



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)

ปริญญญา

วิศวกรรมไฟฟ้า

วิศวกรรมไฟฟ้า

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาและการวิเคราะห์ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อกิจกรรมฟ้าผ่า
ในประเทศไทย

A Study and Analysis of Impact of Global Warming on Lightning Activity
in Thailand

นามผู้วิจัย นายโชคชัย เดชโยธิน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ยวินัย พฤกษ์วัน, Dr.Ing.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์วิชัย สุระพัฒน์, วศ.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาและการวิเคราะห์ผลกระทบของภาวะโลกร้อน
ต่อกิจกรรมฟ้าผ่าในประเทศไทย

A Study and Analysis of Impact of Global Warming
on Lightning Activity in Thailand

โดย

นายโชคชัย เดชโยธิน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โชคชัย เดชโยธิน 2555: การศึกษาและการวิเคราะห์ผลกระทบของภาวะโลกร้อน
ต่อกิจกรรมไฟฟ้าในประเทศไทย ปริญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
อาจารย์วินัย พงศ์ษวณ, Dr.Eng. 136 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาความผันแปรของกิจกรรมไฟฟ้าในประเทศไทย โดยการ
วิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้รับผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนกับตัวแปรที่มี
ปฏิริยาขณะเกิดปรากฏการณ์ไฟฟ้าในประเทศไทย ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ฝน ความเร็วลม
จำนวนเมฆ ก๊าซโอโซน และจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการ
ออกแบบและการติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้าในประเทศไทย

ผลจากการศึกษาได้วิเคราะห์ข้อมูล 12 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 - 2551 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่
โลกร้อนที่สุดใน 10 อันดับแรกตั้งแต่มีการจดบันทึก พบว่า ทุก ๆ ครั้งที่ภาวะโลกร้อนส่งผลทำให้
อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ 1 % จะส่งผลทำให้มีจำนวนไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นใน
ประเทศไทย 4 %

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Chokchai Dechyotin 2012: A Study and Analysis of Impact of Global Warming on Lightning Activity in Thailand. Master of Engineering (Electrical Engineering), Major Field: Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering. Thesis Advisor: Mr. Winai Plueksawan, Dr.Eng. 136 pages.

This thesis is a study of variation of lightning activity in Thailand due to influence of global warming. Analysis of the correlation of parameters affected by global warming with parameters produced by lightning phenomena in Thailand such as temperature, humidity, rain, wind speed, cloud amount, ozone and thunderstorm days resulting in useful information to support the design and installation of lightning protection system in Thailand.

The results of this study which analyzed 12 years of data, from 1997 to 2008 to be in the top 10 warmest years on record, implies that the amount of lightning increases by 4 % for every 1% global warming.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วินัย พุกกะวัน ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปและเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือคำแนะนำต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ คุณสมควร ช้างเฒ และพนักงานบริการข้อมูลทุกท่าน กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุดมศึกษาที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณชุติมา ชูติกาโม และคุณกนกกาญจน์ เกิดศรี รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ พนักงานการไฟฟ้านครหลวงทุกท่าน มิตรสหาย รุ่นพี่นิสิตปริญญาโท ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือและเป็นที่กำลังใจสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ คุณสมคิด ลวางกูร ที่ได้ให้แง่คิดดีๆ มุมมองที่ไม่ให้ยอมแพ้และล้มเลิก ย่อท้อต่ออุปสรรคใดๆ

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้อบรมและให้กำลังใจข้าพเจ้ามาตลอดในทุกเรื่อง

โชคชัย เศษโยธิน

มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	40
ผล	40
วิจารณ์	107
สรุปและข้อเสนอแนะ	108
สรุป	108
ข้อเสนอแนะ	108
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	109
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก สถานีอุตุนิยมวิทยา	114
ภาคผนวก ข สถิติจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2494 - 2553	120
ภาคผนวก ค แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยา	132
ภาคผนวก ง จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองของประเทศไทย พ.ศ. 2540 - ปัจจุบัน	134
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	136

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 อันดับปี อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงสุด 20 อันดับ ตั้งแต่มีการจดบันทึกไว้ เมื่อปี ค.ศ. 1880 (พ.ศ. 2423)	23
2 อุณหภูมิที่ตรวจวัด จากการเผ่าติดตามและจดบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานี ที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	40
3 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	41
4 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	42
5 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	42
6 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	43
7 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	44
8 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	44
9 ความชื้นสัมพัทธ์ จากการเผ่าติดตามและจดบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานี ที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	46
10 ความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	47
11 ความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	48
12 ความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	48
13 ปริมาณฝนที่ตรวจวัดและจำนวนวันที่มีฝนตก จากการเผ่าติดตามและจดบันทึกของ สถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานีที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	50
14 ปริมาณฝน รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	52
15 ปริมาณฝน รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	53
16 ปริมาณฝน รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	53
17 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	54
18 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	55
19 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	55
20 จำนวนวันที่มีฝนตก รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	56
21 จำนวนวันที่มีฝนตก รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	57
22 จำนวนวันที่มีฝนตก รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
23 ความเร็วลมที่ตรวจวัด จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของ สถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานีที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	59
24 ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	60
25 ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	61
26 ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	61
27 จำนวนเมฆ จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานี ที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	63
28 จำนวนเมฆ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	64
29 จำนวนเมฆ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	65
30 จำนวนเมฆ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	65
31 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 26 สถานี วัดปริมาณก๊าซโอโซน ปี พ.ศ. 2540 – 2545	68
32 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 26 สถานี วัดปริมาณก๊าซโอโซน ปี พ.ศ. 2546 – 2551	69
33 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของ สถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานีที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	70
34 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง แบ่งตามภาคต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	71
35 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543	72
36 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547	73
37 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551	73
38 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคเหนือ	75
39 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคเหนือ	75
40 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคเหนือ	76
41 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคกลาง	77
42 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคกลาง	77
43 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคกลาง	78
44 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	79
45 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
46 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	80
47 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออก	81
48 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออก	81
49 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออก	82
50 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคใต้	83
51 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคใต้	83
52 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคใต้	84
53 ค่า Td ของประเทศไทยกับอุณหภูมิเฉลี่ยโลกในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	90
54 ช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 ที่อุณหภูมิเฉลี่ยโลกมีการเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm days – Td) ของประเทศไทย	90
55 ข้อมูลเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ (บน) และข้อมูลตัวแปรที่เพิ่มขึ้น 10 % (ล่าง) ในปี 2540	103
56 ข้อมูลเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ และข้อมูลตัวแปรที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2540 (สมการ)	104
57 ค่า Td ที่ได้จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2540 – 2543	105
58 ค่า Td ที่ได้จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2544 – 2547	105
59 ค่า Td ที่ได้จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2548 – 2551	106
 ตารางผนวกที่	
ก1 สถานีอุตุนิยมวิทยา	115
ข1 ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของจำนวนวันที่พายุเกิดฝนฟ้าคะนองของสถานีต่าง ๆ	121
ข2 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2494-2553	126

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
1	อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ตั้งแต่ ค.ศ.1880 - 2008 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย	4
2	การจัดลำดับอุณหภูมิโลก รายปีที่ร้อนมาก	4
3	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของประเทศไทย	5
4	ชนิดต่าง ๆ ของฟ้าผ่า	6
5	การเกิดของพายุฝนฟ้าคะนอง	8
6	แผนที่แสดงการเกิดฟ้าผ่าทั่วโลก โดยข้อมูลจากอุปกรณ์ถ่ายภาพจากอวกาศบนยานอวกาศของนาซ่า	10
7	คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ในย่านต่ำมาก ๆ ตรวจจับโดยวิธี Schumann Resonance	10
8	ภาพอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในวิธี Schumann Resonance	11
9	ในแต่ละวันที่มีกิจกรรมฟ้าผ่า (สีดำ) และอุณหภูมิพื้นผิว (สีแดง) ณ ทวีปแอฟริกา	11
10	ในแต่ละวันที่มีกิจกรรมฟ้าผ่า (สีดำ) กับความชื้นจำเพาะ (สีแดง) ณ ทวีปแอฟริกา	12
11	ในแต่ละวันที่มีกิจกรรมฟ้าผ่า (สีดำ) กับความชื้นจำเพาะ (สีแดง) เป็นรายเดือนในปี ค.ศ. 2000 ณ ทวีปแอฟริกา (ช่องว่างหมายถึงไม่มีข้อมูล Schumann Resonance)	12
12	ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) และหยาดน้ำฟ้า (Precipitation Water) กับกิจกรรมฟ้าผ่าในแต่ละวัน ณ ทวีปแอฟริกา	13
13	ลักษณะของเมฆชนิดต่างๆ	14
14	ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของอนุภาคเมฆ (สีแดง) กับจำนวนครั้งที่ฟ้าผ่า (สีน้ำเงิน)	15
15	ประจุบวกและประจุลบที่เกิดขึ้นในก้อนเมฆ	16
16	ปฏิกิริยาเคมีที่ผลิตโอโซน (O ₃) ในชั้นโทรโพสเฟียร์	17
17	โอโซน (สีน้ำเงิน) ชั้นสตราโตสเฟียร์และชั้นโทรโพสเฟียร์ในชั้นบรรยากาศ	18
18	โอโซนผิวพื้นจากสถานี Montsouris (Paris) สำหรับ 50 ปีหลังของศตวรรษที่ 19 น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของปลายศตวรรษที่ 20	19
19	การผลิตโอโซน (O ₃) ในชั้นโทรโพสเฟียร์มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	19

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Ng และ Td	21
21 ความผันแปรอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในรอบ 100 ปีและในซีกโลกเหนือ ในรอบ 1,000 ปี	22
22 เรือนเทอร์โมมิเตอร์ (ซ้าย) และเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา (ขวา)	27
23 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิสูงสุด (บน) และเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิต่ำสุด (ล่าง)	27
24 สลิงไซโครมิเตอร์ (Sling Psychrometer)	29
25 ถังวัดฝนบนและกรวยรองรับน้ำฝน	30
26 ทิศลม	31
27 เครื่องวัดทิศลม วินด์เวน (Wind Vane)	32
28 เครื่องวัดความเร็วลม อะนิโมมิเตอร์ (Anemometer)	33
29 หลักการของ UV - Fluorescence Method (บน) และภาพเครื่อง Analyzer (ล่าง)	35
30 วิธีการเข้าใช้งาน การสร้างฟังก์ชันอย่างประมาณ ด้วยวิธีการฟิตเส้นโค้ง (Curve Fitting)	38
31 การให้เลื่อยฟังก์ชันฟิตในการฟิตเส้นโค้ง หาค่าความคลาดเคลื่อนและการคาดคะเน	38
32 อุณหภูมิที่ตรวจวัด รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	41
33 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	43
34 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	45
35 ความชื้นสัมพัทธ์ รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	47
36 ความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	49
37 ปริมาณฝน รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	51
38 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	51
39 จำนวนวันที่มีฝนตก รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	52
40 ปริมาณฝน รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	54
41 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
42 จำนวนวันที่มีฝนตก รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	58
43 ความเร็วลม รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	60
44 ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	62
45 จำนวนเมฆ รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	64
46 จำนวนเมฆ รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	66
47 ปริมาณก๊าซโอโซน รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	67
48 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	71
49 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ตามภาคต่าง ๆ รายปีเฉลี่ย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	72
50 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	74
51 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	76
52 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคกลาง ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	78
53 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	80
54 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคตะวันออก ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	82
55 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคใต้ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	84
56 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	85
57 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
58 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุกๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	86
59 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุกๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	86
60 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุกๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคกลาง ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	87
61 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุกๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคกลาง ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	87
62 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุกๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออก ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	88
63 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุกๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออก ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	88
64 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุกๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคใต้ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	89
65 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุกๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคใต้ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551	89
66 การเพิ่มอันดับโพลีโนเมียลให้อันดับสูงขึ้นเพื่อการประมาณค่าที่ถูกต้องมากขึ้น	91
67 การหาค่าน้อยที่สุดของผลรวมความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Norm of residuals)	92
68 เลือกพิตจุดต่างๆ ของข้อมูลและคาดคะเนค่าด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Linear	93
69 รูปแบบจำลองแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง Thunderstorm days ในอนาคตของประเทศไทยด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Linear โดยการคาดคะเนไว้ถึง พ.ศ. 2560	93
70 เลือกพิตจุดต่างๆ ของข้อมูลและคาดคะเนค่าด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Quadratic	94
71 รูปแบบจำลองแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง Thunderstorm days ในอนาคตของประเทศไทยด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Quadratic โดยการคาดคะเนไว้ถึง พ.ศ. 2560	94
72 เลือกพิตจุดต่างๆ ของข้อมูลและคาดคะเนค่าด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Cubic	95

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
73 รูปแบบจำลองแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง Thunderstorm days ในอนาคตของประเทศไทยด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Cubic โดยการคาดคะเนไว้ถึง พ.ศ. 2560	95
74 ค่า Norm of Residuals ในแต่ละปี จากการคาดคะเนค่าด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Linear	96
75 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2540	97
76 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2541	98
77 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2542	98
78 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2543	99
79 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2544	99
80 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2545	100
81 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2546	100
82 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2547	101
83 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2548	101
84 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2549	102
85 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2550	102
86 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2551	103
87 ตัวอย่างการหาค่า Td จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2540	104
88 ค่า Td สะสม ในปี 2540 - 2551 จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 %	106
 ภาพผนวกที่	
ก1 แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีอุตุนิคมวิทยา	133
ง1 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง แบ่งตามภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย	135
ง2 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ของประเทศไทย	135

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

°C	=	Degree Celsius
ELF	=	Extremely Low Frequency
hPa	=	Hectopascal (hPa = 100 Pa)
Hz	=	Cycles per Second
LIS	=	Lightning Imaging Sensor
MM5	=	Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model
Ng	=	Ground Flash Density
OTD	=	Optical Transient Detector
ppm	=	Parts-per-Million (10^{-6})
pT	=	Pico-Tesla (10^{-12} Tesla)
Td	=	Thunderstorm days
TRMM	=	The Tropical Rainfall Measuring Mission
UTC	=	Universal Time Coordinated

การศึกษาและการวิเคราะห์ผลกระทบของภาวะโลกร้อน
ต่อกิจกรรมฟ้าผ่าในประเทศไทย

A Study and Analysis of Impact of Global Warming
on Lightning Activity in Thailand

คำนำ

องค์ประกอบของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ก๊าซต่าง ๆ ในบรรยากาศ
ทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นมากจนทำให้ความสมดุลใน
บรรยากาศนั้นเปลี่ยนแปลง เกิดสภาวะที่เรียกว่า “ภาวะโลกร้อน” (Global Warming) หรือเรียกอีก
อย่างหนึ่งว่า “การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ” (Climate Change) (จันง, 2548) โดยสาเหตุส่วนใหญ่
เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่มีส่วนส่งเสริมให้มีการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของก๊าซเรือน
กระจกซึ่งมีศักยภาพทำให้อุณหภูมิของโลกนั้นสูงขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สภาวะอากาศไม่
เสถียรและง่ายต่อการเกิดเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus Cloud) ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดฟ้าร้อง
(Thunder) และเกิดฟ้าผ่า (Lightning) (Price, 2009)

ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าจึงเป็นเสมือนเครื่องมือที่ช่วยในการศึกษาสภาพภูมิอากาศของโลก ทั้ง
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกส่งผลกระทบต่อกิจกรรมฟ้าผ่าและการศึกษา
กิจกรรมฟ้าผ่าส่งผลกระทบต่อการศึกษาสภาพภูมิอากาศของโลก (Price, 2009) โดยเฉพาะ
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศประเทศไทย ซึ่งจากการเก็บข้อมูลทางสถิติที่พบว่าอุณหภูมิของ
ประเทศที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (กรม
อุตุนิยมวิทยา, 2551) นั้นจะส่งผลกระทบต่อกิจกรรมฟ้าผ่าในประเทศไทยได้อย่างไร

การศึกษาถึงความผันแปรของกิจกรรมฟ้าผ่า (Lightning Activity) ในประเทศไทยจึงถูก
สำคัญในการศึกษาผลกระทบของภาวะโลกร้อนมีผลกระทบอย่างไรต่อประเทศไทยและสามารถนำ
การศึกษาและการวิเคราะห์ครั้งนี้มาช่วยสนับสนุนงานที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความ
มั่นคงและความน่าเชื่อถือในระบบโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศไทยสืบไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนงานทางด้านการวางแผน การปฏิบัติ การบำรุงรักษา และการควบคุมระบบไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความมั่นคงและความน่าเชื่อถือในระบบไฟฟ้า

2. เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อมูลเดิมให้ทันสมัย ช่วยวิศวกรไทยนำข้อมูลที่ถูกต้องไปใช้ในการออกแบบและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าเพื่อป้องกันอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเนื่องจากฟ้าผ่า



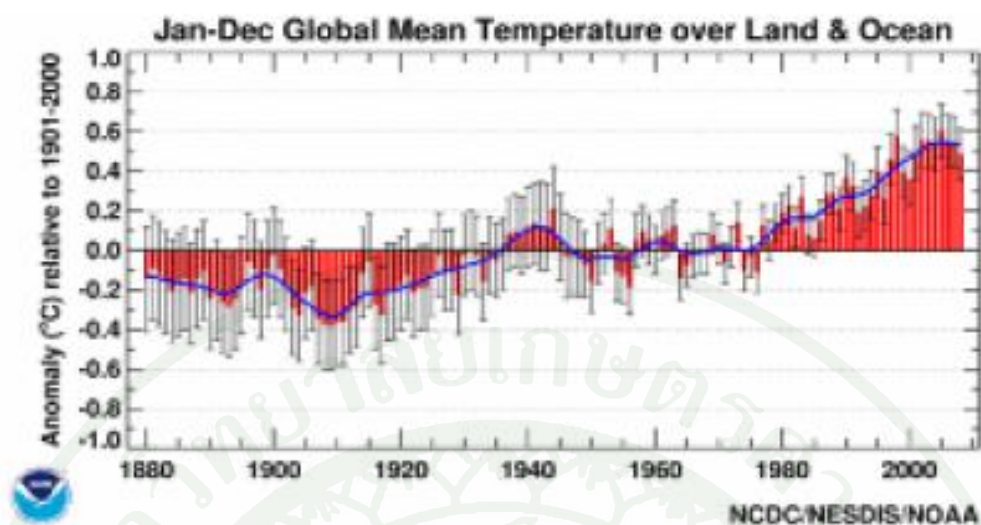
การตรวจเอกสาร

1. ภาวะโลกร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ภาวะโลกร้อน หมายถึง ภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น เป็นปรากฏการณ์อันเนื่องมาจากการที่โลกไม่สามารถระบายความร้อนออกไปได้ จึงทำให้ชั้นบรรยากาศของโลกตั้งแต่ผิวโลกขึ้นไปมีอุณหภูมิสูงขึ้น

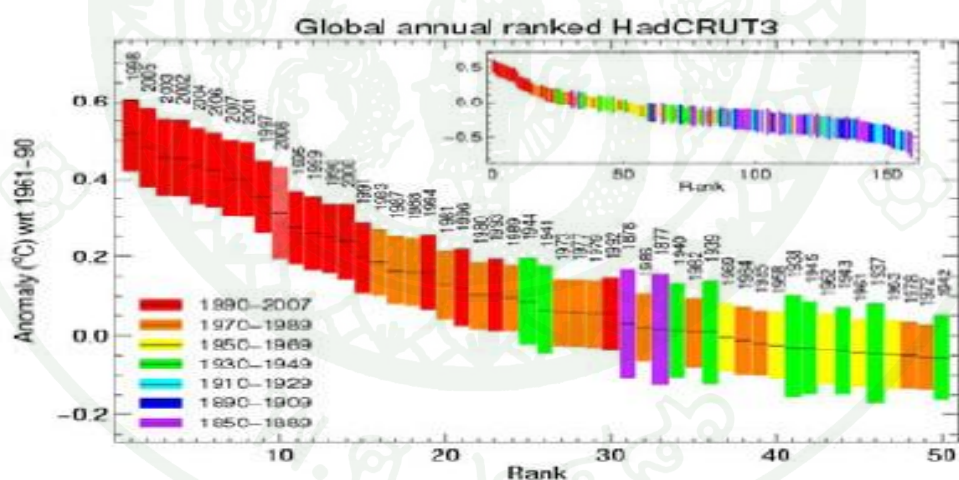
ชั้นบรรยากาศของโลกจะยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุลงมายังผิวพื้นโลกได้แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวที่โลกคายออกไปไม่ให้หลุดออกนอกบรรยากาศ ซึ่งเรามักเรียกภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก และเรียกก๊าซในชั้นบรรยากาศซึ่งมีความสามารถในการกักเก็บความร้อนไม่ให้ผ่านออกจากโลกว่า ก๊าซเรือนกระจกได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ก๊าซโอโซน และไอน้ำ

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกทำให้ชั้นบรรยากาศโลกกักเก็บพลังงานความร้อนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้สมดุลพลังงานของโลกเปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศผิวโลกสูงขึ้น คลื่นความร้อนเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงขึ้น ทำให้เกิดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ปริมาณและการกระจายของฝน ระดับน้ำทะเล น้ำแข็งขั้วโลกละลาย น้ำทะเลขยายตัว เกิดพายุและภัยพิบัติที่รุนแรงและมีความถี่ขึ้น วัฏจักรของการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาจะสั้นลง และเกิดขึ้นบ่อยครั้ง จึงมีการศึกษาและการติดตามความผันแปรของภูมิอากาศโลกซึ่งพบว่า ในช่วงระยะ 30 ปีที่ผ่านมา พบว่าเป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นมาโดยตลอด และสูงขึ้นอย่างผิดปกติในช่วง 10 ปีหลังสุด (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551)



ภาพที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ตั้งแต่ ค.ศ.1880 - 2008 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย

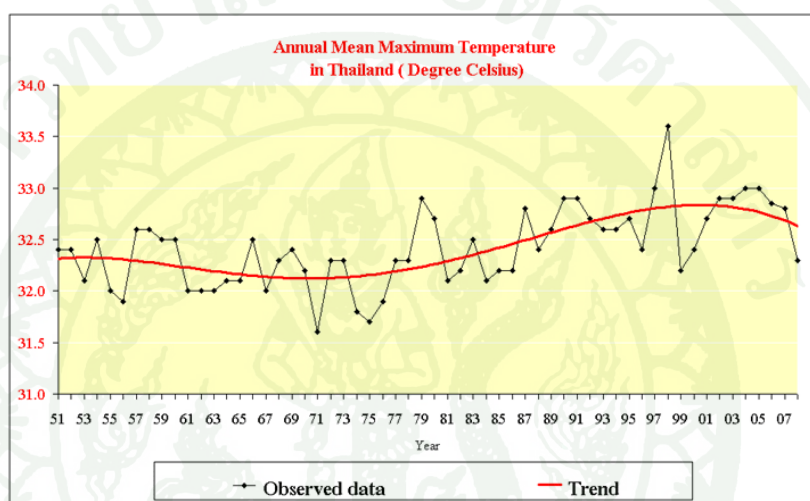
ที่มา: Met Office (2008)



ภาพที่ 2 การจัดลำดับอุณหภูมิโลก รายปีที่ร้อนมาก

ที่มา: Met Office (2008)

การศึกษาและเฝ้าติดตามความผันแปรอุณหภูมิของประเทศไทย จากการเก็บข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ระยะเวลา 54 ปี พ.ศ. 2494 - 2549 พบว่า อุณหภูมิของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย สำหรับสถิติอุณหภูมิสูงสุดที่ตรวจวัดได้ภาคเหนือ 45.5 องศาเซลเซียส ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 43.9 องศาเซลเซียส ภาคกลาง 43.5 องศาเซลเซียส ภาคตะวันออก 42.9 องศาเซลเซียส ภาคใต้ฝั่งตะวันออก 41.2 องศาเซลเซียส และภาคใต้ฝั่งตะวันตก 40.5 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551)

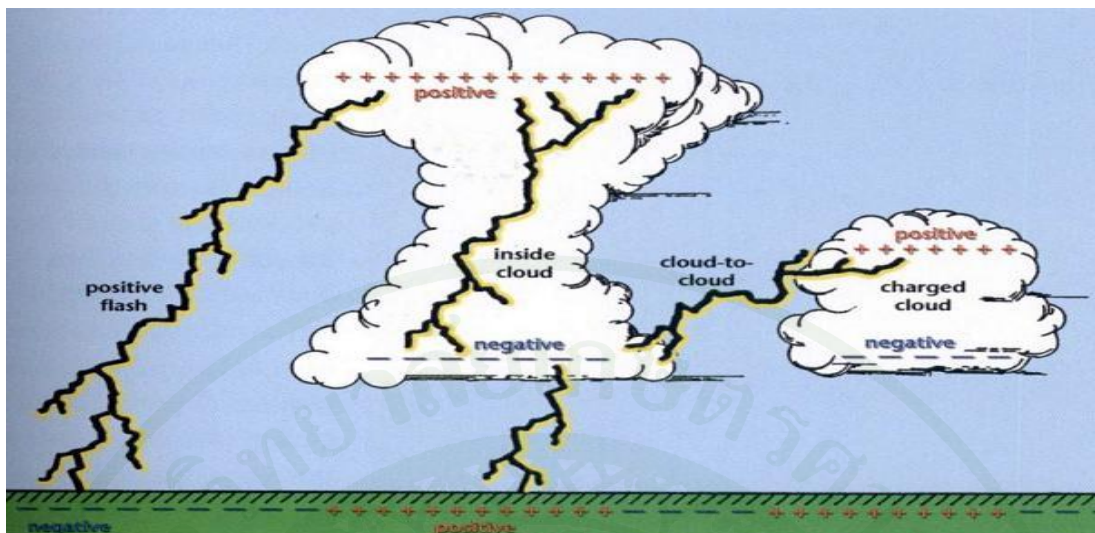


ภาพที่ 3 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของประเทศไทย

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2551)

2. ปรากฏการณ์ฟ้าผ่าและพายุฝนฟ้าคะนอง

ฟ้าผ่าอาจเกิดขึ้นได้ระหว่างก้อนเมฆกับก้อนเมฆภายในกลุ่มเมฆเดียวกันหรือเกิดขึ้นระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน เมื่อเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างทั้งสองตำแหน่งที่มีค่าระดับหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดสนามไฟฟ้าขนาดใหญ่โดยประจุไฟฟ้าบวกจะอยู่ทางด้านบนของเมฆและประจุไฟฟ้าลบจะอยู่ทางตอนล่างของเมฆ ประจุไฟฟ้าลบนี้จะชักนำให้ประจุไฟฟ้าบวกที่อยู่ด้านบนก้อนเมฆหรือประจุไฟฟ้าบวกที่อยู่ใต้พื้นผิวโลก เคลื่อนที่เข้าหาประจุไฟฟ้าลบบริเวณใต้กลุ่มเมฆ โดยมีอากาศทำหน้าที่เป็นฉนวน ป้องกันการถ่ายเทของประจุไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อมีกำลังพอที่จะทำให้เป็นกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน อากาศทำให้เกิดฟ้าแลบในก้อนเมฆหรือระหว่างก้อนเมฆและเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอากาศอย่างเฉียบพลันจากเมฆซึ่งทำให้ฟ้าผ่า



ภาพที่ 4 ชนิดต่าง ๆ ของฟ้าผ่า

ที่มา: นิรนาม (2551)

ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ และฟ้าร้อง เป็นปรากฏการณ์ที่มักจะเกิดขึ้นควบคู่กับพายุฝนฟ้าคะนองซึ่งเกิดจากเมฆที่ก่อตัวขึ้นในทางตั้ง (แนวตั้ง) ขนาดใหญ่ของเมฆฝนฟ้าคะนอง (Thundercloud) หรือนักอุตุนิยมวิทยาเรียกว่า เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) หรือเมฆรูปทั่งซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะอากาศร้ายชนิดต่าง ๆ เช่น ลมกระโชก ฝนตกหนัก ลูกเห็บตก

เมฆพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรงในประเทศไทยจะมีฐานเมฆต่ำและมีกระแสอากาศไหลลงรุนแรงจนเกิดเมฆเป็นลำพวยพุ่งลงมาจากนใกล้พื้นดินดูดเอาอากาศและเศษวัสดุหมุนวนเป็นลำพุ่งขึ้นไปในอากาศ ความรุนแรงของลำพวยอากาศนี้สามารถ บิดให้ต้นไม้ขนาดใหญ่หักขาดได้ ในขณะที่บ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างจะได้รับความเสียหายระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายนของทุกปี

อันตรายที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การเปลี่ยนแปลงทิศทางและความเร็วลมอย่างรวดเร็วทันทีทันใด ในบริเวณใกล้ ๆ ผิวพื้นก่อนที่พายุฟ้าคะนองจะเคลื่อนที่มาถึงลมที่พัดครั้งแรกล่วงหน้ามาก่อนหน้านี้ เรียกว่า “ลมกระโชกแรก” ซึ่งเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อเครื่องบินที่กำลังร่อนลงหรือนำขึ้นทางด้านหน้าของพายุฟ้าคะนอง

2.1 วงจรชีวิตของพายุฝนฟ้าคะนองแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

1. ระยะเริ่มก่อตัวเป็นเมฆคิวมูลัส (Cumulus) โดยเริ่มขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิผิวพื้นเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้มวลอากาศร้อนลอยตัวขึ้นสู่บรรยากาศพร้อมกับการมีแรงมากระทำหรือผลักดันให้มวลอากาศยกตัวขึ้นไปสู่ความสูงระดับหนึ่ง โดยมวลอากาศจะเย็นลงเมื่อลอยสูงขึ้น และเริ่มที่จะเคลื่อนตัวเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ เป็นการก่อตัวของเมฆคิวมูลัส (Cumulus) ในขณะที่ความร้อนแฝงจากการกลั่นตัวของไอน้ำจะช่วยให้อัตราการลอยตัวของกระแสอากาศภายในก้อนเมฆเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้ขนาดของเมฆคิวมูลัสมีขนาดใหญ่ขึ้นและยอดเมฆสูงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ จนสามารถเคลื่อนที่ขึ้นถึงระดับบนสุดแล้ว (จุดอิ่มตัว) แล้วพัฒนามาเป็นเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) กระแสอากาศบางส่วนก็จะเริ่มเคลื่อนที่ลงและจะเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็นกระแสอากาศที่เคลื่อนที่ลงอย่างเฉียว (จานง, 2548)

2. ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ (Mature) ระยะนี้พายุเริ่มพัดเกิดกระแสอากาศจมตัวลง กระแสอากาศมีทั้งไหลขึ้นและไหลลง เนื่องจากฝนตกลงมาจะดึงเอามวลอากาศให้จมตัวลงมาด้วย และมวลอากาศอุ่นก็ยังลอยตัวขึ้นเบื้องบนต่อไป จากผลดังกล่าวทำให้เกิดสภาพอากาศแปรปรวน และลมกระโชกแรง เนื่องมาจากมวลอากาศในก้อนเมฆมีความแปรผันมาก มีการหมุนเวียนของกระแสอากาศขึ้นลง เกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง รวมทั้งอาจมีลูกเห็บตกด้วยเช่นกัน จากปริมาณความร้อนแฝงที่เกิดขึ้นจากการกลั่นตัวลดน้อยลง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการที่หยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมามีอุณหภูมิต่ำ ช่วยทำให้อุณหภูมิของกลุ่มอากาศเย็นกว่าอากาศแวดล้อม ดังนั้นอัตราการเคลื่อนที่ลงของกระแสอากาศจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ กระแสอากาศที่เคลื่อนที่ลงมาจะแผ่ขยายตัวออกด้านข้าง ก่อให้เกิดลมกระโชกรุนแรง อุณหภูมิจะลดลงทันทีทันใด และความกดอากาศจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและยาวนาน แผ่ออกไปไกลถึง 60 กิโลเมตรได้ โดยเฉพาะส่วนที่อยู่ด้านหน้าของทิศทาง การเคลื่อนที่ของพายุฝนฟ้าคะนอง พร้อมกันนั้นการที่กระแสอากาศเคลื่อนที่ขึ้น และเคลื่อนที่ลงจะก่อให้เกิดลมเชิษฐ์รุนแรง และเกิดอากาศปั่นป่วนโดยรอบ ในขั้นตอนนี้ยอดเมฆอาจสูงถึง 50,000-60,000 ฟุต (15-18 กิโลเมตร) (จานง, 2548)

3. ระยะสลายตัว (Dissipating) เป็นระยะสุดท้ายเมื่อศูนย์กลางพายุจมตัวลงใกล้พื้นดิน หยาด น้ำฟ้าตกลงมาอย่างรวดเร็วและหมดไป พร้อม ๆ กับกระแสอากาศที่ไหลลงก็จะเบาบางลง ในที่สุดก็จะเหลือเพียงกระแสลมเท่านั้น ทรงของเมฆจะเปลี่ยนจากเมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) เป็นเมฆอัลโตสเตรตัส (Altostratus) หรือ เมฆซีโรคิวมูลัส (Cirrocumulus) ซึ่งฝนจะเบาบางและหายไปในที่สุด (จานง, 2548)

ระยะที่1 เกิดเมฆคิวมูลัส

ระยะที่2 การเกิดพายุ

ระยะที่3 สลายตัว



ภาพที่ 5 การเกิดของพายุฝนฟ้าคะนอง

ที่มา: จำนวน (2548)

2.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดจากพายุฝนฟ้าคะนอง

ขณะเกิดพายุฝนฟ้าคะนองจะเกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ลูกเห็บตก มีลมกระโชกแรง เป็นครั้งคราว โดยในรอบ 1 ปี ทั่วโลกมีพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นถึง 16 ล้านครั้ง โดยเฉพาะในเขตละติจูดสูง และในเมืองที่อากาศร้อนขึ้นจะมีจำนวนวันที่มีพายุฝนฟ้าคะนองเกิดได้ถึง 80 - 160 วันต่อปี สำหรับประเทศไทยมักเกิดมากในเดือน เมษายน - พฤษภาคม เป็นช่วงที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองมากที่สุด (จำนวน, 2548)

1. การเกิดฟ้าแลบ เกิดขึ้นพร้อมกับฟ้าร้องแต่มนุษย์เรามองเห็นฟ้าแลบก่อนได้ยินเสียงฟ้าร้อง เนื่องจากแสงเดินทางเร็วกว่าเสียง (แสงมีอัตราเร็ว 300,000 กิโลเมตร/วินาที ส่วนเสียงมีอัตราเร็ว 1/3 ของแสง) ปรากฏไฟฟ้าของฟ้าแลบ 1 ครั้ง มีปริมาณไฟฟ้าจำนวนสูงถึง 200,000 แอมแปร์ และมีความต่างศักย์ถึง 30 ล้านโวลต์ ฟ้าแลบเกิดจากประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากก้อนเมฆสู่ก้อนเมฆ จากก้อนเมฆสู่พื้นดิน โดยมีขั้นตอนคือ ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ถ่ายเทในก้อนเมฆมีการเคลื่อนที่หลุดออกมาและถ่ายเทสู่อาคารสิ่งก่อสร้าง หรือต้นไม้สูงบนพื้นดิน เหตุการณ์เหล่านี้ใช้เวลาน้อยกว่า 1 วินาที และเกิดเป็นแสงของฟ้าแลบ ซึ่งบางครั้งลำแสงมีความยาวถึง 60 - 90 เมตร (จำนวน, 2548)

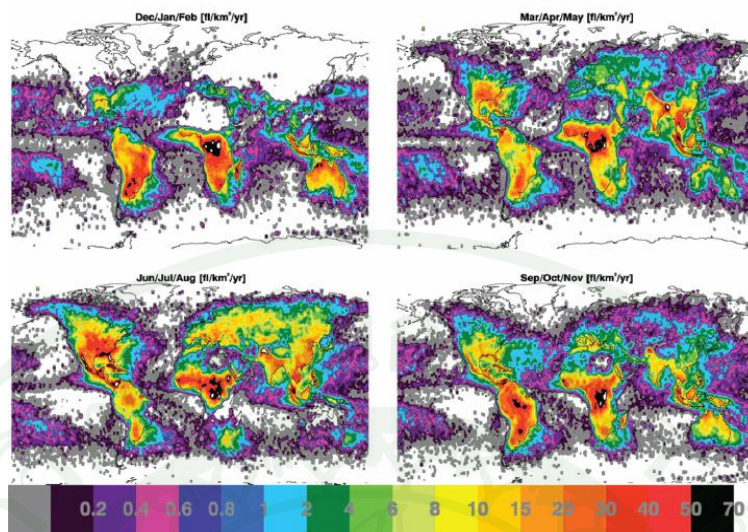
2. การเกิดฟ้าร้อง เนื่องจากประกายไฟฟ้าของฟ้าแลบทำให้อากาศในบริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึงประมาณ 25,000 องศาเซลเซียส อย่างเฉียบพลัน มีผลทำให้อากาศมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วและรุนแรง ทำให้เกิดเสียง "ฟ้าร้อง" เนื่องจากฟ้าร้องและฟ้าแลบเกิดขึ้นพร้อมกัน ดังนั้นเมื่อเรามองเห็นฟ้าแลบ และนับจำนวนวินาทีต่อไปจนกว่าจะได้ยินเสียงฟ้าร้อง เช่น ถ้านับได้ 3 วินาที แสดงว่าฟ้าแลบอยู่ห่างจากเราไปประมาณ 1 เมตร และสาเหตุที่เราได้ยินเสียงฟ้าร้องครวญครางอย่างต่อเนื่องไปอีกระยะหนึ่ง เนื่องจากมีสาเหตุมาจากการเดินทางของเสียงมีความแตกต่างกันในเรื่องของระยะเวลาและระยะทางที่คาบเกี่ยวกันนั่นเอง (จันง, 2548)

3. การเกิดฟ้าผ่าเป็นปรากฏการควบคู่กันกับฟ้าแลบ และฟ้าร้อง เนื่องจากประกายไฟฟ้าได้มีการหลุดออกมาจากกลุ่มเมฆฝน และถ่ายเทลงสู่พื้นดิน ต้นไม้ อาคารหรือสิ่งก่อสร้าง ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ฟ้าผ่าอาจก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ เนื่องจากมีพลังงานไฟฟ้าสูง ความรุนแรงของกระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่าเพียงพอที่จะจุดหลอดไฟฟ้าขนาด 60 แอมป์เทียนให้สว่างได้ถึงจำนวน 600,000 ดวงเลยทีเดียว (จันง, 2548)

3. กิจกรรมฟ้าผ่า (Lightning activity) และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

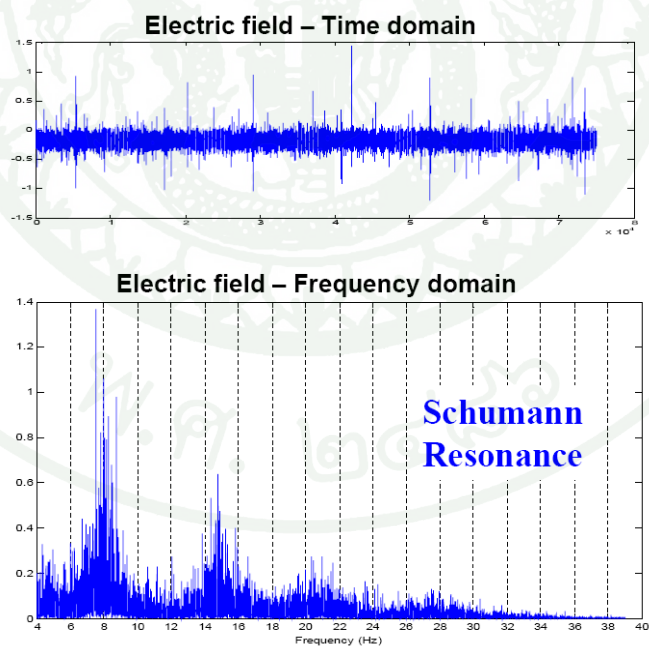
ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา พวกเราได้เรียนรู้เกี่ยวกับกิจกรรมฟ้าผ่า (Lightning Activity) และพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorms) ที่เกิดขึ้นทั่วโลกได้จากทางอวกาศ ได้แก่อาวเทียมบนยานอวกาศของนาซ่า ซึ่งมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า Optical Transient Detector (OTD) และ Lightning Imaging Sensor (LIS) ใช้ในการตรวจจับฟ้าผ่า ดาวเทียม TRMM (The Tropical Rainstorm Measuring Mission) ถูกส่งขึ้นไปจะทำการบันทึกข้อมูลการเกิดฟ้าผ่าทั่วโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 และ 1997 ตามลำดับ พบว่า ฟ้าผ่าส่วนมากจะเกิดเหนือภาคพื้นทวีป โดยเฉพาะแถบทรอปิคัลเป็นส่วนใหญ่ ดังภาพที่ 6 ตัวอย่างเช่น ที่ฟลอริดา จะมีกระแสพายุจากฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติก และจากอ่าวเม็กซิโกมาปะทะกัน บีบดันให้อากาศพุ่งขึ้นในแนวตั้ง จนเกิดภาวะอำนวยการเกิดฟ้าผ่า ตัวเลขในภาพ บอกอัตราจำนวนฟ้าผ่าที่เกิดในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรต่อปี (Price, 2009)

ส่วนจากทางภาคพื้นดิน ใช้วิธีวัดที่เรียกว่า Schumann Resonance Methods ซึ่งเป็นวิธีการตรวจจับคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ในย่านต่ำมาก ๆ (Extremely Low Frequency: ELF; $4\text{ Hz} < f < 40\text{ Hz}$) จะเกิดคลื่นชนิดนี้ขึ้นในทุกครั้งที่เกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่า สามารถเฝ้าสังเกตการณ์ขณะที่เกิดขึ้นได้ทั่วโลกแต่จุดเฝ้าสังเกตมีเพียงไม่กี่จุด เนื่องจากอาศัยหลักการของคลื่นที่สามารถเดินทางได้รอบโลก ในเวลาอันสั้นก่อนที่จะสลาย (Price, 2009)



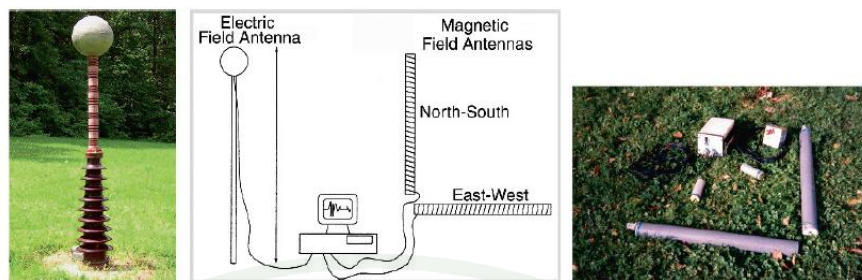
ภาพที่ 6 แผนที่แสดงการเกิดฟ้าผ่าทั่วโลก โดยการเก็บข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม TRMM

ที่มา: Price (2009)



ภาพที่ 7 คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ในย่านต่ำมาก ๆ ตรวจจับโดยวิธี Schumann Resonance

ที่มา: Price (2008)

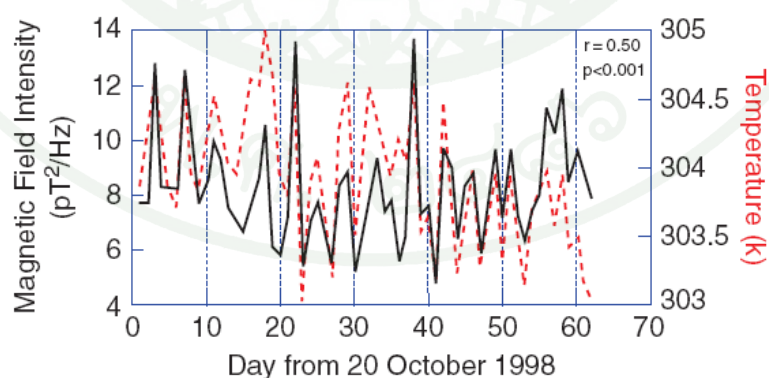


ภาพที่ 8 ภาพอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในวิธี Schumann Resonance

ที่มา: Williams and Mushtak (2009)

อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณฝน ความเร็วลม จำนวนเมฆ และ ก๊าซโอโซน เป็นตัวแปรที่ถูกนำมาใช้เป็นกุญแจสำคัญในศึกษาถึงความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ฟ้าผ่า ตัวอย่างเช่นการศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและไอน้ำ มีอิทธิพลต่อกิจกรรมฟ้าผ่าในแต่ละวัน ณ ทวีปแอฟริกา นานกว่า 2 เดือน จากวันที่ 20 ตุลาคมถึง 20 ธันวาคม 2541 โดยใช้การวัดด้วยวิธี Schumann Resonance (Price and Asfur, 2006) ดังภาพที่ 9 และภาพที่ 10 ตามลำดับ

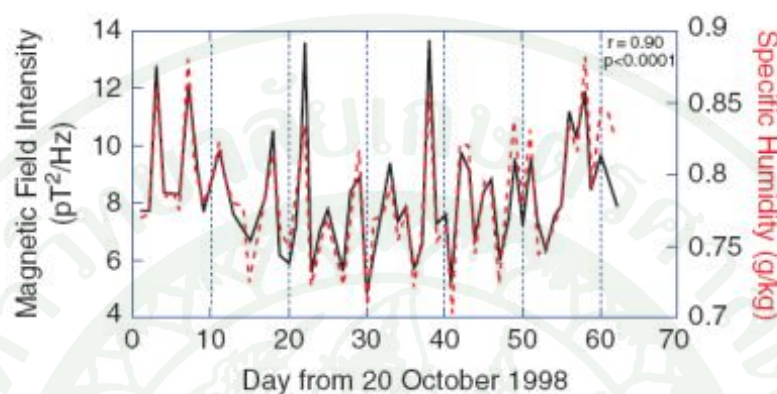
1. อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิผิวพื้น (Surface Temperature) มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมฟ้าผ่า (Lightning Activity) อย่างชัดเจน ดังภาพที่ 9 จากการทดลองของ Price (2009) พบว่าทุกๆ ครั้งที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C จะมีจำนวนฟ้าผ่าเพิ่มมากขึ้นทุก ๆ 10 %



ภาพที่ 9 ในแต่ละวันที่มีกิจกรรมฟ้าผ่า (สีดำ) และอุณหภูมิพื้นผิว (สีแดง) ณ ทวีปแอฟริกา

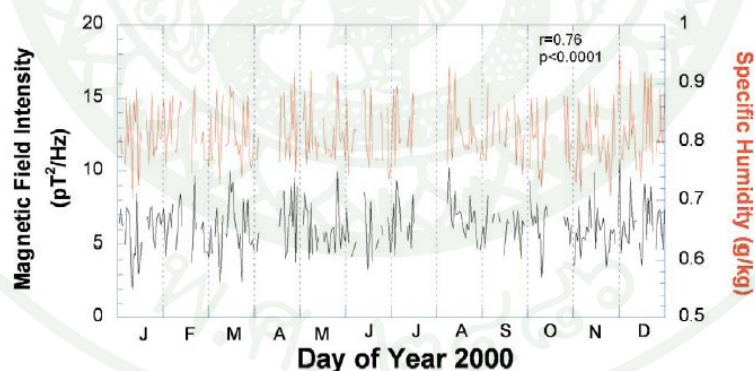
ที่มา: Price (2009)

2. ไอน้ำ (Water Vapor) ซึ่งอัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำในอากาศขึ้นต่อมวลอากาศทั้งหมดคือ ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมฟ้าผ่า โดยสังเกตได้ว่าความชื้นจำเพาะจะต่ำหลังกับกิจกรรมฟ้าผ่าอยู่ 24 ชม. ดังภาพที่ 10



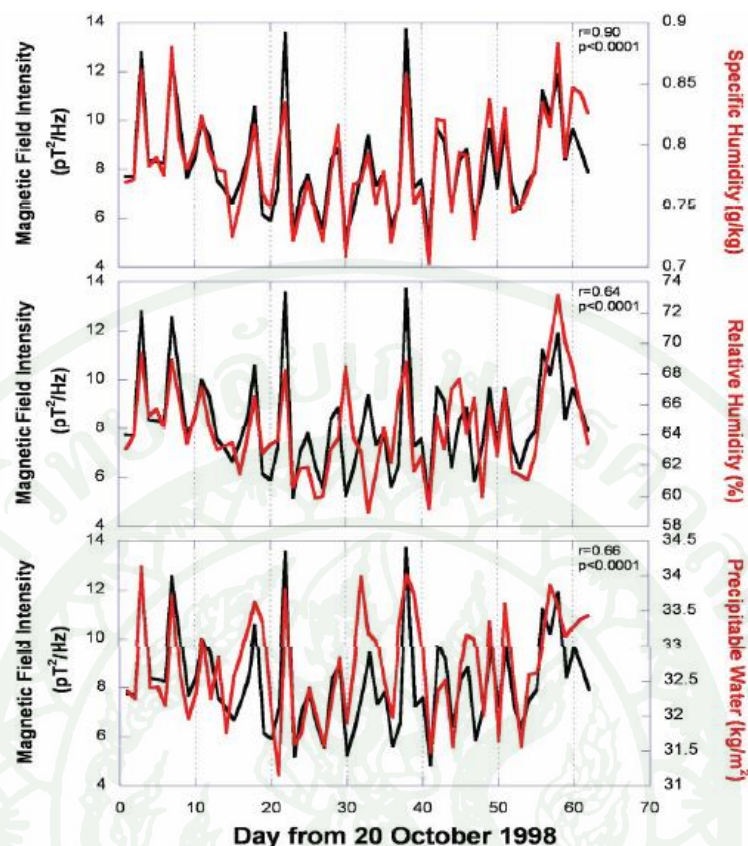
ภาพที่ 10 ในแต่ละวันที่มีกิจกรรมฟ้าผ่า (สีดำ) กับความชื้นจำเพาะ (สีแดง) ณ ทวีปแอฟริกา

ที่มา: Price (2009)



ภาพที่ 11 ในแต่ละวันที่มีกิจกรรมฟ้าผ่า (สีดำ) กับความชื้นจำเพาะ (สีแดง) เป็นรายเดือน ในปี ค.ศ. 2000 ณ ทวีปแอฟริกา (ช่องว่างหมายถึงไม่มีข้อมูล Schumann Resonance)

ที่มา: Price and Asfur (2006)



ภาพที่ 12 ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) และหยาดน้ำฟ้า (Precipitation Water) กับกิจกรรมฟ้าผ่าในแต่ละวัน ณ ทวีปแอฟริกา

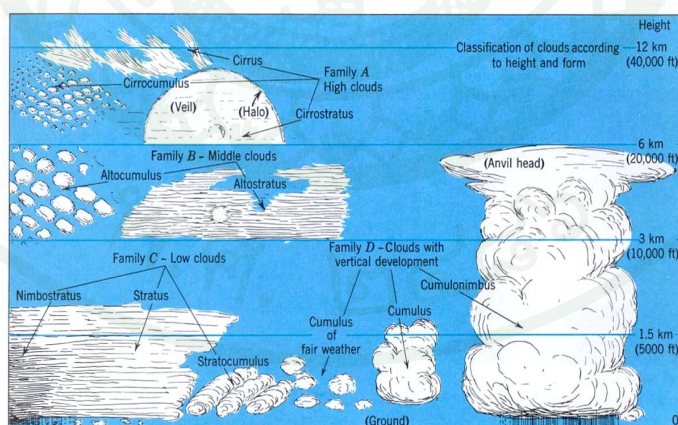
ที่มา: Price and Asfur (2006)

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) และหยาดน้ำฟ้า (Precipitation Water) กับกิจกรรมฟ้าผ่าในแต่ละวัน มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมฟ้าผ่าเช่นเดียวกันกับความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) ดังภาพที่ 12 (Price and Asfur, 2006)

3. หยาดน้ำฟ้า (Precipitation Water) คือปริมาณความชื้นทั้งหมดที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศในธรรมชาติเป็นการเรียกรวมของ หยดน้ำและน้ำแข็ง ที่เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำแล้วตกลงมาสู่พื้น มีประโยชน์ในการนำไปหาปริมาณน้ำสูงสุดจากอากาศที่ตกลงสู่พื้นโลก สามารถแบ่งชนิดหยาดน้ำฟ้าในประเทศไทยได้แบบต่างๆ เช่น หิมะ (Snow) ลูกเห็บ (Hail) ละอองหมอก (Mist) ฝนละออง (Drizzle) และฝน (Rain) (ฟิสิกส์ราชมงคล, 2550)

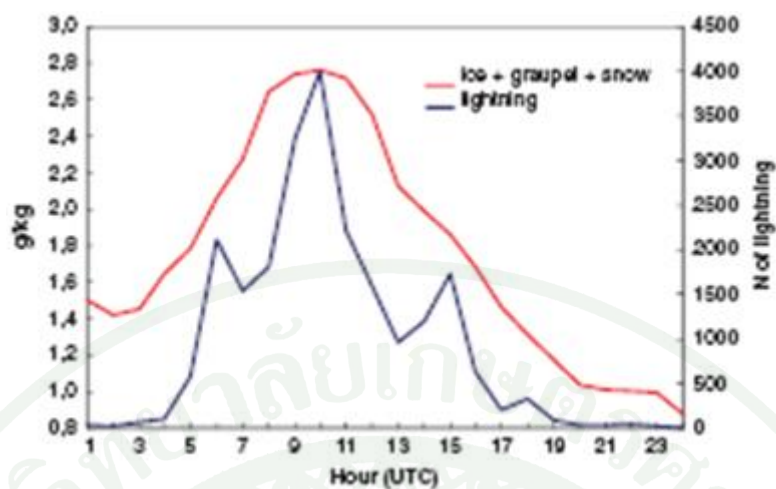
ฝน (Rain) เป็นหยดน้ำมีขนาดประมาณ 0.5 – 5 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่ตกลงมาจากเมฆนิมโบสเตรตัสและเมฆคิวมูโลนิมบัส ความสัมพันธ์ระหว่างฝนกับอุณหภูมิพื้นผิวโลก ศึกษาจากงานวิจัยของ พอล โอ กอร์แมน (Paul O' Gorman) ผู้ช่วยศาสตราจารย์จากภาควิชาโลก บรรยากาศและดวงดาว แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์หรือเอ็มไอที (MIT) และทาปิโอ ชไนเดอร์ (Tapio Schneider) ศาสตราจารย์ด้านสิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมแห่งสถาบันเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนียหรือคาลเทค (Caltech) สหรัฐอเมริกา ได้ร่วมกันสร้างแบบจำลองและทำการศึกษาพบว่า พายุฝนจะมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นประมาณ 6 % เมื่ออุณหภูมิพื้นผิวโลกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุก 1 องศาเซลเซียส โดยนายพอล โอ กอร์แมน กล่าวว่า “ พื้นฐานของเหตุผลที่ศึกษาการเพิ่มขึ้นของฝนที่มีความรุนแรงขึ้นคืออากาศที่ร้อนขึ้น ทำให้มีไอน้ำมากขึ้นด้วย ดังนั้นภูมิอากาศที่ร้อนขึ้นจะมีไอน้ำในชั้นบรรยากาศมากขึ้น ซึ่งนำไปสู่ปริมาณพายุฝนที่มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ” (ศูนย์ภูมิอากาศ, 2552)

4. เมฆ (Cloud) ที่เรามองเห็น คือละอองน้ำและเกล็ดน้ำแข็งที่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนลอยตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อละอองน้ำเกิดการควบแน่นและมีการยกตัวของกลุ่มอากาศ (Air Parcel) ผ่านความสูงเหนือระดับควบแน่นและมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง ในเมื่อเมฆเป็นหยดน้ำในสถานะของเหลวหรือเกล็ดน้ำแข็งในสถานะของแข็ง จะส่งผลต่อระบบการหมุนเวียนของน้ำบนพื้นโลก เราจึงมีศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจากข้อมูลเมฆและโครงสร้างของเมฆด้วย (ฟิสิกส์ราชมงคล, 2550)



ภาพที่ 13 ลักษณะของเมฆชนิดต่าง ๆ

ที่มา: ฟิสิกส์ราชมงคล (2550)

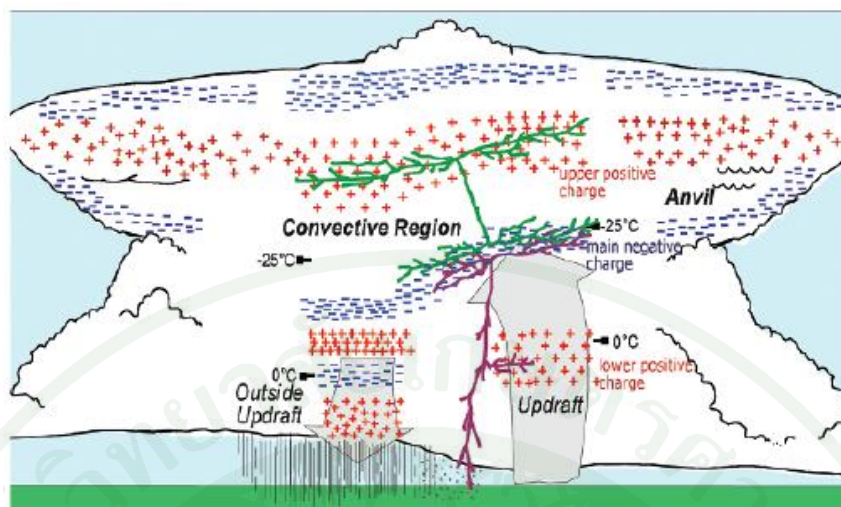


ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของอนุภาคเมฆ (สีแดง) กับจำนวนครั้งที่ฟ้าผ่า (สีน้ำเงิน)

ที่มา: Kotroni and Kostas (2009)

จากการทดลอง Kotroni and Kostas (2009) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2005 ได้วิเคราะห์ฟ้าผ่าจะเป็นไปตามข้อมูลที่ได้อาจมาจากเครือข่าย Zeus (คลื่นเสียงวิทยุ ถูกปล่อยออกมาขณะเกิดฟ้าผ่าซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่ต่ำมากแต่ละสถานีที่ได้รับจะการบันทึกในรูปแบบคลื่นและการลงเวลารวมถึงระบุตำแหน่งที่ตรวจพบด้วย) และแบบจำลอง MM5 ซึ่งเป็นแบบจำลองสภาพอากาศท้องถิ่นที่ใช้วิเคราะห์สภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ตั้งแต่ 3 กิโลเมตร ถึงหลายร้อยกิโลเมตร โดยพิจารณาภูมิประเทศ การพาความร้อนที่เกิดในบริเวณพื้นที่ทำการวิเคราะห์และได้รวม Land surface model ที่ สามารถวิเคราะห์หาปริมาณน้ำฝนอุณหภูมิ ความเร็วลมทิศทางลมที่สัมพันธ์กับทรัพยากรแหล่งน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษาแต่ในการทดลองนี้ถูกนำมาหาส่วนประกอบของอนุภาคเมฆ ได้แก่ ลูกเห็บที่มีความเย็นคล้ายน้ำแข็งแข็ง (Graupel) และน้ำแข็งหรือผลึกน้ำแข็ง (Ice-crystal clouds) กับความสัมพันธ์จำนวนครั้งที่ฟ้าผ่า ดังภาพที่ 14

5. ความเร็วลม (Wind speed) มีอิทธิพลต่อประจุบวกและประจุลบในก้อนเมฆซึ่งหมายถึงสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดไอออนในเซชันเกิดเป็นฟ้าผ่าได้ ลมจะประกอบด้วยโมเลกุลของแก๊สชนิดต่างๆ เมื่อลมพัดด้วยความเร็วสูงจะทำให้เกิดการขัดสีกับผิวพื้นโลกและทำให้โมเลกุลของลมได้รับอิเล็กตรอนและถ่ายเทอิเล็กตรอนไปให้กับด้านฐานของก้อนเมฆตามทฤษฎีของ Simpson



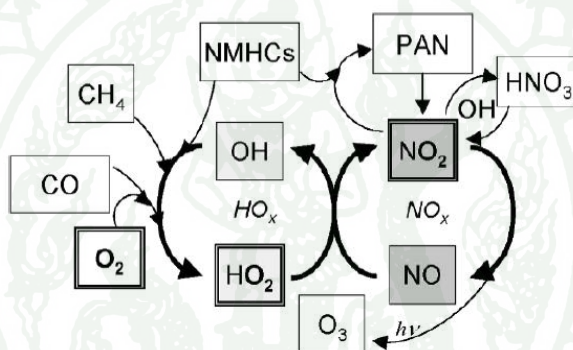
ภาพที่ 15 ประจุบวกและประจุลบที่เกิดขึ้นในก้อนเมฆ

ที่มา: Stolzenburg and Marshall (2009)

Simpson ได้เสนอทฤษฎีที่เกิดประจุบวกและลบในก้อนเมฆ โดยอธิบายถึงความสำคัญของการเร็วลมต่อการเกิดปรากฏการณ์ฟ้าผ่าว่ามีประจุบวกเข้มข้นรวมอยู่กลุ่มหนึ่งที่ฐานและส่วนบนของก้อนเมฆ ส่วนประจุลบกระจัดไปทั่วก้อนเมฆ ในส่วนของก้อนเมฆที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (-10°C) ไม่มีหยดน้ำแต่กลับมีเกล็ดน้ำแข็งและเมื่อโดนอากาศเกล็ดเหล่านี้จะเก็บประจุลบไว้ ส่วนอากาศที่ลอยขึ้นไปมีประจุบวก ทำให้ประจุบวกและประจุลบแยกออกจากกันในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็งนั้นหยดน้ำที่มีรัศมีมากกว่า 2.5 มม. ไม่เสถียรภาพดังนั้นจึงแตกออกและหยดน้ำเล็กๆ เหล่านี้มีประจุบวก ส่วนอากาศมีประจุลบเนื่องจากความเร็วของหยดขนาด 0.25 มม. มีความเร็ว 8 เมตรต่อวินาที ดังนั้นถ้ามีความเร็วมากกว่า 8 เมตรต่อวินาทีที่ไม่มีหยดน้ำตกลงมาบนพื้นโลก อากาศพัดผ่านเข้าไปในก้อนเมฆจากด้านล่างมีความเร็วมากกว่า 8 เมตรต่อวินาที ดังนั้นหยดน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่ตกลงมาบริเวณด้านล่างได้แตกตัวออกและทุกครั้งแตกตัวจะมีประจุบวกเกิดขึ้น ส่วนประจุลบถูกลมพัดพาขึ้นทางด้านบน หยดน้ำเล็กๆ ที่มีประจุบวกถูกพัดพาไปเช่นกันและรวมตัวกันและตกลงมาอีกเป็นเช่นนี้เรื่อยไป ดังนั้นหยดน้ำจึงมีประจุบวกเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และประจุลบก็ถูกอากาศพัดพาไปทั่วก้อนเมฆ (ชำนาญ, 2522)

6. โอโซน (Ozone) ปฏิกิริยาเคมีในชั้นโทรโพสเฟียร์ (Tropospheric Chemistry) พบว่าการเกิดฟ้าผ่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากปรากฏการณ์ฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศจะเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญในการผลิตไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ซึ่งเป็นก๊าซทำให้เกิดโอโซน (O_3) ตามออกมา ซึ่งถือว่าเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญชนิดหนึ่ง (Price, 2009)

Grewe (2009) พบว่าในช่วงปี 1990 - 1999 ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) หนึ่งโมเลกุลที่จะถูกปล่อยออกจากฟ้าผ่ามีประสิทธิภาพถึง 90 % ที่จะทำให้เกิดโอโซน (O_3) หนึ่งโมเลกุล ในขณะที่พื้นดินจะมีประสิทธิภาพเพียง 20 % เท่านั้น ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการผลิตโอโซน (O_3) ขณะเกิดฟ้าผ่าจึงมีมากกว่าบนพื้นดิน



ภาพที่ 16 ปฏิกิริยาเคมีที่ผลิตโอโซน (O_3) ในชั้นโทรโพสเฟียร์

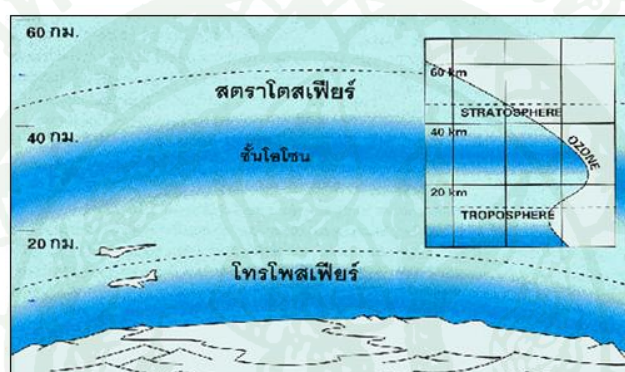
ที่มา: Price (2009)

ในกระบวนการเกิดปฏิกิริยานี้ขั้นแรก NO_2 จะเกิดปฏิกิริยาโฟโตลิซิส ดังแสดงสมการ



Stephen (1968) พบว่า หากมีไนโตรเจนไดออกไซด์ 0.1 ส่วนในล้านส่วน จะทำให้เกิดโอโซนประมาณ 0.027 ส่วนในล้านส่วน แต่ในสภาพความเป็นจริงระดับของโอโซนอาจเพิ่มขึ้นไปถึง 0.5 ส่วนในล้านส่วนก็เป็นได้ (Grewe, 2009)

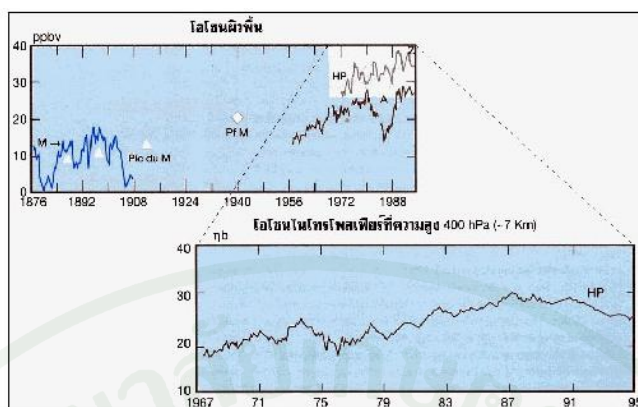
ในขณะที่โอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์กำลังลดลง โอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์กำลังเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 10 ต่อ 10 ปี ในซีกโลกเหนือ โอโซนที่เพิ่มขึ้นตรวจพบในบริเวณไฟไหม้ในทุ่งหญ้าสะวันนา (Savannah) ในเขตร้อน การที่โอโซนเพิ่มขึ้นในบริเวณโทรโพสเฟียร์ เพราะมีรังสีดวงอาทิตย์กระทบกับมลพิษบางชนิด โดยเฉพาะออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของสารกระตุ้นหรือสารเริ่มต้นของปฏิกิริยา (Precursors) เช่น มีเทน (CH₄) และคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) คิดเป็น 2 เท่าตัว เทียบกับเมื่อร้อยละปีที่ผ่านมาหรือบางแห่งโอโซนเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 1 ต่อปี นับจากปลายศตวรรษที่ 19 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552)



ภาพที่ 17 โอโซน (สีน้ำเงิน) ชั้นสตราโตสเฟียร์และชั้นโทรโพสเฟียร์ในชั้นบรรยากาศ

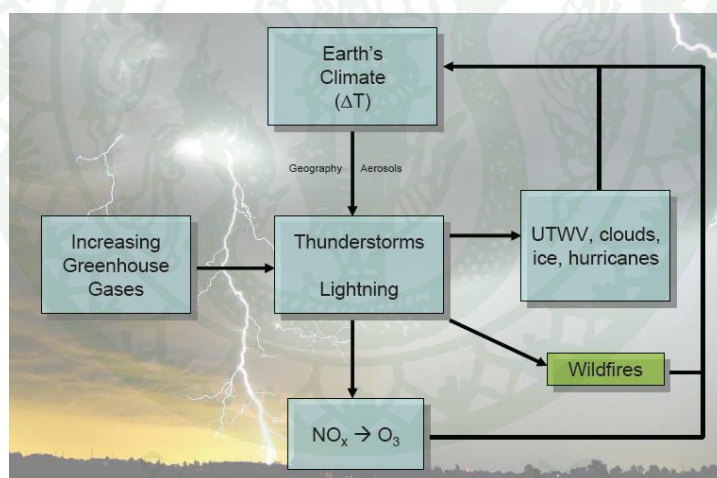
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2552)

การตรวจวัดโอโซนเชิงเคมีที่ Montsouris (Paris) และเครือข่ายที่ใช้วิธีของ Schenbein (ผู้ค้นพบโอโซน) การตรวจวัดเป็นครั้งแรกจากเครื่องบินในต้นทศวรรษที่ 1940 และติดตามต่อเนื่องมาในประเทศฝรั่งเศสและเยอรมันตอนใต้ ดังภาพที่ 18 บริเวณเหนือผิวน้ำในโทรโพสเฟียร์ตอนกลางและตอนบน ก็พบโอโซนเพิ่มขึ้นมากเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามโอโซนที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่สามารถชดเชยโอโซนที่ลดลงในสตราโตสเฟียร์ได้ โอโซนที่เพิ่มขึ้นบริเวณผิวน้ำมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ เช่น การแสบตาระคายเคืองต่อหลอดลม นอกจากนั้นเพราะว่าโอโซนทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น ๆ ได้อย่างง่ายด้วยการออกซิไดซ์ โอโซนใกล้ผิวน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของหมอกที่เกิดขึ้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552)



ภาพที่ 18 โอโซนผิวพื้นจากสถานี Montsouris (Paris) สำหรับ 50 ปีหลังของศตวรรษที่ 19
น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของปลายศตวรรษที่ 20

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2552)



ภาพที่ 19 การผลิตโอโซน (O_3) ในชั้นโทรโพสเฟียร์มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ที่มา: Price (2009)

7. จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm day, Td) การประเมินประสิทธิภาพของระบบป้องกันฟ้าผ่ามีความจำเป็นที่ต้องใช้ข้อมูลทางสถิติของฟ้าผ่าในบริเวณพื้นที่นั้นๆ ซึ่งเราสามารถทราบได้จากข้อมูลพฤติกรรมของพายุฝนฟ้าคะนองจากหลายทาง ได้แก่

1. จากเครือข่ายของเครื่องนับฟ้าผ่า
2. จากสถิติข้อมูลของสายส่งและสายป้อนที่มีไฟดับเนื่องมาจากฟ้าผ่า
3. จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาซึ่งได้มีการติดตาม
4. บันทึกค่าจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง Td (Thunderstorm day)

ข้อมูลที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บสั้น ๆ ไม่ก็ปีย่อมเกิดความคลาดเคลื่อนได้สูง ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูง ย่อมมีความจำเป็นที่จะต้องอาศัยระยะเวลาที่ยาวนานพอในการเก็บข้อมูล จากการวิเคราะห์พบว่าข้อมูลที่ใช้เวลาในการเก็บ 1 ปีจะมีความคลาดเคลื่อน 35 % - 40 % ข้อมูลที่ใช้เวลาในการเก็บ 5 ปีจะมีความคลาดเคลื่อน 30 % ข้อมูลที่ใช้เวลาในการเก็บ 10 ปีจะมีความคลาดเคลื่อน 25 % (Shiyu et al., 2006)

ความหนาแน่นของฟ้าผ่าลงดิน (Ground flash density, Ng) อธิบายได้ว่าเป็น จำนวนครั้งที่ฟ้าผ่าลงสู่พื้นดิน (จากก้อนเมฆลงสู่พื้นโลก, Cloud to ground) ต่อตารางกิโลเมตรต่อปี ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ถูกนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาความเสี่ยงของฟ้าผ่าแต่ถ้าไม่มีข้อมูลค่า Ng ก็อาจจะประมาณจากจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง Td (Thunderstorm day)

สำหรับสมการความหนาแน่นของฟ้าผ่าลงดิน (Ng) และจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Td) จะอยู่ในรูปของ (Hileman, 1999)

$$Ng = aTd^b \quad (4)$$

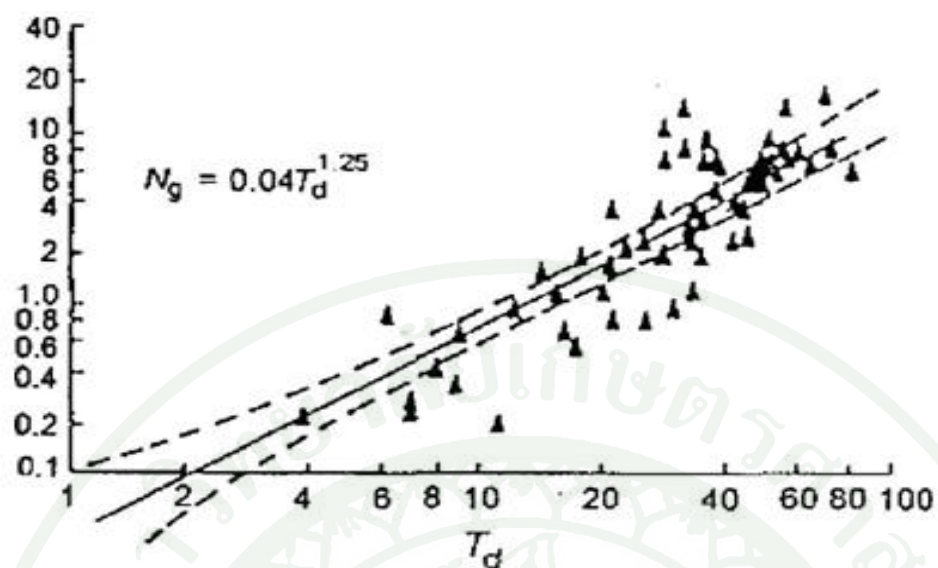
เมื่อค่าคงที่ a และ b จะค่าแตกต่างกันเป็นตามปัจจัยทางด้านพฤติกรรมของฟ้าผ่า ของประเทศนั้นๆ

$$Ng = 0.04Td^{1.25} \text{ (IEEE)} \quad (5)$$

$$Ng = 0.023Td^{1.3} \text{ (CIGRE)} \quad (6)$$

$$Ng = 0.01Td^{1.4} \text{ (D. Macherras)} \quad (7)$$

$$Ng = 6.5 \times 10^{-5} Td^{2.277} \text{ (Egat)} \quad (8)$$



ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า N_g และ T_d

ที่มา: Rakov and Uman (2003)

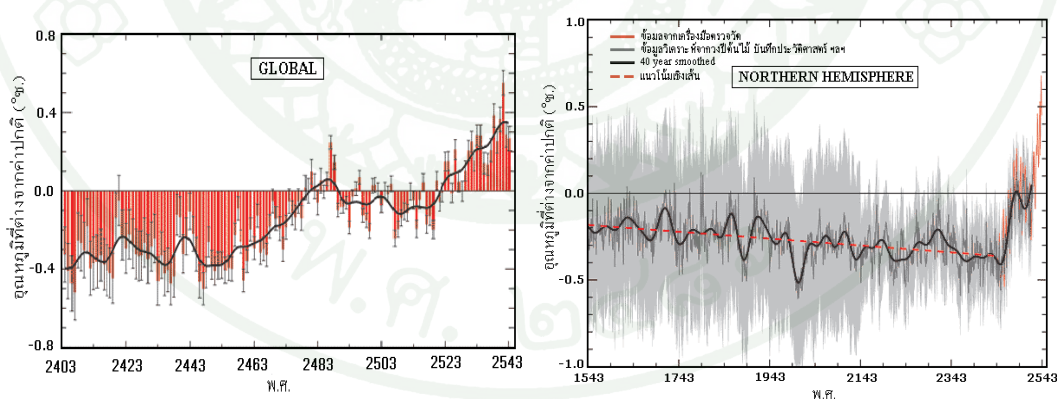
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)
2. เว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยาและเว็บไซต์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง
3. โปรแกรม Microsoft Office
4. โปรแกรม MATLAB

วิธีการ

ตั้งแต่มีหลักฐานการเก็บข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในปี ค.ศ. 1850 (พ.ศ. 2393) พบว่าในศตวรรษที่ 20 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1861 (พ.ศ. 2404) อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นและสูงขึ้นประมาณ 0.6 องศาเซลเซียส ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลในซีกโลกเหนือ ย้อนหลังไป 1,000 ปี พบว่า ในทศวรรษที่ 1990 อุณหภูมิเฉลี่ยโลกสูงขึ้นมากที่สุดและในปี ค.ศ. 1998 (พ.ศ. 2541) เป็นปีที่ร้อนมากที่สุดในรอบ 1,000 ปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551) ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ความผันแปรอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในรอบ 100 ปีและในซีกโลกเหนือในรอบ 1,000 ปี

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2551)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมิได้เกิดมาจากสาเหตุทางธรรมชาติเท่านั้น มนุษย์ก็เป็นอีกตัวการหนึ่งที่สำคัญ เนื่องมาจากสาเหตุทางธรรมชาติต้องใช้เวลาที่ยาวนาน นับเป็นยุคทางธรณีวิทยาที่การเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้าๆ จนเกือบมองไม่เห็นหรือไม่สามารถรู้สึกได้ เช่น การเคลื่อนที่ของเปลือกโลก การเปลี่ยนแปลงแนววงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงการเอียงของแกนโลกจากเส้นตั้งฉากกับระนาบ การหมุนของโลกรอบดวงอาทิตย์ การแกว่งไปมาของแกนโลกขณะหมุนรอบตัวเอง ตลอดจนการเกิดจุดดับบนดวงอาทิตย์ แต่การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์นั้นเห็นผลได้ภายในระยะเวลาที่สั้นกว่าเพียงศตวรรษเท่านั้นก็สามารถรู้สึกและเห็นการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ (จานง, 2548)

ตารางที่ 1 อันดับปี อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงสุด 20 อันดับ ตั้งแต่มีการจดบันทึกไว้เมื่อปี ค.ศ. 1880 (พ.ศ. 2423)

Top 20 warmest years on record					
Ranking (1-10)	Year	Temperature difference (°C)	Ranking (11-20)	Year	Temperature difference (°C)
1	1998	0.515	11	1995	0.276
2	2005	0.479	12	1999	0.262
3	2003	0.457	13	1990	0.248
4	2002	0.455	14	2000	0.238
5	2004	0.432	15	1991	0.197
6	2006	0.422	16	1983	0.187
7	2007	0.403	17	1987	0.167
8	2001	0.400	18	1994	0.163
9	1997	0.355	19	1988	0.163
10	2008	0.314	20	1981	0.130

หมายเหตุ เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของโลกที่ 14.0°C, (ค่าเฉลี่ย 30 ปี ค.ศ.1961- ค.ศ.1990)

ที่มา: Met Office (2008)

จากการจัดอันดับของ Met Office (2008) พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2540 (ค.ศ.1997) ถึงปี พ.ศ. 2551 (ค.ศ.2008) เป็นช่วงที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงสุดเป็น 10 อันดับแรกตั้งแต่มีการจดบันทึก จากตารางที่ 1 งานวิจัยนี้จึงอาศัยช่วงเวลาดังกล่าวที่โลกร้อนที่สุด ศึกษาและวิเคราะห์หาความผันแปรของกิจกรรมฟ้าผ่าในประเทศไทยเนื่องจากอิทธิพลของภาวะโลกร้อน

การศึกษาความถี่ของการเกิดฟ้าผ่าจะช่วยทำให้เราทราบได้ว่าบริเวณใดที่มีโอกาสการเกิดฟ้าผ่า ดังนั้นการป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง ณ บริเวณที่มีการเกิดฟ้าผ่ามากจึงต้องมีความระวังมากขึ้น จำนวนฟ้าผ่าที่เกิดขึ้น ณ บริเวณนั้นเป็นเรื่องที่วัดได้ลำบาก ดังนั้นวิธีการศึกษาความถี่ของการเกิดฟ้าผ่าก็อาจพิจารณาได้จากจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองในหนึ่งปีซึ่งแม้ว่าวิธีการนี้ไม่ได้บอกถึงจำนวนฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นแต่ก็เป็นวิธีที่ทำได้ไม่ยากนัก (ชำนาญ, 2522)

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้รับผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนกับตัวแปรต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะเกิดปฏิกิริยาฟ้าผ่าขึ้นในประเทศไทย เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ก๊าซโอโซน ฯลฯ ซึ่งเป็นตัวแปรที่ถูกนำมาใช้เป็นกุญแจสำคัญในการศึกษาครั้งนี้

1. การดำเนินงานวิจัย

1.1 รวบรวมและเก็บข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและการวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลที่ได้ จากการเก็บบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งแบ่งชนิดสถานีเป็น 3 ประเภท คือ สถานีตรวจอากาศ สถานีอุตุนิยมวิทยาอุทก (สอท.) และสถานีอุตุนิยมวิทยาการเกษตร (สกษ.) ซึ่งตั้งอยู่ทั่วประเทศไทยมีจำนวน 124 สถานี ได้เก็บข้อมูล เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฝน ความเร็วลม จำนวนเมฆ จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ส่วนข้อมูลของก๊าซโอโซนจะได้จากเก็บบันทึกของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทยจำนวน 59 สถานี โดยการคัดเลือกสถานีจะคัดเลือกเฉพาะสถานีที่มีการเก็บข้อมูลต่อเนื่อง ครบทุกปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 เพื่อนำมาใช้ในวิเคราะห์

1.2 ตรวจสอบและเรียบเรียงข้อมูล

ข้อมูลได้รับตรวจสอบพบว่า มีการเก็บข้อมูลต่อเนื่องในช่วงเวลาดังกล่าว โดยจากกรมควบคุมมลพิษ จำนวน 26 สถานี และจากกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 71 สถานี จึงได้นำมาเรียบเรียงและจัดระบบข้อมูลต่อไป

1.3 ประมวลผล

ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นรายปี และข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ได้ถูกนำมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นทั้ง รายเดือน รายปี และหาค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาทุก ๆ 4 ปี คือ ในช่วงปี พ.ศ.2540 ถึง พ.ศ.2543 ในช่วงปี พ.ศ.2544 ถึง พ.ศ.2547 และในช่วงปี พ.ศ.2548 ถึง พ.ศ.2551 เพื่อวิเคราะห์และหาแนวโน้มของข้อมูล

2. การหาอุณหภูมิที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

2.1 ศัพท์อุตุนิยมวิทยา

1. อุณหภูมิสูงสุดรายเดือน (Monthly Maximum Temperature) คือ อุณหภูมิสูงสุดที่บันทึกได้ในแต่ละเดือนของปีใดปีหนึ่ง
2. อุณหภูมิต่ำสุดรายเดือน (Monthly Minimum Temperature) คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่บันทึกได้ในแต่ละเดือนของปีใดปีหนึ่ง
3. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประจำเดือน (Mean Monthly Maximum Temperature) คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดรายเดือนที่ตรวจได้ในเดือนใดเดือนหนึ่งในระยะเวลาหลายปี
4. อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประจำเดือน (Mean Monthly Minimum Temperature) คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนที่ตรวจได้ในเดือนใดเดือนหนึ่งในระยะเวลาหลายปี
5. อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (Mean Monthly Temperature) คือ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ตรวจได้ทุกครั้งในช่วงเวลา 1 เดือน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

2.2 การวัดค่าของอุณหภูมิ

การวัดค่าของอุณหภูมิทางอุตุนิยมวิทยามีอยู่ 3 อย่าง คือ

1. การวัดอุณหภูมิของอากาศ (Air)
2. การวัดอุณหภูมิของพื้นดิน (Soil)
3. การวัดอุณหภูมิของน้ำ (Sea) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

2.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometers) มี 2 ชนิด คือ

1. เทอร์โมมิเตอร์ใช้ปรอท (Mercury thermometers)
 - เทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา
 - เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิสูงสุด
2. เทอร์โมมิเตอร์ใช้แอลกอฮอล์ (Spirit thermometers)
 - เทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา
 - เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิต่ำสุด (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

2.4 ข้อกำหนดของการติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยทั่วไป

การวัดค่าอุณหภูมิอากาศด้วยเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดต้องไม่ได้รับความกระทบ กระเทือนจากแสงแดดจากท้องฟ้า จากโลกและสิ่งอื่น ๆ โดยรอบแต่ในขณะเดียวกันต้องมีการถ่ายเทของอากาศที่ดีพอ วิธีป้องกันที่ดีที่สุดที่นิยมใช้กันมี 2 วิธี คือ (ประพฤติ, 2552)

1. ใช้เรือนเทอร์โมมิเตอร์แบบเป็นบานเกล็ด 2 ชั้น ซึ่งเป็นมาตรฐานขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก World Meteorological Organization (WMO)
2. ใช้ช่องโลหะขัดมันเหมือนกับที่ให้กับเทอร์โมมิเตอร์แบบถ่ายอากาศ



ภาพที่ 22 เรือนเทอร์โมมิเตอร์ (ซ้าย) และเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา (ขวา)

ที่มา: ประพฤติ (2552)



ภาพที่ 23 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิสูงสุด (บน) และเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิต่ำสุด (ล่าง)

ที่มา: ประพฤติ (2552)

3. การหาความชื้นที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

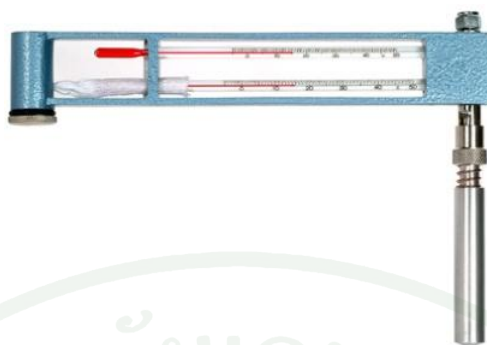
3.1 ศัพท์อุทุนิยมวิทยา

ความชื้นของอากาศ (Humidity) คือ "ไอน้ำที่ผสมอยู่กับอากาศแห้งในอุณหภูมิจำกัด หนึ่งอากาศสามารถรับไอน้ำไว้ได้ในปริมาณสูงสุดอันหนึ่งเท่านั้น ถ้าเกินขีดสูงสุดอันนี้แล้วอากาศ จะไม่สามารถรับเอาไอน้ำได้อีก เรียกว่าอากาศ อิ่มตัว (Saturated) แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น อากาศก็จะสามารถรับไอน้ำเพิ่มขึ้นอีกได้ การแสดงปริมาณไอน้ำในอากาศเพื่อให้ทราบว่า อากาศมีความแห้งและความชื้นมากน้อยเพียงใด กำหนดได้หลายวิธีด้วยกัน ดังนี้

1. ความชื้นแท้ (Absolute Humidity) เป็นน้ำหนักของไอน้ำในปริมาตรของอากาศ อันหนึ่งเป็นการแสดงน้ำหนักของไอน้ำใน 1 หน่วย
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เป็นอัตราส่วนของความชื้นแท้ที่มีอยู่ใน ขณะนั้นต่อปริมาณไอน้ำมากที่สุดที่อากาศจะรับไว้ได้ ในอุณหภูมิเดียวกันและแสดงออกเป็น ส่วน ร้อยละ
3. ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) เป็นอัตราส่วนของน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่ ในอากาศนั้นเป็นกรัมต่อน้ำหนักอากาศ 1 กิโลกรัม
4. จุดน้ำค้าง (Dew Point) เป็นอุณหภูมิที่อากาศในขณะนั้นจะอิ่มตัวด้วยไอน้ำเมื่อเย็น ลง โดยความกดอากาศไม่เปลี่ยนแปลง
5. อัตราส่วนผสม (Mixing ratio) เป็นอัตราส่วนน้ำหนักของไอน้ำเป็นกรัมต่อน้ำหนัก ของอากาศแห้งแท้ๆ (ไม่มีไอน้ำอยู่ด้วยเลย) 1 กิโลกรัม (ประพฤติ, 2552)

3.2 วิธีการตรวจวัด (Methods of measurement)

ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ เราใช้สลิ้งไซโครมิเตอร์ (Sling Psychrometer) ประกอบ ด้วยเทอร์มอมิเตอร์จำนวน 2 อัน อันหนึ่งมีผ้าชุบน้ำหุ้มกระเปาะไว้ เรียกว่า “ กระเปาะเปียก ” (Wet bulb) ส่วนอีกอันหนึ่งไม่ได้หุ้มอะไรไว้ เรียกว่า “ กระเปาะแห้ง ” (Dry bulb) เมื่อหมุนสลิ้งไซโคร มิเตอร์จับเวลา 3 นาที แล้วอ่านค่าแตกต่างของอุณหภูมิกระเปาะทั้งสองบนตารางเปรียบเทียบ ก็จะ ได้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (ประพฤติ, 2552)



ภาพที่ 24 สลิ่งไซโครมิเตอร์ (Sling Psychrometer)

ที่มา: ประพฤติ (2552)

4. การหาปริมาณฝนที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

4.1 ศัพท์อุตุนิยมวิทยา

1. ฝน (Rain) หมายถึง ลักษณะของหยดน้ำซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตร (0.02 นิ้ว) ขึ้นไป
2. ปริมาณฝน (Rainfall Amount) หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกสะสมในช่วงเวลาที่กำหนด วัดเป็นความสูง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร
3. วันที่มีฝนตก (Rainy Day) หมายถึง วันที่มีปริมาณฝนตกลงมาไม่ต่ำกว่า 0.1 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

4.2 อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้วัดฝน

เครื่องมือที่ใช้วัดฝน จะใช้ถังวัดฝนซึ่งบนปากกระบอกมีกรวยรองรับน้ำฝนให้ตกลงสู่กระบอกตวงซึ่งอยู่ภายในมีเส้นผ่านศูนย์กลาง (2 ซม.) ขนาดเล็กกว่ากระบอกนอกถึง 10 เท่า ดังภาพที่ 25 ในการวัดปริมาณน้ำฝน เราใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร เช่น ถ้าฝนตกลงมาทำให้ระดับน้ำฝนในภาชนะที่รองรับสูงขึ้น 10 มิลลิเมตร หมายความว่า ฝนตกวัดได้ 10 มิลลิเมตร (ประพฤติ, 2552)



ภาพที่ 25 ถังวัดฝนบนและกรวยรองรับน้ำฝน

ที่มา: ประพจน์ (2552)

5. การหาปริมาณลมที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

5.1 ศัพท์อุตุนิยมวิทยา

1. ลม (Wind) หมายถึง อากาศที่เคลื่อนที่ไปบนผิวโลกตามแนวนอนในทุกทิศทาง และด้วยความเร็วต่าง ๆ กัน ทิศทางของลมทราบได้จากทิศซึ่งลมพัดเข้าหาตัว
2. ความเร็วลม (Wind speed) หมายถึง ระยะทางที่มวลอากาศเคลื่อนที่ไป ในหนึ่งหน่วยเวลา
3. ทิศทางลม (Wind direction) หมายถึง ทิศซึ่งลมพัดเข้า (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

5.2 หน่วยที่ใช้ในการวัดความเร็ว (Units) มีใช้อยู่หลายหน่วย ดังนี้

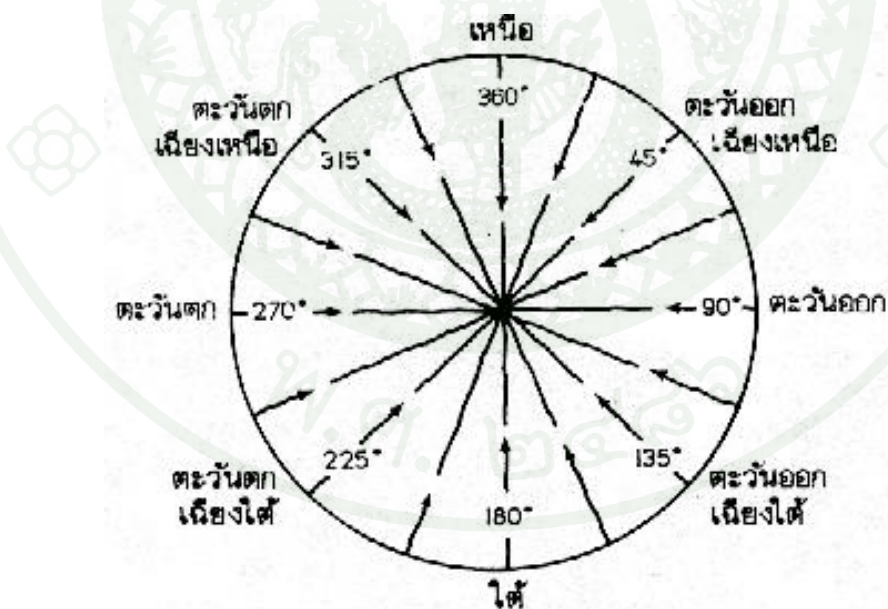
1. นอต
2. เมตรต่อวินาที
3. กิโลเมตรต่อชั่วโมง
4. ไมล์ต่อชั่วโมง
5. ฟุตต่อวินาที

หน่วยที่ใช้แพร่หลายในอุตุนิยมวิทยา มี 2 หน่วย คือ นอต และ เมตร/วินาที ซึ่งมี ความสัมพันธ์กันดังนี้ $1 \text{ เมตร / วินาที} = 1.943 \text{ นอต}$, $1 \text{ นอต} = 0.515 \text{ เมตร/วินาที}$ (ประพฤติ, 2552)

5.3 การตรวจวัดลม

การวัดลมมีวิธีการวัด 2 วิธี คือ วัดทิศลมและวัดความเร็วลม

1. ทิศลม อาจเรียกชื่อตามทิศต่าง ๆ ของเข็มทิศหรือเรียกเป็นองศาจากทิศจริง ซึ่ง ปัจจุบัน การวัดทิศลมนิยมวัดทิศลมตามเข็มทิศ ซึ่งถ้าวัดทิศลมด้วยเข็มทิศ เข็มทิศจะถูกแบ่ง ออกเป็นทิศใหญ่ ๆ 4 ทิศ คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ซึ่งทิศทั้ง 4 ทิศ เมื่อ แบ่งย่อยอีกจะเป็น 8 ทิศโดยจะเพิ่มทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งจาก 8 ทิศให้ย่อยเป็น 16 ทิศ หรือ 32 ทิศ ได้อีกแต่การรายงานทิศนั้นมักนิยมนำงานจำนวนทิศเพียง 8 หรือ 16 ทิศ เท่านั้น (ประพฤติ, 2552)



ภาพที่ 26 ทิศลม

ที่มา: ประพฤติ (2552)

2. ความเร็วลม คือ การเคลื่อนที่ของอากาศที่ทำให้เกิดแรงหรือความกดที่ผ่านจุดที่กำหนดให้ บนพื้นผิวโลก และแรงหรือความกดเป็นสัดส่วนกับกำลัง 2 ของความเร็วลม อธิบายดังในรูปของสมการ (ประพฤติ, 2552)

$$P = KV^2 \quad (9)$$

เมื่อ P คือ ความกดที่เกิดจากการกระทำของลม (ปอนด์ต่อตารางฟุต)
 V คือ ความเร็วลม (นอต)
 K คือ ค่าคงที่ของหน่วยที่ใช้

ด้วยเหตุนี้แรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของลมทำให้สามารถหาความเร็วลมได้ โดยที่ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือใด ๆ (ประพฤติ, 2552)

5.4 เครื่องวัดลม

1. เครื่องวัดทิศทางลม เรียกว่า วินด์เวน (Wind Vane) จะมีลักษณะเป็นลูกศรยาว ซึ่งมีความยาวเป็นแผ่น ทางตั้งเห็นตัวบังคับ ให้ปลายศรลมชี้ในทิศทางที่ลมพัดเข้ามา โดยมีแกนของศรลมหมุนไปโดยรอบและต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า อ่านทิศทางลมตามที่ปลายศรลมชี้ไปที่หน้าปัดของเครื่องวัดลมที่พัดเข้าหาสถานีตรวจเป็นเกณฑ์โดยมีหน่วยเป็นองศา ใช้ทิศเหนือจริงเป็นหลักจาก 0 – 360 องศาตามเข็มนาฬิกา (ประพฤติ, 2552)



ภาพที่ 27 เครื่องวัดทิศทางลม วินด์เวน (Wind Vane)

ที่มา: ประพฤติ (2552)

2. เครื่องวัดความเร็วลม เรียกว่าอะนิโมมิเตอร์ (Anemometer) ปัจจุบันแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ แบบลูกถ้วย (Cup Anemometer) ประกอบด้วยลูกถ้วย รูปครึ่งทรงกลม 3 หรือ 4 ใบ ติดอยู่กับเพลานั่น ความกดที่แตกต่างกันจากด้านหนึ่งของลูกถ้วยใบหนึ่งไปยังลูกถ้วยอีกใบหนึ่ง เป็นเหตุให้ลูกถ้วยหมุนรอบๆ เพลานั่น อัตราที่ลูกถ้วยหมุนจะเป็นสัดส่วนตรงต่อความเร็วลม การหมุนของลูกถ้วยปกติจะถูกเปลี่ยนกลับเป็นความเร็วลมผ่านระบบเกียร์และสามารถอ่านความเร็วลมได้จากหน้าปัดหรือส่งไปยังเครื่องบันทึกเวลา (ประพฤติ, 2552)



ภาพที่ 28 เครื่องวัดความเร็วลม อะนิโมมิเตอร์ (Anemometer)

ที่มา: ประพฤติ (2552)

6. การหาจำนวนเมฆที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

6.1 ศัพท์อุตุนิยมวิทยา

1. เมฆ (Cloud) หมายถึง คือไอน้ำที่กลั่นตัวรวมกันเข้าเป็นกลุ่มก้อน อาจมีสภาพเป็นอนุภาคเล็กๆ ของน้ำหรือน้ำแข็งหรือทั้งสองอย่างปนกันลอยอยู่ในอากาศ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ในกลุ่มของผสมนี้อาจมีอนุภาคใหญ่ๆ ของน้ำแข็งปนอยู่ด้วย หรืออาจมีอนุภาคที่ไม่มีน้ำหรืออนุภาคที่เป็นของแข็งตัวอย่าง เช่น ฝุ่นผง ควัน ฯลฯ

2. จำนวนเมฆ (Cloud Amount) มาจากคำว่า "Partial cloud amount" ซึ่งเป็นคำที่ใช้แสดงส่วนของเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้าและบอกทั้งตระกูล (Genus) ประเภท (Species) ชนิด (Varieties) ระดับชั้น (Layer) หรือเมฆที่รวมกัน (Combination) อยู่ด้วย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

6.2 เกณฑ์จำนวนเมฆในท้องฟ้า โดยแบ่งท้องฟ้าเป็น 10 ส่วน

1. ท้องฟ้าแจ่มใส (Fine) ท้องฟ้าไม่มีเมฆหรือมีเมฆน้อยกว่า 1 ส่วนของท้องฟ้า
2. ท้องฟ้าโปร่ง (Fair) ท้องฟ้ามีเมฆตั้งแต่ 1 ส่วน ถึง 3 ส่วนของท้องฟ้า
3. ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy Sky) ท้องฟ้ามีเมฆเกินกว่า 3 ส่วน ถึง 5 ส่วนของท้องฟ้า
4. ท้องฟ้ามีเมฆเป็นส่วนมาก (Cloudy Sky) ท้องฟ้ามีเมฆเกินกว่า 5 ส่วน ถึง 8 ส่วนของท้องฟ้า
5. ท้องฟ้ามีเมฆมาก (Very Cloudy Sky) ท้องฟ้ามีเมฆเกินกว่า 8 ส่วน ถึง 9 ส่วนของท้องฟ้า
6. ท้องฟ้ามีเมฆเต็มท้องฟ้า (Overcast Sky) ท้องฟ้ามีเมฆเกินกว่า 9 ส่วน ถึง 10 ส่วนของท้องฟ้า (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550)

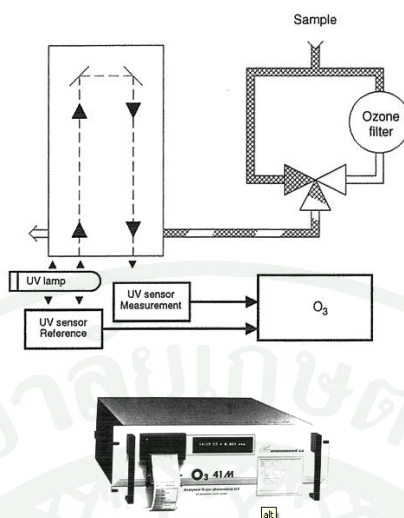
7. การหาโอโซนที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

7.1 ศัพท์อุตุนิยมวิทยา

1. โอโซน คือ สารชนิดหนึ่งที่ถูกผลิตขึ้นจากซึ่งมีอยู่ทั่วไปในอากาศ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเรียกว่า Corona Discharge หรือแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) เปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีของออกซิเจนจาก 2 อะตอม (O_2) ให้เป็น 3 อะตอม (O_3) ใน 1 โมเลกุล หรือพูดง่ายๆ ว่าโอโซนคือออกซิเจนที่มีพลังงาน (Active Oxygen) (อภิสิทธิ์, 2535)

7.2 การตรวจวัดโอโซนในบรรยากาศ

โดยทั่วไปใช้หลักการของ UV - Fluorescence Method แสงอัลตราไวโอเลตในอากาศจะถูกดูดเข้าไปในเครื่อง ซึ่งแสงอัลตราไวโอเลตจะไปกระตุ้นเฉพาะโอโซน (O_3) เท่านั้น และกลายเป็นแสงออกมาตรวจวัดโดย Photomultiplier Tube (อภิสิทธิ์, 2535)



ภาพที่ 29 หลักการของ UV - Fluorescence Method (บน) และภาพเครื่อง Analyzer (ล่าง)

ที่มา: อภิสิทธิ์ (2535)

1. เลือกจุดเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมตามที่กำหนดไว้
2. ต่อท่อเก็บตัวอย่างอากาศ (Probe) จุดตัวอย่างอากาศที่อยู่สูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร (3-5) เมตร
3. ทำการตรวจวัดโอโซน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจะทราบได้ว่ามีปริมาณโอโซนในบรรยากาศกี่ ppm (อภิสิทธิ์, 2535)

8. การหาจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

8.1 ศัพท์อุตุนิยมวิทยา

จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm days, Td) คือ จำนวนวันที่ได้ยินเสียงพายุฝนฟ้าคะนอง ณ ตำแหน่งหนึ่ง ๆ (ณ สถานีกรมอุตุนิยมวิทยา) ในเวลาหนึ่งปี

8.2 การเก็บข้อมูล

ประเทศไทยมีการเก็บบันทึกข้อมูลจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองมานานกว่า 50 ปี โดยใช้วิธีการนับจำนวนครั้งของเสียงฟ้าร้องที่ได้ยินของบุคคลที่จะประจำอยู่ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา แห่งนั้น ๆ ซึ่งมีการสับเปลี่ยนเวรกันเฝ้าสังเกตการณ์และบันทึกข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง

9. ระเบียบวิธีการประดิษฐ์ฟังก์ชันสำหรับชุดข้อมูล

การประดิษฐ์ฟังก์ชันจากสมการเส้นตรง จะเป็นระเบียบวิธีที่ใช้พิตเส้นโค้งที่ง่ายที่สุด จะพิตจุดต่าง ๆ ให้ใกล้เคียงเส้นตรง เรียกว่าการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear Regression) ดังสมการ

$$y = a_0 + a_1x \text{ (Linear)} \quad (10)$$

จากข้อมูลบางครั้งจะพิตด้วยเส้นตรงไม่ได้ จะต้องพิตด้วยเส้นโค้งและสมการของเส้นโค้งแทนด้วยสมการของโพลิโนเมียล เรียกว่าวิธีถดถอยแบบโพลิโนเมียล (Polynomial Regression) ในที่นี้สมมติว่าเป็นโพลิโนเมียลอันดับ n จะมีรูปแบบทั่วไป ดังสมการ

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (11)$$

วิธีการถดถอยแบบโพลิโนเมียลอันดับสอง ($n = 2$) โดยการประดิษฐ์ฟังก์ชันโพลิโนเมียลจากชุดข้อมูลจะมีรูปแบบ ดังสมการ

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 \text{ (Quadratic)} \quad (12)$$

วิธีการถดถอยแบบโพลิโนเมียลอันดับสาม ($n = 3$) โดยการประดิษฐ์ฟังก์ชันโพลิโนเมียลจากชุดข้อมูลจะมีรูปแบบ ดังสมการ

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 \text{ (Cubic)} \quad (13)$$

การสร้างฟังก์ชันอย่างประมาณด้วยวิธีการฟิตเส้นโค้ง โดยวิธีการเพิ่มขยายอันดับโพลิโนเมียลอันดับให้สูงขึ้นเพื่อการประมาณค่าที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น มักจะพบปัญหาเมื่อข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงกระจายตัวไม่แน่นอน เส้นกราฟที่ได้จะแกว่งไปมาในระหว่างจุดต่าง ๆ ซึ่งสภาพเป็นจริงข้อมูลที่ได้มาอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการอ่านค่าหรือการจกรายงานมาก่อนจึงทำให้การฟิตเส้นโค้งด้วยโพลิโนเมียลอันดับสูง ยังไม่ใช่วิธีที่ดีนัก

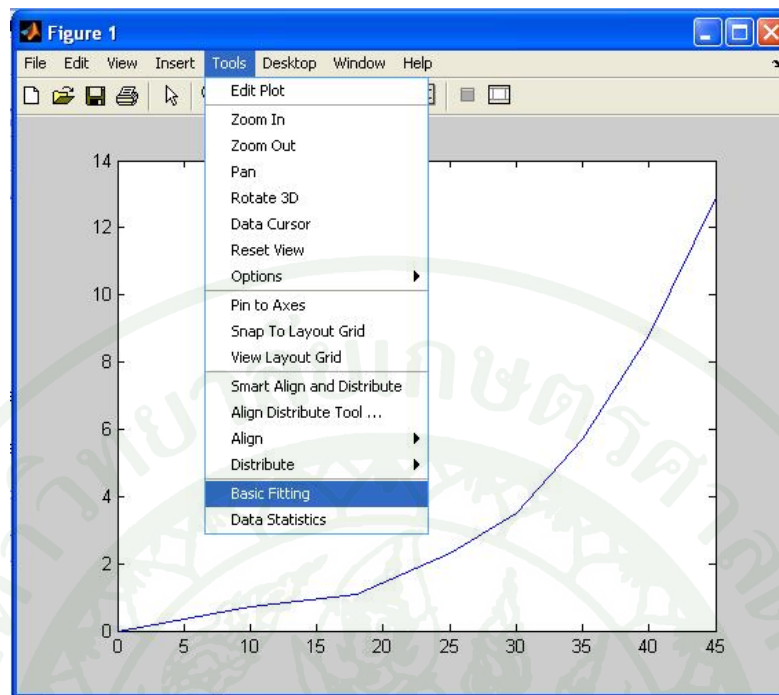
การฟิตรูปร่างหรือแนวโค้งจุดต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องผ่านทุกจุดเช่นการฟิตเป็นเส้นตรง น่าจะเป็นวิธีที่ดีกว่าทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวโน้มของชุดข้อมูล แต่ในบางกรณีอาจฟิตเป็นเอ็กโพเนนเชียลหรือฟิตเป็นพาราโบลาก็ได้

การฟิตข้อมูลด้วยเส้นโค้งนั้นจึงต้องมีเกณฑ์หรือวิธีการเพื่อให้ความเชื่อมั่นใกล้เคียงหรือถูกต้อง หลักเกณฑ์ที่นิยมใช้กันคือการหาค่าน้อยที่สุดของผลรวมความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Least Square) (ชัยยงค์, 2540)

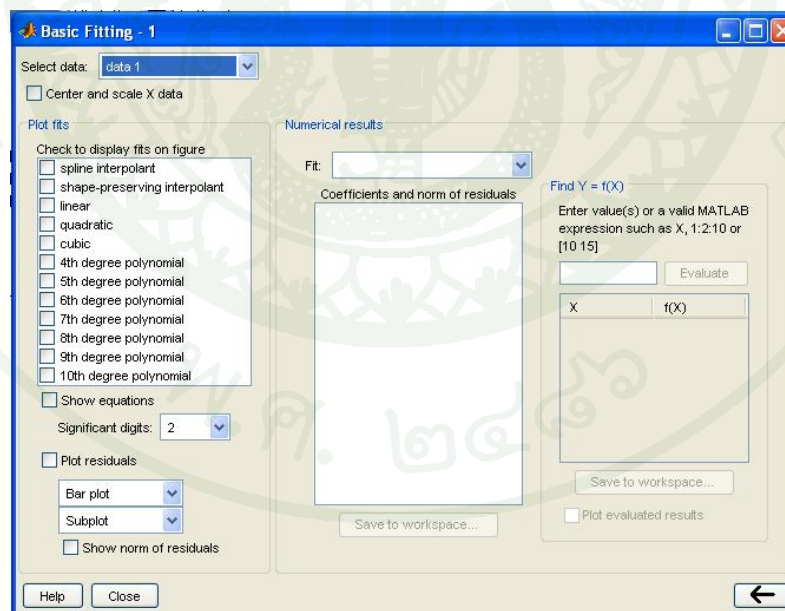
$$S = \sum_{i=1}^n E_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i - \dots - a_n x_n)^2 \quad (14)$$

เมื่อ E_i คือความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริง y_i กับค่าประมาณ y
และค่า S คือ Norm of Residuals (MATLAB)

การสร้างฟังก์ชันอย่างประมาณด้วยวิธีการฟิตเส้นโค้ง (Curve Fitting) ด้วยโปรแกรม MATLAB



ภาพที่ 30 วิธีการใช้งาน การสร้างฟังก์ชันอย่างประมาณด้วยวิธีการฟิตเส้นโค้ง (Curve Fitting)



ภาพที่ 31 การให้เลือกฟังก์ชันฟิตในการฟิตเส้นโค้ง หาค่าความคลาดเคลื่อนและการคาดคะเน

10. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรกับจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองในประเทศไทย

การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรข้อมูลต่าง ๆ กับจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองมีรูปแบบสมการทั่วไป ดังนี้

$$Td = M_1x1 + M_2x2 + \dots + M_nxN \quad (15)$$

เมื่อ

Td คือ จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (วัน)

M_n คือ ข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์

xN คือ ค่าคงที่ของตัวแปรข้อมูล

การศึกษาถึงตัวแปรใดมีอิทธิพลต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง โดยอาศัยข้อมูลจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนในปีที่ทำการศึกษากับข้อมูลตัวแปร รายเดือนในปีเดียวกัน มีรูปแบบสมการดังนี้

$$Td = M_1x1 + M_2x2 + M_3x3 + M_4x4 + M_5x5 + M_6x6 + M_7x7 + M_8x8 \quad (16)$$

เมื่อ

Td คือ จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (วัน)

M_1 คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)

M_2 คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)

M_3 คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

M_4 คือ ปริมาณฝนรวม (มม.)

M_5 คือ ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. (มม.)

M_6 คือ จำนวนวันที่มีฝนตก (วัน)

M_7 คือ ความเร็วลม (น็อต)

M_8 คือ จำนวนเมฆ (เดคะ)

ผลและวิจารณ์

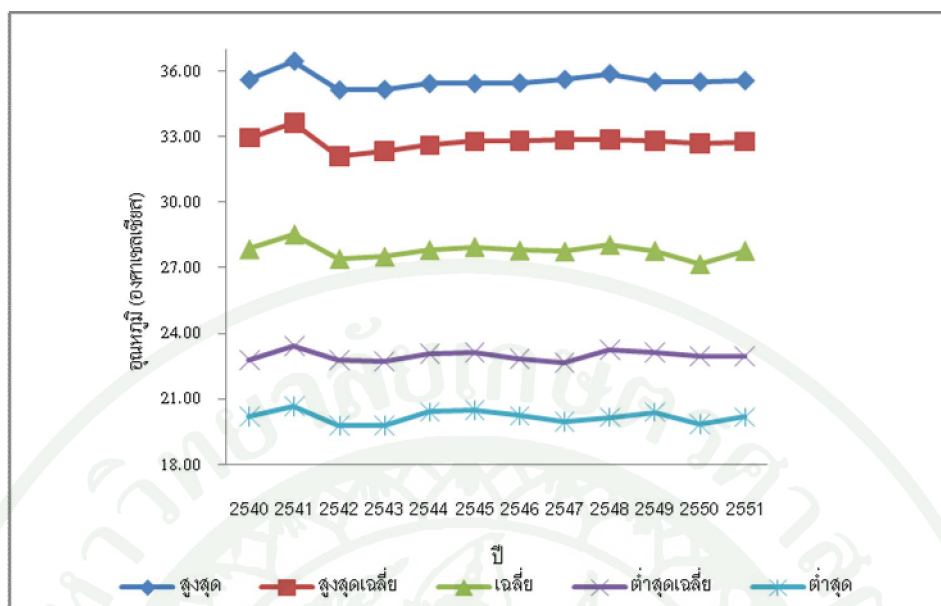
ผล

1. การหาอุณหภูมิที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ข้อมูลอุณหภูมิที่ตรวจวัด ได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุด จากสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ ไทย จำนวน 71 สถานี รายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 รวมถึงอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 โดยเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี เพื่อวิเคราะห์หาอุณหภูมิที่ผันแปร และเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ตารางที่ 2 อุณหภูมิที่ตรวจวัด จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานี ที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ปี	อุณหภูมิ (°C)				
	สูงสุด	สูงสุดเฉลี่ย	เฉลี่ย	ต่ำสุดเฉลี่ย	ต่ำสุด
2540	35.61	32.96	27.85	22.78	20.18
2541	36.46	33.65	28.52	23.43	20.67
2542	35.15	32.10	27.42	22.79	19.79
2543	35.17	32.35	27.51	22.72	19.77
2544	35.44	32.61	27.81	23.07	20.41
2545	35.44	32.79	27.95	23.16	20.50
2546	35.47	32.81	27.79	22.84	20.23
2547	35.63	32.85	27.74	22.67	19.95
2548	35.89	32.88	28.04	23.25	20.15
2549	35.52	32.82	27.78	23.12	20.40
2550	35.52	32.71	27.18	22.98	19.85
2551	35.57	32.78	27.78	22.98	20.17



ภาพที่ 32 อุณหภูมิที่ตรวจวัด รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 3 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

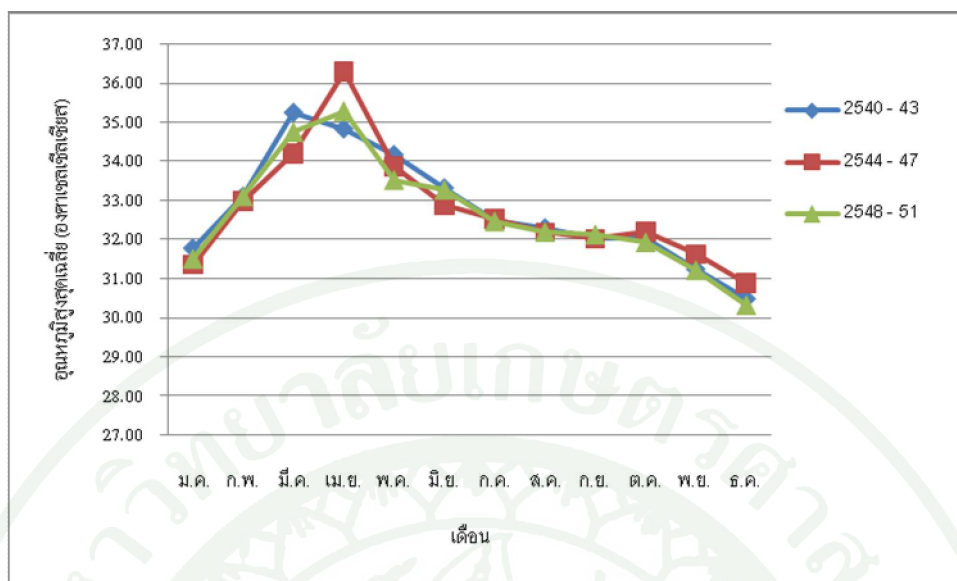
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C)				2540-43
ม.ค.	30.84	33.21	31.42	31.72	31.80
ก.พ.	32.76	34.55	32.88	32.29	33.12
มี.ค.	34.64	36.55	35.45	34.37	35.25
เม.ย.	34.54	36.89	33.89	34.03	34.84
พ.ค.	35.20	35.97	32.42	33.12	34.18
มิ.ย.	34.36	34.29	32.44	32.24	33.33
ก.ค.	32.15	33.22	32.51	32.14	32.50
ส.ค.	32.15	32.94	31.97	32.18	32.31
ก.ย.	32.04	32.28	32.14	31.78	32.06
ต.ค.	32.47	32.30	31.48	31.93	32.04
พ.ย.	32.05	31.25	30.76	31.00	31.26
ธ.ค.	32.36	30.41	27.85	31.43	30.51

ตารางที่ 4 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย
เดือน	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C)				2544 - 47
ม.ค.	32.15	31.00	30.76	31.59	31.38
ก.พ.	33.51	33.29	33.19	32.02	33.00
มี.ค.	32.95	34.62	33.88	35.37	34.21
เม.ย.	36.68	36.16	35.96	36.38	36.30
พ.ค.	33.18	33.76	34.75	33.84	33.88
มิ.ย.	32.78	33.34	33.00	32.50	32.90
ก.ค.	32.44	32.64	32.64	32.43	32.54
ส.ค.	32.19	31.88	32.49	32.25	32.20
ก.ย.	32.56	31.62	31.92	32.05	32.04
ต.ค.	32.03	32.35	32.05	32.40	32.21
พ.ย.	30.15	31.33	32.62	32.47	31.64
ธ.ค.	30.72	31.52	30.42	30.95	30.90

ตารางที่ 5 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย
เดือน	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C)				2548 - 51
ม.ค.	31.53	31.86	31.21	31.46	31.52
ก.พ.	34.72	33.18	33.27	31.27	33.11
มี.ค.	34.54	34.96	35.39	34.15	34.76
เม.ย.	35.78	35.00	35.51	34.90	35.29
พ.ค.	35.14	33.28	32.93	32.79	33.53
มิ.ย.	33.21	33.30	33.83	32.79	33.28
ก.ค.	32.69	32.15	32.75	32.30	32.47
ส.ค.	32.16	32.04	32.30	32.32	32.20
ก.ย.	32.01	32.14	32.31	32.11	32.14
ต.ค.	32.15	32.16	31.19	32.26	31.94
พ.ย.	31.39	32.91	30.26	30.35	31.23
ธ.ค.	29.28	30.91	31.61	29.53	30.33



ภาพที่ 33 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 6 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

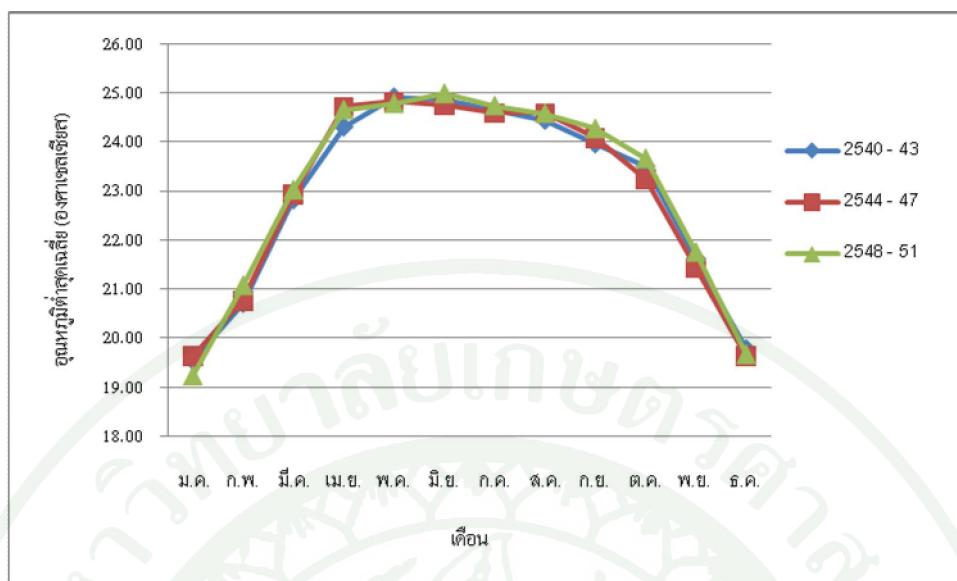
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (°C)				2540 - 43
ม.ค.	18.04	20.43	20.02	19.76	19.56
ก.พ.	20.15	21.61	21.10	20.02	20.72
มี.ค.	22.24	23.66	23.13	22.27	22.82
เม.ย.	23.24	25.18	24.55	24.25	24.31
พ.ค.	25.08	25.78	24.22	24.55	24.91
มิ.ย.	24.98	25.42	24.54	24.47	24.85
ก.ค.	24.75	24.83	24.70	24.32	24.65
ส.ค.	24.62	24.55	24.22	24.39	24.44
ก.ย.	23.96	24.17	23.95	23.76	23.96
ต.ค.	23.65	23.46	23.28	23.64	23.51
พ.ย.	21.99	21.88	21.97	20.69	21.63
ธ.ค.	20.67	20.21	17.75	20.54	19.79

ตารางที่ 7 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย
เดือน	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (°C)				2544 - 47
ม.ค.	20.82	19.14	19.11	19.43	19.63
ก.พ.	20.82	21.17	20.97	20.10	20.77
มี.ค.	23.10	22.93	22.65	23.04	22.93
เม.ย.	25.26	24.30	24.65	24.72	24.73
พ.ค.	24.64	24.68	25.13	24.85	24.83
มิ.ย.	24.69	24.94	24.76	24.61	24.75
ก.ค.	24.77	24.97	24.42	24.25	24.60
ส.ค.	24.72	24.37	24.67	24.65	24.60
ก.ย.	24.18	24.12	24.14	23.93	24.09
ต.ค.	23.74	23.20	23.37	22.66	23.24
พ.ย.	20.07	22.31	21.57	21.74	21.42
ธ.ค.	20.09	21.74	18.62	18.07	19.63

ตารางที่ 8 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย
เดือน	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (°C)				2548 - 51
ม.ค.	19.08	19.14	19.25	19.50	19.24
ก.พ.	21.73	21.75	20.35	20.52	21.09
มี.ค.	22.66	23.46	23.23	22.80	23.04
เม.ย.	24.80	24.59	24.61	24.68	24.67
พ.ค.	25.42	24.52	24.69	24.57	24.80
มิ.ย.	25.25	24.87	25.18	24.72	25.00
ก.ค.	24.85	24.95	24.78	24.42	24.75
ส.ค.	24.69	24.55	24.72	24.42	24.60
ก.ย.	24.35	24.15	24.38	24.26	24.28
ต.ค.	23.62	23.65	23.46	23.99	23.68
พ.ย.	22.52	22.19	20.74	21.63	21.77
ธ.ค.	20.05	19.57	20.33	18.75	19.68



ภาพที่ 34 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิที่ตรวจวัดจากสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานีทั่วประเทศ พบว่าอุณหภูมิของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุก ๆ ปี ทั้ง อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุด โดยเฉพาะอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ที่สามารถสังเกตได้ชัดเจน ดังภาพที่ 32 อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 ที่ตรวจวัดได้มีค่ามากกว่าค่าปกติของอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยทุกปี ดังตารางที่ 2 เมื่อค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยจะใช้ค่าปกติ 20 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2524 – 2543 อยู่ที่ 27 °C (กรรวิ, 2550)

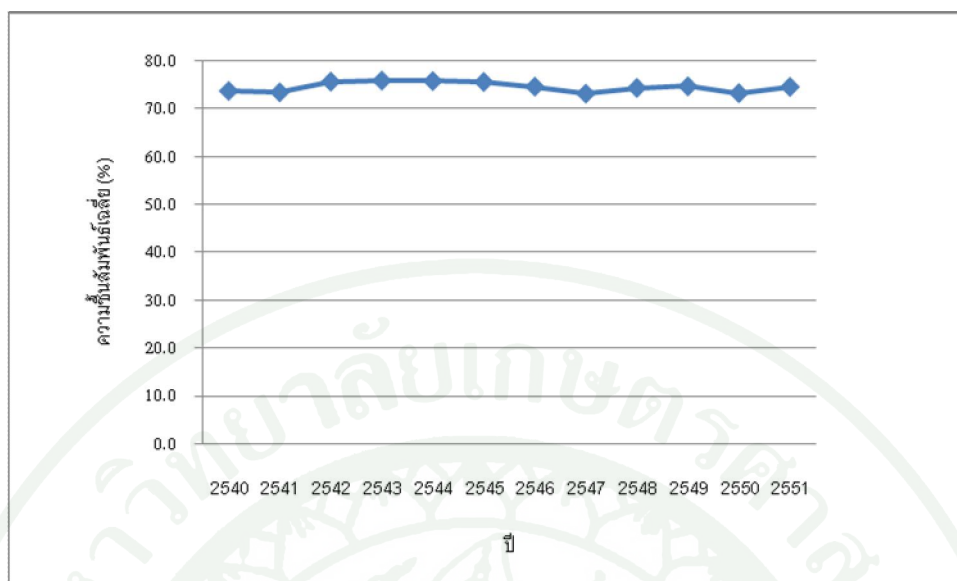
จากปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรง ในปี พ.ศ. 2541 ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงที่สุด ตั้งแต่มีการเก็บข้อมูล ส่งผลกระทบบให้ประเทศไทยมีอากาศร้อนที่สุด อุณหภูมิทุก ๆ ค่าที่ตรวจวัดได้ในปีดังกล่าว มีสถิติสูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง แต่ช่วงในปี พ.ศ. 2550 – 2551, พ.ศ. 2542 – 2543 จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าปีอื่น ๆ ในช่วงที่นำมาวิเคราะห์ เนื่องจากได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ลานีญา รุนแรง อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี พบว่ามีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี จะมีค่าที่เริ่มสูงขึ้นในเดือนเมษายนเช่นกัน พบว่าโดยภาพรวมในปี พ.ศ. 2548 – 2551 (สีเขียว) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย จะมีค่าสูงกว่าทุกเดือนที่วัด ดังภาพที่ 33 และภาพที่ 34 ตามลำดับ

2. การหาระดับความชื้นที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ข้อมูลระดับความชื้นในอากาศที่ตรวจวัด จะนิยมใช้ค่าความชื้นสัมพัทธ์มาเป็นหน่วยในวัด และนำมาหาคำนวนหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยอาศัยข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศ ไทย จำนวน 71 สถานี รายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 และรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 โดยเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี เพื่อวิเคราะห์หาระดับความชื้นที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ตารางที่ 9 ความชื้นสัมพัทธ์ จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานี ที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ปี	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
2540	73.81
2541	73.52
2542	75.72
2543	75.92
2544	75.83
2545	75.66
2546	74.70
2547	73.26
2548	74.43
2549	74.75
2550	73.36
2551	74.63



ภาพที่ 35 ความชื้นสัมพัทธ์ รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 10 ความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

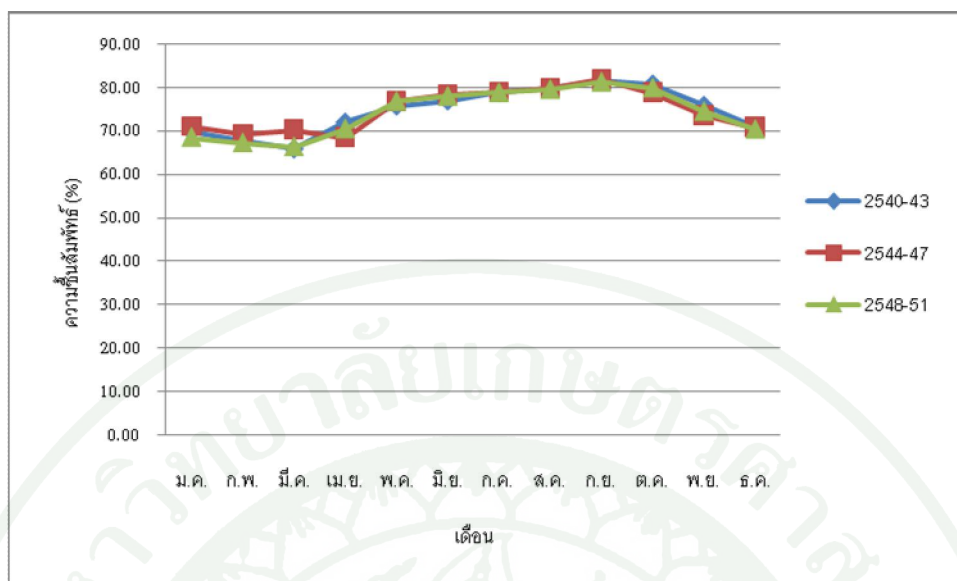
ปี เดือน	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย 2540-43
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)					
ม.ค.	69.48	69.68	69.97	70.76	69.97
ก.พ.	67.69	66.89	67.32	69.54	67.86
มี.ค.	67.35	62.44	66.48	67.65	65.98
เม.ย.	70.34	66.11	76.01	75.80	72.07
พ.ค.	71.03	72.54	80.77	79.08	75.86
มิ.ย.	72.42	76.23	78.77	80.68	77.02
ก.ค.	78.70	78.92	78.23	79.65	78.87
ส.ค.	79.76	80.42	80.20	79.59	79.99
ก.ย.	81.55	82.03	81.48	81.59	81.66
ต.ค.	80.41	79.28	82.15	81.28	80.78
พ.ย.	75.48	76.23	78.44	73.55	75.92
ธ.ค.	71.54	71.45	68.86	71.92	70.94

ตารางที่ 11 ความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี เดือน	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย 2544-47
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)				
ม.ค.	72.54	70.75	70.79	70.08	71.04
ก.พ.	67.61	69.63	70.20	69.42	69.21
มี.ค.	75.01	68.94	72.07	65.07	70.27
เม.ย.	68.89	67.99	69.90	67.17	68.49
พ.ค.	79.25	77.68	73.89	76.59	76.85
มิ.ย.	78.44	78.32	77.90	78.54	78.30
ก.ค.	79.07	78.21	79.87	79.06	79.05
ส.ค.	80.00	80.69	79.54	79.41	79.91
ก.ย.	81.06	82.46	82.61	81.44	81.89
ต.ค.	82.34	78.97	78.94	75.04	78.82
พ.ย.	73.59	77.63	72.82	70.41	73.61
ธ.ค.	72.18	76.61	67.86	66.94	70.90

ตารางที่ 12 ความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)				
ม.ค.	69.01	69.50	66.65	69.06	68.55
ก.พ.	66.35	68.97	65.11	68.69	67.28
มี.ค.	65.49	68.14	65.72	66.14	66.37
เม.ย.	69.37	72.52	68.30	71.75	70.48
พ.ค.	73.85	76.92	78.68	77.80	76.81
มิ.ย.	78.27	78.15	77.20	78.24	77.96
ก.ค.	78.73	79.96	77.92	78.62	78.81
ส.ค.	80.20	80.19	78.63	79.00	79.51
ก.ย.	82.56	81.27	80.49	80.58	81.23
ต.ค.	79.37	79.90	79.51	80.70	79.87
พ.ย.	78.04	73.35	71.48	75.06	74.48
ธ.ค.	71.90	68.08	70.63	70.80	70.36



ภาพที่ 36 ความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

อุณหภูมิมีผลต่อปริมาณไอน้ำในอากาศ ฤดูร้อนมีปริมาณไอน้ำในอากาศมาก อากาศจึงมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ฤดูหนาวมีปริมาณไอน้ำในอากาศน้อย อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อากาศจึงแห้ง (ฟิสิกส์ราชมงคล, 2550) ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงมีอากาศร้อนชื้น ทำให้มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 72 เปอร์เซ็นต์ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551) จากวิเคราะห์ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์จากสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานีทั่วประเทศไทย พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 แม้ว่าจะไม่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี ดังภาพที่ 35 แต่ก็มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าค่าต่ำสุดของความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีของประเทศไทยในทุก ๆ ปี ดังตารางที่ 9 ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2541 จากปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงและในช่วงปี พ.ศ. 2546 – 2547 ฝนหมดเร็วกว่าปกติ ทำให้ปริมาณฝนจึงต่ำกว่าปกติมาก (กลุ่มภูมิอากาศ, 2548) และในช่วงปี พ.ศ. 2549 – 2550 ช่วงปลายปี (พ.ย. – ธ.ค.) ทุกภาคของมีปริมาณฝนต่ำกว่าปกติ (กลุ่มภูมิอากาศ, 2549) ทำให้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าปกติและเนื่องจากปรากฏการณ์ลานีญารุนแรงส่งผลให้ปี พ.ศ. 2542 – 2543 ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

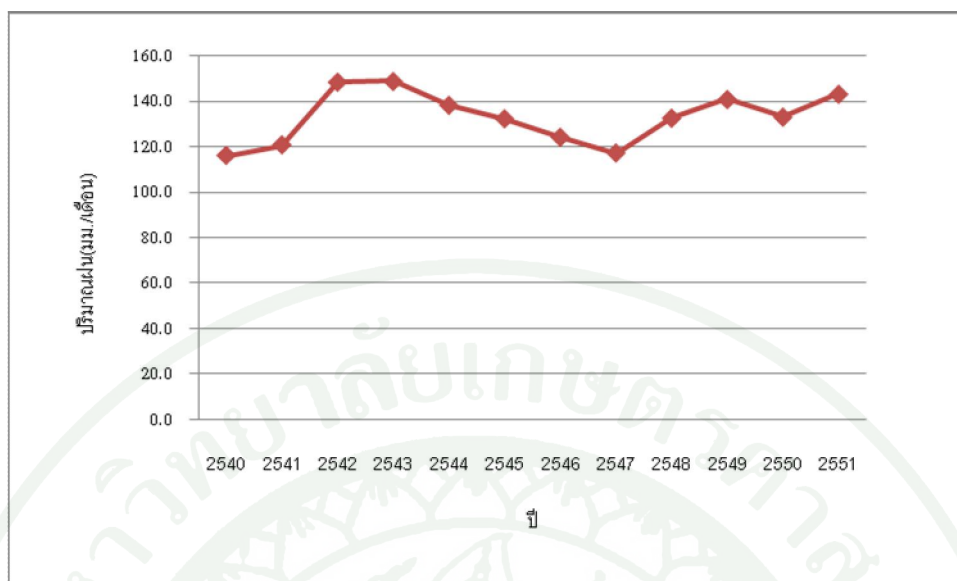
โดยภาพรวมความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ดังภาพที่ 36 ในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551 (สีเขียว) และในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547 (สีแดง) มีค่าสูงกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543 (สีฟ้า) และพบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน

3. การหาปริมาณฝนที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

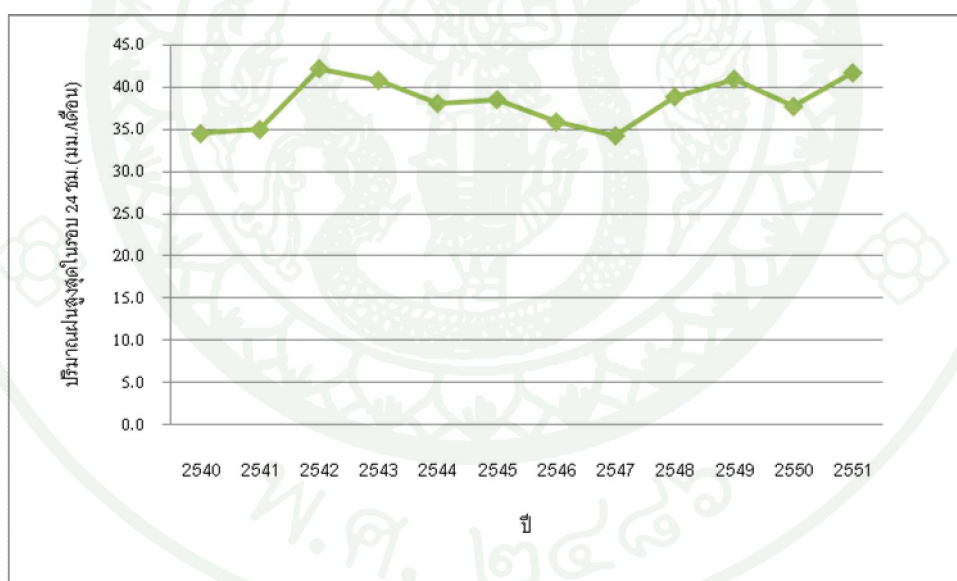
ข้อมูลปริมาณฝนรวม ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. และจำนวนวันที่มีฝนตก ถูกนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยอาศัยการเก็บข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย จำนวน 71 สถานี รายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 และรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 โดยเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฝนที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ตารางที่ 13 ปริมาณฝนที่ตรวจวัดและจำนวนวันที่มีฝนตก จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานีที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

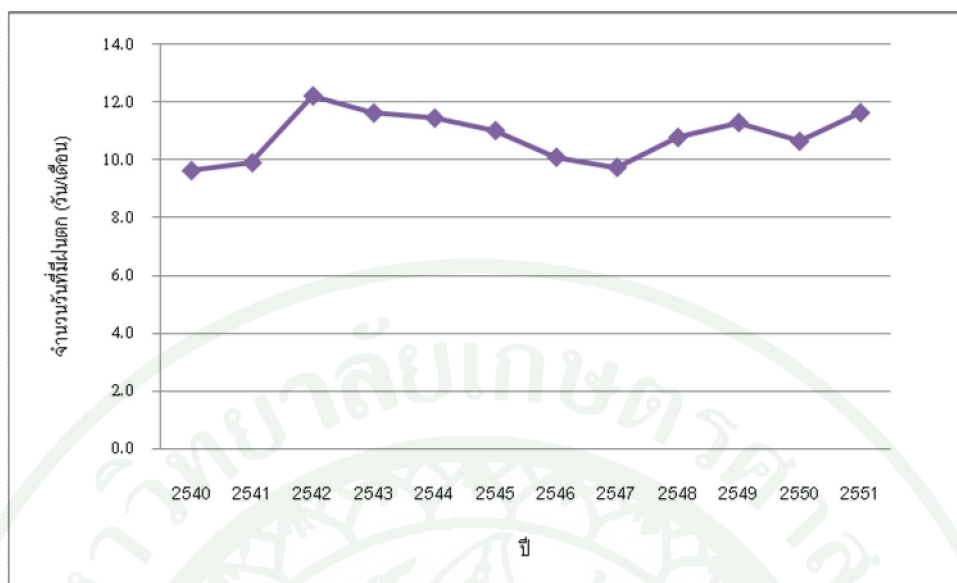
ปี	ปริมาณฝนรวม (มิลลิเมตร/เดือน)	ปริมาณฝนสูงสุด ในรอบ 24 ชม. (มิลลิเมตร/เดือน)	จำนวนวันที่มีฝนตก (วัน/เดือน)
2540	116.1	34.4	9.6
2541	120.8	34.9	9.9
2542	148.6	42.1	12.2
2543	148.9	40.7	11.6
2544	138.3	38.0	11.4
2545	132.3	38.5	11.0
2546	124.2	35.8	10.1
2547	117.2	34.2	9.7
2548	132.6	38.8	10.8
2549	140.9	40.9	11.3
2550	133.1	37.6	10.6
2551	143.2	41.6	11.6



ภาพที่ 37 ปริมาณฝน รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



ภาพที่ 38 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



ภาพที่ 39 จำนวนวันที่มีฝนตก รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 14 ปริมาณฝน รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

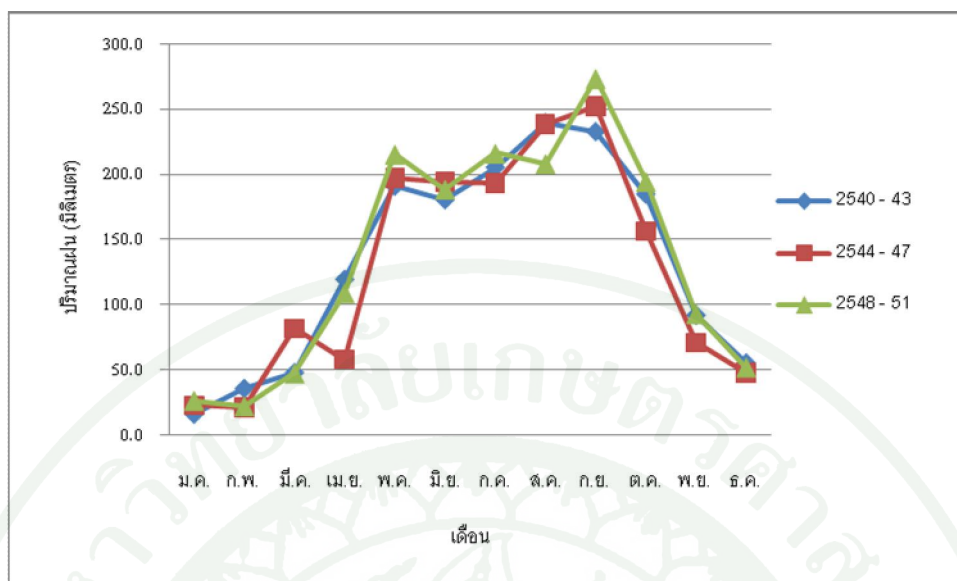
ปี เดือน	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย 2540-43
ปริมาณฝน (มม.)					
ม.ค.	4.7	10.3	34.4	17.2	16.7
ก.พ.	24.6	20.6	52.5	47.6	36.3
มี.ค.	48.1	17.0	68.6	60.0	48.4
เม.ย.	80.7	45.2	174.2	178.9	119.7
พ.ค.	120.9	167.4	255.1	220.6	191.0
มิ.ย.	120.7	195.8	166.0	240.0	180.6
ก.ค.	232.5	187.2	200.6	201.1	205.4
ส.ค.	265.8	238.4	201.6	252.1	239.5
ก.ย.	230.1	242.0	237.3	221.2	232.7
ต.ค.	149.4	174.4	230.3	185.4	184.9
พ.ย.	65.7	100.2	96.8	106.6	92.3
ธ.ค.	50.4	51.7	65.6	55.5	55.8

ตารางที่ 15 ปริมาณฝน รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี เดือน	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย 2544-47
ปริมาณฝน (มม.)					
ม.ค.	46.4	7.3	12.2	24.7	22.6
ก.พ.	8.8	14.1	22.4	39.0	21.1
มี.ค.	159.6	47.7	101.8	18.8	82.0
เม.ย.	50.3	68.7	50.4	62.6	58.0
พ.ค.	228.0	214.8	141.4	204.7	197.2
มิ.ย.	191.3	174.1	190.2	222.7	194.6
ก.ค.	175.7	159.5	204.9	234.9	193.7
ส.ค.	252.0	276.1	223.5	202.9	238.6
ก.ย.	216.7	277.2	275.0	242.5	252.8
ต.ค.	223.9	136.4	176.4	90.7	156.8
พ.ย.	57.6	128.6	51.2	46.6	71.0
ธ.ค.	49.6	83.6	40.8	16.7	47.7

ตารางที่ 16 ปริมาณฝน รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
ปริมาณฝน (มม.)					
ม.ค.	12.6	46.0	22.1	26.6	26.8
ก.พ.	3.4	38.1	10.4	38.0	22.5
มี.ค.	39.3	69.6	37.4	44.3	47.7
เม.ย.	73.6	117.0	113.3	133.2	109.3
พ.ค.	158.2	215.1	276.4	212.9	215.6
มิ.ย.	192.4	183.9	181.8	197.1	188.8
ก.ค.	216.3	248.0	196.2	204.8	216.3
ส.ค.	192.7	241.0	207.1	192.7	208.4
ก.ย.	306.0	253.2	247.7	287.7	273.7
ต.ค.	155.2	205.0	218.5	200.2	194.7
พ.ย.	132.3	45.4	60.1	134.7	93.1
ธ.ค.	109.2	28.1	25.7	46.4	52.3



ภาพที่ 40 ปริมาณฝน รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 17 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

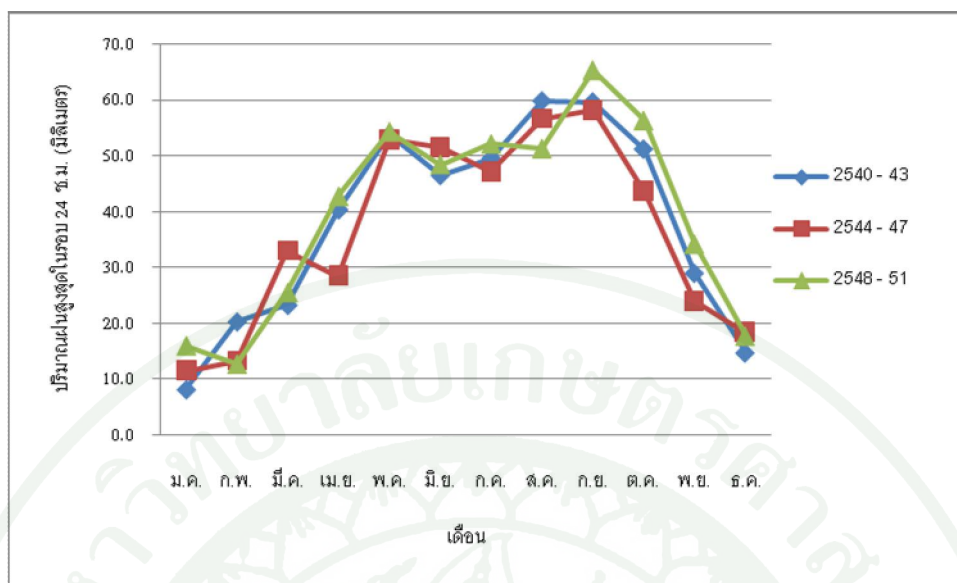
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. (มม.)				2540-43
ม.ค.	3.7	6.9	15.2	7.1	8.2
ก.พ.	12.5	12.1	31.0	25.8	20.3
มี.ค.	25.2	11.4	31.9	24.8	23.3
เม.ย.	34.7	22.4	49.8	54.5	40.4
พ.ค.	41.2	50.2	64.4	59.4	53.8
มิ.ย.	33.0	53.1	41.3	58.6	46.5
ก.ค.	49.2	48.7	49.9	50.4	49.5
ส.ค.	65.4	59.7	52.7	61.4	59.8
ก.ย.	64.2	57.1	58.5	58.7	59.6
ต.ค.	46.3	50.8	60.5	47.1	51.2
พ.ย.	26.5	31.8	30.1	27.6	29.0
ธ.ค.	11.1	14.8	19.9	13.3	14.8

ตารางที่ 18 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย
เดือน	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. (มม.)				2544-47
ม.ค.	18.2	4.7	7.1	16.1	11.5
ก.พ.	6.1	8.7	14.0	24.4	13.3
มี.ค.	51.9	29.8	39.3	11.0	33.0
เม.ย.	23.9	32.9	26.8	30.7	28.6
พ.ค.	52.4	55.4	46.6	57.6	53.0
มิ.ย.	49.3	43.9	53.3	59.8	51.6
ก.ค.	42.9	39.8	52.1	54.0	47.2
ส.ค.	66.5	61.3	53.8	45.5	56.7
ก.ย.	53.7	62.3	57.2	59.8	58.3
ต.ค.	50.5	45.4	50.4	28.4	43.7
พ.ย.	21.9	42.0	14.5	17.8	24.0
ธ.ค.	18.7	35.3	14.6	5.2	18.5

ตารางที่ 19 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย
เดือน	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. (มม.)				2548-51
ม.ค.	9.5	23.3	12.9	18.5	16.0
ก.พ.	2.8	20.1	7.0	21.0	12.7
มี.ค.	22.6	34.6	21.6	23.3	25.5
เม.ย.	35.6	45.6	40.7	49.1	42.7
พ.ค.	44.8	56.0	65.6	50.8	54.3
มิ.ย.	47.0	48.4	49.4	48.9	48.4
ก.ค.	53.5	58.0	50.8	46.1	52.1
ส.ค.	47.6	56.8	50.5	50.3	51.3
ก.ย.	74.2	59.7	57.3	70.0	65.3
ต.ค.	44.5	60.9	65.4	54.4	56.3
พ.ย.	55.1	16.9	23.7	41.1	34.2
ธ.ค.	28.4	10.0	6.7	25.7	17.7



ภาพที่ 41 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 20 จำนวนวันที่มีฝนตก รายเดือนเฉลี่ย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

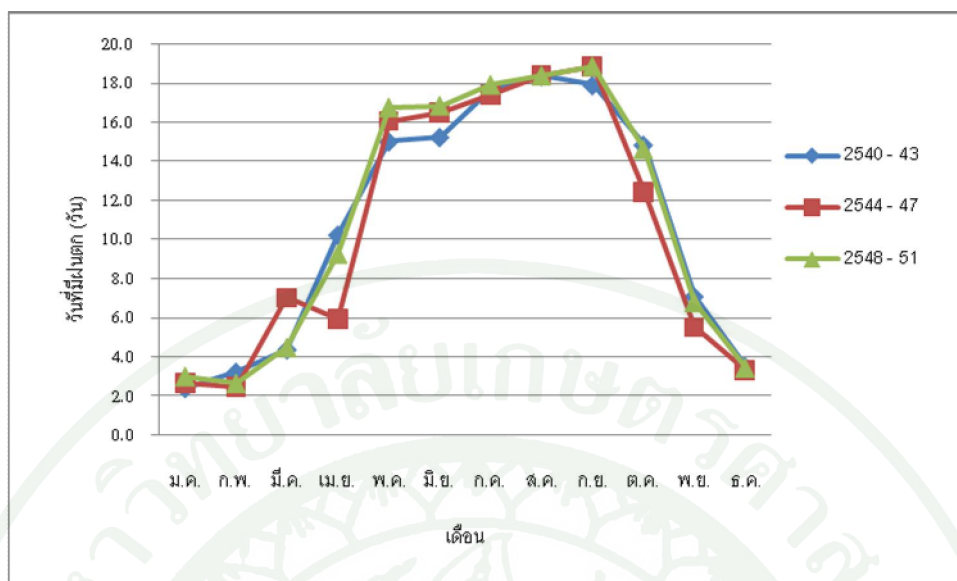
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	วันที่มีฝนตก (วัน)				2540-43
ม.ค.	0.9	1.7	4.4	2.7	2.4
ก.พ.	2.8	2.4	2.9	5.0	3.3
มี.ค.	4.6	2.4	5.7	4.9	4.4
เม.ย.	9.1	4.4	14.2	13.3	10.3
พ.ค.	10.5	13.7	19.2	16.7	15.0
มิ.ย.	12.2	14.7	14.9	19.3	15.3
ก.ค.	18.5	16.5	17.4	18.4	17.7
ส.ค.	18.9	18.8	18.0	17.7	18.4
ก.ย.	17.1	18.3	18.6	17.6	17.9
ต.ค.	12.7	12.6	17.9	16.2	14.9
พ.ย.	5.4	9.2	9.6	4.3	7.1
ธ.ค.	2.9	4.2	3.9	3.2	3.5

ตารางที่ 21 จำนวนวันที่มีฝนตก รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี เดือน	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย 2544-47
	วันที่มีฝนตก (วัน)				
ม.ค.	3.9	1.7	1.9	3.3	2.7
ก.พ.	1.5	1.9	3.2	3.5	2.5
มี.ค.	11.4	4.7	9.3	2.7	7.1
เม.ย.	5.3	6.8	5.2	6.6	6.0
พ.ค.	18.6	16.3	13.2	16.1	16.1
มิ.ย.	16.8	16.3	16.0	16.9	16.5
ก.ค.	16.5	17.1	17.6	18.5	17.4
ส.ค.	18.4	20.7	16.7	18.0	18.4
ก.ย.	17.3	19.7	20.5	17.9	18.9
ต.ค.	19.0	11.7	11.7	7.4	12.5
พ.ย.	5.2	8.9	3.5	4.6	5.5
ธ.ค.	3.4	6.3	2.4	1.4	3.4

ตารางที่ 22 จำนวนวันที่มีฝนตก รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
	วันที่มีฝนตก (วัน)				
ม.ค.	1.7	5.7	2.1	2.6	3.0
ก.พ.	0.6	4.0	1.6	4.4	2.7
มี.ค.	4.4	5.0	3.7	4.8	4.5
เม.ย.	6.9	10.0	9.6	10.5	9.3
พ.ค.	14.1	16.6	19.1	17.1	16.7
มิ.ย.	17.8	16.8	16.0	16.7	16.8
ก.ค.	17.3	19.0	16.7	18.5	17.9
ส.ค.	18.5	18.7	18.0	18.3	18.4
ก.ย.	19.8	18.6	17.7	19.3	18.8
ต.ค.	13.5	13.3	15.0	16.6	14.6
พ.ย.	9.1	4.6	5.8	7.8	6.8
ธ.ค.	5.6	3.1	2.3	2.8	3.5



ภาพที่ 42 จำนวนวันที่มีฝนตก รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ทำให้สภาพอากาศทั่วโลกมีการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนและจำนวนวันที่มีฝนตกในประเทศไทย จากการวิเคราะห์ข้อมูล จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวนทั้งหมด 71 สถานีทั่วประเทศไทย พบว่าปริมาณน้ำฝน รายปีในช่วงปี พ.ศ.2540 – 2551 มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าค่าปกติซึ่งสอดคล้องกับปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรง คือช่วงปี พ.ศ.2540 – 2541 และปีที่มีปริมาณน้ำฝนสูงกว่าค่าปกติสอดคล้องกับปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญารุนแรง คือช่วงปี พ.ศ.2542 – 2543, พ.ศ.2550 – 2551 ดังภาพที่ 37 ลักษณะกราฟความคล้ายคลึงกับกราฟของความชื้นสัมพัทธ์ ดังภาพที่ 35 โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2543 มีค่าสูงสุดเหมือนกันแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กัน ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายปี ดังภาพที่ 38 ลักษณะกราฟคล้ายคลึงกับจำนวนวันที่มีฝนตก รายปี ดังภาพที่ 39 มีค่าสูงสุดเท่ากันในปี พ.ศ. 2542 และมีแนวโน้มค่าสูงขึ้นในทุก ๆ ปี

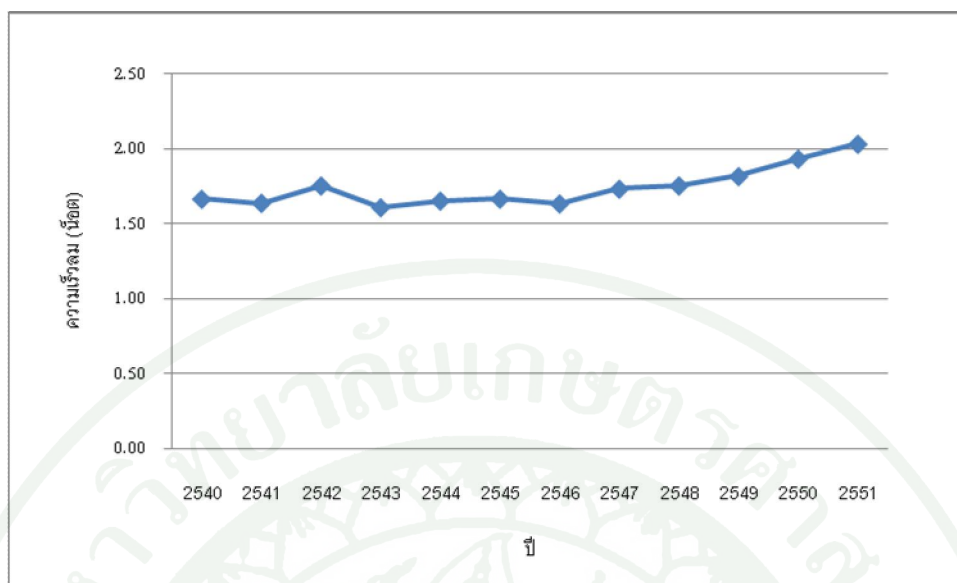
เมื่อพิจารณา ปริมาณฝน ดังภาพที่ 40 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. ดังภาพที่ 41 และจำนวนวันที่มีฝนตก ดังภาพที่ 42 รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551 (สีเขียว) และในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547 (สีแดง) มีค่าสูงกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543 (สีฟ้า) แสดงผลอย่างชัดเจนว่า ฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต และพบว่า ปริมาณฝนและจำนวนวันที่มีฝนตกมีค่ามากที่สุด ในกันยายน

4. การหาความเร็วลมที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ข้อมูลความเร็วลมที่ตรวจวัด จากสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศไทย จำนวน 71 สถานี มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 และรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 โดยเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี เพื่อวิเคราะห์หาความเร็วลมที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ตารางที่ 23 ความเร็วลมที่ตรวจวัด จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานีที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ปี	ความเร็วลม (น็อต)
2540	1.66
2541	1.64
2542	1.75
2543	1.61
2544	1.65
2545	1.66
2546	1.63
2547	1.73
2548	1.75
2549	1.82
2550	1.93
2551	2.03



ภาพที่ 43 ความเร็วลม รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 24 ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

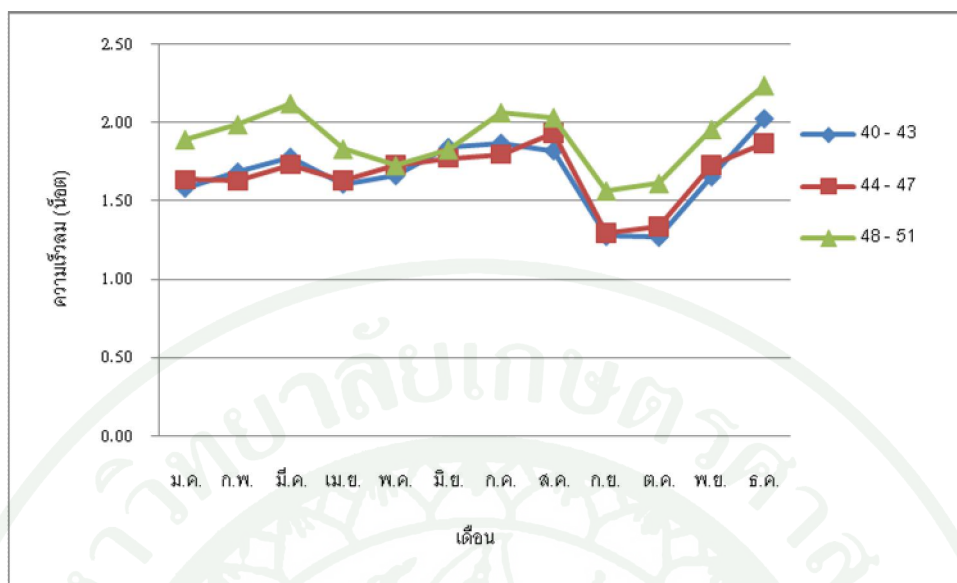
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	ความเร็วลม (โหนด)				2540-43
ม.ค.	1.52	1.46	1.61	1.74	1.58
ก.พ.	1.60	1.74	1.78	1.61	1.68
มี.ค.	1.89	2.02	1.67	1.54	1.78
เม.ย.	1.57	1.97	1.51	1.38	1.61
พ.ค.	2.00	1.70	1.34	1.61	1.66
มิ.ย.	2.06	1.79	1.91	1.61	1.84
ก.ค.	1.93	1.50	2.23	1.83	1.87
ส.ค.	2.22	1.32	1.84	1.90	1.82
ก.ย.	1.17	1.26	1.35	1.31	1.27
ต.ค.	1.09	1.29	1.38	1.32	1.27
พ.ย.	1.41	1.62	1.67	1.92	1.66
ธ.ค.	1.58	2.02	2.81	1.69	2.03

ตารางที่ 25 ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี เดือน	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย 2544-47
ความเร็วลม (น็อต)					
ม.ค.	1.43	1.82	1.72	1.57	1.63
ก.พ.	1.52	1.60	1.63	1.76	1.63
มี.ค.	1.50	1.80	1.63	1.99	1.73
เม.ย.	1.61	1.64	1.50	1.76	1.63
พ.ค.	1.71	1.72	1.72	1.76	1.73
มิ.ย.	1.89	1.66	1.59	1.94	1.77
ก.ค.	2.01	2.23	1.49	1.45	1.80
ส.ค.	2.16	1.85	1.83	1.88	1.93
ก.ย.	1.19	1.49	1.41	1.09	1.29
ต.ค.	1.17	1.19	1.53	1.47	1.34
พ.ย.	2.02	1.52	1.50	1.86	1.73
ธ.ค.	1.93	1.41	2.29	1.82	1.86

ตารางที่ 26 ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
ความเร็วลม (น็อต)					
ม.ค.	1.63	1.64	2.29	2.01	1.89
ก.พ.	1.63	2.00	2.00	2.32	1.99
มี.ค.	2.17	2.05	2.06	2.20	2.12
เม.ย.	1.80	1.69	2.03	1.79	1.83
พ.ค.	1.63	1.60	1.67	2.01	1.72
มิ.ย.	1.97	1.73	1.67	1.93	1.83
ก.ค.	1.83	2.42	1.99	2.01	2.06
ส.ค.	1.85	2.22	2.13	1.93	2.03
ก.ย.	1.43	1.38	1.54	1.89	1.56
ต.ค.	1.41	1.54	1.94	1.55	1.61
พ.ย.	1.53	1.46	2.32	2.52	1.96
ธ.ค.	2.26	2.40	1.89	2.40	2.24



ภาพที่ 44 ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

จากการวิเคราะห์ความเร็วลมที่ตรวจวัดได้ จากข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 71 สถานีทั่วประเทศไทย รายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 พบว่า ความเร็วลมมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 และเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี จนสูงสุดในปี พ.ศ. 2551 ดังภาพที่ 43

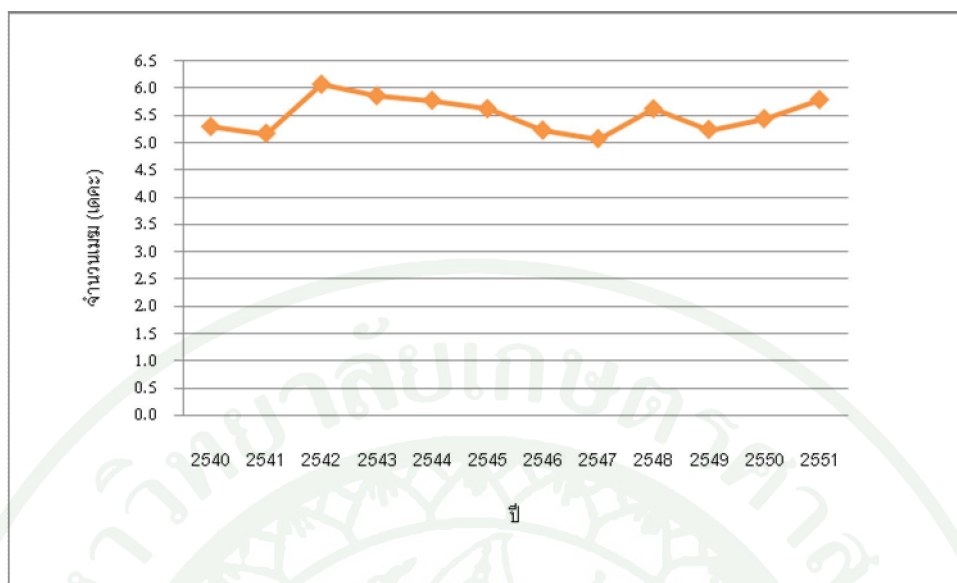
ความเร็วลม รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551 (สีเขียว) มีค่าสูงกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543 (สีฟ้า) และในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547 (สีแดง) ในทุก ๆ เดือน ดังภาพที่ 44 และเมื่อพิจารณาในอนาคต ความเร็วลมเฉลี่ยของประเทศไทย จะยังคงมีแนวโน้มที่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ต่อไปในอนาคต

5. การหาจำนวนเมฆที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ข้อมูลปริมาณเมฆหรือจำนวนเมฆที่ตรวจวัด จากข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศไทย จำนวน 71 สถานี มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต รายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 และรายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 โดยเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนเมฆที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ตารางที่ 27 จำนวนเมฆ จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของสถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานี ที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ปี	จำนวนเมฆ (เดคะ)
2540	5.3
2541	5.2
2542	6.1
2543	5.9
2544	5.8
2545	5.6
2546	5.2
2547	5.1
2548	5.6
2549	5.2
2550	5.4
2551	5.8



ภาพที่ 45 จำนวนเมฆ รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 28 จำนวนเมฆ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

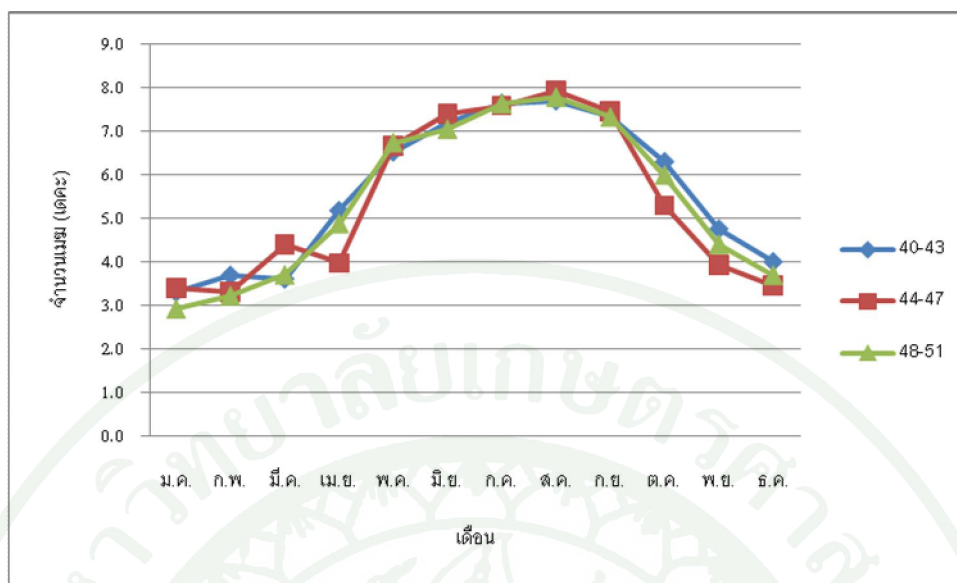
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	จำนวนเมฆ (เดคะ)				2540-43
ม.ค.	2.9	2.5	4.3	3.5	3.3
ก.พ.	4.5	2.8	3.4	4.1	3.7
มี.ค.	3.5	3.0	3.7	4.3	3.6
เม.ย.	4.5	3.5	6.6	6.1	5.2
พ.ค.	5.7	5.9	7.5	7.0	6.5
มิ.ย.	6.3	7.0	7.6	8.0	7.2
ก.ค.	8.2	7.0	7.6	7.7	7.6
ส.ค.	7.7	7.4	7.9	7.8	7.7
ก.ย.	7.4	7.3	7.3	7.4	7.4
ต.ค.	5.8	5.9	6.8	6.7	6.3
พ.ย.	4.4	5.3	5.5	3.9	4.8
ธ.ค.	3.3	4.5	4.4	3.8	4.0

ตารางที่ 29 จำนวนเมฆ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี เดือน	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย 2544-47
จำนวนเมฆ (เดคะ)					
ม.ค.	4.1	3.1	3.2	3.3	3.4
ก.พ.	3.1	3.3	3.4	3.5	3.3
มี.ค.	5.7	3.9	4.8	3.2	4.4
เม.ย.	4.0	4.3	3.6	4.1	4.0
พ.ค.	7.1	6.6	6.1	6.8	6.7
มิ.ย.	7.7	7.4	7.1	7.3	7.4
ก.ค.	7.6	7.8	7.2	7.8	7.6
ส.ค.	8.0	8.3	7.5	7.9	7.9
ก.ย.	7.1	7.8	7.6	7.3	7.5
ต.ค.	6.6	5.2	5.4	4.0	5.3
พ.ย.	4.1	5.0	3.1	3.5	3.9
ธ.ค.	3.8	4.4	3.2	2.5	3.5

ตารางที่ 30 จำนวนเมฆ รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
จำนวนเมฆ (เดคะ)					
ม.ค.	3.2	2.4	3.2	3.0	2.9
ก.พ.	2.5	3.6	2.5	4.4	3.2
มี.ค.	3.9	3.8	3.4	3.8	3.7
เม.ย.	4.5	5.0	4.6	5.4	4.9
พ.ค.	6.4	6.5	6.9	7.1	6.7
มิ.ย.	7.7	6.8	6.5	7.2	7.1
ก.ค.	7.5	8.1	7.3	7.7	7.6
ส.ค.	8.1	7.9	7.8	7.4	7.8
ก.ย.	7.7	6.8	7.3	7.5	7.3
ต.ค.	5.9	5.2	6.6	6.3	6.0
พ.ย.	5.3	2.7	4.6	5.1	4.4
ธ.ค.	5.1	2.9	3.2	3.7	3.7



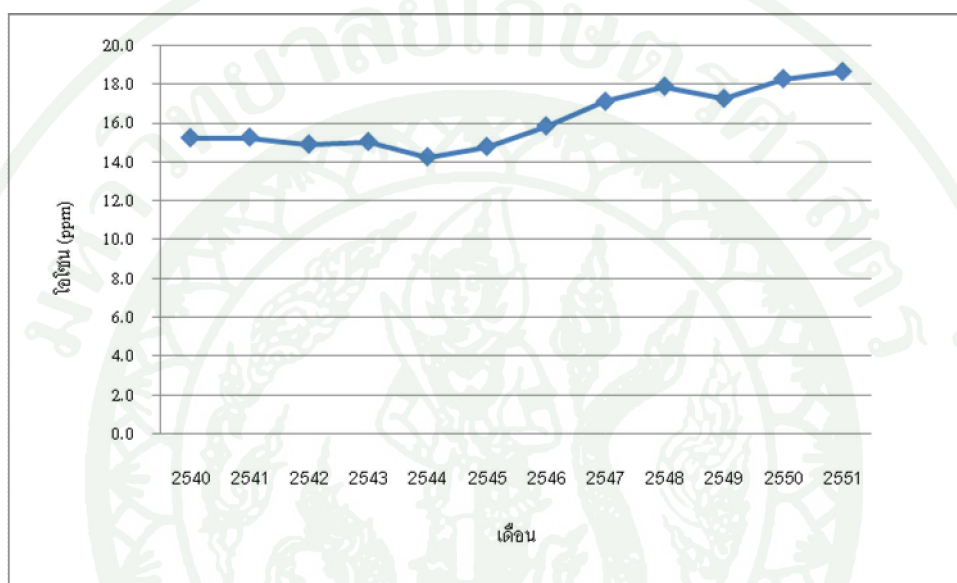
ภาพที่ 46 จำนวนเมฆ รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนเมฆที่ตรวจวัดได้ จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 71 สถานีทั่วประเทศ พบว่าจำนวนเมฆรายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 ดังภาพที่ 45 กราฟมีการเปลี่ยนแปลงความคล้ายคลึงกับความชื้นสัมพัทธ์รายปี ดังภาพที่ 35 และปริมาณฝนรายปี ดังภาพที่ 37 โดยเฉพาะปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายปี ดังภาพที่ 38 และจำนวนวันที่มีฝนตกรายปี ดังภาพที่ 39 มีความใกล้เคียงมากซึ่งมีค่าสูงที่สุดเท่ากันคือในปี พ.ศ. 2542 จำนวนเมฆของประเทศไทยมีค่าเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2540 อาจจะมีช่วงที่ลดลงจนต่ำสุดในปี พ.ศ. 2547 แต่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอีกครั้งจนถึง ปี พ.ศ. 2551 ดังภาพที่ 45

จำนวนเมฆรายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 พบว่า โดยภาพรวมในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543 (สีฟ้า) มีค่าต่ำกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547 (สีแดง) และในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551 (สีเขียว) แสดงให้เห็นว่าจำนวนเมฆมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และพบว่าจำนวนเมฆค่ามากที่สุดในสิงหาคม ดังภาพที่ 46 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสะสมปริมาณละอองน้ำในบรรยากาศของเดือนสิงหาคมมีจำนวนมากจึงส่งผลทำให้ฝนที่ตกในเดือนกันยายนมีปริมาณมาก

6. การหาปริมาณก๊าซโอโซนที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ข้อมูลปริมาณก๊าซโอโซนที่ตรวจวัด จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย จำนวน 26 สถานี มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น รายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซโอโซนที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย



ภาพที่ 47 ปริมาณก๊าซโอโซน รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณก๊าซโอโซน รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 ที่ตรวจวัดได้ จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย จำนวน 26 สถานี พบว่าปริมาณก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศของประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมาเรื่อย ๆ จนปี พ.ศ. 2551 ดังภาพที่ 47

ตารางที่ 31 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 26 สถานี วัดปริมาณก๊าซโอโซน ปี พ.ศ. 2540 - 2545

โอโซน (ppm)	ปี					
	2540	2541	2542	2543	2544	2545
สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ						
ศูนย์ราชการ จ. เชียงใหม่	21.1	19.6	18.0	17.8	19.0	19.1
โรงเรียนยุพราช จ. เชียงใหม่	14.6	12.5	10.7	13.8	13.1	13.8
ศาลหลักเมือง จ. ลำปาง	17.3	16.8	10.8	10.9	11.7	16.6
สบปาด จ. ลำปาง	17.8	16.0	17.0	14.6	13.2	15.9
อาชีวศึกษา จ. นครสวรรค์	20.0	23.1	24.4	24.9	23.2	23.0
บ้านปลัดอำเภอ จ. ขอนแก่น	17.1	19.2	18.5	17.0	13.5	16.4
บ้านพักทหาร จ. นครราชสีมา	15.8	22.5	14.2	12.8	16.2	17.9
สถาบันราชภัฏจันทรเกษม จ. กรุงเทพฯ	8.5	5.3	11.6	12.5	7.2	2.0
สนง.การเคหะชุมชนคลองจั่น จ. กรุงเทพฯ	15.7	16.6	16.7	16.7	17.0	16.2
โรงเรียนนนทรีวิทยา จ. กรุงเทพฯ	10.8	9.7	11.0	11.4	10.7	11.2
โรงเรียนสิงหราชพิทยา จ. กรุงเทพฯ	17.3	19.3	13.6	18.6	17.8	17.5
สถานีการไฟฟ้าอยุธยาบุรี จ. กรุงเทพฯ	9.1	9.4	9.3	8.4	7.6	11.6
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย จ. กรุงเทพฯ	8.8	9.6	8.7	10.1	8.5	9.0
เคหะชุมชนดินแดง จ. กรุงเทพฯ	5.0	5.1	3.7	4.1	4.8	5.6
ม.กรุงเทพ จ.ปทุมธานี	21.2	7.6	11.8	13.7	13.0	15.7
โรงเรียนหน้าพระลาน จ. สระบุรี	12.6	16.7	21.2	14.6	12.7	14.3
เขาน้อย จ. สระบุรี	18.3	26.5	18.4	20.0	18.4	18.4
ศูนย์ช่างบำรุงที่ 1 จ. ราชบุรี	20.0	21.9	22.1	23.6	18.2	19.3
สถานีดับเพลิงอ่าวอุดม จ. ชลบุรี	19.6	20.2	16.5	12.2	17.4	16.2
ศูนย์เยาวชน อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี	19.0	21.0	21.3	19.9	17.5	17.5
สนง. สำนัศึกษา จ. ชลบุรี	15.0	17.6	18.7	17.7	15.8	16.8
มาบตาพุด จ.ระยอง	9.1	13.1	12.1	13.7	15.1	14.8
หุมสายโทรศัพท์ จ. ระยอง	18.4	17.6	14.6	17.7	20.1	15.8
ศูนย์วิจัยพืชไร่ จ. ระยอง	17.1	14.4	25.3	16.8	16.8	16.1
ที่ว่าการอำเภอ จ. สุราษฎร์ธานี	12.1	7.2	8.5	10.4	11.8	14.5
ศูนย์บริการสาธารณสุข จ. ภูเก็ต	15.1	8.7	9.2	17.3	10.5	9.5
ค่าเฉลี่ย	15.2	15.3	14.9	15.0	14.3	14.8

ตารางที่ 32 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 26 สถานี วัดปริมาณก๊าซโอโซน ปี พ.ศ.2546 - 2551

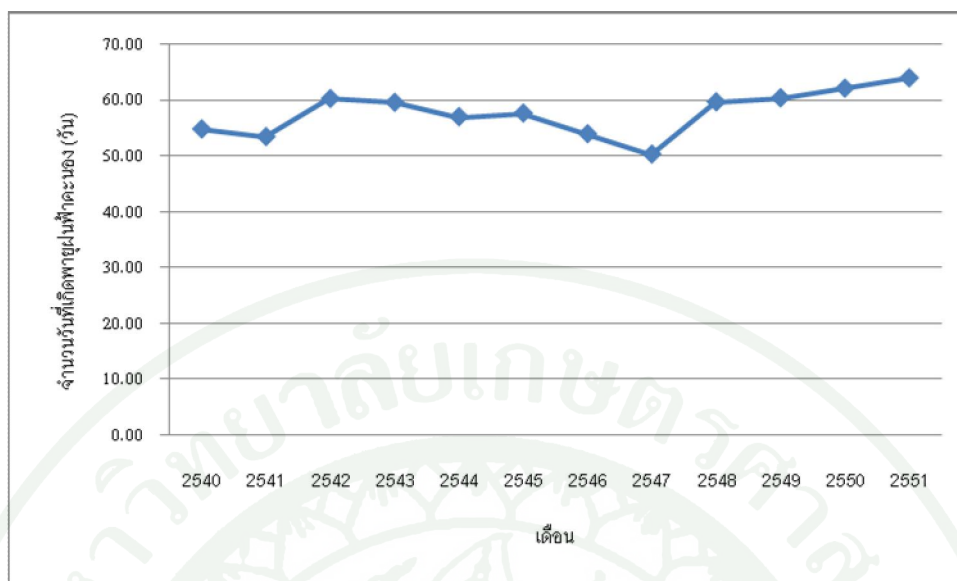
โอโซน (ppm)	ปี					
	2546	2547	2548	2549	2550	2551
สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ						
ศูนย์ราชการ จ. เชียงใหม่	19.5	21.6	20.0	18.6	22.6	21.7
โรงเรียนยุพราช จ. เชียงใหม่	13.0	16.8	17.1	15.5	16.3	17.8
ศาลหลักเมือง จ. ลำปาง	14.3	17.9	17.9	16.3	19.3	20.2
สบปาด จ. ลำปาง	15.1	18.1	18.5	17.6	16.6	16.0
อาชีวศึกษา จ. นครสวรรค์	23.8	24.1	24.7	27.0	28.0	26.3
บ้านปลัดอำเภอ จ. ขอนแก่น	17.5	19.2	19.0	14.0	15.2	15.3
บ้านพักทหาร จ. นครราชสีมา	21.0	21.6	23.6	17.8	22.2	21.8
สถาบันราชภัฏจันทรเกษม จ. กรุงเทพฯ	8.7	12.5	12.5	15.1	19.5	16.3
สนง.การเคหะชุมชนคลองจั่น จ. กรุงเทพฯ	19.6	21.4	22.3	19.3	18.0	19.8
โรงเรียนนนทรีวิทยา จ. กรุงเทพฯ	13.0	13.2	16.6	15.4	14.9	16.4
โรงเรียนสิงหราชพิทยา จ. กรุงเทพฯ	18.5	17.9	18.4	17.9	17.1	19.7
สถานีการไฟฟ้าอยุธยาธนบุรี จ. กรุงเทพฯ	16.1	16.1	13.0	14.8	13.2	13.4
สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย จ. กรุงเทพฯ	12.3	15.0	20.1	15.6	15.7	13.8
เคหะชุมชนดินแดง จ. กรุงเทพฯ	7.0	6.3	7.6	6.5	6.0	5.8
ม.กรุงเทพ จ.ปทุมธานี	21.6	20.9	20.6	21.6	20.2	22.0
โรงเรียนหน้าพระลาน จ. สระบุรี	14.1	14.8	12.5	18.4	20.8	19.3
เขาน้อย จ. สระบุรี	18.2	19.3	23.1	21.7	22.8	21.6
ศูนย์ช่างบำรุงที่ 1 จ. ราชบุรี	18.3	20.7	21.4	20.9	24.7	22.9
สถานีดับเพลิงอ่าวอุดม จ. ชลบุรี	18.3	16.5	17.7	15.1	19.5	19.4
ศูนย์เยาวชน อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี	17.1	20.0	21.2	20.2	20.0	22.2
สนง. สำนัศึกษา จ. ชลบุรี	16.5	16.4	17.5	17.7	18.9	20.4
มาบตาพุด จ.ระยอง	13.1	13.7	19.3	16.9	16.1	18.3
หุมสายโทรศัพท์ จ. ระยอง	16.8	17.1	16.0	17.1	19.8	19.0
ศูนย์วิจัยพืชไร่ จ. ระยอง	19.3	19.4	17.2	18.8	19.3	20.9
ที่ว่าการอำเภอ จ. สุราษฎร์ธานี	11.0	12.3	12.5	15.0	14.2	14.8
ศูนย์บริการสาธารณสุข จ. ภูเก็ต	8.7	12.5	15.4	14.5	15.0	20.4
ค่าเฉลี่ย	15.9	17.1	17.9	17.3	18.3	18.7

7. การหาจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง จากข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศไทย จำนวน 71 สถานี นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประเทศไทย ตามภาคต่าง ๆ เป็น รายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 และรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 โดยเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี รวมตัวอย่างสถานีอุตุนิยมวิทยาในภาคนั้น ๆ และสร้างฟังก์ชันอย่างประมาณด้วยวิธีการฟิตเส้นโค้ง (Curve Fitting) ด้วยโปรแกรม MATLAB เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองที่ผันแปรและเปลี่ยนแปลงของประเทศไทย

ตารางที่ 33 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง จากการเฝ้าติดตามและจดบันทึกของ สถานีอุตุนิยมวิทยา 71 สถานีที่ตั้งอยู่ทั่วประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

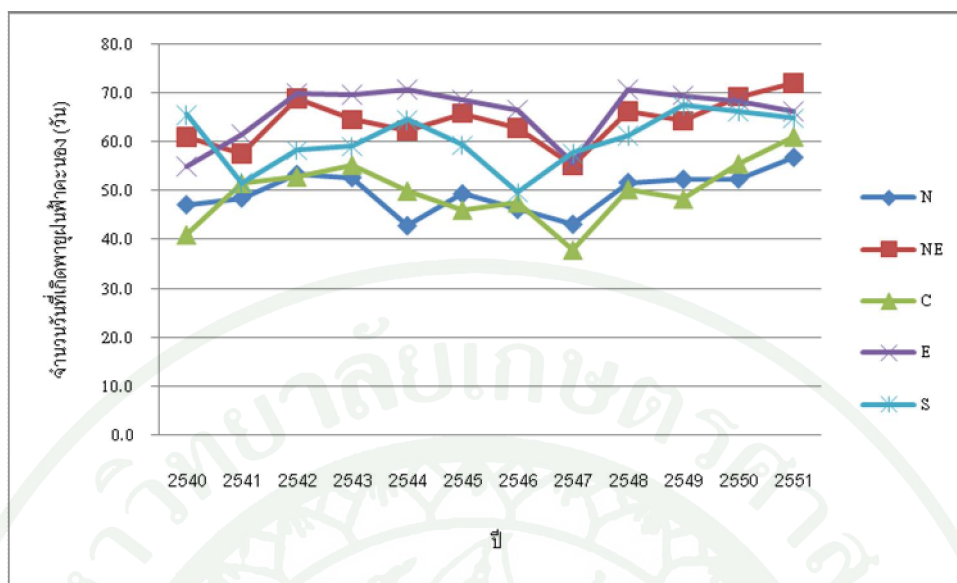
ปี	จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (วัน)
2540	54.75
2541	53.38
2542	60.21
2543	59.52
2544	56.96
2545	57.61
2546	53.90
2547	50.25
2548	59.61
2549	60.34
2550	62.06
2551	63.90



ภาพที่ 48 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 34 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง แบ่งตามภาคต่าง ๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ปี	จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (วัน)				
	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออก	ภาคใต้
2540	47.2	61.00	41.0	54.9	65.6
2541	48.6	57.50	51.6	61.6	51.5
2542	53.4	68.69	52.9	70.0	58.3
2543	52.7	64.50	55.3	69.6	59.1
2544	43.0	62.25	50.0	70.7	64.5
2545	49.4	65.75	46.1	68.5	59.4
2546	46.3	62.81	47.6	66.6	49.6
2547	43.3	55.19	37.9	55.7	57.6
2548	51.7	66.19	50.3	70.6	61.3
2549	52.4	64.25	48.3	69.5	67.4
2550	52.4	69.13	55.6	68.4	66.1
2551	56.8	71.94	61.1	66.2	64.9



ภาพที่ 49 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ตามภาคต่าง ๆ รายปีเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 35 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543

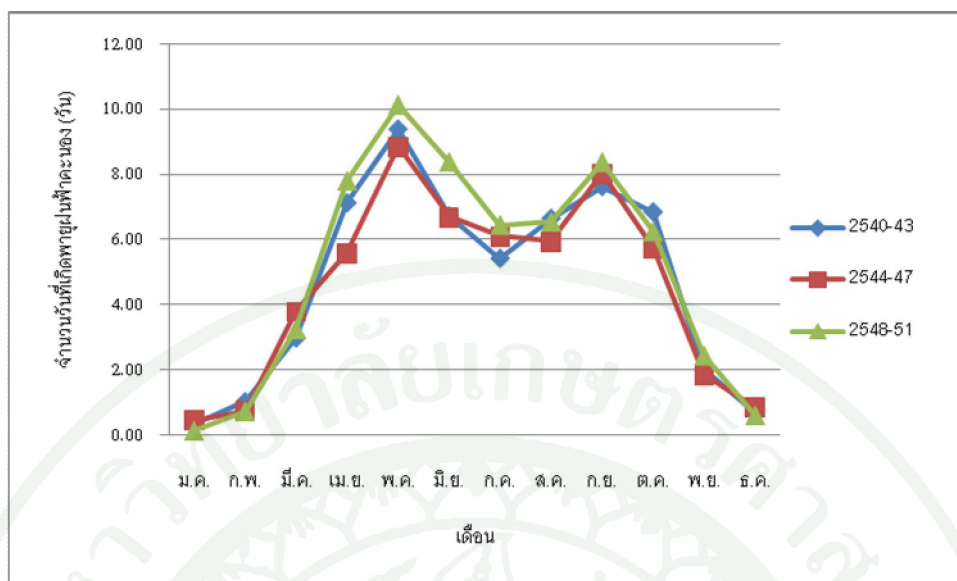
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (วัน)				2540-43
ม.ค.	0.01	0.27	0.65	0.48	0.35
ก.พ.	0.61	0.49	0.99	2.11	1.05
มี.ค.	3.70	1.90	3.54	2.86	3.00
เม.ย.	7.34	3.37	8.87	8.96	7.14
พ.ค.	7.04	9.77	10.86	9.89	9.39
มิ.ย.	5.83	7.68	5.86	7.58	6.74
ก.ค.	4.08	6.79	5.20	5.68	5.44
ส.ค.	6.39	8.86	5.14	6.24	6.66
ก.ย.	7.65	6.68	8.99	7.21	7.63
ต.ค.	8.90	5.07	6.86	6.59	6.86
พ.ย.	2.31	1.86	2.87	1.17	2.05
ธ.ค.	0.82	0.89	0.34	0.70	0.69

ตารางที่ 36 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547

ปี	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย
เดือน	จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (วัน)				2544-47
ม.ค.	0.66	0.49	0.10	0.58	0.46
ก.พ.	0.38	0.42	1.62	0.52	0.74
มี.ค.	5.42	2.82	5.58	1.34	3.79
เม.ย.	4.99	6.35	4.76	6.27	5.59
พ.ค.	9.38	9.48	7.37	9.21	8.86
มิ.ย.	6.34	8.10	6.44	5.87	6.69
ก.ค.	5.21	4.11	7.51	7.54	6.09
ส.ค.	5.23	6.70	5.92	5.93	5.94
ก.ย.	8.34	6.56	8.66	8.55	8.03
ต.ค.	8.66	6.75	4.58	2.89	5.72
พ.ย.	1.49	3.66	1.04	1.21	1.85
ธ.ค.	0.83	2.10	0.19	0.28	0.85

ตารางที่ 37 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551

ปี	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย
เดือน	จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (วัน)				2548-51
ม.ค.	0.06	0.15	0.13	0.30	0.16
ก.พ.	0.39	1.07	0.87	0.68	0.75
มี.ค.	2.82	4.00	2.77	3.45	3.26
เม.ย.	5.82	8.68	7.69	9.01	7.80
พ.ค.	10.34	9.37	11.00	9.79	10.12
มิ.ย.	6.97	8.69	9.93	7.92	8.38
ก.ค.	6.63	5.56	6.97	6.65	6.45
ส.ค.	5.89	6.34	6.68	7.31	6.55
ก.ย.	9.07	7.77	8.37	8.28	8.37
ต.ค.	6.55	5.52	5.01	7.92	6.25
พ.ย.	3.80	2.35	1.39	2.28	2.46
ธ.ค.	1.18	0.73	0.35	0.25	0.63



ภาพที่ 50 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

จากการวิเคราะห์ข้อมูล จากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวนทั้งหมด 71 สถานีทั่วประเทศไทย พบว่าจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายปีในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 ดังภาพที่ 48 และแบ่งตามภาคต่าง ๆ ดังภาพที่ 49 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปีและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอีกเรื่อย ๆ ในอนาคต

จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 ดังภาพที่ 50 กราฟมีการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกับปริมาณฝน รายเดือน ดังภาพที่ 40 ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. รายเดือน ดังภาพที่ 41 ซึ่งจากยอดของกราฟทั้งสองยอด ช่วงเดือน มี.ค. – มิ.ย. คือช่วงฤดูร้อน ส่วนในช่วงเดือน ก.ค. – ต.ค. คือช่วงฤดูฝน ทำให้เกิดค่าที่มากในสองช่วงนี้ เนื่องจากพายุฝนฟ้าคะนองมักเกิดขึ้นในช่วงที่อากาศชื้นรวมกับอากาศที่ร้อน ส่งผลทำให้เดือนพฤษภาคม มีจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองมากที่สุด

จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือน ทุก ๆ 4 ปี พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551 (สีเขียว) มีค่าสูงกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547 (สีแดง) และในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543 (สีฟ้า) อย่างชัดเจน ลักษณะของกราฟมีรูปคล้ายตัวเอ็มในอักษรภาษาอังกฤษ จึงถูกเรียกว่า “M – Curve” (วินัย และ โชคชัย, 2552)

ตารางที่ 38 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคเหนือ

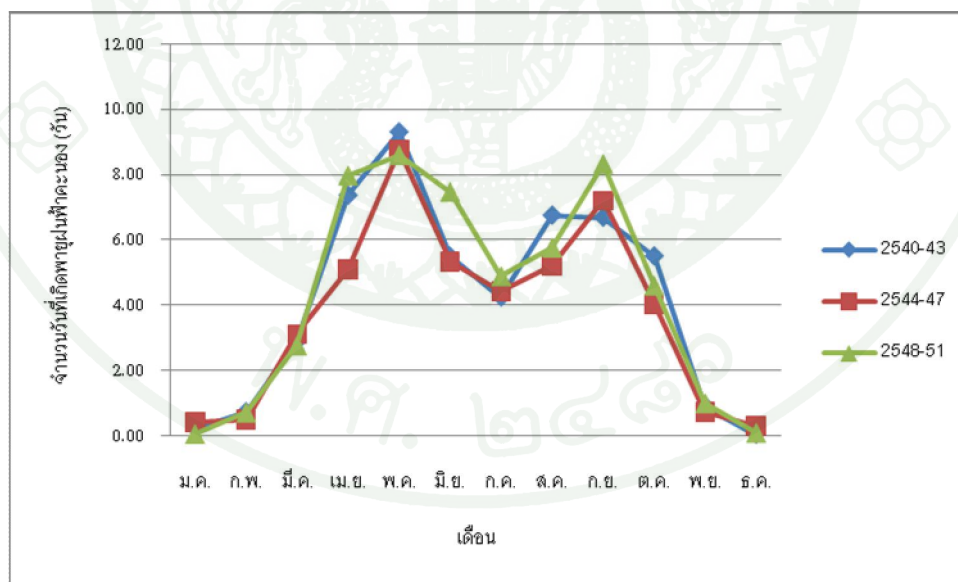
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	Td - ภาคเหนือ				2540-43
ม.ค.	0.00	0.25	0.65	0.05	0.24
ก.พ.	0.00	0.25	0.75	1.95	0.74
มี.ค.	4.25	2.80	2.30	2.25	2.90
เม.ย.	8.10	4.60	8.50	8.30	7.38
พ.ค.	6.75	10.70	10.50	9.30	9.31
มิ.ย.	4.80	5.90	4.80	6.50	5.50
ก.ค.	3.20	4.35	4.10	5.35	4.25
ส.ค.	6.85	8.60	4.90	6.70	6.76
ก.ย.	6.05	6.40	8.25	6.10	6.70
ต.ค.	6.15	3.60	6.40	5.90	5.51
พ.ย.	0.85	0.80	2.00	0.00	0.91
ธ.ค.	0.00	0.10	0.00	0.10	0.05

ตารางที่ 39 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคเหนือ

ปี	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย
เดือน	Td - ภาคเหนือ				2544-47
ม.ค.	0.00	1.15	0.00	0.60	0.44
ก.พ.	0.00	0.70	1.35	0.05	0.53
มี.ค.	3.45	2.25	5.85	0.95	3.13
เม.ย.	3.25	5.10	4.95	7.10	5.10
พ.ค.	8.60	9.40	6.50	10.55	8.76
มิ.ย.	4.65	6.60	4.40	5.70	5.34
ก.ค.	3.85	2.00	6.90	5.00	4.44
ส.ค.	4.70	6.75	4.50	4.90	5.21
ก.ย.	7.00	6.40	8.75	6.70	7.21
ต.ค.	6.40	5.70	2.75	1.35	4.05
พ.ย.	0.80	2.05	0.10	0.10	0.76
ธ.ค.	0.15	1.10	0.00	0.00	0.31

ตารางที่ 40 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคเหนือ

ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
Td - ภาคเหนือ					
ม.ค.	0.20	0.05	0.05	0.05	0.09
ก.พ.	0.75	0.75	0.85	0.60	0.74
มี.ค.	3.05	2.95	1.95	3.20	2.79
เม.ย.	6.45	9.95	7.10	8.40	7.98
พ.ค.	8.95	7.75	9.40	8.30	8.60
มิ.ย.	7.35	8.50	8.55	5.50	7.48
ก.ค.	5.80	4.60	4.15	5.05	4.90
ส.ค.	3.95	6.65	6.10	6.40	5.78
ก.ย.	8.85	6.60	7.90	9.95	8.33
ต.ค.	3.85	3.55	3.40	7.65	4.61
พ.ย.	2.00	0.45	0.25	1.40	1.03
ธ.ค.	0.20	0.20	0.05	0.05	0.13



ภาพที่ 51 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคเหนือในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 41 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคกลาง

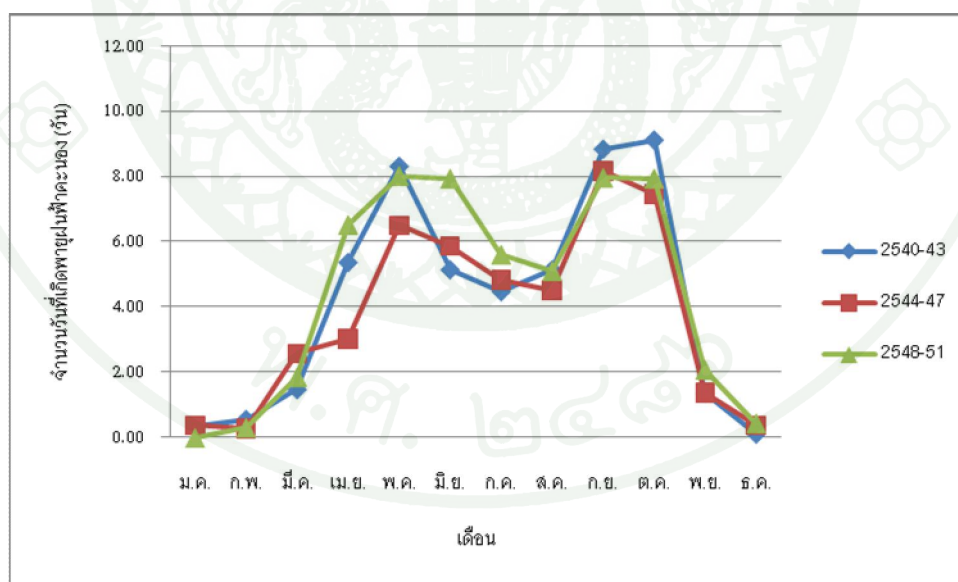
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	Td - ภาคกลาง				2540-43
ม.ค.	0.00	0.56	0.67	0.11	0.33
ก.พ.	0.00	0.44	0.44	1.33	0.56
มี.ค.	2.00	0.44	1.78	1.67	1.47
เม.ย.	4.00	1.56	8.11	7.78	5.36
พ.ค.	4.56	9.00	10.22	9.44	8.31
มิ.ย.	2.56	7.44	3.78	6.78	5.14
ก.ค.	1.89	8.00	3.78	4.22	4.47
ส.ค.	3.56	7.11	4.22	5.67	5.14
ก.ย.	10.44	8.67	8.33	7.89	8.83
ต.ค.	10.11	6.67	9.33	10.33	9.11
พ.ย.	1.78	1.33	2.22	0.11	1.36
ธ.ค.	0.11	0.33	0.00	0.00	0.11

ตารางที่ 42 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคกลาง

ปี	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย
เดือน	Td - ภาคกลาง				2544-47
ม.ค.	0.67	0.33	0.00	0.56	0.39
ก.พ.	0.00	0.11	0.89	0.11	0.28
มี.ค.	4.56	0.56	4.89	0.33	2.58
เม.ย.	2.67	5.11	1.89	2.44	3.03
พ.ค.	7.67	6.56	6.11	5.67	6.50
มิ.ย.	4.67	7.22	5.56	6.00	5.86
ก.ค.	3.33	2.89	6.22	6.89	4.83
ส.ค.	2.00	4.56	6.22	5.33	4.53
ก.ย.	9.67	5.11	9.00	8.89	8.17
ต.ค.	13.22	8.22	6.78	1.56	7.44
พ.ย.	1.56	3.89	0.00	0.11	1.39
ธ.ค.	0.00	1.56	0.00	0.00	0.39

ตารางที่ 43 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคกลาง

ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
Td - ภาคกลาง					
ม.ค.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ก.พ.	0.11	0.67	0.00	0.44	0.31
มี.ค.	2.22	2.22	1.56	1.44	1.86
เม.ย.	4.78	5.44	7.44	8.44	6.53
พ.ค.	8.67	6.56	10.67	6.22	8.03
มิ.ย.	4.11	8.56	11.11	8.00	7.94
ก.ค.	4.22	3.11	7.78	7.33	5.61
ส.ค.	4.33	3.33	6.00	6.78	5.11
ก.ย.	7.56	10.44	6.22	7.67	7.97
ต.ค.	8.78	7.00	4.22	11.78	7.94
พ.ย.	4.22	0.89	0.33	2.89	2.08
ธ.ค.	1.33	0.11	0.22	0.11	0.44



ภาพที่ 52 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคกลางในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 44 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

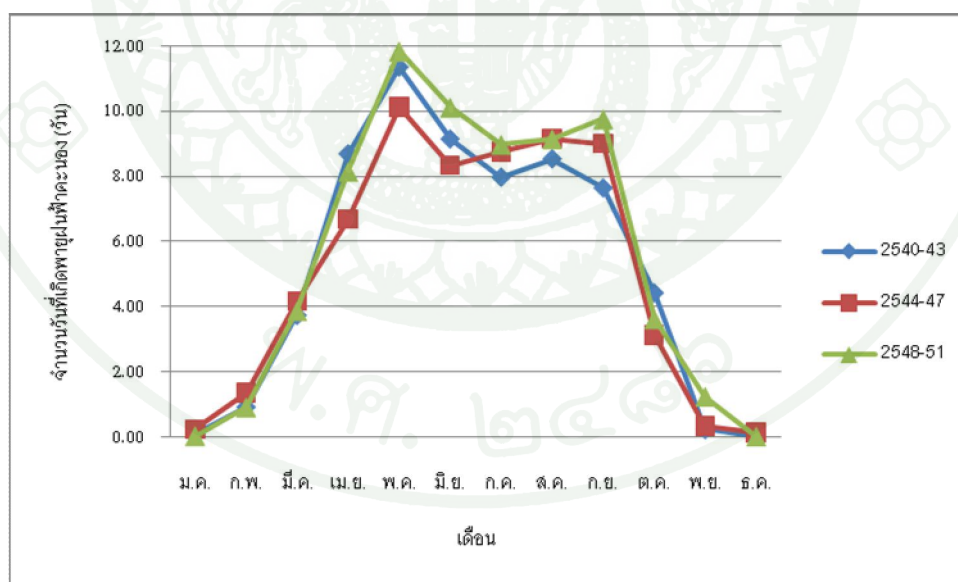
ปี	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย
เดือน	Td - ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				2540-43
ม.ค.	0.06	0.00	0.06	0.31	0.11
ก.พ.	0.25	0.88	0.19	2.44	0.94
มี.ค.	6.38	3.19	4.13	1.31	3.75
เม.ย.	9.06	4.81	11.06	9.88	8.70
พ.ค.	8.94	11.06	12.69	12.75	11.36
มิ.ย.	8.06	9.94	8.94	9.69	9.16
ก.ค.	6.94	8.00	9.13	7.88	7.98
ส.ค.	9.13	10.25	6.31	8.50	8.55
ก.ย.	6.56	5.63	10.81	7.63	7.66
ต.ค.	5.50	3.50	4.63	4.13	4.44
พ.ย.	0.13	0.13	0.75	0.00	0.25
ธ.ค.	0.00	0.13	0.00	0.00	0.03

ตารางที่ 45 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ปี	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย
เดือน	Td - ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				2544-47
ม.ค.	0.13	0.06	0.00	0.81	0.25
ก.พ.	0.75	0.56	3.25	0.88	1.36
มี.ค.	4.63	4.75	5.13	2.19	4.17
เม.ย.	5.63	6.31	6.63	8.19	6.69
พ.ค.	10.44	11.81	7.63	10.69	10.14
มิ.ย.	9.75	10.69	7.56	5.38	8.34
ก.ค.	7.63	5.94	9.94	11.50	8.75
ส.ค.	8.94	9.81	9.38	8.56	9.17
ก.ย.	8.88	9.00	11.25	6.94	9.02
ต.ค.	5.13	5.25	2.06	0.06	3.13
พ.ย.	0.38	1.00	0.00	0.00	0.34
ธ.ค.	0.00	0.56	0.00	0.00	0.14

ตารางที่ 46 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ปี	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย
เดือน	Td - ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				2548-51
ม.ค.	0.00	0.19	0.00	0.06	0.06
ก.พ.	0.50	1.25	1.94	0.06	0.94
มี.ค.	2.56	4.81	3.38	4.81	3.89
เม.ย.	7.75	9.56	6.69	8.63	8.16
พ.ค.	13.13	10.50	10.13	13.63	11.84
มิ.ย.	8.25	9.31	12.31	10.63	10.13
ก.ค.	10.38	7.69	8.94	8.94	8.98
ส.ค.	8.38	9.88	9.88	8.50	9.16
ก.ย.	11.00	6.19	11.56	10.31	9.77
ต.ค.	2.00	3.75	3.75	5.06	3.64
พ.ย.	2.25	1.06	0.50	1.25	1.27
ธ.ค.	0.00	0.06	0.06	0.06	0.05



ภาพที่ 53 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 47 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออก

ปี เดือน	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย 2540-43
	Td - ภาคตะวันออก				
ม.ค.	0.00	0.40	0.50	1.10	0.50
ก.พ.	1.00	1.00	1.50	3.20	1.68
มี.ค.	3.30	1.30	3.80	4.50	3.23
เม.ย.	6.60	3.20	10.60	8.90	7.33
พ.ค.	7.90	10.70	12.40	8.70	9.93
มิ.ย.	5.40	8.40	6.50	8.90	7.30
ก.ค.	3.00	8.80	4.50	7.20	5.88
ส.ค.	4.80	8.60	5.70	6.40	6.38
ก.ย.	8.60	8.30	11.60	10.20	9.68
ต.ค.	11.90	6.20	8.60	10.00	9.18
พ.ย.	2.40	1.80	4.20	0.20	2.15
ธ.ค.	0.00	0.70	0.10	0.30	0.28

ตารางที่ 48 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออก

ปี เดือน	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย 2544-47
	Td - ภาคตะวันออก				
ม.ค.	0.90	0.80	0.00	1.00	0.68
ก.พ.	0.50	0.60	2.60	0.50	1.05
มี.ค.	7.10	3.10	7.80	1.50	4.88
เม.ย.	8.00	9.00	5.60	5.80	7.10
พ.ค.	9.40	12.30	9.30	9.00	10.00
มิ.ย.	7.50	8.40	8.90	7.40	8.05
ก.ค.	4.50	6.70	8.20	9.80	7.30
ส.ค.	6.30	5.10	6.30	5.50	5.80
ก.ย.	10.70	7.10	10.50	9.70	9.50
ต.ค.	13.50	7.60	7.40	4.90	8.35
พ.ย.	2.00	4.10	0.00	0.60	1.68
ธ.ค.	0.30	3.70	0.00	0.00	1.00

ตารางที่ 49 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคตะวันออก

ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
	Td - ภาคตะวันออก				
ม.ค.	0.00	0.10	0.50	0.10	0.18
ก.พ.	0.00	2.20	0.90	1.00	1.03
มี.ค.	4.30	5.70	2.70	3.00	3.93
เม.ย.	6.70	7.50	8.90	11.70	8.70
พ.ค.	10.50	10.20	12.10	9.70	10.63
มิ.ย.	7.70	9.80	11.20	7.60	9.08
ก.ค.	6.80	8.00	8.30	7.00	7.53
ส.ค.	6.10	5.60	7.30	8.40	6.85
ก.ย.	11.90	9.70	9.50	7.40	9.63
ต.ค.	9.60	8.40	6.00	8.30	8.08
พ.ย.	5.10	2.10	1.00	2.00	2.55
ธ.ค.	1.90	0.20	0.00	0.00	0.53



ภาพที่ 54 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคตะวันออก
ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

ตารางที่ 50 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคใต้

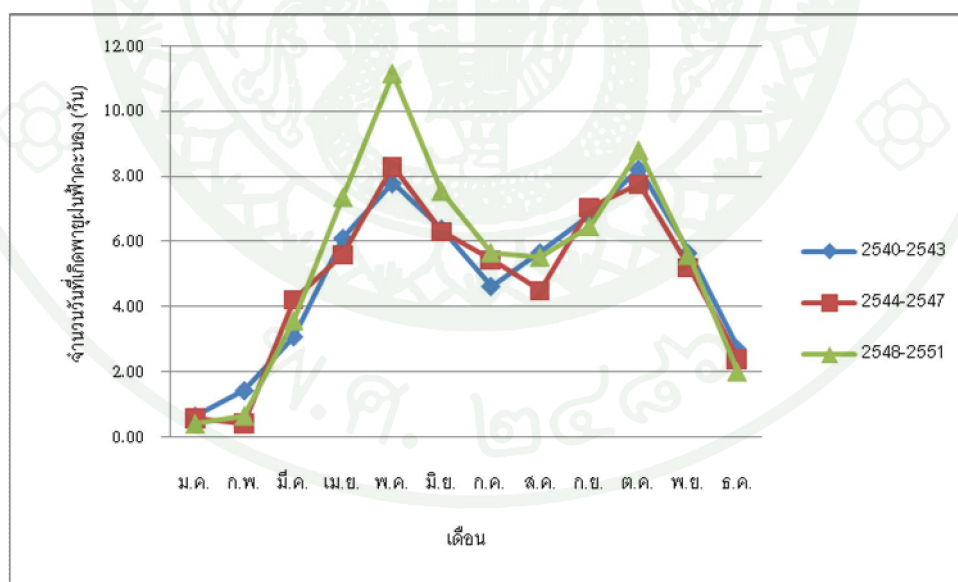
ปี เดือน	2540	2541	2542	2543	เฉลี่ย 2540-43
	Td - ภาคใต้				
ม.ค.	0.00	0.31	1.31	1.00	0.66
ก.พ.	1.81	0.13	2.06	1.75	1.44
มี.ค.	1.56	0.69	5.31	4.81	3.09
เม.ย.	7.00	1.40	6.50	9.56	6.12
พ.ค.	6.38	7.19	8.88	8.75	7.80
มิ.ย.	7.00	7.31	4.88	6.44	6.41
ก.ค.	4.25	6.69	3.88	3.75	4.64
ส.ค.	5.69	8.94	4.44	3.63	5.67
ก.ย.	8.56	5.94	6.81	5.94	6.81
ต.ค.	13.19	6.88	7.19	5.69	8.23
พ.ย.	6.56	5.47	5.63	5.00	5.66
ธ.ค.	3.56	3.06	1.44	2.81	2.72

ตารางที่ 51 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคใต้

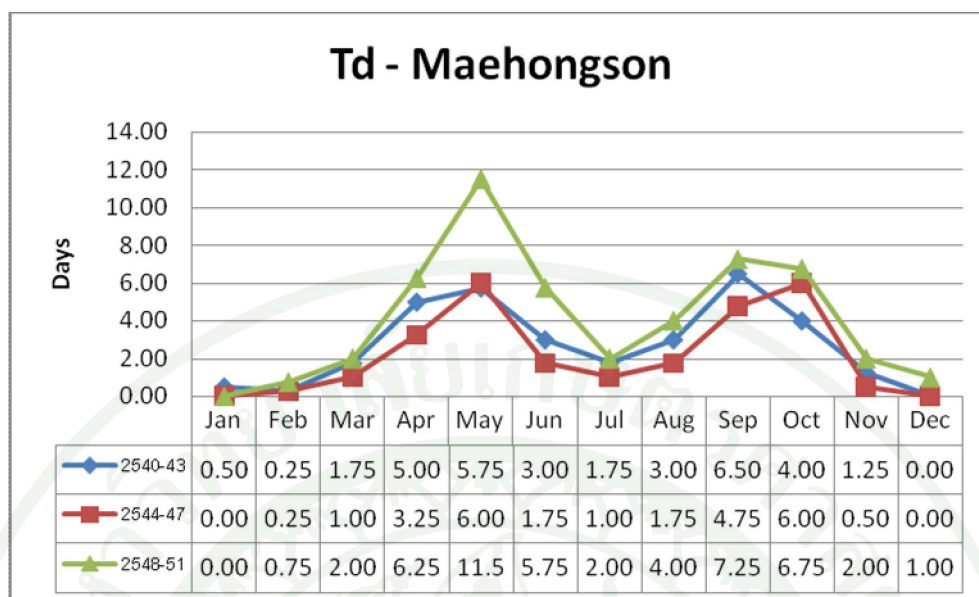
ปี เดือน	2544	2545	2546	2547	เฉลี่ย 2544-47
	Td - ภาคใต้				
ม.ค.	1.88	0.00	0.44	0.06	0.59
ก.พ.	0.63	0.00	0.13	1.00	0.44
มี.ค.	8.13	2.69	4.69	1.44	4.23
เม.ย.	5.94	7.00	3.75	5.75	5.61
พ.ค.	10.25	7.13	7.69	8.19	8.31
มิ.ย.	5.25	7.69	6.81	5.56	6.33
ก.ค.	6.00	4.00	6.13	5.69	5.45
ส.ค.	3.31	5.75	3.81	5.19	4.52
ก.ย.	7.25	4.81	4.63	11.56	7.06
ต.ค.	9.44	8.19	6.38	7.13	7.78
พ.ย.	3.13	7.94	5.00	4.81	5.22
ธ.ค.	3.31	4.19	0.93	1.25	2.42

ตารางที่ 52 Thunderstorm days (Td) – ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาทางภาคใต้

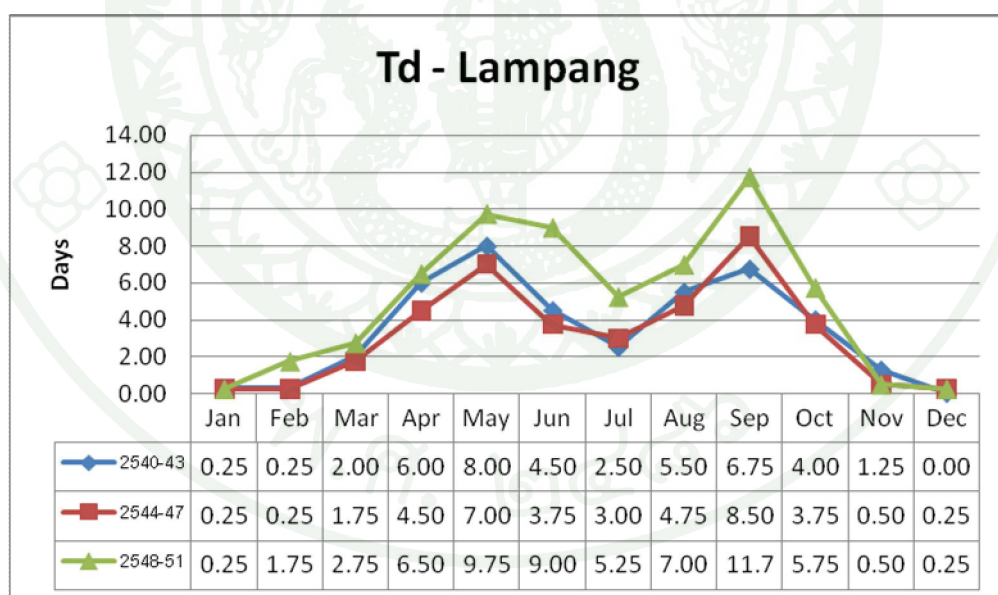
ปี เดือน	2548	2549	2550	2551	เฉลี่ย 2548-51
Td - ภาคใต้					
ม.ค.	0.00	0.38	0.19	1.13	0.42
ก.พ.	0.25	0.81	0.31	1.31	0.67
มี.ค.	2.19	4.44	3.94	3.81	3.59
เม.ย.	3.13	8.75	8.81	8.81	7.38
พ.ค.	10.13	11.31	13.38	9.88	11.17
มิ.ย.	6.38	7.69	7.81	8.38	7.56
ก.ค.	5.19	4.50	7.25	5.75	5.67
ส.ค.	6.56	4.56	4.19	6.88	5.55
ก.ย.	6.50	8.13	6.25	5.06	6.48
ต.ค.	11.31	7.13	8.13	8.69	8.81
พ.ย.	6.56	7.00	4.56	4.25	5.59
ธ.ค.	3.06	2.75	1.31	0.94	2.02



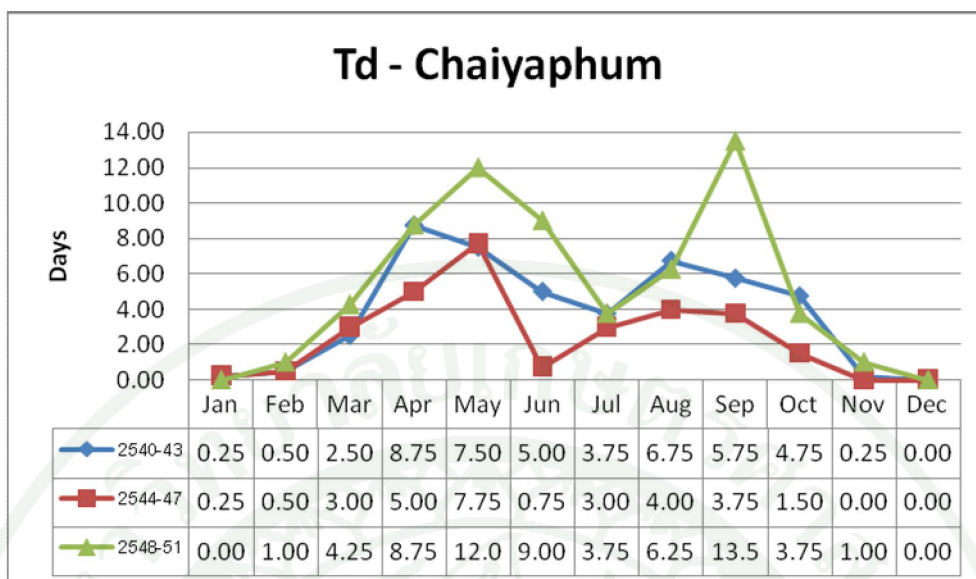
ภาพที่ 55 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ภาคใต้ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



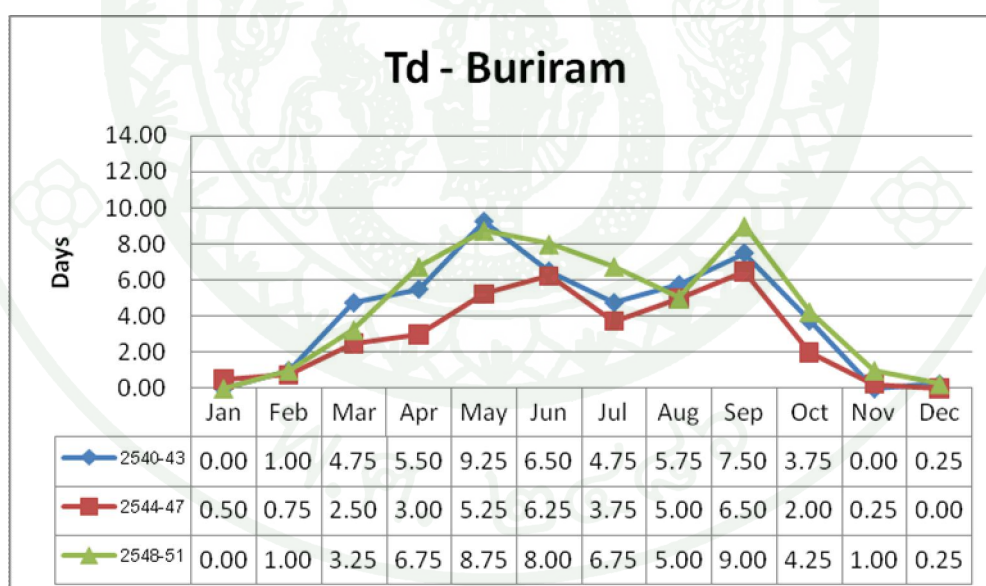
ภาพที่ 56 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



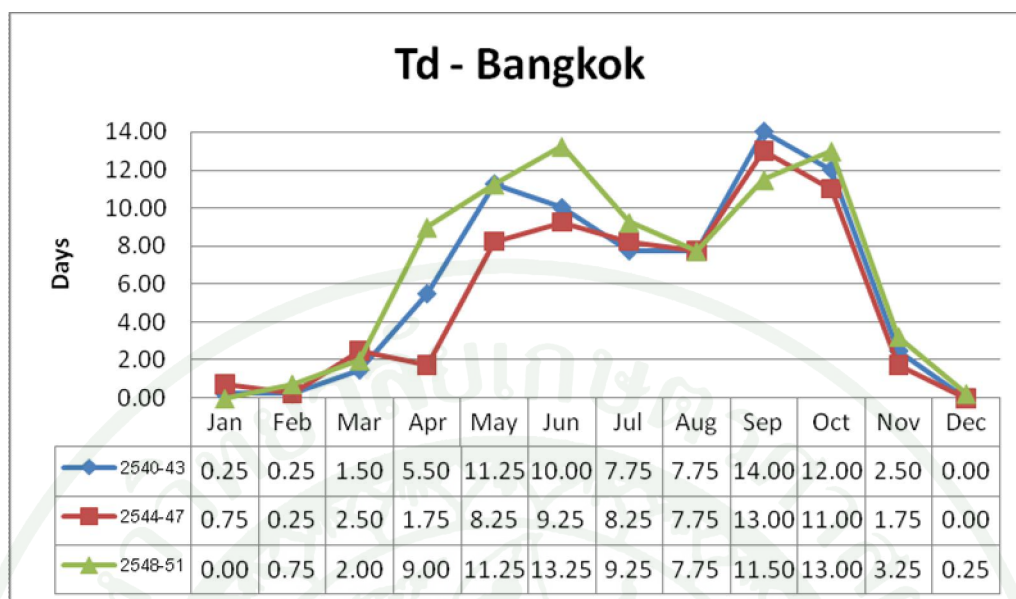
ภาพที่ 57 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



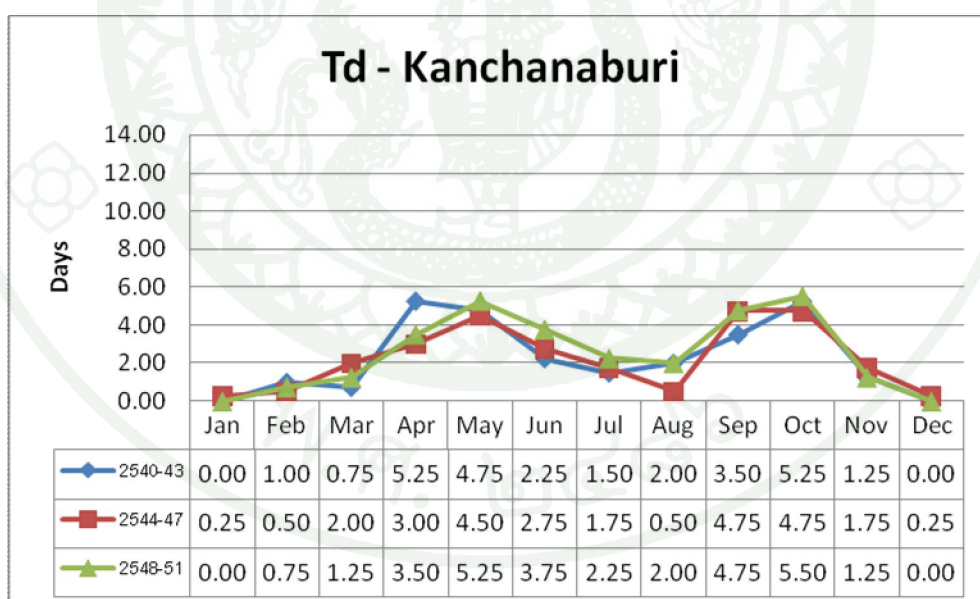
ภาพที่ 58 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



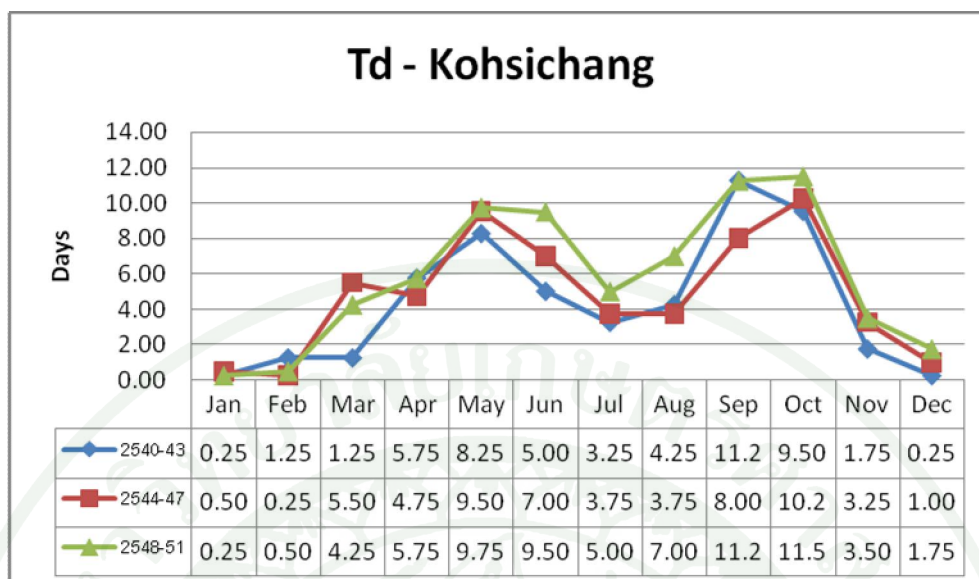
ภาพที่ 59 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



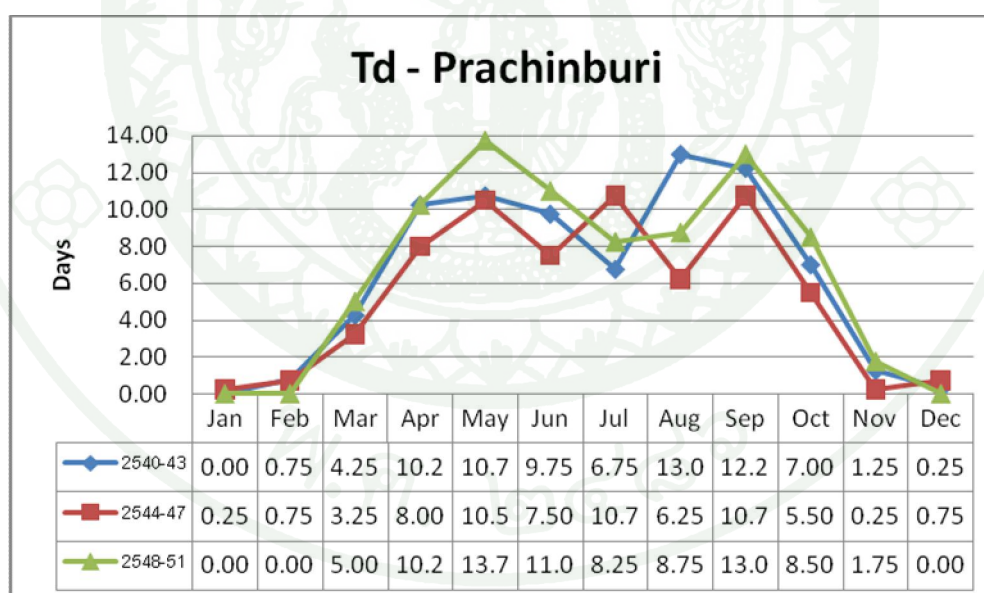
ภาพที่ 60 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคกลาง ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



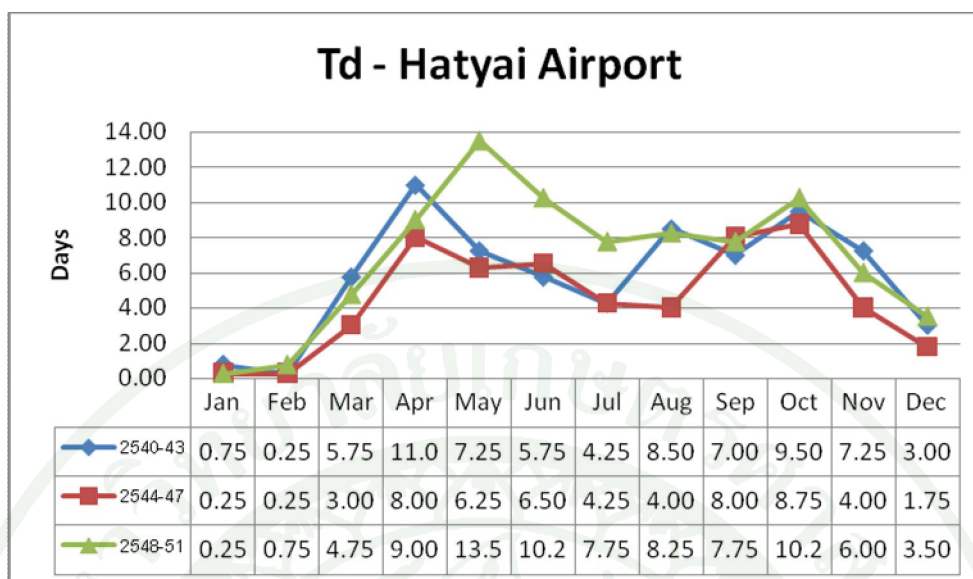
ภาพที่ 61 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคกลาง ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



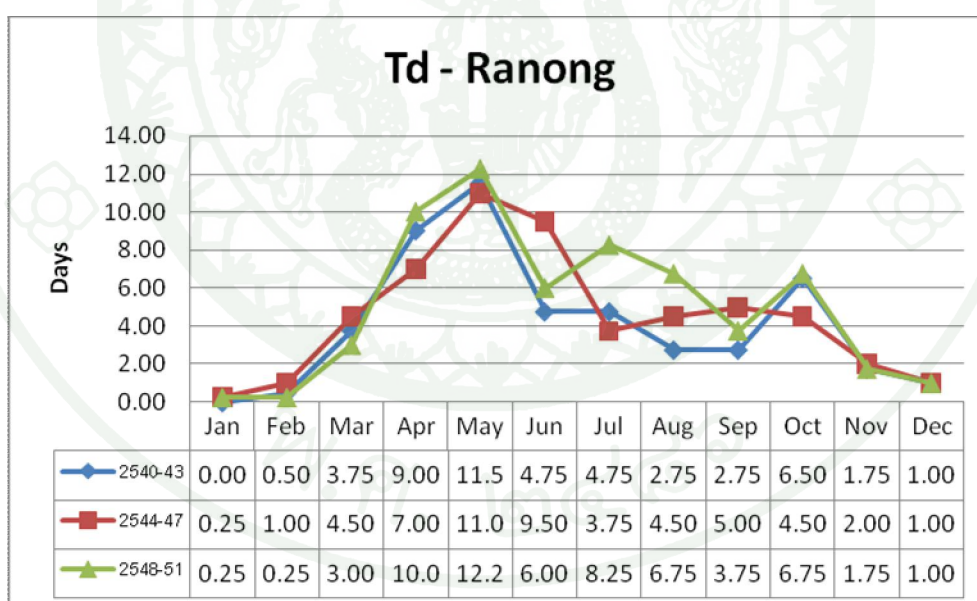
ภาพที่ 62 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



ภาพที่ 63 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



ภาพที่ 64 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคใต้ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551



ภาพที่ 65 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ทางภาคใต้ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนเฉลี่ย ทุก ๆ 4 ปี ของทุกภาคในประเทศไทย พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2551 (สีเขียว) มีค่าสูงกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2544 – 2547 (สีแดง) และในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2543 (สีฟ้า) เมื่อคัดเลือกลงจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จากจำนวน 71 สถานี ในภาคต่าง ๆ จำนวน 2 สถานี พบว่ามีค่าสูงกว่าเดิมในช่วงปี ก่อน ๆ เช่นกัน ดังภาพที่ 36 – ภาพที่ 45

ตารางที่ 53 ค่า Td ของประเทศไทยกับอุณหภูมิเฉลี่ยโลกในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551

พ.ศ.	อุณหภูมิเฉลี่ยโลก (°C)	Td - เฉลี่ยประเทศไทย (วัน)
2540	14.36	54.75
2541	14.52	53.38
2542	14.26	60.21
2543	14.24	59.52
2544	14.40	56.96
2545	14.46	57.61
2546	14.46	53.90
2547	14.43	50.25
2548	14.48	59.61
2549	14.42	60.34
2550	14.40	62.06
2551	14.31	63.90

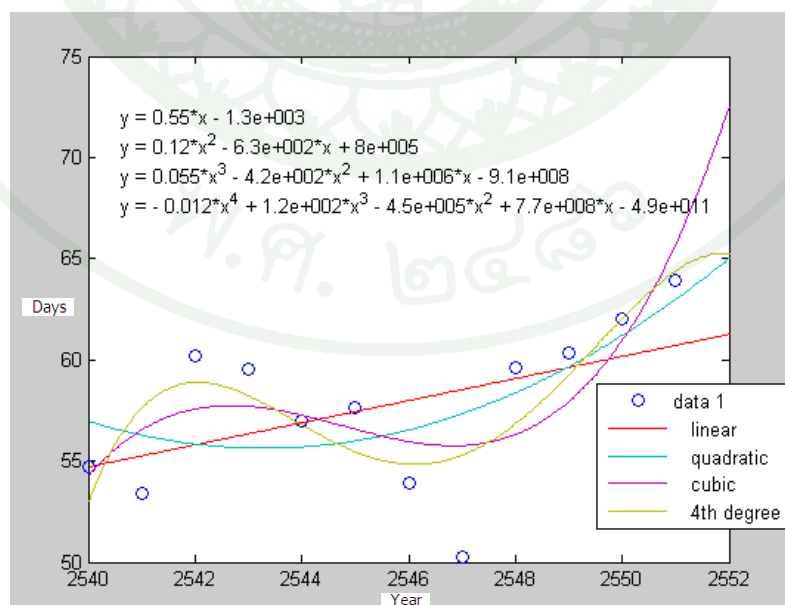
ตารางที่ 54 ช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 ที่อุณหภูมิเฉลี่ยโลกมีการเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm days – Td) ของประเทศไทย

พ.ศ.	อุณหภูมิเฉลี่ยโลก		Td เฉลี่ยประเทศไทย	
	ผลต่าง (°C)	%	ผลต่าง (วัน)	%
2540-41	0.16	1.11	-1.36	-2.48
2543-44	0.16	1.12	-2.56	-4.30
2544-45	0.06	0.42	0.65	1.14
2547-48	0.05	0.35	9.35	18.61
ค่าเฉลี่ย	0.11	0.75	1.52	3.24

จากการวิเคราะห์จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm days - Td) ของประเทศไทย กับอุณหภูมิเฉลี่ยโลก ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2551 เรียงตามลำดับปี ดังตารางที่ 53 โดยสังเกตการผันแปรของทั้งสองตัวแปรค่า โดยวิเคราะห์การเพิ่มของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเป็นลักษณะผลต่าง ปีต่อปี แล้วเฉลี่ยออกมาเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ (%) ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 4 ช่วง ที่มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จึงนำมาหาความสัมพันธ์ของผลกระทบต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองในประเทศไทย

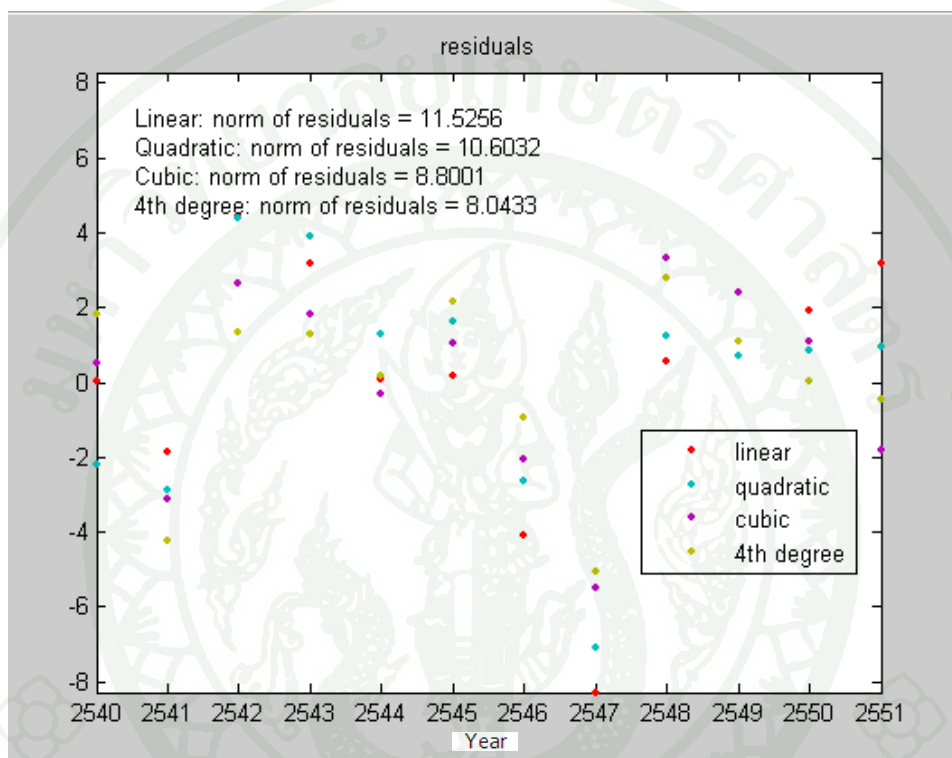
เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่าทุก ๆ ครั้งที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นทุก ๆ 0.75 % ทำให้มีจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองเพิ่มขึ้นในประเทศไทยทุก ๆ 3.24 % หรือทุก ๆ ครั้งที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ทุก ๆ 1% ส่งผลให้มีจำนวนฟ้าผ่าในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น 4 % ดังตารางที่ 54 ตามทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างฟ้าผ่ากับอุณหภูมิ (Price, 2009)

เมื่อทดลองนำข้อมูลของจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm days - Td) ของประเทศไทย ดังตารางที่ 53 มาทดลองหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยการสร้างฟังก์ชันอย่างประมาณโดยใช้วิธีการฟิตเส้นโค้ง (Curve Fitting) ด้วยโปรแกรม MATLAB โดยการฟิตจุดต่าง ๆ ของข้อมูลให้ใกล้เคียงเป็นเส้นตรง (Linear) และเป็นเส้นโค้งแทนด้วยสมการของโพลิโนเมียลอันดับ n โดยวิธีการเพิ่มอันดับโพลิโนเมียลอันดับ n ให้สูงขึ้นเพื่อการประมาณค่าให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 66



ภาพที่ 66 การเพิ่มอันดับโพลิโนเมียลให้อันดับสูงขึ้นเพื่อการประมาณค่าที่ถูกต้องมากขึ้น

เส้นกราฟที่ได้จะแกว่งไปมาในระหว่างจุดต่าง ๆ ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดในการฟิตข้อมูลด้วยเส้นโค้ง จึงต้องใช้วิธีที่เรียกว่า **Norm of Residuals** คือการหาค่าน้อยที่สุดของผลรวมความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง เลือกสมการในการฟิตข้อมูลด้วยเพื่อให้ความเชื่อมั่นว่าใกล้เคียงหรือถูกต้อง ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์ที่นิยมใช้กัน



ภาพที่ 67 การหาค่าน้อยที่สุดของผลรวมความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Norm of Residuals)

จากการหาความคลาดเคลื่อนโดยการเพิ่มอันดับพหุนามอันดับ n ให้มากขึ้น ทำให้พบว่า มีความถูกต้องเพิ่มขึ้น สังเกตได้จาก Norm of Residuals ที่มีค่าลดลงเรื่อยๆ หลังจากที่ได้ทดลองเพิ่มอันดับ n ให้มากขึ้น ดังภาพที่ 67 แต่การเพิ่มอันดับ n ให้สูงขึ้น ก็อาจจะถูกต้องจริง เพราะว่า อันดับ $n = 4$ ค่า Norm of Residuals น้อยที่สุดแตเมื่อนำมาคาดคะเนในอนาคตจะพบว่ายิ่งเพิ่มค่า X มากขึ้นจะทำให้ได้ค่า y ที่ติดลบ หมายถึงได้ค่าข้อมูลที่ลดลงเรื่อยๆ จนถึงค่าข้อมูลติดลบ ซึ่งถือว่าไม่ตรงตามหลักความเป็นจริง

จึงได้เลือกการเพิ่มอันดับพหุนามไม่เกินอันดับ $n = 3$ ในการสร้างสร้างฟังก์ชันอย่างประมาณเพื่อที่จะคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคต

Select data: data 1

☐ Center and scale X data

Plot fits

Check to display fits on figure

- ☐ spline interpolant
- ☐ shape-preserving interpolant
- ☒ linear
- ☐ quadratic
- ☐ cubic
- ☐ 4th degree polynomial
- ☐ 5th degree polynomial
- ☐ 6th degree polynomial
- ☐ 7th degree polynomial
- ☐ 8th degree polynomial
- ☐ 9th degree polynomial
- ☐ 10th degree polynomial

☒ Show equations

Significant digits: 2

☐ Plot residuals

Scatter plot

Separate figure

☐ Show norm of residuals

Numerical results

Fit: linear

Coefficients and norm of residuals

$y = p1 \cdot x^1 + p2$

Coefficients:

$p1 = 0.54647$
 $p2 = -1333.3$

Norm of residuals = 11.526

Find $Y = f(X)$

Enter value(s) or a valid MATLAB expression such as X, 1:2:10 or [10 15]

2552:1:2558 Evaluate

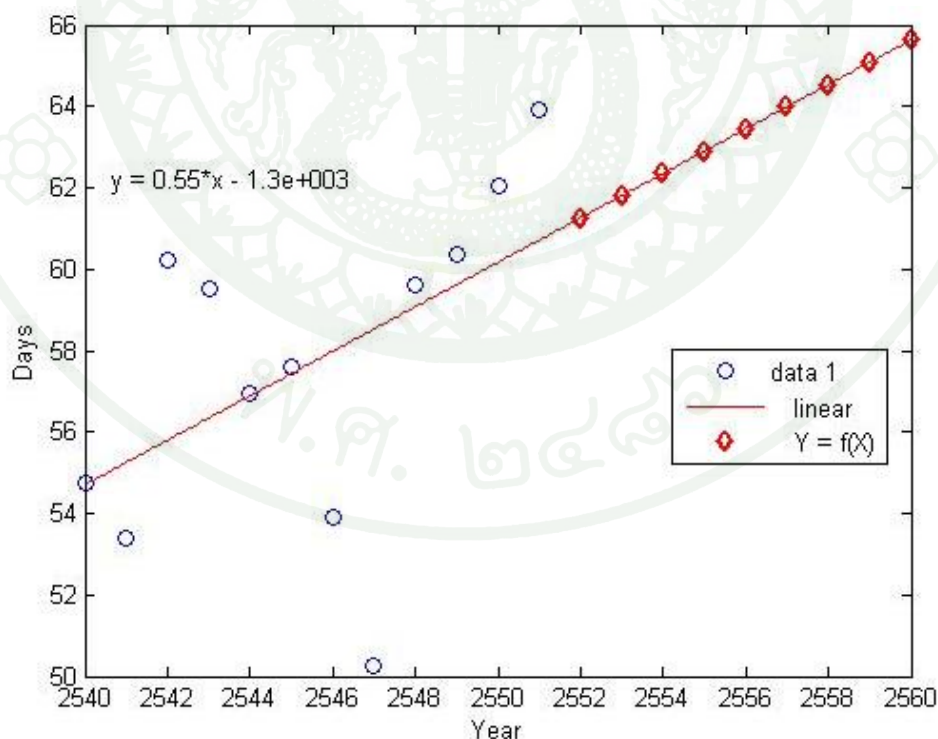
X	f(X)
2.55e+003	61.3
2.55e+003	61.8
2.55e+003	62.4
2.56e+003	62.9
2.56e+003	63.4
2.56e+003	64
2.56e+003	64.5

Save to workspace...

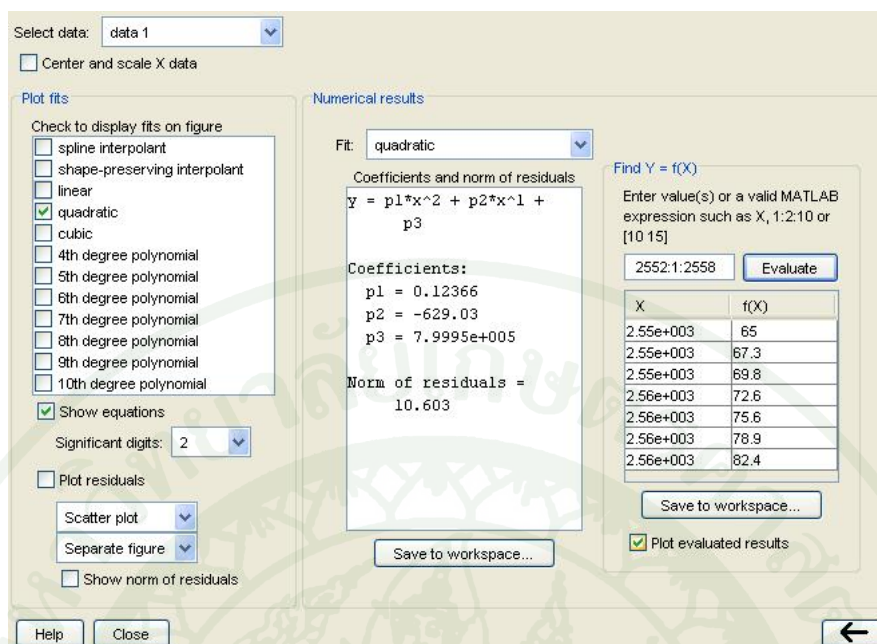
☒ Plot evaluated results

Help Close

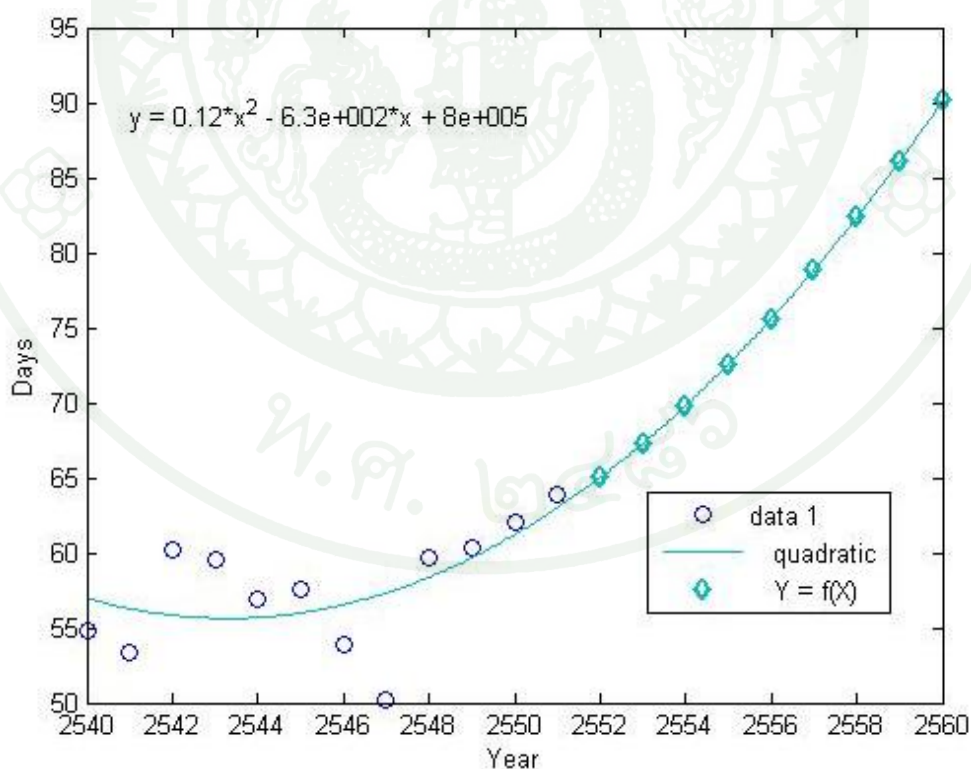
ภาพที่ 68 เลือกฟิตจุดต่าง ๆ ของข้อมูลและคาดคะเนค่าด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Linear



ภาพที่ 69 รูปแบบจำลองแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง Thunderstorm days ในอนาคตของประเทศไทยด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Linear โดยการคาดคะเนไว้ถึง พ.ศ. 2560



ภาพที่ 70 เลือกฟิตจุดต่าง ๆ ของข้อมูลและคาดคะเนค่าด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Quadratic



ภาพที่ 71 รูปแบบจำลองแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง Thunderstorm days ในอนาคตของประเทศไทยด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Quadratic โดยการคาดคะเนไว้ถึง พ.ศ. 2560

Select data: data 1

☐ Center and scale X data

Plot fits

Check to display fits on figure

- ☐ spline interpolant
- ☐ shape-preserving interpolant
- ☐ linear
- ☐ quadratic
- ☒ cubic
- ☐ 4th degree polynomial
- ☐ 5th degree polynomial
- ☐ 6th degree polynomial
- ☐ 7th degree polynomial
- ☐ 8th degree polynomial
- ☐ 9th degree polynomial
- ☐ 10th degree polynomial

☒ Show equations

Significant digits: 2

☐ Plot residuals

Scatter plot

Separate figure

☐ Show norm of residuals

Numerical results

Fit: cubic

Coefficients and norm of residuals

$$Y = p1 \cdot x^3 + p2 \cdot x^2 + p3 \cdot x^1 + p4$$

Coefficients:

p1 = 0.054959
p2 = -419.57
p3 = 1.0677e+006
p4 = -9.0567e+008

Norm of residuals = 8.8001

Find Y = f(X)

Enter value(s) or a valid MATLAB expression such as X, 1:2:10 or [10 15]

2552:1:2558 Evaluate

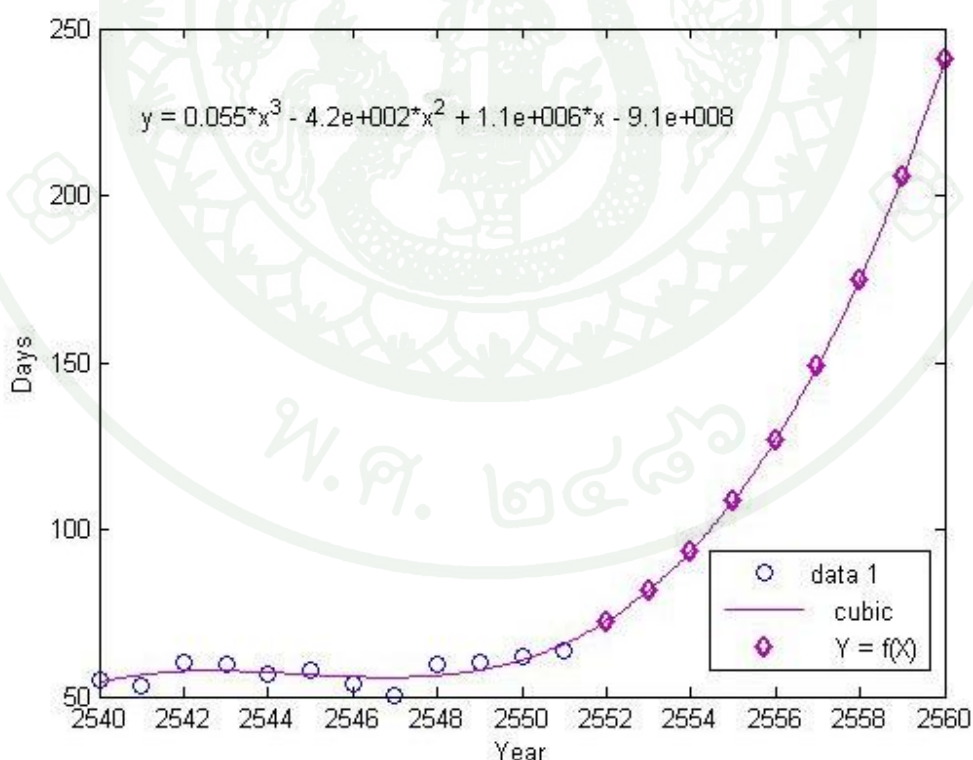
X	f(X)
2.55e+003	72.5
2.55e+003	81.7
2.55e+003	93.6
2.56e+003	109
2.56e+003	127
2.56e+003	149
2.56e+003	175

Save to workspace...

☒ Plot evaluated results

Help Close

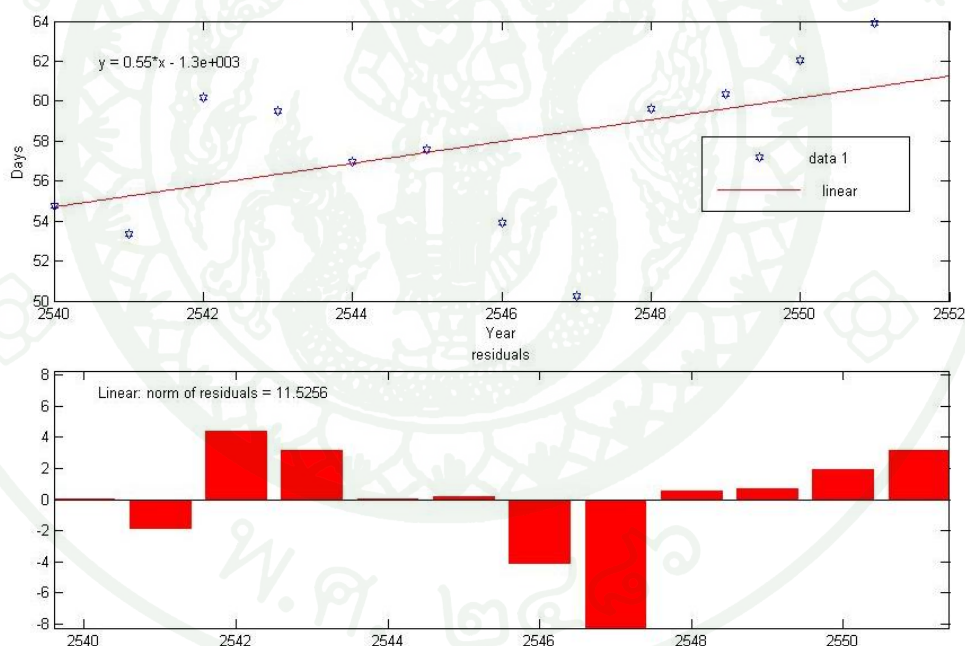
ภาพที่ 72 เลือกฟิตจุดต่าง ๆ ของข้อมูลและคาดคะเนค่าด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Cubic



ภาพที่ 73 รูปแบบจำลองแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง Thunderstorm days ในอนาคตของประเทศไทยด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Cubic โดยการคาดคะเนไว้ถึง พ.ศ. 2560

จากการรูปแบบจำลองประเภทต่าง ๆ การเลือกใช้วิธีการฟิตเส้นโค้ง (Curve Fitting) ด้วยโปรแกรม MATLAB ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยการในพิจารณา จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ในอนาคตของประเทศไทย เลือกฟังก์ชัน Linear ดังภาพที่ 69 เลือกฟังก์ชัน Quadratic ดังภาพที่ 71 และเลือกฟังก์ชัน Cubic ดังภาพที่ 73 แสดงให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorm days - Td) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

การฟิตเส้นเป็น โค้งด้วยโพลิโนเมียลอันดับสูงยังไม่ใช่วิธีที่ดี การสร้างฟังก์ชันอย่างประมาณที่มีการฟิตรูปร่างหรือแนวโค้งของจุดต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องผ่านทุก ๆ จุด สำหรับการหาแนวโน้มจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองในอนาคตของประเทศไทย โดยเลือกฟังก์ชัน Linear จึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะเมื่อเส้นตรงผ่านจุดกึ่งกลางระหว่างจุด จะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนหักล้างพอดีดังสมการที่ 14 ที่ค่า X หนึ่ง ๆ ก็จะมีการคาดเคลื่อนเกิดขึ้น ดังภาพที่ 74



ภาพที่ 74 ค่า Norm of Residuals ในแต่ละปี จากการคาดคะเนค่าด้วยวิธีการเลือกใช้ฟังก์ชัน Linear

8. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรกับจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองในประเทศไทย

การศึกษาถึงตัวแปรใดที่มีอิทธิพลต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองของประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย จากตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 5 ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย จากตารางที่ 6 ถึงตารางที่ 8 ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 10 ถึงตารางที่ 12 ข้อมูลปริมาณฝนรวม จากตารางที่ 14 ถึงตารางที่ 16 ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. จากตารางที่ 17 ถึงตารางที่ 19 ข้อมูลจำนวนวันที่มีฝนตก จากตารางที่ 20 ถึงตารางที่ 22 ข้อมูลความเร็วลม จากตารางที่ 24 ถึงตารางที่ 26 ข้อมูลจำนวนเมฆ จากตารางที่ 28 ถึงตารางที่ 30 และข้อมูลจำนวนวันที่เกิดวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง จากตารางที่ 35 ถึงตารางที่ 37 ซึ่งข้อมูลทั้งหมด เป็นข้อมูลรายเดือนเฉลี่ย ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2551 นำข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้มาแทนค่าในสมการที่ 16 เพื่อหาค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ (X) ในโปรแกรม MATLAB ใช้คำสั่ง

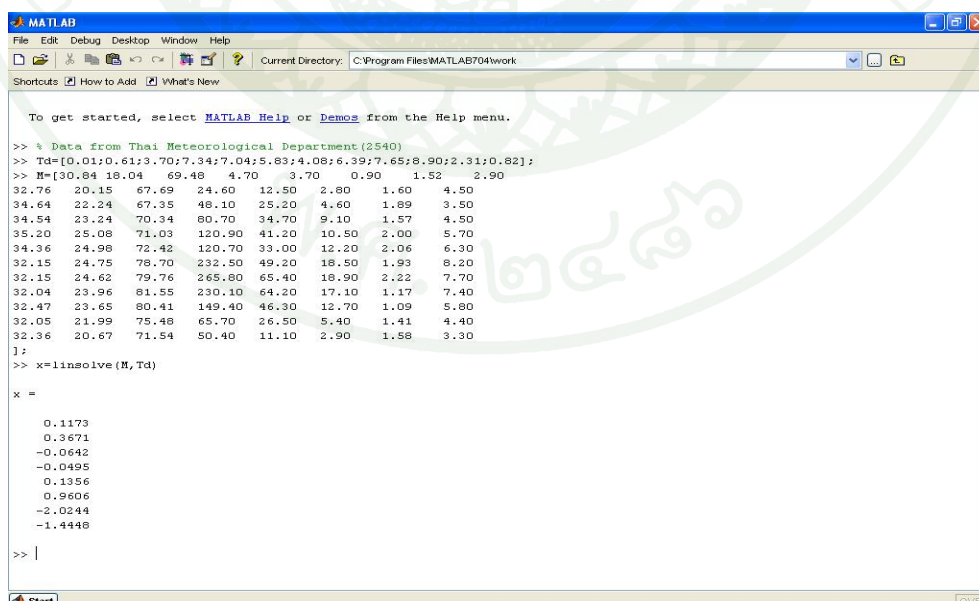
$$X = \text{linsolve} (M, Td) \quad (17)$$

เมื่อ

Td คือ จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง รายเดือนต่อปี

M คือ ข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ รายเดือนต่อปี

x คือ ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ รายเดือนต่อปี



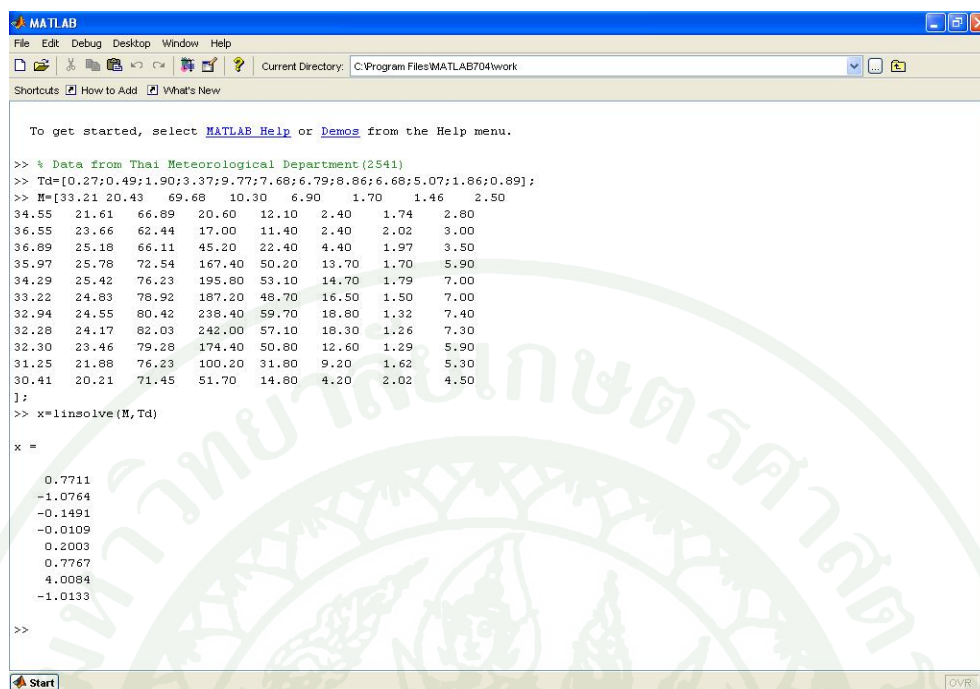
```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
>> * Data from Thai Meteorological Department (2540)
>> Td=[0.01;0.61;3.70;7.34;7.04;5.83;4.08;6.39;7.65;8.90;2.31;0.82];
>> M=[30.84 18.04 69.48 4.70 3.70 0.90 1.52 2.90
32.76 20.15 67.69 24.60 12.50 2.80 1.60 4.50
34.64 22.24 67.35 48.10 25.20 4.60 1.89 3.50
34.54 23.24 70.34 80.70 34.70 9.10 1.57 4.50
35.20 25.08 71.03 120.90 41.20 10.50 2.00 5.70
34.36 24.98 72.42 120.70 33.00 12.20 2.06 6.30
32.15 24.75 78.70 232.50 49.20 18.50 1.93 8.20
32.15 24.62 79.76 265.80 65.40 18.90 2.22 7.70
32.04 23.96 81.55 230.10 64.20 17.10 1.17 7.40
32.47 23.65 80.41 149.40 46.30 12.70 1.09 5.80
32.05 21.99 75.48 65.70 26.50 9.40 1.41 4.40
32.36 20.67 71.54 50.40 11.10 2.90 1.58 3.30
];
>> x=linsolve(M,Td)

x =

    0.1173
    0.3671
   -0.0642
   -0.0495
    0.1356
    0.9606
   -2.0244
   -1.4448
  
```

ภาพที่ 75 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2540



```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts How to Add What's New

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2541)
>> Td=[0.27;0.49;1.90;3.37;9.77;7.68;6.79;8.86;6.68;5.07;1.86;0.89];
>> M=[33.21 20.43 69.68 10.30 6.90 1.70 1.46 2.50
34.55 21.61 66.89 20.60 12.10 2.40 1.74 2.80
36.55 23.66 62.44 17.00 11.40 2.40 2.02 3.00
36.89 25.18 66.11 45.20 22.40 4.40 1.97 3.50
35.97 25.78 72.54 167.40 50.20 13.70 1.70 5.90
34.29 25.42 76.23 195.80 53.10 14.70 1.79 7.00
33.22 24.83 78.92 187.20 48.70 16.50 1.50 7.00
32.94 24.55 80.42 238.40 59.70 18.80 1.32 7.40
32.28 24.17 82.03 242.00 57.10 18.30 1.26 7.30
32.30 23.46 79.28 174.40 50.80 12.60 1.29 5.90
31.25 21.88 76.23 100.20 31.80 9.20 1.62 5.30
30.41 20.21 71.45 51.70 14.80 4.20 2.02 4.50
];
>> x=linsolve(M,Td)

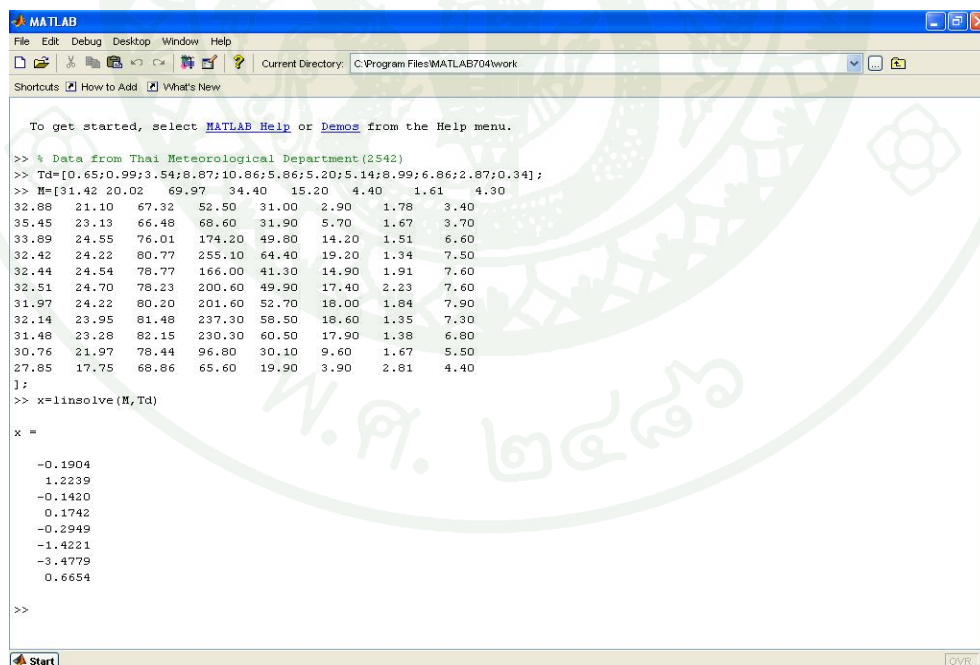
x =

    0.7711
   -1.0764
   -0.1491
   -0.0109
    0.2003
    0.7767
    4.0084
   -1.0133

>>

```

ภาพที่ 76 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2541



```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts How to Add What's New

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2542)
>> Td=[0.65;0.99;3.54;8.87;10.86;5.86;5.20;5.14;8.99;6.86;2.87;0.34];
>> M=[31.42 20.02 69.97 34.40 15.20 4.40 1.61 4.30
32.88 21.10 67.32 52.50 31.00 2.90 1.78 3.40
35.45 23.13 66.48 68.60 31.90 5.70 1.67 3.70
33.89 24.55 76.01 174.20 49.80 14.20 1.51 6.60
32.42 24.22 80.77 255.10 64.40 19.20 1.34 7.50
32.44 24.54 78.77 166.00 41.30 14.90 1.91 7.60
32.51 24.70 78.23 200.60 49.90 17.40 2.23 7.60
31.97 24.22 80.20 201.60 52.70 18.00 1.84 7.90
32.14 23.95 81.48 237.30 58.50 18.60 1.35 7.30
31.48 23.28 82.15 230.30 60.50 17.90 1.38 6.80
30.76 21.97 78.44 96.80 30.10 9.60 1.67 5.50
27.85 17.75 68.86 65.60 19.90 3.90 2.81 4.40
];
>> x=linsolve(M,Td)

x =

   -0.1904
    1.2239
   -0.1420
    0.1742
   -0.2949
   -1.4221
   -3.4779
    0.6654

>>

```

ภาพที่ 77 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2542

```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Shortcuts [?] How to Add [?] What's New
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2543)
>> Td=[0.48;2.11;2.86;8.96;9.89;7.58;5.68;6.24;7.21;6.59;1.17;0.70];
>> M=[31.72 19.76 70.76 17.20 7.10 2.70 1.74 3.50
32.29 20.02 69.54 47.60 25.80 5.00 1.61 4.10
34.37 22.27 67.65 60.00 24.80 4.90 1.54 4.30
34.03 24.25 75.80 178.90 54.50 13.30 1.38 6.10
33.12 24.55 79.08 220.60 59.40 16.70 1.61 7.00
32.24 24.47 80.68 240.00 58.60 19.30 1.61 8.00
32.14 24.32 79.65 201.10 50.40 18.40 1.83 7.70
32.18 24.39 79.59 252.10 61.40 17.70 1.90 7.80
31.78 23.76 81.59 221.20 58.70 17.60 1.31 7.40
31.93 23.64 81.28 185.40 47.10 16.20 1.32 6.70
31.00 20.69 73.55 106.60 27.60 4.30 1.92 3.90
31.43 20.54 71.92 55.50 13.30 3.20 1.69 3.80
];
>> x=linsolve(M,Td)

x =

    1.8278
   -1.2895
   -0.2237
    0.0758
   -0.1137
    1.6683
   -1.5529
   -5.3604

>>

```

ภาพที่ 78 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2543

```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Shortcuts [?] How to Add [?] What's New
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2544)
>> Td=[0.66;0.38;5.42;4.99;9.38;6.34;5.21;5.23;8.34;8.66;1.49;0.83];
>> M=[32.15 20.82 72.54 46.40 18.20 3.90 1.43 4.10
33.51 20.82 67.61 8.80 6.10 1.50 1.52 3.10
32.95 23.10 75.01 159.60 51.90 11.40 1.50 5.70
36.68 25.26 68.89 50.30 23.90 5.30 1.61 4.00
33.18 24.64 79.25 228.00 52.40 18.60 1.71 7.10
32.78 24.69 78.44 191.30 49.30 16.80 1.89 7.70
32.44 24.77 79.07 175.70 42.90 16.50 2.01 7.60
32.19 24.72 80.00 252.00 66.50 18.40 2.16 8.00
32.56 24.18 81.06 216.70 53.70 17.30 1.19 7.10
32.03 23.74 82.34 223.90 50.50 19.00 1.17 6.60
30.15 20.07 73.59 57.60 21.90 5.20 2.02 4.10
30.72 20.09 72.18 49.60 18.70 3.40 1.93 3.80
];
>> x=linsolve(M,Td)

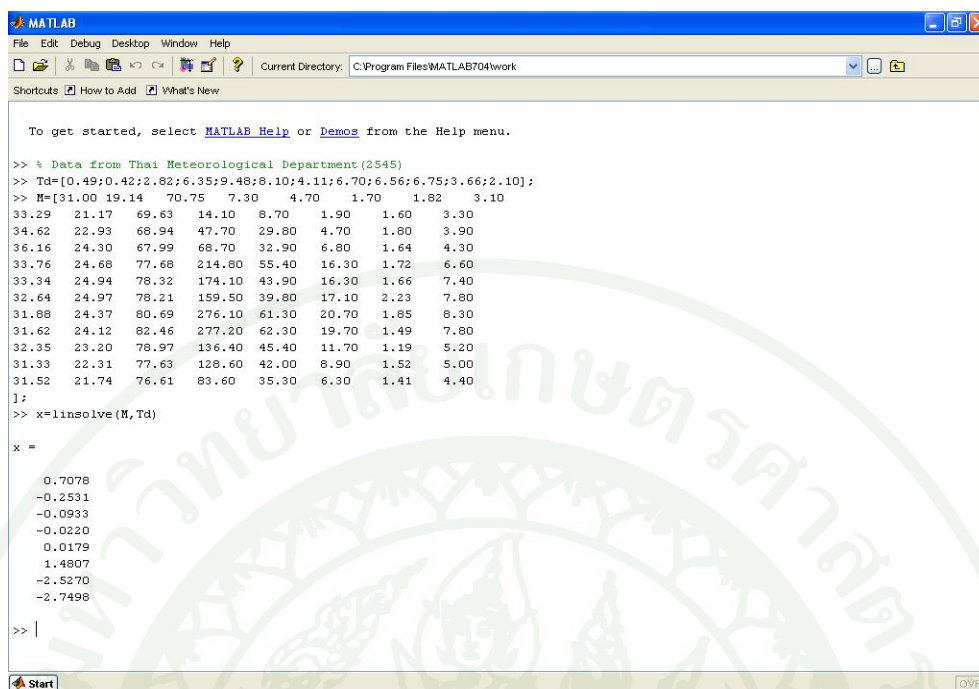
x =

   -0.0364
    0.5382
   -0.0420
   -0.0209
    0.0587
    0.9442
   -0.9221
   -2.0723

>>

```

ภาพที่ 79 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2544



```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts How to Add What's New

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2545)
>> Td=[0.49;0.42;2.82;6.35;9.48;8.10;4.11;6.70;6.56;6.75;3.66;2.10];
>> M=[31.00 19.14 70.75 7.30 4.70 1.70 1.82 3.10
33.29 21.17 69.63 14.10 8.70 1.90 1.60 3.30
34.62 22.93 68.94 47.70 29.80 4.70 1.80 3.90
36.16 24.30 67.99 68.70 32.90 6.80 1.64 4.30
33.76 24.68 77.68 214.80 55.40 16.30 1.72 6.60
33.34 24.94 78.32 174.10 43.90 16.30 1.66 7.40
32.64 24.97 78.21 159.50 39.80 17.10 2.23 7.80
31.88 24.37 80.69 276.10 61.30 20.70 1.85 8.30
31.62 24.12 82.46 277.20 62.30 19.70 1.49 7.80
32.35 23.20 78.97 136.40 45.40 11.70 1.19 5.20
31.33 22.31 77.63 128.60 42.00 8.90 1.52 5.00
31.52 21.74 76.61 83.60 35.30 6.30 1.41 4.40
];
>> x=linsolve(M,Td)

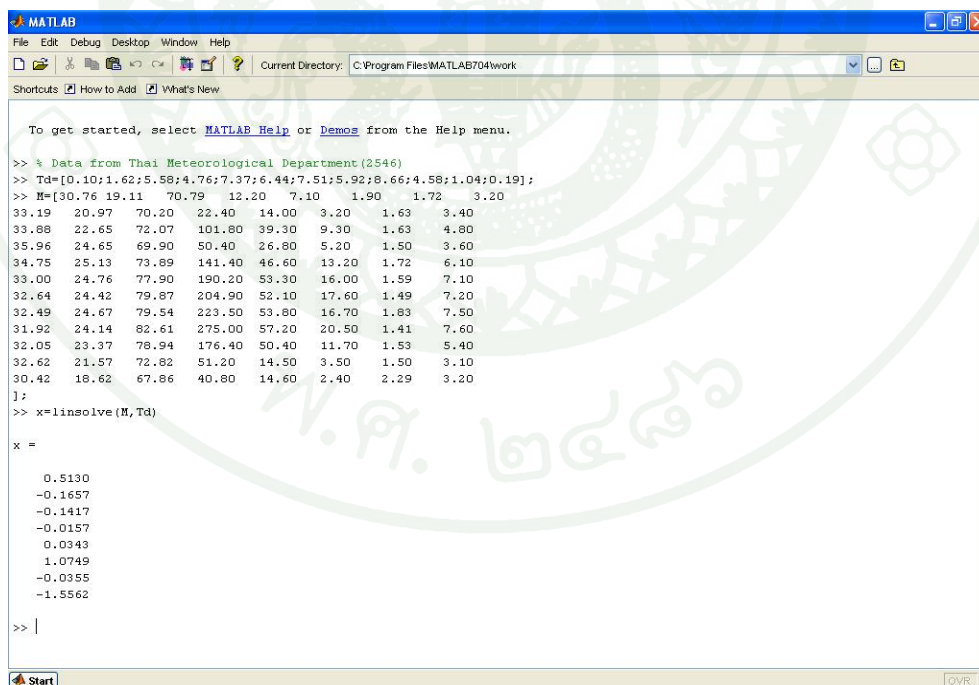
x =

    0.7078
   -0.2531
   -0.0933
   -0.0220
    0.0179
    1.4807
   -2.5270
   -2.7498

>> |

```

ภาพที่ 80 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2545



```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts How to Add What's New

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2546)
>> Td=[0.10;1.62;5.58;4.76;7.37;6.44;7.51;5.92;8.66;4.58;1.04;0.19];
>> M=[30.76 19.11 70.79 12.20 7.10 1.90 1.72 3.20
33.19 20.97 70.20 22.40 14.00 3.20 1.63 3.40
33.88 22.65 72.07 101.80 39.30 9.30 1.63 4.80
35.96 24.65 69.90 50.40 26.80 5.20 1.50 3.60
34.75 25.13 73.89 141.40 46.60 13.20 1.72 6.10
33.00 24.76 77.90 190.20 53.30 16.00 1.59 7.10
32.64 24.42 79.87 204.90 52.10 17.60 1.49 7.20
32.49 24.67 79.54 223.50 53.80 16.70 1.83 7.50
31.92 24.14 82.61 275.00 57.20 20.50 1.41 7.60
32.05 23.37 78.94 176.40 50.40 11.70 1.53 5.40
32.62 21.57 72.82 51.20 14.50 3.50 1.50 3.10
30.42 18.62 67.86 40.80 14.60 2.40 2.29 3.20
];
>> x=linsolve(M,Td)

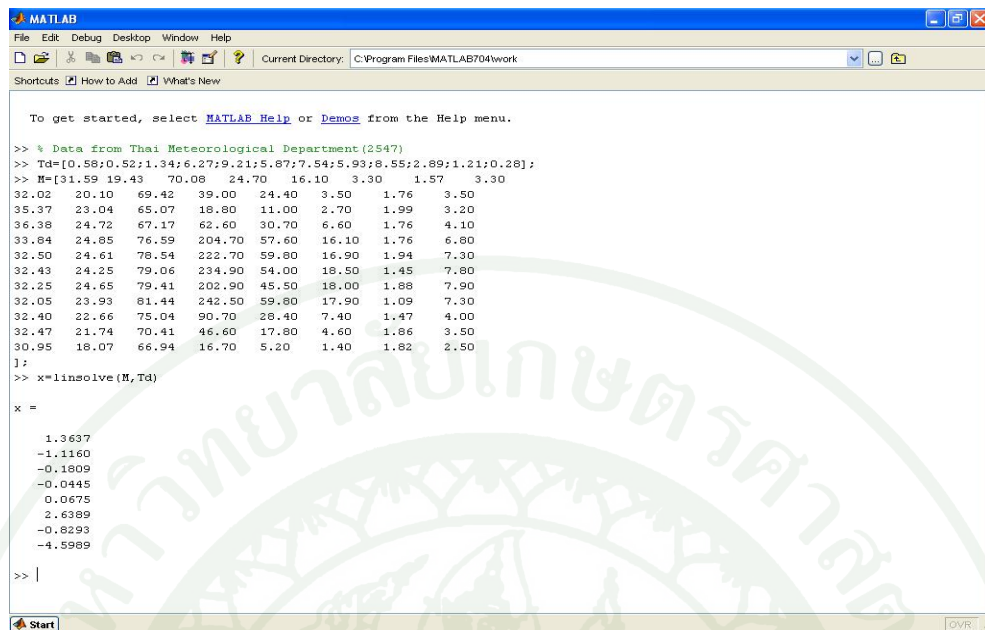
x =

    0.5130
   -0.1657
   -0.1417
   -0.0157
    0.0343
    1.0749
   -0.0355
   -1.5562

>> |

```

ภาพที่ 81 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2546



```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts [?] How to Add [?] What's New

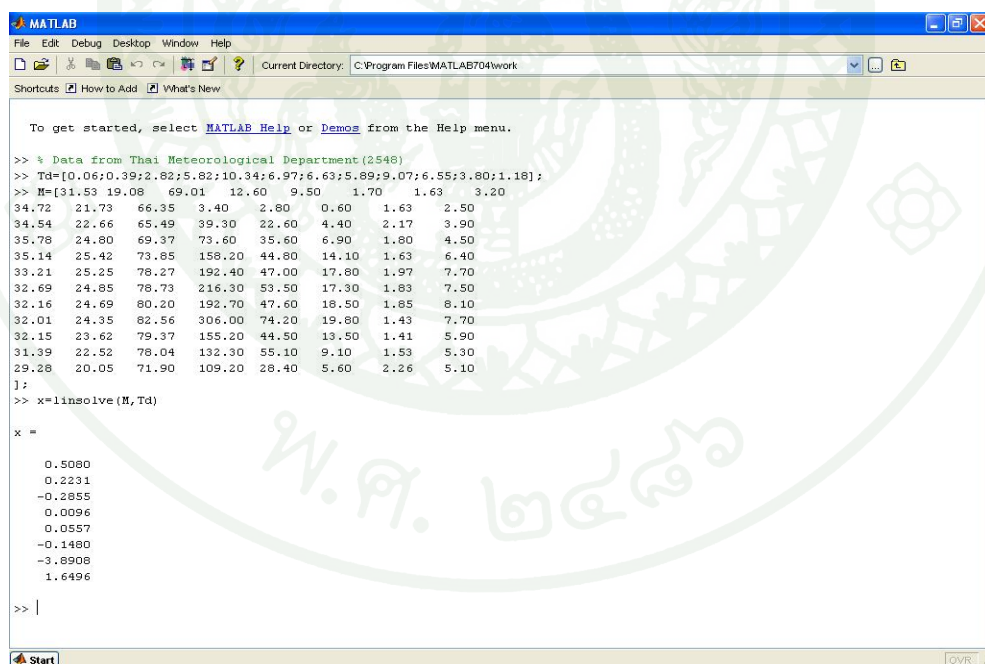
To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2547)
>> Td=[0.58;0.52;1.34;6.27;9.21;5.87;7.54;5.93;8.55;2.89;1.21;0.28];
>> M=[31.59 19.43 70.08 24.70 16.10 3.30 1.57 3.30
32.02 20.10 69.42 39.00 24.40 3.50 1.76 3.50
35.37 23.04 65.07 18.80 11.00 2.70 1.99 3.20
36.38 24.72 67.17 62.60 30.70 6.60 1.76 4.10
33.84 24.85 76.59 204.70 57.60 16.10 1.76 6.80
32.50 24.61 78.54 222.70 59.80 16.90 1.94 7.30
32.43 24.25 79.06 234.90 54.00 18.50 1.45 7.80
32.25 24.65 79.41 202.90 45.50 18.00 1.88 7.90
32.05 23.93 81.44 242.50 59.80 17.90 1.09 7.30
32.40 22.66 75.04 90.70 28.40 7.40 1.47 4.00
32.47 21.74 70.41 46.60 17.80 4.60 1.86 3.50
30.95 18.07 66.94 16.70 5.20 1.40 1.82 2.50
];
>> x=linsolve(M,Td)

x =

    1.3637
   -1.1160
   -0.1809
   -0.0445
    0.0675
    2.6389
   -0.8293
   -4.5989
  
```

ภาพที่ 82 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2547



```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts [?] How to Add [?] What's New

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2548)
>> Td=[0.06;0.39;2.82;5.82;10.34;6.97;6.63;5.89;9.07;6.55;3.80;1.18];
>> M=[31.53 19.08 69.01 12.60 9.50 1.70 1.63 3.20
34.72 21.73 66.35 3.40 2.80 0.60 1.63 2.50
34.54 22.66 65.49 39.30 22.60 4.40 2.17 3.90
35.78 24.80 69.37 73.60 35.60 6.90 1.80 4.50
35.14 25.42 73.85 158.20 44.80 14.10 1.63 6.40
33.21 25.25 78.27 192.40 47.00 17.80 1.97 7.70
32.69 24.85 78.73 216.30 53.50 17.30 1.83 7.50
32.16 24.69 80.20 192.70 47.60 18.50 1.85 8.10
32.01 24.35 82.56 306.00 74.20 19.80 1.43 7.70
32.15 23.62 79.37 155.20 44.50 13.50 1.41 5.90
31.39 22.52 78.04 132.30 55.10 9.10 1.53 5.30
29.28 20.05 71.90 109.20 28.40 5.60 2.26 5.10
];
>> x=linsolve(M,Td)

x =

    0.5080
    0.2231
   -0.2855
    0.0096
    0.0557
   -0.1480
   -3.8908
    1.6496
  
```

ภาพที่ 83 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2548

```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts [?] How to Add [?] What's New

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2549)
>> Td=[0.15;1.07;4.00;8.68;9.37;8.69;5.56;6.34;7.77;5.52;2.35;0.73];
>> M=[31.86 19.14 69.50 46.00 23.30 5.70 1.64 2.40
33.18 21.75 68.97 38.10 20.10 4.00 2.00 3.60
34.96 23.46 68.14 69.60 34.60 5.00 2.05 3.80
35.00 24.59 72.52 117.00 45.60 10.00 1.69 5.00
33.28 24.52 76.92 215.10 56.00 16.60 1.60 6.50
33.30 24.87 78.15 183.90 48.40 16.80 1.73 6.80
32.15 24.95 79.96 248.00 58.00 19.00 2.42 8.10
32.04 24.55 80.19 241.00 56.80 18.70 2.22 7.90
32.14 24.15 81.27 253.20 59.70 18.60 1.38 6.80
32.16 23.65 79.90 205.00 60.90 13.30 1.54 5.20
32.91 22.19 73.35 45.40 16.90 4.60 1.46 2.70
30.91 19.57 68.08 28.10 10.00 3.10 2.40 2.90
];
>> x=linsolve(M,Td)

x =

-0.0398
1.7335
-0.4345
0.0023
-0.0305
0.9728
-0.4453
-2.0412

```

ภาพที่ 84 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2549

```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts [?] How to Add [?] What's New

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

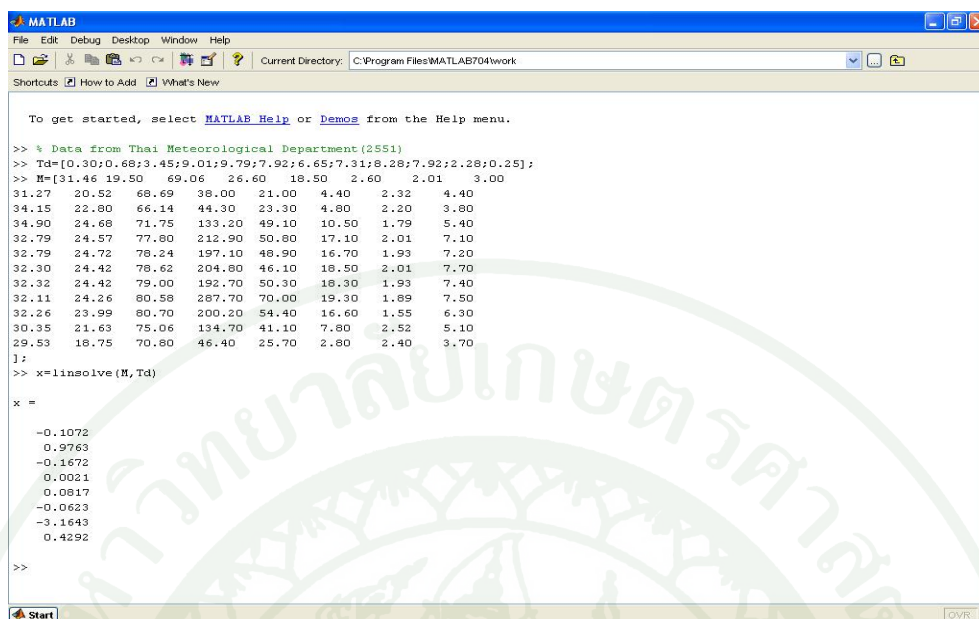
>> % Data from Thai Meteorological Department (2550)
>> Td=[0.13;0.87;2.77;7.69;11.00;9.93;6.97;6.68;8.37;5.01;1.39;0.35];
>> M=[31.21 19.25 66.65 22.10 12.90 2.10 2.29 3.20
33.27 20.35 65.11 10.40 7.00 1.60 2.00 2.50
35.39 23.23 65.72 37.40 21.60 3.70 2.06 3.40
35.51 24.61 68.30 113.30 40.70 9.60 2.03 4.60
32.93 24.69 78.68 276.40 65.60 19.10 1.67 6.90
33.83 25.18 77.20 181.80 49.40 16.00 1.67 6.50
32.75 24.78 77.92 196.20 50.80 16.70 1.99 7.30
32.30 24.72 78.63 207.10 50.50 18.00 2.13 7.80
32.31 24.38 80.49 247.70 57.30 17.70 1.54 7.30
31.19 23.46 79.51 218.50 65.40 15.00 1.94 6.60
30.26 20.74 71.48 60.10 23.70 5.80 2.32 4.60
31.61 20.33 70.63 25.70 6.70 2.30 1.89 3.20
];
>> x=linsolve(M,Td)

x =

-0.1956
0.7973
-0.0149
-0.0134
-0.0182
1.4379
-0.1649
-3.4224

```

ภาพที่ 85 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2550



```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts [?] How to Add [?] What's New

To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.

>> % Data from Thai Meteorological Department (2551)
>> Td=[0.30;0.68;3.45;9.01;9.79;7.92;6.65;7.31;8.28;7.92;2.28;0.25];
>> M=[31.46 19.50 69.06 26.60 18.50 2.60 2.01 3.00
31.27 20.52 68.69 38.00 21.00 4.40 2.32 4.40
34.15 22.80 66.14 44.30 23.30 4.80 2.20 3.80
34.90 24.68 71.75 133.20 49.10 10.50 1.79 5.40
32.79 24.57 77.80 212.90 50.80 17.10 2.01 7.10
32.79 24.72 78.24 197.10 48.90 16.70 1.93 7.20
32.30 24.42 78.62 204.80 46.10 18.50 2.01 7.70
32.32 24.42 79.00 192.70 50.30 18.30 1.93 7.40
32.11 24.26 80.58 287.70 70.00 19.30 1.89 7.50
32.26 23.99 80.70 200.20 54.40 16.60 1.55 6.30
30.35 21.63 75.06 134.70 41.10 7.80 2.52 5.10
29.53 18.75 70.80 46.40 25.70 2.80 2.40 3.70
];
>> x=linsolve(M,Td)

x =

-0.1072
0.9763
-0.1672
0.0021
0.0817
-0.0623
-3.1643
0.4292

```

ภาพที่ 86 ค่าคงที่ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษา รายเดือนในปี 2551

เมื่อได้ค่าคงที่ตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลตัวแปรที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์เรียบร้อยแล้ว ทำให้สามารถหาสมการทั่วไปของจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองในปีนั้น ๆ ได้ ยกตัวอย่างเช่นปี 2551

$$Td(2551) = M_1(-0.1072) + M_2(0.9763) + M_3(-0.1672) + M_4(0.0021) + M_5(0.0817) + M_6(-0.0623) + M_7(-3.1643) + M_8(0.4292) \quad (18)$$

เมื่อต้องการหาตัวแปรใดมีอิทธิพลต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง โดยการเพิ่มค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ จากเดิม 10 % ของค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปร ดังกล่าว

ตารางที่ 55 ข้อมูลเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ (บน) และข้อมูลตัวแปรที่เพิ่มขึ้น 10 % (ล่าง) ในปี 2540

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
อุณหภูมิสูงสุด(°C)	อุณหภูมิต่ำสุด(°C)	ความชื้น (%)	ฝนรวม (มม.)	ฝน 24 ชม (มม.)	วันฝนตก (วัน)	ความเร็วลม (น็อต)	จำนวนเมฆ (เดคะ)
32.96	22.78	73.81	116.13	34.42	9.63	1.67	5.35
36.26	25.06	81.19	127.75	37.86	10.60	1.84	5.89

ตารางที่ 56 ข้อมูลเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ และข้อมูลตัวแปรที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2540 (สมการ)

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
อุณหภูมิ สูงสุด(°C)	อุณหภูมิ ต่ำสุด(°C)	ความชื้น (%)	ฝนรวม (มม.)	ฝน 24 ชม (มม.)	วันฝนตก (วัน)	ความเร็ว ลม (น็อต)	จำนวนเมฆ (เคละ)
36.26	22.78	73.81	116.13	34.42	9.63	1.67	5.35
32.96	25.06	73.81	116.13	34.42	9.63	1.67	5.35
32.96	22.78	81.19	116.13	34.42	9.63	1.67	5.35
32.96	22.78	73.81	127.75	34.42	9.63	1.67	5.35
32.96	22.78	73.81	116.13	37.86	9.63	1.67	5.35
32.96	22.78	73.81	116.13	34.42	10.60	1.67	5.35
32.96	22.78	73.81	116.13	34.42	9.63	1.84	5.35
32.96	22.78	73.81	116.13	34.42	9.63	1.67	5.89

```

MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\Program Files\MATLAB704\work
Shortcuts How to Add What's New

x =
    0.1173
    0.3671
   -0.0642
   -0.0495
    0.1356
    0.9606
   -2.0244
   -1.4448

>> M=[36.26 22.78 73.81 116.13 34.42 9.63 1.67 5.35
32.96 25.06 73.81 116.13 34.42 9.63 1.67 5.35
32.96 22.78 81.19 116.13 34.42 9.63 1.67 5.35
32.96 22.78 73.81 127.75 34.42 9.63 1.67 5.35
32.96 22.78 73.81 116.13 37.86 9.63 1.67 5.35
32.96 22.78 73.81 116.13 34.42 10.60 1.67 5.35
32.96 22.78 73.81 116.13 34.42 9.63 1.84 5.35
32.96 22.78 73.81 116.13 34.42 9.63 1.67 5.89]
>> Td=M*x

Td =
    4.9417
    5.3916
    4.0810
    3.9799
    5.0210
    5.4864
    4.2105
    3.7744
  
```

ภาพที่ 87 ตัวอย่างการหาค่า Td จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2540

ตารางที่ 57 ค่า Td ที่ได้จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2540 - 2543

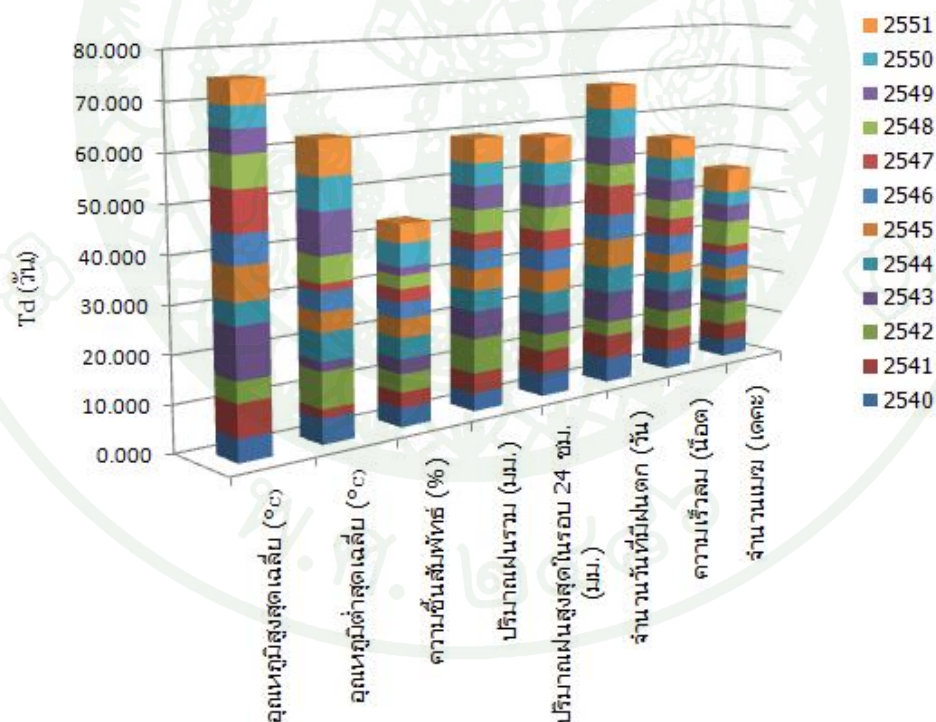
ตัวแปร(M) ลำดับที่	ปี พ.ศ. ชนิดตัวแปร (หน่วย)	2540	2541	2542	2543
		จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง(วัน)			
1	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C)	4.942	7.059	4.395	10.873
2	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (°C)	5.392	1.950	7.785	2.024
3	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	4.081	3.373	3.930	3.251
4	ปริมาณฝนรวม (มม.)	3.980	4.336	7.594	6.080
5	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. (มม.)	5.021	5.167	3.765	4.488
6	จำนวนวันที่มีฝนตก (วัน)	5.486	5.237	3.271	6.886
7	ความเร็วลม (น็อต)	4.211	5.110	4.415	4.702
8	จำนวนเมฆ (เดคะ)	3.774	3.952	5.412	1.842

ตารางที่ 58 ค่า Td ที่ได้จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2544 - 2547

ตัวแปร(M) ลำดับที่	ปี พ.ศ. ชนิดตัวแปร (หน่วย)	2544	2545	2546	2547
		จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง(วัน)			
1	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C)	4.629	7.123	6.170	8.657
2	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (°C)	5.985	4.217	4.110	1.637
3	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	4.429	4.096	3.429	2.845
4	ปริมาณฝนรวม (มม.)	4.457	4.511	4.293	3.648
5	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. (มม.)	4.970	4.870	4.610	4.401
6	จำนวนวันที่มีฝนตก (วัน)	5.833	6.430	5.573	6.757
7	ความเร็วลม (น็อต)	4.590	4.372	4.482	4.030
8	จำนวนเมฆ (เดคะ)	3.545	3.262	3.678	1.825

ตารางที่ 59 ค่า Td ที่ได้จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 % ในปี 2548 - 2551

ตัวแปร (M)	ปี พ.ศ. ชนิดตัวแปร (หน่วย)	2548	2549	2550	2551
ลำดับที่		จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง(วัน)			
1	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (°C)	6.632	4.893	4.437	4.972
2	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (°C)	5.481	9.028	6.902	7.542
3	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	2.837	1.778	4.967	4.067
4	ปริมาณฝนรวม (มม.)	5.089	5.056	4.898	5.346
5	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบ 24 ชม. (มม.)	5.177	4.899	5.008	5.656
6	จำนวนวันที่มีฝนตก (วัน)	4.802	6.123	6.615	5.244
7	ความเร็วลม (น็อต)	4.260	4.939	5.044	4.683
8	จำนวนเมฆ (เดคะ)	5.901	3.963	3.263	5.561



ภาพที่ 88 ค่า Td สะสม ในปี 2540 - 2551 จากการคำนวณของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้น 10 %

การหาตัวแปรชนิดใดที่มีอิทธิพลต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง โดยการเพิ่มค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ จากเดิม 10 % ของค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรดังกล่าว โดยเพิ่มค่าทีละตัวแปร ส่วนค่าตัวแปรอื่น ๆ จะให้เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรนั้น ดังตารางที่ 56 (ยกตัวอย่าง ปี พ.ศ. 2540) โดยคำนวณหาตัวแปรชนิดใดที่มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 10 % จะส่งผลกระทบต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ในปี พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2551 ดังตารางที่ 57 ถึงตารางที่ 59 และเพื่อให้แสดงถึงความชัดเจนของตัวแปรใดที่มีอิทธิพลต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง จึงได้วาดกราฟเป็นค่าจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองสะสม ในปี พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2551 โดยแบ่งให้เห็นในแต่ละตัวแปร

ผลปรากฏว่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย จำนวนวันที่มีฝนตก มีอิทธิพลต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองมากที่สุด ตามลำดับ และความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองน้อยที่สุด ดังภาพที่ 88

วิจารณ์

1. ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดโดยใช้วิธีระยะมนุษย์ เช่น จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ใช้การได้ยินเสียงฟ้าคะนอง หรือการหาจำนวนเมฆโดยวิธีการใช้การมองเห็น บางครั้งอาจจะมีข้อจำกัดที่ระบบประสาทสัมผัสและอวัยวะรับสัมผัสของแต่ละคนที่เฝ้าสังเกตการณ์
2. ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ได้จำนวน 71 สถานี จากทั้งหมด 124 สถานี และจำนวน 26 สถานี จากทั้งหมด 59 สถานี ตามลำดับ เนื่องจากบางสถานีเป็นสถานีใหม่ และบางสถานีไม่ได้เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ หากสามารถใช้ข้อมูลจากสถานีได้มากกว่า อาจจะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น
3. ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา มีผลกระทบต่อแนวโน้มข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยอย่างมาก เช่น ในปี พ.ศ. 2551 ที่คาดว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มขึ้นแต่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกกลับลดลงซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปรากฏการณ์ลานีญาในมหาสมุทรแปซิฟิก

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อกิจกรรมไฟฟ้าในประเทศไทยโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้รับผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนกับตัวแปรที่มีปฏิริยาขณะเกิดปรากฏการณ์ไฟฟ้าในประเทศไทยซึ่งได้แก่ ความชื้น ก๊าซโอโซน ปริมาณฝน จำนวนเมฆ ความเร็วลม และจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง พบว่าตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้จะมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในทุก ๆ ปี แสดงให้เห็นว่า การสะสมอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นบนพื้นผิวของโลกเนื่องมาจากภาวะโลกร้อน มีผลทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ 1% ซึ่งจะส่งผลทำให้มีจำนวนฟ้าผ่าเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย 4 % และแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองจากการทดลองสร้างรูปแบบจำลอง พบว่ามีจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองของประเทศไทยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต ฉะนั้นจึงหมายถึง หากในอนาคตอุณหภูมิของโลกนั้นยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ก็จะส่งผลทำให้มีจำนวนฟ้าผ่าเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย

ข้อเสนอแนะ

ตัวแปรหนึ่งซึ่งไม่ได้นำมาวิเคราะห์ คือ บทบาทของละอองอากาศ (Aerosols) ทำหน้าที่เป็นแกนให้ละอองน้ำจับตัวกัน (ในอากาศบริสุทธิ์ ละอองน้ำไม่สามารถจับตัวได้ เนื่องจากไม่มีแกนนิวเคลียส) ละอองอากาศสามารถดูดกลืนและสะท้อนแสงอาทิตย์ จึงมีอิทธิพลในการควบคุมอุณหภูมิของพื้นผิวโลก การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของละอองอากาศซึ่งเป็นตัวแปรที่เริ่มมีผู้ให้ความสนใจและจะเป็นหัวข้อหนึ่งข้อสำหรับการศึกษาในอนาคต

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2550. ศัพท์อุตุนิยมวิทยา. แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th>,
9 กุมภาพันธ์ 2553.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ. แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th>,
14 กุมภาพันธ์ 2553.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2552. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโอโซน. แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th>,
17 มีนาคม 2553.

กรรวิ สิทธิชีวภาค. 2550. ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2550.
ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

กลุ่มวิชาการภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. 2550. ภาวะโลกร้อน.
แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th> , 17 ตุลาคม 2552.

กลุ่มภูมิอากาศ. 2548. สภาพอากาศประเทศไทยรายเดือน (มกราคมถึงธันวาคม). สำนักพัฒนา
อุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

กลุ่มภูมิอากาศ. 2549. สภาพอากาศประเทศไทยรายเดือน (มกราคมถึงธันวาคม). สำนักพัฒนา
อุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

จ่านง แก้วชะฎา. 2548. ความผันแปรและแนวโน้มของฝนและอุณหภูมิในประเทศไทย, น.51-55.
ใน รายงานการประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ “ ศักยภาพ
ของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต ”. โรงแรมมารวย การ์เด็น, กรุงเทพฯ.

ชำนาญ ห่อเกียรติ. 2522. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชัยยงค์ วงศ์ชัยสุวัฒน์. 2540. การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมด้วยโปรแกรม MATLAB. ภาควิชา
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประพจน์ ยอดไพบูลย์. 2552. วิชาอุตุนิยมวิทยาเพื่อการเกษตร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พงษ์ศักดิ์ อยู่หุ่น. 2550. อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ฟิสิกส์ราชมงคล. 2550. โครงการการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ. ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, ปทุมธานี.

วินัย พงศ์ชะวัน และ โชคชัย เดชโยธิน. 2552. สรุปจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองในประเทศไทย
ไทย ตั้งแต่ปี 2494-2551. ใน การประชุมพิจารณามาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า กรกฎาคม
2552. วสท, กรุงเทพฯ.

ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยากรมอุตุนิยมวิทยา. 2552. อุณหภูมิโลกร้อนขึ้นทุก ๆ 1 °ซ.
พายุฝนจะมีความรุนแรงขึ้น 6 %. แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th>, 24 สิงหาคม 2552.

อภิสิทธิ์ เนตรวงศ์. 2535. การวิเคราะห์โอโซน. แหล่งที่มา: <http://etc1992.co.th/index.php/2010-12-09-12-49-49/204-ozone.html>, 4 สิงหาคม 2553.

Grewe, V. 2009. Impact of lightning on air chemistry and climate, pp. 537-549. In H.D. Betz,
U. Schumann and P. Laroche, eds. Lightning: Principles, Instruments and
Applications. Springer Science, Florida.

Hileman, A.R. 1999. Insulation Coordination for PowerSystem. Marcel Dekker Inc.,
New York, USA.

- Kotroni, V. and L. Kostas. 2009. Lightning in the mediterranean in relation with cloud microphysical parameters, pp. 433-446. *In* H.D. Betz, U. Schumann and P. Laroche, eds. *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Springer Science, Florida.
- Stolzenburg, M. and T.C. Marshall. 2009. Electric field and charge structure in lightning producing clouds, pp. 55-82. *In* H.D. Betz, U. Schumann and P. Laroche, eds. *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Springer Science, Florida.
- Met Office. 2008. Global Temperature. Available Source: <http://www.metoffice.gov.uk>, December 18, 2010.
- Price, C. 2008. Low frequency electromagnetic radiation from lightning, pp. 121-135. *In* H.D. Betz, U. Schumann and P. Laroche, eds. *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Springer Science, Florida.
- Price, C. 2009. Thunderstorms, lightning and climate change, pp. 521-535. *In* H.D. Betz, U. Schumann and P. Laroche, eds. *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Springer Science, Florida.
- Price, C. and M. Asfur. 2006. Can lightning observations be used as an indicator of uppertropospheric water vapor variability, pp. 11-35. *In* H.D. Betz, U. Schumann and P. Laroche, eds. *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Springer Science, Florida.
- Williams, E and V. Mushtak. 2009. Schumann resonance signatures of global lightning activity, pp. 347-381. *In* H.D. Betz, U. Schumann and P. Laroche, eds. *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Springer Science, Florida.
- Shiyu, T., W. Gaolin and Y. Hua. 2006. Study of Ground Flash Density. International Conference on Power System Technology, New York, USA.

Rakov, V. and M. Uman. 2003. Lightning: Physics and Effects, Cambridge University Press, England.







ตารางผนวกที่ ก1 สถานีอุตุนิยมวิทยา

ที่	รหัสสถานี/WMO Index	ชื่อสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	จังหวัด
1	300201/48300	แม่ฮ่องสอน	19.18.0	97.50.0	แม่ฮ่องสอน
2	300202/48325	แม่สะเรียง	18.10.0	97.56.0	แม่ฮ่องสอน
3	303201/48303	เชียงราย	19.57.41	99.52.53	เชียงราย
4	303301/48304	เชียงราย สกย.	19.52.15	99.46.58	เชียงราย
5	310201/48310	พะเยา	19.8.0	99.54.0	พะเยา
6	327202/48302	ดอยอ่างขาง	19.55.53	99.2.54	เชียงใหม่
7	327301/48326	แม่ใจ สกย.	18.55.0	99.0.0	เชียงใหม่
8	327501/48327	เชียงใหม่	18.47.24	98.58.37	เชียงใหม่
9	328201/48328	ลำปาง	18.17.0	99.31.0	ลำปาง
10	328202/48324	เถิน	17.38.6	99.14.5	ลำปาง
11	328301/48334	ลำปาง สกย.	18.19.0	99.17.0	ลำปาง
12	329201/48329	ลำพูน	18.34.0	99.2.0	ลำพูน
13	330201/48330	แพร่	18.10.0	100.10.0	แพร่
14	331201/48331	น่าน	18.46.47	100.46.40	น่าน
15	331301/48333	น่าน สกย.	18.52.0	100.45.0	น่าน
16	331401/48315	ท่าวังผา	19.6.38	100.48.9	น่าน
17	331402/48307	ทุ่งช้าง	19.24.43	100.53.7	น่าน
18	351201/48351	อุดรดิตถ์	17.37.0	100.6.0	อุดรดิตถ์
19	352201/48352	หนองคาย	17.52.0	102.43.0	หนองคาย
20	353201/48353	เลย	17.27.0	101.44.0	เลย
21	353301/48350	เลย สกย.	17.24.0	101.44.0	เลย
22	354201/48354	อุดรธานี	17.23.0	102.48.0	อุดรธานี
23	356201/48356	สกลนคร	17.9.0	104.8.0	สกลนคร
24	356301/48355	สกลนคร สกย.	17.7.0	104.3.0	สกลนคร
25	357201/48357	นครพนม	17.25.0	104.47.0	นครพนม
26	357301/48358	นครพนม สกย.	17.26.0	104.47.0	นครพนม
27	373201/48372	สุโขทัย	17.6.22	99.48.0	สุโขทัย
28	373301/48373	ศรีสำโรง สกย.	17.10.0	99.52.0	สุโขทัย
29	376201/48376	ตาก	16.52.42	99.8.36	ตาก
30	376202/48375	แม่สอด	16.39.33	98.33.3	ตาก

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ที่	รหัสสถาน/WMO Index	ชื่อสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	จังหวัด
31	376203/48377	เขื่อนภูมิพล	17.14.0	99.3.0	ตาก
32	376301/48387	คอยมูเซอร์ สกย.	16.45.0	98.56.0	ตาก
33	376401/48385	อุ่มผาง	16.0.57	98.51.56	ตาก
34	378201/48378	พิษณุโลก	16.47.0	100.16.0	พิษณุโลก
35	379201/48379	เพชรบูรณ์	16.26.0	101.9.0	เพชรบูรณ์
36	379401/48374	หล่มสัก	16.46.25	101.14.58	เพชรบูรณ์
37	379402/48413	วิเชียรบุรี	15.39.25	101.6.30	เพชรบูรณ์
38	380201/48380	กำแพงเพชร	16.29.0	99.32.0	กำแพงเพชร
39	381201/48381	ขอนแก่น	16.27.48	102.47.12	ขอนแก่น
40	381301/48384	ท่าพระ สกย.	16.20.0	102.49.0	ขอนแก่น
41	383201/48383	มุกดาหาร	16.32.0	104.43.0	มุกดาหาร
42	386301/48386	พิจิตร สกย.	16.26.17	100.17.33	พิจิตร
43	387401/48382	มหาสารคาม	16.14.50	103.4.5	มหาสารคาม
44	388401/48390	กาฬสินธุ์	16.19.57	103.35.18	กาฬสินธุ์
45	400201/48400	นครสวรรค์	15.48.0	100.10.0	นครสวรรค์
46	400301/48401	ตากฟ้า สกย.	15.21.0	100.30.0	นครสวรรค์
47	402301/48402	ชัยนาท สกย.	15.9.0	100.11.0	ชัยนาท
48	403201/48403	ชัยภูมิ	15.48.0	102.2.0	ชัยภูมิ
49	405201/48405	ร้อยเอ็ด	16.3.0	103.41.0	ร้อยเอ็ด
50	405301/48404	ร้อยเอ็ด สกย.	16.4.0	103.37.0	ร้อยเอ็ด
51	407301/48408	อุบลราชธานี สกย.	15.23.33	105.3.33	อุบลราชธานี
52	407501/48407	อุบลราชธานี (ศูนย์ฯ)	15.15.0	104.52.0	อุบลราชธานี
53	409301/48409	ศรีสะเกษ	15.2.0	104.15.0	ศรีสะเกษ
54	415301/48415	พระนครศรีอยุธยา	14.31.0	100.43.0	พระนครศรีอยุธยา
55	419301/48419	ปทุมธานี สกย. (คลองหลวง)	14.6.0	100.37.0	ปทุมธานี
56	423301/48458	ฉะเชิงเทรา	13.30.56	101.27.30	ฉะเชิงเทรา
57	424301/48464	ราชบุรี	13.29.23	99.47.32	ราชบุรี
58	425201/48425	สุพรรณบุรี	14.28.28	100.8.20	สุพรรณบุรี
59	425301/48427	อู่ทอง สกย.	14.18.0	99.52.0	สุพรรณบุรี
60	426201/48426	ลพบุรี	14.48.0	100.37.0	ลพบุรี

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ที่	รหัสสถานี/WMO Index	ชื่อสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	จังหวัด
61	426401/48418	บัวชุม	15.15.50	101.11.30	ลพบุรี
62	429201/48457	น้ำร่อง	13.22.38	100.35.58	สมุทรปราการ
63	429601/48429	สนามบินสุวรรณภูมิ	13.41.11	100.46.3	สมุทรปราการ
64	430201/48430	ปราจีนบุรี	14.3.0	101.22.0	ปราจีนบุรี
65	430401/48439	กบินทร์บุรี	13.59.0	101.42.26	ปราจีนบุรี
66	431201/48431	นครราชสีมา	14.57.46	102.4.36	นครราชสีมา
67	431301/48435	ปากช่อง สกย.	14.38.38	101.19.15	นครราชสีมา
68	431401/48434	โชคชัย	14.43.8	102.10.7	นครราชสีมา
69	432201/48432	สุรินทร์	14.53.0	103.30.0	สุรินทร์
70	432301/48433	สุรินทร์ สกย.	14.53.0	103.27.0	สุรินทร์
71	432401/48416	ท่าตูม	15.19.0	103.41.0	สุรินทร์
72	436201/48437	บุรีรัมย์	15.13.0	103.14.0	บุรีรัมย์
73	436401/48436	นางรอง	14.35.0	102.48.0	บุรีรัมย์
74	440201/48462	อรัญประเทศ	13.42.0	102.35.0	สระแก้ว
75	440401/48440	สระแก้ว	13.47.20	102.2.5	สระแก้ว
76	450201/48450	กาญจนบุรี	14.1.21	99.32.9	กาญจนบุรี
77	450401/48421	ทองผาภูมิ	14.44.32	98.38.11	กาญจนบุรี
78	451301/48451	นครปฐม	14.1.0	99.58.0	นครปฐม
79	455201/48455	กรุงเทพมหานคร	13.43.35	100.33.36	กรุงเทพมหานคร
80	455203/48454	กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย	13.42.25	100.34.5	กรุงเทพมหานคร
81	455301/48453	กรุงเทพฯ บางนา สกย.	13.40.0	100.37.0	กรุงเทพมหานคร
82	455302/48452	กรุงเทพฯ บางเขน สกย.	13.51.0	100.35.0	กรุงเทพมหานคร
83	455601/48456	สนามบินดอนเมือง	13.55.9	100.36.18	กรุงเทพมหานคร
84	459201/48459	ชลบุรี	13.22.0	100.59.0	ชลบุรี
85	459202/48460	เกาะสีชัง	13.9.42	100.48.7	ชลบุรี
86	459203/48461	พัทยา	12.55.12	100.52.10	ชลบุรี
87	459204/48477	สัตหีบ	12.41.0	100.59.0	ชลบุรี
88	459205/48463	แหลมฉบัง	13.4.37	100.52.33	ชลบุรี
89	465201/48465	เพชรบุรี	12.59.58	100.3.38	เพชรบุรี
90	478201/48478	ระยอง	12.37.56	101.20.37	ระยอง

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ที่	รหัสสถาน/WMOIndex	ชื่อสถาน	ละติจูด	ลองจิจูด	จังหวัด
91	478301/48479	ห้วยโป่ง สกย.	12.44.0	101.8.0	ระยอง
92	480201/48480	จันทบุรี	12.37.0	102.6.48	จันทบุรี
93	480301/48481	พลั่ว สกย.	12.30.31	102.10.23	จันทบุรี
94	500201/48500	ประจวบคีรีขันธ์	11.50.0	99.50.0	ประจวบคีรีขันธ์
95	500202/48475	หัวหิน	12.35.10	99.57.45	ประจวบคีรีขันธ์
96	500301/48474	หนองปลับ สกย.	12.35.0	99.44.0	ประจวบคีรีขันธ์
97	501201/48501	ตราด	11.46.0	102.53.0	ตราด
98	517201/48517	ชุมพร	10.29.0	99.11.0	ชุมพร
99	517301/48520	สวี สกย.	10.20.0	99.6.0	ชุมพร
100	532201/48532	ระนอง	9.59.0	98.37.0	ระนอง
101	551201/48551	สุราษฎร์ธานี	9.8.8	99.9.7	สุราษฎร์ธานี
102	551202/ -	สุราษฎร์ธานี (2)	9.8.8	99.9.7	สุราษฎร์ธานี
103	551203/48550	เกาะสมุย	9.28.0	100.3.0	สุราษฎร์ธานี
104	551301/48555	สุราษฎร์ธานี สกย.	9.6.0	99.38.0	สุราษฎร์ธานี
105	551401/48556	พระแสง สอท.	8.34.0	99.16.0	สุราษฎร์ธานี
106	552201/48552	นครศรีธรรมราช	8.32.16	99.56.50	นครศรีธรรมราช
107	552202/48553	ขนอม	9.14.35	99.51.27	นครศรีธรรมราช
108	552301/48554	นครศรีธรรมราช สกย.	8.3.0	100.0.0	นครศรีธรรมราช
109	552401/48557	ฉวาง	8.25.55	99.30.43	นครศรีธรรมราช
110	560301/48560	พัทลุง สกย.	7.35.0	100.10.0	พัทลุง
111	561201/48561	ตะกั่วป่า	8.41.3	98.15.8	พังงา
112	564201/48564	ภูเก็ต	7.53.0	98.24.0	ภูเก็ต
113	564202/48565	ภูเก็ต (ศูนย์ฯ)	8.8.42	98.18.52	ภูเก็ต
114	566201/48566	เกาะลันตา	7.32.0	99.3.0	กระบี่
115	566202/48563	กระบี่	8.3.0	98.54.0	กระบี่
116	567201/48567	ตรัง	7.31.0	99.37.0	ตรัง
117	568301/48571	คอหงษ์ สกย.	7.0.0	100.30.0	สงขลา
118	568401/48574	สะเดา	6.47.53	100.23.26	สงขลา
119	568501/48568	สงขลา	7.12.14	100.36.17	สงขลา
120	568502/48569	หาดใหญ่	6.55.0	100.26.0	สงขลา

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ที่	รหัสสถานี/WMO Index	ชื่อสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	จังหวัด
121	570201/48570	สตูล	6.39.0	100.5.0	สตูล
122	580201/48580	ปัตตานี	6.47.0	101.9.0	ปัตตานี
123	581301/48581	ยะลา สกย.	6.31.0	101.17.0	ยะลา
124	583201/48583	นราธิวาส	6.25.0	101.49.0	นราธิวาส

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2550)



ตารางผนวกที่ ข1 ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของจำนวนวันที่พายุเกิดฝนฟ้าคะนองของสถานีต่าง ๆ

ที่	ชื่อสถานี	Min	พ.ศ.	Max	พ.ศ.	ตั้งแต่ พ.ศ.
1	แม่ฮ่องสอน	18	2547	94	2511	2494
2	แม่สะเรียง	16	2549	72	2520	2494
3	เชียงใหม่	52	2539	149	2498	2494
4	เชียงใหม่ สกย.	73	2549	115	2553	2549
5	พะเยา	29	2549	88	2526	2523
6	ดอยอ่างขาง	53	2549	69	2550/53	2549
7	แม่ใจ สกย.	27	2549	30	2550	2549 - 2550
8	เชียงใหม่	29	2540	134	2501	2494
9	ลำปาง	31	2544	121	2499	2494
10	เถิน	11	2548	39	2547	2547
11	ลำปาง สกย.	47	2553	66	2549	2549
12	ลำพูน	30	2547	83	2526	2525
13	แพร่	37	2536	117	2511	2495
14	น่าน	36	2547	84	2526	2525
15	น่าน สกย.	25	2550	63	2549	2549
16	ท่าวังผา	46	2529/30	106	2532	2529
17	ทุ่งช้าง	7	2551/53	66	2542	2541
18	อุตรดิตถ์	17	2529	92	2496	2494
19	หนองคาย	55	2549	138	2518	2507
20	เลย	51	2535	142	2500	2497
21	เลย สกย.	78	2549	110	2553	2549
22	อุดรธานี	40	2510	139	2503	2494
23	สกลนคร	63	2510	126	2494	2494
24	สกลนคร สกย.	52	2549	75	2551	2549
25	นครพนม	60	2539	149	2496	2495

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	Min	พ.ศ.	Max	พ.ศ.	ตั้งแต่ พ.ศ.
26	นครพนม สกย.	100	2553	126	2551	2549
27	สุโขทัย	57	2547	80	2545	2543
28	ศรีสำโรง สกย.	38	2553	65	2549	2549
29	ตาก	9	2535	114	2499	2497
30	แม่สอด	10	2540	92	2496	2494
31	เขื่อนภูมิพล	15	2543/44	82	2505	2502
32	คอยมูเซอร์ สกย.	43	2553	54	2550	2549
33	อุ้มผาง	11	2553	97	2531	2529
34	พิษณุโลก	40	2536	136	2496	2494
35	เพชรบูรณ์	39	2553	119	2496	2494
36	หล่มสัก	38	2547	93	2532	2529
37	วิเชียรบุรี	14	2537	100	2530	2529
38	กำแพงเพชร	18	2545	100	2526	2524
39	ขอนแก่น	43	2540	136	2496	2494
40	ท่าพระ สกย.	48	2552	77	2549	2549
41	มุกดาหาร	15	2528	125	2499	2494
42	พิจิตร สกย.	57	2552	77	2551	2549
43	มหาสารคาม	18	2529	73	2549	2529
44	กาฬสินธุ์	27	2550	51	2548/49	2541
45	นครสวรรค์	36	2498	108	2518	2494
46	ตากฟ้า สกย.	67	2549	106	2551	2549
47	ชัยนาท สกย.	59	2552	84	2551	2549
48	ชัยภูมิ	13	2528	108	2505	2499
49	ร้อยเอ็ด	39	2541	116	2503	2494
50	ร้อยเอ็ด สกย.	44	2553	56	2550	2549

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	Min	พ.ศ.	Max	พ.ศ.	ตั้งแต่ พ.ศ.
51	อุบลราชธานี สกย.	53	2539	139	2494	2494
52	อุบลราชธานี (ศูนย์ฯ)	90	2553	106	2550	2549
53	ศรีสะเกษ	51	2551	77	2549	2549
54	พระนครศรีอยุธยา	66	2550	83	2552	2549
55	ปทุมธานี สกย. (คลองหลวง)	53	2550	66	2551	2549
56	ฉะเชิงเทรา	87	2549	112	2553	2549
57	ราชบุรี	44	2549	99	2553	2549
58	สุพรรณบุรี	26	2547	132	2496	2494
59	อุทัยธานี สกย.	13	2550	21	2553	2549
60	ลพบุรี	40	2549	101	2498/2511	2494
61	บัวชุม	55	2537	93	2534	2529
62	นาร่อง	29	2547	68	2531	2529
63	สนามบึงสุวรรณภูมิ	94	2552	117	2553	2551
64	ปราจีนบุรี	50	2544	164	2508	2494
65	กบินทร์บุรี	23	2538	130	2548	2529
66	นครราชสีมา	39	2540	145	2496	2494
67	ปากช่อง สกย.	40	2549	73	2553	2549
68	โชคชัย	26	2531	91	2536	2529
69	สุรินทร์	52	2541	174	2496	2494
70	สุรินทร์ สกย.	59	2550	80	2552	2549
71	ท่าตูม	38	2553	88	2545	2529
72	บุรีรัมย์	53	2546	72	2551	2546
73	นางรอง	30	2534	62	2539	2529
74	อรัญประเทศ	45	2515	127	2518	2494
75	สระแก้ว	78	2547	112	2552	2541

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	Min	พ.ศ.	Max	พ.ศ.	ตั้งแต่ พ.ศ.
76	กาญจนบุรี	8	2533	109	2508	2494
77	ทองผาภูมิ	8	2553	70	2530	2529
78	นครปฐม	42	2550	61	2551	2549
79	กรุงเทพมหานคร	50	2540	126	2518	2494
80	กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย	31	2542	83	2541	2537
81	กรุงเทพฯ บางนา สกย.	82	2549	122	2553	2549
82	กรุงเทพฯ บางเขน สกย.	-	-	-	-	-
83	สนามบินดอนเมือง	31	2534	113	2499	2494
84	ชลบุรี	31	2536	185	2496	2494
85	เกาะสีชัง	38	2540	163	2509	2502
86	พัทยา	33	2550	97	2526	2525
87	สัตหีบ	34	2535	125	2496	2494 - 2548
88	แหลมฉบัง	36	2537	73	2552	2536
89	เพชรบุรี	18	2540	123	2528	2520
90	ระยอง	17	2529	86	2553	2525
91	ห้วยโป่ง สกย.	45	2551	99	2553	2549
92	จันทบุรี	48	2533	181	2496	2494
93	พลี๊ว สกย.	76	2553	114	2551	2549
94	ประจวบคีรีขันธ์	21	2547	134	2496	2494
95	หัวหิน	18	2540	148	2496	2494
96	หนองพลับ สกย.	42	2549	61	2550	2549
97	ตราด	55	2535/37/47	229	2496	2494
98	ชุมพร	51	2546	142	2497	2494
99	สวี สกย.	91	2549	122	2552	2549
100	ระนอง	36	2535	115	2500	2494

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	Min	พ.ศ.	Max	พ.ศ.	ตั้งแต่ พ.ศ.
						2494 - 2539,
101	สุราษฎร์ธานี	53	2538/51	193	2497	2549
102	สถานีตรวจอากาศสุราษฎร์ธานี	36	2539	97	2528	2528
103	เกาะสมุย	54	2548	139	2513	2511
104	สุราษฎร์ธานี สกย.	54	2553	118	2550	2549
105	พระแสง สอท.	18	2542	156	2544	2541
106	นครศรีธรรมราช	54	2538	167	2496	2494
107	ขนอม	38	2543	65	2544	2537 - 2544
108	นครศรีธรรมราช สกย.	67	2552	141	2549	2549
109	ฉวาง	37	2546/53	94	2542	2541
110	พัทลุง สกย.	39	2549	112	2552	2549
111	ตะกั่วป่า	35	2529	141	2520	2518
112	ภูเก็ต	19	2507	80	2540	2494
113	ภูเก็ต (ศูนย์ฯ)	10	2532	118	2512	2494
114	เกาะลันตา	8	2548	88	2526	2525
115	กระบี่	21	2550	74	2540	2537
116	ตรัง	57	2546	177	2509	2494
117	คอหงษ์ สกย.	57	2552	80	2550	2549
118	สะเดา	12	2549	64	2542	2541
119	สงขลา	57	2539	169	2509	2494
120	หาดใหญ่	26	2528	148	2518	2516
121	สตูล	58	2546	151	2525	2520
122	ปัตตานี	52	2553	144	2512	2507
123	ยะลา สกย.	76	2552	96	2551	2549
124	นราธิวาส	49	2535	140	2508	2494

ตารางผนวกที่ ข2 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2494-2553

ที่	ชื่อสถานี	Average			จำนวน		ตั้งแต่
					ปี	คาบ	
		All	30	10	เก็บ	(ปี)	
		yrs.	yrs.	yrs.	ข้อมูล		ปี พ.ศ.
1	แม่ฮ่องสอน	58.6	43.8	39.3	54	60	2494
2	แม่สะเรียง	45.6	38.0	34.7	54	60	2494
3	เชียงราย	90.3	76.8	77.4	57	60	2494
4	เชียงราย สกย.	88.4	88.4	88.4	5	5	2549
5	พะเยา	60.9	60.9	52.6	27	31	2523
6	ดอยอ่างขาง	63.4	63.4	63.4	5	5	2549
7	แม่ใจ สกย.	28.5	28.5	28.5	2	2	2549 - 2550
8	เชียงใหม่	67.0	43.2	41.8	57	60	2494
9	ลำปาง	75.8	56.4	50.6	55	60	2494
10	เถิน	25.3	25.3	25.3	7	7	2547
11	ลำปาง สกย.	56.0	56.0	56.0	3	3	2549
12	ลำพูน	47.8	47.8	36.1	26	29	2525
13	แพร่	76.5	59.4	64.4	55	59	2495
14	น่าน	54.4	54.4	46.7	26	29	2525
15	น่าน สกย.	36.8	36.8	36.8	5	5	2549
16	ท่าวังผา	81.8	81.8	80.6	25	25	2529
17	ทุ่งช้าง	18.9	18.9	12.5	12	13	2541
18	อุดรดิตถ์	56.5	44.8	48.5	57	60	2494
19	หนองคาย	87.9	80.4	72.9	42	47	2507
20	เลย	95.5	72.4	72.8	54	57	2497
21	เลย สกย.	94.0	94.0	94.0	5	5	2549
22	อุดรธานี	83.2	72.4	71.8	57	60	2494
23	สกลนคร	89.3	83.9	80.6	57	60	2494

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	Average			จำนวน		ตั้งแต่
		All	30	10	ปี	คาบ	
		yrs.	yrs.	yrs.	เก็บ	(ปี)	
					ข้อมูล		ปี พ.ศ.
24	สกลนคร สกษ.	62.8	62.8	62.8	5	5	2549
25	นครพนม	96.9	78.6	80.0	53	59	2495
26	นครพนม สกษ.	110.2	110.2	110.2	5	5	2549
27	สุโขทัย	68.5	68.5	68.7	11	11	2543
28	ศรีสำโรง สกษ.	53.0	53.0	53.0	3	3	2549
29	ตาก	57.1	37.4	45.9	53	57	2497
30	แม่สอด	38.8	24.9	18.5	57	60	2494
31	เขื่อนภูมิพล	46.3	34.9	23.9	46	52	2502
32	ดอยมูเซอร์ สกษ.	49.3	49.3	49.3	3	3	2549
33	อุ้มผาง	49.8	49.8	33.9	25	25	2529
34	พิษณุโลก	75.2	65.4	71.4	57	60	2494
35	เพชรบูรณ์	83.4	64.5	54.2	56	60	2494
36	หล่มสัก	70.8	70.8	59.8	25	25	2529
37	วิเชียรบุรี	62.3	62.3	63.8	24	25	2529
38	กำแพงเพชร	53.7	53.7	51.1	27	29	2524
39	ขอนแก่น	83.3	57.5	54.9	57	60	2494
40	ท่าพระ สกษ.	66.2	66.2	66.2	5	5	2549
41	มุกดาหาร	76.8	60.8	61.3	56	60	2494
42	พิจิตร สกษ.	70.0	70.0	70.0	5	5	2549
43	มหาสารคาม	53.0	53.0	57.6	25	25	2529
44	กาฬสินธุ์	41.6	41.6	42.3	13	13	2541
45	นครสวรรค์	76.0	73.6	76.3	57	60	2494
46	ตากฟ้า สกษ.	87.2	87.2	87.2	5	5	2549

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	จำนวน					ตั้งแต่ ปี พ.ศ.
		Average			ปี	คาบ	
		All yrs.	30 yrs.	10 yrs.	เก็บ ข้อมูล	(ปี)	
47	ชัยนาท สกย.	73.4	73.4	73.4	5	5	2549
48	ชัยภูมิ	69.4	54.3	51.5	52	55	2499
49	ร้อยเอ็ด	74.1	54.3	57.8	57	60	2494
50	ร้อยเอ็ด สกย.	49.2	49.2	49.2	5	5	2549
51	อุบลราชธานี สกย.	82.9	74.3	74.5	56	60	2494
52	อุบลราชธานี (ศูนย์ฯ)	99.0	99.0	99.0	5	5	2549
53	ศรีสะเกษ	67.7	67.7	67.7	3	3	2549
54	พระนครศรีอยุธยา	75.6	75.6	75.6	5	5	2549
55	ปทุมธานี สกย. (คลองหลวง)	57.2	57.2	57.2	5	5	2549
56	ฉะเชิงเทรา	98.6	98.6	98.6	5	5	2549
57	ราชบุรี	77.0	77.0	77.0	5	5	2549
58	สุพรรณบุรี	61.6	46.3	42.8	57	60	2494
59	อุททอง สกย.	16.5	16.5	16.5	4	4	2549
60	ลพบุรี	66.6	58.9	54.8	57	60	2494
61	บัวชุม	75.0	75.0	73.6	23	25	2529
62	นาร่อง	48.6	48.6	48.6	25	25	2529
63	สนามบินสุวรรณภูมิ	105.3	105.3	105.3	3	3	2551
64	ปราจีนบุรี	94.4	78.9	76.5	57	60	2494
65	กบินทร์บุรี	65.7	65.7	81.0	24	25	2529
66	นครราชสีมา	78.2	60.0	62.7	57	60	2494
67	ปากช่อง สกย.	60.0	60.0	60.0	5	5	2549
68	โชคชัย	59.8	59.8	66.8	25	25	2529
69	สุรินทร์	98.3	70.3	67.8	57	60	2494

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	จำนวน					ตั้งแต่ ปี พ.ศ.
		Average			ปี เก็บ ข้อมูล	คาบ (ปี)	
		All yrs.	30 yrs.	10 yrs.			
70	สุรินทร์ สกย.	66.4	66.4	66.4	5	5	2549
71	ท่าตูม	67.8	67.8	65.3	25	25	2529
72	บุรีรัมย์	64.0	64.0	64.0	8	8	2546
73	นางรอง	46.4	46.4	47.4	25	25	2529
74	อรัญประเทศ	77.9	72.5	59.8	55	60	2494
75	สระแก้ว	99.1	99.1	99.1	12	13	2541
76	กาญจนบุรี	49.8	30.9	26.9	57	60	2494
77	ทองผาภูมิ	21.8	21.8	15.4	23	25	2529
78	นครปฐม	51.8	51.8	51.8	5	5	2549
79	กรุงเทพมหานคร	85.8	76.8	75.2	57	60	2494
80	กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย	57.2	57.2	56.7	17	17	2537
81	กรุงเทพฯ บางนา สกย.	106.8	106.8	106.8	5	5	2549
82	กรุงเทพฯ บางเขน สกย.	-	-	-	-	-	-
83	สนามบินดอนเมือง	73.1	60.3	67.9	56	60	2494
84	ชลบุรี	79.2	51.8	53.1	58	60	2494
85	เกาะสีชัง	90.7	71.2	64.9	49	52	2502
86	พัตยา	51.9	51.9	44.3	27	29	2525
87	สัตหีบ	68.3	57.6	57.6	47	55	2494 - 2548
88	แหลมฉบัง	53.6	53.6	57.3	18	18	2536
89	เพชรบุรี	56.0	55.3	51.9	30	34	2520
90	ระยอง	53.8	53.8	60.9	26	29	2525
91	ห้วยโป่ง สกย.	64.4	64.4	64.4	5	5	2549
92	จันทบุรี	106.3	79.1	89.3	57	60	2494

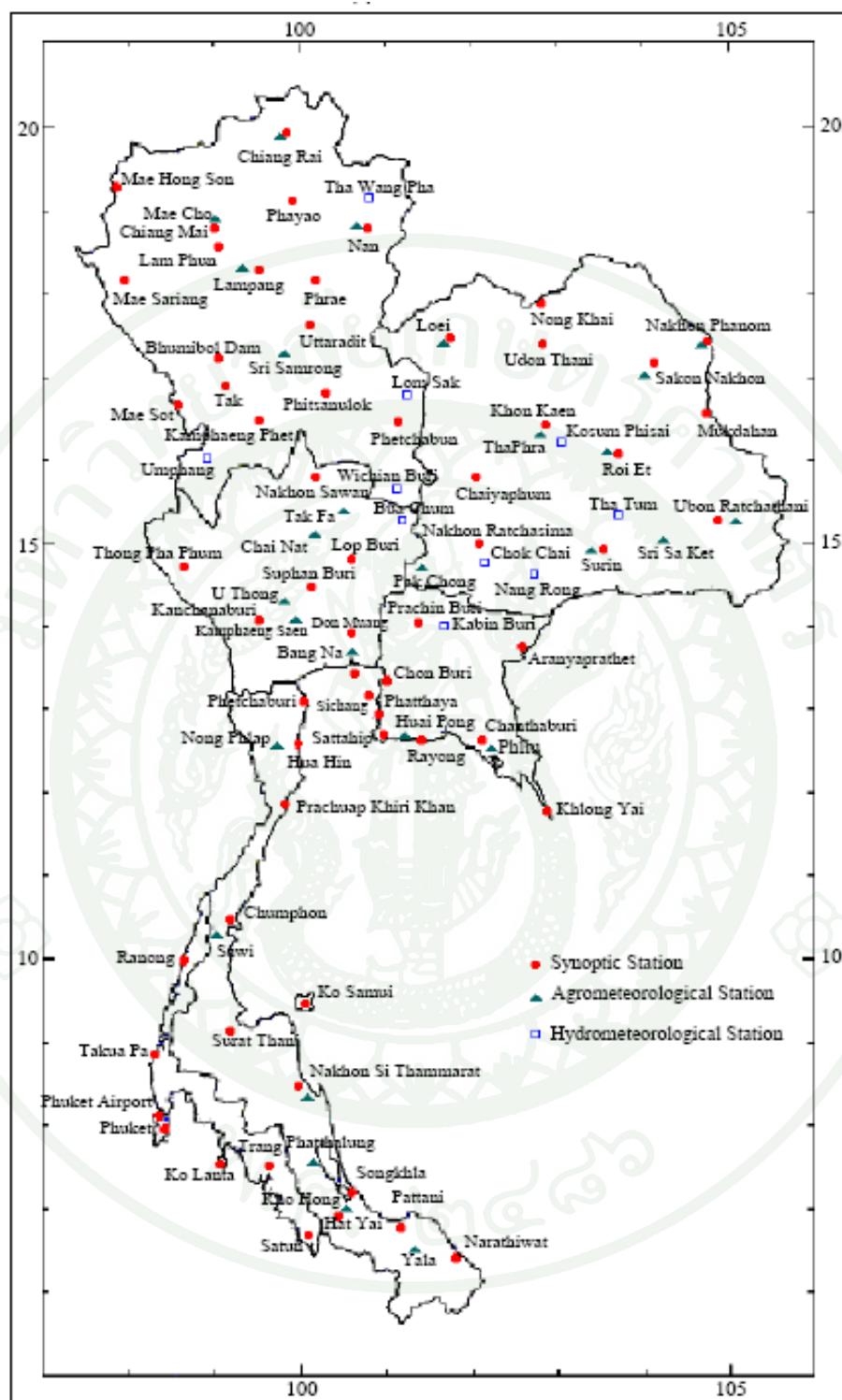
ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	Average			จำนวน		ตั้งแต่
		All	30	10	ปี	คาบ	
		yrs.	yrs.	yrs.	เก็บ	(ปี)	ปี พ.ศ.
93	พลิว สกย.	99.4	99.4	99.4	5	5	2549
94	ประจวบคีรีขันธ์	62.8	36.6	34.9	57	60	2494
95	หัวหิน	63.0	31.8	29.1	57	60	2494
96	หนองพลับ สกย.	48.4	48.4	48.4	5	5	2549
97	ตราด	113.6	79.2	87.2	55	60	2494
98	ชุมพร	94.6	69.2	62.5	56	60	2494
99	สวี สกย.	106.8	106.8	106.8	5	5	2549
100	ระนอง	65.2	54.0	57.9	57	60	2494
							2494 - 2539,
101	สุราษฎร์ธานี	112.9	112.9	112.9	48	51	2549
102	สถานีตรวจอากาศสุราษฎร์ธานี	57.1	57.1	57.1	18	24	2528
103	เกาะสมุย	89.3	82.9	73.3	39	43	2511
104	สุราษฎร์ธานี สกย.	78.4	78.4	78.4	5	5	2549
105	พระแสง สอท.	91.9	91.9	97.1	13	13	2541
106	นครศรีธรรมราช	95.8	78.7	82.7	55	60	2494
107	ขนอม	50.0	50.0	50.0	7	8	2537 - 2544
108	นครศรีธรรมราช สกย.	88.8	88.8	88.8	5	5	2549
109	ฉวาง	60.8	60.8	56.6	12	13	2541
110	พัทลุง สกย.	85.2	85.2	85.2	5	5	2549
111	ตะกั่วป่า	72.7	61.8	63.5	30	36	2518
112	ภูเก็ต	49.4	46.4	48.0	57	60	2494
113	ภูเก็ต (ศูนย์ฯ)	69.5	47.8	47.0	55	60	2494
114	เกาะลันตา	33.3	33.3	19.9	27	29	2525

ตารางผนวกที่ ๒2 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานี	Average			จำนวน		ตั้งแต่ ปี พ.ศ.
		All	30	10	ปี	คาบ	
		yrs.	yrs.	yrs.	เก็บ ข้อมูล	(ปี)	
115	กระบี่	48.6	48.6	47.8	12	17	2537
116	ตรัง	105.6	94.4	84.4	57	60	2494
117	คองหงษ์ สกย.	70.8	70.8	70.8	5	5	2549
118	สะเดา	37.5	37.5	32.3	12	13	2541
119	สงขลา	101.9	82.4	84.6	57	60	2494
120	หาดใหญ่	80.7	67.6	73.2	35	38	2516
121	สตูล	99.4	95.3	93.6	30	34	2520
122	ปัตตานี	93.5	86.1	82.9	38	47	2507
123	ยะลา สกย.	89.8	89.8	89.8	5	5	2549
124	นราธิวาส	84.3	71.2	74.8	56	60	2494

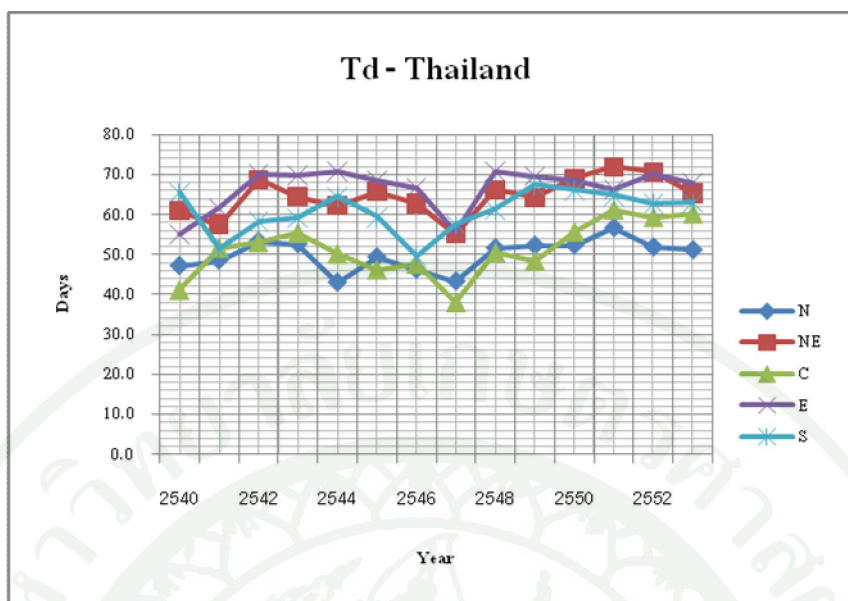




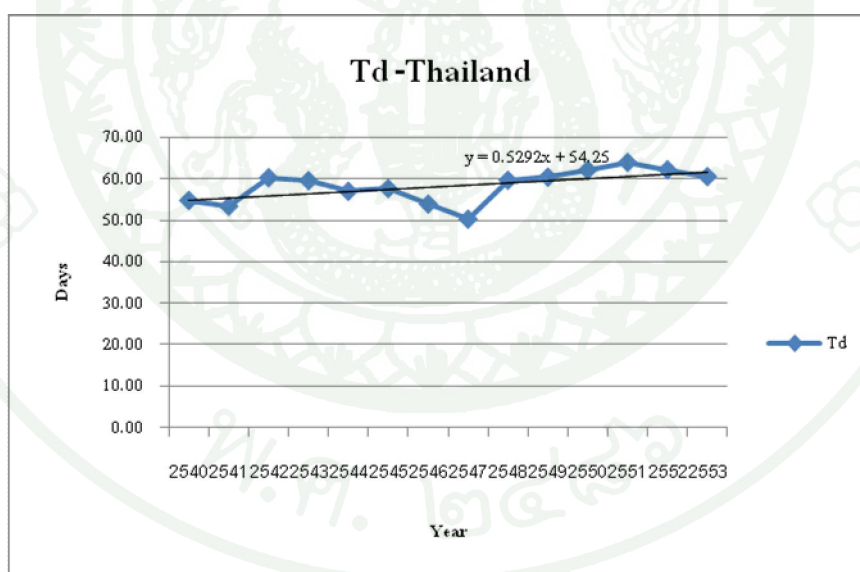
ภาพผนวกที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยา

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2550)





ภาพผนวกที่ 1 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง แบ่งภาคตามต่างๆ ของประเทศไทย



ภาพผนวกที่ 2 จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง ของประเทศไทย

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายโชคชัย เดชโยธิน
เกิดวันที่	17 ตุลาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (ไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ตำแหน่งปัจจุบัน	วิศวกรไฟฟ้าระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์ควบคุมระบบไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง