตุคาร์บอนในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00 ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.61

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 48.85 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ โซเดียมไอออน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 5.16 และโพแทสเซียมไอออน 1.97 ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

4) ฝุ่นจากปล่องโรงไฟฟ้าที่ใช้น้ำมันเตา

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ กำมะถัน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 6.59 เหล็กร้อยละ 5.77 นิกเกิลร้อยละ 3.02 ซีเรียมร้อยละ 1.57 และวานาเดียมร้อยละ 1.11 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 42.59 และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 10.41

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 22.92 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ โซเดียมไอออน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 2.10 ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

5) ฝุ่นจากการเผาไหม้ก๊าซธรรมชาติของโรงงานอุตสาหกรรมเม็ดพลาสติกและเคมีภัณฑ์

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ เหล็ก มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 2.35 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 21.12

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.80 คลอไรด์ไอออนร้อยละ 3.09 และโซเดียมไอออนร้อยละ 1.12 ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

6) ฝุ่นจากการหลอมเหล็กของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ สังกะสี มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 18.58 และเหล็กร้อยละ 15.98 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ คลอไรด์ มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.36 และโพแทสเซียมร้อยละ 1.03 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนที่พบคิดเป็นสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 1.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.01 และธาตุคาร์บอนร้อยละ 1.06

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ คลอไรด์ไอออน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 2.50 ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

7) ฝุ่นจากการขัดชิ้นงานของโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิก

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซิลิกอน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 9.33 อลูมิเนียมร้อยละ 5.81 โพแทสเซียมร้อยละ 2.60 และเหล็กร้อยละ 1.50 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนที่พบคิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 8.15 และธาตุคาร์บอนร้อยละ 3.20

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณที่มากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.32 คลอไรด์ไอออนและโซเดียมไอออนร้อยละ 0.11

8) ฝุ่นจากการขัดเฟอร์นิเจอร์ไม้โรงงานอุตสาหกรรมไม้

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ แบเรียม มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.95 ซีเรียมร้อยละ 4.29 และไอโอดีนร้อยละ 3.30 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ คลอไรด์ไอออน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 14.00 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ โซเดียมไอออน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 7.70 และโพแทสเซียมไอออนร้อยละ 3.30 ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

9) ฝุ่นจากเตาเผาขยะรวม

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ เหล็ก มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 2.89 คลอไรด์ร้อยละ 2.48 และซีเลียมร้อยละ 1.12 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 22.84 และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 22.17

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณที่มากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 5.49 คลอไรด์ไอออนร้อยละ 3.74 และโซเดียมไอออนร้อยละ 1.43 ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

ตารางที่ 4.8 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)								
	อุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง					อุตสาหกรรมเหล็ก	อุตสาหกรรมเซรามิก	อุตสาหกรรมไม้	เตาเผาขยะรวม
	ขี้เลื่อย	กะลาปาล์ม	ถ่านหิน	น้ำมันเตา	ก๊าซธรรมชาติ				
Mg	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.01	0.98	0.16	0.33	0.00	0.05	5.81	0.00	0.00
Si	0.03	5.82	0.20	0.41	0.30	0.29	9.33	0.00	0.01
P	0.35	2.44	0.33	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sc	0.18	0.10	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.04	0.11	0.17	0.04	0.01	0.18	0.00	0.08
V	0.00	0.03	0.03	1.11	0.07	0.05	0.00	0.66	0.00
Cr	0.06	0.40	0.72	0.51	0.95	0.19	0.14	0.00	0.92
Fe	0.20	2.53	2.67	5.77	2.35	15.98	1.50	0.33	2.89
S	1.91	1.05	3.89	6.59	0.04	0.10	0.00	0.00	0.09
Cl	0.53	3.13	0.01	0.00	0.05	1.36	0.02	0.20	2.48
K	16.67	15.09	1.40	0.35	0.00	1.03	2.60	0.17	0.09

ตารางที่ 4.8 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)								
	อุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง					อุตสาหกรรมเหล็ก	อุตสาหกรรมเซรามิก	อุตสาหกรรมไม้	เตาเผาขยะรวม
	ขี้เลื่อย	กะลาปาล์ม	ถ่านหิน	น้ำมันเตา	ก๊าซธรรมชาติ				
Ca	2.42	1.46	0.03	0.50	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00
Co	0.02	0.13	0.19	0.43	0.29	0.36	0.06	0.66	0.26
Ni	0.05	0.30	0.49	3.02	0.70	0.12	0.10	0.00	0.79
Cu	0.01	0.34	0.30	0.12	0.00	0.08	0.00	0.00	0.07
Zn	0.17	0.68	3.52	0.55	0.00	18.58	0.00	0.00	0.13
As	0.01	0.04	0.04	0.09	0.00	0.21	0.02	0.00	0.02
Se	0.00	0.01	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03	0.01
Br	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.02	0.12
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Te	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	0.19
I	0.02	0.10	0.06	0.58	0.29	0.16	0.03	3.30	0.19
Cs	0.01	0.03	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
Ba	0.03	0.00	0.43	0.28	0.00	0.03	0.00	4.95	0.05
Ce	0.02	0.18	0.30	1.57	0.26	0.08	0.00	4.29	1.12
Pt	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
Pb	0.05	0.03	0.00	0.22	0.11	0.70	0.02	0.00	0.09
OC	2.72	4.65	1.00	10.41	21.12	4.01	8.15	0.00	22.17
EC	4.20	16.84	0.61	42.59	0.00	1.06	3.20	0.00	22.84
SO_4^{2-}	12.33	5.59	48.85	22.92	4.80	0.82	0.32	0.00	5.49
NO_3^-	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cl^-	0.86	3.55	0.44	0.71	3.09	2.50	0.21	14.00	3.74
Na^+	1.73	1.51	5.16	2.10	1.12	0.33	0.11	7.70	1.43
K^+	12.52	8.94	1.97	0.88	0.59	0.58	0.08	3.30	0.37
NH_4^+	0.00	0.16	0.65	0.72	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2549ข

รายละเอียดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่มีแหล่งกำเนิดจากอุตสาหกรรมจะพบองค์ประกอบของสารคาร์บอน กลุ่มธาตุองค์ประกอบจะพบอลูมิเนียม ซิลิกอน ฟอสฟอรัส สแคนเดียม วานาเดียม เหล็ก กำมะถัน คลอไรด์ โพแทสเซียม แคลเซียม นิกเกิล สังกะสี ไอโอดีน แบเรียม และซีเรียม ส่วนกลุ่มของสารไอออนิกนั้นจะพบซัลเฟต คลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน และโพแทสเซียมไอออน จะเห็นได้ว่ายังคงพบสารคาร์บอน ซึ่งได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน จากอุตสาหกรรมทุกประเภทโดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง (QUARG, 1996) ยกเว้นอุตสาหกรรมไม้ ในขณะที่องค์ประกอบจำพวกธาตุและสารไอออนิกจะมีชนิดและสัดส่วนแตกต่างกันไปตามประเภทของอุตสาหกรรม โดยอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทชีวมวลเช่น ขี้เลื่อยและกะลาปาล์ม จะพบโพแทสเซียม ซิลิกอน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และสแคนเดียม ซึ่งธาตุองค์ประกอบเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในวัตถุดิบทางธรณีวิทยา เช่น ดินและหิน และบางชนิดก็เป็นธาตุอาหารของพืช (มูลนิธิโลกสีเขียว, 2537: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมเซรามิกที่ใช้ดินเป็นวัตถุดิบในการผลิตจะพบอลูมิเนียมและซิลิกอน ซึ่งมีอยู่ในดินเหนียวเช่นกัน (อายุวัฒน์ สว่างผล, 2543) ส่วนอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล เช่น ถ่านหินและน้ำมันเตา จะพบกำมะถัน วานาเดียม นิกเกิล และซัลเฟต โดยให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Olmez et al. (1988) และ Celis et al. (2004) ที่พบองค์ประกอบดังกล่าวในฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้น้ำมันและถ่านหิน อุตสาหกรรมเหล็กจะพบเหล็กและสังกะสี เช่นเดียวกับการศึกษาของปาจรีย์ ทองสนิท และวนิดา จีนศาสตร์ (2548) อุตสาหกรรมไม้จะพบแบเรียม ไอโอดีน ซีเรียม คลอไรด์ไอออน และโซเดียมไอออน โดยเฉพาะคลอไรด์ไอออน ที่พบในสัดส่วนที่สูงทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการใช้สารเคมี เช่น สารฟอกเนื้อไม้ หรือสารรักษาสภาพเนื้อไม้ โดยสารดังกล่าวจะมีองค์ประกอบของคลอไรด์และโซเดียม อาทิเช่น โซเดียมอาร์ซิเนต คลอรีนไดออกไซด์ เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530) ในขณะที่เตาเผาขยะรวมจะพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออนและคลอไรด์

4.2.1.3 แหล่งกำเนิดประเภทอื่นๆ

รวบรวมองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ซึ่งได้แก่ ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน ฝุ่นจากการเผาไหม้ชีวมวล และละอองไอทะเล รายละเอียดมีดังต่อไปนี้ (ตารางที่4.9)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1) ฝุ่นดิน

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซิลิกอน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.65 และซีเซียมร้อยละ 1.07 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 24.90 และธาตุคาร์บอนร้อยละ 14.54

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ทั้งนี้พบซัลเฟตเพียงชนิดเดียว ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 5.00

2) ฝุ่นถนน

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซิลิกอน มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.20 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนที่พบคิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 9.41 และธาตุคาร์บอนร้อยละ 5.57

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ทั้งนี้พบแอมโมเนียมเพียงชนิดเดียว ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.92

3) ฝุ่นจากการเผาไหม้ชีวมวล

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ โพแทสเซียม มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 1.49 ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณที่มากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 33.72 และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนร้อยละ 31.34

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ แอมโมเนียม มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 0.49 และซัลเฟตร้อยละ 0.07

4) ละอองไอทะเล

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ โซเดียมและคลอไรด์ ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 40.00 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ แมกนีเซียม มีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 4.80 กำมะถันร้อยละ 3.30 โพแทสเซียมและแคลเซียมร้อยละ 1.40

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 10.00 ทั้งนี้พบซัลเฟตเพียงชนิดเดียว

ตารางที่ 4.9 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทอื่นๆ

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)			
	ฝุ่นดิน	ฝุ่นถนน	การเผาไหม้ชีวมวล	ละอองไอทะเล
Na	0.00	0.00	0.10	40.00
Mg	0.00	0.18	0.04	4.80
Al	0.00	0.40	0.13	0.00
Si	1.65	1.20	0.00	0.00
Ti	0.51	0.11	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe	0.00	0.00	0.20	0.00
S	0.35	0.20	0.00	3.30
Cl	0.23	0.15	0.00	40.00
K	0.41	0.11	1.49	1.40
Ca	0.00	0.00	0.29	1.40
Cu	0.02	0.02	0.00	0.00
Zn	0.11	0.06	0.25	0.00
As	0.03	0.02	0.00	0.00
Se	0.01	0.01	0.00	0.00
Te	0.83	0.14	0.00	0.00
I	0.59	0.04	0.00	0.00
Cs	1.07	0.37	0.00	0.00
Ba	0.48	0.18	0.00	0.00

ตารางที่ 4.9 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดประเภทอื่นๆ (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)			
	ฝุ่นดิน	ฝุ่นถนน	การเผาไหม้ชีวมวล	ละอองไอทะเล
Ce	0.95	0.20	0.00	0.00
Pt	0.19	0.08	0.00	0.00
Pb	0.26	0.22	0.00	0.00
OC	24.90	9.41	31.34	0.00
EC	14.54	5.57	33.72	0.00
SO_4^{2-}	5.00	0.00	0.07	10.00
NH_4^+	0.00	1.92	0.49	0.00

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2549ข

รายละเอียดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าฝุ่นดินและฝุ่นถนนจะมีองค์ประกอบของสารคาร์บอน ซึ่งได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน กลุ่มธาตุองค์ประกอบจะพบซิลิกอนและซีเซียม ส่วนกลุ่มสารไอออนิกจะพบซัลเฟตและแอมโมเนียม โดยฝุ่นดินจะพบซีเซียมและซัลเฟตในสัดส่วนที่สูงกว่าฝุ่นถนน ในขณะที่ฝุ่นถนนจะพบเฉพาะแอมโมเนียม ซึ่งพบว่าบริเวณถนนสายหลักของจังหวัดสมุทรปราการจะมีการปลูกต้นไม้ที่เกาะกลางถนน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะพบองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูงเนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในปุ๋ย เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต หรือแอมโมเนียมไนเตรท เป็นต้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) เช่นเดียวกับการศึกษา Röösli et al. (2001) ที่พบองค์ประกอบดังกล่าวในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าทั้งฝุ่นดินและฝุ่นถนนจะมีสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนในสัดส่วนที่สูง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุสืบเนื่องมาจากการตกสะสมของฝุ่นละอองที่มาจากแหล่งกำเนิดในบริเวณใกล้เคียง เช่น ยานพาหนะ เป็นต้น เพราะนอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบของตะกั่ว ซีเรียม แบเรียม และแพลทินัม ซึ่งเป็นธาตุองค์ประกอบที่พบในฝุ่นละอองที่มาจากยานพาหนะ ส่วนฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้ชีวมวลนั้นจะพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนในสัดส่วนที่สูงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบโพแทสเซียมและแคลเซียม เช่นเดียวกับที่พบในฝุ่นละอองที่มาจากอุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทชีวมวล ทั้งนี้พบว่าองค์ประกอบดังกล่าวเป็นธาตุอาหารของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ในขณะที่ละอองไอทะเลจะพบองค์ประกอบของคลอไรด์ โซเดียม แมกนีเซียม และซัลเฟต เช่นเดียวกับการศึกษาของ Morales et al. (1990) และ Ho et al. (2003) ซึ่งพบว่าเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในน้ำทะเล (Seinfeld and Pandis, 1998)

จะเห็นได้ว่าแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทจะก่อให้เกิดฝุ่นละอองที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันไป ความแตกต่างขององค์ประกอบดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติเฉพาะของฝุ่นละอองตามแหล่งกำเนิดแต่ประเภท ซึ่งเป็นลักษณะของตัวบ่งชี้ (Marker element) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ที่สามารถบอกแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองได้ โดยมีขั้นตอนในการพิจารณาดังนี้

1) เป็นชนิดที่พบในสัดส่วนที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบชนิดอื่นๆ ในแหล่งกำเนิดประเภทเดียวกัน ทั้งนี้พิจารณาเฉพาะชนิดที่มีสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 1.00 เนื่องจากพบว่าสัดส่วนดังกล่าวมีการกระจายตัวขององค์ประกอบหลายชนิดในขณะที่พบว่าสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ขึ้นไปนั้นจะมีนิดขององค์ประกอบที่เหมือนกันเกือบทุกแหล่งกำเนิดทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หาตัวบ่งชี้ในสัดส่วนดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงพิจารณาสัดส่วนที่รองลงมา

2) เป็นชนิดที่พบเฉพาะแหล่งกำเนิดบางประเภทเท่านั้น กล่าวคือ ไม่ปรากฏทุกแหล่งกำเนิดแม้ว่าจะพบในสัดส่วนที่ต่ำก็ตาม

3) จัดกลุ่มแหล่งกำเนิดที่มีองค์ประกอบที่คล้ายกัน แม้ว่าองค์ประกอบบางชนิดจะมีสัดส่วนที่สูงในแหล่งกำเนิดบางประเภท ขณะเดียวกันก็อาจพบในแหล่งกำเนิดประเภทอื่นๆ ได้เช่นกัน แต่อาจพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า ทั้งนี้เพื่อให้ทราบว่าองค์ประกอบแต่ละชนิดมีแนวโน้มความเป็นไปได้ว่ามาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มใด

ผลการศึกษาในข้างต้น สามารถจัดกลุ่มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ได้ทั้งหมด 8 กลุ่ม ได้แก่ ยานพาหนะ เชื้อเพลิงอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตอุตสาหกรรม การเผาขยะรวม การเผาไหม้ชีวมวล ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน และละอองไอทะเล รายละเอียดในแต่ละกลุ่มแหล่งกำเนิดมีดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 4.10)

กลุ่มยานพาหนะประกอบไปด้วยองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน สังกะสี เทลลูเรียม ตะกั่ว ทองแดง ซีเรียม เหล็ก นิกเกิล ซัลเฟต โครเมียม โคบอลต์ แบเรียม กำมะถัน แอมโมเนียม วานาเดียม และสแคนเดียม

กลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมประกอบไปด้วยองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน ซัลเฟต โพแทสเซียม สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน โพแทสเซียมไอออน ซิลิกอน สังกะสี กำมะถัน เหล็ก คลอไรด์ไอออน คลอไรด์ นิกเกิล ฟอสฟอรัส โซเดียมไอออน แคลเซียม และวานาเดียม

กลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมประกอบไปด้วยองค์ประกอบของสังกะสี ซิลิกอน เหล็ก คลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน อลูมิเนียม แบเรียม ซีเรียม ไอโอดีน โพแทสเซียมไอออน ธาตุคาร์บอน โพแทสเซียม และคลอไรด์

กลุ่มการเผาขยะรวมประกอบไปด้วยองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ซัลเฟต คลอไรด์ไอออน เหล็ก คลอไรด์ โซเดียมไอออน และซีเรียม

กลุ่มการเผาไหม้ชีวมวลประกอบไปด้วยองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และโพแทสเซียม

ฝุ่นดินประกอบไปด้วยองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอน ซัลเฟต ซิลิกอน และซีเซียม

ฝุ่นถนนประกอบไปด้วยองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอน แอมโมเนียม และซิลิกอน

ละอองไอทะเลประกอบไปด้วยองค์ประกอบของโซเดียม คลอไรด์ ซัลเฟต แมกนีเซียม กำมะถัน โพแทสเซียม และแคลเซียม

ตารางที่ 4.10 ตัวบ่งชี้ของกลุ่มแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

แหล่งกำเนิด	ตัวบ่งชี้
1. ยานพาหนะ	EC, OC, Zn, Te, Pb, Cu, Ce, Fe, Ni, SO_4^{2-}, Cr, Co, Ba, S, NH_4^+, V
2. เชื้อเพลิงอุตสาหกรรม	EC, SO_4^{2-}, K, OC, K^+, Si, Zn, S, Fe, Cl^-, Cl, Ni, P, Na^+, Ca, V, Sc
3. กระบวนการผลิตอุตสาหกรรม	Zn, Si, Fe, Cl^-, Na^+, OC, Al, Ba, Ce, I, K^+, EC, K, Cl
4. การเผาขยะอุตสาหกรรม	EC, OC, SO_4^{2-}, Cl^-, Fe, Cl, Na^+, Ce
5. การเผาไหม้ชีวมวล	EC, OC, K
6. ฝุ่นดิน	OC, EC, Si, Cs, SO_4^{2-}
7. ฝุ่นถนน	OC, EC, NH_4^+, Si
8. ละอองไอทะเล	Na, Cl, SO_4^{2-}, Mg, S, K, Ca

หมายเหตุ ลำดับขององค์ประกอบทางเคมีจะเรียงลำดับจากสัดส่วนมากไปหาสัดส่วนน้อย

4.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีจำนวนองค์ประกอบทั้งหมด 37 ชนิด ได้แก่ ธาตุองค์ประกอบ 29 ชนิด สารไอออนิก 6 ชนิด และสารคาร์บอน 2 ชนิด โดยทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

4.2.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูแล้ง

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูแล้งจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง (ตารางที่ 4.11 และ 4.12) ซึ่งได้แก่ ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00-12.43 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ในแต่ละพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00-11.69 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 0.00-12.43 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 0.00-9.00 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.00-9.50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยรายละเอียดของแต่ละพื้นที่ศึกษามีดังต่อไปนี้

1) ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ เหล็ก มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.64 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำมะถัน 2.65 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สแคนเดียม 1.47 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียม 1.30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซิลิกอน 1.22 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คลอไรด์ 1.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสังกะสี 0.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีความเข้มข้นเท่ากับ 11.69 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน 9.95 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีความเข้มข้นเท่ากับ 7.49 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ไนเตรท มีความเข้มข้นเท่ากับ 3.89 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียมไอออน 1.47 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และแอมโมเนียม 1.00 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ กำมะถัน มีความเข้มข้นเท่ากับ 3.28 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เหล็ก 1.69 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซิลิกอน 2.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียม 1.30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และคลอไรด์ 0.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีความเข้มข้นเท่ากับ 12.43 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน 8.44 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีความเข้มข้นเท่ากับ 10.64 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ไนเตรท มีความเข้มข้นเท่ากับ 3.11 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คลอไรด์ไอออน 2.32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียมไอออน 1.27 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และแอมโมเนียม 1.18 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3) โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ กำมะถัน มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โซเดียม 1.20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สแคนเดียม 1.67 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เหล็ก 1.21 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซิลิกอน 1.20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียม 1.06 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คลอไรด์ 0.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และแคลเซียม 0.78 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีความเข้มข้นเท่ากับ 9.00 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน 7.23 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีความเข้มข้นเท่ากับ 7.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1 .00 ได้แก่ ไนเตรท มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.59 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

คลอไรด์ไอออน 1.98 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียมไอออน 1.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แอมโมเนียม 1.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโซเดียมไอออน 1.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4) โรงเรียนปากคลองมอญ

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ กำมะถัน มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.97 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซิลิกอน 1.06 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียม 0.84 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โซเดียม 0.68 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเหล็ก 0.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีความเข้มข้นเท่ากับ 7.47 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และธาตุคาร์บอน 6.88 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีความเข้มข้นเท่ากับ 9.50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ไนเตรท มีความเข้มข้นเท่ากับ 1.81 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แอมโมเนียม 1.49 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คลอไรด์ไอออน 1.45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียมไอออน 1.28 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโซเดียมไอออน 0.90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ความเข้มข้นเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูแล้ง

องค์ประกอบทางเคมี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	โรงเรียน วัดกิ่งแก้ว	โรงเรียน คลองเจริญราษฎร์	โรงเรียน ปากคลองมอญ
PM_{10}	59.13 ± 18.31	71.33 ± 27.55	56.85 ± 19.52	55.63 ± 22.88
Na	0.00	0.05 ± 0.23	1.20 ± 3.68	0.68 ± 1.88
Mg	0.06 ± 0.09	0.13 ± 0.14	0.09 ± 0.14	0.14 ± 1.34
Al	0.25 ± 0.19	0.70 ± 0.57	0.34 ± 0.34	0.28 ± 0.39
Si	1.22 ± 0.45	2.07 ± 1.33	1.20 ± 0.78	1.06 ± 1.02
P	0.23 ± 0.19	0.28 ± 0.24	0.23 ± 0.23	0.24 ± 0.22
Sc	1.47 ± 2.34	0.03 ± 0.06	1.67 ± 2.46	0.00
Ti	0.07 ± 0.08	0.12 ± 0.07	0.08 ± 0.09	0.06 ± 0.06
Cr	0.38 ± 0.90	0.44 ± 1.10	0.35 ± 1.07	0.08 ± 0.23
Fe	2.64 ± 2.99	1.69 ± 3.09	1.21 ± 2.89	0.63 ± 0.94
S	2.65 ± 1.39	3.28 ± 1.89	2.85 ± 1.74	2.97 ± 1.80
Cl	1.03 ± 0.47	0.75 ± 0.43	0.65 ± 0.34	0.27 ± 0.22
K	1.30 ± 0.41	1.30 ± 0.57	1.06 ± 0.52	0.84 ± 0.41
Ca	0.40 ± 0.69	0.47 ±0.80	0.78 ± 1.35	0.05 ± 0.22
Co	0.16 ± 0.23	0.13 ± 0.28	0.09 ± 0.25	0.06 ± 0.12
Ni	0.29 ± 0.59	0.31 ± 0.68	0.22 ± 0.66	0.10 ± 0.25
Cu	0.01 ± 0.04	0.01 ± 0.04	0.00	0.00
Zn	0.60 ± 0.48	0.11 ± 0.18	0.05 ± 0.11	0.01 ± 0.05
As	0.13 ± 0.08	0.08 ± 0.05	0.07 ± 0.05	0.05 ± 0.03
Se	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01
Br	0.02 ±0.01	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01
Sb	0.01 ± 0.04	0.01 ± 0.04	0.00	0.00
Te	0.05 ± 0.10	0.04 ± 0.14	0.03 ± 0.08	0.00

ตารางที่ 4.11 ความเข้มข้นเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี	ความเข้มข้นเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	โรงเรียน วัดกิ่งแก้ว	โรงเรียน คลองเจริญราษฎร์	โรงเรียน ปากคลองมอญ
I	0.07 ± 0.13	0.06 ± 0.15	0.12 ± 0.20	0.11 ± 0.18
Cs	0.01 ± 0.04	0.00	0.01 ± 0.04	0.00
Ba	0.06 ± 0.25	0.19 ± 0.57	0.23 ± 0.38	0.14 ± 0.37
Ce	0.46 ± 0.93	0.23 ± 0.14	0.52 ± 0.99	0.13 ± 0.35
Pt	0.06 ± 0.22	0.05 ± 0.10	0.02 ± 0.06	0.01 ± 0.04
Pb	0.05 ± 0.11	0.04 ± 3.63	0.08 ± 0.14	0.03 ± 0.08
OC	9.95 ± 3.92	8.44 ± 8.19	7.23 ± 2.74	7.47 ± 2.29
EC	11.69 ± 7.30	12.43 ± 7.39	9.00 ± 4.51	6.88 ± 3.79
SO_4^{2-}	7.48 ± 3.16	10.64 ± 2.47	7.58 ± 4.00	9.50 ± 5.51
NO_3^-	3.89 ± 4.42	3.11± 3.38	2.59 ± 1.23	1.81 ± 2.04
Cl^-	0.29 ± 0.46	2.32 ± 2.76	1.98 ± 3.59	1.45 ± 1.44
Na^+	0.00	0.73 ± 0.81	1.12 ± 3.42	0.90 ± 2.28
K^+	1.47 ± 0.68	1.27 ± 0.82	1.16 ± 0.68	1.28 ± 0.70
NH_4^+	1.00 ± 0.88	1.18 ± 3.60	1.13 ± 0.78	1.49 ± 1.02

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูแล้ง

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)			
	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	โรงเรียน วัดกิ่งแก้ว	โรงเรียน คลองเจริญราษฎร์	โรงเรียน ปากคลองมอญ
Na	0.00	0.09	3.21	1.87
Mg	0.13	0.23	0.19	0.28
Al	0.43	0.90	0.60	0.58
Si	2.17	2.90	2.14	2.13
P	0.39	0.34	0.38	0.41
Sc	2.48	0.03	2.76	0.00
Ti	0.14	0.20	0.18	0.14
Cr	0.77	0.99	0.66	0.17
Fe	5.22	3.68	2.27	1.50
S	4.68	4.54	5.01	5.45
Cl	2.04	1.27	1.36	0.60
K	2.24	1.90	1.85	1.66
Ca	0.65	0.47	1.24	0.12
Co	0.31	0.31	0.17	0.14
Ni	0.59	0.70	0.41	0.24
Cu	0.01	0.04	0.00	0.00
Zn	1.10	0.19	0.10	0.02
As	0.23	0.14	0.14	0.11
Se	0.02	0.01	0.02	0.02
Br	0.05	0.04	0.04	0.04
Sb	0.03	0.01	0.01	0.00
Te	0.08	0.09	0.06	0.00
I	0.20	0.17	0.22	0.24
Cs	0.01	0.00	0.01	0.00
Ba	0.11	0.26	0.46	0.31
Ce	0.83	0.48	1.08	0.32
Pt	0.09	0.08	0.04	0.01
Pb	0.08	0.08	0.14	0.08
OC	17.59	14.32	14.10	16.63
EC	18.78	19.17	18.41	14.63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)			
	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	โรงเรียน วัดกิ่งแก้ว	โรงเรียน คลองเจริญราษฎร์	โรงเรียน ปากคลองมอญ
SO_4^{2-}	13.97	15.17	13.60	17.87
NO_3^-	6.16	4.42	4.80	3.36
Cl^-	0.55	3.62	3.12	2.74
Na^+	0.00	1.14	1.66	1.39
K^+	2.62	1.93	2.05	2.46
NH_4^+	1.79	1.69	2.05	2.83

4.2.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูฝน

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงฤดูฝนจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง (ตารางที่ 4.13 และ 4.14) ซึ่งได้แก่ ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00-10.51 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ในแต่ละพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00-10.51 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 0.00-9.57 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 0.00-6.56 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.00-6.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยรายละเอียดของแต่ละพื้นที่ศึกษามีดังต่อไปนี้

1) ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ เหล็ก มีความเข้มข้นเท่ากับ 10.51 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ โครเมียม มีความเข้มข้นเท่ากับ 3.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำมะถัน 2.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คลอไรด์ 1.84 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นิกเกิล 2.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซิลิกอน 1.70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียม 1.11 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โคบอลต์ 0.70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อลูมิเนียม 0.56 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสังกะสี 0.46 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีความเข้มข้นเท่ากับ 9.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน 5.54 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีความเข้มข้นเท่ากับ 5.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ไนเตรท มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.22 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโพแทสเซียมไอออน 0.59 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่สารไอออนิกชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

2) โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซิลิกอน มีความเข้มข้นเท่ากับ 1.62 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คลอไรด์ 1.27 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำมะถัน 1.35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียม 0.87 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เหล็ก 0.78 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อลูมิเนียม 0.47 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนมีความเข้มข้นเท่ากับ 9.57 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และธาตุคาร์บอน 6.93 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ คลอไรด์ไอออน มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.67 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไนเตรท 2.30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โซเดียมไอออน 1.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโพแทสเซียมไอออน 0.44 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ได้แก่ เหล็ก มีความเข้มข้นเท่ากับ 3.40 รองลงมาจะพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ คลอไรด์ มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซิลิกอน 1.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โครเมียม 0.96 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นิกเกิล 0.91 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำมะถัน 1.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซีเรียม 0.61 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อลูมิเนียม 0.54

ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียม 0.50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโคบอลต์ 0.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ธาตุองค์ประกอบชนิดอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณที่มากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีความเข้มข้นเท่ากับ 6.56 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ ซัลเฟต มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.37 คลอไรด์ไอออน 2.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โซเดียมไอออน 0.83 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไนเตรท 0.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แอมโมเนียม 0.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโพแทสเซียมไอออน 0.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4) โรงเรียนปากคลองมอญ

กลุ่มธาตุองค์ประกอบที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ เหล็ก มีความเข้มข้นเท่ากับ 2.17 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซิลิกอน 1.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คลอไรด์ 1.00 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำมะถัน 0.81 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นิกเกิล 0.62 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โครเมียม 0.53 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียม 0.45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซีเรียม 0.44 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อลูมิเนียม 0.34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซีเซียม 0.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารคาร์บอนพบว่า เป็นกลุ่มที่มีปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบธาตุคาร์บอนมีความเข้มข้นเท่ากับ 6.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน 6.34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กลุ่มสารไอออนิกที่พบในปริมาณมากสุด คิดเป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ได้แก่ โซเดียมไอออน มีความเข้มข้นเท่ากับ 1.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คลอไรด์ไอออน 1.22 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซัลเฟต 0.64 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โพแทสเซียมไอออน 0.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไนเตรท 0.50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และแอมโมเนียม 0.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 4.13 ความเข้มข้นเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูฝน

องค์ประกอบทางเคมี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	โรงเรียน วัดกิ่งแก้ว	โรงเรียน คลองเจริญราษฎร์	โรงเรียน ปากคลองมอญ
PM_{10}	51.12 ± 17.37	42.33 ± 15.67	36.55 ± 16.27	27.52 ± 9.66
Na	0.00	0.00	0.00	0.46 ± 1.53
Mg	0.09 ± 0.11	0.11 ± 0.13	0.13 ± 0.12	0.14 ± 0.14
Al	0.56 ± 0.34	0.47 ± 0.22	0.54 ± 0.42	0.34 ± 0.24
Si	1.70 ± 0.76	1.62 ± 0.54	1.58 ± 1.02	1.04 ± 0.59
P	0.15 ± 0.10	0.05 ± 0.06	0.02 ± 0.03	0.00
Sc	0.01 ± 0.02	0.00	0.01 ± 0.04	0.00
Cr	3.58 ± 6.52	0.00	0.96 ± 1.49	0.53 ± 0.75
Fe	10.51 ± 16.56	0.78 ± 0.31	3.40 ± 3.83	2.17 ± 2.15
S	2.04 ± 054	1.35 ± 0.42	1.13 ± 0.44	0.81 ± 0.18
Cl	1.84 ± 1.08	1.27 ± 0.75	2.20 ± 1.32	1.00 ± 0.62
K	1.11 ± 0.43	0.87 ± 0.32	0.50 ± 0.26	0.45 ± 0.21
Ca	0.22 ± 0.43	0.10 ± 0.20	0.10 ± 0.32	0.00
Co	0.70 ± 1.12	0.01 ± 0.01	0.31 ± 0.33	0.19 ± 0.23
Ni	2.07 ± 3.28	0.01 ± 0.01	0.91 ± 0.94	0.62 ± 0.61
Cu	0.01 ± 0.04	0.03 ± 0.03	0.01 ± 0.05	0.02 ± 0.06
Zn	0.46 ± 0.44	0.26 ± 0.17	0.05 ± 0.09	0.07 ± 0.10
As	0.10 ± 0.07	0.01 ± 0.01	0.07 ± 0.02	0.08 ± 0.02
Se	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01
Br	0.02 ± 0.02	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01
Sb	0.01 ± 0.04	0.00	0.01 ± 0.05	0.01 ± 0.05
Te	0.01 ± 0.04	0.08 ± 0.10	0.03 ± 0.53	0.04 ± 0.10
I	0.07 ± 0.11	0.03 ± 0.09	0.11 ± 0.17	0.13 ± 0.23

ตารางที่ 4.13 ความเข้มข้นเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูฝน (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	โรงเรียน วัดกิ่งแก้ว	โรงเรียน คลองเจริญราษฎร์	โรงเรียน ปากคลองมอญ
Cs	0.16 ± 0.30	0.09 ± 0.17	0.30 ± 0.53	0.33 ± 0.42
Ba	0.13 ± 0.26	0.13 ± 0.24	0.08 ± 0.27	0.18 ± 0.39
Ce	0.46 ± 0.98	0.25 ± 0.41	0.61 ± 1.14	0.44 ± 0.74
Pt	0.00	0.11 ± 0.13	0.00	0.03 ± 0.09
Pb	0.03 ± 0.11	0.08 ± 0.09	0.01 ± 0.04	0.01 ± 0.04
OC	5.54 ± 1.70	6.93 ± 2.03	3.92 ± 1.40	6.34 ± 2.40
EC	9.13 ± 2.65	9.57 ± 3.24	6.56 ± 2.07	6.52 ± 2.35
SO_4^{2-}	5.05 ± 4.75	2.92 ± 3.36	2.37 ± 1.16	0.64 ± 0.17
NO_3^-	2.22 ± 6.83	2.30 ± 6.74	0.63 ± 0.55	0.50 ± 0.87
Cl^-	2.22 ± 6.84	2.67 ± 3.18	2.03 ± 1.57	1.22 ± 3.81
Na^+	0.00	1.08 ± 2.00	0.83 ± 1.14	1.58 ± 2.61
K^+	0.59 ± 0.17	0.44 ± 0.15	0.04 ± .0.13	0.58 ± 0.59
NH_4^+	0.03 ± 0.07	0.00	0.05 ± 0.08	0.08 ± 0.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูฝน

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)			
	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	โรงเรียน วัดกิ่งแก้ว	โรงเรียน คลองเจริญราษฎร์	โรงเรียน ปากคลองมอญ
Na	0.00	0.00	0.00	2.37
Mg	0.20	0.24	0.34	0.51
Al	1.08	1.05	1.35	1.21
Si	3.46	4.01	4.18	3.73
P	0.30	0.10	0.03	0.00
Sc	0.01	0.00	0.01	0.00
Cr	7.00	0.00	3.76	2.37
Fe	20.77	1.92	12.49	9.34
S	4.39	3.41	3.34	3.28
Cl	4.17	3.88	6.51	4.49
K	2.28	2.14	1.36	1.66
Ca	0.35	0.19	0.19	0.00
Co	1.36	0.02	1.11	0.84
Ni	4.11	0.03	3.40	2.76
Cu	0.01	0.09	0.04	0.05
Zn	1.04	0.63	0.15	0.22
As	0.20	0.04	0.23	0.32
Se	0.02	0.02	0.04	0.06
Br	0.05	0.04	0.07	0.07
Sb	0.02	0.00	0.04	0.07
Te	0.01	0.17	0.07	0.22
I	0.15	0.06	0.39	0.61
Cs	0.31	0.23	0.82	1.40
Ba	0.30	0.40	0.25	0.87
Ce	0.96	0.62	1.73	1.71
Pt	0.00	0.26	0.00	0.07
Pb	0.06	0.21	0.02	0.01
OC	13.67	19.28	13.72	27.85
EC	22.53	27.33	23.64	28.71
SO_4^{2-}	13.28	8.24	6.80	2.62

ตารางที่ 4.14 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูฝน (ต่อ)

องค์ประกอบทางเคมี	สัดส่วนโดยน้ำหนัก (%)			
	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	โรงเรียน วัดกิ่งแก้ว	โรงเรียน คลองเจริญราษฎร์	โรงเรียน ปากคลองมอญ
NO_3^-	7.60	5.97	1.71	1.72
Cl^-	0.58	8.57	6.87	6.56
Na^+	0.00	2.80	2.39	7.17
K^+	1.28	1.21	0.11	2.46
NH_4^+	0.06	0.00	0.11	0.34

รายละเอียดข้างต้นจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีของแต่ละพื้นที่ศึกษาที่พบในสัดส่วนที่สูงทั้งสองช่วงฤดูส่วนใหญ่จะเป็นองค์ประกอบชนิดเดียวกัน สำหรับธาตุองค์ประกอบที่พบในสัดส่วนที่สูงทั้งสองช่วงฤดูได้แก่ เหล็ก กำมะถัน โพแทสเซียม และซิลิกอน ซึ่งพบทุกพื้นที่ศึกษาเช่นเดียวกับคลอไรด์ ยกเว้นที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ สังกะสีพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง และซีเรียมพบที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ ในขณะที่ช่วงฤดูฝนจะพบที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ ส่วนธาตุองค์ประกอบที่พบในสัดส่วนที่สูงเฉพาะช่วงฤดูแล้งได้แก่ สแคนเดียมซึ่งพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง และโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ โซเดียมพบที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ และแคลเซียมพบที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ ส่วนธาตุองค์ประกอบที่พบในสัดส่วนที่สูงเฉพาะช่วงฤดูฝนได้แก่ โครเมียมและนิกเกิล ซึ่งพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ อลูมิเนียมพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว และโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ โคบอลต์พบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดงและโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และซีเซียมพบที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ

กลุ่มของสารคาร์บอนได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน พบว่าเป็นองค์ประกอบที่มีสัดส่วนสูงในทุกพื้นที่ศึกษาทั้งสองช่วงฤดู

กลุ่มของสารไอออนิกที่พบในสัดส่วนที่สูงทั้งสองช่วงฤดูได้แก่ ซัลเฟต ไนเตรท ซึ่งพบทุกพื้นที่ศึกษาเช่นเดียวกับโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนยกเว้นที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพ

และสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โพแทสเซียมไอออนยกเว้นที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ซึ่งพบในสัดส่วนที่สูงเฉพาะช่วงฤดู ส่วนสารไอออนิกที่พบในสัดส่วนที่สูงเฉพาะช่วงฤดูแล้งได้แก่ แอมโมเนียม ซึ่งพบในทุกพื้นที่ศึกษา

จะเห็นได้ว่าโดยส่วนใหญ่ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ ช่วงฤดูแล้งจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าช่วงฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของรพีพัฒน์ เกริกไกวัล (2543) และ Molrales et al. (1990) นอกจากนี้ยังให้ผลสอดคล้องกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูฝนเช่นกัน ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่ากระบวนการชะล้างของฝนนอกจากจะเป็นกระบวนการที่สามารถกำจัดฝุ่นละอองออกจากบรรยากาศได้แล้ว ขณะเดียวกันก็สามารถชะล้างองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในฝุ่นละอองได้ด้วย ดังนั้นจึงส่งผลให้ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบรรยากาศลดลงเช่นกัน (วิชัย เทียนน้อย, 2526; ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ, 2542)

4.3 แนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ

ทำการวิเคราะห์หาแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากองค์ประกอบทางเคมีแต่ละชนิดที่พบในบรรยากาศของแต่ละพื้นที่ศึกษา ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ซึ่งจะทำการวิเคราะห์หาแนวโน้มจากองค์ประกอบที่พบในสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 1.00 ขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับองค์ประกอบที่พบจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ โดยการวิเคราะห์หาแนวโน้มนั้นจะทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบแต่ละชนิดที่พบในบรรยากาศกับองค์ประกอบที่เป็นตัวบ่งชี้ของแหล่งกำเนิดแต่ละกลุ่มดังตารางที่ 4.10 และหากพบว่าเป็นชนิดเดียวกันกับที่พบในแหล่งกำเนิดกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แสดงว่าองค์ประกอบดังกล่าวน่าจะมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มนั้นๆ ทั้งนี้อาจมีความเป็นไปได้มากกว่า 1 กลุ่ม

ทั้งนี้ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแต่ละชนิดในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในสองช่วงฤดู สามารถสรุปแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ได้ดังต่อไปนี้

1) สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน ส่วนใหญ่จะพบในฝุ่นละอองที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มยานพาหนะ ซึ่งพบในยานพาหนะทุกประเภท กลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เตาเผาขยะรวม การเผาไหม้ชีวมวล ฝุ่นดิน และฝุ่นถนน ดังจะเห็นได้จากสัดส่วนของแหล่งกำเนิดในกลุ่มดังกล่าวจะมีสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนใน

สัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมเซรามิก ซึ่งก็พบองค์ประกอบด้วยเช่นกัน แต่จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า คืออยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.00-10.00

2) กำมะถัน มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม การเผาขยะรวม และการเผาไหม้ชีวมวล รวมทั้งฝุ่นดินและถนน เนื่องจากพบกำมะถันในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00

3) เหล็ก มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมเหล็ก เนื่องจากพบเหล็กในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากกลุ่มยานพาหนะ เชื้อเพลิงอุตสาหกรรม และการเผาขยะรวม แต่จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า คืออยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.00-10.00

4) ซิลิกอน มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทกะลาปาล์ม กลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเซรามิก รวมทั้งฝุ่นดิน และฝุ่นถนน เนื่องจากพบซิลิกอนในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00

5) โพแทสเซียม มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทขี้เลื่อยและกะลาปาล์ม เนื่องจากพบโพแทสเซียมในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมเซรามิก และการเผาไหม้ชีวมวล แต่จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า คืออยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.00-10.00

6) คลอไรด์ มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทกะลาปาล์ม กลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเหล็ก และการเผาขยะรวม เนื่องจากพบคลอไรด์ในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00

7) สแคนเดียม มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม เนื่องจากพบองค์ประกอบชนิดนี้เฉพาะแหล่งกำเนิดกลุ่มนี้เท่านั้น แม้ว่าจะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00 ก็ตาม

8) ซีเรียม มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มยานพาหนะ โดยเฉพาะรถจักรยานยนต์สองและสี่จังหวะ กลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา กลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้ รวมทั้งการเผาขยะรวม เนื่องจากพบซีเรียมในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00

9) แคลเซียม มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทขี้เลื่อยและกะลาปาล์ม รวมทั้งละอองไอทะเล เนื่องจากพบแคลเซียมในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00

10) โซเดียม มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากละอองไอทะเล เนื่องจากพบองค์ประกอบชนิดนี้เฉพาะแหล่งกำเนิดกลุ่มนี้เท่านั้น และพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00

11) โครเมียม โคบอลต์ และนิกเกิล มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มยานพาหนะ ซึ่งพบในยานพาหนะเกือบทุกประเภทยกเว้นรถยนต์เบนซินที่ติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่านิกเกิลน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมได้ด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบโครเมียม โคบอลต์ และนิกเกิลในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00

12) สังกะสี มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเหล็ก เนื่องจากพบสังกะสีในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากกลุ่มยานพาหนะ โดยเฉพาะรถจักรยานยนต์สี่จังหวะ แต่จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า คืออยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.00-10.00

13) อลูมิเนียม มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเซรามิก เนื่องจากพบอลูมิเนียมในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ในขณะที่แหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

14) ซัลเฟต มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมันเตา รวมทั้งขี้เลื่อย เนื่องจากพบซัลเฟตในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากกลุ่มยานพาหนะ ซึ่งพบเฉพาะรถยนต์เบนซินที่ติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ การเผาขยะรวม รวมทั้งฝุ่นดิน แต่จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า คืออยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.00-10.00

15) คลอไรด์ไอออน มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้ เนื่องจากพบคลอไรด์ไอออนในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม

โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทกะลาปาล์มและก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งการเผาขยะรวม แต่จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า คืออยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.00-10.00

16) ซีเซียม มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากฝุ่นดิน เนื่องจากพบซีเซียมในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ในขณะที่แหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00

17) โพแทสเซียมไอออน มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทขี้เลื่อย โดยพบโพแทสเซียมไอออนในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ในขณะที่อุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทกะลาปาล์ม จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่า คืออยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.00-10.00

18) โซเดียมไอออน มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม กลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้ และการเผาขยะรวม เนื่องจากพบโซเดียมไอออนในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00

19) แอมโมเนียม มีความเป็นไปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดน่าจะมาจากฝุ่นถนน รวมทั้งจากกลุ่มยานพาหนะ ซึ่งพบเฉพาะรถยนต์เบนซินที่ติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากพบแอมโมเนียมในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อย 1.00

20) ไนเตรท ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดพบว่าไม่สามารถระบุแนวโน้มของแหล่งกำเนิดได้เนื่องจากไม่พบไนเตรทในแหล่งกำเนิดทุกประเภท ทั้งนี้อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากการดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิด ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า จะเกิดการสูญเสียไนเตรทที่อุณหภูมิสูง (Babich et al., 2000) โดยพบว่าการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดนั้นจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่า 30.00 องศาเซลเซียส (กรมควบคุมมลพิษ, 2549ก) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่มีค่าสูงกว่าในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะพบองค์ประกอบของไนเตรทในบรรยากาศได้มากกว่า อย่างไรก็ตามยังพบว่าอนุภาคของไนเตรทในบรรยากาศสามารถเปลี่ยนรูปได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง อาทิเช่น ยานพาหนะประเภทต่างๆ รวมทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นต้น (QUARG, 1996; Cheng et al., 2000; Celis et al, 2004)

รายละเอียดของผลการศึกษาข้างต้นสามารถวิเคราะห์หาแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของแต่ละพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้

4.3.1 แนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศช่วงฤดูแล้ง

4.3.1.1 ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

รายละเอียดข้างต้นพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ (ตารางที่ 4.15) ได้แก่ ธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ซัลเฟต ไนเตรท เหล็ก กำมะถัน โพแทสเซียมไอออน สแคนเดียม โพแทสเซียม ซิลิกอน คลอไรด์ สังกะสี และแอมโมเนียม ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และซัลเฟต ในสัดส่วนที่สูงเช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ซึ่งพบองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง กล่าวคือ มีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 รวมทั้งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งพบองค์ประกอบของโพแทสเซียมและโพแทสเซียมไอออนในสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบของสแคนเดียมที่เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะของแหล่งกำเนิดกลุ่มนี้

อย่างไรก็ตามพบว่าองค์ประกอบบางชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้อาจมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเหล็ก เนื่องจากพบองค์ประกอบของเหล็กและสังกะสีในสัดส่วนที่สูง ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะมีสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงในอุตสาหกรรมเหล็ก คือมีค่าสูงกว่าร้อยละ 10.00 นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะ ซึ่งพบองค์ประกอบของเหล็ก กำมะถัน ซัลเฟต และแอมโมเนียมในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน ขณะเดียวกันก็ยังมีแนวโน้มมาจากการเผาไหม้ชีวมวล ฝุ่นดินและฝุ่นถนน เนื่องจากพบซิลิกอน โพแทสเซียม ซัลเฟต แอมโมเนียมในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน

แม้ว่าองค์ประกอบบางชนิด เช่น คลอไรด์ กำมะถัน โพแทสเซียม และซัลเฟต จะเป็นชนิดที่พบในละอองไอทะเลด้วยก็ตาม แต่เนื่องจากไม่พบองค์ประกอบของโซเดียมที่เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่พบเฉพาะแหล่งกำเนิดประเภทนี้เท่านั้นและพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 ดังนั้นการที่องค์ประกอบดังกล่าวจะมีแนวโน้มมาจากละอองไอทะเลจึงมีความเป็นไปได้น้อยกว่าที่จะมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่น

4.3.1.2 โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

รายละเอียดข้างต้นพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ (ตารางที่ 4.15) ได้แก่ ธาตุคาร์บอน ซัลเฟต สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน กำมะถัน ไนเตรท เหล็ก คลอไรด์ไอออน ซิลิกอน โพแทสเซียมไอออน โพแทสเซียม แอมโมเนียม คลอไรด์

และโซเดียมไอออน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และซัลเฟต ในสัดส่วนที่สูงเช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ซึ่งพบว่ามีองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง กล่าวคือ มีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 รวมทั้งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งพบว่ามีองค์ประกอบของโพแทสเซียมและโพแทสเซียมไอออน ในสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ

อย่างไรก็ตามพบว่าองค์ประกอบบางชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้อาจมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้ เนื่องจากพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออนและโซเดียมไอออน ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะมีสัดส่วนที่สูงในอุตสาหกรรมไม้ ขณะเดียวกันก็อาจมีแนวโน้มมาจากเตาเผาขยะรวม ซึ่งพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน และคลอไรด์ ในสัดส่วนที่สูงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะ โดยเฉพาะรถดีเซลเล็ก รถดีเซลใหญ่ และรถยนต์เบนซินติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งพบองค์ประกอบของเหล็ก กำมะถัน ซัลเฟต และแอมโมเนียม ในสัดส่วนที่สูงกว่ายานพาหนะประเภทอื่นๆ รวมทั้งจากฝุ่นดิน ฝุ่นถนน และการเผาไหม้ชีวมวล เนื่องจากพบซิลิกอน โพแทสเซียม ซัลเฟต และแอมโมเนียมในสัดส่วนที่สูงด้วยเช่นกัน

4.3.1.3 โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

รายละเอียดข้างต้นพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ (ตารางที่ 4.15) ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอน กำมะถัน โซเดียม สแคนเดียม เหล็ก ซิลิกอน โพแทสเซียม คลอไรด์ แคลเซียม ซีเรียม ซัลเฟต ไนเตรท คลอไรด์ไอออน โพแทสเซียมไอออน โซเดียมไอออน และแอมโมเนียม ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และซัลเฟต ในสัดส่วนที่สูงเช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ซึ่งพบองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง กล่าวคือ มีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 รวมทั้งเชื้อเพลิงประเภทชีวมวล ซึ่งพบองค์ประกอบของโพแทสเซียม แคลเซียม และโพแทสเซียมไอออน ในสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบของสแคนเดียมที่เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะของแหล่งกำเนิดกลุ่มนี้

อย่างไรก็ตามพบว่าองค์ประกอบบางชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้อาจมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่ม

กระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้ เนื่องจากพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออนโซเดียมไอออน และซีเรียม ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะมีสัดส่วนที่สูงในอุตสาหกรรมไม้ ขณะเดียวกันก็อาจมีแนวโน้มมาจากเตาเผาขยะรวม ซึ่งพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน และคลอไรด์ ในสัดส่วนที่สูงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะ โดยเฉพาะรถดีเซลเล็ก รถดีเซลใหญ่ รถยนต์เบนซินติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ รถจักรยานยนต์สองจังหวะและสี่จังหวะ ซึ่งพบว่ามีองค์ประกอบของเหล็ก กำมะถัน ซัลเฟต แอมโมเนียม และซีเรียม ในสัดส่วนที่สูงกว่ายานพาหนะประเภทอื่นๆ รวมทั้งจากฝุ่นดิน ฝุ่นถนน และการเผาไหม้ชีวมวล โดยพบซิลิกอน โพแทสเซียม ซัลเฟต และแอมโมเนียมในสัดส่วนที่สูง อีกทั้งยังคาดว่าน่าจะมาจากละอองไอทะเลได้ด้วยเช่นกัน เนื่องจากพบองค์ประกอบของโซเดียมที่เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะของแหล่งกำเนิดดังกล่าว และมีสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ กล่าวคือ มีค่าสูงกว่ากว่าร้อยละ 10.00

4.3.1.4 โรงเรียนปากคลองมอญ

รายละเอียดข้างต้นพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ (ตารางที่ 4.15) ได้แก่ ซัลเฟต สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอน กำมะถัน ไนเตรท แอมโมเนียม คลอไรด์ไอออน โพแทสเซียมไอออน ซิลิกอน โซเดียม โพแทสเซียม เหล็ก และโซเดียมไอออน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และซัลเฟต ในสัดส่วนที่สูงเช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ซึ่งพบองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง กล่าวคือ มีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 รวมทั้งเชื้อเพลิงประเภทชีวมวล ซึ่งพบว่ามีองค์ประกอบของโพแทสเซียมและโพแทสเซียมไอออน ในสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ

อย่างไรก็ตามพบว่าองค์ประกอบบางชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้อาจมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้ เนื่องจากพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออนและโซเดียมไอออน ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะมีสัดส่วนที่สูงในอุตสาหกรรมไม้ ขณะเดียวกันก็อาจมีแนวโน้มมาจากเตาเผาขยะรวม ซึ่งพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออน และโซเดียมไอออน ในสัดส่วนที่สูงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะ โดยเฉพาะรถดีเซลเล็ก รถดีเซลใหญ่ และรถยนต์เบนซินติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งพบองค์ประกอบของเหล็ก กำมะถัน ซัลเฟต และแอมโมเนียม ในสัดส่วนที่สูงกว่ายานพาหนะประเภทอื่นๆ รวมทั้งจากฝุ่นดิน ฝุ่นถนน และการเผาไหม้ชีวมวล โดยพบซิลิกอน โพแทสเซียม ซัลเฟต และ

แอมโมเนียม ในสัดส่วนที่สูง อีกทั้งยังคาดว่าน่าจะมาจากละอองไอทะเลได้ด้วยเช่นกัน เนื่องจากพบองค์ประกอบของโซเดียมที่เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะของแหล่งกำเนิดดังกล่าว และมีสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ กล่าวคือ มีค่าสูงกว่ากว่าร้อยละ 10.00

ตารางที่ 4.15 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่มีสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 1.00 ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ช่วงฤดูแล้ง

พื้นที่ศึกษา	สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมี (%)	
	1.00-10.00%	มากกว่า 10.00%
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	NO_3^-, Fe, S, K^+, Sc, K, Si, Cl, Zn, NH_4^+	EC, OC, SO_4^{2-}
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	S, NO_3^-, Fe, Cl^-, Si, K^+, K, NH_4^+, Cl, Na^+	EC, SO_4^{2-}, OC
โรงเรียนเคลองเจริญราษฎร์	S, NO_3^-, Na, Cl^-, Sc, Fe, Si, K^+, NH_4^+, K, Na^+, Cl, Ca, Ce	EC, OC, SO_4^{2-}
โรงเรียนปากคลองมอญ	S, NO_3^-, NH_4^+, Cl^-, K^+, Si, Na, K, Fe, Na^+	SO_4^{2-}, OC, EC

4.3.2 แนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศช่วงฤดูฝน

4.3.2.1 ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

รายละเอียดข้างต้นพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ (ตารางที่ 4.16) ได้แก่ ธาตุคาร์บอน เหล็ก สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ซัลเฟต ไนเตรท โครเมียม กำมะถัน คลอไรด์ นิกเกิล ซิลิกอน โพแทสเซียม โคบอลต์ โพแทสเซียมไอออน อลูมิเนียม และสังกะสี ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ซัลเฟต และนิกเกิล ในสัดส่วนที่สูงเช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ซึ่งพบองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง กล่าวคือ มีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 และ 1.00 รวมทั้งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งพบองค์ประกอบของโพแทสเซียมและโพแทสเซียมไอออน ในสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ

อย่างไรก็ตามพบว่าองค์ประกอบบางชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้อาจมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมเซรามิก เนื่องจากพบองค์ประกอบของเหล็กและสังกะสีในสัดส่วนที่สูง ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะมีสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงในอุตสาหกรรมเหล็ก คือมีค่าสูงกว่าร้อยละ 10.00 ในขณะที่อลูมิเนียมและซิลิกอนจะมี

สัดส่วนที่ค่อนข้างสูงในอุตสาหกรรมเซรามิก คือมีค่าสูงกว่าร้อยละ 1.00 นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะ โดยพบองค์ประกอบของโครเมียม โคบอลต์ และนิกเกิล ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นองค์ประกอบที่พบในยานพาหนะทุกประเภท ยกเว้นรถยนต์เบนซินติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ และมีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ขณะเดียวกันก็ยังมีแนวโน้มมาจากการเผาไหม้ชีวมวล และฝุ่นดิน เนื่องจากพบโพแทสเซียม ซิลิกอน และซัลเฟตในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน

4.3.2.2 โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

รายละเอียดข้างต้นพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ (ตารางที่ 4.16) ได้แก่ ธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน คลอไรด์ไอออน ซัลเฟต ไนเตรท ซิลิกอน คลอไรด์ กำมะถัน โซเดียมไอออน โพแทสเซียม เหล็ก โพแทสเซียมไอออน และอลูมิเนียม ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และซัลเฟต ในสัดส่วนที่สูงเช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ซึ่งพบองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง กล่าวคือ มีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 รวมทั้งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งพบว่ามีองค์ประกอบของโพแทสเซียมและโพแทสเซียมไอออน ในสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ

อย่างไรก็ตามพบว่าองค์ประกอบบางชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้อาจมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้และอุตสาหกรรมเซรามิก เนื่องจากพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออนและโซเดียมไอออนในสัดส่วนที่สูง ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะมีสัดส่วนที่สูงในอุตสาหกรรมไม้ ในขณะที่อลูมิเนียมและซิลิกอนจะมีสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงในอุตสาหกรรมเซรามิก คือมีค่าสูงกว่าร้อยละ 1.00 เช่นกัน นอกจากนี้ยังคาดว่าอาจมีแนวโน้มมาจากเตาเผาขยะรวม ซึ่งพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน และคลอไรด์ ในสัดส่วนที่สูงด้วยเช่นกัน ขณะเดียวกันก็ยังมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะโดยเฉพาะรถดีเซลเล็กและดีเซลใหญ่ ซึ่งพบองค์ประกอบของเหล็กและกำมะถัน ในสัดส่วนที่สูงกว่ายานพาหนะประเภทอื่นๆ รวมทั้งจากการเผาไหม้ชีวมวลและฝุ่นดิน เนื่องจากพบโพแทสเซียม ซิลิกอน และซัลเฟต ในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน

4.3.2.3 โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

รายละเอียดข้างต้นพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ (ตารางที่ 4.16) ได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอน เหล็ก คลอไรด์

ซิลิกอน โครเมียม นิกเกิล กำมะถัน ซีเรียม โพแทสเซียม อลูมิเนียม โคบอลต์ ซัลเฟต คลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน และไนเตรท ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ซัลเฟต ซีเรียม และนิกเกิลในสัดส่วนที่สูงเช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ซึ่งพบองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง กล่าวคือ มีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 และ 1.00 รวมทั้งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งพบว่ามีองค์ประกอบของโพแทสเซียม ในสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ

อย่างไรก็ตามพบว่าองค์ประกอบบางชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้อาจมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้และอุตสาหกรรมเซรามิก เนื่องจากพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออนโซเดียมไอออน และซีเรียมในสัดส่วนที่สูง ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะมีสัดส่วนที่สูงในอุตสาหกรรมไม้ ในขณะที่อลูมิเนียมและซิลิกอนจะมีสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงในอุตสาหกรรมเซรามิก คือมีค่าสูงกว่าร้อยละ 1.00 เช่นกัน นอกจากนี้ยังคาดว่าอาจมีแนวโน้มมาจากเตาเผาขยะรวม ซึ่งพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน คลอไรด์ และซีเรียม ในสัดส่วนที่สูงด้วยเช่นกัน ขณะเดียวกันก็ยังมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะ โดยพบองค์ประกอบของโครเมียม โคบอลต์ นิกเกิล และซีเรียม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นองค์ประกอบที่พบในยานพาหนะทุกประเภท ยกเว้นรถยนต์เบนซินติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ และมีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 รวมทั้งจากการเผาไหม้ชีวมวลและฝุ่นดิน โดยพบโพแทสเซียม ซิลิกอน และซัลเฟตในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน

4.3.2.4 โรงเรียนปากคลองมอญ

รายละเอียดข้างต้นพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ (ตารางที่ 4.16) ได้แก่ ธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน เหล็ก โซเดียมไอออน คลอไรด์ไอออน คลอไรด์ ซิลิกอน กำมะถัน นิกเกิล ซัลเฟต โพแทสเซียมไอออน โซเดียม โครเมียม ไนเตรท ซีเรียม โพแทสเซียม ซีเซียม และอลูมิเนียม ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเตา เนื่องจากพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษานี้มีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และซัลเฟตในสัดส่วนที่สูงเช่นเดียวกับแหล่งกำเนิดที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันเตา ซึ่งพบองค์ประกอบดังกล่าวในสัดส่วนที่สูง กล่าวคือ มีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 รวมทั้งเชื้อเพลิงชีวมวล ซึ่งพบองค์ประกอบของโพแทสเซียมและโพแทสเซียมไอออน ในสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ

อย่างไรก็ตามพบว่าองค์ประกอบบางชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้อาจมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นได้เช่นกัน ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมไม้และอุตสาหกรรมเซรามิก เนื่องจากพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออนโซเดียมไอออน และซีเรียมในสัดส่วนที่สูง ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะมีสัดส่วนที่สูงในอุตสาหกรรมไม้ ในขณะที่อลูมิเนียมและซิลิกอน จะมีสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงในอุตสาหกรรมเซรามิก คือมีค่าสูงกว่าร้อยละ 1.00 เช่นกัน นอกจากนี้ยังคาดว่าอาจมีแนวโน้มมาจากเตาเผาขยะรวม ซึ่งพบองค์ประกอบของคลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน คลอไรด์ และซีเรียม ในสัดส่วนที่สูงด้วยเช่นกัน ขณะเดียวกันก็ยังมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะโดยพบองค์ประกอบของโครเมียม นิกเกิล และซีเรียม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นองค์ประกอบที่พบในยานพาหนะทุกประเภท ยกเว้นรถยนต์เบนซินติดตั้งคาทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ และมีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 รวมทั้งจากฝุ่นดิน โดยพบว่าที่บริเวณพื้นที่ศึกษานี้นอกจากจะพบองค์ประกอบของซิลิกอนและซัลเฟตในสัดส่วนที่สูงแล้วยังพบองค์ประกอบของซีเซียมด้วย ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่พบในสัดส่วนที่สูงเฉพาะแหล่งกำเนิดนี้เท่านั้น กล่าวคือ มีค่าสูงกว่าร้อยละ 1.00 และจากการเผาไหม้ชีวมวล โดยพบโพแทสเซียม ในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน อีกทั้งยังคาดว่าน่าจะมาจากละอองไอทะเลได้ด้วยเช่นกัน เนื่องจากพบองค์ประกอบของโซเดียมที่เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะของแหล่งกำเนิดดังกล่าว และมีสัดส่วนที่สูงกว่าแหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ กล่าวคือ มีค่าสูงกว่ากว่าร้อยละ 10.00

ตารางที่ 4.16 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่มีสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 1.00 ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ช่วงฤดูฝน

พื้นที่ศึกษา	สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมี (%)	
	1.00-10.00%	สูงกว่า 10.00%
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	NO_3^-, Cr, S, Cl, Ni, Si, K, Co, K^+, Al, Zn	EC, Fe, OC, SO_4^{2-}
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^-, Si, Cl, S, Na^+, K, Fe, K^+, Al	EC, OC
โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์	Cl^-, SO_4^{2-}, Cl, Si, Cr, Ni, S, Na^+, Ce, K, NO_3^-, Al, Co	EC, OC, Fe
โรงเรียนปากคลองมอญ	Fe, Na^+, Cl^-, Cl, Si, S, Ni, SO_4^{2-}, K^+, Cr, Na^+, NO_3^-, Ce, K, Cs, Al	EC, OC

จะเห็นได้ว่าแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ทั้งสองช่วงฤดูส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ได้แก่ เชื้อเพลิงชีวมวล เช่น ขี้เลื่อยและกะลาปาล์ม เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหินและน้ำมันเตา รวมทั้งเชื้อเพลิงประเภทก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่า

น่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม โดยในช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มมาจากอุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมไม้ เนื่องจากพบองค์ประกอบของเหล็กและสังกะสีในสัดส่วนที่สูง ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะพบในอุตสาหกรรมเหล็กและมีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 โดยพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง สำหรับคลอไรด์ไอออนและโซเดียมไอออนจะเป็นองค์ประกอบที่พบในอุตสาหกรรมไม้ ซึ่งพบในสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10.00 และ 1.00 ตามลำดับ โดยพบที่บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้ว โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ ส่วนช่วงฤดูฝนคาดว่าจะมีแนวโน้มมาจากอุตสาหกรรมเซรามิก เนื่องจากพบอลูเนียมซึ่งเป็นองค์ประกอบที่พบในอุตสาหกรรมเซรามิกและมีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ในขณะที่แหล่งกำเนิดกลุ่มอื่นๆ จะพบในสัดส่วนที่ต่ำกว่าร้อยละ 1.00 ทั้งนี้พบองค์ประกอบดังกล่าวในทุกพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตามอาจมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะ การเผาขยะรวม การเผาไหม้ชีวมวล ฝุ่นดิน และฝุ่นถนนได้ด้วยเช่นกัน รวมทั้งจากละอองไอทะเล โดยในช่วงฤดูแล้งจะพบที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์และโรงเรียนปากคลองมอญ ส่วนช่วงฤดูฝนจะพบเฉพาะที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ แม้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดหลักทั้งสองช่วงฤดูจะยังคงเป็นกลุ่มของเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม แต่สำหรับแหล่งกำเนิดรองอาจมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปบ้าง โดยในทั้งสองช่วงฤดูมีความเป็นไปได้ว่าแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองน่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม แต่ในช่วงฤดูฝนนั้นก็มีความเป็นไปได้ว่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มยานพาหนะและฝุ่นดินที่เพิ่มสูงขึ้น ดังจะเห็นได้จากองค์ประกอบบางชนิดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นกว่าในช่วงฤดูแล้ง เช่น โครเมียม โคบอลต์ ซีเรียม และนิกเกิล ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวจะพบในกลุ่มของยานพาหนะเกือบทุกประเภท รวมทั้งพบซิลิกอนและซีเซียม ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่พบในฝุ่นดิน โดยจะมีสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 1.00 ส่วนแหล่งกำเนิดหลักของทั้งสองช่วงฤดูนั้นแม้ว่าจะยังคงมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมก็ตาม แต่ในช่วงฤดูฝนจะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากพบองค์ประกอบของสแคนเดียมที่เป็นตัวบ่งชี้เฉพาะของแหล่งกำเนิดกลุ่มนี้จะมีความเข้มข้นลดลงในช่วงฤดูฝน ดังเช่นที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการพระประแดง และโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ ขณะที่บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วและโรงเรียนปากคลองมอญนั้นจะพบในความเข้มข้นที่ต่ำทั้งสองช่วงฤดู ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียง เช่น กลุ่มยานพาหนะ ซึ่งจากสภาพแวดล้อมโดยรอบของแต่ละพื้นที่ศึกษาจะพบว่ามีการสัญจรของยานพาหนะผ่านไปมาตลอดเวลา รวมทั้งฝุ่นดินที่พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในบางพื้นที่ เช่น บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์และโรงเรียนปากคลองมอญ โดยพบว่าในช่วงฤดูฝนสภาพแวดล้อมโดยรอบจะมีกองทรายตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้เนื่องมาจากมีกิจกรรมการก่อสร้างภายในบริเวณดังกล่าว

อย่างไรก็ตามแม้ว่าความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนของแต่ละพื้นที่ศึกษาจะมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูแล้งซึ่งพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.53-5.49 เมตรต่อวินาที ในขณะที่ฤดูแล้งจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 1.34-4.34 เมตรต่อวินาที (ตารางที่ 4.17) แต่มีความเป็นได้ว่าระหว่างที่ฝนตกนั้นฝุ่นละอองที่ถูกพัดพามาในระยะทางไกลๆ อาจเกิดการตกสะสมโดยกระบวนการชะล้างของฝน ดังจะเห็นได้จากความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงฤดูแล้ง

ตารางที่ 4.17 ความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ศึกษาของช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

พื้นที่ศึกษา	ความเร็วลมเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที)	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพฯ พระประแดง	1.34	1.53
โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว	4.34	4.93
โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์	1.37	1.90
โรงเรียนปากคลองมอญ	2.68	5.49
ค่าเฉลี่ย	2.43	3.46

ผลการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสานอันประกอบไปด้วยโรงงานอุตสาหกรรม การจราจร การก่อสร้าง เป็นต้น จะส่งผลให้บริเวณพื้นที่ศึกษานั้นมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองค่อนข้างสูงทั้งสองช่วงฤดู ดังจะเห็นได้จากบริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ในขณะที่พื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเกษตรกรรมจะมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่ต่ำกว่า ดังเช่นบริเวณโรงเรียนปากคลองมอญเนื่องจากมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองค่อนข้างน้อย

ในส่วนของผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่าแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ของจังหวัดสมุทรปราการมีแนวโน้มส่วนใหญ่มาจากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม ทั้งนี้พบว่าเป็นจังหวัดที่มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมค่อนข้างหนาแน่น ซึ่งมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 6,683 แห่ง โดยพื้นที่ศึกษาดังกล่าวจะมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นยกเว้นบริเวณโรงเรียนปากคลองมอญที่พบว่าอยู่ห่างออกไป ซึ่งพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอพระประแดง บางพลี

และกิ่งอำเภอบางเสาธง ซึ่งพบว่ามีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมร้อยละ 20.57, 22.58 และ 10.77 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.18 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละอำเภอของจังหวัดสมุทรปราการ

อำเภอ	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
เมือง	2,332	34.90
บางพลี	1,509	22.58
พระประแดง	1,375	20.57
กิ่งอำเภอบางเสาธง	720	10.77
พระสมุทรเจดีย์	541	8.10
บางบ่อ	206	3.08
รวม	6,683	100.00

ที่มา: ดัดแปลงข้อมูลจาก กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549

อย่างไรก็ตามพบว่าแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรมสามารถแบ่งตามลักษณะของการเกิดฝุ่นละอองได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต อาทิเช่น ฝุ่นละอองที่เกิดจากการเลื่อยและใสไม้ของอุตสาหกรรมไม้ เป็นต้น โดยพบว่าอุตสาหกรรมดังกล่าวจัดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญใน 12 ประเภทอุตสาหกรรมของจังหวัดสมุทรปราการ อันประกอบไปด้วย โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมผลิตผลเกษตรกรรม อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมไม้ อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ อุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกและเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมกระเบื้องเคลือบ อุตสาหกรรมแก้ว อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อโลหะ และเตาเผาขยะรวม โดยอุตสาหกรรมที่มีปริมาณมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมไม้ และอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ตามลำดับ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 จำนวนอุตสาหกรรม 12 ประเภท ที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในจังหวัดสมุทรปราการ

ลำดับ	ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวน (แห่ง)
1	โรงไฟฟ้า (น้ำมันเตา)	3
2	อุตสาหกรรมผลิตผลเกษตรกรรม (ขี้เลื่อย)	122
3	อุตสาหกรรมอาหาร (กะลาปาล์ม)	167
4	อุตสาหกรรมสิ่งทอ (ถ่านหิน)	717
5	อุตสาหกรรมไม้	333
6	อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ (ขี้เลื่อย)	72
7	อุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกและเคมีภัณฑ์ (ก๊าซธรรมชาติ)	136
8	อุตสาหกรรมกระเบื้องเคลือบ	16
9	อุตสาหกรรมแก้ว	26
10	อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า	176
11	อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อโลหะ (ก๊าซธรรมชาติ)	59
12	เตาเผาขยะรวม	1
	รวม	1,828

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2549ก

จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ทั้งสองช่วงฤดูนั้นจะมีแนวโน้มที่คล้ายกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะส่วนใหญ่ช่วงที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างจะอยู่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพบว่าทิศทางลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้ ส่งผลให้ทิศทางของลมทั้งสองช่วงฤดูไม่แตกต่างกันมากนัก แม้ว่าในบางช่วงจะดำเนินการเก็บตัวอย่างเพิ่มในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ก็เป็นช่วงระยะเวลาเพียงสั้นๆ อีกทั้งสภาพแวดล้อมโดยรอบของพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่จะแวดล้อมไปด้วยโรงงานอุตสาหกรรม และแม้ว่าบางพื้นที่ศึกษา เช่น บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญจะอยู่ห่างออกไปจากบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่น แต่ก็ยังคงได้รับผลกระทบเนื่องจากทิศทางลมที่พัดพาฝุ่นละอองมาดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้นว่าทิศทางลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้ ซึ่งพบว่าทิศทางดังกล่าวจะเป็นตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งขนาดของ

ฝุ่นละอองที่ทำการศึกษาเป็นฝุ่นขนาดเล็กสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน ดังนั้นจึงสามารถแพร่กระจายได้ไกลกว่าฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า เช่น ฝุ่นละอองรวม (Total suspended particulate; TSP) (สุธีลา ตุลยะเสถียร และคณะ, 2544)

ทั้งนี้จากรายละเอียดของผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการส่วนใหญ่มีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบอยู่กับที่ ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ (2549ก) พบว่าแหล่งกำเนิดมลพิษแบบอยู่กับที่ ซึ่งได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ จะเป็นแหล่งกำเนิดที่มีการปลดปล่อยฝุ่นละอองมากที่สุดในจังหวัดสมุทรปราการ โดยมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 83.38 รองลงมาเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ซึ่งได้แก่ยานพาหนะประเภทต่างๆ และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ซึ่งได้แก่ การเผาไหม้ชีวมวล โดยพบว่ามีปริมาณเท่ากับร้อยละ 16.54 และ 0.09 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ปริมาณการปลดปล่อยฝุ่นละอองของแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทในจังหวัดสมุทรปราการ

แหล่งกำเนิด	ปริมาณฝุ่นละออง (%)
แหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่	83.38
แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่	16.54
แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่	0.09
รวม	100.00

ที่มี: กรมควบคุมมลพิษ, 2549ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

การศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ซึ่งได้แก่ ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ ทั้งนี้สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

5.1.1.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศช่วงฤดูแล้ง

ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง มีค่าเท่ากับ 39.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว 71.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ 56.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโรงเรียนปากคลองมอญ 55.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยพบว่าที่บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 130.39 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

5.1.1.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศช่วงฤดูฝน

ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง มีค่าเท่ากับ 51.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว 42.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ 36.55 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และโรงเรียนปากคลองมอญ 27.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะมีค่าลดต่ำลงในช่วงฤดูฝน ซึ่งจะลดต่ำลงประมาณร้อยละ 14-51 ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากกระบวนการชะล้างของฝน ดังจะเห็นได้จากจำนวนวันที่ฝนตก โดยพบว่าในช่วงฤดูฝนจะมีวันที่ฝนตกมากกว่าฤดูแล้งประมาณ 2 เท่า ดังนั้นจึงส่งผลให้ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนมีค่าลดต่ำลงกว่าช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการหลักที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช่วยเพิ่มการตกสะสมของฝุ่นละออง กล่าวคือสามารถช่วยลดระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง ในบรรยากาศได้

5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

5.1.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิด

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิด 19 ประเภท ซึ่งได้แก่ ยานพาหนะ 6 ประเภท อุตสาหกรรม 9 ประเภท ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน การเผาไหม้ชีวมวล และละอองไอทะเล พบว่าแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทจะมีชนิดของ องค์ประกอบและสัดส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) กลุ่มยานพาหนะ

กลุ่มยานพาหนะประกอบไปด้วยองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน สังกะสี เทลลูเรียม ตะกั่ว ทองแดง ซีเรียม เหล็ก นิกเกิล ซัลเฟต โครเมียม โคบอลต์ แบเรียม กำมะถัน แอมโมเนียม และวานาเดียม

2) กลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม

เชื้อเพลิงอุตสาหกรรมประกอบไปด้วยองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน ซัลเฟต โพแทสเซียม สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน โพแทสเซียมไอออน ซิลิกอน สังกะสี กำมะถัน เหล็ก คลอไรด์ไอออน คลอไรด์ นิกเกิล ฟอสฟอรัส โซเดียมไอออน แคลเซียม วานาเดียม และ สแคนเดียม

3) กลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม

กระบวนการผลิตอุตสาหกรรมประกอบไปด้วยองค์ประกอบของ สังกะสี ซิลิกอน เหล็ก คลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน อลูมิเนียม แบเรียม ซีเรียม ไอโอดีน โพแทสเซียมไอออน ธาตุคาร์บอน โพแทสเซียม และคลอไรด์

4) ฝุ่นจากการเผาขยะรวม

การเผาขยะรวมประกอบไปด้วยองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ซัลเฟต คลอไรด์ไอออน เหล็ก คลอไรด์ โซเดียมไอออน และซีเรียม

5) ฝุ่นจากการเผาไหม้ชีวมวล

การเผาไหม้ชีวมวลประกอบไปด้วยองค์ประกอบของธาตุคาร์บอน สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และโพแทสเซียม

6) ฝุ่นดิน

ฝุ่นดินประกอบไปด้วยองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอน ซัลเฟต ซิลิกอน และซีเซียม

7) ฝุ่นถนน

ฝุ่นถนนประกอบไปด้วยองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอน ธาตุคาร์บอน แอมโมเนียม และซิลิกอน

8) ละอองไอทะเล

ละอองไอทะเลประกอบไปด้วยองค์ประกอบของโซเดียม คลอไรด์ ซัลเฟต แมกนีเซียม กำมะถัน โพแทสเซียม และแคลเซียม

5.1.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ

1) องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศช่วงฤดูแล้ง

ผลการศึกษาจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง พบว่าในกลุ่มของธาตุองค์ประกอบนั้นจะพบเหล็ก กำมะถัน โพแทสเซียม และซิลิกอน ซึ่งพบในทุกพื้นที่ศึกษาเช่นเดียวกับคลอไรด์ ยกเว้นที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ สังกะสีพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง แคลเซียมและซีเรียมพบที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ ส่วนโซเดียมพบที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์และโรงเรียนปากคลองมอญ ในขณะที่สแคนเดียมจะพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง และโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์เท่านั้น

กลุ่มของสารคาร์บอนซึ่งได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน พบว่าเป็นกลุ่มขององค์ประกอบที่มีสัดส่วนสูงในทุกพื้นที่ศึกษา โดยมีค่าสูงกว่าร้อยละ 10.00

กลุ่มของสารไอออนิกจะพบซัลเฟต ไนเตรท และโพแทสเซียมไอออน ซึ่งพบในทุกพื้นที่ศึกษา เช่นเดียวกับคลอไรด์ไอออน โซเดียมไอออน และแอมโมเนียมยกเว้นที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

2) องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศช่วงฤดูฝน

ผลการศึกษาจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง พบว่าในกลุ่มของธาตุองค์ประกอบนั้นจะพบเหล็ก กำมะถัน ซิลิกอน โพแทสเซียม และคลอไรด์ ซึ่งพบในทุกพื้นที่ศึกษาเช่นเดียวกับอลูมิเนียมยกเว้นที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ และนิกเกิลยกเว้นบริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้ว ส่วนโครเมียมพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง โรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ และโรงเรียนปากคลองมอญ โคบอลต์พบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง และโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ ซีเรียมพบที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์และโรงเรียนปากคลองมอญ ส่วนโซเดียมและซีเซียมพบที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ ในขณะที่สังกะสีจะพบที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง เท่านั้น

กลุ่มของสารคาร์บอนซึ่งได้แก่ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอน พบว่าเป็นกลุ่มขององค์ประกอบที่มีสัดส่วนสูงในทุกพื้นที่ศึกษา โดยมีค่าสูงกว่าร้อยละ 10.00

กลุ่มของสารไอออนิกจะพบซัลเฟตและไนเตรท ซึ่งพบในทุกพื้นที่ศึกษา เช่นเดียวกับโพแทสเซียมไอออนยกเว้นที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ โซเดียมไอออนยกเว้นที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์และโรงเรียนปากคลองมอญ และคลอไรด์ไอออนยกเว้นที่บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

5.1.3 แนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ

5.1.3.1 แนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศช่วงฤดูแล้ง

จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง พบว่ามีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเหล็กและอุตสาหกรรมไม้ กลุ่มยานพาหนะ กลุ่มการเผาขยะรวม กลุ่มการเผาไหม้ชีวมวล

ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน รวมทั้งจากละอองไอทะเลซึ่งพบที่บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์และโรงเรียนปากคลองมอญ

5.1.3.2 แนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศช่วงฤดูฝน

จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง พบว่ามีความเป็นไปได้ว่าฝุ่นละอองน่าจะมีแนวโน้มมาจากกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมไม้ รวมทั้งอุตสาหกรรมเซรามิกที่พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงนี้ กลุ่มยานพาหนะ กลุ่มการเผาขยะรวม กลุ่มการเผาไหม้ชีวมวล และฝุ่นดิน รวมทั้งจากละอองไอทะเลซึ่งพบที่บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญเท่านั้น

ผลการศึกษาของพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ในจังหวัดสมุทรปราการทั้งสองช่วงฤดู พบว่าแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ส่วนใหญ่น่าจะมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม โดยเฉพาะกลุ่มเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมซึ่งได้แก่ ขี้เลื่อย กะลาปาล์ม ถ่านหิน น้ำมันเตา และก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากกลุ่มกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมซึ่งได้แก่ อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมไม้ และอุตสาหกรรมเซรามิก อีกทั้งยังมีแนวโน้มมาได้จากกลุ่มยานพาหนะ เนื่องจากพบว่าสภาพแวดล้อมโดยรอบในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะมียานพาหนะสัญจรผ่านไปมา อาทิเช่น รถจักรยานยนต์ รถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากกลุ่มการเผาขยะรวม ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน และกลุ่มการเผาไหม้ชีวมวล รวมทั้งจากละอองไอทะเล ซึ่งอาจได้รับผลกระทบในบางพื้นที่ศึกษา เช่นบริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์และโรงเรียนปากคลองมอญ

ผลจากการศึกษาอาจสรุปได้ว่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศบริเวณจังหวัดสมุทรปราการส่วนใหญ่จะได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ซึ่งได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ รองลงมาเป็นแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ซึ่งได้แก่ยานพาหนะประเภทต่างๆ และแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ซึ่งได้แก่ การเผาไหม้ชีวมวล ฝุ่นดิน และฝุ่นถนน เป็นต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาในฝุ่นละอองขนาดต่างๆ ด้วย เช่น ฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มของแหล่งกำเนิดในฝุ่นละอองขนาดต่างๆ ว่ามีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดประเภทเดียวกันหรือไม่

5.2.2 ควรมีการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการศึกษาเพื่อหาแนวโน้มของแหล่งกำเนิดด้วยซึ่งได้แก่ แบบจำลองแหล่งรับ (Receptor model) โดยมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท อาทิเช่น แบบจำลองดุลยภาพเคมี (Chemical mass balance; CMB) ทั้งนี้เนื่องมาจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้จะสามารถบอกได้เพียงแนวโน้มของแหล่งกำเนิดในเบื้องต้นเท่านั้น ซึ่งอาจเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาที่มีประเภทของแหล่งกำเนิดน้อย เช่น มีโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เป็นต้น แต่ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการจะพบว่ามีแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองอยู่ด้วยกันหลายประเภทซึ่งประกอบไปด้วยโรงงานอุตสาหกรรม ยานพาหนะ การก่อสร้าง การเผาไหม้ชีวมวล เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถบอกแนวโน้มของแหล่งกำเนิดได้ชัดเจน ซึ่งผลจากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ทราบทั้งประเภทและปริมาณแนวโน้มของแหล่งกำเนิดในบริเวณพื้นที่ศึกษานั้นๆ

5.2.3 ควรมีข้อมูลของแหล่งกำเนิดให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้ยังขาดข้อมูลของแหล่งกำเนิดประเภทการก่อสร้าง ทั้งนี้เพื่อให้ทราบว่าฝุ่นละอองในแต่ละบริเวณพื้นที่ศึกษานั้นมีแนวโน้มได้รับผลกระทบจากการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวด้วยหรือไม่ เนื่องจากพบว่าสภาพแวดล้อมโดยรอบของพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่งจะมีการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. สถานการณ์และการจัดการมลพิษทางอากาศและเสียง. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดสมุทรปราการ [ซีดีรอม]. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2549ก. โครงการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจังหวัดสมุทรปราการ. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2549ข. การศึกษาสัดส่วน องค์ประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2549ค. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กฎ ประกาศ และระเบียบที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมมลพิษ. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายตรวจและบังคับการ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2549. ข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ [ซีดีรอม]. กรุงเทพมหานคร: กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

กรมอนามัย. 2535. คู่มือเจ้าหน้าที่สาธารณสุข เล่ม 4 การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและเสียง. กรุงเทพมหานคร: กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

กรมอนามัย. 2540. ปัญหามลพิษทางอากาศผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและแนวทางการแก้ไข. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2548. ข้อมูลการตรวจวัดสภาพอุตุนิยมวิทยาจังหวัดสมุทรปราการ [ซีดีรอม]. กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลิดา บุญขำ. 2542. หนังสือ 73 จังหวัด. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มพัฒนาระบบสารสนเทศ ศูนย์สารสนเทศ การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.

นพภาพร พานิช และแสงสันติ์ พานิช. 2544. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลฉวี ใยบัวเลิศ นวลฉวี กาญจนกูล และวินัย สมบูรณ์. 2521. ตะกั่วในดินกรุงเทพมหานคร. รายงานการสัมมนาทางวิชาการปัญหามลภาวะของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิตยา มหาผล. 2533. เอกสารการสอนชุดวิชากฎหมายสิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 8 สาขาวิชานิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

บัญญัติ ปริชญานนท์. 2532. โรคปอดเนื่องจากอาชีพในโรคระบบทางเดินหายใจ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แอคตร้าอินเตอร์เนชั่นแนล.

ปาจรีย์ ทองสนิท และวนิดา จีนศาสตร์. 2548. รายงานการวิจัยเรื่ององค์ประกอบทางเคมีและสัดส่วนของแหล่งกำเนิดฝุ่น PM_{10} ในเขตเมืองพิษณุโลก. กรุงเทพมหานคร: ทบวงมหาวิทยาลัยและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

พงษ์เศวต สุวรรณธานี. 2545. การจำแนกสัดส่วนแหล่งกำเนิดของอนุภาคมลสารทั้งหมดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิทยา ว่องกุล. 2537. สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

พูลพร แสงบางปลา. 2537. ไอเสียจากเครื่องยนต์และการควบคุม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภิญโญ มานะเสถียร. 2545. ฟลักซ์การตกสะสมของโลหะในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มูลนิธิโลกสีเขียว. 2537. แร่ธาตุและพลังงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

รพีพัฒน์ เกริกไกวัล. 2543. องค์ประกอบธาตุในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัฐ เรืองโชติวิทย์. 2542. เอกสารเผยแพร่ เรื่อง การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศ. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มงานถ่ายทอดเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล และธีระ เกรอต. 2543. มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย เทียนน้อย. 2526. ภูมิอากาศวิทยาประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, ชิคาโอะ คานาโอกะ และจุฑามาศ เกตุทัต. 2542. มลภาวะทางอากาศ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวรรณ แก้วงาม. 2543. สัณฐานและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมพงษ์ มะนะสุทธิ์. 2535. อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2530. สารหนู. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน.

สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. 2540. รายงานการจัดการมลพิษ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติ กรณีศึกษาที่ 7 ปัญหาเรื่องฝุ่นในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมาธิการสิ่งแวดล้อมวุฒิสภา สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา กระทรวงมหาดไทย.

สุธีลา ตุลยะเสถียร, โกศล วงศ์สวรรค์ และสถิต วงศ์สวรรค์. 2544. มลพิษสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์รวมสาส์น.

อรุบล โชติพงศ์. 2541. รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อระบบการหายใจ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543. วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ภาษาอังกฤษ

Arya, S. P. 1999. Air pollution meteorology and dispersion. New York: Oxford University Press.

Babich, P., Davey, M., Allen, G., and Koutrakis, P. 2000. Method comparisons for particulate nitrate, elemental carbon, and $PM_{2.5}$ mass in seven U.S. cities. Air and Waste Management Association 50: 1095-1105.

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

Calloway, C. P., Li, S., Buchanan, J. W., and Steven, R. K. 1989. A refinement of the potassium tracer method for residential wood smoke. Atmospheric Environment 23: 67-69.

Carvacho, M. F., Trzepla-Nabaglo, K., Ashbaugh, L. L., Flocchini, R. G., Melin, P., and Celis, J. 2004. Elemental composition of springtime aerosol in Chillán, Chile. Atmospheric Environment 38: 5349-5352.

Celis, J. E., Molrales, J. R., Zaror, C. A., and Inzanza, J. C. 2004. A study of the particulate matter PM_{10} composition in the atmosphere of Chillán, Chile. Chemosphere 54: 541-550.

Chan, L. Y., and Kwok, W. S. 2001. Roadside suspended particulates at heavily traffic urban site of HongKong seasonal variation and dependence on meteorological condition. Atmospheric Environment 35: 3177-3182.

Chan, Y. C., Simpson, R. W., Mctainsh, G. H., and Vowles, P. D. 1997. Characterization of chemical species in $PM_{2.5}$ and PM_{10} aerosols in Brisbane, Australia. Atmospheric Environment 31: 3773-3785.

Choularton, T. W., Fullerton, G., and Gry, M. J. 1982. Some observations of the influence of meteorological variables of the size distribution of natural aerosol particles. Atmospheric Environment 16: 315-323.

Chow, C. J., and Watson, G. J. 1992. Fugitive emission add to air pollution. Environmental Protection 3: 26-30.

Chow, J., Watson, J., Edgerton, S., and Vega, E. 2002. Chemical composition of $PM_{2.5}$ and PM_{10} in Maxico City during winter 1997. The Science of the Total Environment 287: 177-201.

Harrison, R. M., and Jonea, M. 1995. The chemical composition of airborne particles in the UK atmosphere. The Science of the Total Environment 168: 195-214.

Harrison, R. M., Jones, A. M., and Lawrence, R. G. 2004. Major component composition of PM_{10} and $PM_{2.5}$ from roadside and urban background sites. Atmospheric Environment 38: 4531-4538.

Hildemann, L. M., Markowski, G. R., Jones, M. C., and Cass, G. R. 1991. Submicrometer aerosol mass distributions of emissions from boilers, fireplace, automobiles, diesel, truck and meat-cooking operations. Aerosol Science Technology 14: 138-152.

Ho, K. F., Lee, S. C., Chan, C. K., Yu, J. C., Chow, J. C., and Yao, X. H. 2003. Characterization of chemical species in $PM_{2.5}$ and PM_{10} aerosols in Hong Kong. Atmospheric Environment 37: 31-39.

Huang, X., Olmez, I., Aras, N. K., and Gordon, G. E. 1994. Emissions of trace elements from motor vehicles: Potential marker elements and source profile. Atmospheric Environment 28: 1385-1391.

Law, S. L., and Gardon, G. E. 1979. Source of metal in municipal incinerator emission. Environmental Technology 13: 432-438.

Levine, J. S. 1999. Gaseous and particulate emission released to the atmosphere from vegetation fires. Paper presented in the conference for health guidelines for vegetation fire evens. Peru: World Health Organization.

Manahan, S. E. 1993. Fundamentals of Environmental Chemistry. United State: Lewis.

Morales, J. A., Hermoso, M., Serrano, J., and Sanhueza, E. 1990. Trace element in the Venezuelan savannah atmosphere during dry and wet period, without vegetation burning. Atmospheric Environment 24: 407-414.

Nriagu, J. O., and Pacyna, J. M. 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soil by trace metals. Nature 333: 134-139.

Olmez, I., Sheffield, A. E., Gordon, G. E., Houck, J. E., Pritxhett, L. C., Cooper, J. A., Dzubay, T. G., and Bennett, R. L. 1988. Composition of particles from selected source in receptor modeling application. Air Pollution Control Association 38: 1392-1402.

Pavageau, M., Pecheyran, C., Krupp, E. M., Morin, A., and Donard, O. F. X. 2002. Volatile metal species in coal combustion flue gas. Environmental Science and Technology 32: 843-854.

Plain, E., and Carmichael, V. 1998. Inhalable particulate characterization during a late winter period in Quesnel. British Columbia Ministry of Environment, Land and Parks. Victoria.

Potter, C., Genovese, V.B., Klooster, S., Bobo, M., and Torregrosa, A. 2001. Biomass burning losses of carbon estimated from ecosystem modeling and satellite data analysis for the Brazilian Amazon region. Atmospheric Environment 35: 1773-1781.

Qin, Y., and Oduyemi, K. 2003. Chemical composition of atmospheric aerosol in Dundee, UK. Atmospheric Environment 37: 93-104.

QUARG. 1996. Airborne particulate matter in the United Kingdom. The third report from the quality of urban air review group. Department of the Environment. London, United Kingdom.

Querol, X., Alastuey, A., Rodrigues, S., Plana, F., Mantilla, E., and Ruiz, C. 2001. Monitoring of PM_{10} and $PM_{2.5}$ around primary particulate anthropogenic emission source. Atmospheric Environment 35: 845-858.

Radian International, LLC. 1998. Particulate matter abatement strategy for the Bangkok metropolitan area. Final report. Volume I-Report. Prepared for Pollution Control Department Ministry of Science Technology and Environment. Bangkok, Thailand.

Röösli, M., Theis, G., Künzli, N., Staehelin, J., Mathys, P., Oglesby, L., Camenzind, M., and Braun-Fahrländer, Ch. 2001. Temporal and spatial variation of the chemical composition of PM_{10} at urban and rural sites in the Basel area, Switzerland. Atmospheric Environment 35: 3701-3713.

Rose, N. L., Juggins, S., and Watt, J. 1999. The characterization of carbonaceous fly-ash particles from major European fossil-fuel types and application to environmental samples. Atmospheric Environment 33: 2699-2713.

Schroeder, W., H., Dobson, M., Kame, D., M., and Johnson, N., D. 1987. Toxic trace elements associated with airbone particulate matter. JAPCA. 19: 1267-1285.

Seinfeld, J. H., and Pandis, S. N. 1998. Atmospheric chemistry and physics. New York: Wiley Press.

Stern, A. C. 1986. Air pollution. 3rd ed. Volume 2. New York, United States.

Steven, H. K. 1985. Sampling and analysis methods for use in source apportionment studies to determine impact of wood burning on fine particle mass. Environmental International 11: 271-283.

United States Environmental Protection Agency. 1990. Air pollution prevention and control [Online]. Available from: http://www.epa.gov/air/air/title1.html[2006, Aug 21].

United States Environmental Protection Agency. 1994. Guidelines for PM_{10} sampling and analysis applicable to receptor modeling. Triangle Park, North Carolina.

United States Environmental Protection Agency. 1996a. Air quality criteria for particulate matter. volume 1. Triangle Park, Washington DC.

United States Environmental Protection Agency. 1996b. Air quality criteria for particulate matter. volume 3. Triangle Park, Washington DC.

United States Environmental Protection Agency. 2003. Air quality criteria of particulate matter, Chapter 7: Toxicology of particulate matter in humans and labolatory animals. Triangle Park, North Carolina.

Wallace, L., and Slonecker, T. 1997. Ambient air concentrations of fine ($PM_{2.5}$) manganese in U.S. nation parks and in California and Canadian cities: The possible impact of adding MMT to unlead gasoline. Air and Waste Management Association 47: 642-652.

Wangkiat, A. 2002. Source receptor modeling of particulate matter in Mae Moh area. Doctor of philosophy 's dissertation The joint graduate school of energy and environment King Mongkut 's University of Technology Thonburi.

Watson, J. G., Chow, J. C., and Houck, J. E. 2001. $PM_{2.5}$ chemical source profiles for vehicle exhaust, vegetative burning, geological material, and coal burning in Northwestern Cololado during 1995. Chemosphere 43: 1141-1151.

Watson, J. G., Chow, J. C., Lowenthal, L. C., Pritchett, C. A., Frazier, C. A., Neuroth, G. R., and Robbins, R. 1994. Differences in the carbon composition of source profile for diesel and gasoline-powered vehicles. Atmospheric Environment 28: 2493-2505.

World Health Organization. 1979. Environmental health criteria 8: sulfur oxides and suspended particulate matter. The United Nations Environment Program and the World Health Organization. Geneva, Switzerland.

Wu, Y., Hao, J., Fu, L., Hu, J., Wang, Z., and Tang, U. 2003. Chemical characteristics of Airbone particulate matter near major roads and at background locations in Macao, China. The Science of the Total Environment 317: 159-172.

Yamasoe, M. A., Artaxo, P., Miguel, A. H., and Allen, A. G. 2000. Chemical composition of aerosol particles from direct emissions of vegetation fires in the Amazon Basin: water-soluble species and trace elements. Atmospheric Environment 34: 1641-1653.

Yin, J., Allen, A. G., Harrison, R. M., Jennings, S. G., Wright, E., Fitzpatrick, M., Healy, T., Barry, E., Ceburnis, D., and Mccusker, D. 2005. Major component composition of urban PM_{10} and $PM_{2.5}$ in Ireland. Atmospheric Environmental 78: 149-165.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	กระดาษกรองเทฟลอน	กระดาษกรองควอตซ์
29/3/2548	69.34	26.02
30/3/2548	61.37	47.25
1/4/2548	55.55	64.77
3/4/2548	99.63	99.09
7/4/2548	95.49	92.72
15/4/2548	23.83	33.88
19/4/2548	72.45	67.44
20/4/2548	91.86	59.12
21/4/2548	65.12	57.22
19/5/2548	66.92	73.59
20/5/2548	52.57	51.42
21/5/2548	48.36	52.34
22/5/2548	20.90	26.18
23/5/2548	35.70	38.52
24/5/2548	48.36	41.32
25/5/2548	46.97	40.58
26/5/2548	32.60	23.49
27/5/2548	45.49	38.27
28/5/2548	57.85	57.93
29/5/2548	52.48	41.15
30/5/2548	77.34	87.78
31/5/2548	69.17	77.46
6/11/2548	50.23	74.63
7/11/2548	52.49	80.12
9/11/2548	56.66	94.59
12/11/2548	59.92	58.05
13/11/2548	60.25	64.47
14/11/2548	69.37	84.92
15/11/2548	75.30	95.71
16/11/2548	53.47	70.03
19/11/2548	65.94	78.76
ค่าเฉลี่ย	59.13	61.25

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	กระดาษกรองเทฟลอน	กระดาษกรองควอตซ์
29/3/2548	66.70	27.61
1/42548	81.40	85.79
3/4/2548	78.65	55.35
5/4/2548	92.42	101.47
8/4/2548	81.76	64.42
10/4/2548	65.68	80.61
15/4/2548	56.20	62.97
16/4/2548	28.94	26.68
17/4/2548	54.11	54.99
19/4/2548	93.12	89.56
20/4/2548	78.56	63.78
21/4/2548	72.27	32.72
25/4/2548	71.29	51.22
26/4/2548	73.14	38.89
28/4/2548	59.37	43.18
9/5/2548	38.90	26.88
10/5/2548	76.17	69.41
12/5/2548	16.60	15.95
17/5/2548	25.70	36.07
29/5/2548	27.57	35.45
12/11/2548	60.72	61.74
13/11/2548	60.56	60.66
14/11/2548	76.40	77.45
15/11/2548	70.81	84.45
16/11/2548	56.58	67.73
19/11/2548	75.03	62.07
20/11/2548	58.26	55.84
21/11/2548	106.45	98.46
22/11/2548	129.68	121.83
23/11/2548	130.39	142.01
24/11/2548	110.69	116.25
25/11/2548	108.38	105.64
ค่าเฉลี่ย	71.33	66.16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-3 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ ช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	กระดาษกรองเทฟลอน	กระดาษกรองควอตซ์
30/3/2548	25.35	21.97
2/4/2548	50.15	63.29
4/4/2548	94.26	90.67
6/4/2548	74.16	85.60
7/4/2548	74.31	71.87
8/4/2548	90.47	72.78
9/4/2548	46.20	23.65
10/4/2548	70.58	64.90
11/4/2548	46.24	39.82
14/4/2548	62.90	42.70
16/4/2548	42.50	35.65
19/4/2548	58.92	64.59
20/4/2548	58.35	42.34
21/4/2548	43.73	39.26
22/4/2548	28.13	29.89
28/4/2549	39.13	24.14
15/5/2548	57.80	56.04
19/5/2548	29.15	36.53
29/5/2548	48.67	46.07
30/5/2548	40.46	44.78
31/5/2548	31.82	40.08
6/11/2548	53.37	42.09
7/11/2548	45.09	53.99
9/11/2548	96.44	82.39
12/11/2548	41.02	58.11
13/11/2548	57.66	48.31
14/11/2548	80.20	84.86
15/11/2548	72.48	88.27
16/11/2548	72.82	79.40
20/11/2548	50.70	53.08
21/11/2548	79.32	74.16
ค่าเฉลี่ย	56.85	54.88

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ ช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	กระดาษกรองเทฟลอน	กระดาษกรองควอตซ์
4/4/2548	80.35	92.32
6/4/2548	71.01	58.14
7/4/2548	99.77	76.67
8/4/2548	80.03	58.57
9/4/2548	40.21	16.15
10/4/2548	39.06	26.62
11/4/2548	29.72	33.21
14/4/2548	29.04	18.42
15/4/2548	73.77	55.25
17/4/2548	40.54	27.15
19/4/2548	65.90	48.16
20/4/2548	48.86	28.45
21/4/2548	46.68	54.68
23/4/2548	39.96	32.93
26/4/2549	44.36	31.11
11/5/2548	66.94	77.01
30/5/2548	27.34	51.44
31/5/2548	36.76	46.88
6/11/2548	34.42	49.47
7/11/2548	30.99	35.13
9/11/2548	76.17	83.08
12/11/2548	37.76	44.16
13/11/2548	74.15	55.07
14/11/2548	52.47	59.50
15/11/2548	42.90	65.07
16/11/2548	50.65	60.38
19/11/2548	62.77	53.01
20/11/2548	38.86	36.40
21/11/2548	112.55	81.35
22/11/2548	94.92	100.02
ค่าเฉลี่ย	55.63	51.86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-5 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	กระดาษกรองเทฟลอน	กระดาษกรองควอตซ์
5/6/2548	81.42	95.63
6/6/2548	40.23	57.70
7/6/2548	27.95	19.92
9/6/2548	13.85	10.15
26/6/2548	43.66	38.04
27/6/2548	44.40	42.96
28/6/2548	66.78	52.90
29/6/2548	27.75	24.59
4/7/2548	29.94	25.46
3/8/2548	75.60	73.39
4/8/2548	55.27	53.90
5/8/2548	58.52	61.68
6/8/2548	64.48	85.58
7/8/2548	64.12	60.26
9/8/2548	84.33	93.02
11/8/2548	54.90	54.60
13/8/2548	30.33	22.12
18/8/2548	58.77	46.35
22/8/2548	44.11	44.03
23/8/2548	57.37	55.61
24/8/2548	48.35	36.31
25/8/2548	50.15	40.32
27/8/2548	43.30	38.28
28/8/2548	39.49	38.60
29/8/2548	74.17	70.57
30/8/2548	60.85	58.60
31/8/2548	58.04	41.51
3/9/2548	68.39	63.43
4/9/2548	22.27	17.14
5/9/2548	46.46	39.51
6/9/2548	49.59	38.78
ค่าเฉลี่ย	51.12	48.42

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-6 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	กระดาษกรองเทฟลอน	กระดาษกรองควอตซ์
26/6/2548	19.73	19.71
27/6/2548	27.67	32.25
28/6/2548	32.28	34.55
29/6/2548	19.45	15.20
30/6/2548	22.14	26.35
3/8/2548	31.46	37.89
4/8/2548	37.79	44.29
5/8/2548	39.23	47.31
7/8/2548	45.54	57.93
9/8/2548	75.06	79.13
10/8/2548	41.70	55.77
11/8/2548	16.96	14.53
12/8/2548	7.04	7.53
13/8/2548	28.15	25.81
15/8/2548	46.66	35.84
16/8/2548	60.54	53.92
17/8/2548	55.43	44.57
18/8/2548	52.38	54.19
19/8/2548	55.43	43.65
21/8/2548	59.92	54.35
22/8/2548	52.52	49.23
23/8/2548	41.95	39.61
24/8/2548	57.66	47.77
25/8/2548	45.78	42.22
27/8/2548	52.52	42.89
28/8/2548	33.63	44.74
29/8/2548	64.45	63.59
30/8/2548	47.45	41.05
31/8/2548	50.67	39.66
4/9/2548	31.19	28.06
5/9/2548	55.51	35.87
6/9/2548	46.65	41.80
ค่าเฉลี่ย	42.33	40.66

ตารางที่ ก-7 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ ช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	กระดาษกรองเทฟลอน	กระดาษกรองควอตซ์
5/6/2548	53.06	43.62
6/6/2548	22.05	21.67
7/6/2548	26.85	31.74
9/6/2548	19.68	25.10
10/6/2548	36.09	36.72
11/6/2548	31.00	30.30
13/6/2548	31.31	23.06
14/6/2548	49.80	39.90
15/6/2548	31.77	26.74
26/6/2548	27.39	21.09
27/6/2548	39.15	36.65
28/6/2548	51.58	58.21
29/6/2548	27.29	34.79
30/6/2548	13.70	11.79
3/8/2548	38.88	46.39
4/8/2548	22.20	21.73
5/8/2548	59.29	66.86
6/8/2548	46.05	54.33
7/8/2548	40.57	51.28
9/8/2548	75.42	95.28
10/8/2548	57.37	57.32
11/8/2548	21.89	22.55
12/8/2548	25.15	16.59
13/8/2548	21.28	20.71
15/8/2548	42.52	35.20
16/8/2548	48.24	44.77
18/8/2548	62.32	57.47
19/8/2548	64.44	57.87
28/8/2548	9.67	8.29
29/8/2548	27.38	31.63
31/8/2548	19.66	13.57
7/9/2548	26.57	66.89
ค่าเฉลี่ย	36.55	37.82

ตารางที่ ก-8 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ ช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	กระดาษกรองเทฟลอน	กระดาษกรองควอตซ์
5/6/2548	42.93	52.47
6/6/2548	22.01	18.57
7/6/2548	13.17	9.96
9/6/2548	15.90	12.13
10/6/2548	28.17	28.11
11/6/2548	10.16	13.36
13/6/2548	26.77	30.91
14/6/2548	28.05	31.98
15/6/2548	15.29	10.15
4/7/2548	27.30	23.82
3/8/2548	24.19	17.05
4/8/2548	28.12	21.66
5/8/2548	44.16	45.56
6/8/2548	36.88	50.68
10/8/2548	28.85	31.14
11/8/2548	21.69	22.12
12/8/2548	14.14	11.82
13/8/2548	12.92	15.67
15/8/2548	30.63	26.51
16/8/2548	44.09	35.93
17/8/2548	27.62	33.21
18/8/2548	31.16	34.20
19/8/2548	34.06	33.67
21/8/2548	36.73	28.98
22/8/2548	27.89	36.76
23/8/2548	42.89	49.98
24/8/2548	37.34	35.53
25/8/2548	24.69	19.49
3/9/2548	21.19	22.06
4/9/2548	15.18	16.54
5/9/2548	34.49	30.46
6/9/2548	31.87	25.84
ค่าเฉลี่ย	27.52	27.38

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Na	Mg	Al	Si	P	Sc	Ti	V	Cr	Fe	S	Cl
29/3/2548	0.00	0.00	0.41	0.83	0.41	0.00	0.02	0.00	0.21	2.48	4.14	1.86
30/3/2548	0.00	0.00	0.41	0.81	0.41	0.00	0.20	0.00	0.00	1.62	4.26	1.62
1/4/2548	0.00	0.00	0.20	0.80	0.20	0.00	0.20	0.00	1.80	7.20	3.20	1.80
3/4/2548	0.00	0.20	0.40	1.60	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	3.60	0.80
7/4/2548	0.00	0.00	0.60	1.20	0.80	0.00	0.20	0.00	1.00	5.80	7.20	1.00
15/4/2548	0.00	0.00	0.20	0.40	0.40	0.00	0.10	0.00	0.00	0.40	3.59	1.20
19/4/2548	0.00	0.20	0.41	1.21	0.20	0.00	0.06	0.00	0.00	2.43	3.04	0.61
20/4/2548	0.00	0.00	0.40	1.59	0.60	0.00	0.02	0.00	0.00	3.17	5.55	0.60
21/4/2548	0.00	0.00	0.60	1.60	0.60	0.00	0.20	0.00	0.00	3.20	4.80	1.60
19/5/2548	0.00	0.00	0.20	1.20	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	1.40	2.80	0.60
20/5/2548	0.00	0.00	0.21	1.71	0.21	0.00	0.00	0.00	4.50	13.50	2.36	0.64
21/5/2548	0.00	0.20	0.20	1.20	0.20	0.00	0.05	0.00	0.80	4.22	2.41	1.00
22/5/2548	0.00	0.21	0.00	0.21	0.00	0.00	0.07	0.00	0.62	2.90	0.83	0.83
23/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.64	0.10	0.00	0.02	0.00	0.64	7.67	1.92	1.49
24/5/2548	0.00	0.20	0.20	0.80	0.20	0.00	0.20	0.00	1.61	6.42	2.41	2.21
25/5/2548	0.00	0.00	0.41	1.42	0.20	0.00	0.04	0.00	0.20	2.63	2.03	1.62
26/5/2548	0.00	0.20	0.40	2.20	0.20	0.00	0.09	0.00	0.00	3.20	2.40	1.60
27/5/2548	0.00	0.00	0.61	2.04	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	3.68	2.45	1.23
28/5/2548	0.00	0.21	0.41	1.65	0.10	0.00	0.07	0.00	0.00	1.86	1.65	0.83
29/5/2548	0.00	0.00	0.20	1.20	0.20	0.00	0.09	0.00	0.00	1.61	1.81	1.20
30/5/2548	0.00	0.00	0.20	1.20	0.20	0.00	0.20	0.00	0.40	3.21	2.21	1.00
31/5/2548	0.00	0.20	0.20	1.62	0.09	0.00	0.10	0.00	0.00	2.02	1.62	0.81
6/11/2548	0.00	0.00	0.00	1.04	0.00	5.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	0.42
7/11/2548	0.00	0.20	0.00	1.00	0.20	5.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01	0.80
9/11/2548	0.00	0.00	0.20	1.43	0.00	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.41
12/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.80	0.20	5.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	0.60
13/11/2548	0.00	0.00	0.00	1.03	0.01	5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	0.82
14/11/2548	0.00	0.00	0.20	1.43	0.10	5.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84	0.82
15/11/2548	0.00	0.00	0.20	1.22	0.20	5.06	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43	0.81
16/11/2548	0.00	0.00	0.00	1.00	0.07	5.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81	0.60
19/11/2548	0.00	0.00	0.20	1.61	0.20	5.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	0.60
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.06	0.25	1.22	0.23	1.47	0.07	0.00	0.38	2.64	2.65	1.03

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)												
	K	Ca	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Sb	Te	I	Cs
29/3/2548	1.24	0.00	0.21	0.00	0.00	0.62	0.21	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.21
30/3/2548	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.20	0.02	0.03	0.00	0.20	0.00	0.00
1/4/2548	1.20	0.00	0.60	1.20	0.00	1.00	0.20	0.02	0.02	0.00	0.20	0.00	0.00
3/4/2548	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.09	0.01	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00
7/4/2548	1.80	0.00	0.40	1.00	0.00	1.40	0.20	0.00	0.04	0.00	0.20	0.00	0.00
15/4/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.08	0.02	0.02	0.00	0.00	0.40	0.00
19/4/2548	1.21	0.00	0.20	0.20	0.00	0.61	0.20	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
20/4/2548	1.78	0.00	0.20	0.00	0.00	0.79	0.20	0.01	0.01	0.00	0.20	0.00	0.00
21/4/2548	2.20	0.00	0.20	0.00	0.00	1.40	0.20	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
19/5/2548	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.20	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
20/5/2548	1.28	0.00	1.07	2.78	0.00	0.43	0.08	0.02	0.03	0.00	0.21	0.00	0.00
21/5/2548	1.20	0.00	0.20	0.60	0.00	0.80	0.10	0.01	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00
22/5/2548	0.21	0.00	0.21	0.62	0.00	0.00	0.07	0.02	0.03	0.00	0.00	0.41	0.00
23/5/2548	1.07	0.00	0.43	0.64	0.00	1.28	0.21	0.01	0.03	0.21	0.00	0.21	0.00
24/5/2548	1.61	0.00	0.40	1.20	0.00	1.61	0.20	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
25/5/2548	1.42	0.00	0.20	0.20	0.00	0.61	0.20	0.01	0.03	0.00	0.00	0.41	0.00
26/5/2548	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.20	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
27/5/2548	1.23	0.00	0.20	0.00	0.00	1.02	0.10	0.01	0.01	0.00	0.00	0.20	0.00
28/5/2548	1.65	0.00	0.21	0.00	0.00	0.83	0.21	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
29/5/2548	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.60	0.20	0.02	0.02	0.09	0.40	0.00	0.00
30/5/2548	1.61	0.00	0.20	0.40	0.00	0.80	0.20	0.02	0.02	0.00	0.20	0.20	0.00
31/5/2548	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	0.20	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00
6/11/2548	1.25	1.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
7/11/2548	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
9/11/2548	0.82	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
12/11/2548	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.03	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
13/11/2548	1.03	1.64	0.00	0.00	0.00	0.21	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
14/11/2548	1.23	2.04	0.00	0.00	0.00	0.41	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.20	0.00
15/11/2548	1.42	2.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
16/11/2548	1.21	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19/11/2548	1.21	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	1.30	0.40	0.16	0.29	0.01	0.60	0.13	0.01	0.02	0.01	0.05	0.07	0.01

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Ba	Ce	Pt	Pb	OC	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	NH_4^+
29/3/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	10.80	7.03	7.97	9.82	0.00	0.00	2.58	1.30
30/3/2548	0.00	2.84	0.00	0.00	12.20	1.23	9.69	4.67	1.42	0.00	1.63	1.86
1/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.56	4.13	6.70	2.35	0.00	0.00	2.15	1.03
3/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	14.80	14.50	8.07	3.08	0.00	0.00	2.05	1.30
7/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.40	14.40	12.20	17.70	5.95	0.58	0.00	2.80	3.91
15/4/2548	0.20	0.00	0.00	0.00	5.21	1.13	7.24	0.00	0.63	0.00	1.04	2.10
19/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.32	12.20	8.06	0.00	0.59	0.00	1.87	1.67
20/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	16.80	12.80	6.35	0.53	0.00	2.93	2.96
21/4/2548	1.40	0.00	0.00	0.00	3.91	9.33	13.40	0.00	1.57	0.00	1.98	2.34
19/5/2548	0.00	3.40	1.20	0.20	20.70	4.58	11.30	6.29	0.00	0.00	1.22	0.25
20/5/2548	0.00	0.64	0.00	0.00	11.40	4.76	6.53	6.03	0.78	0.00	1.58	0.11
21/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.18	10.90	7.56	14.70	0.81	0.00	1.20	0.38
22/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.06	6.42	9.38	0.00	0.00	0.00	0.58	0.28
23/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.21	6.17	3.84	7.93	0.00	0.00	0.00	1.57	0.72
24/5/2548	0.00	2.01	0.00	0.20	7.62	10.60	6.08	1.91	0.00	0.00	1.37	0.48
25/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	15.50	6.42	5.05	2.45	0.00	0.00	1.00	0.64
26/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.42	5.20	6.93	0.00	0.00	0.00	1.94	1.43
27/5/2548	0.00	2.04	0.00	0.00	6.58	10.00	9.09	0.00	1.22	0.00	2.50	0.56
28/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.41	9.72	8.38	7.76	9.15	0.28	0.00	0.56	0.38
29/5/2548	0.00	1.61	0.00	0.00	9.81	8.68	4.33	2.57	0.68	0.00	0.99	1.47
30/5/2548	0.00	0.00	0.20	0.00	15.60	12.00	6.06	3.24	0.00	0.00	2.32	0.85
31/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.22	15.90	4.14	4.40	0.00	0.00	0.64	0.56
6/11/2548	0.00	1.25	0.00	0.00	12.60	23.00	4.37	2.79	0.00	0.00	1.13	0.41
7/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.29	23.00	5.61	2.21	0.00	0.00	0.95	0.58
9/11/2548	0.20	0.00	0.20	0.00	12.60	32.60	2.54	0.64	0.00	0.00	0.69	0.03
12/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.98	10.40	6.62	1.81	0.00	0.00	0.90	0.55
13/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.02	11.30	3.97	1.72	0.00	0.00	0.93	0.44
14/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	11.30	14.40	4.90	2.68	0.00	0.00	1.15	0.45
15/11/2548	0.00	0.41	0.00	0.00	11.40	24.40	9.55	19.30	0.00	0.00	1.12	0.73
16/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	12.40	19.50	4.44	1.78	0.00	0.00	1.00	0.59
19/11/2548	0.00	0.00	0.20	0.00	11.80	17.50	6.19	4.85	0.00	0.00	1.08	0.69
ค่าเฉลี่ย	0.06	0.46	0.06	0.05	9.95	11.69	7.48	3.89	0.29	0.00	1.47	1.00

ตารางที่ ข-2 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Na	Mg	Al	Si	P	Sc	Ti	V	Cr	Fe	S	Cl
29/3/2548	0.00	0.21	0.62	1.44	0.21	0.00	0.07	0.00	0.00	1.24	3.30	1.65
1/42548	0.00	0.20	1.99	4.98	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	1.20	2.19	1.20
3/4/2548	0.00	0.20	1.00	2.39	0.20	0.02	0.20	0.00	0.00	0.80	2.79	1.20
5/4/2548	0.00	0.00	0.42	1.05	0.63	0.00	0.07	0.00	0.00	0.21	5.87	0.21
8/4/2548	0.00	0.00	0.60	1.59	0.40	0.00	0.03	0.00	2.79	8.16	4.18	1.59
10/4/2548	0.00	0.00	0.40	1.01	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	3.02	1.01
15/4/2548	0.00	0.00	0.40	0.60	0.20	0.00	0.07	0.00	0.00	0.40	3.21	1.00
16/4/2548	0.00	0.00	0.62	1.03	0.21	0.00	0.07	0.00	0.00	0.83	3.52	1.65
17/4/2548	0.00	0.00	0.20	0.61	0.20	0.00	0.02	0.00	0.00	0.61	3.25	1.02
19/4/2548	0.00	0.61	2.02	4.64	0.20	0.05	0.09	0.00	0.00	1.62	2.62	0.61
20/4/2548	0.00	0.20	0.80	2.20	0.40	0.00	0.20	0.00	0.60	2.80	4.61	0.60
21/4/2548	0.00	0.20	0.61	1.41	0.40	0.00	0.05	0.00	1.01	3.84	4.24	1.21
25/4/2548	0.00	0.20	0.60	1.40	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.60	3.21	1.00
26/4/2548	0.00	0.00	0.62	1.85	0.21	0.00	0.21	0.00	1.65	5.55	3.29	0.62
28/4/2548	0.00	0.20	1.01	2.43	0.20	0.00	0.20	0.00	5.26	14.40	3.03	0.61
9/5/2548	0.00	0.20	0.00	0.61	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.40	0.61	0.40
10/5/2548	0.00	0.21	0.21	1.04	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.84	1.04	0.63
12/5/2548	0.00	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1.81	6.03	0.80	0.40
17/5/2548	0.00	0.20	0.20	1.02	0.00	0.00	0.06	0.00	1.02	3.67	0.82	0.61
29/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.61	0.61	0.61
12/11/2548	0.00	0.20	0.20	1.20	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	2.41	0.20
13/11/2548	0.00	0.41	0.20	1.42	0.05	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1.42	0.41
14/11/2548	0.00	0.20	0.61	2.44	0.20	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	2.03	0.61
15/11/2548	0.00	0.20	0.41	1.62	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	2.44	0.20
16/11/2548	1.60	0.00	0.40	1.80	0.20	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	1.80	0.20
19/11/2548	0.00	0.00	0.40	2.22	0.20	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	2.42	0.40
20/11/2548	0.00	0.21	0.64	2.54	0.21	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	2.96	0.42
21/11/2548	0.00	0.00	1.85	4.52	0.62	0.10	0.21	0.00	0.00	0.00	6.36	0.41
22/11/2548	0.00	0.00	1.82	4.84	0.81	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	6.66	1.41
23/11/2548	0.00	0.00	1.23	3.68	0.82	0.08	0.20	0.00	0.00	0.00	7.15	0.82
24/11/2548	0.00	0.00	1.01	3.02	0.80	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	6.83	0.40
25/11/2548	0.00	0.00	1.21	4.02	0.60	0.20	0.07	0.00	0.00	0.00	6.23	0.60
ค่าเฉลี่ย	0.05	0.13	0.70	2.07	0.28	0.03	0.12	0.00	0.44	1.69	3.28	0.75

ตารางที่ ข-2 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)												
	K	Ca	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Sb	Te	I	Cs
29/3/2548	1.44	0.00	0.21	0.21	0.00	0.41	0.09	0.01	0.03	0.01	0.21	0.00	0.00
1/42548	2.19	1.99	0.00	0.00	0.00	0.20	0.08	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4/2548	1.79	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.04	0.06	0.00	0.20	0.00
5/4/2548	1.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.21	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
8/4/2548	1.39	0.00	0.80	1.79	0.00	0.00	0.07	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
10/4/2548	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.08	0.00	0.04	0.00	0.20	0.00	0.00
15/4/2548	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
16/4/2548	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.04	0.00	0.00	0.21	0.00
17/4/2548	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
19/4/2548	2.02	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
20/4/2548	1.80	0.00	0.20	0.60	0.00	0.60	0.20	0.02	0.01	0.00	0.00	0.40	0.00
21/4/2548	1.82	0.00	0.40	0.81	0.00	0.61	0.07	0.01	0.03	0.20	0.00	0.00	0.00
25/4/2548	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
26/4/2548	1.44	0.00	0.41	1.23	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	0.00	0.62	0.00	0.00
28/4/2548	1.42	0.00	1.21	3.03	0.00	0.20	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00	0.61	0.00
9/5/2548	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.08	0.01	0.03	0.00	0.00	0.20	0.00
10/5/2548	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
12/5/2548	0.60	0.00	0.60	1.21	0.20	0.20	0.09	0.00	0.02	0.00	0.00	0.40	0.00
17/5/2548	0.61	0.00	0.41	1.02	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
29/5/2548	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01	0.04	0.00	0.41	0.00	0.00
12/11/2548	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
13/11/2548	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
14/11/2548	1.22	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
15/11/2548	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
16/11/2548	0.80	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19/11/2548	0.81	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
20/11/2548	0.85	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
21/11/2548	1.64	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
22/11/2548	2.22	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
23/11/2548	2.45	1.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
24/11/2548	1.81	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
25/11/2548	2.01	2.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	1.30	0.47	0.13	0.31	0.01	0.11	0.08	0.01	0.03	0.01	0.04	0.06	0.00

ตารางที่ ข-2 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Ba	Ce	Pt	Pb	OC	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	NH_4^+
29/3/2548	0.00	0.00	0.00	0.21	6.38	11.00	11.40	3.29	19.50	15.40	1.15	0.44
1/42548	1.59	0.00	0.00	0.00	10.40	10.20	7.43	3.87	3.51	1.52	0.14	0.53
3/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.84	21.70	10.00	2.88	3.04	0.80	1.62	1.00
5/4/2548	0.00	0.00	0.21	0.00	12.60	13.90	21.10	1.75	1.04	0.17	0.00	3.45
8/4/2548	0.00	0.20	0.00	0.00	7.38	3.50	15.70	4.33	1.49	1.14	3.18	2.00
10/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.66	7.01	9.72	2.62	0.63	0.00	2.26	1.29
15/4/2548	0.00	1.81	0.00	0.00	4.27	2.05	11.10	1.98	1.05	0.00	1.45	1.22
16/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.94	2.83	14.20	5.49	2.25	0.95	2.06	1.35
17/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.20	5.21	6.55	12.10	2.57	0.74	0.00	1.23	1.47
19/4/2548	0.00	0.00	0.61	0.20	6.07	12.90	9.10	4.02	0.27	0.00	0.47	0.83
20/4/2548	3.40	0.00	0.20	0.00	10.10	9.84	15.30	2.56	0.19	0.00	1.58	1.77
21/4/2548	0.00	0.00	0.20	0.00	5.53	13.60	15.80	2.89	2.67	0.00	1.75	1.39
25/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.63	5.63	10.90	2.07	2.17	0.00	0.86	1.15
26/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	10.10	4.61	11.20	1.92	0.37	0.00	2.49	1.20
28/4/2548	0.00	2.22	0.00	0.00	4.04	9.85	10.20	2.61	0.20	0.00	1.86	0.29
9/5/2548	0.00	0.00	0.40	0.20	7.94	6.14	3.06	1.40	0.24	0.00	0.00	0.31
10/5/2548	1.04	0.00	0.00	0.42	6.97	8.33	3.38	0.00	0.22	0.00	0.43	0.28
12/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.88	4.68	3.27	0.00	2.29	0.00	0.87	0.10
17/5/2548	0.20	1.22	0.00	0.00	4.68	6.10	3.64	0.00	0.26	0.00	0.00	0.05
29/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.20	6.59	2.17	2.26	1.47	0.11	0.00	0.17	1.69
12/11/2548	0.00	0.40	0.00	0.00	7.90	14.60	5.02	3.42	3.96	3.33	0.97	0.20
13/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.38	11.30	3.79	1.87	1.56	0.00	0.80	0.48
14/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.26	15.80	7.12	5.85	4.05	0.00	0.88	0.78
15/11/2548	0.00	0.20	0.00	0.00	8.32	14.90	2.93	6.18	3.02	0.00	1.12	0.82
16/11/2548	0.00	1.40	0.00	0.00	8.83	18.20	4.55	1.88	1.71	0.00	1.08	0.41
19/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.20	13.70	4.37	2.24	1.54	0.00	0.75	1.07
20/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.01	10.70	6.88	1.26	2.01	0.00	1.41	1.08
21/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40	20.60	14.20	2.40	2.76	0.00	1.85	1.87
22/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	17.30	32.10	13.00	3.29	3.46	0.00	1.83	1.98
23/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	19.20	31.90	17.70	4.56	2.31	0.00	2.43	2.60
24/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	14.70	27.70	38.40	5.48	3.83	0.00	1.94	2.66
25/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	12.40	23.80	21.50	13.40	1.66	0.00	1.88	1.90
ค่าเฉลี่ย	0.19	0.23	0.05	0.04	8.44	12.43	10.64	3.11	2.32	0.73	1.27	1.18

ตารางที่ ข-3 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Na	Mg	Al	Si	P	Sc	Ti	V	Cr	Fe	S	Cl
30/3/2548	0.00	0.00	0.41	0.41	0.10	0.00	0.09	0.00	0.00	0.41	2.05	0.82
2/4/2548	0.00	0.20	0.40	0.99	0.20	0.00	0.03	0.00	0.20	0.99	1.99	0.40
4/4/2548	0.00	0.00	0.85	2.12	0.85	0.00	0.21	0.00	0.00	1.06	6.78	0.42
6/4/2548	0.00	0.00	1.01	2.22	0.81	0.00	0.20	0.00	0.00	0.81	7.47	0.07
7/4/2548	0.00	0.00	0.40	1.01	0.60	0.00	0.06	0.00	0.20	1.21	5.83	0.40
8/4/2548	0.00	0.00	0.40	0.81	0.40	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	3.82	1.41
9/4/2548	0.00	0.22	0.22	0.65	0.06	0.00	0.09	0.00	0.00	0.43	1.73	1.52
10/4/2548	0.00	0.20	0.00	0.61	0.20	0.00	0.09	0.00	3.87	10.20	2.44	0.61
11/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.42	0.21	0.00	0.09	0.00	0.00	0.42	2.31	0.84
14/4/2548	0.00	0.21	0.41	0.41	0.21	0.00	0.21	0.00	2.66	7.16	2.86	0.61
16/4/2548	0.00	0.21	0.42	0.42	0.21	0.00	0.01	0.00	0.00	0.42	3.12	1.25
19/4/2548	0.00	0.19	0.37	1.12	0.19	0.00	0.05	0.00	0.00	0.19	2.23	0.19
20/4/2548	0.00	0.18	0.37	0.73	0.37	0.00	0.18	0.00	0.00	0.55	4.03	0.18
21/4/2548	3.55	0.37	0.19	0.93	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	2.99	0.56
22/4/2548	0.00	0.00	0.37	0.92	0.37	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	3.29	1.28
28/4/2549	0.00	0.42	0.63	1.68	0.21	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	2.74	0.63
15/5/2548	0.00	0.00	1.37	3.32	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.98	2.34	0.78
19/5/2548	16.30	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.21	0.64	0.42
29/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80
30/5/2548	4.05	0.41	0.00	0.61	0.00	0.00	0.20	0.00	4.05	11.60	1.01	0.41
31/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.60	0.80
6/11/2548	12.50	0.00	0.00	1.27	0.01	5.29	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	0.63
7/11/2548	0.00	0.00	0.00	1.42	0.08	5.06	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62	0.61
9/11/2548	0.00	0.00	0.62	2.27	0.41	5.36	0.00	0.00	0.00	0.00	4.12	0.82
12/11/2548	0.80	0.00	0.00	1.00	0.07	5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81	0.60
13/11/2548	0.00	0.20	0.20	1.23	0.00	5.11	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.61
14/11/2548	0.00	0.00	0.80	3.21	0.07	5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01	0.60
15/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.83	0.21	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	0.42
16/11/2548	0.00	0.00	0.20	1.02	0.20	5.09	0.00	0.00	0.00	0.00	2.64	0.41
20/11/2548	0.00	0.00	0.43	1.70	0.21	5.31	0.00	0.00	0.00	0.00	2.97	0.43
21/11/2548	0.00	0.00	0.62	2.07	0.62	5.18	0.00	0.00	0.00	0.00	6.42	0.62
ค่าเฉลี่ย	1.20	0.09	0.34	1.20	0.23	1.67	0.08	0.00	0.35	1.21	2.85	0.65

ตารางที่ ข-3 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)												
	K	Ca	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Sb	Te	I	Cs
30/3/2548	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.10	0.02	0.03	0.00	0.00	0.41	0.00
2/4/2548	0.80	0.00	0.20	0.20	0.00	0.20	0.08	0.01	0.03	0.00	0.00	0.60	0.00
4/4/2548	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.21	0.02	0.02	0.00	0.00	0.42	0.00
6/4/2548	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.01	0.01	0.00	0.00	0.40	0.20
7/4/2548	1.21	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
8/4/2548	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.02	0.02	0.00	0.20	0.60	0.00
9/4/2548	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
10/4/2548	1.22	0.00	0.82	2.24	0.00	0.00	0.09	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
11/4/2548	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
14/4/2548	0.61	0.00	0.61	1.64	0.00	0.00	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
16/4/2548	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
19/4/2548	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
20/4/2548	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
21/4/2548	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.04	0.00	0.00	0.37	0.00
22/4/2548	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.01	0.00	0.37	0.00	0.00
28/4/2549	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
15/5/2548	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.08	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
19/5/2548	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
29/5/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
30/5/2548	0.61	0.00	1.01	2.63	0.00	0.00	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
31/5/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
6/11/2548	1.27	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.42	0.00
7/11/2548	1.22	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
9/11/2548	2.47	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.21	0.00
12/11/2548	1.00	2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
13/11/2548	0.82	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/11/2548	1.41	5.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
15/11/2548	1.45	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
16/11/2548	1.42	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
20/11/2548	1.27	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.21	0.00	0.00
21/11/2548	1.66	2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	1.06	0.78	0.09	0.22	0.00	0.05	0.07	0.01	0.02	0.00	0.03	0.12	0.01

ตารางที่ ข-3 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Ba	Ce	Pt	Pb	OC	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	NH_4^+
30/3/2548	0.00	1.02	0.00	0.00	5.74	4.97	5.43	2.73	0.24	0.00	0.49	0.83
2/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80	10.20	6.06	3.63	0.09	0.00	1.08	1.08
4/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	22.00	15.90	3.88	2.38	0.00	2.11	2.39
6/4/2548	0.00	3.64	0.00	0.40	9.86	10.60	17.50	3.06	0.00	0.00	1.45	3.77
7/4/2548	1.01	0.40	0.00	0.40	4.70	6.04	15.40	3.11	0.21	0.00	1.76	0.79
8/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.95	5.29	13.30	4.99	18.30	17.50	2.26	2.52
9/4/2548	0.43	0.00	0.00	0.00	6.10	10.10	5.87	2.88	4.01	3.59	2.04	0.22
10/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	9.31	4.99	2.72	7.28	6.38	1.57	0.28
11/4/2548	1.05	3.57	0.00	0.42	5.25	5.83	6.68	2.49	7.45	5.23	1.91	0.80
14/4/2548	0.21	0.00	0.21	0.00	4.86	3.66	7.36	1.82	0.28	0.17	0.56	0.87
16/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	16.40	8.51	2.13	0.52	0.00	2.55	1.57
19/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.37	7.39	6.66	6.02	2.41	0.00	0.00	0.38	0.50
20/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.95	11.60	9.40	1.70	0.23	0.00	1.55	1.54
21/4/2548	0.93	0.00	0.19	0.19	5.30	4.26	8.04	2.85	0.00	0.00	1.61	1.47
22/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.38	10.80	7.76	2.21	0.23	0.00	0.29	1.18
28/4/2549	0.00	1.05	0.00	0.21	5.56	13.90	7.62	2.63	0.18	0.00	1.12	0.97
15/5/2548	0.00	0.98	0.00	0.20	5.43	8.52	7.62	3.41	0.44	1.16	1.21	0.54
19/5/2548	0.42	0.42	0.00	0.00	4.51	6.07	3.43	1.61	0.00	0.00	0.00	0.91
29/5/2548	1.20	0.00	0.00	0.20	5.32	6.21	3.18	2.02	0.95	0.83	0.00	0.58
30/5/2548	0.81	0.00	0.20	0.00	5.39	7.83	3.70	1.54	0.09	0.00	0.91	0.46
31/5/2548	0.00	1.61	0.00	0.00	4.86	1.90	3.12	1.20	0.73	0.00	0.00	0.42
6/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.72	5.57	3.48	1.84	1.89	0.00	0.67	0.56
7/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.24	7.04	5.40	2.51	2.12	0.00	1.00	0.85
9/11/2548	0.41	0.00	0.00	0.00	9.30	9.88	10.50	6.67	1.87	0.00	1.38	1.75
12/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.96	5.48	4.42	1.77	1.25	0.00	1.09	0.81
13/11/2548	0.00	0.20	0.00	0.00	8.30	6.49	2.91	1.06	1.40	0.00	0.51	0.56
14/11/2548	0.60	0.00	0.00	0.00	10.60	7.99	4.51	1.81	2.18	0.00	0.90	0.62
15/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	14.70	19.30	7.97	4.86	3.97	0.00	1.20	0.84
16/11/2548	0.00	2.24	0.00	0.00	11.60	13.40	6.89	1.61	2.10	0.00	1.47	1.17
20/11/2548	0.00	0.85	0.00	0.00	9.73	9.40	7.26	1.35	0.91	0.00	1.17	1.75
21/11/2548	0.00	0.21	0.00	0.00	9.59	12.30	14.70	1.74	0.21	0.00	1.62	2.36
ค่าเฉลี่ย	0.23	0.52	0.02	0.08	7.23	9.00	7.58	2.59	1.98	1.12	1.16	1.13

ตารางที่ ข-4 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Na	Mg	Al	Si	P	Sc	Ti	V	Cr	Fe	S	Cl
4/4/2548	0.00	0.21	0.43	1.28	0.64	0.00	0.10	0.00	0.00	0.21	6.83	0.21
6/4/2548	0.00	0.20	0.40	0.80	0.80	0.00	0.02	0.00	0.00	0.60	6.83	0.09
7/4/2548	0.00	0.00	0.21	0.41	0.62	0.00	0.21	0.00	0.62	2.07	6.01	0.05
8/4/2548	0.00	0.20	0.20	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.80	2.99	3.79	0.20
9/4/2548	0.00	0.21	0.00	0.41	0.10	0.00	0.21	0.00	0.21	0.83	2.06	0.41
10/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.41	0.20	0.00	0.09	0.00	0.00	0.61	2.63	0.20
11/4/2548	0.00	0.00	0.40	0.60	0.20	0.00	0.08	0.00	0.00	0.60	2.79	0.40
14/4/2548	2.70	0.21	0.21	0.42	0.21	0.00	0.04	0.00	0.83	3.32	2.90	0.10
15/4/2548	0.00	0.00	0.20	0.40	0.20	0.00	0.06	0.00	0.00	0.20	3.00	0.20
17/4/2548	4.47	0.20	0.20	0.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.05	0.41
19/4/2548	0.00	0.21	0.21	0.82	0.21	0.00	0.02	0.00	0.00	0.21	2.05	0.21
20/4/2548	0.00	0.20	0.20	0.80	0.40	0.00	0.01	0.00	0.00	0.60	3.62	0.20
21/4/2548	0.00	0.20	0.41	1.22	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	3.66	0.41
23/4/2548	0.00	0.00	0.43	0.85	0.21	0.00	0.01	0.00	0.00	0.85	3.61	0.64
26/4/2549	0.00	0.40	0.79	1.38	0.20	0.00	0.07	0.00	0.00	0.59	3.35	0.40
11/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.20	0.61	0.20
30/5/2548	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	2.60	0.60	0.40
31/5/2548	0.00	0.40	2.01	5.23	0.20	0.03	0.20	0.00	0.00	1.41	1.81	1.21
6/11/2548	3.17	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.63	0.09
7/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	1.21	0.09
9/11/2548	0.00	0.20	0.20	2.83	0.20	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	2.63	0.20
12/11/2548	8.83	0.20	0.20	1.20	0.08	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1.81	0.20
13/11/2548	0.00	0.41	0.21	1.44	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	1.44	0.21
14/11/2548	0.00	0.20	0.61	2.63	0.09	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	1.82	0.20
15/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.81	0.10	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1.83	0.20
16/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.60	0.05	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	1.40	0.05
19/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.81	0.10	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	2.03	0.20
20/11/2548	1.29	0.00	0.00	0.64	0.21	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	2.79	0.08
21/11/2548	0.00	0.00	0.21	1.03	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.75	0.21
22/11/2548	0.00	0.20	0.61	2.22	0.61	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	6.46	0.40
ค่าเฉลี่ย	0.68	0.14	0.28	1.06	0.24	0.00	0.06	0.00	0.08	0.63	2.97	0.27

ตารางที่ ข-4 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)												
	K	Ca	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Sb	Te	I	Cs
4/4/2548	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.10	0.01	0.01	0.00	0.00	0.21	0.00
6/4/2548	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
7/4/2548	1.24	0.00	0.21	0.62	0.00	0.00	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
8/4/2548	1.00	0.00	0.40	0.80	0.00	0.00	0.07	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
9/4/2548	0.62	0.00	0.21	0.21	0.00	0.00	0.07	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
10/4/2548	1.01	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
11/4/2548	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
14/4/2548	0.62	0.00	0.42	0.83	0.00	0.00	0.09	0.01	0.03	0.00	0.00	0.21	0.00
15/4/2548	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	0.04	0.00	0.20	0.00
17/4/2548	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
19/4/2548	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
20/4/2548	1.21	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.08	0.04	0.02	0.00	0.00	0.60	0.00
21/4/2548	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.06	0.02	0.00	0.20	0.00
23/4/2548	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
26/4/2549	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.05	0.00	0.00	0.40	0.00
11/5/2548	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.02	0.00	0.00	0.40	0.00
30/5/2548	0.40	0.00	0.20	0.60	0.00	0.00	0.08	0.01	0.03	0.00	0.00	0.60	0.00
31/5/2548	1.81	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
6/11/2548	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
7/11/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9/11/2548	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00
12/11/2548	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
13/11/2548	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/11/2548	0.81	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
15/11/2548	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
16/11/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.20	0.00
19/11/2548	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
20/11/2548	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21/11/2548	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
22/11/2548	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.84	0.05	0.06	0.10	0.00	0.01	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.11	0.00

ตารางที่ ข-4 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญช่วงฤดูแล้ง (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Ba	Ce	Pt	Pb	OC	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	NH_4^+
4/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.33	12.10	21.00	4.72	5.67	9.14	2.91	3.22
6/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.20	6.82	12.00	23.00	1.29	0.25	0.79	2.85	4.82
7/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	11.90	19.00	0.00	0.02	0.00	2.34	3.62
8/4/2548	0.80	0.00	0.00	0.00	5.33	6.26	12.20	0.00	0.00	0.00	0.97	2.26
9/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.71	5.01	7.38	0.00	0.68	0.00	1.42	1.45
10/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.20	7.15	7.37	9.24	0.00	0.63	0.00	1.12	1.78
11/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.20	9.64	0.76	8.63	1.86	0.00	0.00	1.14	1.63
14/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.89	6.67	9.96	1.51	0.48	0.00	1.04	2.03
15/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.26	4.43	9.04	2.00	1.20	0.00	1.20	1.57
17/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.60	2.96	11.50	0.00	1.46	0.00	0.90	1.58
19/4/2548	0.62	0.00	0.00	0.00	8.50	2.81	7.66	1.64	3.77	2.75	1.92	0.69
20/4/2548	0.00	1.00	0.20	0.20	5.18	8.60	11.80	0.00	0.16	0.00	2.05	1.60
21/4/2548	0.00	0.00	0.00	0.20	9.08	4.85	12.40	1.65	0.00	0.42	0.60	1.97
23/4/2548	0.21	0.00	0.00	0.00	4.30	4.98	13.30	1.68	1.84	3.65	1.40	1.42
26/4/2549	0.00	0.00	0.00	0.00	6.84	7.13	11.90	1.52	0.27	0.19	0.77	1.42
11/5/2548	1.21	0.00	0.00	0.00	5.31	3.91	2.85	0.00	0.66	0.00	0.00	0.56
30/5/2548	1.40	0.00	0.00	0.00	4.63	3.88	3.05	0.00	0.46	1.21	1.36	0.34
31/5/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	4.08	7.30	1.35	0.73	0.51	1.68	1.54
6/11/2548	0.00	1.27	0.00	0.00	7.40	5.86	1.81	1.13	1.36	0.00	0.58	0.24
7/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.03	3.62	2.99	4.11	4.03	0.00	0.65	0.34
9/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	14.70	18.60	7.88	10.20	1.80	0.00	1.10	0.77
12/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.06	7.91	5.48	1.95	1.92	0.00	0.66	0.72
13/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.99	5.66	4.20	1.89	2.01	0.00	0.86	0.64
14/11/2548	0.00	0.61	0.00	0.00	9.12	10.50	4.41	1.85	0.88	0.00	0.85	0.59
15/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.37	6.88	5.16	1.38	1.15	0.00	0.98	0.69
16/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.40	6.99	5.06	1.90	1.71	0.00	0.91	0.50
19/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.74	6.86	5.43	1.99	2.23	0.00	0.85	1.28
20/11/2548	0.00	1.07	0.00	0.00	7.40	4.42	9.06	1.11	1.38	0.00	0.96	1.65
21/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.28	5.62	13.40	3.60	1.97	0.00	1.67	2.21
22/11/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	10.50	13.90	18.80	4.06	4.69	8.20	2.54	1.63
ค่าเฉลี่ย	0.14	0.13	0.01	0.03	7.47	6.88	9.50	1.81	1.45	0.90	1.28	1.49

ตารางที่ ข-5 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Na	Mg	Al	Si	P	Sc	Ti	V	Cr	Fe	S	Cl
5/6/2548	0.00	0.00	0.40	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	1.00
6/6/2548	0.00	0.00	0.20	1.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	1.63
7/6/2548	0.00	0.20	0.20	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	0.81
9/6/2548	0.00	0.00	0.20	1.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	1.41	2.82
26/6/2548	0.00	0.00	0.40	1.01	0.06	0.00	0.00	0.00	15.59	40.69	1.62	2.63
27/6/2548	0.00	0.00	0.40	1.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.22	4.23
28/6/2548	0.00	0.20	0.60	1.81	0.20	0.00	0.00	0.00	2.01	7.43	1.81	1.81
29/6/2548	0.00	0.20	0.40	1.61	0.08	0.00	0.00	0.00	0.40	2.82	1.61	0.81
4/7/2548	0.00	0.20	0.40	1.20	0.09	0.00	0.00	0.00	11.64	30.51	1.81	0.60
3/8/2548	0.00	0.00	1.04	2.71	0.21	0.00	0.00	0.00	27.32	69.45	2.29	2.29
4/8/2548	0.00	0.40	1.00	2.81	0.08	0.06	0.00	0.00	7.43	20.68	1.61	1.41
5/8/2548	0.00	0.20	1.21	3.24	0.09	0.09	0.00	0.00	0.40	3.24	1.82	1.42
6/8/2548	0.00	0.20	1.00	2.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	2.21
7/8/2548	0.00	0.21	1.04	2.92	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.21	1.88	2.09
9/8/2548	0.00	0.00	1.21	3.23	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.23	3.84
11/8/2548	0.00	0.20	0.61	1.84	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	6.95	2.45	3.68
13/8/2548	0.00	0.00	0.40	1.20	0.04	0.00	0.00	0.00	1.20	5.41	1.60	3.00
18/8/2548	0.00	0.00	0.82	2.46	0.20	0.00	0.00	0.00	0.41	3.48	2.66	4.30
22/8/2548	0.00	0.00	0.83	1.86	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.65	1.86	1.24
23/8/2548	0.00	0.20	0.61	1.43	0.20	0.00	0.00	0.00	7.79	22.14	1.84	0.82
24/8/2548	0.00	0.20	0.40	1.61	0.06	0.00	0.00	0.00	7.63	20.47	1.61	0.40
25/8/2548	0.00	0.00	1.01	2.43	0.20	0.00	0.00	0.00	17.61	46.75	2.23	1.01
27/8/2548	0.00	0.00	0.40	1.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	2.81	1.41
28/8/2548	0.00	0.20	0.40	1.01	0.20	0.00	0.00	0.00	0.61	2.83	2.63	1.01
29/8/2548	0.00	0.20	0.60	2.21	0.40	0.00	0.00	0.00	5.02	15.66	2.81	1.81
30/8/2548	0.00	0.00	0.61	1.82	0.20	0.00	0.00	0.00	5.67	16.80	2.83	2.43
31/8/2548	0.00	0.00	0.40	1.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	2.21	1.41
3/9/2548	0.00	0.00	0.21	1.06	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	2.77	0.64
4/9/2548	0.00	0.00	0.00	0.40	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	1.21
5/9/2548	0.00	0.00	0.20	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	1.40	2.21	1.80
6/9/2548	0.00	0.00	0.05	0.82	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.84	1.22
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.09	0.56	1.70	0.15	0.01	0.00	0.00	3.58	10.51	2.04	1.84

ตารางที่ ข-5 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูฝน (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)												
	K	Ca	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Sb	Te	I	Cs
5/6/2548	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6/6/2548	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
7/6/2548	0.61	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61
9/6/2548	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
26/6/2548	0.61	0.00	2.83	8.10	0.00	0.40	0.20	0.01	0.05	0.00	0.00	0.40	0.00
27/6/2548	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.20
28/6/2548	1.00	0.00	0.60	1.81	0.00	0.60	0.08	0.01	0.03	0.00	0.00	0.20	0.60
29/6/2548	1.01	0.00	0.20	0.60	0.00	0.40	0.07	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00	0.20
4/7/2548	0.80	0.00	2.01	6.22	0.00	0.40	0.10	0.00	0.03	0.00	0.00	0.20	0.00
3/8/2548	1.88	0.83	4.59	13.56	0.00	0.63	0.21	0.04	0.07	0.00	0.21	0.00	0.00
4/8/2548	1.61	0.80	1.61	4.22	0.00	1.00	0.20	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.20
5/8/2548	1.42	0.81	0.20	0.61	0.20	0.61	0.10	0.01	0.03	0.02	0.00	0.20	0.20
6/8/2548	1.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.60
7/8/2548	1.25	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
9/8/2548	2.02	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.40
11/8/2548	1.02	0.00	0.20	0.41	0.00	1.84	0.20	0.00	0.02	0.20	0.00	0.00	0.00
13/8/2548	0.40	0.00	0.40	1.20	0.00	0.80	0.08	0.01	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00
18/8/2548	1.02	0.00	0.20	0.61	0.00	0.61	0.20	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
22/8/2548	1.45	0.00	0.00	0.21	0.00	0.62	0.09	0.02	0.04	0.00	0.00	0.21	0.00
23/8/2548	1.02	0.00	1.43	4.51	0.00	0.61	0.20	0.01	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00
24/8/2548	1.20	0.00	1.40	4.42	0.00	0.20	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.80
25/8/2548	1.21	0.00	3.04	9.11	0.00	0.81	0.20	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
27/8/2548	1.20	0.00	0.20	0.40	0.00	1.20	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.20	0.00
28/8/2548	1.21	0.00	0.20	0.81	0.00	0.61	0.08	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
29/8/2548	2.01	0.40	1.20	3.01	0.00	0.80	0.20	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	1.20
30/8/2548	1.62	0.00	1.21	3.44	0.00	0.81	0.20	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
31/8/2548	1.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
3/9/2548	1.49	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
4/9/2548	0.61	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
5/9/2548	1.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.60	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.20	0.00
6/9/2548	0.82	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	1.11	0.22	0.70	2.07	0.01	0.46	0.10	0.01	0.02	0.01	0.01	0.07	0.16

ตารางที่ ข-5 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูฝน (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Ba	Ce	Pt	Pb	OC	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	NH_4^+
5/6/2548	0.00	0.20	0.00	0.00	9.17	11.66	1.29	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00
6/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.33	11.60	11.23	11.28	0.00	0.00	0.53	0.00
7/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.08	9.62	27.34	36.46	0.79	0.00	0.57	0.01
9/6/2548	0.00	0.81	0.00	0.00	5.37	5.67	10.09	7.08	0.00	0.00	0.47	0.00
26/6/2548	0.81	4.45	0.00	0.40	3.57	7.36	5.48	4.74	0.94	0.00	1.00	0.01
27/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	6.23	3.95	0.00	0.22	0.00	0.65	0.01
28/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.14	16.01	1.56	0.00	0.00	0.00	0.51	0.03
29/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.49	12.46	2.18	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00
4/7/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	5.07	6.15	3.30	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00
3/8/2548	0.00	2.50	0.00	0.00	7.30	10.44	2.81	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00
4/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.91	11.15	1.99	0.00	3.08	0.00	0.79	0.00
5/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.11	10.55	2.42	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00
6/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.66	7.34	7.36	3.64	0.00	0.00	0.72	0.00
7/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55	6.40	4.87	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00
9/8/2548	0.00	0.81	0.00	0.00	7.96	11.33	8.53	2.91	0.00	0.00	0.96	0.00
11/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.87	4.56	5.64	0.00	3.87	0.00	0.70	0.06
13/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.21	6.40	4.73	0.79	0.00	0.00	0.44	0.00
18/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.27	7.83	3.72	0.00	0.01	0.00	0.59	0.03
22/8/2548	0.41	0.00	0.00	0.00	5.52	9.56	2.16	0.00	0.00	0.00	0.40	0.09
23/8/2548	0.82	1.84	0.00	0.41	8.51	10.28	4.75	1.93	0.00	0.00	0.38	0.16
24/8/2548	0.40	1.20	0.00	0.00	5.48	9.94	3.48	0.00	0.00	0.00	0.32	0.04
25/8/2548	0.00	0.40	0.00	0.00	6.90	9.26	3.71	0.00	0.00	0.00	0.63	0.31
27/8/2548	0.20	0.00	0.00	0.00	3.53	7.42	4.74	0.00	0.00	0.00	0.68	0.15
28/8/2548	0.81	0.00	0.00	0.00	4.84	5.46	4.14	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00
29/8/2548	0.00	1.61	0.00	0.00	7.84	10.74	4.45	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00
30/8/2548	0.00	0.20	0.00	0.20	5.61	9.13	4.89	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00
31/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	9.03	4.14	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00
3/9/2548	0.00	0.21	0.00	0.00	6.20	12.82	4.23	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00
4/9/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.61	6.31	1.76	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00
5/9/2548	0.20	0.00	0.00	0.00	4.11	12.17	2.22	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00
6/9/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.77	8.10	3.39	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.13	0.46	0.00	0.03	5.54	9.13	5.05	2.22	0.29	0.00	0.59	0.03

ตารางที่ ข-6 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Na	Mg	Al	Si	P	Sc	Ti	V	Cr	Fe	S	Cl
26/6/2548	0.00	0.00	0.21	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.63	1.68
27/6/2548	0.00	0.00	0.40	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.21	2.61
28/6/2548	0.00	0.00	0.40	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.80	1.01
29/6/2548	0.00	0.00	0.03	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.01	0.40
30/6/2548	0.00	0.21	0.21	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	1.23	0.62
3/8/2548	0.00	0.21	0.43	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.86	0.86
4/8/2548	0.00	0.20	0.60	1.61	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.41	0.60
5/8/2548	0.00	0.00	0.41	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.03	1.03
7/8/2548	0.00	0.20	0.41	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.22	1.01
9/8/2548	0.00	0.20	0.61	2.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.62	1.82
10/8/2548	0.00	0.20	0.61	1.82	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.41	2.22
11/8/2548	0.00	0.00	0.09	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.82	1.85
12/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.41	1.43
13/8/2548	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	2.21
15/8/2548	0.00	0.00	0.60	2.01	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21	1.61	1.61
16/8/2548	0.00	0.00	0.42	1.48	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	1.69	0.84
17/8/2548	0.00	0.20	0.60	2.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	1.80	2.40
18/8/2548	0.00	0.00	0.82	2.47	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	1.44	3.50
19/8/2548	0.00	0.40	0.60	2.20	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.80	2.40
21/8/2548	0.00	0.20	0.80	2.41	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.81	1.00
22/8/2548	0.00	0.00	0.61	2.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.82	1.01
23/8/2548	0.00	0.00	0.60	1.81	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.61	0.60
24/8/2548	0.00	0.00	0.41	1.84	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	1.63	1.63	0.82
25/8/2548	0.00	0.21	0.62	1.87	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	1.45	0.42
27/8/2548	0.00	0.40	0.80	2.61	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.41	0.80
28/8/2548	0.00	0.20	0.20	1.20	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.41	0.60
29/8/2548	0.00	0.00	0.62	2.05	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	2.05	1.03
30/8/2548	0.00	0.20	0.60	1.81	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.01	1.20
31/8/2548	0.00	0.00	0.40	1.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.81	1.00
4/9/2548	0.00	0.00	0.40	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.00	0.80
5/9/2548	0.00	0.20	0.80	2.40	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.20	0.80
6/9/2548	0.00	0.20	0.41	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.22	0.61
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.11	0.47	1.62	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	1.35	1.27

ตารางที่ ข-6 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูฝน (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)												
	K	Ca	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Sb	Te	I	Cs
26/6/2548	0.42	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.01	0.00	0.01	0.00	0.19	0.00	0.21
27/6/2548	0.60	0.00	0.01	0.00	0.01	0.18	0.01	0.00	0.01	0.00	0.18	0.00	0.02
28/6/2548	0.60	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
29/6/2548	0.61	0.00	0.01	0.01	0.03	0.18	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
30/6/2548	0.62	0.00	0.01	0.01	0.03	0.39	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
3/8/2548	0.86	0.00	0.01	0.02	0.04	0.19	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4/8/2548	1.00	0.08	0.01	0.01	0.02	0.38	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
5/8/2548	0.82	0.00	0.00	0.01	0.00	0.19	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
7/8/2548	0.81	0.00	0.02	0.01	0.02	0.18	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
9/8/2548	1.01	0.20	0.00	0.02	0.01	0.59	0.01	0.01	0.02	0.00	0.05	0.00	0.61
10/8/2548	0.61	0.00	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.20	0.00
11/8/2548	0.41	0.00	0.00	0.00	0.03	0.18	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.21
12/8/2548	0.20	0.00	0.00	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05
13/8/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	0.02	0.18	0.01	0.00	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00
15/8/2548	1.01	0.20	0.02	0.03	0.04	0.38	0.02	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.60
16/8/2548	1.06	0.00	0.01	0.02	0.04	0.19	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
17/8/2548	1.00	0.20	0.01	0.02	0.04	0.38	0.04	0.01	0.02	0.00	0.18	0.00	0.00
18/8/2548	0.82	0.41	0.00	0.01	0.02	0.07	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	0.00
19/8/2548	1.20	0.06	0.00	0.02	0.02	0.18	0.01	0.01	0.02	0.00	0.18	0.00	0.00
21/8/2548	1.00	0.20	0.02	0.03	0.02	0.38	0.04	0.01	0.02	0.00	0.38	0.00	0.20
22/8/2548	1.62	0.20	0.01	0.02	0.05	0.38	0.03	0.02	0.02	0.00	0.18	0.00	0.00
23/8/2548	1.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.18	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00	0.20	0.00
24/8/2548	1.23	1.02	0.00	0.03	0.18	0.59	0.05	0.00	0.02	0.00	0.18	0.00	0.00
25/8/2548	1.04	0.00	0.02	0.01	0.04	0.19	0.01	0.00	0.01	0.00	0.19	0.21	0.08
27/8/2548	1.20	0.02	0.01	0.01	0.03	0.18	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
28/8/2548	0.80	0.00	0.01	0.01	0.02	0.18	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
29/8/2548	1.44	0.21	0.01	0.02	0.05	0.39	0.02	0.00	0.02	0.00	0.18	0.41	0.41
30/8/2548	1.20	0.10	0.00	0.02	0.04	0.58	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
31/8/2548	1.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.58	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
4/9/2548	0.60	0.00	0.01	0.01	0.00	0.18	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.06
5/9/2548	1.00	0.40	0.02	0.01	0.02	0.38	0.01	0.00	0.02	0.00	0.18	0.00	0.20
6/9/2548	0.61	0.00	0.00	0.01	0.01	0.18	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.87	0.10	0.01	0.01	0.03	0.26	0.01	0.01	0.01	0.00	0.08	0.03	0.09

ตารางที่ ข-6 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูฝน (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Ba	Ce	Pt	Pb	OC	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	NH_4^+
26/6/2548	0.00	0.42	0.07	0.19	3.66	6.28	4.47	9.37	10.83	1.28	0.45	0.00
27/6/2548	0.20	0.00	0.18	0.18	5.24	8.40	0.96	0.00	3.38	0.87	0.30	0.00
28/6/2548	0.60	0.00	0.18	0.01	6.19	10.22	11.61	1.46	5.75	0.86	0.68	0.00
29/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.41	11.45	1.13	0.00	3.47	2.38	0.33	0.00
30/6/2548	0.21	0.82	0.00	0.18	4.72	13.74	3.22	0.00	1.72	0.93	0.33	0.00
3/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.01	6.11	13.53	0.05	0.00	1.38	0.12	0.22	0.00
4/8/2548	0.00	0.20	0.18	0.18	6.37	12.05	1.00	0.00	0.50	0.55	0.44	0.00
5/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.44	12.91	1.34	0.00	3.04	0.35	0.35	0.00
7/8/2548	0.00	0.61	0.00	0.00	6.45	14.37	0.64	0.00	1.30	2.02	0.52	0.00
9/8/2548	0.00	0.00	0.18	0.00	7.32	14.38	1.84	1.95	3.55	0.88	0.53	0.00
10/8/2548	0.00	0.61	0.00	0.00	4.03	9.37	1.81	1.57	5.50	0.89	0.33	0.03
11/8/2548	0.00	0.00	0.18	0.00	3.57	7.82	0.94	0.00	1.59	0.48	0.38	0.00
12/8/2548	0.20	0.00	0.00	0.02	4.12	5.22	3.04	1.80	2.95	0.28	0.28	0.00
13/8/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	5.03	4.50	0.00	0.00	1.16	0.76	0.29	0.00
15/8/2548	0.60	0.00	0.18	0.05	8.30	6.53	2.37	0.11	2.36	0.54	0.37	0.00
16/8/2548	0.42	0.00	0.00	0.19	9.02	4.41	3.97	0.00	3.61	1.03	0.58	0.00
17/8/2548	0.00	0.20	0.38	0.00	6.49	5.46	2.55	2.99	13.17	11.56	0.56	0.00
18/8/2548	0.00	0.00	0.19	0.19	5.53	7.91	0.79	0.00	2.31	1.30	0.41	0.00
19/8/2548	0.00	1.80	0.00	0.18	6.02	13.08	2.60	0.00	8.90	1.77	0.89	0.00
21/8/2548	0.00	0.00	0.18	0.00	6.97	11.27	2.69	0.00	0.61	1.47	0.66	0.00
22/8/2548	0.00	0.00	0.05	0.05	8.62	15.16	1.54	0.00	0.08	0.52	0.57	0.00
23/8/2548	0.40	0.40	0.38	0.18	6.97	10.35	3.04	0.00	1.08	1.13	0.62	0.00
24/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.18	8.55	11.40	2.75	0.00	0.00	0.34	0.56	0.00
25/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.81	5.42	2.25	0.00	0.00	0.37	0.44	0.00
27/8/2548	1.00	0.60	0.38	0.00	8.37	12.20	1.36	0.00	0.02	0.43	0.41	0.00
28/8/2548	0.00	0.40	0.03	0.18	7.25	6.89	1.00	0.00	0.00	0.01	0.28	0.00
29/8/2548	0.00	0.21	0.18	0.00	9.50	11.98	8.55	14.82	0.96	0.20	0.40	0.00
30/8/2548	0.00	0.00	0.38	0.18	7.57	10.11	5.14	4.32	0.66	0.30	0.58	0.00
31/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.18	12.79	8.69	16.07	35.06	3.83	0.25	0.39	0.00
4/9/2548	0.00	0.40	0.00	0.02	6.77	7.65	0.56	0.00	0.69	0.19	0.32	0.00
5/9/2548	0.00	1.20	0.00	0.18	9.28	6.96	2.00	0.00	0.00	0.23	0.34	0.00
6/9/2548	0.00	0.00	0.18	0.00	7.32	6.46	2.19	0.00	1.05	0.22	0.27	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.13	0.25	0.11	0.08	6.93	9.57	2.92	2.30	2.67	1.08	0.44	0.00

ตารางที่ ข-7 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Na	Mg	Al	Si	P	Sc	Ti	V	Cr	Fe	S	Cl
5/6/2548	0.00	0.20	0.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	1.00
6/6/2548	0.00	0.20	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	3.00	0.80	1.80
7/6/2548	0.00	0.21	0.41	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	5.34	1.03	0.82
9/6/2548	0.00	0.00	0.20	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84	5.31	1.02	2.65
10/6/2548	0.00	0.00	0.08	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	2.22
11/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.81	2.42
13/6/2548	0.00	0.00	0.40	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	9.83	1.40	5.22
14/6/2548	0.00	0.21	0.62	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	2.69	1.03	2.69
15/6/2548	0.00	0.20	0.80	2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.20	2.61
26/6/2548	0.00	0.21	0.21	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	5.12	14.50	0.85	2.98
27/6/2548	0.00	0.00	0.80	2.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.80	3.21	1.41	5.02
28/6/2548	0.00	0.20	0.80	2.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.60	2.61	1.61	1.61
29/6/2548	0.00	0.20	0.60	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	13.91	1.01	1.01
30/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	3.29	8.85	0.21	0.08
3/8/2548	0.00	0.22	0.67	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	1.34	0.89	1.34
4/8/2548	0.00	0.00	0.60	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	1.01	0.60
5/8/2548	0.00	0.41	1.03	2.48	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.65	1.65	1.45
6/8/2548	0.00	0.20	0.80	1.81	0.09	0.00	0.00	0.00	0.40	2.61	2.01	2.41
7/8/2548	0.00	0.20	0.81	2.24	0.02	0.00	0.00	0.00	0.20	1.42	1.42	2.24
9/8/2548	0.00	0.20	1.21	3.02	0.09	0.00	0.00	0.00	2.22	7.06	2.02	3.83
10/8/2548	0.00	0.20	1.21	3.02	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21	2.02	4.03
11/8/2548	0.00	0.00	0.20	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62	5.28	0.81	2.64
12/8/2548	0.00	0.00	0.21	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.62	3.31
13/8/2548	0.00	0.20	0.20	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	7.06	0.60	3.02
15/8/2548	0.00	0.40	0.81	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.21	1.81
16/8/2548	0.00	0.21	0.84	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	1.26	1.26
18/8/2548	0.00	0.21	1.44	3.91	0.05	0.21	0.00	0.00	0.00	1.44	1.65	4.53
19/8/2548	0.00	0.20	1.40	4.21	0.01	0.09	0.00	0.00	0.20	2.01	1.40	2.61
28/8/2548	0.00	0.00	0.09	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.80	0.60
29/8/2548	0.00	0.00	0.21	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	1.03
31/8/2548	0.00	0.00	0.20	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.02	0.82
7/9/2548	0.00	0.00	0.08	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.45	0.89
ค่าเฉลี่ย	0.00	0.13	0.54	1.58	0.02	0.01	0.00	0.00	0.96	3.40	1.13	2.20

ตารางที่ ข-7 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ช่วงฤดูฝน (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)												
	K	Ca	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Sb	Te	I	Cs
5/6/2548	0.60	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.07	0.02	0.05	0.00	0.00	0.20	0.00
6/6/2548	0.20	0.00	0.40	1.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.02	0.00	0.00	0.40	0.00
7/6/2548	0.41	0.00	0.41	1.44	0.00	0.00	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
9/6/2548	0.20	0.00	0.61	1.63	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.61
10/6/2548	0.20	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
11/6/2548	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	1.01
13/6/2548	0.40	0.00	0.80	2.41	0.00	0.00	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.20	2.01
14/6/2548	0.62	0.00	0.21	0.83	0.00	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.86
15/6/2548	0.60	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.06	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.40
26/6/2548	0.43	0.00	1.07	3.41	0.00	0.00	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.21
27/6/2548	0.60	0.60	0.40	1.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.03	0.00	0.20	0.00	0.20
28/6/2548	1.00	0.00	0.40	0.80	0.00	0.20	0.08	0.01	0.03	0.20	0.00	0.00	0.20
29/6/2548	0.60	0.00	1.21	3.23	0.00	0.00	0.06	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.20
30/6/2548	0.00	0.00	0.82	2.47	0.00	0.00	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/8/2548	0.45	0.22	0.22	0.67	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4/8/2548	0.60	0.00	0.00	0.40	0.00	0.20	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.20	0.40
5/8/2548	1.03	0.00	0.21	0.41	0.00	0.21	0.08	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	1.24
6/8/2548	0.60	0.00	0.20	0.60	0.20	0.20	0.09	0.01	0.01	0.00	0.20	0.40	0.00
7/8/2548	0.61	0.00	0.20	0.41	0.00	0.00	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00
9/8/2548	0.81	0.00	0.60	1.81	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.60
10/8/2548	0.81	0.05	0.20	0.20	0.00	0.00	0.08	0.02	0.01	0.00	0.20	0.40	0.40
11/8/2548	0.20	0.00	0.61	1.42	0.00	0.00	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00
12/8/2548	0.21	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.07	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
13/8/2548	0.20	0.00	0.60	2.02	0.00	0.00	0.05	0.01	0.02	0.20	0.00	0.00	0.09
15/8/2548	0.60	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.09	0.00	0.02	0.00	0.20	0.00	0.00
16/8/2548	0.63	0.00	0.21	0.21	0.00	0.00	0.07	0.02	0.02	0.00	0.21	0.63	0.00
18/8/2548	0.82	1.03	0.00	0.21	0.00	0.00	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.21
19/8/2548	0.80	1.40	0.20	0.40	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00
28/8/2548	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.10	0.01	0.03	0.00	0.00	0.20	0.00
29/8/2548	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
31/8/2548	0.41	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.09	0.01	0.01	0.00	0.00	0.41	0.00
7/9/2548	0.22	0.00	0.00	0.22	0.22	0.22	0.10	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.50	0.10	0.31	0.91	0.01	0.05	0.07	0.01	0.02	0.01	0.03	0.11	0.30

ตารางที่ ข-7 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ช่วงฤดูฝน (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Ba	Ce	Pt	Pb	OC	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	NH_4^+
5/6/2548	0.00	1.20	0.00	0.00	4.61	11.01	1.23	0.82	2.20	1.13	0.59	0.05
6/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.61	11.01	1.24	0.00	0.41	0.11	0.00	0.00
7/6/2548	0.21	0.00	0.00	0.21	5.39	2.14	1.98	0.00	0.00	0.07	0.00	0.23
9/6/2548	0.00	1.84	0.00	0.00	5.69	6.32	1.55	0.00	1.41	0.24	0.00	0.00
10/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.43	7.44	2.78	0.00	2.50	0.18	0.00	0.08
11/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.07	4.73	1.25	0.00	1.53	0.15	0.00	0.01
13/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	2.61	5.56	3.32	1.11	7.32	5.71	0.00	0.00
14/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	2.62	5.37	1.85	0.43	1.00	0.54	0.00	0.17
15/6/2548	0.00	0.40	0.00	0.00	2.70	8.23	3.18	0.83	2.07	0.72	0.00	0.05
26/6/2548	0.00	1.92	0.00	0.00	3.55	6.60	1.91	1.32	2.05	0.79	0.19	0.00
27/6/2548	0.00	3.81	0.00	0.00	2.63	6.03	2.76	0.97	3.45	1.74	0.00	0.06
28/6/2548	0.00	1.81	0.00	0.00	2.79	6.04	3.59	1.52	0.83	0.41	0.00	0.04
29/6/2548	0.00	2.42	0.00	0.00	7.24	12.47	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.81	7.10	0.14	0.00	3.26	0.86	0.00	0.00
3/8/2548	0.22	0.00	0.00	0.00	4.09	6.92	1.69	0.61	0.61	1.04	0.00	0.00
4/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	6.24	1.80	0.00	0.00	1.44	0.00	0.00
5/8/2548	0.00	0.62	0.00	0.00	4.32	4.30	3.42	0.57	1.71	3.61	0.00	0.00
6/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.39	7.57	4.56	1.24	1.66	0.84	0.00	0.30
7/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.40	5.19	3.08	0.84	1.96	0.39	0.00	0.06
9/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.74	5.75	5.00	1.39	2.78	0.56	0.00	0.20
10/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	7.36	5.00	1.67	2.91	1.08	0.00	0.18
11/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	2.31	5.91	1.82	0.00	1.68	0.17	0.00	0.00
12/8/2548	0.00	1.45	0.00	0.00	2.00	5.74	1.42	0.00	1.85	1.31	0.00	0.00
13/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	5.37	1.11	0.00	3.75	0.15	0.22	0.00
15/8/2548	1.41	0.00	0.00	0.00	2.45	5.44	2.36	0.83	2.08	0.43	0.33	0.00
16/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57	7.71	2.32	0.72	0.43	0.01	0.00	0.05
18/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.35	8.01	3.68	1.27	3.54	1.16	0.00	0.05
19/8/2548	0.00	4.21	0.00	0.00	2.40	5.29	2.90	1.52	5.11	0.62	0.00	0.06
28/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	2.76	6.89	1.52	0.83	2.90	0.00	0.00	0.00
29/8/2548	0.21	0.00	0.00	0.00	6.92	3.52	2.12	0.42	0.99	0.68	0.00	0.00
31/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.74	7.08	2.11	0.56	2.53	0.29	0.00	0.00
7/9/2548	0.67	0.00	0.00	0.00	2.27	5.54	1.07	0.77	0.31	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.08	0.61	0.00	0.01	3.92	6.56	2.37	0.63	2.03	0.83	0.04	0.05

ตารางที่ ข-8 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Na	Mg	Al	Si	P	Sc	Ti	V	Cr	Fe	S	Cl
5/6/2548	0.00	0.20	0.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	5.37	0.60	0.60
6/6/2548	0.00	0.40	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	3.60	0.60	1.00
7/6/2548	0.00	0.21	0.21	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	2.46	7.18	0.62	0.41
9/6/2548	0.00	0.00	0.03	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.82	1.63
10/6/2548	0.00	0.00	0.05	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.81	1.61
11/6/2548	0.00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	2.01
13/6/2548	3.02	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	2.61
14/6/2548	1.04	0.21	0.21	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	3.11	0.62	1.24
15/6/2548	0.00	0.00	0.20	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21	4.04	0.61	1.01
4/7/2548	0.00	0.20	0.20	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.81	0.40
3/8/2548	0.00	0.22	0.45	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.67	0.67
4/8/2548	0.00	0.20	0.60	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81	6.03	0.80	0.40
5/8/2548	0.00	0.41	1.03	2.69	0.00	0.01	0.00	0.00	0.21	2.07	1.03	0.62
6/8/2548	0.00	0.20	0.60	1.41	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81	6.03	1.00	1.21
10/8/2548	0.00	0.20	0.61	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.22	2.03
11/8/2548	0.00	0.00	0.20	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	5.23	1.01	1.61
12/8/2548	0.00	0.00	0.21	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	0.62	1.23
13/8/2548	0.00	0.20	0.20	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	2.61	0.80	1.41
15/8/2548	0.00	0.20	0.40	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	1.01	1.01
16/8/2548	0.00	0.21	0.42	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.84	0.63
17/8/2548	0.00	0.20	0.40	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	3.41	0.80	1.60
18/8/2548	2.88	0.00	0.41	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.82	1.65
19/8/2548	0.00	0.20	0.40	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	3.81	0.80	1.40
21/8/2548	0.00	0.00	0.61	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.61
22/8/2548	0.00	0.00	0.61	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	1.01	0.61
23/8/2548	0.00	0.42	0.64	1.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	1.06	0.64
24/8/2548	0.00	0.20	0.60	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	0.40
25/8/2548	0.00	0.41	0.62	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66	5.38	1.03	0.41
3/9/2548	0.00	0.00	0.09	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.10
4/9/2548	7.82	0.00	0.09	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.40
5/9/2548	0.00	0.00	0.20	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.40	0.80	0.40
6/9/2548	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	0.40
ค่าเฉลี่ย	0.46	0.14	0.34	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	2.17	0.81	1.00

ตารางที่ ข-8 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญช่วงฤดูฝน (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)												
	K	Ca	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Br	Sb	Te	I	Cs
5/6/2548	0.40	0.00	0.60	1.59	0.00	0.00	0.06	0.01	0.03	0.00	0.20	0.40	0.20
6/6/2548	0.40	0.00	0.40	1.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.60
7/6/2548	0.41	0.00	0.62	1.85	0.00	0.00	0.06	0.04	0.01	0.00	0.00	0.41	0.21
9/6/2548	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.08	0.03	0.02	0.20	0.41	0.00	0.01
10/6/2548	0.40	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04	0.02	0.00	0.81	0.60
11/6/2548	0.20	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.08	0.01	0.02	0.00	0.00	0.40	0.09
13/6/2548	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00
14/6/2548	0.41	0.00	0.21	1.04	0.00	0.00	0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.21
15/6/2548	0.40	0.00	0.40	1.21	0.00	0.00	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.20	0.61
4/7/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.07	0.01	0.02	0.00	0.00	0.60	0.20
3/8/2548	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.22	1.79
4/8/2548	0.60	0.00	0.60	1.61	0.00	0.20	0.07	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
5/8/2548	0.83	0.00	0.21	0.62	0.00	0.21	0.09	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
6/8/2548	0.60	0.00	0.60	1.61	0.00	0.00	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10/8/2548	0.41	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.07	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.41
11/8/2548	0.20	0.00	0.40	1.41	0.00	0.00	0.06	0.02	0.02	0.00	0.00	0.20	0.00
12/8/2548	0.21	0.00	0.21	0.41	0.00	0.00	0.08	0.02	0.03	0.00	0.21	0.00	0.21
13/8/2548	0.20	0.00	0.40	1.01	0.00	0.00	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.20
15/8/2548	0.61	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.08	0.02	0.02	0.00	0.00	0.61	0.00
16/8/2548	0.42	0.00	0.00	0.00	0.21	0.21	0.09	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05
17/8/2548	0.40	0.00	0.40	1.00	0.00	0.20	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02
18/8/2548	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
19/8/2548	0.40	0.00	0.40	1.20	0.00	0.00	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
21/8/2548	0.61	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.07	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
22/8/2548	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.08	0.01	0.01	0.20	0.00	0.00	0.81
23/8/2548	1.06	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.09	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.21
24/8/2548	0.80	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.07	0.01	0.01	0.00	0.20	0.00	1.00
25/8/2548	0.62	0.00	0.41	1.45	0.00	0.00	0.07	0.01	0.01	0.00	0.21	0.00	0.21
3/9/2548	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.21
4/9/2548	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.20	0.00	1.00
5/9/2548	0.40	0.00	0.20	0.60	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01	0.00	0.00	0.40	0.60
6/9/2548	0.40	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01
ค่าเฉลี่ย	0.45	0.00	0.19	0.62	0.02	0.07	0.08	0.01	0.02	0.01	0.04	0.13	0.33

ตารางที่ ข-8 ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญช่วงฤดูฝน (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)											
	Ba	Ce	Pt	Pb	OC	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	Na^+	K^+	NH_4^+
5/6/2548	0.00	1.39	0.00	0.00	7.60	8.29	0.41	0.00	0.00	0.15	0.29	0.00
6/6/2548	0.00	0.80	0.00	0.00	7.60	8.29	0.55	1.93	1.24	0.33	1.43	0.13
7/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.89	8.51	0.56	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00
9/6/2548	0.61	0.00	0.00	0.00	5.13	5.74	0.56	0.00	2.81	0.60	0.29	0.00
10/6/2548	0.60	1.21	0.00	0.00	5.69	6.07	0.55	1.52	0.00	2.87	2.15	0.01
11/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.46	7.98	0.55	0.00	0.00	1.05	0.78	0.13
13/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.91	4.92	0.55	0.00	0.00	1.19	0.66	0.14
14/6/2548	0.00	0.83	0.00	0.00	5.16	3.51	0.43	1.43	0.00	0.77	0.31	0.00
15/6/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.72	6.06	0.56	0.00	0.00	0.36	0.51	0.06
4/7/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.08	6.01	0.56	0.00	0.00	0.57	0.47	0.11
3/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	9.03	5.80	0.46	0.00	0.00	0.86	0.68	0.00
4/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	8.20	5.71	0.55	0.00	0.00	0.30	0.73	0.19
5/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	14.24	2.43	0.71	0.00	0.00	1.31	0.47	0.00
6/8/2548	0.00	0.00	0.20	0.00	8.49	12.16	0.83	0.00	0.00	1.12	0.04	0.13
10/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.06	5.11	0.84	0.00	0.00	1.20	0.28	0.64
11/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.03	3.71	0.83	0.00	1.52	1.72	0.11	0.22
12/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	5.43	0.57	0.00	0.00	0.58	0.00	0.29
13/8/2548	1.41	2.41	0.00	0.00	4.49	4.55	0.55	0.00	16.20	11.37	0.35	0.01
15/8/2548	1.21	0.00	0.00	0.00	2.07	6.66	0.70	1.25	1.95	1.31	1.27	0.00
16/8/2548	0.00	2.32	0.00	0.21	7.53	12.24	0.73	0.00	0.00	1.02	1.80	0.00
17/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.23	6.83	0.69	0.00	0.00	1.53	0.04	0.00
18/8/2548	0.00	0.00	0.21	0.00	3.91	4.67	0.57	0.00	0.00	1.10	0.31	0.00
19/8/2548	0.00	1.40	0.00	0.00	3.46	6.01	0.69	1.66	0.00	1.02	1.04	0.01
21/8/2548	0.00	1.82	0.00	0.00	5.16	7.70	0.84	2.23	0.56	2.50	1.14	0.09
22/8/2548	0.00	1.01	0.00	0.00	4.74	6.59	0.84	1.39	0.00	0.45	0.00	0.10
23/8/2548	1.06	0.00	0.42	0.00	11.11	9.75	0.73	0.00	0.00	0.98	0.01	0.01
24/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	6.45	9.97	0.55	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00
25/8/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	7.15	8.31	0.85	1.42	0.00	0.53	0.04	0.00
3/9/2548	0.43	0.86	0.00	0.00	6.25	7.17	0.59	0.00	0.00	0.44	1.63	0.00
4/9/2548	0.40	0.00	0.00	0.00	5.30	4.63	0.41	0.00	0.00	0.54	1.27	0.04
5/9/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	4.21	4.28	0.55	0.00	0.00	0.95	0.00	0.15
6/9/2548	0.00	0.00	0.00	0.00	5.31	3.58	1.25	3.19	14.83	11.15	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย	0.18	0.44	0.03	0.01	6.34	6.52	0.64	0.50	1.22	1.58	0.58	0.08

ภาคผนวก ค

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
29/3/2548	29.73	70.71	2.33
30/3/2548	29.70	76.13	2.48
1/4/2548	29.70	71.96	2.46
3/4/2548	29.79	71.29	0.53
7/4/2548	29.75	70.92	1.85
15/4/2548	29.83	74.92	2.19
19/4/2548	29.84	71.96	1.70
20/4/2548	29.84	73.13	0.64
21/4/2548	29.78	73.42	1.51
19/5/2548	29.70	81.08	1.06
20/5/2548	29.71	85.05	0.53
21/5/2548	29.70	83.79	0.41
22/5/2548	29.69	74.58	1.09
23/5/2548	29.71	75.67	1.63
24/5/2548	29.72	73.33	2.12
25/5/2548	29.70	76.00	1.13
26/5/2548	29.69	70.79	1.56
27/5/2548	29.68	69.88	1.39
28/5/2548	-	67.17	1.72
29/5/2548	29.65	68.46	1.35
30/5/2548	29.64	81.25	0.44
31/5/2548	29.62	80.75	0.83
6/11/2548	29.78	86.25	0.99
7/11/2548	29.78	84.96	0.89
9/11/2548	29.83	85.73	0.28
12/11/2548	-	-	-
13/11/2548	29.75	78.47	1.55
14/11/2548	-	-	-
15/11/2548	-	-	-
16/11/2548	-	-	-
19/11/2548	29.85	72.58	1.54
ค่าเฉลี่ย	29.74	75.93	1.34

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
29/3/2548	29.60	76.00	4.74
1/42548	29.80	78.00	6.80
3/4/2548	29.50	75.00	3.40
5/4/2548	27.80	69.00	1.85
8/4/2548	29.90	77.00	3.91
10/4/2548	30.10	79.00	4.64
15/4/2548	29.20	79.00	4.02
16/4/2548	30.40	75.00	3.09
17/4/2548	30.20	76.00	4.53
19/4/2548	30.00	76.00	3.50
20/4/2548	29.30	78.00	1.44
21/4/2548	30.00	77.00	3.19
25/4/2548	30.50	79.00	4.33
26/4/2548	30.80	79.00	5.56
28/4/2548	30.10	75.00	3.50
9/5/2548	30.20	69.00	2.58
10/5/2548	30.50	68.00	3.19
12/5/2548	29.90	72.00	3.50
17/5/2548	30.00	77.00	2.78
29/5/2548	31.20	66.00	3.09
12/11/2548	30.00	72.00	2.47
13/11/2548	29.10	77.00	3.19
14/11/2548	30.00	72.00	1.75
15/11/2548	29.90	75.00	2.58
16/11/2548	29.70	74.00	0.82
19/11/2548	27.90	66.00	7.42
20/11/2548	26.20	61.00	10.09
21/11/2548	25.30	62.00	10.30
22/11/2548	24.70	56.00	9.37
23/11/2548	24.60	64.00	7.31
24/11/2548	26.30	61.00	5.15
25/11/2548	26.70	61.00	4.84
ค่าเฉลี่ย	29.04	71.91	4.34

ตารางที่ ค-3 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
30/3/2548	28.98	65.71	1.82
2/4/2548	29.05	65.54	1.28
4/4/2548	24.57	-	0.31
6/4/2548	27.20	61.08	0.35
7/4/2548	28.84	65.58	1.68
8/4/2548	29.15	65.54	2.30
9/4/2548	29.07	64.29	2.92
10/4/2548	29.38	67.13	2.52
11/4/2548	28.97	71.00	2.70
14/4/2548	28.99	64.46	1.20
16/4/2548	29.12	66.13	1.90
19/4/2548	28.43	66.17	1.26
20/4/2548	28.33	67.17	0.64
21/4/2548	29.56	65.54	1.46
22/4/2548	30.11	62.83	2.37
28/4/2549	29.08	66.67	1.60
15/5/2548	28.07	-	-
19/5/2548	28.22	72.29	1.38
29/5/2548	30.04	59.80	0.76
30/5/2548	-	-	-
31/5/2548	-	-	-
6/11/2548	27.71	79.19	0.63
7/11/2548	27.59	82.84	0.68
9/11/2548	27.85	76.96	0.42
12/11/2548	29.65	73.52	1.50
13/11/2548	29.50	75.99	1.50
14/11/2548	29.83	72.83	1.30
15/11/2548	27.62	83.71	0.16
16/11/2548	28.48	77.90	0.64
20/11/2548	26.88	58.11	1.64
21/11/2548	25.77	57.96	1.50
ค่าเฉลี่ย	28.48	68.74	1.37

ตารางที่ ค-4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณโรงเรียนปากคลองมอญช่วงฤดูแล้ง

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
4/4/2548	25.50	85.00	7.93
6/4/2548	28.70	64.00	1.96
7/4/2548	29.80	75.00	1.55
8/4/2548	29.90	77.00	3.91
9/4/2548	29.80	75.00	5.77
10/4/2548	30.10	79.00	4.64
11/4/2548	29.90	83.00	6.59
14/4/2548	30.30	76.00	2.99
15/4/2548	29.20	79.00	4.02
17/4/2548	30.20	76.00	4.53
19/4/2548	30.00	76.00	3.50
20/4/2548	29.30	78.00	1.44
21/4/2548	30.00	77.00	3.19
23/4/2548	30.20	75.00	5.46
26/4/2549	30.80	79.00	5.56
11/5/2548	30.90	69.00	2.68
30/5/2548	30.60	68.00	2.16
31/5/2548	30.50	69.00	3.91
6/11/2548	28.60	74.00	0.93
7/11/2548	28.20	82.00	2.99
9/11/2548	28.80	75.00	0.15
12/11/2548	30.00	72.00	0.00
13/11/2548	29.10	77.00	0.67
14/11/2548	30.00	72.00	0.00
15/11/2548	29.90	75.00	0.41
16/11/2548	29.70	74.00	0.52
19/11/2548	27.90	66.00	1.18
20/11/2548	26.20	61.00	0.46
21/11/2548	25.30	62.00	0.31
22/11/2548	24.70	56.00	0.98
ค่าเฉลี่ย	29.14	73.53	2.68

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-5 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง ช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
5/6/2548	30.33	75.38	1.51
6/6/2548	30.49	71.58	1.47
7/6/2548	31.13	70.71	1.72
9/6/2548	30.81	69.67	2.81
26/6/2548	30.50	72.38	1.69
27/6/2548	30.73	72.96	1.61
28/6/2548	29.97	73.88	1.20
29/6/2548	28.17	81.75	0.88
4/7/2548	29.39	72.67	1.38
3/8/2548	28.79	78.75	1.61
4/8/2548	29.05	74.58	1.91
5/8/2548	29.09	72.17	1.80
6/8/2548	30.13	71.96	1.76
7/8/2548	30.03	72.54	1.61
9/8/2548	29.20	78.96	1.13
11/8/2548	29.13	77.67	2.03
13/8/2548	29.37	75.58	3.00
18/8/2548	30.14	73.50	1.59
22/8/2548	29.81	73.75	1.31
23/8/2548	30.00	71.38	1.44
24/8/2548	30.33	70.75	1.45
25/8/2548	31.41	67.79	1.43
27/8/2548	31.30	73.29	1.77
28/8/2548	30.42	73.71	1.36
29/8/2548	29.28	80.00	0.63
30/8/2548	29.31	76.71	1.45
31/8/2548	30.28	74.46	1.60
3/9/2548	28.60	83.17	0.37
4/9/2548	27.70	85.04	0.63
5/9/2548	29.13	81.67	1.58
6/9/2548	30.13	77.29	1.76
ค่าเฉลี่ย	29.81	75.02	1.53

ตารางที่ ค-6 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้วช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
26/6/2548	29.80	71.00	5.56
27/6/2548	30.20	67.00	3.61
28/6/2548	29.90	70.00	5.56
29/6/2548	28.30	78.00	3.50
30/6/2548	29.80	68.00	1.85
3/8/2548	27.10	82.00	3.09
4/8/2548	28.40	76.00	3.40
5/8/2548	28.20	76.00	4.64
7/8/2548	29.40	73.00	7.42
9/8/2548	29.40	74.00	6.70
10/8/2548	29.50	73.00	7.00
11/8/2548	28.90	73.00	10.92
12/8/2548	28.00	80.00	9.89
13/8/2548	28.30	79.00	11.12
15/8/2548	28.80	72.00	5.67
16/8/2548	29.30	72.00	4.43
17/8/2548	29.10	73.00	8.03
18/8/2548	29.20	77.00	9.48
19/8/2548	29.10	74.00	7.42
21/8/2548	29.50	73.00	4.22
22/8/2548	29.10	75.00	2.06
23/8/2548	29.10	73.00	2.47
24/8/2548	29.00	71.00	2.68
25/8/2548	30.30	65.00	1.85
27/8/2548	29.80	76.00	3.61
28/8/2548	29.10	74.00	3.50
29/8/2548	29.00	75.00	4.22
30/8/2548	29.50	68.00	4.84
31/8/2548	29.80	72.00	5.05
4/9/2548	27.80	81.00	0.72
5/9/2548	28.80	81.00	1.65
6/9/2548	29.30	75.00	1.55
ค่าเฉลี่ย	29.09	73.97	4.93

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-7 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์ช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
5/6/2548	28.61	68.29	1.68
6/6/2548	29.30	64.17	1.22
7/6/2548	29.78	62.21	1.27
9/6/2548	29.14	62.00	3.06
10/6/2548	28.88	62.13	2.78
11/6/2548	29.52	61.50	2.90
13/6/2548	29.80	63.83	3.12
14/6/2548	29.59	62.42	2.14
15/6/2548	29.38	64.88	1.34
26/6/2548	29.25	62.54	1.95
27/6/2548	29.95	62.29	1.88
28/6/2548	29.66	60.04	1.33
29/6/2548	27.30	-	-
30/6/2548	-	-	-
3/8/2548	27.66	78.06	0.26
4/8/2548	28.39	74.82	0.21
5/8/2548	28.74	68.08	0.26
6/8/2548	29.11	71.56	0.22
7/8/2548	29.39	70.37	-
9/8/2548	28.31	76.05	0.20
10/8/2548	-	72.62	-
11/8/2548	-	73.41	-
12/8/2548	-	74.67	3.26
13/8/2548	-	72.40	4.88
15/8/2548	-	71.40	1.92
16/8/2548	-	69.85	1.73
18/8/2548	-	70.58	3.60
19/8/2548	-	71.08	2.91
28/8/2548	-	74.49	1.99
29/8/2548	-	74.83	1.46
31/8/2548	-	72.91	2.08
7/9/2548	-	76.74	1.62
ค่าเฉลี่ย	29.04	69.01	1.90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-8 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณโรงเรียนปากคลองมอญช่วงฤดูฝน

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)
5/6/2548	30.20	71.00	5.67
6/6/2548	30.30	68.00	2.78
7/6/2548	30.30	70.00	3.81
9/6/2548	29.80	71.00	8.76
10/6/2548	29.50	70.00	10.82
11/6/2548	29.90	73.00	7.62
13/6/2548	29.90	74.00	8.24
14/6/2548	29.90	72.00	5.56
15/6/2548	30.10	71.00	3.61
4/7/2548	29.70	68.00	2.27
3/8/2548	27.10	82.00	3.09
4/8/2548	28.40	76.00	3.40
5/8/2548	28.20	76.00	4.64
6/8/2548	29.30	73.00	4.22
10/8/2548	29.50	73.00	7.00
11/8/2548	28.90	73.00	10.92
12/8/2548	28.00	80.00	9.89
13/8/2548	28.30	79.00	11.12
15/8/2548	28.80	72.00	5.67
16/8/2548	29.30	72.00	4.43
17/8/2548	29.10	73.00	8.03
18/8/2548	29.20	77.00	9.48
19/8/2548	29.10	74.00	7.42
21/8/2548	29.50	73.00	4.22
22/8/2548	29.10	75.00	2.06
23/8/2548	29.10	73.00	2.47
24/8/2548	29.00	71.00	2.68
25/8/2548	30.30	65.00	1.85
3/9/2548	28.40	83.00	2.37
4/9/2548	27.80	81.00	3.81
5/9/2548	28.80	81.00	3.71
6/9/2548	29.30	75.00	4.12
ค่าเฉลี่ย	29.19	73.91	5.49

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-1 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

Group Statistics

Conc.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM_{10} Dry	31	59.130	18.307	3.288
Wet	31	51.124	17.371	3.120

Independent Samples Test

			Conc. PM_{10}	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of VariancesF	F		.007	-
	Sig.		.934	-
t-test for Equality of Means	t		1.766	1.766
	df		60.000	59.836
	Sig. (2-tailed)		.082	.082
	Mean Difference		8.006	8.006
	Std. Error Difference		4.533	4.533
	95% Confidence Interval Of the Difference	Lower	-1.061	-1.061
		Upper	17.073	17.073

ตารางที่ ง-2 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน บริเวณโรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

Group Statistics

Conc.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM_{10} Dry	32	71.328	27.551	4.870
Wet	32	42.329	15.672	2.770

Independent Samples Test

			Conc. PM_{10}	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of VariancesF	F		4.247	-
	Sig.		.044	-
t-test for Equality of Means	t		5.175	5.175
	df		62.000	49.160
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.000
	Mean Difference		28.999	28.999
	Std. Error Difference		5.603	5.603
	95% Confidence Interval Of the Difference	Lower	17.798	17.740
		Upper	40.200	40.258

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-3 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

Group Statistics

Conc.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM_{10} Dry	31	56.851	19.522	3.506
Wet	32	36.551	16.270	2.876

Independent Samples Test

		Conc. PM_{10}	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of VariancesF	F	.976	-
	Sig.	.327	-
t-test for Equality of Means	t	4.489	4.476
	df	61.000	58.377
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000
	Mean Difference	20.300	20.300
	Std. Error Difference	4.522	4.535
	95% Confidence Interval Of the Difference Lower	11.258	11.223
	Upper	29.342	29.376

ตารางที่ ง-4 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ

Group Statistics

Conc.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM_{10} Dry	30	55.631	22.881	4.177
Wet	32	27.517	9.657	1.707

Independent Samples Test

		Conc. PM_{10}	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of VariancesF	F	26.175	-
	Sig.	.000	-
t-test for Equality of Means	t	6.374	6.230
	df	60.000	38.491
	Sig. (2-tailed)	.000	.000
	Mean Difference	28.114	28.114
	Std. Error Difference	4.411	4.513
	95% Confidence Interval Of the Difference Lower	19.291	18.982
	Upper	36.937	37.246

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-5 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างฤดูแล้งทั้งสองช่วง บริเวณศูนย์ฟื้นฟูอาชีพและสถานสงเคราะห์คนพิการ พระประแดง

Group Statistics

Conc.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM_{10} Dry 1	22	58.608	21.238	4.528
Dry 2	9	60.405	8.377	2.792

Independent Samples Test

			Conc. PM_{10}	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of VariancesF	F		5.240	-
	Sig.		.030	-
t-test for Equality of Means	t		-.244	-.338
	df		29.000	29.000
	Sig. (2-tailed)		.809	.738
	Mean Difference		-1.797	-1.797
	Std. Error Difference		7.360	5.320
	95% Confidence Interval Of the Difference	Lower	-16.850	-12.677
		Upper	13.255	9.083

ตารางที่ ง-6 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างฤดูแล้งทั้งสองช่วง บริเวณ โรงเรียนวัดกิ่งแก้ว

Group Statistics

Conc.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM_{10} Dry 1	20	61.927	23.008	5.145
Dry 2	12	86.996	28.220	8.146

Independent Samples Test

			Conc. PM_{10}	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of VariancesF	F		2.133	-
	Sig.		.155	-
t-test for Equality of Means	t		-2.741	-2.602
	df		30.000	19.709
	Sig. (2-tailed)		.010	.017
	Mean Difference		-25.069	-25.069
	Std. Error Difference		9.145	9.635
	95% Confidence Interval Of the Difference	Lower	-43.746	-45.186
		Upper	-6.392	-4.952

ตารางที่ ง-7 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างฤดูแล้งทั้งสองช่วง บริเวณโรงเรียนคลองเจริญราษฎร์

Group Statistics

Conc.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM_{10} Dry 1	21	53.013	19.452	4.245
Dry 2	10	64.910	17.971	5.683

Independent Samples Test

			Conc. PM_{10}	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of VariancesF	F Sig.		.008 .931	- -
t-test for Equality of Means	t		-1.629	-1.677
	df		29.000	19.160
	Sig. (2-tailed)		.114	.110
	Mean Difference		-11.897	-11.897
	Std. Error Difference		7.302	7.093
	95% Confidence Interval Of the Difference	Lower Upper	-26.831 3.037	-26.735 2.941

ตารางที่ ง-8 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างฤดูแล้งทั้งสองช่วง บริเวณโรงเรียนปากคลองมอญ

Group Statistics

Conc.	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PM_{10} Dry 1	17	52.551	21.562	5.230
Dry 2	15	55.977	24.982	6.450

Independent Samples Test

			Conc. PM_{10}	
			Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of VariancesF	F Sig.		.203 .656	- -
t-test for Equality of Means	t		-.416	-.413
	df		30.000	27.904
	Sig. (2-tailed)		.680	.683
	Mean Difference		-3.426	-3.426
	Std. Error Difference		8.226	8.304
	95% Confidence Interval Of the Difference	Lower Upper	-20.225 13.373	-20.438 13.586

ตารางที่ ง-9 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูแล้ง

Multiple Comparisons

(I) Site	(J) Site	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Phrapradaeng	Kingkeaw	-12.198 (*)	5.644	.033	-23.374	-1.022
	Khlongmon	3.499	5.736	.543	-7.858	14.857
	Jaroenrat	2.279	5.689	.689	-8.985	13.543
Kingkeaw	Phrapradaeng	12.198 (*)	5.644	.033	1.022	23.374
	Khlongmon	15.697	5.692	.007	4.427	26.967
	Jaroenrat	14.477	5.644	.832	3.302	25.653
Khlongmon	Phrapradaeng	-3.499	5.736	.543	-14.857	7.858
	Kingkeaw	-15.697 (*)	5.692	.007	-26.967	-4.427
	Jaroenrat	-1.220	5.736	.832	-12.577	10.138
Jaroenrat	Phrapradaeng	-2.279	5.689	.689	-13.543	8.985
	Kingkeaw	-14.477 (*)	5.644	.012	-25.653	-3.302
	Khlongmon	1.220	5.736	.832	-10.138	12.577

* The mean difference is significant at the .05 level.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-10 การวิเคราะห์ความแตกต่างความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง ช่วงฤดูฝน

Multiple Comparisons

(I) Site	(J) Site	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Phrapradaeng	Kingkeaw	8.795 (*)	3.786	.022	1.300	16.289
	Khlongmon	23.607 (*)	3.786	.000	16.113	31.101
	Jaroenrat	14.573 (*)	3.786	.000	7.079	22.067
Kingkeaw	Phrapradaeng	-8.795 (*)	3.786	.022	-16.289	-1.300
	Khlongmon	14.812 (*)	3.756	.000	7.378	22.247
	Jaroenrat	5.778	3.756	.127	-1.656	13.213
Khlongmon	Phrapradaeng	-23.607 (*)	3.786	.000	-31.101	-16.113
	Kingkeaw	-14.812 (*)	3.756	.000	-22.247	-7.378
	Jaroenrat	-9.034 (*)	3.756	.018	-16.469	-1.599
Jaroenrat	Phrapradaeng	-14.573 (*)	3.786	.000	-22.067	-7.079
	Kingkeaw	-5.778	3.756	.127	-13.213	1.656
	Khlongmon	9.034 (*)	3.756	.018	1.599	16.469

* The mean difference is significant at the .05 level.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกัลยกร ตั้งอุไรวรรณ เกิดวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2523 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2546 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปี พ.ศ. 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย