

การพัฒนาแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน
และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณริมถนนในเขตกรุงเทพมหานคร



นางสาวกมลนารี ทยคราม

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4841-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF RELATION MODEL BETWEEN POLYCYCLIC AROMATIC
HYDROCARBONS AND PARTICLE SIZE LESS THAN 10 MICROMETERS
NEAR ROADSIDE IN BANGKOK



MISS GAMOLNAREE LAIKRAM

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science (Inter-Department)

Graduate School
Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4841-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง สารประกอบพอลิไซคลิก
อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณ
ริมถนน ในเขต กรุงเทพมหานคร

โดย นางสาวกมลนารี ลายคราม

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร. ทรรศนีย์ เจตน์วิทยาชาญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กิระนันท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. อัจจง ประทัดสุนทรสาร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. ทรรศนีย์ เจตน์วิทยาชาญ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. นพภาพร พานิช)

นางสาวกมลนารี ลายคราม : การพัฒนาแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณริมถนน ในเขต กรุงเทพมหานคร.
(DEVELOPMENT OF RELATION MODEL BETWEEN POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS AND PARTICLE SIZE LESS THAN 10 MICROMETERS NEAR ROADSIDE IN BANGKOK) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์ ดร. ทรรศนีย์ เจตน์วิทษาชญ , 111 หน้า. ISBN 974-17-4841-8

การพัฒนาแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) และ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM₁₀) บริเวณริมถนน ในเขต กรุงเทพมหานคร โดยศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ สารpPAHs (PAHs ที่เกาะบนอนุภาคฝุ่น) และ PM₁₀ ในพื้นที่ทั่วไป คือ คลองจั่น และรามคำแหง พื้นที่ริมถนนคือ ดินแดง โชคชัย4 และ ห้วยขวาง ซึ่งเป็นจุดตรวจวัดเดียวกับสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ และพื้นที่ริมถนน จุฬาฯ โดยตรวจวัด และเก็บตัวอย่าง ในช่วง ชุกฝน ตั้งแต่วันที่ 3 – 8 ธันวาคม 2545 และในช่วงแล้งฝน ตั้งแต่วันที่ 4 - 9 กุมภาพันธ์ 2546 ศึกษาข้อมูลความเข้มข้นของ PM₁₀ เฉลี่ยรายชั่วโมงจากจุดเก็บซึ่งเป็นจุดเดียวกับสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ และตรวจวัด PM₁₀ ราย 6 ชั่วโมง โดยเครื่องเก็บฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ชนิดไฮโวลูม ในจุดเก็บ จุฬาฯ และตรวจวัดความเข้มข้นของ สารpPAHs โดยเครื่อง Realtime PAHs Monitor PAS2000CE ซึ่งสามารถตรวจวัดความเข้มข้นของ สารpPAHs โดยรวม เลือกตรวจวัด ทุกๆ 2 นาที และศึกษาข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็ว และทิศทางของลม (เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสัมพันธ์) จากจุดตรวจวัดซึ่งเป็นจุดเดียวกับสถานีตรวจวัดอากาศของกรมควบคุมมลพิษ นำข้อมูลที่ได้หาค่าเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง และศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้น ของสารทั้งสองโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และ ทดสอบความน่าจะเป็นของสัมพันธ์เชิงเส้นของสารทั้งสองโดยสถิติชนิด ที (T – Test) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95% ยอมรับความสัมพันธ์เชิงเส้นของ สารpPAHs และ PM₁₀ ในทุกจุดตรวจวัด ยกเว้นพื้นที่ คลองจั่นช่วงชุกฝน และพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ในพื้นที่ทั่วไป สูงสุดคือ จุดตรวจวัดพื้นที่ คลองจั่น ช่วงแล้งฝน โดยมีค่า 0.836 และ ในพื้นที่ริมถนน คือจุดตรวจวัดพื้นที่ จุฬา ช่วงแล้งฝน มีค่า 0.824 ทดสอบแบบจำลองความสัมพันธ์ โดย หาความเข้มข้นของ PM₁₀ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ CALINE4 ในพื้นที่จุฬา และได้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนงแบบถนนธรรมดาและ ถนนด้านข้างปิดทึบ ทำการตรวจวัดความเข้มข้นจริงของ สารpPAHs ณ จุดทดสอบดังกล่าว และใช้แบบจำลองความสัมพันธ์คำนวณ ความเข้มข้น ของ สารpPAHs จาก ความเข้มข้นของ PM₁₀ ที่ได้ พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สารPAHs ที่ได้จากการตรวจวัดจริงและ จากแบบจำลอง ในพื้นที่จุฬา เป็น 0.8037 และได้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนงแบบถนนธรรมดา และถนนด้านข้างปิดทึบ มีค่า 0.009 และ 0.168 ตามลำดับ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

##4489052520: MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEYWORD: POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHs)/ PARTICLE SIZE NOT LESS THAN 10 MICROMETERS (PM₁₀) / CALINE4 MODEL

GAMOLNAREE LAIKRAM: DEVELOPMENT OF RELATION MODEL BETWEEN POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS AND PARTICLE SIZE LESS THAN 10 MICROMETERS NEAR ROADSIDE IN BANGKOK. THESIS ADVISOR: SURAT BUALERT Ph.D., THESIS COADVISOR: TASSANEE CHETWITTAYACHAN Ph.D., 111 pp. ISBN 974-17-4841-8

Development of relation model between particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (pPAHs) and particle size less than 10 (PM₁₀) were studied. Two urban sites were measured at Klongjan and Ramkamhang and three road sites were measured at Dindaeng, Chokeychai 4 and Huaykhaung (same station which were operated by Pollution Control Department) and a road site at faculty of science, Chulalongkorn university (Chula site). Wet period were measured in 3-8 December 2001 and dry period were measured in 4-11 February 2002. A photoelectric aerosol sensor (PAS), which provides continuous signal in relation to the total pPAHs concentration, was used to measure real-time total pPAHs concentration. PM₁₀ were measured by High volume air sampler at Chula site and collected data from Pollution Control Department at the others sites. The relationship between pPAHs and PM₁₀ were shown the most value of correlation coefficient in urban sites is Klongjan in the dry period, 0.836. And in the road sites is Chula site, 0.824. The relation model were used to calculating pPAHs from PM₁₀ (which were calculated from CALINE4 model) at Chula site and two types of Phrakanong site (street and street canyon). The correlation coefficient between pPAHs from relation model and from measurement were shown 0.8037 at Chula site and in Phrakanong sites street type is 0.009 and street canyon type is 0.168

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Filed of study Environmental Science

Academic year 2003

Student's signature.....

Advisor's signature.....

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดีอันเนื่องมาจากความช่วยเหลือของหลายๆ ฝ่าย

ผู้เขียน ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุรัตน์ บัวเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร. ทรรศนีย์ เจตน์วิทยาชาญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เป็นอย่างสูง ซึ่งท่านทั้งสอง ได้ให้คำปรึกษา และ แนะนำ ในการศึกษาวิจัย ทั้งยังให้กำลังใจ ในการทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนและอุปกรณ์การศึกษาจากโครงการ Risk evaluation of particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (pPAHs) at roadside air environment in Bangkok by time-series analysis and its application to urban traffic management ซึ่งมีศาสตราจารย์ ดร. Yamamoto Kazuo เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและมีอาจารย์ ดร.ทรรศนีย์ เจตน์วิทยาชาญ เป็นผู้ประสานงาน จึงขอกราบขอบพระคุณ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้มอบทุนการศึกษาตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา

ขอขอบพระคุณ กรมควบคุมมลพิษ และพี่ๆ ฝ่ายอากาศของกรมควบคุมมลพิษที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูล และสถานที่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่านในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมที่ได้ให้คำแนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการที่เข้าฟังการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาใช้เวลาช่วยเหลือในการแก้ไขวิทยานิพนธ์และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดการทำวิจัย

ผู้เขียน ขอขอบพระคุณ ครอบครัวและ เพื่อน ๆ ที่ได้ส่งกำลังใจจนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จทัน เวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
คำย่อ.....	ฏ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 แนวเหตุผลและทฤษฎี.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร.....	4
2.1.1 ลักษณะและแหล่งกำเนิด.....	4
2.1.2 ผลกระทบของฝุ่น.....	4
2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน.....	5
2.2.1 ลักษณะ และแหล่งกำเนิด.....	5
2.2.2 การปลดปล่อยสู่บรรยากาศ.....	6
2.2.3 การถูกย่อยสลายโดยแสง.....	6
2.2.4 ความเป็นพิษของ สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน.....	6
2.3 แนวทฤษฎีและการพัฒนาแบบจำลอง CALINE 4.....	8
2.3.1 ข้อยกเว้นการใช้.....	8
2.3.2 ข้อมูลที่ต้องเตรียมใส่ใน แบบจำลอง.....	8
2.3.3 ผลที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง.....	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	12
3.1 พื้นที่ที่ศึกษา.....	12
3.1.1 พื้นที่เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์.....	12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2	พื้นที่ในการทดสอบแบบจำลอง	13
3.2	เครื่องมือในการเก็บตัวอย่าง.....	14
3.2.1	เครื่องมือตรวจวัด pPAHs	14
3.2.2	เครื่องมือเก็บฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร	16
3.2.3	ชุดเครื่องมือเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	19
3.2.4	ชุดเครื่องมือการเก็บข้อมูลการจราจร	20
3.3	การเก็บตัวอย่าง.....	21
3.3.1	การวัดความเข้มข้นของ สารpPAHs.....	21
3.3.2	การวัดความเข้มข้นของ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร.....	21
3.3.3	ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา.....	21
3.3.4	ปริมาณการจราจร	22
3.3.5	ช่วงเวลา และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง	22
3.4	การรวบรวมข้อมูล และเพื่อตรวจสอบและพัฒนาแบบจำลองความสัมพันธ์	24
3.4.1	การตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์	24
3.4.2	การทดสอบแบบจำลอง.....	24
3.5	การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้.....	24
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
4.1	ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ความเข้มข้นของ pPAHs และ PM10	26
	ในรอบวัน	
4.1.1	สภาพทางอุตุนิยมวิทยา.....	26
4.1.2	ความเข้มข้นของ pPAHs	37
4.1.3	ความเข้มข้นของ PM ₁₀	39
4.2	การตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์ของ PM ₁₀ และ pPAHs.....	41
4.2.1	บริเวณพื้นที่ทั่วไป.....	41
4.2.2	บริเวณพื้นที่ริมถนน.....	45
4.3	การทดสอบแบบจำลองความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของ pPAHs และPM10.....	55
4.3.1	จุดทดสอบพื้นที่จุฬาฯ.....	55
4.3.2	จุดทดสอบพื้นที่ใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง.....	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	63
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	63
5.1.1 การตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์.....	63
5.1.2 การทดสอบแบบจำลอง	64
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	65
รายการอ้างอิง.....	66
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	70
ภาคผนวก ข.....	77
ภาคผนวก ค.....	78
ภาคผนวก ง.....	79
ภาคผนวก จ.....	80
ภาคผนวก ฉ.....	85
ภาคผนวก ช.....	97
ภาคผนวก ซ.....	109
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	111

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การจัดกลุ่ม สาร PAHs โดย International Agency for Research on Cancer (IARC).....	7
3.1 สาร PAHs ที่เครื่องสามารถตรวจวัดได้ และพลังงานที่ใช้ในการเกิด photoionization.....	15
3.2 ข้อมูลทางอนุกรมวิธานและเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด.....	19
3.3 สรุป วัตถุประสงค์ สถานที่เก็บ ช่วงเวลา และข้อมูล ในการเก็บตัวอย่าง.....	22
4.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และสัมประสิทธิ์การตัดสินใจค่าการทดสอบเชิงเส้น	52
ชนิดที่(T-test)	
4.2 สมการความสัมพันธ์ของ สารPAHsและPM ₁₀ และช่วงความเข้มข้นของPM ₁₀	53
และความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์แบบที่ (T- test)ในช่วงซุกฝน และช่วงแล้งฝน	
4.3 สรุป พื้นที่ตรวจวัด ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในช่วงซุกฝน และช่วงแล้งฝน.....	54
และแสดง สมการเชิงเส้น ของความสัมพันธ์	
4.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ และความน่าจะเป็นของ	61
ความสัมพันธ์แบบที่	
ข1 ชนิด และสมการ ในการคำนวณค่าการปลดปล่อยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร.....	77
ค1 ตารางแสดงความน่าจะเป็นแบบที่ ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ.....	78
จ1 ปริมาณการจราจรแยกตามประเภทรถ ในช่วงวันที่ 16- 21 กรกฎาคม 2546.....	79
ฉ1 ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ช่วงซุกฝน 3-9 ธันวาคม 2545	85
ฉ2 ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ช่วงแล้งฝน 4-9 กุมภาพันธ์ 2546.....	91
ช1 ความเข้มข้นของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	97
ช่วงซุกฝน 3- 9 ธันวาคม 2545	
ช2 ความเข้มข้นของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	103
ช่วงแล้งฝน 4- 9 กุมภาพันธ์ 2546	
ซ1 ความเข้มข้นของPM ₁₀ และpPAHs พื้นที่จู่พาฯ ช่วงซุกฝน.....	109
ซ2 ความเข้มข้นของPM ₁₀ และpPAHs พื้นที่จู่พาฯ ช่วงแล้งฝน.....	110

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนบางประเภท.....	5
3.1 พื้นที่เก็บตัวอย่างเพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสัมพันธ.....	12
3.2 เครื่องมือตรวจวัดสารPAHs ชนิด Realtime PAHs Monitor PAS2000CE.....	16
3.3 อุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ชนิดไฮโวลูม.....	17
3.4 เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นชนิด TEOM.....	18
3.5 เครื่องมือเก็บข้อมูลทางอูดุณิยมวิทยาชนิด MET ONE.....	20
3.6 ชุดเครื่องมือการเก็บข้อมูลการจราจร	20
4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ย ในรอบวัน ช่วงชุกฝน ระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545	26
4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ย ในรอบวันช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546..	27
4.3 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในรอบวัน ช่วงชุกฝนระหว่าง.....	28
วันที่ 3-8 ธันวาคม 2545 และ ในช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546	
4.4 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน ช่วงชุกฝนระหว่าง	29
วันที่ 3-8 ธันวาคม 2545	
4.5 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวันในช่วงแล้งฝนระหว่าง.....	30
วันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546	
4.6 การเปลี่ยนแปลงทิศทางลมเฉลี่ยรายชั่วโมงช่วงชุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545	31
4.7 การเปลี่ยนแปลงทิศทางลมเฉลี่ยรายชั่วโมงช่วงแล้งฝนระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546..	32
4.8 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่คลองจั่น ช่วงชุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545	33
และช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546	
4.9 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่รามคำแหง ช่วงชุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545	33
และช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546	
4.10 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่ดินแดง ช่วงชุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545	34
และช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546	
4.11 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่โชคชัย4 ช่วงชุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545	34
และช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546	
4.12 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่ห้วยขวาง ช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546....	35
4.13 ปริมาณยานพาหนะแต่ละชนิดรายชั่วโมงพื้นที่ตรวจวัดจตุพาฯ ระหว่าง	36
16-21 กรกฎาคม 2546	
4.14 การเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของ PAHs เฉลี่ยรายชั่วโมงในรอบวัน ช่วงชุกฝน	37
4.15 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ PAHs เฉลี่ยรายชั่วโมงในรอบวัน ช่วงแล้งฝน.....	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.16 การเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของ PM ₁₀ เฉลี่ยรายชั่วโมงในรอบวัน ช่วงชุกฝน.....	39
4.17 การเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของ PM ₁₀ เฉลี่ยรายชั่วโมงในรอบวัน ช่วงแล้งฝน.....	40
4.18 ความเข้มข้นของpPAHs และ PM ₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่คลองจั่น ช่วงชุกฝน และแล้งฝน.....	41
4.19 ความสัมพันธ์ของpPAHsและPM ₁₀ พื้นที่คลองจั่นช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน.....	42
4.20 ความเข้มข้นของpPAHsและPM ₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่รามคำแหงช่วงชุกฝนและแล้งฝน.....	43
4.21 ความสัมพันธ์ของpPAHsและPM ₁₀ พื้นที่รามคำแหงช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน.....	44
4.22 ความเข้มข้น ของpPAHs และPM ₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่ดินแดง ช่วงชุกฝน และแล้งฝน.....	45
4.23 ความสัมพันธ์ของ pPAHsและPM ₁₀ พื้นที่ดินแดงช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน.....	46
4.24 ความเข้มข้น ของpPAHs และPM ₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่โชคชัย4 ช่วงชุกฝนและแล้งฝน.....	47
4.25 ความสัมพันธ์ของ pPAHsและPM ₁₀ พื้นที่โชคชัย4 ช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน.....	48
4.26 ความสัมพันธ์ของ PM ₁₀ และpPAHs เทียบกับเวลาพื้นที่ห้วยขวาง ช่วงแล้งฝน.....	49
4.27 ความสัมพันธ์ของpPAHsและPM ₁₀ จุดเก็บห้วยขวางช่วงแล้งฝน.....	49
4.28 ความเข้มข้น ของpPAHs และPM ₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่จุฬา ช่วงชุกฝน และแล้งฝน.....	50
4.29 ความสัมพันธ์ของ pPAHsและPM ₁₀ พื้นที่จุฬา ช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน.....	51
4.30 ความสัมพันธ์ของ PM ₁₀ จากแบบจำลองและจากการวัดจริงเทียบกับเวลาพื้นที่จุฬา.....	55
4.31 ความสัมพันธ์ของ PM ₁₀ ที่ได้จากแบบจำลองและจากการวัดจริงพื้นที่จุฬา.....	56
4.32 ความสัมพันธ์ของpPAHsที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง	57
เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง เทียบกับเวลา พื้นที่จุฬา	
4.33 ความสัมพันธ์ของpPAHsที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง.....	57
เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่จุฬา	
4.34 ความสัมพันธ์ของ pPAHsที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง	58
เฉลี่ยรายชั่วโมงพื้นที่พระโขนงแบบถนนธรรมดา	
4.35 ความสัมพันธ์ของ pPAHsที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง	59
เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่พระโขนงแบบถนน	
4.36 ความสัมพันธ์ของ pPAHsที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง.....	60
เฉลี่ยรายชั่วโมงพื้นที่พระโขนงแบบถนนอุโมงค์	
4.37 ความสัมพันธ์ของpPAHsที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง	60
เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่พระโขนงแบบถนนอุโมงค์	
ก1 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ทั่วไปสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน คลองจั่น.....	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก2 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ทั่วไปสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ รามคำแหง.....	71
ก3 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ริมถนนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โชคชัย4.....	72
ก4 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ริมถนนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน ดินแดง.....	73
ก5 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ริมถนนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน ห้วยขวาง.....	74
ก6 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ริมถนน บริเวณตึกเทคโนโลยีภาพถ่ายคณะวิทยาศาสตร์.....	75
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
ก7 พื้นที่ทดสอบแบบจำลองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง.....	76



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำย่อ

$^{\circ}\text{C}$	หมายถึง	องศาเซลเซียส
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	หมายถึง	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
CALINE4	หมายถึง	แบบจำลองการกระจายตัวของสารมลพิษทางอากาศ บริเวณริมถนน
E	หมายถึง	ทิศตะวันออก
ENE	หมายถึง	ทิศที่ทำมุมกับทิศเหนือ 67.5 องศา
ESE	หมายถึง	ทิศที่ทำมุมกับทิศเหนือ 112.5 องศา
m/s	หมายถึง	เมตรต่อวินาที
ng/m^3	หมายถึง	นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
nm	หมายถึง	นาโนเมตร
N	หมายถึง	ทิศเหนือ
NAEI	หมายถึง	National Atmospheric Emissions Inventory Programme
NE	หมายถึง	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
NNE	หมายถึง	ทิศที่ทำมุมกับทิศเหนือ 22.5 องศา
NNW	หมายถึง	ทิศที่ทำมุมกับทิศเหนือ 337.5 องศา
NW	หมายถึง	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
PAHs	หมายถึง	สารประกอบพอลิไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน
PM10	หมายถึง	อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร
pPAHs	หมายถึง	สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน ที่เกาะอยู่กับอนุภาคฝุ่น
S	หมายถึง	ทิศใต้
SE	หมายถึง	ทิศตะวันออกเฉียงใต้
SSE	หมายถึง	ทิศที่ทำมุมกับทิศเหนือ 157.5 องศา
SSW	หมายถึง	ทิศที่ทำมุมกับทิศเหนือ 202.5 องศา
SW	หมายถึง	ทิศตะวันตกเฉียงใต้
W/m^2	หมายถึง	วัตต์ต่อตารางเมตร
W	หมายถึง	ทิศตะวันตก
WNW	หมายถึง	ทิศที่ทำมุมกับทิศเหนือ 292.5 องศา
WSW	หมายถึง	ทิศที่ทำมุมกับทิศเหนือ 247.5 องศา

บทที่ 1

บทนำ

1.1 แนวเหตุผลและทฤษฎี

สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) เป็นสารอินทรีย์ซึ่งมีวงเบนซินเชื่อมติดกันตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป ประกอบด้วยสารหลายร้อยชนิด แต่ที่พบว่าเป็นสารมลพิษมีประมาณ 33 ชนิด สาร PAHs จัดเป็นสารก่อมะเร็งและสารก่อการกลายพันธุ์ องค์การอนามัยโลก กำหนด ปริมาณสารที่ 0.01 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ว่าถือเป็นระดับที่เสี่ยงอันตรายต่อการเป็นโรคมะเร็ง (Jones, 2001) สารPAHs เป็นผลผลิตจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารอินทรีย์ ทั้งในกระบวนการธรรมชาติและกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่น กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม การใช้เชื้อเพลิงในการคมนาคม การเผาขยะ เป็นต้น ซึ่งสารPAHs จะกระจายตัวสู่บรรยากาศโดยผ่าน กระบวนการควบแน่นและการดูดซับบนผิวของฝุ่นในระหว่างการลอยขึ้นหลังจากกระบวนการเผาไหม้ (Broddin,1980)

ในบริเวณพื้นที่ต่างๆ ที่มีกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงจะพบ การกระจายตัวของ สารPAHs อยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณริมถนน ที่มีการจราจรหนาแน่น ซึ่งเป็นผลมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์จากยานพาหนะต่างๆ ซึ่งส่งผลให้มีความเสี่ยงที่จะได้รับ สารPAHs ในระดับที่สูง ดังนั้นจึงควรให้ความสนใจ ศึกษาถึงการกระจายตัวของ สารPAHs บริเวณริมถนน ในพื้นที่ต่างๆ การศึกษาโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อสารนี้ และสามารถคาดคะเนความเข้มข้น และการกระจายตัวของสารPAHs เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกัน และแก้ไขต่อไป

โดยทั่วไป การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศนั้นจะศึกษาความสัมพันธ์ของ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา สภาพภูมิศาสตร์ และสภาพแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวข้อง ตามเงื่อนไข ของแต่ละแบบจำลอง ภายใต้อำนาจความเชื่อมั่นทางสถิติที่ใช้ทดสอบ ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยถึงการ ใช้ และพัฒนา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ผลของสารมลพิษต่างๆ อย่างแพร่หลาย แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการพัฒนาแบบจำลอง เพื่อติดตามลักษณะการกระจายตัวของสารPAHs ทั้งนี้อาจเนื่องจากการที่ยังไม่มีการศึกษา ค่ามาตรฐานการปลดปล่อย (emission factor) ของสารนี้ แต่อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ความเข้มข้น ของสารPAHs มีความสัมพันธ์ กับปริมาณฝุ่น ในบริเวณต่างๆ กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น การติดตามการกระจายตัวของ สารPAHs จากแบบจำลองการกระจายตัวของฝุ่นจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษา

ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายลักษณะของฝุ่นในบรรยากาศ มีหลายประเภท แตกต่างกันตามสภาพของพื้นที่ที่สนใจศึกษา CALINE4 model เป็นแบบจำลองหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายใน

การติดตามการกระจายตัวของฝุ่น บริเวณริมถนน และได้รับการรับรอง จาก องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม แห่ง สหรัฐอเมริกา (United State Environmental Protection Agency) ซึ่งพัฒนาโดย Department of Transportation รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา (California Department of Transportation) โดยมี พื้นฐานจาก สมการแบบเกาเซียน (Gaussian diffusion equation) ใช้ในการติดตามพฤติกรรมของ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นขนาด ต่างๆ โดยพิจารณาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา การจราจร และลักษณะพื้นที่ที่ศึกษา

การศึกษานี้จึงได้ให้ความสนใจศึกษาถึง ความสัมพันธ์ของ สารpPAHs (สาร PAHs ที่เกาะ อยู่บนอนุภาคฝุ่น) และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) พื้นที่ริมถนน และพื้นที่ทั่วไป ในเขต กรุงเทพมหานคร เพื่อนำมาพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับคาดคะเนการกระจายตัวของสาร pPAHs จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ CALINE4 ของ PM_{10}

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนบริเวณ ริมถนน ในเขตกรุงเทพมหานคร
- 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร และสารประกอบ พอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน
- 3) เพื่อหาแนวทางในการใช้ความสัมพันธ์ที่ได้จากข้อ (2) และแบบจำลอง CALINE4 ในการ ทำนายความเข้มข้นของ สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน บริเวณริมถนนในเขต กรุงเทพมหานคร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง สารpPAHs และ PM_{10} และติดตามการกระจายตัวของสาร pPAHs จากการกระจายตัวของ PM_{10} จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ CALINE4
- 2) พื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ พื้นที่ ริมถนนบริเวณ พื้นที่ ดินแดง โชคชัย4 ห้วยขวาง และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ พื้นที่ทั่วไปบริเวณพื้นที่ คลองจั่น และรามคำแหง
- 3) เก็บตัวอย่างฝุ่นโดยใช้เครื่องเก็บฝุ่นชนิดไฮโวลุ่ม (high volume sampler) ณ พื้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และรวบรวมข้อมูลปริมาณ PM_{10} โดยเครื่องวัดปริมาณฝุ่นชนิดทีโอม (TEOM) ณ จุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ
- 4) ตรวจวัดปริมาณ สารpPAHs โดยใช้ real time PAHs monitor PAS20000CE
- 5) ช่วงเวลาศึกษาแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงชุกฝุ่นระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545 และช่วงแล้งฝุ่น ในระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เป็นข้อมูลพื้นฐานในการติดตามตรวจสอบ และคาดคะเนความเข้มข้นและการกระจายตัวของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน บริเวณริมถนนในเขตกรุงเทพมหานคร
- 2) ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ และ ปริมาณของ สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน
- 3) ใช้แบบจำลองความสัมพันธ์ สำหรับการคาดการณ์ปริมาณสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในอนาคต



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

2.1.1 ลักษณะและแหล่งกำเนิด

ฝุ่นละอองเป็นมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในกรุงเทพมหานครและชุมชนขนาดใหญ่ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรา มีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุล (มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องใช้จุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน) ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นทรายขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป) ฝุ่นละอองเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวฝุ่นละออง ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน มักจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน) เนื่องจาก มีความเร็วในการตกสู่พื้นดินต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น จะทำให้แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศ ได้นานเป็นปี

ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดของฝุ่นคือฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่บรรยากาศโดยตรง และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวของฝุ่นละอองด้วยกันหรือรวมตัวกับก๊าซหรือรวมตัวกับของเหลวหรือรวมตัวกับของแข็ง ด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือทางเคมีหรือทางเคมีแสง ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มีแหล่งกำเนิดจาก การจราจร บนท้องถนน หรือกระบวนการเผาจุด บด บนถนน

2.1.2 ผลกระทบของฝุ่น

1) ต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถทำอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกกร่อนของโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ ความสกปรก/เลอะเทอะ ของวัตถุ เป็นต้น

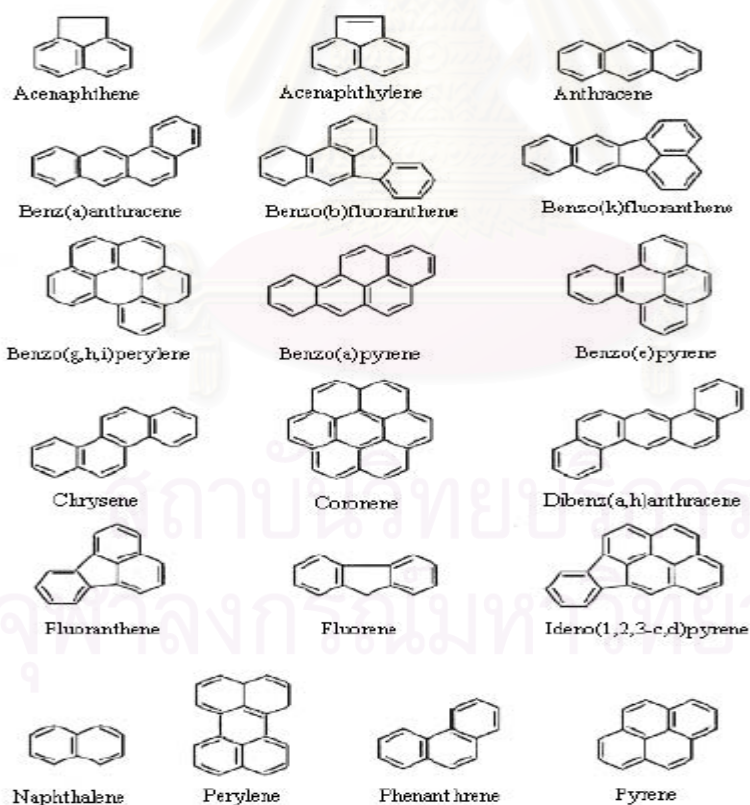
2) ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปัญหาหามลพิษหรือเหตุเค็ดรื้อนราคาญ ส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกาะตัวหรือตกสู่ส่วนต่าง ๆ

ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือ ในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นพังผืดหรือ แผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้ หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และ โอกาสเกิดโรกระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

2.2.1 ลักษณะ และแหล่งกำเนิด

สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เป็นกลุ่ม ของสารประกอบอินทรีย์ ที่เกิด จาก วงเบนซิน ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป เชื่อมติดกัน สารประกอบกลุ่มนี้ เกิดจาก กระบวนการทางธรรมชาติ และ กิจกรรมของมนุษย์ โดย แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ เช่น การสังเคราะห์ของ สาหร่าย พีช และ แบคทีเรีย การระเบิดของภูเขาไฟ และไฟป่าเป็นต้น ส่วนแหล่งกำเนิดที่มาจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น กระบวน การ เผาไหม้ ในโรงงานต่างๆ และการเผาไหม้จากเครื่องยนต์ ในการจราจร และเครื่องบิน เป็นต้น



รูปที่ 2.1 สาร ประกอบพอลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนบางประเภท
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ , 2543

สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในเครื่องยนต์ เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ของเชื้อเพลิง พวก น้ำมัน ไม้ ถ่านหิน หรือ สารประกอบอินทรีย์อื่นๆ สารประกอบนี้ พบได้มากกว่า 100 ชนิด ซึ่งรถยนต์นับเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญในการปล่อย สารนี้สู่สิ่งแวดล้อม ปริมาณสาร PAHs ที่ถูกปล่อยจาก รถยนต์ขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ถ้าเครื่องยนต์ ที่สามารถเผาเชื้อเพลิงได้ อย่างสมบูรณ์จะมีการปลดปล่อย สารPAHs ออกมาน้อย ในทางตรงกันข้าม ถ้าเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้เชื้อเพลิงได้ไม่ดี จะมีการปลดปล่อยสารPAHs ออกมามาก(Alsberg, 1985)

2.2.2 การปลดปล่อยสู่บรรยากาศ

สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนจากเครื่องยนต์ส่วนใหญ่ถูก ปลดปล่อย ออกมาในรูป การเกาะตัวกับอนุภาคต่างๆ โดย ขั้นตอนแรก สาร PAHs จะอยู่ในรูป ก๊าซ และถูกดูดซับบนอนุภาค (pPAHs) โดยกระบวนการควบแน่นของสารในขณะที่อยู่ใน ระบบเย็นตัวก่อนการปลดปล่อยสู่บรรยากาศ โดย สารPAHs จะอยู่ในรูปก๊าซ ณ อุณหภูมิสูงกว่า 150 องศาเซลเซียสและจะควบแน่น และจับตัวกับอนุภาคอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่า (Ebert, 1986)

2.2.3 การถูกย่อยสลายโดยแสง

สารPAHs ในอากาศ สามารถ การแตกสลาย ได้โดยการออกซิเดชันโดยแสง โดยมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกันตั้งแต่ 1-1000 ชั่วโมง Behymer and Hites (1988) พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการย่อยสลายของ สารPAHs ในแสงขึ้นกับ คุณสมบัติของเถ้าลอยหรืออนุภาคฝุ่นที่สารนี้ไปเกาะติดอยู่ ถ้าอนุภาคฝุ่นหรือเถ้าลอยมีสีจางจะทำให้ค่าครึ่งชีวิตของ สารมีค่าน้อย แต่ถ้า ฝุ่นหรือเถ้าลอยมีสีเข้มมากเท่าใดจะทำให้ ค่าครึ่งชีวิตของสารมีค่ามากขึ้นด้วย

2.2.4 ความเป็นพิษของ สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

สารPAHs บางชนิดสามารถทำให้เกิดการระคายเคืองตามผิวหนังได้ เช่น anthracene ทำให้เกิดการแพ้แสง ได้ทั้งในคน และสัตว์ทดลอง pyreneทำให้เกิดการแพ้แสงอย่างรุนแรงในหนูตะเภา benzo(a)pyrene และbenzo(a) anthracene ทำให้เกิดการระคายเคืองทางเยื่อหุ้มหัวใจ (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) สำหรับความเป็นสารก่อมะเร็งนั้น สารPAHs แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ก่อให้เกิดมะเร็ง และกลุ่มที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งซึ่งจัดโดย International Agency for Research on Cancer (IARC) ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.1 การจัดกลุ่ม สาร PAHs โดย International Agency for Research on Cancer (IARC)

<p>กลุ่ม 2A สารที่น่าจะก่อ มะเร็งในคน</p>	<p>Benz[a]anthracene Dibenz[a,h]anthracene Benzo[a]pyrene</p>
<p>กลุ่ม 2B สารที่อาจก่อ มะเร็งในคน</p>	<p>benzo [b]fluoranthene benzo[k] fluoranthene benzo[j] fluoranthene dibenzo[a,e] pyrene dibenzo[a,h] pyrene dibenzo [a,i]pyrene dibenzo[a,l] pyrene dibenzo[a,j]acridine dibenzo[a,h]acridine indeno [1,2,3-cd]pyrene naphthalene</p>
<p>กลุ่ม 3 สารที่ไม่ก่อ มะเร็งในคน</p>	<p>Anthracene benzo [ght]fluoranthene dibenzo[a,e] fluoranthene benz[c]acridine benzo[a]fluorene benzo[c]fluorene benzo[c]phenanthrene chrysene cyclopenta[c,d]pyrene dibenzo[a,j]anthracene dibenzo[h,r,s,tt]pentaphene fluorene phenanthrene triphenylene benz[a]acridine benzo[b]fluorene benzo [ght]perylene benzo[e]pyrene coronene dibenz[a,c]anthracene fluoranthene perylene pyrene</p>

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2543

2.3 แนวทฤษฎีและการพัฒนาแบบจำลอง CALINE 4

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการคาดคะเนหรือการประเมินผลกระทบของสารมลพิษ มีใช้กันหลายลักษณะด้วยกัน สำหรับการศึกษาคั้งนี้ได้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ CALINE 4 ซึ่งมีลักษณะคือเป็นแบบจำลองที่ทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษ ที่เกิดจากการจราจรบนถนน โดยแบบจำลองถูกพัฒนาขึ้นโดย The California Department of Transportation (Caltrans) ประเทศสหรัฐอเมริกา และได้รับการรับรองจากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency :USEPA) โดยมีพื้นฐานจาก หลักการทางการผสมกันของอากาศ (mixing zone concept) คือสมมติให้พื้นที่บริเวณที่ศึกษามีการปลดปล่อยมลพิษ และลักษณะการผสมกันของอากาศ เป็นลักษณะเดียวกันตลอดช่วงพื้นที่ที่ศึกษา และคำนวณความเข้มข้นของสารจากสมการเกาเซียนซึ่งสมการคือ

$$C(x, y, 0; H) = \frac{Q}{\pi \sigma_z u} \int_{y_1-y}^{y_2-y} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) dy$$

โดย Q คือ ความยาวแหล่งกำเนิด

u คือ ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)

y_1, y_2 คือ จุดเริ่มและจุดสุดท้ายของถนนที่ศึกษา

σ_y, σ_z คือ ค่าการกระจายตัวของเกาเซียน โดย σ_z คำนวณจาก ปริมาณการจราจร, ค่าการปลดปล่อยมลพิษ, อุณหภูมิ, ค่า mixing height และ ค่าความเสถียรของอากาศ และ σ_y คำนวณจากความแปรปรวนของทิศทางลม

ในการทำนายความเข้มข้นของสาร แบบจำลองต้องการข้อมูลต่างๆเพื่อการประมวลผล โดยข้อจำกัดการใช้ ลักษณะข้อมูลที่ต้องการและผลจากการประมวลผลข้อมูล ดังจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.3.1 ข้อจำกัดการใช้

แบบจำลอง CALINE4 สามารถที่จะทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษจากริมถนนถึงระยะห่างประมาณ 500 เมตร โดยสามารถทำนายความเข้มข้น มากถึง 20 จุด ซึ่งสารมลพิษเหล่านั้นคือ พวก คาร์บอนมอนนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และฝุ่นละอองต่างๆ บริเวณที่แบบจำลองนี้สามารถจำลองได้ คือบริเวณริมถนน บริเวณทางแยก ทางยกระดับ ถนนที่ปิดทับ 2 ด้าน และ บริเวณที่จอดรถ

2.3.2 ข้อมูลที่ต้องเตรียมไว้ใน แบบจำลอง

แบบจำลองนี้ถูกพัฒนาเพื่อทำนายความเข้มข้นของสารจากกิจกรรมบนท้องถนนโดยเฉพาะ ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลเพื่อการทำนายความเข้มข้นของสารคือ

1) ลักษณะแหล่งกำเนิดมลพิษ

-ชนิดของมลพิษที่ศึกษา คือการเลือกชนิดของมลพิษที่ต้องการศึกษา (ในการศึกษาครั้งนี้เลือกฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร)

-ลักษณะทางกายภาพของบริเวณที่ศึกษา คือ ลักษณะของถนน ที่ศึกษา ความกว้างและความยาวของช่วงถนนที่ศึกษารวมทั้งระบุจุดที่ต้องการค่าความเข้มข้นของสารจากแบบจำลอง

2) ค่าการปลดปล่อยมลพิษ

-อัตราการปลดปล่อยมลพิษ คืออัตราการปลดปล่อยสารมลพิษที่ศึกษาโดยเป็นค่าเฉลี่ยอัตราการปล่อยมลพิษจากรถชนิดต่างๆ หน่วยเป็นกรัมต่อไมล์

-ปริมาณรถ คือผลรวมปริมาณรถในช่วงเวลาที่ศึกษา หน่วยเป็นคันต่อชั่วโมง

3) ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของบริเวณที่ศึกษา

-ความเร็ว และ ทิศทาง ของลม เฉลี่ยรายชั่วโมง หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที และองศาตามลำดับ

-ความเสถียรของบรรยากาศ โดยใช้ค่าตั้งแต่ A-G

-อุณหภูมิของอากาศ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

-mixing height คือค่าความสูงที่อากาศเกิดการผสมกันเนื่องจากแสงอาทิตย์ มีหน่วยเป็นเมตร

2.3.3 ผลที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลอง

ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลจากแบบจำลองจะแสดงค่า ข้อมูลโดยย่อที่ใส่เพื่อการประมวลผลดังข้อ 2.3.2 และแสดงค่าความเข้มข้นของสารมลพิษที่ศึกษา ณ จุดที่ต้องการศึกษา โดยจากการศึกษาครั้งนี้ ได้ข้อมูลของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร หน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาถึงปริมาณ และลักษณะของ สาร PAHs ในบรรยากาศ มักจะศึกษาในฝุ่นขนาดที่แตกต่างกันโดยมีการเก็บตัวอย่างฝุ่นแล้วนำไปวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบ เช่น สารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ Bruno (2002) ได้ศึกษาสารPAHs ใน PM₁₀ โดยเก็บตัวอย่าง PM₁₀ โดยเครื่องเก็บฝุ่นชนิด ไฮโวลูม ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม ปี 1994 จากประเทศบราซิล และ วิเคราะห์โดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี และ แมสสเปกโตรเมตรี พบว่า สารPAHs แยกเป็นแต่ละชนิด มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.8-12.8 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยองค์ประกอบในฝุ่น ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์นอกจาก สารPAHs แล้วยังพบสารประกอบอัลเคน ที่เป็นส่วนประกอบหลักด้วยเช่นเดียวกับ Xinhui (2002) ที่ ได้ศึกษาสารอินทรีย์ที่มีอยู่ใน PM₁₀ โดยใช้เครื่องเก็บฝุ่นชนิดไฮโวลูมเก็บฝุ่นใน จังหวัด ลีวาน

(liwan distric)ประเทศจีน ช่วงเดือนเมษายน ถึง กรกฎาคม 2001 และนำผลมาวิเคราะห์โดยใช้ วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี และแมสสเปกโตรเมตรี พบว่ามีสารประกอบ อัลเคน และสารPAHs แยกเป็นแต่ละชนิด อยู่ในช่วง 26.4-719.2นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 7.4-159.4 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ Celia (2001) ได้ทำการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีจากฝุ่นบริเวณในเขตชนบทและในเขตเมืองของประเทศโปรตุเกสพบว่า ใน PM_{10} ส่วนประกอบทางเคมีส่วนมากเป็นพวกอัลเคน(alkane) และสารPAHs ทั้งในส่วนที่มาจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น วนิดาและปาจรีย์ (2001) ได้เก็บตัวอย่างฝุ่นโดยเก็บ 24 ชั่วโมง ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2542- เมษายน 2543 ได้ 190 ตัวอย่าง ในเขตกรุงเทพมหานคร แล้วนำมาวิเคราะห์ หา สารPAHs พบสารPAHs เฉลี่ย 24 ชั่วโมง 53.93 นาโนกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร และพบว่า ร้อยละ97 ของสารประกอบ PAHsอยู่ในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 0.95 ไมโครเมตร และ ผลจากการวิเคราะห์ฝุ่นจากบรรยากาศเทียบกับตัวอย่างจากแหล่งกำเนิด พบว่าแหล่งกำเนิดหลักของ PAHs คือไอเสียรถยนต์ ไพลิน (2546) ได้ศึกษาความเข้มข้นของ pPAHs บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง ระหว่าง23กันยายน-6 ตุลาคม 2545 โดยเครื่อง Realtime PAH Monitor (PAS2000CE) พบความเข้มข้นเฉลี่ยเป็น 717.66 ng/m^3 และพบว่า ปริมาณและความหนาแน่นของรถประเภทบรรทุกขนาดใหญ่ และรถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ เป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยสารดังกล่าว และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ temperature gradient ความเร็วและทิศทางลม และความเข้มแสง

จากงานวิจัย ที่ผ่านมาพบว่า ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา มีผลต่อปริมาณของ สารPAHs ในบรรยากาศ (Celia, 2001) เช่น แสงและความชื้นสัมพัทธ์ (Sueng, 2002) โดยที่ความเข้มข้นสูงจะอยู่ในช่วงเดือนที่มีอากาศเย็นกว่า (Xinhui , 2002) และ Beak (1992) ได้ศึกษาปริมาณ สารPAHs ในเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษพบว่า สารPAHs มีช่วงค่าที่สูงที่สุดในฤดูหนาว และช่วงค่าที่น้อยที่สุดในฤดูร้อน และ Panther (1999) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 100 ไมโครเมตร (TSP) และ สาร PAHsในประเทศ เกาหลีใต้ ส่องกง ไทยอิน โดนีเซีย และออสเตรเลีย จากการศึกษาพบว่าปริมาณ TSP และ สาร PAHs มีปริมาณสูงในช่วงแล้งฝน และมีปริมาณต่ำสุดช่วงชุกฝน พบว่านอกจากฤดูกาล อุณหภูมิ และ ปริมาณการปลดปล่อย แล้วยังมีปัจจัยสำคัญ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารทั้งสองคือ 1) การแตกตัวที่เพิ่มขึ้นของสารในช่วงฤดูร้อน 2) การเคลื่อนที่ของสารมลพิษจากแหล่งอื่น 3) การแยกตัวของสารPAHs ในช่วงชุกฝน 4) การระเหยของสาร PAHsโมเลกุลต่ำ จากฝุ่น และ Kendall (2001) ได้ศึกษาสารประกอบอินทรีย์ ใน TSPในเมือง ลอนดอน พบว่า สารPAHs ในช่วงฤดูหนาวมีปริมาณมากที่สุด และในฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด การศึกษาของ Tassanee (2001) โดยศึกษา ความเข้มข้นของ PAHs ในช่วง ฤดูร้อน และฤดูฝน พบว่าในฤดูฝนมีความเข้มข้นโดยเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูร้อน เป็นผลจากความเร็วมวลทั้งสองฤดูต่างกัน และปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ ค่าความเข้มข้นของ สาร PAHs ต่างกันคือ ความเร็วมวล และอุณหภูมิ

จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นขนาดต่างๆ และ สาร PAHs พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ Panther (1999) ได้ศึกษา ความเข้มข้นของ TSP และ สาร PAHs พบว่า มีความสัมพันธ์กันโดยแปรผันตามกัน Karrer (1995) ได้ศึกษาปริมาณ TSP, PM₁₀ และ สาร PAHs จากยานพาหนะที่มีเครื่องยนต์ขนาดใหญ่พบอัตราส่วนระหว่าง PM₁₀/TSP อยู่ในช่วง 61% และพบว่า สาร PAHs ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับ NO = 0.845 CO = 0.632 และ Green (2001) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ PM₁₀ และ PAHs บริเวณริมถนน ในเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษเดือนกันยายน ถึงเดือนธันวาคม 1999 ได้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.52 นอกจากนี้ Koyano (2002) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณ ฝุ่น และ สาร PAHs แยกเป็นแต่ละชนิด โดย ในเมือง โตเกียว ประเทศ ญี่ปุ่น ได้ศึกษาความเข้มข้น TSP เทียบกับ สาร PAHs พบค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.69 - 0.78 และที่เมืองซานโตโก ประเทศ ชิลี ศึกษาความเข้มข้น ของ PM₁₀ และสาร PAHs พบ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อยู่ในช่วง 0.62 - 0.84 โดยเมื่อเทียบค่าความสัมพันธ์ของสาร PAHs แยกเป็น แต่ละชนิด กับฝุ่นทั้งสองขนาดพบว่า มีค่าความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน

ในเขตกรุงเทพมหานครได้มีการตรวจวัดความเข้มข้นของ PM₁₀ บริเวณสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ 7 แห่งทั่วกรุงเทพมหานครพบว่า ความเข้มข้นของ PM₁₀ จะมีค่าสูงในช่วงต้นและปลายปี และความเข้มข้นจะลดลงเล็กน้อยในช่วงฤดูฝน และความเร็วลมและอุณหภูมิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของ PM₁₀ (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2001) และปาจรีย์ (2545) ได้เก็บตัวอย่าง PM₁₀ จาก 6 พื้นที่ ในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2542- พฤศจิกายน 2543 พบค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่นดังกล่าวมีค่า 23-160 ug/m³ วรวิทย์ บุญทรัพย์และเคอิจิ (2003) ได้ศึกษาความเข้มข้นของ PM₁₀ บริเวณริมถนน 22 พื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี 1999-2000 พบว่ามีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 48.74-204.73 ug/m³ และความเข้มข้นเฉลี่ยเป็น 101.78 ug/m³ ศิริวรรณ (2543) ได้ศึกษาความเข้มข้นของ PM₁₀ ในเขตกรุงเทพมหานคร แบ่งเป็นบริเวณริมถนนและบริเวณทั่วไป พบว่าบริเวณริมถนนมีฝุ่นละอองเฉลี่ยสูงกว่าบริเวณทั่วไป ค่าเฉลี่ยของฝุ่นในฤดูฝนเท่ากับ 65.60 ug/m³ และช่วงฤดูหนาวเท่ากับ 97.65 ug/m³ และพบว่าส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองที่มาจากเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์เบนซิน รองลงมาคือฝุ่นจากการก่อสร้าง

ได้มีการพัฒนา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่างๆเพื่อศึกษา และติดตามการเคลื่อนที่ของ ฝุ่น Gramotnev (2003) ได้ศึกษา พัฒนาแบบจำลอง CALINE4 เพื่อทำนายและติดตามฝุ่นจากบริเวณถนนที่มีการจราจรหนาแน่น และได้ศึกษาจากถนนใน เขตบริสเบน ประเทศออสเตรเลีย พบว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าจากการวัดจริงๆมีค่าใกล้เคียงกัน และปริมาณฝุ่นจะมีค่ามากขึ้นเมื่อห่างจากบริเวณถนน Marmur และ Mamane (2003) ได้ศึกษาแบบจำลอง CALINE4 บริเวณริมถนนพบว่าแบบจำลองสามารถทำนายได้แม่นยำในช่วงที่อากาศเสถียรและความเข้มข้นของสารมลพิษสูง

บทที่ 3

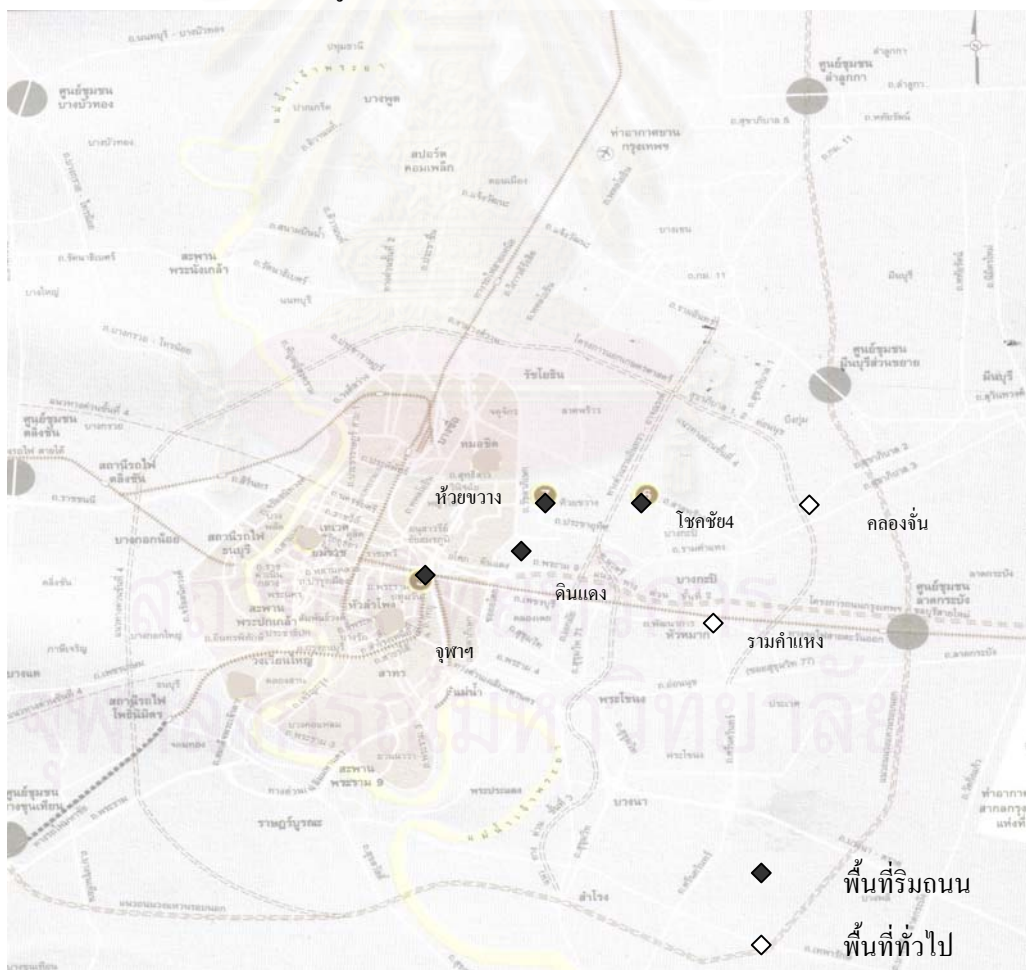
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ที่ศึกษา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งพื้นที่ที่ศึกษาไว้ 2 พื้นที่คือ พื้นที่ที่ใช้ศึกษาเพื่อตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์ และพื้นที่ที่ใช้ทดสอบแบบจำลอง

3.1.1 พื้นที่เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์

เพื่อศึกษาความแตกต่างของความสัมพันธ์เนื่องจากอิทธิพลของระยะห่างจากแหล่งกำเนิดสารPAHs จากการจราจร ต่างกัน โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือพื้นที่ทั่วไปและพื้นที่ริมถนน โดยตำแหน่งพื้นที่เก็บตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 พื้นที่เก็บตัวอย่างเพื่อพัฒนาและตรวจสอบความสัมพันธ์

(ดัดแปลงจากกรมควบคุมมลพิษ, 2544)

1) พื้นที่ทั่วไป เป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างจากถนน มากกว่า 100 เมตร มี 2 พื้นที่ดังนี้

(1) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศชุมชนคลองจั่น(เป็นสถานีของกรมควบคุมมลพิษ) มีลักษณะพื้นที่คือ อยู่บริเวณสวนสาธารณะของชุมชนคลองจั่น ห่างจากถนนสายหลัก ประมาณ 150 เมตร บริเวณโดยรอบเป็นบ้าน สนามเด็กเล่น และห่างออกไปประมาณ 80 เมตรเป็นสนามกีฬาที่มีปริมาณการจราจรต่ำ (ลักษณะพื้นที่ดังรูปที่ ก1 ในภาคผนวก ก.)

(2) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศรามคำแหง (เป็นสถานีของกรมควบคุมมลพิษ) มีลักษณะพื้นที่คืออยู่ในมหาวิทยาลัยรามคำแหง อยู่ห่างจากถนนสายหลักประมาณ 200 เมตร ตั้งอยู่ติดกับสนามกีฬาของมหาวิทยาลัย ห่างออกไปประมาณ 100 เมตร มีอาคารเรียนตั้งอยู่ มีปริมาณการจราจรต่ำ (ลักษณะพื้นที่ดังรูปที่ ก2 ในภาคผนวก ก.)

2) พื้นที่ริมถนน เป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างจากถนนหลัก ไม่เกิน 10 เมตร

(1) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโชคชัย4 (เป็นสถานีของกรมควบคุมมลพิษ) มีลักษณะคือ ตั้งอยู่บริเวณลานจอดรถของ สถานีตำรวจโชคชัย4 และอยู่ ติดริมถนนห่างถนนใหญ่ ประมาณ 5 เมตร มีปริมาณการจราจรสูง (ลักษณะพื้นที่ดังรูปที่ ก3 ในภาคผนวก ก.)

(2) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศชุมชนดินแดง (เป็นสถานีของกรมควบคุมมลพิษ) มีลักษณะคืออยู่ในเขตชุมชนดินแดง ด้านหลังเป็นอาคารชุดพักอาศัยของชุมชนดินแดง ด้านหน้าติดกับถนนใหญ่ห่างประมาณ 3 เมตร มีปริมาณการจราจรสูง (ลักษณะพื้นที่ดังรูปที่ ก4 ในภาคผนวก ก.)

(3) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศชุมชนห้วยขวาง (เป็นสถานีของกรมควบคุมมลพิษ) มีลักษณะคืออยู่ในเขตชุมชนห้วยขวางบริเวณสนามกีฬาของชุมชน สถานีตรวจวัด ตั้งอยู่ห่างจากถนนประมาณ 5 เมตร มีปริมาณการจราจร สูงเนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของรถเมล์หลายสาย (ลักษณะพื้นที่ดังรูปที่ ก5 ในภาคผนวก ก.)

(4) บริเวณอาคารเทคโนโลยีภาพถ่าย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยจุดเก็บอยู่บริเวณ ลานจอดรถของอาคาร ด้านหลังเป็นอาคารเทคโนโลยีภาพถ่ายและด้านหน้าอยู่ห่างจากถนนใหญ่ประมาณ 8 เมตร (ลักษณะพื้นที่ดังรูปที่ ก6 ในภาคผนวก ก.)

3.1.2 พื้นที่ในการทดสอบแบบจำลอง

ได้แบ่งพื้นที่ในการทดสอบแบบจำลองเป็น 2 แห่งคือ

1) พื้นที่บริเวณอาคารเทคโนโลยีภาพถ่าย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นพื้นที่เดียวกันในการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์

2) พื้นที่บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ามหานคร ซึ่งไม่ได้เป็นพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ มีลักษณะพื้นที่ติดกับถนนหลัก ด้านหลังเป็นอาคารพาณิชย์ตลอดแนว ปริมาณ

การจรรยาสูง ซึ่งรวบรวมข้อมูลในการทดสอบแบบจำลองจากการศึกษาวิจัยของ ไพลิน (2546) (ลักษณะพื้นที่ดังรูปที่ ก7 ในภาคผนวก ก.)

3.2 เครื่องมือในการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 เครื่องมือตรวจวัด PAHs

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัด สารPAHs คือ Realtime PAHs Monitor PAS2000CE (ลักษณะของเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3.2) เครื่องจะทำงานโดยหลักการแตกตัวของอิเล็กตรอน ของสารบนอนุภาค โดยพลังงานแสง หลักการทำงานของเครื่องคือ มี eximer lamp ใช้เป็นแหล่งกำเนิดรังสียูวีที่มีความเข้มสูง พลังงานแสงที่ 6.0 eV ความยาวคลื่น 207 nm. ของ uv-eximer lamp ในเครื่อง ส่งผลให้อนุภาคที่ดูดซับสาร PAHs ปล่อย photoelectron ออกมา อนุภาคที่ดูดซับ สารPAHs จะเกิดประจุบวก และจะไหลผ่านเข้าไปในส่วนประกอบของชั้นกรอง (filter component) ส่วนอิเล็กตรอนจะถูกกำจัดออกภายในหลอดที่มีความต่างศักย์ ประจุบวกของอนุภาคจะรวมอยู่บน filter element ที่อยู่ภายในเครื่องมือวัดประจุไฟฟ้า (electrometer) ซึ่งติดอยู่กับตัววัดกระแสไฟฟ้า (faraday cage) สัญญาณที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้านี้ได้ถูกเทียบ (calibrate) กับความเข้มข้นทั้งหมดของสารPAHs แล้วดังนั้นจึงแปรผลออกมาในรูปของความเข้มข้นทั้งหมดของสารPAHs ค่าที่แสดงออกมาจะเป็นค่าเฉลี่ยของการวัด 6 ครั้งสุดท้าย การวัดสามารถเลือกช่วงเวลาต่าง ๆ ของการรายงานผลได้ คือ 10, 20, 30, 60 และ 120 วินาที ซึ่งในการศึกษานี้เลือกการแสดงผลการวัดที่ทุก ๆ 120 วินาที ค่าที่วัดได้จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำที่อยู่ในเครื่อง (internal memory) และผลที่เก็บไว้จะถูกป้อนเข้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ปรากฏในเครื่องจะรายงานเป็นความเข้มข้นทั้งหมดของ สารPAHs ในหน่วย นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ไพลิน, 2546) โดยชนิดของสารPAHsที่สามารถตรวจวัดได้ และพลังงานไอออไนเซชันที่ปลดปล่อยออกมาได้ แสดงดังตารางที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 สาร PAHs ที่เครื่องสามารถตรวจวัดได้ และพลังงานที่ใช้ในการเกิด photoionization

สาร PAHs	พลังงาน ionization ของสาร ในสถานะของแข็ง (eV)
Phenanthrene	6
Anthracene	5.6
Pyrene	5.4
Benzo[a]anthracene	5.64
Chrysene	5.8
Benzo[fluoranthene]	-
Benzo[a]pyrene	5.4
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	-
Dibenz[a,h]anthracene	5.55
Benzo[g,h,i]perylene	5.2
Methylphenanthrene isomers	5.9
C2-alkylphenanthrene isomers	-
Methylpyrene isomers	5.4
C2-alkylpyrene isomers	-
Methylbenz[a]anthracene isomers	5.54
Benzo[e]pyrene	-
Methylbenzofluoranthene isomers	-
Coronene	5.52
Perylene	5.1
Graphite	4.7

ที่มา : EcoChem Analytics, 1999



รูปที่ 3.2 เครื่องมือตรวจวัดสาร PAHs ชนิด Realtime PAHs Monitor PAS2000CE

3.2.2 เครื่องมือเก็บฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

1) เครื่องมือเก็บฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ชนิดไฮโวลุ่ม (high volume sampler) เครื่องมือเก็บฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มีขนาดและรูปร่างของชุดเก็บตัวอย่างมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 3.3 ในชุดเก็บตัวอย่างจะมีองค์ประกอบสำคัญคือ อุปกรณ์ดูดอากาศและอุปกรณ์บันทึกอัตราการไหลหรือ อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเครื่องบันทึกอัตราการไหลนี้ จะต้องปรับแต่ง โดยเปรียบเทียบกับความดันของน้ำซึ่งคำนวณกลับไปเป็นอัตราการไหลของชุดเปรียบเทียบ แล้วจึงนำไปเก็บตัวอย่าง โดยที่อากาศจะดูดผ่านแผ่นกรอง ในอัตราการไหล 70 ± 0.2 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ให้ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ถูกดักไว้ที่แผ่นกรองชนิด glass fiber filter ความเข้มข้นของฝุ่นในบรรยากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) จะคำนวณได้จากปริมาณของฝุ่นบนกระดาษกรองที่ชั่งได้กับปริมาตรของอากาศที่ผ่านแผ่นกรองดังกล่าว

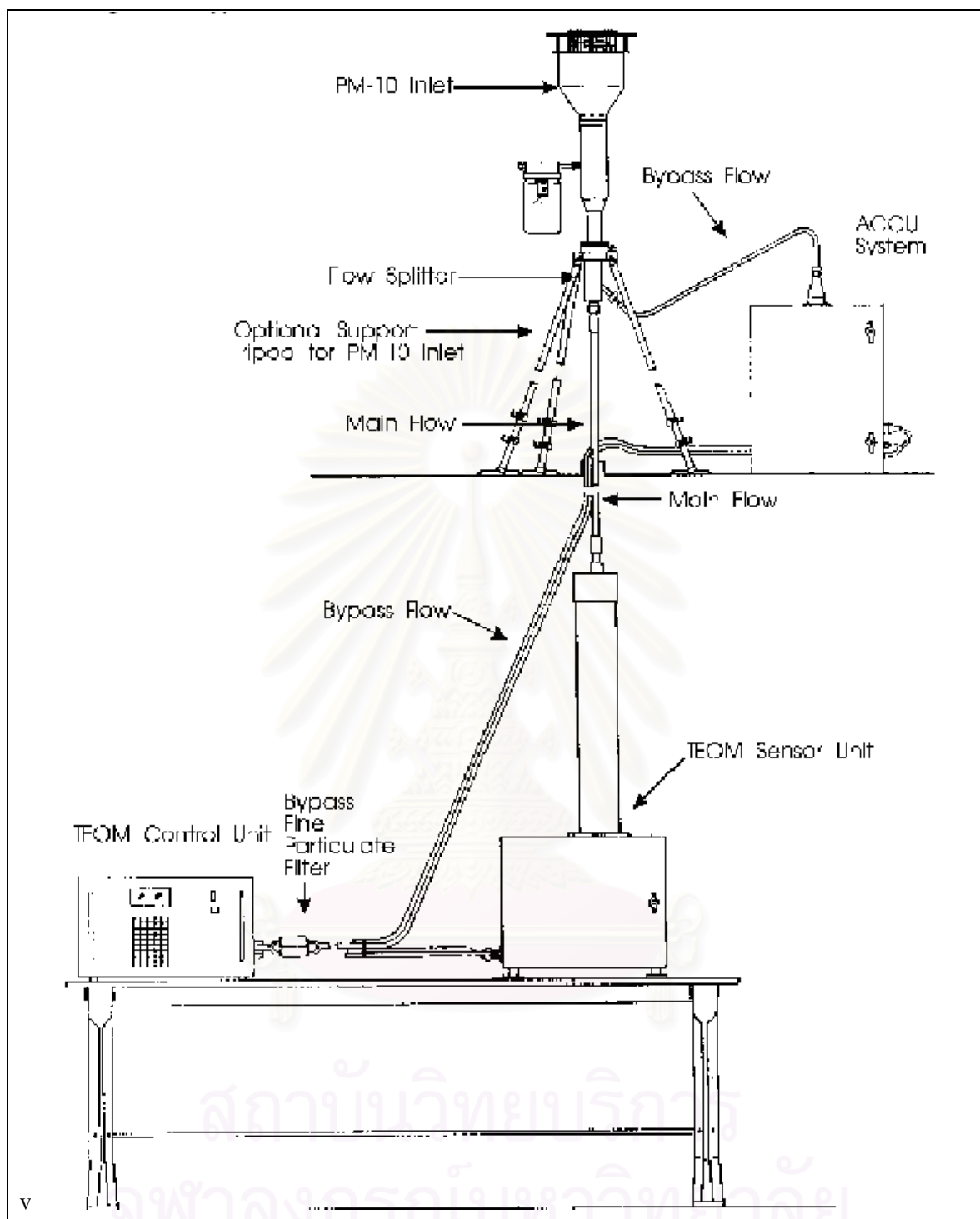


รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ชนิดไฮโวลูม
ที่มา : <http://www.sci.tu.ac.th/std-web/air-noise/Sampling.HTML>

2) เครื่องมือตรวจวัดฝุ่นขนาดเล็กชนิดทีโอเอ็ม (Tapered Element Oscillating Microbalance : TEOM)

เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่ติดตั้งใน สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวร ของ กรมควบคุมมลพิษลักษณะของเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3.4 ซึ่งมีหลักการคือ เมื่ออากาศถูกดูดเข้ามา จะถูกทำให้เกิดการหมุนและทำให้อนุภาคฝุ่นขนาดใหญ่ตกลงและถูกเก็บไปอีกส่วนหนึ่ง ส่วนอนุภาคฝุ่นขนาดที่ต้องการ จะยังอยู่ในอากาศและ สุดท้ายถูกเก็บบนแผ่นกรอง และตรวจวัดน้ำหนักโดยตรงและข้อมูลถูกส่งผ่านออกมาโดยระบบคอมพิวเตอร์รายงานผลในหน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นชนิด TEOM

ที่มา : <http://www.rpco.com/company/company.htm>

3.2.3 ชุดเครื่องมือเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

สำหรับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้มีการรวบรวม จาก 3 แหล่งคือ

- 1) กรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลที่ใช้คือ ปริมาณเมฆ
- 2) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งทางกรมควบคุมมลพิษได้ทำการวัด ณ จุดเก็บของทุกจุดที่ได้ดำเนินการศึกษา ข้อมูลที่ใช้คือ อุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางของลม
- 3) บริเวณอาคารเทคโนโลยีภาพถ่าย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเก็บข้อมูลโดยชุดเก็บข้อมูล MET ONE ดังแสดงในรูปที่3.5 และมีลักษณะข้อมูลในการตรวจวัดดังแสดงในตารางที่3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด

พารามิเตอร์	เครื่องมือตรวจวัด	ลักษณะข้อมูล	หน่วยวัด
Temperature / Relative humidity	Temp /RH sensor (P/N 083D-1)	ทุก ๆ 5 นาทีต่อเนื่อง	Temp. : $^{\circ}\text{C}$ RH : %
Atmospheric pressure	Barometric pressure sensors	ทุก ๆ 5 นาทีต่อเนื่อง	mmHg
Solar radiation	Pyranometer	ทุก ๆ 5 นาทีต่อเนื่อง	W/m^3
Wind speed & Wind direction	Wind monitor (Model 05103-16B)	ทุก ๆ 5 นาทีต่อเนื่อง	WS : m/s WD : 16 ทิศ*

หมายเหตุ : ทิศ 16 ทิศ ได้แก่ N, S, E, W, NE, SE, SW, NW, NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW และNNW

(ไพลิน , 2546)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่3.5 เครื่องมือเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

3.2.4 ชุดเครื่องมือการเก็บข้อมูลการจราจร

การเก็บตัวอย่างข้อมูลการจราจรโดยบันทึกผ่านชุดวิดีโอ ซึ่งประกอบด้วย โทรทัศน์ กล้องถ่ายภาพวิดีโอ เครื่องมือ บันทึก ภาพ และชุดคอมพิวเตอร์ เพื่อกำหนดช่วงเวลาในการบันทึก วิดีโอ ดังแสดงในรูปที่3.6



รูปที่3.6 ชุดเครื่องมือการเก็บข้อมูลการจราจร

3.3 การตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

3.3.1 การตรวจวัดความเข้มข้นของ สารpPAHs

ทำการตรวจวัดความเข้มข้นของ สารpPAHs โดยเครื่องมือตรวจวัดสารpPAHs ชนิด Realtime PAHs Monitor PAS2000CE ซึ่งแสดงค่าความเข้มข้น ทุกๆ 2 นาที ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 วันตลอดช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง

3.3.2 การวัดความเข้มข้นของ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

ข้อมูลปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ได้มีการรวบรวม จาก 2 แหล่งคือ

1) การตรวจวัดบริเวณจุดเก็บของกรมควบคุมมลพิษ ได้ข้อมูลปริมาณฝุ่นจากการตรวจวัด ของกรมควบคุมมลพิษที่ได้ตรวจวัด ณ จุดนั้นๆ โดยใช้ เครื่องมือวัดปริมาณฝุ่นชนิด TEOM โดย ข้อมูล รายงาน เป็นรายชั่วโมง ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 วันตลอดช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง และมีหน่วยในการวัดเป็นเป็น ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2) การตรวจวัดบริเวณจุดเก็บ บริเวณอาคารเทคโนโลยีภาพถ่าย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ข้อมูลปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรจากการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่น ชนิด ไฮโวลูม ทำการตรวจวัดทุกๆ 6 ชั่วโมง ต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 6 วันตลอดการเก็บตัวอย่าง โดยนำกระดาษกรองที่เก็บฝุ่น ไปชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่ง ทศนิยม 5 ตำแหน่ง (รุ่น TC205 , Denver Instrument Company)

3.3.3 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

สามารถแบ่งได้ เป็น 2 จำพวก ดังนี้

1) ข้อมูลเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ เป็นการรวบรวมข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ ณ สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ ข้อมูลที่ใช้คือ อุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็ว และทิศทางของลม โดยเป็นข้อมูลรายชั่วโมง ต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 6 วันตลอดช่วงการเก็บตัวอย่าง

2) ข้อมูลเพื่อทดสอบแบบจำลอง ได้ข้อมูลจาก 2 แหล่งคือ

(1) กรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูล คือ ปริมาณเมฆ เป็นข้อมูลรายชั่วโมง ต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ตลอดช่วงเวลาในการศึกษา

(2) การตรวจวัด ณ จุด ทดสอบแบบจำลองทั้ง 2 แห่ง โดยใช้ชุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา MET ONE ข้อมูลที่ใช้ คือ อุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณแสงอาทิตย์ ความดันบรรยากาศ ความเร็ว และทิศทางของลม เป็นเวลา 6 วัน ตลอดช่วงเวลาในการศึกษา

3.3.4 ปริมาณการจราจร

ทำการบันทึกภาพการจราจรบนถนน เป็นเวลา 10 นาทีโดยบันทึกช่วง 10 นาทีแรกของทุก ๆ ชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมงติดต่อกัน มีการตรวจนับปริมาณจราจร ความเร็วเฉลี่ย และประเภทของรถยนต์จำแนกชนิดของยานพาหนะออกเป็น 4 ประเภทตามลักษณะเครื่องยนต์ได้แก่

ก. รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์ ซึ่งเป็นยานพาหนะที่ใช้ น้ำมันประเภท Gasoline

ข. รถยนต์ส่วนบุคคล (รถแท็กซี่ที่ถูกจัดอยู่ในประเภทเดียวกับ รถยนต์ส่วนบุคคล) ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์จัดอยู่ในประเภท Light-duty gasoline

ค. รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ – รถตู้ ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์จัดอยู่ในประเภท Light-duty diesel

ง. รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์จัดอยู่ในประเภท Heavy-duty diesel

3.3.5 ช่วงเวลา และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

สามารถสรุป วัตถุประสงค์ สถานที่เก็บ ช่วงเวลา และข้อมูล ในการเก็บตัวอย่างดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 สรุป วัตถุประสงค์ สถานที่เก็บ ช่วงเวลา และข้อมูล ในการเก็บตัวอย่าง

วัตถุประสงค์	สถานที่เก็บ	ระยะเวลา	ข้อมูล
เพื่อตรวจสอบ ความสัมพัทธ์	1.สถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ ชุมชน คลองจั่น	1.ช่วง ชุกฝน 3-8 ธ.ค. 2545	1.ปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก กว่า 10 ไมโครเมตร
	2.สถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ रामคำแหง	2.ช่วงแล้งฝน	2.ปริมาณ สารPAHs
	3.สถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ โขกชัย4	4-9 ก.พ. 2546	3.อุณหภูมิ ค่าความชื้น สัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ความเร็ว และทิศทาง ของลม
	4.สถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ ชุมชน ดินแดง	วัดเฉพาะช่วงแล้ง	
	5.สถานีตรวจวัดคุณภาพ อากาศ ชุมชน ห้วยขวาง	ฝน 4-9 ก.พ. 2546	
	6.บริเวณอาคาร เทคโนโลยีภาพถ่าย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลง กรณ์มหาวิทยาลัย	1.ช่วงชุกฝน 22-30ต.ค. 2545 2.ช่วงแล้งฝน 16-21 ก.ค.2546	1.ปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก กว่า 10 ไมโครเมตร 2.ปริมาณ สารPAHs

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์	สถานที่เก็บ	ระยะเวลา	ข้อมูล
เพื่อทดสอบแบบจำลอง	1.บริเวณอาคารเทคโนโลยี ภาพถ่ายคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	16-21 ก.ค. 2546	1.ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร 2.ปริมาณ สารPAHs 3.ปริมาณการจราจร 4.อุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณแสงอาทิตย์ ความดันบรรยากาศ ความเร็วและทิศทางของลม 5.ปริมาณเมฆ
	2.บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง (รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาวิจัยของไพลิน ไบศกา ,2546)	24-29 ก.ย.2545	1.ปริมาณ สารPAHs 2.ปริมาณการจราจร 3.อุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณแสงอาทิตย์ ความดันบรรยากาศ ความเร็วและทิศทางของลม 4.ปริมาณเมฆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การรวบรวมข้อมูล และการตรวจสอบและพัฒนาแบบจำลองความสัมพันธ์

จากข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อพัฒนาแบบจำลองได้ดังนี้

3.4.1 การตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์

- 1) นำข้อมูล สารpPAHs หาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของแต่ละจุดเก็บโดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ที่30 มีหน่วยเป็น นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(แสดงข้อมูลในภาคผนวก ข และ ช)
- 2) นำข้อมูล PM₁₀ จากจุดเก็บ บริเวณอาคารเทคโนโลยีภาพถ่ายคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หาค่าเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง มีหน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(แสดงข้อมูลในภาคผนวก ช)
- 3) นำข้อมูล PM₁₀ จากจุดเก็บของสถานีของกรมควบคุมมลพิษมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป(แสดงข้อมูลในภาคผนวก ฉ)
- 4) นำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของแต่ละสถานีมาหาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง
- 5) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ทางอุตุนิยมวิทยา และความเข้มข้นของสาร pPAHs และ PM₁₀
- 6) นำข้อมูล สารpPAHs และ PM₁₀ หาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและ หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยวิเคราะห์รายชั่วโมง และราย 6 ชั่วโมง โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาประกอบ
- 7) ทดสอบความสัมพันธ์ที่ได้ โดยใช้ สถิติการหาความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบที (T-Test)

3.4.2 การทดสอบแบบจำลอง

- 1) นำข้อมูลปริมาณ ชนิด และ ความเร็ว ของยานพาหนะในการจราจรหาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง(แสดงข้อมูลในภาคผนวก จ) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าการปลดปล่อย PM₁₀ โดยใช้ค่าการปลดปล่อยจาก สมการค่าการปลดปล่อยจาก NAEI ประเทศอังกฤษ (คำนวณตามสมการในภาคผนวก ข)
- 2) นำข้อมูลค่าการปลดปล่อย และค่าทางอุตุนิยมวิทยา และลักษณะบริเวณที่ใช้ทดสอบแบบจำลอง ดังแสดงในหัวข้อที่ 2.2.3 ใส่ในแบบจำลอง CALINE4 เพื่อหาค่า PM₁₀ จากจุดทดสอบแบบจำลอง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

1) นำค่า PM_{10} ที่ได้จากแบบจำลอง และ ข้อมูล PM_{10} ที่ได้จากจุดเก็บบริเวณตึกเทคโนโลยีภาพถ่ายคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยวิเคราะห์ 6 ชั่วโมง

2) นำค่า PM_{10} ที่ได้จากแบบจำลอง ทั้ง สองจุดทดสอบ และความสัมพันธ์ที่ได้จาก 3.4.1 มาคำนวณเป็นค่า สารpPAHs ซึ่งจะเรียกว่า สารpPAHsจากแบบจำลอง

3) นำค่า สารpPAHs จากแบบจำลอง และจากการวัดจริงมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และหาความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์เชิงเส้นชนิด ที (T-Test)(คำนวณและหาค่าแสดงในภาคผนวก ค)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ปริมาณการจราจร และความเข้มข้นของ สารpPAHs และ PM₁₀ ในพื้นที่ตรวจวัด

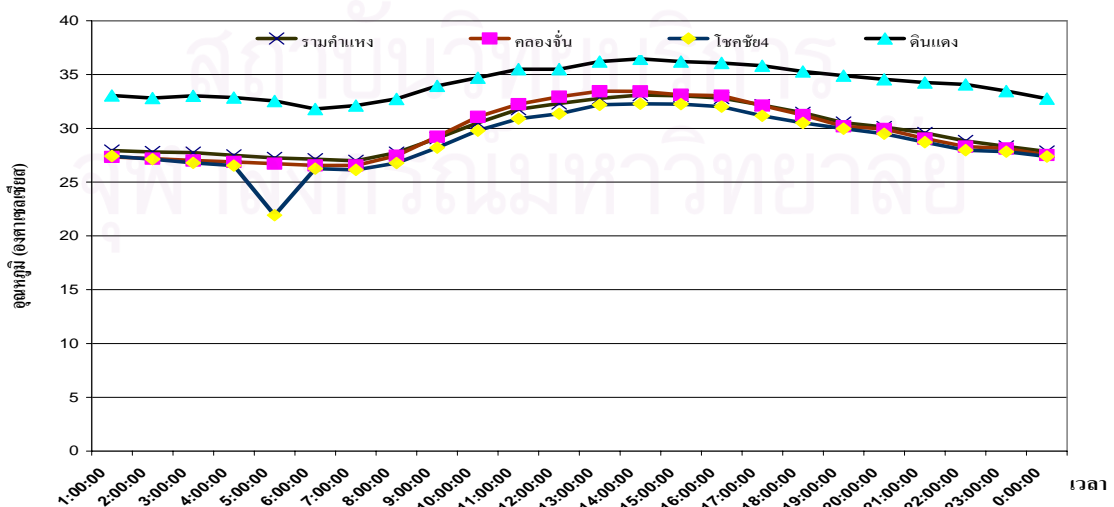
จากการตรวจวัด ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา สารpPAHs และ PM₁₀จากจุดเก็บทั้ง หดในเขตกรุงเทพมหานครในช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง และปริมาณการจราจรในพื้นที่จุดฯ ช่วงแล้งฝน ได้ผลการศึกษาดังนี้

4.1.1 สภาพทางอุตุนิยมวิทยา

ได้ศึกษาสภาพทางอุตุนิยมวิทยาคืออุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็ว และทิศทางของลมในช่วงชุกฝน และแล้งฝน ณ จุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไปคือ คลองจั่น และรามคำแหง และ จุดตรวจวัดพื้นที่ริมถนนคือ ดินแดง โชคชัย4 และ ศึกษาในจุดตรวจวัดพื้นที่ริมถนน ห้วยขวางในช่วงแล้งฝนได้ผลดังต่อไปนี้

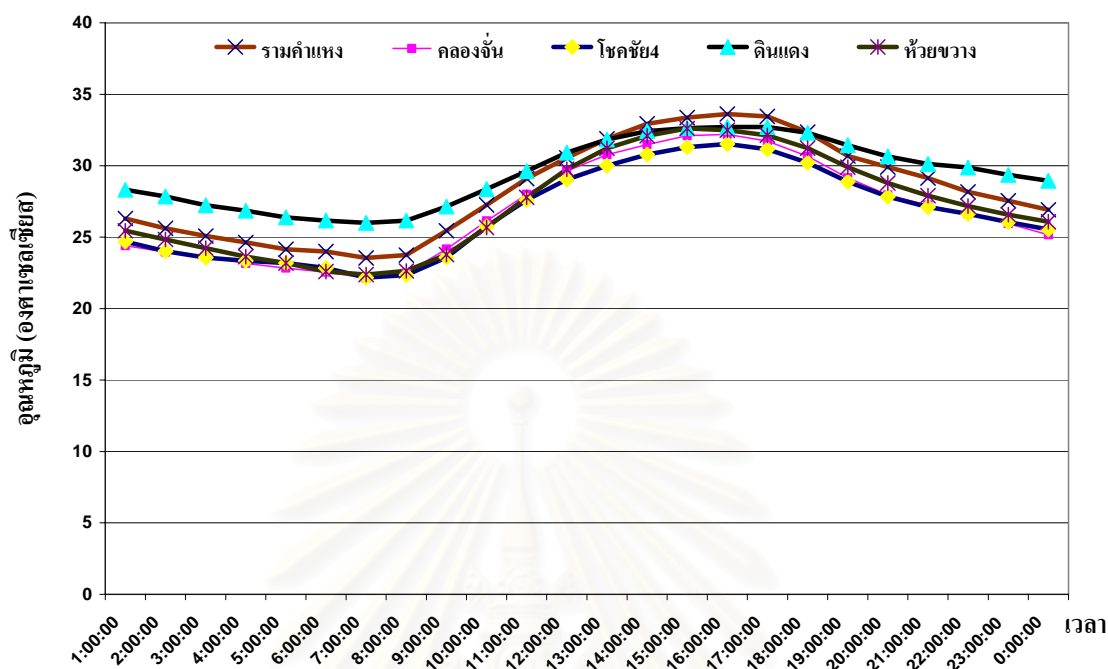
1) อุณหภูมิ

ได้ศึกษาข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงของจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไป และพื้นที่ริมถนนในช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน และนำมาหาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละวันที่ตรวจวัดตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ในช่วงชุกฝนพบอุณหภูมิสูงสุดที่พื้นที่ดินแดง 37.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดในพื้นที่โชคชัย4 21.5 องศาเซลเซียส และโดยเฉลี่ยพื้นที่ดินแดงมีอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดพบในพื้นที่โชคชัย4



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวัน ช่วงชุกฝน ระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545

ในช่วงแล้งฝน พบอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด ในจุดตรวจวัดพื้นที่ ดินแดง และ โขกชัย4 ตามลำดับ

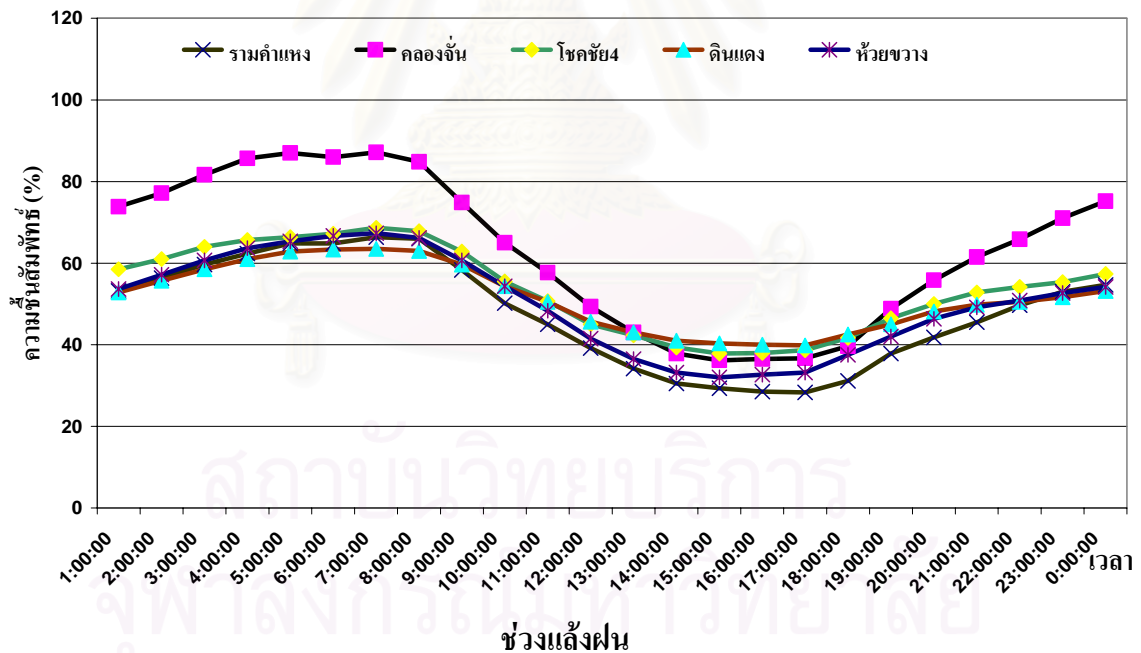
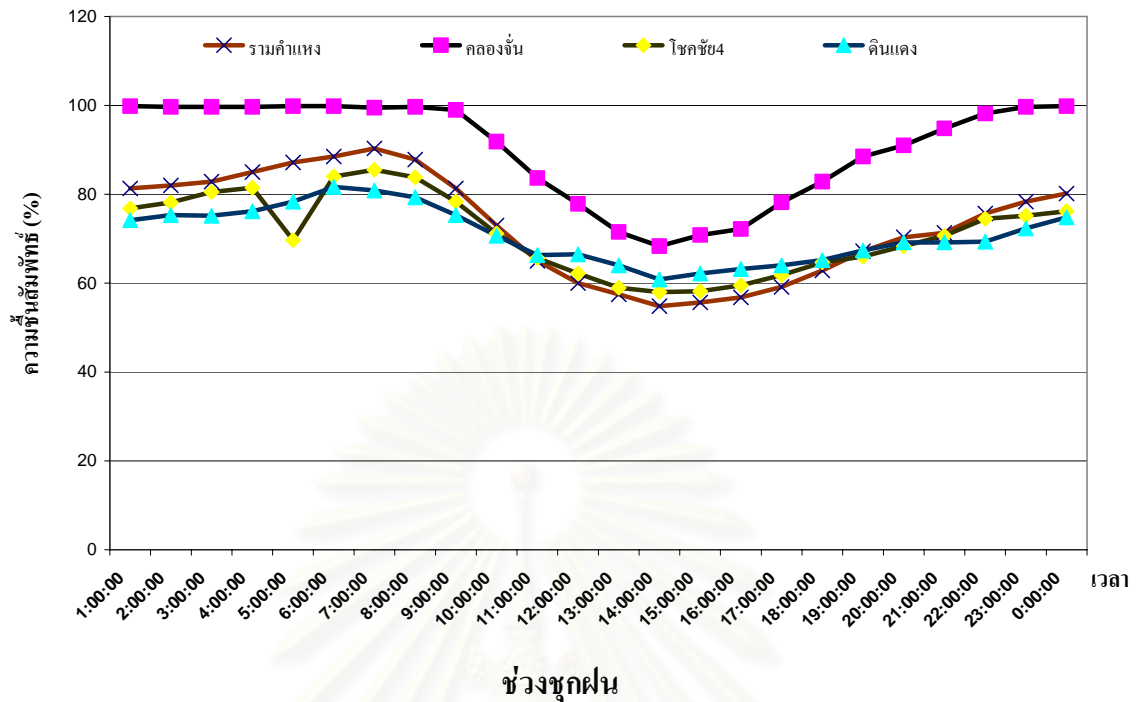


รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวัน ช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 พบว่าแนวโน้มของอุณหภูมิในทุกจุดเก็บตัวอย่าง ทั้งในช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝนมีแนวโน้มเดียวกันคือมีค่าต่ำในช่วงกลางคืน และมีค่าสูงในเวลากลางวัน โดยอุณหภูมิจะมีค่าสูงขึ้นระหว่างเวลา 9.00น- 18.00น. เนื่องจากอิทธิพลของแสงอาทิตย์ และโดยในช่วงที่อุณหภูมิมียุคต่ำในช่วงค่ำจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าช่วงเช้ามืด และพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งในช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝนจุดตรวจวัดพื้นที่ดินแดงมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่อื่น อาจเนื่องจากลักษณะของพื้นที่ของจุดตรวจวัดอยู่ใกล้กับแหล่งที่อยู่อาศัยโดยมีแฟลตดินแดงตั้งอยู่ด้านหลังตลอดแนว และพื้นที่ด้านหน้าติดกับถนน ทำให้พื้นที่ไม่โล่งและมีการระบายอากาศต่ำจึงทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่จุดตรวจวัดอื่น

2) ความชื้นสัมพัทธ์

ได้ศึกษาข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงของจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไปและพื้นที่ริมถนน ในช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน และนำมาหาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง ในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละวันที่ตรวจวัดตัวอย่าง โดยความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยพบค่าสูงในพื้นที่คลองจั่น ทั้งในช่วงชุกฝน และแล้งฝน และพบค่าต่ำสุดในพื้นที่รามคำแหง ทั้งสองช่วง ได้ผลดังรูปที่ 4.3



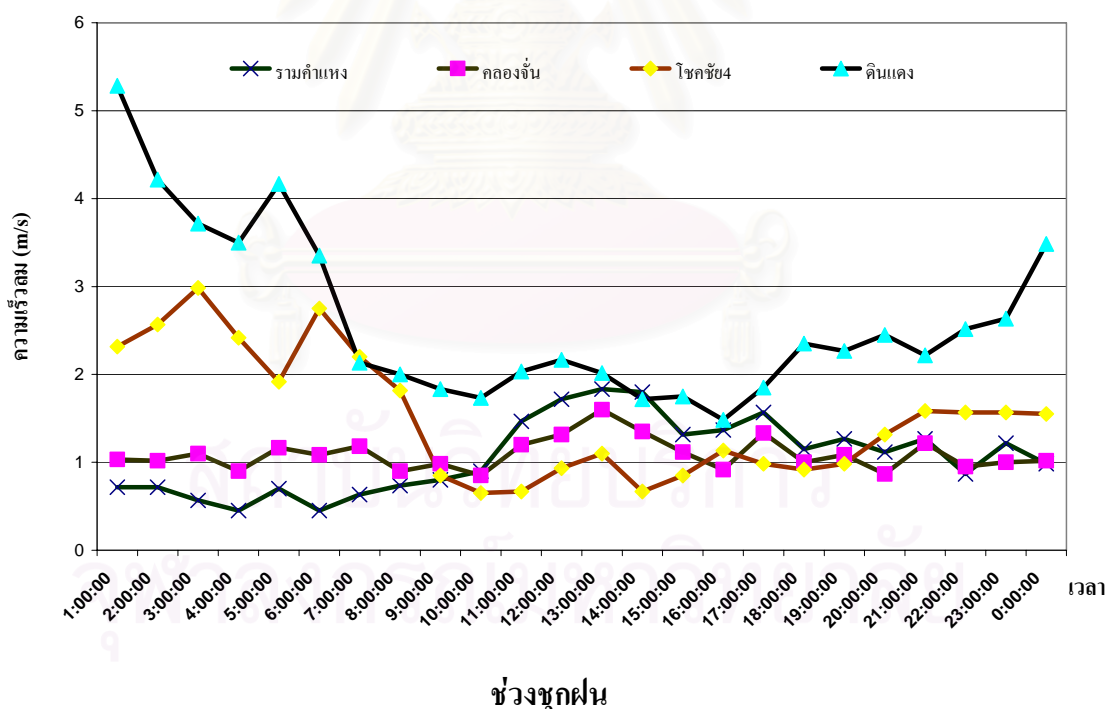
รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ในรอบวัน ช่วงกลางวันระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545 และ ในช่วงกลางคืน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

จากการศึกษาพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงกลางวัน และช่วงกลางคืนมีลักษณะแนวโน้มคล้ายกัน คือ ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืน และมีค่าต่ำลงในเวลากลางวัน โดยความชื้นสัมพัทธ์จะเริ่มมีค่าลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 9.00น.-19.00น. โดยความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าแปรผกผันกับอุณหภูมิ และใน

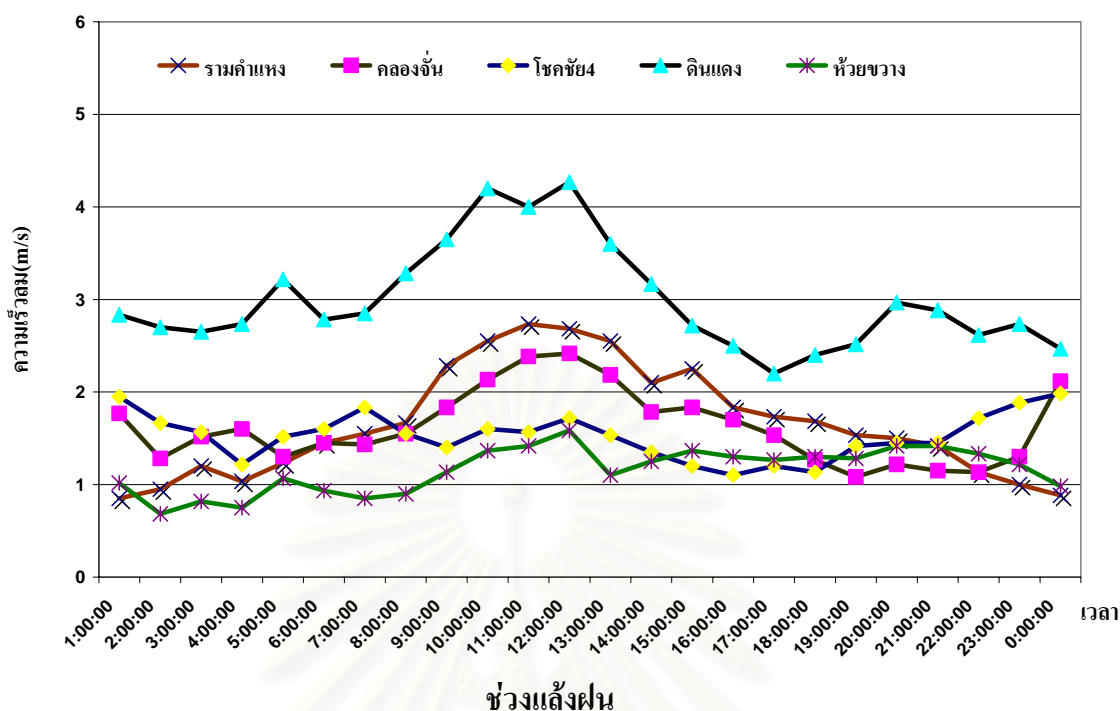
ช่วงซุกฝน จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงกว่าช่วงแล้งฝน เนื่องมาจากอิทธิพลของปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ตรวจวัดพบว่าพื้นที่คลองจั่นมีแนวโน้มของความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าพื้นที่อื่นทั้งในช่วงซุกฝนและช่วงแล้งฝน เนื่องจากพื้นที่คลองจั่นเป็นพื้นที่ทั่วไปอยู่ห่างจากริมถนนและบริเวณใกล้เคียงมีต้นไม้ไม่มากจึงทำให้มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าพื้นที่อื่น และพื้นที่รามคำแหงเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะโล่ง ไม่มีต้นไม้หรือตึกสูงใกล้เคียงจึงทำให้ความชื้นในอากาศถูกพัดพาโดยง่ายจึงทำให้มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ และในพื้นที่ดินแดงถึงแม้ว่ามีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่อื่นแต่พื้นที่ดังกล่าวมีต้นไม้อยู่บริเวณใกล้เคียงจึงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำที่สุดถึงแม้ว่าจะมีอุณหภูมิสูงก็ตาม

3) ความเร็วลม

ได้ศึกษาข้อมูลความเร็วลมรายชั่วโมงของจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไป และพื้นที่ริมถนน ในช่วงซุกฝน และช่วงแล้งฝน และนำมาหาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละวันที่ตรวจวัด ตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5 ผลการศึกษาพบว่า ความเร็วลมสูงสุดพบในพื้นที่ดินแดง 5.2 เมตร ต่อวินาที และพบความเร็วลมต่ำสุดในพื้นที่คลองจั่น 0.4 เมตรต่อวินาที ในช่วงซุกฝน ในช่วงแล้งฝนพบความเร็วลมสูงสุดในพื้นที่ดินแดง และต่ำสุดในพื้นที่ห้วยขวาง



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน ช่วงซุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545



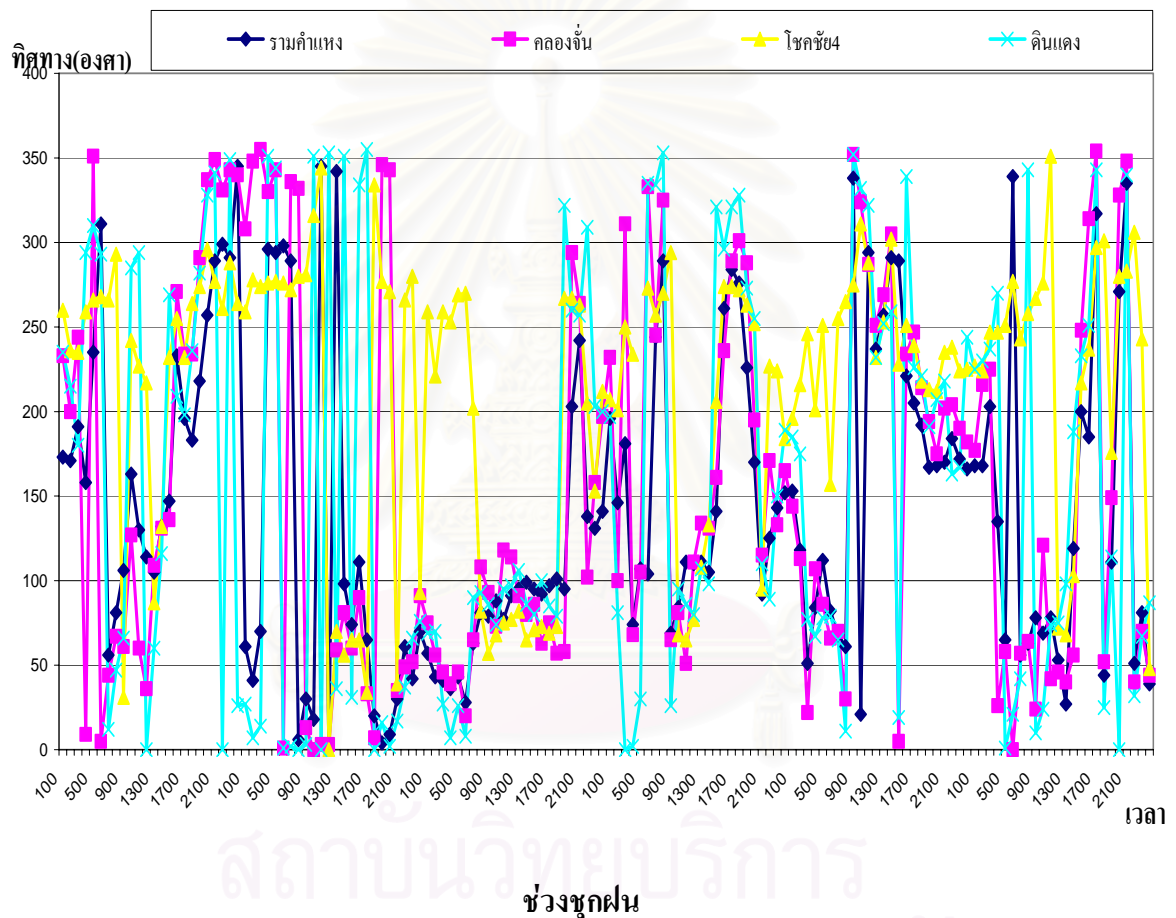
รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวันในช่วงแล้งฝนระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

จากการศึกษาความเร็วลมเฉลี่ย พบว่ามีลักษณะแนวโน้มคือ ในช่วงชุกฝนในบริเวณจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไปคือ คลองจั่น และรามคำแหง จะมีลักษณะแนวโน้มคือมีค่าต่ำในช่วงกลางคืน และมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วงเวลากลางวัน โดยความเร็วลมมีค่าสูงขึ้นช่วง 10.00น-18.00น. และมีค่าลดต่ำลงจนกระทั่งเช้าของอีกวัน แต่จะพบลักษณะแนวโน้มที่ต่างไปในบริเวณจุดตรวจวัดพื้นที่ริมถนนคือพบว่า บริเวณริมถนน ความเร็วลมมีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืน และมีค่าลดต่ำลงในช่วงเวลากลางวันในระหว่างเวลา 8.00น-18.00น. และจะมีค่าสูงขึ้นอีกจนกระทั่งช่วงเช้าของอีกวัน เนื่องจากช่วงชุกฝนมีความเร็วลมแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลของพายุฝน จึงทำให้แนวโน้มของความเร็วลมในแต่ละพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกันไป และพบว่า ความเร็วลมในช่วงชุกฝนพื้นที่ตรวจวัดดินแดงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่อื่นในช่วงเวลาเดียวกัน เนื่องจากอิทธิพลของลักษณะพื้นที่ตรวจวัดที่อยู่ใกล้ตึกสูงของแฟลตดินแดงจึงทำให้อาจเกิดการขวางทางลมและทำให้ความเร็วลมสูงกว่าพื้นที่อื่น

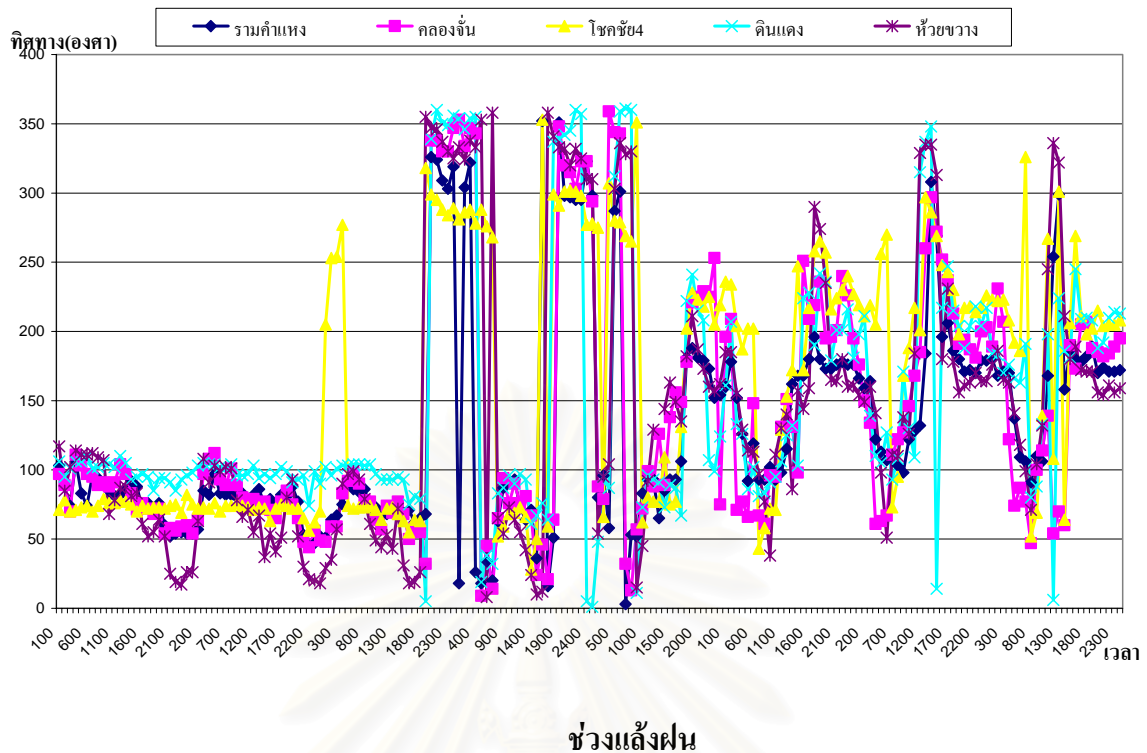
ในช่วงแล้งฝนพบว่าแนวโน้มของความเร็วลมเฉลี่ยมีลักษณะคล้ายกันคือจะมีค่าต่ำในเวลากลางคืน และมีค่าสูงในเวลากลางวันโดยมีค่าสูงช่วง 8.00น-19.00น. แต่อย่างไรก็ตามเมื่อสังเกตความเร็วลมในแต่ละจุดเก็บพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเล็กน้อยในทุกช่วงเวลา และ ความเร็วลมของพื้นที่ตรวจวัดดินแดงมีค่าโดยเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่อื่น เนื่องจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น

4) ทิศทางลม

ได้ศึกษาข้อมูลทิศทางลมรายชั่วโมงของจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไป และพื้นที่ริมถนน ในช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน และนำมาหาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงตลอดช่วงวันที่ทำการตรวจวัดตัวอย่างได้ผล ดังรูปที่ 4.6 และ 4.7 ผลการศึกษาพบว่าทิศทางลมในช่วงชุกฝน การพัดพาในทุกทิศทางและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในทุกพื้นที่ที่ตรวจวัดเนื่องจากอิทธิพลของลมพายุฝน ส่วนในช่วงแล้งฝนพบลักษณะ แนวโน้มคือ ทิศทางในการพัดพาของลมเปรียบเทียบในช่วงเวลาเดียวกันส่วนมากมีการพัดพาในทิศทางเดียวกันในทุกพื้นที่ที่ตรวจวัด เนื่องจากไม่มีอิทธิพลของลมพายุเหมือนในช่วงชุกฝน



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงทิศทางลมเฉลี่ยรายชั่วโมง ช่วงชุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545



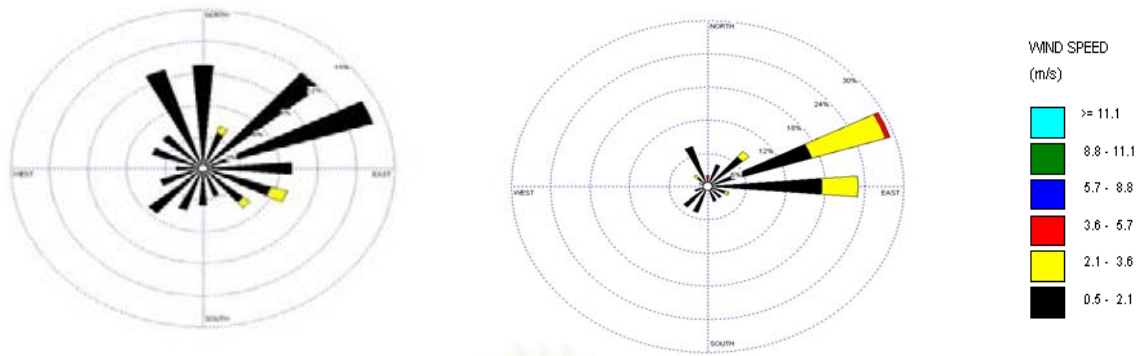
รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงทิศทางลมเฉลี่ย รายชั่วโมง ในช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

5) ทิศทาง และความเร็วลม

ศึกษาทิศทางและความเร็วลม ในลักษณะผังลม (wind rose) ในจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไป คือคลองจั่น และรามคำแหงพื้นที่ริมถนนคือ ดินแดง โชคชัย4 ในช่วงชุกฝนและแล้งฝน และพื้นที่ริมถนนห้วยขวาง ช่วงแล้งฝน ได้ผลดังต่อไปนี้

1. จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่คลองจั่น

จากการศึกษาความเร็วและทิศทางลมจากผังลม ดังรูปที่4.8 พบว่าพื้นที่คลองจั่นในช่วงชุกฝนมีการพัดพาของลมกระจายทุกทิศทางในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน มากกว่าในช่วงแล้งฝนเนื่องจากอิทธิพลของลมพายุฤดูฝน และมีทิศทางในการพัดพาในทิศตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด และความเร็วของลม ส่วนมากอยู่ในช่วง 0.5-2.1 เมตรต่อวินาที สำหรับในช่วงแล้งฝน ทิศทางในการพัดพาของลมกระจายน้อยกว่าโดยสัดส่วนของการพัดพาจะพัดในทิศตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด และพบว่ามีสัดส่วนความเร็วลมสูงระหว่าง 2.1-3.8 เมตรต่อวินาทีมีสูงขึ้น



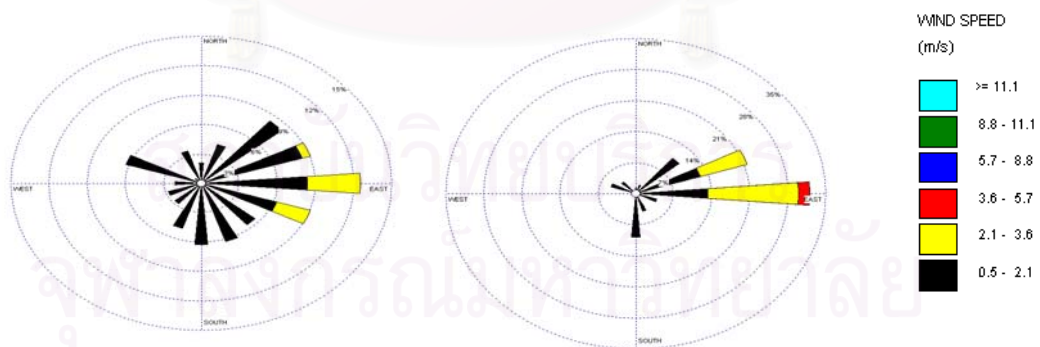
ช่วงซุกฝน

ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.8 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่คลองจั่น ช่วงซุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545 และ ช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

2. จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่รามคำแหง

ในช่วงซุกฝน พบความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.5-3.6 เมตรต่อวินาที มีทิศทางในการพัดกระจาย โดยรอบ มีสัดส่วนการพัดในทิศตะวันออกมากที่สุด และมีสัดส่วนความเร็วส่วนมากระดับ 0.5-2.1 เมตรต่อวินาที ส่วนในช่วงแล้งฝน มีทิศทางในการพัดส่วนมากในทิศตะวันออกและในช่วงแล้งฝนเปรียบเทียบความเร็วพบว่ามีความเร็วสูงกว่าโดยพบความเร็วอยู่ในช่วง 3.8-5.7 เมตรต่อวินาที



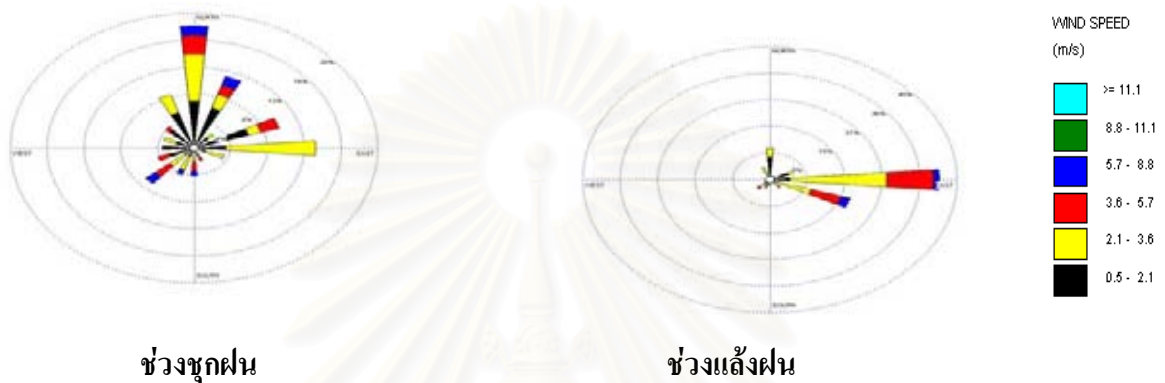
ช่วงซุกฝน

ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.9 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่รามคำแหง ช่วงซุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545 และ ช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

3. จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่ดินแดง

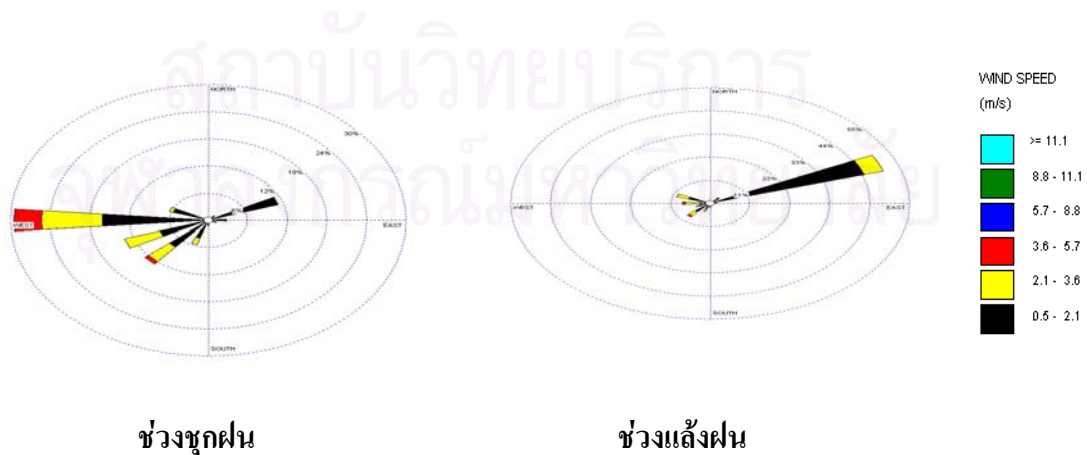
ในช่วงซุกฝนพบความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.5-8.8 เมตรต่อวินาที โดยพบทิศทางในการพัดโดยรอบ และสัดส่วนการพัดพามากที่สุดในทิศเหนือ และทิศตะวันออก ในช่วงแล้งฝนพบความเร็วลมพัด 0.5-8.8 เมตรต่อวินาที โดยพบทิศทางที่ลมพัดมากที่สุดคือ ทิศตะวันออก การกระจายตัวของทิศทางในการพัดพามีต่ำกว่าช่วงซุกฝน โดยอิทธิพลที่ทำให้การกระจายของทิศทางต่างกันคือ ลมพายุในช่วงซุกฝน



รูปที่ 4.10 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่ดินแดง ช่วงซุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545 และช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

4. จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่โชคชัย4

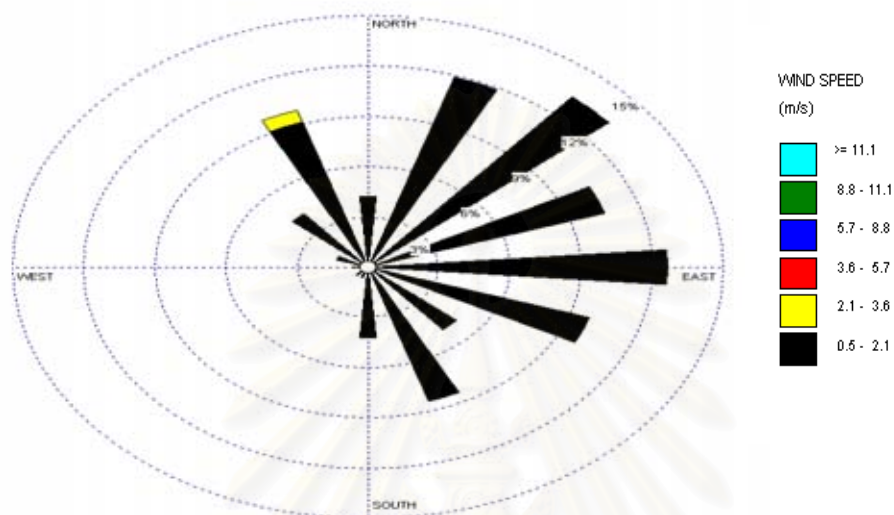
ในช่วงซุกฝน พบความเร็วลม ในช่วง 0.5-3.6 เมตรต่อวินาที และมีการกระจายตัวของทิศทางในการพัดพายุอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ถึงทิศใต้ และพบว่ามีการพัดในทิศตะวันตกมากที่สุด สำหรับในช่วงแล้งฝน พบความเร็วลมอยู่ในช่วง 0.5-3.6 เมตรต่อวินาที และพบว่ามีการพัดจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด



รูปที่ 4.11 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่โชคชัย4 ช่วงซุกฝนระหว่างวันที่ 3-8 ธันวาคม 2545และช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

5. จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่ห้วยขวาง

ตรวจวัดเฉพาะช่วงแล้งฝน พบว่า มีความเร็ว อยู่ในช่วง 0.5-3.6 เมตรต่อวินาที โดยพบความเร็วลม ช่วง 0.5-2.1 มากที่สุด และมีทิศทางในการพัดกระจายในช่วงทิศตะวันออกถึงทิศเหนือมากที่สุด และความเร็วอยู่ในช่วงต่ำ

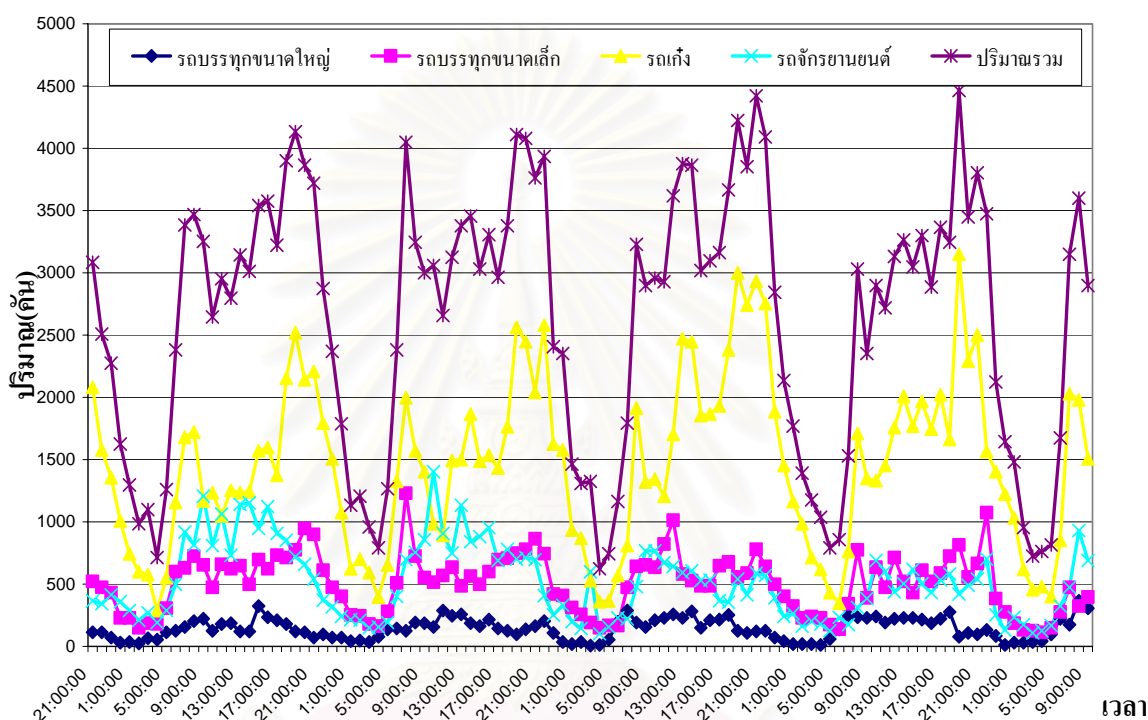


รูปที่ 4.12 ความเร็วและทิศทางลม พื้นที่ห้วยขวาง ช่วงแล้งฝน ระหว่างวันที่ 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

จากความเร็วและทิศทางลมพบว่าในทุกพื้นที่ที่ตรวจวัด ในช่วงชุกฝนมีกระจายของทิศทางในการพัดของลม มากกว่าในช่วงแล้งฝน อันเนื่องมาจากปริมาณลมพายุฝนในช่วงชุกฝน และพบว่าในช่วงแล้งฝนของพื้นที่ที่ตรวจวัดมีการพัดกระจายอยู่ในทิศตะวันออกถึงทิศเหนือทุกพื้นที่ ดังนั้นความแปรปรวนของทิศทางในการพัดพาของลมในช่วงชุกฝนจึงมีสูงกว่าช่วงแล้งฝน

4.1.2 ปริมาณการจราจร

ศึกษาปริมาณการจราจรจุดเก็บพื้นที่จุฬาฯ (ช่วงถนนพญาไท) ช่วงแล้งฝน ระหว่าง 16-21 กรกฎาคม 2546 โดยการปริมาณยานพาหนะ แยกเป็น 4 ประเภทตามลักษณะเครื่องยนต์ คือ รถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถเก๋ง และรถจักรยานยนต์ ทำการตรวจวัดทุกๆ 10 นาทีแรกของชั่วโมง แล้วเปรียบเทียบเป็นจำนวนต่อชั่วโมง ได้ความสัมพันธ์ของปริมาณรถแต่ละชนิดรายชั่วโมงตลอดช่วงที่ตรวจวัดดังรูปที่ 4.17

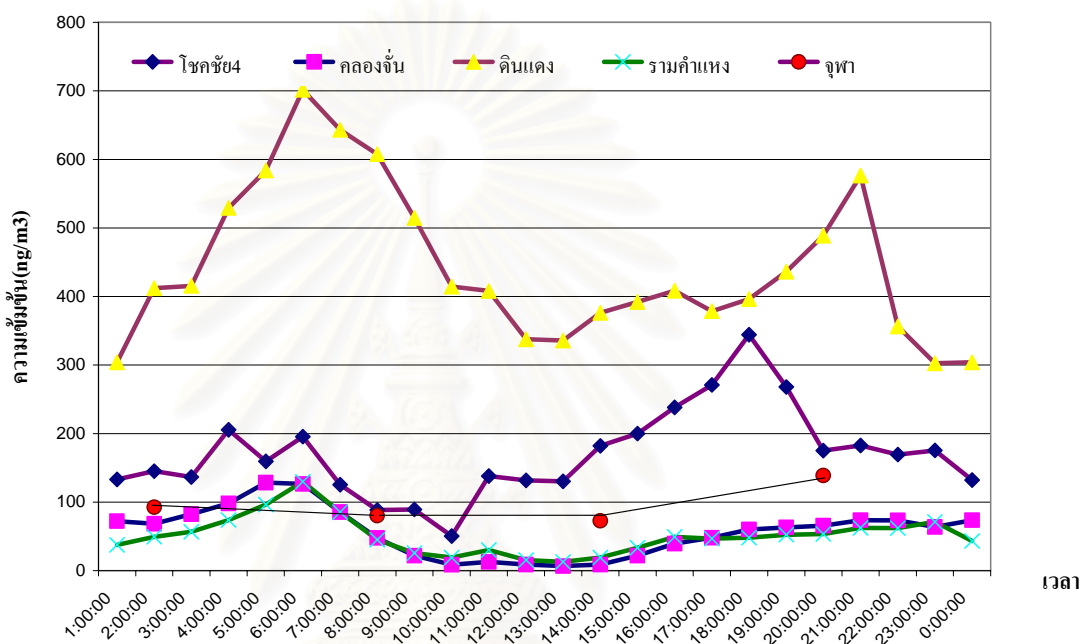


รูปที่ 4.13 ปริมาณยานพาหนะแต่ละชนิดรายชั่วโมงพื้นที่ตรวจวัดจุฬาฯ ระหว่าง 16-21 กรกฎาคม 2546

พบปริมาณการจราจรของยานพาหนะแต่ละชนิด มีแนวโน้มเหมือนกันคือมีปริมาณสูงในช่วงเช้า และลดต่ำลงเล็กน้อยในช่วงกลางวันและเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเย็น และค่อยๆลดปริมาณลงในช่วงดึกคือระหว่าง 24.00น-4.00น. เนื่องจากการจราจรเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของ สารpPAHsและPM₁₀ ดังนั้นการที่ปริมาณการจราจรมีลักษณะเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นช่วงๆ ก็จะสามารถส่งผลถึงความเข้มข้นของสารดังกล่าวด้วย แต่เนื่องจากข้อมูลของปริมาณการจราจรขึ้นต้นเป็นข้อมูลรายชั่วโมงที่ทำการตรวจวัดเฉพาะในช่วง 16-21 กรกฎาคม 2546 บริเวณถนนพญาไท ช่วงหน้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังนั้นแนวโน้มที่ได้ก็สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนเฉพาะพื้นที่จุฬาฯ แต่เนื่องจากลักษณะพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่เป็นถนนโดยทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ซึ่งลักษณะแนวโน้มของปริมาณการจราจรคล้ายกันกับถนนสายอื่นๆ จึงสามารถเป็นตัวแทนในการอธิบายแนวโน้มของปริมาณการจราจรโดยคร่าวๆในพื้นที่ตรวจวัดอื่นๆได้

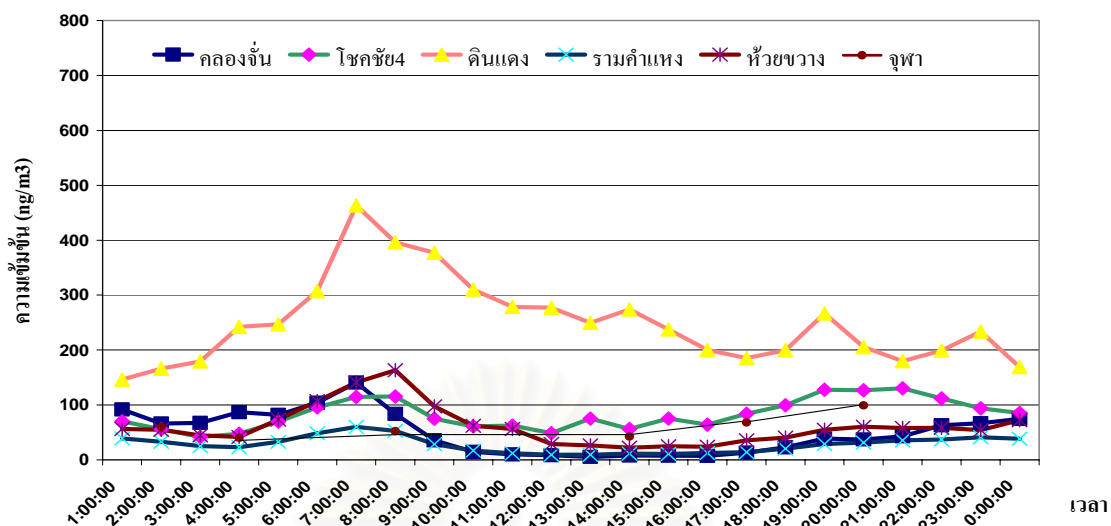
4.1.3 ความเข้มข้นของ สาร pPAHs

จากการศึกษาความเข้มข้นของ สารpPAHs ทั้ง 2 ช่วงคือ ช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝนในจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไปคือ คลองจั่น และรามคำแหง และพื้นที่ริมถนนคือ ดินแดง โชคชัย4 จุฬาฯ และ เพิ่มการตรวจวัดในพื้นที่ห้วยขวาง ช่วงแล้งฝน นำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของความเข้มข้น ของ pPAHs ทุกวันในช่วงการตรวจวัด มาหาค่าเฉลี่ย ของช่วงเวลาเดียวกันในทุกชั่วโมงตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบ ลักษณะแนวโน้มของความเข้มข้น ในช่วงวัน ได้ผลดังรูปที่4.14 และ4.15



รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของ pPAHs เฉลี่ยรายชั่วโมงในรอบวัน ช่วงชุกฝน

จากรูปที่4.14 พบว่า แนวโน้มความเข้มข้นของสาร pPAHs จะมีปริมาณสูงสุดในช่วงเช้า คือ ระหว่าง 6.00น-7.00น และมีค่าลดต่ำลงในช่วงเวลาสายจนถึงกลางวันและความเข้มข้น ของ pPAHs จะเพิ่มสูงขึ้น อีกในช่วงหัวค่ำคือระหว่าง 18.00 น.-21.00น. และค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของ pPAHs ในช่วงชุกฝนพบว่าในบริเวณจุดตรวจวัดพื้นที่ริมถนนทุกพื้นที่ มีความเข้มข้นของ pPAHs สูงกว่า บริเวณจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไป โดยในบริเวณจุดเก็บริมถนนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าในบริเวณทั่วไป



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ p PAHs เฉลี่ยรายชั่วโมงในรอบวัน ช่วงแล้งฝน

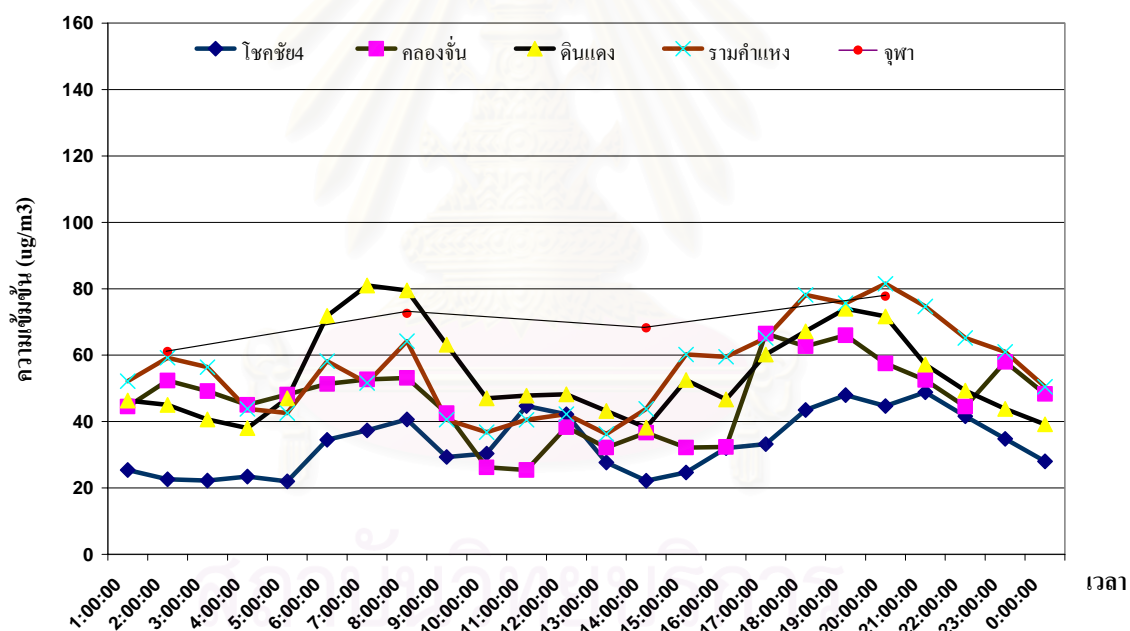
จากรูป 4.15 พบว่าในบริเวณทั่วไปมีความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร ต่ำกว่าบริเวณริมถนนในทุกจุดตรวจวัดและพบว่าความเข้มข้นดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเช้า คือระหว่าง 6.00น.-8.00น. และจากนั้นจะมีแนวโน้มลดลง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงหัวค่ำคือ 18.00น.-21.00น.

โดยผลการศึกษาความเข้มข้นของ pPAHs ในช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝนบริเวณจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไป และพื้นที่ริมถนนสามารถวิเคราะห์ได้ว่า การที่ความเข้มข้นของ pPAHs ในบริเวณพื้นที่ทั่วไปมีค่าน้อยกว่าบริเวณพื้นที่ริมถนน เนื่องจากอิทธิพลของ ปริมาณการจราจรซึ่งเป็น ต้นกำเนิดหลักของ pPAHs มีปริมาณต่างกัน โดยบริเวณพื้นที่ริมถนนจะมีความหนาแน่น และปริมาณการจราจรมากกว่าบริเวณพื้นที่ทั่วไป ความเข้มข้นเฉลี่ยของ pPAHsจึงมีค่ามากกว่าในทุกจุดเก็บ นอกจากนี้การที่ pPAH สามารถสลายตัวด้วยแสง(กรมควบคุมมลพิษ, 2543) เมื่อระยะห่างจากต้นกำเนิดถึงจุดตรวจวัดมีค่ามากกว่า และสารใช้เวลาในการเดินทางจากแหล่งกำเนิดถึงจุดตรวจวัดนานกว่า มีโอกาสได้รับแสงมากกว่า จึงทำให้สารสามารถ สลายตัวได้มากกว่าจึง เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ ความเข้มข้นของสารบริเวณพื้นที่ริมถนนมีค่าสูงกว่าบริเวณพื้นที่ทั่วไป และการที่แนวโน้มของความเข้มข้นของสารดังกล่าวมีค่าสูงสุดในช่วงเช้า และมีค่าลดลงในช่วงกลางวัน จากนั้นมีการเพิ่มขึ้นในช่วงหัวค่ำ และลดลงในช่วงดึก เนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัย 2 อย่างคือ ปริมาณการจราจร และปริมาณแสงแดดหรือความร้อน เนื่องจาก สาร pPAHs สามารถสลายตัวโดย แสงแดด เนื่องจากช่วงเช้าเริ่มมีความหนาแน่นของการจราจรเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณแสงแดดมีปริมาณน้อย ความเข้มข้นของสารจึงมีค่าสูง แต่เมื่อ เวลา สาย ถึงกลางวัน และช่วงเย็น ปริมาณแสงแดดมีมากจึงสามารถทำลาย สารpPAHs ทำให้ความเข้มข้นของสารมีค่าลดลง ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณการจราจรมากก็ตาม และเมื่อช่วงหัวค่ำซึ่งมีปริมาณแสงแดดมีค่าน้อยมากหรือไม่มี แต่ยังคงมีปริมาณการจราจรสูง จึงพบว่าช่วงดังกล่าวความเข้มข้นของสารสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้น

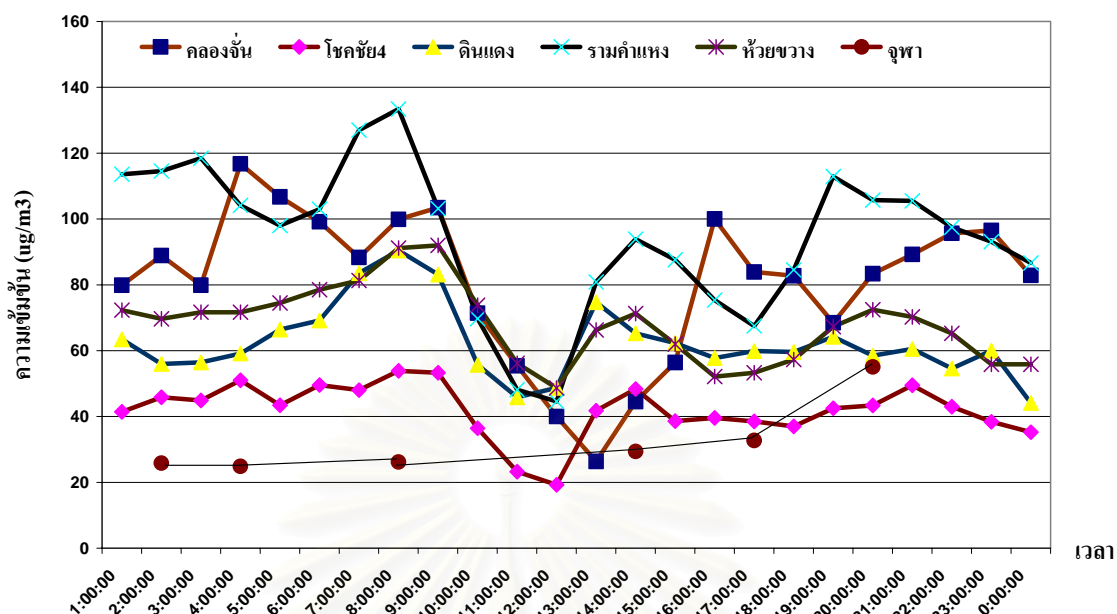
ของสารทั้ง 2 ช่วงจุดเก็บคือช่วงฝุ่น และแสงฝน พบว่าช่วงฝุ่น จะมีความเข้มข้นของสารสูงกว่าช่วงแสงฝน อาจเนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจาก ความเข้มข้น ของ สารมีการแปรผันตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากช่วงฝุ่นมีอุณหภูมิต่ำกว่าและมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าจึงทำให้ความเข้มข้นมีปริมาณสูงกว่า

4.1.4 ความเข้มข้นของ PM₁₀

ได้ทำการศึกษาความเข้มข้น ของ PM₁₀ ในช่วงฝุ่นและช่วงแสงฝนในบริเวณจุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไปคือ คลองจั่น และรามคำแหง และพื้นที่ที่ริมถนนคือ ดินแดง โชคชัย4 จุฬา และเพิ่มการศึกษาพื้นที่ห้วยขวางในช่วงแสงฝน ศึกษาจากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ โดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยเครื่องTEOM ในทุกจุดเก็บยกเว้นจุดเก็บจุฬาที่ตรวจวัด โดยใช้เครื่องเก็บฝุ่นละอองชนิดไฮโดรลุ่มนำข้อมูลค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงที่ได้ทุกวันของการเก็บ หาค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาเดียวกันตลอด 24 ชั่วโมง ได้ผลการศึกษาดังรูปที่4.16และ4.17



รูปที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของ PM₁₀ เฉลี่ยรายชั่วโมงในรอบวัน ช่วงฝุ่น



รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลง ความเข้มข้นของ PM₁₀ เฉลี่ยรายชั่วโมงในรอบ วัน ช่วงแล้งฝน

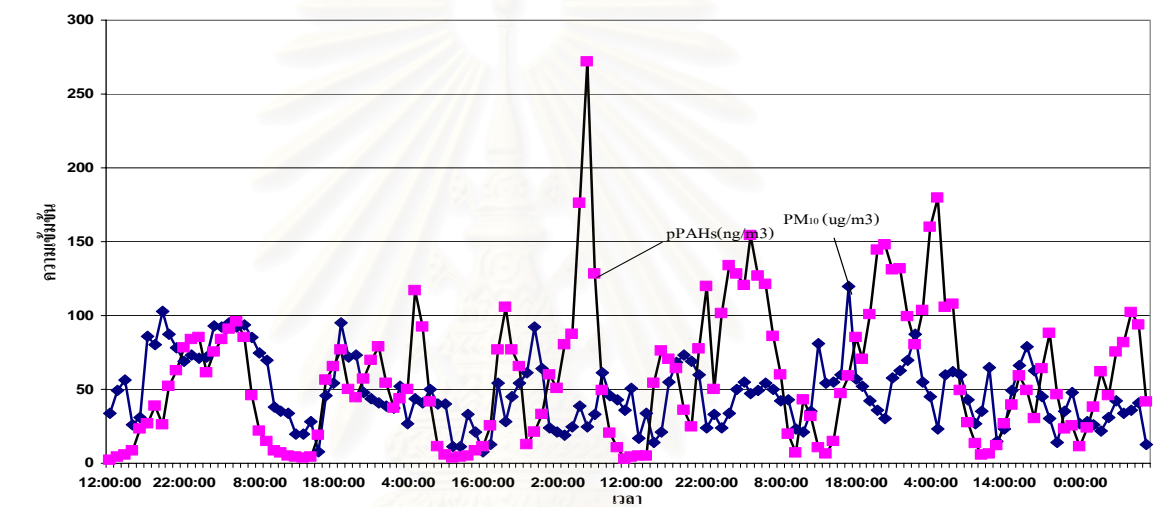
จากรูปที่ 4.16 และ 4.17 พบว่า แนวโน้มของความเข้มข้นของ PM₁₀ ของแต่ละจุดเก็บมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทุกช่วงเวลา ทั้งในช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝน โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารเปรียบเทียบในแต่ละพื้นที่ ในช่วงแล้งฝนสามารถเห็นลักษณะแนวโน้มคล้ายกันมากกว่าช่วงชุกฝน ซึ่งมีการกระจายตัวของความเข้มข้นของแต่ละพื้นที่ต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงทิศทางของลม ในช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝนซึ่งพบว่าในช่วงแล้งฝน มีทิศทางในการพัดของลมของแต่ละพื้นที่คล้ายกันและมีทิศทางในการพัดพาไปในทางเดียวกันมากกว่าช่วงชุกฝน จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลักษณะแนวโน้มความเข้มข้นของสารต่างกันมากกว่า ในช่วงชุกฝนความเข้มข้นของ PM₁₀ มีค่าต่ำกว่าในช่วงแล้งฝน เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงชุกฝนมีค่าสูงกว่าทำให้ สารถูกทำให้ตกลงสู่พื้นเร็วกว่าช่วงแล้งฝน ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า นอกจากนั้นจะสามารถพบว่าค่าความเข้มข้นมีแนวโน้มลดลง ระหว่าง 10.00น.-16.00น. ในช่วงชุกฝน และแนวโน้มลดลงระหว่าง 11.00น.-14.00น. ในช่วงแล้งฝน เนื่องจากความเข้มข้นของ PM₁₀ แปรผกผันกับความเร็วลม และอุณหภูมิ (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2001) ในช่วงกลางวันมีอุณหภูมิสูง และประกอบกับความเร็วลม มีค่าสูง จึงทำให้ความเข้มข้นของสารลดลง

4.2 การตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์ของ PM₁₀ และ pPAHs

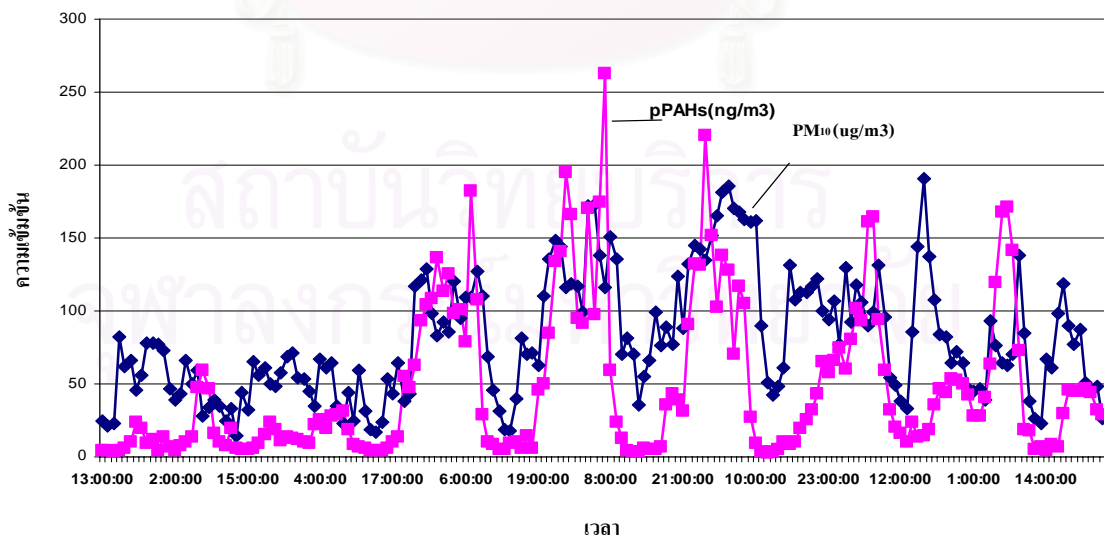
4.2.1 บริเวณพื้นที่ทั่วไป

1) จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่คลองจั่น

ศึกษาความเข้มข้นของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ยราย ชั่วโมงทั้งช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝน และนำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของสารทั้งสองหาความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังรูปที่ 4.18 พบว่า pPAHs และ PM₁₀ มีค่าเพิ่มและลดเป็นช่วงๆ ทั้งช่วงชุกฝนและแล้งฝน โดย ช่วงแล้งฝนมีแนวโน้มปริมาณ PM₁₀ เฉลี่ย สูงกว่าช่วงชุกฝน



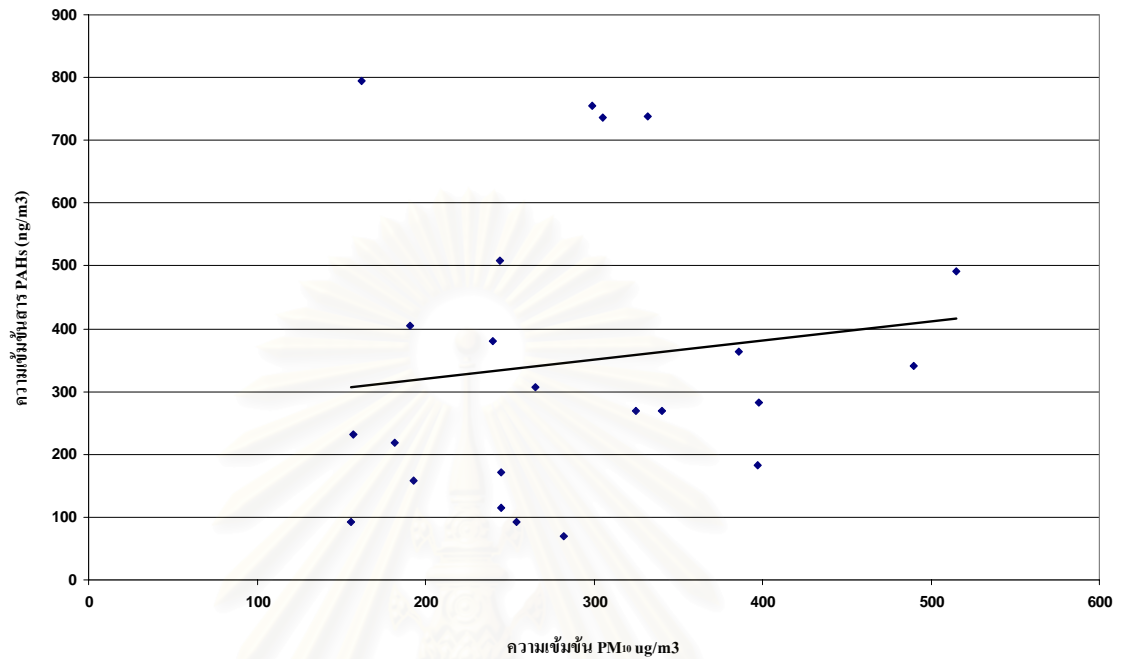
ช่วงชุกฝน



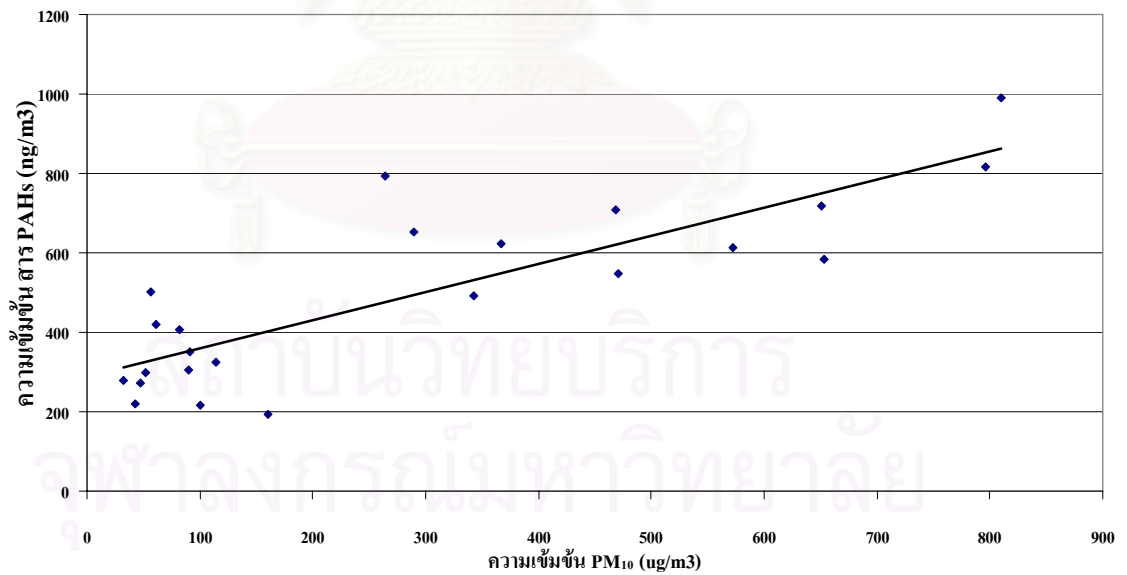
ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.18 ความเข้มข้น ของ pPAHs และ PM₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่คลองจั่น ช่วงชุกฝน และแล้งฝน

เมื่อนำความเข้มข้นของสารทั้งสองเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมงและหาความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.19 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสารทั้งสอง พบค่า ในพื้นที่ช่วงชุกฝนเป็น 0.136 และ ช่วงแล้งฝนมีค่า 0.836



ช่วงชุกฝน

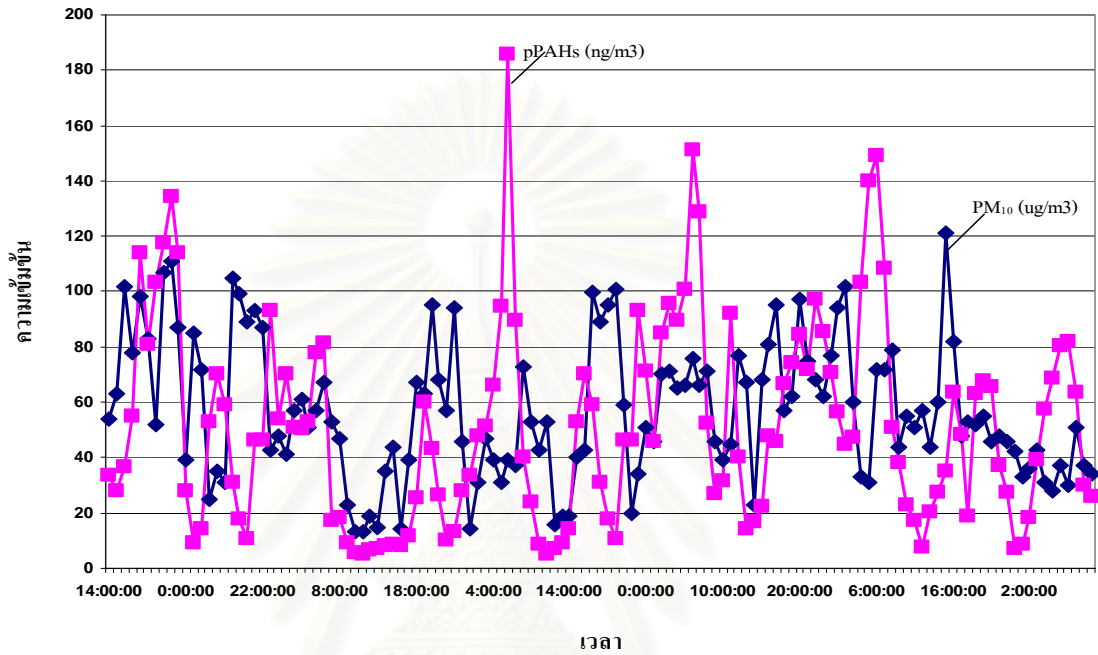


ช่วงแล้งฝน

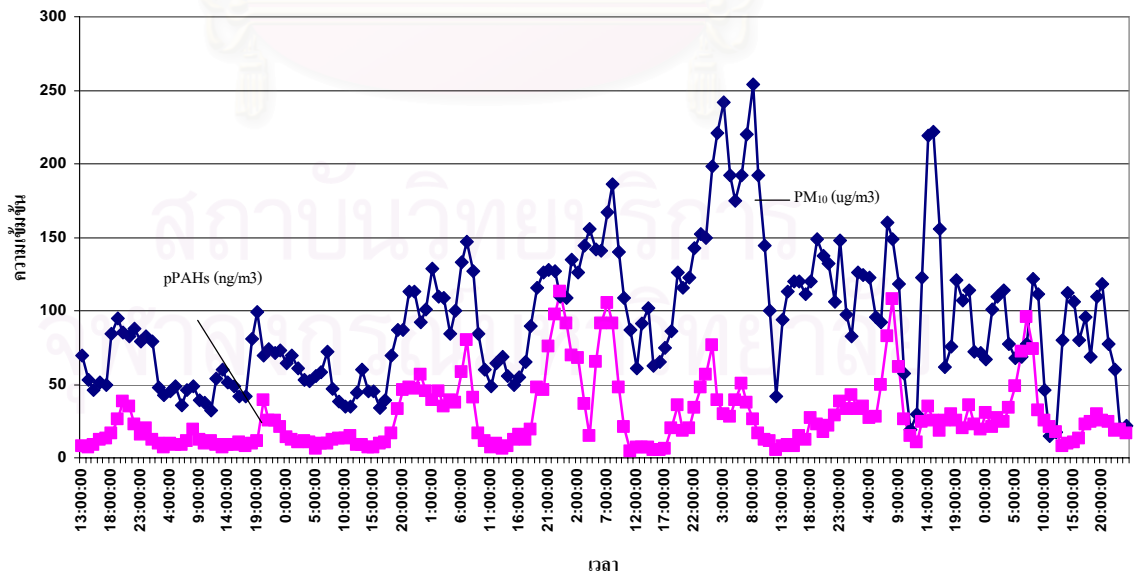
รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ย 6 ชั่วโมงในพื้นที่คลองจั่นช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน

2) จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่รามคำแหง

ศึกษาความเข้มข้นของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ยราย ชั่วโมงทั้งช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝน และนำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของสารทั้งสองหาความสัมพันธ์เชิงเส้นดังรูปที่ 4.20 พบความเข้มข้นของสารทั้งสองมีแนวโน้มสูงและลดต่ำลงเป็นช่วงๆ และpPAHs โดยเฉลี่ยในช่วงชุกฝน มีบางช่วงที่มีค่าสูงกว่าในช่วงแล้งฝน อย่างชัดเจน และความเข้มข้นPM₁₀ ในช่วงแล้งฝนมีค่ามากกว่าช่วงชุกฝน



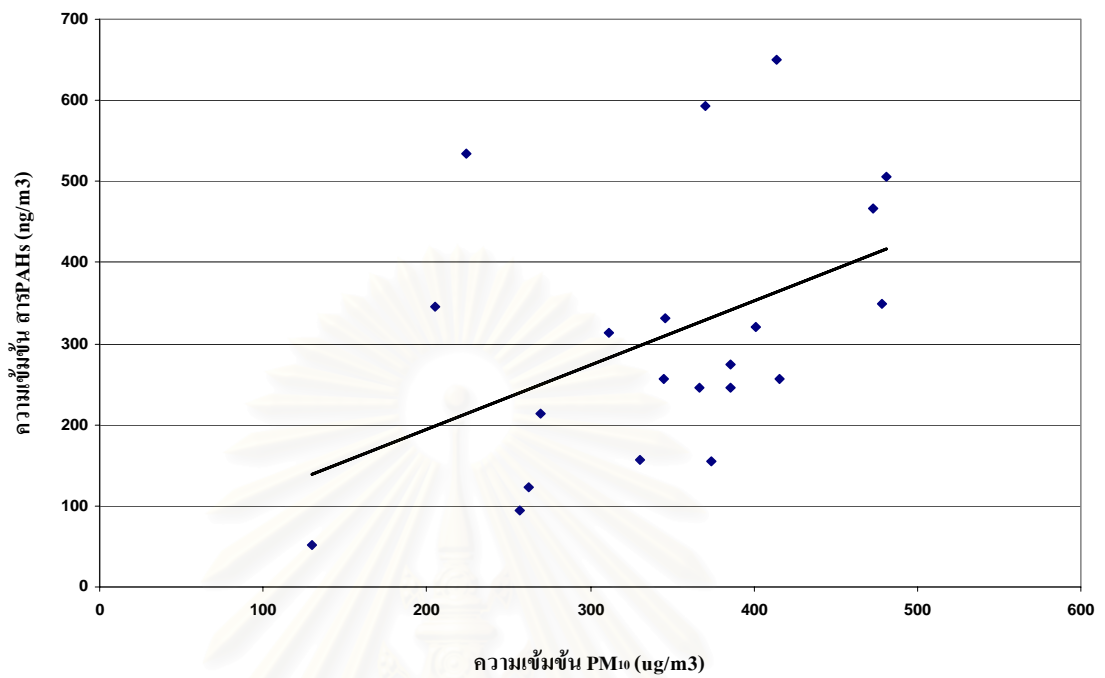
ช่วงชุกฝน



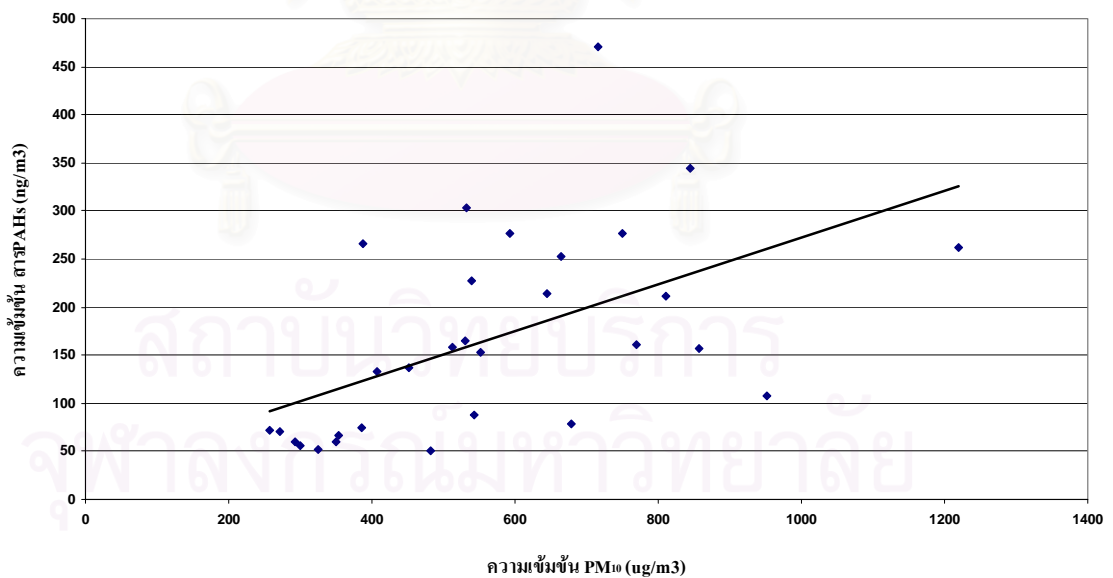
ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.20 ความเข้มข้น ของpPAHs และPM₁₀เทียบกับเวลาพื้นที่รามคำแหงช่วงชุกฝน และแล้งฝน

เมื่อนำความเข้มข้นของสารทั้งสองเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมงและหาความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.21 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า ในพื้นที่ช่วงชุกฝนเป็น 0.449 และ ช่วงแล้งฝนมีค่า 0.531



ช่วงชุกฝน



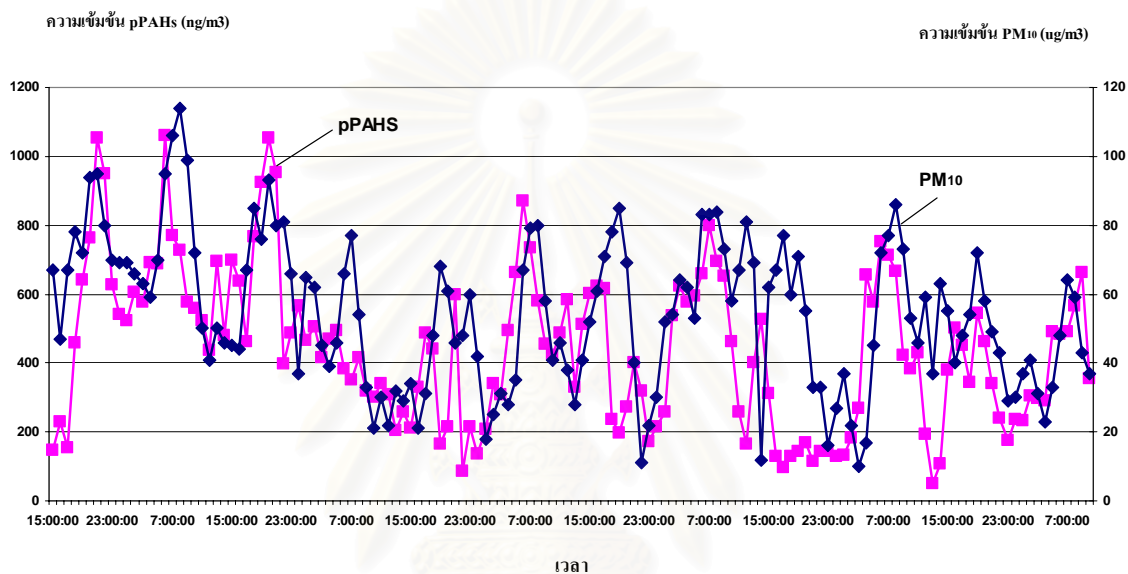
ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ของpPAHsและPM₁₀ เฉลี่ย 6 ชั่วโมงพื้นที่รามคำแหงช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน

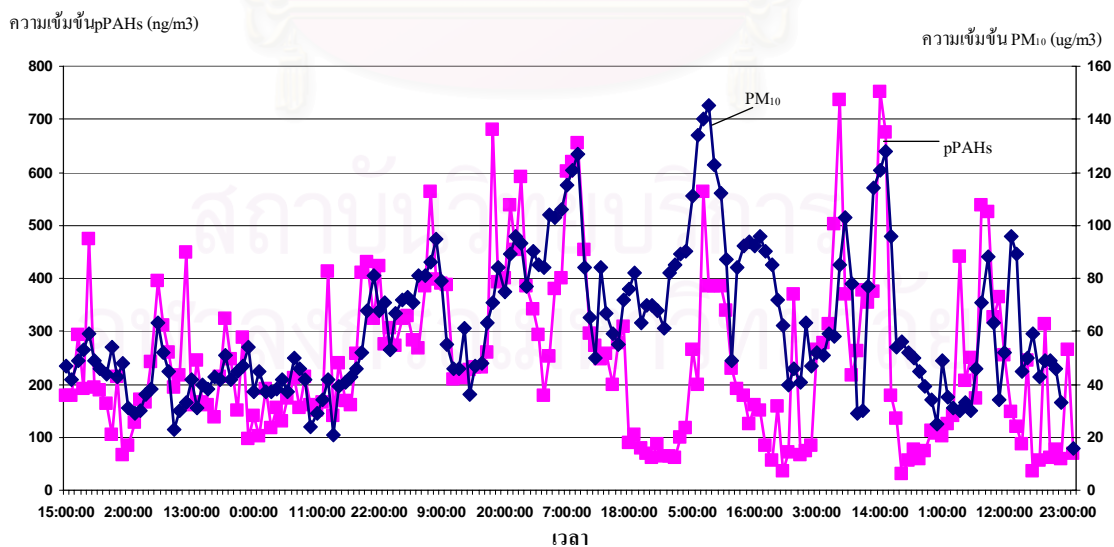
4.2.1 บริเวณพื้นที่ริมถนน

1) จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่ดินแดง

ศึกษาความเข้มข้นของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ยราย ชั่วโมงทั้งช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝน และนำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของสารทั้งสองหาความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังรูปที่ 4.22 พบว่า ความเข้มข้นของสารทั้งสองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นช่วงๆ คล้ายกัน แต่สามารถพบบางช่วงที่ pPAHs มีค่าลดต่ำ ในขณะที่ PM₁₀ มีค่าสูง



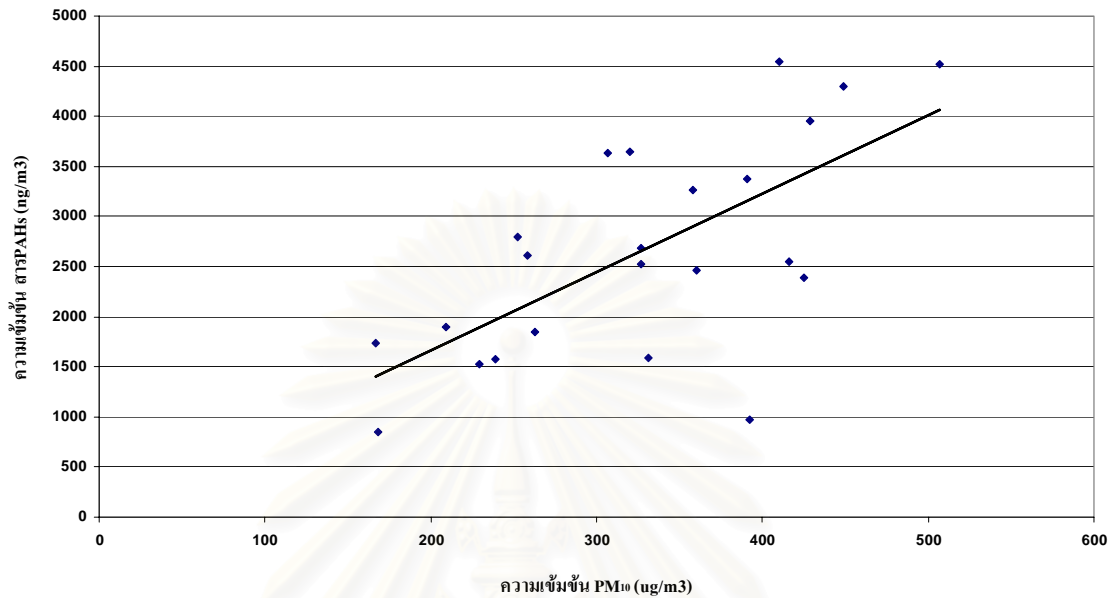
ช่วงชุกฝน



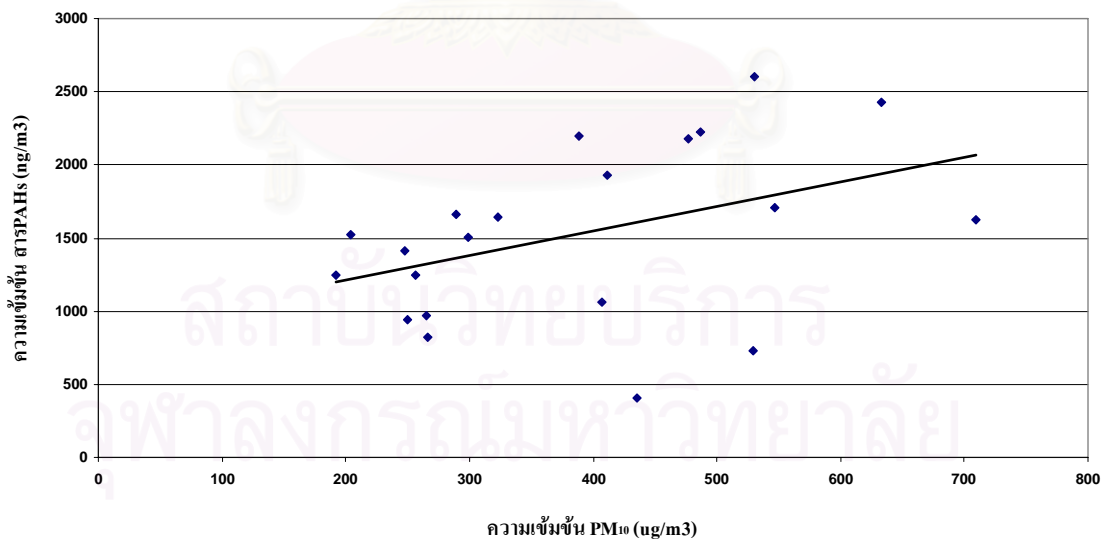
ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.22 ความเข้มข้น ของ pPAHs และ PM₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่ดินแดง ช่วงชุกฝน และแล้งฝน

เมื่อนำความเข้มข้นของสารทั้งสองเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมงและหาความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.23 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า ในพื้นที่ช่วงชุกฝนเป็น 0.666 และ ช่วงแล้งฝนมีค่า 0.415



ช่วงชุกฝน

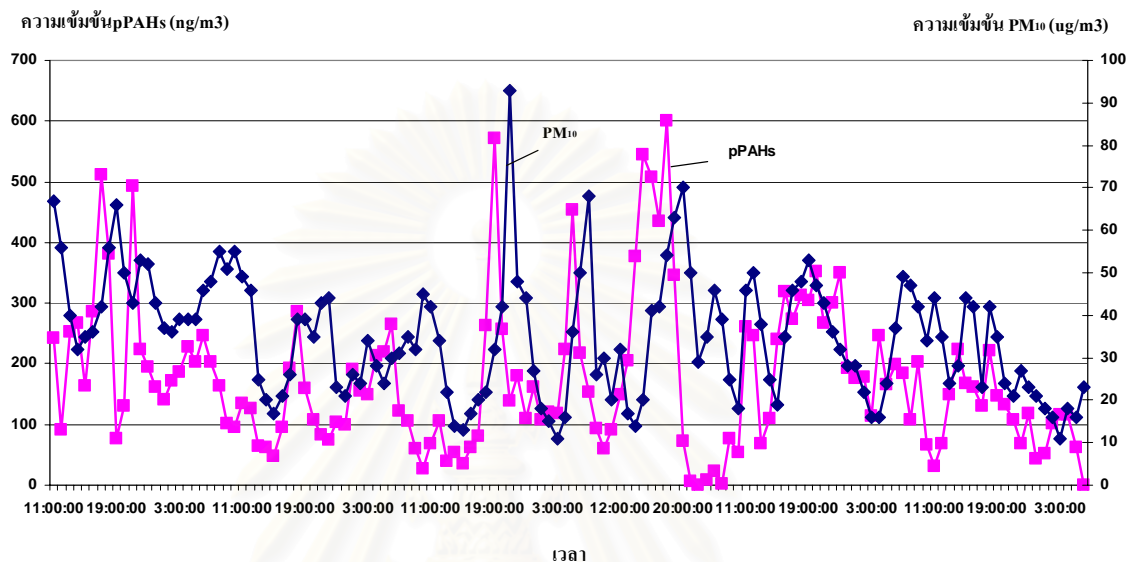


ช่วงแล้งฝน

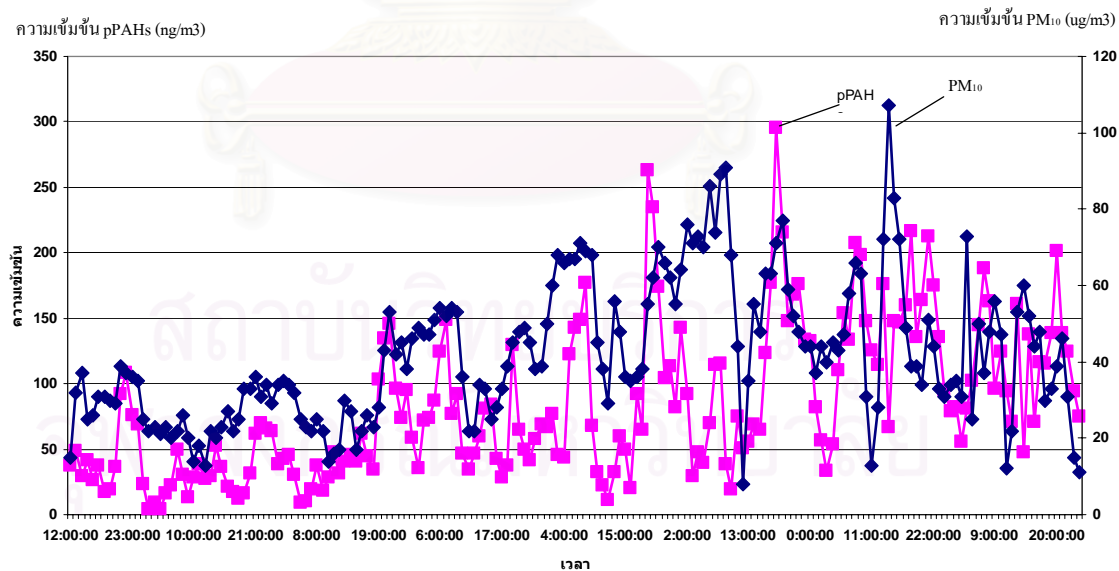
รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM₁₀เฉลี่ย 6 ชั่วโมง พื้นที่ดินแดงช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน

2) จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่โชคชัย4

ศึกษาความเข้มข้นของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ยราย ชั่วโมงทั้งช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝน และนำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของสารทั้งสองหาความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังรูปที่4.24 ความเข้มข้นของสารทั้งสองพบแนวโน้ม ว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นช่วงๆ และพบว่าในช่วงชุกฝน ความเข้มข้นของpPAHs สูงกว่าช่วงแล้งฝน ขณะที่ PM₁₀ มีค่าต่ำกว่า



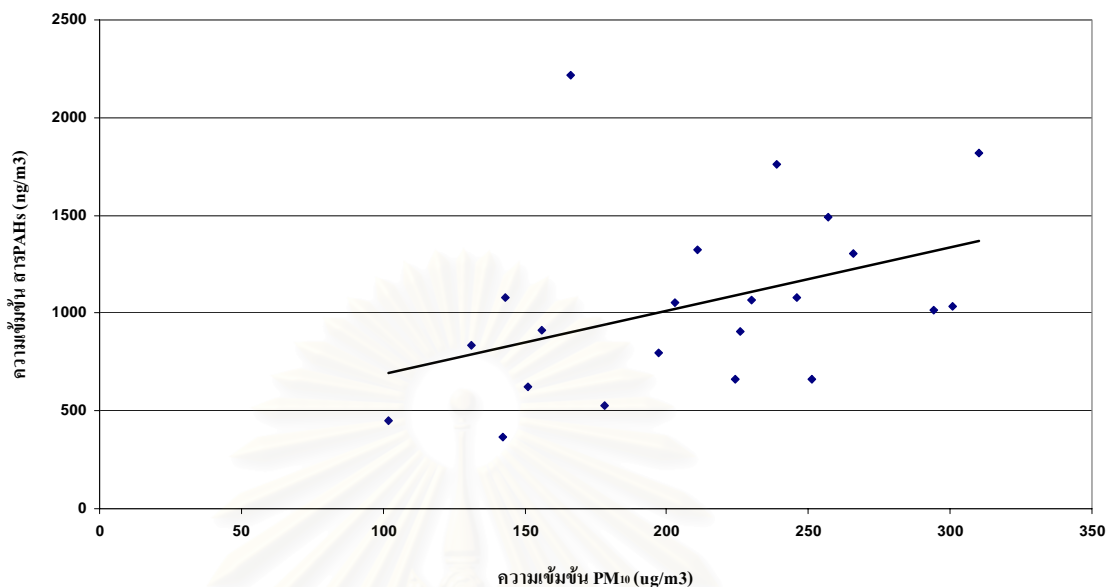
ช่วงชุกฝน



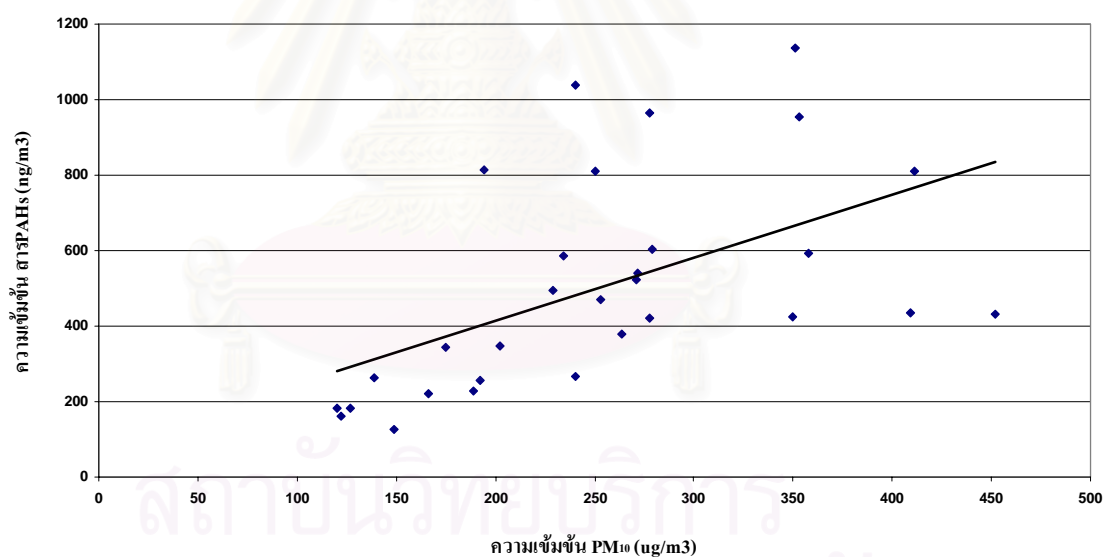
ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.24 ความเข้มข้น ของpPAHs และPM₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่โชคชัย4 ช่วงชุกฝน และแล้งฝน

เมื่อนำความเข้มข้นของสารทั้งสองเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมงและหาความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.25 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า ในพื้นที่ช่วงชุกฝนเป็น 0.408 และ ช่วงแล้งฝนมีค่า 0.533



ช่วงชุกฝน

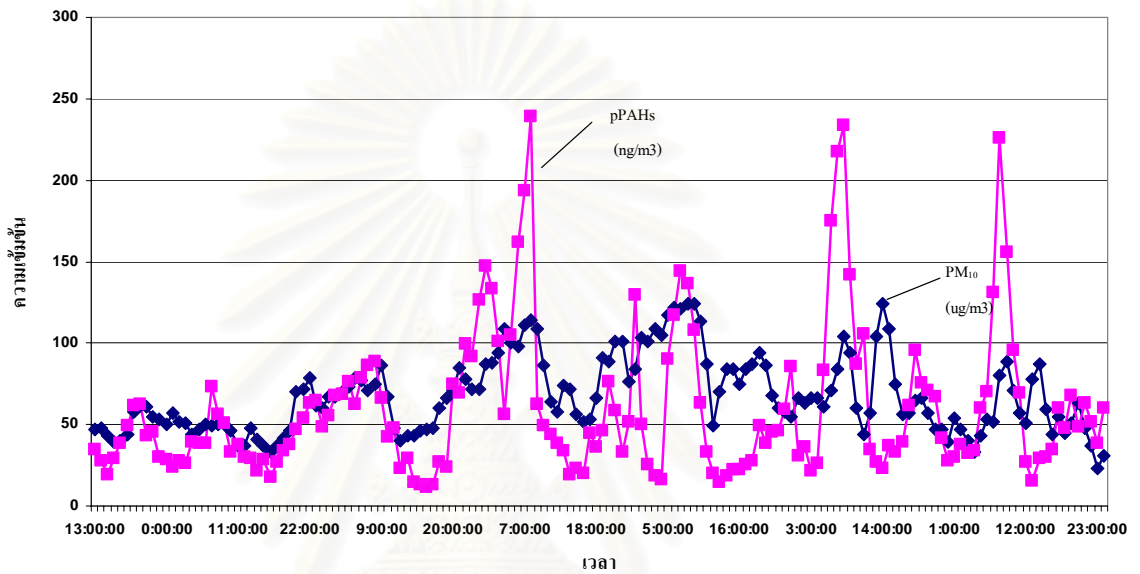


ช่วงแล้งฝน

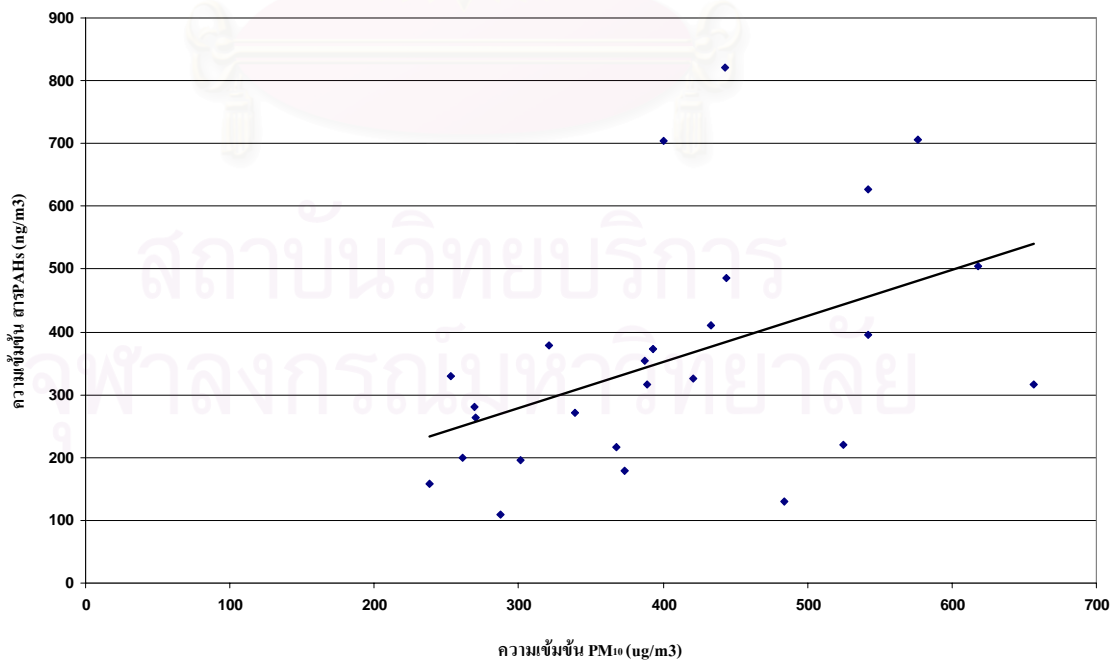
รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ย 6 ชั่วโมงพื้นที่โชคชัย4 ช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน

3) จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่ห้วยขวาง

ศึกษาความเข้มข้นของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ยราย ชั่วโมงช่วงแล้งฝน และนำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงของสารทั้งสองหาความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังรูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ของสารทั้งสองมีแนวโน้มมากในช่วงวันแรกของการศึกษาและช่วงวันหลังพบว่า มีความสัมพันธ์กันต่ำลง เมื่อนำความเข้มข้นของสารทั้งสองเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมงและหาความสัมพันธ์ดังรูปที่4.27 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า มีค่า0.462



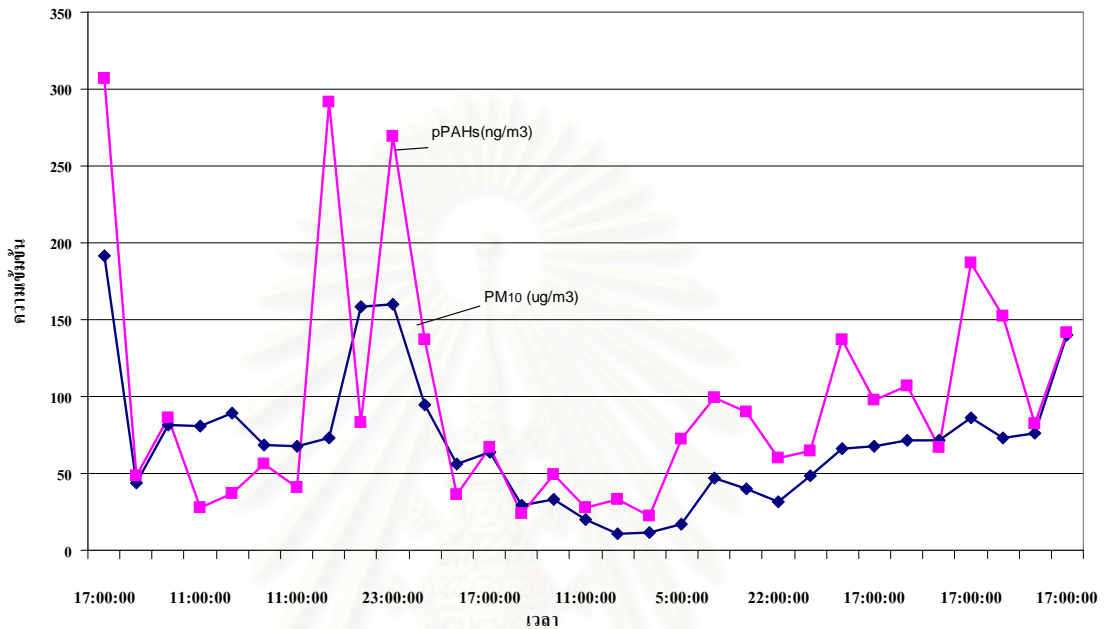
รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ของ PM₁₀ และ pPAHs เทียบกับเวลาพื้นที่ห้วยขวาง ช่วงแล้งฝน



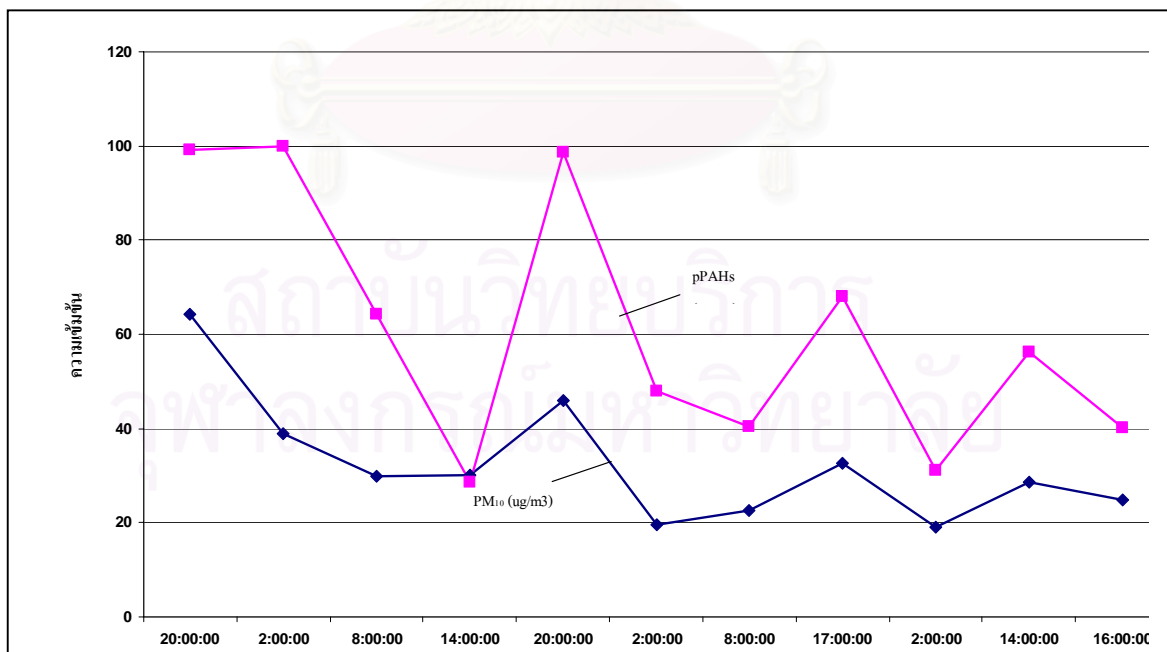
รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ย 6 ชั่วโมง จุดเก็บห้วยขวางช่วงแล้งฝน

4) จุดตรวจวัดบริเวณพื้นที่ จุฬาฯ

ศึกษาความเข้มข้นของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ยราย ชั่วโมงทั้งช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝน และนำค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง ของสารทั้งสองมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังรูปที่ 4.28 พบแนวโน้มของความสัมพัทธ์ของสารทั้งสอง ในช่วงชุกฝนและแล้งฝน มีสูง



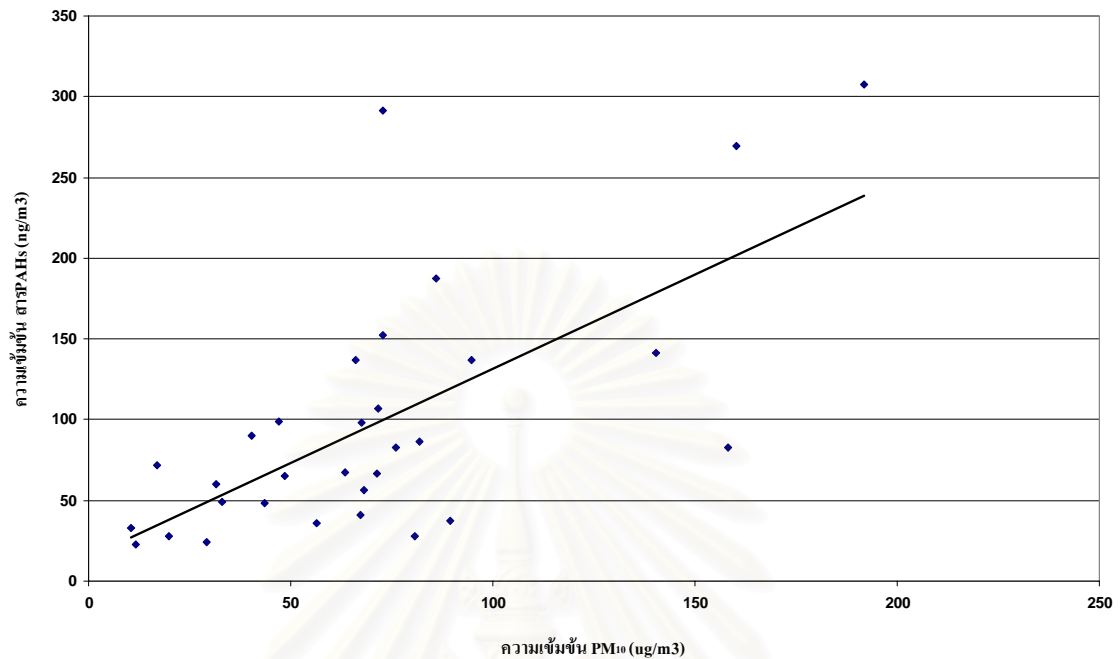
ช่วงชุกฝน



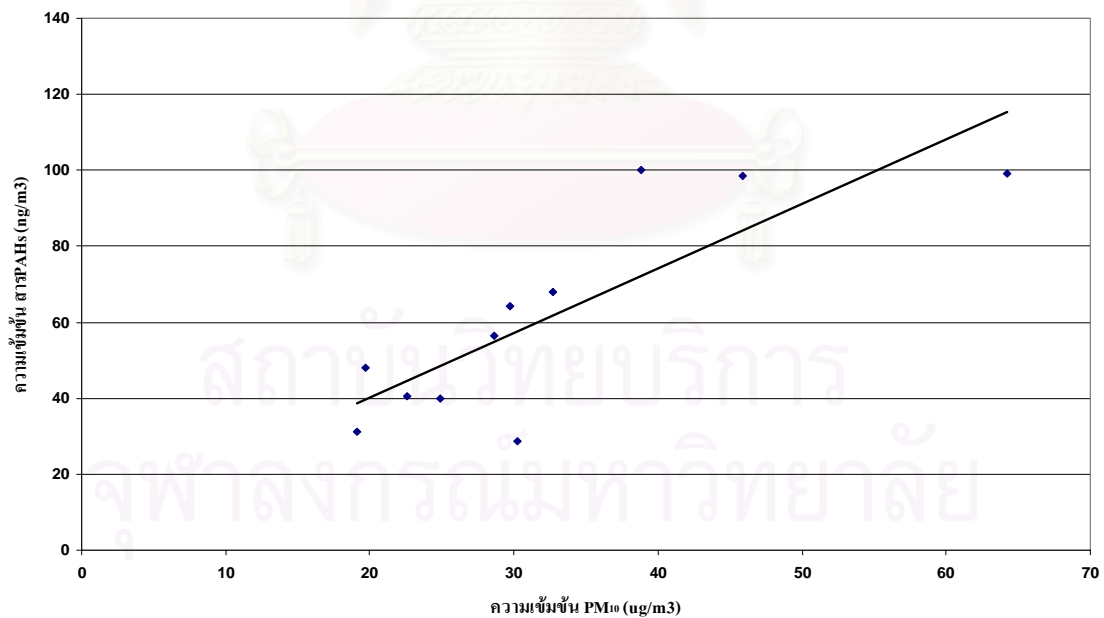
ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.28 ความเข้มข้น ของ pPAHs และ PM₁₀ เทียบกับเวลาพื้นที่จุฬา ช่วงชุกฝน และแล้งฝน

เมื่อนำความเข้มข้นของสารทั้งสองเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมงและหาความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.29 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า ในพื้นที่ช่วงชุกฝนเป็น 0.666 และ ช่วงแล้งฝนมีค่า 0.824



ช่วงชุกฝน



ช่วงแล้งฝน

รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM₁₀ เฉลี่ย 6 ชั่วโมงพื้นที่ จุฬา ช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน

เมื่อนำความเข้มข้นของ pPAHs และ PM₁₀ หาค่าความสัมพันธ์โดยหาค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ดังตารางที่ 4.1 และทดสอบการมีความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยใช้การทดสอบความน่าจะเป็นแบบที (T-Test) จำนวนตัวอย่าง เป็น 22 ได้ผลดังตารางที่4.2 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แสดงถึงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ pPAHs และ PM₁₀ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าระหว่าง -1 ถึง1 ถ้าค่าที่คำนวณได้ใกล้เคียง -1 หรือ1 ความเข้มข้นของสารทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กันสูง และสัมประสิทธิ์การตัดสินใจจะเป็นตัวที่บอกว่าสารทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กันที่เปอร์เซ็นต์ โดยนำค่าที่ได้ไปคูณกับ 100จะได้ค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ออกมา สำหรับค่าของความน่าจะเป็นเชิงเส้นชนิดที่ จะเป็นค่าที่อธิบายว่าสมการของความสัมพันธ์ที่ได้นั้นสามารถยอมรับได้ที่ความเชื่อมั่นเท่าใด ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทดสอบความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งถ้าค่าที่คำนวณ ได้สูงกว่า 1.72 จะสามารถยอมรับสมการความสัมพันธ์ของสารทั้งสอง และเนื่องจากสมการความสัมพันธ์ที่ตรวจสอบ มีข้อจำกัดคือสามารถอธิบายค่าได้ในช่วงของความเข้มข้นที่ศึกษา จึงได้แสดงช่วงค่าของ ความเข้มข้นของ PM₁₀ (ค่า X) ดังตารางที่4.2

ตารางที่ 4.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ pPAHsและ PM₁₀

พื้นที่	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient : R)	สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination : R ²)
ช่วงชุกฝน		
คลองจั่น	0.136	0.0186
รามคำแหง	0.449	0.2017
ดินแดง	0.666	0.4432
โชคชัย4	0.408	0.1668
จุฬา	0.666	0.4424
ช่วงแล้งฝน		
คลองจั่น	0.836	0.6986
รามคำแหง	0.531	0.2816
ดินแดง	0.415	0.1723
โชคชัย4	0.533	0.2842
ห้วยขวาง	0.462	0.2137
จุฬา	0.824	0.6797

ตารางที่ 4.2 สมการความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM₁₀ และความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์แบบที (T- test) ในช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน

จุดตรวจวัดพื้นที่	สมการความสัมพันธ์	ช่วงความเข้มข้นของ PM ₁₀ (ค่า X ug/m ³) ที่ศึกษา	ความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์เชิงเส้นชนิดที (T-Test)
ช่วงชุกฝน			
คลองจั่น	Y=0.3068x+258	150-500	0.614
รามคำแหง	Y=0.7892x+37.115	120-500	2.25
ดินแดง	Y=7.811x+104.68	170-500	3.99
โชคชัย4	Y=3.2436x+362.99	100-300	1.99
จупา	Y=1.1667x+15.25	15-200	3.99
ช่วงแล้งฝน			
คลองจั่น	Y=0.7087x+288.87	40-800	6.81
รามคำแหง	Y=0.2435x+28.945	240-1200	2.80
ดินแดง	Y=1.6748x+876.71	200-700	2.03
โชคชัย4	Y=1.6681x+80.76	120-450	2.81
ห้วยขวาง	Y=0.1329x+59.56	240-650	2.32
จупา	Y=1.6977x+6.3259	15-200	6.50

หมายเหตุ: Y=ความเข้มข้นของ pPAHs (ng/m³) , X=ความเข้มข้นของ PM₁₀ (ug/m³)

จากตาราง เมื่อพิจารณาถึงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจพบว่า มีค่าสูงในจุดเก็บคลองจั่น และจупา ในช่วงแล้งฝน และจุดเก็บดินแดง และจупาฯ ในช่วงชุกฝน ตามลำดับ การที่สัมประสิทธิ์การตัดสินใจของจุดเก็บ ในบางจุดมีค่าต่ำ อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของการมี PM₁₀ ที่ไม่มี PAHs เกาะอยู่ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเกิดจากการก่อสร้าง สนามกีฬา หรือฝุ่นละออง จากที่พักอาศัยซึ่งบริเวณจุดเก็บ รามคำแหง ระหว่างการเก็บตัวอย่างมีการก่อสร้างอาคารใหม่ และอยู่ติดกับ สนาม ฟุตบอล และจุดเก็บคลองจั่นในช่วงชุกฝนมีการกองหญ้า และเศษไม้เพื่อเตรียมทำลาย บริเวณจุดเก็บ โชคชัย 4 และ ดินแดง อยู่ติดกับอาคารที่พักอาศัย และ จุดเก็บห้วยขวาง อยู่ติดกับ สนามฟุตบอล และสนามบาสเกตบอล ซึ่งลักษณะดังกล่าวอาจส่งอิทธิพลต่อปริมาณ PM₁₀ ให้มีค่าไม่คงที่ และทำให้ความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ

เมื่อพิจารณาพื้นที่ตรวจวัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในพื้นที่ทั่วไป และพื้นที่ริมถนนช่วงชุกฝนและแล้งฝน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สรุป พื้นที่ตรวจวัด ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝนและแสดง สมการเชิงเส้น ของความสัมพันธ์ รวมถึงช่วงความเข้มข้นของPM₁₀ ที่ใช้สมการได้

จุดตรวจวัด	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R)	สมการเชิงเส้นของ ความสัมพันธ์	ช่วงความเข้มข้น ของ PM ₁₀ (X ug/m ³)
จุดตรวจวัดพื้นที่ทั่วไป			
<u>1. ช่วงชุกฝน</u>	0.449	Y=0.7892x+37.115	120-500
รามคำแหง			
<u>2. ช่วงแล้งฝน</u>	0.836	Y=0.7087x+288.87	40-800
คลองจั่น			
พื้นที่ริมถนน			
<u>1. ช่วงชุกฝน</u>			
ดินแดง	0.666	Y=7.811x+104.68	170-500
จุฬาฯ	0.666	Y=1.1667x+15.25	15-200
<u>2. ช่วงแล้งฝน</u>			
จุฬาฯ	0.824	Y=1.6977x+6.3259	15-200

หมายเหตุ: Y คือ ความเข้มข้น ของ pPAHs (ng/m³), X คือ ความเข้มข้น ของ PM₁₀ (ug/m³)

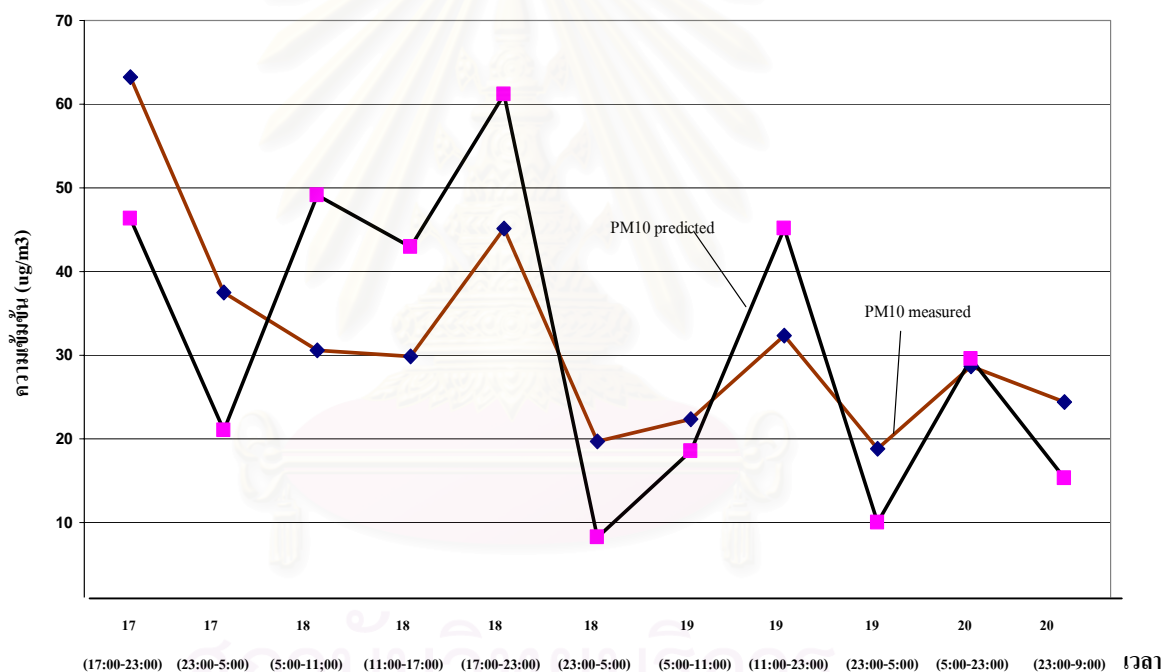
จากตารางพบว่าในพื้นที่ทั่วไปพื้นที่ที่มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดในช่วงชุกฝนและช่วงแล้งฝน มีค่าความสัมพันธ์จากสมการความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันคือ 0.7892 และ 0.7087 ในพื้นที่รามคำแหง และพื้นที่คลองจั่นตามลำดับและ ในพื้นที่ริมถนนพบค่าความสัมพันธ์ในพื้นที่ จุฬาฯ ในช่วงชุกฝน และแล้งฝน มีค่า 1.1667 และ 1.6977 ตามลำดับ ซึ่งค่าความสัมพันธ์แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของ pPAHs ต่อ PM₁₀ ในพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายกันมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ในเชิงเส้น แบบ ที่ พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยอมรับความสัมพันธ์เชิงเส้นของ จุดเก็บทุกจุดเก็บ ยกเว้นจุดเก็บคลองจั่น ช่วงชุกฝน ซึ่งหมายความว่าเมื่อความเข้มข้นของ PM₁₀ เปลี่ยนไปจะสามารถอธิบายความเข้มข้นของ pPAHs จากสมการความสัมพันธ์ดังกล่าว

4.3 การทดสอบแบบจำลองความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของ pPAHs และ PM₁₀

การทดสอบแบบจำลองความสัมพันธ์ทำได้โดยหาค่า PM₁₀ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ CALINE4 และเปลี่ยน ความเข้มข้น ของ PM₁₀ ให้เป็นความเข้มข้นของ pPAHs โดยความสัมพันธ์ที่ได้จากการศึกษา ในตารางที่ 4.4 ในการหาค่าความเข้มข้นของ PM₁₀ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ CALINE4 มีการทดสอบแบบจำลอง 2 จุดคือ จุฬาฯ และได้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง ได้ผลดังนี้

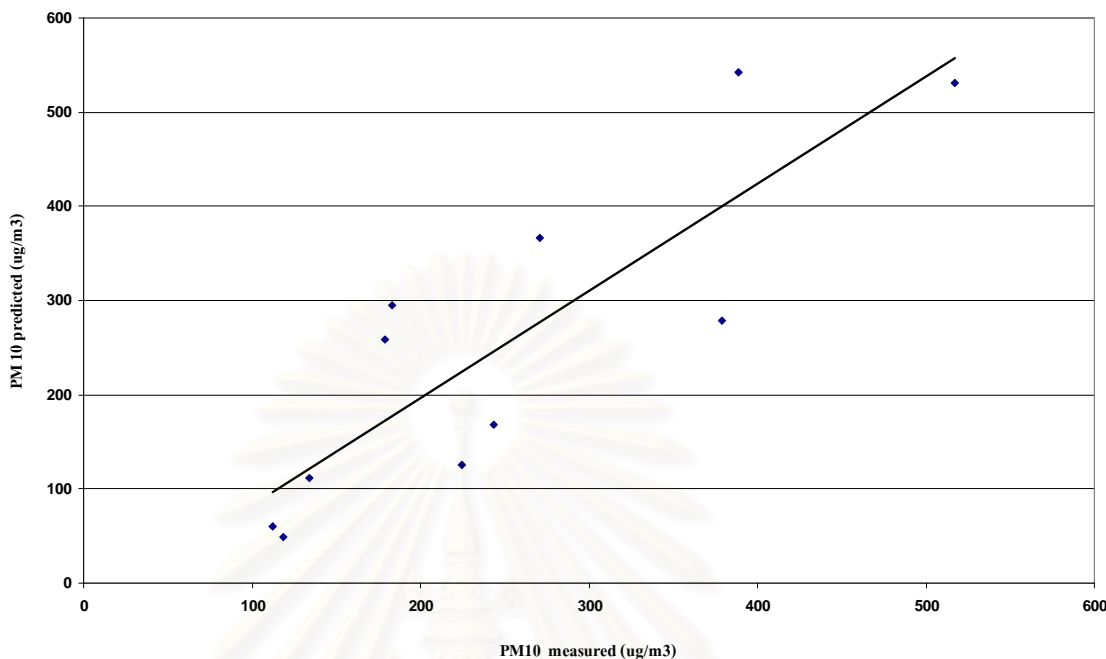
4.3.1 จุดทดสอบบริเวณพื้นที่จุฬาฯ

ทดสอบแบบจำลองโดยหาค่า PM₁₀ จาก CALINE4 ได้ค่า PM₁₀ จากแบบจำลอง เฉลี่ย ราย 6 ชั่วโมง เทียบกับ PM₁₀ ที่เก็บจริงระหว่างวันที่ 17-20 กรกฎาคม 2546 นำทั้งสองหาความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.30 พบ PM₁₀ จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดจริงพบว่ามีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารทั้งสองคล้ายกัน



รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ของ PM₁₀ ที่ได้จากแบบจำลองและจากการวัดจริงเทียบกับเวลาพื้นที่จุฬาฯ

เมื่อนำความเข้มข้นของPM₁₀ จากการตรวจวัดจริง และจากแบบจำลองหาความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.31 พบ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่ามีค่า 0.8515



รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ของ PM₁₀ ที่ได้จากแบบจำลองและการวัดจริงพื้นที่จุกา

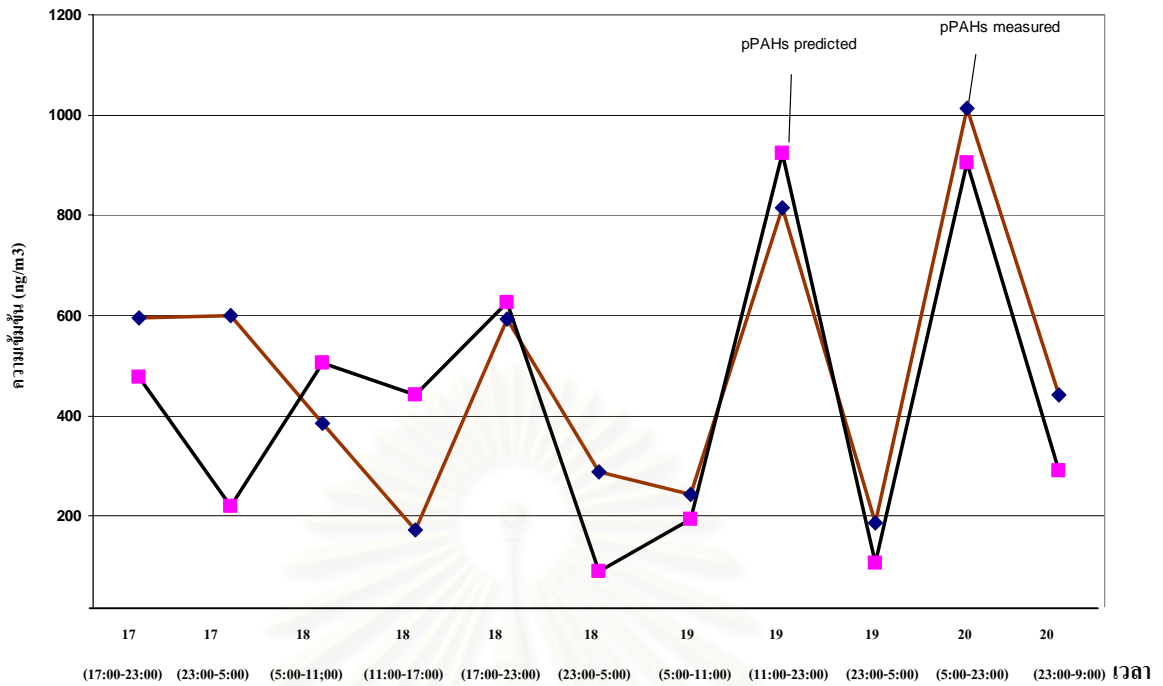
และเลือกสมการความสัมพันธ์จากตารางที่ 4.3 หาความเข้มข้นของ pPAHsจากแบบจำลอง โดยความสัมพันธ์ที่เลือกคือ ความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM₁₀ ของจุดเก็บจุกา ช่วงแล้งฝน เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด และเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยสมการของความสัมพันธ์คือ

$$Y = 1.6681X + 6.3259 \quad (1)$$

โดย Y คือ ความเข้มข้น ของ pPAHs (ng/m³)

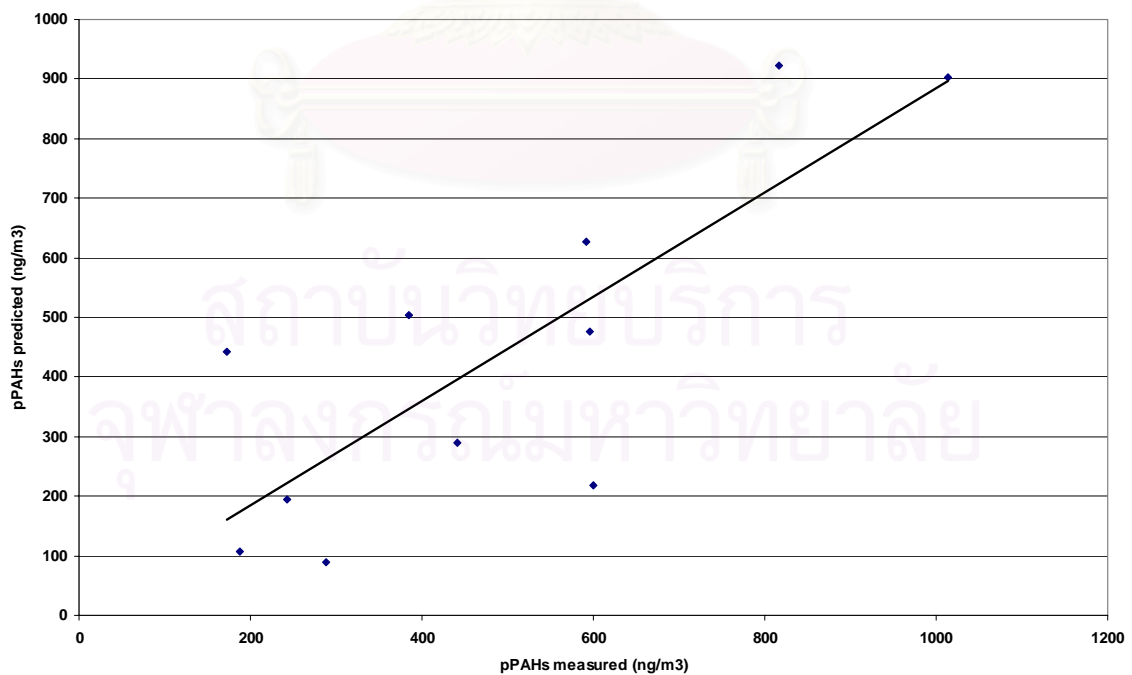
X คือ ความเข้มข้น ของ PM₁₀ (ug/m³)

นำค่า PM₁₀ ที่ได้จากแบบจำลองคำนวณหาค่า pPAHsโดยใช้ค่าความสัมพันธ์ดังสมการ (1)และ ศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ pPAHsที่ได้จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจริงดังรูปที่ 4.32 ได้ผลการศึกษพบว่า มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเทียบกับเวลาคล้ายกัน



รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ของPAHsที่ได้จากแบบจำลองความสัมพัทธ์ และจากการตรวจวัดจริง เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง เทียบกับเวลา พื้นที่จู่พา

เมื่อนำความเข้มข้นของpPAHs จากการตรวจวัดจริง และจากแบบจำลอง หาค่าความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.33 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า มีค่า 0.8038



รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ของ pPAHsที่ได้จากแบบจำลองความสัมพัทธ์ และจากการตรวจวัดจริง เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่จู่พา

4.3.2 จุดทดสอบบริเวณพื้นที่ใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง

เนื่องจากบริเวณจุดทดสอบพื้นที่ใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนงมีลักษณะปิด ทั้งสองข้างเนื่องจากเป็นอาคารพาณิชย์ 3 ชั้น ทั้ง สองฝั่งถนน และด้านบน(เนื่องจากตัวสถานีรถไฟฟ้า) จึงสามารถที่จะคำนวณค่าจากแบบจำลองได้ 2 ลักษณะ คือ แบบถนนธรรมดา และแบบถนนด้านข้างปิดทึบ โดยความสัมพันธ์ที่เลือกคือ ความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM₁₀ ของจุดเก็บจุฬา ช่วงชุกฝน เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด และเป็นพื้นริมถนน มีการจราจรหนาแน่น สมการของความสัมพันธ์คือ

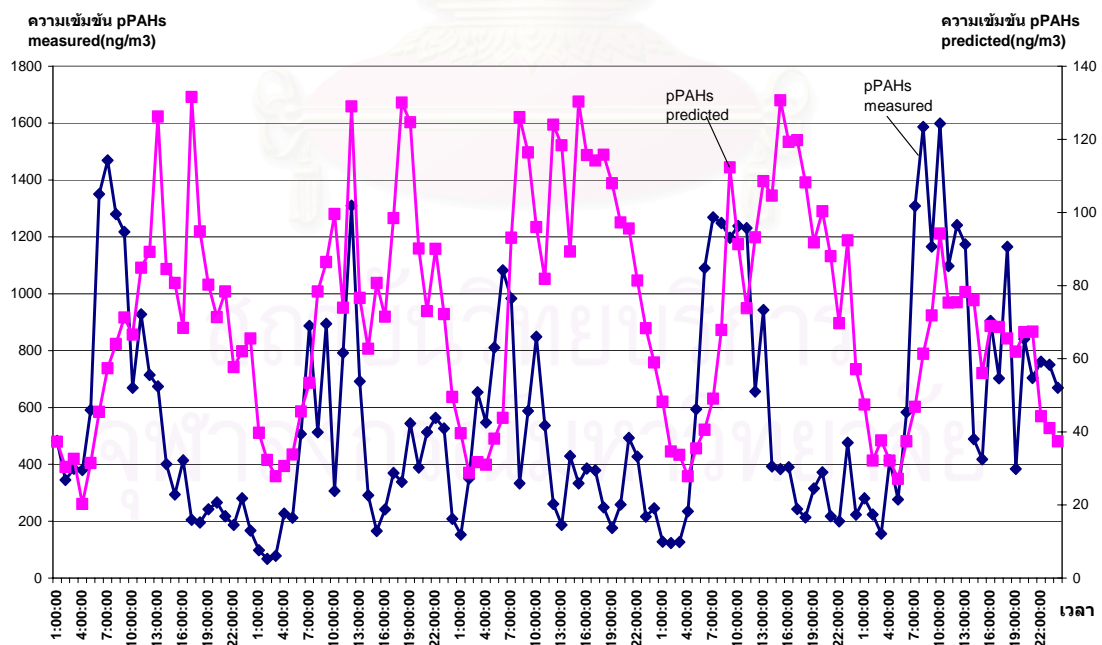
$$Y=1.1667X+15.25 \quad (2)$$

โดย Y คือ ความเข้มข้น ของ pPAHs (ng/m³)

X คือ ความเข้มข้น ของ PM₁₀ (ug/m³)

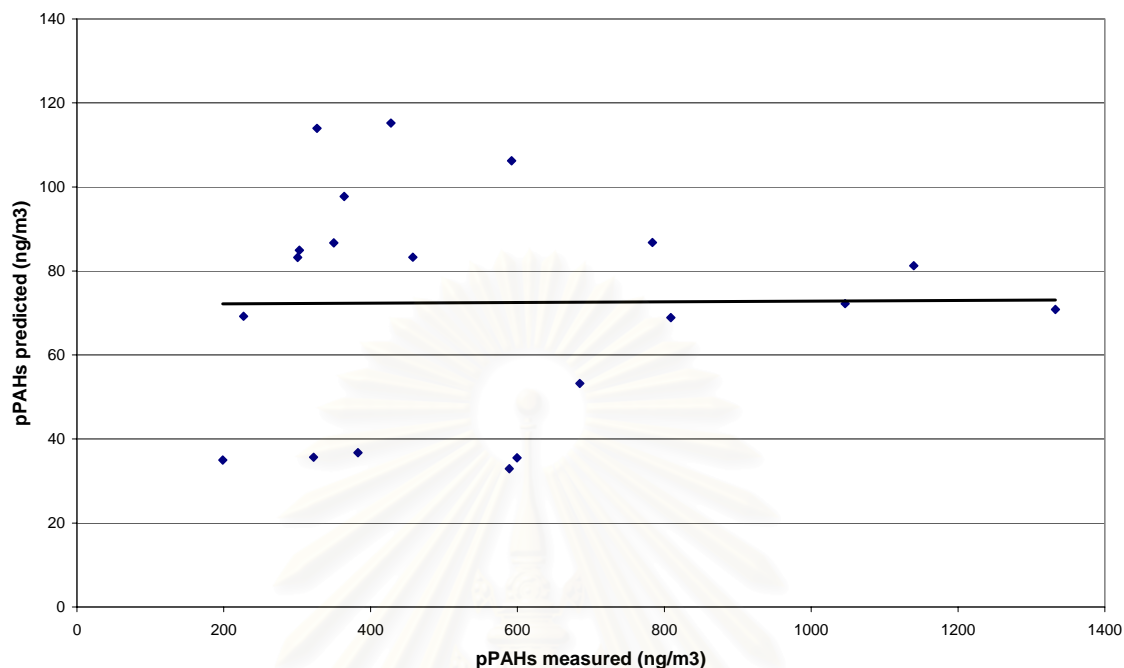
1) แบบจำลองCALINE4 แบบถนนธรรมดา

ทดสอบแบบจำลองโดยหาค่า PM₁₀ จากCALINE4 ได้ค่า PM₁₀จากแบบจำลอง เฉลี่ย ราย 6 ชั่วโมง เทียบคำนวณหาค่า pPAHs โดยใช้ค่าความสัมพันธ์ดังสมการ (2) และศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของ pPAHs ที่ได้จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจริง ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.34 พบแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันสูงในช่วงเช้า แต่ช่วง บ่ายของแต่ละวันที่ศึกษา พบว่า pPAHs จากการตรวจวัดจริงมีความเข้มข้นลดลง แต่ พบว่า pPAHs ที่ได้จากแบบจำลอง ยังคงมีค่าสูง และลดลงในช่วง ค่ำจนถึงดึก และค่าของความเข้มข้น ของ pPAHs จากการวัดจริงมีค่าสูงกว่าจากแบบจำลอง



รูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ของ pPAHs ที่ได้จากแบบจำลองความเข้มข้น และจากการตรวจวัดจริง เฉลี่ยรายชั่วโมงพื้นที่พระโขนงแบบถนนธรรมดา

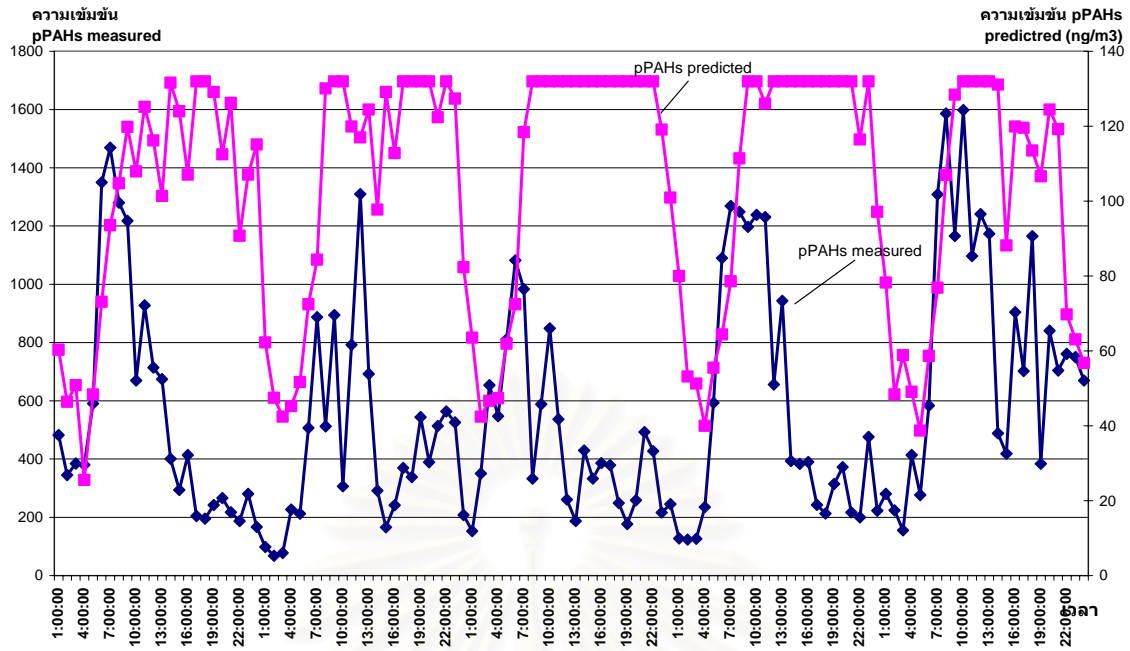
เมื่อนำความเข้มข้นของpPAHs จากการตรวจวัดจริง และจากแบบจำลอง หาค่าความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.35 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า มีค่า 0.009



รูปที่ 4.35 ความสัมพันธ์ของ pPAHs ที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่พระโขนงแบบถนนธรรมดา

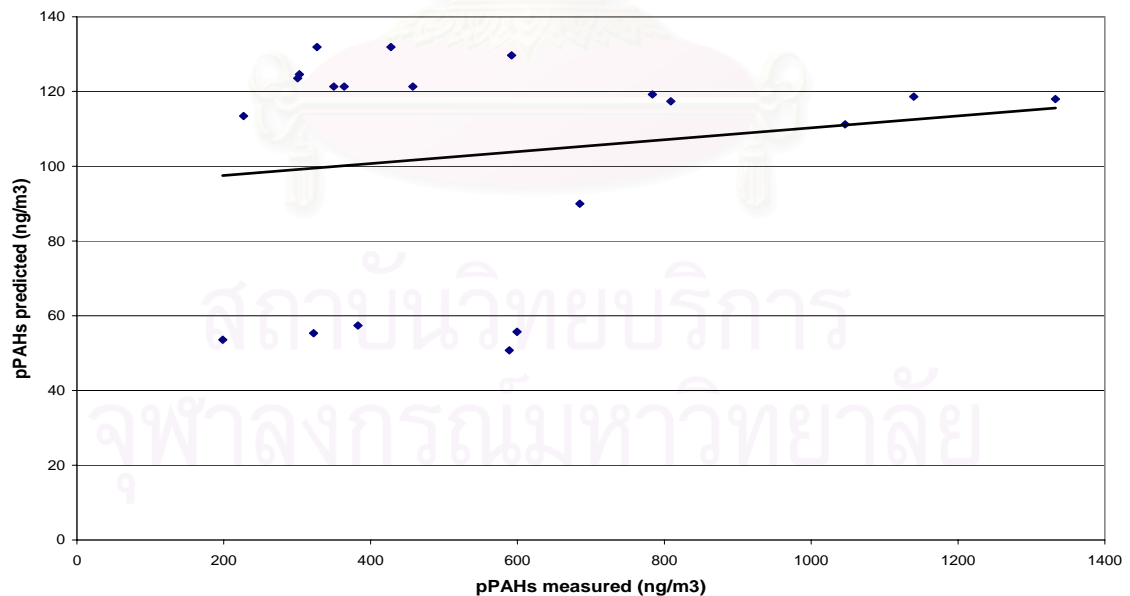
2) แบบจำลองCALINE4 แบบถนนด้านข้างปิดทึบ

ทดสอบแบบจำลองโดยหาค่า PM₁₀ จากCALINE4 ได้ค่า PM₁₀จากแบบจำลอง เฉลี่ย ราย 6 ชั่วโมง เทียบคำนวณหาค่าpPAHsโดยใช้ค่าความสัมพันธ์ดังสมการ (2) และศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของpPAHsที่ได้จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจริง ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.36 พบว่า pPAHsจากการวัดจริงและจากแบบจำลองมีแนวโน้มสูงในช่วงเช้า และช่วงบ่าย pPAHs จากการวัดจริงมีค่าลดลง แต่pPAHsจากแบบจำลอง ยังคงมีค่าสูงและมีค่าลดลงในช่วง กลางคืน และค่าความเข้มข้นของpPAHsจากการวัดจริงมีค่าต่ำกว่าจากแบบจำลองเมื่อนำความเข้มข้นของpPAHs จากการตรวจวัดจริง และจากแบบจำลอง หาค่าความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.37 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า มีค่า 0.168



รูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ของ pPAHs ที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง เฉลี่ยรายชั่วโมง พื้นที่พระโขนงแบบถนนด้านข้างปิดทึบ

เมื่อนำความเข้มข้นของ pPAHs จากการตรวจวัดจริง และจากแบบจำลอง หาค่าความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.37 เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า มีค่า 0.168



รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ของ pPAHs ที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ และจากการตรวจวัดจริง เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่พระโขนงแบบถนนด้านข้างปิดทึบ

ตารางที่ 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ และความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์แบบที่ ของ PAHs จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจริง

พื้นที่ทดสอบแบบจำลอง	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R)	สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R ²)	ความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์แบบที่ (T-Test)
จุกฟ้าฯ พระโขนง	0.8037	0.646	4.053
1. กรณีลักษณะถนนแบบ พื้นผิวปกติ (At grade)	0.009	0.00008	0.038
2. กรณีลักษณะถนนเป็น แบบถนนด้านข้างปิด ทึบ (Street canyon)	0.168	0.0282	0.723

จากการทดสอบแบบจำลองทั้งสองจุดทดสอบพบว่า จุดทดสอบจุกฟ้าฯ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ 0.8037 และเมื่อทดสอบความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ ชนิด ที่ 99.5 % พบว่า ยอมรับความสัมพันธ์ของสาร pPAHs ที่ได้จากแบบจำลอง และจากการวัดจริง จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลอง สามารถทำนายความเข้มข้นของสาร pPAHs ได้ บริเวณ จุดทดสอบจุกฟ้าฯ

จากการทดสอบ ณ จุดทดสอบ พระโขนง ซึ่งทำการประมวลผลเพื่อหาค่าความเข้มข้นของ PM₁₀ จากแบบจำลอง CALINE4 ในสองลักษณะคือ แบบที่ 1 ลักษณะถนนธรรมดา (At grade) และแบบที่ สอง ลักษณะถนนด้านข้างปิดทึบ (Street canyon) เมื่อใช้แบบจำลองคำนวณหา สาร pPAHs จาก PM₁₀ และศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ ของ สาร pPAHs ที่ได้จากแบบจำลอง และจากการวัดจริง เทียบกับเวลา ดังรูปที่ 4.34 และ 4.36 พบว่าความสัมพันธ์ของความเข้มข้น ของ pPAHs จากการวัดจริงและแบบจำลอง มีค่ามาก คือที่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.009 ในแบบจำลองที่ได้จาก CALINE4 ลักษณะถนนธรรมดา และมีค่า 0.168 จากลักษณะถนนด้านข้างปิดทึบ และความน่าจะเป็นแบบที่ ที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์พบว่าไม่สามารถยอมรับความสัมพันธ์ได้ เมื่อย้อนกลับไปศึกษาความสัมพันธ์ของ pPAHs ที่ได้จากการวัดจริงและจากแบบจำลองเทียบกับเวลาพบว่า ความเข้มข้นของ สาร pPAHs จากการตรวจวัดจริง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเช้า และ ลดต่ำลงในเวลาบ่าย และเพิ่มสูงขึ้น ในเวลา ค่ำ หลัง 18.00น. และลดลงอีกครั้ง ในช่วงดึก อาจเนื่องจากใน ช่วงเช้าจนถึงดึก มีปริมาณรถมาก ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิด สาร pPAHs จึงทำให้มีลักษณะความเข้มข้นสูง และ

การที่มีความเข้มข้นลดลงในช่วง บ่าย อาจเนื่องจากอิทธิพลของ อุณหภูมิ และปริมาณแสงที่ส่อง ถึง สารpPAHs มีการกระจายตัวอยู่ได้ สถานีรถไฟ จึงทำให้ได้รับอิทธิพลของแสง เฉพาะในช่วง บ่าย จึงทำให้มีความเข้มข้นลดลง แต่ จากแบบจำลอง CALINE4 คำนวน ความเข้มข้นของ PM₁₀ จาก การปลดปล่อยของยานพาหนะ ต่างๆ และ PM₁₀ ไม่ได้รับอิทธิพลของ แสงที่ทำให้ สลายตัวไป จึงพบ ว่า เมื่อคำนวณ ความเข้มข้นของ สารpPAHs จากแบบจำลอง แล้ว ความเข้มข้นของ สารดังกล่าว มีลักษณะแนวโน้มคล้ายกับ จากการวัดจริง คือมีช่วง เพิ่มสูง และลดต่ำลงในช่วงเวลา เดียวกัน แต่ ในเวลา บ่ายซึ่ง ความเข้มข้นของสารpPAHs จากการวัดจริงมีการลดลง แต่สำหรับ จากแบบจำลอง ไม่ได้รับอิทธิพล จึงทำให้ยังมีความเข้มข้นสูง ตามแหล่งกำเนิด จึงทำให้ไม่สามารถยอมรับ ความสัมพันธ์ได้ และแบบจำลองความสัมพันธ์จึงใช้ไม่ได้ในบริเวณนี้ ดังเหตุผลข้างต้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การตรวจสอบและพัฒนาความสัมพันธ์

1) ลักษณะแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเทียบกับเวลาของ pPAHs และ PM₁₀ ต่างกัน ดังนั้นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งสอง ต่างกัน

2) ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของ pPAHs คือ ความห่างจากแหล่งกำเนิด อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของ PM₁₀ คือความเร็วและทิศทางลม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

3) ความสัมพันธ์เชิงเส้นของ สารpPAHs และ PM₁₀ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.4-0.6 ในช่วงชุกฝน ของทุกพื้นที่ที่ตรวจวัด ยกเว้นพื้นที่คลองจั่น มีค่า 0.136 และ ในช่วงแล้งฝน มีค่า 0.4-0.8 ในทุกพื้นที่ที่ตรวจวัด และ ทดสอบความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ชนิดที่ สามารถยอมรับ ความสัมพันธ์เชิงเส้นของสารทั้งสอง ที่ 95% ในทุกพื้นที่ ในทุกช่วงการตรวจวัด ยกเว้น พื้นที่คลองจั่น ช่วงชุกฝน

4) ความสัมพันธ์เชิงเส้นของ สารpPAHs และ PM₁₀ พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด ในช่วงชุกฝนและแล้งฝน ใน พื้นที่ทั่วไป และพื้นที่ริมถนน ดังนี้

- พื้นที่ทั่วไป (ช่วงชุกฝน)

จุดตรวจวัดพื้นที่รามคำแหง : $Y = 0.7892X + 37.115$ ($R = 0.449$ ในช่วงความเข้มข้นของ PM₁₀ ระหว่าง 120-500 ug/m³)

- พื้นที่ทั่วไป (ช่วงแล้งฝน)

จุดตรวจวัดพื้นที่คลองจั่น : $Y = 0.7087X + 288.87$ ($R = 0.836$ ในช่วงความเข้มข้นของ PM₁₀ ระหว่าง 40-800 ug/m³)

- พื้นที่ริมถนน (ช่วงชุกฝน)

จุดตรวจวัดพื้นที่ดินแดง : $Y = 7.811X + 104.68$ ($R = 0.666$ ในช่วงความเข้มข้นของ PM₁₀ ระหว่าง 170-500 ug/m³)

และ จุดตรวจวัดพื้นที่จุฬาฯ : $Y = 1.1667X + 15.25$ ($R = 0.666$ ในช่วงความเข้มข้นของ PM₁₀ ระหว่าง 15-200 ug/m³)

- พื้นที่ริมถนน (ช่วงแล้งฝน)

จุดตรวจวัดพื้นที่จุฬาฯ : $Y = 1.6977X + 6.3259$ ($R = 0.824$ ในช่วงความเข้มข้นของ PM_{10} ระหว่าง $15-200 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5) ความชันของสมการ หรืออัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งสอง ในพื้นที่ทั่วไปมีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.7087 และ 0.7892 แสดงว่า ในบริเวณที่มีความสัมพันธ์ของสารสูงมี ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของ pPAHs และ PM_{10} ในลักษณะคล้ายกัน ส่วนในพื้นที่ริมถนน ในพื้นที่จุฬา อัตราการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ใกล้เคียงกัน ในช่วงชุกฝน และช่วงแล้งฝน คือ 1.1667 และ 1.6977 ดังนั้น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของ pPAHs และ PM_{10} ใกล้เคียงกันในพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายกัน

5.1.2 การทดสอบแบบจำลอง

1) ความสัมพันธ์เชิงเส้นของ ความเข้มข้นของ PM_{10} จากแบบจำลอง CALINE4 และจากการตรวจวัดจริง ของพื้นที่ จุฬาฯ มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8515 และจากความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ชนิดที่ สามารถยอมรับความสัมพันธ์เชิงเส้น ของสาร ได้ที่ ค่าความเชื่อมั่นที่ 99.5% จึงสามารถสรุปได้ว่า ค่า ความเข้มข้นของ PM_{10} จากแบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกับจากการตรวจวัดจริง

2) ความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเข้มข้นของ สาร pPAHs จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจริง ในพื้นที่จุฬา มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.8037 และจากความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ชนิดที่ สามารถยอมรับความสัมพันธ์เชิงเส้น ของสาร ได้ที่ ค่าความเชื่อมั่นที่ 99.5% จึงสามารถสรุปได้ว่า สามารถยอมรับแบบจำลองความสัมพันธ์ของ pPAHs และ PM_{10} ที่ใช้ในพื้นที่จุฬาฯ ได้

3) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของ ความเข้มข้นของ PM_{10} จากแบบจำลอง CALINE4 และจากการตรวจวัดจริง มีค่าสูงกว่าเมื่อ เทียบกับ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ความเข้มข้นของ สาร pPAHs จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจริง ในพื้นที่จุฬา อาจเนื่องจาก แบบจำลองความสัมพันธ์ของ สาร pPAHs และ PM_{10} เป็นค่าเฉลี่ยแนวโน้มของความสัมพันธ์ ดังนั้นจึงอธิบายความเข้มข้นของสารทั้งสองน้อยในบางช่วง ซึ่งมีอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดสูง

4) ในพื้นที่พระโขนง ความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเข้มข้นของ สาร pPAHs จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจริง มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.009 ในลักษณะถนนธรรมดา และ 0.168 ในลักษณะถนนอุโมงค์ และจากความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ชนิดที่ ไม่สามารถยอมรับความสัมพันธ์เชิงเส้นได้

5) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สาร pPAHs จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจริง ในพื้นที่พระโขนง มีค่าต่ำอาจเนื่องจาก แบบจำลองความสัมพันธ์ของ สาร pPAHs และ PM_{10} ที่นำมาคำนวณหาความเข้มข้นของ สาร pPAHs จาก PM_{10} ที่มาจากแบบจำลอง CALINE4 เป็นแบบจำลองความสัมพันธ์จากพื้นที่จุฬา ซึ่งโดยลักษณะพื้นที่ที่ต่างกันทำให้ มีปัจจัยที่ส่งผล ต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ

สารpPAHs และ PM₁₀ ต่างกัน ทำให้ความเข้มข้นของ สารpPAHsที่ได้จากแบบจำลอง มีค่าแตกต่างจากการตรวจวัดจริง

6) แบบจำลองความสัมพัทธ์มีค่าต่างกันตามลักษณะพื้นที่ และความห่างจากแหล่งกำเนิดโดยการ พัฒนาแบบจำลองความสัมพัทธ์จากแหล่งกำเนิด จากการจราจร ควรเลือกพื้นที่ที่มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อ สารทั้งสองตัว เช่น จากการเผาไหม้ในครัวเรือน การก่อสร้าง เป็นต้น

7) แบบจำลองความสัมพัทธ์จากพื้นที่ จุฬาฯ ควรใช้ในพื้นที่ที่อยู่ริมถนน มีการจราจรค่อนข้างสูง พื้นที่เปิดโล่ง และมี การรบกวนจาก PM₁₀ ที่ไม่ได้มาจากการจราจรน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การศึกษาครั้งนี้ ได้ศึกษาความเข้มข้นของสารpPAHs ซึ่งแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้จากการจราจร จึงควรมีการศึกษา ความเข้มข้นของสารดังกล่าวจาก แหล่งกำเนิดจากบริเวณอื่น เช่น จากการเผาไหม้จากโรงงานอุตสาหกรรม

2) ในการศึกษาครั้งนี้ มีการศึกษาความสัมพัทธ์ของ สารpPAHs และ PM₁₀ ซึ่ง แหล่งกำเนิดของ PM₁₀ มีความแตกต่างจาก pPAHs เช่น จากฝุ่นละออง ที่เกิดจากการก่อสร้าง ซึ่งในแต่ละพื้นที่ที่มีอิทธิพลนี้แตกต่างกันและมีผลต่อความสัมพัทธ์ของสารทั้งสอง จึงควรศึกษาความสัมพัทธ์ของ pPAHs และอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกว่า ซึ่งมีแหล่งกำเนิดใกล้เคียงกันและมีการรบกวนจากฝุ่นละอองที่ไม่มี pPAHs เกาะตัว

3) เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ ศึกษาความสัมพัทธ์เชิงเส้นของ สารทั้งสอง ชนิด แต่เนื่องจาก สาร pPAHs ได้รับอิทธิพล จาก แสงแดด และอุณหภูมิสูง ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป คือ ศึกษาอัตราการสลายตัวของ สารpPAHs จาก ปริมาณแสง หรืออุณหภูมิ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2540. การวิเคราะห์สถิติเพื่อการตัดสินใจ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ควบคุมมลพิษ, กรม. 2543. พีเอเอช (PAH). กรุงเทพมหานคร.
- ปจรรย์ ทองสนิท. 2545. สารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในฝุ่นละอองแต่ละขนาดใน อากาศกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพลิน ไบพกา. 2546. การเคลื่อนที่และการกระจายตัวของ สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอนที่ดูดซับบนอนุภาคแขวนลอยภายในอาคารพาณิชย์บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระ โขนง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ นิตยา มหาผล และธีระ เกรอต. 2543. มลภาวะอากาศ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วนิดา จินศาสตร์ และ ปจรรย์ ทองสนิท. 2001. สารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในเขตกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. 2001. ความสัมพันธ์ระหว่าง การจราจรและคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย.
- ศิริวรรณ แก้วงาม. 2543. สัณฐานและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Alsberg, T.; Stenberg, U.; Weaterholm, R. and Strandell, M. 1985. Chemical and biological characterization of organic material from gasoline exhaust particles. Environ Sci Technol 19 : 43-50.
- Baek, S.O.; Goldstone, M.E.; and Perry, R. Concentrations of particulate and gaseous polycyclic aromatic hydrocarbons in London air following a reduction in the lead content of petrol in the United Kingdom. Sci. Total Environ 111 : 169-199.

- Behymer, T.D. and Hites, R.A. 1988. Photolysis of polycyclic aromatic hydrocarbons adsorbed on fly ash. Environ Sci Technol 22: 1311-1319.
- Broddin, G.; Gautreels, W.; and Vancauwenberghe, K.A. 1980 . On aliphatic and poly aromatic hydrocarbon level in urban and background aerosols for Belgium and the Netherlands. Atmospheric environment 14: 895-910.
- Bruno, S. 2002. Polycyclic aromatic hydrocarbons in a bioassay-fractionated extract of PM₁₀ collected in Sao Paulo, Brazil. Atmospheric Environment 36 : 307–314.
- Clélia, A.; Casimiro, P.; and Armando, D. 2001. Composition of extractable organic matter of air particles from rural and urban Portuguese areas. Atmospheric Environment 35: 5485–5496.
- Cheevaporn, V.; Norrawit, P.; and Tanaka, K. 2004. Trend in lead content of airborne particles and mass of PM₁₀ in metropolitan Bangkok. Journal of Health Science ,50(1):86-89
- Chetwittayachan, T. 2001. Temporal variation of particle-bound polycyclic aromatic hydrocarbon (pPAHs) concentration and risk assessment of their possible human exposure in urban air environments. Doctoral dissertation, graduated school, University of Tokyo .
- Green, D.; and Fuller, G. 1999. Marylebone Road Annual Report . King's College Environmental Research Group .University of London.
- Jones, H.H. 2001. Economic Evaluation of Air Quality Targets for PAHs. Final report for European Commission DG Environment. AEA Technology Environment Culham Science Centre Abingdon Oxfordshire .
- Karrer, M.; Monn, C.; and Wanne, H-u. 1999 . Outdoor concentration of PM₁₀ and particulate PAHs at an urban road. Journal of aerosol science 26: 385 - 386.
- Kayano, M.; And Endo, O. 2002. Polynuclear aromatic hydrocarbon concentration and mutagenicity of airborne particle in urban air :comparison of Tokyo area and Santiago. Journal of health science 48(3) : 256-262.
- Kendall , M.; Hamilton, R.S. ; Watt, J.; and Williams, I.D. 2001. Characterisation of selected speciated organic compounds associated with particulate matter in London . Atmospheric Environment 35: 2483-2495
- Marmur, A and Mamane, Y. 2003. Comparison and evaluation of several mobile-source and line-source models in Israel. Transportation Research 8 : 249–265

Panther, B.C.; Hooper, M.A. and Tapper N.J. 1999. A comparison of air particulate matter and associated PAHs in some tropical and temperate urban environment.

Atmospheric environment 33 : 4081-4099.

Seung, S.; Young, J.; and Chang, H. 2002 . Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in Seoul, Korea . Atmospheric Environment 36 : 2917–2924

Xinhui, B . 2002 . Extractable organic matter in PM from LiWan district of Guangzhou City, PR China . The Science of the Total Environment 300 : 213– 228



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ลักษณะพื้นที่ที่ศึกษา

1. พื้นที่ที่เก็บตัวอย่างเพื่อพัฒนาความสัมพันธ์

1.1 พื้นที่ทั่วไป

1) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน คลองจั่น



รูปที่ ก1 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ทั่วไปสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน คลองจั่น

2) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ รามคำแหง



รูปที่ ก2 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ทั่วไปสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ รามคำแหง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 พื้นที่ริมถนน

1) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โชคชัย4



รูปที่ ก3 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ริมถนนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โชคชัย4

2) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน ดินแดง



รูปที่ ก4 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ริมถนนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน ดินแดง

3) สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน ห้วยขวาง



รูปที่ ก5 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ริมถนนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชุมชน ห้วยขวาง

4) บริเวณตึกเทคโนโลยีภาพถ่ายคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 66 จุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ริมถนน บริเวณตึกเทคโนโลยีภาพถ่ายคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. พื้นที่ทดสอบแบบจำลอง

- 1) บริเวณตึกเทคโนโลยีภาพถ่ายคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พื้นที่เดียวกับรูปที่ ก6
- 2) บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง



รูปที่ ก7 พื้นที่ทดสอบแบบจำลองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง

ภาคผนวก ข

การคำนวณค่าการปลดปล่อยอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

สมการในการคำนวณค่าการปลดปล่อยของรถที่ตรวจวัดทั้ง 4 ประเภท จาก National Atmospheric Emissions Inventory Programme ประเทศอังกฤษ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ ข1 ชนิด และสมการ ในการคำนวณค่าการปลดปล่อยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

ประเภท	สมการการคำนวณ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัม/ไมล์)
รถบรรทุกขนาดใหญ่	$(0.128+(14.4/V))*2.31$
รถบรรทุกขนาดเล็ก	$(0.131-(V^2*0.000014)+(V^3*0.000000154)+(2.16/V))*1$
รถยนต์ส่วนบุคคล	$(0.0324-(0.0004*V)+(V^3*0.0000000221)+(0.377/V))*1$
มอเตอร์ไซค์ และสามล้อ	0.04

ที่มา : ดัดแปลงจาก <http://www.stanger.co.uk/JointProjects/DEFRA-e.asp?jointprojectid=7>

เมื่อ V คือความเร็วของยานพาหนะ มีหน่วยเป็นไมล์ ต่อชั่วโมง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การคำนวณความน่าจะเป็น แบบที (T-Test)

สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$t = \frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

เมื่อ r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

N คือ จำนวนประชากรที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ (Degree of Freedom)

โดยเมื่อคำนวณแล้วนำไปเทียบความน่าจะเป็นดัง ตาราง ก-1 ถ้าค่าที่คำนวณได้ มีค่า มากกว่าแสดงว่ายอมรับว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ทดสอบ

ตารางที่ ก1 ตารางแสดงความน่าจะเป็นแบบที ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ

Degrees of Freedom	t.85	t.80	t.65	t.70	t.75	t.80	t.85	t.90	t.95	t.975	t.99	t.995	t.9995
1	.158	.325	.510	.727	1.00	1.38	1.96	3.08	6.31	12.7	31.8	63.7	637
2	.142	.289	.445	.617	.816	1.06	1.39	1.89	2.92	4.30	6.96	9.92	31.6
3	.137	.277	.424	.584	.765	.978	1.25	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84	12.9
4	.134	.271	.414	.569	.741	.941	1.19	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60	8.61
5	.132	.267	.408	.559	.727	.920	1.16	1.48	2.01	2.57	3.36	4.03	6.86
6	.131	.265	.404	.553	.718	.906	1.13	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71	5.96
7	.130	.263	.402	.549	.711	.896	1.12	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50	5.40
8	.130	.262	.399	.546	.706	.889	1.11	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36	5.04
9	.129	.261	.398	.543	.703	.883	1.10	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25	4.78
10	.129	.260	.397	.542	.700	.879	1.09	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17	4.59
11	.129	.260	.396	.540	.697	.876	1.09	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11	4.44
12	.128	.259	.395	.539	.695	.873	1.08	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06	4.32
13	.128	.259	.394	.538	.694	.870	1.08	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01	4.22
14	.128	.258	.393	.537	.692	.868	1.08	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98	4.14
15	.128	.258	.393	.536	.691	.866	1.07	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95	4.07
16	.128	.258	.392	.535	.690	.865	1.07	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92	4.02
17	.128	.257	.392	.534	.689	.863	1.07	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90	3.96
18	.127	.257	.392	.534	.688	.862	1.07	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88	3.92
19	.127	.257	.391	.533	.688	.861	1.07	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86	3.88
20	.127	.257	.391	.533	.687	.860	1.06	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84	3.85
21	.127	.257	.391	.532	.686	.859	1.06	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83	3.82
22	.127	.256	.390	.532	.686	.858	1.06	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82	3.79
23	.127	.256	.390	.532	.685	.858	1.06	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81	3.77
24	.127	.256	.390	.531	.685	.857	1.06	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80	3.74
25	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.06	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79	3.72
26	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.06	1.32	1.70	2.06	2.48	2.78	3.71
27	.127	.256	.389	.531	.684	.855	1.06	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77	3.69
28	.127	.256	.389	.530	.683	.855	1.06	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76	3.67
29	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.05	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76	3.66
30	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.05	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75	3.65
∞	.126	.253	.385	.524	.674	.842	1.04	1.28	1.64	1.96	2.33	2.58	3.29

ที่มา : กัลยา, 2540

ภาคผนวก ง

ลักษณะผลที่ได้จาก แบบจำลอง CALINE4

CALINE4: CALIFORNIA LINE SOURCE DISPERSION MODEL
 JUNE 1989 VERSION
 PAGE 1

JOB: C:\CALRoads\dao thesis\model16_21.clv
 RUN: CALINE4 RUN
 POLLUTANT: Particulate
 (NOTE: OUTPUT IN MICRO-GRAMS/METER**3. IGNORE PPM LABEL)

I. SITE VARIABLES

(M) U= .7 M/S Z0= 400. CM ALT= 0.
 BRG= 205.0 DEGREES VD= .0 CM/S
 CLAS= 5 (E) VS= .0 CM/S
 MIXH= 1073. M AMB= .0 PPM
 SIGTH= 19. DEGREES TEMP= 29.0 DEGREE (C)

II. LINK VARIABLES

LINK	* LINK COORDINATES (M)	* EF	H
DESCRIPTION	* X1 Y1 X2 Y2 * TYPE VPH (G/MI)	(M)	
A. LINK A	* ***** * AG 3084	.4	.0
32.6			

III. RECEPTOR LOCATIONS AND MODEL RESULTS

RECEPTOR	* X	Y	Z	* PRED CONC (PPM)
1. Rcpt_1	* 665727	518859	1.8	* 87.3

ภาคผนวก จ.

ปริมาณการจราจร

ปริมาณการจราจรจากการตรวจวัดเพื่อทำนายปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยแบบจำลอง CALINE4 แสดงดังตาราง

ตารางที่ จ1 ปริมาณการจราจรแยกตามประเภทรถ ในช่วงวันที่ 16- 21 กรกฎาคม 2546

วัน เดือน ปี	เวลา	ประเภทรถ				ปริมาณรวม (คัน)
		รถบรรทุก ขนาดใหญ่ (คัน)	รถบรรทุก ขนาดเล็ก (คัน)	รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	มอเตอร์ไซค์ และสามล้อ (คัน)	
16 ก.ค. 2546	21:00	114	522	2082	366	3084
	22:00	114	474	1578	342	2508
	23:00	72	432	1356	414	2274
	24:00	30	228	1008	360	1626
	1:00	36	228	744	288	1296
17 ก.ค. 2546	2:00	24	150	600	210	984
	3:00	66	186	576	270	1098
	4:00	54	180	288	192	714
	5:00	114	306	552	288	1260
	6:00	126	600	1158	498	2382
	7:00	156	630	1680	918	3384
	8:00	204	726	1722	816	3468
	9:00	222	654	1170	1206	3252
	10:00	126	474	1236	810	2646
	11:00	180	660	1050	1062	2952
	12:00	186	624	1254	732	2796
	13:00	120	648	1236	1140	3144
	14:00	120	498	1242	1152	3012
15:00	324	696	1572	948	3540	
16:00	234	624	1596	1122	3576	
17:00	210	732	1374	906	3222	

ตาราง(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ประเภทรถ				ปริมาณรวม (คัน)
		รถบรรทุก ขนาดใหญ่ (คัน)	รถบรรทุก ขนาดเล็ก (คัน)	รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	มอเตอร์ไซด์ และสามล้อ(คัน)	
17 ก.ค. 2546	18:00	180	714	2154	852	3900
	19:00	120	774	2520	720	4134
	20:00	114	948	2142	660	3864
	21:00	72	900	2208	540	3720
	22:00	96	612	1794	372	2874
	23:00	72	474	1506	318	2370
	24:00	72	402	1074	240	1788
	1:00	42	252	624	216	1134
18 ก.ค. 2546	2:00	48	246	702	210	1206
	3:00	36	180	594	150	960
	4:00	78	162	396	156	792
	5:00	138	282	654	192	1266
	6:00	144	510	1326	402	2382
	7:00	126	1230	1998	696	4050
	8:00	192	726	1572	756	3246
	9:00	186	552	1404	858	3000
	10:00	156	516	984	1404	3060
	11:00	288	570	894	906	2658
	12:00	246	636	1494	750	3126
	13:00	258	486	1500	1134	3378
14:00	186	564	1866	840	3456	
15:00	162	498	1488	882	3030	
16:00	216	600	1536	954	3306	
17:00	144	696	1434	690	2964	

ตาราง (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ประเภทรถ				ปริมาณรวม (คัน)
		รถบรรทุก ขนาดใหญ่ (คัน)	รถบรรทุก ขนาดเล็ก (คัน)	รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	มอเตอร์ไซค์ และ สามล้อ (คัน)	
18 ก.ค. 2546	18:00	126	708	1764	780	3378
	19:00	96	750	2562	702	4110
	20:00	138	780	2448	714	4080
	21:00	162	864	2040	696	3762
	22:00	204	744	2580	408	3936
	23:00	108	420	1626	252	2406
	24:00	36	408	1578	330	2352
	1:00	18	312	936	198	1464
	2:00	36	258	870	144	1308
	19	3:00	6	192	528	600
ก.ค. 2546	4:00	12	150	360	102	624
	5:00	54	168	366	156	744
	6:00	198	168	570	228	1164
	7:00	288	474	810	222	1794
	8:00	192	642	1914	480	3228
	9:00	156	654	1320	768	2898
	10:00	210	636	1344	768	2958
	11:00	228	822	1206	672	2928
	12:00	258	1014	1704	642	3618
	13:00	228	582	2472	594	3876
	14:00	282	528	2448	606	3864
	15:00	150	486	1854	528	3018
	16:00	210	486	1866	534	3096
	17:00	216	648	1932	366	3162

ตาราง (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ประเภทรถ				ปริมาณรวม (คัน)
		รถบรรทุก ขนาดใหญ่ (คัน)	รถบรรทุก ขนาดเล็ก (คัน)	รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	มอเตอร์ไซค์ และ สามล้อ (คัน)	
19 ก.ค. 2546	18:00	252	678	2382	354	3666
	19:00	126	558	3000	540	4224
	20:00	108	588	2742	414	3852
	21:00	120	780	2934	588	4422
	22:00	126	642	2754	570	4092
	23:00	72	498	1884	390	2844
	24:00	42	402	1452	240	2136
	1:00	18	324	1164	264	1770
20 ก.ค. 2546	2:00	18	228	984	162	1392
	3:00	18	240	714	204	1176
	4:00	12	228	618	180	1038
	5:00	60	174	432	126	792
	6:00	138	138	348	234	858
	7:00	252	342	762	174	1530
	8:00	234	774	1710	312	3030
	9:00	228	390	1350	384	2352
	10:00	240	636	1332	690	2898
	11:00	192	474	1452	600	2718
	12:00	222	714	1758	438	3132
	13:00	228	522	2010	504	3264
14:00	228	432	1770	618	3048	
15:00	216	612	1968	504	3300	
16:00	186	522	1746	432	2886	
17:00	222	588	2022	534	3366	

ตาราง (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ประเภทรถ				ปริมาณรวม (คัน)
		รถบรรทุก ขนาดใหญ่ (คัน)	รถบรรทุก ขนาดเล็ก (คัน)	รถยนต์ส่วนบุคคล (คัน)	มอเตอร์ไซด์ และ สามล้อ(คัน)	
20 ก.ค. 2546	18:00	276	726	1662	582	3246
	19:00	78	816	3150	420	4464
	20:00	108	558	2292	492	3450
	21:00	96	666	2502	540	3804
	22:00	132	1074	1566	702	3474
	23:00	84	384	1404	252	2124
	24:00	12	276	1224	132	1644
	1:00	30	186	1032	234	1482
21 ก.ค. 2546	2:00	30	132	618	174	954
	3:00	36	126	456	108	726
	4:00	42	114	480	126	762
	5:00	96	150	402	168	816
	6:00	222	276	852	324	1674
	7:00	174	474	2028	474	3150
	8:00	366	324	1980	930	3600
	9:00	306	396	1506	690	2898

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร เฉลี่ยรายชั่วโมง ซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมจากกรมควบคุมมลพิษ ในพื้นที่ที่ศึกษา ช่วงซุกฝน 3-9 ธันวาคม 2545 และช่วงแล้งฝน 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

ตาราง ฉ1 ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ช่วงซุกฝน 3-9 ธันวาคม 2545

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคชัย4	คลองจั่น	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
3-ธ.ค.-45	11:00:00	67	-	-	-
	12:00:00	56	34	-	-
	13:00:00	40	49	-	-
	14:00:00	32	56	-	54
	15:00:00	35	26	67	63
	16:00:00	36	31	47	102
	17:00:00	42	86	67	78
	18:00:00	56	80	78	98
	19:00:00	66	103	72	83
	20:00:00	50	87	94	52
	21:00:00	43	78	95	107
	22:00:00	53	69	80	111
	23:00:00	52	73	70	87
	24:00:00	43	71	69	39
4-ธ.ค.-45	1:00:00	37	72	69	-
	2:00:00	36	93	66	-
	3:00:00	39	92	63	-
	4:00:00	39	95	59	-
	5:00:00	39	92	70	-
	6:00:00	46	94	95	-
	7:00:00	48	85	106	-

ตาราง น1 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคชัย4	คลองจั่น	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
4-ธ.ค.-45	8:00:00	55	75	114	-
	9:00:00	51	70	99	-
	10:00:00	55	38	72	-
	11:00:00	49	35	50	-
	12:00:00	46	34	41	-
	13:00:00	25	20	50	85
	14:00:00	20	20	46	72
	15:00:00	17	28	45	25
	16:00:00	21	8	44	35
	17:00:00	26	46	67	31
	18:00:00	39	54	85	105
	19:00:00	39	95	76	99
	20:00:00	35	72	93	89
	21:00:00	43	73	80	93
	22:00:00	44	48	81	87
	23:00:00	23	44	66	43
	24:00:00	21	41	37	48
5-ธ.ค.-45	1:00:00	26	39	65	41
	2:00:00	24	37	62	57
	3:00:00	34	52	45	61
	4:00:00	28	27	39	51
	5:00:00	24	44	46	57
	6:00:00	30	41	66	67
	7:00:00	31	50	77	53
	8:00:00	35	40	54	47

ตาราง น1 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคชัย4	คลองจั่น	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
5-ธ.ค.-45	9:00:00	32	40	33	23
	10:00:00	45	-	21	13
	11:00:00	42	-	30	13
	12:00:00	34	11	22	19
	13:00:00	22	11	32	15
	14:00:00	14	33	29	35
	15:00:00	13	21	34	44
	16:00:00	17	8	21	14
	17:00:00	20	13	31	39
	18:00:00	22	54	48	67
	19:00:00	32	28	68	63
	20:00:00	42	45	61	95
	21:00:00	93	54	46	68
	22:00:00	48	61	48	57
	23:00:00	44	92	60	94
	24:00:00	27	64	42	46
6-ธ.ค.-45	1:00:00	18	24	18	14
	2:00:00	15	21	25	31
	3:00:00	11	19	31	47
	4:00:00	16	25	28	39
	5:00:00		39	35	31
	6:00:00	36	25	67	39
	7:00:00	50	33	79	37
	8:00:00	68	61	80	73
	9:00:00	26	46	58	53

ตาราง น1 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคชัย4	คลองจั่น	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
6-ธ.ค.-45	10:00:00	30	43	41	43
	11:00:00	20	36	46	53
	12:00:00	32	51	38	16
	13:00:00	17	17	28	19
	14:00:00	14	34	41	19
	15:00:00	20	14	52	40
	16:00:00	41	21	61	43
	17:00:00	42	55	71	100
	18:00:00	54	68	78	89
	19:00:00	63	73	85	95
	20:00:00	70	69	69	101
	21:00:00	50	60	40	59
	22:00:00	23	24	11	20
	23:00:00	18	33	22	34
	24:00:00	29	24	30	51
7-ธ.ค.-45	1:00:00	36	34	52	46
	2:00:00	27	50	54	70
	3:00:00	31	55	64	71
	4:00:00	32	47	62	65
	5:00:00	29	49	53	66
	6:00:00	35	54	83	76
	7:00:00	46	50	83	66
	8:00:00	39	42	84	71
	9:00:00	25	43	73	46
	10:00:00	18	23	58	39

ตาราง น1(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคชัย4	คลองจั่น	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
7-ธ.ค.-45	11:00:00	46	21	67	45
	12:00:00	50	35	81	77
	13:00:00	38	81	69	67
	14:00:00	25	54	12	23
	15:00:00	19	55	62	68
	16:00:00	35	60	67	81
	17:00:00	46	120	77	95
	18:00:00	48	57	60	57
	19:00:00	53	52	71	62
	20:00:00	47	42	55	97
	21:00:00	43	36	33	75
	22:00:00	36	30	33	68
	23:00:00	32	58	16	62
	24:00:00	28	63	27	77
8-ธ.ค.-45	1:00:00	28	70	37	94
	2:00:00	22	87	22	102
	3:00:00	16	55	10	60
	4:00:00	16	45	17	33
	5:00:00	24	23	45	31
	6:00:00	37	60	72	72
	7:00:00	49	62	77	72
	8:00:00	47	60	86	79
	9:00:00	42	43	73	44
	10:00:00	34	27	53	55
	11:00:00	44	35	46	51

ตาราง น1 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคชัย4	คลองจั่น	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
8-ธ.ค.-45	12:00:00	35	65	59	57
	13:00:00	24	15	37	44
	14:00:00	28	23	63	60
	15:00:00	44	49	55	121
	16:00:00	42	66	40	82
	17:00:00	23	79	48	48
	18:00:00	42	63	54	53
	19:00:00	35	45	72	52
	20:00:00	24	30	58	55
	21:00:00	21	14	49	46
	22:00:00	27	35	43	48
	23:00:00	23	48	29	46
	24:00:00	21	27	30	42
9-ธ.ค.-45	1:00:00	18	28	37	33
	2:00:00	16	26	41	36
	3:00:00	11	22	31	43
	4:00:00	18	31	23	31
	5:00:00	16	42	33	28
	6:00:00	23	34	48	37
	7:00:00	35	36	64	30
	8:00:00	25	41	59	51
	9:00:00	32	13	43	37
	10:00:00	-	-	37	34

ตาราง ฉ2 ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ช่วงแล้งฝน 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คล่องจัน	โชคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
4-ก.พ.-46	11:00:00		18		31	
	12:00:00		15		44	
	13:00:00	25	32		70	
	14:00:00	21	37	35	53	
	15:00:00	23	25	47	46	
	16:00:00	82	26	42	51	
	17:00:00	62	31	49	50	
	18:00:00	66	31	53	84	
	19:00:00	46	30	59	95	
	20:00:00	56	29	49	85	
	21:00:00	78	39	46	83	
	22:00:00	78	37	44	88	
	23:00:00	77	36	54	79	
	24:00:00	73	35	43	83	
5-ก.พ.-46	1:00:00	47	25	48	79	
	2:00:00	39	22	31	48	
	3:00:00	43	23	29	43	
	4:00:00	66	21	30	45	
	5:00:00	50	23	36	49	
	6:00:00	59	20	38	36	
	7:00:00	28	22	63	46	
	8:00:00	34	26	52	49	
	9:00:00	39	20	45	39	34
	10:00:00	35	14	23	37	40
	11:00:00	25	18	30	32	47

ตาราง น2 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คลองจั่น	โชคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
5-ก.พ.-46	12:00:00	33	13	33	54	48
	13:00:00	14	22	42	60	43
	14:00:00	44	20	31	51	39
	15:00:00	32	23	40	49	40
	16:00:00	65	27	38	42	44
	17:00:00	56	22	43	42	58
	18:00:00	61	25	42	81	62
	19:00:00	50	33	51	99	61
	20:00:00	48	33	42	70	55
	21:00:00	58	36	45	74	53
	22:00:00	69	31	47	71	50
	23:00:00	71	34	54	73	57
	24:00:00	54	29	37	64	52
6-ก.พ.-46	1:00:00	53	34	45	70	51
	2:00:00	45	35	37	61	44
	3:00:00	35	34	37	53	47
	4:00:00	67	32	38	52	50
	5:00:00	61	25	42	56	49
	6:00:00	64	23	37	58	50
	7:00:00	35	22	50	72	50
	8:00:00	23	25	46	47	46
	9:00:00	44	22	42	38	37
	10:00:00	25	14	24	35	37
	11:00:00	59	16	29	35	48
	12:00:00	31	17	34	44	41

ตาราง น2 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คลองจั่น	โชคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
6-ก.พ.-46	13:00:00	19	30	42	60	37
	14:00:00	17	27	21	45	33
	15:00:00	24	17	39	45	37
	16:00:00	53	22	41	34	42
	17:00:00	43	26	43	39	46
	18:00:00	64	23	46	70	70
	19:00:00	38	28	52	87	72
	20:00:00	43	43	68	87	79
	21:00:00	117	53	81	113	62
	22:00:00	121	42	68	113	60
	23:00:00	129	45	71	92	67
	24:00:00	98	38	53	101	67
7-ก.พ.-46	1:00:00	83	46	67	129	70
	2:00:00	92	49	72	110	73
	3:00:00	86	47	73	109	79
	4:00:00	120	47	71	84	77
	5:00:00	95	51	81	100	71
	6:00:00	109	54	81	133	75
	7:00:00	109	52	86	147	86
	8:00:00	127	54	95	127	67
	9:00:00	110	53	79	84	48
	10:00:00	69	36	55	60	40
	11:00:00	46	22	46	49	43
	12:00:00	31	22	46	64	43
	13:00:00	19	34	61	69	46

ตาราง น2 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คล่องจัน	โชคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
7-ก.พ.-46	14:00:00	18	33	36	56	47
	15:00:00	40	25	47	50	48
	16:00:00	81	28	48	55	60
	17:00:00	70	33	63	65	66
	18:00:00	71	39	71	90	71
	19:00:00	63	45	84	116	85
	20:00:00	110	48	75	126	78
	21:00:00	136	49	89	128	72
	22:00:00	148	45	96	127	72
	23:00:00	144	38	93	110	87
	24:00:00	116	39	77	109	88
8-ก.พ.-46	1:00:00	119	50	90	135	94
	2:00:00	117	60	85	126	109
	3:00:00	99	68	84	144	100
	4:00:00	172	66	104	156	98
	5:00:00	173	67	103	142	111
	6:00:00	138	67	106	141	114
	7:00:00	116	71	115	167	109
	8:00:00	151	69	121	186	86
	9:00:00	136	68	127	140	64
	10:00:00	70	45	84	109	58
	11:00:00	81	38	65	87	74
	12:00:00	70	29	50	61	72
	13:00:00	36	56	84	91	56
	14:00:00	55	48	67	102	52

ตาราง น2 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คล่องจัน	โซคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
8-ก.พ.-46	15:00:00	66	36	59	63	53
	16:00:00	99	35	55	65	66
	17:00:00	76	36	72	75	91
	18:00:00	89	38	76	86	89
	19:00:00	77	55	82	126	101
	20:00:00	124	62	63	116	101
	21:00:00	88	70	70	123	76
	22:00:00	132	66	70	143	84
	23:00:00	145	62	68	152	103
	24:00:00	142	55	61	150	101
	9-ก.พ.-46	1:00:00	135	64	82	198
2:00:00		152	76	85	221	105
3:00:00		165	71	89	242	117
4:00:00		181	73	90	192	122
5:00:00		186	70	111	175	121
6:00:00		170	86	134	192	124
7:00:00		168	74	140	220	124
8:00:00		163	89	145	254	113
9:00:00		161	91	123	192	87
10:00:00		162	68	112	144	49
11:00:00		90	44	87	100	70
12:00:00		51	8	49	42	84
13:00:00		42	35	84	94	84
14:00:00		48	55	92	113	75
15:00:00		61	48	94	120	84

ตาราง น2 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	ผู้ขนานตเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คลองจั่น	โชคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
9-ก.พ.-46	16:00:00	131	63	92	120	87
	17:00:00	108	63	96	111	94
	18:00:00	113	71	90	120	86
	19:00:00	113	77	85	149	68
	20:00:00	117	59	72	137	60
	21:00:00	122	52	62	132	58
	22:00:00	100	48	40	106	55
	23:00:00	94	44	46	148	66
	24:00:00	107	44	41	97	63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ความเข้มข้นของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเฉลี่ยรายชั่วโมง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ตรวจวัดโดย เครื่อง realtime PAHs monitor ในพื้นที่ที่ศึกษา ช่วงซุกฝน 3-9 ธันวาคม 2545 และช่วงแล้งฝน 4-9 กุมภาพันธ์ 2546

ตาราง ข1 ความเข้มข้นของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ช่วงซุกฝน 3-9 ธันวาคม 2545

วัน เดือน ปี	เวลา	สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคซัย4	คลองจัน	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
3 ธ.ค. 2545	12:00:00	91.3	2.4	-	-
	13:00:00	252.7	4.2	-	-
	14:00:00	266.4	5.4	-	33.6
	15:00:00	164.4	8.2	147.5	28.1
	16:00:00	284.9	23.4	230.8	36.5
	17:00:00	512.3	26.7	155.3	55.2
	18:00:00	380.9	38.7	457.6	113.9
	19:00:00	77.1	26.3	640.1	80.9
	20:00:00	130.6	52.0	761.9	103.4
	21:00:00	492.8	62.6	1052.3	117.6
	22:00:00	223.3	78.1	949.2	134.3
	23:00:00	195.4	83.4	627.8	114
24:00:00	162.0	85	540.4	27.9	
4-ธ.ค.-45	1:00:00	140	61.2	524.4	33.6
	2:00:00	171.1	75.4	606.1	47.8
	3:00:00	185.4	84.0	577.7	51.3
	4:00:00	227.5	90.5	690.2	66.2
	5:00:00	203.5	95.7	686.1	94.4
	6:00:00	245.7	85.1	1060.7	185.6
	7:00:00	203.8	45.9	771.2	89.4

ตาราง ซ1(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซลซัย4	คลองจัน	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
4-ธ.ค.-45	8:00:00	163	21.8	728.1	40.2
	9:00:00	101.9	15.1	575.1	23.7
	10:00:00	94.6	8.2	558.4	8.7
	11:00:00	134.4	6.9	522.7	5.3
	12:00:00	126.0	5.2	435.4	7
	13:00:00	64.2	4.2	694.3	9.2
	14:00:00	62.2	3.2	479.0	14.1
	15:00:00	46.6	4.3	700	52.8
	16:00:00	96	19.3	636.6	70.1
	17:00:00	193.4	56.3	462.8	59.1
	18:00:00	285	65.3	766.3	31.2
	19:00:00	159.7	76.9	924.8	17.6
	20:00:00	107.1	50.1	1054.8	10.5
	21:00:00	83.5	44.5	951.9	46.3
	22:00:00	74.2	56.9	399.2	46.3
	23:00:00	103.8	69.8	486.9	93.2
	24:00:00	100.2	78.8	566.7	53.8
5-ธ.ค.-45	1:00:00	190.6	54.4	466.3	70.4
	2:00:00	154.4	37	503.6	51.0
	3:00:00	149.1	43.7	416.2	50.3
	4:00:00	212.6	49.8	467.7	52.7
	5:00:00	219	116.6	494.1	77.7
	6:00:00	264.4	92.5	383.5	81.5
	7:00:00	123.0	41.9	349.5	17.4
	8:00:00	105.5	11.5	413.8	18.3

ตาราง ข1(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซลซัย4	คลองจัน	ดินแดง	รามคำแหง
5-ธ.ค.-45	9:00:00	59.7	5.5	319.3	9.0
	10:00:00	27.8	3.2	301.1	5.5
	11:00:00	67.6	4.7	341.8	5.0
	12:00:00	106.4	3.2	306.9	6.4
	13:00:00	40.2	4.0	204.7	7
	14:00:00	53.5	4.6	257.5	8.2
	15:00:00	35.0	8.2	211.1	8.7
	16:00:00	61.9	11.1	330.1	8.1
	17:00:00	80.3	25.6	488.3	11.8
	18:00:00	262.8	76.7	441.9	25.3
	19:00:00	572.0	105.4	165.6	60.0
	20:00:00	257.3	76.6	213.1	43.1
	21:00:00	138.2	65.4	597.4	26.3
	22:00:00	180.2	12.7	84.4	10.0
	23:00:00	109.2	21.2	214.2	13.2
	24:00:00	160.7	33.0	137.1	27.9
6-ธ.ค.-45	1:00:00	107.2	59.8	209.0	33.4
	2:00:00	120.6	50.6	339.9	47.8
	3:00:00	117.3	80.4	309.5	51.3
	4:00:00	223.3	87.4	492.9	66.2
	5:00:00	307.4	176.3	663.1	94.4
	6:00:00	452.8	271.5	870.5	185.6
	7:00:00	217.1	128.0	734.2	89.4
	8:00:00	153.1	49.3	578.7	40.2
	9:00:00	92.4	20.2	454.0	23.7

ตาราง ข1(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคซัย4	คลองจัน	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
6-ธ.ค.-45	10:00:00	59.0	10.4	423	8.7
	11:00:00	90.7	3.1	488.3	5.3
	12:00:00	150.1	3.9	585.2	7
	13:00:00	205.8	4.9	329.5	9.2
	14:00:00	376.1	5.2	511	14.1
	15:00:00	544.76	54.2	602.2	52.8
	16:00:00	506.4	76.0	621.9	70.1
	17:00:00	435.6	70.5	615.4	59.1
	18:00:00	601.2	64.3	237.5	31.2
	19:00:00	346.6	35.8	198.4	17.6
	20:00:00	71.9	24.8	272.5	10.5
	21:00:00	5.6	77.2	400.2	46.3
	22:00:00	-	119.7	319.7	46.3
	23:00:00	-	50.0	170.4	93.2
	24:00:00	-	101.5	213.2	71.1
7-ธ.ค.-45	1:00:00	-	134.0	259.6	45.9
	2:00:00	-	128.2	538.2	84.7
	3:00:00	-	120.1	623	95.4
	4:00:00	-	154.1	576.2	89.4
	5:00:00	0.2	127.1	593.1	100.8
	6:00:00	8.8	120.9	660.5	151.2
	7:00:00	22.5	85.6	800.1	128.9
	8:00:00	1.7	59.9	694.2	52.2
	9:00:00	77.2	19.6	651.1	26.9
	10:00:00	54.1	7.1	463.7	31.5

ตาราง ข1(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซคซัย4	คลองจัน	ดินแดง	รวมค่าแห่ง
7-ธ.ค.-45	11:00:00	260.6	43.1	256.8	91.9
	12:00:00	246.9	31.5	165.6	40.0
	13:00:00	67.8	10.9	400.3	14.4
	14:00:00	109.6	6.4	525.0	16.7
	15:00:00	240.7	15.0	310.4	22.5
	16:00:00	318.8	47.2	129.4	47.8
	17:00:00	274.4	59.0	98.3	45.9
	18:00:00	313.3	84.9	128.5	66.7
	19:00:00	304.1	70.5	143.1	74.4
	20:00:00	351.1	100.8	168.2	84.6
	21:00:00	266.3	144.5	115.3	71.9
	22:00:00	299.7	148.1	144.4	97.0
	23:00:00	349.0	131.1	141.9	85.3
	24:00:00	193.2	131.4	130.6	70.8
8-ธ.ค.-45	1:00:00	176.8	99	133.8	56.5
	2:00:00	178.0	80.4	181.2	44.8
	3:00:00	114.8	103.7	269.7	47.1
	4:00:00	247.4	160.0	656.8	103.1
	5:00:00	165.5	179.4	576.8	140.1
	6:00:00	199.4	105.9	750.8	149.0
	7:00:00	184.5	107.8	711.4	108.6
	8:00:00	106.9	49.2	665.1	50.6
	9:00:00	203.5	27.6	422.8	38.0
	10:00:00	66.4	13.6	384.8	22.9
	11:00:00	31.1	5.4	430.1	17.4

ตาราง ข1(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
		โซลซัย4	คลองจัน	ดินแดง	รามคำแหง
8-ธ.ค.-45	12:00:00	68.1	6.5	193.8	7.8
	13:00:00	149.6	11.6	49.6	20.2
	14:00:00	223.2	27	108.0	27.7
	15:00:00	168.1	39.7	380.4	35.2
	16:00:00	161.1	59.0	501.2	63.3
	17:00:00	129.6	49.6	450.5	48.1
	18:00:00	220.6	30.4	345.3	19.0
	19:00:00	147.6	63.7	544.6	63.2
	20:00:00	132.8	88.0	461.5	67.7
	21:00:00	107.7	46.4	341.8	65.4
	22:00:00	68.8	23.5	240.6	37.1
	23:00:00	118.9	25.4	174.2	27.5
	24:00:00	44.4	11.4	235.2	7.1
9-ธ.ค.-45	1:00:00	50.7	24.1	231.1	8.8
	2:00:00	101.4	37.7	303.9	18.4
	3:00:00	116.3	62.3	296.6	39.4
	4:00:00	116.3	45.7	290.5	57.3
	5:00:00	61.1	75.2	490.1	68.4
	6:00:00	0.8	81.9	482.7	80.3
	7:00:00	-	102.4	491.3	82.0
	8:00:00	-	93.7	565.7	63.4
	9:00:00	-	41.6	664.0	30.1
	10:00:00	-	-	354.5	25.8

ตาราง ข2 ความเข้มข้นของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ช่วงแล้งฝน 4-9
กุมภาพันธ์ 2546

วัน เดือน ปี	เวลา	สารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คลองจัน	โชคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
4 ก.พ. 46	12:00:00	-	37.1	-	-	-
	13:00:00	4.3	48.6	-	7.7	-
	14:00:00	4.3	28.8	-	7.1	-
	15:00:00	3.2	41.0	179.5	9.1	-
	16:00:00	4.2	26.6	178.2	12.1	-
	17:00:00	6.3	37.2	292.4	13.1	-
	18:00:00	9.8	17.3	189.9	16.8	-
	19:00:00	23.7	19.2	474.3	25.9	-
	20:00:00	19.6	36.5	192.4	38.6	-
	21:00:00	9.4	92.3	189.5	35.1	-
	22:00:00	11.7	107.8	163.1	22.7	-
	23:00:00	4.0	75.5	103.2	15.4	-
	24:00:00	13.2	68.7	214.4	20.4	-
5-ก.พ.-46	1:00:00	6.4	23.6	66.7	12.3	-
	2:00:00	4.3	4.3	84.3	9.9	-
	3:00:00	7.5	9.4	127.3	6.9	-
	4:00:00	10.1	3.7	171.0	9.2	-
	5:00:00	13.8	16.2	166.4	8.5	-
	6:00:00	47.8	21.9	242.8	8.3	-
	7:00:00	59.0	49.2	395.6	11.6	-
	8:00:00	46.6	30.8	311.9	19.3	-
	9:00:00	16.5	12.9	260.5	11.8	-
	10:00:00	10.4	28.6	194.4	9.7	-
	11:00:00	7.9	38.2	215.8	11.4	-

ตาราง ข2(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คลองจัน	โซลซัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
5-ก.พ.-46	12:00:00	19.8	26.9	447.6	8.3	-
	13:00:00	5.6	28.9	161.6	6.7	35.0
	14:00:00	5.2	52.3	244.8	8.4	27.9
	15:00:00	5.3	36.6	164.6	8.6	19.2
	16:00:00	6.3	21.1	161.7	10.5	29.0
	17:00:00	9.6	17.5	137.7	8.0	38.7
	18:00:00	15.1	12.2	212.9	9.3	49.2
	19:00:00	23.9	15.9	323.8	11.7	61.6
	20:00:00	19.0	31.5	247.5	39.3	62.2
	21:00:00	10.8	61.4	151.2	25.3	43.0
	22:00:00	13.1	69.6	288.6	25.4	45.6
	23:00:00	12.3	65.4	97.4	20.5	29.9
	24:00:00	11.9	64.0	140.7	14.1	28.8
6-ก.พ.-46	1:00:00	10.1	38.4	102	12.5	24.1
	2:00:00	9.3	42.4	190.3	10.2	28.1
	3:00:00	22.1	45.0	117.5	11.0	26.2
	4:00:00	25.2	30.2	154.8	10.3	39.3
	5:00:00	19.8	9.0	130.9	5.8	38.8
	6:00:00	27.7	10.4	172.7	9.6	38.2
	7:00:00	28.9	18.8	211.5	9.4	73.3
	8:00:00	31.1	37.7	155.1	11.9	56
	9:00:00	18.9	18.4	213.3	12.6	50.9
	10:00:00	8.8	28.2	160.6	13.3	32.8
	11:00:00	6.7	47.6	151.3	14.4	37.9
	12:00:00	6.0	30.8	166.6	8.3	29.7

ตาราง ข2(ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คลองจัน	โซคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
6-ก.พ.-46	13:00:00	4.5	40.5	412.3	8.7	29.4
	14:00:00	4.3	45.9	139.4	7.0	21.2
	15:00:00	4.2	40.3	240.4	7.2	28.7
	16:00:00	6.0	61.5	167.6	9.3	17.9
	17:00:00	10.1	44.2	161.2	10.2	26.7
	18:00:00	13.5	34.3	256.4	16.8	33.6
	19:00:00	55.3	103.0	410.5	33.3	37.7
	20:00:00	47.3	134.0	429.7	46.3	46.8
	21:00:00	62.9	145.4	323.6	48	54
	22:00:00	93.0	96	423.0	47.3	63.6
	23:00:00	104.4	73.7	276.4	56.7	65.1
	24:00:00	108.2	95.2	306.3	45.2	48.6
7-ก.พ.-46	1:00:00	136.2	58.3	273.7	38.7	55.7
	2:00:00	113.6	35.8	323.2	44.9	67.7
	3:00:00	125.2	71.7	328.1	34.4	68.9
	4:00:00	98.1	73.4	281.7	39	76.7
	5:00:00	100.6	86.5	267.5	37.3	62.3
	6:00:00	78.7	124.9	384.2	58.0	78.3
	7:00:00	182.4	148.8	563.4	80.1	86.1
	8:00:00	107.8	77.3	396.7	40.6	88.4
	9:00:00	28.8	92.1	389.8	16.9	66
	10:00:00	10.2	46.7	386.0	11.3	42.6
	11:00:00	8.1	33.9	208.4	7.0	47.9
	12:00:00	5.4	46.3	216.1	9.4	23.5
	13:00:00	5	60.0	212.6	6.2	29.0

ตาราง ข2 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คลองจัน	โซคซัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
7-ก.พ.-46	14:00:00	9.6	80.8	226.4	8.2	14.5
	15:00:00	10.1	84.1	232.0	12.1	13.1
	16:00:00	6.1	42.5	230.6	15.9	11.8
	17:00:00	14.5	28.3	259.1	12.4	13.1
	18:00:00	6.1	37.9	679.1	19.5	26.9
	19:00:00	45.3	129.5	393.3	47.6	23.9
	20:00:00	50.2	64.3	398.7	46.3	75
	21:00:00	84.8	49.4	537.6	75.3	69.6
	22:00:00	133.9	41.8	453.4	97.6	99.3
	23:00:00	140.8	57.7	590.7	113	91.8
	24:00:00	195	68.5	385.2	91.0	126.2
	8-ก.พ.-46	1:00:00	166	66.7	342.4	69.9
2:00:00		95.1	77.1	293	67.6	133.7
3:00:00		91.9	45.9	177.8	36.1	101.3
4:00:00		170.6	43.6	251.3	14.6	56.1
5:00:00		97.5	122.1	379.6	65	104.9
6:00:00		174.9	143	399.2	91.4	162
7:00:00		262.6	148.7	601.0	104.9	193.9
8:00:00		59.1	177.4	618.7	91.1	238.9
9:00:00		24.0	67.8	654.1	48.1	62.1
10:00:00		13.0	32.8	454.7	20.7	49
11:00:00		3.9	21.8	294.8	4.4	44.1
12:00:00		3.6	11.6	273.2	6.8	38.2
13:00:00		3.5	32.4	247.2	6.5	33.8
14:00:00		5.6	59.4	257.8	7.3	19.6

ตาราง ข2 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					
		คลองจัน	โซคชัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง	
8-ก.พ.-46	15:00:00	4.8	49.9	197.9	5.3	23	
	16:00:00	4.9	20.1	278.0	5.2	20.1	
	17:00:00	6.4	91.7	308.8	5.6	44.8	
	18:00:00	35.8	65.1	89.2	19.9	36.6	
	19:00:00	43.5	263.3	104.4	35.6	46.3	
	20:00:00	39.1	234.4	79.9	17.9	76	
	21:00:00	31.3	173.6	68.6	20.1	58.3	
	22:00:00	90.7	104.0	60.4	34	33.2	
	23:00:00	132.5	112.9	85.5	47.9	51.8	
	24:00:00	131	82.2	63.4	56.2	129.5	
	9-ก.พ.-46	1:00:00	220.3	142.7	63.8	76.5	49.8
		2:00:00	151.4	92.3	60.5	38.7	25.4
3:00:00		102.3	29.6	99.0	29.5	18.3	
4:00:00		137.9	47.8	117.5	27.4	15.8	
5:00:00		128.2	39.5	264.9	38.8	90.5	
6:00:00		70.0	70.0	197.7	50.7	117.0	
7:00:00		116.7	114.5	563.0	36.9	144.0	
8:00:00		105.2	115.5	385	25.8	136.3	
9:00:00		27	38.4	384.0	16.1	107.6	
10:00:00		8.9	19.2	384.7	11.9	63.5	
11:00:00		3.5	75.2	338.8	11.0	32.8	
12:00:00		2.9	50.7	228.3	5.3	19.7	
13:00:00		3.3	55.7	190.4	7.8	14.3	
14:00:00		5.1	68.7	177.1	8.4	18.5	
15:00:00		10.2	64.4	124.0	8	22.3	

ตาราง ข2 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	เวลา	สารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
		คลองจัน	โซลซัย4	ดินแดง	รามคำแหง	ห้วยขวาง
9-ก.พ.-46	16:00:00	8.4	123.6	161.1	15.1	22.1
	17:00:00	9.8	177.1	149.3	12.5	25.1
	18:00:00	19.8	295.2	83.1	26.8	27.5
	19:00:00	25.8	215.1	56.6	22.9	49.0
	20:00:00	32.3	147.2	157.0	17.5	38.8
	21:00:00	42.9	168	35.2	21.3	45.5
	22:00:00	65.2	176.2	71.5	28.7	46.4
	23:00:00	57.7	133.7	370.5	37.9	59.3
	24:00:00	65.8	132.7	65.0	32.6	85.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

ความเข้มข้นของPM₁₀ และpPAHsจุดตรวจวัดพื้นที่บริเวณอาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาพถ่ายคณะวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วงซุกฝน ระหว่าง 22-30 ตุลาคม 2545 และช่วงแล้งฝน ระหว่าง 17-22 กรกฎาคม 2546 แสดงดังตารางที่ ข1 และตารางที่ ข2

ตารางที่ ข1 ความเข้มข้นของPM₁₀ และpPAHs พื้นที่จุฬาฯ ช่วงซุกฝน

วันเดือนปี	เวลา	ความเข้มข้น PM10	ความเข้มข้น pPAHs
22-ต.ค.-45	17:00:00	191.8	307.3
	23:00:00	43.6	48.5
23-ต.ค.-45	5:00:00	81.9	86.2
	11:00:00	80.8	27.5
	17:00:00	89.4	37.3
23-ต.ค.-45	23:00:00	68.3	56.2
	5:00:00	158.3	82.8
24-ต.ค.-45	23:00:00	160.1	269.3
	5:00:00	94.6	137.0
25-ต.ค.-45	11:00:00	56.4	36.0
	17:00:00	63.6	67.1
	23:00:00	29.3	24.1
	5:00:00	33.0	49.4
26-ต.ค.-45	11:00:00	19.8	27.8
	17:00:00	10.4	32.7
	23:00:00	11.7	22.7
	5:00:00	16.8	72.0
27-ต.ค.-45	11:00:00	47.0	99.2
	17:00:00	40.3	89.9
	22:00:00	31.5	59.7
	5:00:00	48.5	64.9
28-ต.ค.-45	11:00:00	65.9	136.8
	17:00:00	67.5	98.1
	23:00:00	71.6	107.2
	5:00:00	71.3	66.7
29-ต.ค.-45	17:00:00	86.0	187.1
	23:00:00	72.9	152.3
	5:00:00	76.1	82.7
30-ต.ค.-45	17:00:00	140.2	141.3

ตารางที่ ๗2 ความเข้มข้นของPM₁₀ และpPAHs พื้นที่จุฬาฯ ช่วงแล้งฝน

วันเดือนปี	เวลา	ความเข้มข้น PM10	ความเข้มข้น pPAHs
17-ก.ค.-46	17:00:00	64.2	99.3
	23:00:00	38.8	100.0
18-ก.ค.-46	5:00:00	29.8	64.2
	11:00:00	30.2	28.7
	17:00:00	45.9	98.6
	23:00:00	19.7	47.9
19-ก.ค.-46	5:00:00	22.6	40.5
	11:00:00	32.7	68.0
	23:00:00	19.1	31.3
20-ก.ค.-46	5:00:00	28.6	56.3
	23:00:00	24.9	40.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ นางสาวกมลนารี ทยคราม

วันเดือนปีเกิด 15 มีนาคม 2522 สถานที่เกิด เชียงใหม่

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2544

ได้รับทุนการศึกษา จากโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อศึกษาในระดับปริญญาโท ระหว่างปีการศึกษา 2544 -2546



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย