

ผลกระทบของปรากฏการณ์เอ็นโซ่ ต่อปริมาณฝน คุณหมุมิ และความถี่พายุหมุนเขตร้อน  
บริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย



นายภูเวียง ประคำมินทร์

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-972-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPACTS OF ENSO ON RAINFALL, TEMPERATURE AND TROPICAL CYCLONE FREQUENCY IN  
COASTAL AREAS OF THAILAND



PHUWIENG PRAKHAMMINTARA

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Marine Science

Department of Marine Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-346-972-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของปรากฏการณ์เอ็นโซ ต่อปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่พายุ  
หมุนเขตร้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย

โดย นายภูเวียง ประคำมินทร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ อับสรสุดา ศิริพงศ์

ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร.ดุษฎี ศุขวัฒน์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานคณะกรรมการ  
(อาจารย์ ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ อับสรสุดา ศิริพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์ ดร.ดุษฎี ศุขวัฒน์)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลวรรณ อุทุมพุกษ์พร)

## บทคัดย่อวิทยานิพนธ์

ภูเวียง ประคำมินทร์: ผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซต่อปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่พายุ  
หมุนเขตร้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย. (IMPACTS OF ENSO ON RAINFALL,  
TEMPERATURE AND TROPICAL CYCLONE FREQUENCY IN COASTAL AREAS OF  
THAILAND.) อ. ที่ปรึกษา : รศ. อัสสรสุดา ศิริพงศ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อาจารย์ ดร. ดุษฎี ศุขวัฒน์,  
132 หน้า. ISBN 974-346-972-9.

ปรากฏการณ์เอนโซมีผลกระทบต่อทั่วโลก การวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลกระทบต่อ  
ปริมาณฝน อุณหภูมิและความถี่พายุหมุนเขตร้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝน  
รายปี อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีและพายุหมุนเขตร้อนตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-1998 จากสถานีตรวจอากาศ จำนวน  
26 สถานี ซึ่งรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อหาค่าความสัมพันธ์แล้วใช้วิธีการหาความแตกต่างของค่ากลาง  
และวิธีเรขาคณิตเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดังกล่าวกับปรากฏการณ์เอนโซ โดยใช้ SOI (Southern  
Oscillation Index) เป็นตัวแทนปรากฏการณ์ จากการทดสอบหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีเรขาคณิตพิจารณาว่า  
จะมีผลกระทบแบบมีนัยสำคัญเมื่อค่า  $R = 0.6$  และพบว่าผลกระทบต่ออุณหภูมิในภาคใต้ฝั่งตะวันออก  
เป็นปริมาณ 8.3% ของจำนวนสถานี บริเวณอื่นไม่มีผลกระทบ สำหรับการหาผลกระทบกับค่าดัชนีสภาพฝน  
และการหาผลกระทบต่อความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่บริเวณพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยพบว่าไม่  
มีผลกระทบ นอกจากนี้ในการทดสอบหาความสัมพันธ์โดยวิธีการหาความแตกต่างของค่ากลาง พบว่าไม่มี  
ความแตกต่างของค่ากลางระหว่าง SOI กับอุณหภูมิเป็นจำนวน 96% ของทุกสถานีและ ไม่มีความแตกต่าง  
ของค่ากลางระหว่าง SOI กับค่าดัชนีสภาพฝนในทุกสถานีที่ศึกษา ส่วนการเปรียบเทียบแนวโน้มความสัมพันธ์  
ระหว่างปริมาณฝนรายปีกับ Monsoon Index พบว่าที่กรุงเทพฯและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสอดคล้องกัน  
71.4% ภาคใต้ฝั่งตะวันออก สอดคล้องกัน 83% ภาคใต้ฝั่งตะวันตก สอดคล้องกัน 71.4% เฉลี่ยรวม 75.2%  
ของสถานีที่ศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงอุณหภูมิมีแนวโน้มสูงกว่าปกติ  
ส่วนปริมาณฝนและความถี่พายุหมุนเขตร้อนมีแนวโน้มน้อยกว่าปกติ

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล  
ปีการศึกษา 2543

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## AN ABSTRACT

## 4072351223 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEY WORD: ENSO/ MONSOON/ TEMPERATURE/ RAINFALL/ TROPICAL CYCLONE/ COAST OF THAILAND/SOI  
 PHUWIENG PRAKHAMMINTARA: IMPACTS OF ENSO ON RAINFALL, TEMPERATURE AND  
 TROPICAL CYCLONE FREQUENCY IN COASTAL AREAS OF THAILAND. THESIS  
 ADVISOR: ASSOC.PROF. ABSORNSUDA SIRIPONG, THESIS COADVISOR: DUSADEE  
 SUKKHAWAT, Ph.D, 132 pp. ISBN 974-346-972-9.

The data of rainfall, annual average air temperature and numbers of tropical cyclone in the year 1951-1998 from 26 meteorological stations in the coastal areas of southern and eastern parts of Thailand were analyzed by using regression analysis and difference of means methods. The results of regression analysis were as follows: air temperature was changed in the southeastern coastal area, no change in the amount of rainfall and the frequency of tropical cyclone. In addition, the results of difference of means method were as follows: no significant difference between Southern Oscillation Index (SOI) and coastal temperature, neither between SOI and amount of rainfall, for 96% of the stations. The average correlation of annual amount of rainfall and Monsoon Index was 75.2% for the stations in coastal areas of Thailand. The correlation were 71.4% for Bangkok and east coast stations, 83% for southern east coast stations, 71.4% for southern west coast stations. When El Nino occurred, temperature was significant higher than average value of 30 years, however amount of rainfall and numbers of tropical cyclone were lower than the average.

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Marine Science  
 Field of study Marine Science  
 Academic year 2000

Student's signature .....  
 Advisor's signature .....  
 Co-advisor's signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ อัสสรสุดา ศิริพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์มาด้วยดีตลอด

ขอขอบคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ช่วยพิจารณา ตรวจสอบ แก้ไข ตลอดจนอนุมัติวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้

ขอขอบคุณ กรมอุดมศึกษา ที่ได้ให้ข้อมูลและเอกสารประกอบการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
 สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนบางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์  
 ฉบับนี้



สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

## หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฅ

## บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 แนวเหตุผลและทฤษฎีสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 พื้นที่ที่ทำการศึกษา.....	4
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.5 แผนการดำเนินการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2. ลักษณะทั่วไปของภาคตะวันออกและภาคใต้.....	6
2.1 ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์.....	6
2.2สภาพภูมิอากาศ.....	7
3. ผืนในประเทศไทย.....	13
3.1 มรสุม.....	16
3.1.1 ชนิดของมรสุม.....	17
3.1.2 ดัชนีมรสุม.....	19
3.2 พายุหมุนเขตร้อน.....	22
3.2.1 การก่อตัวของพายุ.....	22
3.2.2 สภาพที่เหมาะสมต่อการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน.....	22
3.2.3 ผลกระทบของพายุหมุนเขตร้อนที่มีต่อประเทศไทย.....	24
3.2.4 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย.....	26
3.2.5 รูปแบบทางเดินของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย.....	26

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2.6	
เปอร์เซ็นต์ความถี่ที่ศูนย์กลางของพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนผ่านพื้นที่ของประเทศไทย.....	28
4. ปραกฏการณเ์นินไซและความสัมพันธ์ทางไกล .....	36
4.1 ปραกฏการณเ์นินไซ.....	36
4.2 ความสัมพันธ์ทางไกล.....	41
4.3 ผลกระทบของปραกฏการณเ์นินไซต่อประเทศไทย.....	42
5. วิธีการศึกษา.....	43
5.1 คำนวณหาค่าต่าง ๆ ทางสถิติที่เกี่ยวข้อง.....	43
5.2 วิธีการศึกษา.....	47
6. ผลการการศึกษา.....	49
6.1 คุณภูมิและปริมาณฝนโดยวิธี Linear Regression.....	49
6.2 คุณภูมิและปริมาณฝนโดยวิธี Difference of Means.....	50
6.3 ความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย.....	51
6.4 ปริมาณฝนรายปีกับ Monsoon Index.....	52
7 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ.....	53
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	53
7.1.1 คุณภูมิ.....	53
7.1.2 ฝน.....	54
7.1.3 ความถี่พายุหมุนเขตร้อน.....	55
7.1.4 ปริมาณฝนรายปีกับ Monsoon Index.....	55
7.1.5 ปัจจัยอื่น ๆ อันเนื่องมาจากผลกระทบต่อปραกฏการณเ์นินไซ.....	56
7.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	57
7.3 ข้อเสนอแนะ.....	58
รายการอ้างอิง.....	59
ภาคผนวก.....	62
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	136



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 ลมที่ Bahrein Chittagong.....	20
ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติอุณหภูมิและ SOI โดยวิธีรีเกรซชัน.....	49
ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติปริมาณฝนและ SOI โดยวิธีรีเกรซชัน.....	50
ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติอุณหภูมิและ SOI โดยวิธี Difference of Means.....	50
ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติปริมาณฝนและ SOI โดยวิธี Difference of Means.....	51
ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่พายุหมุนเขตร้อนและ SOI โดยวิธีรีเกรซชัน.....	52
ตารางผนวก 1 ค่าเฉลี่ยรายปี ค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ค่าผิดปกติ SOI และ Monsoon Index ของอุณหภูมิที่กรุงเทพฯ.....	63
ตารางผนวก 2 ค่าเฉลี่ยรายปี ค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ค่าผิดปกติ SOI และ Monsoon Index ของปริมาณฝนที่กรุงเทพฯ.....	91
ตารางผนวก 3 การทดสอบ Difference of Means ระหว่างอุณหภูมิ ที่กรุงเทพฯกับ SOI.....	119
ตารางผนวก 4 การทดสอบ Difference of Means ระหว่าง ปริมาณฝนที่กรุงเทพฯกับ SOI.....	120
ตารางผนวก 5 ค่าวิกฤติของ $X^2$ – Distribution.....	121
ตารางผนวก 6 ค่าผิดปกติ SOI ของความถี่พายุหมุนเขตร้อน ที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย.....	122

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายปีของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่ปี 1951-1997.....	7
รูปที่ 2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่ปี 1951-1997.....	8
รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายปีของภาคใต้ฝั่งตะวันออกตั้งแต่ปี 1951-1997.....	9
รูปที่ 4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของภาคใต้ฝั่งตะวันออกตั้งแต่ปี 1951-1997.....	10
รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายปีของภาคใต้ฝั่งตะวันตกตั้งแต่ปี 1951-1997.....	11
รูปที่ 6 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของภาคใต้ฝั่งตะวันตกตั้งแต่ปี 1951-1997.....	12
รูปที่ 7 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	17
รูปที่ 8 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	18
รูปที่ 9 พื้นที่เขตรมสุขของ Khromov ก่อนนำความเร็วลมมาพิจารณา.....	21
รูปที่ 10 เขตรมสุขของ Khromov .....	21
รูปที่ 11 แผนที่ผิวพื้นแสดงตำแหน่งการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน .....	24
รูปที่ 12 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนพฤษภาคม.....	29
รูปที่ 13 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนมิถุนายน.....	29
รูปที่ 14 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนกรกฎาคม.....	30
รูปที่ 15 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนสิงหาคม.....	30
รูปที่ 16 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนกันยายน.....	31
(ครั้งแรก)	
รูปที่ 17 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนกันยายน.....	31
(ครั้งหลัง)	
รูปที่ 18 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนตุลาคม.....	32
(ครั้งแรก)	
รูปที่ 19 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนตุลาคม (ครั้งหลัง)....	32
รูปที่ 20 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนพฤศจิกายน.....	33
(ครั้งแรก)	
รูปที่ 21 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนพฤศจิกายน.....	33
(ครั้งหลัง)	
รูปที่ 22 เส้นทางเดินพายุ ปี 1971-1990.....	35

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 23 ระบบการไหลเวียนของอากาศกับอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอนโซ.....	36
รูปที่ 24 ระบบการไหลเวียนของอากาศกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในภาวะปกติ.....	37
รูปที่ 25 ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเทียบกับค่าปกติ.....	38
รูปที่ 26 การหมุนเวียนของบรรยากาศ Walker Cells.....	39
รูปที่ 27 SOI รายเดือนและ 5-years running mean SOI.....	40
รูปที่ 28 ปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีขนาดรุนแรงในปีต่าง ๆ.....	41
รูปที่ 29 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญต่อฝนและอุณหภูมิบริเวณ ประเทศไทย.....	42
รูปที่ 30 รีเกรซชันเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า x และ y.....	45
รูปที่ 31 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของกรุงเทพฯ.....	65
รูปที่ 32 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของชลบุรี.....	66
รูปที่ 33 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของพัทยา.....	68
รูปที่ 34 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของสัตหีบ.....	69
รูปที่ 35 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของระยอง.....	70
รูปที่ 36 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของจันทบุรี.....	71
รูปที่ 37 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของตราด.....	72
รูปที่ 38 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของเพชรบุรี.....	73
รูปที่ 39 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของประจวบฯ.....	74

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 40 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของห้วงหิน.....	75
รูปที่ 41 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของชุมพร.....	76
รูปที่ 42 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของสุราษฎร์ธานี.....	77
รูปที่ 43 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของท่าอากาศยานสุราษฎร์ฯ.....	78
รูปที่ 44 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของเกาะสมุย.....	79
รูปที่ 45 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของนครศรีธรรมราช.....	80
รูปที่ 46 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของสงขลา.....	81
รูปที่ 47 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของหาดใหญ่.....	82
รูปที่ 48 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOIกับค่าผิดปกติอุณหภูมิของปัตตานี.....	83
รูปที่ 49 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของนราธิวาส.....	84
รูปที่ 50 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของระนอง.....	85
รูปที่ 51 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของตะกั่วป่า.....	86
รูปที่ 52 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของภูเก็ต.....	87
รูปที่ 53 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของเกาะลันตา.....	88

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 54 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของตรัง.....	89
รูปที่ 55 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของสตูล.....	90
รูปที่ 56 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของกรุงเทพฯ.....	93
รูปที่ 57 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของชลบุรี.....	94
รูปที่ 58 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของพัททยา.....	95
รูปที่ 59 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของสตั๊ดหีบ.....	96
รูปที่ 60 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของระยอง.....	97
รูปที่ 61 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของจันทบุรี.....	98
รูปที่ 62 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของตราด.....	99
รูปที่ 63 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของเพชรบุรี.....	100
รูปที่ 64 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของหัวหิน.....	101
รูปที่ 65 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของประจวบฯ.....	102
รูปที่ 66 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของชุมพร.....	103
รูปที่ 67 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของสุราษฎร์ธานี.....	104

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 68 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจานี้.....	105 105
รูปที่ 69 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของเกาะสมุย.....	106 106
รูปที่ 70 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของนครศรีธรรมราช.....	107 107
รูปที่ 71 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของสงขลา.....	108 108
รูปที่ 72 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของหาดใหญ่.....	109 109
รูปที่ 73 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของปัตตานี.....	110 110
รูปที่ 74 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของนราธิวาส.....	111 111
รูปที่ 75 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของระนอง.....	112 112
รูปที่ 76 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของตะกั่วป่า.....	113 113
รูปที่ 77 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของภูเก็ต.....	114 114
รูปที่ 78 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของท่าอากาศยานภูเก็ต.....	115 115
รูปที่ 79 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของกระบี่.....	116 116
รูปที่ 80 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของตรัง.....	117 117
รูปที่ 81 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของสตูล.....	118 118

สารบัญญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 82 ความถี่พายุหมุนเขตร้อนรายปี ค่าผิดปกติ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติความถี่พายุหมุนฯกับ SOI ของกรุงเทพฯ และภาคตะวันออกเฉียง.....	124
รูปที่ 83 ความถี่พายุหมุนเขตร้อนรายปี ค่าผิดปกติ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติความถี่พายุหมุนฯกับ SOI ของภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียง.....	125
รูปที่ 84 ความถี่พายุหมุนเขตร้อนรายปี ค่าผิดปกติ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติความถี่พายุหมุนฯกับ SOI ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก.....	126
รูปที่ 85 ปริมาณฝนรายปีที่กรุงเทพฯ ชลบุรี พัทยา กับ Monsoon Index.....	127
รูปที่ 86 ปริมาณฝนรายปีที่สตัหีบ ระยอง จันทบุรี กับ Monsoon Index.....	128
รูปที่ 87 ปริมาณฝนรายปีที่ตราด เพชรบุรี หัวหิน กับ Monsoon Index.....	129
รูปที่ 88 ปริมาณฝนรายปีที่ประจวบ ชุมพร สุราษฎร์ธานีกับ Monsoon Index.....	130
รูปที่ 89 ปริมาณฝนรายปีที่ท่าอากาศยานสุราษฎร์ฯ เกาะสมุย นครศรีธรรมราช กับ Monsoon Index.....	131
รูปที่ 90 ปริมาณฝนรายปีที่ระนอง สงขลา หาดใหญ่กับ Monsoon Index.....	132
รูปที่ 91 ปริมาณฝนรายปีที่ปัตตานี นราธิวาสกับ Monsoon Index.....	133
รูปที่ 92 ปริมาณฝนรายปีที่ภูเก็ต ท่าอากาศยานภูเก็ต พังงากับ Monsoon Index.....	134
รูปที่ 93 ปริมาณฝนรายปีที่กระบี่ ตรัง สตูลกับ Monsoon Index.....	135

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1. 1 แนวเหตุผลและทฤษฎีสำคัญ

เอนโซ (El Nino and Southern Oscillation, ENSO) เป็นคำรวมของเอลนีโญ (El Nino) และความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation) ซึ่งปรากฏการณ์นี้เป็นตัวเชื่อมระหว่างปรากฏการณ์ในมหาสมุทรและบรรยากาศเข้าด้วยกัน กล่าวคือเอลนีโญ (El Nino) เป็นส่วนของปรากฏการณ์ในมหาสมุทร ส่วนความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation) เป็นส่วนของปรากฏการณ์ในบรรยากาศและได้เชื่อมโยงเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า เอนโซ (ENSO)

เอนโซ คือปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกตอนใต้มีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าปกติ (ในภาวะที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติเรียกว่า เอลนีโญ ส่วนภาวะที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติเรียก ลานินญา) กับปรากฏการณ์ที่ความกดอากาศบริเวณอินโด-ออสเตรเลียและมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกมีการเปลี่ยนแปลงตรงข้ามกับภาวะปกติ กล่าวคือ บริเวณอินโด-ออสเตรเลียที่ปกติจะเป็นที่ ๆ มีความกดอากาศต่ำกลับเปลี่ยนเป็นบริเวณความกดอากาศสูง ส่วนบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกที่เป็นบริเวณความกดอากาศสูงกลับเปลี่ยนเป็นต่ำ

การศึกษาความผันผวนของอากาศในบริเวณซีกโลกใต้โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดีย โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1920 Sir Gilbert Walker ซึ่งได้ศึกษาและพยายามอธิบายถึงสาเหตุการเกิด ต่อมา Berlage ได้พยายามให้ความหมายของความผันผวนของอากาศในซีกโลกใต้โดยรวมถึงความรุนแรงของการหมุนเวียนของอากาศในบริเวณมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก และต่อมา Quinn et al. (1978) ยอมรับว่า ความผันผวนของอากาศบริเวณนี้มีความสัมพันธ์กับความแตกต่างของความกดอากาศ บริเวณความดันอากาศสูงกึ่งเขตร้อนแถบมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ (South Pacific Subtropical High) และความกดอากาศบริเวณความดันอากาศต่ำเขตร้อนใกล้ประเทศอินโดนีเซีย (Indonesian Equatorial Low) โดยกำหนดเป็นค่าดัชนีที่แสดงถึงความผันผวนของอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index: SOI) คำนวณจากความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างเมือง Darwin ในออสเตรเลีย (ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันตก) กับเกาะตาสิตีในมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันออก เมื่อใดก็ตามที่ค่าดัชนีดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าศูนย์หรือติดลบ 15 hPa (Hecto Pascal) (NOAA, 1998) จะเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีความรุนแรงและต่อเนื่องเป็นเวลานานหลายปี ซึ่ง Lim (1984) อธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผิวน้ำทะเลมีความสัมพันธ์กับการหมุน



เวียนของกระแสในมหาสมุทร และปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก

ปรากฏการณ์เอนโซมีผลกระทบต่อภูมิอากาศทั่วโลก Glantz (1996) พบว่าปรากฏการณ์เอลนีโญมีผลกระทบทำให้เกิดความแห้งแล้งในทวีปออสเตรเลีย ประเทศบราซิล และประเทศอินเดีย แม้กระทั่งการลดลงของจำนวนพายุเฮอริเคนในชายฝั่งสหรัฐอเมริกา หรือน้ำท่วมหนักในประเทศเปรู แม้ว่าเอนโซจะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเขตร้อนของมหาสมุทรแปซิฟิก แต่มีผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศทั่วโลก ทั้งนี้เพราะบรรยากาศมีอาณาเขตต่อเนื่องกันโดยตลอด การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการหมุนเวียนของลม ฝน บริเวณใดบริเวณหนึ่งจะทำให้การหมุนเวียนของลม (Hadley and Walker Circulation) ณ บริเวณอื่น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของลมจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฝน ลมมรสุม พายุ ฯลฯ ทั่วโลก อย่างไรก็ตาม บริเวณต่าง ๆ ของโลกจะได้รับผลกระทบไม่เท่ากัน บางแห่งสภาพลมฟ้าอากาศจะผิดปกติมาก ในขณะที่บางแห่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากจนไม่อาจรู้สึกได้

Jackson (1993) พบว่าในบริเวณเขตร้อน (Tropical Zone) ปรากฏการณ์เอนโซกับมรสุมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asian Monsoon) มีความสัมพันธ์กันและปริมาณฝนเป็นความสัมพันธ์แบบผกผันกับความกดอากาศ ณ บริเวณนั้น นอกจากนี้ Philander (1995) ได้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ศึกษาระบบบรรยากาศในเขตร้อนพบว่าสาเหตุแห่งความผิดปกติของระบบภูมิอากาศในที่ต่างๆ ทั่วโลกส่วนหนึ่งเกิดจากปรากฏการณ์เอนโซ

ปรากฏการณ์เอนโซเกี่ยวข้องกับทั้งบรรยากาศและมหาสมุทร การที่จะเข้าใจปรากฏการณ์อย่างชัดเจนต้องศึกษากระบวนการต่างๆ ทางบรรยากาศ เช่น ลม ความกดอากาศ อุณหภูมิ ปริมาณฝน การพาความร้อน ฟิสิกส์ของบรรยากาศเขตร้อน หรือ การหมุนเวียนของลมในบริเวณต่างๆ การเกิดมรสุม หรือแม้กระทั่งการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของบรรยากาศ ปัจจัยเหล่านี้มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญทั้งสิ้น เช่นความแตกต่างของความกดอากาศและอุณหภูมิทำให้เกิดลม การพาความร้อน (Convection) ความชื้นในบรรยากาศ กับลักษณะเฉพาะของพื้นที่เป็นตัวการทำให้เกิดฝน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ Riehl (1954) และ Byers (1944) ได้อธิบายไว้แล้ว ส่วนปรากฏการณ์ในทางสมุทรศาสตร์ Eckart (1960) ก็ได้อธิบายไว้เป็นอย่างดี เช่น Wind Driven Circulation เป็นตัวการสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดกระแสน้ำเป็นต้น

สำหรับประเทศไทยเป็นบริเวณหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญด้วย แม้ว่าจะไม่มากเหมือนบางแห่ง แต่ก็ทำให้สภาพลมฟ้าอากาศผิดปกติไปบ้าง โดยปรากฏการณ์เอลนีโญทำให้ความกดอากาศสูงบริเวณมหาสมุทรอินเดียทางซีกโลกใต้อ่อนกำลังลงและความกดอากาศบริเวณนี้เป็นแหล่งกำเนิดของลมมรสุมที่พัดพาความชื้นเข้าสู่ประเทศไทยดังนั้นจึงอาจจะมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย เพราะนอกจากความชื้นที่ถูกพัด

มาจะมีค่าน้อยกว่าปกติแล้ว ความเร็วลมที่อ่อนจะทำให้การหมุนเวียนยกตัวของอากาศทำได้ไม่ดี การพาความร้อนเพื่อพาอากาศร้อนและชื้นลอยตัวสูงขึ้นแล้วกลั่นตัวเป็นเมฆก็ทำได้ไม่ดีด้วย จากสมมติฐานเหล่านี้จึงควรทำการศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซต่อปริมาณฝน และอุณหภูมิบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย นอกจากลมมรสุมแล้วพายุหมุนเขตร้อนก็เป็นตัวการหลักที่ทำให้มีฝนตก การศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซต่อพายุหมุนเขตร้อน จะช่วยให้ทราบถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซได้ดียิ่งขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ศึกษาถึงผลกระทบจากปรากฏการณ์เอนโซบ้างแล้วแต่ยังน้อยกว่าภูมิภาคอื่น มันทนา พฤกษ์วัน และ สุดาพร นิมมา (2536) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญ โดยพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของปีก่อนเกิด ปีที่เกิด และปีหลังเกิดปรากฏการณ์ที่รุนแรงและปานกลางจากสถานีตรวจอากาศผิวพื้น จำนวน 43 สถานี มีค่าสูงกว่าปกติในฤดูหนาวและฤดูร้อน แต่ผลกระทบของปรากฏการณ์ดังกล่าวในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทยยังไม่มีผู้ศึกษา ปรากฏการณ์เอนโซเป็น Air-Sea Interaction บริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทยจึงเป็นบริเวณหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอนโซมากกว่าบริเวณอื่น ๆ นอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมทั้งตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝน อุณหภูมิและความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยได้

ในการศึกษาครั้งนี้จะหาผลกระทบโดยวิธีวิเคราะห์ค่าผิดปกติ (Anomaly Analysis) เพื่อดูแนวโน้ม (Trend) ขนาด (Magnitude) ของปรากฏการณ์ดังกล่าวในช่วงเวลาที่เกิด El Nino และ La Nina เป็นรายปีและรายสามเดือน เทียบกับช่วงเวลาแบบเดียวกันที่ไม่มีปรากฏการณ์เพื่อดูความแตกต่าง แล้วใช้วิธีการทางสถิติ เช่น Regression Analysis และ Differences of Means ทดสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ และเพื่อทดสอบว่าปรากฏการณ์เอนโซมีผลกระทบต่อปริมาณฝน อุณหภูมิและความถี่พายุหมุนเขตร้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทยอย่างไร หากทราบถึงผลกระทบดังกล่าวจะได้เตรียมการป้องกันเพื่อลดความรุนแรงและความเสียหายของภัยธรรมชาติอันเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เอนโซที่จะเกิดขึ้นต่อสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมได้ทัน่วงที

## 1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซต่อปริมาณฝน และอุณหภูมิบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย
- 1.2.2 ผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซต่อความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เข้าสู่ประเทศไทย

- 1.2.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Southern Oscillation Index (SOI) & Monsoon Index กับอุณหภูมิ ปริมาณฝน และความถี่พายุหมุนเขตร้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย โดยเน้นเฉพาะที่เกิด El Nino และ La Nina ครั้งใหญ่เมื่อปี 1982-1983 และที่เกี่ยวข้องกับประเทศไทย

### 1.3 พื้นที่ทำการศึกษา

ตั้งแต่ละติจูด 5.0-22.0 องศาเหนือและลองจิจูด 99.0-110.0 องศาตะวันออก จังหวัดที่มีบริเวณพื้นที่ติดชายฝั่งทะเลของประเทศไทย

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ใช้ข้อมูลย้อนหลัง ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1951 - 1997 โดยข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย

- 1.4.1 ความถี่พายุหมุนเขตร้อนจะพิจารณาเฉพาะพายุที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยพื้นที่ระหว่างละติจูด 5.0-22.0 องศาเหนือ และลองจิจูด 99.0-110.0 องศาตะวันออก ข้อมูลความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1951 - 1997 จากกองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา
- 1.4.2 ข้อมูลทิศทางและความเร็วลม อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ฝนรายปี ความกดอากาศเฉลี่ยรายปีของสถานีตรวจอากาศ สถานีอากาศเกษตร สถานีอุตุนิยมวิทยาทุกแห่งของทุกจังหวัดที่มีพื้นที่ติดกับชายฝั่งทะเลของประเทศไทย จากกรมอุตุนิยมวิทยา
- 1.4.3 ข้อมูล SOI และ Monsoon Index จาก NOAA
- 1.4.4 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยระหว่างปี ค.ศ. 1982-1983 จากดาวเทียม NOAA เพื่อใช้ในการศึกษาเส้นทางเดินพายุ

### 1.5 แผนการดำเนินการวิจัย

- 1.5.1 เก็บรวบรวมข้อมูลทิศทางและความเร็วลม ความกดอากาศ ปริมาณฝน อุณหภูมิ และจำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ของทุกจังหวัดบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1951 - 1997 จากกรมอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญเพิ่มเติมจากทั่วโลกทาง Internet
- 1.5.2 ทำการคัดคุณภาพของข้อมูล และนำข้อมูลที่ผ่านมาการคัดคุณภาพมาคำนวณหา
- 1.5.2.1 ค่า Yearly Mean และค่า 3- years running mean
- 1.5.2.2 คำนวณหาค่าเฉลี่ย 30 ปี (โดยใช้ปี 1961- 1990 ตามข้อกำหนดเรื่อง Baseline Period ของ องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก) เพื่อนำไปใช้ในการ

คำนวณหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าผิดปกติ (Anomaly) ของ  
อุณหภูมิและปริมาณฝน

- 1.5.3 หาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่ออุณหภูมิ และปริมาณฝนโดยวิธี  
Regression Analysis และ Differences of Means เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสม  
ของทั้งสองวิธีว่าวิธีใดสามารถจำแนกผลกระทบได้ชัดเจนที่สุด
- 1.5.4 เปรียบเทียบความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยของปีปกติและปี  
ที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญด้วยวิธี Regression Analysis โดยพิจารณาปัจจัยอื่น  
ประกอบ เช่น ลม ความกดอากาศ และอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล
- 1.5.5 หาความสัมพันธ์ของ SOI ต่ออุณหภูมิ ปริมาณฝนและความถี่ของพายุหมุนเขตร้อน  
ปี ค.ศ. 1982-1983 โดยวิธี Regression Analysis และ Differences of Means
- 1.5.6 หาความสัมพันธ์ของ Monsoon Index กับปริมาณฝนรายปี

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

มีความเข้าใจผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีต่ออุณหภูมิ ปริมาณฝนในพื้นที่ชายฝั่ง  
และความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย ซึ่งสามารถนำไปใช้วางแผนป้องกันภัย  
ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญที่เกิดขึ้นได้ และใช้ประกอบการศึกษาวิจัยในเรื่องที่  
เกี่ยวข้องต่อไป

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### ลักษณะทั่วไปของภาคตะวันออกและภาคใต้

#### 2.1 ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์

##### ภาคตะวันออก

ตั้งอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของภาคกลางระหว่างละติจูด 11.5 องศาเหนือถึง 14 องศาเหนือ และลองจิจูด 101 องศาตะวันออก ถึง 103 องศาตะวันออก ประกอบด้วย 8 จังหวัด คือ นครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด และสระแก้ว

##### ลักษณะภูมิประเทศ

เป็นภูเขาและที่ราบชายฝั่งทางตะวันออกเฉียงใต้ของภาคมีทิวเขาบรรทัดเป็นแนวพรมแดนกับประเทศกัมพูชา ถัดเข้ามามีทิวเขาจันทบุรีและเขาสอยดาว ซึ่งมียอดสูง 1,639 เมตร ทางตอนเหนือมีทิวเขาสันกำแพงและพนมดงรักทอดในแนวตะวันตกตะวันออกกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เทือกเขาเหล่านี้ลาดลงสู่ที่ราบชายฝั่งทะเล มีแม่น้ำสั้น ๆ หลายสายไหลลงสู่อ่าวไทยทางด้านบริเวณชายฝั่งทะเลที่ติดต่อกับอ่าวไทยมีเกาะแก่งเป็นอันมาก เกาะที่ใหญ่ที่สุด คือ เกาะช้าง รองลงมาคือ เกาะกูดและเกาะคราม รวมพื้นที่ทั้งภาคประมาณ 36,000 ตารางกิโลเมตร

##### ภาคใต้

จากลักษณะภูมิศาสตร์กายภาพจึงแบ่งภาคใต้ออกเป็น 2 บริเวณ ตามลักษณะภูมิอากาศได้ดังนี้

##### ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

อยู่ทางตะวันตกของภาคตั้งแต่คอคอดกระลงไปประกอบด้วย 6 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา กระบี่ ภูเก็ต ตรัง และสตูล มีอาณาเขตติดต่อกับอ่าวเบงกอล และมีเทือกเขาซึ่งสูงประมาณ ตั้งแต่ 1,000 - 1,500 เมตรวางตัวในแนวเหนือใต้ตามชายฝั่ง

##### ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

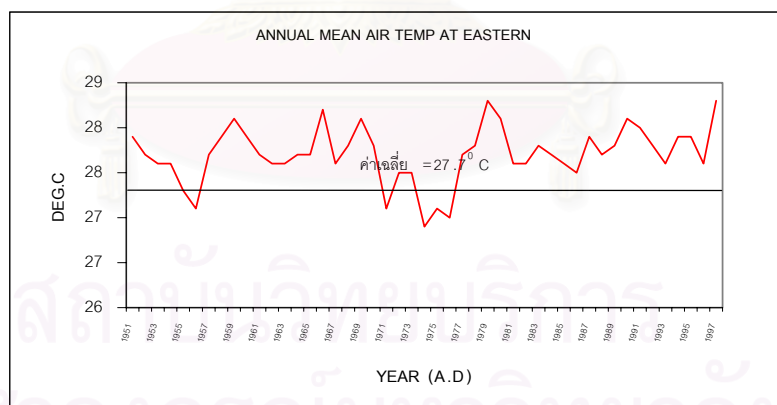
บริเวณนี้อยู่ทางด้านตะวันออกของภาคตั้งแต่ก้นอ่าวไทยลงไปประกอบด้วย 10 จังหวัด ได้แก่ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส มีทิวเขานครศรีธรรมราช ซึ่งมียอดสูงที่สุดประมาณ 1,800 เมตร ทอดขวางกระแสมในแนวเหนือใต้บริเวณนี้ทำให้สามารถรับลมได้ทั้ง 2 ฤดู และมีอาณาเขตทางทิศตะวันออกติดกับอ่าวไทย

## 2.2 สภาพภูมิอากาศ

### ภาคตะวันออก

จากลักษณะภูมิประเทศที่มีชายฝั่งทะเลเป็นแนวยาวและมีเทือกเขาอยู่ใกล้ทะเลด้านที่เปิดรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวไทยอย่างเต็มที่ จึงทำให้มีฝนตกมากตามแนวภูเขาและชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งตอนใต้สุดของภาคนี้ตั้งแต่จังหวัดจันทบุรีเรื่อยไปจนถึงคลองใหญ่ จ.ตราด จะมีฝนชุกกว่าบริเวณอื่น ๆ ลักษณะของฝนบริเวณนี้คล้ายคลึงกับบริเวณจังหวัดระนองซึ่งอยู่ทางฝั่งทะเลเปิดด้านตะวันตกของภาคใต้ ในเรื่องของอุณหภูมินั้นส่วนมากมีค่าสม่ำเสมอตลอดทั้งปีและมีค่าความชื้นค่อนข้างสูง เดือนที่มีอากาศแจ่มใสและมีฝนน้อยอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคม

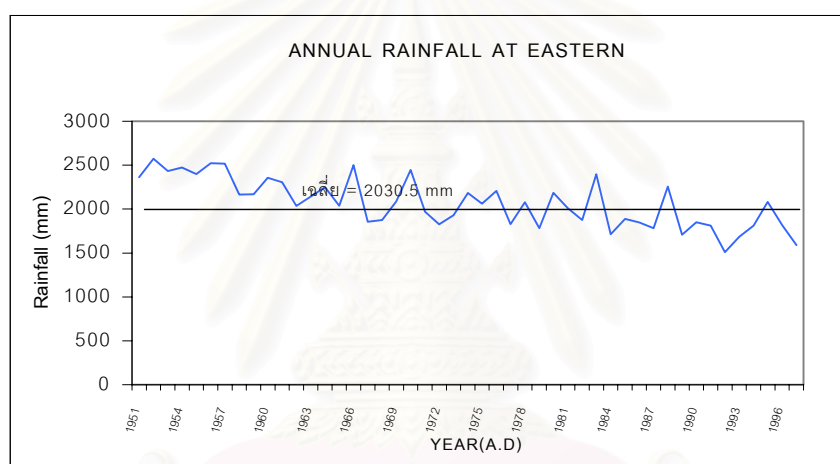
อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีของภาคนี้ 27.7 องศาเซลเซียส(ในระหว่าง ปี 1951-1997) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในเดือนที่ร้อนที่สุดในเดือนเมษายน 34.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ของภาคนี้ 42.9 องศาเซลเซียส ที่อำเภอภินทรบุรี จังหวัดปราจีนบุรี เมื่อวันที่ 23 เมษายน 1990 ส่วนอุณหภูมิต่ำที่สุดเฉลี่ยในเดือนที่เย็นที่สุดในเดือนมกราคม 20.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำที่สุดที่เคยตรวจวัดได้ 7.6 องศาเซลเซียส ที่อำเภออรัญประเทศ จังหวัดปราจีนบุรี เมื่อวันที่ 16 มกราคม 1963



รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรายปี ของภาคตะวันออกตั้งแต่ ปี 1951-1997

ภาคตะวันออกที่ใช้ข้อมูลศึกษามีทั้งสิ้น 4 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด

ปริมาณฝนรวมเฉลี่ยทั้งปี มีค่าแตกต่างกันมากระหว่างจังหวัดชายทะเลขึ้นไปทางเหนือ กับจังหวัดชายทะเลตั้งแต่จันทบุรีลงไปทางใต้และทางด้านที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดิน คือจังหวัด ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา และนครนายก ก็ยังมีค่าแตกต่างกันออกไปจากจังหวัดชายทะเลอีก ดังนั้น การพิจารณาลักษณะของฝนภาคตะวันออกจึงต้องแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ดังนี้ คือจังหวัดชายทะเลตั้งแต่ระยะของขึ้นไปจนถึงชลบุรี มีปริมาณฝนเฉลี่ยระหว่าง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี จังหวัดที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,400-2,000 มิลลิเมตรต่อปี ตั้งแต่จังหวัดจันทบุรีตลอดลงไปถึงอำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด มีปริมาณฝนเฉลี่ยตั้งแต่ 2,800-5,000 มิลลิเมตร ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของภูมิประเทศ จากสถิติฝนรวมตลอดทั้งปีเฉลี่ยทั่วทั้งภาคในคาบ 30 ปีมีค่า 1,913.8 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ของภาคตะวันออก ตั้งแต่ปี 1951-1997

จำนวนวันที่มีฝนตกตลอดปีเฉลี่ย 131.3 วัน เดือนที่มีฝนตกชุกที่สุด คือ เดือนกันยายน วัดปริมาณฝนได้ 335.5 มิลลิเมตร จำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ย 19.7 วัน เดือนที่แห้งแล้งที่สุด ได้แก่ เดือนธันวาคม ฝนรวมตลอดเดือนเฉลี่ย 10.1 มิลลิเมตร จำนวนวันที่มีฝนตก 1.4 วัน

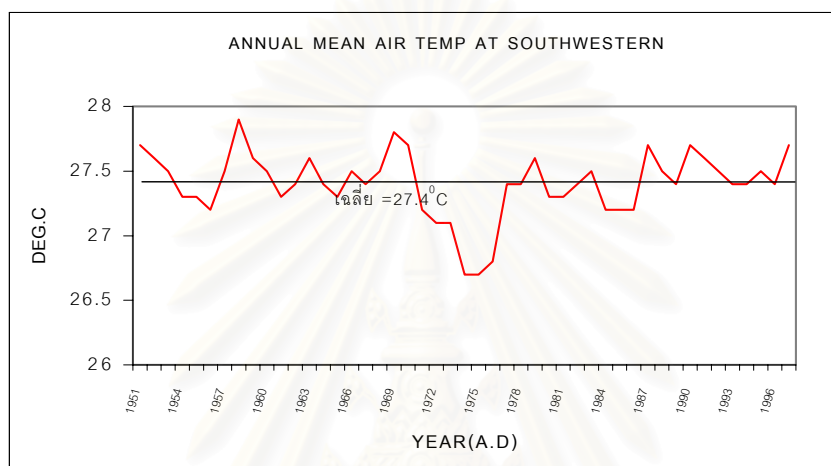
จากสถิติภูมิอากาศจนถึง ค.ศ. 1996 เคยวัดปริมาณฝนสูงที่สุดในภาคตะวันออกได้ดังนี้ ฝนมากที่สุด ใน 24 ชั่วโมง 553.7 มิลลิเมตร วันที่ 16 สิงหาคม 1970 ที่อำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราด

ฝนมากที่สุด ใน 1 เดือน 2,072.4 มิลลิเมตร เดือนสิงหาคม 1964 ที่ อำเภอคลองใหญ่

ฝนมากที่สุด ใน 1 ปี 6,005.5 มิลลิเมตร ค.ศ. 1961 ที่อำเภอคลองใหญ่

### ภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีลักษณะอากาศสำคัญดังนี้

อุณหภูมิของบริเวณด้านนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักในรอบปี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี มีค่า 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในเดือนที่ร้อนที่สุดในเดือนมีนาคมซึ่งเท่ากับเดือนเมษายนมีค่า 33.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ของบริเวณนี้ 40.3 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดตรัง เมื่อวันที่ 24 เมษายน 1982

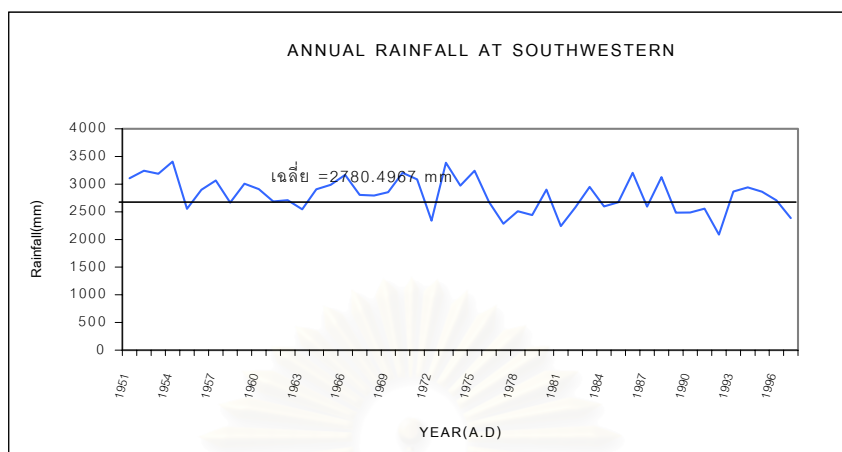


### รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำรายปีของภาคใต้ฝั่งตะวันตก ตั้งแต่ปี 1951-1997

ส่วนอุณหภูมิต่ำที่สุดเฉลี่ยในเดือนที่เย็นที่สุดในเดือนมกราคมวัดได้ 21.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำที่สุดที่เคยตรวจวัดได้ของบริเวณนี้ 13.7 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดระนอง เมื่อวันที่ 21 มกราคม 1956

สำหรับฝนในบริเวณนี้ปรากฏว่าเป็นบริเวณที่มีฝนตกชุกในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้โดยในจะเริ่มเพิ่มขึ้นชัดเจนในเดือนเมษายนเป็นต้นไป และมีค่าเฉลี่ยของฝนประจำเดือนสูงเกินกว่า 100 มิลลิเมตร ซึ่งต่างจากเดือนมีนาคมอย่างชัดเจนและถัดจากนั้นมาตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนตุลาคมจะมีฝนชุกหนาแน่นมีค่าเฉลี่ยประจำเดือนตั้งแต่ 300 มิลลิเมตรขึ้นไป ในเดือนพฤศจิกายนฝนจะลดลงบ้างแต่ค่าเฉลี่ยประจำเดือนยังสูงกว่า 150 มิลลิเมตร ในเดือนธันวาคม ปริมาณฝนจะเริ่มลดน้อยลงไปมาก ค่าเฉลี่ยของฝนประจำเดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์





รูปที่ 4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของภาคใต้ฝั่งตะวันตก ตั้งแต่ปี 1951-1997

และมีนาคมจะมีไม่ถึง 100 มิลลิเมตร จากสถิติฝนรวมเฉลี่ยตลอดปีของบริเวณนี้ในคาบ 30 ปี มีค่า 2,741.3 มิลลิเมตร จำนวนวันที่มีฝนตกทั้งปี 176.0 วัน เดือนที่มีฝนตกชุกที่สุดคือเดือนกันยายน ฝนรวมตลอดเดือนเฉลี่ย 451.8 มิลลิเมตร และจำนวนวันที่ฝนตก 22.9 วัน เดือนที่แล้งที่สุดได้แก่เดือนกุมภาพันธ์ ฝนรวมตลอดเดือน 22.8 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 3.0 วัน

จากสถิติภูมิอากาศของประเทศไทยจนถึง ค.ศ. 1996 เคยมีฝนตกหนักที่สุดในภาคใต้ฝั่งตะวันตกดังนี้

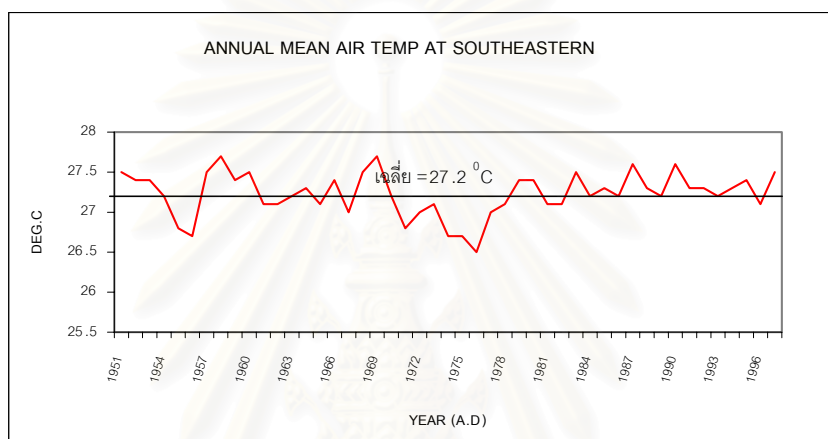
ฝนมากที่สุด ใน 24 ชั่วโมง 460.9 มิลลิเมตร วันที่ 22 มิถุนายน 1970 ที่จังหวัดระนอง

ฝนมากที่สุด ใน 1 เดือน 1,339.0 มิลลิเมตร เดือนมิถุนายน 1970 ที่จังหวัดระนอง

#### ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

บริเวณนี้อยู่ทางด้านตะวันออกของภาคตั้งแต่ก้นอ่าวไทยลงไปประกอบด้วย 10 จังหวัด ได้แก่ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และ นราธิวาส มีทิวเขานครศรีธรรมราช ซึ่งมียอดเขาสูงประมาณ 1,800 เมตร ทอดขวางกระแสม ในแนวเหนือใต้ บริเวณนี้สามารถรับลมมรสุมได้ทั้ง 2 ฤดู เนื่องจากมีอาณาเขตติดต่อกับอ่าวไทย ลักษณะของอุณหภูมิจึงคล้ายคลึงกับบริเวณด้านฝั่งตะวันตกกล่าวคือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักในรอบปี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.2 องศาเซลเซียส แม้ว่าลักษณะภูมิอากาศในบริเวณตอนบนของฝั่งตะวันออกจะคล้ายกับภาคกลางก็ตาม นอกจากนี้ในบางปีลมมรสุมตะวันออก

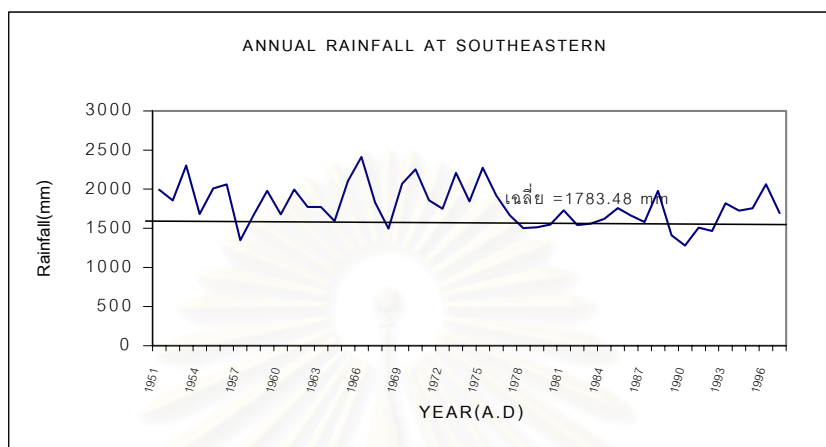
เพียงเหนือมีกำลังแรงก็อาจทำให้อุณหภูมิทางฝั่งตะวันออกลดลงมากกว่าปกติได้ แต่ส่วนมาจะไม่เกินจังหวัดชุมพรลงไป อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในเดือนที่ร้อนที่สุดในเดือนเมษายน 33.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ของบริเวณนี้ 40.4 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อวันที่ 14 เมษายน 2535 อุณหภูมิต่ำที่สุดในเดือนที่เย็นที่สุดในเดือนมกราคมมีค่า 21.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำที่สุดที่เคยตรวจได้ 8.3 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อวันที่ 1 มกราคม 1976



รูปที่ 5 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำรายปีของภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตั้งแต่ปี 1951-1997

สำหรับฝน ปรากฏว่าบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี โดยเริ่มมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนเกิน 100 มิลลิเมตรในเดือนพฤษภาคม เนื่องจากได้รับฝนในช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากนั้นในเดือนมิถุนายน กรกฎาคมและสิงหาคม ฝนทางบริเวณฝั่งนี้จะมีปริมาณลดลง ตั้งแต่เดือนกันยายนเป็นต้นไปจะเริ่มมีฝนหนาแน่นขึ้นในเดือนตุลาคมจะมีฝนตกมากเกินกว่า 200 มิลลิเมตร จากนั้นในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมจะฝนตกทางตอนล่างของบริเวณตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป ส่วนบริเวณกันอ่าวไทยมีฝนน้อย เดือนมกราคมกลุ่มฝนจะเคลื่อนไปทางใต้ของภาคมากขึ้นอีก คือ จะมีฝนตั้งแต่นครศรีธรรมราชลงไปจนถึงนราธิวาส แต่เหนือนครศรีธรรมราชขึ้นมาจะมีฝนน้อยและในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน เป็นช่วงแล้งของบริเวณนี้จะมีฝนตกน้อยทั่วไป จากสถิติฝนรวมเฉลี่ยตลอดปีของบริเวณนี้ในคาบ 30 ปีมีค่า 1,697.4 มิลลิเมตร จำนวนวันที่มีฝนตกตลอดปีเฉลี่ย 147.9 วัน เดือนที่มีฝนตกชุกที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน ฝนรวมตลอด

เดือนเฉลี่ย 392.0 มิลลิเมตร แต่มีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย 28.3 มิลลิเมตรและมีจำนวนวันฝนตก 3.8 วัน สูงกว่าเดือนมีนาคมเล็กน้อย



รูปที่ 6 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตั้งแต่ปี 1951-1997

จากสถิติภูมิอากาศประเทศไทยจนถึง ค.ศ. 1996 เคยมีฝนตกหนักที่สุดในภาคใต้ฝั่งตะวันออกดังนี้

ฝนมากที่สุดใน 24 ชั่วโมง 625.9 มิลลิเมตร วันที่ 1 มกราคม 1955 ที่จังหวัดนราธิวาส  
 ฝนมากที่สุดใน 1 เดือน 1,497.7 มิลลิเมตร เดือนพฤศจิกายน ที่จังหวัดนราธิวาส  
 ฝนมากที่สุดใน 1 ปี 4,015.0 มิลลิเมตร ค.ศ. 1966 ที่จังหวัดนราธิวาส

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### บทที่ 3 ฝนในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งรายได้ส่วนใหญ่ของประเทศมาจากภาคเกษตรกรรม ฝนเป็นปัจจัยหลักในการทำเกษตรกรรม ปริมาณฝนจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญและนำศึกษาถึงสาเหตุ การเกิดฝนและตัวการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

สาเหตุการเกิดฝนในประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อนนั้น การเกิดฝนมีส่วนสัมพันธ์กับ ปรากฏการณ์ที่เกิดในเขตละติจูดสูง (Higher latitude) โดย Harnack, Lanzante and Harnack (1982); Davis (1981); Arkin and Webster (1985); Reiter (1983); Jackson (1985) ศึกษาพบว่า เกี่ยวพันกันอย่างมาก ระหว่างสภาวะในในเขตมหาสมุทรแปซิฟิกใกล้กับเส้นศูนย์สูตรกับระบบการไหลเวียนของอากาศในเขตละติจูดสูง

#### ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเกิดฝนในเขตร้อนมี ดังนี้

1. ความกดอากาศสูงในเขต Sub-tropical (The Sub-tropical High Pressure Cells)
2. ลมสินค้า (The Trade Winds)
3. ร่องความกดอากาศต่ำบริเวณศูนย์สูตร (The Equatorial Trough)
4. มรสุมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SE Asian Monsoon)
5. ปรากฏการณ์เอนิโง (The El Nino and the Southern Oscillation (ENSO) Phenomena)
6. ความแปรปรวนของอากาศ (Disturbance)
7. พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Storm)
8. ภูมิประเทศ (Topography)
9. ปัจจัยอื่น

#### ความกดอากาศสูงในเขต Sub-tropic (The Sub-tropical High pressure cells)

โดยทั่วไปแล้วอากาศในเขต Sub-tropic ดูเหมือนจะไม่มีผลกระทบกับเขตร้อนแต่ในความเป็นจริงมีผลกระทบโดยตรงกับการเกิดปฏิสัมพันธ์กันระหว่างอากาศเหนือพื้นดินและน้ำ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญ ในการเกิดฝน แม้ว่าความกดอากาศสูงเป็นอากาศที่จมตัวลงทำให้การเกิดเมฆฝนทำได้ยากและไม่น่า ที่จะเกิดฝนตกได้ แต่เมื่อความกดอากาศสูงปรากฏอยู่เหนือทะเล มวลอากาศในระดับต่ำจะสะสมไอน้ำและความร้อนเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ โดย Dietrich and Kalle (1957) พบว่าอุณหภูมิที่ระดับผิวหน้า น้ำ

ทะเลด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนทางด้านตะวันตกจะสูงกว่าค่าเฉลี่ย บรรยากาศในระดับต่ำจะเป็นแหล่งสะสมพลังงานเพื่อใช้ในการลอยตัวขึ้นไปเป็นเมฆฝน

### ลมสินค้า (The Trade Winds)

เป็นการพัดเข้าหากันของลมใน 2 ทิศทางขึ้นไปโดยการพัดเข้าหากัน (Convergence) จะมีทิศทางการพัดในแนวศูนย์สูตรและแนวตะวันตก นั่นคือทางด้านซีกโลกเหนือมักจะเป็นทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนทางด้านใต้จะเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อพัดเข้าหากันก็จะยกตัวหรือพัดลอยสูงขึ้นไป ทำให้เกิดการพัดพาความชื้นที่เป็นตัวการเกิดฝนขึ้นไปด้วย Riehl, (1979) และ Krishnamurti, (1979) อธิบายถึงลักษณะโครงสร้างว่ามีการเปลี่ยนแปลงและมีความรุนแรงมากในระดับต่ำ ๆ แล้วอ่อนกำลังลงตามลำดับในระดับสูง ๆ ขึ้นไป

### ร่องความกดอากาศต่ำบริเวณศูนย์สูตร (The Equatorial Trough)

เป็นบริเวณที่มีแนวเมฆและฝนตกต่อเนื่องเป็นแนวยาวพาดตัวทางตะวันออกสู่ตะวันตก ส่วนมากจะขนานตามแนวเส้นศูนย์สูตร โดยเฉลี่ยแล้วจะอยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตร 2-3 องศาเหนือหรือใต้ เท่านั้น Holton et al. (1971) พบว่าบางครั้งก็เป็นเส้นตรง บางครั้งบิดเบี้ยว บางครั้งก็มีลักษณะหมุนเวียน

### มรสุมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (The South-East Asian Monsoon)

Lockwood (1985) ได้แบ่งปีออกเป็นฤดูได้ดังนี้

1. The North-East Monsoon Season ได้แก่
  - มกราคมถึงกุมภาพันธ์ เป็นฤดูหนาว
  - มีนาคมถึงพฤษภาคม เป็นฤดูร้อน
2. The South-West Monsoon Season ได้แก่
  - มิถุนายนถึงกันยายน เป็นฤดูฝน (General Rains)
  - ตุลาคมถึงธันวาคม เป็นฤดูหลังมรสุม (Post Monsoon)

แต่อย่างไรก็ตามก็ยังไม่ถูกต้อง 100% เพราะบางครั้งก็มีการคลาดเคลื่อนอยู่เหมือนกัน ลักษณะของมรสุมช่วง South West Monsoon นั้นจะมีฝนตกมาก เพราะเป็นช่วงที่ลมพัดเอาความชื้นจากมหาสมุทรเข้าสู่แผ่นดิน ทำให้เกิดฝนตกมากในบริเวณพื้นที่รับลม และก็เช่นเดียวกัน North-East

Monsoon ก็จะทำให้เกิดฝนในด้านรับลมเหมือนกันโดยเฉพาะบริเวณที่มวลอากาศพัดผ่านพื้นน้ำก่อนเข้าสู่พื้นดินจะนำเอาไอน้ำมาด้วย ทำให้เกิดฝนตกมากบริเวณรับลมหรือแนวที่ลมปะทะฝั่ง

### ปรากฏการณ์เอลนีโญ

(The El Niño and The Southern Oscillation (ENSO) Phenomena)

ปรากฏการณ์เอลนีโญเป็นปรากฏการณ์ที่ความกดอากาศบริเวณผิวหน้า น้ำทะเลทางมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกแถบเขตร้อนเป็นความกดอากาศต่ำ ทำให้เกิดฝนตกหนักขึ้นจนอาจทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมขึ้นในบริเวณดังกล่าว และตรงกันข้ามบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตกจะเป็นลักษณะของความกดอากาศสูงปกคลุมทำให้เกิดความแห้งแล้ง โดยทั่วไปส่วนปรากฏการณ์ลานีญาก็จะเป็นเหตุการณ์ตรงกันข้ามกับเอลนีโญและมีภาวะรุนแรงกว่าปกติ

### ความแปรปรวนของอากาศ (Disturbance)

ความแปรปรวนของบรรยากาศนั้นสามารถเกิดจากสาเหตุต่างๆได้มากมายหลายสาเหตุโดยเฉพาะในเขตร้อน ความแปรปรวนของอากาศอาจเกิดได้จากลมสินค้า ความแตกต่างของชั้นบรรยากาศ ระบบลมมรสุมหรือแม้กระทั่งปัจจัยทางฟิสิกส์อื่นมากมายที่เกี่ยวข้อง เช่นความแปรปรวนของอากาศจาก Equatorial trough และ Wave disturbance หรือแม้กระทั่งความแปรปรวนของอากาศอันเนื่องมาจากพายุหมุนเขตร้อน โดยสิ่งที่กล่าวมานี้เหล่านี้มักจะทำให้อากาศแปรปรวนโดยที่อากาศร้อนขึ้นซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหรือทรัพยากรของการเกิดเมฆฝนนั้นจะมีภาวะที่ไม่มีเสถียรภาพเกิดการลอยตัวขึ้นได้ง่ายและเป็นฝนในที่สุด

### พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Storm)

ส่วนใหญ่จะเกิดในทะเลหรือมหาสมุทรแล้วเคลื่อนที่ไปตามผลของการหมุนของโลกแล้วมีผลกระทบต่อพื้นภูมิประเทศต่างๆ พายุหมุนเขตร้อนอากาศจะถูกยกตัวลอยขึ้นอย่างรุนแรงนำเอาความร้อนและความชื้นขึ้นไปข้างบนบรรยากาศระดับสูง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว อากาศที่เย็นกว่าจากบริเวณรอบๆ ก็จะไหลเข้าแทนที่อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการหมุนของอากาศขึ้นจนเป็นพายุ

### ภูมิประเทศ (Topography)

ปัจจัยนี้เป็นสิ่งสำคัญมากอย่างหนึ่ง ดังเช่นในบริเวณประเทศที่มีมรสุมปกคลุมเหมือนกันหากสภาพภูมิประเทศแตกต่างกัน ก็จะทำให้ภาวะฝนตกไม่เหมือนกัน ถึงแม้จะเป็นบริเวณขนาดเล็กแต่ผล

ของปัจจัยนี้ก็แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนดังที่บริเวณจังหวัดระนองมีฝนตกมากในแต่ละปี ทั้งนี้เพราะพื้นที่ภูมิประเทศเป็นเมืองหน้าภูเขา เมื่อลมมรสุมนำเอาความชื้นพัดเข้ามาก็จะมีแนวโน้มมลอยตัวสูงขึ้น แล้วกลั่นตัวเป็นเมฆฝนต่อไป แต่บางพื้นที่เขตบริเวณหลังเขาที่เรียกว่า เงาฝน (Rain shadow) หรือ Lee side ก็จะมีฝนตกน้อยกว่าบริเวณอื่น ๆ

### ปัจจัยอื่น

ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่เฉพาะ (Local scale) ที่มีผลจากความแตกต่างของความชื้นและอุณหภูมิของพื้นดินและพื้นน้ำ นอกจากนี้ยังมีอีกหลายปัจจัยเช่น การพัดพาของมวลอากาศหรือความหนาแน่นของมวลอากาศที่พัดผ่านบริเวณนั้นๆ ปริมาณไอน้ำในอากาศของแต่ละพื้นที่ การพาความร้อนในช่วงบ่าย สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดฝนทั้งสิ้น ขึ้นกับว่าปัจจัยไหนจะมีอิทธิพลมากกว่ากันในช่วงเวลานั้น

นอกจากนี้ยังมีผลกระทบอื่น ๆ ที่มีขนาดเล็ก (Very local scale) เช่นลมพัดผ่านภูเขาหรือที่สูงซึ่งฝนจะผันแปรตามความสูงหรือแม้กระทั่งปริมาณน้ำในอากาศบริเวณเหนือพื้นที่ทะเลสาบ อัตราการยกตัวของอากาศ ความแตกต่างของความร้อนของพื้นดินหรือพื้นน้ำ (The thermal contrasts between land & water) ความเร็วและทิศทางของลมที่พัดปกคลุม เสถียรภาพของอากาศ convergence, divergence สิ่งเหล่านี้มีผลต่อปริมาณฝนทั้งสิ้น Lahey (1985) เห็นได้ว่าปัจจัยที่ควบคุมการเกิดฝนในเขตร้อนนั้นมีความยุ่งยากและซับซ้อนมาก แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะปัจจัยหลักที่มีผลชัดเจนต่อฤดูฝนในประเทศไทยเท่านั้น นั่นคือ

- 3.1 มรสุม (Monsoon)
- 3.2 พายุหมุนเขตร้อน (Tropical storm)
- 3.3 ภูมิประเทศ (Topography)

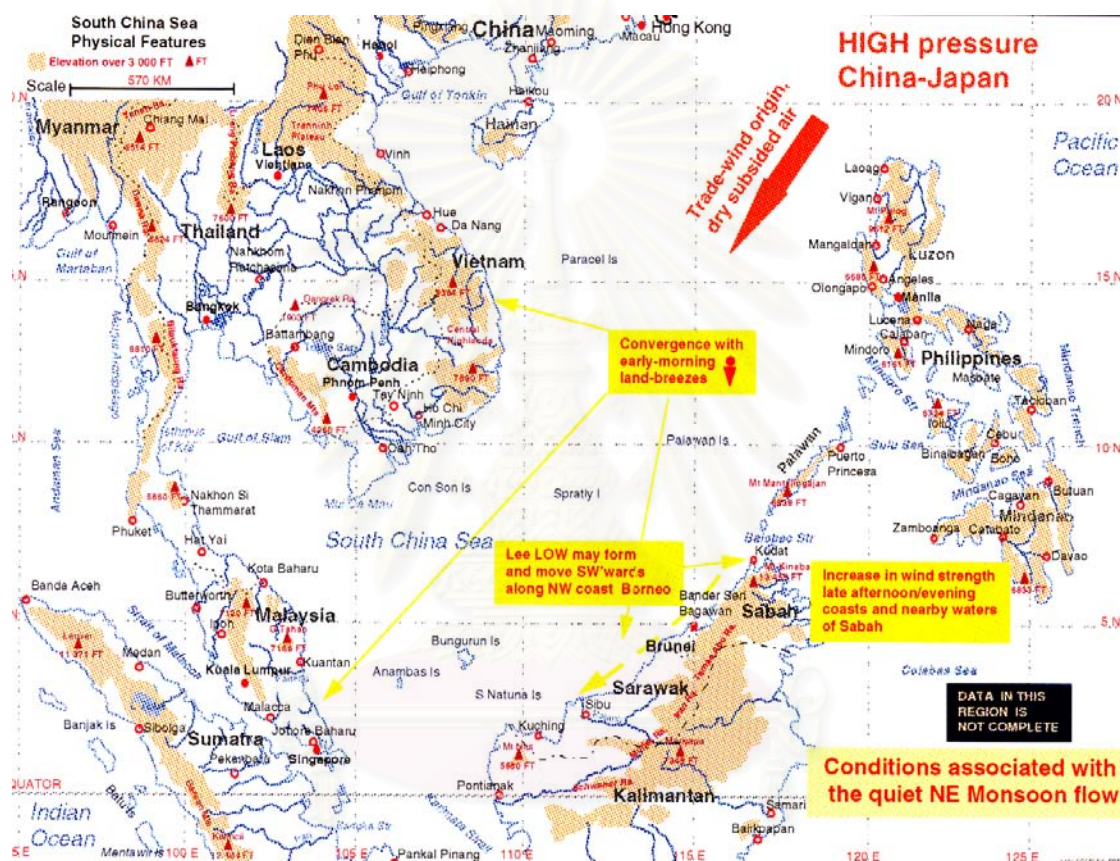
### 3.1 มรสุม (Monsoon)

มรสุม คือ ความแตกต่างของลมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ฤดูกาล โดยฤดูหนาวส่วนใหญ่จะพัดจากแผ่นดินสู่ทะเล และฤดูร้อนจะพัดจากทะเลสู่แผ่นดิน ความแตกต่างของความร้อนและเย็นระหว่างแผ่นดินและพื้นน้ำที่มีขนาดใหญ่ เช่น ประเทศอินเดีย ประเทศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แอฟริกาตะวันตกและตอนเหนือของทวีปออสเตรเลีย บริเวณเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดรูปแบบการไหลเวียนของลมมรสุมขึ้น โดยทั่วไปจะเป็นที่ทราบว่ามีมรสุมเป็นลมที่พัดประจำฤดูและพัดกลับใน

อีกฤดู มรสุมที่มีระบบชัดเจนและสามารถศึกษาได้อย่างดีคือมรสุมในประเทศอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยเฉพาะประเทศไทย

### 3.1.1 ชนิดของมรสุม แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

#### 1. มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast monsoon)



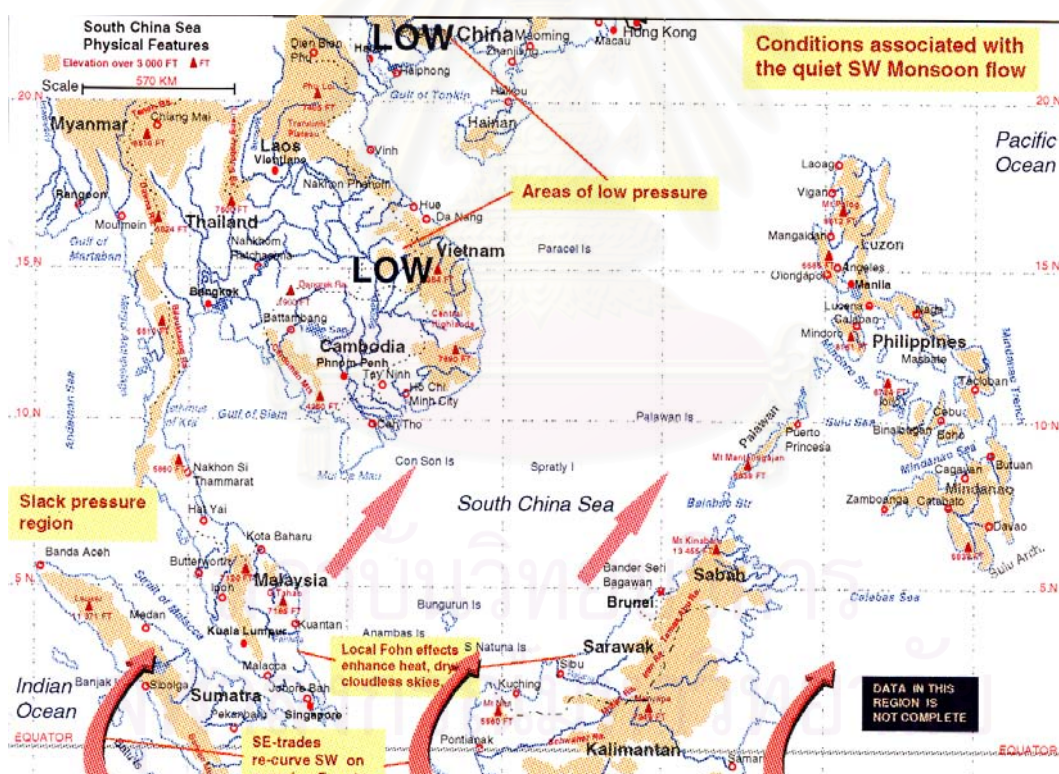
รูปที่ 7 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ที่มา: Weight, N and Cooper, D, 1997)

ในฤดูหนาวบริเวณไซบีเรียจะเป็นบริเวณความกดอากาศสูงกำลังแรงปกคลุมอยู่ ซึ่งทำให้มีกระแสอากาศไหลออกจากบริเวณความกดอากาศสูงนี้ ปรากฏเป็นลมตะวันตกเฉียงเหนือพัดปกคลุมอยู่บริเวณประเทศจีนตอนบนและทะเลจีนด้านตะวันออก ส่วนบริเวณทะเลจีนใต้ถึงบริเวณเส้นศูนย์สูตรจะเป็นลมทิศตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดออกจากความกดอากาศสูงดังกล่าวพัดปกคลุมและจะพัดเข้าสู่บริเวณประเทศไทยประมาณกลางเดือนตุลาคมเป็นต้นไป โดยในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดแรงและชัดเจนขึ้นบ่อยครั้ง และระยะนี้ร่อง



ความกดอากาศต่ำได้เลื่อนลงไปใกล้เส้นศูนย์สูตรบริเวณประเทศมาเลเซียถึงทะเลจีนใต้ ในช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรงบ่อยครั้งจะมีหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมอยู่ในทะเลจีนใต้และเคลื่อนเข้าปกคลุมบริเวณแผ่นดินประเทศมาเลเซีย ทำให้มีการยกตัวของมวลอากาศอย่างรุนแรงได้ เนื่องจากภูมิประเทศที่เป็นภูเขาในแถบนั้นจึงเป็นสาเหตุให้เกิดฝนตกหนักรุนแรงได้บ่อยครั้งในบริเวณดังกล่าว และในบางครั้งทำให้เกิดฝนตกหนักทางตอนล่างของภาคใต้ได้ นอกจากนี้ในช่วงที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรงพัดปกคลุมภาคใต้ของประเทศไทย จะทำให้เกิดฝนตกหนักบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งเป็นด้านรับลม บ่อยครั้งมีฝนหนักติดต่อกันหลายวันทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันได้ ในช่วงปลายฤดูหนาวตั้งแต่กลางเดือนมกราคมไปแล้วฝนจะเริ่มน้อยลงเนื่องจากอากาศค่อนข้างแห้ง

## 2. มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest monsoon)



รูปที่ 8 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ที่มา: Weight, N and Cooper, D, 1997)

สำหรับการหมุนเวียนของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในแถบเอเชียนี้เป็นกระแสลมที่พัดจากซีกโลกใต้ข้ามเส้นศูนย์สูตรมายังซีกโลกเหนือเข้าสู่บริเวณทะเลและแผ่นดินของประเทศไทย มาเลเซียและอินโดนีเซีย ซึ่งเมื่อกระแสลมนี้พัดข้ามเส้นศูนย์สูตรมาแล้วจะเปลี่ยนเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้และพัดเข้าสู่ประเทศไทยประมาณกลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป ลมมรสุมนี้จะมีกำลังแรงเป็นระยะๆ โดยเฉพาะหลังจากเดือนกรกฎาคมไปแล้ว ลมมรสุมจะมีกำลังแรงบ่อยครั้งขึ้น โอกาสที่จะเกิดพายุในทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตก จึงมีมากขึ้นกว่าในช่วงต้นฤดูฝนและทำให้ประเทศไทยมีฝนตกชุกขึ้น ในช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรงมักจะทำให้ฝนตกหนักได้ โดยเฉพาะตามชายฝั่งทะเลด้านรับลมและด้านหน้าภูเขา

มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่แห้งและเย็นในขณะที่พัดผ่านแผ่นดินก็ได้พัดพาเอาความชื้นสู่ทะเลตามแบบอย่างของลมสินค้าทั่วไป (The Trade winds) ส่วนมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีแหล่งกำเนิดในทะเล มีระยะทางและเวลาในการพัดผ่านพื้นน้ำสู่แผ่นดินยาวนาน ดังนั้นจึงรวบรวมเอาความชื้นต่าง ๆ ไว้มาก นอกจากนี้ยังมีความไม่เสถียรภาพของอากาศสูง จึงทำให้เกิดการพาความร้อน (Convection) ได้ง่ายทั้งในทะเลและบนแผ่นดินซึ่งทำให้มีฝนตก และยังมีส่วนทำให้เกิดสภาวะอากาศรุนแรง หรือเกิดพายุในบริเวณทะเลจีนใต้อีกด้วย

### 3.1.2 ดัชนีมรสุม (Monsoon index)

Hann, 1908 ได้อธิบายถึง Monsoon index ไว้ โดยเทียบกับลมที่สถานีตรวจอากาศ 8 แห่ง ซึ่งดัชนีเขียนได้ดังนี้

$$I_H = \text{maximum difference in frequency between midwinter and midsummer (Midwinter higher)} + \text{maximum difference in frequency between midwinter and mid summer (midsummer higher)}$$

ต่อมา Schick, (1953) ได้เขียนสมการใหม่ได้ ดังนี้

$$I_S = (F_{jan} - F_{july}) + (F_{july} - F_{jan})$$

โดย  $F_{jan}$  และ  $F_{july}$  คือ เปอร์เซนต์ความถี่ที่อ้างถึงทิศทางลมที่ปกคลุมอยู่ในเดือนมกราคมและกรกฎาคม

ค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของทั้ง  $I_H$  และ  $I_S$  คือ 200

$I_S$  ส่วนมากจะมีค่าเท่ากับ  $I_H$  หรือต่ำกว่าเล็กน้อย

แต่ข้อเสียของทั้งสองดัชนีนี้ เป็นการเทียบค่าความแตกต่างของทิศทางลมเท่านั้น  
Kao et al. (1962) ได้เสนอสมการใหม่ ดังนี้

$I_K$  = ผลรวมของค่าสูงสุดของค่าแตกต่างระหว่างลมที่พัดปกคลุมในทิศทางปกติ และลมที่พัดปกคลุมในทิศทางตรงกันข้ามในเดือนมกราคมและกรกฎาคม

ตารางที่ 1 ลมที่ Bahrein และ Chittagong (ที่มา: Khromov, 1957)

	Frequency (%)							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
<b>Bahrein (26°16'N, 50°37'E)*</b>								
January	26	3	3	4	17	12	6	28
July	62	4			1	1	1	26
Differences	-36	-1	+3	+4	+16	+11	+5	+2
<b>Chittagong (22°21'N, 91°50'E)<sup>c</sup></b>								
January	25	4	1		5	6	9	35
July	1	2	2	23	59	10	1	1
Differences	+24	+2	-1	-23	-54	-4	+8	+34

\* From Hann (1908), Schick (1953), Kao et al. (1962), and Khromov (1957).

<sup>b</sup>  $I_H = I_K = 36 + 16 = 52$ ;  $I_S = 36 + 2 = 38$ ;  $I_{Kn} = \text{nonmonsoonal}$ .

<sup>c</sup>  $I_H = I_S = 54 + 34 = 88$ ;  $I_K = 54 + 24 = 78$ ;  $I_{Kn} = (35 + 59)/2 = 47\%$ .

จากตารางที่ 1  $I_K = I_H$  สำหรับเมือง Bahrein

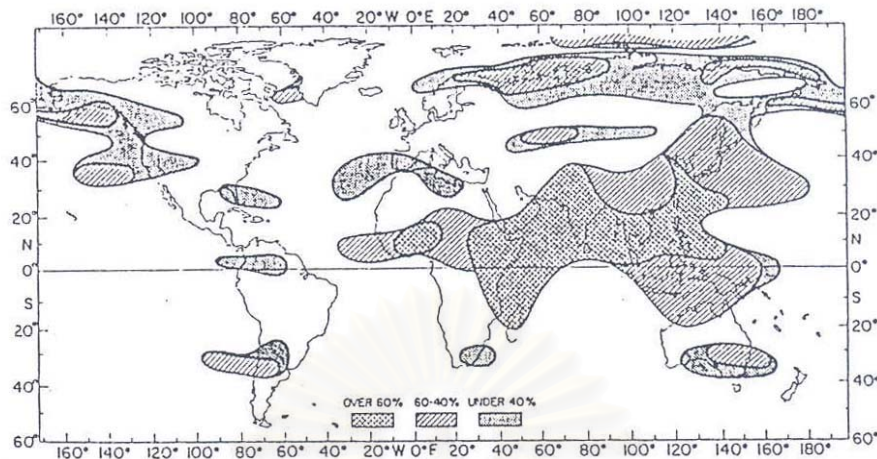
$I_K = I_H$  สำหรับเมือง Chittagong

Khromov, (1957) เสนอสมการในทิศทางที่ซึ่งทิศลมเปลี่ยนแปลงจากค่าปกติอย่างน้อย 120 องศา  
ระหว่างเดือนมกราคมและกรกฎาคม โดยทำการวิเคราะห์ดังสมการ

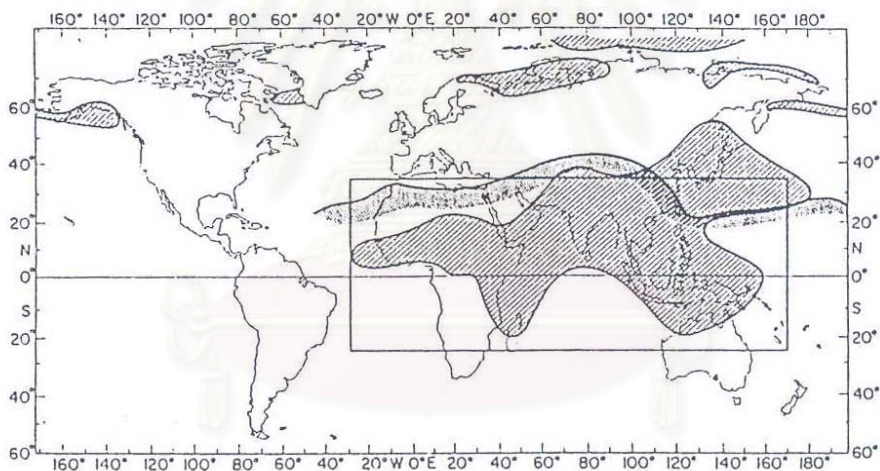
$$I_K = (F_{jan} + F_{july})/2$$

จากสมการของ Khromov เห็นได้ว่า Bahrain ไม่ใช่เขตมรสุม (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้ Khromov ใช้สมการของตัวเองแบ่งเขตมรสุมได้ดังรูปที่ 9 และได้นำเอาความเร็ว  
ลมมาพิจารณาแล้วสรุปเขตมรสุมได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 พื้นที่เขตมรสุมของ Khromov (1957) ก่อนนำความเร็วลมมาพิจารณา



รูปที่ 10 เขตมรสุมของ Khromov (1957) บริเวณกรอบสี่เหลี่ยมเล็ก คือ เขตมรสุม หรือ 35 N ถึง 25 S และ 30 W ถึง 170 E

การนิยามมรสุม ส่วนใหญ่พิจารณาจาก

1. ลมที่พัดปกคลุมในเดือนมกราคมเปลี่ยนไปอย่างน้อย 120 องศาในเดือนกรกฎาคม
2. ลมเฉลี่ยที่พัดปกคลุมในเดือนมกราคมและกรกฎาคม มีทิศทางสม่ำเสมอประมาณ 40 %
3. ความเร็วเฉลี่ยของลมใน 1 เดือนมีค่าประมาณ  $3 \text{ m sec}^{-1}$

### 3.2 พายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อน เป็นคำที่เรียกพายุที่มีแหล่งกำเนิดเหนือมหาสมุทรในเขตร้อนแถบละติจูดต่ำ แต่จะอยู่นอกเขตบริเวณเส้นศูนย์สูตรส่วนใหญ่จะก่อตัวเหนือละติจูดที่ 5 องศาเหนือและใต้ขึ้นไป และโอกาสการเกิดจะน้อยลงเมื่ออยู่ในละติจูดที่สูงมากขึ้น อุณหภูมิของผิวน้ำทะเลที่มีค่าระหว่าง 26-27 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่ามีปริมาณไอน้ำสูงพอเหมาะต่อการเกิดพายุเขตร้อนมากที่สุด เมื่อเกิดแล้วจะเคลื่อนตามกระแสลม ส่วนใหญ่จะเคลื่อนจากตะวันออกสู่ตะวันตก แล้วค่อยโค้งขึ้นไปทางละติจูดที่สูงขึ้นด้วยแรงโคริโอลิส (Coriolis Force) แล้วเวียนกลับไปทางทิศตะวันออกอีกครั้งหนึ่ง

พายุที่เกิดขึ้นตามแหล่งต่าง ๆ ของโลก มีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน สำหรับบริเวณที่มีพายุเกิดและมีผลกระทบต่อประเทศไทย คือ แถบมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตก โดยมีชื่อเรียกตามความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลาง ตามข้อตกลงขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) ดังนี้

- พายุดีเปรสชันเขตร้อน (Tropical depression) เป็นพายุที่มีกำลังอ่อน มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลาง ไม่เกิน 34 นอต (63 กม./ชม.)
- พายุโซนร้อน (Tropical storm) เป็นพายุที่มีกำลังปานกลาง มีความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลาง 35-64 นอต (63 – 118 กม./ชม.)
- พายุไต้ฝุ่น (Typhoon) เป็นพายุที่มีกำลังรุนแรงที่สุด มีความเร็วลมสูงสุดตั้งแต่ 65 นอต (มากกว่า 118 กม./ชม.) ขึ้นไป มีชื่อเรียกตาม

แหล่งที่เกิดหากเกิดด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนเรียกว่า ไต้ฝุ่น

#### 3.2.1 การก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน

เริ่มจากการก่อตัวเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำแล้วเพิ่มกำลังแรงขึ้นเป็นลำดับเหนือผิวน้ำทะเล ในระยะแรกอาจเป็นแค่กลุ่มเมฆจำนวนมาก ยังไม่ปรากฏการหมุนเวียนของระบบลม แต่เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ก็จะพัฒนาขึ้นตามลำดับ จนเกิดการหมุนเวียนของลมชัดเจน โดยลมจะพัดเวียนเข้าหาศูนย์กลางในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในซีกโลกเหนือ และพัดตามเข็มนาฬิกาในซีกโลกใต้ พายุหมุนในแต่ละช่วงที่พัฒนาขึ้นก็จะมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว และเปลี่ยนแปลงตามสภาวะแวดล้อมที่เคลื่อนผ่าน

#### 3.2.2 สภาวะที่เหมาะสมต่อการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่เฉพาะฤดูกาลเท่านั้น ดังนั้นสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งทางภูมิอากาศและบรรยากาศจึงมีความจำเป็นต่อการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน

### - สภาวะภูมิอากาศ

ความสำคัญของสภาวะภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเกิดพายุมีความจำเป็นมากโดยจะเกิดขึ้นครอบคลุมพื้นที่บริเวณที่กว้างและคงอยู่อย่างนั้นเป็นระยะเวลาช่วงหนึ่ง Gray (1993) ศึกษาพบลักษณะสำคัญที่เหมาะสมต่อการเกิดพายุหมุนเขตร้อนดังนี้

1. ค่า Vorticity ในบรรยกาศระดับล่าง มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยโดยรอบ
2. ความชื้นบรรยกาศระดับกลางสูงกว่าความชื้นทั่วไปในขณะนั้น
3. บรรยกาศในขณะนั้นมีลักษณะเป็น Conditional Instability
4. อุณหภูมิที่ผิวหน้าน้ำทะเลมีค่ามากกว่า 26.5 องศาเซลเซียส และมีการผสมผสานที่ดีจนถึงระดับลึกได้ผิวน้ำทะเล
5. Winds Shear ในแนวตั้งมีกำลังอ่อนมาก
6. มีตำแหน่งห่างจากเส้นศูนย์สูตรมากกว่า 4 องศาละติจูด

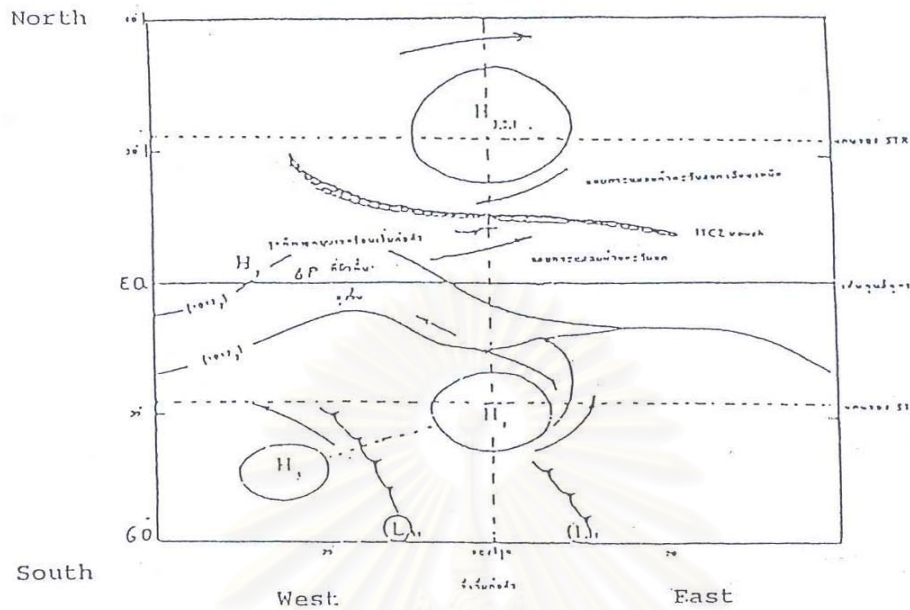
อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าบางครั้งจะมีสภาพเหมาะสมทั้ง 6 ข้อข้างต้น แต่ก็ไม่มีพายุก่อตัวขึ้น ซึ่งนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ทำการศึกษาและให้ข้อคิดเห็นไว้ เช่น พายุหมุนเขตร้อนจะเริ่มก่อตัวในระยะเวลาที่สภาวะดังกล่าวมีค่าสูงกว่าค่าทั่วไปและลมกวน (Perturbed) ระบบสภาวะบรรยกาศในขณะนั้น และ พบว่าหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงซึ่งเป็นต้นกำเนิดของพายุหมุนเขตร้อน มีระบบหมุนเวียนของลมรัศมีมากกว่า 600 กม. และปรากฏ Large Inward Eddy Fluxes อยู่ในระยะใกล้ ๆ

### - สภาวะบรรยกาศ (Synoptic scale)

สภาวะบรรยกาศที่เหมาะสมต่อการเกิดพายุหมุนเขตร้อน คือ ปรากฏหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรง (Active low pressure cell) มีการยกตัวของมวลอากาศในแนวตั้งรุนแรง โดยทั่วไปมีค่ามากกว่า 100 hPa/day

โดยส่วนใหญ่ พายุหมุนเขตร้อนมักมีตำแหน่งก่อตัวอยู่ระหว่างแนวปะทะของลมมรสุมตะวันตกและลมสินค้าฝ่ายตะวันออก Sadler (1984) ลมมีทิศทางตรงข้ามเพิ่มค่า Vorticity ในระดับต่ำ ดังรูปที่ 11

ลักษณะอากาศบริเวณขั้วโลกทั้งสองมีอิทธิพลต่อการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อนเป็นต้น ในขณะที่ความกดอากาศสูงด้านขั้วโลกที่เป็นฤดูหนาวทวีกำลังแรงขึ้น จะทำให้เกิด Cold Surge ทำให้ค่าความชื้นของความกดอากาศบริเวณเส้นศูนย์สูตรมีค่าเพิ่มขึ้น และเพิ่มความแรงของลมฝ่ายตะวันตก



รูปที่ 11 แผนที่ผิวพื้นแสดงตำแหน่งการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน  
ลักษณะของทึดลมและตำแหน่งศูนย์กลางความกดอากาศสูง  
3 วัน ถึง 1 วัน ก่อนพายุหมุนเขตร้อนก่อตัว (ซีกโลกเหนือ)  
(ที่มา: Sadler, 1984)

ในขณะที่ลมฝ่ายตะวันออกซึ่งพัดมาจากอีกด้านหนึ่งของขั้วโลกมีกำลังแรงขึ้นจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำที่ทวีกำลังแรงขึ้น ค่า Vorticity มีค่าสูงขึ้น ดังนั้น พายุหมุนเขตร้อนจึงมีโอกาสก่อตัวได้สูงมากในบริเวณ ร่องความกดอากาศต่ำ (Low pressure trough) ซึ่งเป็นแนวปะทะของลมจากสองทิศ ปัจจุบันนี้เป็นตัวกำหนดที่มีความสำคัญมากต่อการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตก ซึ่งเป็นพายุหมุนเขตร้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อประเทศไทยได้

### 3.2.3 ผลกระทบของพายุหมุนเขตร้อนที่มีต่อประเทศไทย

พายุหมุนเขตร้อนเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ปกคลุมพื้นที่กว้างนับร้อยกิโลเมตร จึงก่อให้เกิดผลกระทบเป็นบริเวณกว้างโดยเฉพาะในอาณาบริเวณที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านจะได้รับผลกระทบมากที่สุด ความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากพายุแปรผันตามความรุนแรงของพายุ เมื่อพายุมีกำลังแรงในขั้นดีเปรสชันความเสียหายส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเนื่องจากฝนตกหนักและอุทกภัยที่เกิดขึ้น

ตามมา เมื่อพายุมีกำลังแรงขึ้นเป็นพายุไซร่อนร้อนหรือไต้ฝุ่นจะมีความเสียหายเพิ่มขึ้นอีกมากทั้งชีวิตและทรัพย์สินเนื่องจากฝนตกหนัก อุทกภัย ลมพัดแรงจัด ในทะเลมีคลื่นสูงเป็นอันตรายต่อการเดินเรือ และมีคลื่นซัดฝั่งพายุหมุนเขตร้อนที่มีความรุนแรงทำให้มีผู้เสียชีวิตได้นับแสนคน ดังเช่นที่เคยเกิดขึ้นในอดีตเมื่อ ค.ศ. 1970 ที่ประเทศบังคลาเทศ ในครั้งนั้นพายุไซโคลนในมหาสมุทรอินเดียมีความรุนแรงมากเคลื่อนตัวผ่านบริเวณคงคาและพรมบุตร (Ganges-Bramaputra) เมื่อวันที่ 12-13 พฤศจิกายน มีผลกระทบต่อประชาชนกว่า 3 ล้านคน ในเนื้อที่กว่า 7,500 ตารางกิโลเมตร มีผู้เสียชีวิตประมาณ 250,000 คน และยังมีอันตรายอย่างอื่นตามมาอีก เช่น ความอดอยากขาดแคลนและโรคระบาด

สำหรับพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพายุดีเปรสชัน เนื่องจากพายุอ่อนกำลังลงก่อนถึงประเทศไทย ส่วนที่มีกำลังแรงขนาดพายุไซร่อนร้อนหรือไต้ฝุ่นมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยน้อย จากสถิติในรอบ 48 ปีที่ผ่านมา มีเพียง 11 ครั้งที่มีกำลังแรงเป็นพายุไซร่อนร้อนหรือไต้ฝุ่น (ไม่ถึง 10 % ของจำนวนพายุทั้งหมดที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย) และในจำนวน 11 ครั้งดังกล่าว มีเพียงครั้งเดียวที่พายุเคลื่อนเข้ามาขณะมีกำลังแรงเป็นไต้ฝุ่น ได้แก่ ไต้ฝุ่น “เกย์” ที่เคลื่อนขึ้นฝั่งจังหวัดชุมพร เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2532

ในส่วนของประเทศไทยผลกระทบเนื่องจากพายุมีทั้งประโยชน์และโทษ พายุที่อ่อนกำลังลงเป็นดีเปรสชันมีประโยชน์ในแง่ที่ก่อให้เกิดฝนตกปริมาณมากซึ่งช่วยคลี่คลายสภาวะความแห้งแล้งและสามารถกักเก็บน้ำไว้ตามแหล่งกักเก็บน้ำต่าง ๆ เพื่อใช้ใน ช่วงที่มีฝนน้อย ในส่วนที่เป็นโทษของพายุดีเปรสชันคือ อุทกภัย ซึ่งมักเกิดขึ้นหลังจากที่มีฝนตกหนักต่อเนื่องและโรคระบาดที่เกิดตามมาหลังจากเกิดอุทกภัย เนื่องจากความเร็วลมตั้งแต่ 34 นอต (62 กม./ชม.) ขึ้นไปจะรุนแรงจนทำให้สิ่งก่อสร้างที่ไม่แข็งแรงเสียหาย กิ่งไม้ต้นไม้หักโค่น และหากเป็นไต้ฝุ่นจะยังมีความเสียหายมากขึ้น ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ต้นไม้ล้มถอนรากถอนโคน เรือควนไร่นาเสียหาย เสาไฟฟ้าล้ม สายไฟฟ้าขาด ไฟฟ้าช็อต อาจเกิดเพลิงไหม้ได้
2. บ้านเรือนที่ไม่แข็งแรงพังทลาย ชิ้นส่วนของบ้านถูกลมพายุพัดปลิวเป็นอันตรายต่อผู้ที่อยู่ในที่โล่งแจ้งบ้านเรือนและผู้คนที่พักอาศัยริมทะเลอาจถูกคลื่นใหญ่ซัดและม้วนลงทะเล
3. ฝนตกหนักมากทั้งวันและคืน จนทำให้เกิดน้ำป่าและแผ่นดินถล่ม
4. ในทะเลมีคลื่นลมแรงจัดมากเป็นอันตรายต่อการเดินเรือ โดยเฉพาะเรือเล็ก และอาจมีคลื่นใหญ่ซัดชายฝั่ง ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นมากจนท่วมอาคารบ้านเรือนริมทะเลได้



### 3.2.4 สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย

ในรอบ 48 ปี (1951-1998) พบว่ามีพายุหมุนเขตร้อนพัดเข้าสู่ประเทศไทยตั้งแต่เดือนเมษายน และมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยมากขึ้นเป็นลำดับ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป จนถึงเดือนกันยายน และเดือนตุลาคม เป็นเดือนที่มีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยมากที่สุด รองลงไปคือเดือนกันยายน และเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่ไม่มีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเลย

### 3.2.5 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย

พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยส่วนใหญ่เคลื่อนมาจากด้านตะวันออกของประเทศ โดยมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้แล้วเคลื่อนตัวมาในแนวทิศตะวันตก ขึ้นฝั่งประเทศเวียดนามผ่านลาวหรือกัมพูชาเข้าสู่ประเทศไทย โดยผ่านเข้ามาทางจังหวัดต่าง ๆ ที่อยู่บริเวณแนวพรมแดนด้านตะวันออก ส่วนพายุที่มีแหล่งกำเนิดในอ่าวเบงกอลหรือทะเลอันดามันล้วนเคลื่อนตัวมาในแนวทิศตะวันออกผ่านพม่าเข้าสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันตกมีเพียงส่วนน้อยซึ่งจะเกิดขึ้นเฉพาะในเดือนพฤษภาคม จะเห็นได้ว่าพายุที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในแต่ละเดือนนั้นมีความแตกต่างกันทั้งแหล่งกำเนิดและการเคลื่อนตัว

จากความแตกต่างดังกล่าวเมื่อพิจารณาสถิติเส้นทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในรอบ 48 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 164 ลูก สามารถนำมาวิเคราะห์และกำหนดรูปแบบเส้นทางเดินพายุในแต่ละเดือน โดยพิจารณาจากเส้นทางเดินของพายุส่วนใหญ่เพื่อให้สามารถนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์ได้โดยง่ายและสะดวกกว่าการพิจารณาจากรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งในแต่ละเดือนได้กำหนดแนวเส้นทางเดินพายุไว้ 2 รูปแบบ โดยรูปแบบที่ 1 เป็นรูปแบบหลักซึ่งพายุส่วนใหญ่มีโอกาสเคลื่อนตัวตามรูปแบบนี้มากกว่า ส่วนรูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบรองซึ่งพายุมีโอกาสเคลื่อนตัวตามรูปแบบนี้น้อยกว่ารูปแบบที่ 1 ซึ่งปรากฏผลดังนี้

เดือนพฤษภาคม พายุที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดในอ่าวเบงกอลหรือทะเลอันดามันแล้วเคลื่อนขึ้นฝั่งประเทศพม่าก่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันตก (รูปที่ 12) ส่วนพายุที่มีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้อาจเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันออกได้โดยเคลื่อนผ่านประเทศเวียดนามและลาวเข้ามาทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและภาคเหนือหรืออาจเคลื่อนผ่านเข้ามาทางอ่าวไทยโดยตรงแล้วเข้าสู่บริเวณชายฝั่งภาคตะวันออกเฉียงใต้แต่มีโอกาสน้อย

เดือนมิถุนายน รูปแบบหลักมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้เคลื่อนขึ้นฝั่งประเทศเวียดนามตอนบนผ่านลาวเข้าสู่ประเทศไทยทางตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ส่วนรูปแบบรอง

มีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ใกล้ฝั่งประเทศเวียดนามตอนล่างแล้วเคลื่อนผ่านประเทศกัมพูชาเข้าสู่ประเทศไทยบริเวณพื้นที่ติดต่อยกหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างกับภาคตะวันออก (รูปที่ 13)

เดือนกรกฎาคม รูปแบบหลักมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ ทะเลจีนใต้ ประเทศเวียดนามตอนบนและลาวผ่านเข้ามาใกล้ประเทศไทยทางเหนือของภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้วเข้าสู่ภาคเหนือหรืออาจเคลื่อนผ่านภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนก่อนเข้าสู่ภาคเหนือส่วนรูปแบบรองมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนล่างเคลื่อนผ่านประเทศเวียดนามตอนล่างและกัมพูชาเข้าสู่ประเทศไทยบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างต่อกับภาคตะวันออก (รูปที่ 14)

เดือนสิงหาคม รูปแบบหลักมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนบนเคลื่อนขึ้นฝั่งประเทศเวียดนามตอนบนผ่านลาวเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนรูปแบบรองมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ตอนบน ทะเลจีนใต้ เกาะไหหลำ อ่าวตังเกี๋ย ประเทศเวียดนามตอนบนและลาวผ่านเข้ามาทางตอนเหนือของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเข้าสู่ภาคเหนือ (รูปที่ 15)

เดือนกันยายน รูปแบบหลักในระยะครั้งแรกของเดือนมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนบนเคลื่อนขึ้นฝั่งประเทศเวียดนามผ่านลาวเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและภาคเหนือของประเทศไทย ส่วนรูปแบบรองมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ ทะเลจีนใต้ เกาะไหหลำ อ่าวตังเกี๋ย ประเทศเวียดนาม ตอนบนและลาว เข้าสู่ประเทศไทยทางภาคเหนือตอนบน (รูปที่ 16) ส่วนครึ่งหลังของเดือนรูปแบบหลักมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนกลางเคลื่อนขึ้นฝั่งประเทศเวียดนามผ่านลาวเข้าสู่ประเทศไทยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างแล้วจึงเข้าสู่ภาคกลาง ส่วนรูปแบบรองมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ ทะเลจีนใต้ ประเทศเวียดนามและลาวเข้าสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย (รูปที่ 17)

เดือนตุลาคม เป็นเดือนที่พายุมีโอกาสเคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทยได้ตั้งแต่ภาคเหนือลงไปจนถึงภาคใต้ ในระยะครั้งแรกของเดือน รูปแบบหลักมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนกลางเคลื่อนขึ้นฝั่งประเทศเวียดนามตอนล่างผ่านประเทศกัมพูชาเข้าสู่ประเทศไทยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้วจึงเข้าสู่ภาคกลางตอนล่าง รูปแบบรองจะมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ตอนบน ทะเลจีนใต้ ประเทศเวียดนามและลาวเข้าสู่ประเทศไทยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและภาคเหนือ (รูปที่ 18) ส่วนในระยะครึ่งหลังของเดือน รูปแบบหลัก มีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนล่างเคลื่อนผ่านปลายแหลมญวนและอ่าวไทยขึ้นฝั่งประเทศไทยบริเวณภาคใต้ตอนบน รูปแบบรองมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเข้าสู่ประเทศไทยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 19)

เดือนพฤศจิกายน รูปแบบหลักในระยาะครึ่งแรกของเดือนมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนล่าง เคลื่อนเข้าสู่อ่าวไทยและขึ้นฝั่งประเทศไทยได้ตั้งแต่ภาคใต้ตอนบนจนถึงภาคใต้ตอนกลาง รูปแบบรอง มีเส้นทางเดินคล้ายคลึงกับช่วงครึ่งหลังของเดือนตุลาคมคือมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ ทะเลจีนใต้ ประเทศเวียดนามและลาวตอนล่างหรือกัมพูชาเข้าสู่ประเทศไทย บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (รูปที่ 20) ส่วนครึ่งหลังของเดือนพฤษภาคมมีโอกาสเคลื่อนขึ้นฝั่งภาคใต้ของประเทศไทยได้ตั้งแต่บริเวณตอนกลางของภาคลงไปโดยรูปแบบหลักมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนล่างเคลื่อนเข้าสู่อ่าวไทยแล้วจึงขึ้นฝั่ง รูปแบบรองมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ ทะเลจีนใต้ ประเทศเวียดนามตอนล่างเข้าสู่อ่าวไทยแล้วจึงขึ้นฝั่ง (รูปที่ 21 )

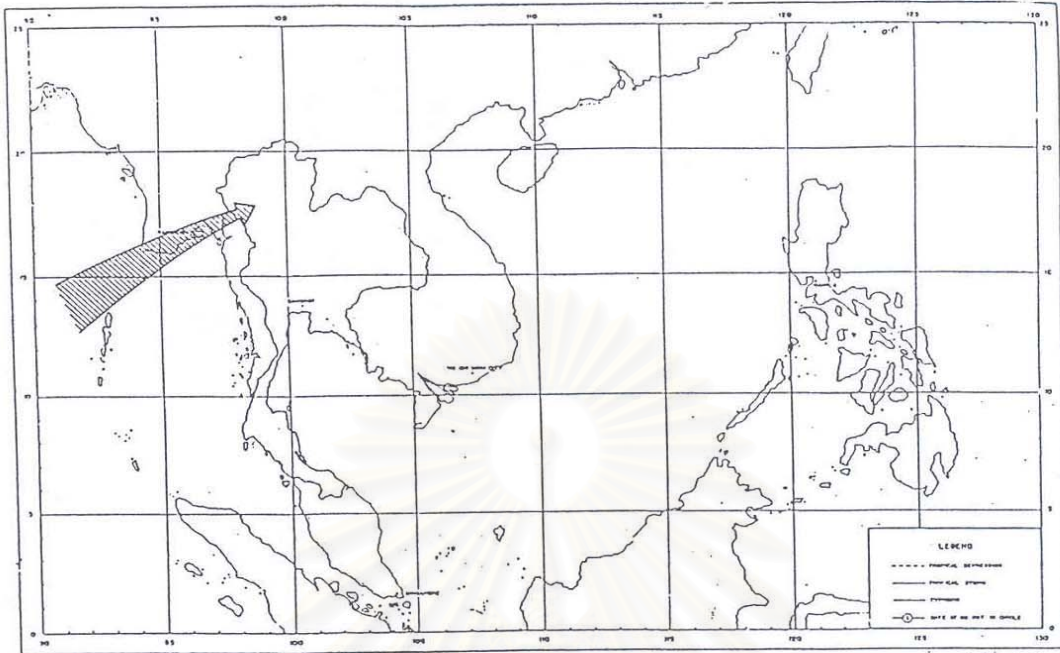
เดือนธันวาคม รูปแบบหลักมีแหล่งกำเนิดในทะเลจีนใต้ตอนล่างเคลื่อนผ่านอ่าวไทยและขึ้นฝั่งประเทศไทยที่บริเวณภาคใต้ตอนล่าง ส่วนรูปแบบรองมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนผ่านประเทศฟิลิปปินส์ทะเลจีนใต้และปลายแหลมญวนเข้าสู่อ่าวไทยแล้วขึ้นฝั่งประเทศไทยบริเวณภาคใต้ตอนกลาง

### 3.2.6 เปอร์เซ็นต์ ความถี่ที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านพื้นที่ของประเทศไทย

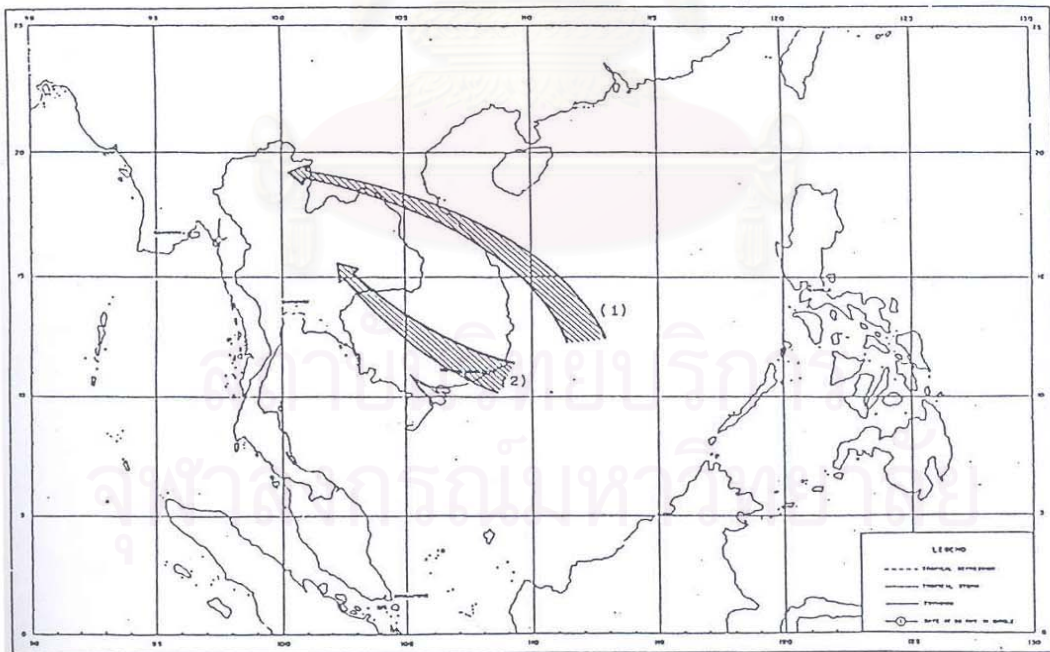
จากสถิติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในรอบ 48 ปี จำนวนทั้งหมด 164 ลูก เมื่อนำมาหาความถี่พายุแต่ละลูกเคลื่อนผ่านในแต่ละพื้นที่ 1 grid (1 lat x 1 long) แล้วคำนวณ เปอร์เซ็นต์ ความถี่แต่ละ grid นั้นแล้วจึงนำค่าเปอร์เซ็นต์ความถี่มาวิเคราะห์แผนที่เส้นเท่า ซึ่งจากการวิเคราะห์สถิติพายุโดยรวมตลอดทั้งปีปรากฏว่าบริเวณที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านมากที่สุดคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน โดยเฉพาะจังหวัดนครพนมมีพายุเคลื่อนผ่าน 20 – 25 เปอร์เซ็นต์ ของพายุทั้งหมดจำนวน 164 ลูก รองลงไปได้แก่พื้นที่บริเวณจังหวัดมุกดาหาร สกลนคร หนองคาย อุดรธานี กาฬสินธุ์ หนองบัวลำภูและเลย มีพายุเคลื่อนผ่าน 15 – 20 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนพายุทั้งหมด

ชวรี วราศรัย นงศ์นาถ คู่ประสิทธิ์วงศ์ และธีรลักษณ์ ประเสริฐแสง (2542) วิเคราะห์สถิติพายุที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเป็นต้นไปปรากฏผลดังนี้

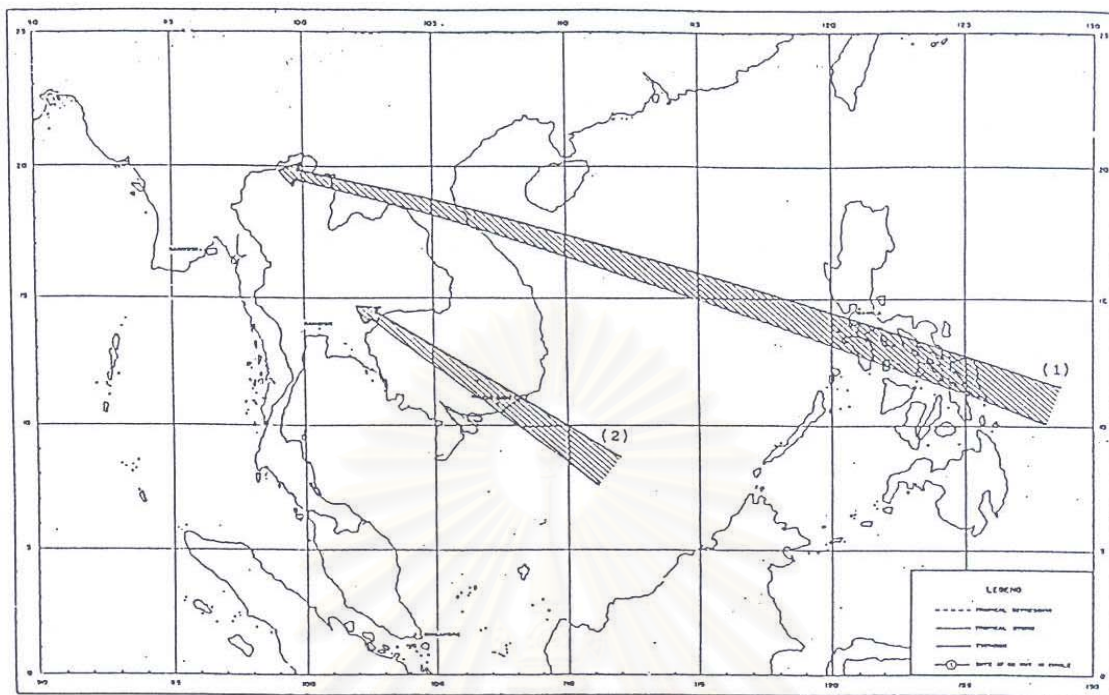
เดือนพฤษภาคม พายุส่วนใหญ่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันตกของประเทศ บริเวณที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านมากที่สุดคือมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของพายุทั้งหมดที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในเดือนพฤษภาคมจำนวน 6 ลูก ได้แก่ พื้นที่ของภาคเหนือตอนบนในเขตจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน และพื้นที่ของภาคกลางในเขตจังหวัดกาญจนบุรี ต่อเนื่องกับจังหวัดตากและอุทัยธานี



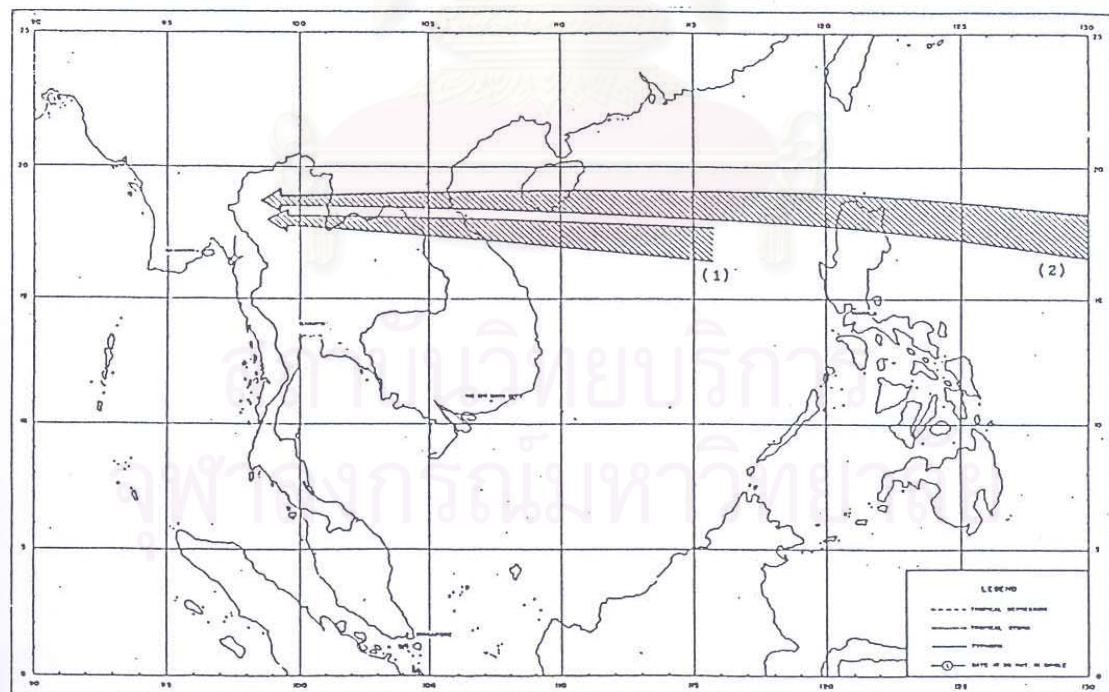
รูปที่ 12 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนพฤษภาคม  
(ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



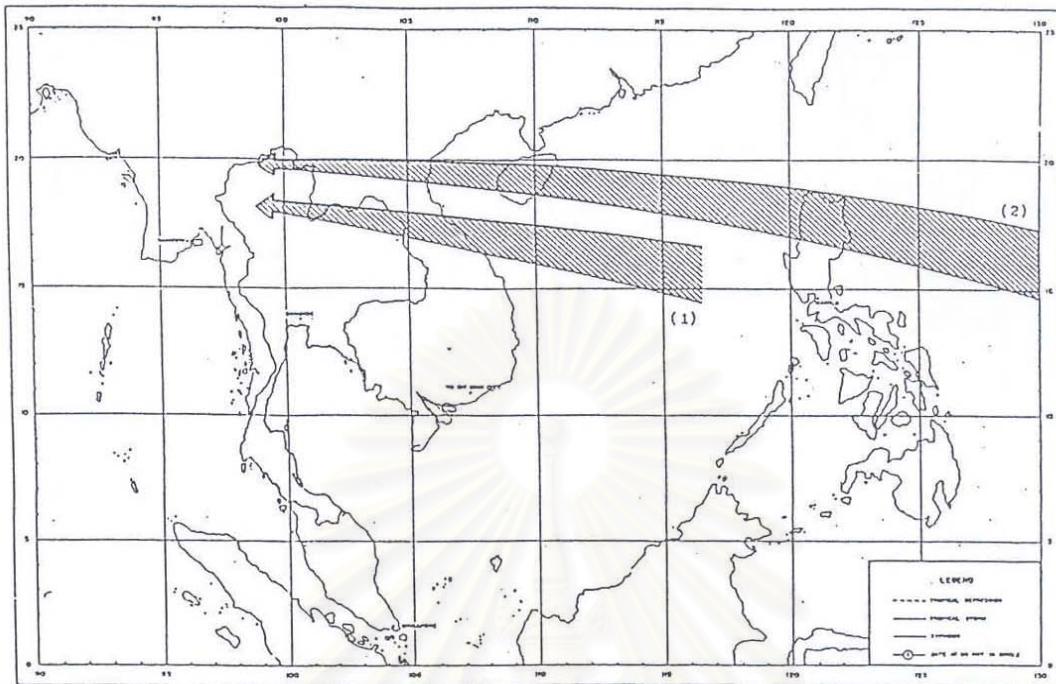
รูปที่ 13 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนมิถุนายน  
(ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



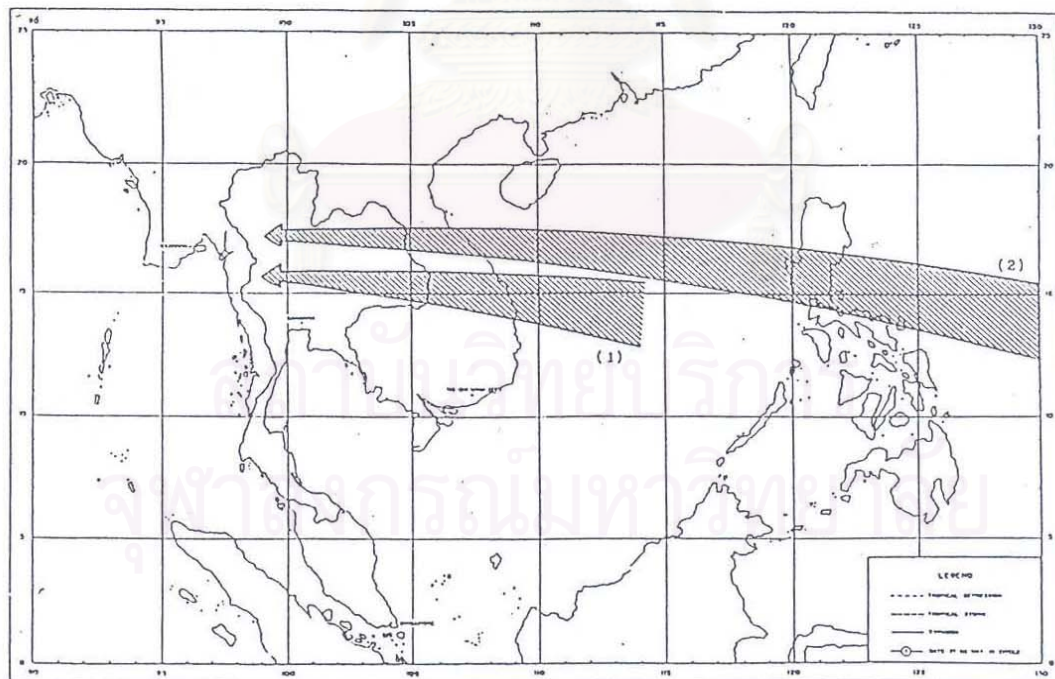
รูปที่ 14 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนกรกฎาคม  
(ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



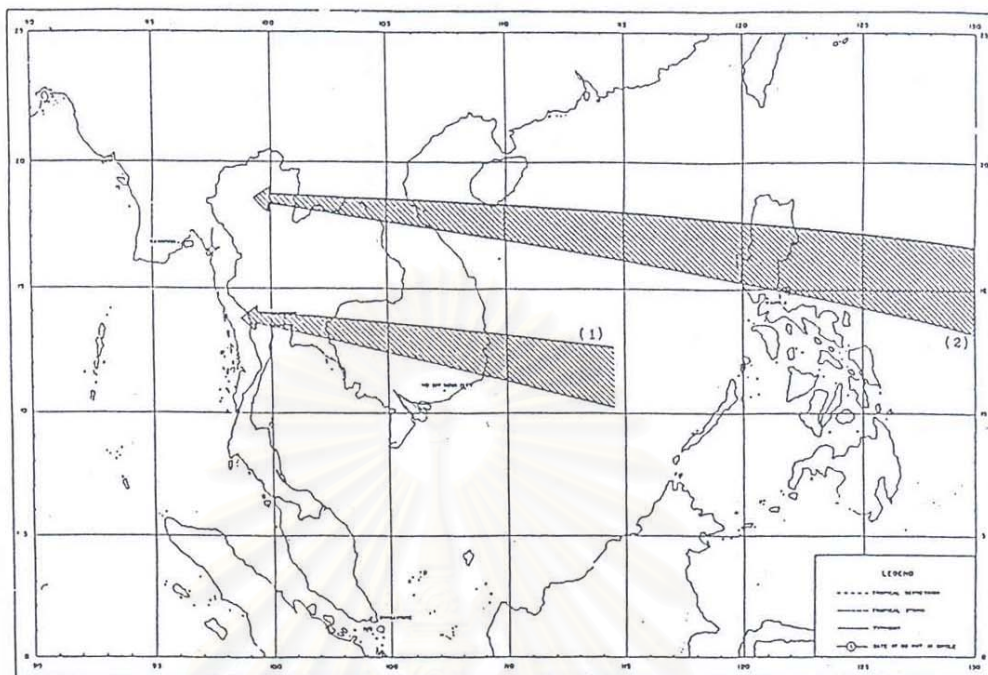
รูปที่ 15 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนสิงหาคม  
(ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



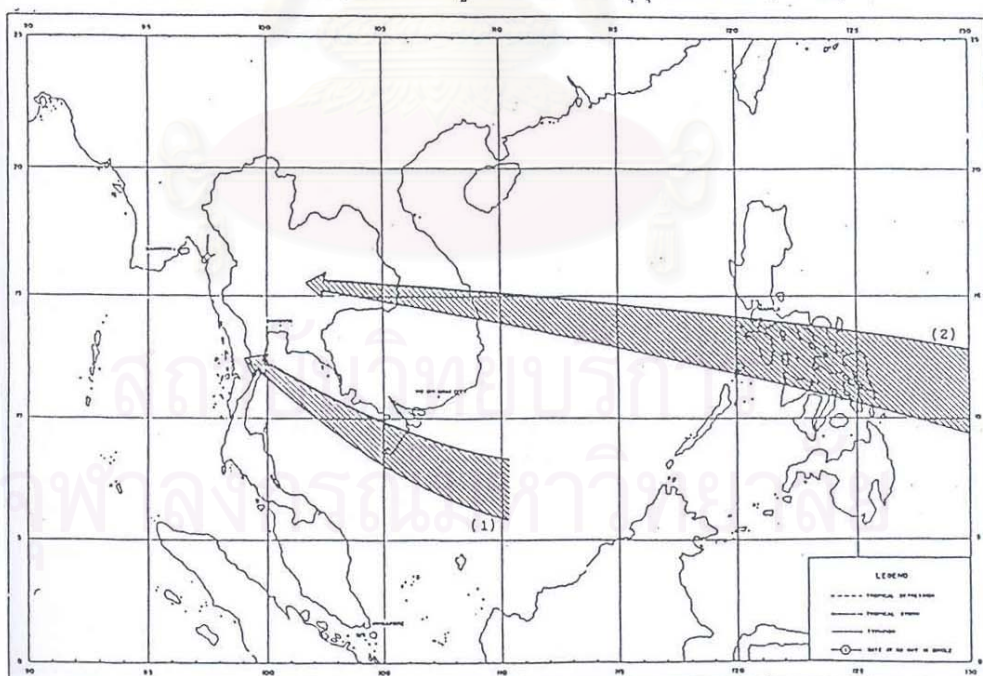
รูปที่ 16 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนกันยายน  
ครั้งแรกของเดือน (ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



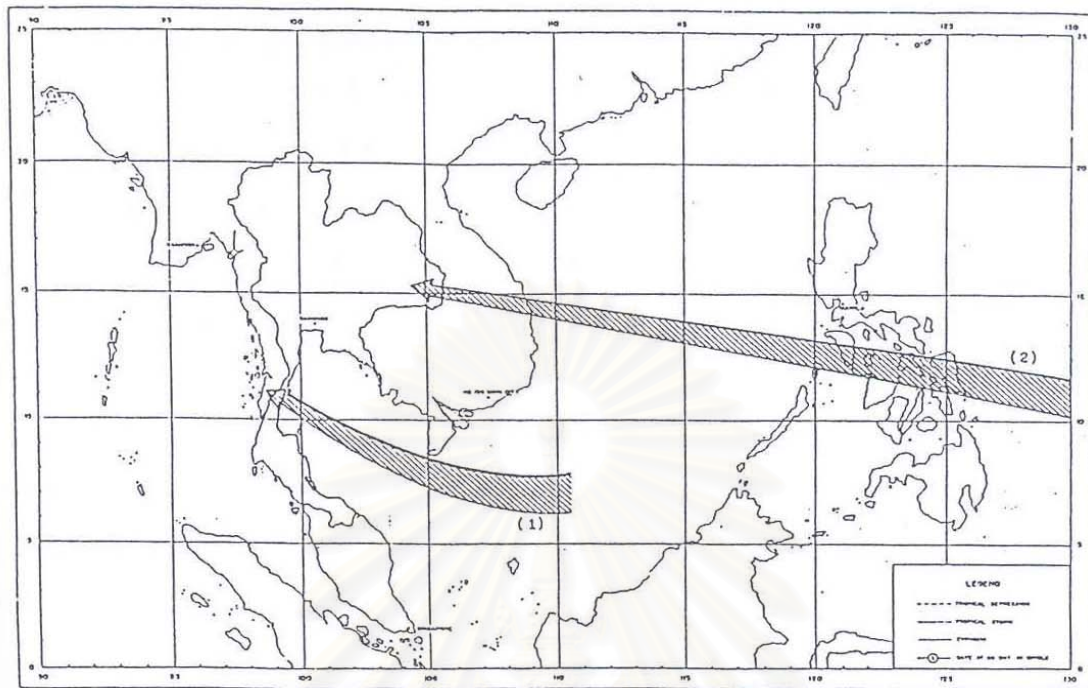
รูปที่ 17 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนกันยายน  
ครั้งหลังของเดือน (ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



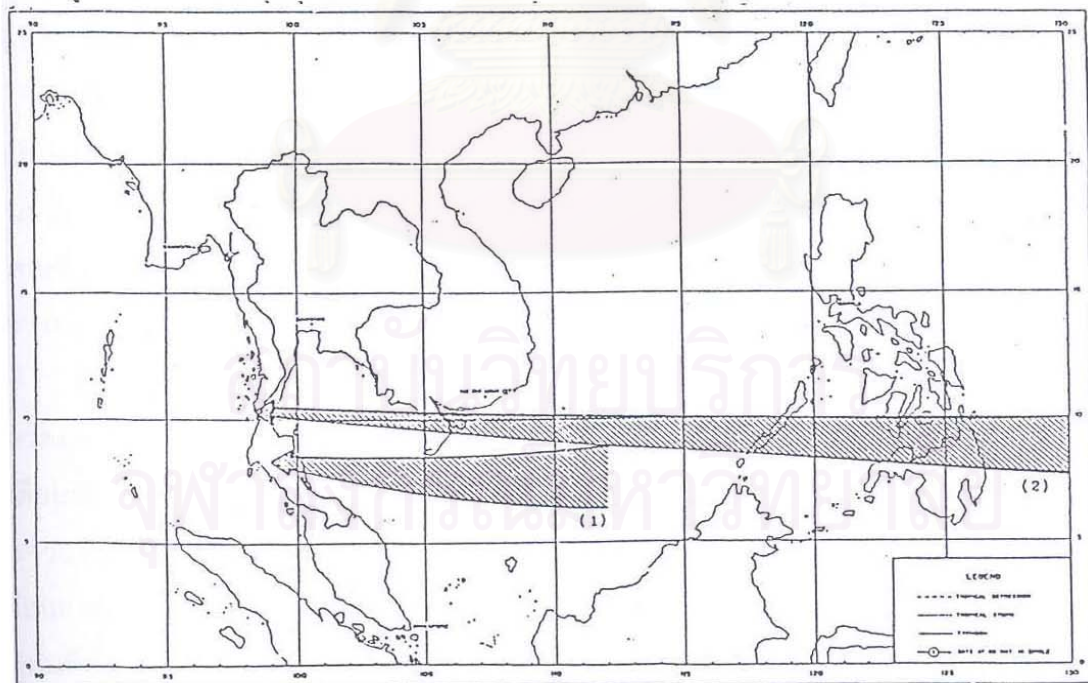
รูปที่ 18 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนตุลาคม  
ครึ่งแรกของเดือน (ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



รูปที่ 19 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนตุลาคม  
ครึ่งหลังของเดือน (ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



รูปที่ 20 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนพฤศจิกายน  
ครึ่งแรกของเดือน (ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



รูปที่ 21 รูปแบบทางเดินพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยเดือนพฤศจิกายน  
ครึ่งหลังของเดือน (ที่มา: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2542)



เดือนมิถุนายน ตั้งแต่เดือนนี้เป็นต้นไปพายุเคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยทางด้านตะวันออกของประเทศซึ่งในเดือนนี้บริเวณที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านมากที่สุดได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณจังหวัดนครพนม หนองคาย และตอนบนของสกลนครมีพายุเคลื่อนผ่านมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพายุทั้งหมดที่เข้ามาในเดือนนี้จำนวน 6 ลูก

เดือนกรกฎาคม พายุเคลื่อนผ่านเข้ามาในภาคเหนือตอนบนมากที่สุด โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณจังหวัดน่านและพะเยาต่อเนื่องมาทางตะวันตกครอบคลุมพื้นที่บริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดลำปาง เชียงราย และเชียงใหม่ พายุเคลื่อนผ่านเข้ามามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของพายุทั้งหมดที่เข้ามาในเดือนนี้จำนวน 11 ลูก

เดือนสิงหาคม บริเวณที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านมากที่สุดคือพื้นที่ทางด้านตะวันออกของภาคเหนือตอนบนบริเวณจังหวัดพะเยา ลำปาง แพร่ เชียงรายและเชียงใหม่ และพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนจังหวัดนครพนม สกลนคร หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู และเลย โดยมีพายุเคลื่อนผ่านเข้ามามากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของพายุทั้งหมดที่เข้ามาในเดือนนี้จำนวน 18 ลูก

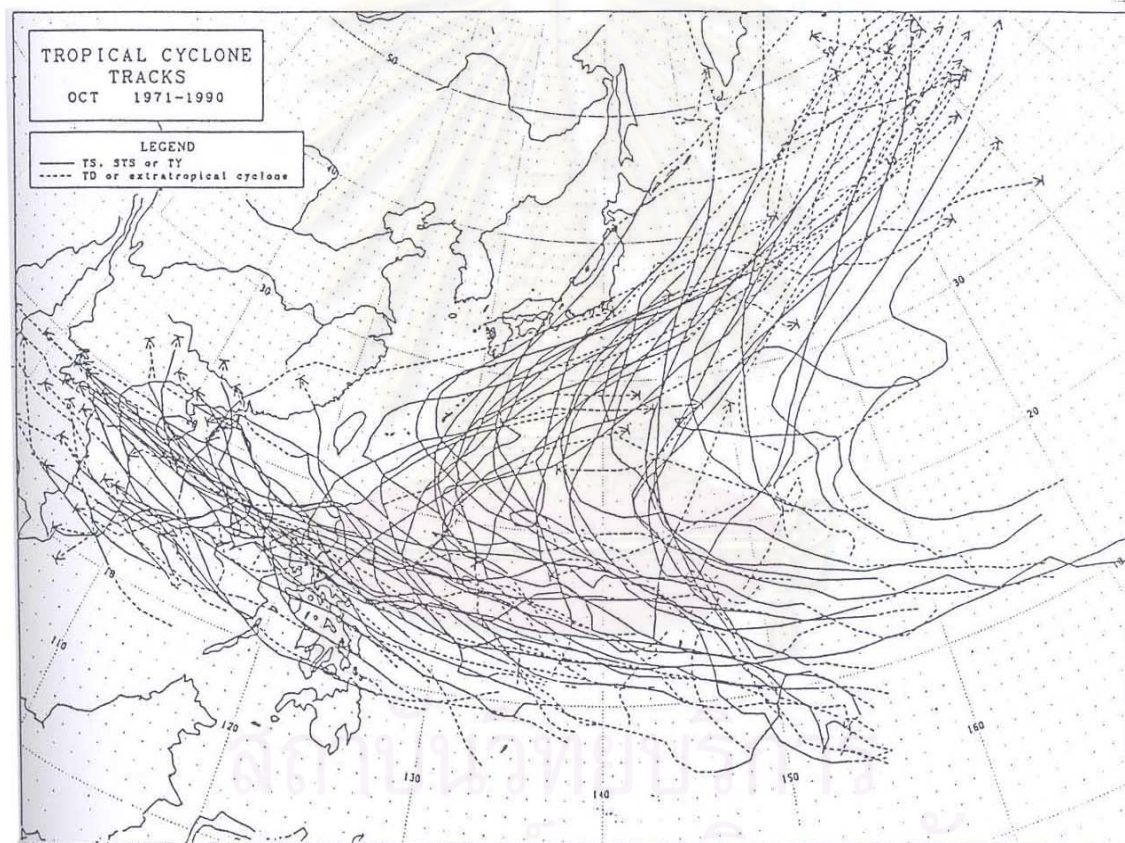
เดือนกันยายน เดือนนี้เป็นเดือนแรกที่พายุเริ่มมีโอกาสเคลื่อนตัวเข้ามาในภาคใต้ตอนบน แต่มีโอกาสน้อยพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านยังคงเป็นประเทศไทยตอนบน โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนต่อกับภาคเหนือตอนล่างบริเวณจังหวัดนครพนม สกลนคร หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู เลย อุดรดิษฐ์ และพิษณุโลก มีพายุเคลื่อนผ่านเข้ามามากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของพายุทั้งหมดที่เคลื่อนเข้ามาในเดือนนี้จำนวน 39 ลูก

เดือนตุลาคม เป็นเดือนที่ศูนย์กลางพายุมีโอกาสเคลื่อนผ่านประเทศไทยได้ทั้งในประเทศไทยตอนบนและภาคใต้โดยในเดือนนี้พายุเริ่มมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้ตอนล่างได้บ้างแต่มีโอกาสน้อย ส่วนบริเวณที่ศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านมากที่สุดคือพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกือบทั้งหมดภาคเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออก และภาคกลางต่อเนื่องถึงภาคใต้ตอนบน ซึ่งมีพายุเคลื่อนผ่านมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของพายุทั้งหมดที่เคลื่อนผ่านเข้ามาในเดือนนี้จำนวน 48 ลูก

เดือนพฤศจิกายน พายุมีโอกาสเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้ได้มากกว่าประเทศไทยตอนบน โดยเฉพาะจังหวัดนครศรีธรรมราชมีพายุเคลื่อนผ่านมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของพายุทั้งหมดที่เคลื่อนผ่านเข้ามาในเดือนนี้จำนวน 28 ลูก บริเวณที่พายุเคลื่อนผ่านได้มากเป็นอันดับรองลงไปได้แก่พื้นที่ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสงขลา ซึ่งมีศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่าน 10-25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนพายุทั้งหมด อย่างไรก็ตามบริเวณประเทศไทยตอนบนยังมีบางพื้นที่ที่ศูนย์กลางพายุมีโอกาสเคลื่อนผ่านได้ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

ต่อกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย นครราชสีมา บุรีรัมย์ และสระแก้ว มีพายุเคลื่อนผ่าน 10-15 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนพายุทั้งหมด

เดือนธันวาคม เดือนนี้เป็นเดือนที่ไม่มีพายุเคลื่อนผ่านประเทศไทยตอนบน พายุทั้งหมดจะเคลื่อนผ่านอ่าวไทยเข้าสู่ภาคใต้ตอนล่างตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป โดยศูนย์กลางพายุเคลื่อนผ่านบริเวณจังหวัดสงขลาและพัทลุงมากที่สุดคือ 75 เปอร์เซ็นต์ ของพายุทั้งหมดที่เคลื่อนเข้ามาในเดือนนี้ จำนวน 7 ลูก จะเคลื่อนเข้าสู่พื้นที่บริเวณ 2 จังหวัดดังกล่าว



รูปที่ 22 เส้นทางเดินพายุปี 1971-1990 (ที่มา : Japan Meteorological Agency, 1992)

## บทที่ 4

### ปรากฏการณ์เอลนีโญและความสัมพันธ์ทางไกล

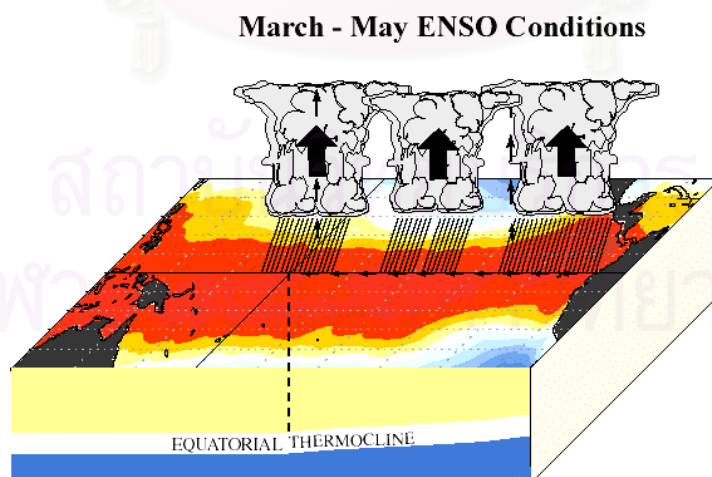
#### 4.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญ

ในแต่ละปีจะมีปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่ก่อให้เกิดปัญหาในที่ต่างๆทั่วโลก เช่น น้ำท่วม ความแห้งแล้ง ไฟป่า ตัวอย่างที่เกิดขึ้นแล้วได้แก่ น้ำท่วมใหญ่ในอเมริกาเหนือ ปี 1993 หรือในช่วงทศวรรษที่ 1990 เกิดความแห้งแล้งอย่างรุนแรงในทวีปแอฟริกา หรือแม้กระทั่งปี 1995 เกิดน้ำท่วมอย่างกว้างขวางในยุโรปตะวันตก และ ปี 1998 เกิดไฟไหม้ป่าอย่างรุนแรงในอินโดนีเซีย เป็นต้น

เป็นที่น่าสังเกตว่าบางปีปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมีแนวโน้มรุนแรง นักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้พยายามศึกษา พบว่าสาเหตุส่วนหนึ่งนั้นเกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติชนิดหนึ่งที่เรียกว่า ปรากฏการณ์เอลนีโญ

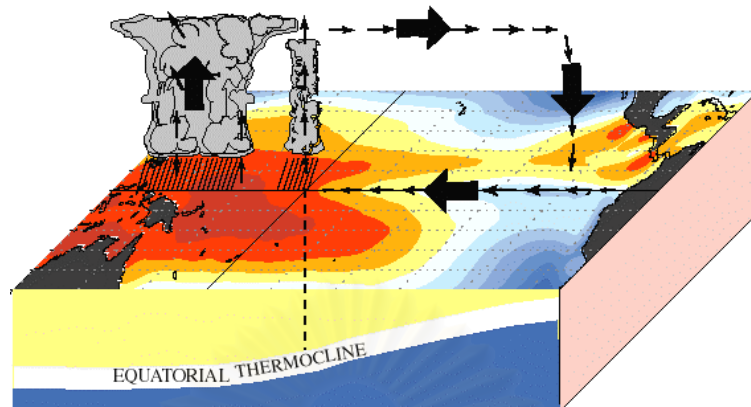
เอลนีโญคือคำที่เรียกปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ 2 ชนิดรวมกัน คือ เอล นินโญ (El Nino) ซึ่งเป็นภาวะที่อุณหภูมิน้ำทะเลสูงกว่าปกติหรือ ลา นินญา (La Nina) ซึ่งเป็นภาวะที่อุณหภูมิน้ำทะเลต่ำกว่าปกติและ ความผันผวนในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation)

ปรากฏการณ์ เอลนินโญ (El Nino Phenomena) หมายถึงปรากฏการณ์การไหลย้อนกลับของผิวน้ำทะเลที่อุ่นในช่วงเวลาหนึ่งๆจากบริเวณเส้นศูนย์สูตรในมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตกไปทางมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกและเข้าแทนที่กระแสน้ำเย็นที่พัดอยู่เดิมตามบริเวณชายฝั่งของประเทศเอกวาดอร์ เปรู และชิลีตอนเหนือ ส่วนปรากฏการณ์ ลา นินญา (La Nina) จะเป็นปรากฏการณ์ที่ตรงกันข้าม (รูปที่ 23 และ 24)



รูปที่ 23 ระบบการไหลเวียนของอากาศกับอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลเมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (ที่มา: NOAA, 1998)

### December - February Normal Conditions

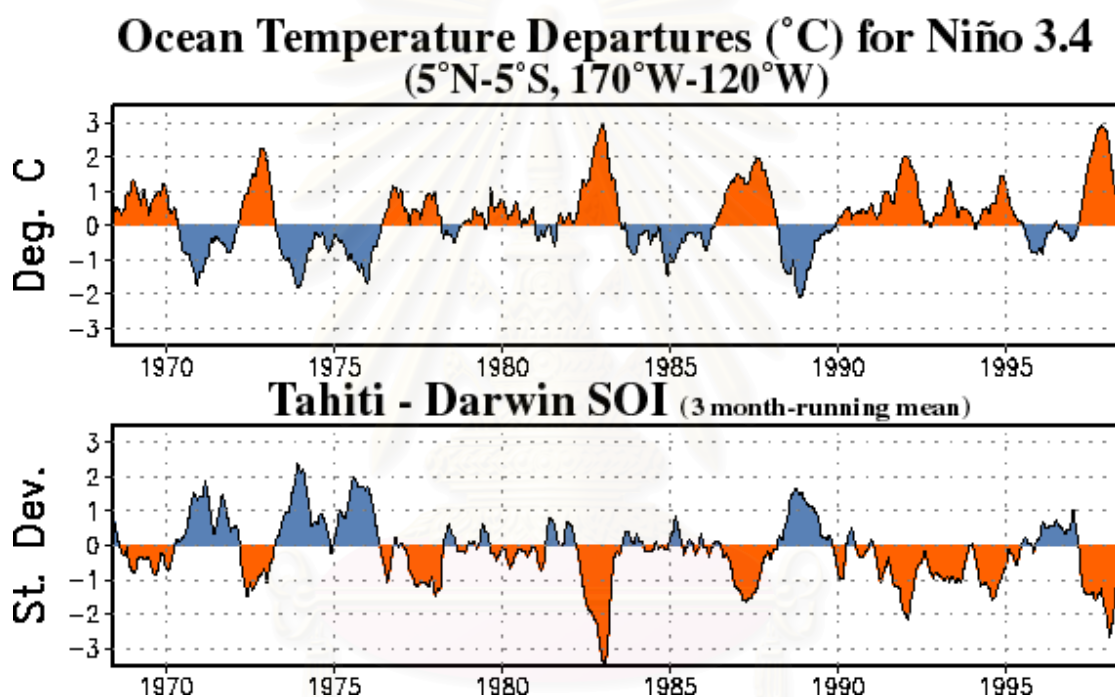


รูปที่ 24 ระบบการไหลเวียนของอากาศกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในภาวะปกติ  
(ที่มา: NOAA, 1998)

โดยปกติแล้วชายฝั่งประเทศแถบชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกในทวีปอเมริกาใต้ จะมีอุตสาหกรรมประมงปลาแอนโชวีและกิจการมูลนทะเลเป็นจำนวนมาก ทุกๆ 2 ปี มักจะมีเหตุการณ์อย่างหนึ่งเกิดขึ้นนั่นคือ ลมสินค้าอ่อนกำลังลงมากจนไม่สามารถพัดพาเอาความชุ่มชื้นจากมหาสมุทรเข้าสู่หมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตกได้ตามปกติ จนเกิดความแห้งแล้งรุนแรงในภูมิภาคอินโดนีเซีย-ออสเตรเลีย และในทางตรงข้ามลมสินค้าที่พัดย้อนกลับยังนำความชุ่มชื้นที่มีมากเกินไปเข้าสู่ชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ ทำให้เกิดอุทกภัยรุนแรงขึ้นในภูมิภาคดังกล่าว นอกจากนี้กระแสน้ำอุ่นจะถูกลมสินค้าที่พัดย้อนกลับพัดเข้าสู่ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก จนไปผลักดันกระแสน้ำเย็นที่เป็น น้ำผุด (Upwelling) บริเวณชายฝั่งเปรูที่มีธาตุอาหาร (Nutrient) อันอุดมสมบูรณ์จนไม่สามารถผุดขึ้นมาได้ตามปกติ จึงเป็นผลให้สัตว์น้ำและนกทะเลที่มีอยู่อย่างชุมชมลดปริมาณลง เหตุการณ์ต่างๆ เหล่านี้มักเกิดในช่วงเดือนธันวาคมซึ่งเป็นช่วงที่ใกล้กับเทศกาลคริสต์มาส เอลนีโญ (El Nino) เป็นภาษาสเปนแปลว่าเด็กผู้ชาย แต่เมื่อเขียนด้วยอักษรตัวใหญ่หมายถึงพระเยซูคริสต์นั่นเอง

น้ำผุด (Upwelling) ไม่ได้มีแห่งเดียวที่บริเวณชายฝั่งเปรูแต่มีในหลายแห่งทั่วโลก ดังนั้นการหมุนเวียนของน้ำในรูปแบบนี้จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีการส่งผลกระทบต่อภูมิภาคอื่น นอกจากนี้ยังมีการพยายามหาดัชนีมาใช้ในการสังเกตการเกิดปรากฏการณ์โดยดัชนีที่ใช้ อย่างหนึ่งคือ SOI (Southern Oscillation Index) ซึ่งหาได้จากการนำเอาความกดอากาศที่เมือง Darwin และความกดอากาศที่เกาะ Tahiti มาลบกัน แล้วดูค่าที่ได้หากเป็นลบ จะมีโอกาสเกิด

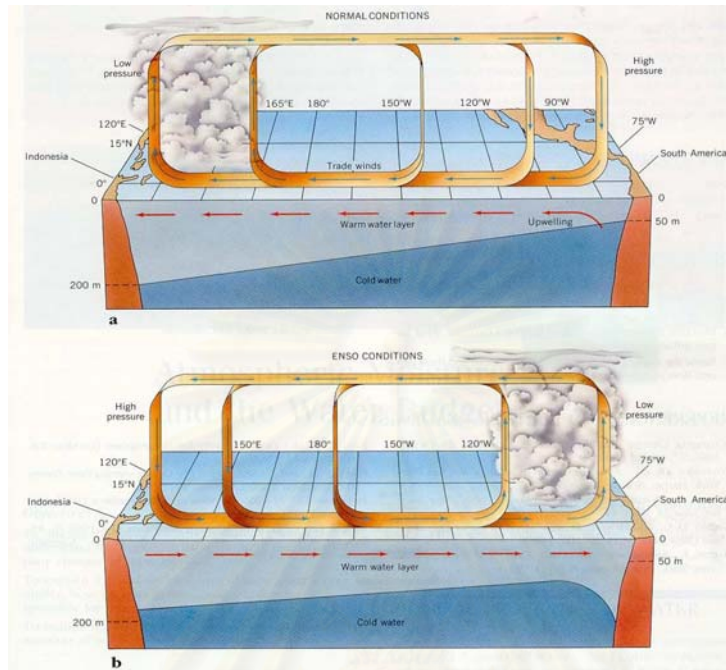
ปรากฏการณ์เอลนีโญ (รูปที่ 25) ในการศึกษาปรากฏการณ์เอลนีโญเนื่องจากบริเวณที่เกิดนั้นกว้างขวางมากและมีค่าแตกต่างกัน ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้กำหนดพื้นที่ศึกษาเป็น Niño 1-4 เพื่อความสะดวก โดย Niño 1 ได้แก่บริเวณ 5 S ถึง 5 N และ 160 E ถึง 150 W Niño 2 ได้แก่บริเวณ 5 S ถึง 5 N และ 150 W ถึง 40 W Niño 3 ได้แก่บริเวณศูนย์สูตรถึง 5 S และ 40 W ถึง 35 W Niño 4 ได้แก่บริเวณ 5 S ถึง 10 S และ 40 W ถึง 35 W Glantz (1996) ค่า SOI นอกจากจะบอกแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญแล้ว หากพบว่ามีค่าบวกมาก ๆ ก็อาจเกิดปรากฏการณ์ลานีญา หรือปรากฏการณ์ที่ตรงข้ามกับเอลนีโญได้ ปรากฏการณ์เอลนีโญไม่ได้เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันทุกครั้ง ในแต่ละครั้งคาบการเกิดนั้นแตกต่างกัน ทั้งนี้ยังไม่ทราบถึงสาเหตุที่ชัดเจน



รูปที่ 25 ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเทียบกับค่าปกติและ ค่า SOI 1987-1997 รายเดือนและ 3 - months running mean (ที่มา: NOAA, 1998)

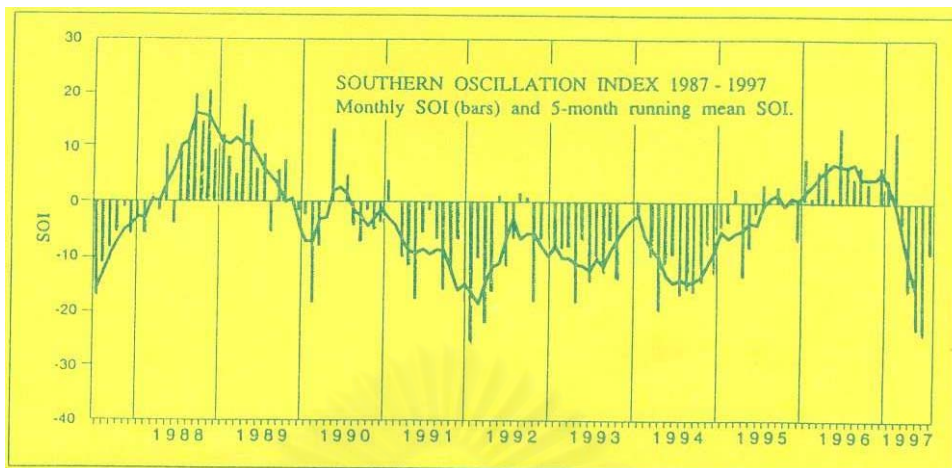
การเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศเหนือน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตกจากต่ำเป็นสูงและความดันของอากาศเหนือน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกจากสูงเป็นต่ำสลับกันไปมาจากภาวะปกติและภาวะที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญนี้เป็นสิ่งที่ทำให้ภูมิภาคในซีกโลกใต้ผันผวนไปมาเป็นวัฏจักรตามหลักการคลื่นเคลวิน (Kelvin Wave) จึงเรียกว่า ความผันผวนของอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation) แต่เนื่องจากปรากฏการณ์เอลนีโญนั้นเกี่ยวข้องกับความผันผวนของอากาศในซีกโลกใต้นักวิทยาศาสตร์จึงรวมปรากฏการณ์ทั้งสองเข้าด้วยกัน เป็นปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño and Southern Oscillation)

ความผันผวนของอากาศในบริเวณซีกโลกใต้โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก และมหาสมุทรอินเดีย เริ่มมีการศึกษาและพยายามอธิบายถึงสาเหตุการเกิดมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1920 โดย Sir Gilbert Walker (รูปที่ 26)



รูปที่ 26 การหมุนเวียนของบรรยากาศ Walker Cells ตามแนวความคิดของ Sir Gilbert Walker ที่สภาวะปกติและขณะเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (ที่มา: NOAA, 1998)

Quinn et al. (1978) ศึกษาและพบว่าความผันผวนของอากาศบริเวณนี้ มีความสัมพันธ์กับความแตกต่างของความดันอากาศบริเวณความดันอากาศสูงกึ่งเขตร้อนแถบมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ (South Pacific Subtropical High) และความดันอากาศบริเวณความดันอากาศต่ำเขตร้อนย์สูตกรใกล้ประเทศอินโดนีเซีย (Indonesian Equatorial Low) โดยกำหนดเป็นค่าดัชนีที่แสดงถึงความผันผวนของอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Index: SOI) เมื่อไรก็ตามที่ค่าดัชนีดังกล่าวมีค่าต่ำกว่าศูนย์หรือติดลบ จะเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีความรุนแรงและต่อเนื่องเป็นเวลานานหลายปี (รูปที่ 27) ต่อมา Lim (1984) ได้พยายามให้ความหมายของความผันผวนของอากาศในซีกโลกใต้ โดยรวมถึงความรุนแรงของการหมุนเวียนของอากาศในบริเวณมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก

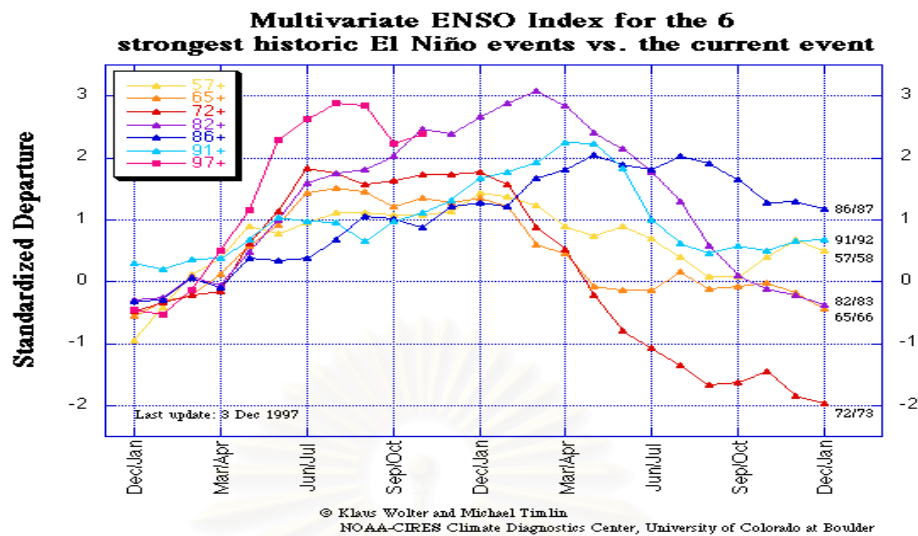


รูปที่ 27 SOI รายเดือน และ 5 Years-Running Mean SOI (ที่มา: NOAA, 1998)

นอกจากนี้ Lim (1984) ยังอ้างถึง การศึกษาของ Berlage (1966) และ Bjerknes (1966, 1969 and 1972) ซึ่งอธิบายว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผิวน้ำทะเลมีความสัมพันธ์กับการหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร และปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบริเวณเส้นศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก

เนื่องจากปรากฏการณ์เอลนีโญเกิดขึ้นทุก 4-5 ปีโดยเฉลี่ยในช่วงเวลาสั้นบ้างยาวบ้าง ตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคมเป็นต้นไปบางครั้งนานถึง 2 ปี ซึ่งในช่วงเวลานี้อุณหภูมิของผิวน้ำทะเลบริเวณความดันอากาศต่ำเหนือระดับน้ำทะเลด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกและความดันอากาศสูงเหนือระดับน้ำทะเลด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกแตกต่างกันเพียง 2-4 องศาเซลเซียส ในกรณีปรากฏการณ์เอนโซไม่รุนแรงมากนัก แต่ถ้าช่วงเอนโซใดมีความแตกต่างกันของอุณหภูมิของผิวน้ำทะเลบริเวณความดันอากาศต่ำและความดันอากาศสูงในมหาสมุทรแปซิฟิกแตกต่างกันมากถึง 6 องศาเซลเซียส จะเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญที่รุนแรงและต่อเนื่องเป็นเวลานาน ซึ่งจะก่อให้เกิดความแห้งแล้งอย่างยาวนานบริเวณประเทศอินโดนีเซีย ออสเตรเลีย และนิวกีนิ ในขณะที่เดียวกันก็เกิดอุทกภัย และความชุ่มชื้นผิดปกติบริเวณประเทศเปรูและเอกวาดอร์

ในการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงใน 6 ครั้งที่ผ่านมา (รูปที่ 28) 3 ปรากฏการณ์แรก (1957/58, 1965/66, 1972/73) มีช่วงรุนแรงสูงสุดก่อนขึ้นปีของปีแรกที่เกิด ส่วนในปี 1982/83, 1986/87, 1991/92 จะมีช่วงรุนแรงยาวนานจนถึงฤดูใบไม้ผลิของอีกปี นั่นคือในช่วงปีหลังการเกิดเอลนีโญรุนแรงมีช่วงความรุนแรงยาวนานมากขึ้น และปรากฏการณ์ลานีญาก็จะมีลักษณะสอดคล้องกัน



รูปที่ 28 ปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีขนาดรุนแรงในปีต่างๆ (ที่มา: NOAA, 1998)

#### 4.2 ความสัมพันธ์ทางไกล

ความสัมพันธ์ทางไกล (Teleconnection) หมายถึงการเกิดสภาพภูมิอากาศที่ไม่ดีในบริเวณหนึ่งแล้วส่งผลทำให้เกิดสภาพภูมิอากาศที่ไม่ดีในที่อื่น ๆ Glantz (1996) ในช่วงเวลาที่ผ่านมา มีผู้ทำการศึกษาหลายท่าน เช่น ในปี ค.ศ. 1975 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน Hermann Flohn และ Heribert Fler ทำการศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับ ความแห้งแล้งในประเทศบราซิลกับระดับน้ำในทะเลสาบของประเทศชาติในทวีปแอฟริกาและความแห้งแล้งในประเทศอินเดีย พบว่ามีความสัมพันธ์กันสิ่งนี้เป็นเพียงตัวอย่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่แสดงให้เห็นว่าความผิดปกติของภูมิอากาศ ณ บริเวณหนึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อภูมิอากาศบริเวณอื่น ๆ ได้

ความสัมพันธ์ทางไกล อาจอธิบายได้ชัดเจน เมื่อเรานำเอารูปแบบการหมุนเวียนของบรรยากาศแบบ วอล์คเกอร์และฮัดลีย์ (Walker and Hadley Circulation Patterns) มาอธิบาย กล่าวคือการหมุนเวียนของบรรยากาศแบบวอล์คเกอร์ คือการหมุนเวียนของบรรยากาศในแนวตะวันออกตะวันตก ส่วนของฮัดลีย์คือการหมุนเวียนของบรรยากาศในแนวเหนือใต้

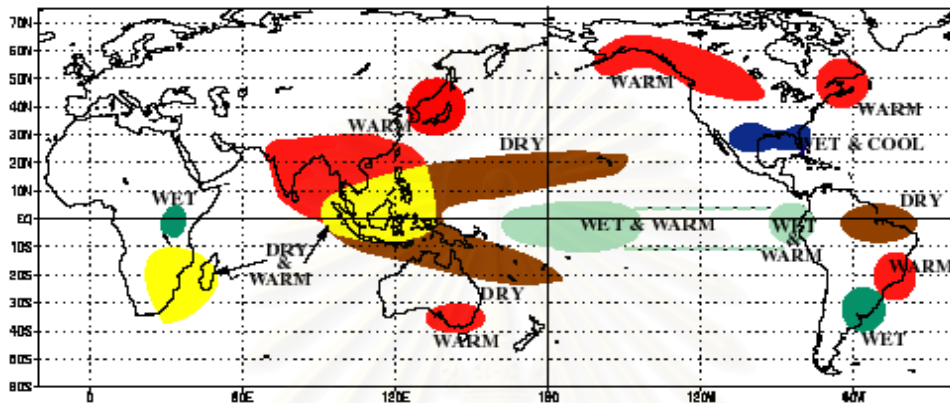
ผลกระทบของเอลนีโญรุนแรงปี 1982-1983 ส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ และความสูญเสียมากมาย สิ่งนี้เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งของการเกิดปรากฏการณ์เอ็นโซแล้วส่งผลกระทบต่อทั่วโลก



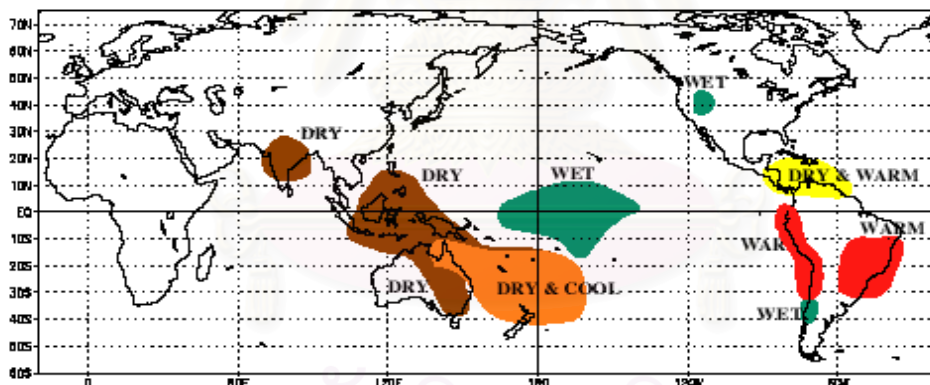
#### 4.3 ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อประเทศไทย

Repelewski (1992) ได้ศึกษาไว้ในเรื่องของปริมาณฝนและอุณหภูมิในฤดูหนาวพบว่าประเทศไทยส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงขึ้นและปริมาณฝนไม่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ เอลนีโญ และสอดคล้องกับการศึกษาของ NOAA (รูปที่ 29)

WARM EPISODE RELATIONSHIPS DECEMBER - FEBRUARY



WARM EPISODE RELATIONSHIPS JUNE - AUGUST



Climate Prediction Center  
NCEP

รูปที่ 29 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญต่อฝนและอุณหภูมิ

(ที่มา : NOAA,1998)

## บทที่ 5 วิธีการศึกษา

จากการศึกษาได้เลือกข้อมูล อุณหภูมิ และปริมาณฝนจากสถานีตรวจอากาศบริเวณชายฝั่งประเทศไทย จำนวน 26 สถานี นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลของพายุที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยในคาบ 48 ปี (1951-1998) ซึ่งครอบคลุมคาบ Base line period จาก 1961-1990 ซึ่งเสนอแนะไว้โดย IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) และทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีหาค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปี ค่า 3-years running mean เพื่อดูแนวโน้มระยะยาว และค่า 3- years running mean จะช่วยกำจัดค่ารบกวน (noise) ทำให้กราฟมีความราบเรียบมากขึ้น

การหาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่พายุหมุนเขตร้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทยได้เลือกปี 1982 – 1983 เป็นตัวแทนปรากฏการณ์เอลนีโญเนื่องจากถือว่าเป็นปีที่มีความรุนแรงมากที่สุดในรอบ 150 ปี (NOAA, 1998) เทียบกับปีปกติอื่นๆ เช่น ปี 1985-1986 ซึ่งสาเหตุที่เลือกปีปกติหลังปรากฏการณ์รุนแรง 2 ปี เนื่องจากมันหนา พกประจำวัน และสุดาพร นิ้มมา (2536) ศึกษาพบว่าผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญยังมีอยู่หลังจากที่ได้สิ้นสุดปรากฏการณ์เอลนีโญขนาดรุนแรงไปแล้ว 1 ปี

การเกิดฝน การผันแปรของอุณหภูมิตั้งแต่ความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ชายฝั่งประเทศไทยเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากธรรมชาติและมีความยุ่งยากซับซ้อนมาก และไม่สามารถจะหาทฤษฎีใด ๆ มาอธิบายได้อย่างถูกต้องแน่นอนโดยตรง เพียงแต่สามารถที่จะอธิบายถึงความหมายหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์นั้น ๆ ในแนวความคิดของความน่าจะเป็นเท่านั้น ทั้งนี้เพราะปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเหล่านี้มีตัวการหรือสาเหตุการเกิดไม่แน่นอน มีความยุ่งยากซับซ้อน และไม่สามารถกำหนดหรือควบคุมได้นั่นเอง

ได้มีผู้พยายามคิดค้นทฤษฎีต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อใช้อธิบายเหตุการณ์ในลักษณะความน่าจะเป็น แต่ยังไม่มียุทธวิธีใด ๆ ทางสถิติที่สามารถอธิบายทุก ๆ เหตุการณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและเหมาะสม ทั้งนี้เป็นเพียงแต่ทฤษฎีบางอย่างเหมาะสมกับปรากฏการณ์เฉพาะอย่างเท่านั้น

### 5.1 คำวนหาค่าต่างๆทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

5.1.1 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คือค่ารากที่สองของความแปรปรวนของตัวอย่าง แทนด้วยสัญลักษณ์ SD จากการหาค่าเฉลี่ย 30 ปี ตั้งแต่ ปี 1961-1990 เมื่อทราบค่าเฉลี่ย ก็สามารถนำไปหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ได้ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{(X - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$$

โดย  $X$  คือ ค่าข้อมูลที่จะศึกษา

$\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยข้อมูลปี 1961-1990 และ  $n$  คือจำนวนข้อมูลที่ทำการศึกษา

### 5.1.2 ค่าผิดปกติ (Anomaly)

คำนวณหาได้ดังนี้ จากสูตร

$$\text{Anomaly} = \frac{X - \bar{X}}{SD}$$

เมื่อ  $X$  คือ ข้อมูลที่ศึกษา

$\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลปี ค.ศ. 1961-1990

SD คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### 5.1.3 รีเกรซันเส้นตรง (Linear Regression)

จากความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนในปีเอลนีโญรุนแรง ค่า SOI มีค่าเป็นบวก และค่าผิดปกติฝนมีแนวโน้มลดลงกว่าค่าปกตินั้น หากนำมาหาความสัมพันธ์จะพบว่ามีแนวโน้มเส้นตรง (รูปที่ 30) เราสามารถใช้รีเกรซันเส้นตรงในการแสดงเส้นตรงที่เป็นตัวแทนแสดงความสัมพันธ์ได้จากสมการ

$$y = a + bx$$

เมื่อตัวแปร  $x$  เป็นตัวแปรอิสระ (independent variable) ซึ่งก็คือ ค่า SOI

และตัวแปร  $y$  เป็นตัวแปรตาม (dependent variable) กับตัวแปร  $x$

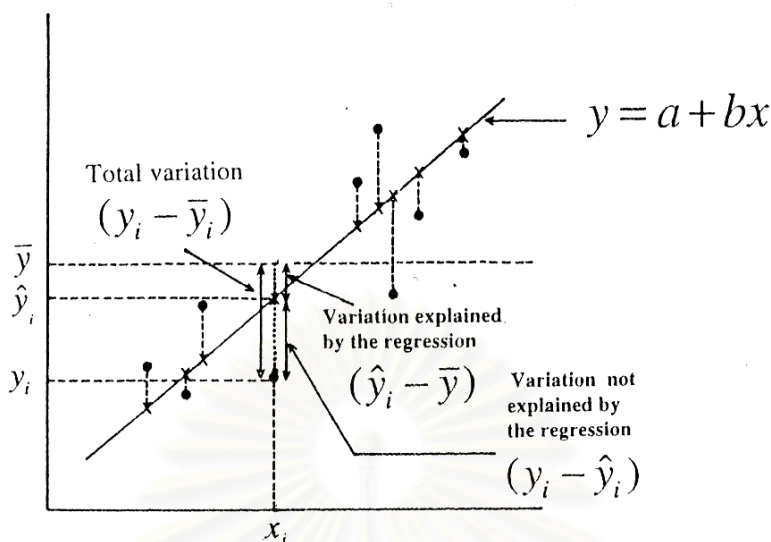
จากสมการเส้นตรง คือ  $y = a+bx$  จำเป็นต้องคำนวณหาค่าคงที่ 2 ค่าคือ  $a$  และ  $b$  จากสูตร ดังนี้

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

เมื่อได้ค่าคงที่  $a$  และ  $b$  แล้วนำไปคำนวณหาค่า theoretical value ของตัวแปร  $y$  แสดงค่าสัญลักษณ์  $y$  จากสมการ  $y_i = a + bx_i$

เมื่อได้ค่า  $y_i$  แล้วก็สามารถนำไป plot กราฟ ได้ดังรูปที่ 30



รูปที่ 30 รีเกรซชันเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $x$  และ  $y$

ค่าความผันแปร (Variation) ทั้งหมดของตัวแปร  $y$  เท่ากับ

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

ซึ่งในค่าความผันแปรทั้งหมดนี้ส่วนหนึ่งจะแสดงหรืออธิบายโดยเส้นรีเกรซชันเส้นตรง ซึ่งจะเท่ากับ

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

และเพื่อให้ทราบว่าความผันแปร  $y$  ทั้งหมดถูกอธิบายโดยเส้นรีเกรซชันเส้นตรงที่คำนวณได้นั้นด้วยสัดส่วนเท่าใด โดยการเปรียบเทียบและคำนวณเป็นค่า  $R^2$  หรือที่เรียกว่า Coefficient of determination จากการคำนวณด้วยสูตรดังนี้

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{b^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

ค่าที่ได้จะแสดงถึงความเหมาะสมของเส้นรีเกรซชันซึ่งแสดงความสัมพันธ์เพราะถ้าค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าเส้นแสดงความสัมพันธ์มีความถูกต้องเหมาะสม (best fit) ในการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปร  $y$  ได้ทั้งหมด และถึงแม้ว่าค่า  $R^2$  คำนวณได้มีค่าไม่เท่ากับ 1 แต่ใกล้เคียงกับ 1 ก็สามารถยอมรับได้ว่าเส้นตรงความสัมพันธ์ที่ได้นั้นมีความเหมาะสมในการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเช่นกันสำหรับกรวัดการกระจาย (Measure of Variability) เพื่อเป็นการทดสอบดูว่าข้อมูลมีการกระจายมากน้อยกว่ากันเพียงใดนั้นมีหลายวิธี เช่น ความแปรปรวน

สำหรับการวัดการกระจาย (Measure of Variability) การที่ข้อมูล 2 ชุดมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน ไม่สามารถสรุปว่าข้อมูลทั้งสองมีการกระจายเท่ากัน สิ่งหนึ่งที่สามารถวัดการกระจายเปรียบเทียบกันได้ก็คือสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation) แต่จากการศึกษาไม่พบว่าข้อมูลสองชุดที่ใช้เปรียบเทียบมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องทดสอบหาสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

#### 5.1.4 ความแตกต่างของค่ากลาง (The Differences of Means)

ใช้ทดสอบว่ากลุ่มตัวอย่างอิสระสองกลุ่มอิสระมีค่ามัธยฐานต่างกันหรือไม่ โดยที่กลุ่มตัวอย่างนั้น ไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากันและไม่จำเป็นต้องตั้งข้อสมมุติฐานเกี่ยวกับการแจกแจงประชากร การทดสอบมีข้อกำหนดดังนี้

ระดับของตัวแปร ตัวแปรอยู่ในมาตราเรียงอันดับ (Ordinal Scale)

ลักษณะของข้อมูล ข้อมูลได้จากตัวอย่างอิสระ 2 กลุ่ม ซึ่งสามารถแจกแจงนับจำนวนข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าค่ามัธยฐานรวม ถ้าให้จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ในกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 เท่ากับ  $n_1$  และกลุ่มตัวอย่างที่ 2 เท่ากับ  $n_2$  เราอาจสร้างตาราง  $2 \times 2$  ได้ดังนี้

จำนวนข้อมูลที่มีค่า	กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1	กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 2	รวม
สูงกว่าค่ามัธยฐาน	a	b	a+b
ต่ำกว่าค่ามัธยฐาน	c	d	c+d
รวม	a+c = $n_1$	b+d = $n_2$	$n_1 + n_2 = n$

สมมติฐาน	$H_0$	กลุ่มตัวอย่างทั้งสองมาจากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเท่ากัน
	$H_1$	มัธยฐานของกลุ่มทั้งสองไม่เท่ากัน
	$H_0$	ประชากรมีค่ามัธยฐานเท่ากันหรือ
	$H_0$	ค่ามัธยฐานที่ 1 = ค่ามัธยฐานที่ 2
	$H_1$	ประชากรมีค่ามัธยฐานไม่เท่ากัน หรือ
	$H_1$	ค่ามัธยฐานที่ 1 $\neq$ ค่ามัธยฐานที่ 2

การทดสอบจะทดสอบหางเดียว (One-tailed test) หรือทดสอบสองหาง (Two-tailed test) ก็ได้ มีสูตรดังนี้ (Median Test by chi-square)

$$x^2 = \frac{n(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

เมื่อ  $20 \leq n \leq 40$  หรือ

$$x^2 = \frac{n(ad - bc)^2}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

เมื่อ  $n$  มากกว่า 40

### การทดสอบนัยสำคัญ

เปิดตารางผนวก เพื่อหาค่าวิกฤติของ  $x^2$  ที่ degree of freedom (df) = 1  
 ณ ระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ = 0.5 เปรียบเทียบกับค่า  $x^2$  ที่คำนวณได้จากข้อมูล

## 5.2 วิธีการศึกษา

5.2.1 คำนวณหาค่าเฉลี่ย Base line period ของข้อมูล ปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย โดยเลือกค่าตั้งแต่ปี 1961-1990 จำนวน 30 ปีและค่าเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี 1951-1998 (บางสถานีมีข้อมูลไม่ครบถ้วนก็คำนวณข้อมูลเท่าที่มีอยู่ทั้งหมด)

5.2.2 คำนวณหาค่าเฉลี่ย 3 ปี ตั้งแต่ปี 1951-1998 ของข้อมูล ปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย แล้วนำค่าที่ได้ไปแสดงในรูปภาพเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยรายปี

5.2.3 คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล ปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย จากนั้นนำค่าที่ได้ต่างๆเหล่านี้ไปหาค่าผิดปกติ (Anomaly)

5.2.4 นำค่าเฉลี่ยของข้อมูลและค่าเฉลี่ยรายปีและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไปคำนวณหาค่าผิดปกติ (Anomaly) แล้วนำค่าผิดปกติของข้อมูล ปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยไปแสดงในรูปภาพแท่งเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าปกติระหว่างปีเอ็นโซกับปีปกติ

5.2.5 นำค่าผิดปกติของข้อมูล ปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยไปเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์กับ SOI ด้วยวิธีเรขาคณิต ก่อนแสดงในรูปแบบภาพการกระจาย (Scatter Diagram) พร้อมกับหาเส้นแนวโน้ม (Trend Line) ค่า  $R^2$  และค่า R

5.2.6 นำค่าเฉลี่ยรายปีของข้อมูล ปริมาณฝนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย แสดงในรูปการกระจายแล้วเปรียบเทียบเส้นแนวโน้มของปรากฏการณ์เ็นโซกับ Monsoon Index

5.2.7 นำค่าผิดปกติของข้อมูล ปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยไปเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์กับ SOI ด้วยวิธีความแตกต่างของค่ากลาง (Differences of Means)

5.2.8 นำข้อมูลความกดอากาศเฉลี่ยรายปี และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเฉลี่ยปีปกติและปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญของบริเวณที่ศึกษามาศึกษาเปรียบเทียบ



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**บทที่ 6**  
**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

ค่าเฉลี่ยรายปี ค่าเฉลี่ยราย 3 ปี SOI ค่าผิดปกติ Monsoon Index ของอุณหภูมิจังหวัดต่าง ๆ ที่ศึกษา ได้แสดงผลไว้ในตารางผนวก 1 และ 2

**6.1 อุณหภูมิและปริมาณฝนโดยวิธี Linear Regression**

ค่าผิดปกติของอุณหภูมิได้แสดงไว้ในรูปกราฟแท่ง ค่าเฉลี่ยรายปีเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยราย 3 ปีของอุณหภูมิได้แสดงไว้ในรูปกราฟเส้น และการหาความสัมพันธ์โดยวิธีเกรซขั้นระหว่างค่าผิดปกติของอุณหภูมิกับ SOI ในจังหวัดต่าง ๆ ที่ศึกษานั้นได้แสดงผลไว้ในรูปการกระจายและกราฟ พร้อมทั้งอธิบายผลไว้ในภาคผนวก (รูปที่ 31-55) สำหรับค่า R นั้นแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติอุณหภูมิและSOI โดยวิธีเกรซขั้น					
สถานี	R	สถานี	R	สถานี	R
กรุงเทพฯ	0.06	ประจวบคีรีขันธ์	0.139	นราธิวาส	0.0707
ชลบุรี	0.062	ชุมพร	0.28	ระนอง	0.0774
พัทลุง	0.15	สุราษฎร์ธานี	0.109	ตะกั่วป่า	0.059
สตั๊ดหีบ	0.09	ท่าอากาศยานสุราษฎร์ฯ	0.207	ภูเก็ต	0.114
ระยอง	0.026	เกาะสมุย	0.128	เกาะลันตา กระบี่	0.089
จันทบุรี	0.0245	นครศรีธรรมราช	0.22	ตรัง	0.012
คลองใหญ่	0.173	สงขลา	0.727	สตูล	0.075
เพชรบุรี	0.138	หาดใหญ่	0.033		
หัวหิน	0.316	ปัตตานี	0.0424		

ส่วนใหญ่แล้วค่า R ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0.6 ยกเว้นที่สถานีสงขลาเท่านั้นที่มีค่า R มากกว่า 0.6 โดยมีค่าเท่ากับ 0.727

ค่าผิดปกติของปริมาณฝนได้แสดงไว้ในรูปกราฟแท่ง ค่าเฉลี่ยรายปีเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยราย 3 ปีของปริมาณฝนได้แสดงไว้ในรูปกราฟเส้น และการหาความสัมพันธ์โดยวิธีเกรซขั้นระหว่างค่าผิดปกติของปริมาณฝนกับ SOI ในจังหวัดต่าง ๆ ที่ศึกษานั้นได้แสดงผลไว้ในรูปการกระจายและกราฟ พร้อมทั้งอธิบายไว้ในภาคผนวก (รูปที่ 56-81) สำหรับค่า R นั้นแสดงไว้ในตารางที่ 3 ส่วนใหญ่แล้วค่า R ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 0.6



ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดพลาดปริมาณฝนและSOI โดยวิธีเกรซัน					
สถานี	R	สถานี	R	สถานี	R
กรุงเทพฯ	0.367	ประจวบคีรีขันธ์	0.08	นราธิวาส	0.007
ชลบุรี	0.06	ชุมพร	0.272	ระนอง	0.29
พัทธยา	0.456	สุราษฎร์ธานี	0.167	ตะกั่วป่า	0.28
สตัหีบ	0.09	ท่าอากาศยานสุราษฎร์ฯ	0.174	ภูเก็ต	0.114
ระยอง	0.06	เกาะสมุย	0.484	เกาะลันตา กระบี่	0.096
จันทบุรี	0.084	นครศรีธรรมราช	0.0391	ตรัง	0.153
คลองใหญ่	0.173	สงขลา	0.04	สตูล	0.185
เพชรบุรี	0.1	หาดใหญ่	0.159		
หัวหิน	0.014	ปัตตานี	0.326		

## 6.2 อุณหภูมิและปริมาณฝนโดยวิธี Difference of Means

การทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดพลาดของอุณหภูมิกับ SOI โดยวิธี Difference of Means ของจังหวัดต่าง ๆ ที่ศึกษา ได้แสดงผลการทดสอบและอธิบายผลการทดสอบไว้ในตารางผนวก 3 และได้แสดงค่า  $X^2$  ที่คำนวณได้ไว้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดพลาดอุณหภูมิและSOI โดยวิธี Difference of Means					
สถานี	$X^2$	สถานี	$X^2$	สถานี	$X^2$
กรุงเทพฯ	0.1	ประจวบคีรีขันธ์	0.6	นราธิวาส	3
ชลบุรี	6.1	ชุมพร	0.5	ระนอง	3
พัทธยา	1	สุราษฎร์ธานี	8.3	ตะกั่วป่า	0.1
สตัหีบ	0	ท่าอากาศยานสุราษฎร์ฯ	0.7	ภูเก็ต	1
ระยอง	1	เกาะสมุย	0	เกาะลันตา กระบี่	0.1
จันทบุรี	1	นครศรีธรรมราช	1	ตรัง	0
คลองใหญ่	0	สงขลา	0.9	สตูล	0
เพชรบุรี	0.3	หาดใหญ่	0.6		
หัวหิน	0.3	ปัตตานี	0.6		

การทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติของปริมาณฝนกับ SOI โดยวิธี Difference of Means ของจังหวัดต่าง ๆ ที่ศึกษา ได้แสดงผลการทดสอบและอธิบายผลการทดสอบไว้ในในตารางผนวก 4 และได้แสดงค่า  $X^2$  ที่คำนวณได้ไว้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติปริมาณฝนและSOI โดยวิธี Difference of Means					
สถานี	$X^2$	สถานี	$X^2$	สถานี	$X^2$
กรุงเทพฯ	0	ประจวบคีรีขันธ์	0	นราธิวาส	1
ชลบุรี	0.4	ชุมพร	2.6	ระนอง	1.6
พัทธยา	0.5	สุราษฎร์ธานี	0.97	ตะกั่วป่า	0.1
สตั๊ดหีบ	0.45	ท่าอากาศยานสุราษฎร์ฯ	0.5	ภูเก็ต	0
ระยอง	0.1	เกาะสมุย	0.9	ท่าอากาศยานภูเก็ต	
จันทบุรี	0	นครศรีธรรมราช	0.1	เกาะลันตา กระบี่	0
คลองใหญ่	0	สงขลา	0.9	ตรัง	0.4
เพชรบุรี	0	หาดใหญ่	0.9	สตูล	1
หัวหิน	0	ปัตตานี	1.8		

### 6.3 ความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย

ค่าผิดปกติของความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยและ SOI ของพื้นที่ที่ทำการศึกษาค้นคว้าได้แสดงค่าไว้ในในตารางผนวก 6 และได้นำค่าความถี่และค่าผิดปกติพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยของภาคต่าง ๆ มาแสดงในรูปกราฟแท่ง และการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติของความถี่ กับ SOI ของภาคต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาค้นคว้าโดยวิธีเรขาคณิตได้แสดงผลไว้ในรูปการกระจายและกราฟในภาคผนวก (รูปที่ 82-84) สำหรับค่า R นั้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนและ SOI โดยวิธีเรขาคณิต	
ภาค	R
กรุงเทพฯ และภาคตะวันออก	0.56
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.56
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.35

ทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษาค้นคว้า ค่า R มีค่าน้อยกว่า 0.6

#### 6.4 ปริมาณฝนรายปีกับ Monsoon Index

ความสัมพันธ์ระหว่าง Monsoon Index กับปริมาณฝนรายปีของจังหวัดต่าง ๆ ที่ศึกษา โดยวิธีเรขาคณิต ได้แสดงผลในรูปกราฟ ในภาคผนวก (รูปที่ 85-93) จากการพิจารณาเส้นความชันของเส้นแนวโน้มแล้วพบว่า

กรุงเทพฯและภาคตะวันออกเฉียง

มีเพียงสถานีกรุงเทพฯและพัทยาเท่านั้นที่ปริมาณฝนรายปีไม่สอดคล้องกับ

Monsoon Index

ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเฉียง

มีเพียงสถานีเพชรบุรีและเกาะสมุยเท่านั้นที่ปริมาณฝนรายปีไม่สอดคล้องกับ

Monsoon Index

ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

มีเพียงสถานีกระบี่และสตูลเท่านั้นที่ปริมาณฝนรายปีไม่สอดคล้องกับ

Monsoon Index



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 7

### สรุปผลการศึกษา อภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

#### 7.1 สรุปผลการศึกษา

ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ ต่ออุณหภูมิ ปริมาณฝน และความถี่พายุหมุนเขตร้อน บริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทยเป็นสิ่งที่น่าศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปรากฏการณ์ดังกล่าวเมื่อเกิดขึ้นแล้วมักจะส่งผลกระทบต่อภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก โดยเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดภาวะความแห้งแล้ง ฝนตกหนัก น้ำท่วม การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์บางอย่าง การเกิดไฟป่า และทูปภิกขภัยอื่น ๆ อย่างไรก็ตามที่น่าสนใจอย่างยิ่งคือประเทศไทยโดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลนั้นได้รับผลกระทบหรือไม่ มากหรือน้อยอย่างไร จากการศึกษาได้ศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่ออุณหภูมิและปริมาณฝนโดยวิธี Linear Regression และ Differences of Means เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสม ได้ผลสรุปดังนี้

##### 7.1.1 อุณหภูมิ (โดยวิธี Linear Regression)

###### กรุงเทพฯ ภาคตะวันออก

จากการศึกษา 7 สถานี โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดพลาดอุณหภูมิ ปรากฏว่าค่า R น้อยกว่า 0.6 หรือ 60% นั่นคือไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง SOI กับค่าผิดพลาดอุณหภูมิ และค่า R เฉลี่ยของทุกสถานีเท่ากับ 0.084

###### ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

จากการศึกษา 12 สถานี พบว่ามีเพียงสถานีสงขลาเท่านั้นที่มีค่า R มากที่สุดเท่ากับ 0.727 หรือ 72.7% ส่วนสถานีอื่นนอกนั้นมีค่าน้อยกว่า 0.6 ดังนั้น SOI ผลกระทบโดยตรงต่อภาคใต้ฝั่งตะวันออกคิดเป็น 8.3% ของสถานีทั้งหมด และค่า R เฉลี่ยของทุกสถานีเท่ากับ 0.20

###### ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

จากการศึกษา 6 สถานี พบว่าสถานีภูเก็ตมีค่า R มากที่สุดเท่ากับ 0.114 ซึ่งน้อยกว่า 0.6 หรือ 60% นั่นคือไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง SOI กับค่าผิดพลาดอุณหภูมิ

เมื่อคิดรวมทุกพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย (ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก) ค่า SOI มีผลกระทบต่อค่าผิดพลาดอุณหภูมิเพียง 0.04% ของสถานีเท่านั้น และค่า R เฉลี่ยเท่ากับ 0.15

**สรุป** ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่ออุณหภูมิบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย มีผลกระทบเพียง 0.04 เปอร์เซ็นต์ของสถานีทั้งหมดโดยแยกเป็น

- ภาคตะวันออกรวมทั้งกรุงเทพฯ ไม่ได้รับผลกระทบ
- ภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้รับผลกระทบ 8.3 เปอร์เซ็นต์

- ภาคใต้ฝั่งตะวันตกไม่ได้รับผลกระทบ

ส่วนใหญ่ปีเอลนีโญอุณหภูมิมีแนวโน้มสูงกว่าปกติ ส่วนปีลานีญาอุณหภูมิมิแนวโน้มต่ำกว่าปกติ

### อุณหภูมิ (โดยวิธี Differences of Means)

ในการทดสอบเพื่อดูความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยพิจารณาเฉพาะมีความสัมพันธ์กันเท่านั้นโดยไม่พิจารณาปัจจัยอื่นใด

จากการทดสอบพบว่าค่าผิดปกติอุณหภูมิกับ SOI มีความสัมพันธ์ 24 สถานีจาก 25 สถานี โดยมีเพียงที่จังหวัดชลบุรีเท่านั้นที่ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับ SOI

### 7.1.2 ฝน (โดยวิธี Linear Regression)

#### กรุงเทพฯและภาคตะวันออก

จากการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนที่กรุงเทพฯ และภาคตะวันออกจำนวน 7 สถานี สถานีที่มีค่า R มากที่สุดคือกรุงเทพฯ มีเท่ากับ 0.367 หรือ 36.7% (ค่าที่ยอมรับว่ามีความสัมพันธ์แบบมีนัยสำคัญคือ 60% ขึ้นไป) ดังนั้นจึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนที่กรุงเทพฯ และภาคตะวันออก และค่า R เฉลี่ยของกรุงเทพฯและภาคตะวันออกเท่ากับ 0.126

#### ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

จากการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกจำนวน 12 สถานี พบว่าสถานีเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่า R มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.4849 หรือ 48.5% (ค่าที่ยอมรับว่ามีความสัมพันธ์แบบมีนัยสำคัญคือ 60% ขึ้นไป) และค่า R เฉลี่ยของภาคใต้ฝั่งตะวันออกเท่ากับ 0.153 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

#### ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

จากการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกจำนวน 7 สถานี พบว่าสถานีระยองมีค่า R มากที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.29 หรือ 29% และอำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา มีค่าประมาณ 28% (ค่าที่ยอมรับว่ามีความสัมพันธ์คือ 60% ขึ้นไป) และค่า R เฉลี่ยของภาคใต้ฝั่งตะวันตกเท่ากับ 0.17 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

เมื่อคิดรวมทุกสถานีที่ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนแล้วพบว่าค่า R เฉลี่ยเท่ากับ 0.15 ซึ่งมีค่าน้อยมาก

### ฝน (โดยวิธี Differences of Means)

จากการศึกษาจำนวน 26 สถานีของสถานีตรวจอากาศบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศ ไทย เมื่อทดสอบดูแล้วปรากฏว่าปริมาณฝนมีความสัมพันธ์กับ SOI ทุกสถานีโดยมีความชันและ เส้นแนวโน้มสอดคล้องกันทั้งหมด

สรุป จากผลการศึกษหาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่ออุณหภูมิและปริมาณฝน โดยวิธี Regression Analysis และ Differences of Means เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมแล้ว ปรากฏว่าวิธี Regression Analysis สามารถจำแนกผลกระทบได้ชัดเจนและเหมาะสมกว่า

#### 7.1.3 ความถี่พายุหมุนเขตร้อน

##### กรุงเทพฯและภาคตะวันออก

จากการทดสอบปรากฏว่าค่า R เท่ากับ 0.56 หรือ 56%ซึ่งมีค่าน้อยกว่า60% จึงสรุปว่า ปรากฏการณ์เอลนีโญไม่มีผลกระทบต่อความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่จะเคลื่อนเข้าสู่กรุงเทพฯและภาค ตะวันออก แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มโดยพบว่าปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ โอกาสที่จะมีพายุหมุน เขตร้อนเคลื่อนเข้าสู่กรุงเทพฯและภาคตะวันออกนั้นม้น้อยกว่าปกติ

##### ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

จากการทดสอบปรากฏว่าค่า R เท่ากับ 0.56 หรือ 56% ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 60% จึงสรุปว่า ปรากฏการณ์เอลนีโญไม่มีผลกระทบต่อความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่จะเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะแนวโน้มแล้วพบว่าปีเอลนีโญมีโอกาสเคลื่อนเข้ามาน้อยกว่าปกติและปี ลานีญามีโอกาสเคลื่อนเข้ามามากกว่าปกติ

##### ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

เมื่อทำการศึกษาแล้วทดสอบผลกระทบพบว่าปีปรากฏการณ์เอลนีโญไม่มีผลกระทบต่อ ความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่จะเคลื่อนเข้าสู่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก เนื่องจากค่า R มีค่าเท่ากับ 0.35 หรือ 35% เท่านั้นซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงบริเวณพื้นที่ ชายฝั่งของประเทศไทยมีแนวโน้มเกิดภาวะแห้งแล้ง ส่วนการเกิดปรากฏการณ์ลานีญาก็มีแนวโน้ม ฝนตกมากกว่าปกติ

เฉลี่ยค่า R บริเวณชายฝั่งทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.49

#### 7.1.4 ปริมาณฝนรายปีกับ Monsoon Index

พิจารณาจากเส้นแนวโน้มและความชันโดยเปรียบเทียบว่ามีความสอดคล้องไปในทิศทาง เดียวกันหรือไม่อย่างไรเท่านั้น

### ภาคตะวันออก

มีความสอดคล้องกัน 5 สถานี จากทั้งหมด 7 สถานี คิดเป็น 71.4 เปอร์เซ็นต์

### ภาคใต้ฝั่งตะวันออก

มีความสอดคล้องกัน 10 สถานี จาก 12 สถานี คิดเป็น 83 เปอร์เซ็นต์

### ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

มีความสอดคล้องกัน 5 สถานี จาก 7 สถานี คิดเป็น 71.4 เปอร์เซ็นต์

เฉลี่ยทั้งสิ้น 75.2 เปอร์เซ็นต์

### 7.1.5 ปัจจัยอื่น ๆ อันเนื่องมาจากผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญ

โดยทั่วไปแล้ว ลมได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญบ้าง ดังจะเห็นได้จากค่าผิดปกติของลมเฉลี่ยปี 1979-1995 พบว่า ลมชั้นบนที่ระดับ 850 hPa อยู่ในเกณฑ์ที่แรงกว่าปกติเล็กน้อย และลมเป็นทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ ส่วนบริเวณชายฝั่งเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ จากลักษณะดังกล่าวนี้ก็เป็นส่วนหนึ่งทำให้ปริมาณฝนในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญมีน้อย

ส่วนลมชั้นบนในระดับที่สูงขึ้นไป คือ ที่ระดับ 250 hPa ของปี 1997 และ 1998 ลมที่ปกคลุมบริเวณที่ศึกษามีกำลังอ่อนและมีทิศเป็นทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งจะทำให้มวลอากาศในระดับบนจะแห้งและจมตัวลงเป็นผลให้การก่อตัวของเมฆฝนทำได้ไม่ดี จึงทำให้ปริมาณฝนสะสมมีน้อยกว่าปกติ

ความกดอากาศที่บริเวณศึกษาในช่วงการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญกับลานีญาเปรียบเทียบกันเห็นได้ค่อนข้างชัดเจนว่าบริเวณที่ศึกษามีความกดอากาศสูงกว่าปกติ ส่วนปีที่เกิดลานีญาจะลดต่ำกว่าปกติ โดยตัวแปรเหล่านี้จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่กระทบต่อทั้งปริมาณฝน อุณหภูมิและความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่จะเคลื่อนเข้าสู่บริเวณใกล้เคียง ส่วนใหญ่แล้วในปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญจะค่าสูงกว่าปกติ แต่ปีลานีญามีค่าไม่เปลี่ยนแปลงจากค่าปกติมากนัก จากอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่อุ่นกว่าปกติจะทำให้มวลอากาศที่ปกคลุมอยู่มีอุณหภูมิสูงขึ้นได้ เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้น แต่บรรยากาศชั้นบนเป็นลักษณะอากาศจมตัวลง ก็จะทำให้การเกิดฝนทำได้ยากเมื่ออากาศมีการจมตัวลงโอกาสที่จะเกิดการลอยตัวขึ้นสู่เบื้องบนของอากาศร้อนอย่างรวดเร็วและอากาศเย็นไหลเข้ามาแทนที่อย่างรวดเร็วจนเกิดการหมุนเวียนของอากาศอย่างรวดเร็วจนเป็นพายุจึงมีโอกาสน้อยมากที่จะเป็นไปได้

## 7.2 อภิปรายผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ 2 แบบ คือ การทดสอบด้วยวิธี Linear Regression และ การทดสอบ Differences of Mean เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาเฉพาะความสัมพันธ์เท่านั้น

ในการวิเคราะห์ได้แยกย่อยเป็นรายจังหวัดเพื่อเพิ่มความละเอียดในการวิเคราะห์ให้มากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์มีทั้งสิ้น 47 ปี โดยใช้ค่า Mean เป็น Baseline period ตามข้อตกลงขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) 30 ปี คือ ปี 1961 – 1990 การเลือกค่าช่วงเวลา 30 ปี นั้น สาเหตุหนึ่งคือความเหมาะสมต่อการศึกษาปรากฏการณ์ การเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศ (Climate changed) ในการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่จะได้ข้อมูลทั้ง 47 ปีจาก 26 สถานีตรวจอากาศ แต่บางสถานีก็ไม่มีครบถ้วนทั้ง 47 ปีทั้งนี้เนื่องจากบางสถานีเป็นสถานีที่เพิ่งตั้งใหม่ แต่อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่แล้วเมื่อนำไปศึกษาเปรียบเทียบกับ SOI ซึ่งมีข้อมูลตั้งแต่ ปี 1979 เป็นต้นมา ซึ่งก็พอจะยอมรับได้เนื่องจากมีความยาวนานถึงเกือบ 20 ปี

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามาจากสถานีตรวจอากาศอุตุนิยมวิทยา ประสิทธิภาพของเครื่องมือมีการสอบเทียบให้มีความถูกต้องแม่นยำอยู่เสมอ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมีการแลกเปลี่ยนกับหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาทั่วโลกภายใต้ข้อกำหนดขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ดังนั้นมาตรฐานของเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดรวมทั้งคุณภาพของข้อมูลจึงน่าจะความเชื่อถือได้มาก อีกทั้งการจัดเก็บข้อมูลของกองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ก็ได้มีการตรวจสอบคุณภาพโดยตลอด เมื่อพบความผิดพลาดเจ้าหน้าที่ก็ได้รับตรวจสอบแก้ไขให้ถูกต้องอยู่เสมอโดยตลอด ดังนั้นข้อมูลที่ใช้จึงมีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

การศึกษานี้พบว่าปรากฏการณ์เอลนีโญส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิในภาคใต้ฝั่งตะวันออกเพียง 1 สถานีจาก 12 สถานี ส่วนภาคอื่นๆไม่มีผลกระทบ นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีผลกระทบต่อปริมาณฝนในทุกสถานี ส่วนความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่พื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยก็ไม่มีผลกระทบแต่อย่างใดก็ตามเมื่อพิจารณาแนวโน้มแล้วพบว่าปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญแรงอุณหภูมิมีแนวโน้มสูงกว่าปกติ ปริมาณฝนและความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนมีแนวโน้มน้อยกว่าปกติกับปรากฏผลเป็นตรงกันข้ามในปีลานีญา และวิธีการทดสอบหาผลกระทบนั้น วิธี Linear Regression มีความเหมาะสมมากกว่าการทดสอบวิธี Difference of Means สำหรับปริมาณฝนรายปีกับ Monsoon Index นั้นส่วนใหญ่แล้วพบว่ามีความสัมพันธ์กัน อย่างไรก็ตาม Monsoon Index นั้นยังไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ประโยชน์หรือนำมาใช้เป็นดัชนีชี้ว่าการพยากรณ์ปริมาณฝนในประเทศไทย เนื่องจากปัจจัยที่ก่อให้เกิดฝนในประเทศไทยนั้นมีมากมายสามารถนำผลการศึกษานี้ไปเป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุง Monsoon Index ให้มีความถูกต้องและเหมาะสมในการที่จะนำมาใช้ประโยชน์อย่างแท้จริงในพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทย



### 7.3 ข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ได้ศึกษาพบว่า ยังต้องการข้อมูลเพิ่มอีกมาก ทั้งนี้เนื่องจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทางทะเลและบรรยากาศนั้น เกี่ยวข้องกับตัวแปรต่างๆมากมายโดยตัวแปรต่างๆเหล่านี้ มีความยากลำบากมากที่จะสามารถตรวจวัดให้ได้ละเอียดครบถ้วน ด้วยสาเหตุจากข้อจำกัดทางเครื่องมือและวิธีการ หากต้องการความละเอียดถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นก็จำเป็นต้องมีการเพิ่มเติมตัวแปรที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเข้าไปในการศึกษาซึ่งแน่นอนว่าจะต้องมีความยุ่งยากซับซ้อนมาก วิธีการวิเคราะห์ เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์หรือแม้กระทั่งเครื่องคำนวณคงต้องใช้แบบที่มีความเร็วสูงมากด้วยข้อจำกัดของเวลา

อย่างไรก็ตามการศึกษาคั้งนี้ต้องการทราบคำตอบบางอย่างซึ่งไม่ซับซ้อนเท่า นั้น วิธีการที่ใช้ ข้อมูลที่ใช้จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบเพียงระดับนี้เท่านั้น ในความเป็นจริงแล้วการเกิดปรากฏการณ์เอ็นโซนั้นบางครั้งก็ไม่ได้เกิดทั้งปี แต่บางครั้งก็เกิดทั้งปรากฏการณ์เอลนีโญและลานินญาในปีเดียวกัน ดังนั้นการใช้ค่าเฉลี่ยรายปีจึงไม่ละเอียดพอที่จะชี้แยกความแตกต่างถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เอ็นโซต่อตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา หากต้องการรายละเอียดถูกต้องมากยิ่งขึ้นกว่านี้ควรแยกศึกษาเป็นราย 3 เดือนแล้วศึกษาเฉพาะปีที่เกิดเอลนีโญและลานินญารุนแรงจึงพอจะบอกได้ว่าเมื่อเริ่มเกิดปรากฏการณ์เอ็นโซ ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

จากสรุปผลการศึกษาที่ได้ นับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งต่อนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาหรือทำงานด้านอุตุนิยมวิทยาแม้กระทั่งนักสมุทรศาสตร์วิทยาอื่นๆ โดยใช้ประกอบเพื่อเป็นแนวทางในการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงสภาวะอากาศ ด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยคาดการณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดกับระบบนิเวศน์ชายฝั่ง ตัวแปรทางด้านสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ เช่นความเค็มของน้ำทะเล อุณหภูมิน้ำทะเลและอื่นๆ หรือแม้กระทั่งสภาวะทางเคมีของระบบนิเวศน์ชายฝั่งต่าง ๆ ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลกระทบต่อระบบอื่น ด้านสิ่งแวดล้อมสามารถใช้ประกอบการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านสภาวะแวดล้อมได้ ส่วนในสาขาอื่นๆก็อาจพิจารณาปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- ชวรี วราศรัย นงคินาถ คู่ประสิทธิ์วงศ์ และธีรลักษณ์ ประเสริฐแสง. 2542 พายุหมุนเขตร้อนในประเทศไทย: สถิติ พ.ศ. 2494-2541. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรมอุตุนิยมวิทยา, หน้า 1-25
- มันทนา พฤษะวัน และสุดาพร นิมมา. 2536. การหาผลกระทบของเอลนีโญต่ออุณหภูมิในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรมอุตุนิยมวิทยา, หน้า 1-30

### ภาษาอังกฤษ

- Ahrens, C.D. 1988. Meteorology Today. New York: West Publishing Company. p. 581 .
- Arkin, P.A. and Webster, P.J. 1985. Annual and inter-annual variability of tropical-extra tropical interaction: An empirical study, Monthly Weather Review, 113, pp. 1510-23.
- Berlage, H.P. 1966. Fluctuation of the general atmospheric circulation of more than one year, their nature, and prognostic value. Royal Netherlands Meteorological Institute Yearbook, 69, pp. 151-9.
- Bjerknes, J. 1961. El Nino study base on analysis of ocean surface temperatures, 1935-1957. Inter-America Tropical Tuna Commission Bulletin, 5, pp. 219-303.
- Bjerknes, J. 1966. A possible response of the atmosphere Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. Tellu, 8, pp. 820-9.
- Byers, H.R. 1944. General Meteorology. New York: Mc Graw-Hill.
- De Blij, H.J. and Muller P.O. 1993. Physical geography of the global environment. New York: John Wiley & Sons.
- Eckart, C. 1960. Hydrodynamics of oceans and atmospheres. New York: Program press.
- Glantz, M.H. 1984. El Nino should it take the blame for disasters. Science and Technology, Mazingira March 1984, pp. 21-26.
- Glantz, M.H. 1996. Current of Change: El Nino's impact on climate and society. Great Britain: Cambridge University Press, pp. 1-108.

- Gray, W.M. 1993. Forecast of atlantic seasonal hurricane activity for 1993. Fort Collins, CO: Department of Atmospheric Sciences, Colorado State University.
- Harnack, R.P. Lanzante, J.R. and Harnack, J. 1982. Associations among the tropical pacific wind and sea surface temperature fields and higher latitude circulation. Journal of Climatology, 2, pp. 267-90.
- Holton, J.R., Wallace J.M. and Young, J.A. 1971. On boundary layer dynamics and the ITCZ. Journal of atmospheric Science 28, p. 275.
- Howell, D.G. 1995. Principles of terrace analysis : New applications for global tectonics. 2<sup>nd</sup> ed. Chapman & Hall.
- Humblin, W.K. and Christiansen E.H. 1995. Earth's Dynamic Systems. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Jackson, I.J. 1985. Tropical rainfall variability as an environmental factor: some considerations. Singapore Journal of Tropical Geography, 6(1), pp. 23-24.
- Japan Meteorological Agency. 1992. Tropical Cyclone Tracks in The Western – North Pacific 1951-1990. RSMC – Tokyo Typhoon Center, p. 75.
- Khromov, K. 1957. Monsoon. New York: Mc Graw-Hill.
- Krishnamurt, T.N., 1979. Tropical meteorology Compendium of meteorology for use by Class I and Class II meteorological personnel. Vol. II Part 4. WMO Publication No.364, p. 428.
- Lim, J.T., 1984. Indonesian rainfall indices associated with southern oscillation/El Nino. Mission Report Tropical Meteorology (Annex 1), Malaysian Meteorological Service.
- Lockwood, J.G., 1985. World climate systems. Edward Arnold, London, pp. 292.
- Lutgens, F.K. and Tarbuck, E.J. 1996. Foundations of Earth Science. , New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Murakami, M., 1992. Asian monsoon. Meteorological Society of Japan: Academy Press, Inc.
- NOAA., 1998. ENSO. Climate Diagnostics Bulletin. 98/1-12.
- Peixit, J.P. and Kettani, K.A. 1973. The Control of the water cycle. Scientific American.

- Philander, G.,1995. Letters to the editor. Bulletin of the American Meteorological Society, 76, p. 80.
- Quinn, W.H., et al. 1978. Historical trends and statistics of the southern oscillation, El Nino, and Indonesian droughts. Fishery Bulletin., 76, pp. 663-678.
- Ropelewski, C. F. 1992. Predicting El Nino events. Nature, 356, pp. 476-477.
- Riehl, H. 1954, Tropical Meteorology. New York: McGraw-Hill.
- Riehl, H. 1979. Climate and Weather in the Tropics. Academic. Press, p. 611.
- Sadler, J.C. 1984. The anomalous tropical cyclones in the Pacific during the 1982-83 El Nino' 15<sup>th</sup> Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, American Meteorological Society, Boston, pp. 52-55.
- Weight, N. and Cooper, D. 1997. The South-west monsoon in the South China Sea. Unpublished forecasting notes.
- WMO/ESCAP., 1997. The Panel news on tropical cyclone for the Bay of Bengal and the Arabian Sea No. 10 September.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวก 1 ค่าเฉลี่ยรายปี ค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ค่าผิดปกติภาพ SOI และ Monsoon Index ของอุณหภูมิตที่กรุงเทพฯ

No	Year	T	3Yr-MT	T-Tav	(T-Tav)/SD	SOI	Remark	Monsoon Index
1	1951	28.2		0.05	0.176207728		C,W-	739
2	1952	28.3	28.2	0.15	0.528623183			916.3
3	1953	28.1	28.13333	-0.05	-0.176207728		W-	923
4	1954	28	28.1	-0.15	-0.528623183		C-,C	886
5	1955	28.2	28.03333	0.05	0.176207728		C,C-,C+	930
6	1956	27.9	28.13333	-0.25	-0.881038639		3C,C	983
7	1957	28.3	28.3	0.15	0.528623183		2W-,W	789
8	1958	28.7	28.46667	0.55	1.938285005		W+,W,2W-	889
9	1959	28.4	28.46667	0.25	0.881038639		W-	944
10	1960	28.3	28.3	0.15	0.528623183			836.4
11	1961	28.2	28.26667	0.05	0.176207728			943.8
12	1962	28.3	28.3	0.15	0.528623183			830.6
13	1963	28.4	28.33333	0.25	0.881038639		W-,W	858
14	1964	28.3	28.3	0.15	0.528623183		C-,C	923
15	1965	28.2	28.23333	0.05	0.176207728		C-,W,W+	709
16	1966	28.2	28.16667	0.05	0.176207728		W,2W-	740
17	1967	28.1	28.2	-0.05	-0.176207728			841
18	1968	28.3	28.33333	0.15	0.528623183		W-	755
19	1969	28.6	28.4	0.45	1.58586955		W,3W-	831
20	1970	28.3	28.33333	0.15	0.528623183		W-,C	940
21	1971	28.1	28.13333	-0.05	-0.176207728		C,3C-	887
22	1972	28	28	-0.15	-0.528623183		W-,W,W+	653
23	1973	27.9	27.8	-0.25	-0.881038639		W,C-,C+	913
24	1974	27.5	27.63333	-0.65	-2.290700461		C+,C,2C	748
25	1975	27.5	27.53333	-0.65	-2.290700461		2C-,C,C+	963
26	1976	27.6	27.76667	-0.55	-1.938285005		C,W-	857
27	1977	28.2	28.06667	0.05	0.176207728		W-	883
28	1978	28.4	28.4	0.25	0.881038639		W-	909
29	1979	28.6	28.4	0.45	1.58586955	0.3		918.1
30	1980	28.2	28.4	0.05	0.176207728	-0.6	W-	883

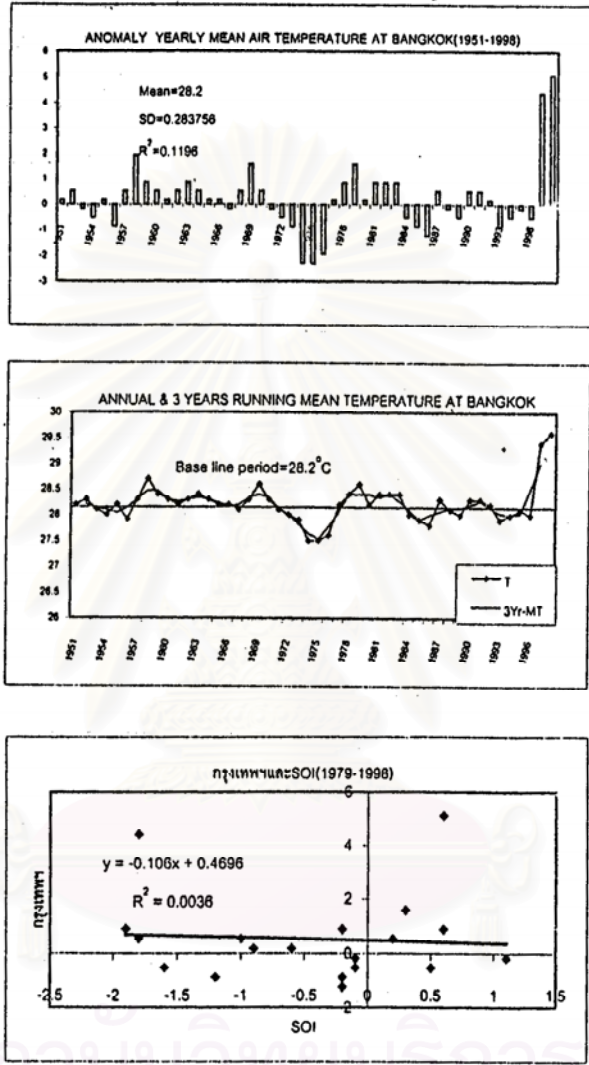
No	Year	T	3Yr-MT	T-Tav	(T-Tav)/SD	SOI	Remark	Monsoon Index
31	1981	28.4	28.33333	0.25	0.881038639	0.6		893.5
32	1982	28.4	28.4	0.25	0.881038639	-1.9	W-,W,W+	735
33	1983	28.4	28.26667	0.25	0.881038639	-0.2	W+,W,C-	956
34	1984	28	28.1	-0.15	-0.528623183	-0.1	3C-	837
35	1985	27.9	27.9	-0.25	-0.881038639	-0.2	2C-	760
36	1986	27.8	28	-0.35	-1.233454094	-0.2	W-,W	743
37	1987	28.3	28.06667	0.15	0.528623183	-1.8	3W,W+	697
38	1988	28.1	28.13333	-0.05	-0.176207728	1.1	W-,C-,C+	961
39	1989	28	28.13333	-0.15	-0.528623183	0.5	C+,C-	867
40	1990	28.3	28.2	0.15	0.528623183	0.2	2W-	909
41	1991	28.3	28.26667	0.15	0.528623183	-1	2W-,2W	785
42	1992	28.2	28.13333	0.05	0.176207728	-0.9	2W+,2W-	785
43	1993	27.9	28.03333	-0.25	-0.881038639	-1.2	2W-,2W	877
44	1994	28	28	-0.15	-0.528623183	-1.6	2W	953
45	1995	28.1	28.03333	-0.05	-0.176207728	-0.1	W,C-	791
46	1996	28	28.5	-0.15	-0.528623183	0.5	C-	853
47	1997	29.4	29	1.25	4.405193194	-1.8	W,2W+	868
48	1998	29.6		1.45	5.110024105	0.6	W+,W	874

T average 28.15 SD = 0.283755601

ENSO: Cold(La Nina), Warm(El Nino); Weak(C- or W-); Moderate(C,W); Strong(W+ or C+)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุณหภูมิ (โดยวิธีรีเกรชัน)  
 กรุงเทพฯ และภาคตะวันออก  
 กรุงเทพฯ



รูปที่ 31 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของจังหวัดกรุงเทพฯ

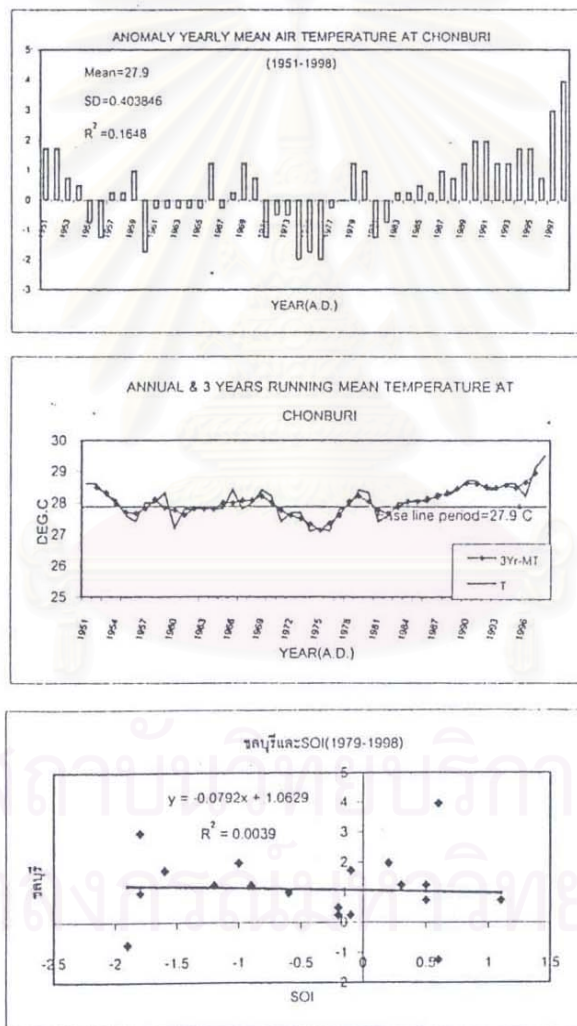
ค่าผิดปกติของอุณหภูมิที่กรุงเทพฯ ไม่สูงกว่าค่าปกติมากนักแม้ว่าจะเป็นปีเอ็นโซ ปี 1982-83 เป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญขนาดรุนแรงแต่ค่าผิดปกติของอุณหภูมิก็น้อยขึ้นไม่มากนัก และมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในปีต่อ ๆ มา จนกระทั่งปี 1997-1998 จึงเห็นได้ชัดเจนว่ามีค่า



ผิดปกติที่มากกว่าปกติ ส่วนค่าเฉลี่ยรายปีและค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ก็มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเช่นกัน และแสดงการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ในปี 1997-1998

สำหรับการทดสอบหาความสัมพันธ์โดยใช้วิธีเกรซชัน เกณฑ์ความสัมพันธ์นั้นจะพิจารณาที่ค่า  $R = 0.6$  ขึ้นไปหรือประมาณ 60% จึงจะยอมรับว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน จากกราฟพบว่าเส้นแนวโน้มที่สอดคล้องกับทฤษฎีคือ เมื่อค่า SOI มีค่าลบ ค่าผิดปกติของอุณหภูมิจะมีค่าเป็นบวกและมีแนวโน้มลดลงเมื่อ SOI มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่า  $R^2 = 0.0036$ ,  $R=0.06$  ซึ่งมีค่าน้อยมาก จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

### ชลบุรี

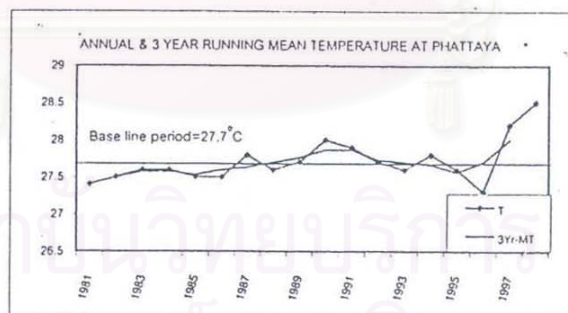
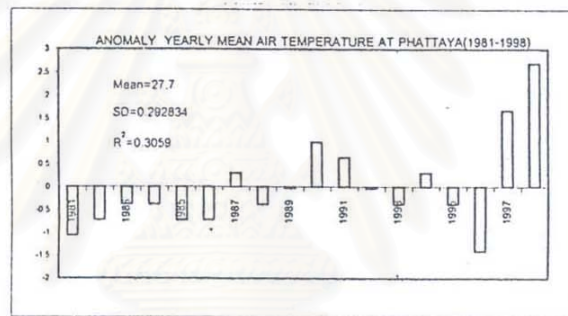


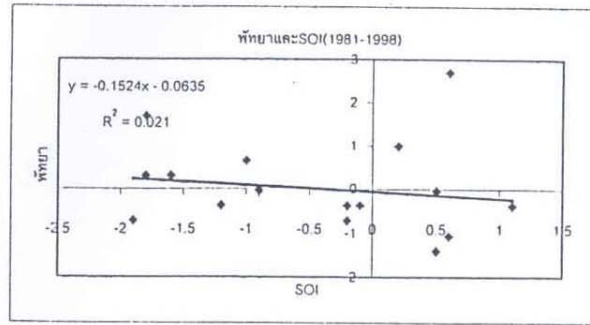
รูปที่ 32 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของจังหวัดชลบุรี

นับตั้งแต่ปี 1983 เป็นต้นมาถึงปี 1998 เป็นปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญตลอด และส่วนใหญ่เป็นปีเอลนีโญมากกว่าโดยมีเพียงปี 1984, 1985, 1989 และ 1996 ที่เป็นปีลานีญาชัดเจน แผนภูมิค่าผิดปกติสภาพแสดงให้เห็นถึงค่าผิดปกติสภาพซึ่งเริ่มมีแนวโน้มที่สูงกว่าปกตินับตั้งแต่ปี 1984 เป็นต้นมาโดยมีค่าสูงมากในปี 1997 และ 1998 เนื่องจากเป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงมากที่สุดหรือแม้กระทั่งค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ก็ได้แสดงให้เห็นว่านับตั้งแต่ปี 1983 เป็นต้นมา แนวโน้มมีค่าเพิ่มสูงกว่าค่า Base line period ตลอด แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิดปกติสภาพของชลบุรี และค่า SOI นั้นสอดคล้องกับทฤษฎีการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ โดยเมื่อ SOI มีค่าเป็นลบ ค่าผิดปกติสภาพอุณหภูมิมีแนวโน้มสูงแต่อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบความสัมพันธ์โดยวิธีเกรซชันแล้วพบว่า ค่า  $R^2 = 0.0039$ ,  $R=0.062$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.6 จึงไม่มีความสัมพันธ์กัน

พิทยา จ.ชลบุรี



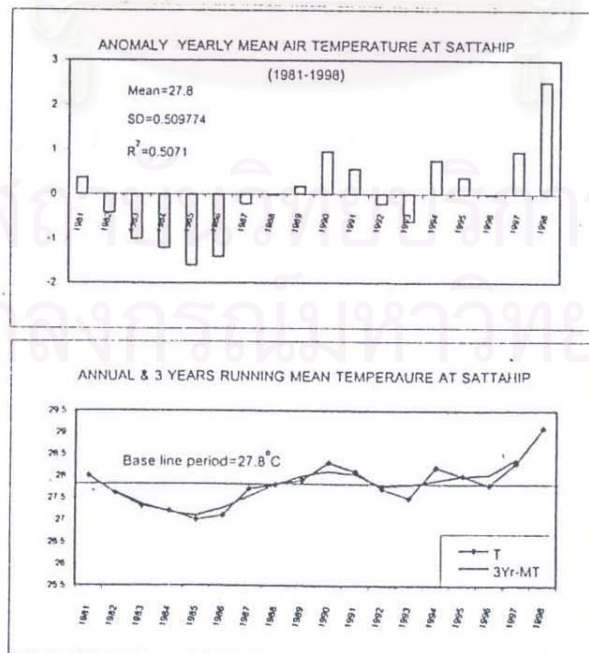


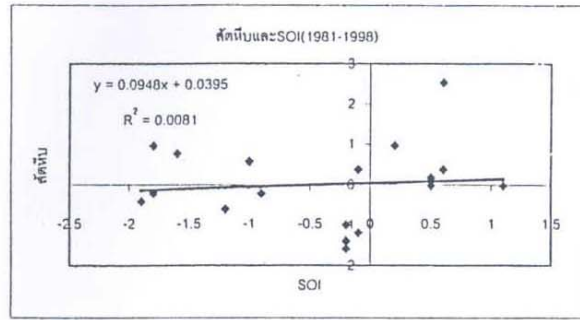
รูปที่ 33 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติของพืชญา

นับตั้งแต่ปี 1982 เป็นต้นมาเป็นปีเย็นตลอด จากกราฟค่าผิดปกติของอุณหภูมิที่พืชญา การเกิดเอลนีโญขนาดรุนแรง ปี 1982-83 ไม่มีผลกระทบต่อค่าผิดปกติของพืชญา เนื่องจากมีค่าลดลงกว่าปกติ ซึ่งอาจเกิดจากปรากฏการณ์อื่นมาสอดแทรก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปี 1997-1998 เห็นได้ชัดว่ามีค่าเพิ่มมากขึ้น ขณะที่ค่าเฉลี่ยรายปี และค่าเฉลี่ยราย 3 ปีมีแนวโน้มสูงขึ้น ในปี 1997 เป็นต้นมา เมื่อนำค่าผิดปกติมาหาความสัมพันธ์กับค่า SOI พบว่ามีค่า  $R^2 = 0.021$ ,  $R = 0.15$  แนวโน้มของเส้นแนวโน้มและความชันก็สอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ค่า  $R$  น้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

สถิติบ จ.ชลบุรี

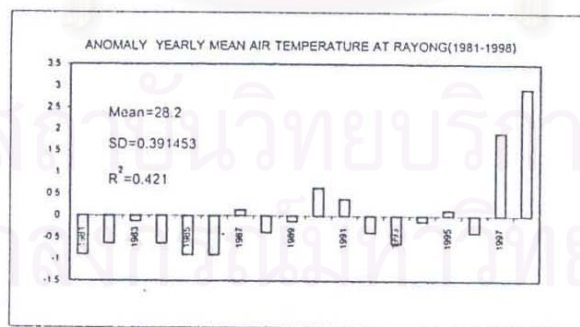


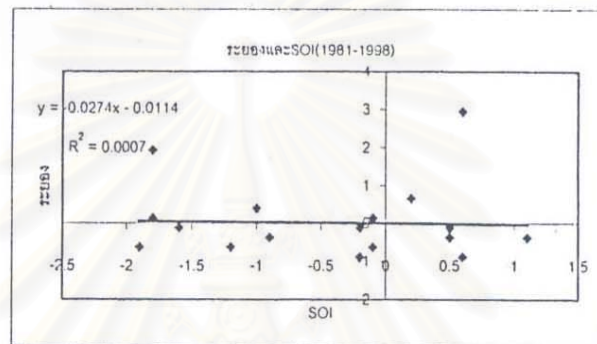
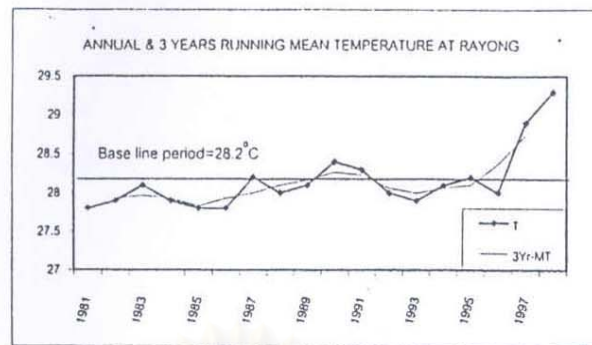


รูปที่ 34 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติของอุณหภูมิของสถิติ

ปี 1982-1983 เป็นปีเอลนีโญรุนแรงค่าผิดปกติของสถิติมีค่าต่ำกว่าค่าปกติ ซึ่งไม่เป็นไปตามทฤษฎี อาจเป็นไปได้ว่าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ไม่มีผลกระทบต่อค่าผิดปกติของอุณหภูมิซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าปกติมาก ขณะที่เส้นแนวโน้มของค่าเฉลี่ยรายปีและค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ก็แสดงให้เห็นว่าในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงปี 1997-1998 กราฟมีแนวโน้มสูงกว่าค่า Base line period มาก การหาความสัมพันธ์แบบรีเกรซชันระหว่างค่าผิดปกติของอุณหภูมิที่สถิติและ SOI ปรากฏว่าไม่สอดคล้องกับทฤษฎีกล่าวคือเมื่อค่า SOI มีค่าเป็นบวก ค่าผิดปกติมีค่าน้อยกว่าค่าปกติและค่า  $R^2 = 0.0081$ ,  $R=0.09$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ระยอง



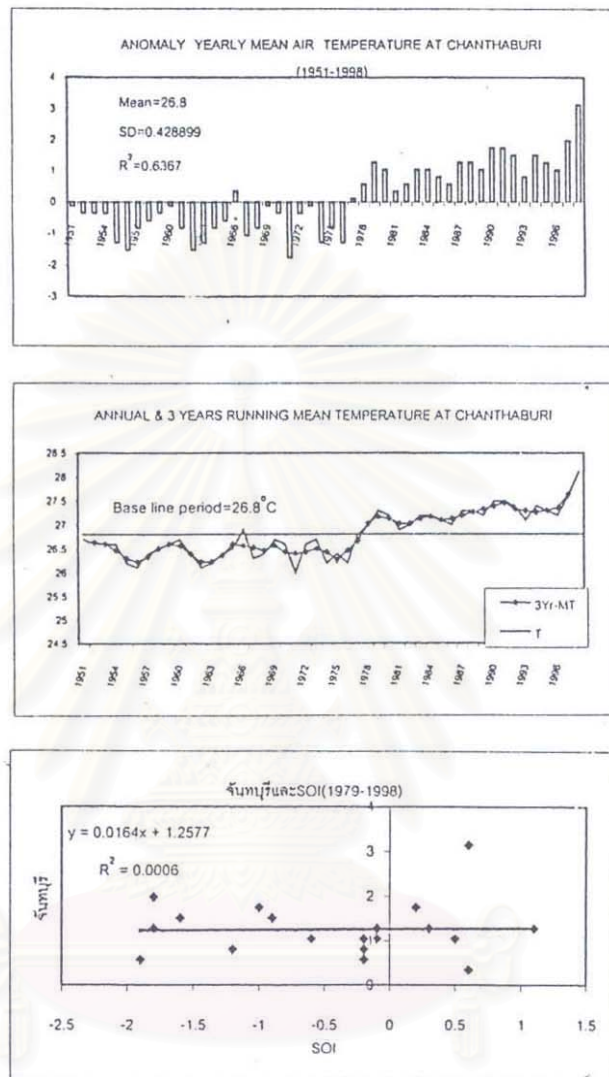


รูปที่ 35 ค่าผิวดสภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิวดสภาพอุณหภูมิของระยอง

การเปลี่ยนแปลงของค่าผิวดสภาพอุณหภูมิในปีเอ็นโซที่ระยองมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าค่าปกติเป็นส่วนใหญ่ เว้นแต่ปี 1990-1991 ที่มีค่าสูงกว่าค่าปกติชัดเจนและเห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นในปี 1997-1998 และกราฟแสดงค่าเฉลี่ยรายปี กับค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ก็แสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มสูงกว่าค่า Base line period มาก ในปี 1997-1998 ก็เช่นเดียวกัน เรายังไม่อาจสรุปได้ว่าปรากฏการณ์เอ็นโซมีผลกระทบต่อสภาวะอุณหภูมิของระยองหรือไม่ เมื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิวดสภาพอุณหภูมิและค่า SOI โดยใช้รีเกรชัน พบว่ากราฟมีแนวโน้มเป็นไปตามทฤษฎี แต่ ค่า  $R^2 = 0.0007$ ,  $R=0.026$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## จันทบุรี

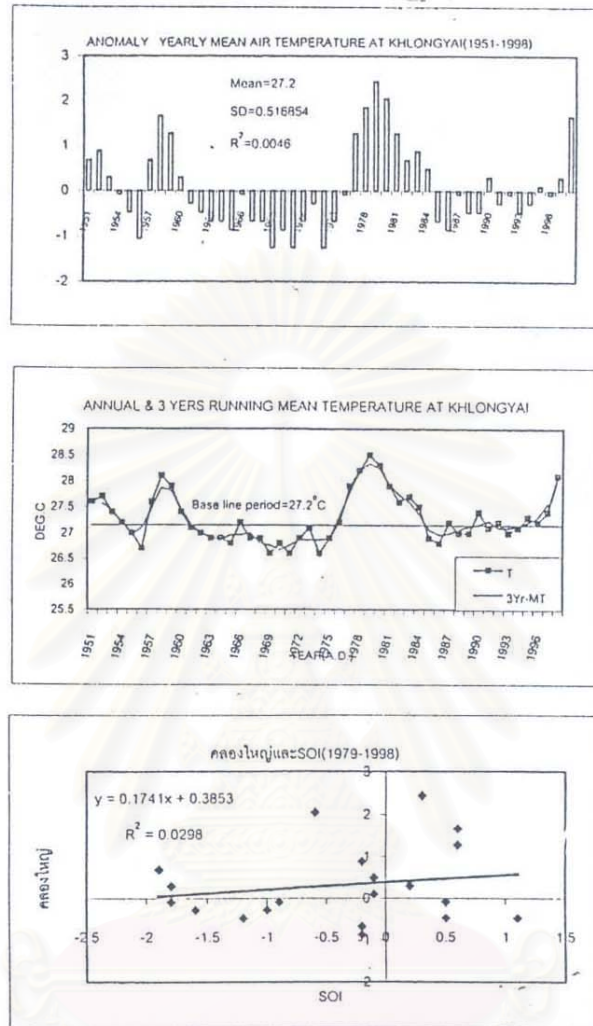


รูปที่ 36 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของจันทบุรี

นับตั้งแต่ 1978-1998 ซึ่งเป็นช่วงที่เป็นปีเอนโซ ค่าผิดปกติของอุณหภูมิมียุคค่ามากกว่าค่าปกติตลอดและมีค่ามากที่สุดในปี 1998 ทำนองเดียวกัน ค่าเฉลี่ยรายปี และค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มสูงกว่าค่า Baseline period มาตลอดเช่นกัน แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับค่า SOI แล้วปรากฏว่าความชันของเส้นแนวโน้มมีค่าเป็นบวกซึ่งไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์และค่า  $R^2 = 0.0006$ ,  $R=0.0245$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตราด

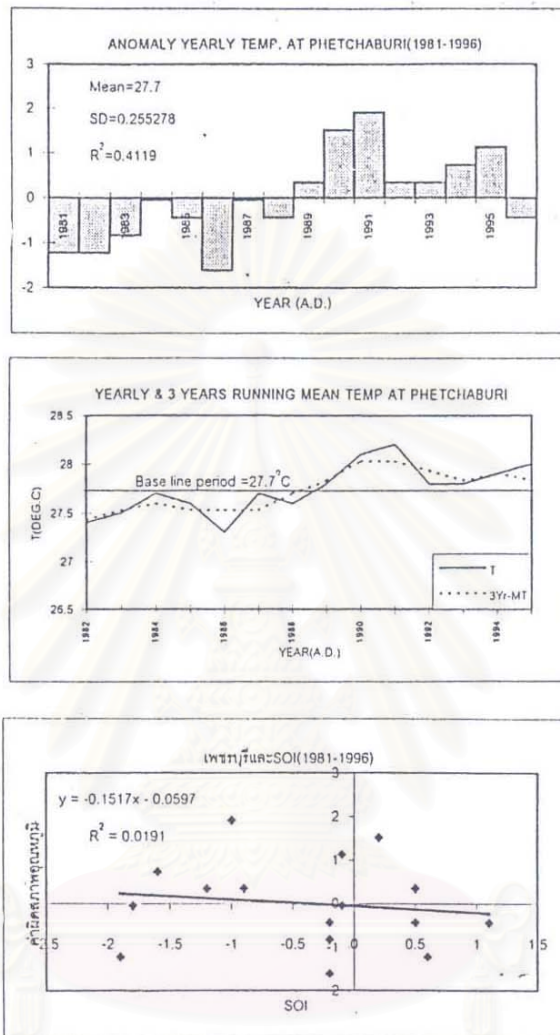


รูปที่ 37 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของตราด

ค่าผิดปกติของอุณหภูมิที่ อ.คลองใหญ่ จ.ตราด พบว่าในช่วงปี 1977-1984 มีค่าสูงกว่าค่าปกติแต่หลังจากนั้นแม้ว่าจะเป็นปีเ็นโซ การเปลี่ยนแปลงก็ไม่ชัดเจน มีการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าบ้างน้อยกว่าบ้าง แต่ปี 1997-1998 กลับสูงกว่าค่าปกติอย่างชัดเจน ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็สอดคล้องกับค่าผิดปกติ คือมีแนวโน้มสูงกว่าค่า Base line period ชัดเจนในปี 1997-1998 เมื่อนำไปหาความสัมพันธ์กับ SOI พบว่าความสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก คือไม่เป็นไปตามทฤษฎีเมื่อ SOI มีค่าเป็นลบมาก นั่นคือเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงค่าผิดปกติของอุณหภูมิจะมีค่าสูงกว่าปกติมาก แต่จากเส้นแนวโน้มแล้วเป็นบวกซึ่งไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและวิเคราะห์ค่า  $R^2 = 0.0298$ ,  $R=0.173$  จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ภาคใต้ฝั่งตะวันออก  
เพชรบุรี



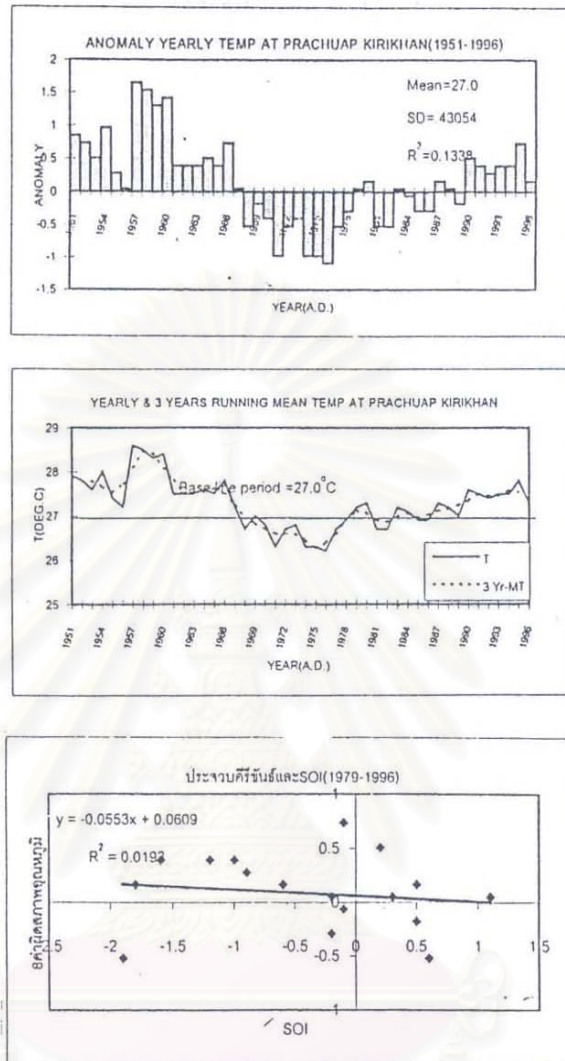
รูปที่ 38 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของเพชรบุรี

ค่าผิดปกติของอุณหภูมิมิแนวโน้มสูงกว่าค่าปกติตั้งแต่ปี 1989 เป็นต้นมาและสูงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยรายปีกับราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดนับตั้งแต่ปี 1989 เป็นต้นมา โดยเทียบกับค่า Base line period และเส้นแนวโน้มเมื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับ SOI พบว่า ความชันมีค่าติดลบซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี แต่  $R^2 = 0.0191$ ,  $R=0.138$  จึงสรุปว่าไม่มี ความสัมพันธ์กัน



## ประจวบคีรีขันธ์

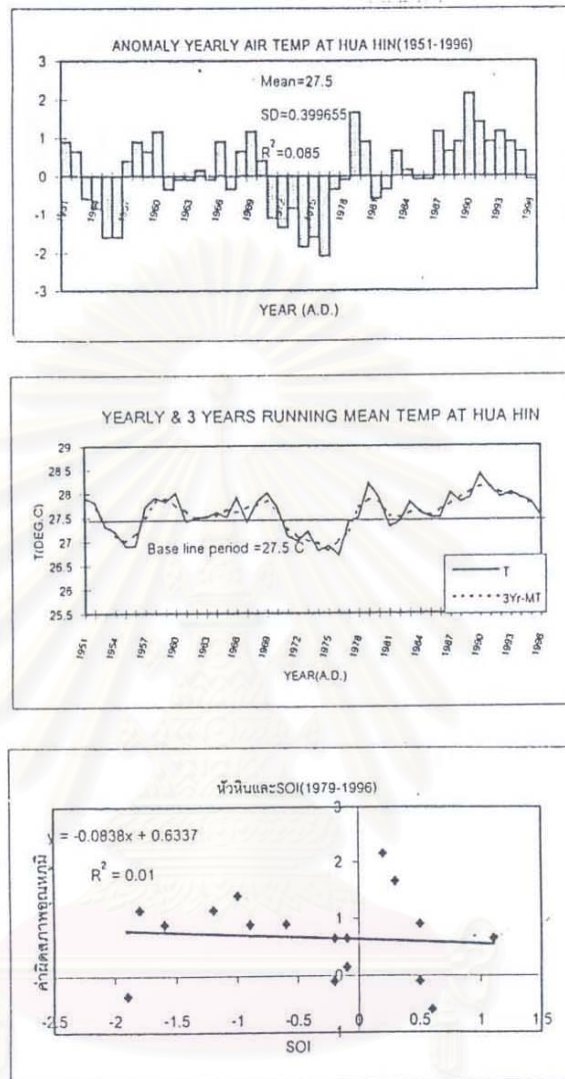


รูปที่ 39 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติของอุณหภูมิของประจวบคีรีขันธ์

มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนโดยเกือบจะแบ่งได้เป็น 3 ช่วง โดยช่วงที่ 1 ปี 1951-1967 ค่าผิดปกติของอุณหภูมิจะมีค่ามากกว่าค่าปกติ และปี 1968-1990 ส่วนใหญ่จะค่าน้อยกว่าปกติและหลังจากนั้นค่าจะสูงตลอดค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็สอดคล้องกัน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับค่า SOI ปรากฏว่าค่าความชันเป็นลบ และมีแนวโน้มสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอนโซโดยค่า SOI มีค่าลบ ค่าผิดปกติของอุณหภูมิจะมีค่ามาก และจากกราฟสามารถวิเคราะห์  $R^2 = 0.0193$ ,  $R = 0.139$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

### หัวหิน จ. ประจวบคีรีขันธ์

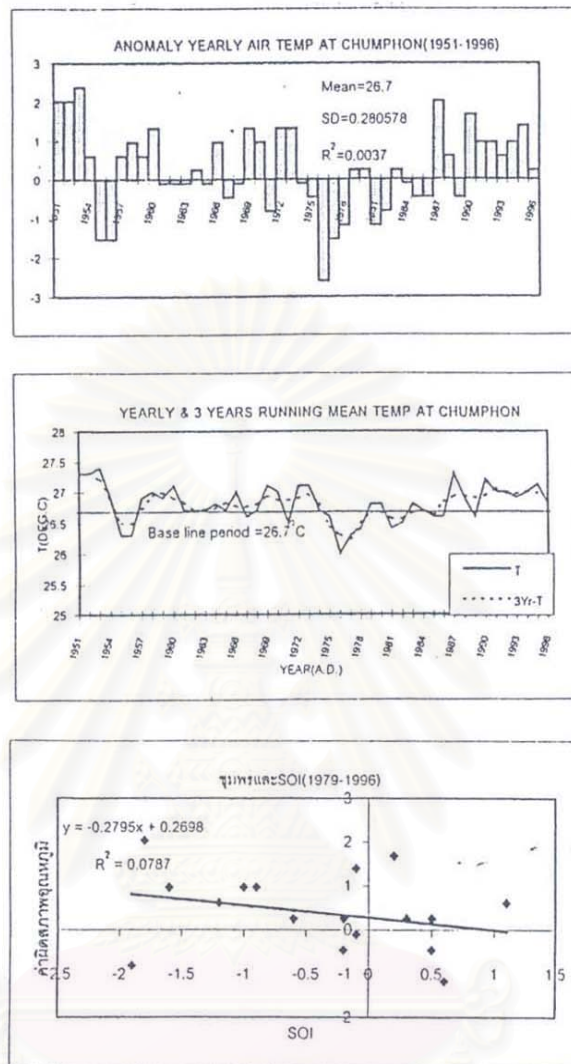


รูปที่ 40 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดพลาดอุณหภูมิของหัวหิน

ในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรง 1982-1983 การเปลี่ยนแปลงกลับมีค่าไม่มากนัก แต่หลังจากปี 1987 เป็นต้นมาซึ่งเป็นปีเอ็นไซโตลอดทำให้เห็นแนวโน้มของค่าผิดพลาดอุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น อีกทั้งค่าเฉลี่ยรายปีกับราย 3 ปี ก็เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ส่วนค่าความสัมพันธ์กับ SOI ก็สอดคล้องกับทฤษฎี ความชันมีค่าลบ แต่ค่า  $R^2 = 0.1$ ,  $R=0.316$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## ชุมพร

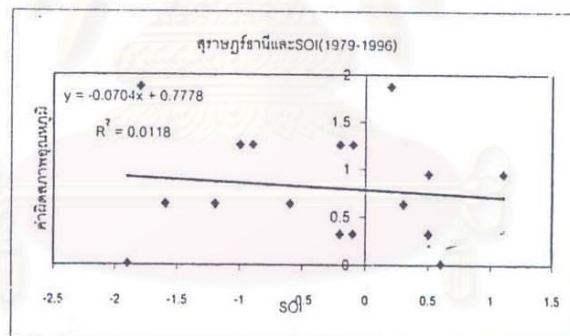
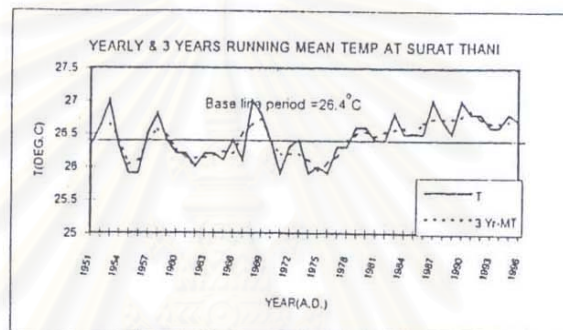
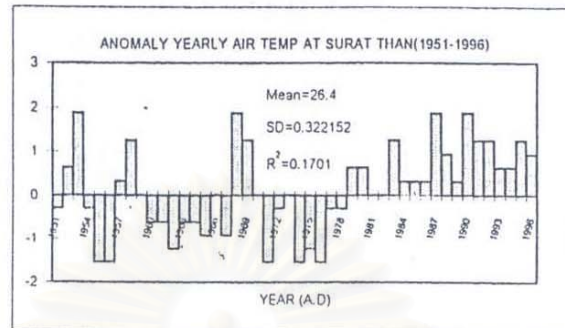


รูปที่ 41 | ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของชุมพร

ค่าผิดปกติอุณหภูมิมักมีการเปลี่ยนแปลงจากค่าปกติโดยตลอดปี 1982-1983 การเปลี่ยนแปลงเพิ่มจากค่าปกติไม่มากนักหลังจากนั้นมีการลดลงในบางปี และมีการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าค่าปกติโดยตลอดตั้งแต่ปี 1990 เป็นต้นมา เช่นเดียวกันกับค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี หลังจากปี 1990 จะมีค่าสูงกว่า Base line period ตลอด สำหรับการหาความสัมพันธ์โดยวิธีเกรซซัน พบว่าความสัมพันธ์เป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่  $R^2 = 0.0787$ ,  $R = 0.28$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## สุราษฎร์ธานี

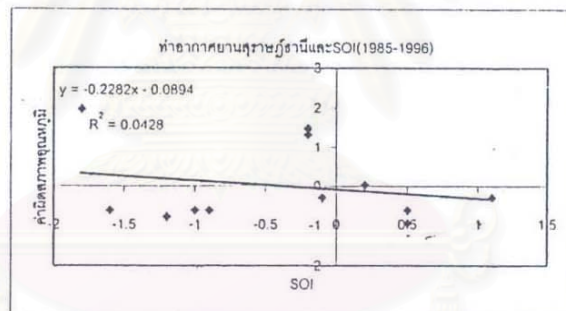
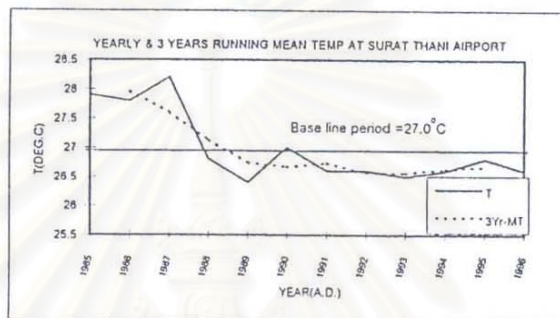
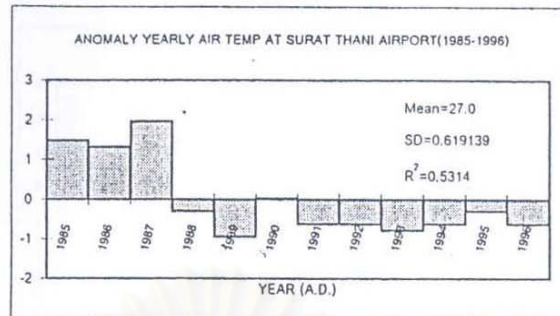


รูปที่ 42 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของสุราษฎร์ธานี

ค่าผิดปกติมีลดและเพิ่มโดยตลอดแต่หลังจากปี 1981 เป็นต้นมา มีการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าค่าปกติโดยตลอด โดยค่าสูงสุดจะอยู่ที่ปี 1987 และ 1990 ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มสูงกว่าค่า Base line period นับตั้งแต่ปี 1978 เป็นต้นมา ส่วนการหาค่าความสัมพันธ์กับ SOI โดยวิธีเรขาคณิตพบว่าสอดคล้องกับทฤษฎี ความชันเป็นลบ แต่  $R^2 = 0.0118$ ,  $R = 0.109$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

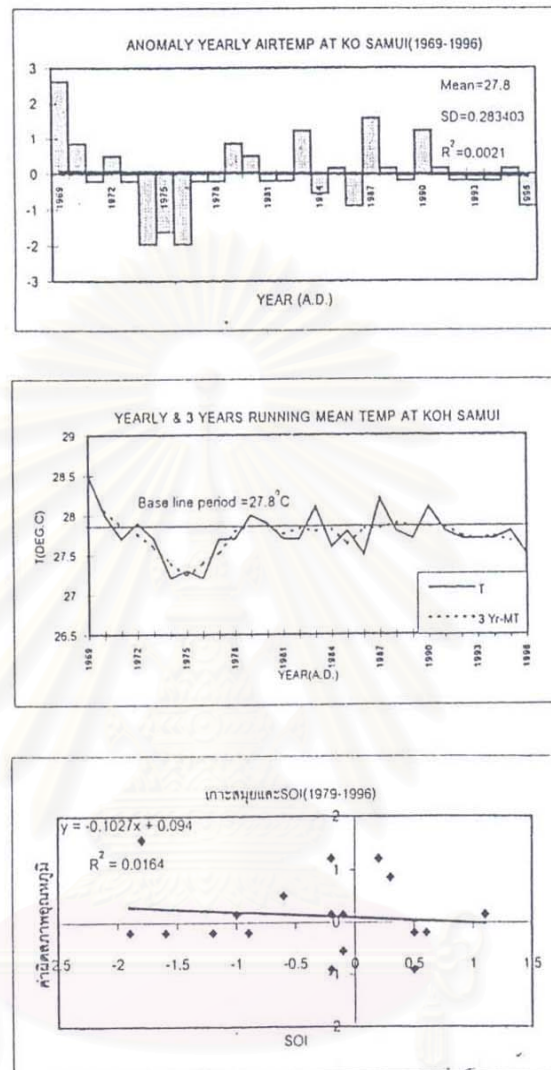
## ท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี



รูปที่ 43 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิ  
ของท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี

ค่าผิดปกติมีค่าลดลงกว่าปกติตั้งแต่ปี 1988 เป็นต้นมา ถึงแม้บางปีจะเป็นปีเอ็นโซก็ตาม ในทำนองเดียวกับค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็มีค่าน้อยกว่าค่า Base line period แต่แนวโน้มความชันเป็นลบ เมื่อหาความสัมพันธ์โดยรีเกรซชันกับ SOI แล้วพบว่าแนวโน้มสอดคล้องกับทฤษฎี แต่ค่า  $R^2 = 0.0428$ ,  $R = 0.207$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี

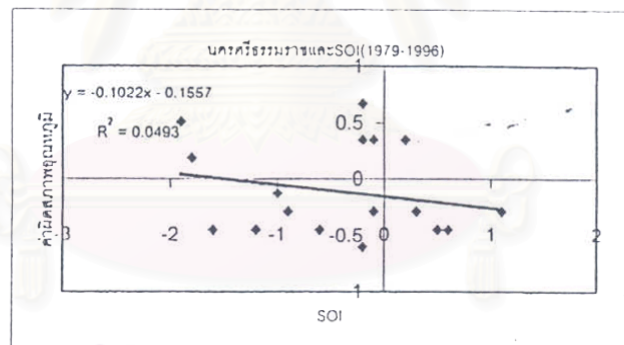
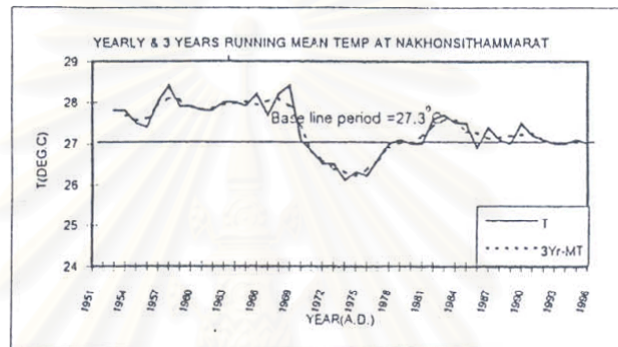
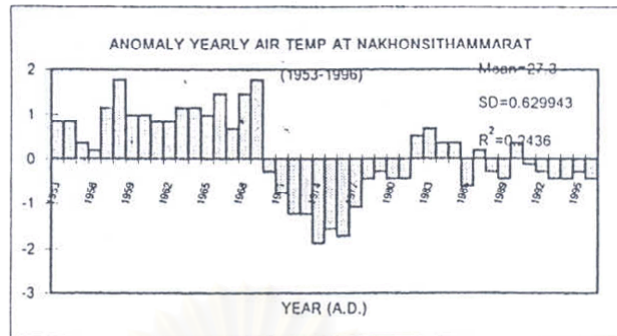


รูปที่ 44 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของเกาะสมุย

ปี 1983, 1987 และ 1990 จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงกว่าค่าปกติชัดเจน ส่วนอื่นๆ หลังปี 1982 เป็นต้นมามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และปี 1996 มีค่าลดลงกว่าค่าปกติ ส่วนค่าเฉลี่ยรายปี และราย 3 ปีมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับทฤษฎี โดยค่าความสัมพันธ์เป็นลบ และ  $R^2 = 0.0164$ ,  $R = 0.128$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## นครศรีธรรมราช

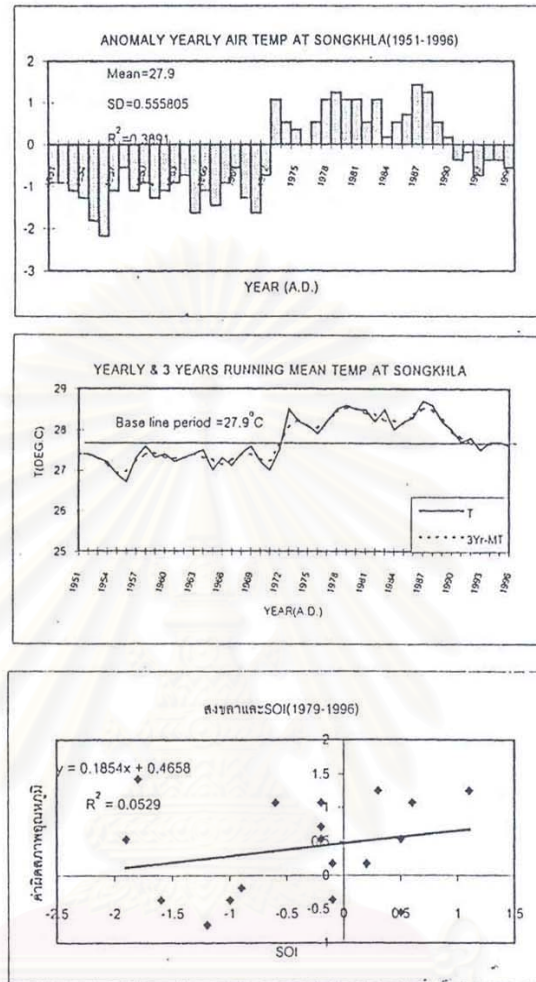


รูปที่ 45 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของนครศรีธรรมราช

ก่อนปี 1970 ค่าผิดปกติมีค่ามากกว่าค่าปกติโดยตลอด หลังจากนั้นจะน้อยกว่าค่าปกติ จนถึงปี 1982 ก็เริ่มมีค่าสูงกว่าค่าปกติพอถึงปี 1986 การเปลี่ยนแปลงจะไม่ชัดเจนมากนักและหลังจากปี 1991 เป็นต้นมามีแนวโน้มลดลง จากความชันของเส้นแนวโน้มมีค่าเป็นลบซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิด เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์กับ SOI ก็มีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับทฤษฎี แต่ค่า  $R^2 = 0.0493$ ,  $R=0.22$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

สงขลา



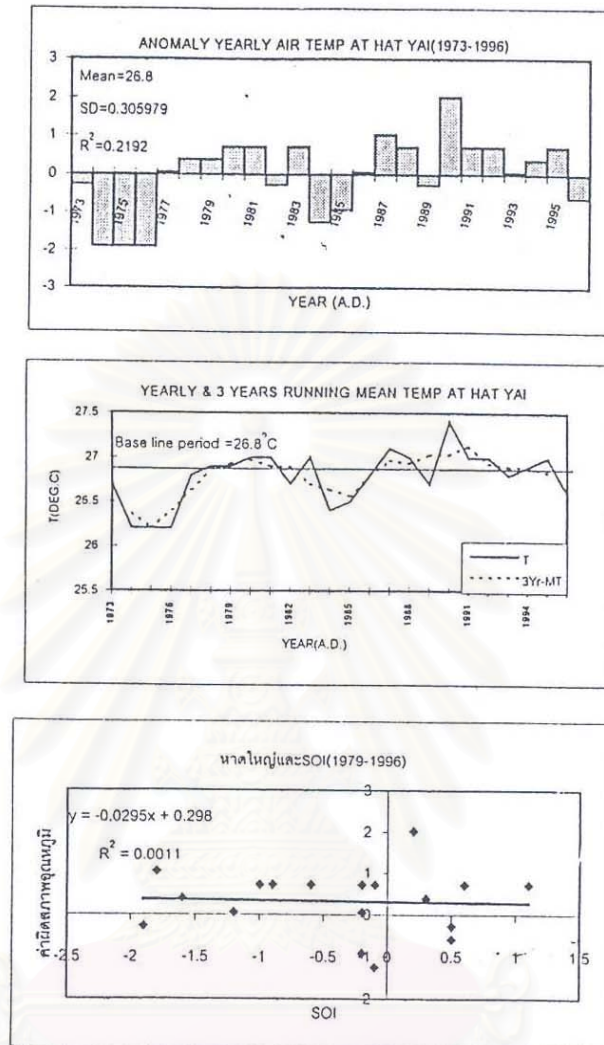
รูปที่ 46 | ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของสงขลา

ค่าผิดปกติของอุณหภูมิที่สงขลาที่มีค่าต่ำกว่าปกติมาโดยตลอดนับตั้งแต่ปี 1951 - 1972 จากนั้นจึงมีค่ามากกว่าค่าปกติจนถึงปี 1990 ซึ่งครอบคลุมปีที่เกิดปรากฏการณ์เอนโซและเอลนีโญรุนแรงปี 1982-83 แต่หลังจากนั้น 1991-1996 ก็มีค่าต่ำกว่าปกติ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็คล้ายกับค่าผิดปกติ โดยตั้งแต่ปี 1972 เป็นต้นมาจนถึง 1990 มีค่ามากกว่าค่า Base line period หลังจากนั้นจึงลดลง แต่เมื่อเรานำมาหาค่าความสัมพันธ์แบบปริเกรชชันกับค่า SOI พบว่ากราฟแนวโน้มมีค่าไม่สอดคล้องกับทฤษฎี โดยค่าความชันเป็นบวก แต่  $R^2 = 0.529, R=0.727$  ซึ่งมากกว่า 0.6 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันแบบถดถอย



## หาดใหญ่ จ.สงขลา

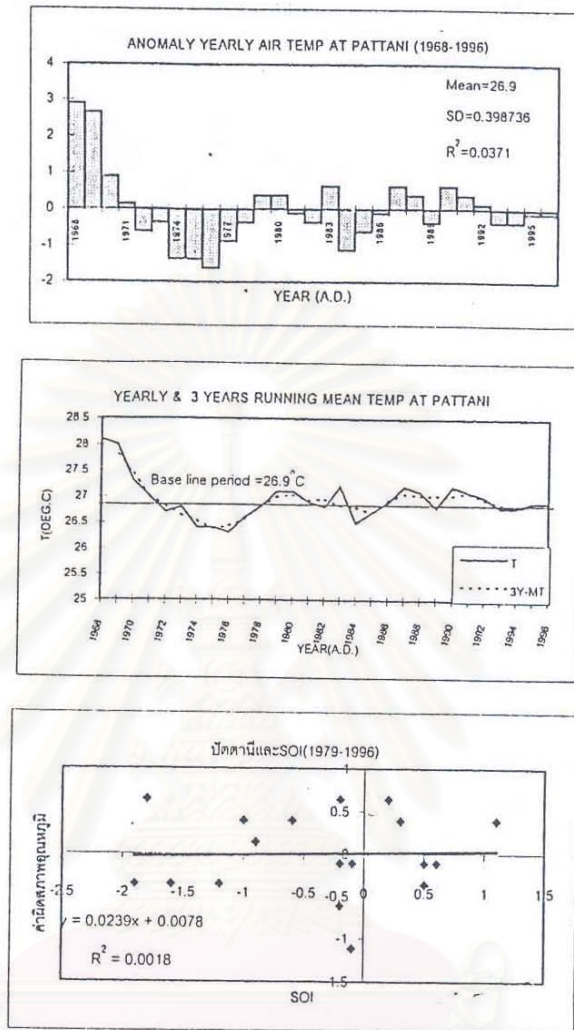


รูปที่ 47 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของหาดใหญ่

ค่าผิดปกติจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยตลอด ปี 1982 ซึ่งเป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญอย่างรุนแรง ค่าผิดปกติของอุณหภูมิควรมีค่ามากกว่าปกติหากมีผลกระทบแต่ก็กลับมีค่าน้อยกว่าปกติ จากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดจนกระทั่งปี 1990 มีค่ามากกว่าปกติอย่างชัดเจน แล้วมีแนวโน้มสูงกว่าปกติตลอดมาจนปี 1998 จากนั้นจึงลดลงน้อยกว่าปกติ ทำนองเดียวกับค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปีก็มีความสอดคล้องกับค่าผิดปกติ แต่เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับ SOI แม้ว่าค่าความสัมพันธ์จะเป็นลบแต่ก็มีค่าน้อยมาก โดยเฉพาะ  $R^2 = 0.0011$ ,  $R=0.033$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## ปัตตานี

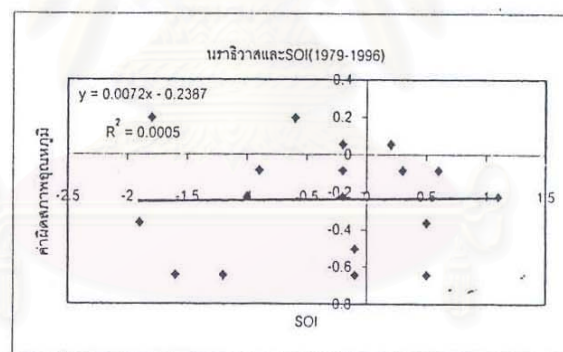
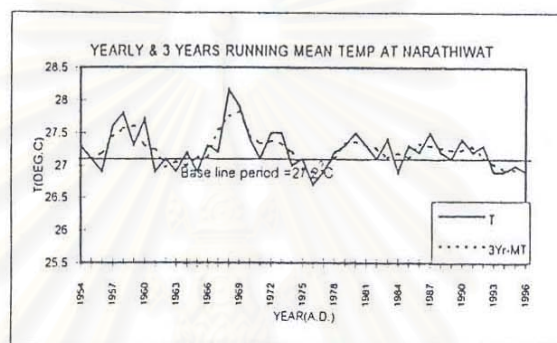
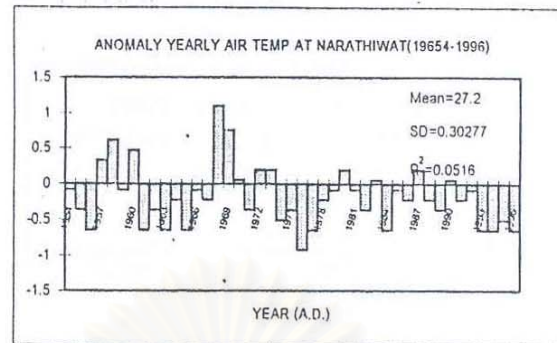


รูปที่ 48. ค่าผิดปกติรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของปัตตานี

หลังจากปี 1980 เป็นต้นมาเริ่มเป็นปีเอนไซม์ชัดเจนแต่การเปลี่ยนแปลงค่าผิดปกติของอุณหภูมิยังมีการเปลี่ยนแปลงทั้งมาก-น้อยกว่าค่าปกติ และมีค่าน้อยกว่าปกติตลอดมาตั้งแต่ปี 1993-1996 ส่วนค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับค่า Base line period แต่หลังปี 1993 เป็นต้นมาเริ่มมีแนวโน้มมากกว่าค่า Base line period แต่ค่าความสัมพันธ์กับ SOI ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าเป็นไปตามทฤษฎี แต่ตรงข้ามเมื่อปีที่เกิดเอลนีโญรุนแรงค่าผิดปกติของอุณหภูมิก็ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์เอนไซม์แต่อย่างใด ค่าความชันจากเส้นแนวโน้มมีค่าเป็นบวก แต่ค่า  $R^2=0.0018$ ,  $R=0.0424$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## นราธิวาส

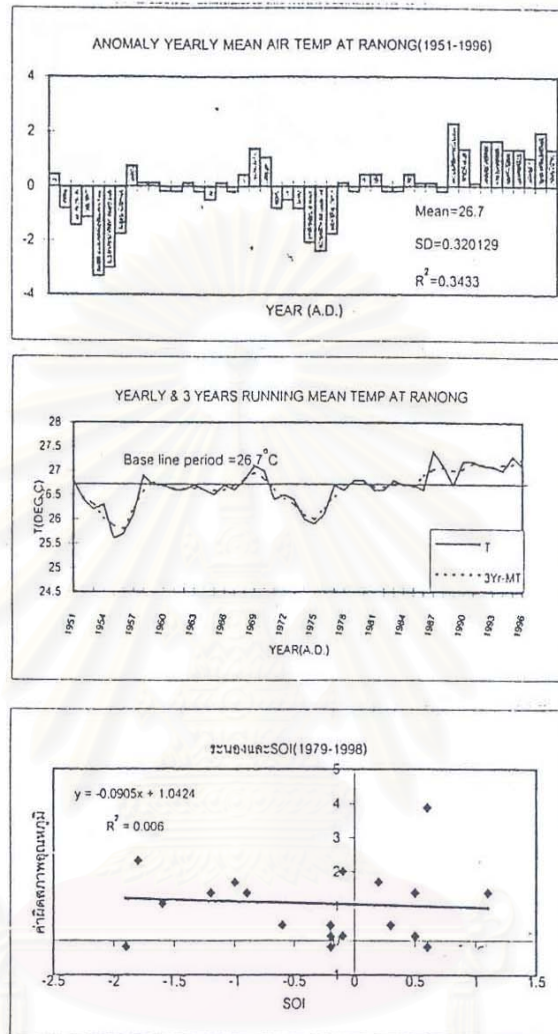


รูปที่ 49 ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิจนทศนิยมของนราธิวาส

ตั้งแต่ปี 1974 เป็นต้นมาแนวโน้มส่วนใหญ่ลดลงมากกว่าค่าปกติแม้แต่ปี 1982-1983 ก็มีค่าที่มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยรายปีและ 3 ปี ส่วนค่าความสัมพันธ์กับ SOI ความชันของกราฟแนวโน้มมีค่าเป็นบวก แต่  $R^2 = 0.005$ ,  $R=0.0707$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ภาคใต้ฝั่งตะวันตก  
ระนอง

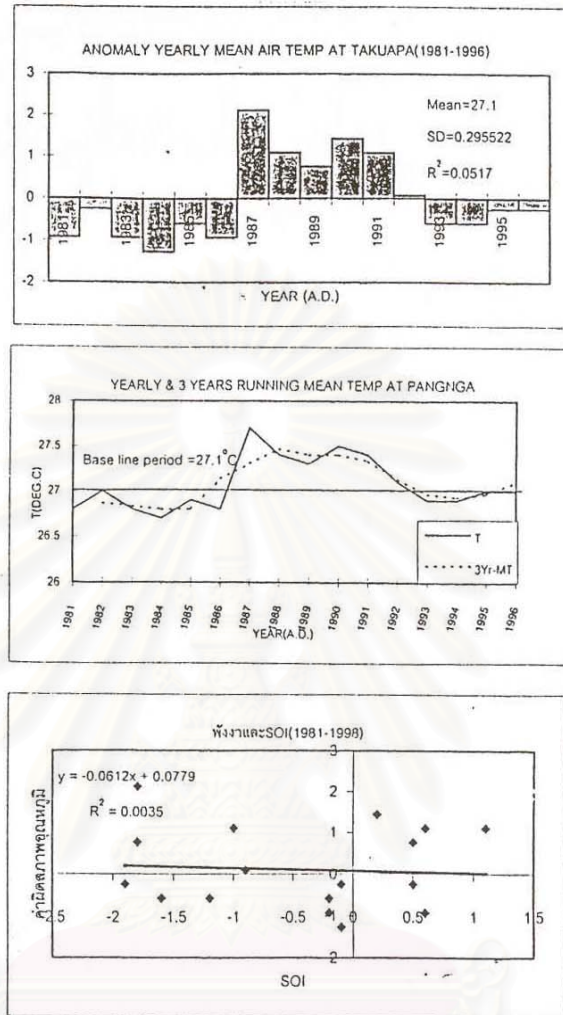


รูปที่ 50 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของระนอง

ค่าผิดปกติของอุณหภูมิที่จังหวัดระนองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นกลุ่ม ๆ รายปี ตั้งแต่ปี 1987 เป็นต้นมาโดยมีค่ามากกว่าปกติ ขณะที่ปีเอลนีโญรุนแรงในปี 1982-1983 มีค่าผิดปกติอุณหภูมิไม่แตกต่างจากค่าปกติมากนัก ส่วนค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ปรากฏว่าแนวโน้มหลังปี 1987 มีแนวโน้มสูงกว่าปกติ เมื่อนำค่าผิดปกติอุณหภูมิไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับ SOI ด้วยวิธีเรขาคณิตปรากฏว่าเส้นแนวโน้มมีความชันเป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่  $R^2 = 0.006$ ,  $R=0.0774$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## ตะกั่วป่า จ. พังงา

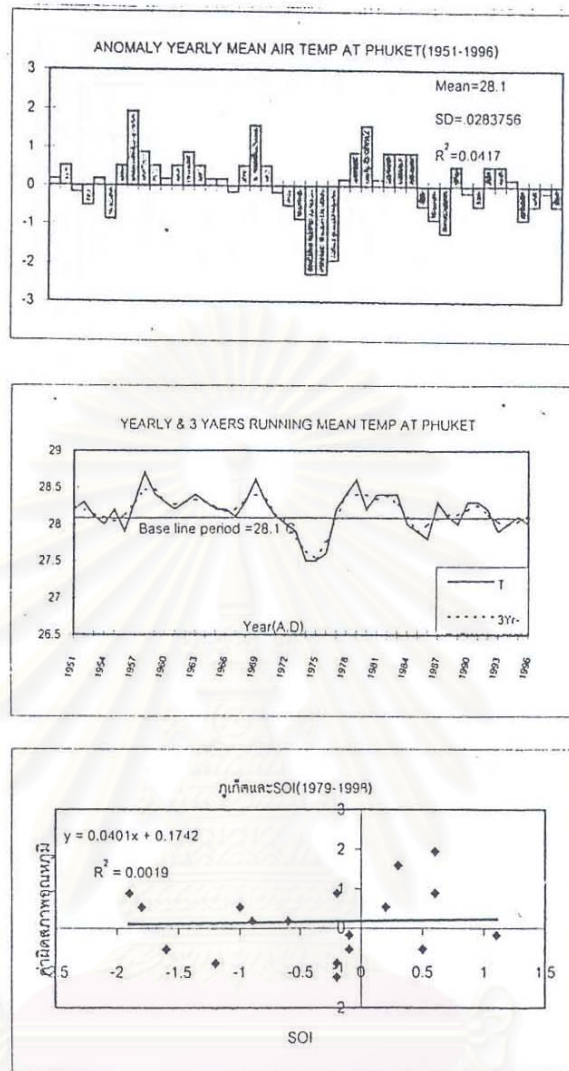


รูปที่ 51 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของตะกั่วป่า

ปี 1982-1983 ค่าผิดปกติอุณหภูมิลดลง และไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญ แต่ปี 1987 กลับเห็นได้ชัดเจนว่าในปีเอลนีโญนั้นค่าผิดปกติอุณหภูมิจจะมีค่าสูงกว่าปกติจนถึงปี 1992 จากนั้นจึงเริ่มมีค่าลดลงและน้อยกว่าปกติในปี 1993 เป็นต้นมา ค่าเฉลี่ยรายปีมีค่าสอดคล้องกับค่าผิดปกติอุณหภูมิต่ค่าเฉลี่ยราย 3 ปี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปี 1996 สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติอุณหภูมิต่ค่า SOI ปรากฏแนวโน้มของเส้นแนวโน้มสอดคล้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญ เนื่องจากการหาค่าความชันจากเส้นแนวโน้มได้ค่าความชันเป็นลบ แต่  $R^2 = 0.0035$ ,  $R = 0.059$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## ภูเก็ต

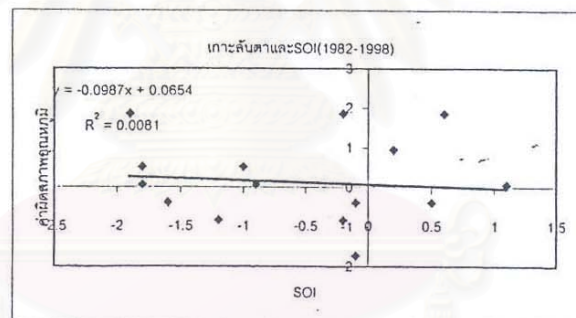
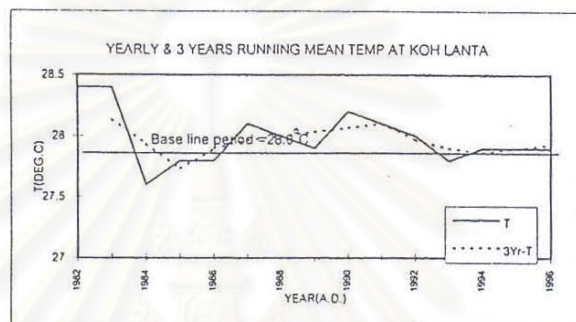
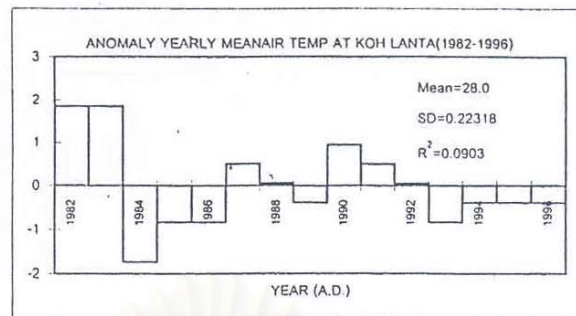


รูปที่ 52 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของภูเก็ต

เป็นจังหวัดที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าผิดปกติอุณหภูมิมาก โดยมีค่าทั้งมากกว่าและน้อยกว่าปกติ อีกทั้งปี 1982-1983 ซึ่งเป็นปีเอลนีโญรุนแรงก็ไม่สูงมาก และการเปลี่ยนแปลงมีการเพิ่มมากขึ้นหรือน้อยกว่าปกติทุก ๆ 1-3 ปี หลังจากปี 1976 เป็นต้นมา ค่าเฉลี่ยรายปีกับ ราย 3 ปี ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าค่า Base line period ความสัมพันธ์กับ SOI ก็มีแนวโน้มสอดคล้องกับปรากฏการณ์ โดยค่าความชันของเส้นแนวโน้มที่ได้ก็เป็นลบ และค่า  $R^2 = 0.013$ ,  $R = 0.114$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## เกาะลันตา จ.กระบี่

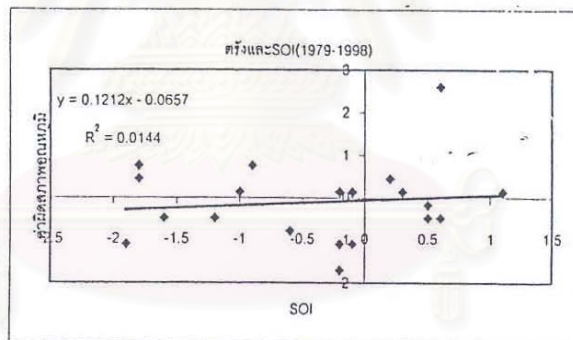
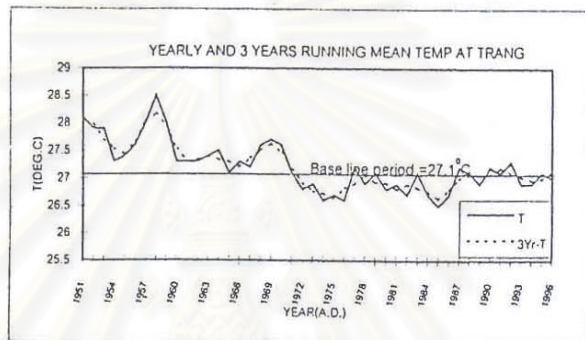
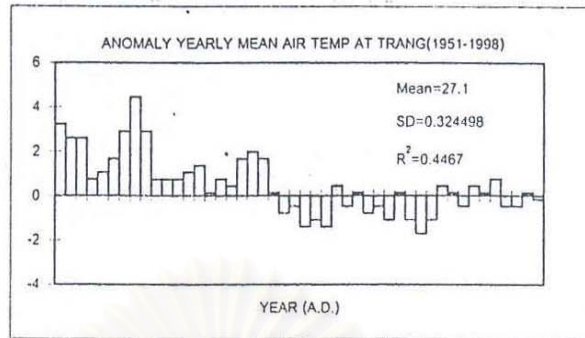


รูปที่ 53 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติของเกาะลันตา

ค่าผิดปกติของอุณหภูมิในปี 1982-83 มีค่าสูงกว่าปกติสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดปี 1984-85 เป็นปีลานีญาค่าผิดปกติของอุณหภูมิได้ลดลงกว่าปกติ ในปี 1990-1995 ซึ่งเป็นปีเอลนีญาค่าผิดปกติของอุณหภูมิกลับมีค่าลดลงกว่าปกติ ส่วนค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปีส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าค่า Base line period เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติของอุณหภูมิกับ SOI แล้วพบว่าความชันของเส้นแนวโน้มมีค่าเป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์ แต่  $R^2 = 0.0081$ ,  $R = 0.089$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตรัง

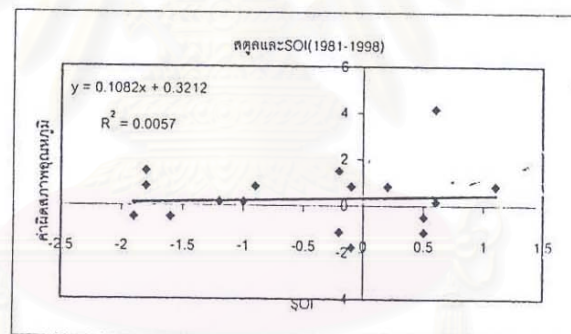
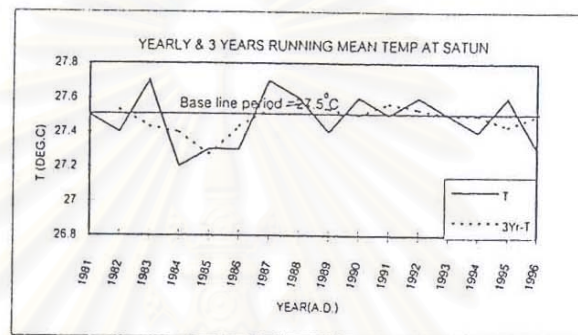
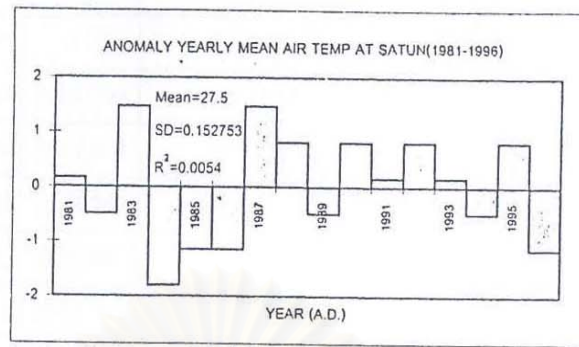


รูปที่ 54 ค่าผิดปกติรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติอุณหภูมิของตรัง

การเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ปี 1971 เป็นต้นมา ค่าผิดปกติอุณหภูมิมิมีแนวโน้มลดลงกว่าปกติโดยตลอด ส่วนใหญ่จะเปลี่ยนแปลงมากแม้จะเป็นปีเอลนีโญรุนแรง ค่าผิดปกติอุณหภูมิก็มีค่าน้อยกว่าปกติ ส่วนค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปีก็เช่นกัน แต่หลังจากปี 1987 เป็นต้นมา แนวโน้มเริ่มมีค่าสูงขึ้น สำหรับความสัมพันธ์กับ SOI ค่าความชันกลับมีค่าเป็นบวก แต่ค่า  $R^2 = 0.0144$ ,  $R = 0.012$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน



## สตูล



รูปที่ 55 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติของอุณหภูมิของสตูล

ปี 1982 ค่าผิดปกติลดลงกว่าปกติแต่ปี 1983 มีค่ามากกว่าปกติอย่างชัดเจน แต่หลังจากนั้น ปี 1984-1986 ลดลงอีกครั้งหนึ่ง ปี 1987 ซึ่งเป็นปีเอลนีโญก็กลับมีค่าผิดปกติของอุณหภูมิสูงกว่าปกติ และมีแนวโน้มสูงกว่ามาโดยตลอดเว้นปี 1989, 1994 และ 1996 ที่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี หลังปี 1987 ก็มีแนวโน้มสูงกว่าค่า Base line period สำหรับความสัมพันธ์กับ SOI ค่าความชันที่ได้จากกราฟมีค่าเป็นบวก ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ค่า  $R^2 = 0.0057$ ,  $R = 0.075$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตารางผนวก 2 ค่าเฉลี่ยรายปี ค่าเฉลี่ยราย 3 ปี ค่าผิดปกติ SOI และ Monsoon Index ของฝนที่กรุงเทพฯ

No	Year	R	3Yr-R	R-average	(R-average)/SD	SOI	Remark	Monsoon Index
1	1951	1647		150.26	0.5028048		C,W-	739
2	1952	1516	1582.333	19.26	0.0644484			916.3
3	1953	1584	1531.667	87.26	0.2919922		W-	923
4	1954	1495	1529.267	-1.74	-0.005822		C-,C	886
5	1955	1508.8	1458.567	12.06	0.0403556		C,C-,C+	930
6	1956	1371.9	1612.467	-124.84	-0.417744		3C,C	983
7	1957	1956.7	1541.7	459.96	1.5391328		2W-,W	789
8	1958	1296.5	1509	-200.24	-0.670049		W+,W,2W-	889
9	1959	1273.8	1405.433	-222.94	-0.746009		W-	944
10	1960	1646	1456.333	149.26	0.4994586			836.4
11	1961	1449.2	1490.733	-47.54	-0.15908			943.8
12	1962	1377	1455.567	-119.74	-0.400678			830.6
13	1963	1540.5	1592.033	43.76	0.1464311		W-,W	858
14	1964	1858.6	1700.567	361.86	1.2108675		C-,C	923
15	1965	1702.6	1742.833	205.86	0.6888553		C-,W,W+	709
16	1966	1667.3	1415.133	170.56	0.5707333		W,2W-	740
17	1967	875.5	1287.6	-621.24	-2.078813			841
18	1968	1320	1110.167	-176.74	-0.591413		W-	755
19	1969	1135	1446.667	-361.74	-1.210466		W,3W-	831
20	1970	1885	1501.3	388.26	1.299208		W-,C	940
21	1971	1483.9	1673.733	-12.84	-0.042966		C,3C-	887
22	1972	1652.3	1408.7	155.56	0.5205398		W-,W,W+	653
23	1973	1089.9	1420.433	-406.84	-1.361381		W,C-,C+	913
24	1974	1519.1	1328.933	22.36	0.0748217		C+,C,2C	748
25	1975	1377.8	1510.533	-118.94	-0.398001		2C-,C,C+	963
26	1976	1634.7	1350.867	137.96	0.4616462		C,W-	857
27	1977	1040.1	1303.733	-456.64	-1.528023		W-	883
28	1978	1236.4	1136.633	-260.34	-0.871158		W-	909
29	1979	1133.4	1280.267	-363.34	-1.21582	0.3		918.1
30	1980	1471	1399.033	-25.74	-0.086132	-0.6	W-	883
31	1981	1592.7	1631.1	95.96	0.3211044	0.6		893.5
32	1982	1829.6	1850.6	332.86	1.1138268	-1.9	W-,W,W+	735

No	Year	R	3Yr-R	R-average	(R-average)/SD	SOI	Remark	Monsoon Index
33	1983	2129.5	1785.7	632.76	2.1173617	-0.2	W+,W,C-	956
34	1984	1398	1632.067	-98.74	-0.330407	-0.1	3C-	837
35	1985	1368.7	1524.733	-128.04	-0.428452	-0.2	2C-	760
36	1986	1807.5	1515.5	310.76	1.039875	-0.2	W-,W	743
37	1987	1370.3	1758.367	-126.44	-0.423098	-1.8	3W,W+	697
38	1988	2097.3	1654.667	600.56	2.0096131	1.1	W-,C-,C+	961
39	1989	1496.4	1652.2	-0.34	-0.001138	0.5	C+,C-	867
40	1990	1362.9	1405.933	-133.84	-0.44786	0.2	2W-	909
41	1991	1358.5	1385.5	-138.24	-0.462583	-1	2W-,2W	785
42	1992	1435.1	1445.733	-61.64	-0.206262	-0.9	2W+,2W-	785
43	1993	1543.6	1525.033	46.86	0.1568044	-1.2	2W-,2W	877
44	1994	1596.4	1611.333	99.66	0.3334855	-1.6	2W	953
45	1995	1694	1681.2	197.26	0.6600777	-0.1	W,C-	791
46	1996	1753.2	1503.633	256.46	0.8581746	0.5	C-	853
47	1997	1063.7	1642	-433.04	-1.449052	-1.8	W,2W+	868
48	1998	2109.1		612.36	2.0490986	0.6	W+,W	874

R av = 1496.74

SD = 298.8436

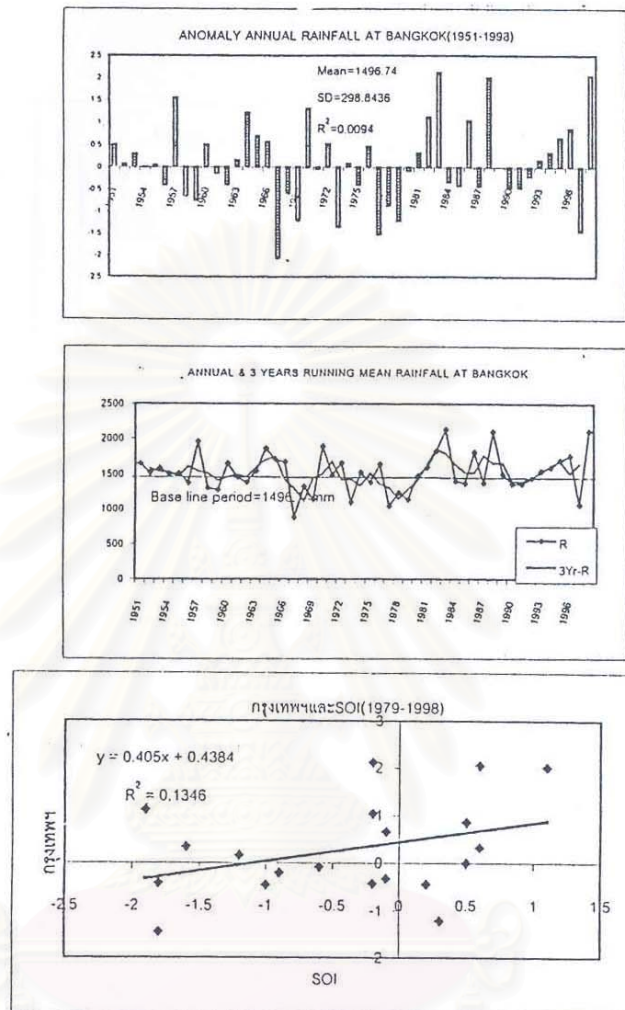
ENSO: Cold(La Nina),Warm(EI Nino); Weak(C- or W-); Moderate(C,W); Strong(W+ or C+)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฝน (โดยวิธีเรซซัน)

กรุงเทพฯ และภาคตะวันออก

กรุงเทพฯ



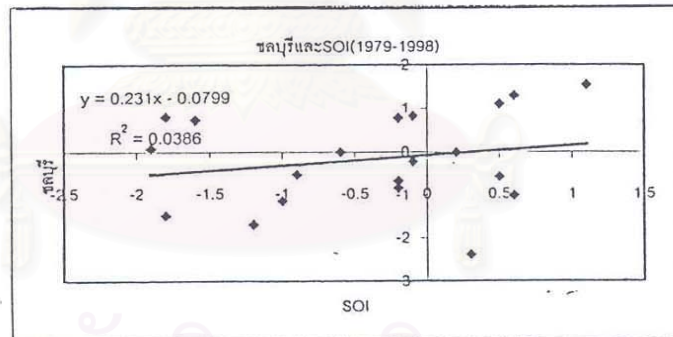
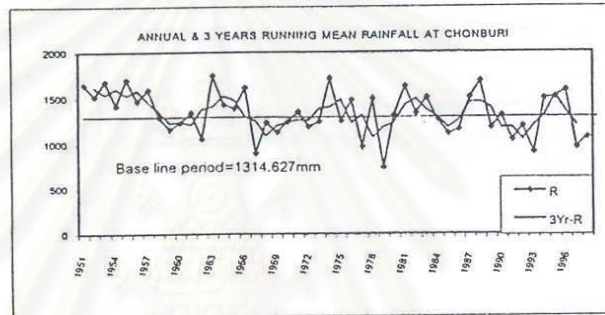
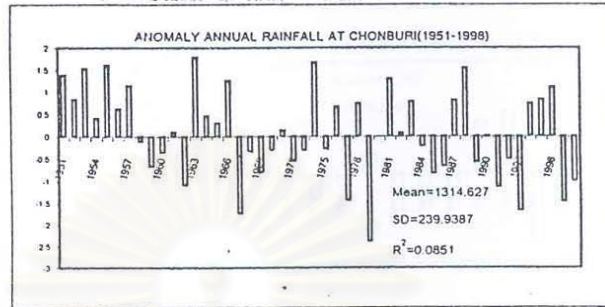
รูปที่ 56 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของกรุงเทพฯ

ตั้งแต่ปี 1981 เป็นต้นมา โดยเฉพาะ 1982-1983, 1988, 1998 จะมีค่าสูงกว่าปกติมาก แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีบางปีที่มีค่าน้อยกว่าปกติ ปี 1997 เป็นปีเอลนีโญ ค่าผิดปกติฝนมีค่าน้อยกว่าปกติแต่ปี 1982-1983 และ ปี 1998 ค่าผิดปกติฝนกลับมีค่ามากกว่าปกติซึ่งตามปกติถ้าหากได้รับผลกระทบปรากฏการณ์เอลนีโญ ค่าผิดปกติฝนจะมีค่าน้อยกว่าปกติ แต่จากปี 1998 แสดงให้เห็นว่าค่าผิดปกติฝนมีค่ามากกว่าปกติจึงผิดไป อาจบอกได้ว่าได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน แต่เมื่อมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนกับ SOI แล้วผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าค่าความสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก นั่นคือ เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญบริเวณประเทศไทยหากได้รับผลกระทบก็จะมีฝน

ลดน้อยลง แต่จากกราฟแสดงให้เห็นว่าไม่ได้เป็นไปตามทฤษฎี แต่ค่า  $R^2 = 0.1346$ ,  $R = 0.367$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ชลบุรี



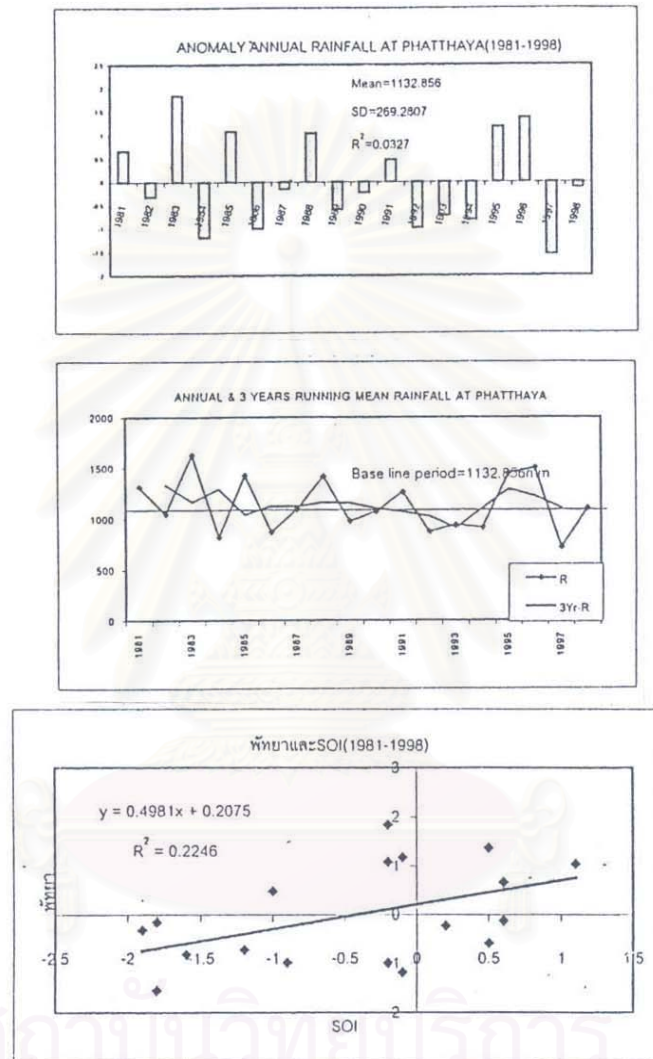
รูปที่ 57 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดพลาดฝนของชลบุรี

ปี 1968-1978 และปี 1982-1998 เป็นปีเอ็นโซตลอด ปี 1974 เป็นปีที่มีปรากฏการณ์ลานีญา ค่าผิดพลาดฝนมีค่ามากกว่าปกติอย่างชัดเจน แต่ขณะที่ปี 1982-1983 ซึ่งเป็นปีเอลนีโญรุนแรงอีกครั้ง ซึ่งปรากฏว่าค่าผิดพลาดฝนลดลงอย่างชัดเจนตามทฤษฎี อีกทั้งค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปีก็มีแนวโน้มสอดคล้อง แต่ถึงอย่างไรก็ยังไม่สามารถกล่าวได้ว่าปรากฏการณ์เอ็นโซมีผลกระทบต่อปริมาณฝนในบริเวณนี้ จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับ SOI ด้วยวิธีรีเกรชั่นแล้ว พบว่าความสัมพันธ์มีค่า

เป็นบวกซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี แต่ค่า  $R^2 = 0.0039$ ,  $R=0.06$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มี ความสัมพันธ์กัน

### พัททยา จ. ชลบุรี

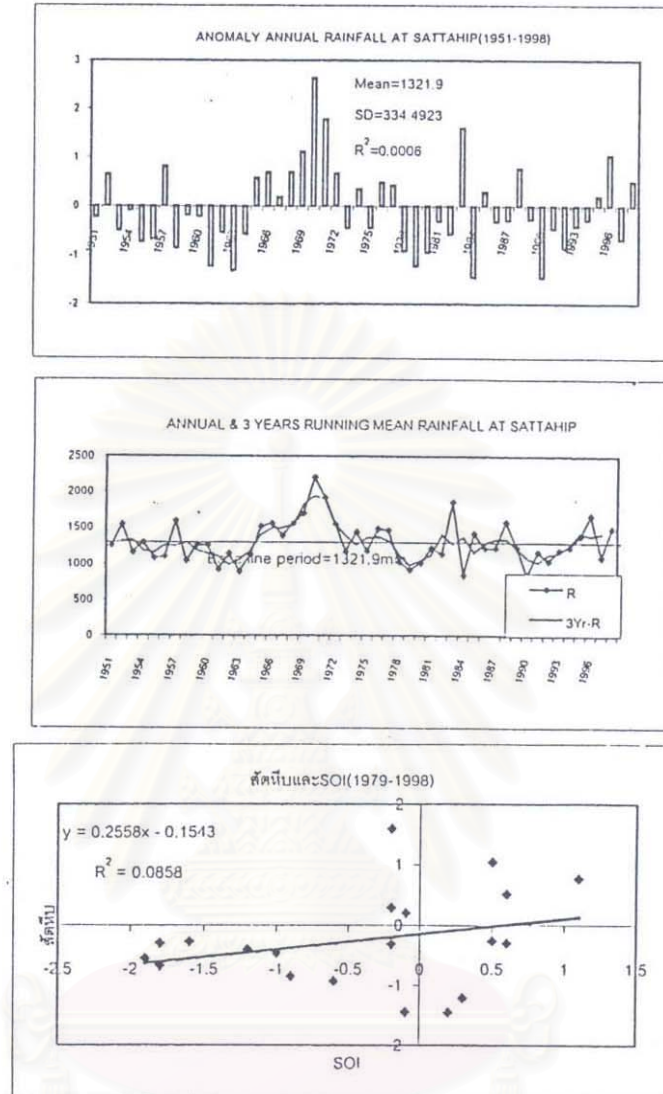


รูปที่ 58 ค่าผิดพลาด ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดพลาดฝนของพัททยา

ปี 1982 มีค่าผิดพลาดฝนน้อยกว่าปกติแต่ปี 1983 กลับมีมากกว่าส่วนปีอื่นๆ ก็มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจนกระทั่งปี 1995-1996 ซึ่งเป็นปีที่เกิด Cold episode หรือลานีญา ค่าผิดพลาดฝนมากกว่าปกติอย่างชัดเจนและปี 1997-1998 ก็มีค่าลดลงกว่าปกติอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยค่าเฉลี่ยรายปีกับราย 3 ปี มีค่าเป็นไปในทำนองเดียวกัน ส่วนความสัมพันธ์กับ SOI มีค่าเป็นลบ และค่า  $R^2 = 0.021$ ,  $R=0.0456$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

สัทธิบ จ.ชลบุรี

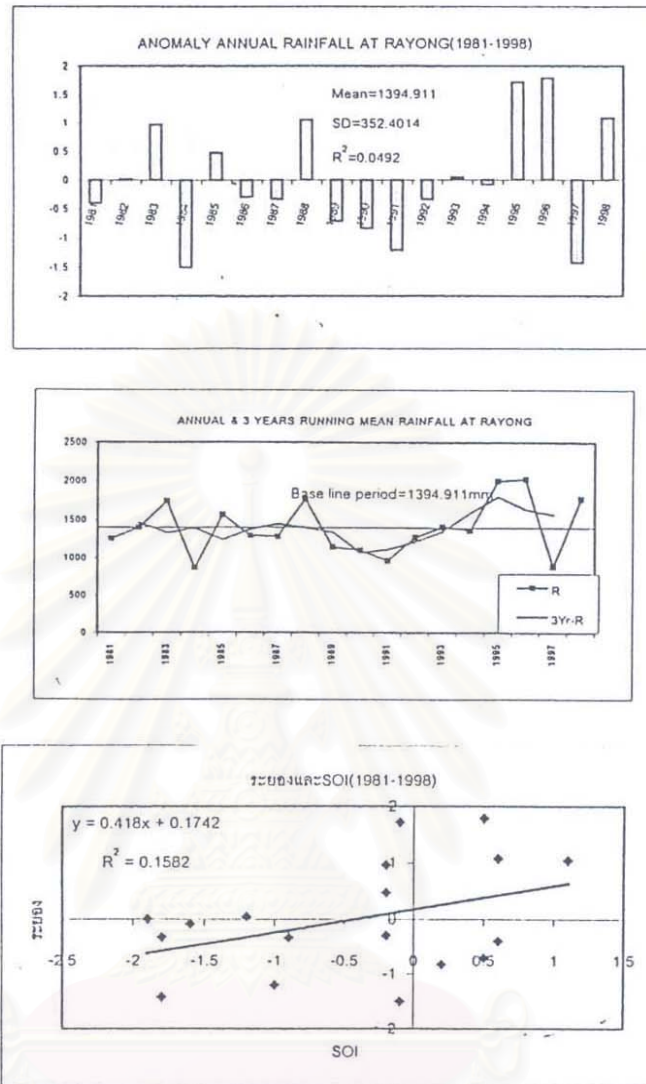


รูปที่ 59 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของสัทธิบ

ปี 1966-1972 เป็นปีเข็นโตแต่ปรากฏการณ์ส่วนใหญ่จะเป็นเอลนีโญเพียงแต่ไม่รุนแรงมากเท่าปี 1982-1983 หรือ 1997-1998 แต่กลับปรากฏว่ามีฝนมากกว่าปกติโดยตลอด ปี 1981 และ 1982 ฝนลดลง ในขณะที่เกิดเอลนีโญรุนแรงแต่ปี 1983 ค่าผิดปกติฝนกลับมีมากกว่าปกติ ทำนองเดียวกับ ปี 1997-1998 โดยปี 1997 ฝนน้อยลงแต่ปี 1998 กลับมีฝนมากกว่าปกติ ส่วนค่าเฉลี่ยรายปี และราย 3 ปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นส่วนใหญ่ ตั้งแต่ปี 1990 เป็นต้นมา พิจารณาผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่าผิดปกติฝนกับ SOI นั้นพบว่าค่าความชันมีค่าเป็นบวก ซึ่งจะสอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ค่า  $R^2 = 0.0081$ ,  $R=0.09$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

## ระยอง



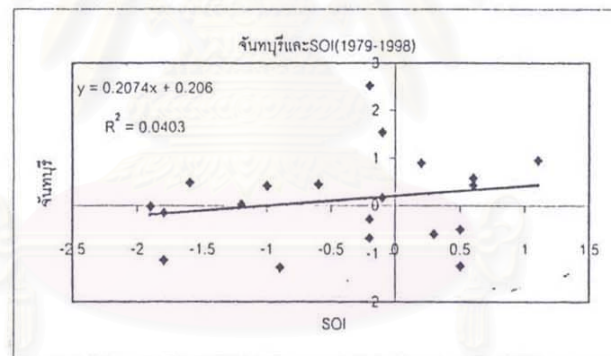
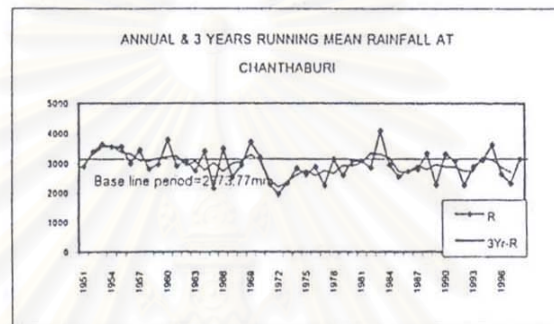
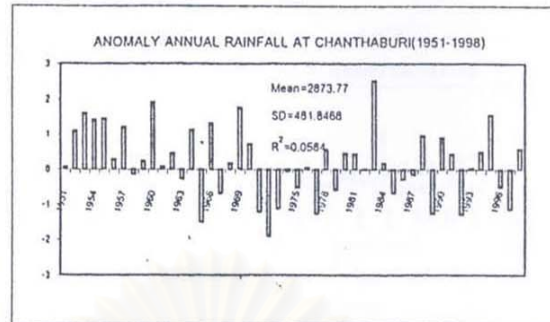
รูปที่ 60 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของระยอง

ปี 1995-1996 เป็นปีลานินญาค่าผิดปกติฝนมีค่ามากกว่าปกติอย่างชัดเจน ส่วนปี 1997 เป็นปีเอลนีโญรุนแรง ค่าผิดปกติฝนก็ลดลงอย่างชัดเจนดังทฤษฎี แต่ปี 1998 กลับมีค่ามากกว่าปกติ ส่วนค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็สอดคล้องกัน โดยมีแนวโน้มสูงกว่าค่า Base line period มากในปี 1995-1996 และจากการพิจารณาความสัมพันธ์กับ SOI พบว่า ค่าความชันเป็นบวกและแนวโน้มเส้นกราฟสอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ค่า  $R^2 = 0.0036$ ,  $R=0.06$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน



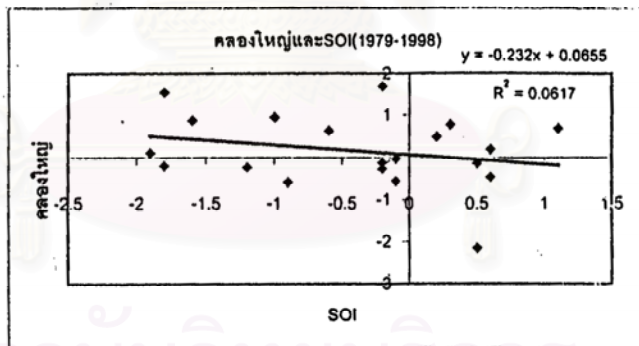
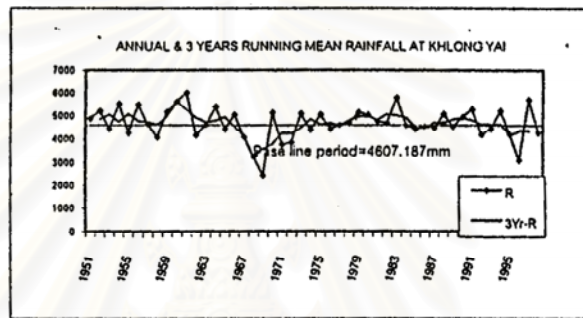
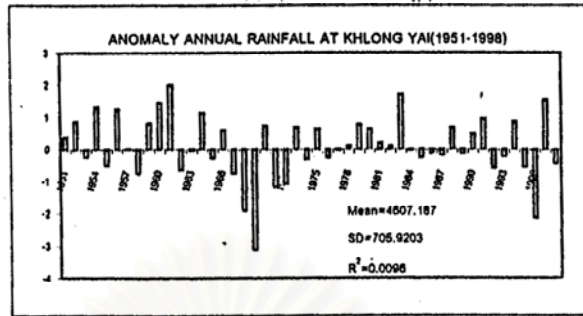
## จันทบุรี



รูปที่ 61 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของจันทบุรี

การเปลี่ยนแปลงมีทั้งมากกว่าและน้อยกว่าค่าปกติ นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ในปี 1983 น่าที่จะมีค่าผิดปกติฝนลดน้อยลงแต่กลับมีค่ามากกว่าปกติมาก ทั้งนี้ น่าจะมีสาเหตุมาจากปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ส่วนปี 1997 สอดคล้องกันและส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่าค่า Base line period สำหรับความสัมพันธ์กับ SOI แม้ว่าความชันจะมีค่าเป็นบวก แต่  $R^2 = 0.007$ ,  $R = 0.084$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

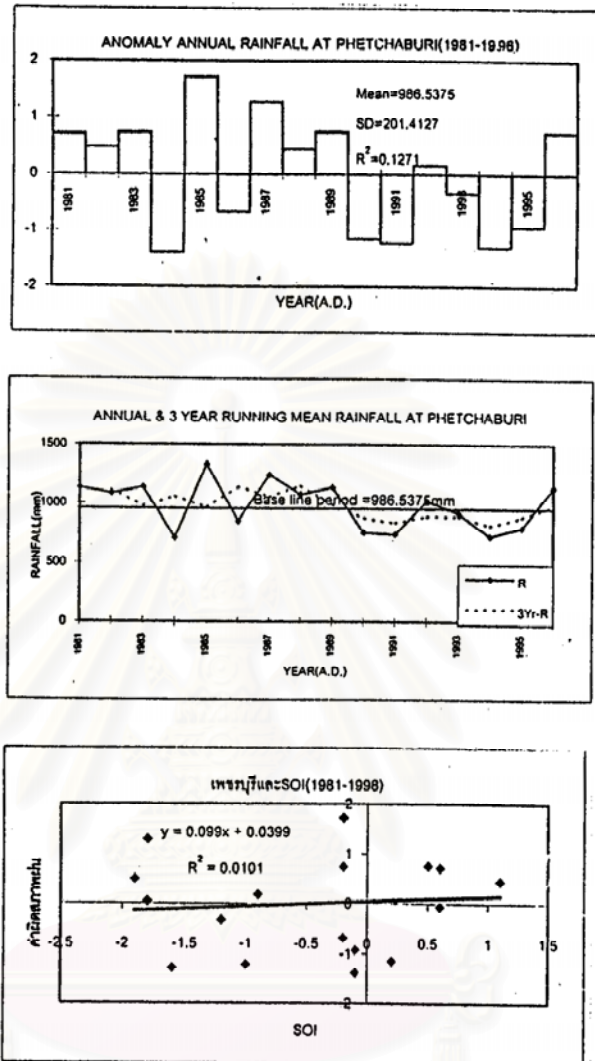
ตราด



รูปที่ 62 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของตราด

พิจารณาเฉพาะปี 1982-1983 และ 1997-1998 ปรากฏว่าไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ เป็นส่วนใหญ่ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี มีลักษณะการเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อเทียบกับค่า Base line period นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ ค่า SOI พบว่าค่าความชันมีค่าเป็นลบและเส้นกราฟไม่เป็นไปตาม ทฤษฎี แต่ค่า  $R^2 = 0.0298$ ,  $R=0.173$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ภาคใต้ฝั่งตะวันออก  
เพชรบุรี

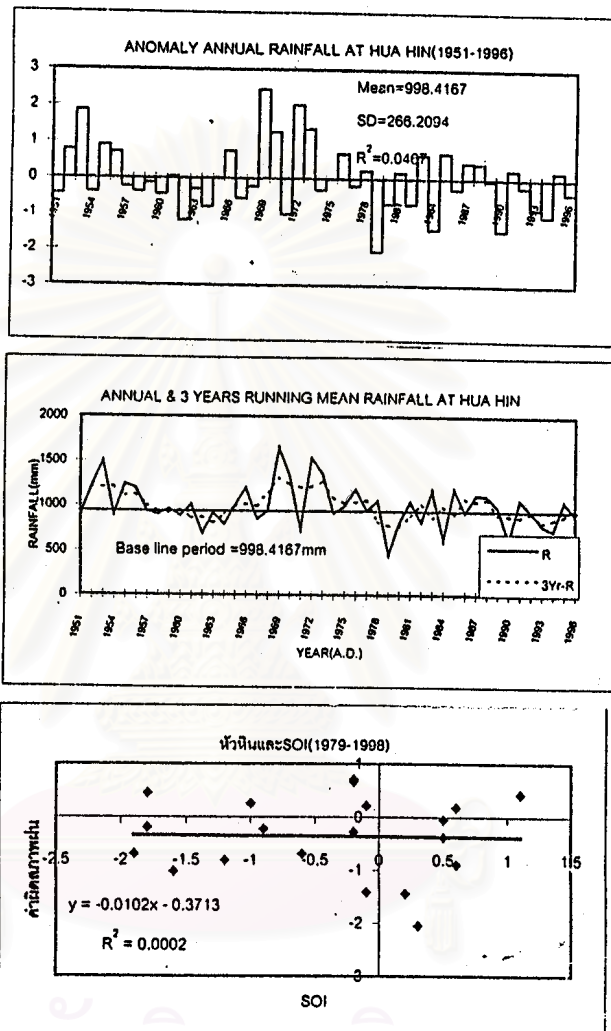


รูปที่ 63 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของเพชรบุรี

นับตั้งแต่ปี 1981 เป็นต้นมาเป็นปีเ็นโซตตลอด จากการวิเคราะห์หาค่าผิดปกติฝนพบว่า แม้ปี 1982-1983 จะมีปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงเกิดขึ้นแต่ค่าผิดปกติฝนยังมีค่ามากกว่าปกติ หรือปี 1987 ก็เป็นอีกปีหนึ่งที่ค่าผิดปกติฝนมีค่ามากกว่าค่าปกติชัดเจน แต่บางครั้งก็เป็นไปตาม ทฤษฎี โดยปี1991 เป็นปีเอลนีโญค่าผิดปกติฝนก็มีน้อยกว่าปกติด้วยซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ สำหรับค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงโดยตลอด แต่หลังจากปี 1989 แนวโน้ม จะมีค่าน้อยกว่า Base line period เป็นส่วนใหญ่ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝน

กับ SOI พบว่าเส้นแนวโน้มมีความชันเป็นบวก ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่ค่า  $R^2 = 0.0101$ ,  $R=0.1$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

### หัวหิน จ. ประจวบคีรีขันธ์

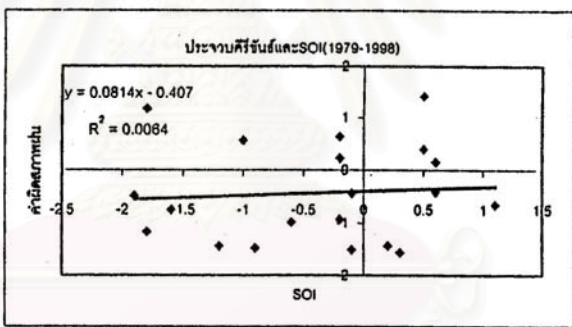
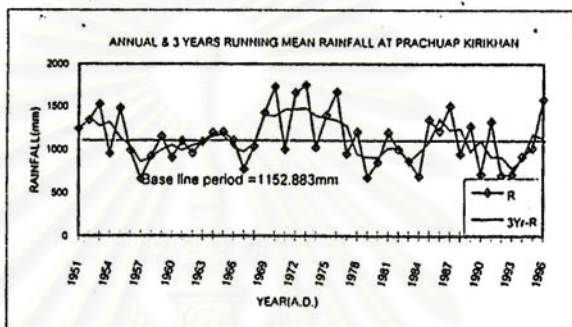
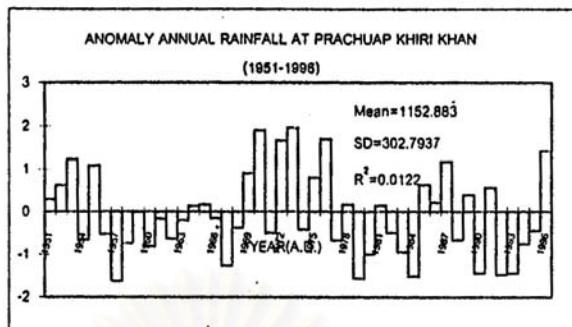


รูปที่ 64. ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของหัวหิน

ค่าผิดปกติฝนมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าปกติชัดเจนในปี 1969, 1970, 1972 และ 1973 ส่วนปี 1979 ก็มีค่าลดลงกว่าปกติชัดเจน ต่อจากนั้นการเปลี่ยนแปลงมีเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยรายปีกับราย 3 ปี แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนกับค่า SOI เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่าความชันมีค่าเป็นลบ  $R^2=0.002$ ,  $R=0.014$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ประจวบคีรีขันธ์

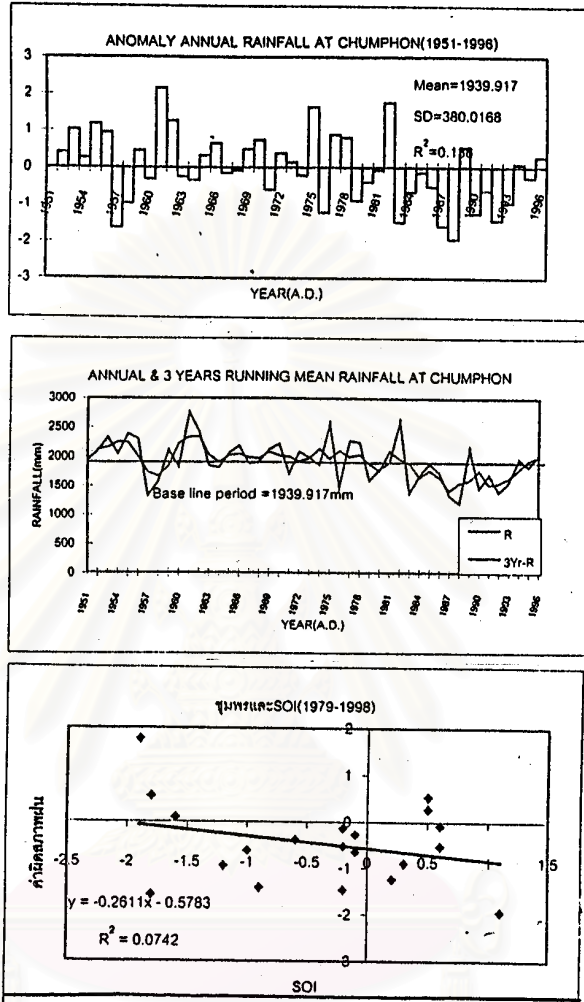


รูปที่ 65 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของประจวบคีรีขันธ์

ค่าผิดปกติฝนมีการเปลี่ยนแปลงตลอด โดยแยกเป็นรอบได้ดังนี้ ก่อนปี 1969 ค่าผิดปกติฝนมีค่าต่ำกว่าปกติเป็นส่วนใหญ่ แต่หลังจากปี 1969 ถึง 1976 ส่วนใหญ่จะมีค่ามากโดยปี 1973-1975 เป็นปีที่มีปรากฏการณ์ลานีญาเกิดขึ้น ค่าผิดปกติฝนมีแนวโน้มมากกว่าปกติเป็นส่วนใหญ่ เว้นปี 1974 ซึ่งน้อยกว่าปกติเพียงเล็กน้อย จากนั้นปี 1977 เป็นต้นมา ค่าผิดปกติฝนจะมีค่าน้อยกว่าปกติเป็นส่วนใหญ่ เว้นปี 1996 เริ่มสูงกว่าปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีกับราย 3 ปี ก็สามารถแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ได้ โดยในช่วงปี 1977 เป็นต้นมาจะมีค่าใกล้เคียงกับค่า Base line period โดยมีค่าต่ำกว่าเป็นส่วนใหญ่ เมื่อพิจารณาจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนกับ SOI แล้วพบ

ว่ามีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์ โดยความชันมีค่าเป็นบวก แต่ค่า  $R^2 = 0.0064$ ,  $R = 0.08$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

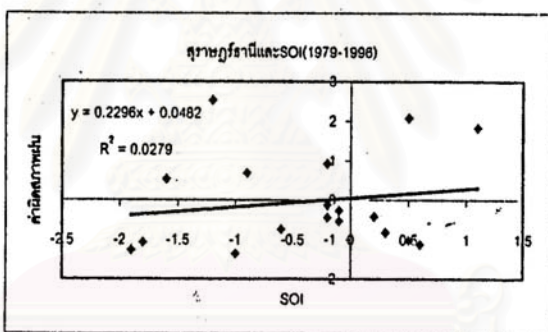
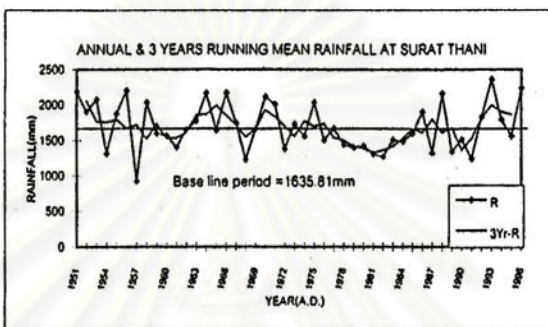
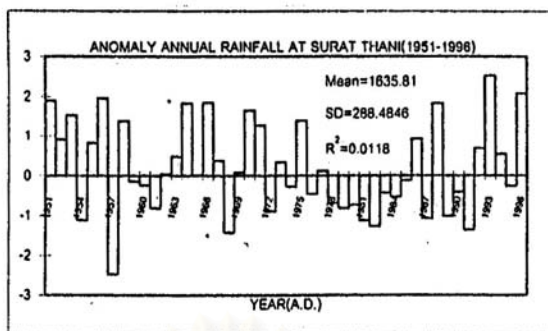
ชุมพร



รูปที่ 66 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของชุมพร

แนวโน้มมีการเปลี่ยนแปลงของค่าผิดปกติฝนในทางลดลงนับตั้งแต่ปี 1982 เป็นต้นมา สำหรับค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็สอดคล้องกับค่าผิดปกติฝน ส่วนความสัมพันธ์กับ SOI มีความชันเป็นลบ ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์ และค่า  $R^2 = 0.074$ ,  $R = 0.272$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

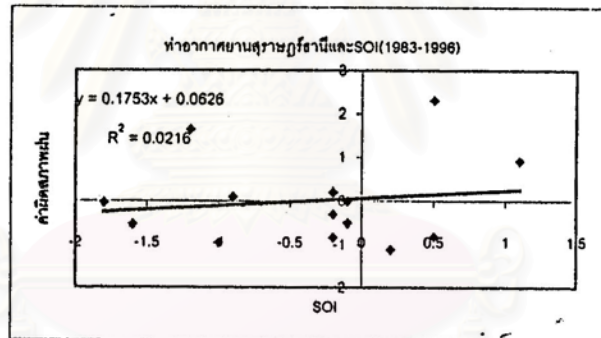
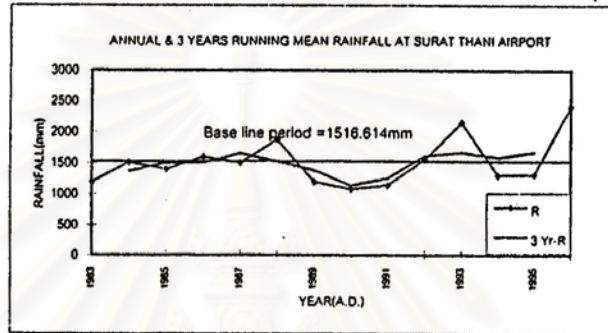
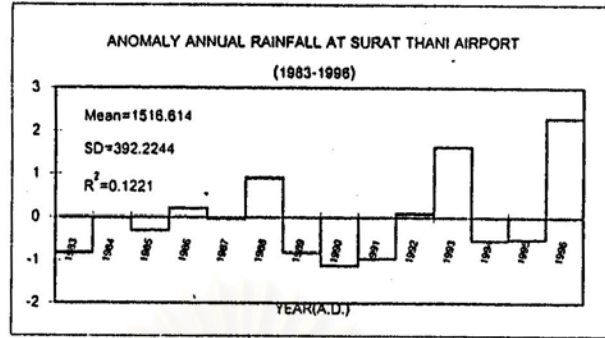
สุราษฎร์ธานี



รูปที่ 67 ค่าผิดปกติฝน ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของสุราษฎร์ธานี

ก่อนปี 1975 แนวโน้มค่าผิดปกติฝนมีค่ามากกว่าปกติเป็นส่วนใหญ่ แต่หลังจากนั้นก็เริ่มแนวโน้มลดลงโดยเฉพาะปีเอลนีโญรุนแรง ปี 1982-1983 ลดลงอย่างชัดเจนและต่อเนื่องถึงปี 1985 จากนั้นก็มีการเปลี่ยนแปลงทั้งที่มีค่ามากกว่าและน้อยกว่าปกติ ส่วนค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มลดลงในช่วงปี 1975 – 1985 ต่อจากนั้นก็เริ่มมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อมาพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนที่สุราษฎร์ธานีกับค่า SOI แล้วพบว่ามีความชันของเส้นแนวโน้มเป็นบวกซึ่งสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอนโซ แต่ค่า  $R^2 = 0.0279$ ,  $R = 0.167$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี



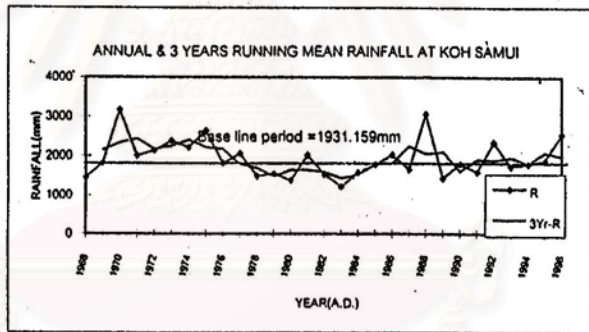
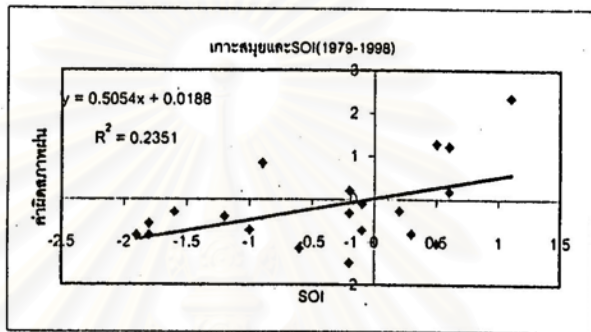
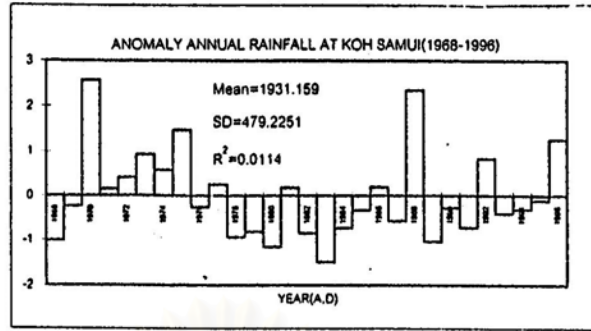
รูปที่ 68 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี

ปี 1983 ซึ่งเป็นปีเอลนีโญรุนแรงค่าผิดปกติฝนที่ได้มีค่าน้อยกว่าปกติ และปี 1990-1998 เป็นปีเอ็นโซที่มี Warm episode ตลอด ค่าผิดปกติฝนก็มีค่าน้อยกว่าปกติตลอดช่วง เว้นปี 1992-1993 ที่มีค่ามากกว่าปกติ ขณะที่ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มสอดคล้องกับค่าผิดปกติ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติกับ SOI พบว่าความชันของเส้นแนวโน้มเป็นบวก และค่า  $R^2 = 0.0216$ ,  $R = 0.147$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน



### เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี

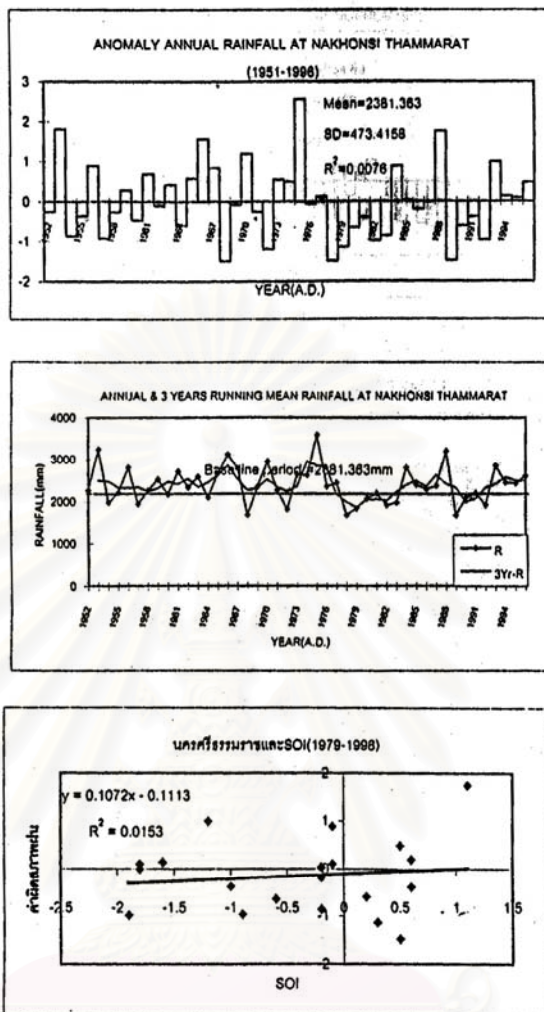


รูปที่.69 | ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของเกาะสมุย

ค่าผิดปกติฝนปี 1970-1975 มีค่ามากกว่าค่าปกติต่อจากนั้นแนวโน้มเริ่มน้อยกว่าปกติเรื่อยมา จนถึงปี 1988 จึงกลับมีค่ามากกว่าปกติอีกครั้ง แต่ก็ยังเป็นเพียงปีเดียวที่ชัดเจนที่สุด จากนั้นเป็นต้นมาก็มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยเฉพาะปี 1996 มีค่าเพิ่มมากกว่าปกติ ค่าเฉลี่ยรายปี และราย 3 ปี มีแนวโน้มสอดคล้องกับค่าผิดปกติฝน ส่วนการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติกับค่า SOI นั้นปรากฏว่าค่าความชันจากเส้นแนวโน้มมีค่าเป็นบวก แต่ค่า  $R^2 = 0.2351$ ,  $R=0.484$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

นครศรีธรรมราช

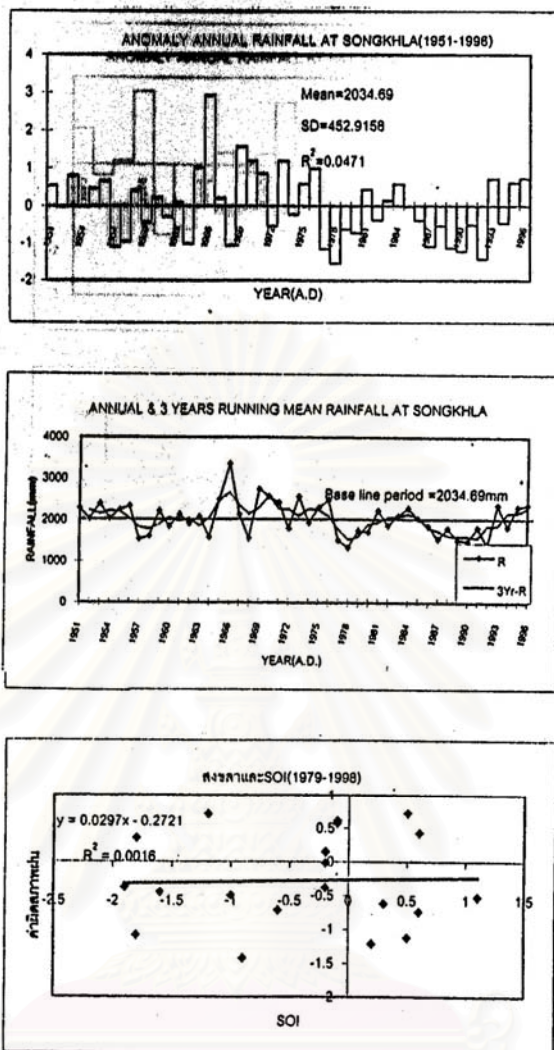


รูปที่ 70 | ค่าผิดปกติภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของนครศรีธรรมราช

มีการเปลี่ยนแปลงสลับมาก-น้อยกว่าค่าปกติโดยตลอด ปีเ็นไขว้รุนแรง เช่นปี 1982-83 ค่าผิดปกติฝนลดลง แต่ก็ไม่มากนัก การเปลี่ยนแปลงมีชัดเจนในปี 1975 ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ลานีญารุนแรง ค่าผิดปกติฝนมีค่ามากกว่าปกติมาก และปี 1988 ก็เป็นอีกปีที่มีปรากฏการณ์ลานีญา และค่าผิดปกติฝนก็มีมากกว่าปกติ ส่วนปี 1989-1994 เป็นปีเอลนีโญค่าผิดปกติฝนน้อยกว่าปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าสูงกว่าค่า Base line period จากการพิจารณา ค่าผิดปกติฝนน่าจะมีความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เ็นไขว้กับค่าผิดปกติฝน เมื่อเราพิจารณาทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนกับ SOI ปรากฏว่ามีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์โดยค่าความชันของเส้นแนวโน้มมีค่าเป็นบวก แต่ค่า  $R^2 = 0.0153$ ,  $R = 0.0391$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

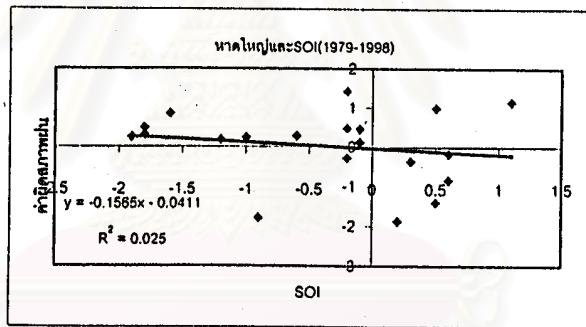
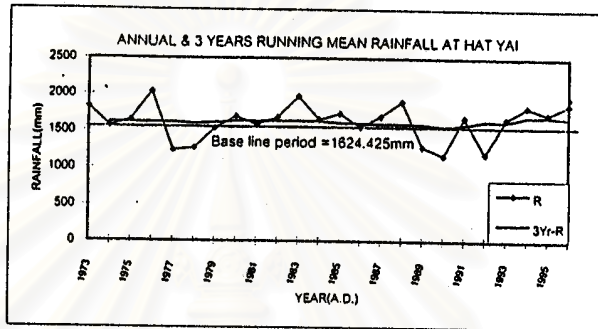
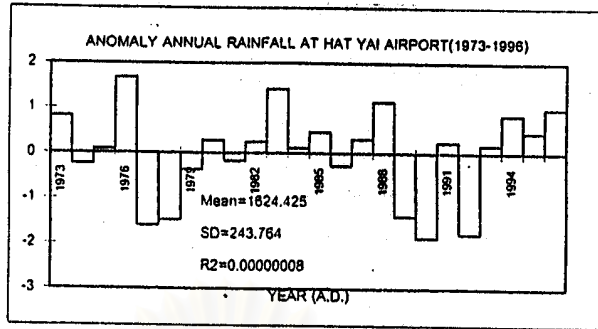
สงขลา



รูปที่ 71 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของสงขลา

ปี 1982-1983 ซึ่งเป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงแต่ปรากฏว่าปี 1982 ค่าผิดปกติฝนลดลงกว่าปกติ แต่พอปี 1983 กลับมีค่ามากกว่า อย่างไรก็ตามปี 1989-1994 ส่วนใหญ่จะมีค่าผิดปกติฝนลดลงกว่าปกติแล้วกลับมีค่ามากกว่าปกติอีกครั้งในปี 1993 1995 และ 1996 ขณะที่ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกับค่าผิดปกติฝน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนกับ SOI จะเห็นแนวโน้มสอดคล้องกันเพราะมีความชันเป็นบวก แต่ค่า  $R^2 = 0.0016$ ,  $R=0.04$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

หาดใหญ่ จ.สงขลา

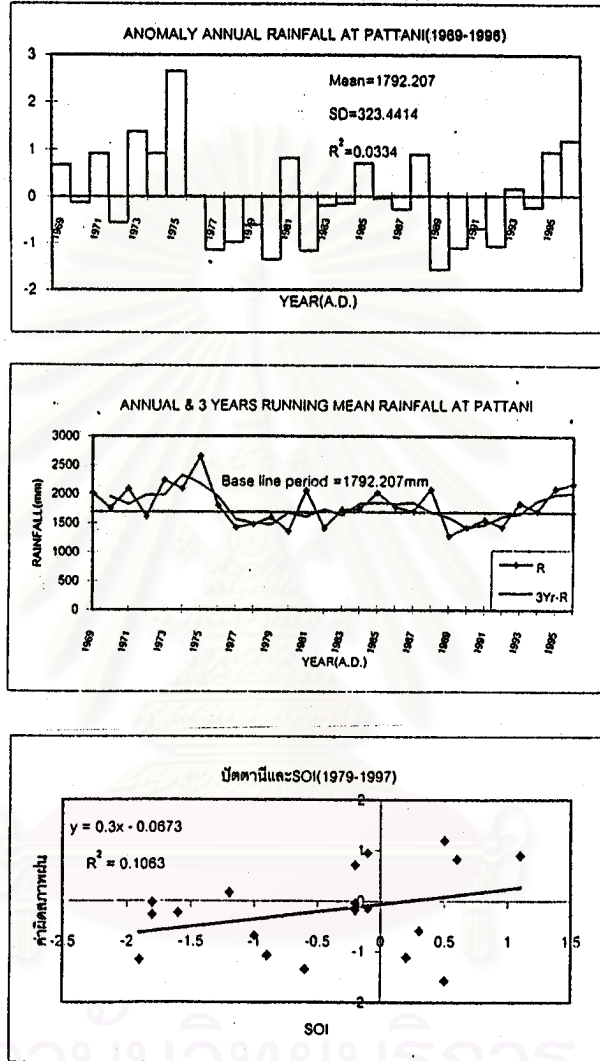


รูปที่ 72 ค่าผิดปกติรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของหาดใหญ่

ปี 1974-1975 ซึ่งเป็นปีลานีญาค่าผิดปกติฝนไม่แตกต่างจากค่าปกติมากนัก ปี 1977-78 แม้จะเป็นปีเอลนีโญไม่รุนแรงแต่ค่าผิดปกติฝนก็มีค่าน้อยกว่าปกติมาก เมื่อพิจารณาในปี 1982-83 ซึ่งเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรง กลับมีค่าผิดปกติแตกต่างจากปกติไม่มาก แต่ช่วงปี 1991-1994 ซึ่งเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญอีกครั้ง ค่าผิดปกติฝนกลับสอดคล้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญโดยมีค่าน้อยกว่าปกติชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี มีแนวโน้มไม่แตกต่างจากค่า Baseline period มากนัก สิ่งเหล่านี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่าปรากฏการณ์เอนไซม์มีความสัมพันธ์กับค่าผิดปกติฝนที่หาดใหญ่หรือไม่แต่เมื่อเราหาความสัมพันธ์ด้วยรีเกรซชันแล้ว ค่าความสัมพันธ์ลดลงหรือเป็นลบนั้นแสดงถึงเมื่อมี

ปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรง (ค่า SOI เป็นลบมาก ๆ) ภาวะฝนไม่ได้ลดลงแต่อย่างใด และค่า  $R^2 = 0.025$ ,  $R=0.159$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ปัตตานี

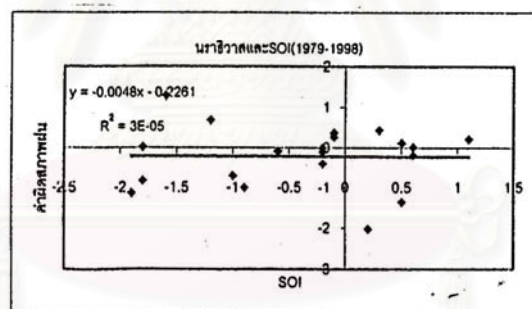
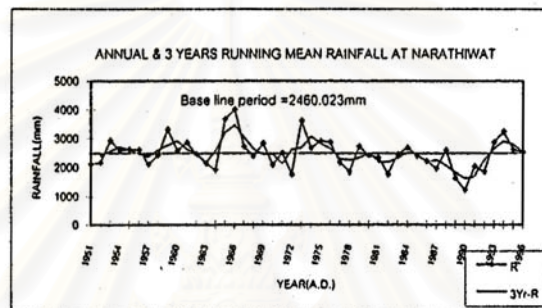
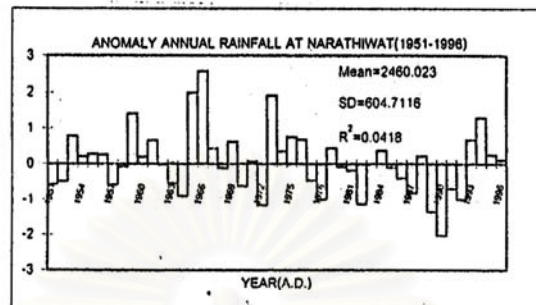


รูปที่ 73 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของปัตตานี

ปี 1974-1975 ปีลานีญาสภาวะฝนมีมากกว่าปกติสอดคล้องกับปรากฏการณ์ และปี 1977-1978 , 1982-1983 และปี 1991-1992 ซึ่งเป็นช่วงเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญค่าผิดปกติฝนมีค่าน้อยกว่าปกติชัดเจน ค่าเฉลี่ยฝนรายปีและราย 3 ปี ก็สอดคล้องกันคือช่วงที่มีปรากฏการณ์ลานีญาจะมีแนวโน้มสูงกว่าค่า Base line period เมื่อมีปรากฏการณ์เอลนีโญก็มีค่าน้อยกว่าเมื่อเราวิเคราะห์หาความ

สัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนกับ SOI ด้วยวิธีกรซันแล้วพบว่าความชันของเส้นแนวโน้มที่ได้เป็นบวก แต่ค่า  $R^2 = 0.1063$ ,  $R = 0.326$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

### นราธิวาส



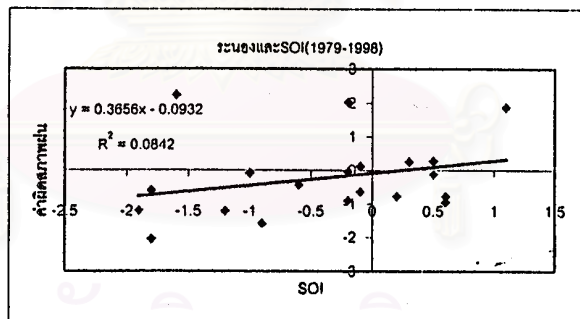
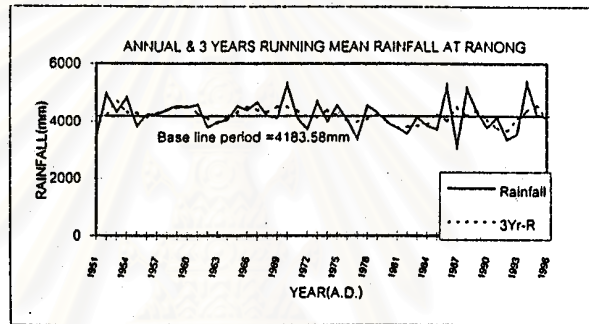
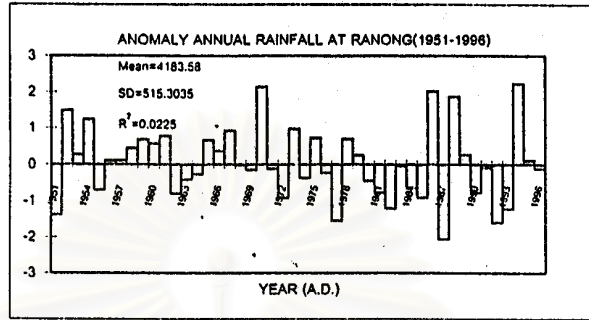
รูปที่ 74 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี  
ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของนราธิวาส

ปี 1974-1975 ฝนมากขึ้นกว่าปกติ ส่วนปี 1982-1983 ซึ่งเป็นเอลนีโญรุนแรง ค่าผิดปกติฝนมีค่าลดลงกว่าปกติ แต่ปีลานีญา 1989 ฝนกลับมีค่าน้อยกว่าปกติและต่อเนื่องตลอดช่วงปีเอลนีโญ 1990-1992 แต่ปี 1993 และ 1994 ซึ่งยังเป็นปรากฏการณ์เอลนีโญอยู่นั้น ค่าผิดปกติฝนกลับมีมากกว่าปกติ สำหรับค่าเฉลี่ยฝนรายปีและราย 3 ปี ก็มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตลอด โดยมีค่ามากกว่าและน้อยกว่า Baseline period สลับกันไป เป็นช่วง ๆ ดังนั้นจึงยากที่จะสรุปในทันทีว่าฝนมีความสัมพันธ์กับ SOI หรือไม่ เมื่อเราวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนกับ SOI ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่

ด้วยวิธีวิเคราะห์พบว่าเส้นแนวโน้มมีแนวโน้มความชันเป็นลบ แต่  $R^2 = 3 \times 10^{-5}$ ,  $R = 0.007$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

### ภาคใต้ฝั่งตะวันตก

#### ระนอง

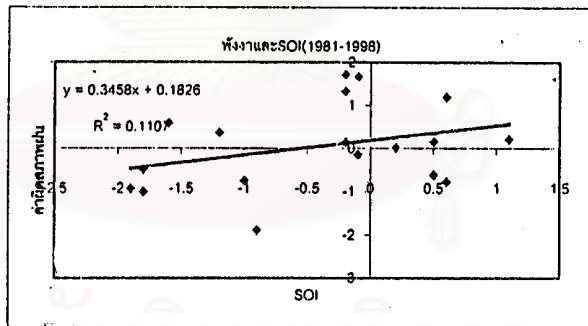
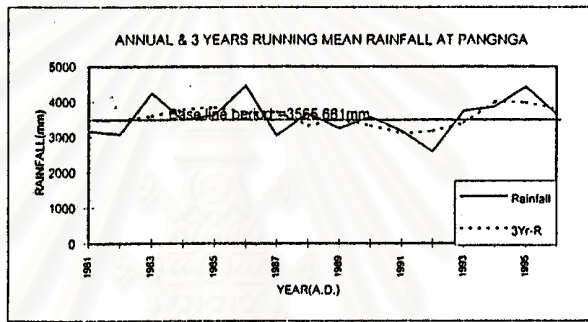
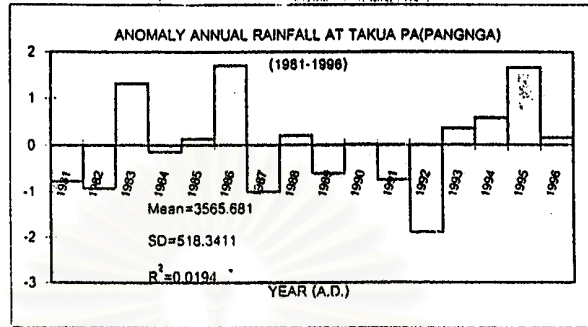


รูปที่ 75 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของระนอง

การเปลี่ยนแปลงของค่าผิดปกติฝนในปี 1974-1975 มีไม่มากนัก แต่ปี 1982 กลับมีค่าลดลงอย่างชัดเจน ส่วนปี 1983 มีค่าใกล้เคียงกับค่าปกติ ปีลานินญา 1988-1989 ฝนมีค่ามากขึ้นกว่าปกติชัดเจนโดยเฉพาะปี 1988 ส่วนปี 1982 ซึ่งเป็นอีกช่วงของปรากฏการณ์เอลนีโญ ค่าผิดปกติฝนก็มีค่าลดลงชัดเจน ปี 1990-1994 ปีเอลนีโญมีแนวโน้มลดลงชัดเจนต่อเนื่อง จากค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี แนวโน้มหลังปี 1975 เป็นต้นมาส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า Baseline period เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง

ค่าผิดปกติปนกับ SOI แล้วพบว่าค่าความชันเป็นบวก ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์ แต่ค่า  $R^2 = 0.0842$ ,  $R=0.29$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตะกั่วป่า จ. พังงา



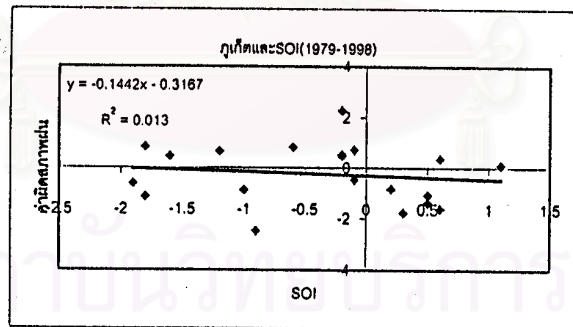
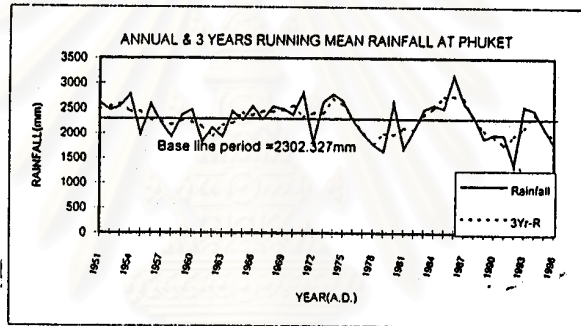
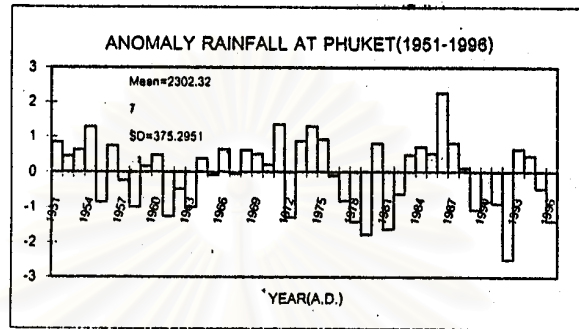
รูปที่ 76 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติปนของตะกั่วป่า

ปี 1982 ค่าผิดปกติปนลดลงกว่าค่าปกติชัดเจนและปี 1983 ก็เพิ่มขึ้นกว่าปกติชัดเจนเช่นกัน จากนั้นมีแนวโน้มลดลงกว่าปกติ ปี 1990-1994 เป็นปีหนึ่งที่มีความสอดคล้องกัน เส้นแนวโน้ม (trend line) แต่หลังปี 1989 เป็นต้นมา แนวโน้มค่าผิดปกติปนรายปี ก็เกือบทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงลดลง แล้วกลับมีค่าเพิ่มมากขึ้นในปี 1993 เป็นต้นมา ค่าผิดปกติปนของตะกั่วป่า (พังงา) มีแนวโน้มสูงกว่าปกติตลอด ค่าเฉลี่ยรายปี และราย 3 ปี มีค่าใกล้เคียงกับแนวโน้มค่าผิดปกติปน ส่วนการวิเคราะห์



ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนกับ SOI นั้นปรากฏว่าเส้นแนวโน้มที่ได้มีแนวโน้มความชันเป็นบวก ซึ่งจะสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ โดยหากค่า SOI มีค่าลดลงมากจะเป็นเอลนีโญรุนแรง ปริมาณฝนควรจะมีค่าน้อย(เมื่อมีผลกระทบ) และมีค่าตรงข้ามในปีลานญา ค่า  $R^2 = 0.0812$ ,  $R=0.28$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ภูเก็ต

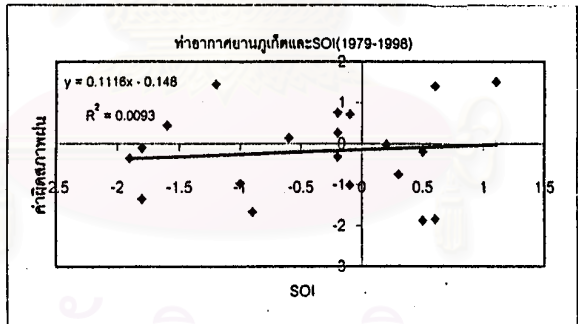
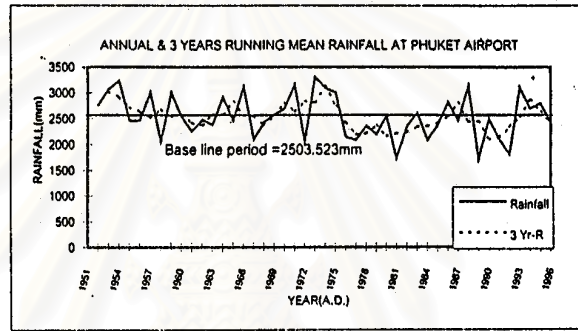
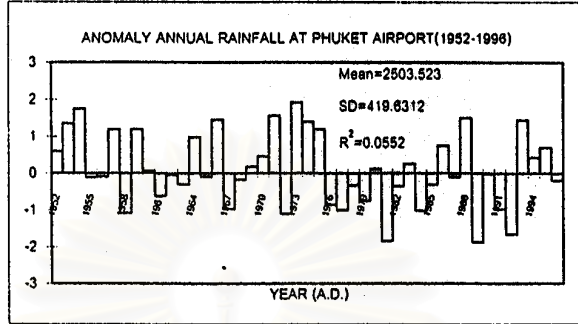


รูปที่ 77. ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของภูเก็ต

ปี 1970-1982 ส่วนใหญ่จะเป็นปีเอลนีโญค่าผิดปกติฝนก็มีแนวโน้มน้อยกว่าค่าปกติแล้วช่วง 1983-1988 กลับมีค่าผิดปกติฝนมากกว่าปกติ แต่หลังจากนั้นปี 1976-1992 ส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี มีแนวโน้มลดลงกว่าปกติ การหาความสัมพันธ์แบบรีเกรสชันระหว่างค่า

ผิดสภาพฝนกับ SOI ความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดสภาพฝนกับ SOI พบว่า ความชันของเส้นแนวโน้มมีค่าเป็นลบ แต่ค่า  $R^2 = 0.013$ ,  $R=0.114$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ทำอากาศยานภูเก็



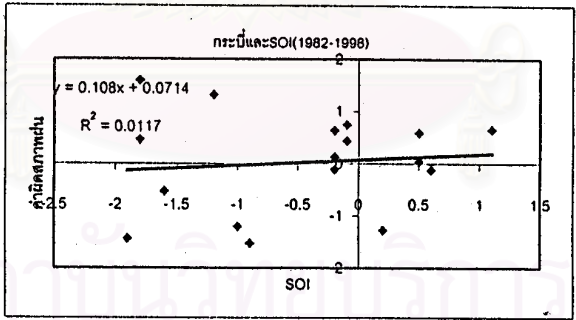
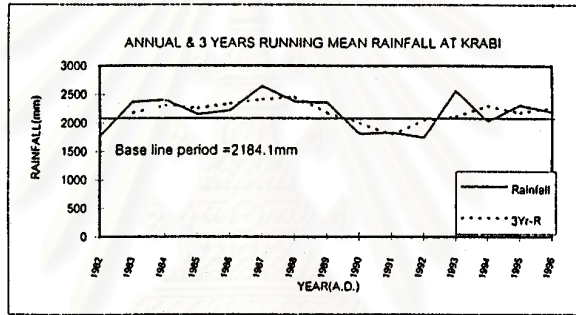
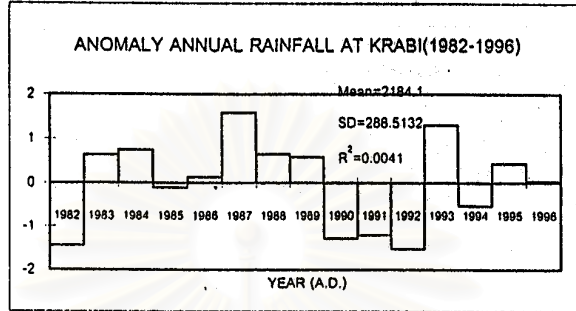
รูปที่ 78 ค่าผิดสภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี

ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดสภาพฝนของทำอากาศยานภูเก็

การเปลี่ยนแปลงค่าผิดสภาพฝนของทำอากาศยานภูเก็ค่อนข้างชัดเจน มีการเพิ่มขึ้นและลดลงจากค่าปกติมากในปี 1974-1975 ซึ่งเป็นปีที่มีปรากฏการณ์ลานินญา ค่าผิดสภาพฝนมีค่ามากกว่าปกติ ปี 1982-1983 ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมากนักถึงแม้จะเป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงเกิดขึ้น โดยปี 1982 ค่าผิดสภาพฝนลดลงกว่าปกติเล็กน้อยขณะที่ปี 1983 กลับมากกว่าปี 1990-1994 ก็มีการเปลี่ยนแปลงทั้งที่เพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี มีแนวโน้มสอดคล้อง

คล้องกับค่าผิดปกติฝน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติและ SOI ด้วยวิธีเรขาคณิตแล้ว พบว่าค่าความชันเป็นบวก ซึ่งจะสอดคล้องกับปรากฏการณ์ แต่  $R^2 = 0.0093$ ,  $R=0.096$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

กระบี่

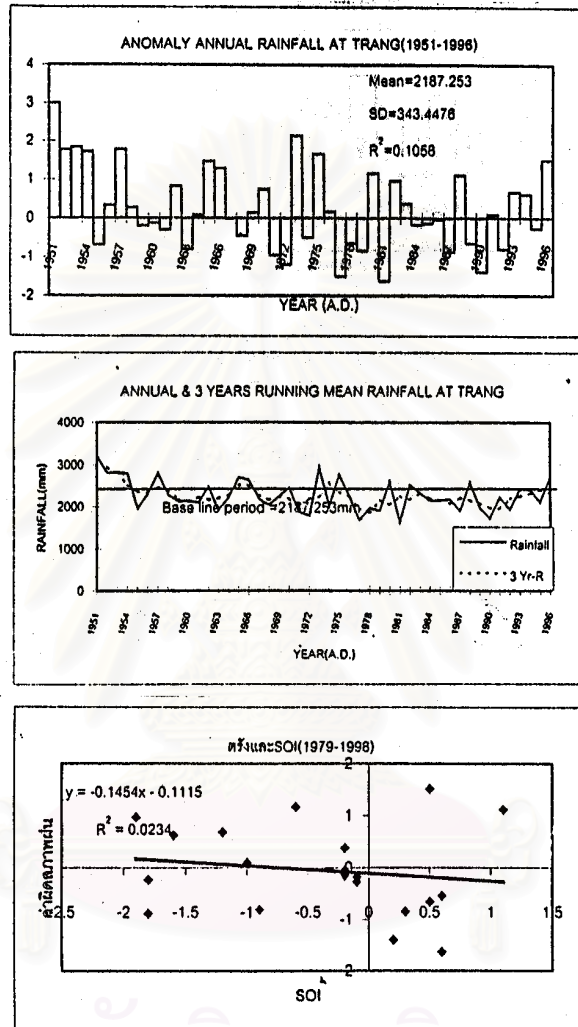


รูปที่ 79 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของกระบี่

ปี 1982 ค่าผิดปกติฝนมีค่าน้อยกว่าปกติขณะที่ ปี 1983 มีค่ามากกว่าปกติ โดยปีดังกล่าวเป็น ปีที่มีเฮลนิโญรุนแรงเกิดขึ้น และปี 1990-1994 เป็นช่วงที่มีปรากฏการณ์เฮลนิโญ ปรากฏว่ามีเฉพาะปี 1990-1992 และ 1994 ที่ค่าผิดปกติฝนลดลงกว่าปกติ ส่วน ปี 1993 กลับมีค่ามากกว่าปกติ ค่าเฉลี่ย

รายปีกับราย 3 ปี ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า Base line period มีเพียงช่วงปี 1990 – 1992 เท่านั้นที่น้อยกว่า การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติฝนที่กระปีกับ SOI พบว่าค่าความชันของเส้นแนวโน้ม (trend line) เป็นบวกซึ่งสอดคล้องกันกับปรากฏการณ์เอลนีโญที่เกิดขึ้นแต่ค่า  $R^2 = 0.0093$ ,  $R=0.096$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตรง

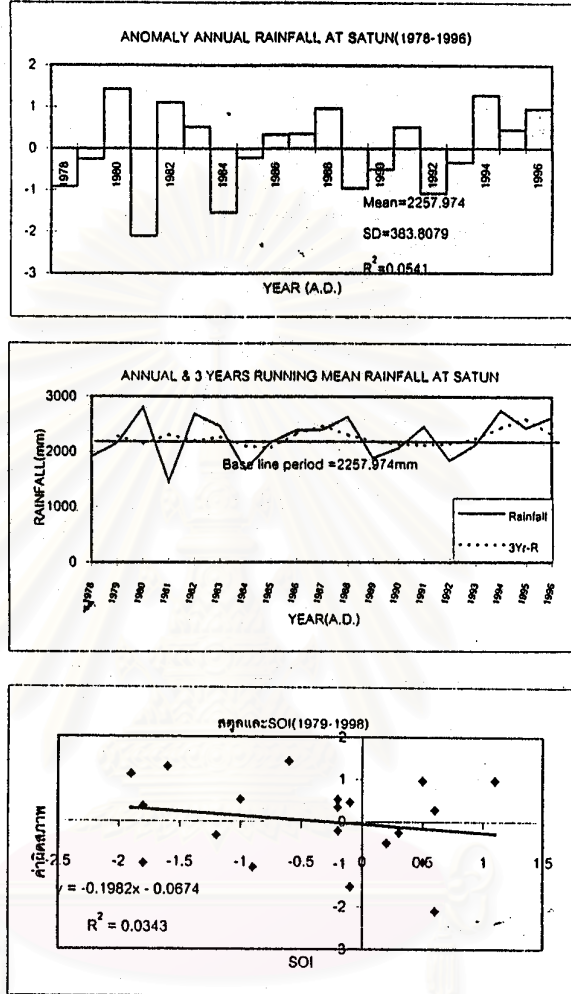


รูปที่ 80 ค่าผิดปกติ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดปกติฝนของตรง

การเปลี่ยนแปลงค่าผิดปกติฝนมีการเปลี่ยนแปลงมากมีทั้งมากกว่าปกติและน้อยกว่าปี 1974-1975 ไม่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์ลานีญามากนัก โดยปี 1978 ซึ่งเป็นปีลานีญากลับมีค่าน้อยกว่าปกติ ขณะที่ปี 1989 ก็เป็นปีลานีญาอีกปีที่ค่าผิดปกติฝนมีค่าน้อยกว่าปกติ ปี 1982-1983 เป็นปีที่เอลนีโญรุนแรงน่าจะมีฝนน้อยกว่าปกติ แต่ปรากฏว่าค่าผิดปกติฝนกลับมีค่ามากกว่าปกติ ส่วนค่าเฉลี่ยรายปีกับราย 3 ปี ส่วนใหญ่มีแนวโน้มน้อยกว่า Base line period การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า

ผิดสภาพฝนกับ SOI ที่ตรงปรากฏว่าความชันของเส้นแนวโน้มมีค่าเป็นลบ ซึ่งไม่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และค่า  $R^2 = 0.0234$ ,  $R=0.153$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

สตูล



รูปที่ 81 ค่าผิดสภาพ ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ความสัมพันธ์ระหว่าง SOI กับค่าผิดสภาพฝนของสตูล

เช่นเดียวกันกับที่ตรง ปี 1982-1983 ค่าผิดสภาพฝนมีค่ามากกว่าปกติ ขณะที่ปี 1990-1994 ก็ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าเป็นไปตามที่คาดไว้ หรือแม้แต่ปีลานินญา 1988 และ 1989 ฝนก็เพิ่มมากกว่าปกติ เฉพาะปี 1988 เท่านั้น ส่วนปี 1989 ลดลง ค่าเฉลี่ยรายปีและราย 3 ปี ส่วนใหญ่ก็มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเป็นช่วง หลังจากปี 1994 เป็นต้นมามีแนวโน้มสูงกว่าปกติตลอด ส่วนการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดสภาพฝนกับ SOI โดยใช้วิธีเกรซชันพบว่าความชันมีค่าเป็นลบซึ่งไม่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ  $R^2 = 0.0343$ ,  $R=0.185$  ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตารางผนวก 3 การทดสอบ Difference of Means ระหว่าง อุณหภูมิที่กรุงเทพฯ กับ SOI

ปี	อุณหภูมิ	SOI	SOI-mean
1979	0.45	0.3	0.69
1980	0.05	-0.6	-0.21
1981	0.25	0.6	0.99
1982	0.25	-1.9	-1.51
1983	0.25	-0.2	0.19
1984	-0.15	-0.1	0.29
1985	-0.25	-0.2	0.19
1986	-0.35	-0.2	0.19
1987	0.15	-1.8	-1.41
1988	-0.05	1.1	1.49
1989	-0.15	0.5	0.89
1990	0.15	0.2	0.59
1991	0.15	-1	-0.61
1992	0.05	-0.9	-0.51
1993	-0.25	-1.2	-0.81
1994	-0.15	-1.6	-1.21
1995	-0.05	-0.1	0.29
1996	-0.15	0.5	0.89
1997	1.25	-1.8	-1.41
1998	1.45	0.6	0.99

Mean(SOI) = -0.39

ข้อมูล	อุณหภูมิ	SOI	รวม
สูงกว่าMean	11(a)	11(b)	22(a+b)
ต่ำกว่าMean		9(d)	18(c+d)
	20(a+c)	20(b+d)	40(n)

แทนค่าต่างๆลงในสูตร

$$X^2 = \frac{n(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

ดังนั้น

$$X^2 = 0.1$$

เปิดตารางผนวก 5 เพื่อหาค่าวิกฤติของ  $X^2$  ที่

$df = 1$  ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.5 มีค่า = 3.84

เทียบกับค่า  $X^2$  ที่คำนวณได้

การตัดสินใจ ค่า  $X^2$  ที่คำนวณได้ (0.1) มีค่าน้อยกว่า

ค่า  $X^2$  ที่เปิดจากตาราง จึงยอมรับ  $H_0$

สรุป

ค่า Mean ของอุณหภูมิที่กรุงเทพฯ ไม่แตกต่างจากค่า mean ของ SOI ดังนั้นจึงสรุปว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

มีความสัมพันธ์กัน

ตารางผนวก 4 การทดสอบ Difference of Means ระหว่าง ฝนที่กรุงเทพฯ กับ SOI

ปี	ฝน	SOI	SOI-mean
1979	-363.34	0.3	0.69
1980	-25.74	-0.6	-0.21
1981	95.96	0.6	0.99
1982	332.86	-1.9	-1.51
1983	632.76	-0.2	0.19
1984	-98.74	-0.1	0.29
1985	-128.04	-0.2	0.19
1986	310.76	-0.2	0.19
1987	-126.44	-1.8	-1.41
1988	600.56	1.1	1.49
1989	-0.34	0.5	0.89
1990	-133.84	0.2	0.59
1991	-138.24	-1	-0.61
1992	-61.64	-0.9	-0.51
1993	46.86	-1.2	-0.81
1994	99.66	-1.6	-1.21
1995	197.26	-0.1	0.29
1996	256.46	0.5	0.89
1997	-433.04	-1.8	-1.41
1998	612.36	0.6	0.99

Mean(SOI) = -0.39

ข้อมูล	ฝน	SOI	รวม
สูงกว่าMea	10(a)	11(b)	21(a+b)
ต่ำกว่าMea	10(c)	9(d)	19(c+d)
	20(a+c)	20(b+d)	40(n)

แทนค่าต่างๆลงในสูตร

$$X^2 = \frac{n(|ad - bc| - \frac{n}{2})^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

ดังนั้น

$$X^2 = 0.0$$

เปิดตารางผนวก 5 เพื่อหาค่าวิกฤติของ  $X^2$  ที่

df = 1 ณ ระดับนัยสำคัญ = 0.5 มีค่า = 3.84

เทียบกับค่า  $X^2$  ที่คำนวณได้

การตัดสินใจ ค่า  $X^2$  ที่คำนวณได้ (0.0) มีค่าน้อยกว่า

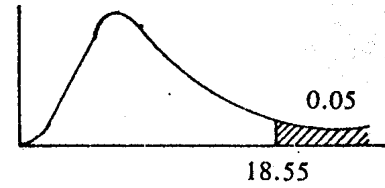
ค่า  $X^2$  ที่เปิดจากตาราง จึงยอมรับ  $H_0$

สรุป

ค่า Mean ของฝนที่กรุงเทพฯ ไม่แตกต่างจากค่า mean ของ SOI ดังนั้นจึงสรุปว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสอง มีความสัมพันธ์กัน

ตารางผนวก 5 ค่าวิกฤติของ  $\chi^2$  - Distribution

Percentages represent areas in right-hand end of distribution. Example: For  $\nu = 12$ ,  $P(\chi^2 > 18.55) = 0.05$ .



Degrees of freedom	Probability that chi-square value will be exceeded									
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.0157	0.0157	0.0157	0.00393	0.0158	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	0.211	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.61	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.676	0.872	1.24	1.64	2.20	10.64	12.50	14.45	16.81	18.55
7	0.989	1.24	1.69	2.17	2.83	12.02	14.07	16.01	18.48	20.23
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	13.36	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	17.28	19.63	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	32.01	35.17	38.08	41.64	44.13
24	9.89	10.36	12.40	13.85	15.66	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.83	14.57	16.15	18.11	36.74	40.11	43.19	46.96	49.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	29.05	51.80	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	63.17	67.50	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.43	40.48	43.19	46.46	74.40	79.08	83.30	83.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	85.53	90.53	95.02	100.4	104.22
80	51.17	53.54	57.15	60.39	64.28	98.58	101.9	106.6	112.3	116.32
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	107.6	113.1	118.1	124.1	123.3
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	113.5	124.3	129.6	135.3	140.2
$\%_{\alpha}$	-2.58	-2.33	-1.96	-1.64	-1.28	+1.28	+1.64	+1.96	+2.33	2.58

W.J. Conover, *Practical Nonparametric Statistics*, 2nd ed. New York, John Wiley & Sons, 1980.

NOTE: For  $\nu > 100$  (i.e., for more than 100 degrees of freedom) take

$$\chi^2 = \nu \left( 1 - \frac{2}{9\nu} + \%_{\alpha} \sqrt{\frac{2}{9\nu}} \right)^2 \quad \text{or} \quad \chi^2 = \frac{1}{2} [\%_{\alpha} + \sqrt{(2\nu - 1)}]^2$$

according to the degree of accuracy required.  $\%_{\alpha}$  is the standardized normal deviate corresponding to the  $\alpha$  level of significance, and is shown in the bottom line of the table.



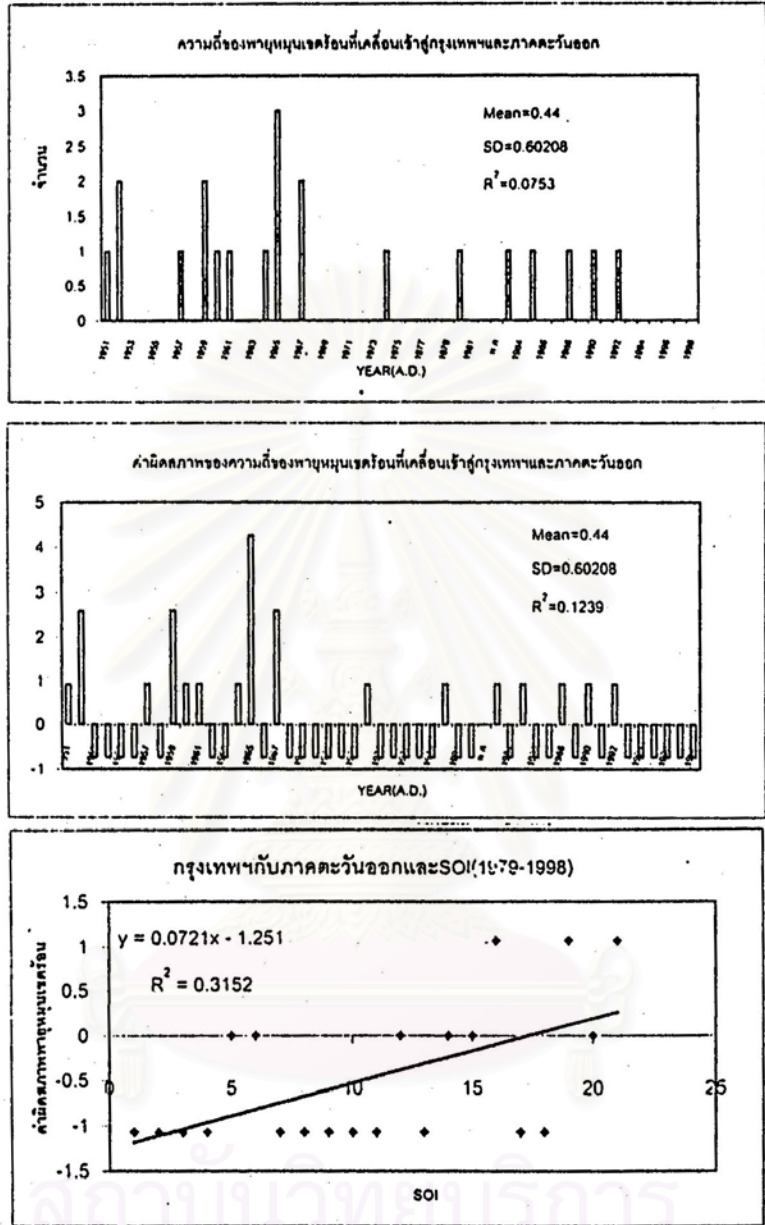
ตารางผนวก 6 ความถี่ ค่าผิดปกติ และ SOI ของพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย

Year	BKK&E	SE	SW	Anomaly BKK&E	Anomaly SE	Anomaly SW	SOI	Remark
1951	1			0.934261228	-1.0679186	-0.77806		C,W-
1952	2	2		2.595170077	1.06791855	-0.77806		
1953				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806		W-
1954				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806		C-,C
1955				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806		C,C-,C+
1956		1		-0.726647622	0	-0.77806		3C,C
1957	1			0.934261228	-1.0679186	-0.77806		2W-,W
1958		1		-0.726647622	0	-0.77806		W+,W,2W-
1959	2	1		2.595170077	0	-0.77806		W-
1960	1	1	1	0.934261228	0	1.0003628		
1961	1	1		0.934261228	0	-0.77806		
1962		2	2	-0.726647622	1.06791855	2.77878555		
1963		1	1	-0.726647622	0	1.0003628		W-,W
1964	1	4	1	0.934261228	3.20375566	1.0003628		C-,C
1965	3	4	1	4.256078926	3.20375566	1.0003628		C-,W,W+
1966		3	3	-0.726647622	2.1358371	4.5572083		W,2W-
1967	2	1		2.595170077	0	-0.77806		
1968		2		-0.726647622	1.06791855	-0.77806		W-
1969		2	1	-0.726647622	1.06791855	1.0003628		W,3W-
1970		3	1	-0.726647622	2.1358371	1.0003628		W-,C
1971		1	1	-0.726647622	0	1.0003628		C,3C-
1972		1	1	-0.726647622	0	1.0003628		W-,W,W+
1973		3		-0.726647622	2.1358371	-0.77806		W,C-,C+
1974	1	1	1	0.934261228	0	1.0003628		C+,C,2C
1975				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806		2C-,C,C+
1976				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806		C,W-
1977		1	1	-0.726647622	0	1.0003628		W-
1978		1		-0.726647622	0	-0.77806		W-
1979				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806	0.3	
1980	1			0.934261228	-1.0679186	-0.77806	-0.6	W-

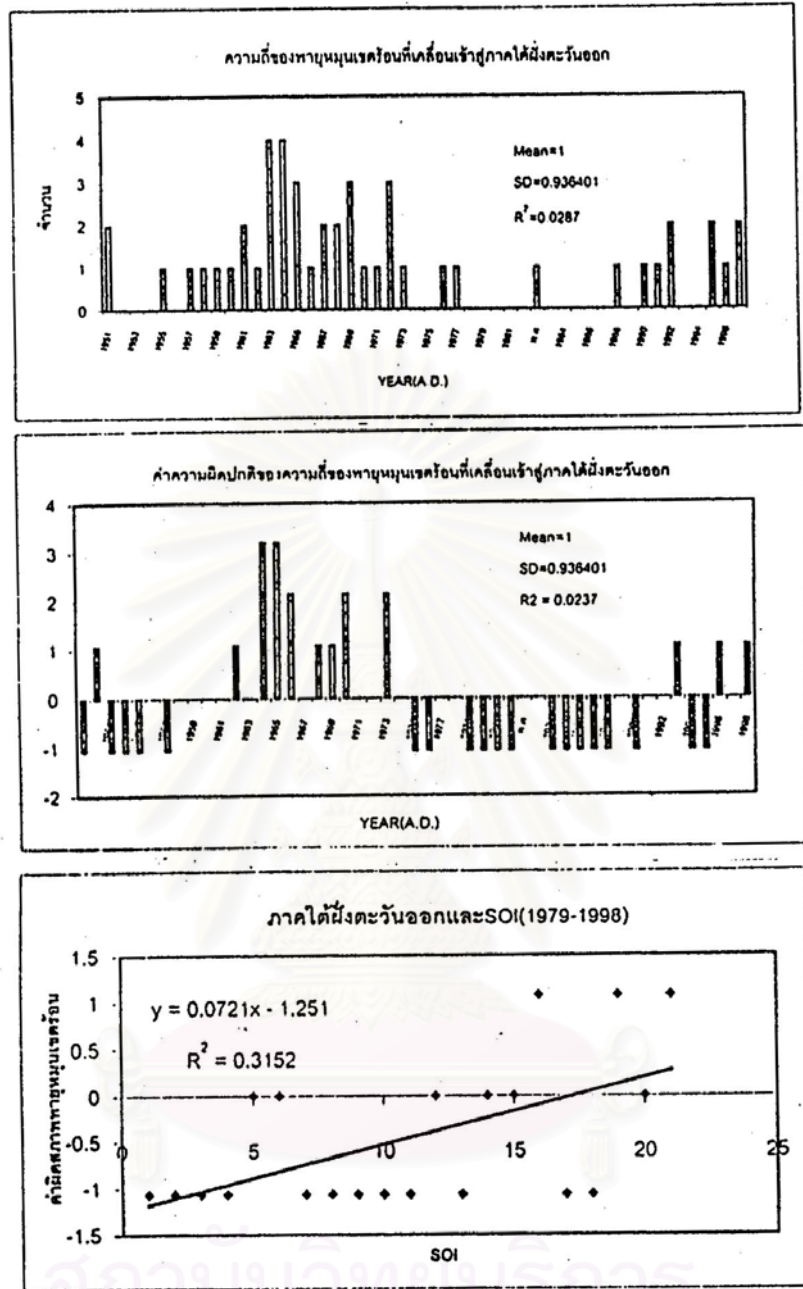
Year	BKK&E	SE	SW	Anomaly BKK&E	Anomaly SE	Anomaly SW	SOI	Remark
1981				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806	0.6	
1982				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806	-1.9	W-,W,W+
1983	1	1	1	0.934261228	0	1.0003628	-0.2	W+,W,C-
1984				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806	-0.1	3C-
1985	1			0.934261228	-1.0679186	-0.77806	-0.2	2C-
1986				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806	-0.2	W-,W
1987				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806	-1.8	3W,W+
1988	1			0.934261228	-1.0679186	-0.77806	1.1	W-,C-,C+
1989		1		-0.726647622	0	-0.77806	0.5	C+,C-
1990	1			0.934261228	-1.0679186	-0.77806	0.2	2W-
1991		1		-0.726647622	0	-0.77806	-1	2W-,2W
1992	1	1	1	0.934261228	0	1.0003628	-0.9	2W+,2W-
1993		2	2	-0.726647622	1.06791855	2.77878555	-1.2	2W-,2W
1994				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806	-1.6	2W
1995				-0.726647622	-1.0679186	-0.77806	-0.1	W,C-
1996		2	1	-0.726647622	1.06791855	1.0003628	0.5	C-
1997		1		-0.726647622	0	-0.77806	-1.8	W,2W+
1998		2	1	-0.726647622	1.06791855	1.0003628	0.6	W+,W
รวม	21	48	21					
เฉลี่ย	0.4375	1	0.4375					
SD	0.60208	0.936401	0.562296					

ENSO : Cold (La Nina), Warm (El Nino); Weak (C- or W-); Moderate (C,W); Strong (W+ or C+)

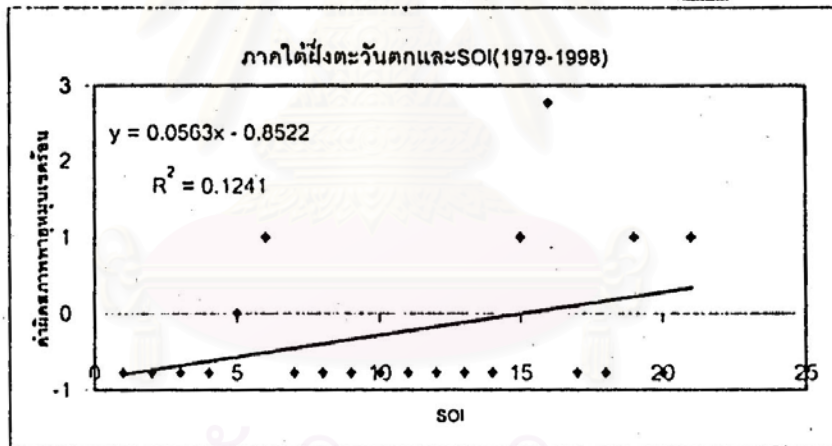
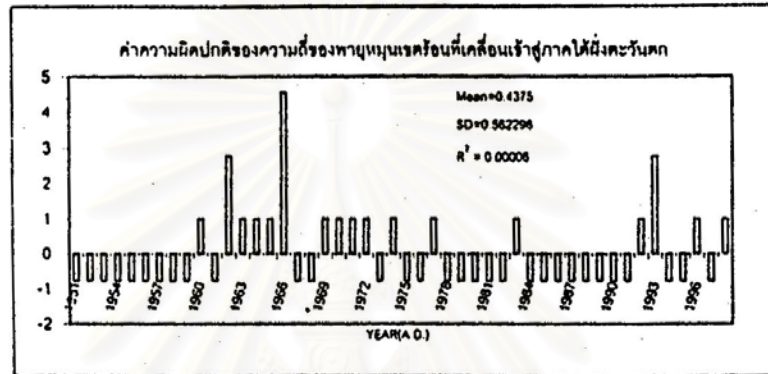
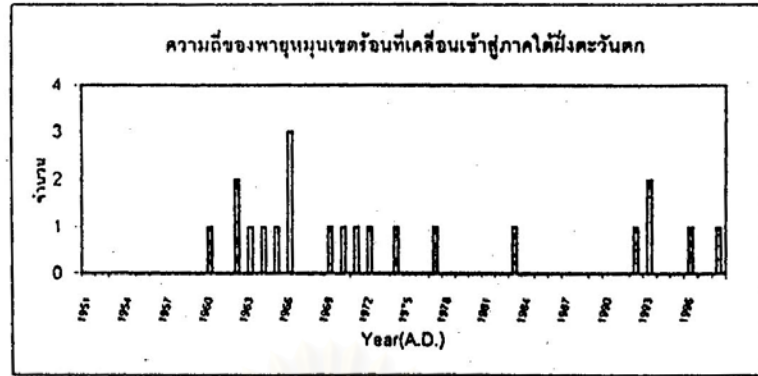
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



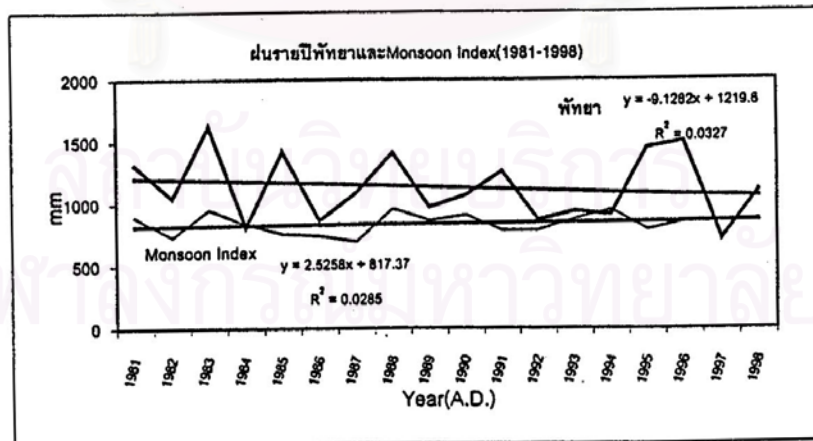
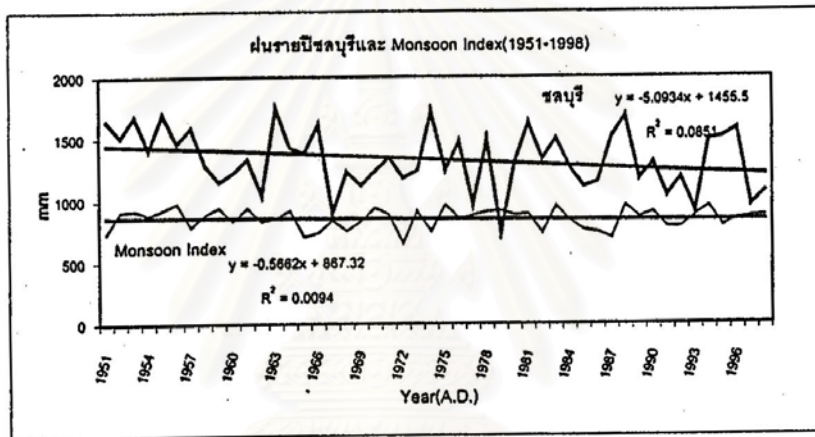
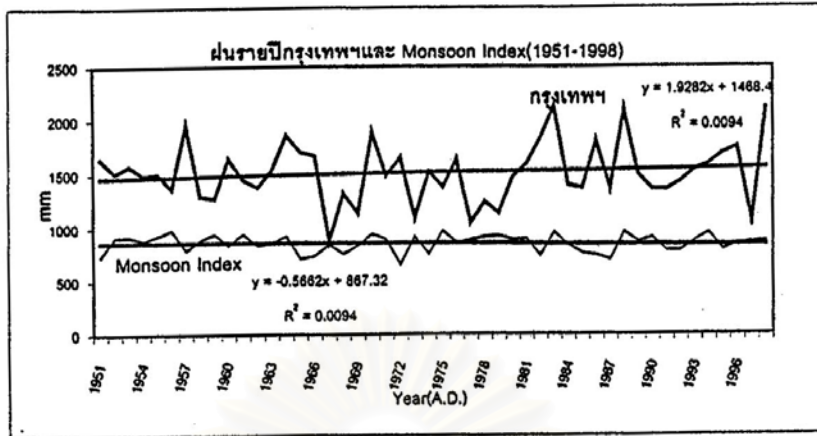
รูปที่ 82 ความถี่พายุหมุนเขตร้อนรายปี ค่าผิดปกติ และความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติของความถี่พายุหมุนเขตร้อนกับ SOI ของกรุงเทพฯและภาคตะวันออก



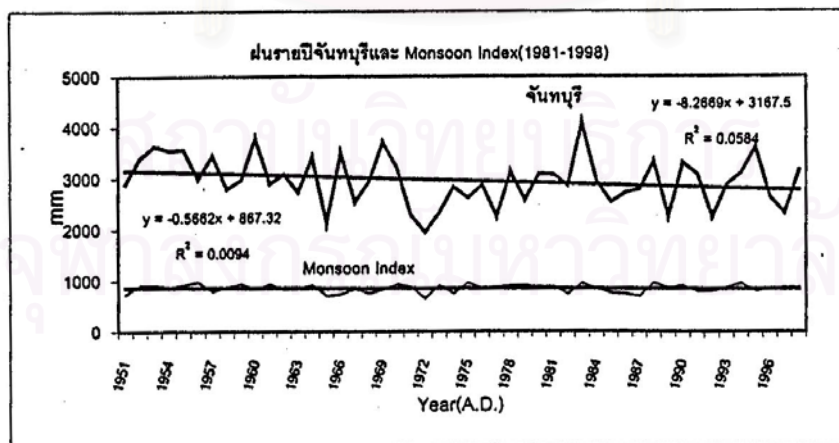
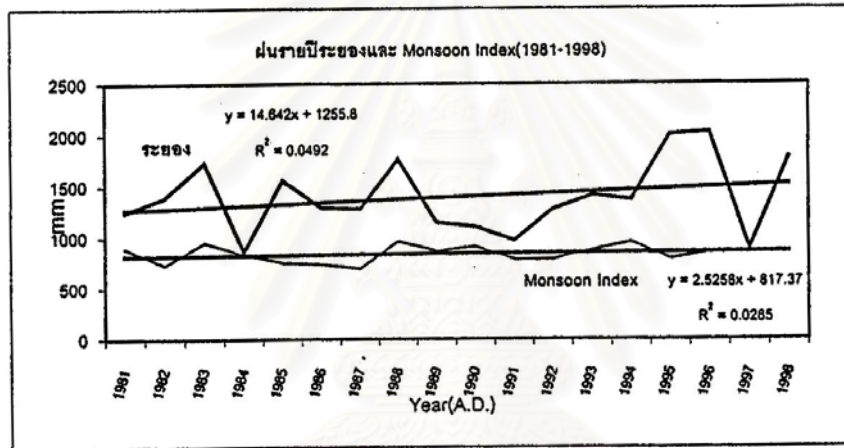
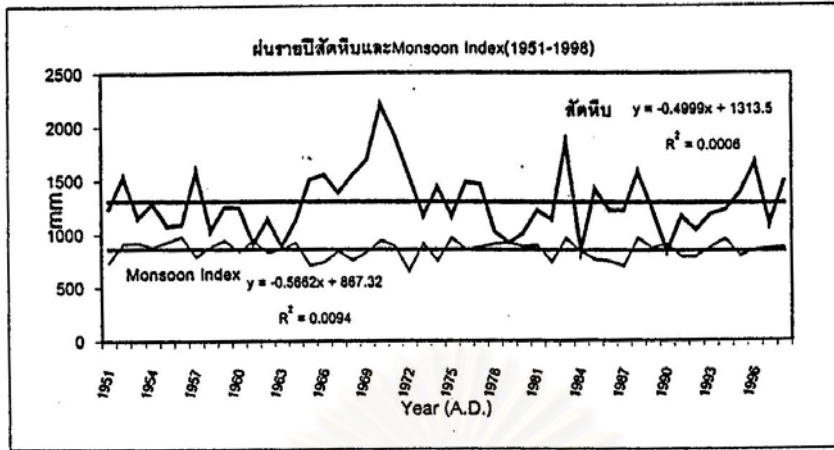
รูปที่ 83 ความถี่พายุหมุนเขตร้อนรายปี ค่าผิดปกติ และความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติของความถี่พายุหมุนเขตร้อนกับ SOI ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก



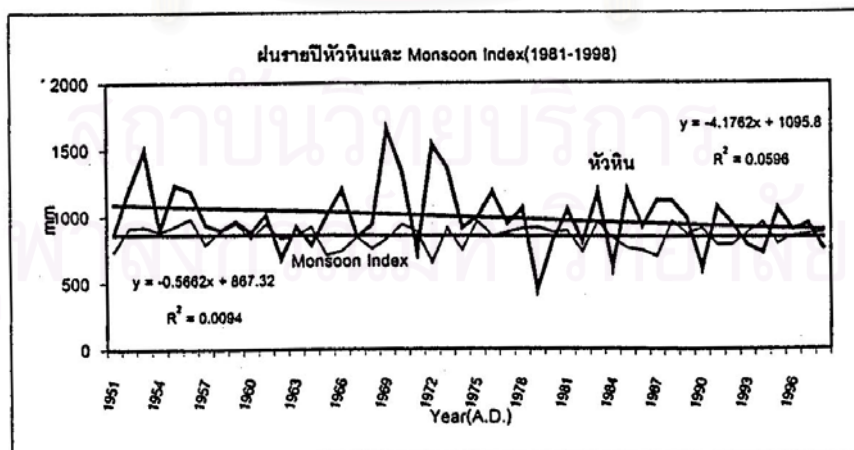
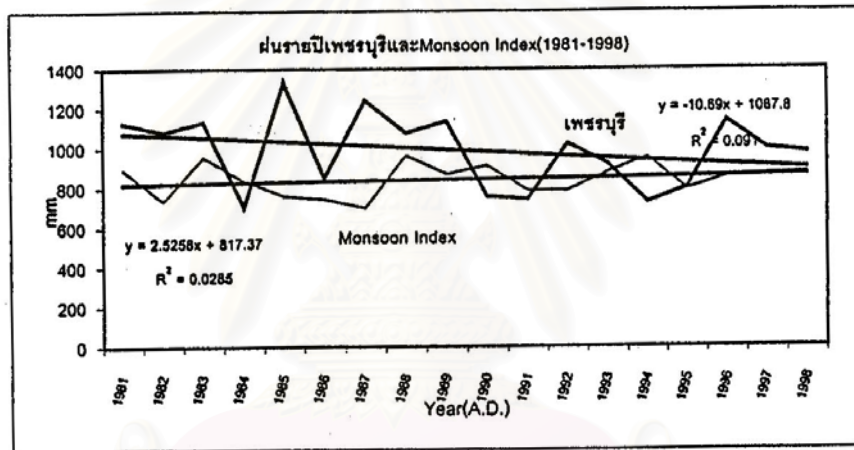
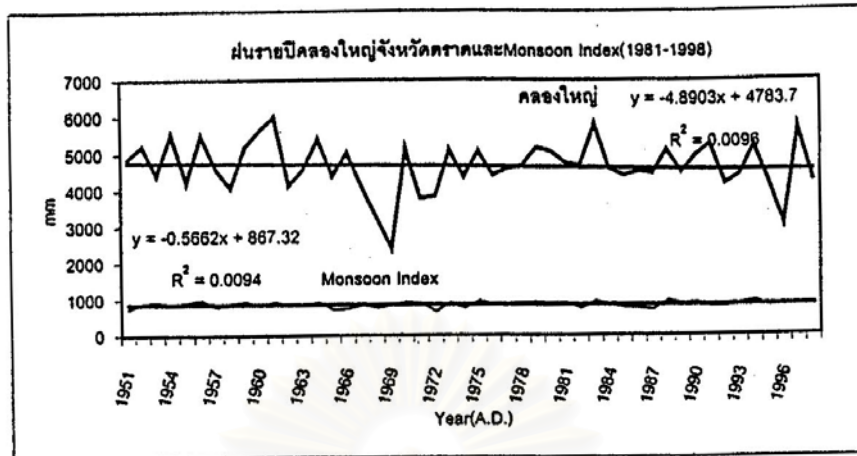
รูปที่ 84 ความถี่พายุหมุนเขตร้อนรายปี ค่าผิดปกติ และความสัมพันธ์ระหว่างค่าผิดปกติของความถี่พายุหมุนเขตร้อนกับ SOI ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก



รูปที่ 85 ปริมาณฝนรายปีที่กรุงเทพฯ ชลบุรีและพัทยา กับ Monsoon Index

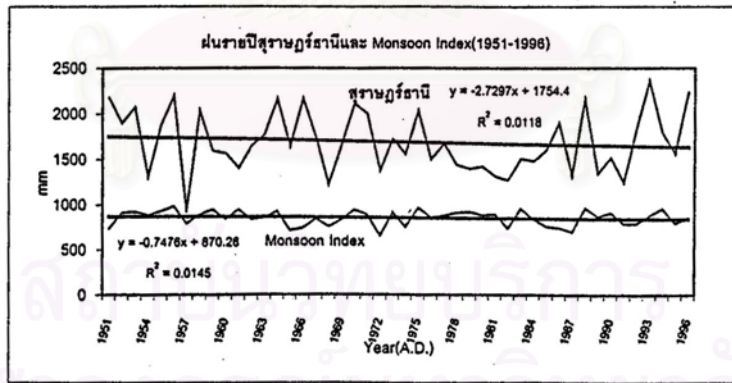
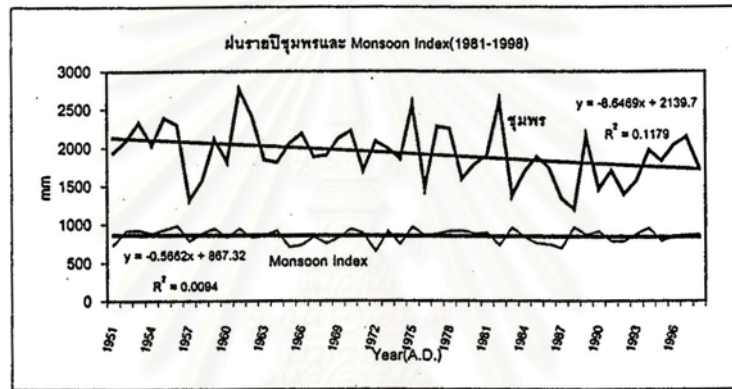
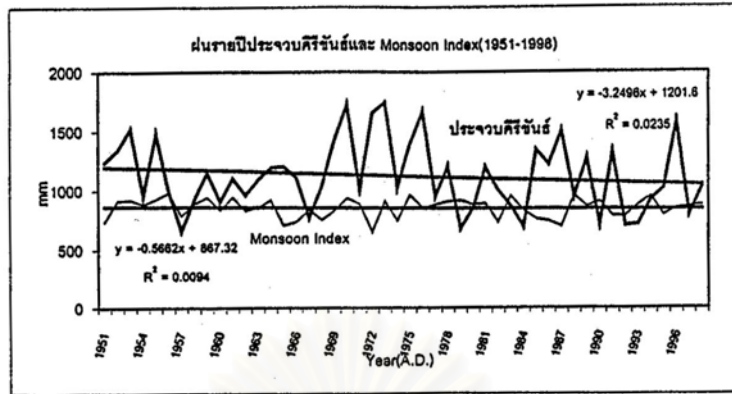


รูปที่ 86 ปริมาณฝนรายปีที่สดหิม ระยองและจันทบุรี กับ Monsoon Index

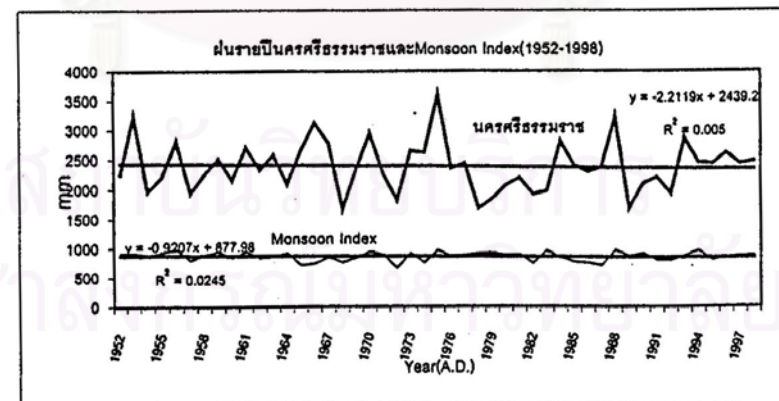
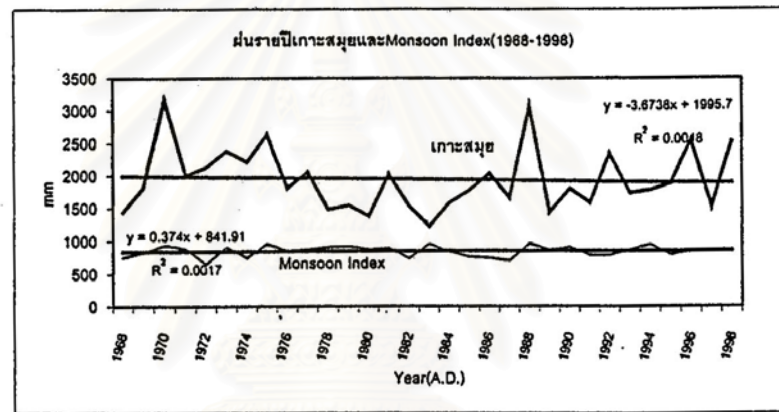
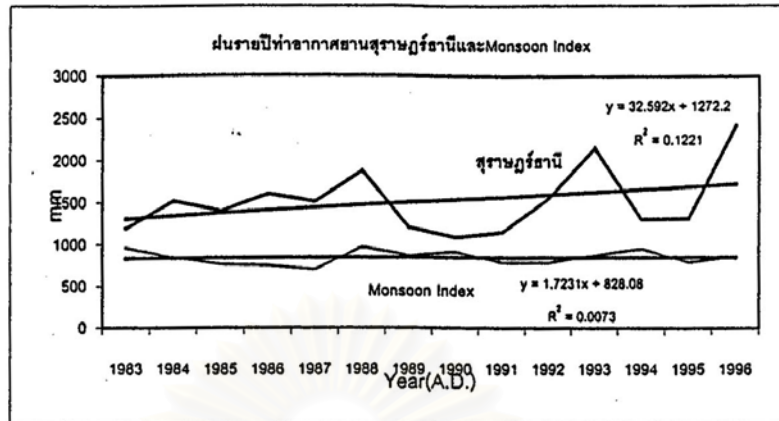


รูปที่ 87 ปริมาณฝนรายปีที่ตราด เพชรบุรีและหัวหิน กับ Monsoon Index

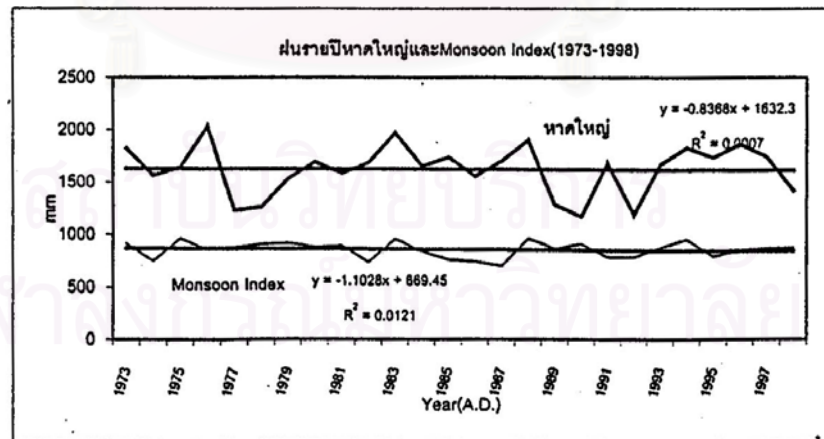
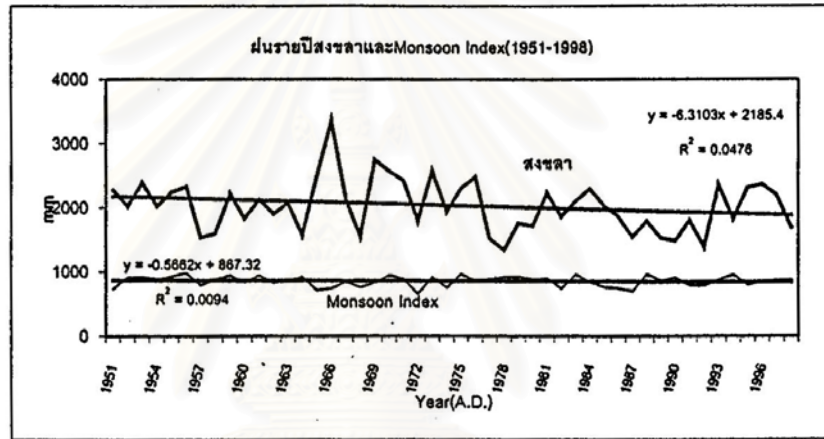
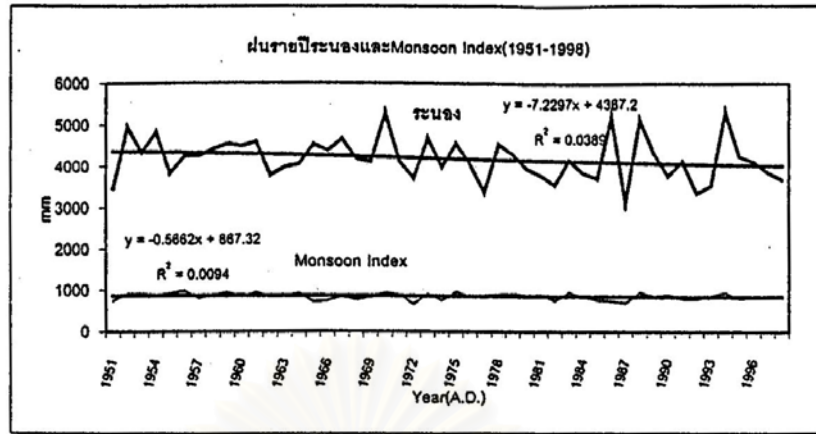




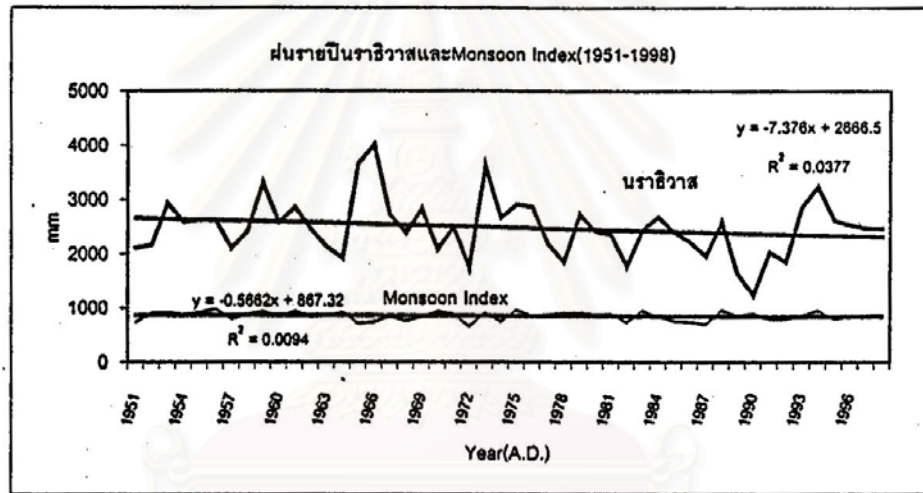
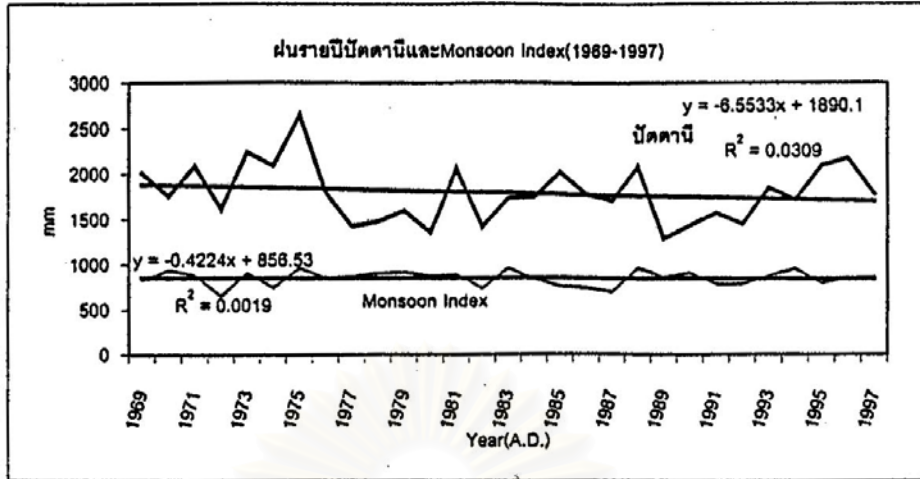
รูปที่ 88 ปริมาณฝนรายปีที่ประจวบคีรีขันธ์ ฤดูมพทและฤทธษฎรฐานี กับ Monsoon Index



รูปที่ 89 ปริมาณฝนรายปีที่ท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี เกาะสมุยและนครศรีธรรมราชกับ Monsoon Index

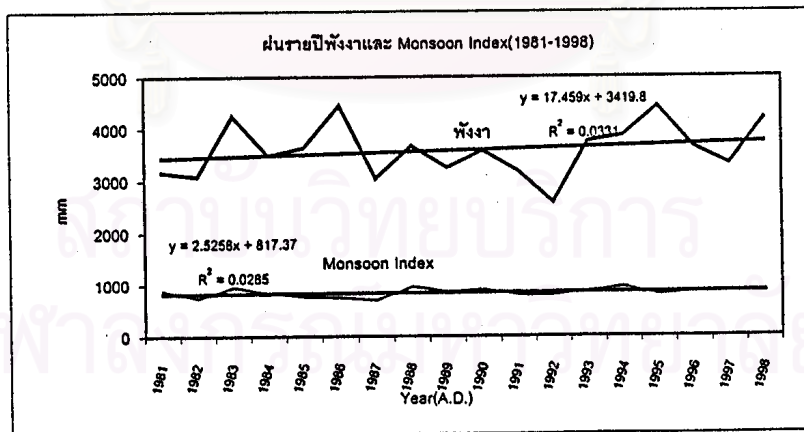
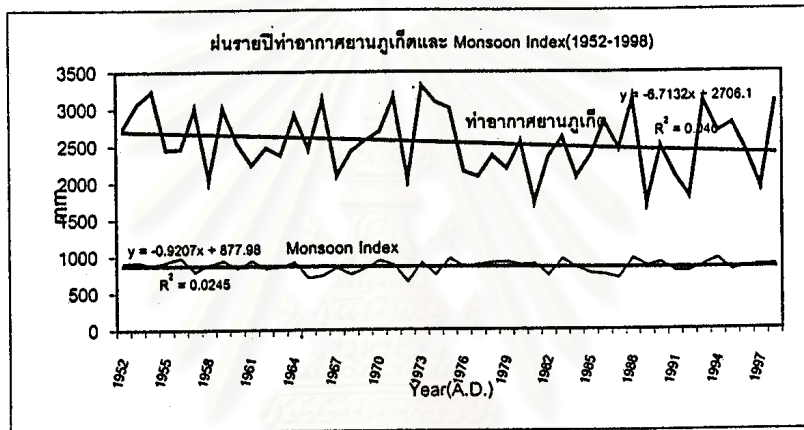
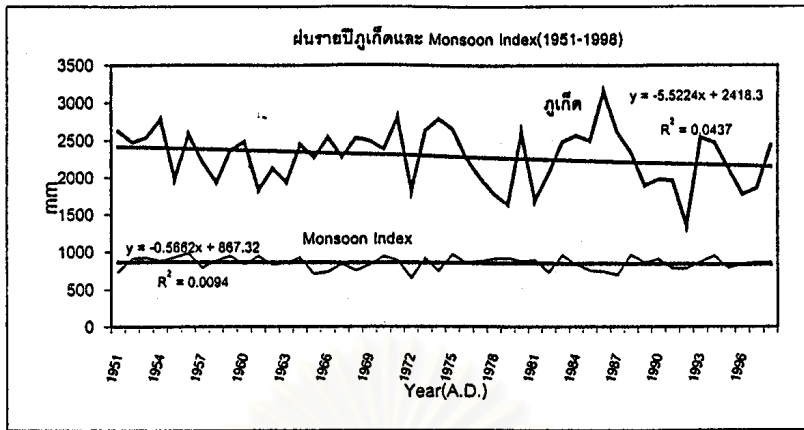


รูปที่ 90 ปริมาณฝนรายปีที่ระนอง สงขลาและหาดใหญ่ กับ Monsoon Index

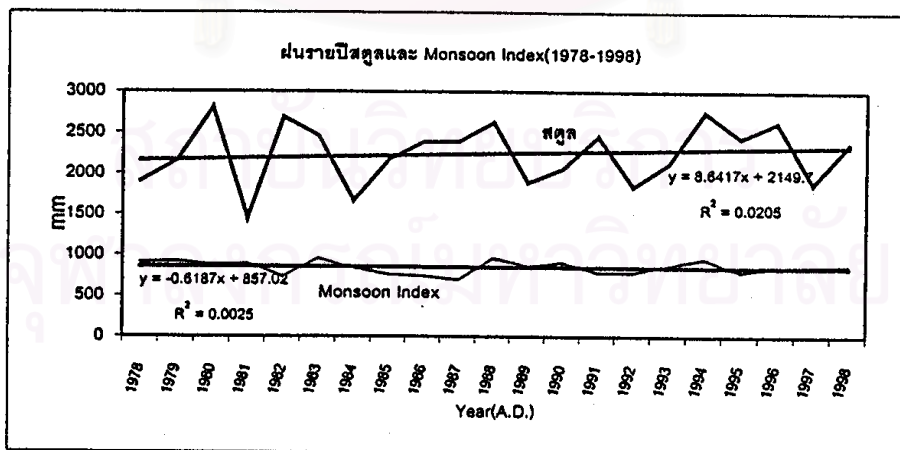
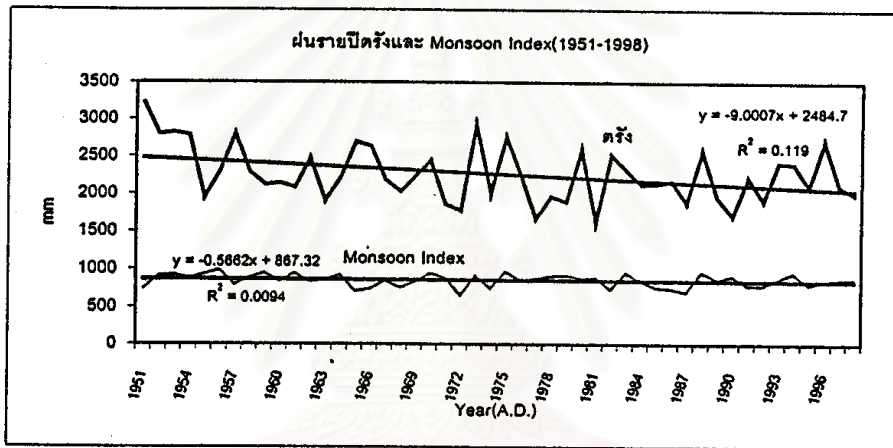
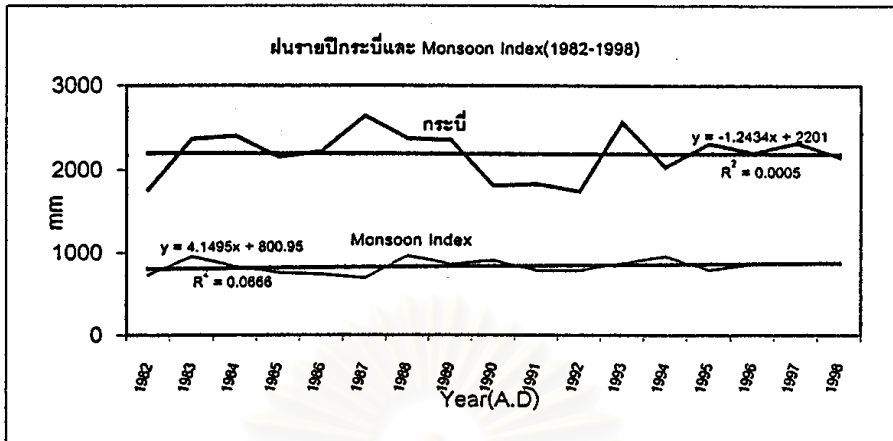


รูปที่ 91 ปริมาณฝนรายปีที่ปัตตานีและนราธิวาส กับ Monsoon Index

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 92 ปริมาณฝนรายปีมมเกิด ท่าอากาศยานมมเกิดและพังกา กับ Monsoon Index



รูปที่ 93 ปริมาณฝนรายปีที่กระบี่ ตรังและสตูล กับ Monsoon Index

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภูเวียง ประคำมินทร์ เกิดวันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ.2504 ที่อำเภอธัญพนม จังหวัดนครพนม สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ในปีการศึกษา 2531 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อพ.ศ.2540 ปัจจุบันรับราชการที่กองพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม กรุงเทพมหานคร



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย