



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการกลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

การจัดการกลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม

อนุรักษ์วิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา
บางประการในประเทศไทย

Relationships Between Particulate Matter 10 and some Meteorological Factors in
Thailand

นามผู้วิจัย นางสาวสุกัลกษณ์ หาญสูงเนิน
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สามัคคี บุญยะวัฒน์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์เอื้อง สโรบล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.รชนี เอมพันธุ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

สืบศิริ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาบาง
ประการในประเทศไทย

Relationships Between Particulate Matter 10 and some Meteorological Factors in Thailand

โดย

นางสาวสุกัลกษณ์ หาญสูงเนิน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2553

สัญลักษณ์ หมายเหตุ 2553: ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาบางประการในประเทศไทย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม) สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สามัคคี บุญยะวัฒน์, Ph.D. 115 หน้า

วัตถุประสงค์ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาบางประการในประเทศไทย ซึ่งได้แก่ ปริมาณรังสีสุทธิ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลม โดยใช้ข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2545-2549 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบของฝุ่นละอองขนาดเล็กในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในพื้นที่แต่ละภูมิภาค และศึกษาความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาบางประการ และสร้างสมการอย่างง่ายในการประเมินค่าฝุ่นละอองในพื้นที่แต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ภาคเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือนสูงที่สุดคือ $42.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ รองลงมา คือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ มีค่าเท่ากับ 39.53 38.15 และ $34.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ โดยช่วงเดือนกุมภาพันธ์ เป็นเดือนที่มีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นปริมาณฝุ่นละอองสูงที่สุดคือ $58.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และช่วงเดือนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ เดือนสิงหาคม มีค่าเท่ากับ $27.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และจากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาทั้ง 5 ปัจจัยในแต่ละภูมิภาค เมื่อนำมาสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ ได้สมการในแต่ละภูมิภาคดังนี้คือ ภาคเหนือ: ปริมาณฝุ่นละออง = $245.274 - 2.138RH - 38.272W$ ($R^2 = 0.895$) ภาคกลาง: ปริมาณฝุ่นละออง = $232.712 - 1.499R_n - 1.857RH - 19.455W$ ($R^2 = 0.942$) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: ปริมาณฝุ่นละออง = $169.185 - 4.709T_a$ ($R^2 = 0.629$) และภาคใต้: ปริมาณฝุ่นละออง = $-2.203 + 0.980T_a + 8.089W$ ($R^2 = 0.269$) โดยที่ A RH T_a W และ R_n คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ความชื้นสัมพัทธ์ (%) อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$) ความเร็วลม (km/hr) และปริมาณรังสีสุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$) ตามลำดับ

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Supaluck Hansoongnern 2010: Relationships Between Particulate Matter 10 and some Meteorological Factors in Thailand. Master of Science (Watershed and Environmental Management), Major Field: Watershed and Environmental Management, Department of Conservation. Thesis Advisor: Associate Professor Samakkee Boonyawat, Ph.D.
115 pages.

The objective of this research was to examine, in each region of Thailand, the relationships between particulate matter 10 (PM10) and some meteorological factors such as net radiation, air temperature, relative humidity, rainfall and wind speed by using PM10 data and meteorological data during 2002-2006. Comparisons were made between clear sky days and non clear sky days on the variation of PM10. Correlations between PM10 and some meteorological factors in each region were also done and, then the simple model was established to estimate PM10 in each region of Thailand.

The results found that the monthly average PM10 in the Northern region was the greatest with the average of $42.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ followed by the Central, Northeast and Southern region (39.53 38.15 and $34.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively). February was the month with the greatest average PM10 of $58.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and the lowest value was observed in August ($27.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$). The correlations between PM10 and meteorological data in each region were as followed : Northern (A) = $245.274 - 2.138\text{RH} - 38.272\text{W}$ ($R^2=0.895$), the Central(A) = $232.712 - 1.499\text{Rn} - 1.857\text{RH} - 19.455\text{W}$ ($R^2=0.942$), Northeast(A) = $169.185 - 4.709\text{Ta}$ ($R^2=0.629$) and Southern(A) = $-2.203 + 0.980\text{Ta} + 8.089\text{W}$ ($R^2=0.269$), where A, RH, Ta, W and Rn are PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), relative humidity (%), air temperature ($^{\circ}\text{C}$), wind speed (km/hr) and net radiation ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$), respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สามัคคี บุญยะวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ช่วยเหลือในการให้คำแนะนำ ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ
ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เอ็จ สโรบล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้
คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบ
ขอบพระคุณ ดร.ปิยพงษ์ ทองคีนอก ประธานการสอบ และดร.พงษ์ศักดิ์ วิทวัสสุทธิกุล ผู้ทรงคุณวุฒิ
จากภายนอกที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และคอยให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสามารถ
สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้มีความรู้จน
สำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณ Prof. Dr. Masatoshi Aoki จาก Faculty of Agriculture, Tokyo University
of Agriculture and Technology, Japan และ ดร.ปิยพงษ์ ทองคีนอก ที่ได้ให้คำปรึกษาและเสนอแนะ
ข้อบกพร่องต่าง ๆ พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ คุณสมาน
ปราการรัตน์ (กรมอุตุนิยมิทยา) และกรมควบคุมมลพิษ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ขอขอบคุณ
เพื่อน ๆ สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งเพื่อนวนศาสตร์รุ่นที่ 68
ทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวอันเป็นที่รักที่คอยส่งเสริมการศึกษา ให้
กำลังใจ คอยให้ความช่วยเหลือ และแนะนำสั่งสอนจนข้าพเจ้ามีวันนี้ได้ สุดท้ายคุณประโยชน์อัน
ใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบคุณความดีให้กับทุกท่านที่ได้กล่าวมาทั้งหมด

สุภลักษณ์ หาญสูงเนิน

เมษายน 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	34
อุปกรณ์	34
วิธีการ	34
ผลและวิจารณ์	38
สรุปและข้อเสนอแนะ	87
สรุป	87
ข้อเสนอแนะ	93
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	95
ภาคผนวก	102
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	115

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย	11
2	ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ	12
3	ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในระหว่างปี 2545-2549	39
4	ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในระหว่างปี 2545-2549	43
5	ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยในระหว่างปี 2545-2549	46
6	ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยในระหว่างปี 2545-2549	49
7	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย	53
8	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	55
9	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย	58
10	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย	60
11	ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงและจากการประเมิน โดยสมการทางคณิตศาสตร์ช่วงระหว่างปีพ.ศ. 2545ถึงพ.ศ.2549 ในพื้นที่ภาคเหนือ	70
12	ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงและจากการประเมิน โดยสมการทางคณิตศาสตร์ช่วงระหว่างปีพ.ศ. 2545ถึงพ.ศ.2549 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงและจากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์ช่วงระหว่างปีพ.ศ. 2545ถึงพ.ศ.2549 ในพื้นที่ภาคกลาง	78
14	ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงและจากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์ช่วงระหว่างปีพ.ศ. 2545ถึงพ.ศ.2549 ในพื้นที่ภาคใต้	83

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ทิศทางลมมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย	15
2	ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคเหนือในช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝน ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	40
3	ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคเหนือในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	41
4	ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝน ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	44
5	ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	45
6	ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคกลางในช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝน ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	47
7	ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคกลางในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	48
8	ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคใต้ในช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝนระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	50
9	ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่ภาคใต้ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	51
10	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษาที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ในปีพ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคเหนือ	71

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปีพ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคเหนือ	72
12	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปีพ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคเหนือ	73
13	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษาที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	75
14	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	76
15	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	77
16	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษาที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคกลาง	79
17	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคกลาง	80
18	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคกลาง	81

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษาที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคใต้	84
20	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคใต้	85
21	ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคใต้	86
ภาพผนวกที่		
1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ของพื้นที่ภาคเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	103
2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	104
3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของภาคเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	105
4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	106

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
5	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	107
6	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	108
7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ของภาคกลางในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	109
8	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคกลางในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	110
9	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของภาคกลางในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	111
10	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ของภาคใต้ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	112
11	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคใต้ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	113
12	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของภาคใต้ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549	114

ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับปัจจัยทางด้าน
อุตุนิยมวิทยาบางประการในประเทศไทย

Relationships Between Particulate Matter 10 and some Meteorological Factors
in Thailand

คำนำ

ฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศนับเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการก่อให้เกิดฝน เพราะถ้าขาด ฝุ่นละอองซึ่งเปรียบเสมือนกับแกนกลางให้อิอน้ำในบรรยากาศยึดแล้วกระบวนการควบแน่นก็ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ และไม่สามารถเกิดเป็นฝนตกลงมาได้เพราะไม่ครบกระบวนการ แต่ก็ยังขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นด้วยว่าเหมาะสมหรือไม่ ปริมาณฝุ่นละอองที่เหมาะสมถือว่ามีประโยชน์ต่อวัฏจักรของน้ำ เพราะเป็นตัวการในการเกิดฝน การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศ ทั้งเพิ่มมากขึ้น หรือลดน้อยลงย่อมส่งผลกระทบต่อลักษณะสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ฝุ่นละอองในบรรยากาศที่น้อยเกินไปก็ไม่สามารถเป็นแกนกลางในการควบแน่นของอิอน้ำได้ หรือถ้ามีปริมาณมากเกินไปก็จะส่งผลทำให้ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกลงมายังพื้นโลก และสะท้อนกลับออกไปเปลี่ยนแปลงไป

แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองต่าง ๆ ในบรรยากาศที่ถือว่าเป็นมลพิษทางอากาศนั้นมี 2 แหล่งใหญ่ด้วยกัน คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์นั้นนับว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ และเป็นต้นเหตุแห่งปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นับวันยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ กิจกรรมของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเช่น อุตสาหกรรมต่าง ๆ การทำเหมืองแร่ การคมนาคมขนส่ง การใช้เชื้อเพลิงหุงต้มอาหาร เป็นต้น ส่วนผลกระทบที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศที่สำคัญก็คือผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ สัตว์ การเติบโตของพืช และในภาพรวมที่มีผลต่อการเกิดภาวะเรือนกระจกเพิ่มมากยิ่งขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น

การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาบางประการกับฝุ่นละออง ในประเทศไทยพบว่ายังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดมีราคาสูง ดังนั้น

การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาจึงมีความสำคัญ และสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในงานทางด้านวิชาการ การจัดการกลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม และงานในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพราะฝุ่นละอองนั้นมีผลกระทบต่อบรรยากาศคือลดความสามารถในการมองเห็น นอกจากนี้ยังมีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์โดยฝุ่นละอองขนาดเล็ก(PM10) ในอากาศมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและสุขภาพ โดยผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถแนวทางในการจัดการมลภาวะทางอากาศอันเกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนได้ในระดับพื้นที่และภูมิภาคต่อไป



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในระหว่างวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสกับวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลมกับฝุ่นละอองในบรรยากาศในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย
3. เพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศจากลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินที่สามารถตรวจวัดได้ง่ายในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2545 ถึง 2529

การตรวจเอกสาร

1. ฝุ่นละอองในบรรยากาศ

1.1 นิยามและความหมาย

ฝุ่นละอองเป็นกลุ่มของสิ่งแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ จึงทำให้มีคำจำกัดความอยู่มากมายหลายคำ คำต่าง ๆ ที่บ่งบอกถึงฝุ่นละอองในบรรยากาศ อาจมีลักษณะที่แตกต่างกันไป แต่ทั้งหมดนั้นก็แสดงถึงฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งสิ้น จึงได้ทำการรวบรวมนิยามความหมายได้ดังนี้

Samuel (1973) กล่าวว่า ฝุ่นละอองเป็นอนุภาคที่ลอยอยู่ในอากาศซึ่งมีสถานะทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว โดยอนุภาคเหล่านี้มีแหล่งที่มาจากสองแหล่งด้วยกันคือ จากพื้นผิวดิน และผิวน้ำโดยปกติสามารถพบได้ทั้งในชั้นโทรโปสเฟียร์ (Troposphere) และ สตราโทสเฟียร์ (Stratosphere) แต่มีความแตกต่างกันคือ ขนาด ลักษณะทางเคมีในธรรมชาติ และแหล่งที่มา

Louis (1984) กล่าวว่า ในบรรยากาศมีอนุภาคทั้งของแข็งและของเหลวอยู่มากมาย โดยที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ เมฆ ฝน หิมะ และลูกเห็บ สำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ได้แก่ ฝุ่นละอองที่มาจากดิน เกือบจากน้ำทะเล ฝุ่นควันจากการเผาไหม้ ควันจากภูเขาไฟ ซัลเฟตและไนเตรทจากกระบวนการเคมีในบรรยากาศ ซึ่งผลกระทบของอนุภาคต่างๆ ที่แขวนลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศทำให้ปริมาณรังสีที่แผ่มายังโลกลดน้อยลงและเมื่อปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นและมีความหนาแน่นมากขึ้น ความสามารถในการมองเห็นหรือ ค่าทัศนวิสัยมีค่าลดน้อยลง และจากการสำรวจในเมืองใหญ่ พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองค่อนข้างมาก โดยฝุ่นละอองที่อยู่ในอากาศนั้นมีการรวมตัวกันเป็นเมฆ เป็นกลุ่มควันหรือ บางพวกเป็นอนุภาคของฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นนั้นส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ทำให้นับวันความหนาแน่นของฝุ่นละอองในบรรยากาศยิ่งเพิ่มมากขึ้น และจากเหตุนี้ ส่งผลต่อการถ่ายเทพลังงานในชั้นบรรยากาศที่การเพิ่มขึ้นของฝุ่นละอองอาจเป็นตัวการสำคัญที่มีผลกระทบต่อลักษณะภูมิอากาศโลก (Global Climate)

Reist (1984) กล่าวว่า ฝุ่นละออง คือ อนุภาคของสารแขวนลอยทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว อยู่ในสถานะแก๊ส โดยทั่วไปก็คืออยู่ในอากาศ รวมทั้งคำต่างๆ ที่มีความหมายคล้ายกันนี้ได้แก่

- ละออง (Dust) เป็นของแข็งที่เกิดจากกระบวนการต่างๆ ที่ทำให้อนุภาคแตกตัวออกมา ซึ่งอนุภาคนี้มีขนาดเล็กเกิดมาจากวัตถุต้นกำเนิด อนุภาคชนิดนี้จะมีขนาดเล็กจนถึงเล็กมากซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

- ละออง (Fomes) เป็นของแข็งที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยา Physicochemical เช่น กระบวนการเผาไหม้ สารที่สามารถเกิดเป็น Fomes ได้แก่ PbO , Fe_2O_3 หรือ ZnO ขนาดโดยทั่วไปมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน อนุภาคกลุ่มนี้จะจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อนอย่างรวดเร็ว

- เขม่าควัน (Smoke) อนุภาคในก้อนเมฆนั้นเกิดมาจากปฏิกิริยา Oxidation เช่น การเผาไหม้ โดยส่วนมากแล้วนั้น Smoke นั้นจะมาจากพลังงานเชื้อเพลิง ไม้ หรือ สารประกอบคาร์บอน อนุภาคของ Smoke นี้มีขนาดใกล้เคียงกับ Fomes

- หมอก (Mists และ Fog) เป็นฝุ่นละออง ที่เกิดจากการแตกตัวของสารละลาย หรือ การรวมตัวของไอน้ำ โดยอนุภาคเหล่านี้ เมื่อรวมตัวกันแล้วจะมีขนาดใหญ่ถึง 100 ไมครอน หรือมากกว่านั้น ก็จะสามารถกลายเป็นฝนได้

- หมอก (Haze) เป็นอนุภาคที่เกิดจากการรวมตัวกันของไอน้ำที่รวมกัน หรืออยู่รอบรวมตัวกันเข้า อยู่ในชั้นบรรยากาศ

- หมอกผสม (Smog) เกิดจากการรวมตัวกันของ Smoke และ Fog เกิดจากปฏิกิริยา Photochemical ซึ่งมีไอน้ำอยู่ด้วย ขนาดของอนุภาคชนิดนี้ค่อนข้างเล็กคือมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน

1.2 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

Samuel (1973) ได้กล่าวว่า แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง สามารถแบ่งได้เป็น 2 แหล่งหลัก ๆ ด้วยกันคือ แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ และการกำเนิดจากการพัฒนาเปลี่ยนแปลงของทรัพยากร

1.2.1 แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ (Natural Sources)

แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติมี 6 ประเภทดังนี้

1) ฝุ่นและทราย ที่เจือปนอยู่ในบรรยากาศล้วนถูกนำมาโดยลมพายุหรือการนำพาโดยความร้อน สำหรับฝุ่นนั้นแหล่งกำเนิดที่สำคัญก็คือ ทะเลทราย

- 2) ไฟป่า เป็นตัวการที่สำคัญที่ทำให้มีเถ้าฝุ่น (Ash) เป็นจำนวนมากขึ้นสู่อากาศ โดยเป็นฝุ่นชนิดละเอียด
- 3) ภูเขาไฟ ผลจากการระเบิดของภูเขาไฟส่งผลให้เกิดฝุ่นละอองขึ้นสู่บรรยากาศเป็นจำนวนมาก ซึ่งฝุ่นเหล่านี้ถูกนำพาไปได้จนถึงบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นจะคงอยู่นานถึง 2 หรือ 3 ปี
- 4) ทะเล ฝุ่นละอองที่มาจาก ทะเลก็คือ สารพวกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และซัลเฟต ซึ่งมาจากการระเหยน้ำจากผิวน้ำทะเลและถูกพาลอยขึ้นไปยังบรรยากาศซึ่ง พบว่าบริเวณที่มีการระเหยมากจะเป็นบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ
- 5) ละอองเกสรดอกไม้ และสปอร์ ผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองประเภทนี้ มักมีผลต่อมนุษย์โดยตรงมากกว่าผลที่เกิดกับพลังงาน ซึ่งผลกระทบที่ได้รับเกี่ยวกับโรคมุมิแพ้ต่าง ๆ ฝุ่นละอองประเภทนี้โดยเฉลี่ยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคน้อยกว่า 0.2 ไมครอน

Charlson *et al.* (1992) ได้กล่าวว่า เกลือทะเล (Sea Salt) และฝุ่น (Soid Dust) ที่ได้รับอิทธิพลจากลมพัดขึ้นสู่อากาศ ผลกระทบจากทั้งสองสิ่งนี้ไม่มีความสำคัญมากนักต่อสมดุลพลังงาน เนื่องจากฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเป็นฝุ่นละอองขนาดใหญ่ซึ่งจะถูกเคลื่อนย้ายไปเพียงระยะทางสั้น ๆ ส่วนฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Submicrometer Aerosol) นั้นมีผลต่อการกระเจิงของแสง (Light Scattering) ที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศโดยปฏิกิริยาทางเคมีของ ซัลเฟอร์-ไนโตรเจน (Sulfer-Nitrogen), ก๊าซคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ (Carbon-Containing Gases) และ ซัลเฟอร์ที่ (Predominantly Sulfer) โดยเฉพาะอนุภาคที่มีส่วนประกอบของคาร์บอนและผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงจะดูดกลืนแสง ในการเกิดกระทบกระจายของแสงสามารถเกิดได้ในทุกพื้นที่ แต่การดูดกลืนนั้นมักจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณละติจูดสูง โดยเฉพาะบริเวณละติจูดสูงซึ่งปกคลุมด้วยหิมะและน้ำแข็ง ส่วนในบางพื้นที่จะมีเกิดขึ้นในบางครั้งคราวซึ่งเกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟ ไฟป่า หรือฝุ่นที่ถูกพัดมาจากทะเลทราย

1.2.2 กำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic Sources)

กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ล้วนพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นในอากาศ โดยเฉพาะที่สำคัญก็คือ NO, SO₂, NH₃ โดยปกติแล้วฝุ่นละอองอยู่ในชั้นโทรโพสเฟียร์เป็นเวลาประมาณ 3-5 วัน เมื่อมีปริมาณน้อย แต่ถ้ามีปริมาณมากก็จะใช้เวลานานเพิ่มขึ้น ส่วนที่มีการสะสมอยู่ในชั้นสตราโทสเฟียร์นั้น ใช้เวลานานซึ่งนานถึง 2 หรือ 3 ปี ทั้งนี้เนื่องจากในชั้นโทรโพส

เฟียร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และในชั้นนี้ยังมีระบบที่ควบคุมโดยธรรมชาติช่วยดูแลอยู่ด้วย แต่เมื่อเกิดฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ระบบของธรรมชาตินั้นก็ไม่สามารถที่จะควบคุมได้ ดังที่ปรากฏให้เห็นในพื้นที่บริเวณที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรมที่พบว่าปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นนี้มีผลต่อไปยังสมดุลพลังงานซึ่งเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน

1.3 ขนาดและรูปร่างของฝุ่นละออง

Reist (1984) ได้กล่าวว่า การวัดขนาดของฝุ่นละออง โดยปกติจะใช้ค่ารัศมีหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค สำหรับขนาดนั้นมีความสำคัญในการพิจารณาเพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดจากอนุภาคนั้น ๆ ฝุ่นละอองมีขนาดที่แตกต่างกัน ขึ้นกับแหล่งกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์ ในระหว่างที่ฟุ้งกระจายในบรรยากาศ ปัจจุบันมีการแบ่งขนาดของฝุ่นละอองเป็นแบบหยาบ (Coarse Particle) และชนิดละเอียด (Fine Particle) โดยขีดแบ่งฝุ่นละออง 2 ชนิด คือ ประมาณ 0.5 ไมครอน สำหรับผลกระทบจากฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากอนุภาคที่มีขนาด 5-10 ไมครอน นั้นมีผลกระทบต่อระบบหายใจ ส่วนอนุภาคอื่นๆ ที่อยู่ในช่วง 0.01-100 ไมครอน มีความสำคัญเกี่ยวกับผลกระทบที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศ หรือผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสมดุลของพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ สำหรับรูปร่างของฝุ่นละออง สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่มด้วยกัน

- 1) อนุภาคมีลักษณะเป็น 3 มิติ (Isometric Particles) มี 3 มิติด้วยกันคือ มีผิวหยาบ ขรุขระ ทรงกลม และเป็นเส้นยาว
- 2) อนุภาคมีลักษณะเป็นแผ่น (Platelets) มี 2 มิติเกี่ยวกับความยาวของอนุภาค และขนาดมี 3 มิติ คือ อนุภาคที่แตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย แบบเป็นแผ่นบาง และ แบบสะเก็ด
- 3) อนุภาคมีลักษณะเป็นเส้น (Fibers) เป็นอนุภาคที่มีขนาดยาวมาก มี 1 มิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ 2 ประเภทแรกจะพบว่า Fibers นี้เป็นตัวการสำคัญที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์

1.4 โครงสร้างของฝุ่นละออง

Reist (1984) ได้กล่าวว่า อนุภาคของฝุ่นละออง ที่เกิดขึ้นจากตัวมันเองหรือที่เกิดจากสายใย (Chains) ของวัตถุต้นกำเนิดนั้นเรียกว่า Agglomerates หรือ Floccs เป็นอนุภาคขนาดเล็ก โดยทั่วไปจะมีความหนาแน่นของ Smokes และ Metal Fumes เป็นปริมาณมาก ส่วนอนุภาคกลุ่มที่

เกิดจากการรวมตัวของก๊าซในชั้นบรรยากาศ ความหนาแน่นของอนุภาคนั้น ๆ แตกต่างกันตามแต่ละแหล่งที่มาและวัตถุดิบกำเนิด

1.5 ระยะเวลาการคงอยู่ของฝุ่นละอองในอากาศ

Samuel (1973) ได้กล่าวว่า การคงอยู่ของฝุ่นละอองในอากาศนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละอองแต่ละประเภท ลักษณะทางเคมี และความสูงที่ฝุ่นละอองแขวนลอยอยู่ อนุภาคของฝุ่นละอองสามารถคงอยู่ได้นานเป็นนาที่หรือเป็นปี โดยฝุ่นละอองที่มีขนาดระหว่าง 0.1-1.0 ไมครอน จะสามารถอยู่ในบรรยากาศได้นานกว่าฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า เนื่องจากฝุ่นละอองนั้นมีช่วงชีวิตสั้น และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ๆ เมื่ออยู่บนผิวโลก อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทั้งความหนาแน่น และความสามารถในการเปลี่ยนแปลงของการแผ่รังสีที่ทำให้ปริมาณรังสีนั้นเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความสูงเป็นตัวการสำคัญอีกด้วย

1.6 การกระจายของฝุ่นละอองตามความสูงจากพื้นผิวโลก

การกระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศตามความสูงมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างในแนวตั้งของบรรยากาศ ชั้นบรรยากาศที่อยู่ใกล้พื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงเป็นวัฏจักรตามเวลาในรอบวัน อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ชั้นดังกล่าวนี้เรียกว่า ชั้นขอบเขตศึกษาใกล้ผิวดิน (Boundary Layer) ซึ่งสูงจากพื้นผิวโลก 2 กิโลเมตร โดยอุณหภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงตามความสูง การเปลี่ยนแปลงตามความสูงของอุณหภูมิอากาศมีค่าคงที่หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้น จากลักษณะการเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้สามารถแบ่งชั้นของฝุ่นละอองได้เป็น ฝุ่นละอองในชั้นใกล้ผิวดินและในชั้นโทรโปสเฟียร์ โดยฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศใกล้ผิวดินจะอยู่ที่ระดับความสูง 0 – 2 กิโลเมตร จากนั้นเป็นฝุ่นในชั้นโทรโปสเฟียร์จะอยู่ที่ระดับความสูง 2 – 11 กิโลเมตร

1.7 ผลกระทบของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศนั้นไม่ว่าจะมีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ หรือจากกิจกรรมของมนุษย์ล้วนแล้วแต่มีผลกระทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ผลกระทบต่อการเติบโตของพืช ผลกระทบต่อบรรยากาศ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.7.1 ผลกระทบของฝุ่นละอองในบรรยากาศต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ฝุ่นละอองมีผลต่อร่างกายมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่น ปริมาณที่ได้รับ ระยะเวลาที่สัมผัส ความแข็งแรงของสุขภาพหรือภูมิคุ้มกันด้านทานของผู้ที่สูดเข้าไป โดยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ในอากาศมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและสุขภาพ ซึ่งเมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะเกาะตัว หรือตกตัวได้ในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น ๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และมีโอกาสเกิดโรกระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งอัตราการเข้ารับรักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรกระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือดจะสูงขึ้นเมื่อมีฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในปริมาณมาก นอกจากนี้ ผู้ใหญ่ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีฝุ่นละอองมากมีโอกาสป่วยเป็นโรคในระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันสูงเป็น 2 เท่าของคนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองน้อยส่วนระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนเมตรในกรุงเทพมหานคร มีผลทำให้คนในกรุงเทพมหานครเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากการสัมผัสระยะสั้นกับฝุ่นละอองในอากาศภายนอกอาคารถึง 400-500 รายในแต่ละปี (ปาจริย์ และคณะ, 2548) และจากการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนเขตกรุงเทพมหานครของกรมควบคุมมลพิษ(2544) พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในกรุงเทพมหานครปัจจุบัน อาจทำให้คนในกรุงเทพมหานครเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากการสัมผัสระยะสั้นกับฝุ่นละอองในอากาศภายนอกอาคารถึง 400-500 รายในแต่ละปีอย่างไรก็ตามในธรรมชาติมีกระบวนการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองลง เช่นกระบวนการตกสะสม หรือกระบวนการจมของมลสาร ซึ่งช่วยให้มลสารในอากาศลดลง และช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย

1.7.2 ผลกระทบของฝุ่นละอองในบรรยากาศต่อการเติบโตของพืช

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าฝุ่นละอองมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตทางความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักแห้งของกล้าไม้ค่อนข้างน้อย แต่พบว่ามีผลกระทบต่อน้ำหนักแห้งของรากกล้าไม้ของหูกวาง อินทรีชิต และชัยพฤกษ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (พูลศิริ, 2525) และมีการศึกษาเกี่ยวกับฝุ่นละอองในอากาศที่ส่งผลกระทบต่อพืชหลายชนิดในต่างประเทศซึ่ง Beckett *et al.* (1997) ได้รวบรวมถึงผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีต่อพืช พบว่าฝุ่นที่มาเกาะบริเวณผิวใบพืชนั้น

จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการต่างๆ การปรับตัวของพืช รวมถึงการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อกระบวนการใดของพืชได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมนั้นก็ย่อมจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการอื่นๆ ภายใน อาจเป็นสาเหตุให้พืชมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าพืชไม่สามารถปรับตัวได้นั้นก็จะส่งผลให้พืชตายลงไปในที่สุด

1.7.3 ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อบรรยากาศ

ผลกระทบทางฟิสิกส์ที่สำคัญของฝุ่นละอองคือ การลดความสามารถในการมองเห็น (Visibility) ฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว สามารถดูดซับ (Absorption) และหักเห (Scattering) แสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีและฝุ่นละอองนั้น ๆ ทัศนวิสัยในการมองเห็นขึ้นอยู่กับความสามารถในการส่องสว่างในชั้นบรรยากาศความสามารถในการมองเห็นของดวงตาแต่ละบุคคล และลักษณะของสิ่งที่รับแสงนั้น การดูดซับและหักเหแสงของฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นตัวกลางระหว่างดวงตากับสิ่งที่รับแสงนั้น ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความชัดเจนของสิ่งที่รับแสงนั้นๆ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$I = I_0 \exp[-(b+k) x]$$

เมื่อ I เป็นความเข้มของแสงที่ผู้สังเกตมองเห็น, I_0 เป็นความเข้มของแสงจากจุดกำเนิด, b เป็นค่าคุณลักษณะการหักเหของแสงโดยฝุ่นละอองในบรรยากาศ, k เป็นค่าคุณลักษณะการดูดซับของแสงโดยฝุ่นละอองในบรรยากาศ และ x เป็นระยะทางระหว่างจุดกำเนิดแสงกับสิ่งที่รับแสง ซึ่งค่าคุณลักษณะการหักเหของแสง (b) ขึ้นอยู่กับจำนวนและขนาดของฝุ่นละออง ความยาวของคลื่นแสง และค่าดัชนีการหักเหของชนิดของฝุ่นละอองนั้น ๆ สำหรับค่าคุณลักษณะการดูดซับแสง (k) ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศทั้งหมด และค่าเฉลี่ยของดัชนีการหักเหของฝุ่นละออง

1.8 ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI)

ค่าดัชนีอากาศคุณภาพอากาศนั้นเป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อการเข้าใจของบุคคลทั่วไป เพื่อสามารถเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้ทราบถึงสถานการณ์มลพิษ

ทางอากาศได้อย่างทั่วถึงว่าในแต่ละพื้นที่ขณะนั้นมีคุณภาพอากาศอยู่ในระดับใด เป็นอันตรายต่อ หรือมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ ซึ่งดัชนีคุณภาพอากาศที่ใช้อยู่ในประเทศไทยนั้น แบ่งเป็น 5 ระดับ (ตารางที่ 1) โดยดัชนีคุณภาพอากาศที่ 100 จะมีค่าเทียบเท่ากับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ดัชนีถ้ามีค่าสูงกว่านี้ถือว่าค่าเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินค่ามาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553 ก)

ตารางที่ 1 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	แนวทางการป้องกัน
0-50	คุณภาพดี	ฟ้า	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
51-100	คุณภาพปานกลาง	เขียว	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
101-200	มีผลต่อสุขภาพ	เหลือง	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมภายนอกอาคารเป็นเวลานาน
201-300	มีผลต่อสุขภาพมาก	ส้ม	ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการกิจกรรมนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังกายภายนอกอาคาร
มากกว่า 300	อันตราย	แดง	บุคคลทั่วไป ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายภายนอกอาคาร สำหรับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจควรอยู่ในอาคาร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ 2553 ก

โดยสามารถคำนวณแต่ละระดับค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศเทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่ระดับต่าง ๆ ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

AQI	PM10	O ₃	SO ₂	NO ₂	CO				
	(24 ชม.)	(24 ชม.)	(24 ชม.)	(24 ชม.)	(24 ชม.)				
	มกก./ ลบม	มกก./ ลบม	ppb	มกก./ ลบม	ppb	มกก./ ลบม	ppb		
50	40.00	100.00	51.00	65.00	25.00	160.00	85.00	5.13	4.48
100	120.00	200.00	100.00	300.00	120.00	320.00	170.00	10.26	9.00
200	350.00	400.00	203.00	800.00	305.00	1130.00	600.00	17.00	14.84
300	420.00	800.00	405.00	1600.00	610.00	2260.00	1202.00	34.00	29.69
400	500.00	1000.00	509.00	2100.00	802.00	3000.00	1594.00	46.00	40.17
500	600.00	1200.00	611.00	2620.00	1000.00	3750.00	1993.00	57.50	50.21

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ 2553 ก

2. ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย

2.1 นิยามและความหมาย

Miller (1961) ได้กล่าวว่า ภูมิอากาศ คือ ค่าเฉลี่ยของลักษณะอากาศที่ทำกรตรวจวัดมาในช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยข้อมูลที่น่ามาบอกลักษณะภูมิอากาศหรือองค์ประกอบภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน รังสีดวงอาทิตย์ ความชื้น การระเหย ลม ช่วงความยาวนานของแสง ความกดอากาศ เป็นต้น สำหรับการคาดการณ์สภาพอากาศล่วงหน้าจำเป็นต้องใช้ข้อมูลองค์ประกอบภูมิอากาศที่ถูกต้องและมีการบันทึกไว้นาน 35 ปี เป็นอย่างน้อย

ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นแบบร้อนชื้น มีลมมรสุมพัดผ่าน พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศมีฝนตกถึงสี่ในห้า เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ภูมิอากาศของประเทศไทยมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 74.4 (ระหว่างร้อยละ 66.0-82.8) อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.6 องศาเซลเซียส (ระหว่าง 23.7-32.5 C°)

2.2 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยนั้นแตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะที่ตั้งและตำแหน่งที่แตกต่างกัน รวมทั้งยังมีสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2549) ดังนั้นจึงส่งผลให้แต่ละภูมิภาคมีลักษณะภูมิอากาศที่แตกต่างกันดังนี้

2.2.1 ภาคเหนือ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่มีแหล่งกำเนิดจากสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่พัดเข้าสู่ประเทศไทยในช่วงเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ มีผลทำให้พื้นที่ของภาคกลางและภาคเหนือมีอุณหภูมิลดลง อุณหภูมิต่ำสุดของภาคเหนืออยู่ระหว่างเดือนธันวาคมถึงมกราคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ $21.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มอ่อนตัวลง ช่วงเปลี่ยนฤดูก็มาถึง ก่อนที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พัดเอาความชุ่มชื้นมานั้น อากาศช่วงนี้ร้อนอบอ้าวมาก โดยเฉพาะช่วงเดือนเมษายนเป็นช่วงที่ร้อนที่สุด จากนั้นเมื่อลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศทำให้เกิดฝนตกหนักตามบริเวณภูเขา ไปจนถึงช่วงกลางเดือนตุลาคม ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายนมีฝนตกหนักที่สุด และมีความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนจากทะเลจีนใต้เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยตอนบนมากที่สุดในช่วง เดือนกันยายนให้ฝนตกชุก และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมตามบริเวณที่ราบลุ่มสองฝั่งของลำน้ำสายต่าง ๆ

2.2.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเทือกเขาสูงทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตก จึงทำให้เกิดการปิดกั้นกระแสอากาศที่มีไอน้ำและความชื้นจากทะเล ทำให้ภูมิภาคนี้มีปริมาณฝนตกน้อยและไม่สม่ำเสมอ โดยฝนตกน้อยทางด้านทิศตะวันตกของภาค และค่อย ๆ ตกมากขึ้นในด้านทิศตะวันออกของภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่จังหวัดหนองคาย สกลนครและนครพนม ในฤดูหนาวอากาศหนาวจัด เพราะได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออย่างเต็มที่ ส่วนในฤดูร้อนอากาศจะร้อนจัดเช่นเดียวกัน เนื่องจากพื้นดินแห้งและอยู่ห่างไกลจากทะเล อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ระหว่าง $26-27\text{ }^{\circ}\text{C}$

2.2.3 ภาคกลาง ภาคกลางอยู่ในเขตร้อน เพราะได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาว ทำให้เกิดอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง อุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง $26-33.7\text{ }^{\circ}\text{C}$

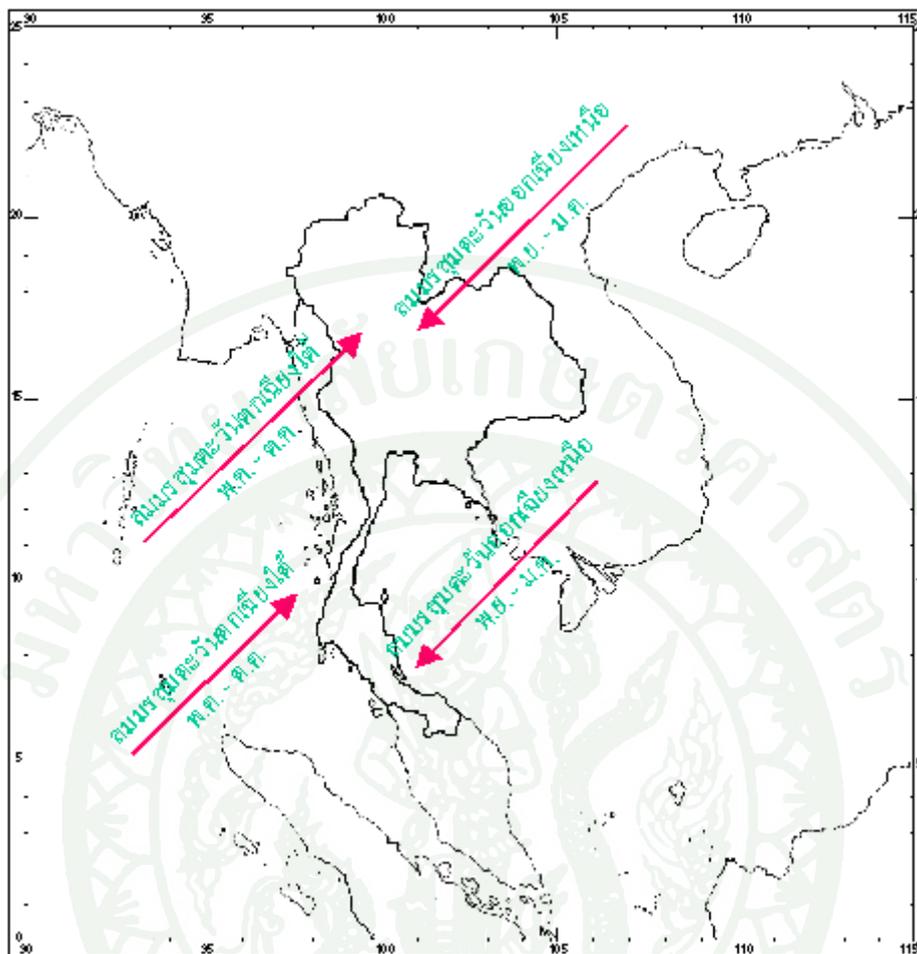
2.2.4 ภาคใต้ มีฝนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป จะมีฝนตกชุกมาก ฤดูฝนของภาคใต้นี้มี 2 ระยะ คือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน มีฝนตกมากทางฝั่งตะวันตกของภาค และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ มีฝนตกมากทางฝั่งตะวันออกของภาค

2.3 ลมมรสุมกับภูมิอากาศ

ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมสองชนิดคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพที่ 1)

2.3.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึง กลางเดือนตุลาคม โดยมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ และเปลี่ยนเป็น ลมตะวันตกเฉียงใต้เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตร มรสุมนี้จะนำมวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดีย มาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนตกชุกทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณชายฝั่งทะเล และเทือกเขาด้านรับลมจะมีฝนมากกว่าบริเวณอื่น

2.3.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หลังจากหมดอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แล้วประมาณกลางเดือนตุลาคมมีมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน จึงพัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากแหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทย ทำให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้มีฝนชุกโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เนื่องจากมรสุมนี้นำความชื้นขึ้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม



ภาพที่ 1 ทิศทางลมมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2549)

3. ปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา

3.1 รังสีดวงอาทิตย์

3.1.1 นิยามและความหมายดวงอาทิตย์

ชัยวิทย์ (2525) กล่าวว่า ดวงอาทิตย์เป็นวัตถุทรงกลมก๊าซที่ร้อนจัด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.39×10^6 กิโลเมตร และอยู่ห่างจากโลกเฉลี่ย 1.5×10^8 กิโลเมตร ที่ผิวดวงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิประสิทธิภาพผล 5762 องศาเคลวิน (K) อุณหภูมิที่ใจกลางมีค่าประมาณ 8×10^7 ถึง 40×10^6 องศาเคลวิน และความหนาแน่น 80 ถึง 100 เท่าของความหนาแน่นของน้ำ ดวงอาทิตย์จะ

ปลดปล่อยพลังงานในอัตรา 3.85×10^{23} กิโลวัตต์ (KW) และจากปริมาณดังกล่าวส่วนที่ตกกระทบโลกมีอัตรา 1.79×10^{14} ไมโครโมล (μmole)

ดวงอาทิตย์เป็นดาวสีเหลืองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.4 ล้านกิโลเมตร และมีระยะทางเฉลี่ยห่างจากโลกประมาณ 149.5 ล้านกิโลเมตรและผลจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ที่เกิดขึ้นทำให้ดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิ 6,000 องศาเซลวิน และเป็นแหล่งพลังงานปริมาณมหาศาล ดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิประมาณ 6,000 องศาเซลวิน (Ivanovich and David, 1974) มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับวัตถุดำ (Black Body) ซึ่งสามารถแผ่รังสีได้ทุกช่วงความยาวคลื่นออกไปได้ทุกทิศทางในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) ซึ่งรังสีจากดวงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นที่มีพลังงานสูงสุด มีความยาวคลื่นเท่ากับ 0.48 ไมครอน ในขณะที่โลกมีอุณหภูมิประมาณ 300 องศาเซลวิน รังสีจากโลกในช่วงความยาวคลื่นที่มีพลังงานสูงสุด มีความยาวคลื่นเท่ากับ 9.8 ไมครอน ซึ่งเป็นคลื่นที่ไม่สามารถมองเห็นได้ (Louis, 1984) ซึ่งรังสีดวงอาทิตย์ที่โลกได้รับ นั้นส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงความร้อนที่เกิดขึ้นบนโลก และจากการที่โลกมีการเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี ทำให้ความเข้มของพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ได้รับในบริเวณชั้นบนสุดของชั้นบรรยากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะทางระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ใน 1 รอบปี (Ivanovich and David, 1974)

3.1.2 รังสีดวงอาทิตย์

มาลี (2525) กล่าวว่า ดวงอาทิตย์ให้พลังงานในรูปของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า พลังงานที่เกิดขึ้นในดวงอาทิตย์เนื่องจากปฏิกิริยา Thermonuclear Fusion ของ ไฮโดรเจน 4 อะตอม มาเป็นฮีเลียม 1 อะตอม มวลที่หายไปในปฏิกิริยานี้กลายเป็นพลังงาน ตามสูตรของไอสไตน์ คือ $E = mc^2$ ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นแล้ว 4.5 พันล้านปี และคาดว่ายังมีไฮโดรเจนเพียงพอจะเกิดปฏิกิริยานี้อีกประมาณ 4.5 พันล้านปี

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาถึงบรรยากาศของโลกเรานั้นอยู่ในรูปของพลังงานรังสี (Radiant Energy) ประกอบด้วยโฟตอนของรังสีชนิดต่าง ๆ เช่น โฟตอนของแสง โฟตอนของรังสีอัลตราไวโอเล็ต โฟตอนของรังสีอินฟราเรด เป็นต้น ขนาดของแต่ละโฟตอนขึ้นอยู่กับค่าความถี่ของรังสีนั้น ๆ รังสีที่มีความถี่มากจะมีพลังงาน 1 โฟตอนมากกว่ารังสีที่มีความถี่น้อยกว่า พิจารณาจากความถี่พลังงานโฟตอน และความยาวช่วงคลื่นของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ

ศุภรัตน์ (2523) อ้างโดยชัยวิทย์ (2535) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า ก๊าซไฮโดรเจนจะเกิดปฏิกิริยาทางนิวเคลียร์ โดยปฏิกิริยาการรวมตัวของนิวเคลียสของธาตุเบา ๆ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ฟิวชัน (Fusion Reaction) ซึ่งเมื่อเกิดปฏิกิริยานี้แล้วจะมีพลังงานเกิดขึ้นอย่างมากมาออกมา เพราะได้มวลบางส่วนหายไปจากปฏิกิริยานี้ ซึ่งอธิบายได้โดย ไอส์ไตน์ โดยอาศัยสูตรที่รู้จักกันดีคือ $E = mc^2$ พลังงานดังกล่าวเกิดขึ้นวันแล้ววันเล่า เชื่อว่าเกิดมากกว่า 4.5 ล้านปีมาแล้ว และยังคงปลดปล่อยพลังงานอยู่ต่อไปนานเท่าอนันต์ จากการศึกษาพบว่าพลังงานที่ดวงอาทิตย์ปล่อยออกมานั้นคือพลังงานในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation) หรือเรียกกันว่า รังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation)

3.1.3 พลังงานแสงอาทิตย์ที่แผ่รังสีมายังโลก

Monteith (1973) อธิบายถึง การกระจายความยาวช่วงคลื่นหรือสเปกตรัมของพลังงานจากดวงอาทิตย์ว่าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย อัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) ประมาณร้อยละ 2-5 มีช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 0.3-0.4 ไมครอน แสงสว่าง (Visible Spectrum) ประมาณร้อยละ 44-47 มีช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 0.4-0.7 ไมครอน และอินฟราเรด (Infrared) ประมาณร้อยละ 44-47 อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 0.9-3 ไมครอน ช่วงคลื่นอินฟราเรดเป็นช่วงคลื่นที่ถูกดูดกลืนมากกว่าการกระเจิง ซึ่งถูกดูดกลืนที่ชั้นบรรยากาศ และที่สำคัญก็คือ ไอน้ำซึ่งมีความสามารถในการดูดกลืนในช่วงคลื่น 0.9-3 ไมครอน ดังนั้นไอน้ำที่มีในบรรยากาศมากทำให้เป็นการเพิ่มปริมาณปริมาณรังสีในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น

Louis (1984) กล่าวถึง การได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์เมื่อโลกอยู่ในตำแหน่ง ในวันที่ต่างกันและตำแหน่งที่ต่างกันทำให้พื้นผิวโลกได้รับจากพลังงานจากดวงอาทิตย์ในปริมาณที่แตกต่างกัน สำหรับตำแหน่งของโลกที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด (Perihelion) คือ 147.3×10^6 กิโลเมตร ซึ่งตรงกับวันที่ 3 มกราคม และตำแหน่งที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด (Aphelion) คือ 152.1×10^6 กิโลเมตร ตรงกับวันที่ 3 กรกฎาคม และบริเวณที่ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากที่สุดก็คือ บริเวณเส้นศูนย์สูตรของโลก (Earth's Equator) โดยในรอบ 1 ปี ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนไปอยู่ตรงตำแหน่งของเส้นศูนย์สูตร ตรงกับวันที่ 21 มีนาคม และจากนั้นในช่วงเวลา 6 เดือน ดวงอาทิตย์ก็จะเคลื่อนตัวขึ้นไปทางซีกโลกเหนือเหนือเส้นศูนย์สูตรขึ้นไปและเคลื่อนลงมาที่ตำแหน่งเดิมอีกทีในวันที่ 22 กันยายน ส่วนในวันที่ 22 มิถุนายนดวงอาทิตย์จะเคลื่อนไปอยู่ตรงตำแหน่งของเส้นศูนย์สูตร จากนั้นในช่วงเวลา 6 เดือน ดวงอาทิตย์ก็จะเคลื่อนตัวลงไปที่ทางซีกโลกใต้

ได้เส้นศูนย์สูตรลงไปและเคลื่อนขึ้นมาที่ตำแหน่งเดิมอีกครั้งและ 22 ธันวาคม ซึ่งตำแหน่งในทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นตำแหน่งที่พลังงานจากดวงอาทิตย์ตกกระทบตั้งฉากกับผิวโลกที่เส้นศูนย์สูตร พลังงานบริเวณเส้นศูนย์สูตรจึงสูงกว่าบริเวณอื่น

3.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์

การที่พื้นผิวโลกได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันนั้น มีปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน สามารถรวบรวมและแบ่งได้ทั้งหมด 8 ปัจจัยสำคัญ ๆ ด้วยกัน โดย Barry and Chorley (1978); Moteith (1973); Danielson *et al.* (2003) อธิบายได้ดังนี้

1) ค่าคงที่รังสีดวงอาทิตย์ สาเหตุหลัก 2 ประการที่ทำให้ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเหนือบรรยากาศโลก (Extraterrestrial Radiation) มีค่าไม่คงที่ คือ 1) การแปรเปลี่ยนของปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากดวงอาทิตย์ และ 2) การแปรเปลี่ยนของระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่แผ่ออกจากดวงอาทิตย์มีค่าน้อยมากจึงกำหนดให้เป็นค่าคงที่ ดังนั้นระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์จึงเป็นสาเหตุเดียวที่ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเหนือบรรยากาศโลกในแต่ละวันมีค่าไม่เท่ากันระยะทางระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์มีค่าแตกต่างกันออกไปในการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นวงรี โดยแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยประมาณ 1.7 % ระยะห่างเฉลี่ยประมาณ 1.495×10^8 กิโลเมตร มุมรองรับดวงอาทิตย์เมื่อมองจากโลกเท่ากับ 32 ลิปดา ค่าพลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งหน่วยเวลาที่ตกกระทบตั้งฉากบนพื้นที่หนึ่งหน่วยนอกบรรยากาศโลก ที่ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ เรียกว่าค่าคงที่แสงอาทิตย์ มีค่าประมาณ $1,353 \text{ W/m}^2$ หรือ $4.871 \text{ MJ/m}^2/\text{hr}$

Monteith (1973) ได้กล่าวว่า ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาคำนวณค่าคงที่รังสีดวงอาทิตย์ โดยพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง $1,360\text{-}1,400 \text{ W/m}^2$ หรือ $1.94\text{-}2.00 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$ และจากการสำรวจครั้งล่าสุดจากบอลูน เครื่องบิน และจากจรวดที่บินเหนือบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ ให้ผลการศึกษายืนยันค่าคงที่รังสีดวงอาทิตย์ ว่ามีค่าเท่ากับ $1,360 \text{ W/m}^2$

2) มุมที่รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบ เมื่อรังสีของดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศของโลก มุมเอียงของแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านบรรยากาศ มีส่วนทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในลักษณะที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่างคือ (1) ความยาวของรังสีที่เคลื่อนที่ผ่าน

บรรยากาศ คือ รังสีในแนวเฉียงมีระยะทางในการเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศยาวกว่ารังสีในแนวตั้งฉาก และ (2) คุณสมบัติของบรรยากาศ เช่น ปริมาณไอน้ำและฝุ่นละออง

รังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องตั้งฉากกับพื้นโลกมีปริมาณความเข้มของพลังงานสูงสุด เนื่องจากมีความหนาของอากาศที่แสงส่องผ่านน้อยที่สุด และที่ระดับสูงจากพื้นดินได้รับพลังงานสูงกว่าพื้นดินหรือระดับน้ำทะเล ซึ่งเมื่อมุมเอียงของรังสีดวงอาทิตย์มากขึ้น การดูดกลืนและกระเจิงรังสีโดยไอน้ำ โอโซน และออกซิเจนก็มากขึ้นตามไปด้วย

3) การกระเจิง (Scattering) และการดูดกลืน (Absorption) โดยไอน้ำและโมเลกุลอากาศเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ อธิบายได้ดังนี้

(1) การกระเจิง แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ โมเลกุล และฝุ่นละออง เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ส่องผ่านบรรยากาศลงมายังพื้นโลก ในบรรยากาศที่มีวัตถุเล็กๆ หรือโมเลกุลของสารต่างๆ คือ พลังงานรังสีดวงอาทิตย์เกิดการกระเจิงถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางของโมเลกุลนั้นมีขนาดสั้นกว่าความยาวคลื่นของพลังงานรังสีดวงอาทิตย์คลื่นสั้นจะถูกกระเจิงได้มากกว่าคลื่นยาว ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า เรย์เลห์ (Rayleigh Scattering) และถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางของโมเลกุลที่มีความยาวกว่าความยาวคลื่นของรังสีดวงอาทิตย์ รังสีทุกขนาดความยาวคลื่นจะถูกกระเจิงได้ดีเท่า ๆ กัน ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ไม (Mie Scattering) การกระเจิงของรังสีดวงอาทิตย์มีผลต่อการเพิ่มการสะท้อนกลับรังสีคลื่นสั้นของดวงอาทิตย์ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิบนผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น

(2) การดูดกลืน การดูดกลืนรังสีเกิดกับบางช่วงคลื่นเท่านั้น ซึ่งต่างจากการกระเจิงที่เกิดกับทุกความยาวคลื่น ทั้งนี้เพราะพลังงานของแสงต้องสมนัยกับพลังงานในการเปลี่ยนสถานะของอิเล็กตรอน การหมุนและการกวัดแกว่งของโมเลกุลจึงจะเกิดการดูดกลืนแสงด้วยโมเลกุลได้ การดูดกลืนรังสีในบรรยากาศของโลกส่วนใหญ่ถูกดูดกลืนโดยโอโซนสำหรับรังสีในช่วงคลื่นอุลตราไวโอเล็ต และโดยไอน้ำในช่วงคลื่นอินฟราเรด รังสีที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่า 0.29 ไมครอน จะถูกดูดกลืนเกือบทั้งหมดโดยโอโซน นอกจากนี้รังสีที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 2.5 ไมครอน ถูกดูดกลืนไว้มากโดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ ดังนั้นในการใช้ค่ารังสีจึงพิจารณาในช่วงคลื่นประมาณ 0.29 ถึง 2.5 ไมครอน ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากการกระเจิงและการดูดกลืนในชั้นบรรยากาศมาถึงผิวโลกมากกว่าช่วงคลื่นอื่น การดูดกลืนนั้นมีผลทำให้ลดการพา

ความร้อนจากโลกสู่บรรยากาศลดน้อยลง และอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งเป็นการเพิ่มพลังงานความร้อนที่โลกได้รับ ฉะนั้นการดูดกลืนที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลให้อุณหภูมิบนพื้นผิวโลกเพิ่มมากขึ้น

4) ปริมาณ ความหนา ชนิดของเมฆ เมฆเป็นตัวกลางที่บดบังรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้รังสีดวงอาทิตย์ในส่วนของที่ส่งตรงลงมายังพื้นดินนั้นลดลงหรือหายไป โดยเมฆชนิดต่างๆ มีผลต่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน คือ เมฆแต่ละชนิดอยู่ที่ความสูงและความหนาของเมฆที่แตกต่างกัน ซึ่งเมฆชนิดที่อยู่ในระดับความสูงมากๆ ส่งผลต่อการบดบังปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ลงมายังพื้นผิวโลกได้น้อยกว่าเมฆชนิดที่อยู่ใกล้พื้นดิน และส่วนความหนาของเมฆ เมฆชนิดที่มีความหนามากก็ยิ่งบดบังปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ลงมายังพื้นผิวโลกมากตามไปด้วย เช่น เมฆเซอร์รัส (Cirrus) เป็นเมฆที่มีลักษณะเป็นปุยหรือเป็นเส้นสีขาวไม่ติดกันเป็นแผ่น อยู่ที่ระดับความสูง 6-12 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระดับที่สูงที่สุด จึงมีผลต่อการลดลงของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวโลกน้อยที่สุด

5) ความขุ่นมัวของบรรยากาศ ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นตัวการสำคัญทำให้อากาศขุ่นมัว ความขุ่นมัวของอากาศมากหรือน้อยนั้นมาจากความหนาแน่น ขนาดและชนิดของฝุ่นละอองในอากาศ โดยฝุ่นละอองจะดูดกลืนและกระเจิงรังสีดวงอาทิตย์ทำให้รังสีดวงอาทิตย์ที่มาถึงพื้นผิวโลกลดลง ซึ่งฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นตัวทำให้เกิดการกระเจิงมากกว่าโมเลกุลของอากาศ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นของฝุ่นละอองในแต่ละตำแหน่ง รวมทั้งความสูงและเวลา

6) อิทธิพลทางภูมิศาสตร์ต่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ เนื่องจากโลกมีลักษณะคล้ายทรงกลมที่มีบริเวณเส้นศูนย์สูตรอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด ประกอบกับการหมุนของโลก รอบแกนที่มุมเอียง 23.5 องศาของโลกทำให้แนวตั้งฉากของลำแสงของดวงอาทิตย์กับผิวโลกอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 23.5 องศาเหนือและใต้ จึงมีผลทำให้บริเวณผิวโลกที่เส้นรุ้งต่ำๆ มีโอกาสได้รับพลังงานมากตลอดปี และจากการที่แต่ละภูมิภาคของประเทศไทยมีตำแหน่งที่ตั้งที่แตกต่างกัน ซึ่งผลของความแตกต่างนี้มีผลต่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ โดยละติจูดหรือพิกัดที่บอกตำแหน่งที่ตั้งใด ๆ บนพื้นผิวโลกนั้นมีผลต่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ เนื่องจากดวงอาทิตย์กับโลกอยู่ห่างกัน รังสีของแสงที่เดินทางมาถึงบรรยากาศชั้นบนขนานกัน เมื่อพื้นผิวของทั้งในและนอกบรรยากาศเป็นรูปทรงกลมรังสีขนานของดวงอาทิตย์ จะทำมุมแตกต่างกันที่ละติจูดแตกต่างกัน ในเวลากลางวัน ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลางศีรษะ พลังงานแสงอาทิตย์จะอยู่ในแนวตั้ง และความเข้มของ

พลังงานแสงอาทิตย์จะมีมากที่สุด ละติจูดที่ดวงอาทิตย์ไม่ได้อยู่ตรงศีรษะในเวลากลางวันจะเป็นแสงเฉียง รังสีดวงอาทิตย์จะแผ่ไปบนพื้นได้น้อยกว่า ดังนั้นที่ระดับพื้นดินจึงได้รับความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ลดน้อยลง

ความยาวของกลางวันและมุมของรังสีดวงอาทิตย์ตามเส้นขนานเดียวกันจะเท่ากัน ดังนั้นสถานที่ทุกแห่งบนเส้นขนานจะได้รับปริมาณพลังงานดวงอาทิตย์เท่ากัน (ยกเว้นสำหรับเมฆที่แตกต่างกัน และการโปร่งแสงของบรรยากาศที่แตกต่างกัน) ด้วยเหตุผลเดียวกันนี้ ละติจูดที่ต่างกันจะได้รับปริมาณพลังงานจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ซึ่งถ้าแกนของโลกไม่เอียง มุมของรังสีดวงอาทิตย์และความยาวของกลางวันและกลางคืนตามเส้นขนาน จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงปี แต่เนื่องจากแกนโลกเอียง ดังนั้นทั้งมุมของรังสีของดวงอาทิตย์และความยาวของกลางวัน จึงผันแปรไปตามที่โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ และโดยทั่วไปแล้วในเขตบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรจะได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากกว่าบริเวณที่ห่างออกไปทางขั้วโลกทั้ง 2

7) อิทธิพลของความสูงและทิศทางของความลาดเท (Effect of Elevation and Aspect) เนื่องจากบนที่สูงความหนาแน่นของอากาศลดลงรวมทั้งไอน้ำในอากาศด้วย จึงมีผลทำให้พลังงานรังสีดวงอาทิตย์สามารถเข้ามาสู่ผิวพื้นได้มากขึ้น โดยในบริเวณเส้นรุ้งตอนกลางเมื่อความสูงของพื้นที่เพิ่มขึ้น 1,000 เมตร พื้นที่นั้นมีโอกาสได้รับพลังงานรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น 5-15 % ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ทั้งนี้เมื่อเทียบกับสถานีซึ่งอยู่ใกล้ระดับน้ำทะเล ด้านของความลาดเทมีผลต่อการได้รับพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ คือ ถ้าทิศทางของความลาดเทไปทางทิศเหนือผิวพื้นบนความลาดเทนั้นจะสูญเสียพลังงานออกไปได้มากกว่า ความลาดเทที่ไปทางทิศใต้ ดังนั้นความสูงของพื้นผิวโลก และทิศทางของความลาดเทมีอิทธิพลต่อการได้รับพลังงานรังสีดวงอาทิตย์

8) อิทธิพลของพื้นดินและพื้นทะเล (Effect of Land and Sea) เนื่องจากพื้นดินและพื้นทะเล มีความสามารถในการดูดกลืนหรือสะท้อนพลังงานที่ตกกระทบผิวโลกได้ไม่เท่ากัน ในส่วนของพื้นดินที่มีสีแตกต่าง ๆ กัน ก็มีความสามารถในการรับหรือสะท้อนพลังงานได้แตกต่างกัน

3.2 อุณหภูมิของอากาศ

3.2.1 นิยามและความหมาย

อุณหภูมิ หมายถึงคุณสมบัติทางกายภาพของระบบ ใช้เพื่อแสดงถึงระดับพลังงานความร้อน เป็นการแทนความรู้สึกทั่วไปของคำว่า "ร้อน" และ "เย็น" โดยสิ่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่ามักถูกกล่าวว่าร้อนกว่าสิ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

เนื่องจากอุณหภูมิที่วัดมาได้ นั้น เวลามาใช้นั้นมักใช้เป็นอุณหภูมิเฉลี่ย จึงมีความจำเป็นต้องทราบถึงความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิดังนี้ (นิวัติ, 2547)

1. อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน (Mean Daily Temperature) หมายถึงค่าที่ได้เฉลี่ยจากค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดประจำวัน
2. อุณหภูมิประจำวันเฉลี่ย (Normal Daily Temperature) เป็นค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของวันใดวันหนึ่งในช่วงคาบเวลา 30 ปี
3. อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (Mean Monthly Temperature) หมายถึงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนใดเดือนหนึ่งในช่วงคาบเวลา 30 ปี
4. อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (Mean Annual Temperature) หมายถึงค่าที่เฉลี่ยที่ได้จากค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนตลอดทั้งปี

อนุภาคของอากาศเป็นตัวการทางฟิสิกส์ที่สำคัญในกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางอากาศ การแผ่รังสีเป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิเหนือพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลง รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์แผ่รังสีมาในช่วงเวลากลางวันและผ่านเข้ามายังชั้นบรรยากาศของโลก ซึ่งถูกดูดซับไว้น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาทั้งหมด สำหรับในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส รังสีคลื่นสั้นที่จะเดินทางมาถึงโลกมีปริมาณมากกว่ารังสีคลื่นยาวที่ถูกส่งออกไป ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิของอากาศที่พื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน ส่วนการแผ่รังสีออกจากโลกนั้นปกติมีการแผ่รังสีทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ซึ่งในคืนที่ท้องฟ้าปลอดโปร่งพื้นผิวดินมีการปล่อยรังสีคลื่นยาวออกไปสู่ชั้นบรรยากาศทำให้อากาศซึ่งสัมผัสกับพื้นดินเย็นลงและส่งผลต่อไปยังอุณหภูมิอากาศให้ลดต่ำลงตามไปด้วย (Wallace and Hobbs, 1977)

นอกจากนี้กระบวนการการระเหยและการควบแน่นก็เป็นกระบวนการที่ทำให้ อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงไป การระเหยน้ำจากแหล่งน้ำหรือความชื้นจากผิวโลกต้องการพลังงานความร้อนในการระเหย ซึ่งถ้าแหล่งพลังงานความร้อนที่มาจากแหล่งน้ำหรือพื้นผิวดิน การระเหยก็ไม่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิของอากาศเนื่องจากความร้อนส่วนมากนั้นถูกเก็บสะสมไว้ในน้ำหรือความชื้นในดิน และเมื่อเปรียบเทียบกับความร้อนที่สะสมในอากาศในกรณีที่อากาศเย็นและเกิดการควบแน่น ส่งผลให้มีพลังงานความร้อนถูกปลดปล่อยออกมา ทำให้อัตราการลดลงของอุณหภูมิช้าลง

3.2.2 ความผันแปรของอุณหภูมิ

Wallace and Hobbs(1977) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายวันเกิดขึ้นจากการรับพลังงานที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์และการแผ่พลังงานจากพื้นผิวของโลกออกสู่อวกาศ โดยโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ในเวลาเช้าจากนั้นปริมาณที่ได้รับก็จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเวลาเที่ยงวัน ซึ่งเป็นเวลาที่พื้นผิวโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากที่สุด จากนั้นปริมาณพลังงานที่ได้รับก็ลดน้อยลง ๆ ตามลำดับจนหมดแสง สำหรับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรายวันสัมพันธ์กันกับปริมาณรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวโลกเมื่อพื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้สามารถแผ่รังสีคลื่นยาวสู่อวกาศได้มากขึ้น อากาศเหนือพื้นผิวโลกได้รับพลังงานดังกล่าวจึงทำให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นอุณหภูมิของอากาศก็จะลดลงเรื่อย ๆ ตามปริมาณพลังงานที่ผิวโลกได้รับจากดวงอาทิตย์

เกษม และคณะ (2524) ได้ศึกษาผลกระทบของการทำลายป่าต่อภาวะอากาศบริเวณสถานีวิจัยสะแกราช ซึ่งได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตั้งแต่ปี พ.ศ.2514-2522 พบว่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด อุณหภูมิอากาศต่ำสุด และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย มีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเพิ่มขึ้น 0.5 0.1 และ 0.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ปริมาณพื้นที่ป่าปกคลุมลดลง ทำให้ปริมาณน้ำในพืชป่าและในดินมีปริมาณลดน้อยลงส่งผลให้น้ำที่ใช้ในกระบวนการคายระเหยน้อยลง และน้ำถูกนำไปใช้ในการเผาอากาศมากขึ้น ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีค่าสูงเพิ่มมากขึ้น

ความผันแปรของอุณหภูมิอากาศใกล้ผิวดิน เมื่อพื้นดินได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์จะร้อนกว่าอากาศที่อยู่เบื้องบน และเมื่อผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนความ

ร้อน โดยการนำความร้อนระหว่างอากาศชั้นล่างกับพื้นดิน อากาศที่อยู่ติดกับพื้นดินมากที่สุดจะเย็นที่สุด สาเหตุของการเกิดอุณหภูมิผกผันตามความสูงในเวลากลางคืนมีสาเหตุด้วยกันดังนี้คือ

- ฤดูหนาวที่มีช่วงกลางคืนยาว ความร้อนที่โลกสูญเสียไปมีมากกว่าความร้อนที่โลกได้รับ

- ในวันที่มีท้องฟ้าแจ่มใส การสูญเสียความร้อน โดยการแผ่รังสีของพื้นดิน เป็นไปอย่างรวดเร็ว

- ในคืนที่ลมสงบ พื้นผิวดินเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว มีการผสมคลุกเคล้าระหว่างอากาศที่พื้นดินและอากาศ ที่อยู่เหนือพื้นดินเล็กน้อยทำให้อากาศที่อยู่เบื้องล่างเย็นกว่าเบื้องบน

3.3 ความชื้นสัมพัทธ์

3.3.1 นิยามและความหมาย

ความชื้น (Humidity) หมายถึง จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ความชื้นของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความดัน และอุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึง “อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ต่อ ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน” หรือ “อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริง ต่อความดันไอน้ำอิ่มตัว” ค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงในรูปของร้อยละ (%) โดยสามารถหาได้จากสมการดังนี้

ความชื้นสัมพัทธ์ = (ปริมาณไอน้ำที่อยู่ในอากาศ / ปริมาณไอน้ำที่ทำให้อากาศอิ่มตัว) x 100% หรือ

ความชื้นสัมพัทธ์ = (ความดันไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ / ความดันไอน้ำของอากาศอิ่มตัว) x 100%

3.3.2 ความผันแปรของความชื้นสัมพัทธ์

ระหว่างเส้นศูนย์ถึงละติจูด 30 องศาเหนือและใต้ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในฤดูร้อนจะสูงกว่าในฤดูหนาว ในเขตละติจูดสูง ๆ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะสูงในฤดูหนาว ในเขตอากาศแบบมรสุมความชื้นสัมพัทธ์จะสูงในระหว่างฤดูฝน ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาในเขต

อบอุ่น ความชื้นสัมพัทธ์จะสูงในฤดูร้อนและจะต่ำในฤดูหนาว โดยเฉพาะความชื้นสัมพัทธ์จะสูงมากที่สุดในช่วงใกล้รุ่งเช้า และช่วงบ่ายจะต่ำมาก (Miller, 1961)

3.4 ปริมาณน้ำฝน

3.4.1 การเกิดฝนและอนุภาคสารแขวนลอยในบรรยากาศ

เกษม (2526) กล่าวว่า การเกิดน้ำฟ้า (Precipitation) ต้องประกอบด้วยปัจจัยที่จำเป็น 3 ประการ อันได้แก่ 1) ไอน้ำในอากาศ 2) กลวิธีในการควบแน่น (Mechanism of Condensation) และ 3) ฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Condensation Nuclei)

การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำเริ่มต้นบนผิวของสารที่เจือปนอยู่ในบรรยากาศ ซึ่งมีลักษณะเป็นอนุภาค ๆ (Nuclei) ทำหน้าที่เป็นแกนกลางในการกลั่นตัว (Condensation Nuclei) โดยที่อนุภาคเหล่านี้สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศได้ช่วงระยะหนึ่ง จึงเรียกว่าอนุภาคแขวนลอย (Aerosol) ซึ่งอนุภาคเหล่านี้มีขนาดและส่วนประกอบแตกต่างกันไป (Vali, 1988) อนุภาคแขวนลอยมีสถานะเป็นของแข็ง หรือของเหลว ลอยอยู่ในบรรยากาศได้อยู่ระยะหนึ่งจนถูกลมพัดขึ้นไปสูงกว่าเดิม โดยเฉลี่ยเฉลี่ยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.1 ไมครอน (Summer, 1988) อนุภาคแขวนลอยมีแหล่งกำเนิดจากพื้นผิวโลกประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยประกอบด้วยฝุ่นละอองที่ลมพัดขึ้นไป 20 เปอร์เซ็นต์ ละอองน้ำทะเล 40 เปอร์เซ็นต์ อนุภาคจากไฟไหม้ป่า 10 เปอร์เซ็นต์ และจากอุตสาหกรรมและกิจกรรมอื่น ๆ ของมนุษย์ 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 25 เปอร์เซ็นต์นั้นมาจากปรากฏการณ์ต่อเนื่องในบรรยากาศ เช่น กระบวนการเคมีที่ใช้แสงแดดเป็นตัวกระตุ้น (Photo-Chemical) และกระบวนการอื่น ๆ เป็นต้น

3.4.2 การเกิดฝนในประเทศไทย

น้ำฝน (Precipitation) คือน้ำในรูปของขอบเหลว รูปของของแข็ง หรือรูปของผลึก ซึ่งเกิดจากเมฆแล้วตกลงมายังพื้นดิน ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ น้ำฝน (หยดน้ำเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 0.5 มิลลิเมตร) ฝนละออง (Drizzle) (หยดน้ำที่เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร) น้ำฝนที่มีน้ำแข็งหุ้ม (Glaze) เม็ดฝนน้ำแข็ง (Sleet) ลูกเห็บ หิมะทั้งรูปผลึกและไม่ใช่

ผลึก สำหรับประเทศไทยน้ำฟ้าที่เกิดขึ้นส่วนมากได้แก่ น้ำฝนละอองซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.02 – 0.25 นิ้ว (0.05 – 0.64 มิลลิเมตร) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2523)

Silverman *et al* (1986) อธิบายการเกิดฝนในประเทศไทยว่า การเกิดฝนในรอบปีส่วนใหญ่เกิดจากระบบเมฆที่ก่อตัวตามแนวตั้งที่เกิดจากการพาความร้อนในช่วงอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กล่าวคือ ในช่วงนี้มีสัดส่วนสัดส่วนฝนตกถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในภาคเหนือลงมาไปจนถึง 60 เปอร์เซ็นต์ในภาคใต้ จำนวนวันที่ฝนตกส่วนใหญ่เป็นวันที่มีตกเล็กน้อยมีตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ของเดือนในเดือนมิถุนายน ไปจนถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของเดือนในเดือนกันยายน ส่วนในช่วงอื่น ๆ ที่มีฝนเกิดจากเมฆที่เกิดจากการพาความร้อนก้อนเดี่ยว ๆ และฝนฟ้าคะนองที่เกิดมากขึ้นมากในช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลนั้นคิดเป็นสัดส่วนที่ไม่มากนัก โดยมีวันที่มีพายุฝนฟ้าคะนอง 40 – 50 วันต่อปีในแทบทุกพื้นที่ แต่การตกของฝนเหล่านี้แต่ละครั้งจะให้ฝนที่หนักกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ นอกจากฝนใน 2 ระบบที่กล่าวมานี้แล้วยังมีฝนที่ตกหนักมากจากการที่พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Storms) เคลื่อนที่ผ่านมาจากทะเลจีนใต้หรืออันดามัน

3.5 ลม

3.5.1 นิยามและความหมาย

วิชา (2535) กล่าวว่า ลม หมายถึง อากาศที่อยู่ในลักษณะมีการเคลื่อนที่ มีอิทธิพลต่ออุทกวิทยาใกล้ผิวดินมาก เป็นตัวการนำความเปลี่ยนแปลงทั้งความร้อนและความชื้น ฝนและความแห้งแล้งพัดพามาได้

จารุวัฒน์ (2551) กล่าวว่าลมเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากความกดอากาศ บรรยากาศชั้นล่างจะมีแรงเสียดทานเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ความเร็วลมลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าเป็นศูนย์ที่ผิวโลก ความเร็วลมที่ระดับต่างๆ จะเปลี่ยนไปตามลักษณะของพื้นผิวของโลก และเวลาของวัน เรียกลักษณะการไหลของอากาศว่าเป็นการไหลแบบแปรปรวน เมื่อเกิดการเคลื่อนที่แบบกระแสวน (Eddy) ในเวลากลางวัน ความร้อนซึ่งเกิดจากดวงอาทิตย์ทำให้เกิดความแปรปรวนทางความร้อนทำให้ความเร็วลมที่ระดับต่างๆ สม่่าเสมอกว่าเวลากลางคืน การเคลื่อนที่แบบกระแสวนจึงมีความสำคัญมากในการเจือจางของมลสาร ถ้าอากาศส่วนหนึ่งถูกแทนที่จากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งจะมีโมเมนตัม และพลังงานความร้อนติดตามไป ซึ่งมลสารที่อยู่ในอากาศนั้นจะถูกพาไปด้วย

สภาพภูมิประเทศ พืชพรรณ สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ล้วนแล้วแต่มีผลต่อความเร็วและทิศทางของลมเป็นอย่างมาก โดยที่สภาพบรรยากาศที่อยู่สูงเหนือพื้นดิน กว่า 60 กิโลเมตร แล้วจะไม่มีอิทธิพลต่อลม ส่วนที่อยู่ต่ำกว่า 60 กิโลเมตรจนถึงระดับพื้นดินนั้นจะมีอิทธิพลต่อลมและทิศทางของลม เรียกชั้นนี้ว่า Friction Layer

ทิศทางลม (Wind Direction) มีอิทธิพลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของมลสารและบริเวณที่มลสารกระจายออกไป ซึ่งทิศทางลมเป็นตัวกำหนดว่ามลสารถูกพัดไปทางไหน เนื่องจากลมมักไม่ได้พัดไปในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา และมักไม่คงที่ทั้งในช่วงเวลาสั้นๆ หรือเป็นเวลานาน (Bouble *et al.*, 1994)

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

3.5.2 ความเร็วลม

ความเร็วลม (Wind Speed) เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการประเมินการกระจายตัวของมลสารที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิด เนื่องจากมลสารจะถูกเจือจางโดยความเร็วลมที่พัดผ่านแหล่งกำเนิด และมีผลต่อเวลาและระยะทางในการเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิด ซึ่งที่ความเร็วลมสูงความเข้มข้นของมลสารมีค่าต่ำ เนื่องจากมีการกระจายและการเจือจางเกิดขึ้น ส่วนที่ความเร็วลมต่ำจะมีการสะสมตัวของมลสารทำให้ความเข้มข้นของมลสารมีค่าสูง ซึ่งความเข้มข้นของมลสารนั้นแปรผกผันกับความเร็วลม (Harrop, 2002)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤษณพงศ์ และคณะ (2523) ได้ศึกษาถึงการวิเคราะห์ค่าของการแผ่รังสี และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ของสงขลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2506 - 2510, กรุงเทพฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 - 2519, นครพนม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2506 - 2510, เชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507 - 2511 ผลการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า การแผ่รังสีมีความสัมพันธ์ลำดับสูงกับค่าความยาวนานของแสงแดด สำหรับสงขลา กรุงเทพฯ และนครพนม ซึ่งสมการที่สร้างขึ้นเพื่อประมาณค่าการแผ่รังสีจากค่าความยาวนานของแสงแดด

เสริมและกุลวดี (2535) ได้ทำการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างรังสีกระจายและรังสีรวมของดวงอาทิตย์จากข้อมูลที่จังหวัดนครปฐมพบว่า สหสัมพันธ์ที่ได้มีลักษณะมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ซึ่งมีแนวโน้มสัมพันธ์กับดัชนีความใสของบรรยากาศ (Clearness Index) รายชั่วโมงร่วมด้วย

จิรสรณ์ (2537) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติของข้อมูลรังสีรวม รังสีกระจาย และความยาวนานแสงแดด โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์การถดถอยรวมทั้งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพื่อประเมินค่าข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ และการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ค่ารังสีรวม ผลการวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นไปในรูปเส้นตรงหรือเส้นโค้ง และจากผลการศึกษาผู้ทำการวิจัยได้พัฒนาการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้ความสัมพันธ์ต่างๆ ที่วิเคราะห์ได้ ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวนี้จะสามารถประมาณค่ารังสีรวม รังสีกระจาย รังสีตรง ความยาวนานแสงแดด ค่ารายชั่วโมงของรังสีรวม ค่ารายชั่วโมงของค่ารายชั่วโมงของ รังสีกระจาย และค่ารายชั่วโมงของรังสีรวม โดยสามารถใช้ค่าข้อมูลเพียง 1 ตัวแปรในการประมาณค่าต่างๆ เหล่านี้แบบรายวัน และโปรแกรมดังกล่าวนี้จะสามารถประมาณค่าต่างๆ เหล่านี้แบบรายวัน รวมทั้งยังสามารถประมาณค่าเฉลี่ยรายเดือน โดยไม่ต้องอาศัยข้อมูลเริ่มต้นใดๆ แต่โปรแกรมดังกล่าวนี้จะสามารถใช้ได้กับพื้นที่ในบริเวณกรุงเทพฯ และพื้นที่ใกล้เคียงเท่านั้น เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่สมบูรณ์เพียงพอของสถานีต่างจังหวัดที่จะนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ได้

รังสิต (2539) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รายวันกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในปี 2538 โดยใช้ค่ารังสีรวมรายวันและภาพถ่ายดาวเทียมของดาวเทียม NOAA โดยหาสมการความสัมพันธ์จากหลักการสมดุลพลังงานระหว่างผิวโลกกับชั้นบรรยากาศ ข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ค่าการสะท้อน และตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ เส้นรุ้งของสถานีวัด ความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่วิเคราะห์ได้

ธีระพงษ์ (2540) ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่เขตรายภูธรบูรณะในกรุงเทพฯ โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง High Volume Air Sampler, Modl GMWL-2000 H โดยเก็บข้อมูลทำการเก็บทั้ง 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างของวันหยุดและวันทำงาน และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดฝุ่นละอองควบคู่ไปด้วย จากนั้นก็นำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistica ซึ่งใช้เทคนิคการ Interpolation แสดงผลในรูปแบบที่ดิจิทัล จากนั้นก็นำเข้าข้อมูลในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์การกระจายตัวของฝุ่นละอองได้ โดยสามารถแจกแจงเส้นชั้นระดับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ระดับต่าง ๆ และทำให้ทราบผลความเข้มข้นของฝุ่นละอองของพื้นที่ที่ศึกษา นอกจากนี้ยังสามารถระบุความแตกต่างของพื้นที่กับปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้

สาขันธ์ (2542) ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องมาจากฝุ่นละอองในบรรยากาศของประเทศไทย โดยอาศัยการเปรียบเทียบข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการวัดและที่ได้จากการคำนวณ และได้สร้างแบบจำลองสำหรับคำนวณค่าอัตราส่วนการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องมาจากฝุ่นละอองที่สถานีอนุดุนิยมวิทยา 50 แห่งทั่วประเทศ และจากการศึกษานี้พบว่า ค่าอัตราส่วนการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องมาจากฝุ่นละอองแปรตามเวลาในรอบปี โดยในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง มีค่าสูงในฤดูแล้งและมีค่าต่ำในฤดูฝน สำหรับภาคใต้มีค่าคงที่เกือบตลอดทั้งปี

วิลาวรรณ (2543) ได้ทำการศึกษาสภาพความขุ่นของบรรยากาศในประเทศไทย โดยทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขุ่นมัวของอังสตรอม โดยวิธีการต่างๆ ได้แก่ การคำนวณจากข้อมูลสเปกตรัมรังสีดวงอาทิตย์, การใช้แบบจำลองจากค่าความเข้มรังสี และการคำนวณจากข้อมูลทัศนวิสัย โดยได้ทำการศึกษาการกระจายครอบคลุมทุกภาคของประเทศ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และตามเวลาในรอบปี ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขุ่นมัวของอังสตรอมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามละติจูดของสถานี และมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในรอบปี ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความขุ่นมัวของอังสตรอมนี้ มีค่าสูงในฤดูแล้งและค่อยๆ ลดลงในช่วงฤดูฝน โดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีอิทธิพลสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

สุธาสินี (2544) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานแสงอาทิตย์กับค่าความยาวนานของแสงอาทิตย์รายเดือน ซึ่งจากการศึกษานี้ทำให้สามารถสร้างสมการเส้นตรงเพื่อใช้ในการ

ประเมินค่าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ โดยได้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปร a และ b ในแต่ละเดือน และจากการทดสอบทางสถิติแล้วค่าที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนในแต่ละภูมิภาคได้ นอกจากนี้ยังได้ประเมินค่าพลังงานแสงอาทิตย์รายเดือน พบว่า ภาคเหนือได้รับพลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด รองลงมาคือ ภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามลำดับ

อภิชาติ (2545) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะของแบบจำลองสำหรับคำนวณค่าความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์จากข้อมูลดาวเทียม โดยได้ใช้แบบจำลองคำนวณค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย และได้หาค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของบรรยากาศและพื้นผิวโลก พร้อมทั้งคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อื่นๆ ของแบบจำลองจากข้อมูลภาคพื้นดิน หลังจากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหมดที่ได้ไปคำนวณค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ โดยได้นำค่าความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัด พบว่า ค่าที่ได้จากการคำนวณสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการวัด

พิมพ์พงศ์ (2547) ได้ทำการประเมินค่าการคายระเหยน้ำสูงสุดโดยใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกล และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล-ชี ผลการประเมินค่าการระเหยสูงสุดโดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาพบว่าในเดือนมีนาคมมีค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดและเดือนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ เดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม ส่วนการประเมินค่าการคายระเหยน้ำสูงสุดโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมพบว่าค่าการคายระเหยน้ำสูงสุดในเดือนพฤษภาคม รองลงมาคือ เดือนมิถุนายนและกรกฎาคม

สมชาย (2547) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการแผ่รังสีบนพื้นผิวในประเทศไทย และทำการวิเคราะห์หาค่าข้อมูลปริมาณฝนละอองมาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนที่ อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย พบว่าปริมาณความเข้มข้นของฝนละอองจะแปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน โดยจะมีปริมาณลดลงตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และจะมีปริมาณฝนละอองเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้ง

ประภัสสร (2549) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ลดลงเนื่องจากปริมาณฝนละอองในบรรยากาศ พบว่าปริมาณเมฆมีผลต่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้ ซึ่งในวันที่มีเมฆปกคลุมมากทำให้พื้นผิวโลกได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในปริมาณที่ลดลงจากปกติ

Exell (1978) ได้ทำการหาสภาพุ่นมัวของบรรยากาศ (Atmospheric Turbidity) โดยอาศัยตารางคำนวณค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในสภาพท้องฟ้าปราศจากเมฆสามารถหาค่าความเข้มรังสี

ดวงอาทิตย์ในสภาพท้องฟ้าปราศจากเมฆถ้าทราบปริมาณไอน้ำในอากาศและการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องจากฝุ่นละออง โดยใช้ข้อมูลความเข้มรังสีของดวงอาทิตย์ของกรุงเทพฯ และเชียงใหม่ ในวันที่ท้องฟ้าปราศจากเมฆมาคำนวณหา สัมประสิทธิ์ความขุ่นมัวของอากาศ (Turbidity Coefficient) และจากผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความขุ่นมัวของอากาศ ของเชียงใหม่มีค่าแปรผกผันกับค่าทัศนวิสัย ส่วนที่กรุงเทพฯ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง

Schwartz (1996) ได้วิเคราะห์ค่ารังสีอินฟราเรด (Infrared) พบว่าโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นที่บริเวณโทรโปพอส (Tropopause) (บริเวณระหว่างโทรโปสเฟียร์และสตราโตสเฟียร์) ขณะที่ความเข้มข้นของ CO₂ และ ก๊าซเรือนกระจก ในช่วงเวลาเดียวกัน จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ถึงกระบวนการทางฟิสิกส์และ เคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับอนุภาคของฝุ่นละออง ที่ควบคุมการกระเจิงของแสง ได้ทำการศึกษาลงถึงแหล่งที่มาของ ฝุ่นละออง และช่วงเวลาที่ฝุ่นละอองมีอิทธิพลต่อกระบวนการต่างๆ ทางธรรมชาติ โดยพบว่าเกี่ยวข้องในช่วงที่เกิดน้ำฟ้า และมีการพัฒนาขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการกระเจิง รวมทั้งจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดลง และจากผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าฝุ่นละออง ที่เกิดขึ้น นั้นมีอิทธิพลต่อบรรยากาศ คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้จะมีผลต่อรังสีดวงอาทิตย์ที่โลกได้รับ

Mirme and Ruuskanen (1996) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของฝุ่นละออง ในระบบสิ่งแวดล้อมในเมือง โดยได้ทำการศึกษาที่ Kuopio city (Finland) ช่วงฤดูใบไม้ผลิ ในปี 1995 โดยพบว่าฝุ่นละออง นั้นมีหลากหลายลักษณะด้วยกัน และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง จะมีลักษณะจำเพาะที่แตกต่างกันตามแต่ละพื้นที่ที่มีการปลดปล่อยมลพิษออกมา และจากการศึกษาถึงขนาดของฝุ่นละออง โดยใช้ Electrical Aerosol Spectrometer (EAS) คำนวณหาความหนาแน่นของฝุ่นละออง จากอนุภาคของมวลตัวอย่าง 1 gram/ccm และศึกษาถึงอนุภาคของก้อนฝุ่นละอองแห้ง (TOME) โดยใช้ค่ามวลรวมทั้งหมดของอนุภาคที่แขวนลอย (TSP) ซึ่งแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 2.5 micrometer (PM2.5) และกลุ่มที่น้อยกว่า 10 micrometer (PM10) คำนวณหาความหนาแน่นของฝุ่นละออง แม้ว่าจากการศึกษาของทั้ง 2 วิธีพบความแตกต่างความหนาแน่นของมวลมีสูงมาก และการเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของฝุ่นละอองเลย ส่วนความสัมพันธ์ของส่วนต่างระหว่างอุณหภูมิและความชื้นไม่สามารถอธิบายถึงส่วนต่างของช่วงเวลาซึ่งเป็นไปได้ว่า แนวโน้มของรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงฤดูใบไม้ผลิจะลดลง

Pueschel (1996) ได้ศึกษาถึงเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศโดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิและการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของโอโซนที่เป็นผลมาจากการสะสมฝุ่นละออง ซึ่ง ฝุ่นละออง ที่พบมากที่สุด ณ ชั้นสตราโทสเฟียร์ก็คือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide) ซึ่งมาจากการ ระเบิดของภูเขาไฟ แต่อิทธิพลที่เกิดจากการเพิ่มของฝุ่นละออง มีเพียงเล็กน้อย นอกจากนั้นยังมี เขม่าดำที่เกิดจากเครื่องบินซึ่งก็มีเพียงส่วนน้อยประมาณได้เพียง 1 % เทียบกับฝุ่นละอองของ ซัลเฟอร์ แต่ในปัจจุบันมีการค้าที่ต่อออสัยเครื่องบินในการขนส่ง จึงส่งผลให้ฝุ่นละอองที่เกิดจาก เครื่องบินนี้มีแนวโน้มที่เกิดเพิ่มมากขึ้น

Jinhuan and Liquan (1999) ได้พัฒนาวิธีการศึกษาการวัดฝุ่นละออง ในบรรยากาศโดยใช้ ค่า Total Direct Solar Radiation โดยได้ทำการศึกษาในประเทศจีนในทางตอนเหนือของประเทศ ในปี 1980-1994 จากการสำรวจพบว่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละออง โดยเฉพาะในฤดูหนาวที่ จะเห็นแนวโน้มได้ชัดเจน ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ฝุ่นละออง มีปริมาณเพิ่มขึ้นได้แก่ มลภาวะที่เกิดขึ้นจาก การใช้พลังงานเชื้อเพลิง โดยมีการสะสมไว้ก่อนหน้านี้นี้มาตลอดในช่วงระยะเวลา 15 ปี ส่วนในฤดู ใบไม้ผลิจะพบว่ามีฝุ่นละออง เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นฝุ่นที่มาจากทะเลทราย และการเกิดภูเขา ไฟระเบิดจากผลการศึกษาสรุปได้ว่าในช่วงฤดูร้อนจะเป็นช่วงที่มีปริมาณฝุ่นละออง มากที่สุด ซึ่ง จะทำให้เกิดความขุ่นมัวในอากาศมากกว่าในฤดูหนาวถึง 2 เท่า

Charlson *et al.* (1992) ได้ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศโลกที่ทำให้พลังงาน รังสีดวงอาทิตย์สะสม (Radiative Forcing) เพิ่มมากขึ้น ผลของการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละอองในอากาศ นอกจากจะมีผลต่อภาวะก๊าซเรือนกระจกยังมีผลต่อรังสีดวงอาทิตย์ ลักษณะของผลกระทบจากฝุ่น ละอองจะส่งผลต่อรังสีที่ออกจากโลกโดยมีการศึกษาประเมินค่าที่สำคัญๆ ดังนี้

1. ลักษณะอากาศที่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปที่เป็นผลจากการดูดซับรังสี
2. ลักษณะโครงสร้างของบรรยากาศ
3. ทำนายลักษณะการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศในอนาคต

จากการประเมินค่าทั้ง 3 ข้อที่กล่าวมาทำให้สามารถทราบถึงกระบวนการเกิดรวมทั้งที่มา ของฝุ่นละอองและสามารถที่คาดคะเนถึงผลกระทบต่อรังสีดวงอาทิตย์ที่จะเกิดขึ้นได้ โดย ผลกระทบที่เกิดขึ้นมีมากในบรรยากาศชั้น โทรโปสเฟียร์และยังมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิในชั้น

บรรยากาศนี้ด้วย เพราะจะเกิดการกระเจิง และการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การสะท้อนกลับของรังสีดวงอาทิตย์ที่เกิดขึ้น

Mcdonald and Biswas (2004) ศึกษาลักษณะของอนุภาค (Particle matter) โดยทำการศึกษาถึงลักษณะรูปร่างและการรวมตัวอนุภาคของฝุ่นละออง ทำการศึกษาการเคลื่อนย้ายของอนุภาคขนาดเล็กหรือที่มีขนาด 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) โดยอาศัยเครื่องมือ Scanning Electron Microscope ผลจากการศึกษานี้พบว่ารูปร่างของอนุภาคนั้นมีหลากหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งมีทั้งเป็นแบบเส้นใยหรือรูปทรงค่อนข้างกลม หรือรูปแบบอื่นๆ ส่วนการรวมตัวกันของอนุภาคพบว่า ในช่วงเวลา 7.00 ถึง 9.00 น.เป็นช่วงที่อนุภาคมีการรวมตัวกันมากที่สุด แต่โดยทั่วไปแล้วอนุภาคของฝุ่นละอองนั้นอยู่ในสภาพที่ไม่เสถียรภาพ คือมีการเปลี่ยนแปลงไปได้ตลอด

จากการตรวจเอกสารเกี่ยวกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและฝุ่นละออง พบว่าในประเทศไทยยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด ดังนั้นการศึกษถึงความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาจึงมีความสำคัญ และสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในงานทางด้านวิชาการ การจัดการลุ่มน้ำ และสิ่งแวดล้อม และงานในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพราะฝุ่นละอองนั้นมีผลกระทบทั้งต่อบรรยากาศคือลดความสามารถในการมองเห็นทำให้ทัศนวิสัยในการมองลดลง ทั้งนี้ฝุ่นละอองยังมีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์โดยฝุ่นละอองขนาดเล็ก(PM_{10}) ในอากาศมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและสุขภาพ โดยผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถแนวทางในการจัดการมลภาวะทางอากาศอันเกิดจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนได้ในระดับพื้นที่ และภูมิภาคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- 1.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในช่วงปี พ.ศ. 2545-2549 ที่ตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้งหมด 10 จังหวัดของประเทศไทย
- 1.2 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ที่ตรวจวัดโดยกรมควบคุมมลพิษในช่วงปี พ.ศ. 2545-2549 ทั้งหมด 10 จังหวัดของประเทศไทย
- 1.3 คอมพิวเตอร์บุคคลพร้อมโปรแกรมสำเร็จรูป

วิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนจาก สถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาและสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ โดยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยเป็นข้อมูลรายวันในช่วงปี 2545-2549 สถานีที่นำมาใช้ในการศึกษาครอบคลุมทั้งภาคเหนือ 2 จังหวัด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 จังหวัด ภาคกลาง 3 จังหวัด และภาคใต้ 3 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง ขอนแก่น นครราชสีมา กรุงเทพมหานคร นครสวรรค์ ชลบุรี สุราษฎร์ธานี ภูเก็ต และสงขลา

2 การคัดเลือกข้อมูล

- 2.1 การพิจารณาวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส และวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลมกับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย ทำการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในพื้นที่แต่ละภูมิภาค โดยการสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนกับข้อมูลลักษณะอุตุนิยมวิทยาทั้ง 5 ประการ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Determination, r^2) แสดงถึงตัวแปรทั้งสองค่า มีความสัมพันธ์ต่อกัน โดยเปรียบเทียบระดับความมีอิทธิพลต่อกันจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ในแต่ละปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ดังนี้

- 1) อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
- 2) อิทธิพลของปริมาณน้ำฝนต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
- 3) อิทธิพลของอุณหภูมิในอากาศต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
- 4) อิทธิพลของความชื้นในอากาศต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
- 5) อิทธิพลของความเร็วลมต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

โดยนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟแบบการกระจายแบบจุด (Scatter Plot Diagram) และหาความสัมพันธ์ของอิทธิพลปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงปี พ.ศ. 2545-2549

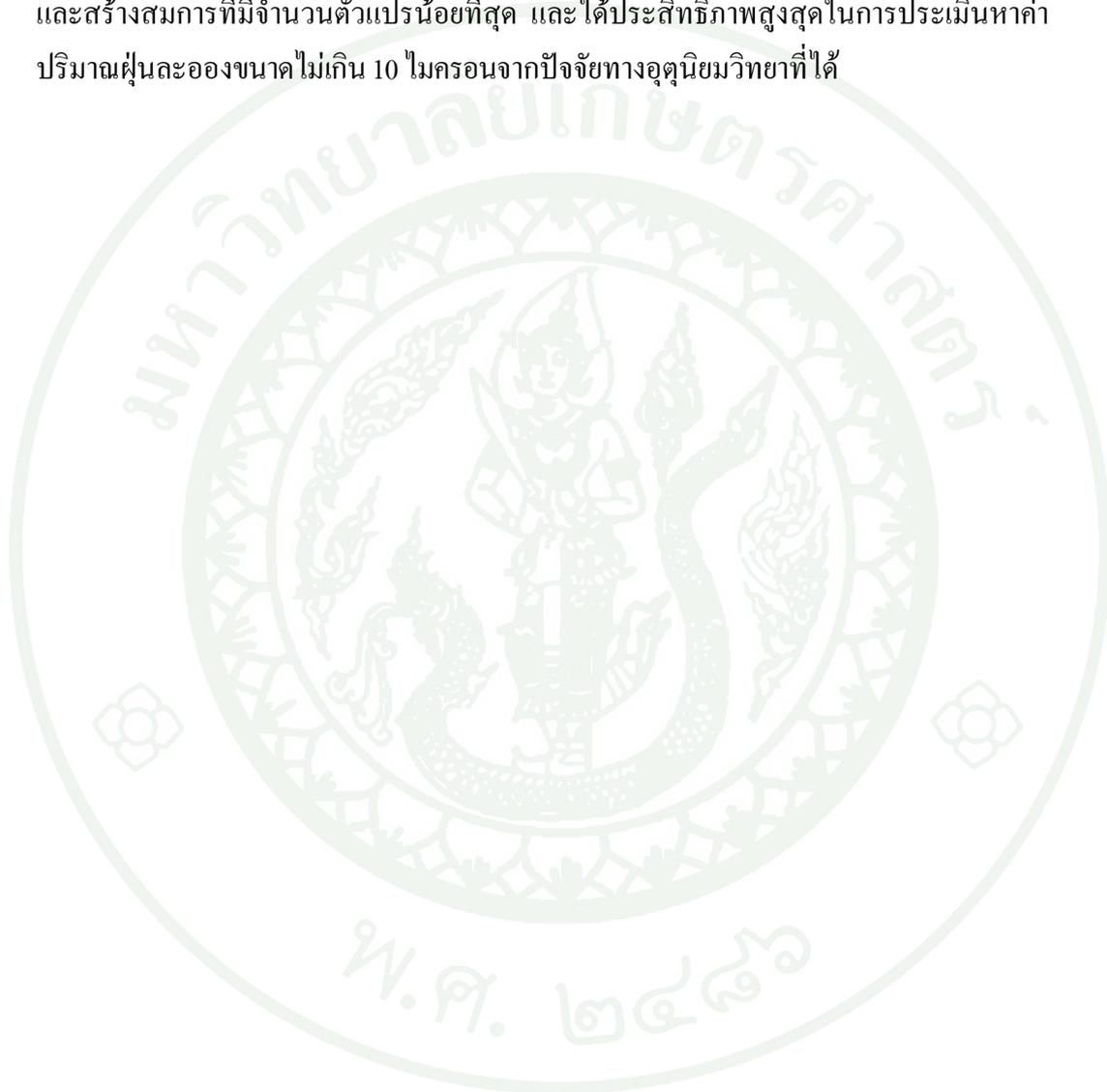
3.3 สร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ค่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จากค่าตรวจวัดได้ของกรมอุตุนิยมวิทยาโดยทั่วไปในการประเมินค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เพื่อทำนายเป็นการตรวจวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอย่างง่ายจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในวันนั้น ๆ โดยที่

$$A = f(R_n, R, T, RH, W,)$$

โดยที่	A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	R_n	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
	R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm)
	T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)

RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
W	คือ ความเร็วลม (km/hr)

3.4 ใช้เทคนิค Stepwise Regression เพื่อทำการคัดเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญในสมการ และสร้างสมการที่มีจำนวนตัวแปรน้อยที่สุด และได้ประสิทธิภาพสูงสุดในการประเมินหาค่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ได้



ผลและวิจารณ์

1. ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ทำการศึกษานั้นแบ่งออกเป็น 4 ภูมิภาคด้วยกัน คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ และในแต่ละภูมิภาคนั้นได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงแล้งฝน กับช่วงมีฝน และวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสกับวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส จากรายงานของสถานีตรวจวัดในพื้นที่ 10 จังหวัด ของกรมควบคุมมลพิษ และสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาโดยใช้ข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม 2545 ถึง เดือนธันวาคม 2549 ผลการศึกษาอธิบายได้ดังนี้

1.1 ภาคเหนือ

1.1.1 ภาพรวมตลอดช่วงการศึกษา

จากการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคเหนือโดยใช้สถานีตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำปางพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ $42.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ $89.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนมีนาคม และมีค่าต่ำสุด $21.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนกรกฎาคม (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนมีนาคมเป็นช่วงฤดูแล้งอากาศแห้งแล้ง ลักษณะอากาศโดยทั่วไปทรงตัวมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศจึงทรงตัวอยู่ในบรรยากาศได้นาน ค่าที่วัดได้จึงมีค่ามากตามไปด้วย ส่วนในเดือนกรกฎาคมนั้นเป็นเดือนที่มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศน้อยที่สุด เพราะเป็นเดือนที่มีฝนตก ปริมาณฝนทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศลดลงมาก ค่าที่วัดได้จึงมีค่าน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ แล้วนั้นภาคเหนือเป็นภาคที่มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงที่สุด เพราะไฟป่าเป็นตัวการที่สำคัญที่ทำให้มีเถ้าฝุ่นเป็นจำนวนมากขึ้นสู่อากาศซึ่งเป็นฝุ่นชนิดละเอียด ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่ภาคเหนือนั้นมีไฟป่าเกิดขึ้นบ่อยและมากที่สุดตามสถิติสำนักควบคุมไฟป่า ทั้งนี้เนื่องจากว่าภาคเหนือนั้นมีปัจจัยเสี่ยงในการเกิดไฟป่าสูงและอีกทั้งยังมีพื้นที่ป่าที่เหลือสูงกว่า

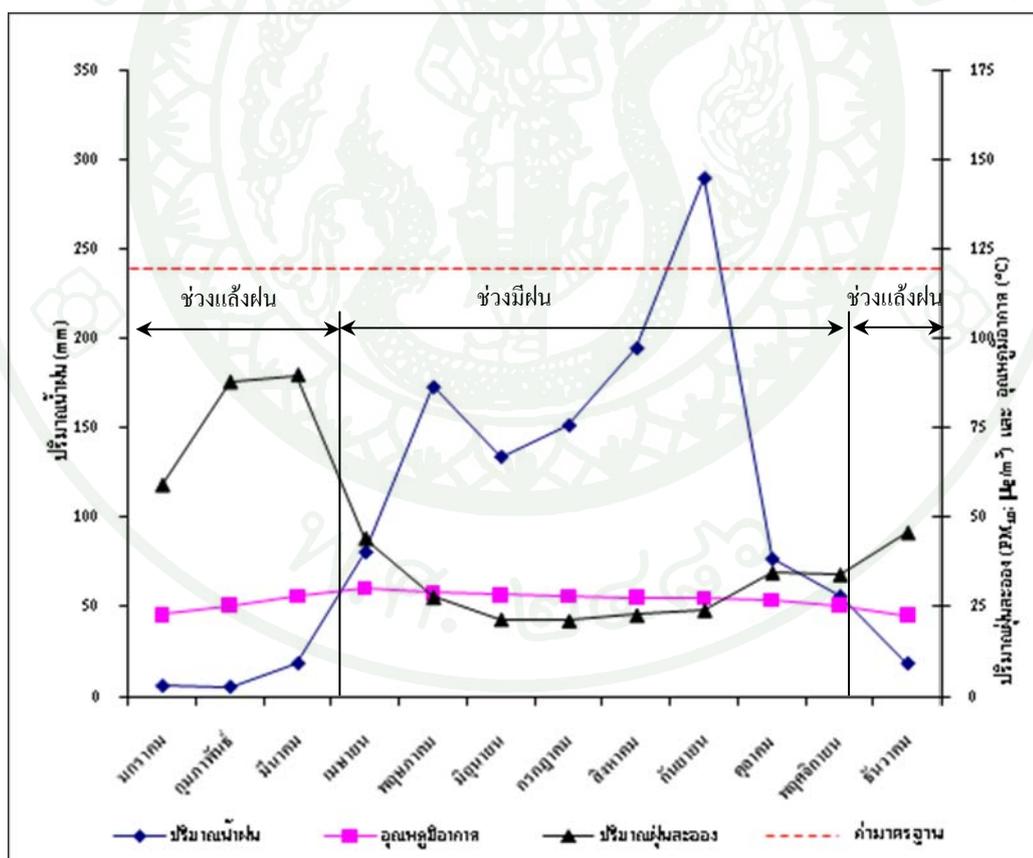
ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในระหว่างปี 2545-2549

เดือน	ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ช่วงแล้งฝน	ช่วงมีฝน	วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส	วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส
มกราคม	59.08		59.64	82.73
กุมภาพันธ์	87.73		90.64	63.83
มีนาคม	89.73		93.44	60.53
เมษายน	44.21		62.97	31.35
พฤษภาคม		27.78		23.66
มิถุนายน		21.64		21.72
กรกฎาคม		21.20		21.35
สิงหาคม		22.84		22.69
กันยายน		24.17		23.79
ตุลาคม		34.68	41.63	29.27
พฤศจิกายน		34.09	36.14	29.48
ธันวาคม	45.86		43.80	44.71
เฉลี่ย	42.75		61.18	61.18

ภาคอื่น ๆ อีกด้วยจึงทำให้เกิดไฟฟ้าสูงที่สุดประกอบกับความยากจนในชนบทบีบบังคับให้ประชาชนต้องอาศัยป่าเพื่อการยังชีพมากขึ้น ไม่ว่าจะด้วยการเก็บหาของป่าล่าสัตว์ บุกรุกป่าเพื่อทำการเกษตร กิจกรรมเหล่านี้ล้วนต้องใช้ไฟและเป็นสาเหตุให้เกิดไฟฟ้า ไฟป่าจากกิจกรรมของประชาชนมีความถี่และความรุนแรงสูงกว่าไฟฟ้าธรรมชาติ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2551)

1.1.2 ช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝน

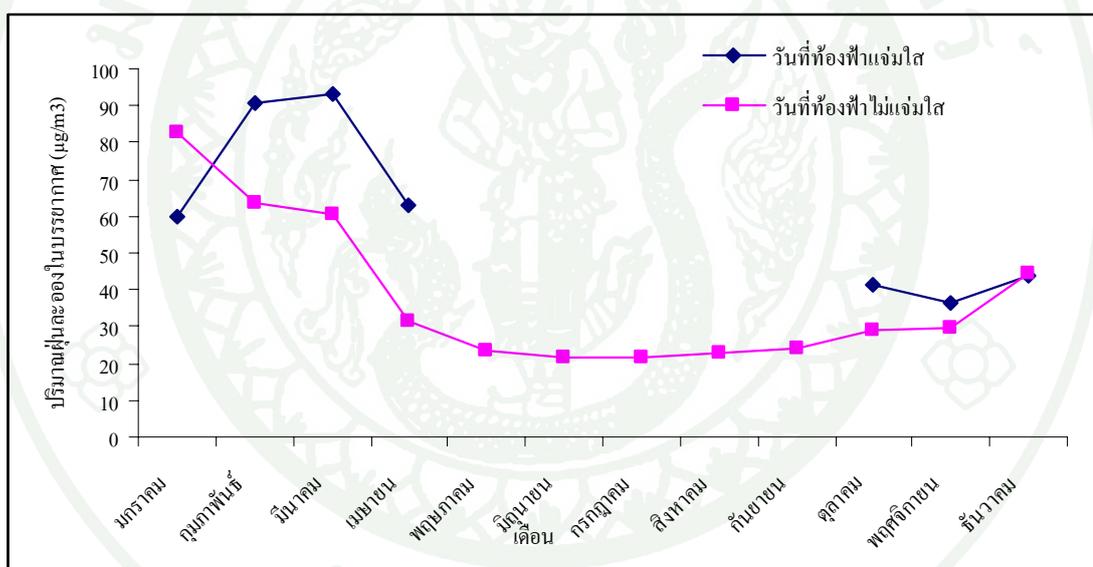
เมื่อพิจารณาแยกเป็นช่วงแล้งฝน และช่วงมีฝน (Wet and Dry Period) จะพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศนั้นแปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน (ภาพที่ 2) หรือกล่าวคือ เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น หรือฝนตกมากขึ้นนั้นปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศจะลดน้อยลงไปด้วย ทั้งนี้เพราะฝนที่ตกลงมานั้นจะไปเกาะกับฝุ่นละอองในบรรยากาศและตกลงมาสู่พื้นดินพร้อมกับฝน และพื้นที่ภาคเหนือในช่วงแล้งฝนนั้นเกษตรกรมักมีการเผาเศษเหลือจากการเกษตร และไฟป่าที่เกิดขึ้นในช่วงแล้งฝนนี้มีความถี่สูงกว่าช่วงมีฝน ประกอบกับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดที่พัดเอามวลอากาศเย็นและแห้งแล้งในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณเดือนกุมภาพันธ์เข้ามาปกคลุมประเทศโดยเฉพาะภาคเหนือ ทำให้ลักษณะอากาศโดยทั่วไปทรงตัวมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ปริมาณฝุ่นละอองจึงทรงตัวอยู่ในบรรยากาศได้นาน



ภาพที่ 2 ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคเหนือในช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝน ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

1.1.3 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวันโดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิดวัน คือวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส (ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าไม่เกิน 1 ส่วนจากทั้งหมด 10 ส่วน) และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส (ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้ามากกว่า 5 ส่วนจากทั้งหมด 10 ส่วน) พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นพบในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสพบในทุกเดือน โดยพบมากโดยเฉพาะในช่วงแล้งฝน ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสพบทั้งในช่วงแล้งฝน และช่วงมีฝน โดยวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงกว่าวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ทั้งนี้เนื่องจากในพื้นที่ภาคเหนือนี้วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสในช่วงฤดูแล้ง มักจะมีไฟป่าเกิดขึ้นทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นกว่าช่วงฝนนั่นเอง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคเหนือในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

1.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.2.1 ภาพรวมตลอดช่วงการศึกษา

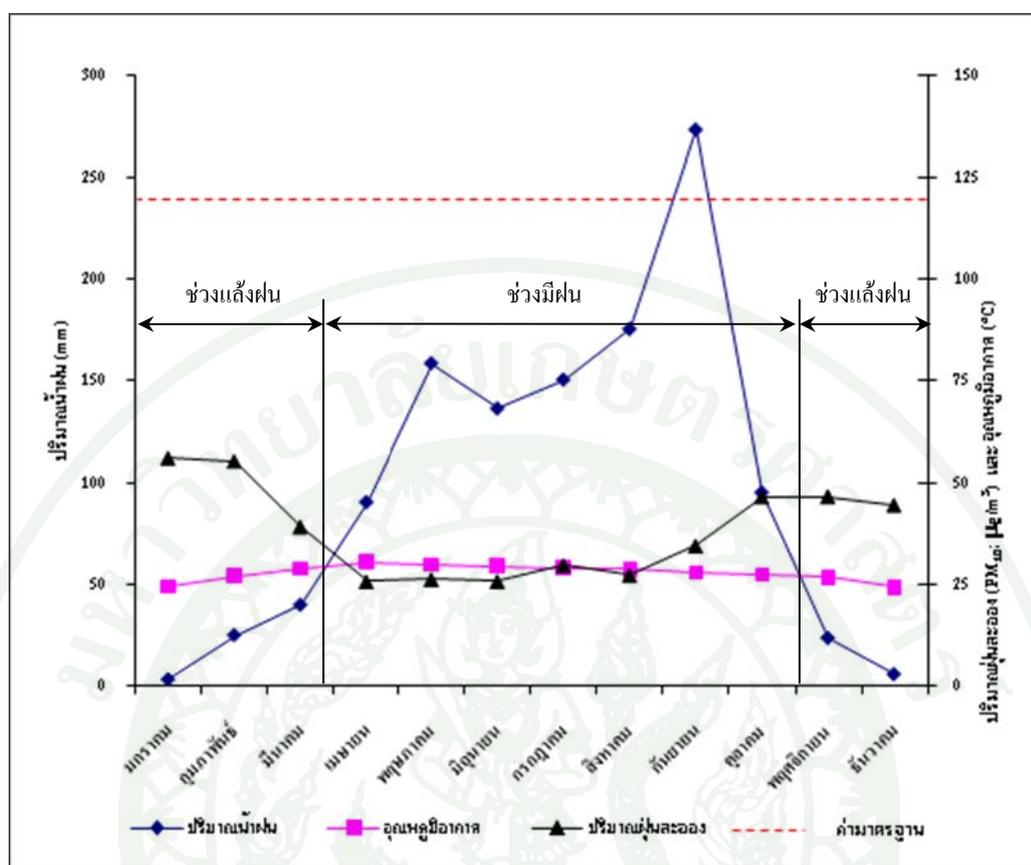
จากการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้สถานีตรวจปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น และนครราชสีมา สามารถอธิบายได้ดังนี้ ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ $38.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ $55.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนมกราคม และมีค่าต่ำสุด $25.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนเมษายน (ตารางที่ 4) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ นั้นพบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศรองมาจากภาคเหนือ และมีค่าใกล้เคียงกับภาคกลาง สำหรับตัวการในการเพิ่มปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นมาจากการเผาเศษซากเหลือทางการเกษตร เนื่องจากในช่วงฤดูหนาวนั้นเกษตรกรจะทำการเผาเศษซากวัสดุทางการเกษตรที่เหลือจากการเกษตร ซึ่งเป็นตัวการหนึ่งในการเพิ่มปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เนื่องจากการเผาไหม้เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดเถ้าฝุ่น และควันจำนวนมากลอยขึ้นสู่อากาศนั่นเอง

1.2.2 ช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝน

เมื่อแยกพิจารณาเป็นช่วงแล้งฝน และช่วงมีฝน (ภาพที่ 4) พบว่า ในช่วงแล้งนั้นปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นมีมากกว่าในช่วงฝน ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในบรรยากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีส่วนมากเกิดจากการเผาเศษเหลือทางการเกษตรซึ่งมีมากในช่วงหน้าแล้ง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับภาคเหนือที่แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นเกิดจากไฟป่าจึงสามารถที่จะเพิ่มปริมาณฝุ่นได้มากกว่าการเผาเศษเหลือทางการเกษตรนั่นเอง ประกอบกับกับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดที่พัดเอามวลอากาศเย็นและแห้งแล้งในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณเดือนกุมภาพันธ์เข้ามาปกคลุมประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ลักษณะอากาศโดยทั่วไปทรงตัวมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ปริมาณฝุ่นละอองจึงทรงตัวอยู่ในบรรยากาศได้นาน

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในระหว่างปี 2545-2549

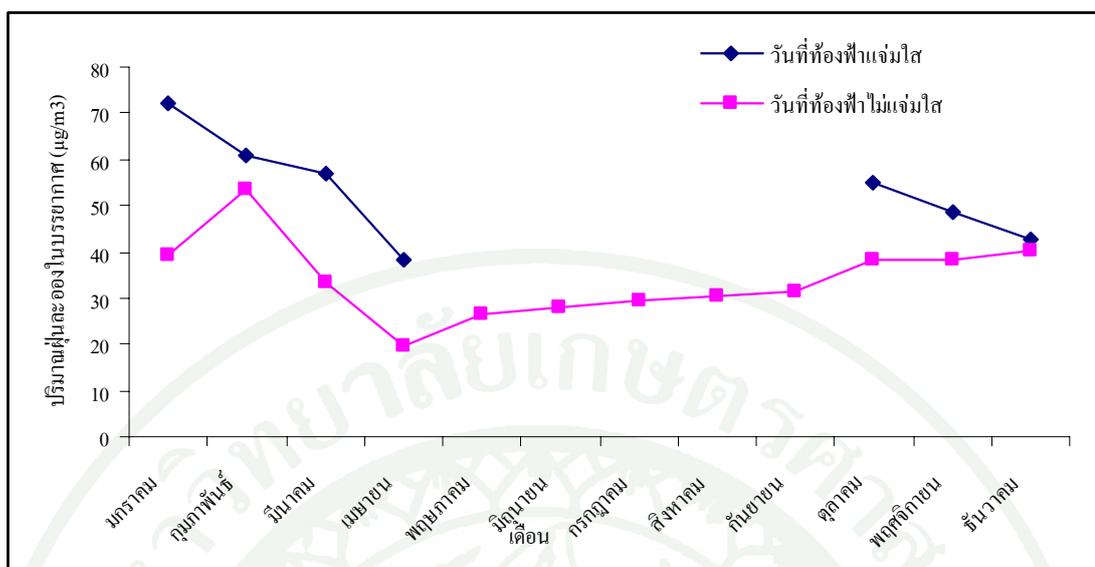
เดือน	ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ช่วงแล้งฝน	ช่วงมีฝน	วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส	วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส
มกราคม	55.99		72.25	39.26
กุมภาพันธ์	55.24		61.09	53.40
มีนาคม	39.22		57.16	33.37
เมษายน		25.77	38.19	19.86
พฤษภาคม		26.34		26.60
มิถุนายน		25.87		27.75
กรกฎาคม		29.78		29.44
สิงหาคม		27.39		30.39
กันยายน		34.53		31.48
ตุลาคม		46.52	54.93	38.14
พฤศจิกายน		46.62	48.73	38.47
ธันวาคม	44.56		42.53	40.20
เฉลี่ย	38.15		53.55	34.03



ภาพที่ 4 ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงแล้งฝน – ช่วงมีฝน ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

1.2.3 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

เมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวัน ดังภาพที่ 5 พบว่า วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นพบในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และอีกช่วงคือช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสนั้นพบในทุก ๆ เดือนและพบทั้งในช่วงแล้งฝนและช่วงมีฝน ต่างจากวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสพบเฉพาะในช่วงแล้งฝน และวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงกว่าวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส เนื่องจากว่าช่วงวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นซึ่งพบในช่วงแล้งฝนนั้นเป็นช่วงที่เกษตรกรทำการเผาเศษซากที่เหลือจากการเกษตรซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมแก่การเผาเศษซากเหลือทางการเกษตร เพราะมีฝนตกน้อยนั่นเอง



ภาพที่ 5 ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

1.3 ภาคกลาง

1.3.1 ภาพรวมตลอดช่วงการศึกษา

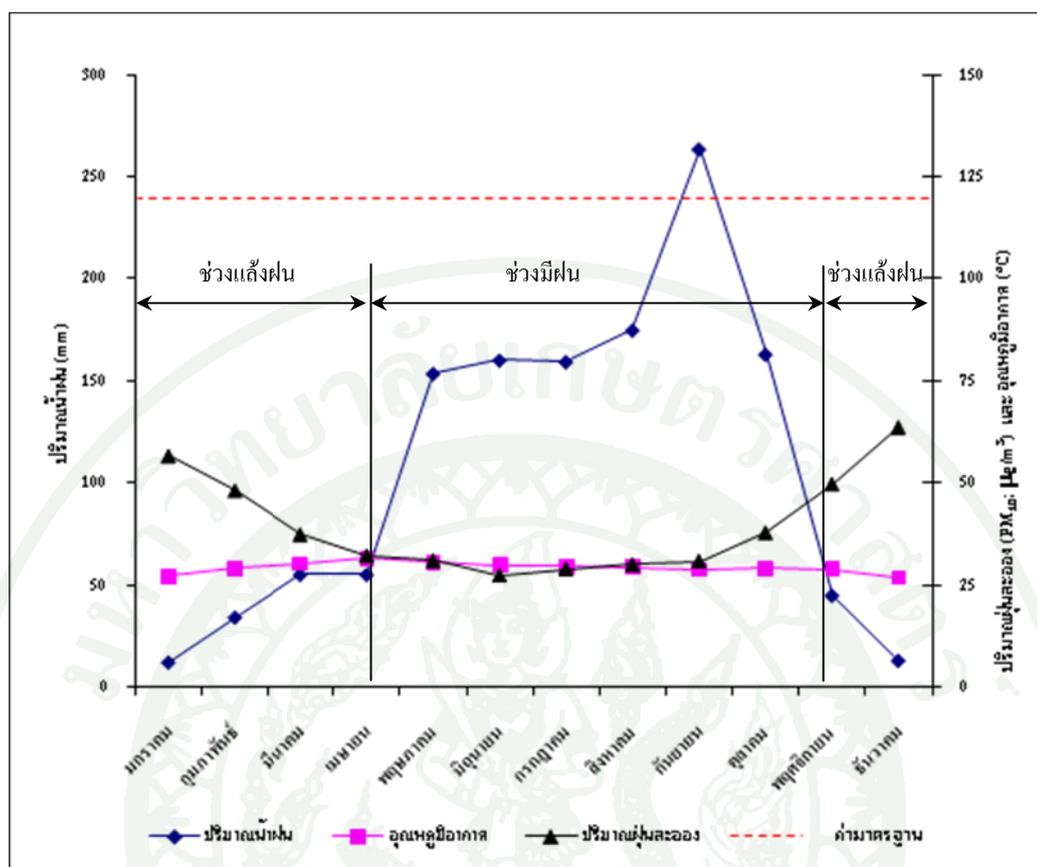
จากการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคกลางโดยใช้สถานีตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพฯ ชลบุรี และนครสวรรค์ สามารถอธิบายได้ดังนี้ ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ $39.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ $63.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนธันวาคม และมีค่าต่ำสุด $27.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนมิถุนายน (ตารางที่ 5) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ แล้วนั้นพบว่าภาคกลางมีปริมาณฝุ่นละอองใกล้เคียงกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยประภัสสร (2551) กล่าวว่า ภาคกลางมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองในบรรยากาศได้แก่ การเผาซากเหลือจากการเกษตรซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีการทำการเกษตรตลอดทั้งปี นอกจากนี้ฝุ่นละอองที่มาจากแหล่งอุตสาหกรรมและการคมนาคมด้วย เพราะภาคกลางนั้นเป็นแหล่งอุตสาหกรรมที่สำคัญนั่นเอง

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยในระหว่างปี 2545-2549

เดือน	ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ช่วงแล้งฝน	ช่วงมีฝน	วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส	วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส
มกราคม	56.77		59.65	47.41
กุมภาพันธ์	48.22		53.86	40.09
มีนาคม	37.37		34.45	36.88
เมษายน	32.21		36.93	31.01
พฤษภาคม		31.01		30.91
มิถุนายน		27.37		27.27
กรกฎาคม		28.97		28.82
สิงหาคม		30.04		29.92
กันยายน		30.91		30.83
ตุลาคม		37.83	37.19	33.97
พฤศจิกายน		49.88	52.56	35.41
ธันวาคม	63.83		64.76	54.83
เฉลี่ย	39.53		48.48	35.61

1.3.2 ช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝน

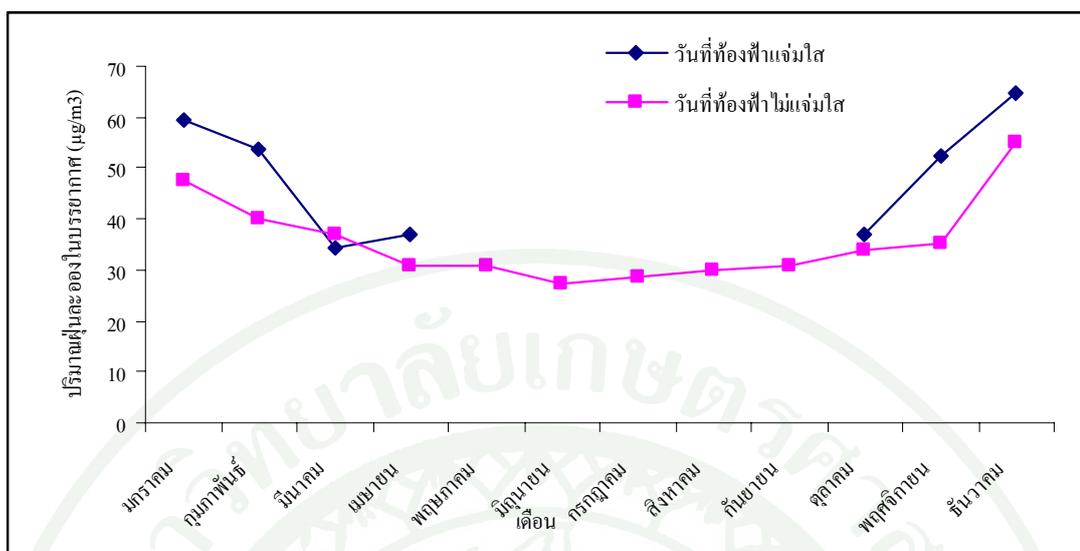
เมื่อแยกพิจารณาเป็นช่วงแล้งฝน และช่วงมีฝน (ภาพที่ 6) พบว่า ในช่วงแล้งฝนนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูง และลดลงในช่วงมีฝน ทั้งนี้เพราะว่าภาคกลางมีการเผาซากเหลือจากการเกษตรทั้งปี แต่เนื่องจากช่วงฝนนั้นมีความชื้นสูงยากต่อการเผาจึงทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศลดลงนั่นเอง หรือกล่าวคือเมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น หรือฝนตกมากขึ้นนั้นปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศจะลดน้อยลงไปด้วย ทั้งนี้เพราะฝนที่ตกลงมานั้นจะไปเกาะกับฝุ่นละอองในบรรยากาศและตกลงมาสู่พื้นดินพร้อมกับฝนนั่นเอง



ภาพที่ 6 ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคกลางในช่วงแล้งฝน – ช่วงมีฝน ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

1.3.3 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

เมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวัน (ภาพที่ 7) พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นพบในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และอีกช่วงคือช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสนั้นพบในทุก ๆ เดือน และพบทั้งในช่วงแล้งฝนและช่วงมีฝน ต่างจากวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสเฉพาะในช่วงแล้งฝน และวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงกว่าวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส เนื่องจากวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นพบในช่วงแล้งฝนซึ่งเป็นช่วงที่มีการเผาเศษซากที่เหลือจากการเกษตร ซึ่งเหมาะสมมากกว่าช่วงวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสเพราะเป็นช่วงมีฝนนั่นเอง ประกอบกับวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีปริมาณเมฆและสารแขวนลอยในบรรยากาศน้อยกว่า ทำให้สามารถมีฝุ่นละอองเพิ่มเข้าไปได้อีก ส่วนในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสนั้น เนื่องจากมีเมฆมากและมีสารแขวนลอยในบรรยากาศสูง ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศปรากฏได้น้อยกว่า



ภาพที่ 7 ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคกลางในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

1.4 ภาคใต้

1.4.1 ภาพรวมตลอดช่วงการศึกษา

จากการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ในพื้นที่ภาคใต้โดยใช้สถานีตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สงขลาและภูเก็ต สามารถอธิบายได้ดังนี้ ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ $34.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ $42.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนกุมภาพันธ์ และมีค่าต่ำสุด $30.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนพฤศจิกายน (ตารางที่ 6) พบว่า ภาคใต้มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศน้อยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าภาคใต้นั้นเป็นภูมิภาคที่มีทะเลขนานอยู่สองข้างจึงทำให้เป็นภูมิภาคที่ได้รับอิทธิพลจากทะเลอันดามันและอ่าวไทย ทำให้มีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี กล่าวคือ ปริมาณของฝุ่นละอองจะแปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน โดยในช่วงฤดูฝนปริมาณความชื้นในบรรยากาศสูง เนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในบรรยากาศ จึงถูกชะล้างลงมาพร้อมกับเม็ดฝนที่ตกลงประกอบกับในภาคใต้มีไฟฟ้า และกิจกรรมการเผาไหม้ วัสดุเหลือจากการเกษตรน้อยกว่าภูมิภาคอื่น ๆ เพราะภาคใต้นั้นมีรูปแบบการทำการเกษตรแตกต่างจากภาคอื่น ๆ คือส่วนมากปลูกพริกพริกขี้หนู พาล์ม น้ำมัน มากกว่าการทำนา ทำให้มีการ

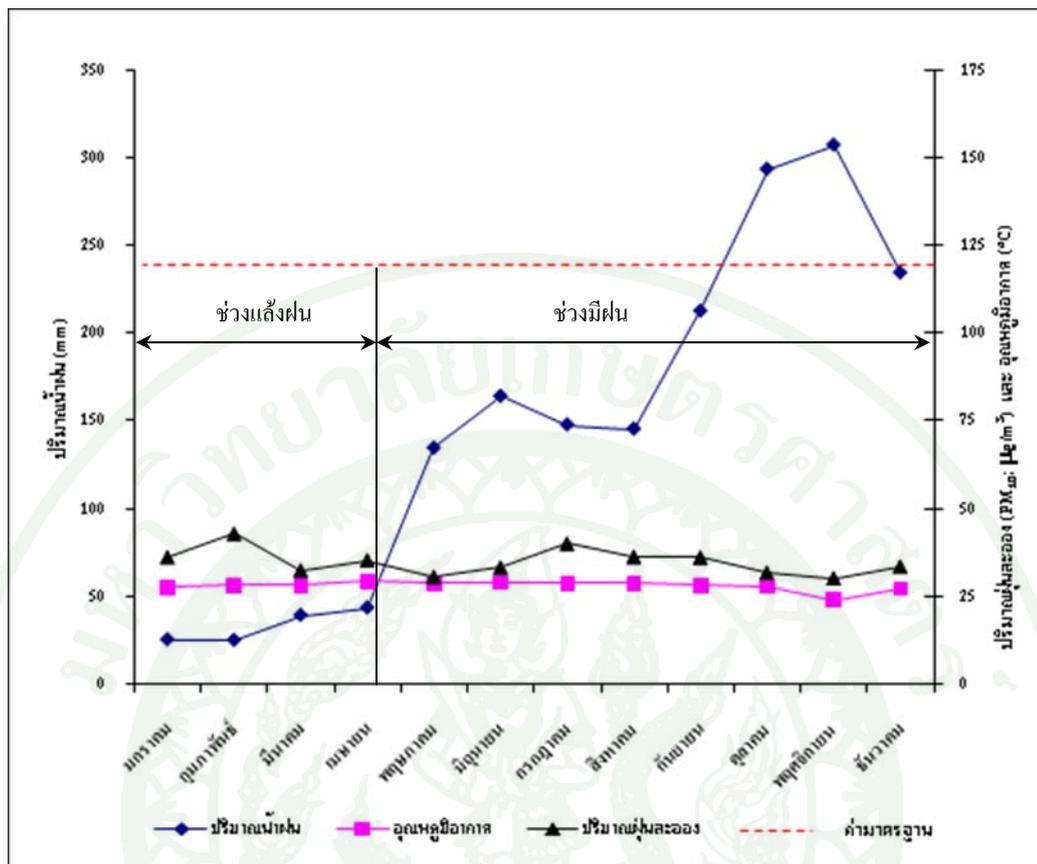
ตารางที่ 6 ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยในระหว่างปี 2545-2549

เดือน	ความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	ช่วงแล้งฝน	ช่วงมีฝน	วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส	วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส
มกราคม	36.11		27.79	34.48
กุมภาพันธ์	42.79		46.34	43.98
มีนาคม	32.34		44.04	32.12
เมษายน	35.27		19.28	32.15
พฤษภาคม		30.52		30.25
มิถุนายน		33.16		34.25
กรกฎาคม		40.00		39.45
สิงหาคม		36.22		36.67
กันยายน		36.08		35.98
ตุลาคม		31.75		29.92
พฤศจิกายน		30.16	30.39	32.19
ธันวาคม		33.45	14.42	37.49
เฉลี่ย	34.82		30.37	34.91

เผาเศษซากทางการเกษตรน้อยกว่าภาคอื่น ๆ และส่งผลมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศน้อยกว่าภูมิภาคอื่น ๆ

1.4.2 ช่วงแล้งฝน - ช่วงหลากฝน

เมื่อแยกพิจารณาเป็นช่วงแล้งฝน และช่วงหลากฝน (ภาพที่ 8) พบว่า ในช่วงแล้งฝน และช่วงมีฝนนั้นปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยที่ช่วงแล้งฝนมีค่าสูงกว่าช่วงมีฝนเพียงเล็กน้อย เนื่องจากว่าภาคใต้นั้นมีฝนตกเกือบตลอดทั้งปีเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นำมวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ไทยทำให้ฝนตกชุกโดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเล และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่ส่งผลให้ภาคใต้โดยเฉพาะชายฝั่งตะวันออกมีฝนตกชุกเนื่องนำเอาความชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปก

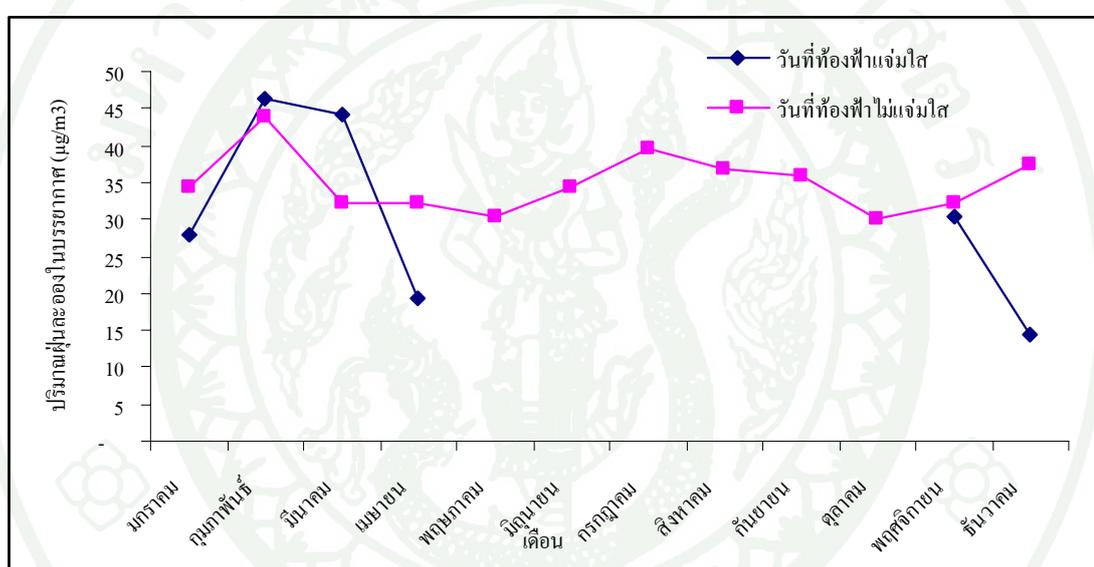


ภาพที่ 8 ความผันแปรของปริมาณฝนระเหยขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในพื้นที่ภาคใต้ในช่วงแล้งฝน - ช่วงมีฝนระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

คลุม ทำให้มีช่วงมีฝนมากกว่าช่วงแล้งฝน และพื้นที่ภาคใต้นั้นได้รับอิทธิพลความชื้นจากทะเลทำให้มีความชื้นสูงตลอดปีจึงส่งผลให้ปริมาณฝนระเหยในบรรยากาศมีปริมาณไม่สูงนัก และมีปริมาณไม่แตกต่างกันตลอดทั้งปี

1.4.3 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวัน (ภาพที่ 9) พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคใต้นั้นมีน้อยกว่าภูมิภาคอื่น ๆ คือ วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นพบในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสนั้นพบในทุกเดือนเหมือนอย่างเช่นภูมิภาคอื่น ๆ เช่นกัน โดยปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศของทั้งสองชนิดวันนั้นไม่แตกต่างกันมาก เนื่องจากภาคใต้มีฝนตกตลอดทั้งปีทำให้ฝนชะล้างฝุ่นละอองในบรรยากาศ ทำให้มีปริมาณที่อยู่ในบรรยากาศมีน้อยลง และมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก



ภาพที่ 9 ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่ภาคใต้ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาบางประการในแต่ละภูมิภาค

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาบางประการในที่นี้ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการศึกษาประกอบจะด้วย ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลม โดยใช้ข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม 2545 ถึงเดือนธันวาคม 2549 และแบ่งข้อมูลออกเป็นวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส กับวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส อธิบายผลการศึกษาดังนี้

2.1 ภาคเหนือ

2.1.1 ภาพรวม

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ดังตารางที่ 7 และภาพผนวกที่ 1 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.791 รองลงมาได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิ และรังสีดวงอาทิตย์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.707 0.273 0.131 และ 0.092 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสมชาย (2547) ที่ศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองนั้นแปรผกผันกับปริมาณฝน กล่าวคือเมื่อฝนตกลงมามากนั้นเป็นการชะฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศลงสู่โลก ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศลดลงนั่นเอง

2.1.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

จากการศึกษาความสัมพันธ์ พบว่า วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงที่สุดคือ 0.735 รองลงมาคือ ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.171 0.136 0.120 และ 0.039 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศที่น้อยนั้น สารแขวนลอยในบรรยากาศนั้นสามารถทรงตัวอยู่ได้นานและในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

ตารางที่ 7 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา
ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

ลักษณะชนิด วัน/เดือน	ปริมาณฝุ่นละออง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	รังสีดวงอาทิตย์ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณน้ำฝน (mm.)	ความเร็วลม (km/hr)
ภาพรวม						
มกราคม	59.08	19.27	72.29	22.82	5.96	0.70
กุมภาพันธ์	87.73	20.87	62.08	25.48	5.45	0.87
มีนาคม	89.73	22.57	56.35	28.13	18.56	1.22
เมษายน	44.21	23.98	59.28	30.22	80.81	1.53
พฤษภาคม	27.78	21.67	74.27	29.02	173.09	1.65
มิถุนายน	21.64	20.68	79.87	28.45	134.10	1.35
กรกฎาคม	21.20	20.37	81.00	28.05	151.72	1.27
สิงหาคม	22.84	19.65	83.10	27.67	194.84	1.21
กันยายน	24.17	20.42	85.21	27.51	289.94	1.21
ตุลาคม	34.68	21.91	81.41	26.96	76.97	1.07
พฤศจิกายน	34.09	21.04	78.26	25.41	56.12	0.92
ธันวาคม	45.86	21.12	74.94	22.68	18.57	0.88
เฉลี่ย	42.75	21.13	74.01	26.87	100.51	1.16
วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส						
ตุลาคม	41.63	23.72	78.59	26.61	5.94	0.89
พฤศจิกายน	36.14	23.64	76.32	25.33	0.94	0.76
ธันวาคม	43.80	21.84	74.03	22.40	2.26	0.73
มกราคม	59.64	20.33	71.20	22.56	1.43	0.63
กุมภาพันธ์	90.64	21.71	60.84	25.49	2.34	0.83
มีนาคม	93.44	24.09	53.54	28.19	2.78	1.08
เมษายน	62.97	25.08	53.53	30.28	6.47	1.24
เฉลี่ย	61.18	22.92	66.86	25.84	3.17	0.88
วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส						
มกราคม	82.73	13.61	78.66	23.58	7.27	1.11
กุมภาพันธ์	63.83	16.30	73.58	25.09	5.39	1.08
มีนาคม	60.53	15.89	67.91	32.36	28.81	1.56
เมษายน	31.35	20.58	68.47	28.96	58.90	1.91
พฤษภาคม	23.66	18.96	79.91	27.99	161.62	1.71
มิถุนายน	21.72	19.85	80.43	28.35	132.54	1.37
กรกฎาคม	21.35	19.64	81.64	27.93	150.24	1.28
สิงหาคม	22.69	18.74	83.50	27.59	192.76	1.19
กันยายน	23.79	19.42	86.00	27.33	282.21	1.22
ตุลาคม	29.27	18.85	84.91	26.89	50.54	1.36
พฤศจิกายน	29.48	15.66	81.66	25.08	53.70	1.41
ธันวาคม	44.71	15.44	76.12	23.29	27.18	1.60
เฉลี่ย	37.93	17.74	78.57	27.04	95.93	1.40

เป็นวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ท้องไม่แจ่มใสจึงทำให้พบว่า ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีแนวโน้มสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด (ภาพผนวกที่ 2)

2.1.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

จากการศึกษาความสัมพันธ์ พบว่า วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณน้ำฝนมีค่า สูงที่สุดคือ 0.868 รองลงมาคือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิ คือ 0.696 0.507 0.292 และ 0.115 ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมานั้นเป็น ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นเปลี่ยนแปลงได้ง่าย โดยที่ปริมาณฝนเป็นตัวชะล้างปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในลดลง (ภาพผนวกที่ 3)

2.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.2.1 ภาพรวม

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ดังตารางที่ 8 และภาพผนวกที่ 4 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของอุณหภูมิมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.674 รองลงมาได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ และความเร็วลม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.602 0.334 0.043 และ 0.017 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Jinhuan and Liquan (1999) ที่ได้ทำการศึกษาและสรุปไว้ว่าในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีอุณหภูมิสูงเป็นช่วงที่มีปริมาณฝุ่นละอองมากที่สุด ซึ่งทำให้เกิดความขุ่นมัวในอากาศมากกว่าในฤดูหนาวถึง 2 เท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

ตารางที่ 8 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ลักษณะชนิด วัน/เดือน	ปริมาณฝุ่นละออง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	รังสีดวงอาทิตย์ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณน้ำฝน (mm.)	ความเร็วลม (km/hr)
ภาพรวม						
มกราคม	55.99	23.27	63.11	24.45	3.16	1.47
กุมภาพันธ์	55.24	25.24	63.85	27.10	24.96	1.31
มีนาคม	39.22	26.44	63.45	28.90	39.77	1.36
เมษายน	25.77	27.94	66.46	30.48	90.33	1.35
พฤษภาคม	26.34	24.20	73.59	29.76	158.66	1.45
มิถุนายน	25.87	19.66	74.47	29.44	136.33	1.69
กรกฎาคม	29.78	23.54	76.12	28.98	150.64	1.69
สิงหาคม	27.39	22.07	78.16	28.63	175.43	1.55
กันยายน	34.53	20.40	82.81	27.81	272.92	1.16
ตุลาคม	46.52	23.27	74.94	27.40	95.07	1.50
พฤศจิกายน	46.62	21.74	69.14	26.70	23.57	1.49
ธันวาคม	44.56	21.46	63.67	24.24	5.66	1.78
เฉลี่ย	38.15	23.27	70.81	27.82	98.04	1.48
วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส						
ตุลาคม	54.93	26.04	68.09	26.29	0.00	1.59
พฤศจิกายน	48.73	24.06	66.58	26.98	0.00	1.42
ธันวาคม	42.53	22.40	62.65	24.12	0.00	1.56
มกราคม	72.25	25.53	60.31	24.91	0.00	1.28
กุมภาพันธ์	61.09	28.29	60.13	26.57	0.02	1.44
มีนาคม	57.16	28.32	57.14	30.11	0.28	1.23
เมษายน	38.19	32.13	56.45	32.25	0.01	1.24
เฉลี่ย	53.55	26.68	61.62	27.32	0.04	1.40
วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส						
มกราคม	39.26	12.99	54.54	19.48	2.95	1.45
กุมภาพันธ์	53.40	17.78	73.48	26.58	24.45	1.27
มีนาคม	33.37	23.35	68.74	27.65	25.56	1.57
เมษายน	19.86	27.43	70.36	29.97	71.12	1.35
พฤษภาคม	26.60	23.81	75.06	29.56	147.17	1.43
มิถุนายน	27.75	23.77	75.32	29.26	130.80	1.77
กรกฎาคม	29.44	23.01	76.55	28.90	144.88	1.71
สิงหาคม	30.39	21.03	80.08	28.36	223.03	1.46
กันยายน	31.48	20.59	82.77	27.87	272.99	1.16
ตุลาคม	38.14	20.87	78.60	27.34	86.06	1.54
พฤศจิกายน	38.47	17.71	71.83	26.51	21.17	1.88
ธันวาคม	40.20	19.04	65.86	25.10	4.16	1.83
เฉลี่ย	34.03	20.95	72.77	27.21	96.20	1.54

2.2.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

เมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวันพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส นั้น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของความเร็วลมมีค่าสูงที่สุด คือ 0.226 รองลงมาคือ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.209 0.171 0.160 และ 0.053 ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 5) ความเร็วลมส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เนื่องจากถ้ามีความเร็วลมมีผลต่อชั้นบรรยากาศใกล้ผิวดิน คือ ถ้ามีความเร็วลมมากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากการไหลแบบราบเรียบไปเป็นการไหลแบบปั่นป่วน ทำให้อัตราการถ่ายเทมีมากขึ้นซึ่งก็ส่งผลให้ในปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศมีค่าสูงในช่วงที่มีความเร็วลมสูง

2.2.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส นั้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิมีค่าสูงที่สุดคือ 0.697 รองลงมาคือ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.434 0.310 0.217 และ 0.060 ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 6) โดยความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์แปรผกผันกันเนื่องจากในบรรยากาศที่มีความหนาแน่นของสารแขวนลอยมากทำให้รังสีดวงอาทิตย์สามารถผ่านได้น้อยลงเนื่องจากเกิดการกระเจิงกระจายทำให้ความเข้มของรังสีลดลง โดยเฉพาะในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่มีปริมาณเมฆและสารแขวนลอยอยู่มาก

2.3 ภาคกลาง

2.3.1 ภาพรวม

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ดังตารางที่ 9 และภาพผนวกที่ 7 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณน้ำฝนมีค่ามากที่สุดคือเท่ากับ 0.822 รองลงมาได้แก่ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.756 0.762 0.623 และ 0.142 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากว่าช่วงฤดูฝนนั้น การเกิดฝนเป็นตัวการที่ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศลดลง เพราะว่าฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในบรรยากาศถูกนำมาเป็นแกนกลางในการกลั่นตัวให้กับความชื้นในบรรยากาศกลายเป็นหยดน้ำ ซึ่งจะรวมตัวกันเป็นเมฆและชะลงมาพร้อมกับฝน จึงส่งผลให้ฝุ่นมีอิทธิพลต่อปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศลดลงนั่นเอง

2.3.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

เมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวันพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส นั้น สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของอุณหภูมิมีค่ามากที่สุดคือ 0.780 รองลงมาคือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.746 0.585 0.362 และ 0.074 ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 8) เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศกับรังสีดวงอาทิตย์นั้นมีความสัมพันธ์กันคือเป็นตัวการทำให้เพิ่มการระเหยและการดูดกลืนของรังสีดวงอาทิตย์ และผลต่อเนื่องจากนั้นก็ทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ลงมายังพื้นผิวโลกนั้นลดลง ซึ่งเป็นการเพิ่มความร้อนในชั้นบรรยากาศมากยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ได้แก่ การเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า thermal inversion ซึ่งทำให้ อุณหภูมิของบรรยากาศไม่ลดลงตามระดับความสูง ทำให้อากาศบริเวณนั้นค่อนข้างอยู่กับที่ หรือไม่มีการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการกระจายของสารแขวนลอยในบรรยากาศ ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเข้มข้น

ตารางที่ 9 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา
ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย

ลักษณะชนิด วัน/เดือน	ปริมาณฝุ่นละออง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	รังสีดวงอาทิตย์ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณน้ำฝน (mm.)	ความเร็วลม (km/hr)
ภาพรวม						
มกราคม	56.77	21.94	66.93	27.17	12.12	0.84
กุมภาพันธ์	48.22	23.95	70.00	29.01	34.08	1.16
มีนาคม	37.37	27.72	69.65	30.20	55.10	1.39
เมษายน	32.21	29.01	68.46	31.58	55.12	1.30
พฤษภาคม	31.01	30.08	73.72	30.57	153.63	1.09
มิถุนายน	27.37	28.87	75.30	29.86	160.15	1.05
กรกฎาคม	28.97	28.09	75.60	29.56	159.38	1.04
สิงหาคม	30.04	27.60	75.61	29.36	174.92	1.03
กันยายน	30.91	25.06	80.16	28.77	263.73	0.73
ตุลาคม	37.83	27.86	75.91	29.00	163.10	0.70
พฤศจิกายน	49.88	26.83	70.17	28.88	44.80	0.80
ธันวาคม	63.83	21.08	64.92	26.86	12.95	0.82
เฉลี่ย	39.53	26.51	72.20	29.24	107.42	0.99
วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส						
ตุลาคม	37.19	24.04	65.88	29.10	0.00	0.73
พฤศจิกายน	52.56	26.06	67.59	28.08	0.33	0.92
ธันวาคม	64.76	28.82	63.75	26.84	0.00	0.82
มกราคม	59.65	24.04	64.35	26.88	0.93	0.83
กุมภาพันธ์	53.86	26.06	65.63	28.76	0.05	1.14
มีนาคม	34.45	28.82	67.61	30.67	0.21	1.51
เมษายน	36.93	31.84	65.72	32.18	0.35	1.45
เฉลี่ย	48.48	28.38	65.79	28.93	0.27	1.06
วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส						
มกราคม	47.41	15.54	72.54	28.00	8.42	0.80
กุมภาพันธ์	40.09	17.30	76.93	28.29	37.15	1.20
มีนาคม	36.88	25.83	71.24	29.20	47.34	1.27
เมษายน	31.01	25.54	71.83	30.62	44.99	1.08
พฤษภาคม	30.91	28.25	74.46	30.40	151.17	1.09
มิถุนายน	27.27	28.60	75.68	29.78	156.88	1.05
กรกฎาคม	28.82	27.91	75.79	29.51	159.38	1.04
สิงหาคม	29.92	27.30	75.77	29.33	173.10	1.03
กันยายน	30.83	24.89	80.51	28.70	263.04	0.72
ตุลาคม	33.97	26.37	79.83	28.80	159.50	0.69
พฤศจิกายน	35.41	19.80	56.81	22.73	37.05	0.77
ธันวาคม	54.83	18.30	69.41	27.72	14.39	0.88
เฉลี่ย	35.61	23.80	73.40	28.59	104.37	0.97

2.3.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

ส่วนในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส นั้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิมีค่าสูงที่สุด คือ 0.789 รองลงมาคือ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.752 0.207 0.102 และ 0.039 ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 9) โดยความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์แปรผกผันกันเนื่องจากในบรรยากาศที่มีความหนาแน่นของสารแขวนลอยมากนั้นจะทำให้รังสีสามารถผ่านบรรยากาศไปได้น้อยลงเนื่องจากเกิดการกระทบกระจายทำให้ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ลดลง โดยเฉพาะในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่มีปริมาณเมฆและสารแขวนลอยอยู่มากนั่นเอง

2.4 ภาคใต้

2.4.1 ภาพรวม

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ดังตารางที่ 10 และภาพผนวกที่ 10 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณน้ำฝนมากที่สุด คือเท่ากับ 0.270 รองลงมาคือ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.256 0.195 0.153 และ 0.096 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากว่าภาคใต้นั้นเป็นภูมิภาคที่ได้รับอิทธิพลจากอ่าวไทยและทะเลอันดามัน และได้รับอิทธิพลทั้งจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่นำเอาความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียทำให้มีเมฆมากและฝนตกชุก โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่นำความชื้นจากอ่าวไทยมาปกคลุมทำให้ฝนตกชุกในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ดังนั้นจึงทำให้มีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี กล่าวคือปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศแปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน โดยในช่วงฤดูฝนปริมาณความชื้นในบรรยากาศมีค่าสูง เนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในบรรยากาศจึงกลายเป็นแกนการกลั่นตัวให้กับความชื้นในบรรยากาศ กลายเป็นหยดน้ำแล้วรวมตัวกันกลายเป็นเมฆ และถูกชะลงมาพร้อมกับการเกิดฝนตก

ตารางที่ 10 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

ลักษณะชนิด วัน/เดือน	ปริมาณฝุ่นละออง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	รังสีดวงอาทิตย์ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณน้ำฝน (mm.)	ความเร็วลม (km/hr)
ภาพรวม						
มกราคม	36.11	22.83	75.42	27.53	25.22	1.50
กุมภาพันธ์	42.79	26.57	73.67	28.12	24.91	1.55
มีนาคม	32.34	28.64	73.94	28.14	39.11	1.37
เมษายน	35.27	26.40	70.09	29.23	43.38	1.01
พฤษภาคม	30.52	21.87	78.44	28.81	134.34	1.01
มิถุนายน	33.16	18.76	79.15	28.93	163.85	0.96
กรกฎาคม	40.00	19.07	78.84	28.72	147.52	1.16
สิงหาคม	36.22	19.33	79.11	28.77	145.16	1.30
กันยายน	36.08	19.38	79.93	28.19	212.32	1.01
ตุลาคม	31.75	18.14	82.87	27.85	293.16	0.93
พฤศจิกายน	30.16	17.53	82.79	23.92	306.86	0.99
ธันวาคม	33.45	15.79	80.55	27.19	234.14	1.49
เฉลี่ย	34.82	21.19	77.90	27.95	147.50	1.19
วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส						
พฤศจิกายน	30.39	28.14	77.17	21.88	2.26	0.79
ธันวาคม	14.42	12.74	37.50	13.22	0.00	0.33
มกราคม	27.79	19.48	57.74	22.15	0.30	1.39
กุมภาพันธ์	46.34	28.59	71.77	28.18	2.84	1.52
มีนาคม	44.04	33.58	73.31	28.71	0.00	1.19
เมษายน	19.28	19.34	40.42	19.79	0.00	0.49
เฉลี่ย	30.37	23.64	59.65	22.32	0.90	0.95
วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส						
มกราคม	34.48	18.88	76.86	27.52	20.84	1.61
กุมภาพันธ์	43.98	20.43	76.18	28.15	17.02	1.60
มีนาคม	32.12	22.39	77.70	28.88	61.16	1.17
เมษายน	32.15	22.98	71.68	29.52	38.13	0.92
พฤษภาคม	30.25	20.17	78.86	29.08	156.45	0.95
มิถุนายน	34.25	21.21	79.05	28.84	151.34	0.94
กรกฎาคม	39.45	20.85	78.30	28.70	143.70	1.17
สิงหาคม	36.67	21.17	78.04	28.68	140.54	1.31
กันยายน	35.98	20.57	80.69	28.17	204.22	1.01
ตุลาคม	29.92	17.73	83.23	27.73	257.92	0.92
พฤศจิกายน	32.19	15.93	83.68	23.84	268.86	0.93
ธันวาคม	37.49	12.05	82.06	27.11	251.29	1.53
เฉลี่ย	34.91	19.53	78.86	28.02	142.62	1.17

2.4.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

เมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวันพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส นั้น พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของอุณหภูมิมากที่สุดคือเท่ากับ 0.951 รองลงมาคือ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.873 0.860 0.811 และ 0.299 ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 11) เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ได้แก่ การเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า thermal inversion ซึ่งทำให้อุณหภูมิของบรรยากาศไม่ลดลงตามระดับความสูง ทำให้อากาศบริเวณนั้น ค่อนข้างอยู่กับที่ หรือไม่มีการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการกระจายของสารแขวนลอยในบรรยากาศ ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเข้มข้น

2.4.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

ส่วนในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส นั้น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของความเร็วลมมีค่ามากที่สุดคือเท่ากับ 0.488 รองลงมาคือ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.127 0.034 0.006 และ 0.002 ตามลำดับ (ภาพผนวกที่ 12) ความเร็วลมส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เนื่องจากถ้ามีความเร็วลมมีผลต่อชั้นบรรยากาศใกล้ผิวดิน คือ ถ้ามีความเร็วลมมากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากการไหลแบบราบเรียบไปเป็นการไหลแบบปั่นป่วน ทำให้อัตราการถ่ายเทมีมากขึ้นซึ่งก็ส่งผลให้ในปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศมีค่าสูงในช่วงที่มีความเร็วลมสูง

3. การประเมินปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศจากปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาบางประการในแต่ละภูมิภาค

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาทั้ง 5 ประการ อันได้แก่ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลม ในแต่ละภูมิภาคและเมื่อนำข้อมูลมาสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้นตรง (Linear Regression) และใช้เทคนิค Stepwise Regression ในการวิธีกัดเลือกตัวแปร โดยใช้ข้อมูลระหว่างเดือนมกราคมปี พ.ศ. 2545 ถึง เดือนธันวาคมปีพ.ศ. 2549 ได้สมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

3.1 สมการทางคณิตศาสตร์ในการประเมินปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

3.1.1 ภาพรวม

จากการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาทั้ง 5 ประการนั้น แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ภาคเหนือปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นมีสมการที่ใช้ในการประเมินปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.895 โดยได้สมการที่ (1) เนื่องจากภาคเหนือนี้เป็นภูมิภาคที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งเข้ามาปกคลุมในประเทศไทย และความเร็วลมนี้เองที่เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการกระจายตัวของมลสารที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิด เนื่องจากมลสารมักถูกเจือจางโดยความเร็วลมที่พัดผ่าน ซึ่งที่ความเร็วลมสูง ความเข้มข้นของมลสารมีค่าต่ำ เนื่องจากมีการกระจายและการเจือจางเกิดขึ้นส่วนที่ความเร็วลมต่ำ จะมีการสะสมตัวของมลสารทำให้ความเข้มข้นของมลสารมีค่าสูง ซึ่งก็คือความเข้มข้นของมลสารนั้นแปรผกผันกับความเร็วลมนั่นเอง (Harrop, 2002)

$$A = 245.274 - 2.138RH - 38.272W \quad (r^2 = 0.895, \text{sig} = 0.000013*) \text{-----}(1)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.1.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

อนึ่งหากแยกพิจารณาเป็นชนิดวันจะได้ว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.626 ดังสมการที่ (2) เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศที่น้อยนั้น สารแขวนลอยในบรรยากาศนั้นสามารถทรงตัวอยู่ได้นาน และในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นเป็นวันที่มีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปัจจัยต่าง ๆ พบว่าในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีแนวโน้มสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด

$$A = 180.446 - 1.784RH \quad (r^2 = 0.626, \text{sig} = 0.011852) \text{-----}(2)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.1.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

จากการศึกษาในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสแล้วพบว่า สมการที่เหมาะสมสำหรับการประเมินปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.828 โดยได้สมการที่ (3) สมการที่ได้ของวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสนั้นมีความสัมพันธ์เช่นเดียวกับสมการที่ใช้ประเมินประเมินปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในภาพรวม โดยมีปัจจัยของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิเพิ่มเข้ามาเนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์แปรผกผันกันเนื่องจากในบรรยากาศที่มีความหนาแน่นของสารแขวนลอยมากทำให้รังสีดวงอาทิตย์สามารถทะลุผ่านฝุ่นละอองได้น้อยลงเนื่องจากเกิดการกระเจิงกระจายทำให้ความเข้มของรังสีลดลง โดยเฉพาะในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่มีปริมาณเมฆและสารแขวนลอยอยู่มาก และความเร็วลมเป็นปัจจัยสำคัญในการกระจายตัวของฝุ่นละออง ซึ่งที่ความเร็วลมสูงความเข้มข้นของฝุ่นละอองมีค่าต่ำ เนื่องจากมีการกระจายและการเจือจางเกิดขึ้นส่วนที่ความเร็วลมต่ำจะมีการสะสมตัวของฝุ่นละอองทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองมีค่าสูง ซึ่งก็คือความเข้มข้นของฝุ่นละอองนั้นแปรผกผันกับความเร็วลมนั่นเอง

$$A = 331.249 - 5.259R_n - 1.978RH - 31.930W \quad (r^2 = 0.828, \text{sig} = 0.000241) \text{-----}(3)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.2 สมการทางคณิตศาสตร์ในการประเมินปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

3.2.1 ภาพรวม

จากการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาทั้ง 5 ประการนั้น แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.629 โดยได้สมการที่ (4) ทั้งนี้เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน และเป็นภูมิภาคที่มีเทือกเขาสูงทางด้านทิศใต้และตะวันตก ทำให้ปิดกั้นกระแสลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และกระแสอากาศที่นำไอน้ำและความชื้นจากทะเลมาสู่ภูมิภาค ทำให้มีฝนตกน้อย และยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออย่างเต็มที่ทำให้ฤดูหนาวหนาวจัด ส่วนฤดูร้อนก็ร้อนจัดเช่นกันเนื่องจากอยู่ไกลทะเล ทำให้อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการกระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศนั่นเอง

$$A = 169.185 - 4.709T_a \quad (r^2 = 0.629, \text{sig} = 0.000740) \text{-----}(4)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.2.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

จากการพิจารณาวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศมีความสัมพันธ์กับทั้ง 5 ปัจจัย อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.994 ดังสมการที่ (5) ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส นั้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปัจจัยทั้ง 5 นั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน คือ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ

0.226 0.209 0.171 0.160 และ 0.053 ตามลำดับ สมการที่เหมาะสมในการประเมินจึงมีครบทั้ง 5 ปัจจัย

$$A = 111.023 + 5.918R_n + 2.521RH - 9.219Ta + 70.440R - 87.399W$$

$$(r^2 = 0.994, \text{sig} = 0.004352) \text{-----}(5)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.2.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

เมื่อพิจารณาในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสแล้วพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.540 โดยได้สมการที่ (6) เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์แปรผกผันกันเนื่องจากในบรรยากาศที่มีความหนาแน่นของสารแขวนลอยมากนั้นจะทำให้รังสีดวงอาทิตย์สามารถผ่านบรรยากาศได้น้อยลงเนื่องจากเกิดการกระเจิงกระจายทำให้ความเข้มของรังสีลดลง โดยเฉพาะในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่มีปริมาณเมฆและสารแขวนลอยอยู่มาก

$$A = 70.449 - 1.738R_n$$

$$(r^2 = 0.540, \text{sig} = 0.002548) \text{-----}(6)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.3 สมการทางคณิตศาสตร์ในการประเมินปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย

3.3.1 ภาพรวม

จากการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาทั้ง 5 ประการนั้น แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ภาคกลาง ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.942 โดยได้สมการที่ (7) เนื่องจากว่าภาคกลางนั้นเป็นแหล่งอุตสาหกรรมที่สำคัญ ซึ่งทำให้เกิดสิ่งก่อสร้าง

อาคารสูงมากมายตาม โดยที่ Turner (1994) ได้กล่าวว่าเมื่อมีความสูงมากขึ้นความเร็วลมจะยิ่งมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากอิทธิพลของความขรุขระของพื้นผิว (Surface Roughness) นั้นเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของต่างประเทศที่พบว่าฝุ่นละอองในย่านพาณิชยกรรมมีฝุ่นละอองสูงกว่าย่านที่อยู่อาศัย (Rashid, 1989) และภาคกลางก็มีพื้นที่ที่มีลักษณะอาคาร ลิ่งก่อสร้างสูงมากมายทำให้ได้รับอิทธิพลจากความเร็วลมในการแพร่กระจายฝุ่นละออง และภาคกลางนั้นเป็นแหล่งอุตสาหกรรมที่สำคัญนั่นเอง

$$A = 232.712 - 1.499R_n - 1.857RH - 19.455W \quad (r^2 = 0.942, \text{sig} = 0.000002) \text{-----}(7)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.3.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

อนึ่งหากแยกพิจารณาเป็นชนิดวัน พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.726 ดังสมการที่ (8) เนื่องจากภาคกลางเนื่องมาจากที่เป็นภูมิภาคที่มีชุมชนเมืองแหล่งการคมนาคมที่หนาแน่น และมีแหล่งอุตสาหกรรมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ซึ่งเป็นการเพิ่มมลพิษในอากาศทำให้ส่งผลต่อการกระทบกระจายและการดูดกลืนของรังสีดวงอาทิตย์ และผลต่อเนื่องจากนั้นก็ทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ลงมายังพื้นผิวโลกนั้นลดลง ซึ่งเป็นการเพิ่มความร้อนในชั้นบรรยากาศมากยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจก จึงส่งผลให้ภาคกลางเป็นภูมิภาคที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด และทำให้อากาศบริเวณนั้นค่อนข้างอยู่กับที่ หรือไม่มีการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการกระจายของสารแขวนลอยในบรรยากาศทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเข้มข้น

$$A = 206.339 - 5.456Ta \quad (r^2 = 0.726, \text{sig} = 0.004488) \text{-----}(8)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.3.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

เมื่อพิจารณาในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสแล้วพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ อย่างมีนัยสำคัญ

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.665 โดยได้สมการที่ (9) เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์แปรผกผันกันเนื่องจากในบรรยากาศที่มีความหนาแน่นของสารแขวนลอยมากนั้นจะทำให้รังสีสามารถผ่านได้น้อยลงเนื่องจากเกิดการกระเจิงกระจายทำให้ความเข้มของรังสีลดลง โดยเฉพาะในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่มีปริมาณเมฆและสารแขวนลอยอยู่มาก

$$A = 70.303 - 1.457R_n \quad (r^2 = 0.665, \text{sig} = 0.000416) \text{-----}(9)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.4 สมการทางคณิตศาสตร์ในการประเมินปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

3.4.1 ภาพรวม

จากการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาทั้ง 5 ประการนั้น แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ภาคใต้ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ และความเร็วลมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.269 โดยได้สมการที่ (10) โดยพบว่าค่า r^2 จากสมการข้างต้นนั้นน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ ที่ผ่านมา ทั้งนี้เนื่องจากภาคใต้เป็นพื้นที่ที่มีคาบสมุทรขนานด้วยทะเลสองด้าน ด้านตะวันตกเป็นทะเลอันดามัน และด้านตะวันออกเป็นอ่าวไทย ทำให้ได้รับอิทธิพลจากทะเลทั้งสองฝั่งทำให้มีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี อีกทั้งยังได้รับความชื้นจากไอน้ำทะเลอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ทำให้ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์นั้นแทบจะไม่ส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเลย

$$A = -2.203 + 0.980T_a + 8.089W \quad (r^2 = 0.269, \text{sig} = 0.004000) \text{-----}(10)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.4.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

อนึ่งหากแยกพิจารณาเป็นชนิดวันเป็นชนิดวัน พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.910 ดังสมการที่ (11) โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละภูมิภาค พบว่าภาคที่ได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยมากที่สุดคือภาคใต้ และเมื่อได้รับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มากอุณหภูมิอากาศก็สูงขึ้นเช่นกัน เนื่องจากพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ เมื่อลงมาสู่พื้นผิวโลกถูกนำไปใช้ที่สำคัญ ได้แก่ ใช้ในการระเหยน้ำเก็บไว้ในดิน และเผาผลาญอากาศซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้อากาศร้อนขึ้นหรืออุณหภูมิสูงขึ้น จึงส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

$$A = -17.706 + 2.154Ta \quad (r^2 = 0.910, \text{sig} = 0.000543) \text{-----}(11)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.4.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

เมื่อพิจารณาในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสแล้วพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับความเร็วมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.468 โดยได้สมการที่ (12) โดยวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสเป็นวันที่มีปริมาณเมฆและสารแขวนลอยอยู่มาก และความเร็วมเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มปริมาณฝุ่นละอองทั้งนี้เนื่องมาจากฝุ่นละอองในภาคใต้นั้นส่วนใหญ่ไม่ใช่ฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้ที่เกิดจากการเผา แต่เป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากทะเล โดยเมื่อมีลมพัดก็จะนำเอาเอาจากไอทะเลเข้ามาในแผ่นดินก็จะเป็นการพัดเอาฝุ่นเข้ามาด้วยเช่นเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่าเมื่อมีลมพัดมากก็จะเป็นการเพิ่มปริมาณฝุ่นในบรรยากาศมากเท่านั้น

$$A = 23.041 + 10.132W \quad (r^2 = 0.468, \text{sig} = 0.009962) \text{-----}(12)$$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

4. การทดสอบการใช้งานสมการทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาทั้ง 5 ประการโดยใช้ข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2550 และได้สมการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศของพื้นที่แต่ละภูมิภาคในประเทศไทย จึงนำสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาทดสอบเพื่อพิจารณาว่าสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้งานได้จริง อธิบายผลได้ดังนี้

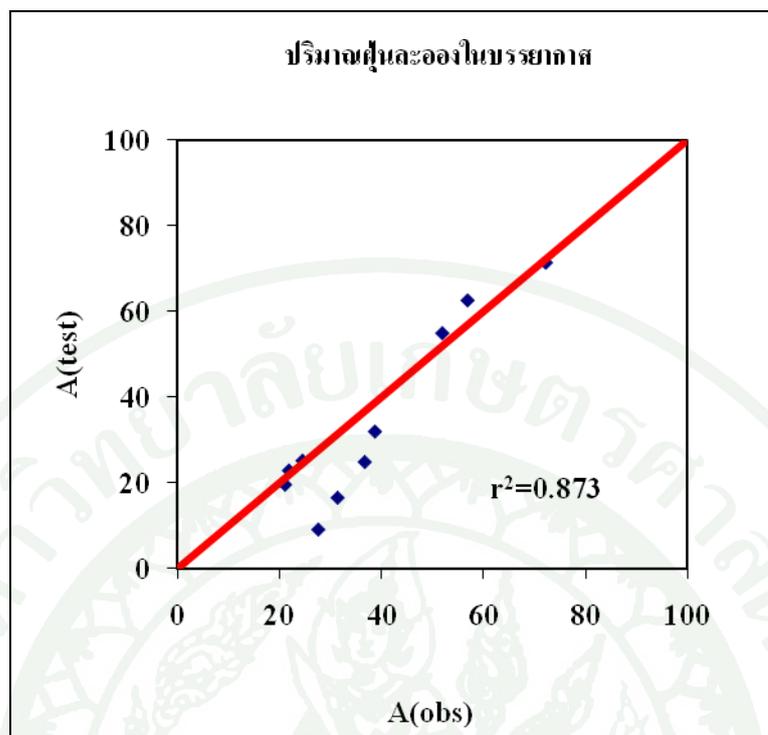
4.1 การทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ในพื้นที่ภาคเหนือ

4.1.1 ภาพรวม

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือที่แสดงดังสมการที่ (1) นั้นได้นำมาทดสอบในการทำนายค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะพิจารณาว่าสมการทางคณิตศาสตร์นี้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 11 และภาพที่ 10 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการประเมินในปี พ.ศ. 2550 พบว่าค่าที่ได้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน และสามารถนำไปใช้ได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสโดยมีค่า $r^2 = 0.873$ การเปรียบเทียบของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริง กับค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน เพราะฉะนั้นค่าที่ได้จากสมการจึงสามารถใช้ในการคาดคะเนปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ในระดับหนึ่ง

ตารางที่ 11 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงและจากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์ช่วงระหว่างปีพ.ศ.2545ถึงพ.ศ.2549 ในพื้นที่ภาคเหนือ

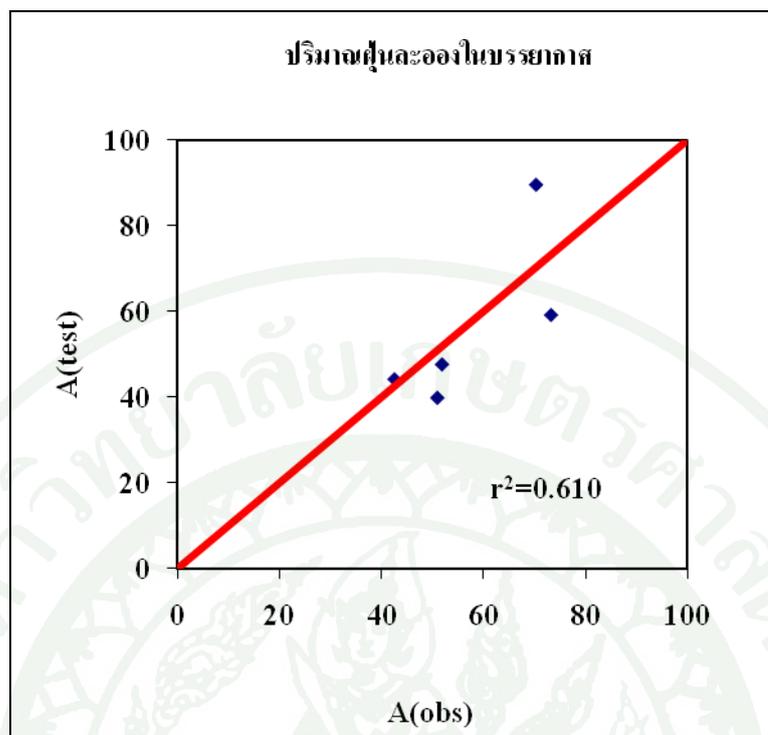
เดือน	ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน บรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษาปีพ.ศ.2550		ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน บรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ปีพ.ศ.2550		ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน บรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ปีพ.ศ.2550	
	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
มกราคม	72.31	71.42	73.15	59.23	58.22	57.44
กุมภาพันธ์	108.67	83.52	108.67	75.13	76.58	76.16
มีนาคม	139.68	95.14	139.91	89.27	114.03	77.02
เมษายน	56.92	62.63	70.24	89.63	39.12	41.18
พฤษภาคม	27.59	9.05			24.86	14.62
มิถุนายน	24.48	25.17			24.17	35.05
กรกฎาคม	21.82	22.87			21.41	36.96
สิงหาคม	21.04	19.55			21.50	39.45
กันยายน	31.38	16.50			29.91	36.30
ตุลาคม	36.70	24.85	50.98	39.91	28.58	20.15
พฤศจิกายน	38.72	31.96	42.63	44.24	34.12	20.25
ธันวาคม	51.96	54.95	51.89	47.70	53.70	66.55



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ภาพรวมตลอดการศึกษาที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ในปีพ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคเหนือ

4.1.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

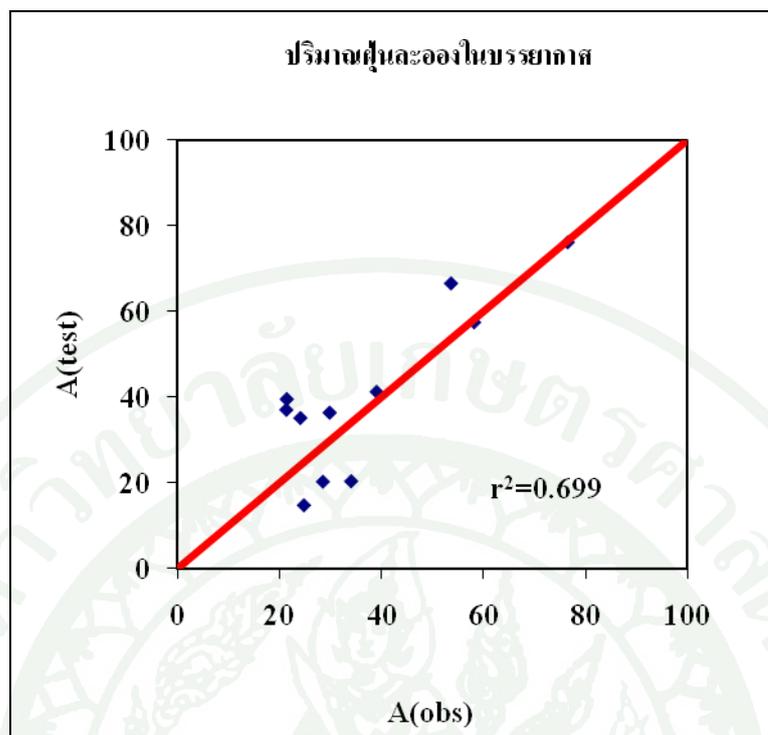
สำหรับความสัมพันธ์ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีแบบจำลองที่สามารถใช้ประเมินได้ จากการหาความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์นั้นมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยค่าความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มีค่า r^2 เท่ากับ 0.610 (ภาพที่ 11) แต่ควรใช้สมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้ในภาพรวมการศึกษาเนื่องจากให้ค่าความสัมพันธ์ที่สูงกว่าสมการทางคณิตศาสตร์ของชนิดวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส



ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปีพ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคเหนือ

4.1.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

ความสัมพันธ์ของชนิดวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศจริงกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์มีค่า $r^2 = 0.699$ โดยมีค่าสูงกว่าช่วงวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่มีค่า $r^2 = 0.610$ แต่ยังมีค่าที่น้อยกว่าภาพรวมตลอดการศึกษาที่มีค่า $r^2 = 0.873$ ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดโดยสรุปแล้วสามารถใช้สมการทางคณิตศาสตร์ของภาพรวมตลอดการศึกษามาประเมินเนื่องจากมีค่าความสัมพันธ์สูงกว่าทั้งในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปีพ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคเหนือ

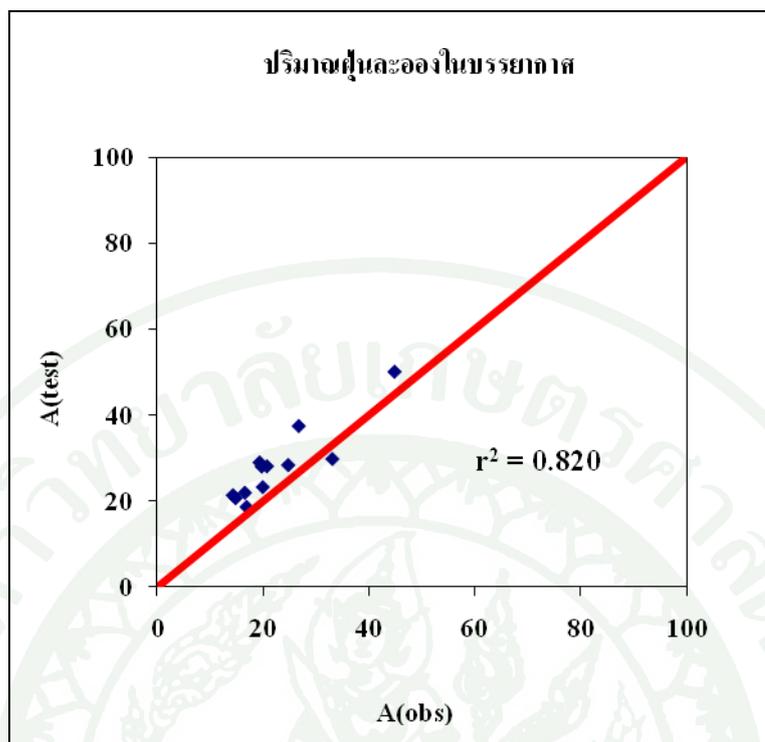
4.2 การทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4.2.1 ภาพรวม

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่แสดงดังสมการที่ (4) นั้นได้นำมาทดสอบในการทำนายค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เพื่อที่จะพิจารณาว่าสมการทางคณิตศาสตร์นี้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 12 และภาพที่ 13 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการหาความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2550 พบว่ามีค่า $r^2 = 0.820$ จึงสามารถใช้ในการคาดคะเนปริมาณฝุ่นละอองได้ในระดับหนึ่ง

ตารางที่ 12 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงและจากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์ช่วงระหว่างปีพ.ศ.2545ถึงพ.ศ.2549 ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

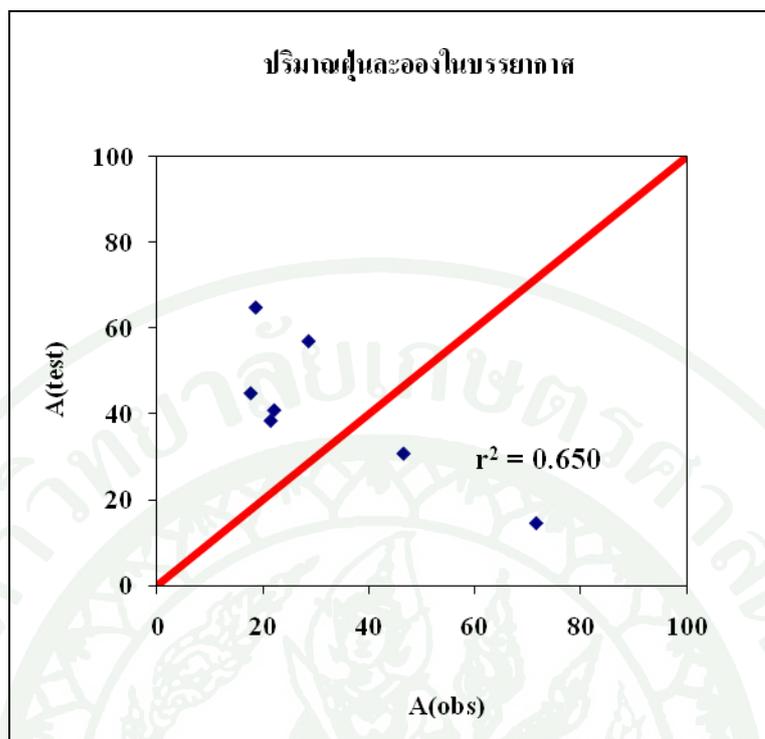
เดือน	ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน บรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษาปีพ.ศ.2550		ค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ในปีพ.ศ.2550		ค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ในปีพ.ศ.2550	
	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
มกราคม	44.73	49.95	46.55	30.80	28.63	28.67
กุมภาพันธ์	19.26	28.86	21.35	38.47	14.88	21.42
มีนาคม	32.99	29.66	71.70	14.55	20.81	19.05
เมษายน	16.81	18.50	17.59	44.89	21.35	18.58
พฤษภาคม	16.47	21.79			18.22	23.56
มิถุนายน	19.86	23.11			21.10	25.73
กรกฎาคม	14.73	20.57			15.52	25.29
สิงหาคม	14.22	21.23			15.70	15.23
กันยายน	19.65	27.92			22.49	23.96
ตุลาคม	20.64	27.96	18.54	64.92	34.40	30.47
พฤศจิกายน	24.66	28.24	28.54	57.06	28.80	27.47
ธันวาคม	26.65	37.33	22.03	40.93	29.75	27.04



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ภาพรวมตลอดการศึกษาที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4.2.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

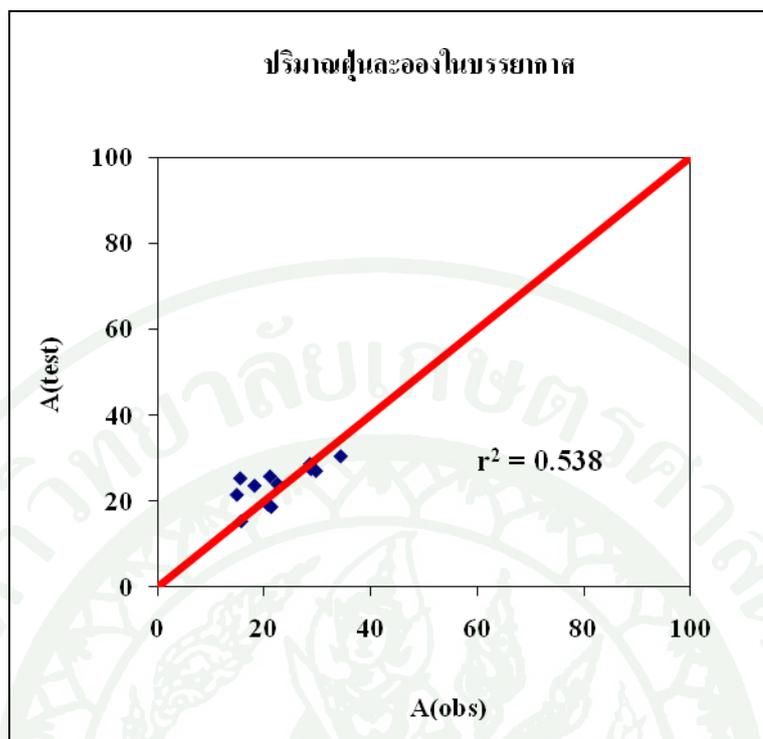
สมการทางคณิตศาสตร์สำหรับประเมินค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศสำหรับวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่แสดงดังสมการที่ (5) จากการหาความสัมพันธ์ของค่าที่ตรวจวัดได้จริงกับค่าที่ได้จากการประเมินนั้นมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยค่าความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มีค่า r^2 เท่ากับ 0.650 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์สูงรองลงมาเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมตลอดการศึกษา และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนงในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4.2.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

สำหรับสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับประเมินค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสำหรับวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่ จากการหาความสัมพันธ์ของค่าที่ตรวจวัดได้จริงกับค่าที่ได้จากการประเมินนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับสมการทางคณิตศาสตร์ของภาพรวม และสมการทางคณิตศาสตร์ของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสแล้วนั้นถือว่ามีค่าความสัมพันธ์น้อยที่สุด มีค่า $r^2 = 0.538$ โดยเป็นค่าที่ต่ำที่สุด (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

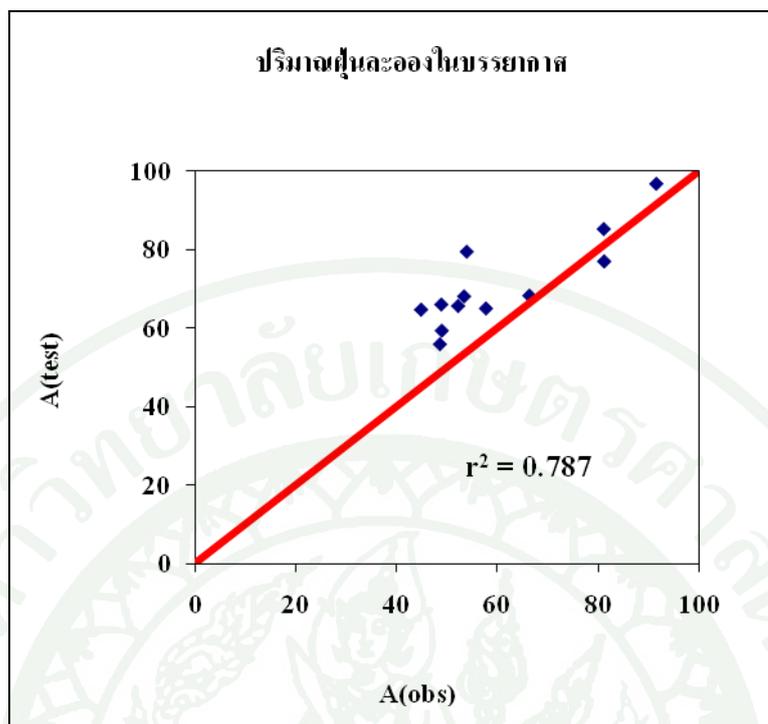
4.3 การทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ในพื้นที่ภาคกลาง

4.3.1 ภาพรวม

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคกลางที่แสดงดังสมการที่ (7) นั้นได้นำมาทดสอบในการทำนายค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เพื่อที่จะพิจารณาว่าสมการทางคณิตศาสตร์นี้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 13 และภาพที่ 16 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการประเมิน ในปี พ.ศ. 2550 พบว่าค่าที่ได้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน และสามารถนำไปใช้ได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ

ตารางที่ 13 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงและจากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์ช่วงระหว่างปีพ.ศ.2545ถึงพ.ศ.2549 ในพื้นที่ภาคกลาง

เดือน	ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษา ในปีพ.ศ.2550		ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ในปีพ.ศ.2550		ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ในปีพ.ศ.2550	
	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
มกราคม	59.08	55.90	59.65	59.71	47.41	47.66
กุมภาพันธ์	87.73	69.21	53.86	49.45	40.09	45.10
มีนาคม	89.73	70.54	34.45	38.99	36.88	32.66
เมษายน	44.21	56.95	36.93	30.77	31.01	33.09
พฤษภาคม	27.78	30.20			30.91	29.14
มิถุนายน	21.64	27.22			27.27	28.63
กรกฎาคม	21.20	27.09			28.82	29.64
สิงหาคม	22.84	25.47			29.92	30.53
กันยายน	24.17	20.30			30.83	34.04
ตุลาคม	34.68	27.95	37.19	47.58	33.97	31.88
พฤศจิกายน	34.09	37.97	52.56	53.14	35.41	41.45
ธันวาคม	45.86	44.78	64.76	59.89	54.83	43.64

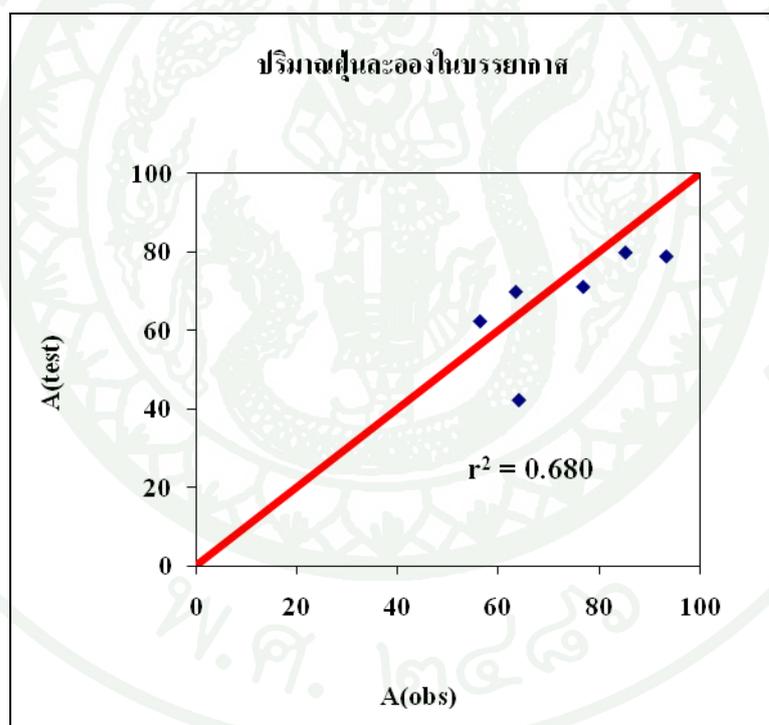


ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษาที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคกลาง

วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสโดยมีค่า $r^2 = 0.787$ การเปรียบเทียบของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริง กับค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน เพราะฉะนั้นค่าที่ได้จากสมการจึงสามารถใช้ในการคาดคะเนปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ในระดับหนึ่ง

4.3.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

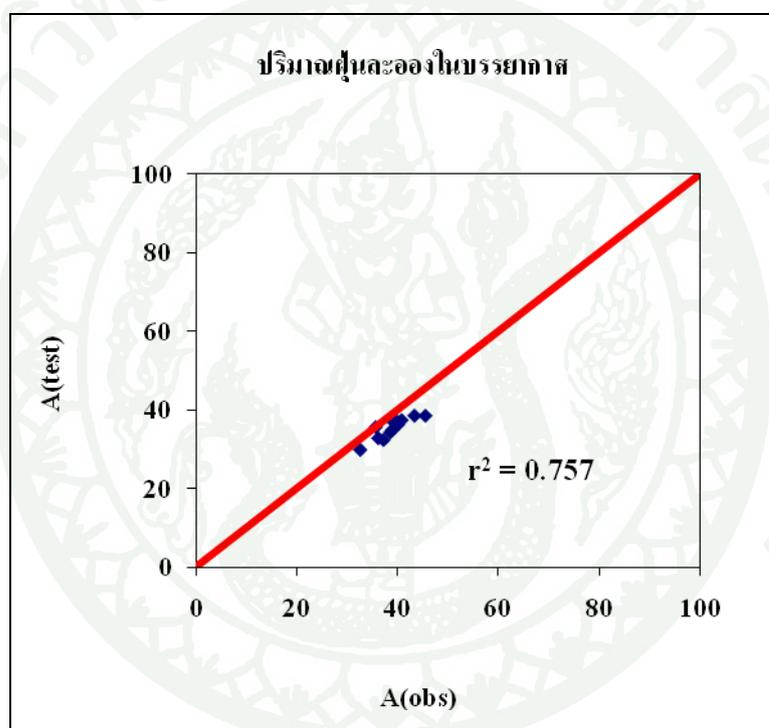
สำหรับความสัมพันธ์ของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสในพื้นที่ภาคกลางนั้นจากการหาความสัมพันธ์ของค่าที่ตรวจวัดได้จริงกับค่าที่ได้จากการประเมินนั้นมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน และสามารถนำไปใช้ได้ โดยค่าความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มีค่า r^2 เท่ากับ 0.680 (ภาพที่ 17) การเปรียบเทียบของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริง กับค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน เพราะฉะนั้นค่าที่ได้จากสมการจึงสามารถใช้ในการคาดคะเนปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ในระดับหนึ่ง และเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสถือว่ามีค่าต่ำสุด



ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคกลาง

4.3.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

สำหรับความสัมพันธ์ของสมการทางคณิตศาสตร์ของวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์นั้น มีค่า $r^2 = 0.757$ โดยถ้ามียค่าสูงรองลงมาเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมตลอดการศึกษา และมีค่าต่ำกว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ซึ่งในการประเมินหาค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจใช้สมการทางคณิตศาสตร์ของภาพรวมแทนได้ (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคกลาง

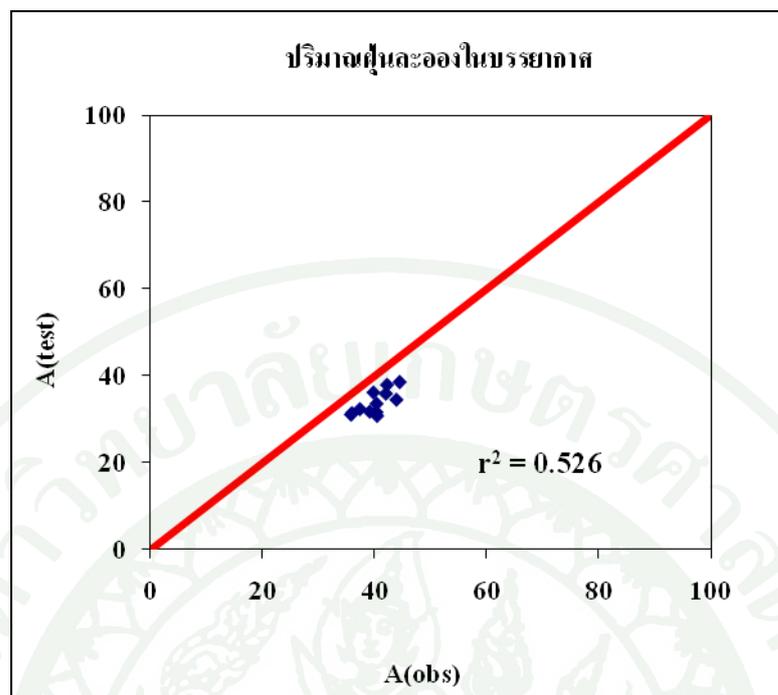
4.4 การทดสอบสมการทางคณิตศาสตร์ในพื้นที่ภาคใต้

4.4.1 ภาพรวม

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคใต้ที่แสดงดังสมการที่ (10) นั้นได้นำมาทดสอบในการทำนายค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เพื่อพิจารณาว่าสมการทางคณิตศาสตร์นี้มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 14 และภาพที่ 19 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการประเมินในปี พ.ศ. พบว่าค่าที่ได้มีค่าความสัมพันธ์น้อยกว่าภาคอื่น ๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน โดยมีค่า $r^2 = 0.526$ ทั้งนี้ค่าที่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ของภาคใต้ที่แตกต่างจากภูมิภาคอื่น โดยภาคใต้มีคาบสมุทรขนานทั้งสองข้าง จึงทำให้ได้รับอิทธิจากทะเลทั้งสองฝั่งและมีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี รวมทั้งยังได้รับความชื้นจากทะเลอย่างสม่ำเสมอ และเมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างกันของแหล่งกำเนิดหรือประเภทของฝุ่นละอองซึ่งภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางมีแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่จากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ฝุ่นละอองที่มาจากไฟฟ้าและการเผาไหม้ซากเหลือจากการเกษตร และจากการคมนาคมและโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ความสัมพันธ์กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่ภาคใต้ส่วนใหญ่ฝุ่นละอองมีแหล่งกำเนิดจากการระเหยเกลือจากน้ำทะเล จึงทำให้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาน้อย ดังนั้นสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ประเมินปริมาณฝุ่นละอองโดยอาศัยปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาจึงให้ค่าความถูกต้องน้อย

ตารางที่ 14 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศที่ได้จากการตรวจวัดจริงและจากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์ช่วงระหว่างปีพ.ศ.2545ถึงพ.ศ.2549 ในพื้นที่ภาคใต้

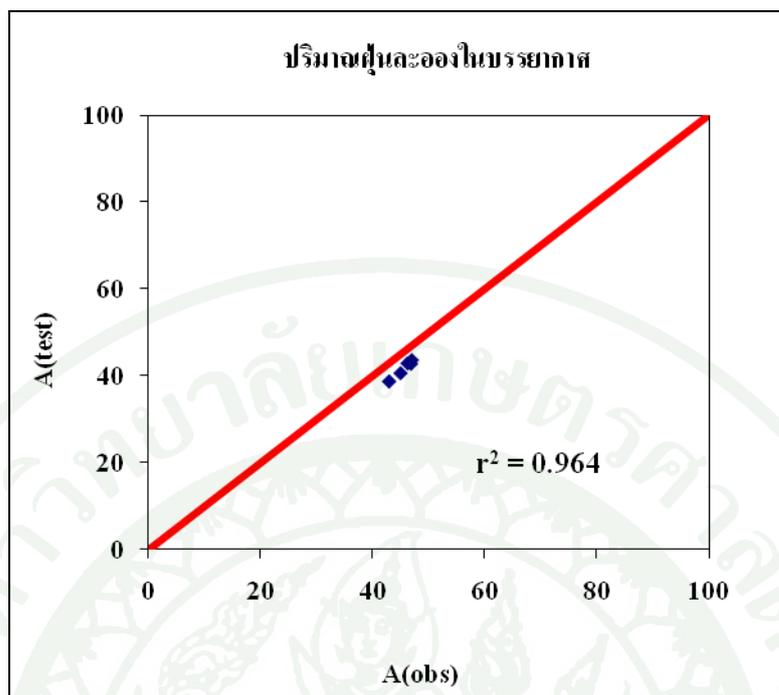
เดือน	ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน บรรยากาศภาพรวมตลอดการศึกษา ในปีพ.ศ.2550		ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน บรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ในปีพ.ศ.2550		ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน บรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ในปีพ.ศ.2550	
	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ	ค่าที่ได้จากการตรวจวัด	ค่าที่ได้จากสมการ
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
มกราคม	40.34	33.49	44.956	40.70	40.34	35.86
กุมภาพันธ์	42.24	37.79	46.820	42.87	42.24	38.01
มีนาคม	43.94	34.40	46.939	43.68	33.94	31.77
เมษายน	40.32	31.57			30.32	30.00
พฤษภาคม	35.74	31.02			35.74	30.37
มิถุนายน	35.90	31.35			35.90	30.61
กรกฎาคม	42.01	35.79			42.01	35.87
สิงหาคม	39.77	36.07			39.77	37.18
กันยายน	39.10	31.67			39.10	31.85
ตุลาคม	37.32	32.25			37.32	32.68
พฤศจิกายน	40.44	30.72	42.917	38.81	39.44	31.74
ธันวาคม	44.52	38.44	46.190	42.97	48.52	43.16



ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ภาพรวมตลอดการศึกษาที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคใต้

4.4.2 วันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

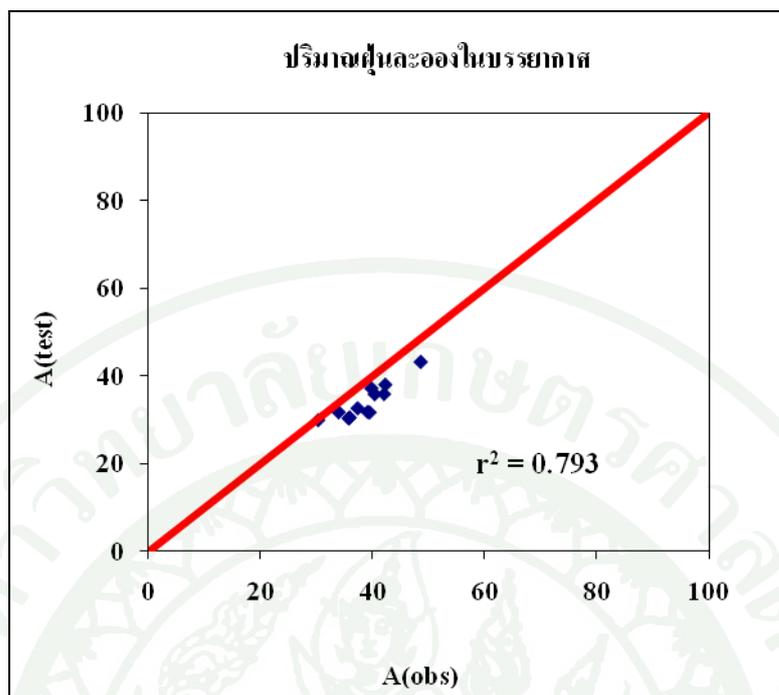
สำหรับความสัมพันธ์ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการประเมินนั้นมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยค่าความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มีค่า r^2 เท่ากับ 0.964 ซึ่งถือเป็นค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมตลอดการศึกษา และในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคใต้

4.4.3 วันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

สำหรับสมการทางคณิตศาสตร์ของวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยสมการทางคณิตศาสตร์มีค่า $r^2 = 0.793$ เป็นค่าที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และมีค่าความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมตลอดการศึกษา (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสที่ได้จากการตรวจวัดและค่าที่ได้จากการประเมินโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในปี พ.ศ. 2550 ของพื้นที่ภาคใต้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่แต่ละภูมิภาค รวมทั้งการหาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาบางประการ และการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่แต่ละภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

1. ความผันแปรของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

1.1 ภาคเหนือ ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ $42.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ $89.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนมีนาคม และมีค่าต่ำสุด $21.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนกรกฎาคม เมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ แล้วนั้นภาคเหนือเป็นภาคที่มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาแยกเป็นช่วงแล้งฝนและช่วงหลากฝน พบว่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นแปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวัน พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นพบในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสพบในทุกเดือน โดยพบมากในเฉพาะในช่วงแล้ง ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสพบทั้งในช่วงแล้ง และช่วงฝน โดยวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงกว่าวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

1.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ $38.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ $55.99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนมกราคม และมีค่าต่ำสุด $25.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนเมษายน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ นั้นพบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศรองมาจากภาคเหนือและมีค่าใกล้เคียงกับภาคกลาง และเมื่อแยกพิจารณาเป็นช่วงแล้งฝนและช่วงหลากฝน พบว่าในช่วงแล้งนั้นปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นมีมากกว่าในช่วงฝน และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวัน พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสพบในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และอีกช่วงคือช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสพบในทุก ๆ เดือนและพบทั้งในช่วงแล้งฝนและช่วงหลากฝน ต่างจากวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสพบ

เฉพาะในช่วงแล้งฝน และวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงกว่าวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

1.3 ภาคกลาง ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ $39.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ $63.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนธันวาคม และมีค่าต่ำสุด $27.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนมิถุนายน เมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ แล้วนั้นพบว่าภาคกลางมีปริมาณฝุ่นละอองใกล้เคียงกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเมื่อแยกพิจารณาเป็นช่วงแล้งฝนและช่วงหลากฝน พบว่าในช่วงแล้งฝนนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูง และลดลงในช่วงหลากฝน และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวัน พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสพบในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และอีกช่วงคือช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสพบในทุก ๆ เดือน และพบทั้งในช่วงแล้งฝนและช่วงหลากฝน ต่างจากวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสเฉพาะในช่วงแล้งฝน และวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงกว่าวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

1.4 ภาคใต้ ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ $34.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ $42.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนกุมภาพันธ์ และมีค่าต่ำสุด $30.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในเดือนพฤศจิกายน พบว่า ภาคใต้มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศน้อยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ และเมื่อแยกพิจารณาเป็นช่วงแล้งฝน และช่วงหลากฝน พบว่าในช่วงแล้งฝน และช่วงหลากฝนนั้นปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยที่ช่วงแล้งฝนมีค่าสูงกว่าช่วงหลากฝนเพียงเล็กน้อย และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวัน พบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคใต้นั้นมีน้อยกว่าภูมิภาคอื่น ๆ คือ วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสพบในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมและวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสพบในทุกเดือนเหมือนอย่างเช่นภูมิภาคอื่น ๆ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาบางประการในแต่ละภูมิภาค

2.1 ภาคเหนือ ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.791 รองลงมาได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม อุณหภูมิ และรังสีดวงอาทิตย์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.707 0.273 0.131 และ 0.092 ตามลำดับ และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวันพบว่า วันที่ท้องฟ้าแจ่มใสค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของความชื้น

สัมพัทธ์มีค่าสูงที่สุดคือ 0.735 รองลงมาคือ ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.171 0.136 0.120 และ 0.039 ตามลำดับ และในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณน้ำฝนมีค่า สูงที่สุดคือ 0.868 รองลงมาคือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิ คือ 0.696 0.507 0.292 และ 0.115 ตามลำดับ

2.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของอุณหภูมิมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.674 รองลงมาได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ และความเร็วลม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.602 0.334 0.043 และ 0.017 ตามลำดับ เมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวันพบว่า ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของความเร็วลมมีค่าสูงที่สุด คือ 0.226 รองลงมาคือ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.209 0.171 0.160 และ 0.053 ตามลำดับ ส่วนในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิมีค่าสูงที่สุดคือ 0.697 รองลงมาคือ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.434 0.310 0.217 และ 0.060 ตามลำดับ

2.3 ภาคกลาง ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณน้ำฝนมีค่ามากที่สุดคือเท่ากับ 0.822 รองลงมาได้แก่ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.756 0.762 0.623 และ 0.142 ตามลำดับ และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวันพบว่า ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของอุณหภูมิมีกว่ามากที่สุดคือ 0.780 รองลงมาคือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.746 0.585 0.362 และ 0.074 ตามลำดับ ส่วนในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิมีค่าสูงที่สุด คือ 0.789 รองลงมาคือ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.752 0.207 0.102 และ 0.039 ตามลำดับ

2.4 ภาคใต้ ผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของปริมาณน้ำฝนมากที่สุด คือเท่ากับ 0.270 รองลงมาคือ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.256 0.195 0.153 และ 0.096 ตามลำดับ และเมื่อแยกพิจารณาเป็นชนิดวันพบว่า ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของอุณหภูมิมากที่สุดคือเท่ากับ 0.951 รองลงมาคือ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.873 0.860 0.811 และ 0.299 ตามลำดับ ส่วนในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ของความเร็วลมมีค่ามากที่สุดคือเท่ากับ 0.488 รองลงมาคือ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.127 0.034 0.006 และ 0.002 ตามลำดับ

3. การประเมินปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศจากปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาบางประการในแต่ละภูมิภาค มีดังนี้

3.1 ภาคเหนือ

1) สมการรายปี

$$A = 245.274 - 2.138RH - 38.272W \quad (r^2 = 0.895, \text{sig} = 0.000013) \text{--}(1)$$

2) สมการวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

$$A = 180.446 - 1.784RH \quad (r^2 = 0.626, \text{sig} = 0.011852) \text{--}(2)$$

3) สมการวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

$$A = 331.249 - 5.259Rn - 1.978RH - 31.930W \quad (r^2 = 0.828, \text{sig} = 0.000241) \text{--}(3)$$

3.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1) สมการรายปี

$$A = 169.185 - 4.709Ta \quad (r^2 = 0.629, \text{sig} = 0.000740) \text{--}(3)$$

2) สมการวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

$$A = 111.023 + 5.918Rn + 2.521RH - 9.219Ta + 70.440R - 87.399W \quad (r^2 = 0.994, \text{sig} = 0.004352) \text{--}(5)$$

3) สมการวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

$$A = 70.449 - 1.738Rn \quad (r^2 = 0.540, \text{sig} = 0.002548) \text{--}(6)$$

3.3 ภาคกลาง

1) สมการรายปี

$$A = 232.712 - 1.499R_n - 1.857RH - 19.455W \quad (r^2 = 0.942, \text{sig} = 0.000002) \text{--}(7)$$

2) สมการวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

$$A = 206.339 - 5.456T_a \quad (r^2 = 0.726, \text{sig} = 0.004488) \text{--}(8)$$

3) สมการวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

$$A = 70.303 - 1.457R_n \quad (r^2 = 0.665, \text{sig} = 0.000416) \text{--}(9)$$

3.4 ภาคใต้

1) สมการรายปี

$$A = -2.203 + 0.980T_a + 8.089W \quad (r^2 = 0.269, \text{sig} = 0.004000) \text{--}(10)$$

2) สมการวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

$$A = -17.706 + 2.154T_a \quad (r^2 = 0.910, \text{sig} = 0.000543) \text{--}(11)$$

3) สมการวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส

$$A = 23.041 + 10.132W \quad (r^2 = 0.468, \text{sig} = 0.009962) \text{--}(12)$$

4. การทดสอบการใช้งานสมการทางคณิตศาสตร์

4.1 ภาคเหนือ จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการประเมินในปี พ.ศ. 2550 พบว่าภาพรวมค่าที่ได้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน และสามารถนำไปใช้ได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส โดยมีค่า $r^2 = 0.910$ สำหรับความสัมพันธ์ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีค่า r^2 เท่ากับ 0.819 และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสมีค่า $r^2 = 0.893$

4.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการประเมินในปี พ.ศ. 2550 พบว่าภาพรวมมีค่า $r^2 = 0.661$ จึงสามารถใช้ในการคาดคะเนปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศได้ในระดับหนึ่ง สำหรับวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีค่า r^2 เท่ากับ 0.999 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์สูงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมตลอด

การศึกษา และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสจากการหาความสัมพันธ์ของค่าที่ตรวจวัดได้จริงกับค่าที่ได้จากการประเมินนั้นถือว่ามีความสัมพันธ์น้อยที่สุด มีค่า $r^2 = 0.578$ โดยเป็นค่าที่ต่ำที่สุด

4.3 ภาคกลาง จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการประเมินในปี พ.ศ. 2550 พบว่าภาพรวมค่าที่ได้มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน และสามารถนำไปใช้ได้ดีที่สุดในเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส โดยมีค่า $r^2 = 0.890$ สำหรับความสัมพันธ์ของวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีค่า r^2 เท่ากับ 0.765 ส่วนวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสมีค่า $r^2 = 0.693$ โดยถือมีค่าต่ำที่สุดเมื่อ เปรียบเทียบกับภาพรวมตลอดการศึกษา และวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส

4.4 ภาคใต้ จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และค่าที่ได้จากการประเมินในปี พ.ศ. 2550 พบว่าภาพรวมค่าที่ได้มีค่าความสัมพันธ์น้อยกว่าภาคอื่น ๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน โดยมีค่า $r^2 = 0.387$ ซึ่งถือว่าน้อยมาก ส่วนในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีค่า r^2 เท่ากับ 0.925 ซึ่งถือเป็นค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมตลอดการศึกษา และในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส สำหรับวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสมีค่า $r^2 = 0.467$ เป็นค่าที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส และมีค่าความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับภาพรวมตลอดการศึกษา

ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะจากการศึกษาวิจัย

1.1 จากการศึกษาพบว่าภาคเหนือมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่น ๆ อันเนื่องมาจากไฟป่าที่เกิดขึ้นครั้งนั้นในการลดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ สำนักป้องกันและควบคุมไฟป่าต้องมีการป้องกันและแผนรับมือการเกิดไฟป่าอย่างมีประสิทธิภาพ และประกอบกับพื้นที่ภาคเหนือยังมีโรงงานไฟฟ้าถ่านหินแม่เมาะ โดยตั้งอยู่ที่จังหวัดลำปางซึ่งพบว่าจังหวัดลำปางนั้นมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงกว่าเชียงใหม่ ซึ่งก็ถือเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในบรรยากาศสำคัญอีกทางหนึ่ง

1.2 ฝุ่นที่เกิดจากการเผาเศษซากเหลือทางการเกษตรนั้น กรมส่งเสริมการเกษตรควรมีการให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับการจัดการเศษซากที่เหลือทิ้งจากการเกษตร โดยสนับสนุนให้ใช้วิธีฝังกลบแทนการเผาเศษซากที่เหลือจากการเกษตร

1.3 การศึกษาทำให้ทราบว่าสามารถนำสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากผลการศึกษาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินค่าปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศได้เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในภาคใต้ที่ให้ค่าระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากสมการใกล้เคียงกันน้อยมาก ทั้งนี้เพราะเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองนั้นมีราคาสูง

2) ข้อเสนอเพื่อการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดป่าที่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เนื่องจากในสหรัฐอเมริกาได้ทำการทดลองพบว่าต้นไม้ที่ปกคลุมพื้นที่ 23.2% ในสวนสาธารณะลิงคอล์น ในนครชิคาโก สามารถกรองฝุ่นละอองได้ 43.9 ตัน/ปี (USEPA, 1987) และความสามารถในการกรองฝุ่นของพืชนั้นจะจำเพาะกับแต่ละชนิดพืช กล่าวคือ แตกต่างกันตามโครงสร้างของพืชชนิดนั้น ๆ โดยใบหยดมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นมากกว่าใบที่เรียบ (Beckett *et al.*, 2000a) และยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอนุภาคในพื้นที่และความเร็วของลมด้วย (Beckett *et al.*, 2000b)

2.2 ควรมีการศึกษาถึงอิทธิพลของแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในแต่ละภูมิภาคที่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ เพราะระดับความรุนแรงของปัญหาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด จำนวนแหล่งกำเนิด และปริมาณที่ปล่อยออกมาซึ่งบรรยากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553 ข) ดังนั้นควรมีการศึกษาอิทธิพลของแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญเนื่องจากจะได้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการจัดการแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

2.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศอย่างละเอียดโดยเน้นเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออก บริเวณพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งปลดปล่อยฝุ่นละอองสู่บรรยากาศที่สำคัญและเป็นปัญหาระดับประเทศอยู่ในขณะนี้ และเนื่องจากการลดปัญหาของฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลของแหล่งที่มา ปริมาณสถานที่ตั้งของแหล่งกำเนิดเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการ ป้องกัน และลดปริมาณ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553 ข)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว. 2514. รั้งสีดวงอาทิตย์ปีแรกของสถานีทดลองลุ่มน้ำห้วยคอกม้าและป่าดิบแล้ง
สะแกราช. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, วีระศักดิ์ อุดมโชค และวิชา นิยม. 2524. ผลกระทบของการทำลายป่าต่อภาวะอากาศ
บริเวณสถานีวิจัยสะแกราช. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2544. **โครงการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน
ในเขตกรุงเทพมหานคร**. สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2553 ก. **ดัชนีคุณภาพอากาศ**, กรมควบคุมมลพิษ แหล่งที่มา :
http://www.pcd.go.th/info_serv/air_aqi.htm, 10 มีนาคม 2553.

_____. 2553 ข. **Air Pollution Information**, กรมควบคุมมลพิษ แหล่งที่มา :
http://www.pcd.go.th/info_serv/air_pollution1994.html, 23 มีนาคม 2553.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2551. **สถิติไฟป่า**. สำนักงานควบคุมไฟป่า แหล่งที่มา :
<http://www.dnp.go.th/forestfire/2546/firestatistic%20Th.htm>, 20 ธันวาคม 2551.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2523. **นิยามศัพท์อุตุนิยมวิทยา**. โรงพิมพ์อุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ ฯ

_____. 2549. **ภูมิอากาศบ้านเรา**, กรมอุตุนิยมวิทยา แหล่งที่มา :
http://www.tmd.go.th/knowledge/book_weather02.html, 29 ธันวาคม 2549.

กฤษณพงศ์ กีรติกร, ไชยยศ จินดาร์ตนชลกิจ และพรประสิทธิ์ เขียวรัตน์. 2523. การวิเคราะห์การแผ่รังสีและข้อมูลอุณหภูมิมหาวิทยาลัย. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 2 เรื่องพลังงานหมุนเวียนและการประยุกต์ 25-28 กุมภาพันธ์ 2523. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตธนบุรี, กรุงเทพฯ

จารุวัฒน์ พ่วงสุข. 2551. การลอยตัวกลับสู่อากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM10) ภายหลังการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิรสรณ์ สันติสิริสมบูรณ์. 2537. การประเมินศักยภาพรังสีดวงอาทิตย์สำหรับประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ชัยวิทย์ ศิลาวัชญาไอย. 2525. ฟิสิกส์ของพลังงานแสงแดด. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ธีระพงษ์ แก้วจรรยา. 2540. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นละอองในเขตรายภูธรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

นิวัติ เรืองพานิช. 2547. หลักการจัดการลุ่มน้ำ. สำนักพิมพ์ส่งเสริมวิชาการ, กรุงเทพฯ.

ประภัสสร ยอดสง่า. 2549. อิทธิพลของฝุ่นละอองในบรรยากาศต่อการลดลงของปริมาณรังสีดวงอาทิตย์และการผันแปรของอุณหภูมิในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปาจริย์ ทองสนิท, บุญพล มีไชโย, พงศกร วงษ์ชิต, อภิญญา โกปริญญา และพิชญธิดา ศรีธิ. 2548. การลดฝุ่นจากการก่อสร้างอาคารและถนนในเขตเมืองพิษณุโลก. รายงานวิจัย. ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พิมพ์พงศ์ หลุทัยทิพย์. 2547. การประเมินค่าการคายระเหยน้ำสูงสุดโดยใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำมูล - ชี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พูลศิริ กิจวรรณ. 2525. ผลกระทบของฝุ่นถนนที่มีต่อการเจริญเติบโตของไม้หูกวาง อินทรชิตและชัยพฤกษ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มาลี บานชื่น. 2525. พลังงานและสภาพแวดล้อม. สาขาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รังสิต ศรีจิตติ. 2539. การประมาณค่ารังสีดวงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

วิชา นิยม. 2535. อุทกวิทยาป่าไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิลาวรรณ คำหาญ. 2543. การศึกษาสภาพความชุ่มชื้นของบรรยากาศในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

สมชาย นาคะผดุงรัตน์. 2547. การศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการแผ่รังสีบนพื้นผิวในประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สายันต์ โพธิ์เกตุ. 2542. การศึกษาการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องมาจากฝุ่นละอองในบรรยากาศของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

สุธาสิณี โพธิ์สุนทร. 2544. การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการประเมินค่าการคายระเหยน้ำสูงสุดแต่ละภูมิภาคโดยใช้รังสีดวงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสริม จันทร์ฉาย และกุลวดี วรณสิน. 2523. สหสัมพันธ์ระหว่างรังสีกระจายและรังสีรวมของดวงอาทิตย์ ที่จังหวัดนครปฐม. น. 47-57. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่องพลังงาน 26-27 ตุลาคม 2535 ณ โรงแรม เอสดี อเวนิว กรุงเทพฯ.

อภิชาติ พรหมคนตรี. 2545. การศึกษาแบบจำลองสำหรับคำนวณความเข้มข้นรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

Barry, R.G. and R.J. Chorley. 1978. **Atmosphere, Weather and Climate**. 3 rd edition. The English Language Book Society and Methuen and Co.Ltd. England.

Beckett, K. P., P. H. Freer-Smith, and G. Taylor. 1997. Urban Woodlands : Their Roles in Reducing the Effects of Particulate Pollution. **Environmental Pollution** 99(1998): 347-360.

Beckett, K. P., P. H. Freer-Smith, and G. Taylor. 2000a. Effective Tree Species for Local Air Quality Management. **Journal of Arboriculture** 26(1) : 12-19.

Beckett, K. P., P. H. Freer-Smith, and G. Taylor. 2000b. Particulate Pollution Captured by Urban Trees : Effect of Species and Wind Speed. **Global Change Biology** (6) : 995-1103.

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

Charlson, R.J., S.E.Schwartz, J.M.Hales, R.D.Cess, J.A.Cokley, J.E.Hansen and D.J.Hofmann. 1992. Climate Forcing by Antropogenic Aerosols. **Proquest Agriculture Jour.** 255: 423-428.

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

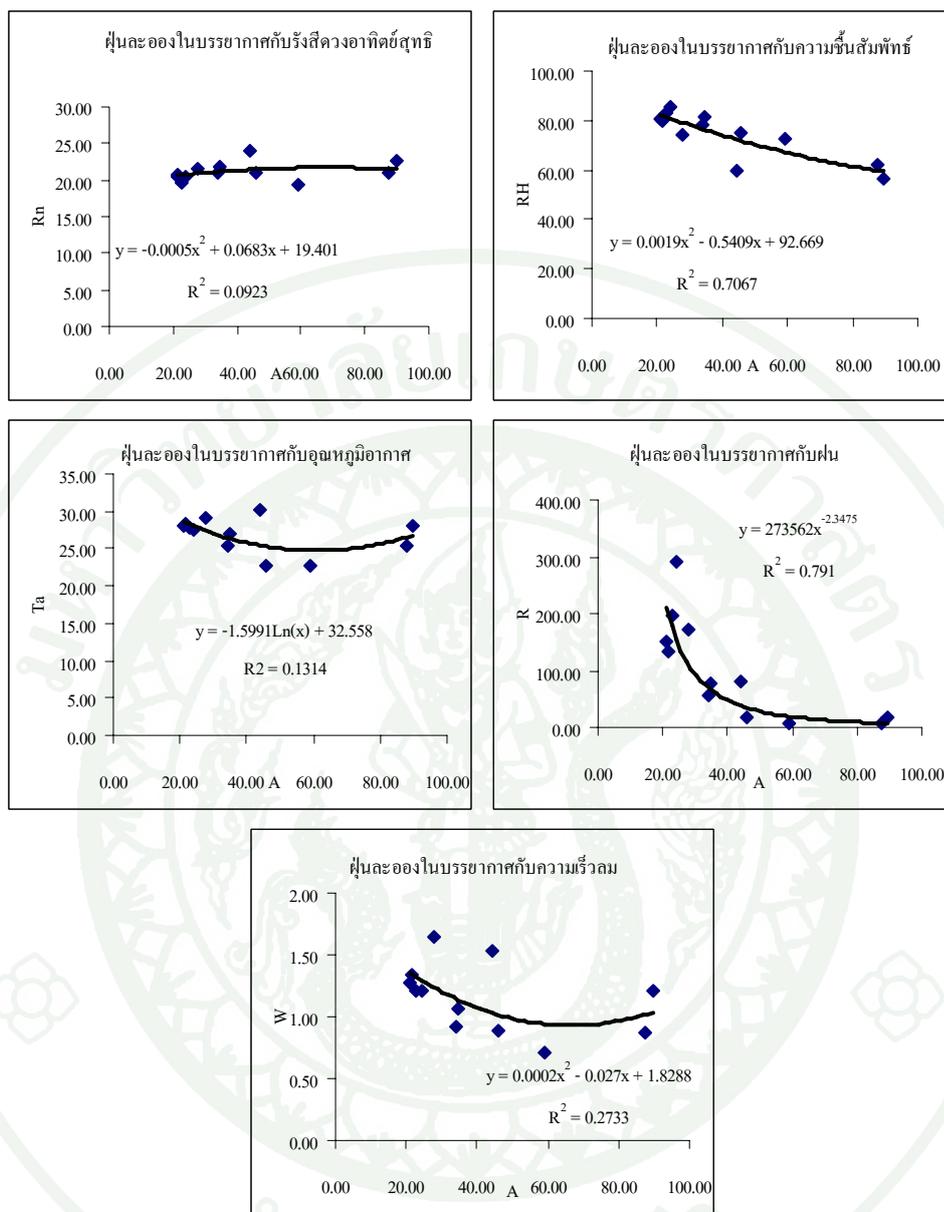
- Danielson, E., W. J. Levin and E. Abrams. 2003. **Meteorology**. McGraw-Hill Higher Education, A diversion of The McGraw-Hill Book Comp., Inc. New York.
- Exell, R.H.B.. 1978. **The water content and turbidity of the atmosphere in Thailand**. Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Budyko, M.I. and D.H. Miller. 1974. **Climate and Life. International Geophysics series volume 18**. New York. Academic Press.
- Harrop D.O. 2002. **Air Quality Assessment and Management**. Spon Press, New York.
- Jinhuan, Q. and Y. Liqun. 1999. Variation characteristics of atmospheric aerosol optical depths and visibility in North China during 1980-1994. **Jour. Atmospheric Environment**. Elsevier Science Ltd. 34: 603-609
- Louis. 1984. **Fundamentals of Meteorology**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. University of Arizona.
- Mcdonald, R. and P. Biswas. 2004. A Methodology to Establish the Morphology of Ambient Aerosols. **Jour. of the Air and Waste Management Association**. 54: 1069-1078
- Miller. 1961. **Climatology**. Geography, University of Reading. Methuen and Co. Ltd. London.
- Mirme, A. and J. Ruuskanen. 1996. Comparison of aerosol measurements in urban environment. **Jour. Aerosol Science**. Elsevier Science Ltd. 27: 23-24
- Monteith, J.L. 1973. **Principles of Environmental Physics**. University of Nottingham of Agriculture. Edward Arnold Ltd. London.

- Pueschel, R.F.. 1996. Stratospheric aerosols: Formation, Properties, Effects. **Jour. Aerosol Science.** 27: 383-402
- Rachid, Y. 1993. **PM10 and TSP Concentration at Two Sites of Kuala Lumpur** Asian Environment. 47: 54.
- Reist, P.C. 1984. **Introduction to aerosol science.** Macmillan Publishing Comp. A Division of Macmillan, Inc. New York
- Samuel. 1973. **Fundamentals of air pollution.** Addison-Wesley Publishing Comp. New York University.
- Schwartz, S.E.. 1996. The Whitehouse effect shortwave radiative forcing of climate by anthropogenic aerosols. **Jour. Aerosol Science.** 27: 359-382
- Silverman, B.A., S.A. Chagnon, I.A. Flueck and S.F. Lintner. 1986. **Weather Modification Assessment Kingdom of Thailand.** Division of Atmospheric Resources Research, Bureau of Reclamation, U.S. Department of the Interior, U.S.A.
- Summer, G. 1988. **Precipitation Process and Analysis.** John Wiley & Sons. the Bath Press Bath, Avon, Great Britain.
- Turner, D.B. 1994. **Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates: An introduction of dispersion modeling.** Lewis Publishers, USA.
- USEPA (United States Environment Protection Agency.). 1987, **Tree Ecology and Preservation,** EPA's Office of Research and Development, USA.
- Vali, G. **Lecture Note on the Basic Principles of Precipitation Enhancement.** Atmospheric Water Resources Management Symposium February 10 to 19, 1988. Chiang Mai.

Wallace, J.M. and P.V.Hobbs. 1977. **Atmospheric Science an Introductory survey**. University of Washington. Academic Press Inc, USA.

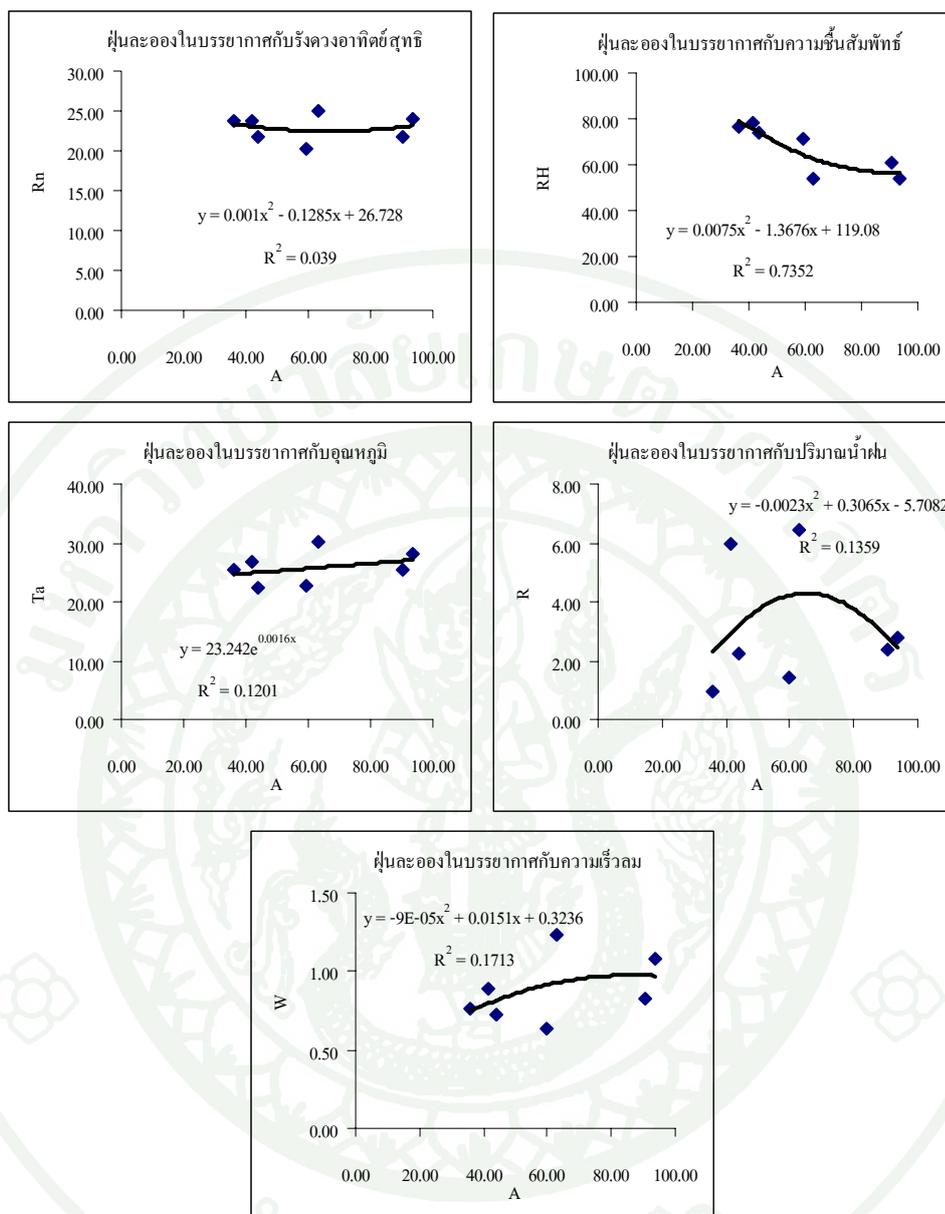






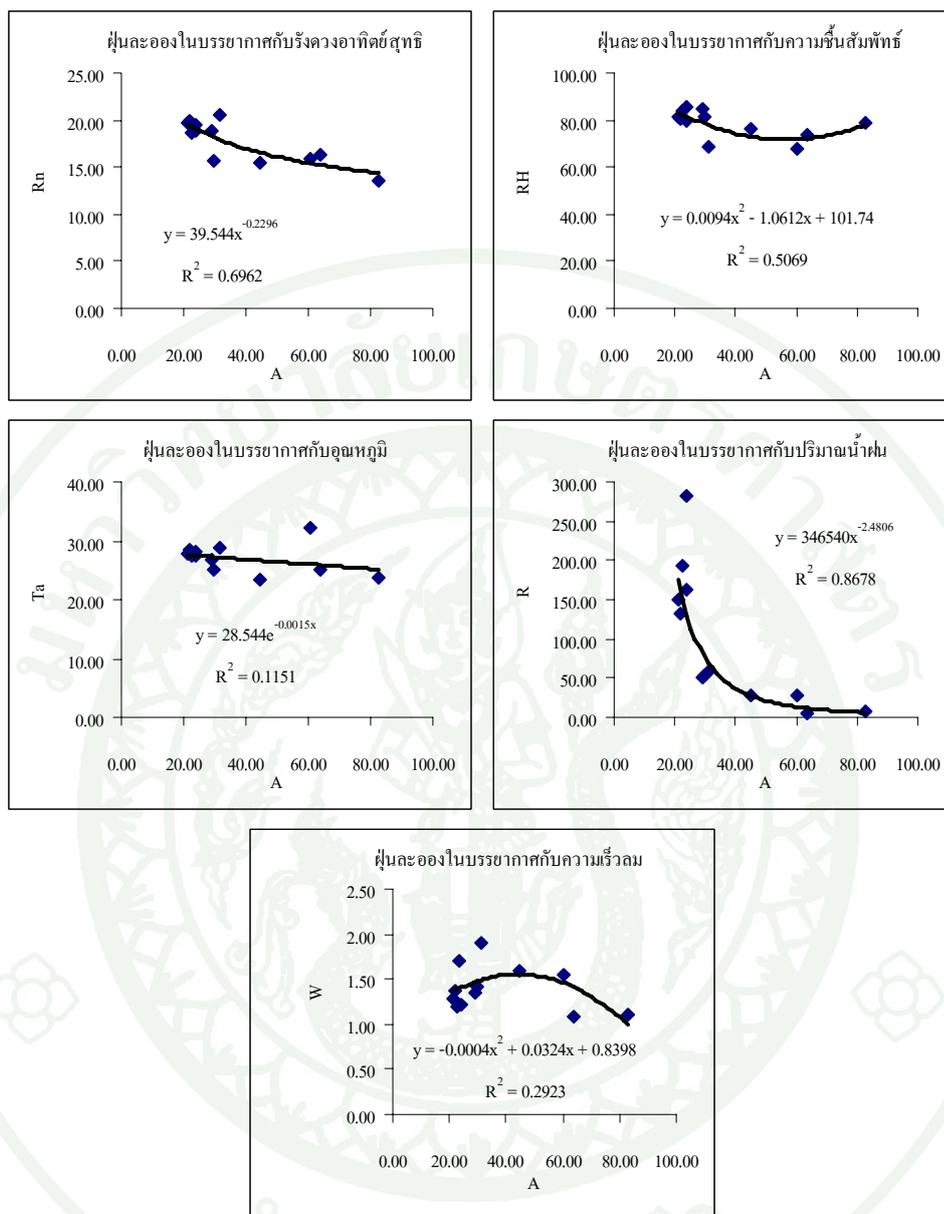
ภาพผนวกที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ของพื้นที่ภาคเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
R _n	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



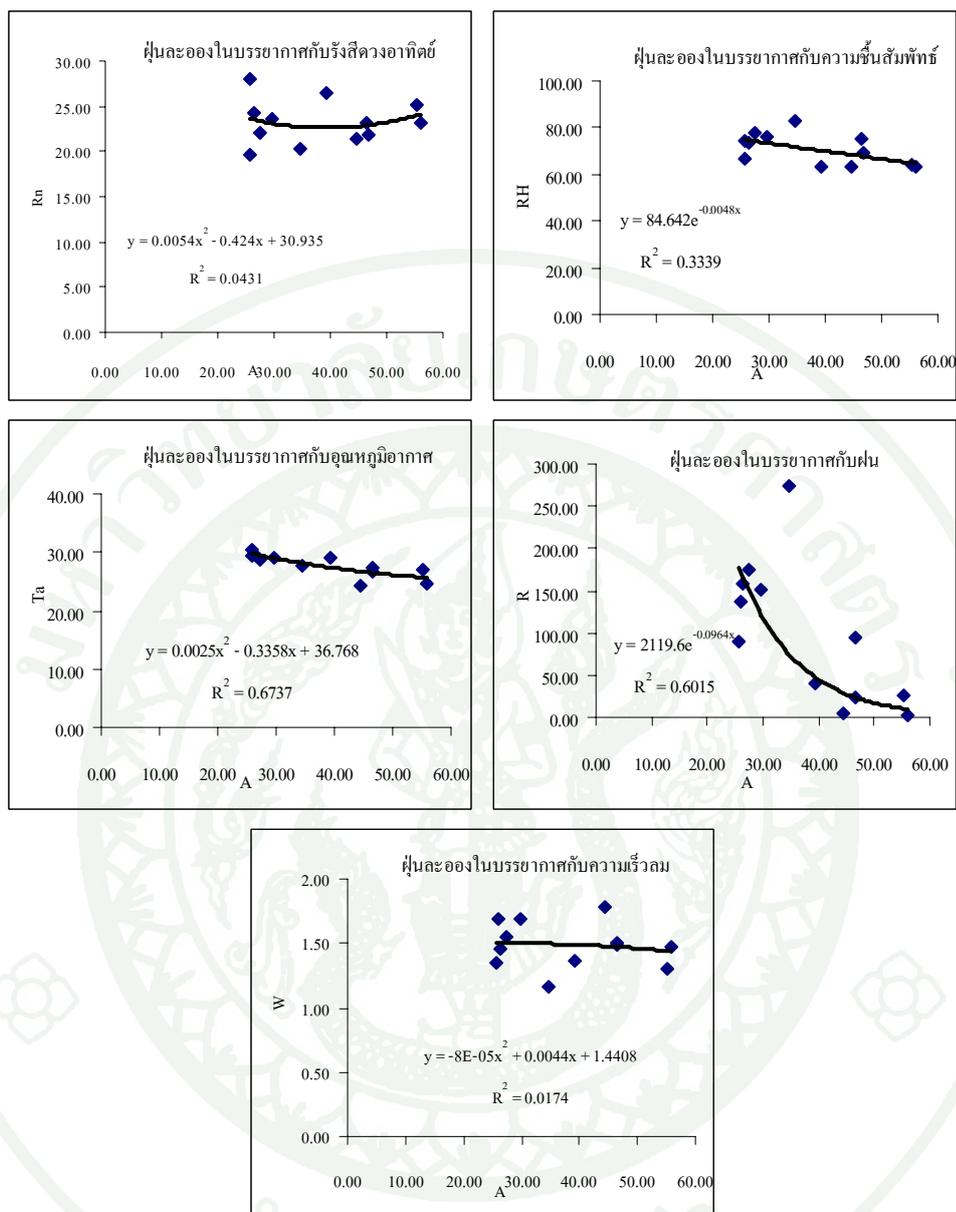
ภาพผนวกที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ	A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
	R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
	T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
	RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



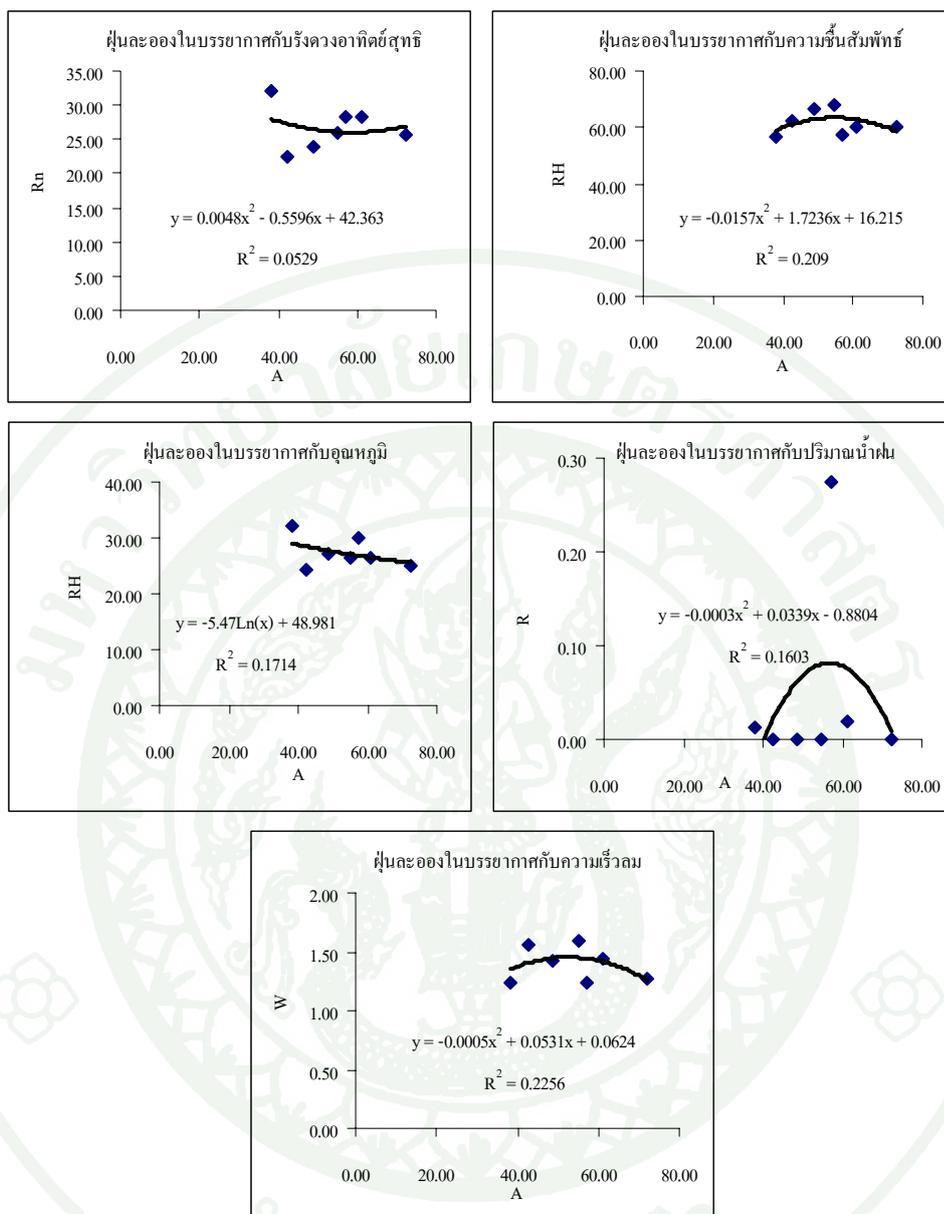
ภาพผนวกที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของภาคเหนือในระหว่างปี พ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ	A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
	R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
	T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
	RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



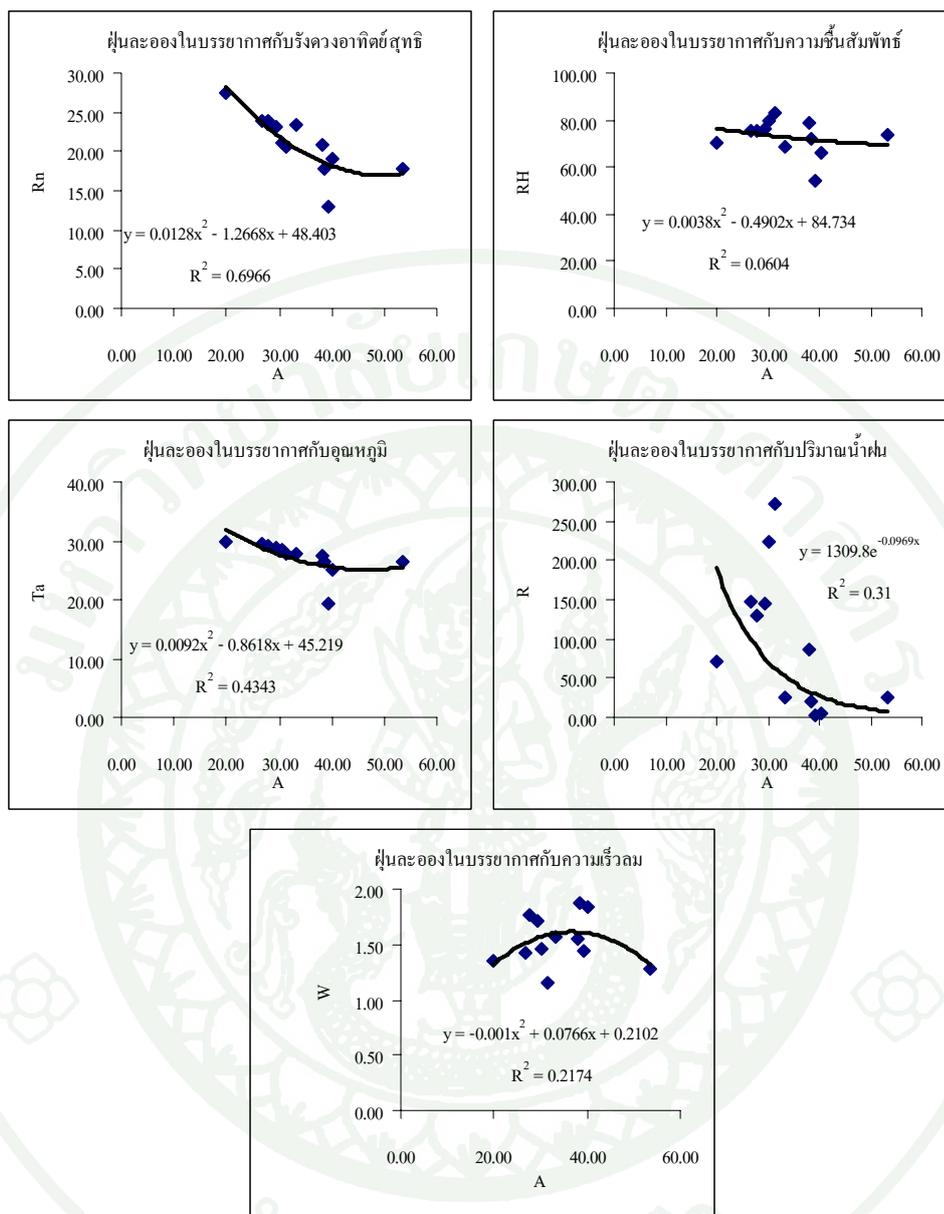
ภาพผนวกที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



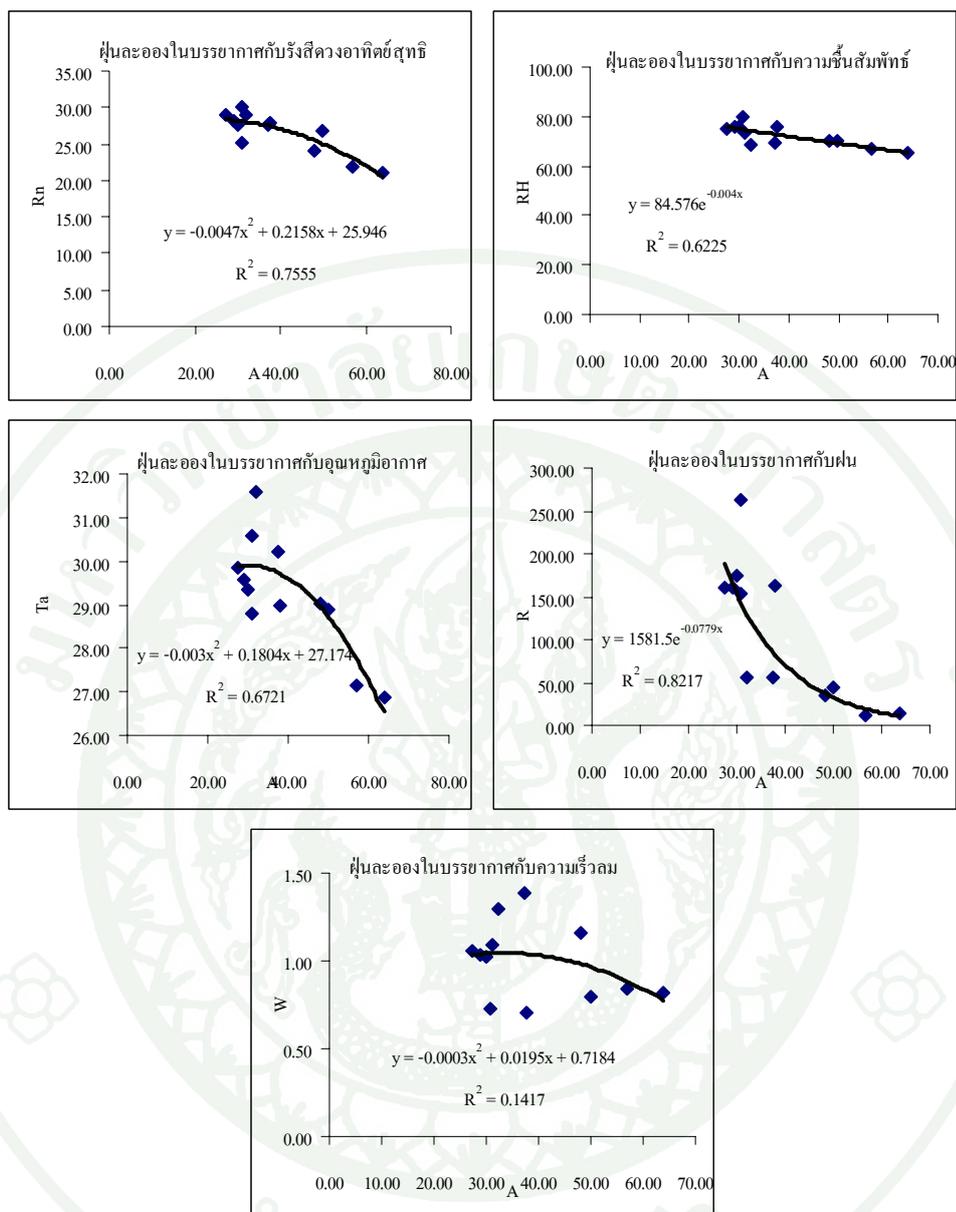
ภาพผนวกที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ	A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
	R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
	T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
	RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



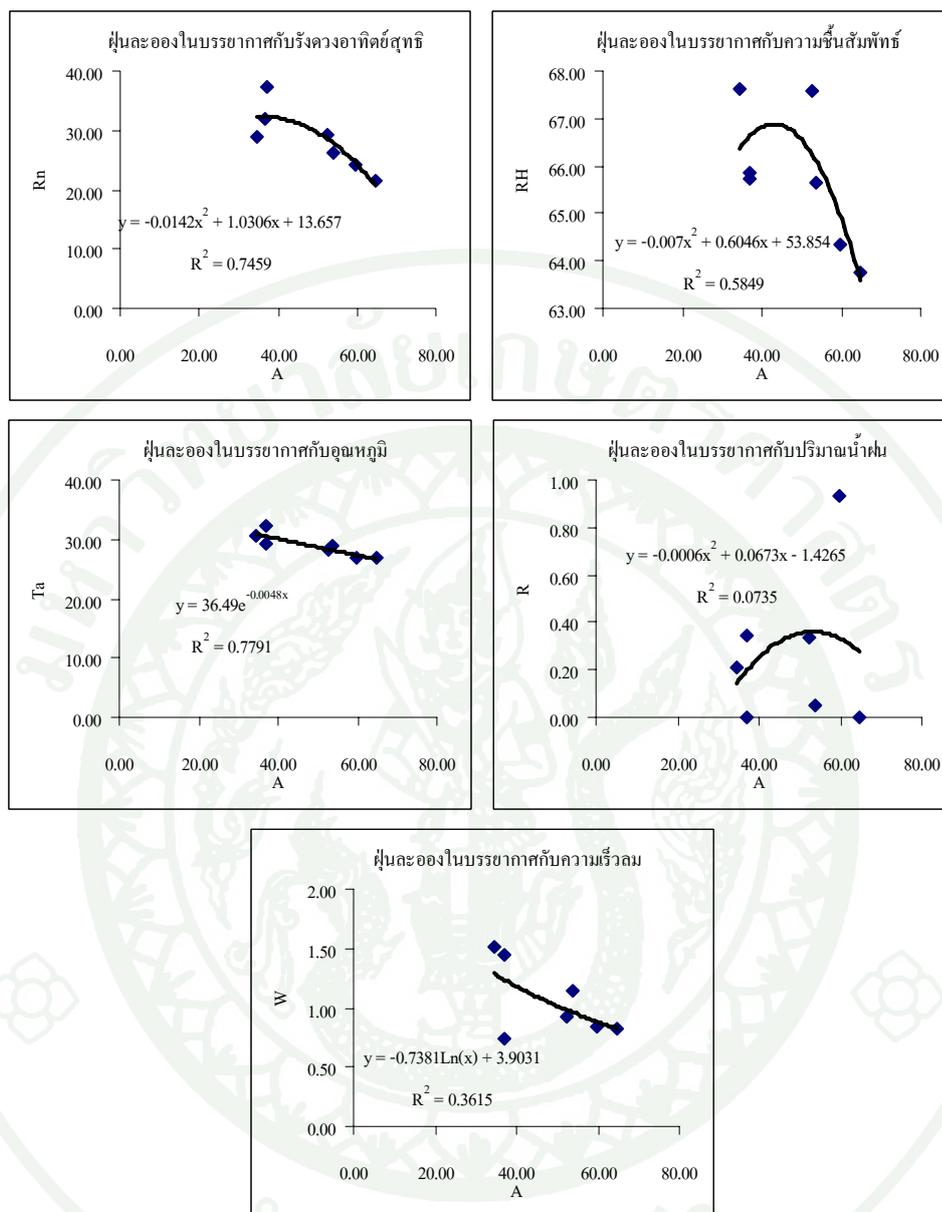
ภาพผนวกที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



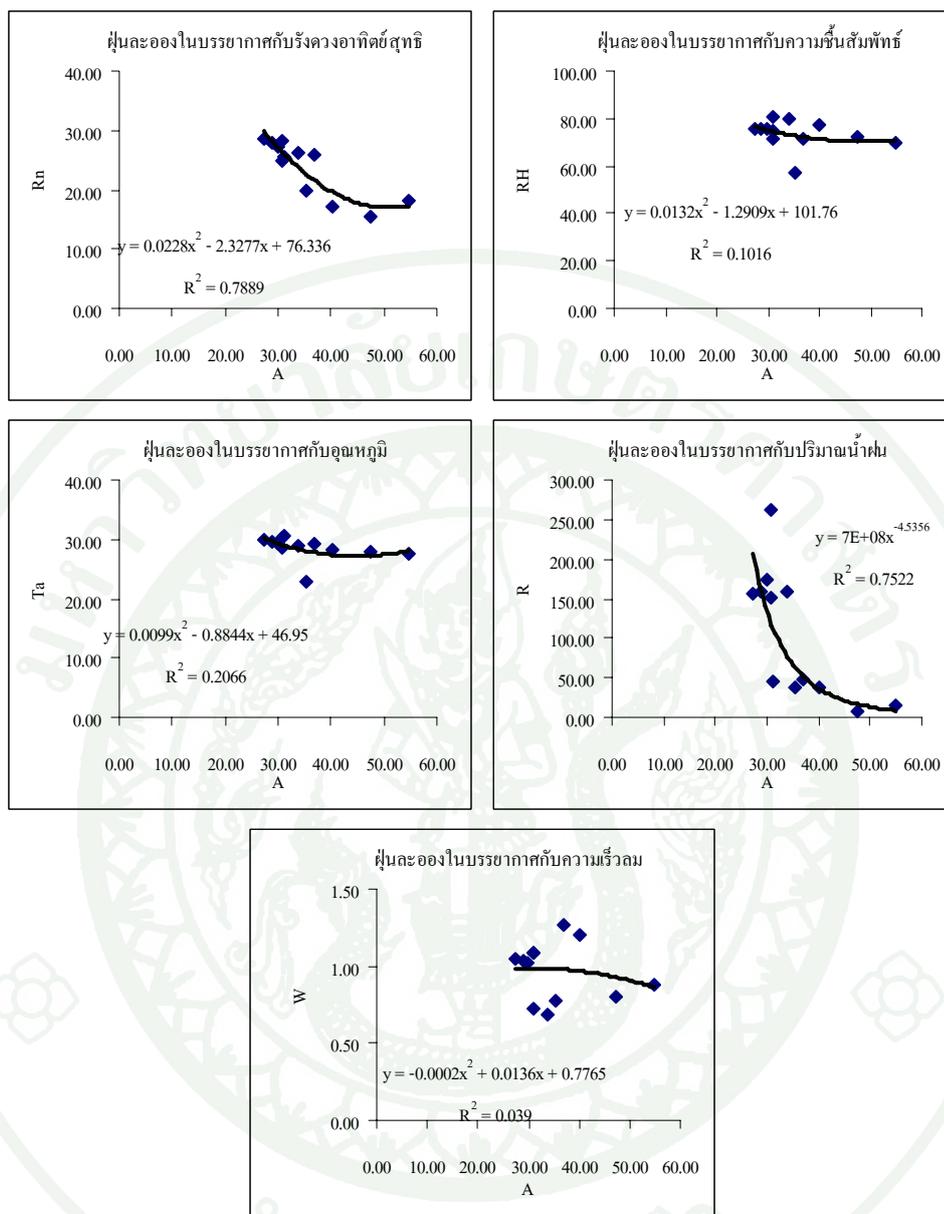
ภาพผนวกที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ของภาคกลางในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



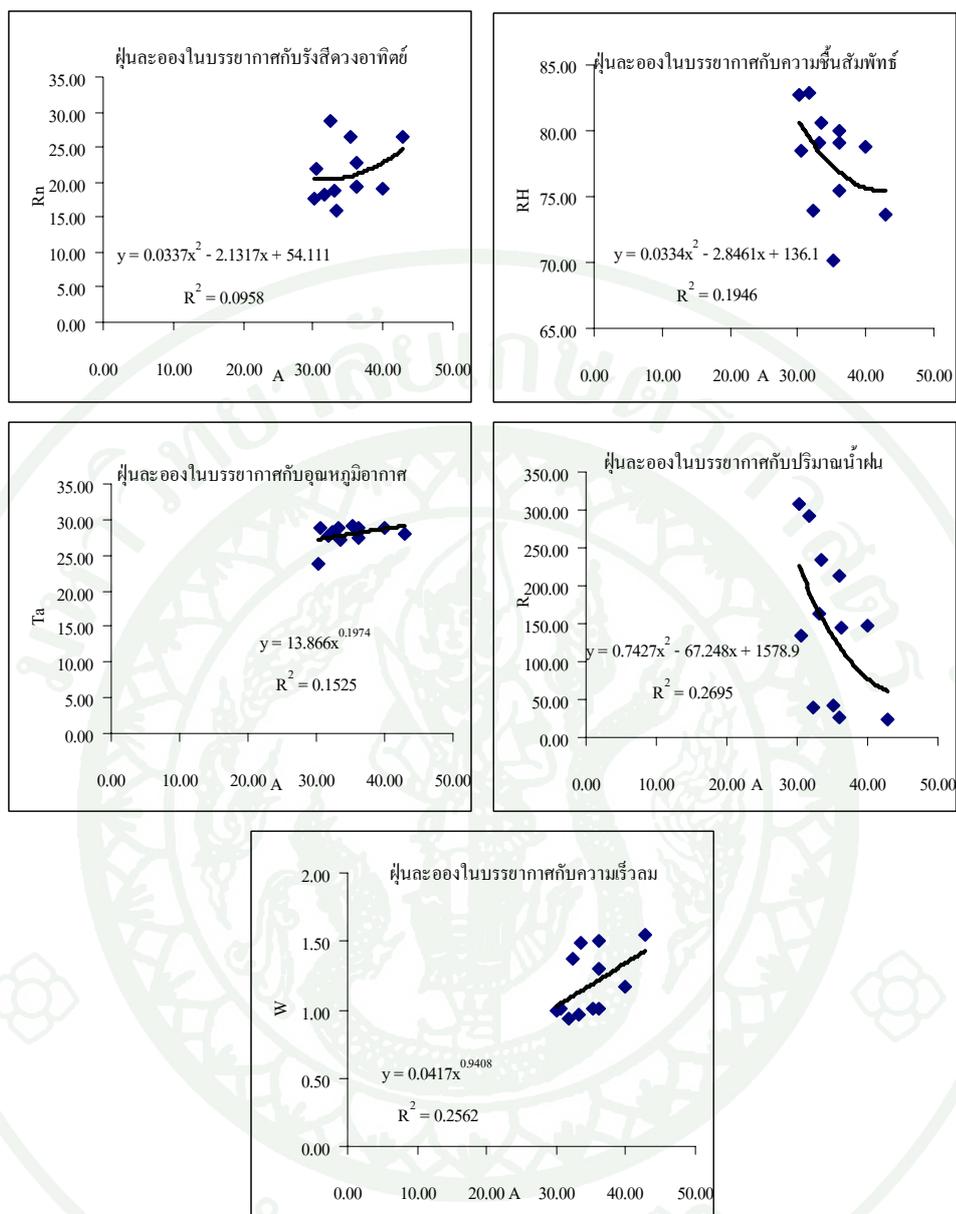
ภาพผนวกที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคกลางในระหว่างปี.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ	A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
	R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
	T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
	RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



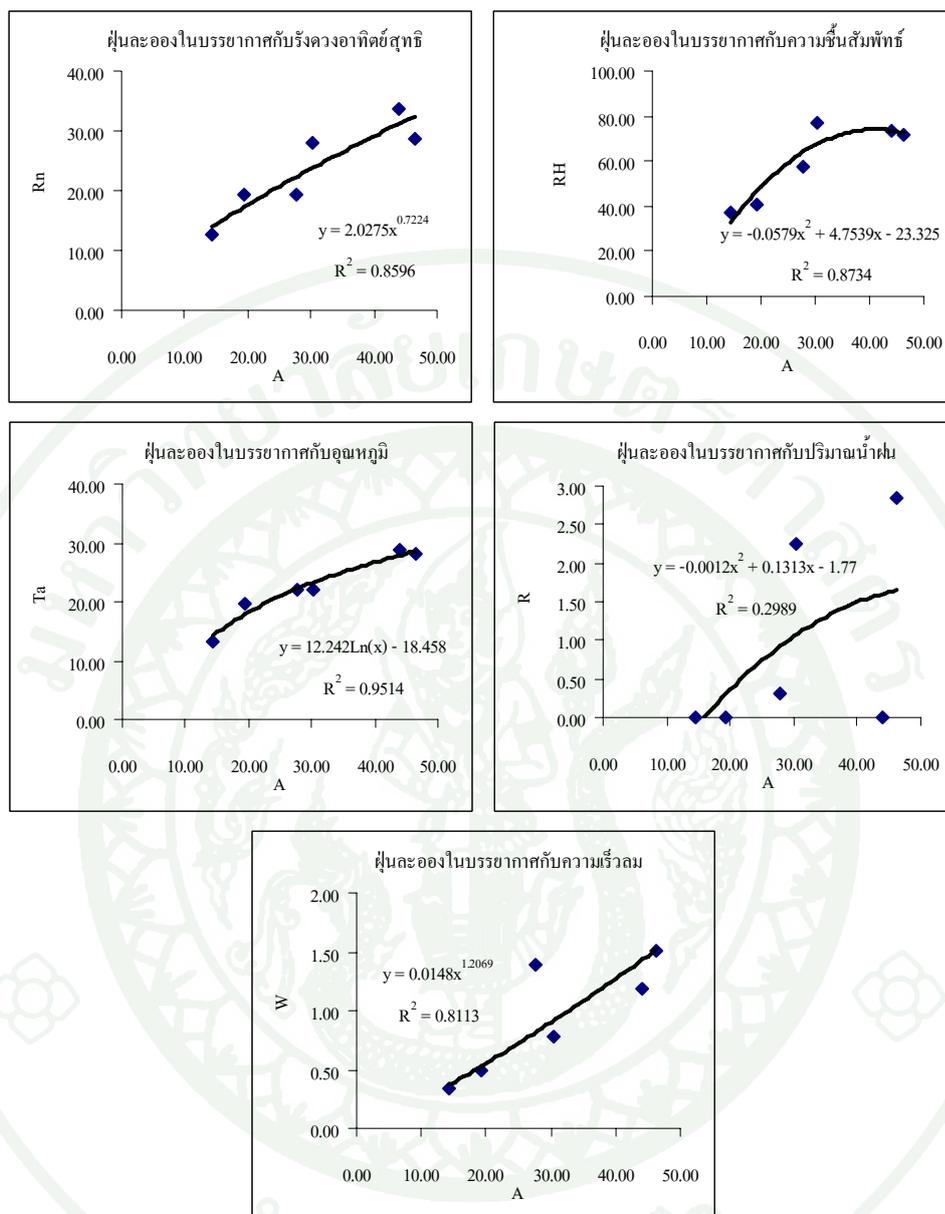
ภาพผนวกที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของภาคกลางในระหว่างปี พ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ	A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
	R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
	T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
	RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



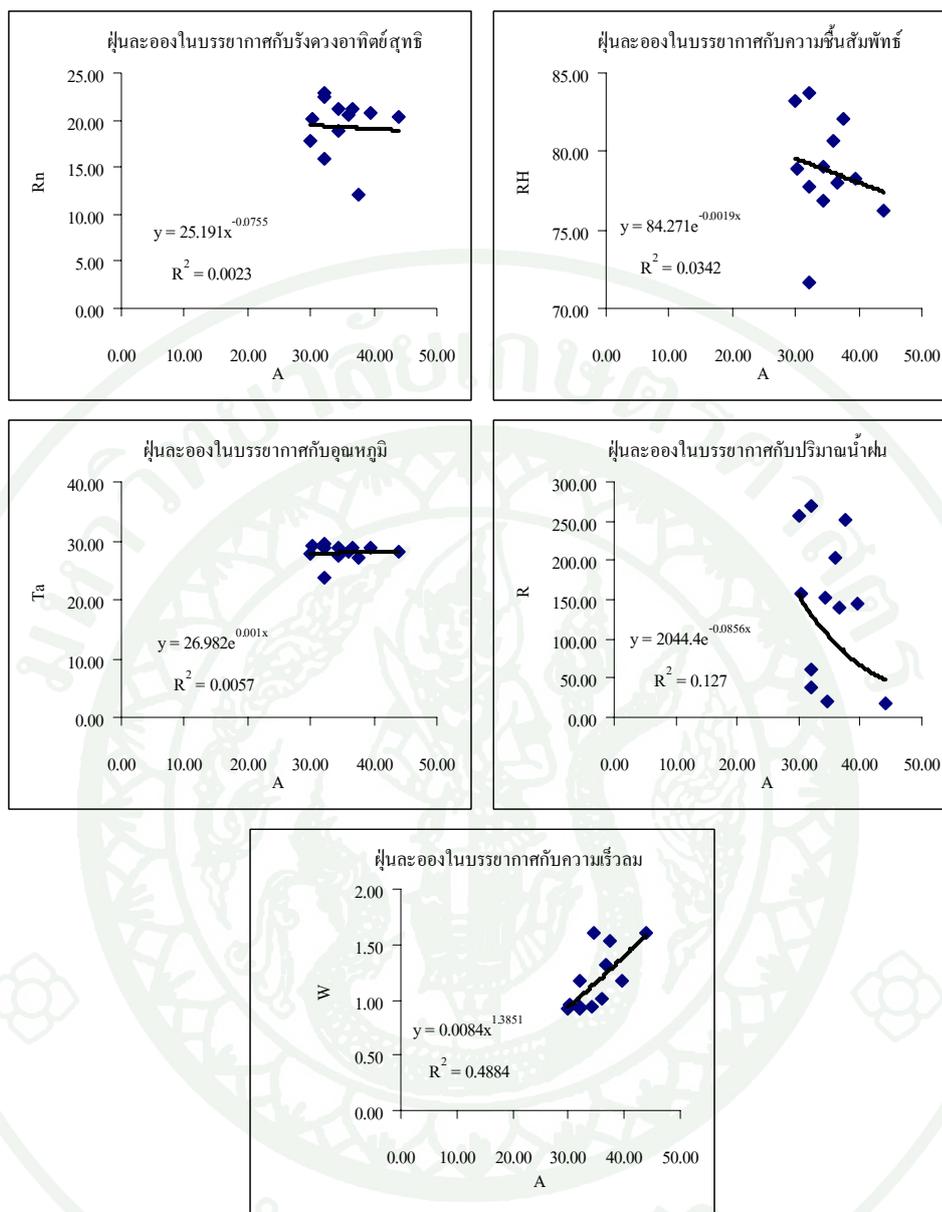
ภาพผนวกที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ของภาคใต้ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



ภาพผนวกที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสของภาคใต้ในระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
W	คือ ความเร็วลม (km/hr)



ภาพผนวกที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศกับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสของภาคใต้ในระหว่างปี พ.ศ. 2545 ถึง 2549

หมายเหตุ	A	คือ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Rn	คือ รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)
	R	คือ ปริมาณน้ำฝน (mm.)
	T	คือ อุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$)
	RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
	W	คือ ความเร็วลม (km/hr)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสุกัลกษณ์ หาญสูงเนิน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	2 กันยายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การทำงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-