



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาคุณูปกต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลกระทบของเอนโซ่ต่อสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย

Effects of ENSO on Meteorological and Oceanographic Parameters in the Gulf of Thailand

นามผู้วิจัย นายปริญญา หล่อพิทยากร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์นิพนธ์ ตั้งจจรรณ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์วิทย์ ธารชลาณกิจ, ปร.ศ.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ ไชจิสุกร, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา นีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบสืงวี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบของเอนโซ่ต่อสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย

Effects of ENSO on Meteorological and Oceanographic Parameters in the Gulf of Thailand

โดย

นายปริญ หล่อพิทยากร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริณู หล่อพิทยากร 2555: ผลกระทบของเอ็นโซ่ต่อสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทร
ศาสตร์ในอ่าวไทย ปริณูญาปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ศาสตราจารย์นิพนธ์ ตั้งจธรรม, Ph.D. 202 หน้า

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงผลกระทบของเอ็นโซ่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะทาง
อุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทยโดยใช้ข้อมูลดัชนีเอ็นโซ่กับข้อมูลอุณหภูมิอากาศ,
ปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยาบริเวณชายฝั่งในช่วงปี พ.ศ.2540-พ.ศ.2546 จำนวน
9 สถานี รวมถึงข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล, ความเค็มผิวน้ำทะเลรายเดือนที่ได้จากทุ่นสำรวจสมุทร
ศาสตร์บริเวณชายฝั่งในช่วงปีพ.ศ.2540-พ.ศ.2546 จำนวน 8 สถานี จากนั้นทำการหาค่า
ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์ในช่วงปี
เอลนินโญ่ (พ.ศ.2540-พ.ศ.2541) ลานินญา (พ.ศ.2542-พ.ศ.2543) และปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)
พร้อมกันนี้ได้ทำการศึกษารูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลอง Princeton
Ocean Model : POM โดยอาศัยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม, อุณหภูมิผิวน้ำทะเล และความเค็มผิ
น้ำทะเล เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองและตรวจสอบความถูกต้องด้วยการเทียบกับกระแสน้ำที่
ตรวจวัดได้จากทุ่นสมุทรศาสตร์ ผลการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับลักษณะทาง
อุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์ในช่วงปีเอลนินโญ่, ปีลานินญาและปีปกติ พบว่าปรากฏการณ์
เอ็นโซ่ส่งผลกระทบต่อสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ในระดับปานกลางโดยมีค่า
สัมประสิทธิ์การอธิบาย (R^2) ที่ดีที่สุดของดัชนีเอ็นโซ่ที่ใช้ในการพยากรณ์ค่าทางอุตุนิยมวิทยาและ
สมุทรศาสตร์ คือ ค่าดัชนี MEI และ SST (NINO3.4) อยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.8 ทั้งนี้จะต้องมีการเลื่อน
เวลาถอยหลังไปพอสมควร

การศึกษารูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยที่ได้จากแบบจำลองพบว่ามีความ
ถูกต้อง 60% ถึง 70% โดยที่รูปแบบกระแสน้ำในช่วงปีภาวะเอลนินโญ่และปีภาวะลานินญามีความ
คล้ายคลึงกับปีภาวะปกติแต่กระแสน้ำจะมีความแรงมากในปีภาวะเอลนินโญ่และปีภาวะลานินญา
ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลออกจากอ่าวทางด้านตะวันตกและมีลักษณะวงวนใน
บริเวณแหลมคาเมา สำหรับในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำเวียนจากทางด้าน
ตะวันออกและไหลไปทางตะวันตกของอ่าว

ลายมือชื่อนิพนธ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Parin Lopittayakorn 2012: Effects of ENSO on Meteorological and Oceanographic Parameters in the Gulf of Thailand. Doctor of Philosophy (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor: Professor Nipon Tangtham, Ph.D. 202 pages.

The aim of this research is to study the effects of ENSO phenomena on meteorological and oceanographic parameters in the Gulf of Thailand. The study was carried out using the ENSO indices with monthly air temperature, rainfall observed from 9 meteorological stations in coastal area including monthly sea surface temperature and sea surface salinity recorded by 8 oceanographic buoys in coastal region during 1997-2003. The correlation between ENSO indices and the aforementioned parameters in El Nino years (1997-1998), La Nina years (1999-2000) and normal year (2003) was analysed. The circulation patterns in the gulf was also simulated by Princeton Ocean Model : POM. Using wind speed and wind direction, sea surface temperature and sea surface salinity data as inputs. The outputs of circulation patterns were verified by the measured current data from oceanographic buoys. Results indicated a moderate relationship between ENSO indices and meteorological and oceanographic parameters in the El Nino years, La Nina years include normal year with coefficient of determination (R^2) ranging from 0.5 to 0.8 for the most appropriate ENSO indices (MEI and SST(NINO3.4)) in predicting meteorological and oceanographic parameters with some sufficient lag time.

The POM showed corresponding to circulation patterns monitored by buoys about 60% to 70%. Wind-driven circulation patterns in the gulf during El Nino years (1997-1998) and La Nina years (1999-2000) were similar to that during the normal year (2003) but the current speeds were much stronger during the El Nino and La Nina years. During the South West monsoon, water flowed out of the gulf via the western side, the counter-clock wise eddy existed at the tip of Ca Mau peninsula. In the North East monsoon, the current meander from the eastern of the gulf and flowed along the gulf's western coast into the gulf.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งของศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ตั้งจจรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์วิทย์ ธารชลาณกิจ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ โสจิสุกร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพมหานคร ที่อนุเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิอากาศและข้อมูลปริมาณน้ำฝนตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทย รวมถึงสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่อนุเคราะห์ข้อมูลทางสมุทรศาสตร์จากทุนสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา รวมถึงผู้เขียนตำรา เอกสาร บทความต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ อาจารย์จิตราภรณ์ พิภโสภา และนาวาโทวิริยะ เหลืองอร่าม ที่ให้คำแนะนำการใช้แบบจำลองกระแสน้ำเพื่อสำหรับในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์และสำเร็จลงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณ ดร.จตุพล ขงสร, อาจารย์รัชกุล เป็รื่องการ และอาจารย์สุพัตรา ชะมะบุตรณ์ที่ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์มาด้วยดีตลอด

ผู้วิจัยขอขอบคุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แด่พระคุณบิดาที่ล่วงลับ และขอกราบขอบพระคุณมารดา และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้กำลังใจกับผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

ปริญ หล่อพิทยากร

เมษายน 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	37
อุปกรณ์	37
วิธีการ	38
ผลและอภิปรายผล	46
สรุปและข้อเสนอแนะ	156
สรุป	156
ข้อเสนอแนะ	162
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	164
ภาคผนวก	171
ภาคผนวก ก ค่า Standard Deviation และ ค่า Standard Error ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ กับพารามิเตอร์ทางอุณหภูมิตามธรรมชาติและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย โดยพิจารณาแบบตลอดปีกับพิจารณาแบบช่วงภาวะเอ็นโซ่ (ที่สังเกตค่าดัชนีเอ็นโซ่เป็นเกณฑ์บ่งชี้สภาวะ)	172
ภาคผนวก ข ค่า Standard Deviation และ ค่า Standard Error (ค่าที่ได้ได้จากกราฟ ดังภาพที่ 18-21)ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับพารามิเตอร์ทางอุณหภูมิตามธรรมชาติและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทยในช่วงตลอดปีพ.ศ.2540-พ.ศ.2546	197
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	202

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปีที่เกิดปรากฏการณ์ ENSO ตั้งแต่ พ.ศ. 2530 – 2545	10
2	ดัชนีของ SOI (Southern Oscillation Index) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003	15
3	ดัชนีของ MEI (Multivariate ENSO Index) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003	15
4	ดัชนีของ SST (SST Index NINO1.2) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003	16
5	ดัชนีของ SST (SST Index NINO3) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003	16
6	ดัชนีของ SST (SST Index NINO4) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003	17
7	ดัชนีของ SST (SST Index NINO3.4) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003	17
8	ตำแหน่งสถานีชายฝั่งทะเลเพื่อใช้ศึกษาข้อมูลอุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน	43
9	ตำแหน่งท่่นสำรวจสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย	43
10	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่(พ.ศ.2540)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	66
11	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่(พ.ศ.2541)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	68
12	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา(พ.ศ.2542)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	70
13	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา(พ.ศ.2543)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	72
14	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่(พ.ศ.2540)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	84
15	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่(พ.ศ.2541)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	86
16	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา(พ.ศ.2542)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	88
17	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา(พ.ศ.2543)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	90
18	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่(พ.ศ.2540)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	101

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่(พ.ศ.2541)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	102
20	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา(พ.ศ.2542)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	104
21	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา(พ.ศ.2543)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	105
22	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่(พ.ศ.2540)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	115
23	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่(พ.ศ.2541)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	116
24	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา(พ.ศ.2542)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	118
25	อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา(พ.ศ.2543)กับปีภาวะปกติ(พ.ศ.2546)	119
26	ทิศทางกระแสน้ำสุทธิต่อ(องศา)ที่ได้จาก100จุดของบริเวณอ่าวไทยจากแบบจำลองกระแสน้ำ	153
27	ความเร็วกระแสน้ำสุทธิ(cm/sec)ที่ได้จาก100จุดของบริเวณอ่าวไทยจากแบบจำลองกระแสน้ำ	153
28	ค่าทางสถิติ t-test ของค่าทิศทางกระแสน้ำสุทธิที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างปี ภาวะเอลนินโญ่กับปีภาวะปกติและปีภาวะลานินญากับปีภาวะปกติ	154
29	ค่าทางสถิติ t-test ของค่าความเร็วกระแสน้ำสุทธิที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างปีภาวะเอลนินโญ่กับปีภาวะปกติและปีภาวะลานินญากับปีภาวะปกติ	154
ตารางผนวกที่		
ก1	ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนีSOIกับอุณหภูมิอากาศ	173
ก2	ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนีMEIกับอุณหภูมิอากาศ	174

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก3 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO1.2 กับอุณหภูมิอากาศ	175
ก4 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3 กับอุณหภูมิอากาศ	176
ก5 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO4 กับอุณหภูมิอากาศ	177
ก6 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3.4 กับอุณหภูมิอากาศ	178
ก7 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี SOI กับปริมาณฝน	179
ก8 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี MEI กับปริมาณฝน	180
ก9 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO1.2 กับปริมาณฝน	181
ก10 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3 กับปริมาณฝน	182
ก11 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO4 กับปริมาณฝน	183
ก12 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3.4 กับปริมาณฝน	184
ก13 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี SOI กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล	185
ก14 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี MEI กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล	186
ก15 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO1.2 กับอุณหภูมิ ผิวน้ำทะเล	187
ก16 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3 กับอุณหภูมิ ผิวน้ำทะเล	188
ก17 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO4 กับอุณหภูมิ ผิวน้ำทะเล	189
ก18 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3.4 กับอุณหภูมิ ผิวน้ำทะเล	190
ก19 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี SOI กับความเค็มผิวน้ำทะเล	191
ก20 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี MEI กับความเค็มผิวน้ำทะเล	192
ก21 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO1.2 กับความเค็ม ผิวน้ำทะเล	193
ก22 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3 กับความเค็ม ผิวน้ำทะเล	194

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก23	ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO4 กับความเค็ม ผิวน้ำทะเล	195
ก24	ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3.4 กับความเค็ม ผิวน้ำทะเล	196
ข1	ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี ENSO กับอุณหภูมิอากาศ ในปี พ.ศ.2540-2546 ที่ได้จากกราฟ ดังภาพที่ 18	198
ข2	ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี ENSO กับปริมาณฝนใน ปี พ.ศ.2540-2546 ที่ได้จากกราฟ ดังภาพที่ 19	199
ข3	ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี ENSO กับอุณหภูมิ ผิวน้ำทะเลในปี พ.ศ.2540-2546 ที่ได้จากกราฟ ดังภาพที่ 20	200
ข4	ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี ENSO กับความเค็ม ผิวน้ำทะเลในปี พ.ศ.2540-2546 ที่ได้จากกราฟ ดังภาพที่ 21	201

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
2 สภาวะปกติของระบบมหาสมุทรและระบบบรรยากาศในบริเวณเขตร้อนเขตร้อน ของมหาสมุทรแปซิฟิกและสภาวะปรากฏการณ์ El Nino ในบริเวณเขตร้อน ของมหาสมุทรแปซิฟิก	7
3 สภาวะปกติของระบบมหาสมุทรและระบบบรรยากาศในบริเวณเขตร้อนเขตร้อน ของมหาสมุทรแปซิฟิกและสภาวะปรากฏการณ์ El Nino ในบริเวณเขตร้อน ของมหาสมุทรแปซิฟิก	8
4 สภาวะของปรากฏการณ์ ENSO	9
5 วิธีการตรวจสอบและการเฝ้าติดตามปรากฏการณ์ ENSO	10
6 บริเวณเกาะตาฮีตี (Tahiti, Society Island) และเมืองดาร์วิน (Darwin) ประเทศ ออสเตรเลีย ที่ใช้ในการคำนวณค่า SOI	13
7 การคำนวณค่า SOI จากค่าความแตกต่างของความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเล ของเกาะตาฮีตีและเมืองดาร์วิน	13
8 ตำแหน่งของสถานีตรวจวัดอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก	18
9 ระบบพิกัดซิกมา (The sigma coordinate system)	27
10 ตำแหน่งสถานีชายฝั่งทะเลเพื่อใช้ศึกษาข้อมูลอุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน	44
11 ตำแหน่งศูนย์สำรวจสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย	45
12 ค่าผันผวนของค่าทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย เทียบกับดัชนี SOI	51
13 ค่าผันผวนของค่าทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย เทียบกับดัชนี MEI	52
14 ค่าผันผวนของค่าอุณหภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4)	53
15 ค่าผันผวนของค่าปริมาณฝนบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4)	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
16 ค่าผันผวนของค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4)	55
17 ค่าผันผวนของค่าความเค็มผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4)	56
18 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ที่ดีที่สุดที่ดัชนี ENSO มีผลกับอุณหภูมิอากาศชายฝั่งอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546	59
19 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ที่ดีที่สุดที่ดัชนี ENSO มีผลกับปริมาณฝนชายฝั่งอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546	60
20 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ที่ดีที่ดัชนี ENSO มีผลกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลชายฝั่งอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546	61
21 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ที่ดีที่ดัชนี ENSO มีผลกับความเค็มผิวน้ำทะเลชายฝั่งอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546	62
22 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2540)	74
23 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2541)	75
24 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะลานินญ่ารุนแรง (พ.ศ.2542)	76
25 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะลานินญ่ารุนแรง (พ.ศ.2543)	77
26 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)	78
27 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝนในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2540)	93
28 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝนในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2541)	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝนในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2542)	95
30	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝนในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2543)	96
31	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝนในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)	97
32	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2540)	107
33	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2541)	108
34	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2542)	109
35	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2543)	110
36	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)	111
37	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2540)	121
38	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2541)	122
39	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2542)	123
40	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2543)	124
41	ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)	125

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
42	ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมกราฟเฟอร์	128
43	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทუნสมุทรศาสตร์	129
44	ผลการตรวจสอบความถูกต้องของความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับทუნสมุทรศาสตร์	130
45	ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทุนสมุทรศาสตร์ในแนวตะวันออก-ตะวันตก	131
46	ผลการตรวจสอบความถูกต้องของทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับทุนสมุทรศาสตร์ในแนวตะวันออก-ตะวันตก	132
47	ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทุนสมุทรศาสตร์ในแนวเหนือ-ใต้	133
48	ผลการตรวจสอบความถูกต้องของทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับทุนสมุทรศาสตร์ในแนวเหนือ-ใต้	134
49	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2540 (มกราคม-มิถุนายน)	140
50	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2540 (กรกฎาคม-ธันวาคม)	141
51	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2541 (มกราคม-มิถุนายน)	142
52	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2541 (กรกฎาคม-ธันวาคม)	143
53	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2542 (มกราคม-มิถุนายน)	147
54	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2542 (กรกฎาคม-ธันวาคม)	148
55	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2543 (มกราคม-มิถุนายน)	149
56	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2543 (กรกฎาคม-ธันวาคม)	150
57	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2546 (มกราคม-มิถุนายน)	151
58	การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2546 (กรกฎาคม-ธันวาคม)	152

ผลกระทบของเอนโซ่ต่อสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย

Effects of ENSO on Meteorological and Oceanographic Parameters in the Gulf of Thailand

คำนำ

อ่าวไทยเป็นอ่าวกึ่งปิดที่อยู่ระหว่างมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิก รวมถึงอ่าวไทยจัดอยู่ในเขตร้อนของโลกและยังเป็นเขตที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมคร่าวละ 6 เดือน คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งลมมรสุมทั้งสองนี้จะส่งผลถึงปริมาณฝนและอุณหภูมิของอากาศ นอกจากลมมรสุมที่พัดผ่านอ่าวไทยที่ส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศและปริมาณฝนแล้วยังส่งผลต่อสภาพทางสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทยด้วย กล่าวคืออุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยและการไหลเวียนของกระแสน้ำ รวมถึงค่าความเค็มในอ่าวไทยด้วย เนื่องจากอ่าวไทยเป็นอ่าวกึ่งปิดรวมถึงเป็นทะเลชายฝั่งด้วย ซึ่งประชาชนส่วนใหญ่ที่อยู่ในบริเวณชายฝั่งนั้นจะทำอาชีพการประมงเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและสภาพทางสมุทรศาสตร์จะเป็นสิ่งสำคัญและมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมทางทะเลและการดำรงชีวิตของชาวประมงที่อาศัยอยู่ในบริเวณชายฝั่งเป็นอย่างมาก รวมถึงสัตว์น้ำในทะเลและชายฝั่งด้วย ถ้าสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพการณ์ปกติที่เราเรียกว่าปรากฏการณ์เอนโซ่ ซึ่งปรากฏการณ์เอนโซ่นี้จะส่งผลถึงสภาพของทิศทางลมที่พัดกลับทิศทางเดิม ปริมาณฝนในพื้นที่ที่เคยมีฝนตกชุกก็จะแห้งแล้ง อุณหภูมิของอากาศที่เคยอบอุ่นก็จะหนาวเย็น เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่จะส่งผลต่อสภาพทางสมุทรศาสตร์ กล่าวคือ ทิศทางกระแสน้ำจะเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะเปลี่ยนแปลงจากปกติซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำรวมถึงสภาพความเป็นอยู่ของประชาชนในแถบทะเลชายฝั่งด้วย และในปัจจุบันนี้โลกเราประสบกับปัญหาโลกร้อนซึ่งเป็นผลทำให้สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้จะเสมือนทำให้ปรากฏการณ์เอนโซ่มีความรุนแรงยิ่งขึ้นและเกิดในช่วงเวลาที่ถี่ขึ้น สิ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่งมากขึ้น

ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการประเมินอิทธิพลของเอนโซ่ต่อลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์โดยทำการศึกษาในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และ ลานินญ่า รวมถึงในช่วงที่อยู่ในภาวะการณ์ปกติด้วย โดยใช้ข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1997- ค.ศ. 2003 (พ.ศ. 2540 -

พ.ศ. 2546) เนื่องจากเป็นช่วงที่มีข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลลมที่ต้องใช้ในแบบจำลองกระแสน้ำ การศึกษาในครั้งนี้จะทำการศึกษาจากข้อมูลอุณหภูมิกาศ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล และค่าความเค็มที่ผิวน้ำทะเล ปริมาณฝนตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทย รวมถึงทิศทางการไหลเวียนกระแสน้ำที่เกิดจากลมโดยใช้แบบจำลองกระแสน้ำ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน เพื่อที่จะใช้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ในแต่ละพารามิเตอร์เมื่อเทียบกับค่าดัชนีของ SOI (Southern Oscillation Index), MEI (Multivariate ENSO Index) และ SST (Sea Surface Temperature Index) ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้จะสามารถบอกได้ว่าถ้าจะพิจารณาถึงอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซ่บริเวณอ่าวไทยควรที่จะใช้ค่าดัชนีใดเป็นเกณฑ์ และค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีเอนโซ่กับแต่ละพารามิเตอร์จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงอิทธิพลของเอนโซ่ในบริเวณอ่าวไทยได้ชัดเจนยิ่งขึ้นรวมถึงการอธิบายปรากฏการณ์เอนโซ่ในอ่าวไทยได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาแนวโน้มของผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางทะเลในอ่าวไทยในอนาคตได้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาที่ประกอบด้วยอุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน ตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทยและลักษณะสมุทรศาสตร์ที่ประกอบด้วย อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ความเค็มผิวน้ำทะเล และรูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยอ่าวไทยในช่วงสภาวะเอนโซ
2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา (อุณหภูมิอากาศและปริมาณฝนชายฝั่ง) ของอ่าวไทยและลักษณะทางสมุทรศาสตร์ (อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเล) ตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทยกับค่าดัชนีของเอนโซที่ประกอบด้วยดัชนีของ SOI MEI และ SST
3. ประเมินอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซ (เอลนีโญและลานีญา) ที่มีผลต่อลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา (อุณหภูมิอากาศและปริมาณฝน) ชายฝั่งของอ่าวไทย และสมุทรศาสตร์ (อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเล) ตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทย

สมมุติฐาน

ปรากฏการณ์เอนโซมีอิทธิพลต่อสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย

ขอบเขตการศึกษา

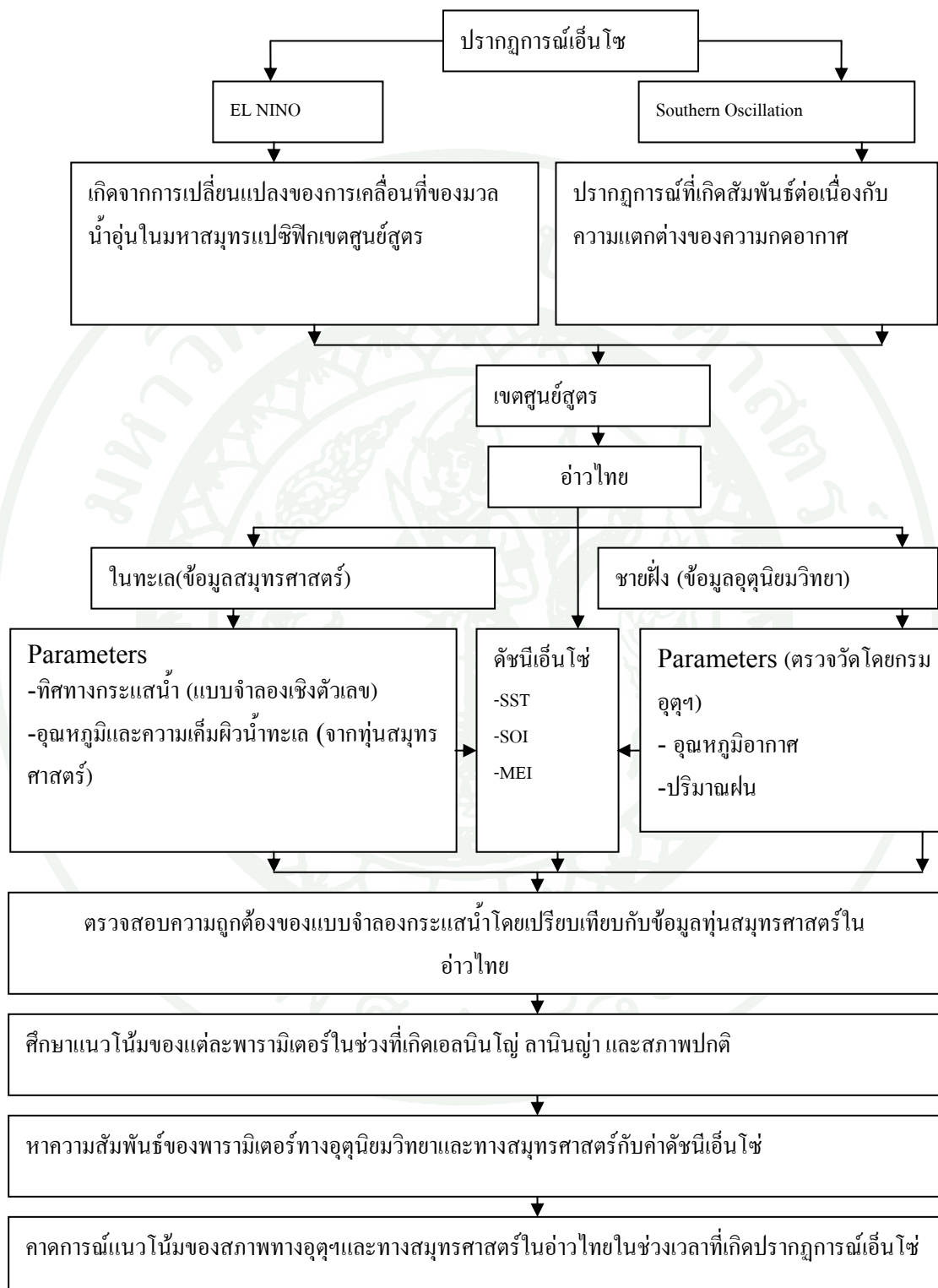
1. ศึกษาค่าปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย (ตำแหน่งที่ใกล้ทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลปริมาณฝนในทะเล) โดยนำค่าปริมาณน้ำฝนและค่าอุณหภูมิอากาศมาทำการเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี ค.ศ.1997- ค.ศ. 2003
2. ศึกษาถึงค่าอุณหภูมิและค่าความเค็มที่ผิวน้ำทะเลที่ระดับความลึก 3.5 เมตร ที่ได้จากทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ โดยนำค่าที่ได้ทุก 6 ชั่วโมง มาทำการเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี ค.ศ.1997-ค.ศ.2003
3. ศึกษารูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยที่ได้จากแบบจำลองกระแสน้ำ (Princeton Ocean Model) โดยเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี ค.ศ.1997 – ปีค.ศ. 2003 (พ.ศ.2540 – พ.ศ. 2546)

4. อธิบายรูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำรวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ในแต่ละพารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน ค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล และค่าความเค็มที่ผิวน้ำทะเล โดยใช้หลักการวิเคราะห์ทางสถิติทดสอบสหสัมพันธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงความสัมพันธ์ของค่า อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ค่าความเค็มที่ผิวน้ำทะเล ตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทยในช่วงของปรากฏการณ์เอนโซ
2. ได้ทราบถึงรูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำที่เกิดจากลมที่ผิวน้ำในอ่าวไทยในช่วงปรากฏการณ์เอนโซ
3. เพื่อที่จะได้ทราบถึงอิทธิพลของเอนโซในบริเวณอ่าวไทยได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาแนวโน้มของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ บริเวณอ่าวไทยในอนาคตและสามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับคำดัชนีของเอนโซที่เหมาะสมกับการศึกษาปรากฏการณ์เอนโซในอ่าวไทย

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การตรวจเอกสาร

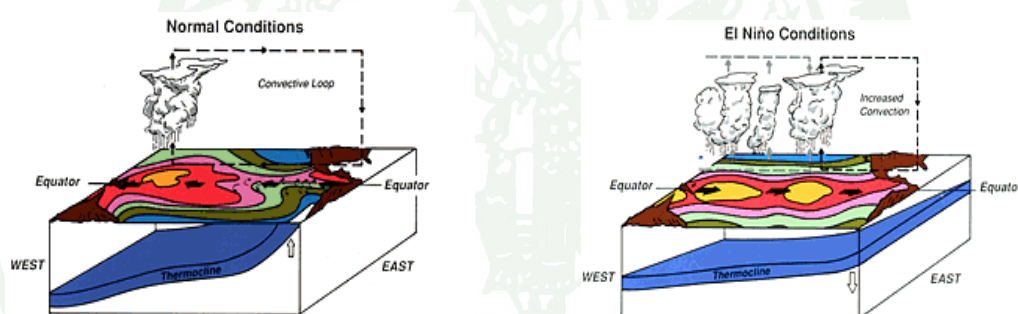
ทฤษฎี

ปรากฏการณ์เอนโซ่เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากสภาพทางอุณหภูมิตามฤดูกาลและสภาพทางสมุทรศาสตร์มีสภาพที่ผิดปกติไปจากเดิมซึ่งพารามิเตอร์ที่สำคัญทางด้านอุณหภูมิตามฤดูกาลที่เป็นตัวบ่งชี้ที่เป็นผลเนื่องมาจากการเกิดปรากฏการณ์เอนโซ่มีดังนี้ ความเร็วและทิศทางลม อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศ ปริมาณฝน ซึ่งปัจจัยทางอุณหภูมิตามฤดูกาลนี้ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงก็จะส่งผลทำให้สภาพทางสมุทรศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงด้วย ซึ่งพารามิเตอร์ที่สำคัญทางสมุทรศาสตร์ที่เป็นผลเนื่องมาจากปรากฏการณ์เอนโซ่มีดังนี้ กระแสน้ำที่ผิวน้ำทะเลซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากทิศทางลมที่เปลี่ยนไปซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในทะเลเปิดหรือมหาสมุทร อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่เป็นผลมาจากอุณหภูมิอากาศ รวมถึงค่าความเค็มที่ส่งผลมาจากปริมาณฝน ซึ่งปริมาณฝนเป็นผลสืบเนื่องมาจากความกดอากาศซึ่งส่งผลต่อสภาพความเค็มที่ผิวน้ำทะเล ปัจจัยเหล่านี้จะเห็นได้ชัดในบริเวณอ่าวหรือบริเวณที่มีน้ำท่าไหลลงสู่ทะเลโดยเฉพาะอ่าวไทยที่เป็นพื้นที่รองรับน้ำท่าที่ไหลลงสู่อ่าวไทยตลอดเวลา จะเห็นได้ว่าปรากฏการณ์เอนโซ่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพอุณหภูมิตามฤดูกาลและทางสมุทรศาสตร์อย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งทฤษฎีเกี่ยวกับปรากฏการณ์เอนโซ่ที่สำคัญมีดังนี้

1. ทฤษฎีของปรากฏการณ์เอนโซ่

1.1 ปรากฏการณ์ ENSO (El Nino and Southern Oscillation) ปรากฏการณ์ ENSO เป็นการรวมกันของการเปลี่ยนแปลงระหว่างระบบมหาสมุทรจากปรากฏการณ์ El Nino และการผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ที่เรียกว่า Southern Oscillation ซึ่งปรากฏการณ์ El Nino เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนที่ของมวลน้ำอุ่นในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร โดยอิทธิพลจากความแตกต่างของความกดอากาศต่ำในบริเวณตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกกับความกดอากาศสูงในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ เมื่อความแตกต่างของความกดอากาศทั้ง 2 บริเวณนี้ลดลง ทำให้ลมสินค้าที่พัดอยู่ประจำในบริเวณระหว่างแถบศูนย์สูตรและที่ละติจูด 30 องศาใต้ คือ ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ (Glantz, 1984) ซึ่งปกติจะพัดจากตะวันออกไปทางตะวันตกและเกิดเป็นประจำในช่วงปลายเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี แต่เมื่อเกิดปรากฏการณ์ El Nino ลมสินค้าจะอ่อนกำลังลงหรือพัดกลับทิศในทิศตรงกันข้ามก่อให้เกิดคลื่นมหาสมุทรได้ผิวน้ำพัดพาเอามวลน้ำอุ่นไปในทิศ ทางที่สวนกลับทิศทางเดิม มวลน้ำอุ่นบริเวณแปซิฟิกตะวันตกเคลื่อนไปแทนที่มวลน้ำอุ่นทางแปซิฟิกตะวันออกทำให้บริเวณนี้เกิดการจมตัวลงของชั้น

Thermocline และเมื่อเกิดการไหลเวียนเข้าสู่ชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ ทำให้อุณหภูมิน้ำอุ่นรวมกับผิวหน้าน้ำทะเลเดิม ผิวหน้าน้ำทะเลบริเวณนี้จะอุ่นขึ้นและมวลน้ำอุ่นนี้จะแผ่ขยายออกไปถึงตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร ทำให้ผิวหน้าน้ำทะเลทางตะวันออกถึงตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรอุ่นขึ้นกว่าปกติและยังทำให้กระบวนการ Upwelling (การที่น้ำทะเลลึกและเย็นซึ่งมีสารอาหารที่ละลายอยู่มากผุดขึ้นมาที่ระดับใกล้ผิวน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล) เกิดขึ้นน้อยกว่าปกติ ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำมีปริมาณลดลง (สุรตดา, 2549) และการเกิด ปรากฏการณ์ El Niño นี้ยังส่งผลให้สภาพภูมิอากาศของชายฝั่งทั้ง 2 ด้านของมหาสมุทรแปซิฟิกด้านอินโดนีเซียและออสเตรเลียมีสภาพอากาศที่แห้งแล้งในขณะที่ทางด้านเปรูและเอกวาดอร์นั้นมียน้ำท่วม ปรากฏการณ์ El Niño ทำให้เกิดสภาพอากาศที่ผิดปกติ โดยบางครั้งทำให้เกิดฝนตกที่ชายฝั่งที่เป็นทะเลทรายของแอฟริกาใต้ ซึ่งปีที่ไม่มีเกิดปรากฏการณ์นี้ฝนจะไม่ตก ปรากฏการณ์ ENSO จะเกิดโดยเฉลี่ย 1 ครั้งในรอบ 2-7 ปีและระยะเวลาในการเกิดจะนานถึง 12 -18 เดือน

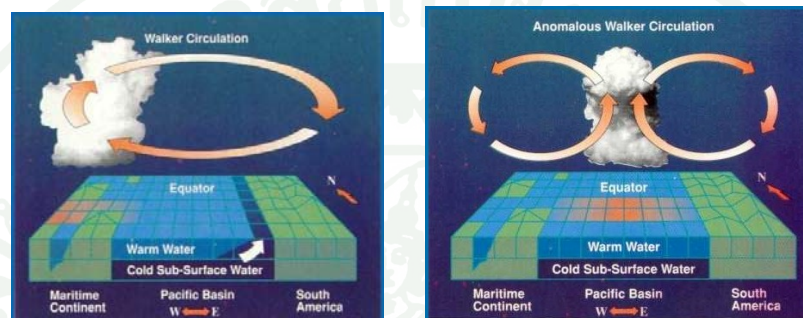


ภาพที่ 2 สภาพปกติของระบบมหาสมุทรและระบบบรรยากาศในบริเวณเขตศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิกและสถานะปรากฏการณ์ El Niño ในบริเวณศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2546)

ส่วนการผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดสัมพันธ์ต่อเนื่องกับความแตกต่างของความกดอากาศ บริเวณความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนแถบแปซิฟิกใต้ (South Pacific Subtropical High) และบริเวณความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตรบริเวณประเทศอินโดนีเซีย (Indonesian Equatorial Low) จะเกิดการหมุนเวียนของอากาศจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำระหว่างมหาสมุทรทั้งสอง (Quinn *et al.*, 1978

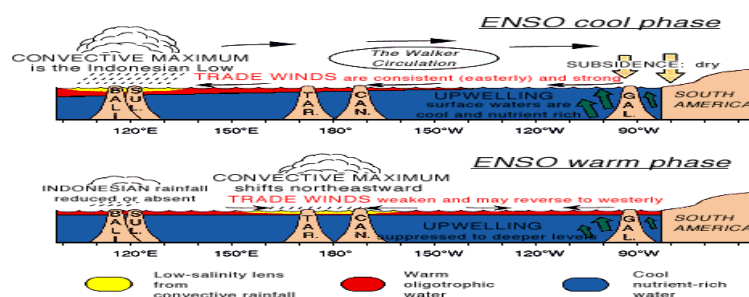
อ้างอิงใน ภูเวียง, 2543) มีการกำหนดเป็นค่าดัชนีที่แสดงถึงความผันผวนของระบบอากาศในซีกโลกใต้หรือเรียกว่า Southern Oscillation Index (SOI) ทั้งนี้จะคำนวณค่าดัชนีนี้จากความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างเมืองดาร์วิน(Darwin) ประเทศออสเตรเลีย ที่พิกัด $12^{\circ} 26'$ ใต้ $130^{\circ} 52'$ ตะวันออก เป็นตัวแทนความกดอากาศของมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันตกและความกดอากาศที่เกาะตาฮีตี (Tahiti, Society Island) ที่พิกัด $10^{\circ} 33'$ ใต้ $149^{\circ} 20'$ ตะวันออก ในมหาสมุทรแปซิฟิกฝั่งตะวันออก โดย Sir. Gilbert Walker เมื่อปี ค.ศ. 1920 (บุญธรรม, 2542)



ภาพที่ 3 สภาวะปกติของระบบมหาสมุทรและระบบบรรยากาศในบริเวณเขตศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิกและสภาวะปรากฏการณ์ El Nino ในบริเวณศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก

ที่มา: NASA and NSIPP (n.d.)

ปรากฏการณ์ ENSO จะมี 2 สภาวะคืออุณหภูมิที่ผิวหน้าน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรมีค่าสูงกว่าปกติจากปรากฏการณ์ El nino เรียกว่า Warm phase และต่ำกว่าค่าปกติจากปรากฏการณ์ La nina เรียกว่า Cool phase ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 สภาวะของปรากฏการณ์ ENSO

ที่มา: National Academy of Sciences (2011)

1.2 อิทธิพลและผลกระทบของปรากฏการณ์ ENSO แม้ว่าปรากฏการณ์ ENSO จะเกิดขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรแต่ยังส่งผลกระทบต่อระบบมหาสมุทรและบรรยากาศทั่วโลกและครอบคลุมบริเวณกว้าง เช่น อุณหภูมิน้ำทะเลสูงขึ้นและเกิดสภาวะแห้งแล้งในบางพื้นที่แต่ในบางพื้นที่จะได้รับความชุ่มชื้นมากเกินไปทำให้เกิดฝนตกหนักก่อให้เกิดเป็นอุทกภัยได้นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดความผันผวนของระบบภูมิอากาศและการเกิด 1 ครั้งจะส่งผลกระทบต่อเป็นระยะเวลาประมาณ 12-18 เดือนมีผลให้เกิดความผิดปกติต่อฤดูกาล เนื่องจากปรากฏการณ์ ENSO เป็น Air-Sea Interaction ดังนั้นบริเวณชายฝั่งจึงเป็นบริเวณที่จะได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ ENSO มากกว่าบริเวณอื่น ๆ นอกจากนี้บริเวณชายฝั่งประเทศไทยยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมทั้ง 2 ฤดู คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งผลกระทบจากปรากฏการณ์ ENSO สำหรับประเทศไทยพบว่าในปี พ.ศ. 2541-2542 ทำให้สภาพลมฟ้าอากาศและค่าอุณหภูมิต่ำผิดปกติไป เช่น ความเร็วลม ความกดอากาศ การเกิดลมมรสุม ปริมาณฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ทั้งยังพบว่ามีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรแนวชายฝั่ง เช่น พื้นที่ป่าธรรมชาติ ป่าชายเลนและการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอีกด้วย

ขนาดและความรุนแรงของการเกิดปรากฏการณ์นี้แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ อ่อน ปานกลางและรุนแรง ตั้งแต่ พ.ศ. 2530 – 2545 มีปรากฏการณ์ ENSO เกิดขึ้น 3 ครั้ง ดังตารางที่ 1

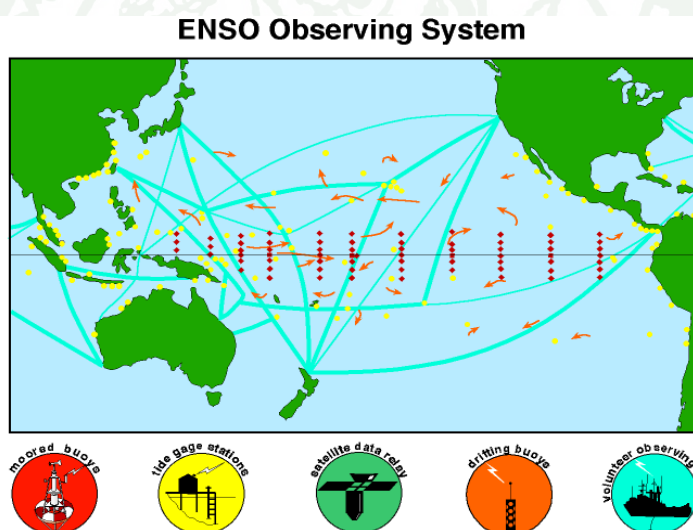
ตารางที่ 1 ปีที่เกิดปรากฏการณ์ ENSO ตั้งแต่ พ.ศ. 2530 – 2545

ปรากฏการณ์ ENSO		ปี พ.ศ. ที่เกิดปรากฏการณ์ ENSO		
El nino	2529-2530	2534-2535	2537-2538	2540-2541
La nina	2531-2532	2538 -2539	2541-2542	

หมายเหตุ ปี พ.ศ. 2525-2526 และพ.ศ. 2540-2541 เป็นปรากฏการณ์ที่มีความรุนแรงมาก

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2546)

1.3 วิธีการตรวจสอบและการเฝ้าติดตามปรากฏการณ์ ENSO



ภาพที่ 5 วิธีการตรวจสอบและการเฝ้าติดตามปรากฏการณ์ ENSO

ที่มา: National Ocean Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S.
Department of Commerce, USA.gov (2007)

1.3.1 ใช้ดาวเทียมตรวจสอบสภาพอากาศ - สามารถใช้ดาวเทียมเพื่อสำรวจสภาพอากาศต่างๆ อาทิ เช่น ความกดอากาศ การรวมตัวของกลุ่มเมฆและอื่นๆ และระบบการตรวจวัดเพื่อการวิจัยนี้ปัจจุบันได้เข้าสู่ระบบการตรวจวัดภูมิอากาศทางภาคปฏิบัติแล้วแบบจำลองระหว่าง

บรรยากาศและมหาสมุทรของโลกได้ใช้ข้อมูลจากระบบการตรวจวัดภูมิอากาศนี้ป้อนเข้าไปในแบบจำลองเพื่อทำการพยากรณ์ การเกิดปรากฏการณ์ ENSO ซึ่งผลที่ได้จะมีความเชื่อถือได้

1.3.2 วางทุ่นลอยในมหาสมุทร - เป็นการวางทุ่นลอยในมหาสมุทรจากนั้นจะมีการเก็บค่าต่างๆ จากทุ่น เช่น อุณหภูมิผิวน้ำ น้ำทะเลหรือที่ระดับลึกลง ซึ่งแล้วแต่ชนิดและขอบเขตการตรวจสอบของทุ่น ทุ่นที่วางไว้จะแบ่งออกเป็น ดาวเทียมทุ่นลอยที่อยู่กับที่และทุ่นลอยที่เคลื่อนที่

1.3.3 การรับรายงานจากเรือที่แล่นผ่านมหาสมุทรแปซิฟิก - สามารถรับรายงานจากเรือได้ เนื่องจากได้มีข้อตกลงกันว่า ถ้ามีเรือแล่นผ่านในตำแหน่งที่กำหนดไว้หรือแล่นผ่านบริเวณที่มีการวางทุ่นเรือจะ ต้องทำการรับข้อมูลและรายงานกลับมาที่ฝั่งหรือจะเป็นการตรวจวัดจากที่เรือเอง เช่น ระดับน้ำทะเล อุณหภูมิที่หลายๆ ระดับ เป็นต้น

1.3.4 ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเล เป็นการตรวจสอบได้อีกวิธี เนื่องจากสามารถบอกได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำที่เกิดจากความผิดปกติและอุณหภูมิที่ผิดปกติ

1.3.5 การคาดการณ์ล่วงหน้า จะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งปัจจุบันมีหลายหน่วยงานที่ทำการคาดการณ์การเกิดปรากฏการณ์ ENSO เช่น ศูนย์พยากรณ์ภูมิอากาศประเทศสหรัฐอเมริกาหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

1.4 คำดัชนี

คำดัชนี SOI - SOI (Southern Oscillation Index) นักอุตุนิยมวิทยาทั่วโลกได้มีการตกลงกันให้มีการใช้ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลที่เกาะตาฮีตี (กลางมหาสมุทรแปซิฟิก) เป็นตัวแทนของระบบความกดอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกได้และความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลที่เมืองดาร์วิน ประเทศออสเตรเลีย เป็นตัวแทนระบบความกดอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดียและออสเตรเลียและค่าของความแตกต่างระหว่างค่าที่สูงหรือต่ำจากค่าปกติ (pressure anomalies) ของความกดอากาศของเมืองทั้งสองคือ ที่ตาฮีตีหักลบกับที่ดาร์วิน จะถูกใช้ให้เป็นดัชนีบอกถึงการผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ Southern Oscillation Index (SOI) ซึ่งจะใช้ค่านี้เป็นสัญญาณบอกถึงการเกิดปรากฏการณ์ ENSO (ดังแสดงในภาพที่ 7) โดยที่ถ้าค่าดัชนีนี้มีค่าเป็นลบแสดงว่า

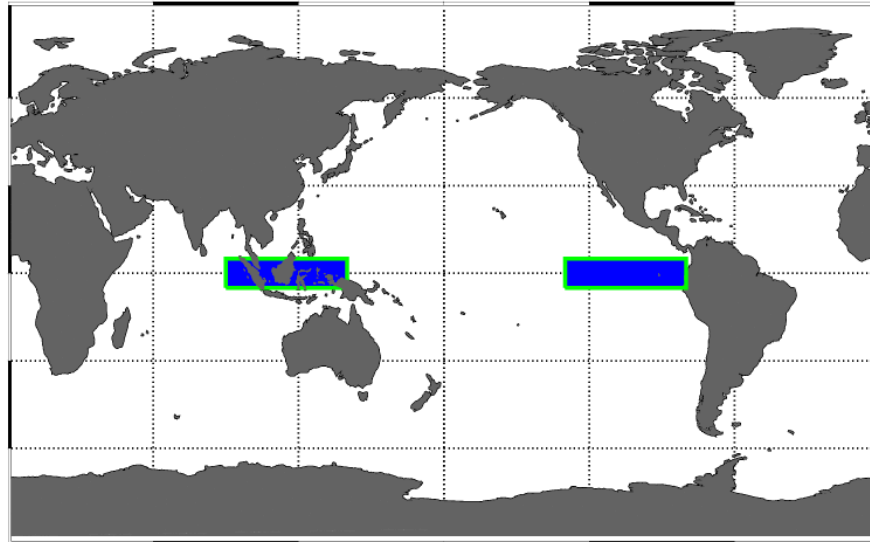
อาจจะเกิดปรากฏการณ์ El Nino ถ้าค่าดัชนีนี้มีค่าเป็นบวกแสดงว่าอาจจะเกิดปรากฏการณ์ La Nina (ค่าดัชนีแสดงดังตารางที่ 2)

สำหรับค่า MEI (Multivariate ENSO Index) นั้นเป็นการตรวจวัดที่เมืองดาร์วิน และที่ เกาะตาฮีติ โดยใช้พารามิเตอร์ทั้ง 6 พารามิเตอร์ ที่ประกอบด้วย (1) ความกดอากาศระดับน้ำทะเล, (2) ความเร็วลมที่ผิวน้ำทะเลแนวตะวันออก-ตก(U), (3) ความเร็วลมที่ผิวน้ำทะเลแนวเหนือ-ใต้(V), (4) อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล, (5) อุณหภูมิอากาศ และ (6) ปริมาณเมฆ และนำค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ที่ตรวจวัดได้มาทำการหาค่าเฉลี่ยทุก 12 ชั่วโมงเพื่อทำการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อเป็นค่าดัชนีของ ENSO (ค่าดัชนีแสดงดังตารางที่ 3)

สำหรับค่าดัชนีของ SST เป็นการตรวจวัดโดยใช้ค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่บริเวณ มหาสมุทรแปซิฟิกที่เรียกว่า NINO3 และ NINO 4 ซึ่งตำแหน่งของ NINO แสดงไว้ดังภาพที่ 8 โดยนำค่าผลต่างของ 2 บริเวณระหว่างค่าที่สูงหรือต่ำจากค่าปกติซึ่งจะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการผันแปรของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลโดยที่ค่าดัชนีที่เป็นบวกจะเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงสภาพการณ์เอลนินโญ ส่วนค่าเป็นศูนย์จะเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงสภาพการณ์ปกติและค่าที่เป็นลบจะเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงสภาพการณ์ที่เป็นลานินญา (ค่าดัชนีแสดงดังตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 7)

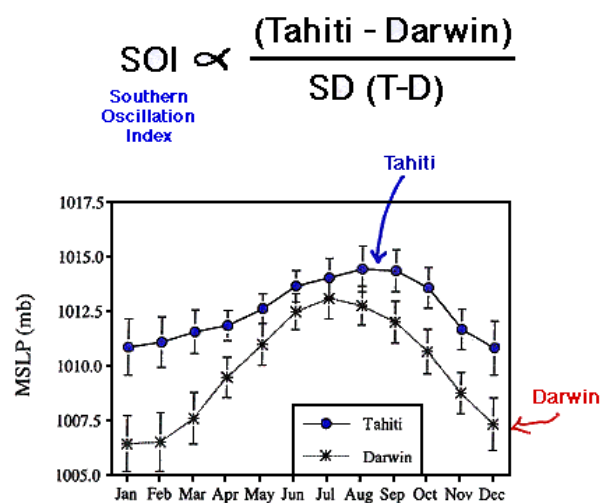
Area: SOI

Longitude: [-130.0, -80.0] Latitude: [-5.0, 5.0], land+sea grid points
 Longitude: [90.0, 140.0] Latitude: [-5.0, 5.0], land+sea grid points



ภาพที่ 6 บริเวณเกาะตาฮีตี (Tahiti, Society Island) และเมืองดาร์วิน (Darwin) ประเทศออสเตรเลีย ที่ใช้ในการคำนวณค่า SOI

ที่มา: NASA Official (2011)



ภาพที่ 7 การคำนวณค่า SOI จากค่าความแตกต่างของความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลของเกาะตาฮีตี และเมืองดาร์วิน

ที่มา: Climate Services and Monitoring Division NOAA/National Climatic Data Center (2011)

ซึ่งจากที่กล่าวมาในข้างต้นเราสามารถหาค่าดัชนี SOI ได้จากสมการที่แสดงไว้ดัง
ข้างล่างนี้

$$SOI = 10 \times \frac{P_{diff} - P_{diffav}}{SD_{Pdiff}}$$

P_{diff} คือ ค่าเฉลี่ยของความกดอากาศที่เกาะตาฮีตี-ค่าเฉลี่ยของความกดอากาศที่
เมืองดาร์วิน

P_{diffav} คือ ค่าเฉลี่ยของ P_{diff}

SD_{Pdiff} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ P_{diff}

10 คือ ค่าคงที่ที่นำมาคูณเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงจำนวนเต็มให้มากที่สุด

การคำนวณค่าผิดปกติ (anomaly) เป็นการใช้วิธีการคำนวณแบบเดียวกันกับวิธีของ
(Lim, 1984 อ้างใน มันทนา, 2531) ซึ่งสามารถแสดงสมการได้ดังนี้

$$\text{การคำนวณค่าผิดปกติ (anomaly)} = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}}{SD}$$

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, } SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

ตารางที่ 2 ดัชนีของ SOI (Southern Oscillation Index) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1997	4.1	13.3	-8.5	-16.2	-22.4	-24.1	-9.5	-19.8	-14.8	-17.8	-15.2	-9.1
1998	-23.5	-19.2	-28.5	-24.4	0.5	9.9	14.6	9.8	11.1	10.9	12.5	13.3
1999	15.6	8.6	8.9	18.5	1.3	1.0	4.8	2.1	-0.4	9.1	13.1	12.8
2000	5.1	12.9	9.4	16.8	3.6	-5.5	-3.7	5.3	9.9	9.7	22.4	7.7
2001	8.9	11.9	6.7	0.3	-9.0	1.8	-3.0	-8.9	1.4	-1.9	7.2	-9.1
2002	2.7	7.7	-5.2	-3.8	-14.5	-6.3	-7.6	-14.6	-7.6	-7.4	-6.0	-10.6
2003	-2.0	-7.4	-6.8	-5.5	-7.4	-12.0	2.9	-1.8	-2.2	-1.9	-3.4	9.8

หมายเหตุ ค่า SOI มากกว่า +8 เป็นช่วงภาวะลานินญา, ค่า SOI น้อยกว่า -8 เป็นช่วงภาวะเอลนินโญ
ค่า SOI อยู่ในช่วงระหว่าง -8 ถึง +8 เป็นช่วงภาวะปกติ

ที่มา: Commonwealth of Australia (2011)

ตารางที่ 3 ดัชนีของ MEI (Multivariate ENSO Index) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003

Year	DJ	JF	FM	MA	AJ	MJ	JJul	JulA	AS	SO	ON	ND
1997	-.427	-.482	-.174	-.468	1.1	2.316	2.648	2.876	2.847	2.217	2.33	2.232
1998	2.417	2.699	2.721	2.614	1.987	1.144	.345	-.194	-.567	-.79	-1.085	-.92
1999	-.982	-1.024	-.896	-.877	-.644	-.384	-.526	-.729	-.873	-.924	-1.043	-1.194
2000	-1.093	-1.133	-.926	-.338	.034	-.258	-.218	-.168	-.238	-.326	-.733	-.61
2001	-.497	-.627	-.55	-.079	.164	0	.147	.288	-.229	-.328	-.248	-.033
2002	.001	-.138	-.079	.415	.883	.843	.557	.856	.776	.905	.982	1.163
2003	1.235	.91	.813	.387	.039	-.004	.039	.263	.452	.557	.54	.359

ที่มา: NASA Official (2011)

ตารางที่ 4 ดัชนีของ SST (SST Index NINO1.2) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1997	-0.75	-0.23	0.59	1.30	2.47	3.31	3.79	4.01	3.96	3.69	3.99	4.13
1998	3.80	3.01	2.79	3.28	3.45	2.22	1.63	0.98	0.43	0.27	-0.21	-0.24
1999	-0.69	-0.33	0.26	-1.03	-0.78	-1.12	-1.36	-1.04	-1.21	-0.84	-1.14	-1.07
2000	-0.65	-0.32	-0.29	0.36	-0.23	-0.77	-1.23	-0.7	-0.54	-0.54	-1.05	-0.62
2001	-0.63	-0.11	0.97	1.21	-0.56	-1.29	-0.94	-0.90	-1.10	-1.39	-1.16	-0.88
2002	-0.87	0.03	1.05	1.05	0.47	-0.36	-0.81	-0.86	-0.6	0.25	0.6	0.6
2003	-0.13	-0.22	-0.50	-1.04	-1.84	-1.45	-1.06	-0.66	-0.48	0.08	0.27	0.15

ที่มา: NASA Official (2011)

ตารางที่ 5 ดัชนีของ SST (SST Index NINO3) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1997	-0.91	-0.61	-0.11	0.18	1.00	1.76	2.43	2.89	3.01	3.29	3.59	3.68
1998	3.32	2.57	2.05	1.68	1.11	-0.37	-0.35	-0.33	-0.64	-0.83	-0.85	-1.22
1999	-1.21	-0.79	-0.41	-0.74	-0.61	-0.78	-0.73	-0.93	-1.10	-1.14	-1.50	-1.54
2000	-1.73	-1.05	-0.47	0.06	-0.26	-0.54	-0.45	-0.49	-0.48	-0.49	-0.79	-0.66
2001	-0.63	-0.30	0.14	0.12	-0.17	-0.03	-0.14	-0.24	-0.57	-0.45	-0.61	-0.48
2002	-0.53	-0.15	0.14	0.16	0.19	0.68	0.46	0.51	0.70	0.95	1.41	1.40
2003	0.76	0.34	0.19	-0.25	-0.92	-0.54	0.17	0.08	0.14	0.43	0.45	0.47

ที่มา: NASA Official (2011)

ตารางที่ 6 ดัชนีของ SST (SST Index NINO4) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003

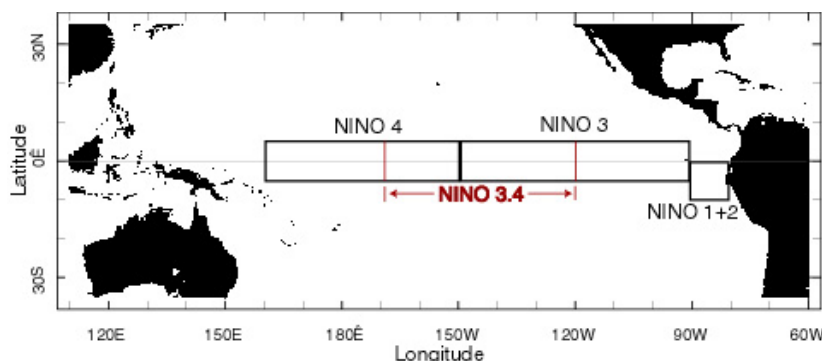
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1997	0.27	0.32	0.43	0.91	0.81	0.76	0.92	0.80	0.84	0.91	1.13	1.04
1998	0.87	0.86	0.56	0.13	0.06	-0.03	-0.50	-0.68	-0.60	-1.07	-1.13	-1.17
1999	-1.55	-1.49	-1.19	-1.06	-0.78	-0.63	-0.65	-0.72	-0.66	-0.56	-0.80	-1.05
2000	-1.18	-1.35	-1.34	-1.03	-0.84	-0.53	-0.37	-0.13	-0.04	-0.24	-0.27	-0.67
2001	-0.65	-0.73	-0.47	-0.22	-0.02	0.19	0.49	0.51	0.66	0.6	0.59	0.33
2002	0.67	0.75	0.59	0.68	0.79	0.99	0.92	0.95	0.96	1.14	1.47	1.22
2003	1.10	1.02	0.93	0.56	0.27	0.45	0.54	0.60	0.54	0.81	0.95	0.75

ที่มา: NASA Official (2011)

ตารางที่ 7 ดัชนีของ SST (SST Index NINO3.4) ในช่วงปี ค.ศ. 1997-ค.ศ.2003

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1997	-0.55	-0.33	-0.11	0.34	0.84	1.45	1.85	2.14	2.29	2.64	2.80	2.78
1998	2.59	2.17	1.53	0.87	0.71	-0.78	-1.14	-1.22	-1.04	-1.26	-1.33	-1.69
1999	-1.61	-1.28	-0.89	-0.84	-0.79	-0.90	-0.73	-1.12	-0.94	-0.96	-1.39	-1.57
2000	-1.86	-1.51	-1.06	-0.67	-0.64	-0.46	-0.36	-0.25	-0.43	-0.63	-0.74	-0.88
2001	-0.77	-0.58	-0.30	-0.16	-0.16	0.19	0.24	0.17	-0.09	0.00	-0.07	-0.30
2002	-0.02	0.25	0.17	0.26	0.39	0.94	0.90	1.08	1.19	1.46	1.75	1.67
2003	1.24	0.80	0.66	0.13	-0.39	-0.01	0.35	0.15	0.32	0.60	0.53	0.42

ที่มา: NASA Official (2011)



ภาพที่ 8 ตำแหน่งของสถานีตรวจวัดอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก

ที่มา: The International Research Institute for Climate and Society (2007)

2. ทฤษฎีทางอุตุนิยมวิทยา

2.1 ลมมรสุมและความกดอากาศ ลมมรสุมเป็นลมที่พัดประจำฤดู (Seasonal Wind) คำว่า มรสุม (Monsoon) มาจากภาษาอาหรับว่า Mausien แปลว่าฤดูมรสุมจึงเป็นลมที่เกิดขึ้นเฉพาะท้องถิ่น หนึ่ง ๆ เป็นบริเวณกว้างและเป็นลมที่พัดต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานที่แน่นอนตลอดฤดูทุกปี สาเหตุที่เกิดลมมรสุมคือสภาพความแตกต่างของการนำความร้อนระหว่างแผ่นดินและผิวน้ำที่ไม่เท่ากัน และความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างเหนือพื้นดินกับเหนือพื้นน้ำเป็นประการสำคัญจึงมีลมพัดมาจากแผ่นดินออกสู่ทะเลหรือพัดจากทะเลเข้าสู่แผ่นดิน ลักษณะของลมมรสุมคล้ายลมบก ลมทะเลแต่จะเป็นบริเวณกว้างกว่าและจะพัดปกคลุมเป็นเวลาประมาณครึ่งปีหรือ 6 เดือน นักภูมิอากาศวิทยาได้มีการแบ่งลมมรสุมเป็นสองชนิด คือ

2.1.1 ลมมรสุมฤดูร้อน เป็นลมที่พัดจากทะเลและมหาสมุทรเข้าสู่ภาคพื้นทวีป โดยที่ในฤดูร้อนนั้นดินแดนบนภาคพื้นทวีปได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าทะเลและมหาสมุทร และบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณกว้างใหญ่จึงมีอุณหภูมิของอากาศบนพื้นทวีปสูงมาก ทำให้บริเวณความกดอากาศในบริเวณภาคพื้นทวีปต่ำกว่าความกดอากาศเหนือพื้นน้ำทะเลและมหาสมุทร จึงเกิดเป็นลมมรสุมฤดูร้อนพัดจากทะเลและมหาสมุทรเข้าหาแผ่นดินบนภาคพื้นทวีป เรียกว่า “ลมมรสุมฤดูร้อน” เนื่องจากลมมรสุมฤดูร้อนพัดผ่านเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นจากพื้นน้ำเข้ามาจึงทำให้เกิดฝนตกในบริเวณที่ลมนี้พัดผ่าน ลมมรสุมฤดูร้อนนี้จะพัดปกคลุมอยู่นานประมาณ 6 เดือน คือในราวเดือนเมษายนหรือพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

2.1.2 ลมมรสุมฤดูหนาว เป็นลมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการที่อุณหภูมิของอากาศบนภาคพื้นทวีปลดต่ำลงมากกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือผิวน้ำทะเลและมหาสมุทร ในขณะเดียวกันที่ความกดอากาศบนภาคพื้นทวีปก็จะสูงกว่าความกดอากาศเหนือผิวน้ำทะเลและมหาสมุทร จึงทำให้เกิดลมพัดจากบริเวณศูนย์กลางภาคพื้นทวีปไปสู่ที่ที่มีความกดอากาศต่ำก็คือทะเลและมหาสมุทร เรียกว่า “ลมมรสุมฤดูหนาว” โดยลมนี้นำความหนาวเย็นและความแห้งแล้งมาสู่ดินแดนที่ลมพัดผ่าน และจะนำฝนไปด้วยถ้าลมนี้พัดผ่านทะเลก่อนที่จะเข้ามาสู่แผ่นดินบางตอนลมนี้อาจพัดอยู่ประมาณ 6 เดือน ก็ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคมปีถัดไป (Murakami, 1992 อ้างใน บุญธรรม, 2542)

2.2 อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิอากาศ (Air temperature) เป็นปัจจัยพื้นฐานในการศึกษาสภาพอากาศ (weather) อุณหภูมิอากาศแปรเปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลา เช่น ปี ฤดูกาล เดือน วัน และแม้กระทั่งรายชั่วโมง ดังนั้น

2.2.1 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน (Daily mean temperature) จึงใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรวมกันแล้วหารสอง

2.2.2 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของเดือน (Monthly mean temperature) ใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละวันรวมกันแล้วหารด้วยจำนวนวัน

2.2.3 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของปี (Yearly mean temperature) ใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละเดือนรวมกันแล้วหารด้วยสิบสอง

สิ่งที่เป็นสาเหตุสำคัญที่สุดในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวันก็คือ การหมุนรอบตัวเองของโลก ซึ่งทำให้มุมที่แสงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวโลกเปลี่ยนแปลงไป ในช่วงเวลาเที่ยงวันดวงอาทิตย์อยู่สูงเหนือขอบฟ้ามากที่สุด แสงอาทิตย์ตกกระทบพื้นโลกเป็นมุมฉาก ลำแสงมีความเข้มสูง ในช่วงเวลาเช้าและเย็น ดวงอาทิตย์อยู่ด้านข้าง แสงตกกระทบพื้นโลกเป็นมุมเฉียง ลำแสงครอบคลุมพื้นที่กว้างกว่า ความเข้มของแสงจึงมีน้อยกว่า อีกประการหนึ่งในช่วงเวลาเที่ยงลำแสงต้องผ่านบรรยากาศเป็นระยะทางสั้นที่สุด แต่ในช่วงเวลาเช้าและเย็น ลำแสงอาทิตย์ทำมุมลาด ต้องเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศเป็นระยะทางไกล ความเข้มของแสงจึงถูกบรรยากาศกรองให้ลดน้อยลง ยังผลให้อุณหภูมิต่ำลงไปอีก

2.3 ปัจจัยที่ทำให้อุณหภูมิอากาศในแต่ละสถานที่มีความแตกต่างกัน

2.3.1 พื้นดินและพื้นน้ำ พื้นดินและพื้นน้ำมีคุณสมบัติในการดูดกลืนและคายความร้อนแตกต่างกัน เมื่อรับความร้อนพื้นดินจะร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำ เมื่อคายความร้อนพื้นดินจะเย็นตัวอย่างรวดเร็ว และมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นน้ำมีความร้อนจำเพาะสูงกว่าพื้นดินถึง 3 เท่าตัว (ความร้อนจำเพาะ หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสาร 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส)

2.3.2 ระดับสูงของพื้นที่ (Elevation) อากาศมีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อน (Conduction) ที่เลว เนื่องจากอากาศมีความโปร่งใส และมีความหนาแน่นต่ำ พื้นดินจึงดูดกลืนพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ดีกว่า อากาศถ่ายเทความร้อนจากพื้นดิน ด้วยการพาความร้อน (Convection) ไปตามการเคลื่อนที่ของอากาศ ในสภาพทั่วไปเราจะพบว่ายิ่งสูงขึ้นไป อุณหภูมิของอากาศจะลดต่ำลงด้วยอัตรา 6.5 องศาเซลเซียส ต่อกิโลเมตร (Environmental lapse rate) ดังนั้น อุณหภูมิบนยอดเขาสูง 2,000 เมตร จะต่ำกว่าอุณหภูมิที่ระดับน้ำทะเลประมาณ 13 องศาเซลเซียส

2.3.3 ละติจูด เนื่องจากโลกเป็นทรงกลม แสงอาทิตย์จึงตกกระทบพื้นโลกเป็นมุมไม่เท่ากัน ในเวลาเที่ยงวันพื้นผิวบริเวณศูนย์สูตรได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์เป็นมุมชัน แต่พื้นผิวบริเวณขั้วโลกได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์เป็นมุมลาด ส่งผลให้เขตศูนย์สูตรมีอุณหภูมิสูงกว่าเขตขั้วโลก ประกอบกับรังสีที่ตกกระทบพื้นโลกเป็นมุมลาด เดินทางผ่านความหนาชั้นบรรยากาศเป็นระยะทางมากกว่า รังสีที่ตกกระทบเป็นมุมชัน ความเข้มของแสงจึงถูกบรรยากาศกรองให้ลดน้อยลง ยังผลให้อุณหภูมิลดต่ำลงไปอีก

2.3.4 ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ พื้นผิวโลกมีสภาพภูมิประเทศแตกต่างกัน มีทั้งที่ราบ ภูเขา หุบเขา ทะเล มหาสมุทร ทะเลสาบ ทะเลทราย ที่ราบสูง สภาพภูมิประเทศมีอิทธิพลส่งผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยตรง เช่น พื้นที่ทะเลทรายจะมีอุณหภูมิแตกต่างระหว่างกลางวัน กลางคืนมากกว่าพื้นที่ชายทะเล พื้นที่รับลมจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่อับลมเนื่องจากไม่มีการถ่ายเทความร้อน

2.3.5 ปริมาณเมฆ และการสะท้อนพลังงานของพื้นผิว (albedo) เมฆสะท้อนรังสีจากอาทิตย์บางส่วนกลับคืนสู่อวกาศ ขณะเดียวกันเมฆดูดกลืนรังสีคลื่นสั้นเอาไว้และแผ่พลังงานออกมาในรูปของรังสีอินฟราเรด ในเวลากลางวัน เมฆช่วยลดอุณหภูมิอากาศให้ต่ำลง และในเวลา

กลางคืน เมฆทำให้อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น เมฆจึงทำให้อุณหภูมิอากาศเวลากลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมากนัก พื้นผิวของโลกก็เช่นกัน พื้นโลกที่มีการสะท้อนพลังงานต่ำ (สีเข้ม) เช่น ป่าไม้ ดูดกลืนพลังงานจากดวงอาทิตย์ พื้นโลกที่มีการสะท้อนพลังงานสูง (สีอ่อน) เช่น ธารน้ำแข็ง ช่วยสะท้อนพลังงานจากดวงอาทิตย์ (รังสรรค์, 2547)

2.4 ปัจจัยที่เอื้อต่อการเกิดฝน

วัฏจักรของน้ำในกระบวนสุดท้ายที่สำคัญคือการกลั่นตัวของไอน้ำในบรรยากาศ โดยมีที่ขีดเกาะเป็นแกนกลางคือฝุ่นละอองเล็ก ๆ เมื่อรวมตัวมากขึ้นก็จะก่อตัวเป็นเมฆ มีการแยกชนิดโดยระดับของเมฆและลักษณะของเมฆจนถึงสภาวะที่เหมาะสมก็จะตกลงมาเป็นฝน ในทางอุตุนิยมวิทยาสามารถแบ่งสภาวะที่เอื้อต่อการเกิดฝนได้ ดังนี้

2.4.1 บริเวณความกดอากาศสูงในเขตกึ่งร้อนเหนือมหาสมุทรแปซิฟิก (Subtropical Pacific High) ทางซีกโลกเหนือในช่วงเดือนตุลาคมจะเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาวเนื่องจากวงโคจรของโลกทำให้แกนของโลกทางซีกโลกเหนือเริ่มเบนออกจากดวงอาทิตย์ ดังนั้นจึงเป็นการเริ่มฤดูหนาวของซีกโลกเหนือ มวลอากาศเย็นซึ่งมีโมเมนตัมสูงจากขั้วโลกเหนือจะเคลื่อนตัวลงมาสู่ละติจูดที่ต่ำกว่าเมื่อมาปะทะกับมวลอากาศที่อุ่นและมีความชื้นสูงที่แผ่ปกคลุมบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกก็จะเกิดการยกตัวของอากาศเกิดเป็นลักษณะอากาศที่แปรปรวนซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเกิดเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง

2.4.2 ลมสินค้า (Trade Wind) ซึ่งปัจจุบันทางกรมอุตุนิยมวิทยาได้เปลี่ยนมาใช้คำว่า “ลมค้า” (รังสรรค์, 2547) เป็นลมที่พัดประจำที่ละติจูด 0-23.5 องศา บริเวณซีกโลกเหนือและใต้เนื่องจากต้นกำเนิดอยู่เหนือทะเลและมหาสมุทรจึงนำเอาความชื้นขึ้นบริเวณทะเลและมหาสมุทรเข้ามาสู่บริเวณที่ลมนี้พัดผ่าน ในปีที่เป็นปรากฏการณ์เอลนีโญและลานินญา ลมสินค้านี้จะพัดผิดไปจากปกติ ทำให้เกิดความแปรปรวนในมหาสมุทรและเกี่ยวพันถึงระบบอากาศที่มีความสัมพันธ์กัน

2.4.3 หย่อมความกดอากาศต่ำบริเวณศูนย์สูตร (Intertropical Convergence Zone ITCZ) เป็นบริเวณที่โลกตั้งฉากกับดวงอาทิตย์จึงได้รับพลังงานจากรังสีแสงอาทิตย์มาก ทำให้มีอุณหภูมิสูง การระเหยของน้ำสูง และมีการยกตัวของมวลอากาศเนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำจึงเป็นบริเวณที่มีฝนตกมากกว่าปกติ มีเมฆปกคลุมอยู่มากเป็นลักษณะอากาศที่มี

อยู่ทั้งซีกโลกเหนือ และได้ ปกติแล้วดวงอาทิตย์จะตั้งฉากกับจังหวัดสุราษฎร์ธานีในวันที่ 14 เมษายน และ 29 สิงหาคม จังหวัดระนองวันที่ 16 เมษายน และ 27 สิงหาคม ส่วนจังหวัดจันทบุรี วันที่ 24 เมษายน และ 19 สิงหาคม โดยทฤษฎีของเส้น ITCZ แล้วพบว่าจะเคลื่อนที่ช้ากว่าแนวการโคจรของดวงอาทิตย์ประมาณ 1 เดือน ซึ่งถ้าใช้การพิจารณาเฉพาะเส้น ITCZ แล้วจะพบว่าฝนจะเริ่มในกลางเดือนพฤษภาคม

2.4.4 พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Cyclone) มีการแบ่งระดับความรุนแรงของพายุโดยถ้าความเร็วต่ำกว่า 34 นอต จะเรียกว่า “ดีเปรสชัน” ระหว่าง 34 ถึง 63 นอตจะเรียกว่า “พายุหมุนเขตร้อน” ถ้า 64 นอตหรือมากกว่า เรียกว่า “ไต้ฝุ่น” เฉพาะในมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้ แต่ถ้าเป็นบริเวณมหาสมุทรอินเดียจะเรียกว่า “ไซโคลน” ที่แคริบเบียน แมกซิโก เรียกว่า “เฮอริเคน” บริเวณออสเตรเลียเรียกว่า “วิลลี่ วิลลี่” จะนำเอาพายุฝนและลมแรงเข้าสู่บริเวณที่เคลื่อนผ่าน

2.4.5 ลมมรสุม (Monsoon) ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ จะนำพาเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นบริเวณทะเลและมหาสมุทรเข้าสู่ที่พัดผ่าน

2.4.6 ลักษณะอากาศที่แปรปรวน (Wave Disturbance) เป็นลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่มีลักษณะเป็นรูปคลื่น บริเวณต่ำสุดจะมีลักษณะเป็นท้องคลื่น ทิศทางของลมจะเปลี่ยนตามเส้นความกดอากาศ ดังนั้นจะทำให้ลมที่มีทิศทางต่างกันสลับเข้าหากันลักษณะทางกายภาพของลมทั้งสองไม่เหมือนกันเมื่อมีการแลกเปลี่ยนพลังงานกันจะเกิดความแปรปรวนก่อตัวเป็นเมฆได้

2.4.7 การยกตัวของอากาศอย่างต่อเนื่อง (Linear Disturbance) เนื่องจากสภาพทางกายภาพภายในตัวมวลอากาศหรือสภาพทางภูมิศาสตร์ที่เอื้อต่อการกลั่นตัวของไอน้ำภายในก้อนเมฆ

2.4.8 การยกตัวของอากาศเนื่องจากฤดูหนาว (Cool Season Disturbance) เมื่อมวลอากาศที่แตกต่างกันเคลื่อนที่มาพบกันจะเกิดแนวปะทะอากาศโดยบริเวณด้านหน้าของแนวปะทะอากาศจะมีลักษณะอากาศที่แปรปรวนเกิดสภาวะอากาศที่เลวร้าย เช่น พายุฝนฟ้าคะนอง ลมแรง มีสองชนิด คือ แนวปะทะอากาศอุ่นและแนวปะทะอากาศเย็น (Frederick and Tarbuck, 1995 อ้างใน บุญธรรม, 2542)

3. ทฤษฎีทางสมุทรศาสตร์

3.1 อุณหภูมิน้ำทะเล อุณหภูมิของน้ำทะเลเป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่สำคัญประการหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเกี่ยวพันถึงคุณสมบัติอื่นๆ ของน้ำทะเลในด้านฟิสิกส์ เช่น ความหนาแน่น การเกิดกระแสน้ำ และทางด้านเคมี เช่น ความเค็ม (Salinity) การละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำทะเล เป็นต้น ซึ่งอุณหภูมิของน้ำทะเลขึ้นกับองค์ประกอบสำคัญ ๆ 2 ประการ คือ

- สถานที่ : ได้แก่ ตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด, พื้นที่ผิวหน้าน้ำ
- ระยะเวลาที่มีแสงจากดวงอาทิตย์ส่องมาถึง

ขบวนการที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือแพร่กระจายของอุณหภูมิของน้ำที่สำคัญ คือ

- Surface Heat Transfer Process คือ ขบวนการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศและมวลของน้ำที่เกิดขึ้นที่ผิวหน้าน้ำทะเล ได้แก่

ขบวนการถ่ายเทพลังงานที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ขบวนการถ่ายเทพลังงานที่ทำให้อุณหภูมิลดลง

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. การดูดกลืนความร้อน | 1. การสะท้อนรังสีกลับ |
| 2. การพาความร้อนจากอากาศสู่น้ำ | 2. การพาความร้อนจากน้ำสู่อากาศ |
| 3. การควบแน่น | 3. การระเหย |

- Advection Heat Transfer Process เป็นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยถ้าอุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้ามาต่างจากน้ำที่อยู่ใกล้เคียงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่อเนื่องกันไปตลอดทั้งแนวดิ่งและแนวราบ ขนาดของการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิขึ้นกับความแตกต่างของอุณหภูมิของมวลน้ำทั้งสองและระยะเวลาการเกิดน้ำผุด (upwelling) ก็ถือว่าเป็น advection heat transfer process

3.1.1 การแพร่กระจายของอุณหภูมิในทางราบ (Horizontal Temperature Distribution)

การแพร่กระจายตัวของอุณหภูมิในแนวราบซึ่งในมหาสมุทรเปิดจะมีลักษณะเป็นแนว Zonal ขนานกับละติจูดในบริเวณเขตร้อน (Tropical Zone) อุณหภูมิผิวน้ำ (Sea Surface Temperature) จะสูงสุดประมาณ 28 องศาเซลเซียส เหนือและใต้เขตร้อนไปอุณหภูมิจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงประมาณ -2 องศาเซลเซียส แถบที่มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 องศาเหนือ-10 องศาเหนือ

3.1.2 การแพร่กระจายอุณหภูมิในแนวดิ่ง (Vertical Temperature Distribution) เราพอจะแบ่งการแพร่กระจายอุณหภูมิในแนวดิ่งได้ เป็น 3 ชั้น คือ

1) น้ำชั้นบน (Surface or Upper Layer) มีความหนาประมาณ 50-280 เมตรจากผิวน้ำ อุณหภูมิของน้ำในชั้นนี้จะไวต่อการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะแถวละติจูดกลาง ๆ ทั้งนี้เพราะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างผิวน้ำและบรรยากาศเกิดขึ้นมาก เช่น การระเหย ฝนตก โดยปกติแล้วน้ำชั้นนี้มีอุณหภูมิสูงเช่นเดียวกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเพราะในชั้นนี้มีการผสม (mixing) ที่เกิดจากลมค่อนข้างสูง เราอาจเรียกน้ำชั้นนี้อีกอย่างหนึ่งว่า Mixed Layer

2) ชั้นเทอร์โมไคลน์ (Thermocline) เป็นบริเวณถัดลงมาจากชั้นแรก เป็นชั้นที่อุณหภูมิของน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อความลึกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (Maximum Temperature Gradient) น้ำในชั้นนี้มีลักษณะ Stability สูง จึงมีสภาพเป็น Barrier ไม่ให้น้ำชั้นบนผสมกับน้ำชั้นล่างที่อยู่ลึก ๆ ได้สะดวก ในบริเวณละติจูดต่ำ ๆ และละติจูดกลาง จะมีชั้นเทอร์โมไคลน์อยู่ตลอดปี ที่ระดับความลึกประมาณ 280-1,000 เมตร เรียกว่า Main or Permanent Thermocline

3) ชั้น Deep Sea เป็นบริเวณที่อยู่ใต้ชั้นเทอร์โมไคลน์ ลงไปจนถึงพื้นทะเล อุณหภูมิของน้ำจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ หรือเกือบคงที่จนถึงพื้นท้องทะเลยกเว้นในบางบริเวณที่มีเหวทะเล (Trench) ซึ่งความร้อนจากภายในโลกสามารถแพร่กระจายออกมาได้ทำให้อุณหภูมิของน้ำกลับสูงขึ้นอีก ในฤดูหนาวอุณหภูมิผิวน้ำต่ำในชั้น Mixed Layer อาจลึกลงไปถึงชั้น main Thermocline แต่ในฤดูร้อนอุณหภูมิที่ผิวน้ำสูงขึ้นมักเกิด Seasonal Thermocline ขึ้นในน้ำชั้นบน

3.1.3 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิประจำวัน (Daily Temperature Change : DTC) ในมหาสมุทรปิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ผิวน้ำประจำวันมีน้อย (น้อยครั้งมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า 0.3 องศาเซลเซียส) เนื่องจากมีการผสมของน้ำผิวน้ำที่อุ่นกว่ากับน้ำที่ลึกลงมาที่เย็นกว่าทำให้อุณหภูมิของน้ำไม่เปลี่ยนมาก ในขณะที่ในบริเวณที่น้ำค่อนข้างตื้นและอยู่ในที่ล้อมรอบโดยชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่อวันในช่วง 2-3 องศาเซลเซียส และอาจสูงถึง 10-15 องศาเซลเซียส ในบริเวณใกล้ขั้วโลกการเปลี่ยนอุณหภูมิประจำวันจะเกิดในชั้นน้ำลึกประมาณ 2-3 เมตรเท่านั้น องค์ประกอบสำคัญที่ก่อให้เกิด DTC คือความร้อนที่ได้จากดวงอาทิตย์ องค์ประกอบอื่น ๆ ก็มี เช่น เมฆ (เมฆมากเปลี่ยนน้อย) ลม (ลมแรงเปลี่ยนน้อย)

3.1.4 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิประจำปี (Annual Temperature Change : ATC)

ATC บริเวณผิวน้ำทะเลจะอยู่ในช่วง 2 องศาเซลเซียส แถบศูนย์สูตร และ -8 องศาเซลเซียส แถบขั้วโลก และจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อเข้าใกล้ขั้วโลกทั้งสอง การเปลี่ยนแปลงนี้มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของรังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ การที่ช่วง ATC น้อยในเขต Tropic เพราะการเปลี่ยนแปลงของรังสีจากดวงอาทิตย์บริเวณนี้น้อย ในเขต Sub-Tropic ช่วงของ ATC กว้างเพราะความแตกต่างของการทำให้ผิวน้ำทะเลร้อนและเย็นตามฤดูกาล (ซึ่งก็คือการดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์)มีมากสำหรับในเขตละติจูดสูง ๆ จนถึงขั้วโลก ช่วงของ ATC ต่ำเพราะอิทธิพลของรังสีจากดวงอาทิตย์ในบริเวณนี้ต่ำ ATC ในซีกโลกเหนือ (Northern Hemi-Sphere: NHS) มีมากกว่าในซีกโลกใต้ (Southern Hemi-Sphere : SHS) เพราะพื้นดินซึ่งเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดีมีมากใน NHS

ในซีกโลกเหนือ อุณหภูมิสูงสุดของน้ำผิวน้ำเกิดในช่วงเดือน สิงหาคม-กันยายน และต่ำสุดในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม ได้ชั้นผิวน้ำลงไปในช่วงเวลาที่เกิดอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดจะช้ากว่าน้ำชั้นผิวน้ำประมาณ 2 เดือน (Garrison, 2007)

3.2 ความเค็ม น้ำทะเล ความเค็มของน้ำทะเลเป็นคุณสมบัติทางเคมีของน้ำทะเล แต่เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำทะเลที่สำคัญ คือ ความหนาแน่นจึงจำเป็นต้องกล่าวถึงความเค็มในลักษณะเดียวกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำทะเลตัวอื่น ๆ หน่วยของความเค็มเป็นกรัม (ของปริมาณเกลือแร่) ต่อกิโลกรัม (น้ำหนักของน้ำทะเล) แต่โดยทั่วไปจะกล่าวถึงความเค็มในหน่วย part per thousand (ppt) ใช้สัญลักษณ์ น้ำทะเลเป็นสารละลายที่มีเกลือของธาตุต่าง ๆ เช่น คลอไรด์, ซัลเฟต, แคลเซียม, แมกนีเซียม, โซเดียม, โพแทสเซียม ละลายอยู่ ซึ่งสรุปได้ว่าสัดส่วนของธาตุสำคัญ ๆ ในน้ำทะเลจากที่ต่าง ๆ กันมีค่าแตกต่างกันน้อยมากและเนื่องจากเกลือของคลอไรด์เป็นส่วนประกอบสำคัญ (มีมากที่สุด) ในน้ำทะเล ดังนั้นคำจำกัดความของ Chlorinity จึงเป็นค่าที่วัดความเค็มของน้ำทะเลค่าหนึ่งด้วย ซึ่งความเค็มของน้ำทะเลเฉลี่ยในมหาสมุทรประมาณ 35 และทะเลที่อยู่ในบริเวณปากแม่น้ำหรือใกล้ชายฝั่งซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำจืดไหลลงมาผสมจะเป็นน้ำทะเลที่มีค่าความเค็มน้อยกว่าเราเรียกว่า Brackish Water (น้ำกร่อย) (มหารณพ, 2533)

3.3 การแพร่กระจายความเค็ม

3.3.1 การแพร่กระจายในแนวราบ (Horizontal Distribution) การแพร่กระจายของความเค็มของน้ำชั้นบนมีลักษณะเป็นโซนในแนวตะวันออก-ตะวันตก บริเวณที่มีความเค็มต่ำจะพบ

ที่ประมาณละติจูด 5 องศาเหนือ ส่วนความเค็มสูงจะพบในบริเวณ 25 องศาเหนือ และ 25 องศาใต้ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีลมสินค้าพัดอยู่เป็นประจำจากจุดนี้ความเค็มจะลดลงเมื่อเข้าใกล้ขั้วโลก สาเหตุที่ความเค็มไม่สูงสุดที่บริเวณศูนย์สูตรเพราะว่าในบริเวณศูนย์สูตรมีลมอ่อน ปริมาณเมฆมาก ปริมาณฝนสูง เป็นต้น

ความเค็มของน้ำทะเลในมหาสมุทรเปิดจะอยู่ในช่วง 33-37 โดยมีค่าเฉลี่ยในทุกมหาสมุทรประมาณ 35‰ บริเวณใกล้ชายฝั่งมีน้ำจืดไหลลงสู่ทะเลและบริเวณใกล้ขั้วโลกที่มีการละลายของน้ำแข็งความเค็มจะต่ำ

3.3.2 การแพร่กระจายในแนวดิ่ง (Vertical Distribution) ในบริเวณเขตรอบปี และ ศูนย์สูตร ความเค็มสูงสุดของน้ำตลอดความลึกจะพบอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 100 เมตร ได้ระดับนี้ลงไปความเค็มจะลดลงจนถึงค่าต่ำสุดที่ระดับความลึกประมาณ 600-1,000 เมตร ต่ำกว่าชั้นนี้ลงไปความเค็มจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือเกือบคงที่ในระดับ 4,000 เมตร ลงไป ความเค็มจะมีค่าคงที่ประมาณ 34.6-34.9‰

3.3.3 การเปลี่ยนแปลงความเค็มในรอบวัน (Daily Salinity Change : DSC) การเปลี่ยนแปลงความเค็มในรอบวันมีน้อยมากบางแห่งจะไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงนี้ในมหาสมุทรแอตแลนติกพบว่าการเปลี่ยนแปลงความเค็มรอบวันอยู่ในช่วงประมาณ 0.0005 โดยทั่วไปความเค็มจะต่ำในเวลากลางคืนและเพิ่มอย่างช้า ๆ จะเพิ่มอย่างรวดเร็วตอนบ่ายและตอนค่ำจะค่อย ๆ ลดต่ำลงไป

3.3.4 การเปลี่ยนแปลงความเค็มในรอบปี (Annual Salinity Change) โดยเฉลี่ยทุกมหาสมุทรทั่วโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มในรอบปีอยู่ในช่วง 0.5 (ในมหาสมุทรเปิด) อาจพบช่วงที่กว้างกว่าในบริเวณที่มี

- 1) ความแตกต่างของการระเหยและปริมาณฝน สูง
- 2) น้ำแข็งปกคลุมแถวละติจูดสูง ๆ
- 3) ปากแม่น้ำ
- 4) กระแสน้ำอุ่นไหลผ่าน เป็นต้น

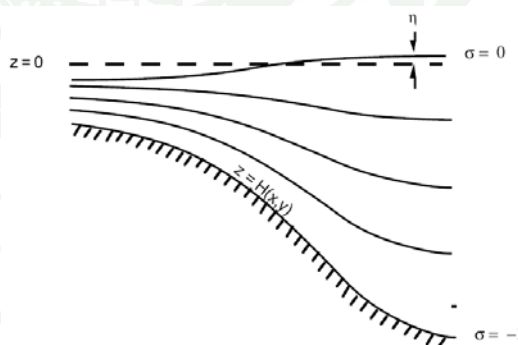
4. ทฤษฎีพื้นฐานแบบจำลองกระแสน้ำ

กระแสน้ำที่มีทิศทางการไหลที่ผิดปกติเป็นผลเนื่องมาจากปรากฏการณ์เอ็นโซ่ กล่าวคือ ปรากฏการณ์เอ็นโซ่เป็นปัจจัยที่ส่งผลทำให้ทิศทางลมที่มีทิศทางผิดปกติซึ่งทิศทางลมที่ผิดปกติจะส่งผลทำให้กระแสน้ำมีทิศทางการไหลผิดปกติเช่นกัน ดังนั้นถ้าเรานำรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำมาทำการศึกษาร่วมกับค่าดัชนีของเอ็นโซ่ก็จะทำให้ประเมินผลของเอ็นโซ่ที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะทำการใช้แบบจำลองกระแสน้ำเป็นเครื่องมือในการศึกษารูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทย ซึ่งทฤษฎีพื้นฐานของแบบจำลองกระแสน้ำที่สำคัญสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.1 สมการพื้นฐาน

สมการพื้นฐานเป็นสมการที่อยู่ในระบบพิกัดของซิกม่า (แบ่งความลึกออกเป็นหลายชั้นที่มีความหนาเท่า ๆ กัน) ซึ่งแสดงดังภาพที่ 9 (Mellor, 1998) สำหรับการได้มาของสมการในระบบพิกัดซิกม่าซึ่งจัดได้ว่าเป็นพื้นฐานในการเปลี่ยนรูปแบบของสมการ

$$x^* = x, y^* = y, \sigma = \frac{z - \eta}{H + \eta}, t^* = t \quad (1a, b, c, d)$$



ภาพที่ 9 ระบบพิกัดซิกม่า (The sigma coordinate system)

สมการพื้นฐานของแบบจำลองเชิงตัวเลขและทำการประยุกต์แบบจำลองเพื่อใช้ในอ่าวไทยซึ่งสิ่งที่จะอธิบายประกอบด้วยแบบจำลองเชิงตัวเลข ซึ่งสมการพื้นฐานจะอธิบายถึงสมการความต่อเนื่อง สมการการเคลื่อนที่ สมการโมเมนตัม รวมถึงเงื่อนไขขอบเขต

แบบจำลองเชิงตัวเลขนี้เป็นแบบจำลองที่มีชื่อว่า Princeton Ocean Model (POM) (Mellor, 1998) คือแบบจำลองที่แสดงได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งสามารถจำลองในการไหลที่ผิว น้ำทะเลและตามแนวชายฝั่ง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์และในแม่น้ำได้ นอกจากนี้แบบจำลองนี้สามารถแบ่งชั้นน้ำได้ซึ่งจะมีความสำคัญอย่างมากในการศึกษารูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง

พื้นฐานของแบบจำลองการไหลเวียนของมวลน้ำคือสมการอนุรักษ์โมเมนตัมและสมการความต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติของอุณหพลศาสตร์ และการแบ่งชั้นน้ำของความหนาแน่นที่ประกอบด้วยค่าความเค็มและอุณหภูมิที่จะพิจารณาในรูปแบบของสมการพลังงาน สมการค่าความเค็ม ซึ่งสมการเหล่านี้เป็นการแก้ปัญหาในระบบพิกัดคาร์ทีเซียนในแนวราบ ซึ่งสมการทั้งหมดสามารถอธิบายได้ ดังนี้

$$x^* = x, y^* = y, \sigma = \frac{z - \eta}{H + \eta}, t^* = t \quad (1)$$

เมื่อ x^* และ x คือ พิกัดในแนวตะวันออก-ตะวันตก

y^* และ y คือ พิกัดในทิศทางแนวเหนือ-ใต้

z^* และ z คือ ระดับที่ผิวหน้า

σ คือ พิกัดในแนวดิ่ง

H คือ ความลึกน้ำ

η คือ ระดับน้ำที่ผิวในตำแหน่งแนวราบ

D คือ ความลึกน้ำทั้งหมด ซึ่ง $D = H + \eta$

จากสมการพื้นฐานที่ได้ในสมการที่ (1) นั้นสามารถนำมาเขียนในรูปแบบของสมการต่อเนื่องได้ โดยปกติฟลักซ์สุทธิของมวลน้ำที่ไหลเข้า-ออกของพื้นที่จะต้องมีความสมดุลกันโดยที่มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ (Mellor, 1998) ที่สามารถอธิบายได้ในสมการ

$$\frac{\partial DU}{\partial x} + \frac{\partial DV}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} + \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

เมื่อ U และ V คือความเร็วตามแนวแกน x และแกน y ตามลำดับ

ω คือ องค์ประกอบความเร็วตามแนวดิ่ง

จากสมการการเคลื่อนที่เป็นสมการพื้นฐานของกฎนิวตันข้อที่ 2 ซึ่งแสดงถึงสถานะ อัตราการเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัมของวัตถุ คือ มีค่าเท่ากับแรงสุทธิที่กระทำกับวัตถุ ในธรรมชาติ การไหลเวียนของมวลน้ำจะมีการปั่นป่วน การเปลี่ยนแปลงในตำแหน่งและเวลา ดังนั้น ปริมาณการ เคลื่อนของเวลา และความเร็วเฉือน เป็นการพิจารณาในสมการ ดังนี้

$$\begin{aligned} & \frac{\partial U_D}{\partial t} + \frac{\partial U^2_D}{\partial x} + \frac{\partial UVD}{\partial y} + \frac{\partial U\omega}{\partial \sigma} - fVD + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} \\ & + \frac{gD^2}{\rho_0} \int_0^{\sigma} \left[\frac{\partial \rho'}{\partial x} - \frac{\sigma'}{D} \frac{\partial D}{\partial x} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma} \right] + F_x \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial VD}{\partial t} + \frac{\partial UVD}{\partial x} + \frac{\partial V^2_D}{\partial y} + \frac{\partial V\omega}{\partial \sigma} + fUD + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} \\ & + \frac{gD^2}{\rho_0} \int_0^{\sigma} \left[\frac{\partial \rho'}{\partial y} - \frac{\sigma'}{D} \frac{\partial D}{\partial y} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[\frac{K_M}{D} \frac{\partial V}{\partial \sigma} \right] + F_y \end{aligned} \quad (4)$$

เมื่อ f คือพารามิเตอร์ของโคลิโอริส

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.8 m/sec^2)

โดยที่ $\frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma}$ และ $\frac{K_M}{D} \frac{\partial V}{\partial \sigma}$ เป็นค่าการปั่นป่วนตามแนวแกน x และ y ตามลำดับ

K_M คือ ความหนืดวงวนตามแนวตั้ง และ ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำทะเล

โดยที่ A_M, A_H เป็นความหนืดตามแนวราบและสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายตามลำดับ

F_x, F_y เป็นพจน์ของความหนืดตามแนวราบ เป็นการคำนวณโดยสัมประสิทธิ์

ความหนืดวงวนตามแนวราบ (A_M) ดังสมการ 5

$$A_M = c\Delta x\Delta y \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (5)$$

เมื่อ C คือค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย และ $\Delta x, \Delta y$ คือ ขนาดกริด (Mellor, 1998)

4.2 เงื่อนไขขอบเขต

เงื่อนไขขอบเขตที่ผิวและที่พื้นท้องทะเลเป็นการแสดงถึงความเร็วในแนวตั้งฉากเป็นการกำหนดค่าให้มีค่าเท่ากับศูนย์ ส่วนค่าความเค้นของความเร็วเป็นการใช้ความเค้นที่ผิวและแรงที่ผิวของแบบจำลองในทุก ๆ กริด ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ ดังนี้

$$\frac{K_M}{D} \left(\frac{\partial U}{\partial \sigma}, \frac{\partial V}{\partial \sigma} \right) = -(\langle wu(0) \rangle, \langle wv(0) \rangle), \sigma \rightarrow 0 \quad (6)$$

$$\frac{K_M}{D} \left(\frac{\partial U}{\partial \sigma}, \frac{\partial V}{\partial \sigma} \right) = c_z [U^2 + V^2]^{1/2} (U, V), \sigma \rightarrow -1 \quad (7)$$

w คือ ค่าความเร็วลม และ c_z คือสัมประสิทธิ์ที่พื้นท้องทะเล เมื่อ c_z สามารถ

$$\text{เขียนได้เป็น } c_z = \text{MAX} \left[\frac{k^2}{[\ln \{(1 + \sigma_{kb-1})^H / z_0\}]^2}, 0.0025 \right]$$

สำหรับเงื่อนไขขอบเขตเปิดจะเป็นการศึกษาค่าความเร็วที่สัมผัสที่กำหนดไว้ในขอบเขตเปิดที่กำหนดค่าไว้เป็นศูนย์ซึ่งค่ากระแสน้ำขึ้น-น้ำลง และระดับน้ำ เป็นการคำนวณจากความเร็วตามแนวตั้งที่กำหนดไว้ในบริเวณขอบเขตเปิด ดังสมการ

$$U_n = \hat{U}_n \pm \frac{C}{H} (\eta - \hat{\eta}) \quad (8)$$

เมื่อ $\hat{U}_n, \hat{\eta}$ เป็นกระแสน้ำที่น้ำเข้า และระดับน้ำ ตามลำดับ และ C คือค่าความเร็วคลื่นในบริเวณน้ำตื้น ซึ่งกำหนดให้เป็น $\sqrt{gH}$ เมื่อ g คือค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และ H คือ ความลึกของน้ำ

ในเงื่อนไขขอบเขตเปิดจะมีแรงอีกแรงหนึ่งที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะแบบจำลองกระแสน้ำในอ่าวไทยนั่นก็คือแรงน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งสมการที่ใช้คำนวณระดับน้ำขึ้น-น้ำลงสามารถเขียนได้เป็น

$$h(t) = \sum A_i \cos[(V_0 + U)_i + \sigma_i t - \kappa_i]$$

เมื่อ κ_i คือ เฟสของคลื่น

$(V_0 + U)_i$ โนดของ U และ V

σ_i คือ เฟสที่เพิ่มขึ้น และ A_i คือ ความสูงคลื่น

โดยที่ระดับน้ำขึ้น-น้ำลง เป็นการคำนวณจากกระแสน้ำขึ้น-น้ำลงในขอบเขตเปิด และ กระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์จะอยู่ในรูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำ (ทิศทางกระแสน้ำ) ที่เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลทางสมุทรศาสตร์

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับประเทศไทยได้มีผู้เชี่ยวชาญทางด้านภูมิอากาศทำการค้นคว้าวิจัย และได้ทำการเสนอบทความต่าง ๆ ไว้ สำหรับประเทศไทยได้มีการศึกษามาเป็นระยะเวลานาน ซึ่งนักวิจัยได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญ ดังนี้

1. การศึกษาด้านอุตุนิยมวิทยา

จากการศึกษาถึงปริมาณน้ำท่าของ Siripong and Purmatikant (1995) รายงานว่า ปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำโขงจะลดลงเนื่องจากความแห้งแล้งทางตอนใต้ของประเทศจีน และการศึกษาของ Siripong *et al.* (1995) พบว่า ปริมาณการไหลของแม่น้ำตาปีของจังหวัดสุราษฎร์ธานี และค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลที่เกาะหลักซึ่งตั้งอยู่บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยในระหว่างปีที่เกิดปรากฏการณ์เอนโซ (เอลนีโญ) ปริมาณฝน การระเหย ปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับน้ำทะเล และการเกิดฝนฟ้าคะนอง โดยทั่วไปแล้วจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ย แต่ความกดอากาศและอุณหภูมิจะสูงกว่าค่าปานกลาง และจากการศึกษาของ Tangjaitrong *et al.* (1996) บริเวณอ่าวไทยตอนกลางและตอนล่างระดับน้ำค่อนข้างจะคงที่ สำหรับปีที่เกิดปรากฏการณ์เอนโซ (เอลนีโญ และลานินญา) พบว่าระดับน้ำส่วนใหญ่จะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาที่ยาวนาน แต่จากการศึกษาของ กัตัญญ (2540) ได้รายงานถึงปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานินญา ที่มีผลกระทบต่อประเทศไทยทั้งประเทศ พบว่ายังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนในเรื่องปริมาณฝน และอุณหภูมิ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ENSO กับพารามิเตอร์ทางอุตุฯ ของจากการศึกษาของ บุญธรรม (2542) พบว่าปัจจัยอื่น เช่น ความกดอากาศ อุณหภูมิ ปริมาณฝนและทิศทางลม โดยอาศัย

ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2494-2540 พบว่ามีความสัมพันธ์กับ ENSO น้อยในฤดูมรสุมของประเทศไทย ผลจากการเกิด ENSO ในปี พ.ศ.2541-2542 ซึ่งเป็นปีที่เกิด ENSO รุนแรง พบว่า พ.ศ. 2541 เกิด El nino ค่าพิศสภาพฝนรายปีน้อยกว่าปกติแต่ค่าพิศสภาพอุณหภูมิรายปีมากกว่าปกติและพ.ศ.2542 ค่าพิศสภาพฝนรายปีมากขึ้นแต่ค่าพิศสภาพอุณหภูมิรายปีน้อยกว่าปกติมาก ฝนมีแนวโน้มลดลง ส่วนอุณหภูมิมีแนวโน้มสูงขึ้น จากการศึกษาการเชื่อมโยงปรากฏการณ์ ENSO กับปริมาณฝนในฤดูมรสุมของประเทศไทย ที่จังหวัดจันทบุรี ระนองและสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1951-1997 พบว่า ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสัมพันธ์กับ ENSO น้อยคือ ความกดอากาศ อุณหภูมิ ปริมาณฝน และทิศทางลม ต่อจากนั้น ภูเวียง (2543) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์ ENSO ต่อปริมาณฝน อุณหภูมิและความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนบนพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูล ตั้งแต่ปี ค.ศ.1951-1998 จากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา 26 สถานี มาหาความสัมพันธ์ โดยใช้ SOI Index พบว่าผลกระทบต่ออุณหภูมิในภาคใต้ฝั่งตะวันออกเป็นปริมาณ 8.3 % ของจำนวนสถานี ส่วนบริเวณอื่นไม่มีผลกระทบกับค่าพิศสภาพฝนและความถี่พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ชายฝั่งประเทศไทย และจากการศึกษาของอัปสรสุดา (2546) พบว่าการเกิดปรากฏการณ์ ENSO ที่ผ่านมามีการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรชายฝั่งตั้งแต่ปี พ.ศ.2531-2543 ที่อ่าวบ้านดอนและสุราษฎร์ธานี โดยใช้การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและจำแนกโดย NDVI จากข้อมูลดาวเทียม Landsat พบว่าในช่วง El nino ฝนจะแล้ง อุณหภูมิและอากาศร้อนกว่าปกติ ทั้งนี้ยังส่งผลให้เพิ่มความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนและทำให้ระดับน้ำทะเลสูงกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนในปี La Nina มีฝนตกมากกว่าปกติ อุณหภูมิและอากาศเย็นกว่าปกติ การเชื่อมโยงต่อความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนน้อยกว่า El nino จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าผลจากการเกิดปรากฏการณ์ ENSO มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเลด้วย แต่พื้นที่ศึกษานี้เป็นอ่าวไทยตอนใต้ลักษณะเป็นพื้นที่เปิดรับลมมรสุมโดยตรงจึงส่งผลต่อการเชื่อมโยงต่อความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนอย่างเห็นได้ชัด จากการศึกษาของ มันทนา และ สุดาพร (2536) ได้รายงานว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของปีก่อนเกิดเอลนีโญ ปีที่เกิดเอลนีโญ และปีหลังเกิดเอลนีโญที่รุนแรงและปานกลาง จากสถานีตรวจอากาศผิวพื้นจำนวน 43 สถานี จาก 47 สถานี มีค่าสูงกว่าปกติ และจากการศึกษาของมณฑนา และ สุดาพร (2542) พบว่าในช่วงปี ลานินอยู่ขนาดรุนแรงมีผลกระทบให้ประเทศไทยส่วนใหญ่มีฝนสูงกว่าปกติขณะที่อุณหภูมิจะต่ำกว่าปกติในเกือบทุกฤดูกาล จากการศึกษาของ Limsakul and Goes (2008) พบว่าปรากฏการณ์เอนโซ่ที่เป็นแหล่งสำคัญของการผันแปรในระหว่างปี/ช่วง10 ปี ของอุณหภูมิอากาศในประเทศไทย ช่วงระยะเวลาในระหว่างปีอุณหภูมิอากาศในประเทศไทยเป็นค่าพิศปกติที่สูงกว่าปกติและต่ำกว่าปกติในช่วงปีเอลนีโญและลานินอยู่ตามลำดับ

2. การศึกษาด้านสมุทรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความเค็ม โดยอัปสรสุตา (2527) ซึ่งใช้วิธีการเฉลี่ยต่อช่องสี่เหลี่ยมกว้างยาว 1 องศา จากละติจูด 3 องศาใต้ถึง 24 องศาเหนือ ลองจิจูด 99 องศาตะวันออก ถึง 121 องศาตะวันออก ได้ทำการแบ่งมวลน้ำในบริเวณนี้ได้เป็นมวลน้ำชั้นบนจากผิวหน้าถึงความลึก 500 เมตร มวลน้ำชั้นกลางจากความลึก 500 ถึง 1,000 เมตร และมวลน้ำชั้นล่างจากความลึก 1,000 เมตรถึงพื้น อุณหภูมิและความเค็มในมวลน้ำชั้นบนแปรผันไปตามฤดูกาล ในขณะที่มวลน้ำชั้นอื่นไม่แปรตามฤดูกาล อุณหภูมิผิวหน้าของพื้นที่ทั้งหมดมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนเป็น 28.829 องศาเซลเซียส ต่ำสุดในฤดูหนาวเป็น 25.838 องศาเซลเซียส ในอ่าวไทยค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงสุดในฤดูใบไม้ผลิ 29.873 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในฤดูหนาวเป็น 27.014 องศาเซลเซียส สำหรับค่าความเค็มผิวน้ำทะเลของพื้นที่ทั้งหมดสูงสุดในฤดูหนาวเป็น 33.361 ต่ำสุดในฤดูใบไม้ร่วงเป็น 31.234 สำหรับในอ่าวไทยค่าความเค็มผิวน้ำทะเลสูงสุดในฤดูร้อนเป็น 32.179 ต่ำสุดในฤดูใบไม้ร่วงเป็น 31.234 จากการศึกษาของ อัปสรสุตา (2528) ได้ทำการวิจัยพบว่า คุณสมบัติของมวลน้ำในอ่าวไทยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล น้ำผิวหน้ามีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปี 28.104 องศาเซลเซียส ค่าความเค็มมีค่า 31.764 ที่ผิวน้ำมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน และต่ำสุดในฤดูหนาว ค่าความเค็มมีค่าสูงสุดในฤดูร้อนเพราะกระแสน้ำจากทะเลจีนใต้ซึ่งมีค่าความเค็มสูงกว่าไหลเข้ามา ค่าความเค็มมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม เนื่องจากมีปริมาณฝนและอัตราน้ำไหลจากแม่น้ำมาก จากรายงานของกรมอุทกศาสตร์ (2538) ได้รายงานถึงอุณหภูมิและความเค็มของมวลน้ำในอ่าวไทยว่า อุณหภูมิผิวน้ำแต่ละฤดูมรสุมมีความแตกต่างกันมากพอสมควร โดยในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 30.04 องศาเซลเซียส สูงกว่าฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 1.69 องศาเซลเซียส และสูงกว่าในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม 1.04 องศาเซลเซียส และที่ระดับลึกลงไป ความแตกต่างของแต่ละฤดูจะน้อยลงไป ตามลำดับ สำหรับค่าความเค็มของน้ำทะเลนั้นในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือค่าความเค็มในอ่าวไทยจะต่ำกว่าฤดูกาลอื่น ส่วนฤดูกาลที่เหลือมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ได้ความเค็มบริเวณผิวน้ำมีค่าเฉลี่ย 32.67 สูงกว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ 1.25 และสูงกว่าช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม 0.09 และจากการศึกษาของ สมยศ (2541) ผลจากการวิเคราะห์รูปแบบการแตกแจงอุณหภูมิและความเค็มที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยตลอดปี 2537 พบว่า ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าอยู่ในช่วง 26.5 องศาเซลเซียส ถึง 31.4 องศาเซลเซียส โดยที่ค่าอุณหภูมิมีค่าสูงในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งมีค่าสูงสุด 30.3 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดในเดือนมกราคม ซึ่งมีค่าต่ำสุด 28.0 องศาเซลเซียส ส่วนค่าความเค็มผิวน้ำทะเลมีค่าอยู่ในช่วง 23.0 ถึง 33.0 โดยที่ค่าความเค็มสูงอยู่ในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เดือนมิถุนายน ซึ่งมีค่าสูงสุด 31.7 และค่าความเค็มต่ำสุดในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม โดยมีค่าต่ำสุด 29.0

สำหรับการเกิดปรากฏการณ์ ENSO ที่ผ่านมามีการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรชายฝั่งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531-2543 ที่อ่าวบ้านดอนและสุราษฎร์ธานี โดยใช้การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งจำแนกโดย NDVI จากข้อมูลดาวเทียม Landsat ซึ่งทำการศึกษาโดย อัปสรสุดา (2546) พบว่าการประมงและการเพาะเลี้ยงสูงกว่าค่าเฉลี่ย พื้นที่ของป่าธรรมชาติและป่าชายเลนลดลง ทั้งนี้ยังส่งผลให้เพิ่มความถี่ของพายุหมุนเขตร้อนและทำให้ระดับน้ำทะเลสูงกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนในปี La nina การประมงและการเพาะเลี้ยงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย พื้นที่ของป่าธรรมชาติและป่าชายเลนเพิ่มขึ้น และระดับน้ำทะเลปานกลางมีค่าไม่คงที่ และการศึกษาถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียซึ่งทำการศึกษาโดย Tiwari *et al.* (2004) พบว่าการแปรผันของอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลในแต่ละฤดูกาลในมหาสมุทรอินเดียพบที่มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอนโซ และนอกจากการแปรผันของอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลแล้วยังส่งผลต่อปริมาณฝนที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรอินเดียและสามารถนำความสัมพันธ์นี้ไปคาดการณ์ถึงปริมาณฝนที่เกิดขึ้นในแถบแอฟริกาในฤดูถัดไปได้ จากการศึกษาของ Toshiaki *et al.* (2004) ทำการศึกษถึงการผันแปรอุณหภูมิที่ผิวน้ำและที่ได้ผิวน้ำในมหาสมุทรอินเดียแถบศูนย์สูตรและความสัมพันธ์กับเอนโซ ซึ่งพบว่าในเดือนกันยายน ตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน ไคโพล (ทางด้านมหาสมุทรอินเดียทางฝั่งตะวันออกและทางด้านมหาสมุทรอินเดียทางฝั่งตะวันตก) ที่ผิวน้ำมีความสัมพันธ์กันดีกับ SST Index (NINO3.4) ขณะที่ไคโพลใต้ผิวน้ำเป็นอิสระกับเอนโซ ส่วนประกอบพื้นฐานที่เกิดขึ้นของเอนโซและไคโพลใต้ผิวน้ำที่ก่อให้เกิดการวิวัฒนาการที่แตกต่างกันขององค์ประกอบของความร้อนที่ผิวของมหาสมุทรเป็นตัวบ่งชี้ว่าแบบฉบับของเอนโซจะบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ไคโพลในน้ำตื้น สิ่งนี้เป็นตัวควบคุมขั้นต้นโดยการผันแปรในการไหลของความร้อนที่ผิวน้ำ และจากการศึกษาของ Suryachandra and Swadhin (2005) ได้ทำการศึกษาระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย โดยใช้ Topex/Poseidon (T/P) ตรวจวัดระหว่าง 1993-1999 และข้อมูลระดับน้ำทะเลที่มีอยู่ในอดีต 1957-1998 ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน รวมถึงข้อมูลอุณหภูมิ และน้ำขึ้น-น้ำลง ในช่วงร้อยปีตามแนวชายฝั่งของอินเดีย การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างปีกับความสัมพันธ์ของ ENSO อย่างแรกที่น่าประหลาดก็คือระดับน้ำทะเลที่ทำการตรวจวัดด้วยดาวเทียมและผลของระดับน้ำทะเลเมื่อ 40 ปีก่อน จะดูเหมือนว่ามีความสัมพันธ์กับ SOI ซึ่งผลของความสัมพันธ์ของระดับน้ำทะเลกับค่า SOI มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.48 ซึ่งค่าความสัมพันธ์นี้จัดได้ว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง จากผลการวิเคราะห์พบว่าระดับน้ำเกิดขึ้นจากอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลงและอุณหภูมิที่เกิดจากอิทธิพลของ ENSO จึงเกิดการผันแปรของระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย จากการศึกษาของ Zengrui *et.al.* (2007) ได้ทำการศึกษาระดับน้ำทะเลที่สังเกตโดยการวัดระหว่างปี 1993-2004 ระดับน้ำที่วัดโดยเทอร์โมสเตริกในทะเลจีนใต้ ในช่วงปี 1995 ถึง 2004 พบว่าในช่วงปีเอลนินโญปริมาณน้ำมีการเคลื่อนย้ายระหว่างทะเลจีนใต้และเชื่อมต่อกับมหาสมุทรและการเกิด Ekman ผิดปกติไปสำหรับระดับน้ำทะเล ในขณะที่การแลกเปลี่ยนมวลน้ำซึ่ง

ถูกควบคุมโดยปริมาณน้ำฝนซึ่งแสดงถึงนัยสำคัญของความต่อเนื่องของค่าผิดปกติของระดับน้ำทะเลในทางลบ สำหรับการศึกษาของ Li *et.al.* (2007) พบว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณทะเลจีนใต้มีความสัมพันธ์กับดัชนี MEI ในช่วงการไหลย้อนเวลา 3-12 เดือน ในฤดูร้อน และในช่วงปีเอลนินโญ (1987-1988 และ 1997-1998) พบว่าค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับดัชนี MEI มีความสัมพันธ์กันสูงในช่วงฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วงโดยการไหลย้อนเวลาถึง 6 เดือน เนื่องจากการขับเคลื่อนของลมมรสุมนั้นถูกทำลายลงเมื่อเอ็นโซมีความรุนแรงพอ

สำหรับรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทย จากการศึกษากระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนบนโดย ปราโมทย์ (2527) ได้ทำการศึกษาการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากอิทธิพลของลมในอ่าวไทยตอนบนในรูปแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณลักษณะการไหลเวียนของน้ำในสภาวะที่คงที่ภายใต้สภาวะของน้ำทะเลที่มีความหนาแน่นคงที่ไม่มีการไหลเข้าจากแม่น้ำสายต่าง ๆ โดยกำหนดความลึกของน้ำตามลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ท้องทะเลอ่าวไทยตอนบน จากผลการศึกษาพบว่าทิศทางการไหลของน้ำมีทิศเบนไปทางขวาตามแรงของโคลิโอลิส แต่ในบางจุดมีการเบี่ยงเบนของทิศทางการไหลไปทางซ้ายทั้งนี้เนื่องจากรูปร่างภูมิประเทศของอ่าวไทย ลักษณะการเบี่ยงเบนจะเพิ่มมากขึ้นตามความลึกและมีขนาดลดลง จากการศึกษาของ สมชาย (2532) ได้ทำการศึกษารูปแบบการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำนายโครงสร้างของการไหลเวียนใน 3 มิติของน้ำที่เกิดจากลมและแสดงการแจกแจงของความเค็มจากน้ำที่ไหลออกจากแม่น้ำสายต่าง ๆ บริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยวิธีการทางคณิตศาสตร์แบบ Finite Different ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มานั้นพบว่าในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีการไหลของน้ำเข้าทางด้านบนและไหลออกทางด้านล่างและช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีการไหลของน้ำเข้าทางด้านล่างและออกทางด้านบน และจากการศึกษาของ อนุกุล และ มหรรณพ (2541) ได้ทำการศึกษาลักษณะกระแสน้ำในแต่ละฤดูกาลในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์แบบ 2 มิติ โดยใช้ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญได้แก่ ข้อมูลลมเฉลี่ยจาก European Center for Medium Range Weather Forecast (ECMWF), ข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีฮาร์โมนิก และข้อมูลความลึกเฉลี่ยที่ได้จากแผนที่เดินเรือ ผลการคำนวณที่ได้แสดงให้เห็นความสำคัญของลมที่มีต่อลักษณะกระแสน้ำเฉลี่ยในแต่ละฤดูกาล พบว่า มีวงกระแสน้ำขนาดใหญ่ที่มีทิศตามเข็มนาฬิกาบริเวณกลางอ่าวไทยเกิดขึ้นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะเช่นนี้ไม่ปรากฏในฤดูกาลอื่น ล้วนลักษณะกระแสน้ำที่มีความซับซ้อนมากที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเปลี่ยนมรสุมจากตะวันตกเฉียงใต้เป็นตะวันออกเฉียงเหนือ กล่าวคือไม่ปรากฏกระแสน้ำที่มีลักษณะการไหลไปในทิศทางเดียวให้เห็นเด่นชัดแต่กลับพบว่ามีวงกระแสน้ำทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วอ่าวไทย ต่อมาได้มีการศึกษารูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลอง 3

มิติ โดยใช้ข้อมูลลมที่ได้จากทึ่มสมุทรศาสตร์และข้อมูลน้ำขึ้น-น้ำลง ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ (SEAWATCH 3D) โดย สมยศ (2541) พบว่ากระแสน้ำในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำมีทิศทางไหลเข้าสู่อ่าวไทยทางด้านฝั่งตะวันตก วนตามเข็มนาฬิกาแล้วไหลออกทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำมีทิศทางไหลเข้าสู่อ่าวไทยทางด้านฝั่งตะวันออกวนตามเข็มนาฬิกาแล้วไหลออกทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย แต่ในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม คือ ในเดือนเมษายนและเดือนตุลาคม พบว่าลักษณะการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยมีทิศทางหรือรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำที่ไม่แน่นอนจากการศึกษาของ Buranapratheprat *et al.* (2006) ได้ศึกษากระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนที่เกิดจากอิทธิพลของลม พบว่ากระแสน้ำมีทิศทางไหลแบบวนเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เมื่อขนาดของลมในทิศทางตะวันออกหรือลมทางทิศใต้มีความแรงกว่าลมทางตะวันตกหรือลมทางเหนือ ตามลำดับ และจากการศึกษาของอนุกุล (2552) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองไฮโดรไดนามิกสองมิติ ได้ถูกนำมาใช้ศึกษาการไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งจังหวัดชลบุรี โดยใช้ข้อมูลน้ำเข้าที่สำคัญสำหรับการคำนวณ ได้แก่ ข้อมูลลม ข้อมูลน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน และข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีวิเคราะห์ฮาร์โมนิก ค่ากระแสน้ำเฉลี่ยรายเดือนได้ถูกนำมาวิเคราะห์ลักษณะการไหลเวียนของน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งจังหวัดชลบุรีในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของลมมรสุมและปริมาณน้ำท่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของลักษณะการไหลเวียนกระแสน้ำในบริเวณที่ศึกษา ลมจากทางทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศใต้ ทำให้น้ำทะเลจากภายนอกไหลเข้ามาในพื้นที่จากทางด้านใต้และไหลออกทางทิศตะวันตกบริเวณตอนเหนือของพื้นที่ ในทางกลับกันในช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรง เกิดการไหลเวียนของน้ำเข้ามาในบริเวณตอนเหนือของอ่าวจากทิศตะวันตก และไหลออกจากพื้นที่ทางด้านทิศใต้ น้ำท่าจากแม่น้ำบางปะกงทำให้กระแสน้ำไหลออกสู่ทะเลมีกำลังแรงในช่วงฤดูน้ำหลาก (สิงหาคม ถึง ตุลาคม) ส่วนในช่วงเวลาอื่นไม่แสดงอิทธิพลเด่นชัด

จากเอกสารงานวิจัยเท่าที่ได้ทำการสำรวจมานี้ยังมีข้อจำกัดและไม่ชัดเจนถึงอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซที่มีผลต่อชายฝั่งของอ่าวไทยค่อนข้างมาก ดังนั้นการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลทั้งทางอุตุฯ และข้อมูลทางสมุทรศาสตร์มาศึกษาร่วมกัน โดยเฉพาะรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำตลอดทั้งอ่าวไทยที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์แบบรายเดือนอย่างต่อเนื่องซึ่งจะเป็นผลที่จะอธิบายความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์เอนโซที่มีผลกระทบทับกับอ่าวไทยได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ชุดคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการประมวลผลแบบจำลองกระแสน้ำในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลองกระแสน้ำ(Princeton Ocean Model : POM)
2. ข้อมูลลมเหนือผิวน้ำทะเลที่ระดับความสูง 10 เมตร ความละเอียดทุก 1 องศา (ประมาณ 111 กิโลเมตร) ความถี่ของข้อมูลทุก 6 ชั่วโมง จากแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์อากาศของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา (NAVY Operation Global Atmospheric Prediction System: NOGAPS) ซึ่งสามารถนำข้อมูลมาได้จาก (National Weather Service Southern Region Head Quarters, 2003) ซึ่งเป็นความเร็วลมในแนวเหนือ-ใต้ และในแนวตะวันออก-ตะวันตก ของทั่วโลก และนำมาเฉพาะในส่วน of พื้นที่ที่ทำการศึกษาคือบริเวณในส่วนของอ่าวไทยทั้งหมดตลอดช่วงเวลาเดือนสิงหาคม ปี1997-ธันวาคม ปี2003 และข้อมูลลมที่ประกอบด้วยทิศทางลม และความเร็วลมจากทุ่นสมุทรศาสตร์ที่ระดับ 3.5 เมตร ในช่วงเดือนมกราคม ค.ศ. 1997-กรกฎาคม ค.ศ.1997 ทุก 6 ชั่วโมง
3. ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ และปริมาณฝนแบบรายเดือน ได้มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะนำข้อมูลอุณหภูมิอากาศ และปริมาณฝนตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทย จำนวน 9 สถานี ดังภาพที่ 10 และตารางที่ 8
4. ข้อมูลที่แสดงอุณหภูมิ – ความเค็มที่ระดับความลึก 3.5 เมตร นำข้อมูลมาจากทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทยตามตำแหน่ง ดังภาพที่ 11และตารางที่9โดยทำการอ่านข้อมูลมาทุก ๆ 3 ชั่วโมง และนำมาทำการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือน
5. ข้อมูลดัชนีเอนโซ ที่ประกอบด้วย SOI, MEI, NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4 ดังตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 7
6. ชุดโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ(SPSS Version 11.5)

วิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลในช่วงปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานินญา รวมถึงสภาพปกติ ในช่วง ปี ค.ศ.1997- ธันวาคม ค.ศ.2003 (พ.ศ. 2540-พ.ศ. 2546) ซึ่งภาวะเอลนีโญคือ ปี พ.ศ. 2540-2541 (ค.ศ. 1997-1998) ภาวะลานินญาคือ ปี พ.ศ. 2542-2543 (ค.ศ.1999-2000) และปีภาวะปกติคือปี พ.ศ.2546 (ค.ศ.2003) โดยอาศัยข้อมูล SOI, MEI, NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4 ดังตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 7

2. เตรียมข้อมูลลมในช่วงเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1997- เดือนธันวาคม ค.ศ. 2003 จากแบบจำลองการพยากรณ์อากาศของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา ดังกล่าวไว้ในข้อ 1 ในส่วนของอุปกรณ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองกระแสน้ำ เนื่องจากในแบบจำลองการพยากรณ์อากาศของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกาไม่มีข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม ค.ศ.1997-เดือนกรกฎาคม ค.ศ.1997 ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลลมที่แสดงถึงทิศทางลมและความเร็วลมที่ได้จากทฤษฎีสมุทรศาสตร์ในระดับ 3.5 เมตรเหนือผิวน้ำทะเล และทำการแปลงข้อมูลลมให้เป็นระดับความสูงที่ระดับ 10 เมตรเหนือผิวน้ำทะเลโดยใช้สมการของ (Elliott *et al.*, 1986 อ้างใน Wikimedia Foundation, 2011) (ดังสมการที่ 9) เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองกระแสน้ำ (Princeton Ocean Model : POM) และข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองกระแสน้ำอีกส่วนหนึ่ง คือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล และค่าความเค็มผิวน้ำทะเล ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเลจากทฤษฎีสมุทรศาสตร์เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองกระแสน้ำ

$$U = U_r \left(\frac{Z_x}{Z_r} \right)^\alpha \quad \text{เมื่อ } \alpha = \frac{1}{7} \quad (9)$$

U คือ ความเร็วลมที่ระดับ 10 เมตร ในหน่วย m/sec

U_r คือ ความเร็วลมที่ระดับ 3.5 เมตร ในหน่วย m/sec

Z_r คือ ความสูงมีค่าเท่ากับ 3.5 เมตร

Z คือ ความสูงมีค่าเท่ากับ 10 เมตร

ที่มา: Wikimedia Foundation (2011)

3. ทำการประมวลผลข้อมูลลมจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลลมตลอด 0.1 ดีกรีตลอดในช่วงปี ค.ศ.1997- ปี ค.ศ.2003

4. นำข้อมูลที่ได้และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเลจากทุ่นสมุทรศาสตร์เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองกระแสน้ำเพื่อทำการประมวลผลแบบจำลองกระแสน้ำให้ได้ผลลัพธ์รูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยในรูปแบบเฉลี่ยในแต่ละเดือนของช่วงปี ค.ศ.1997–ค.ศ.2003 และทำการตรวจสอบแบบจำลองกระแสน้ำโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ตรวจวัดจากทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ เพื่อที่จะดูถึงทิศทางกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทุ่นสมุทรศาสตร์แบบรายวันโดยพิจารณาข้อมูลที่ได้จากทุ่นสมุทรศาสตร์ที่มีความต่อเนื่องที่ดีที่สุดคือในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคมในปีค.ศ.1998 (พ.ศ.2541) ยกเว้นตำแหน่งทุ่นเพชรบุรี เกาะเต่า นครศรีธรรมราช และสงขลา ใช้ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมในปีค.ศ.1999 (พ.ศ.2542) จำนวน84วันโดยใช้โปรแกรมกราฟเฟอร์ และทำการหาค่าความสัมพันธ์ของกระแสน้ำในทิศตะวันออก-ตะวันตก (U component) ของแบบจำลองคณิตศาสตร์กับ U component ของทุ่นสมุทรศาสตร์ในแต่ละสถานี โดยที่ U-Component หาค่าได้จาก ($U = \text{speed} \times \sin\theta$) เมื่อ θ คือ ทิศทางกระแสน้ำ และความสัมพันธ์ของกระแสน้ำในแนวเหนือ-ใต้ (V component) ของแบบจำลองคณิตศาสตร์กับ V component ของทุ่นสมุทรศาสตร์ เมื่อ V-Component หาค่าได้จาก ($V = \text{speed} \times \cos\theta$) เมื่อ θ คือ ทิศทางกระแสน้ำ รวมถึงตรวจสอบค่าความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทุ่นสมุทรศาสตร์ในแต่ละสถานีแบบรายเดือนตลอดช่วงปีค.ศ.1997–ค.ศ.2003 (พ.ศ.2540–พ.ศ.2546) เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์ จากนั้นทำการศึกษาถึงรูปแบบของกระแสน้ำในช่วงปีเอลนินโญ่ ปีลานินญา และปีสภาพปกติต่อไป

5. เนื่องจากค่าความเร็วกระแสน้ำและทิศทางกระแสน้ำที่ได้จากทุ่นสมุทรศาสตร์ซึ่งข้อมูลได้ขาดช่วงไปในบางเวลา ผู้วิจัยได้ใช้การประมาณค่าข้อมูลดังกล่าวในช่วงเวลาที่ขาดไปโดยใช้วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์รายคู่สถานีและพิจารณาแต่ละคู่สถานีโดยใช้สถานีที่มีข้อมูลครบถ้วนที่สุดเป็นตัวตั้งเพื่อเทียบกับแต่ละสถานีที่ใกล้กันและพิจารณาถึงความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดของแต่ละคู่สถานีโดยใช้วิธีสหสัมพันธ์ (Correlation) จากนั้นนำแต่ละคู่สถานีที่มีค่าสหสัมพันธ์ที่ดีที่สุดมาศึกษาหาสมการการถดถอย (Regression) เพื่อไปพยากรณ์ค่าที่ขาดไปในแต่ละสถานีจนกระทั่งได้ข้อมูลครบทุกช่วงเวลาและทุกสถานี

6. หาค่าความสัมพันธ์ของทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์และจากทุ่นสมุทรศาสตร์และสร้างสมการถดถอยจากสหสัมพันธ์และนำค่าทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ไปแทนในค่าตัวแปรต้น (x) ในสมการถดถอยของแต่ละชุดข้อมูล (ในแต่ละตำแหน่งทุ่นสมุทรศาสตร์) เพื่อที่จะได้ค่ากระแสน้ำที่ปรับแก้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใกล้เคียงกับค่า

จริงที่สุด และหาค่าความสัมพันธ์ของความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์และจากหุ่นสมุทรศาสตร์และสร้างสมการถดถอยจากสหสัมพันธ์และนำค่าความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ไปแทนค่าในตัวแปรต้น (x) ในสมการถดถอยของแต่ละชุดข้อมูล (ในแต่ละตำแหน่งหุ่นสมุทรศาสตร์) เพื่อที่จะได้ค่าความเร็วกระแสน้ำที่ปรับแก้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใกล้เคียงกับค่าจริงที่สุด และนำมาประกอบการอธิบายผลการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำในแต่ละตำแหน่งตลอดในช่วงปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานินญาและในช่วงปีปรากฏการณ์ปกติ

7. นำค่าทิศทางกระแสน้ำและความเร็วกระแสน้ำจำนวน 100 จุดทั้งบริเวณอ่าวไทยที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์มาเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นทิศทางกระแสน้ำและความเร็วกระแสน้ำสุทธิตายเดือนของอ่าวไทยในปี พ.ศ.2540-พ.ศ. 2541 (เอลนีโญ), ในปีพ.ศ.2542-พ.ศ.2543) (ลานินญา) และปีพ.ศ.2546 (ปีภาวะปกติ) และทำการทดสอบทางสถิติ (t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อหาความสำคัญของกระแสน้ำสุทธิในช่วงปีภาวะเอลนีโญกับปีภาวะปกติและช่วงปีภาวะลานินญากับช่วงปีภาวะปกติ

8. ทำการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิก๊าซ และปริมาณฝนตามแนวบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยตามตำแหน่งดังแสดงในภาพที่ 10 และตารางที่ 8 โดยทำการศึกษารายเดือนในช่วงปี ค.ศ. 1997 – ค.ศ.2003 (พ.ศ.2540-2546) และทำการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การอธิบาย (Coefficient of determination) หรือ R^2 ที่แสดงถึงอิทธิพลระหว่างดัชนีเอ็นโซกับพารามิเตอร์ของอุณหภูมิก๊าซและสมุทรศาสตร์ โดยศึกษาในรูปแบบแบบเลื่อนเวลา (Lag Time) และพิจารณาค่า R^2 ที่ดีที่สุด เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงเวลาที่ปรากฏการณ์เอ็นโซมีอิทธิพลต่อพารามิเตอร์ของอุณหภูมิก๊าซและสมุทรศาสตร์ในบริเวณที่ทำการศึกษาในแต่ละสถานี

9. ทำการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิก๊าซ และปริมาณฝนตามแนวบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยตามตำแหน่งดังแสดงในภาพที่ 10 และตารางที่ 8 โดยทำการศึกษารายเดือนในช่วงปี ค.ศ. 1997 – ค.ศ.2003 (พ.ศ.2540-พ.ศ. 2546) ทำการศึกษาตลอดปีพ.ศ.2540 ปีพ.ศ.2541 และปีพ.ศ. 2546 และศึกษาโดยจำแนกตามสภาวะการณ์เอ็นโซ ช่วงภาวะเอลนีโญ (เดือนมีนาคม พ.ศ.2540-เดือนเมษายน พ.ศ. 2541) และในช่วงปีภาวะลานินญา (เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2541-เดือนเมษายน พ.ศ.2542) รวมถึงปีภาวะปกติ (เดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2546) และนำข้อมูลอุณหภูมิก๊าซและปริมาณฝนตามชายฝั่งในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษามาศึกษาความสัมพันธ์กับค่าดัชนีเอ็นโซในแต่ละดัชนีที่กล่าวไว้ข้าง 1 และดังตารางที่ 2 ถึง ตารางที่ 7 โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์แบบเลื่อนเวลา (Lag Time) และพิจารณาค่าความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด และศึกษาค่า Standard Deviation และค่า

Standard Error ของทั้งแบบพิจารณาในช่วงภาวะเอลนีโญตลอดปีพ.ศ.2540 กับช่วงภาวะเอลนีโญ (ช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2540-เดือนเมษายน พ.ศ. 2541) และช่วงภาวะลานีญาแบบตลอดปี พ.ศ. 2541 กับช่วงภาวะลานีญา (ช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2541-เดือนเมษายน พ.ศ. 2542) รวมถึงปี ภาวะปกติ ในปี พ.ศ. 2546 เพื่อที่ใช้ในการศึกษาว่าแบบพิจารณาตลอดทั้งปีกับพิจารณาตามช่วง ภาวะโดยจำแนกตามค่าดัชนีว่าควรเลือกใช้แบบใดจึงเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของอำเภอไทยโดยใช้ ค่า Standard Deviation กับ ค่าStandard Error ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1-12 และตารางผนวกที่ 25-26 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

10. ทำการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิและค่าความเค็มที่ผิวน้ำทะเล (ระดับ 3.5 เมตร) จากทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ในอำเภอไทยตามตำแหน่งดังภาพที่ 11 และตารางที่ 9 โดยทำการศึกษาข้อมูล แบบเฉลี่ยค่าอุณหภูมิและค่าความเค็มแบบรายเดือนในช่วงปี ค.ศ.1997- ค.ศ. 2003 แต่เนื่องจากทั้ง ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเลที่ได้จากทุ่นสมุทรศาสตร์ได้ขาดช่วงไปในบาง เวลา ผู้วิจัยได้ใช้การประมาณค่าข้อมูลดังกล่าวในช่วงเวลาที่ขาดไปโดยใช้วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ รายคู่สถานีและพิจารณาแต่ละคู่สถานีโดยใช้สถานีที่มีข้อมูลครบถ้วนที่สุดเป็นตัวตั้งเพื่อเทียบกับ แต่ละสถานีที่ใกล้เคียงกันและพิจารณาถึงความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดของแต่ละคู่สถานีโดยใช้วิธีสหสัมพันธ์ (Correlation) จากนั้นนำแต่ละคู่สถานีที่มีค่าสหสัมพันธ์ที่ดีที่สุดมาศึกษาหาสมการการถดถอย (Regression) เพื่อไปพยากรณ์ค่าที่ขาดไปในแต่ละสถานีจนกระทั่งได้ข้อมูลครบทุกช่วงเวลาและ ทุกสถานี และนำค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับค่าความเค็มผิวน้ำทะเลมาศึกษาความสัมพันธ์กับค่าดัชนี เอนโซในแต่ละดัชนีที่กล่าวไว้ดังข้อ 1 และดังตารางที่ 2 ถึง ตารางที่ 7 โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ แบบเลื่อมเวลา (Lag Time)และพิจารณาค่าความสัมพันธ์ที่ดีที่สุดเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงเวลาที่ ปรากฏการณ์เอนโซมีผลกระทบถึงบริเวณที่ทำการศึกษามาศึกษาความสัมพันธ์กับค่าดัชนีเอนโซในแต่ละ ดัชนีที่กล่าวไว้ดังข้อ 1 และดังตารางที่ 2 ถึง ตารางที่ 7 โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์แบบเลื่อมเวลา

11. ทำการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิ และค่าความเค็มผิวน้ำทะเลตามแนวบริเวณชายฝั่งของอำเภอไทย ตามตำแหน่งดังแสดงในภาพที่ 11 และตารางที่ 9 โดยทำการศึกษาข้อมูลรายเดือนในช่วงปี ค.ศ. 1997 – ค.ศ.2003 (พ.ศ. 2540-พ.ศ. 2546) ทำการศึกษาตลอดปีพ.ศ.2540 ปีพ.ศ.2541 และปีพ.ศ. 2546 และศึกษาโดยจำแนกตามสภาวะการณ์เอนโซ ช่วงภาวะเอลนีโญ (เดือนมีนาคม พ.ศ.2540- เดือนเมษายนพ.ศ.2541) และในช่วงปีภาวะลานีญา (เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2541-เดือนเมษายน พ.ศ. 2542) รวมถึงปีภาวะปกติ (เดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2546) และนำข้อมูลอุณหภูมิและความเค็ม ผิวน้ำทะเลตามชายฝั่งในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษามาศึกษาความสัมพันธ์กับค่าดัชนีเอนโซในแต่ละ ดัชนีที่กล่าวไว้ดังข้อ 1 และดังตารางที่ 2 ถึง ตารางที่ 7 โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์แบบเลื่อมเวลา

(Lag Time) และพิจารณาค่าความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด และศึกษาค่า Standard Deviation และค่า Standard Error ของทั้งแบบพิจารณาในช่วงภาวะเอลนีโญ่ตลอดปีพ.ศ.2540 กับช่วงภาวะเอลนีโญ่ (ช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2540-เดือนเมษายน พ.ศ. 2541) และช่วงภาวะลานินญาแบบตลอดปี พ.ศ. 2541 กับช่วงภาวะลานินญา (ช่วงเดือนมิถุนายนพ.ศ. 2541-เดือนเมษายน พ.ศ. 2542) รวมถึงปีภาวะปกติ ในปี พ.ศ. 2546 เพื่อที่ใช้ในการศึกษาว่าแบบพิจารณาตลอดทั้งปีกับพิจารณาตามช่วงสภาวะว่าควรเลือกใช้แบบใดจึงเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของอ่าวไทยโดยใช้ค่า Standard Deviation กับ ค่า Standard Error ดังแสดงในตารางผนวกที่ 13-24 และตารางผนวกที่ 27-28 เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อจะเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการศึกษาและประกอบกับการพิจารณาถึงดัชนีเอ็นโซ่ที่มีความเหมาะสมต่อการศึกษาถึงผลกระทบต่อสภาพทางอุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย

12. ทำการหาค่าผันผวน(Anomalies)ของอุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเล โดยใช้สมการการหาค่าผิดปกติซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการคำนวณแบบเดียวกันกับวิธีของ (Lim, 1984 อ้างใน มันทนา, 2531) ดังสมการที่ 10 และนำค่าสภาพผิดปกติในแต่ละพารามิเตอร์มาเขียนกราฟเทียบกับดัชนีเอ็นโซ่ที่ประกอบด้วย SOI, MEI และ SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4) เพื่อให้ประกอบการอภิปรายผลการศึกษาถึงอิทธิพลของเอ็นโซ่ที่มีผลกระทบต่ออุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทยต่อไป

$$\text{การคำนวณค่าผันผวน (Anomaly)} = \frac{x_i - \bar{x}}{SD} \quad (10)$$

$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน } SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

x_i คือ ค่ารายเดือนของพารามิเตอร์(อุณหภูมิอากาศ, ปริมาณฝน, อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเล)

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของพารามิเตอร์(อุณหภูมิอากาศ, ปริมาณฝน, อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเล)

n คือ จำนวนข้อมูล (แต่ละพารามิเตอร์)

SD คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 8 ตำแหน่งสถานีชายฝั่งทะเลเพื่อใช้ศึกษาข้อมูลอุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน

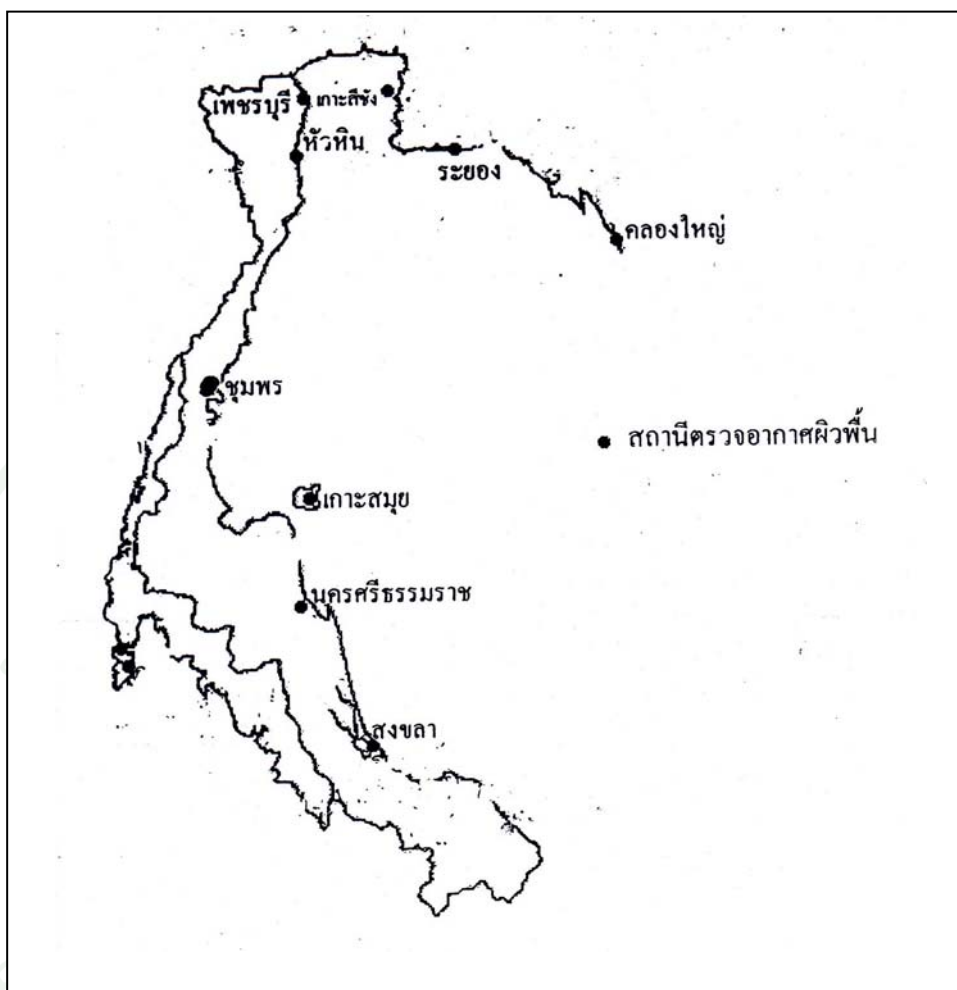
สถานี	ละติจูด(องศาเหนือ)	ลองจิจูด(องศาตะวันออก)
คลองใหญ่	11 องศา 46 ลิปดา	102 องศา 53 ลิปดา
ระยอง	12 องศา 38 ลิปดา	101 องศา 21 ลิปดา
เกาะสีชัง	13 องศา 10ลิปดา	100 องศา 48 ลิปดา
เพชรบุรี	13 องศา 09 ลิปดา	100 องศา 04 ลิปดา
หัวหิน	12 องศา 35 ลิปดา	99 องศา 58 ลิปดา
ชุมพร	10 องศา 29 ลิปดา	99 องศา 11 ลิปดา
เกาะสมุย	09 องศา 28 ลิปดา	100 องศา 03 ลิปดา
นครศรีธรรมราช	08 องศา 20 ลิปดา	100 องศา 04 ลิปดา
สงขลา	07 องศา 12 ลิปดา	100 องศา 36 ลิปดา

ที่มา: ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา (2552)

ตารางที่ 9 ตำแหน่งศูนย์สำรวจสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย

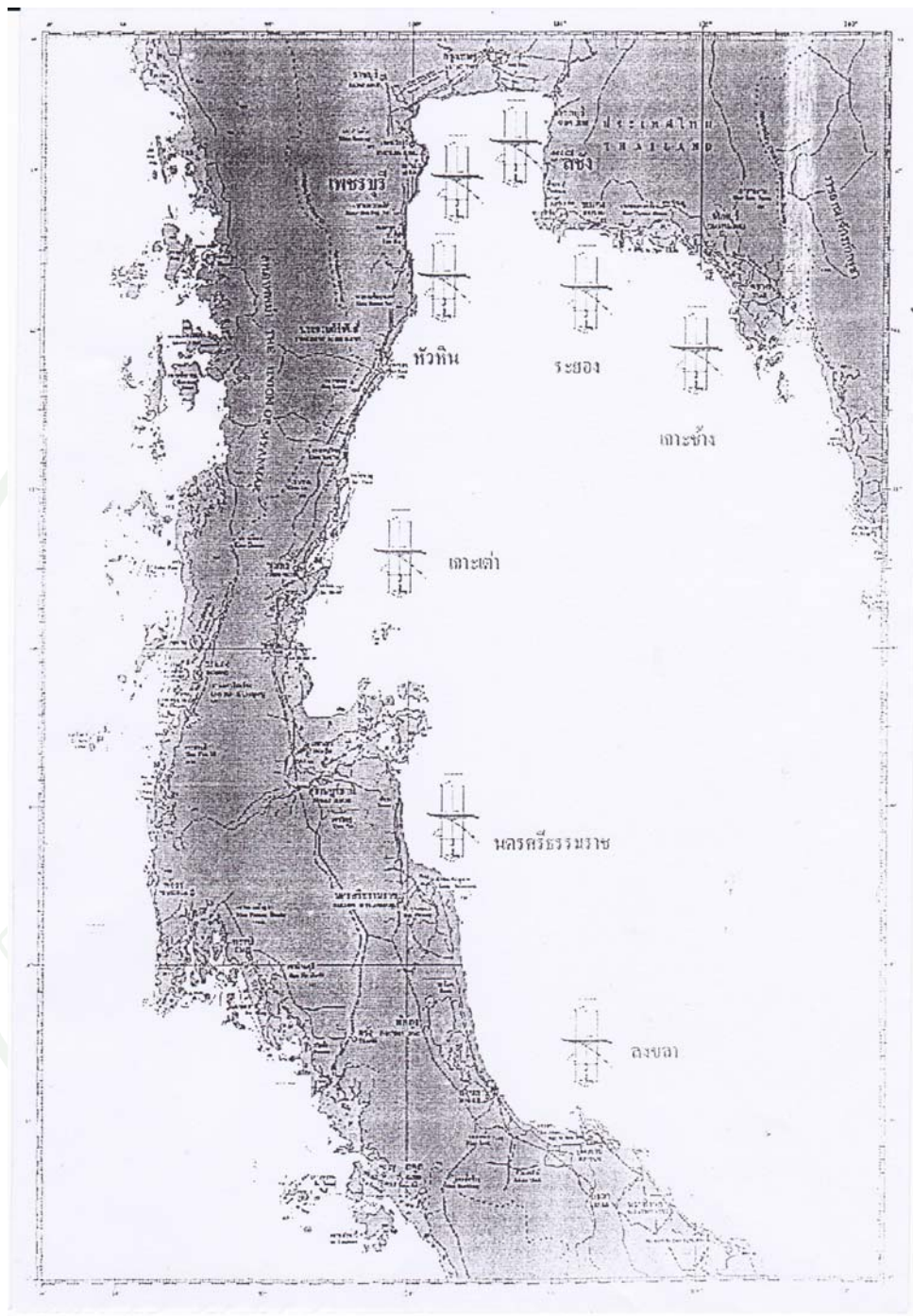
สถานี	ละติจูด(เหนือ)	ลองจิจูด(ตะวันออก)
ศูนย์เกาะช้าง	12 องศา 00 ลิปดา	102 องศา 12 ลิปดา
ศูนย์ระยอง	12 องศา 30 ลิปดา	101 องศา 13 ลิปดา
ศูนย์เกาะสีชัง	13 องศา 15ลิปดา	100 องศา 45 ลิปดา
ศูนย์เพชรบุรี	13 องศา 03 ลิปดา	100 องศา 20 ลิปดา
ศูนย์หัวหิน	12 องศา 30 ลิปดา	100 องศา 10 ลิปดา
ศูนย์เกาะเต่า	10 องศา 33 ลิปดา	99 องศา 50 ลิปดา
ศูนย์นครศรีธรรมราช	08 องศา 45 ลิปดา	100 องศา 13 ลิปดา
ศูนย์สงขลา	07 องศา 30 ลิปดา	101 องศา 13 ลิปดา

ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2546)



ภาพที่ 10 ตำแหน่งสถานีชายฝั่งทะเลเพื่อใช้ศึกษาข้อมูลอุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน

ที่มา: ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา (2552)



ภาพที่ 11 ตำแหน่งศูนย์สำรวจสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย

ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2546)

ผลและอภิปรายผล

1. ความผันผวนของลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์ในช่วงเกิดปรากฏการณ์เอนโซ

1.1 ความผันผวนของลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์กับดัชนี SOI

เมื่อศึกษาค่าที่ผันผวนไปจากค่าเฉลี่ยระยะเวลายาว (Anomaly) ระหว่างค่าอุณหภูมิอากาศกับดัชนี SOI พบว่า ในช่วงปีที่เกิดภาวะเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541) ค่า SOI มีค่าแนวโน้มลดลงต่ำแต่ค่าความผันผวนของอุณหภูมิอากาศมีค่าสูงขึ้น โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคมในช่วงปีเอลนีโญ (พ.ศ.2540 และปีพ.ศ.2541) ทุกสถานี และสำหรับในช่วงปีลานินญา (พ.ศ.2542-2543) พบว่าค่าดัชนี SOI มีค่าสูง (ค่าเป็นบวก) และค่าความผันผวนของอุณหภูมิอากาศจะมีแนวโน้มที่ต่ำลง โดยเฉพาะในเดือนมกราคมและจะมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยในเดือนเมษายนในทุกสถานี ดังภาพที่ 12 (ก-ง) และสำหรับค่าในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) ค่า SOI จะมีค่าเป็นลบและเป็นบวกเล็กน้อยหรือค่าดัชนี SOI มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ สำหรับค่าความผันผวนของอุณหภูมิอากาศจะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์แต่จะมีบางช่วงเวลาที่ค่าเป็นบวกเล็กน้อย โดยเฉพาะในเดือนเมษายน ดังภาพที่ 12 (ก)

ในช่วงปีเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541) ค่าผันผวนของปริมาณฝนจะมีค่าต่ำ โดยเฉพาะในเดือนเมษายน-พฤษภาคม แต่ในช่วงเดือนตุลาคมจะมีค่าปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ค่าดัชนี SOI มีค่าต่ำลงสำหรับในช่วงภาวะลานินญา (พ.ศ.2542-2543) ค่าดัชนี SOI จะมีค่าที่สูงและค่าผันผวนของปริมาณฝนจะมีค่าสูงกว่าปีเอลนีโญและในเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ปริมาณฝนจะสูงกว่าในเดือนกรกฎาคม-ตุลาคมในปีภาวะเอลนีโญ สำหรับปีปกติ (พ.ศ.2546) ค่าผันผวนของปริมาณฝนจะมีค่าต่ำกว่าในปีภาวะลานินญาแต่จะสูงกว่าในปีภาวะเอลนีโญในทุกสถานี ดังภาพที่ 12 (ข)

จากข้อมูลพบว่าค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงในช่วงปีภาวะเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541) โดยเฉพาะในเดือนเมษายนจะมีค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงสุด ส่วนในเดือนมกราคมมีค่าความผันผวนอุณหภูมิผิวน้ำทะเลต่ำ สำหรับในปีภาวะลานินญา (พ.ศ.2542-2543) ค่าความผันผวนอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนเมษายนจะมีค่าสูง อย่างไรก็ตามค่าความผันผวนอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนเมษายนในช่วงภาวะลานินญาจะมีค่าต่ำกว่าในเดือนเมษายนของช่วงภาวะเอลนีโญ ส่วนในช่วงเดือนมกราคมค่าความผันผวนอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำกว่าในเดือนมกราคมของช่วงภาวะเอลนีโญ สำหรับในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) พบว่าค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าที่ไม่สูงมากและไม่ต่ำมาก กล่าวคือ ในเดือน

เมษายนค่าสูงสุดของค่าผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะต่ำกว่าปีเอลนีโญและลานีญา และในเดือนมกราคมค่าสูงสุดของค่าผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำกว่าปีภาวะเอลนีโญแต่สูงกว่าปีภาวะลานีญาในทุกสถานี ดังภาพที่ 12 (ค)

สำหรับค่าความผันผวนของความเค็มผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำในเดือนตุลาคมและมีค่าสูงในเดือนเมษายนในทุกสถานี สำหรับปีลานีญา พบว่าค่าความเค็มผิวน้ำทะเลผันผวนจะมีค่าต่ำลงในเดือนตุลาคมและมีค่าต่ำกว่าในเดือนตุลาคมของปีภาวะเอลนีโญ และในช่วงเดือนเมษายนของปี พ.ศ.2542-2543 จะมีค่าต่ำกว่าในเดือนเมษายนในช่วงปีภาวะเอลนีโญ สำหรับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) ค่าความเค็มผิวน้ำทะเลผันผวนจะมีค่าต่ำในเดือนตุลาคมและต่ำกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญแต่จะมีค่าสูงกว่าในภาวะลานีญา สำหรับในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนค่าความเค็มผิวน้ำทะเลผันผวนจะมีค่าสูงในปีเอลนีโญและมีค่าต่ำในปีภาวะลานีญา และในปีภาวะปกติค่าความเค็มผิวน้ำทะเลผันผวนในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนจะมีค่าสูงเล็กน้อยแต่จะมีค่าต่ำกว่าปีภาวะเอลนีโญแต่จะสูงกว่าในช่วงปีภาวะลานีญาในทุกสถานี ดังภาพที่ 12 (ง)

1.2 ความผันผวนของลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์กับดัชนี MEI

การศึกษาในช่วงปีเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541) ค่าดัชนี MEI มีค่าที่สูงและค่าผันผวนของอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้นโดยเฉพาะในเดือนเมษายนปีพ.ศ.2541 สำหรับในช่วงปีลานีญา (พ.ศ. 2542-2543) จะตรงกันข้าม กล่าวคือ ค่าดัชนี MEI ที่มีค่าต่ำและค่าผันผวนของอุณหภูมิอากาศจะมีค่าต่ำกว่าในช่วงปีเอลนีโญโดยเฉพาะในเดือนมกราคมปีพ.ศ.2542และเดือนมกราคมปีพ.ศ.2543 จะมีค่าผันผวนของอุณหภูมิอากาศต่ำลง ส่วนในเดือนเมษายนของปีลานีญา (พ.ศ.2542-2543) ค่าผันผวนของอุณหภูมิอากาศจะสูงขึ้นทุกสถานีแต่ต่ำกว่าในช่วงปีเอลนีโญ ดังภาพที่ 13 (ก)

ค่าผันผวนของปริมาณฝนในช่วงปีลานีญาจะมีค่าสูงกว่าในช่วงภาวะเอลนีโญ และในเดือนเมษายนค่าผันผวนของปริมาณฝนจะมีค่าสูงกว่าปีภาวะเอลนีโญทุกสถานี แต่จะต่ำกว่าในเดือนอื่นๆ ทุกสถานี สำหรับในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมค่าความผันผวนของปริมาณฝนจะสูงและสูงกว่าในช่วงภาวะเอลนีโญค่อนข้างมาก สำหรับในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) ค่าปริมาณฝนผันผวนมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยกว่าในปีภาวะลานีญาแต่สูงกว่าปีภาวะเอลนีโญ กล่าวคือในเดือนเมษายนค่าความผันผวนปริมาณฝนจะมีค่าต่ำแต่จะสูงกว่าในช่วงภาวะปีเอลนีโญและสูงกว่าในช่วงปีภาวะลานีญาเล็กน้อย สำหรับในช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม ปริมาณฝนจะมีค่าสูงและ

สูงกว่าในช่วงปีเอลนินโญ่แต่จะมีค่าต่ำกว่าในช่วงปีลานินญา และจะสังเกตเห็นได้ว่าในเดือนมกราคมความผันผวนปริมาณฝนจะมีค่าต่ำในทุกปี ดังภาพที่ 13 (ข)

สำหรับค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงปีภาวะเอลนินโญ่จะมีค่าสูง โดยเฉพาะในเดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลผันผวนจะมีค่าสูงและในเดือนมกราคมจะมีค่าต่ำลงทุกสถานี ส่วนในปีภาวะลานินญา ค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำกว่าปีเอลนินโญ่และสังเกตเห็นได้ว่าในเดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคมของปีลานินญาค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงแต่จะต่ำกว่าในช่วงปีภาวะเอลนินโญ่ สำหรับค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนมกราคมค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำลงและต่ำกว่าในเดือนมกราคมของช่วงปีภาวะเอลนินโญ่ทุกสถานี สำหรับในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) พบว่าค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าที่ไม่สูงมากและไม่ต่ำมาก กล่าวคือ ในเดือนเมษายนค่าสูงสุดของค่าผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะต่ำกว่าปีเอลนินโญ่และลานินญา และในเดือนมกราคมค่าสูงสุดของค่าผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำกว่าปีภาวะเอลนินโญ่แต่สูงกว่าปีภาวะลานินญาในทุกสถานี ดังภาพที่ 13 (ค)

ค่าความผันผวนของความเค็มผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำในเดือนตุลาคมและจะมีค่าสูงในเดือนเมษายนและในปี พ.ศ.2541 พบว่าค่าความผันผวนความเค็มผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม โดยเฉลี่ยทั้งปีค่าความเค็มผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูง สำหรับในช่วงปีภาวะลานินญาค่าความผันผวนของความเค็มผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำและต่ำกว่าในช่วงภาวะเอลนินโญ่ทุกสถานี และในช่วงปีภาวะปกติค่าความผันผวนของความเค็มผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงเล็กน้อยในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม และในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมจะมีค่าต่ำลงเล็กน้อย แต่ค่าความผันผวนของความเค็มผิวน้ำทะเลตลอดปีปกติจะมีค่าต่ำกว่าในช่วงปีเอลนินโญ่แต่จะสูงกว่าในช่วงปีภาวะลานินญาในทุกสถานี ดังภาพที่ 13 (ง)

1.3 ความผันผวนของลักษณะทางอุณหภูมิมหาสมุทรศาสตร์กับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4))

ค่าดัชนี SST ที่ตำแหน่ง (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4) จะมีค่าสูงในช่วงปรากฏการณ์เอลนินโญ่ (พ.ศ.2540-2541) และค่าผันผวนของอุณหภูมิอากาศจะมีค่าสูงขึ้น โดยเฉพาะในเดือนเมษายนแต่ในเดือนตุลาคมจะมีค่าต่ำลง ดังภาพที่ 14 (ก-ง) สำหรับในปีลานินญา (พ.ศ.2542-2543) ค่าดัชนี SST จะมีค่าต่ำและค่าผันผวนของอุณหภูมิอากาศจะมีค่าต่ำกว่าปกติ

รวมถึงเดือนเมษายนของปีลานินญ่าก็จะมีค่าสูงแต่จะมีค่าต่ำกว่าปีลานินญ่า สำหรับปีปกติ (พ.ศ. 2546) ค่าดัชนี SST ของทุกสถานีย่อมมีค่าที่สูงกว่าปกติเล็กน้อยและค่าผันผวนของอุณหภูมิอากาศจะมีค่าสูงกว่าในช่วงภาวะลานินญ่าเล็กน้อยแต่จะต่ำกว่าในช่วงภาวะเอลนีโญทุกสถานี ดังภาพที่ 14 (ก) ภาพที่ 14 (ข) ภาพที่ 14 (ค) และภาพที่ 14 (ง)

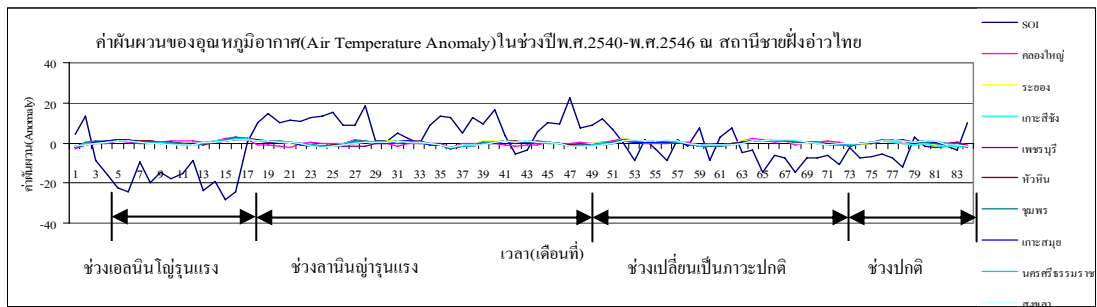
สำหรับค่าความผันผวนปริมาณฝนในช่วงปีภาวะเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541) จะมีค่าต่ำในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และมีค่าสูงขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม สำหรับในปีภาวะลานินญ่า (พ.ศ.2542-2543) ค่าความผันผวนปริมาณฝนในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนจะมีค่าต่ำแต่จะสูงกว่าในช่วงภาวะปีเอลนีโญเล็กน้อย และในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมของปีลานินญ่า ค่าปริมาณฝนจะสูงกว่าในช่วงภาวะเอลนีโญค่อนข้างมาก สำหรับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) ค่าความผันผวนปริมาณฝนจะมีค่าที่ต่ำแต่จะมีค่าที่สูงกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญแต่จะต่ำกว่าในช่วงปีภาวะลานินญ่ามาก สำหรับเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมค่าความผันผวนปริมาณฝนจะมีค่าสูงเล็กน้อยสูงกว่าในช่วงปีเอลนีโญแต่จะมีค่าต่ำกว่าในช่วงปีภาวะลานินญ่ามาก ดังภาพที่ 15 (ก) ภาพที่ 15 (ข) ภาพที่ 15 (ค) และภาพที่ 15 (ง)

ค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงในปีภาวะเอลนีโญ โดยเฉพาะในเดือนเมษายนและจะมีค่าต่ำในเดือนมกราคม แต่เมื่อเทียบกับปีภาวะลานินญ่าค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำและในเดือนเมษายนค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลผันผวนจะมีค่าสูงกว่าเดือนอื่นๆ แต่จะมีแนวโน้มต่ำกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญ และในเดือนมกราคมค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำและต่ำกว่าในปีภาวะเอลนีโญ สำหรับปีภาวะปกติค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าน้อยกว่าปีเอลนีโญ ทุกสถานี กล่าวคือในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงแต่จะมีค่าน้อยกว่าในปีภาวะเอลนีโญแต่จะมากกว่าปีภาวะลานินญ่า แต่สำหรับในช่วงเดือนมกราคมค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำแต่จะมีค่าสูงกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญ แต่ค่าความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าใกล้เคียงกันและสูงกว่าในช่วงปีภาวะลานินญ่าทุกสถานี ดังภาพที่ 16 (ก) ภาพที่ 16 (ข) ภาพที่ 16 (ค) และภาพที่ 16 (ง)

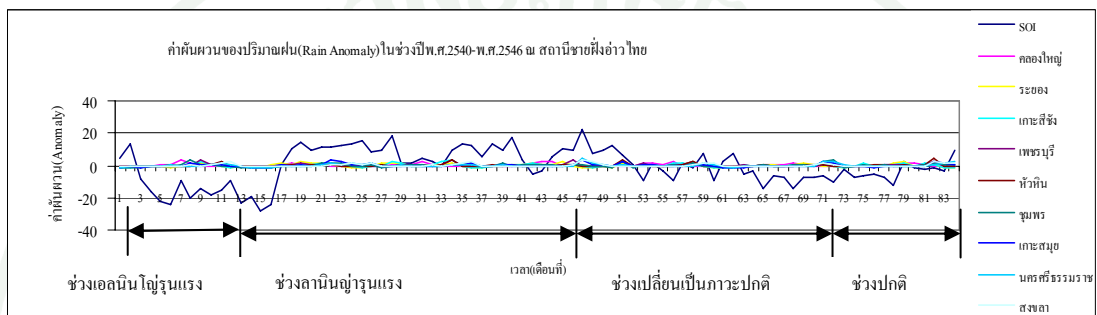
ค่าความผันผวนของความเค็มผิวน้ำทะเลในช่วงปีภาวะเอลนีโญจะมีค่าต่ำในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม และจะมีค่าสูงในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน สำหรับในปีภาวะลานินญ่าค่าความผันผวนของความเค็มตลอดทั้งปีจะมีค่าต่ำในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม และต่ำกว่าในช่วงปีเอลนีโญ สำหรับในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนค่าความผันผวนของ

ความเค็มจะมีค่าสูงเล็กน้อยแต่จะต่ำกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญสำหรับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) ค่าความผันผวนของความเค็มจะมีค่าต่ำในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม แต่ค่าจะต่ำเพียงเล็กน้อยซึ่งค่าจะต่ำกว่าปีเอลนีโญแต่สูงกว่าในช่วงปีภาวะลานินญา แต่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ค่าความผันผวนของความเค็มจะสูงเล็กน้อยแต่จะต่ำกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญแต่จะมีค่าสูงกว่าในปีภาวะลานินญาในทุกสถานี ดังภาพที่ 17 (ก) ภาพที่ 17 (ข) ภาพที่ 17 (ค) และภาพที่ 17 (ง)

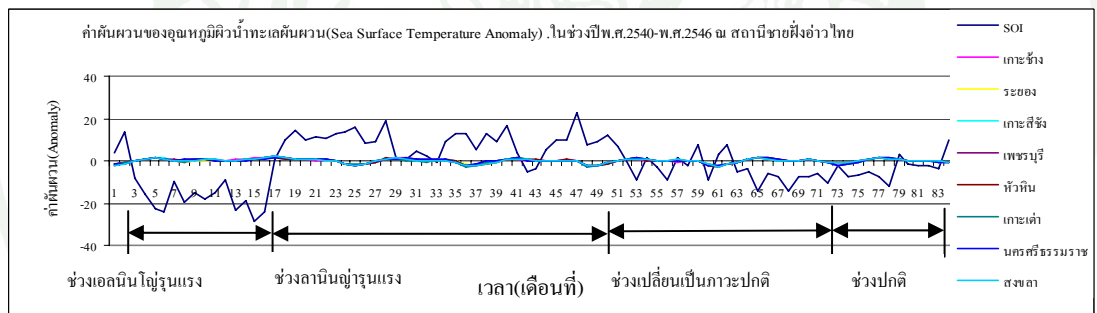




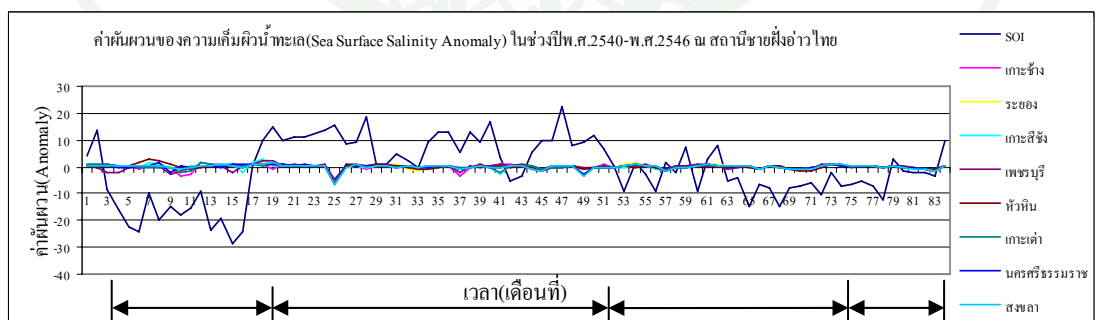
(ก)



(ข)

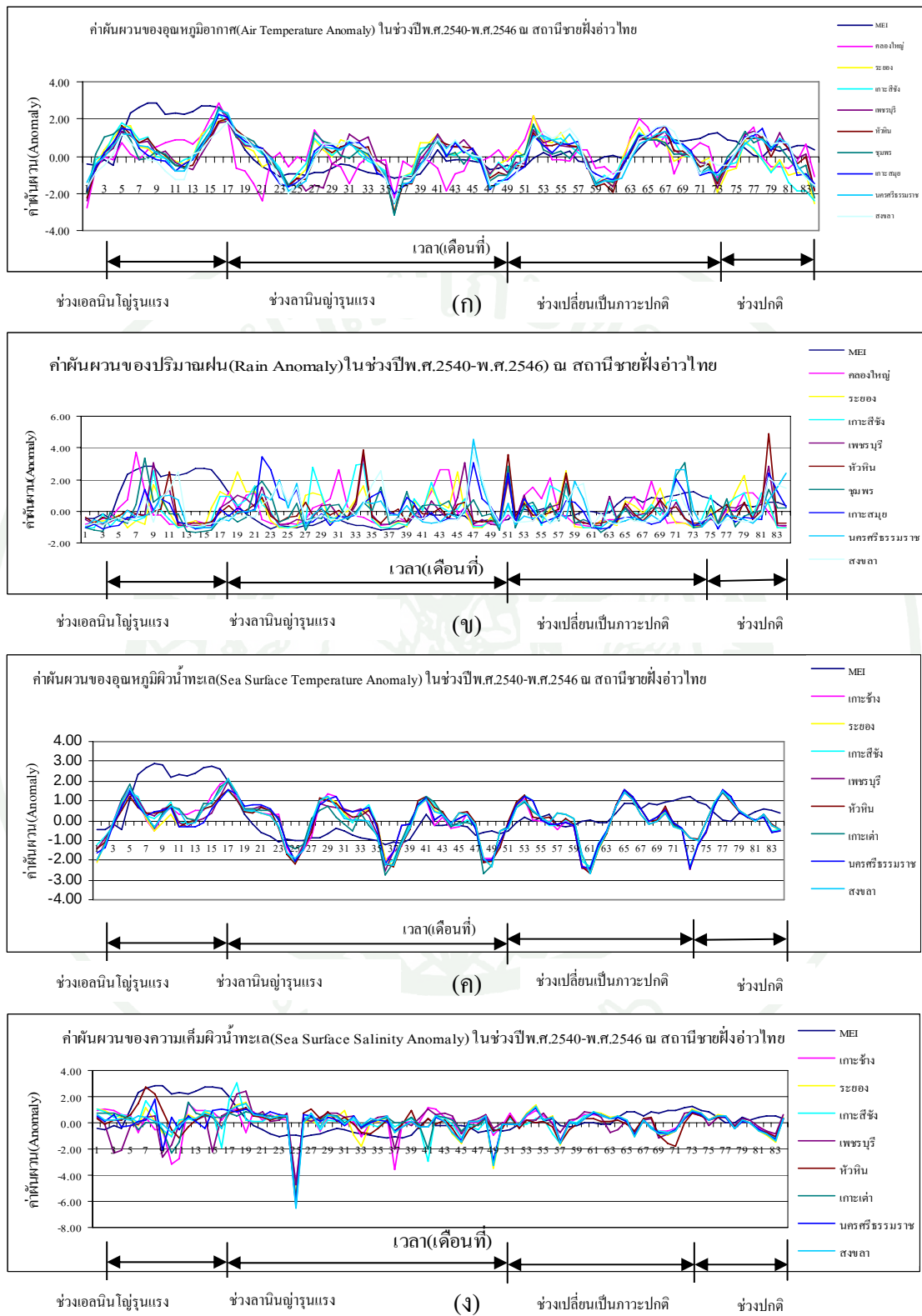


(ค)

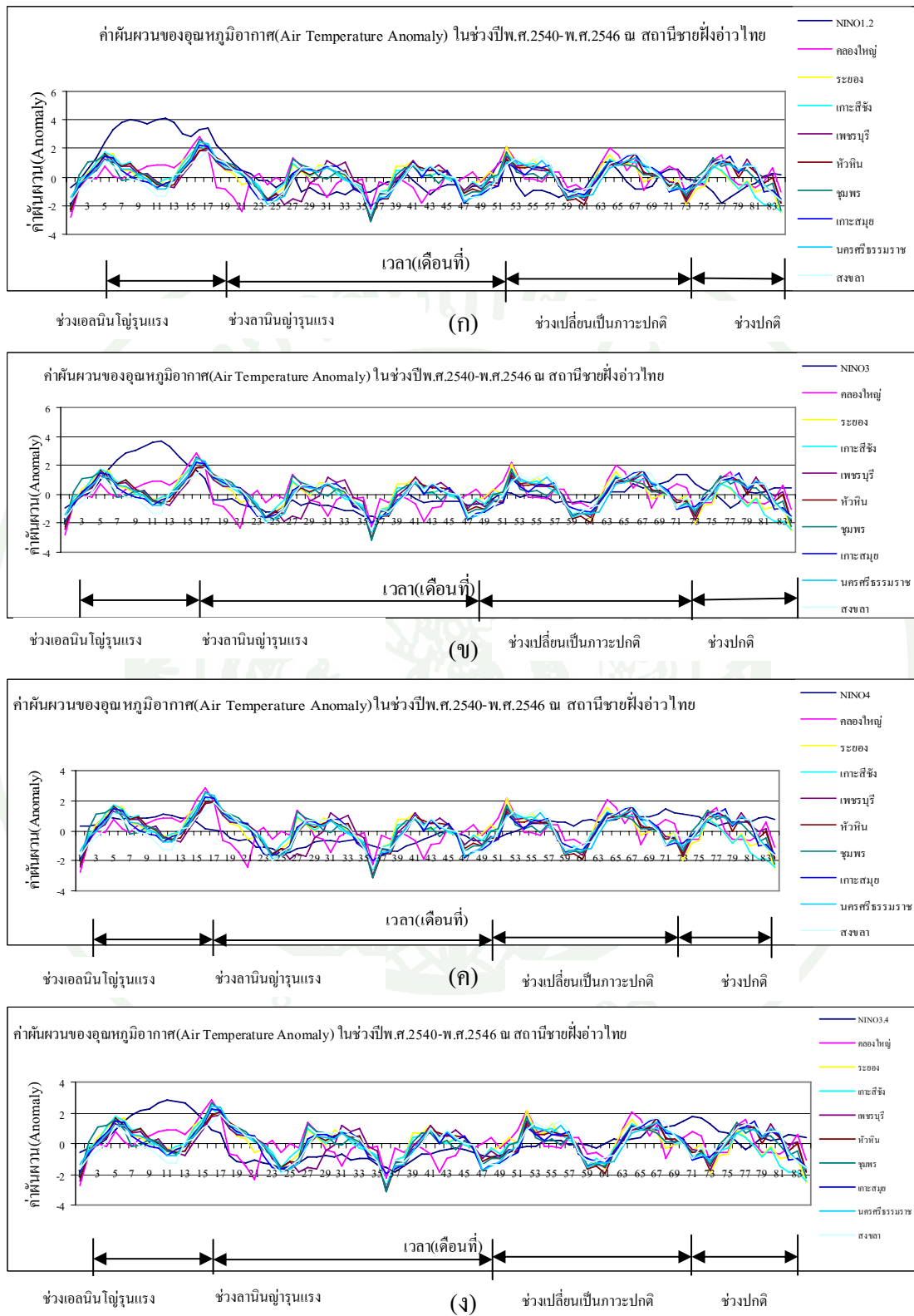


(ง)

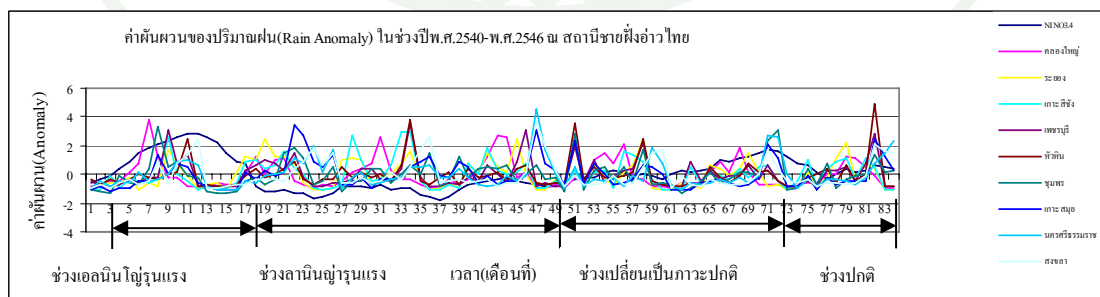
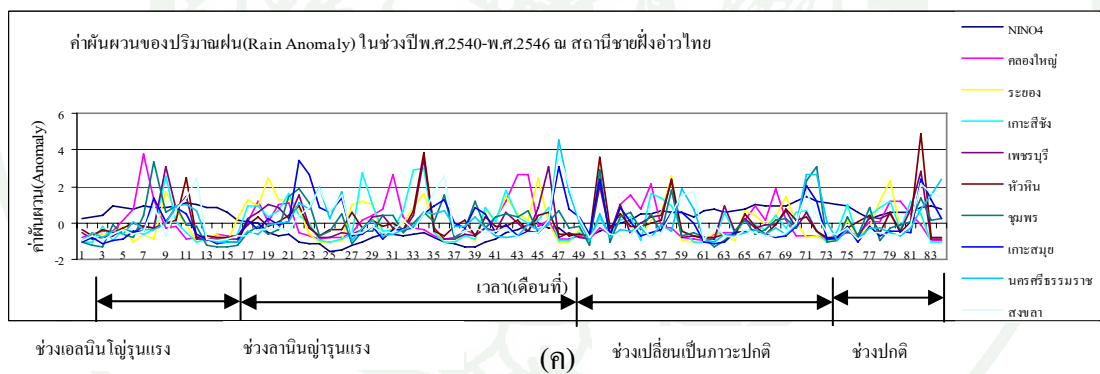
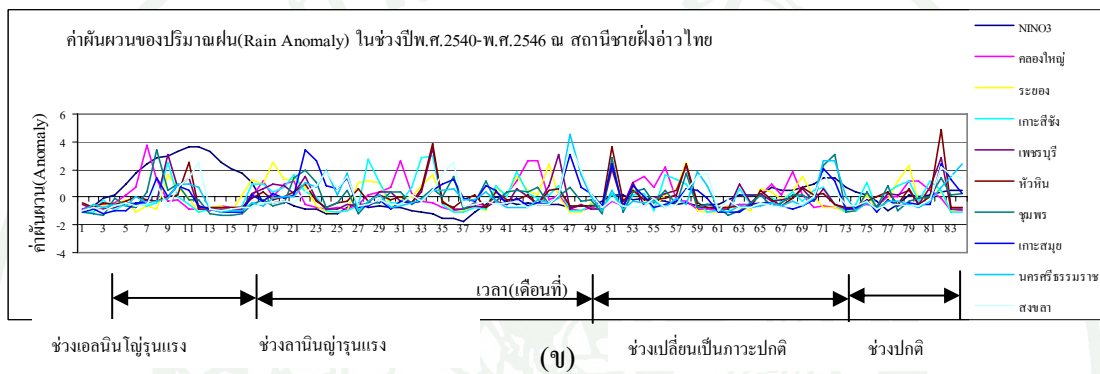
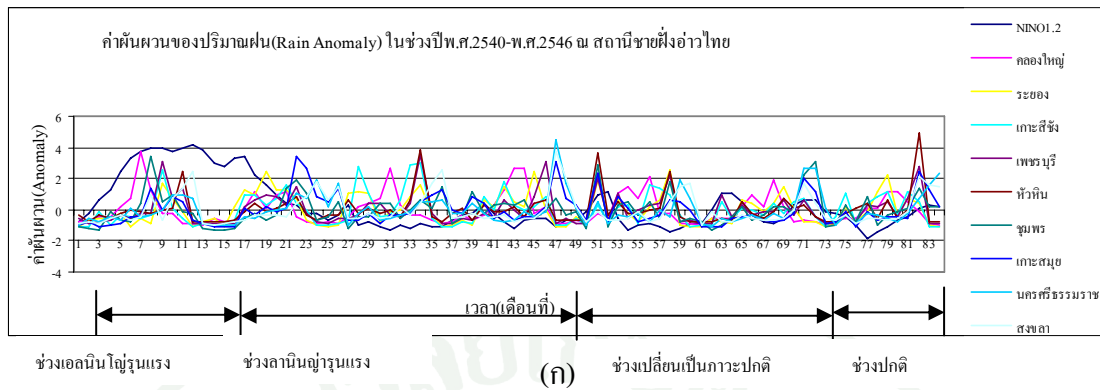
ภาพที่ 12 ค่าผันผวนของค่าทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SOI



ภาพที่ 13 ค่าผันผวนของค่าทางอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี MEI

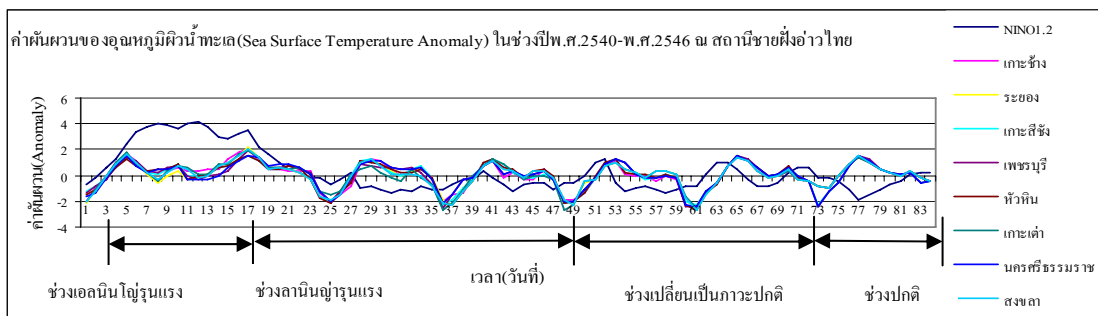


ภาพที่ 14 ค่าผันผวนของค่าอุณหภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4)

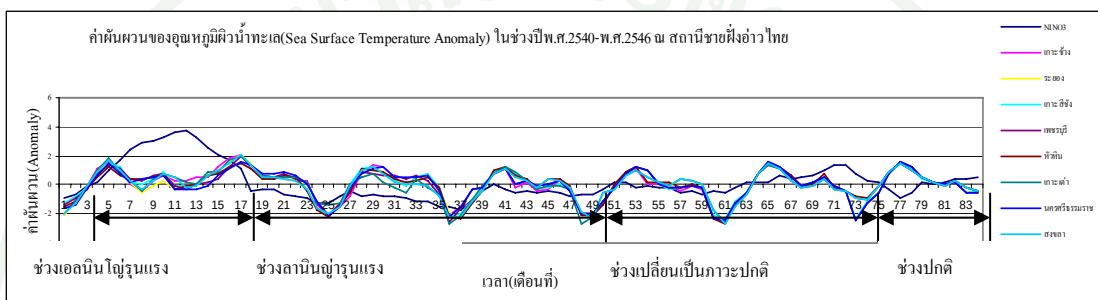


(ง)

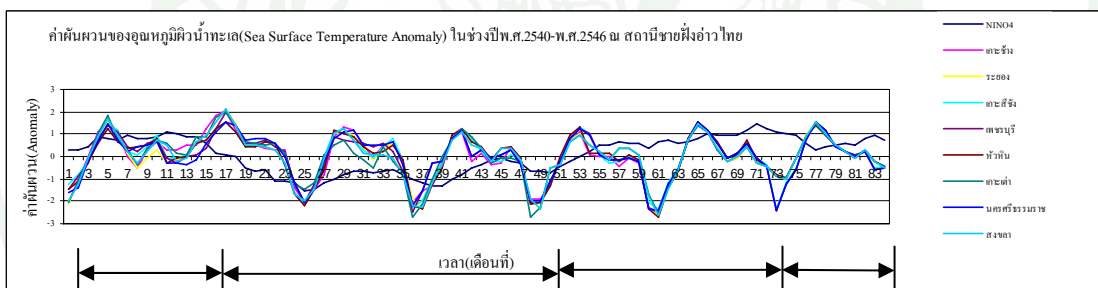
ภาพที่ 15 ค่าผันผวนของค่าปริมาณฝนบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4)



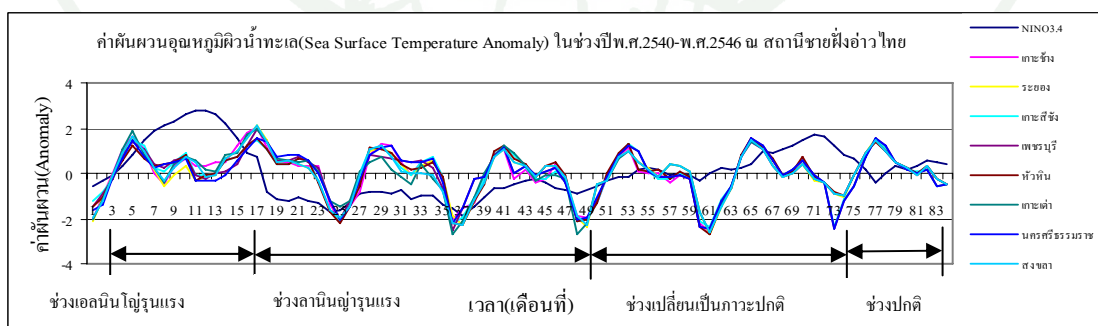
(ก)



(ข)

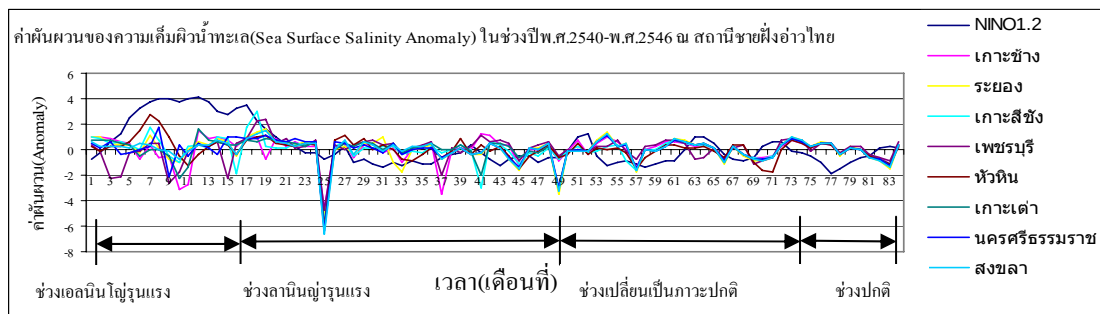


(ค)

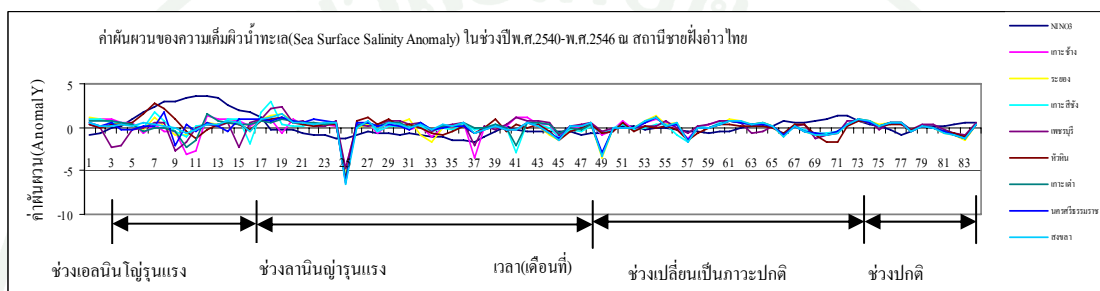


(ง)

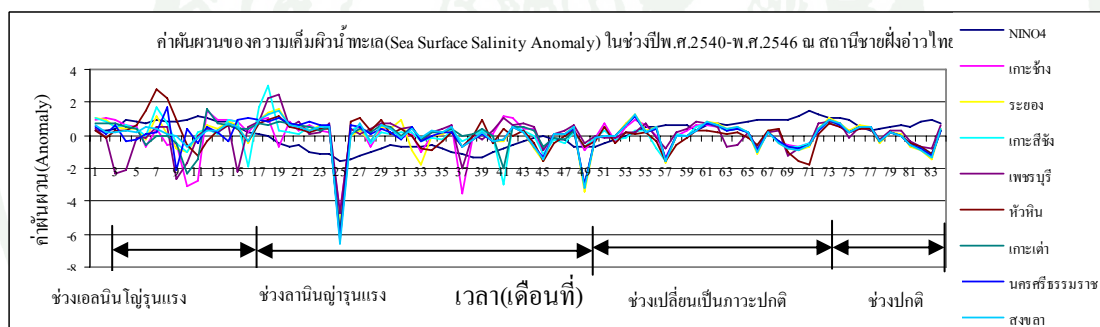
ภาพที่ 16 ค่าผันผวนของค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4)



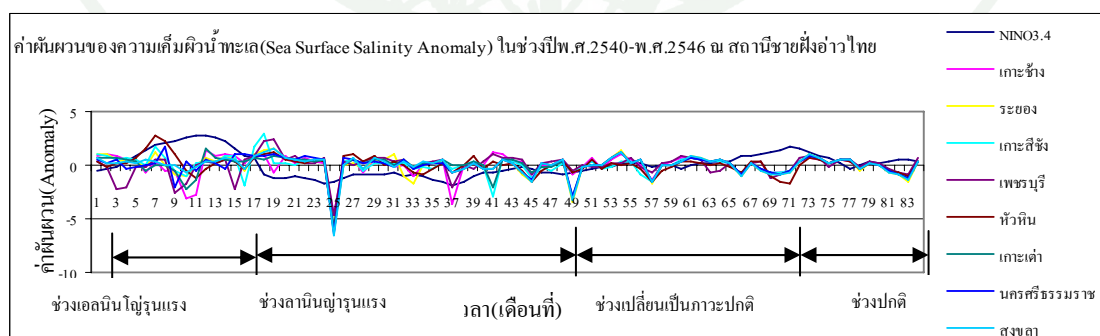
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 17 ค่าผันผวนของค่าความเค็มผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยเทียบกับดัชนี SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4)

2. ความสัมพันธ์ของดัชนีเอ็นโซ่กับพารามิเตอร์ทางอุณหภูมิมิวิทยาและทางสมุทรศาสตร์

จากวิธีการศึกษาข้อ 10 และข้อ 12 ที่กล่าวไว้ในส่วนของวิธีการศึกษาข้างต้นพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายถึงอิทธิพลของเอ็นโซ่ที่มีอิทธิพลต่อพารามิเตอร์ทางอุณหภูมิมิวิทยาและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย (R^2) แบบพิจารณาตลอดทั้งปีดีกว่าในช่วงเวลาของสถานะเอ็นโซ่ที่ศึกษาจากเกณฑ์ดัชนี ดังนั้นจึงตัดสินใจศึกษาปรากฏการณ์เอ็นโซ่กับพารามิเตอร์ทางอุณหภูมิมิวิทยากับทางสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทยแบบตลอดช่วงปี ซึ่งสามารถอธิบายผลการศึกษาได้ ดังนี้

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิอากาศในอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546

ผลการศึกษตลอดช่วงเวลาปี พ.ศ.2540-2546 ของดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย พบว่าดัชนี SOI กับอุณหภูมิอากาศจะมีค่า R^2 สูงที่สุดยกเว้นสถานีคลองใหญ่ที่เป็นดัชนี MEI ที่มีค่า R^2 สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.2399 อย่างไรก็ตามค่า R^2 ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกันกับดัชนี SOI มากนัก ดังภาพที่ 18

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับปริมาณฝนในอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546

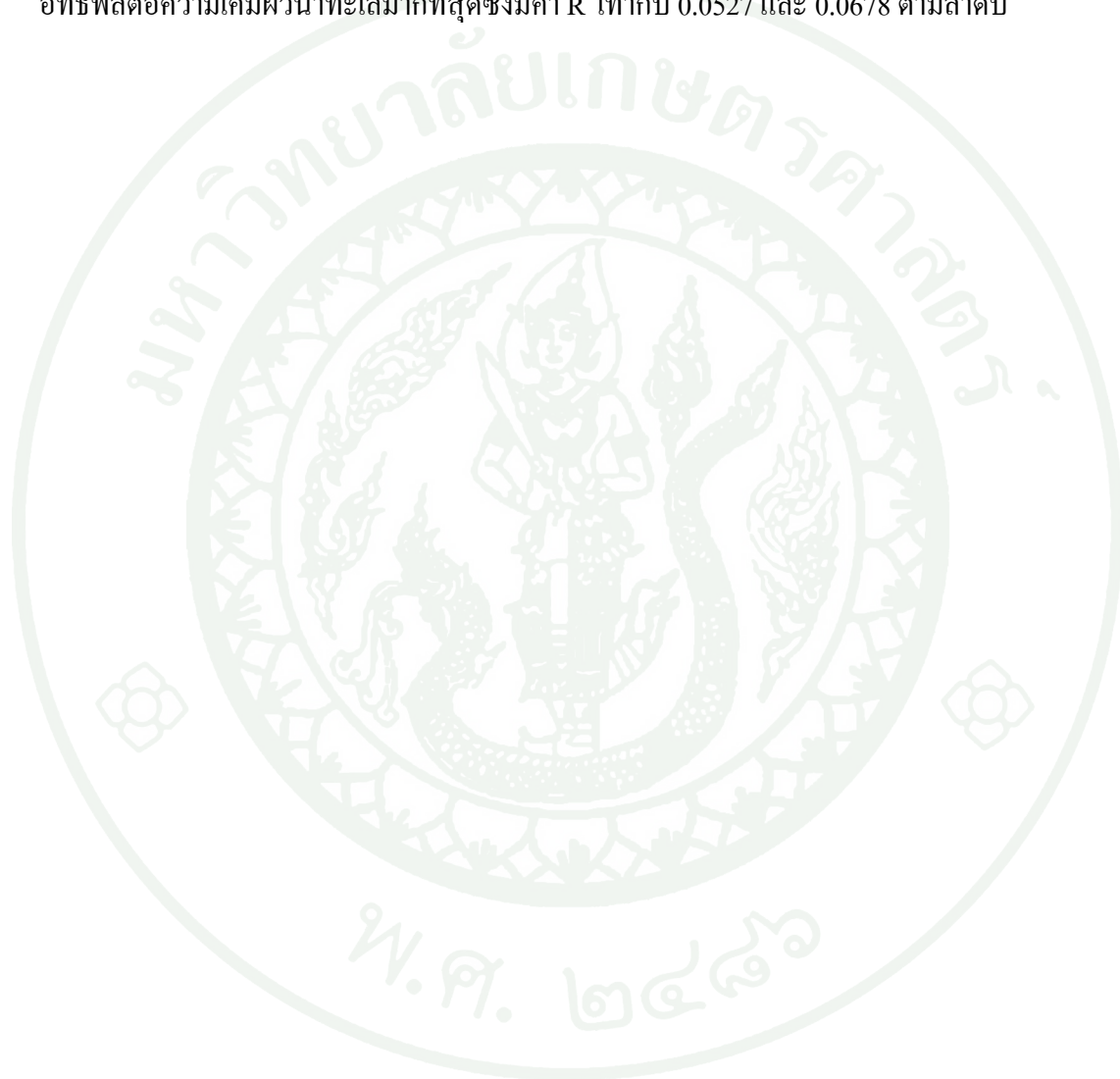
ผลการศึกษาระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับปริมาณฝนชายฝั่งของอ่าวไทยปี พ.ศ.2540-2546 พบว่าดัชนี SOI กับปริมาณฝนจะมีค่า R^2 สูงที่สุดนั้นอยู่ที่บริเวณอ่าวไทยตอนล่างตั้งแต่สถานีเกาะสมุย นครศรีธรรมราช และสงขลาซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง (0.058-0.121) ส่วนในบริเวณอ่าวไทยตอนบนนั้นความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี MEI กับปริมาณฝนชายฝั่งมีค่า R^2 สูงที่สุดคือสถานี คลองใหญ่ ระยอง เกาะสีชัง เพชรบุรี หัวหิน และชุมพร ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง (0.02-0.079) ดังภาพที่ 19

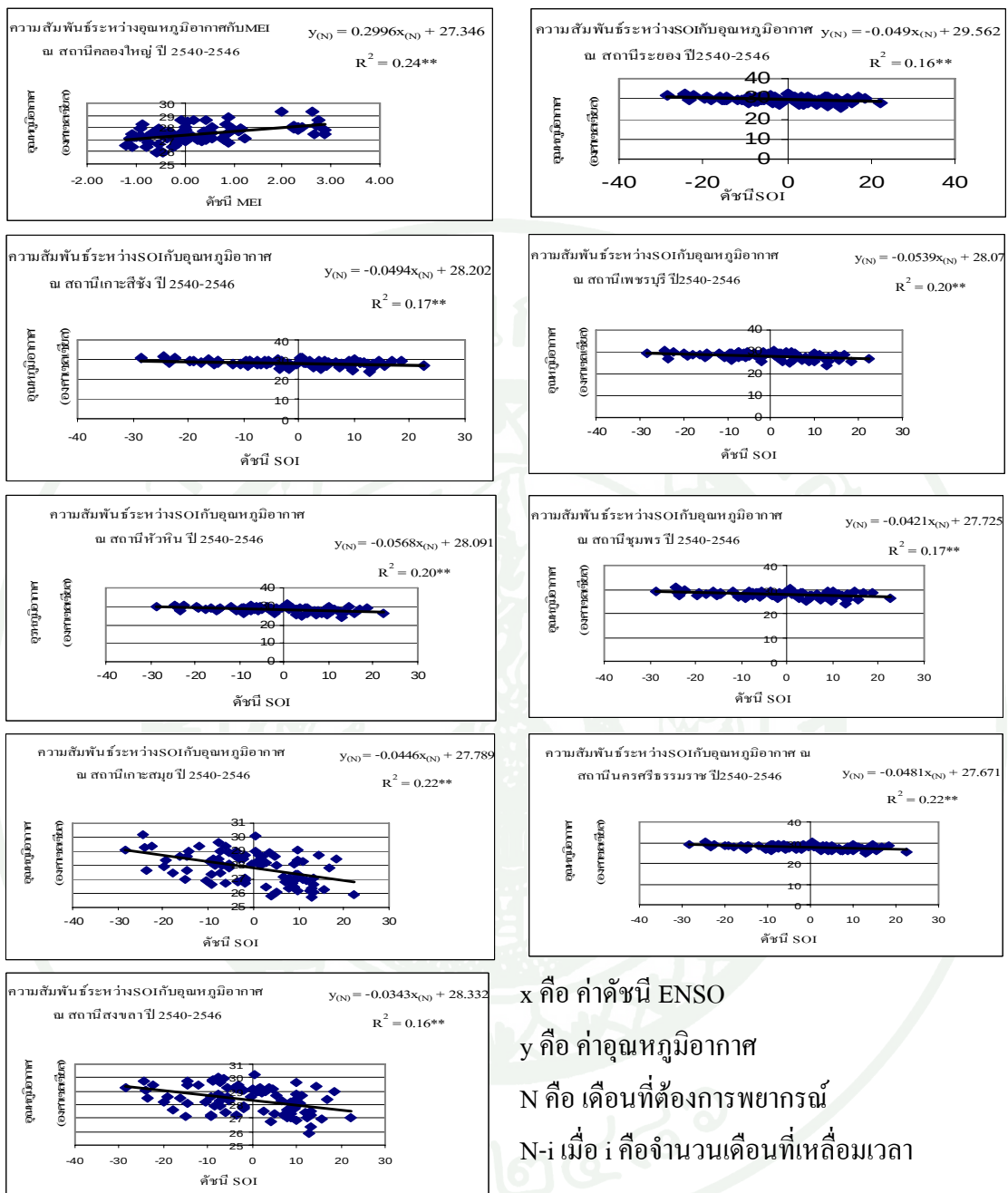
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546

ผลการศึกษาระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลชายฝั่งของอ่าวไทยในปี พ.ศ. 2540-2546 ดัชนี SOI จะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลมากที่สุดซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง (0.0961-0.2033) ยกเว้นสถานีหัวหินที่เป็นดัชนี MEI ที่ให้ค่า R^2 สูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.1539 ดังภาพที่ 20

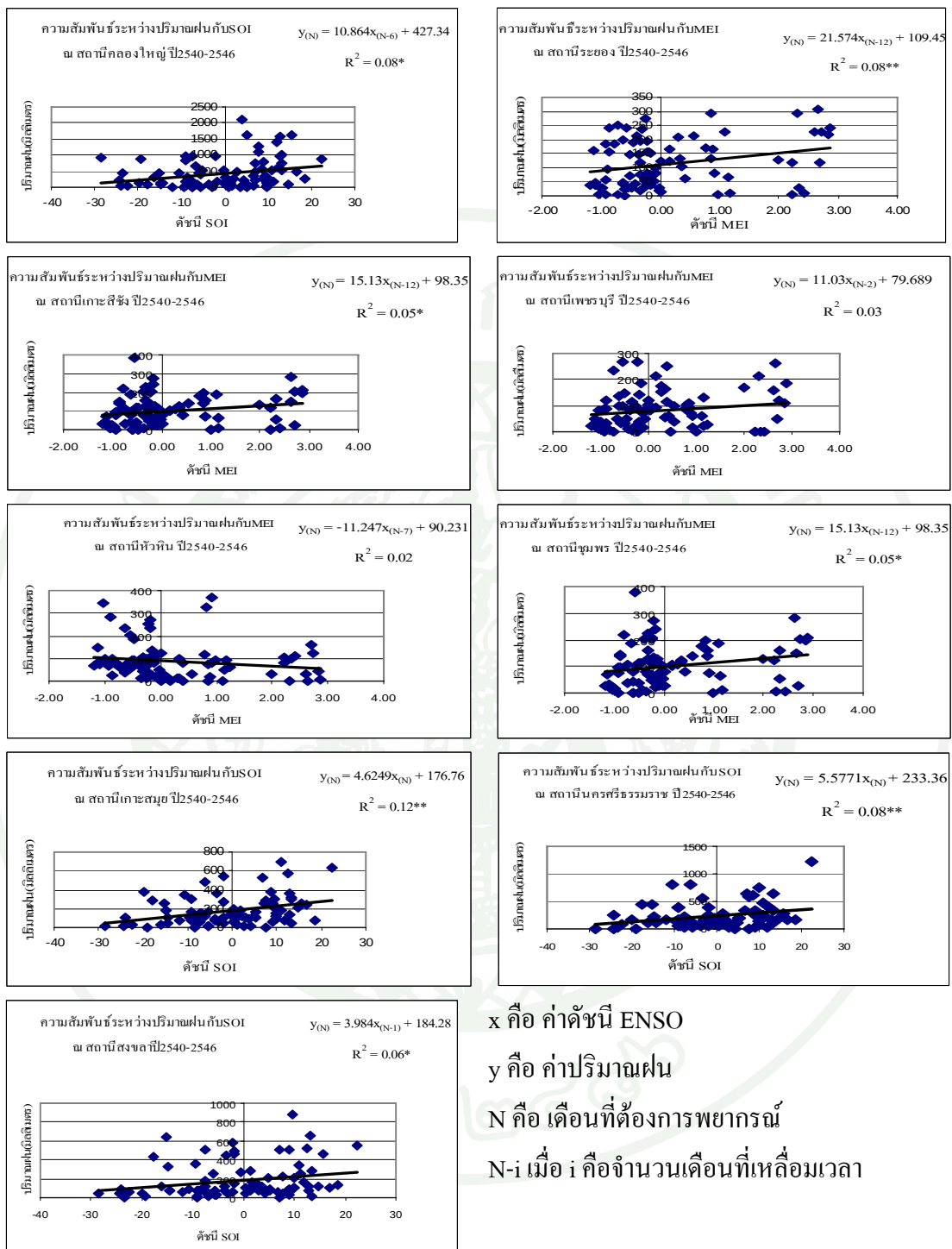
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับความเค็มผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546

ผลการศึกษาระหว่างดัชนีเอ็นโซกับความเค็มผิวน้ำทะเลชายฝั่งของอ่าวไทยในช่วงปี พ.ศ.2540-2546 พบว่าดัชนี MEI มีอิทธิพลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลได้ดีที่สุดมีค่าอยู่ในช่วง (0.0443-0.1018) ยกเว้นเพียงสถานีเพชรบุรีที่เป็นดัชนี NINO3 และสถานีสงขลาที่เป็นดัชนี NINO3.4 มีอิทธิพลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลมากที่สุดซึ่งมีค่า R^2 เท่ากับ 0.0527 และ 0.0678 ตามลำดับ

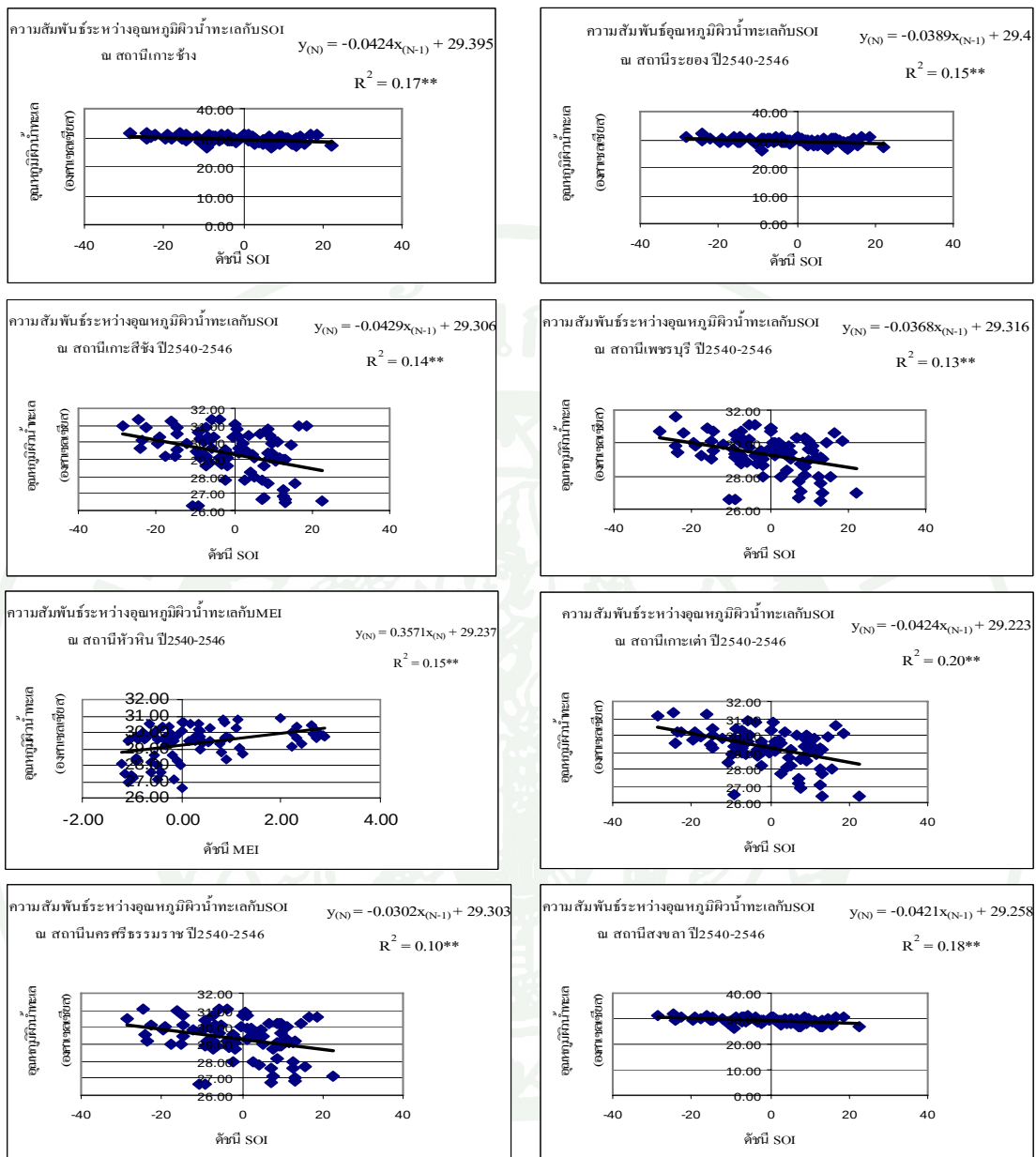




ภาพที่ 18 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ที่ดีที่สุดที่ดัชนี ENSO มีผลกับอุณหภูมิอากาศชายฝั่งอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546



ภาพที่ 19 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ที่ดีที่สุดที่ดัชนี ENSO มีผลกับปริมาณฝนชายฝั่ง
อำเภอไทยปีพ.ศ.2540-2546



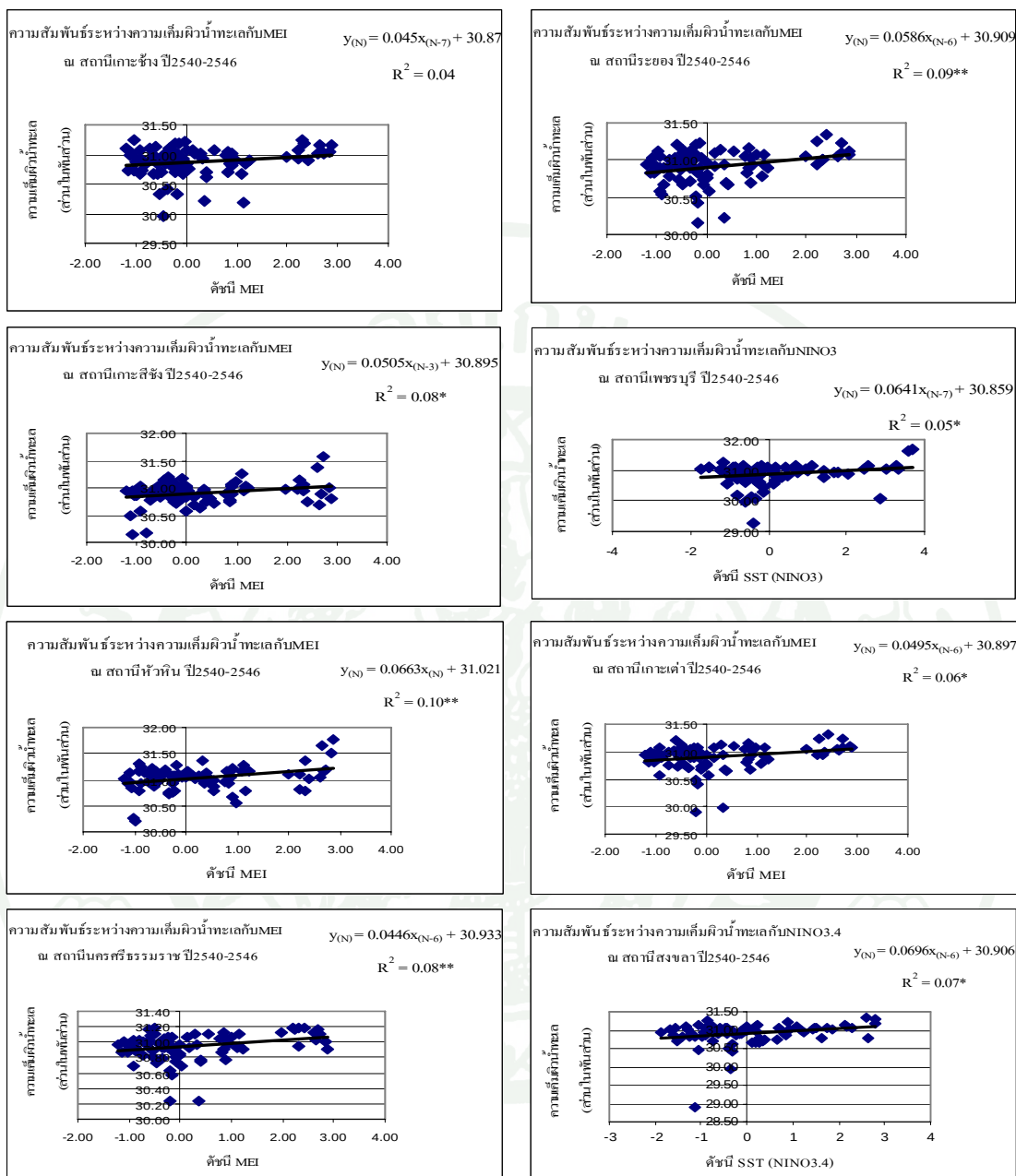
x คือ ค่าดัชนี ENSO

y คือ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ที่ดีที่ดัชนี ENSO มีผลกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลชายฝั่งอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546



x คือ ค่าดัชนี ENSO

y คือ ค่าความเค็มผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ที่ดีที่ดัชนี ENSO มีผลกับความเค็มผิวน้ำทะเล ชายฝั่งอ่าวไทยปีพ.ศ.2540-2546

3. ความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นโซ่กับอุณหภูมิอากาศในภาวะเอลนีโญ, ลานินญา และภาวะปกติ

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นโซ่กับอุณหภูมิอากาศในภาวะเอลนีโญรุนแรง (พ.ศ.2540-2541)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับอุณหภูมิอากาศพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 10 ถึง ตารางที่ 11 จากผลการศึกษาสามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการการพยากรณ์อุณหภูมิอากาศได้ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าดัชนี SST (NINO3.4) มีรูปแบบแปรผันตามกันกับอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งทุกสถานี กล่าวคือในช่วงปีภาวะเอลนีโญค่าดัชนี SST (NINO3.4) มีค่าเป็นบวกค่าอุณหภูมิอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพลของเอ็นโซ่ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-0.9 กล่าวคืออิทธิพลของเอ็นโซ่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในช่วงภาวะเอลนีโญถึง 50%-90% ดังภาพที่ 22 ถึงภาพที่ 23

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นโซ่กับอุณหภูมิอากาศในภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2542-2543)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับอุณหภูมิอากาศพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 12 ถึง ตารางที่ 13 จากผลการศึกษาสามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการการพยากรณ์อุณหภูมิอากาศได้ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าดัชนี SST (NINO3.4) มีรูปแบบแปรผันตามกันกับอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งเกือบทุกสถานี กล่าวคือในช่วงปีภาวะลานินญาค่าดัชนี SST (NINO3.4) มีค่าเป็นลบค่าอุณหภูมิอากาศมีแนวโน้มลดลงและพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพลของเอ็นโซ่ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-0.8 กล่าวคืออิทธิพลของเอ็นโซ่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในช่วงภาวะลานินญาถึง 50%-80% ดังภาพที่ 24 ถึง ภาพที่ 25

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิอากาศในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับอุณหภูมิอากาศพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 10 ถึง ตารางที่ 13 จากผลการศึกษาสามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการการพยากรณ์อุณหภูมิอากาศได้ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าดัชนี SST (NINO3.4) มีรูปแบบแปรผันตามกันกับอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งเกือบทุกสถานี และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพลของเอ็นโซ่ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-0.8 กล่าวคืออิทธิพลของเอ็นโซ่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในช่วงภาวะปกติถึง 50%-80% ดังภาพที่ 26

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าดัชนีเอ็นโซ่ที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิอากาศตามบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุดคือดัชนี SST (NINO3.4) สาเหตุที่ดัชนี SST (NINO3.4) มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ มั่นทนา และ นงศ์นาค (2545) ได้รายงานไว้ว่า เนื่องจากดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 นั้นอยู่บริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกและใกล้กับแอ่งน้ำอุ่นของมหาสมุทรแปซิฟิก เนื่องจากบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นเป็นบริเวณที่ลึกที่สุดซึ่งเป็นบริเวณรับมวลน้ำมหาศาลที่สามารถเก็บกักความร้อนได้ดีและคายความร้อนได้ดีจึงเป็นบริเวณที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพภูมิอากาศจึงส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศในช่วงปีเอลนีโญและลานีญาในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย ดังนั้นในการคาดการณ์รวมถึงการพยากรณ์อุณหภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยในช่วงภาวะเอ็นโซ่นั้นควรใช้ดัชนี SST (NINO3.4) มาใช้ในการศึกษาผลกระทบที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย

จากผลการศึกษาซึ่งศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศและดัชนีเอ็นโซ่ดังกล่าว พบว่าสถานีคลองใหญ่ไม่มีการเหลื่อมเวลาออกไปและมีค่า R^2 สูงสุดสำหรับดัชนี SOI, MEI, SST (NINO1.2, NINO3 และ NINO3.4) ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากสถานีคลองใหญ่อยู่ใกล้กับแหลมคาเมาซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากมวลน้ำของทะเลจีนใต้จึงส่งผลทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับดัชนีเอ็นโซ่ได้ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างจากสถานีอื่นที่อยู่ทางชายฝั่งและตอนในของอ่าวไทยซึ่งได้รับอิทธิพลจากฝั่งทะเลเปิดได้น้อยกว่าจึงให้ค่าความสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าทางสถานีคลองใหญ่

จากการศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศกับดัชนีเอ็นโซในช่วงปี ภาวะเอลนินโญ่พบว่าแต่ละสถานีต้องมีการเลื่อนเวลาออกไป 2-5 เดือน ซึ่งตรงกับฤดูร้อนของ ประเทศไทยซึ่งปกติในช่วงนี้จะมีลมฝ่ายใต้พัดปกคลุมอ่าวไทยตอนบน ส่วนอ่าวไทยตอนล่างส่วนใหญ่จะเป็นลมฝ่ายตะวันออก ลมฝ่ายใต้ และลมฝ่ายตะวันออกที่พัดปกคลุมประเทศไทยในช่วงนี้ จะเป็นลมที่พัฒมาจากบริเวณความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกทางซีกโลกเหนือ พัดผ่านทะเลจีนใต้เข้ามาสู่อ่าวไทยและพัดขึ้นขึ้นไปทางก้นอ่าวไทยเป็นลมฝ่ายใต้พัดเข้าสู่อ่าวไทยตอนบน ส่วนอ่าวไทยตอนล่างจะเป็นลมตะวันออกพัดผ่าน เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนินโญ่ โดยเฉพาะขนาดรุนแรงบริเวณความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนในมหาสมุทรแปซิฟิกทางซีกโลกเหนือ นี้จะอ่อนกำลังลงจึงส่งผลให้ทางฝั่งทะเลจีนใต้และฝั่งอ่าวไทยมีอุณหภูมิสูงขึ้น และช่วงปีภาวะลานินญาก็จะมีการเลื่อนเวลาออกไป 10-12 เดือนซึ่งตรงกับช่วงภาวะความกดอากาศสูงจากจีนพัดปกคลุมลงมาทางประเทศไทยและในช่วงภาวะลานินญาลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนทางซีกโลกใต้พัดแรงกว่าปกติ จึงส่งผลให้อุณหภูมิอากาศตามแนวชายฝั่งของอ่าวไทยมีค่าต่ำลงได้

ผลการศึกษาในช่วงต้นนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Siripong *et al.* (1995) ได้รายงานว่า ในช่วงระหว่างปีที่เกิดปรากฏการณ์เอ็นโซ (เอลนินโญ่) ค่าอุณหภูมิอากาศจะสูงกว่าค่าปานกลาง และจากการวิจัยของ บุญธรรม (2542) ได้วิจัยพบว่าเอ็นโซในปี พ.ศ. 2541-2542 ซึ่งเป็นปีที่เกิดภาวะเอลนินโญ่รุนแรง พบว่าในปีพ.ศ.2541 เป็นปีภาวะเอลนินโญ่ ค่าพิศสภาพอุณหภูมิอากาศรายปีมากกว่าปกติ และสอดคล้องกับการศึกษาของ อัสสรสุดา (2546) ได้ทำการศึกษาดังผลกระทบท่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรชายฝั่งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531-2543 ที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและจำแนกโดย NDVI จากข้อมูลดาวเทียม Landsat พบว่า ในช่วงเอลนินโญ่อุณหภูมิอากาศร้อนกว่าปกติ ทั้งนี้ยังส่งผลให้เพิ่มความถี่ของพายุหมุนเขตร้อน และทำให้ระดับน้ำทะเลมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย และจากการศึกษาในครั้งนี้ได้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ มั่นทนา และ สุดาพร (2536) ที่ได้รายงานว่าเป็นปีเอลนินโญ่อุณหภูมิอากาศจะสูงกว่าปกติและสอดคล้องกับการศึกษาของ Limsakul and Goes (2008) ที่ได้รายงานว่าเป็นปีภาวะเอลนินโญ่ค่าอุณหภูมิอากาศสูงกว่าปกติส่วนในปีภาวะลานินญาค่าอุณหภูมิอากาศต่ำกว่าปกติ

ตารางที่ 10 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการ
เปรียบเทียบในช่วงปีเอลนีโญ (พ.ศ.2540) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี (±) และจำนวนการเหลือเวลา(-N)		
	คลองใหญ่	ระยอง	เกาะสีชัง
SOI 2540	(-) 0.43 [*] (-0)	(-) 0.53 ^{**} (-0)	(-) 0.44 [*] (-0)
2546	(-) 0.29(-11)	(-) 0.45 [*] (-0)	(-) 0.33 [*] (-2)
MEI 2540	(+) 0.56 ^{**} (-0)	(+) 0.55 ^{**} (-12)	(+) 0.52 ^{**} (-12)
2546	(-) 0.42 [*] (-0)	(+) 0.44 [*] (-6)	(+) 0.79 ^{**} (-5)
(NINO1.2)			
2540	(+) 0.62 ^{**} (-0)	(-) 0.70 ^{**} (-11)	(-) 0.54 ^{**} (-11)
2546	(-) 0.49 [*] (-9)	(+) 0.52 ^{**} (-6)	(+) 0.89 ^{**} (-5)
NINO3(2540)	(+) 0.56 ^{**} (-0)	(-) 0.20(-6)	(-) 0.22(-6)
2546	(-) 0.53 ^{**} (-0)	(-) 0.59 ^{**} (-0)	(+) 0.82 ^{**} (-5)
NINO4(2540)	(+) 0.69 ^{**} (-9)	(+) 0.15(-1)	(+) 0.17(-1)
2546	(-) 0.27(-0)	(+) 0.41 [*] (-6)	(+) 0.87 ^{**} (-5)
NINO3.4			
2540	(+) 0.55 ^{**} (-0)	(+) 0.84 ^{**} (-11)	(+) 0.77 ^{**} (-11)
2546	(-) 0.46 [*] (-0)	(+) 0.46 [*] (-7)	(+) 0.81 ^{**} (-5)
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
SOI 2540	(-) 0.54 ^{**} (-0)	(-) 0.57 ^{**} (-0)	(-) 0.26(-0)
2546	(-) 0.50 ^{**} (-11)	(-) 0.45 [*] (-0)	(-) 0.50 ^{**} (-0)
MEI 2540	(+) 0.61 ^{**} (-12)	(+) 0.56 ^{**} (-12)	(+) 0.48 [*] (-11)
2546	(-) 0.69 ^{**} (-0)	(-) 0.61 ^{**} (-0)	(+) 0.67 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2540	(-) 0.65 ^{**} (-11)	(-) 0.64 ^{**} (-11)	(-) 0.73 ^{**} (-10)
2546	(-) 0.59 ^{**} (-1)	(-) 0.57 ^{**} (-1)	(+) 0.61 ^{**} (-6)
NINO3(2540)	(+) 0.21(-11)	(-) 0.21(-6)	(-) 0.19(-5)
2546	(-) 0.61 ^{**} (0)	(-) 0.63 ^{**} (-0)	(+) 0.59 ^{**} (-7)
NINO4(2540)	(+) 0.26(-1)	(+) 0.24(-1)	(-) 0.12(-12)
2546	(-) 0.52 ^{**} (-0)	(-) 0.45 [*] (-0)	(+) 0.55(-7)

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
NINO3.4			
2540	(+) 0.88 ^{**} (-11)	(+) 0.85 ^{**} (-11)	(+) 0.57 ^{**} (-10)
2546	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.68 ^{**} (-7)
	เกาะสมุย	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2540	(-) 0.47 [*] (-0)	(-) 0.45 [*] (-0)	(-) 0.38 [*] (-0)
2546	(-) 0.38 [*] (-0)	(-) 0.24 (-11)	(-) 0.31 (-0)
MEI 2540	(+) 0.51 ^{**} (-12)	(+) 0.51 [*] (-11)	(+) 0.54 [*] (-11)
2546	(+) 0.75 ^{**} (-6)	(+) 0.66 ^{**} (-7)	(+) 0.77 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2540	(-) 0.64 ^{**} (-11)	(-) 0.57 ^{**} (-11)	(-) 0.56 ^{**} (-10)
2546	(+) 0.84 ^{**} (-6)	(+) 0.78 ^{**} (-6)	(+) 0.88 ^{**} (-6)
NINO3(2540)	(-) 0.21 (-6)	(-) 0.41 [*] (-6)	(-) 0.43 [*] (-6)
2546	(-) 0.69 (-0)	(-) 0.61 (-0)	(+) 0.73 ^{**} (-6)
NINO4(2540)	(+) 0.13 (-1)	(-) 0.15 (-7)	(-) 0.20 (-7)
2546	(+) 0.73 ^{**} (-6)	(+) 0.67 ^{**} (-6)	(+) 0.81 ^{**} (-6)
NINO3.4			
2540	(+) 0.80 ^{**} (-11)	(+) 0.82 ^{**} (-11)	(+) 0.78 ^{**} (-10)
2546	(+) 0.70 ^{**} (-7)	(+) 0.76 ^{**} (-8)	(+) 0.79 ^{**} (-7)

หมายเหตุ พ.ศ.2540 เป็นปีภาวะเอลนีโญรุนแรงในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเลื่อนเวลาออกไป

ตารางที่ 11 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการ
เปรียบเทียบในช่วงปีเอลนีโญ (พ.ศ.2541) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	คลองใหญ่	ระยอง	เกาะสีชัง
SOI 2541	(-) 0.77** (-1)	(-) 0.71** (-2)	(-) 0.60** (-2)
2546	(-) 0.29 (-11)	(-) 0.45* (-0)	(-) 0.33* (-2)
MEI 2541	(+) 0.64** (-0)	(+) 0.76** (-2)	(+) 0.67** (-2)
2546	(-) 0.42* (-0)	(+) 0.44* (-6)	(+) 0.79** (-5)
(NINO1.2)			
2541	(+) 0.46* (-0)	(+) 0.66** (-6)	(+) 0.67** (-4)
2546	(-) 0.49* (-9)	(+) 0.52** (-6)	(+) 0.89** (-5)
NINO3(2541)	(+) 0.49 (-3)	(+) 0.82** (-5)	(+) 0.82** (-6)
2546	(-) 0.53** (-0)	(-) 0.59** (-0)	(+) 0.82** (-5)
NINO4(2541)	(+) 0.44* (-2)	(+) 0.87 (-0)	(+) 0.82 (-5)
2546	(-) 0.27 (-0)	(+) 0.41* (-6)	(+) 0.87** (-5)
NINO3.4			
2541	(+) 0.53** (-2)	(+) 0.83** (-5)	(+) 0.82** (-5)
2546	(-) 0.46* (-0)	(+) 0.46* (-7)	(+) 0.81** (-5)
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
SOI 2541	(-) 0.40* (-2)	(-) 0.50** (-3)	(-) 0.54** (-3)
2546	(-) 0.51** (-11)	(-) 0.45* (-0)	(-) 0.50** (-0)
MEI 2541	(+) 0.48* (-3)	(+) 0.58** (-3)	(+) 0.65** (-3)
2546	(-) 0.69** (-0)	(-) 0.61** (-0)	(+) 0.67** (-6)
(NINO1.2)			
2541	(+) 0.56** (-8)	(+) 0.55** (-8)	(+) 0.64** (-4)
2546	(-) 0.59** (-1)	(-) 0.57** (-1)	(+) 0.61** (-6)
NINO3(2541)	(+) 0.74 (-6)	(+) 0.83** (-6)	(+) 0.80** (-6)
2546	(-) 0.61** (0)	(-) 0.63** (-0)	(+) 0.59** (-7)
NINO4(2541)	(+) 0.62** (-5)	(+) 0.72** (-5)	(+) 0.81** (-5)
2546	(-) 0.52** (-0)	(-) 0.45* (-0)	(+) 0.55 (-7)

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
NINO3.4			
2541	(+) 0.73 ^{**} (-7)	(+) 0.83 ^{**} (-6)	(+) 0.81 ^{**} (-6)
2546	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.68 ^{**} (-7)
	เกาะสมุย	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2541	(-) 0.47 [*] (-0)	(-) 0.53 ^{**} (-2)	(-) 0.62 ^{**} (-4)
2546	(-) 0.38 [*] (-0)	(-) 0.24 (-11)	(-) 0.31 (-0)
MEI 2541	(+) 0.72 ^{**} (-3)	(+) 0.61 ^{**} (-3)	(+) 0.68 ^{**} (-3)
2546	(+) 0.75 ^{**} (-6)	(+) 0.66 ^{**} (-7)	(+) 0.77 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2541	(+) 0.67 ^{**} (-4)	(+) 0.62 ^{**} (-4)	(+) 0.67 ^{**} (-4)
2546	(+) 0.84 ^{**} (-6)	(+) 0.78 ^{**} (-6)	(+) 0.88 ^{**} (-6)
NINO3(2541)	(+) 0.84 ^{**} (-5)	(+) 0.83 ^{**} (-6)	(+) 0.92 ^{**} (-6)
2546	(-) 0.69 (-0)	(-) 0.62 (-0)	(+) 0.73 ^{**} (-6)
NINO4(2541)	(+) 0.78 ^{**} (-5)	(+) 0.79 ^{**} (-5)	(+) 0.83 ^{**} (-6)
2546	(+) 0.73 ^{**} (-6)	(+) 0.67 ^{**} (-6)	(+) 0.81 ^{**} (-6)
NINO3.4			
2541	(+) 0.81 ^{**} (-0)	(+) 0.83 ^{**} (-6)	(+) 0.91 ^{**} (-6)
2546	(+) 0.70 ^{**} (-7)	(+) 0.76 ^{**} (-8)	(+) 0.79 ^{**} (-7)

หมายเหตุ พ.ศ.2541 เป็นปีภาวะเอลนีโญรุนแรงในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายน

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเลื่อนเวลาออกไป

ตารางที่ 12 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการ
เปรียบเทียบในช่วงปีลาตินญา (พ.ศ.2542) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	คลองใหญ่	ระยอง	เกาะสีชัง
SOI 2542	(-) 0.49 [*] (-12)	(+) 0.31(-6)	(+) 0.39 [*] (-3)
2546	(-) 0.29(-11)	(-) 0.45 [*] (-0)	(-) 0.33 [*] (-2)
MEI 2542	(+) 0.39 [*] (-12)	(-) 0.75 ^{**} (-5)	(-) 0.71 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.42 [*] (-0)	(+) 0.44 [*] (-6)	(+) 0.79 ^{**} (-5)
(NINO1.2)			
2542	(+) 0.42 [*] (-1)	(+) 0.17(-11)	(+) 0.27(-11)
2546	(-) 0.49 [*] (-9)	(+) 0.52 ^{**} (-6)	(+) 0.89 ^{**} (-5)
NINO3(2542)	(+) 0.31 [*] (-12)	(+) 0.75 ^{**} (-1)	(+) 0.71 ^{**} (-1)
2546	(-) 0.53 ^{**} (-0)	(-) 0.59 ^{**} (-0)	(+) 0.82 ^{**} (-5)
NINO4(2542)	(-) 0.49 [*] (-2)	(-) 0.61 ^{**} (-5)	(-) 0.47 [*] (-5)
2546	(-) 0.27(-0)	(+) 0.41 [*] (-6)	(+) 0.87 ^{**} (-5)
NINO3.4			
2542	(-) 0.46 [*] (-3)	(+) 0.70 ^{**} (-0)	(+) 0.63 ^{**} (-0)
2546	(-) 0.46 [*] (-0)	(+) 0.46 [*] (-7)	(+) 0.81 ^{**} (-5)
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
SOI 2542	(-) 0.47 [*] (-0)	(-) 0.26(-0)	(+) 0.28(-4)
2546	(-) 0.50 ^{**} (-11)	(-) 0.45 [*] (-0)	(-) 0.50 ^{**} (-0)
MEI 2542	(+) 0.82 ^{**} (-2)	(-) 0.68 ^{**} (-6)	(-) 0.71 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.69 ^{**} (-0)	(-) 0.61 ^{**} (-0)	(+) 0.67 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2542	(-) 0.28(-9)	(+) 0.09(-12)	(+) 0.21(-11)
2546	(-) 0.59 ^{**} (-1)	(-) 0.57 ^{**} (-1)	(+) 0.61 ^{**} (-6)
NINO3(2542)	(-) 0.49 [*] (-7)	(+) 0.81 ^{**} (-1)	(+) 0.78 ^{**} (-1)
2546	(-) 0.61 ^{**} (0)	(-) 0.63 ^{**} (-0)	(+) 0.59 ^{**} (-7)
NINO4(2542)	(-) 0.65 ^{**} (-6)	(-) 0.66 ^{**} (-5)	(-) 0.42 [*] (-5)
2546	(-) 0.52 ^{**} (-0)	(-) 0.45 [*] (-0)	(+) 0.55(-7)

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี (±) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
NINO3.4			
2542	(-) 0.47 [*] (-7)	(+) 0.70 ^{**} (-0)	(+) 0.70 ^{**} (-0)
2546	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.68 ^{**} (-7)
	เกาะสมุย	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2542	(+) 0.33(-5)	(-) 0.24(-0)	(-) 0.31 [*] (-0)
2546	(-) 0.38 [*] (-0)	(-) 0.24(-11)	(-) 0.31(-0)
MEI 2542	(-) 0.81 ^{**} (-5)	(-) 0.81 ^{**} (-6)	(-) 0.79 ^{**} (-6)
2546	(+) 0.75 ^{**} (-6)	(+) 0.66 ^{**} (-7)	(+) 0.77 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2542	(+) 0.08(-11)	(+) 0.07(-11)	(+) 0.08(-12)
2546	(+) 0.84 ^{**} (-6)	(+) 0.78 ^{**} (-6)	(+) 0.88 ^{**} (-6)
NINO3(2542)	(+) 0.86 ^{**} (-1)	(+) 0.86 ^{**} (-1)	(+) 0.85 ^{**} (-1)
2546	(-) 0.69(-0)	(-) 0.62(-0)	(+) 0.73 ^{**} (-6)
NINO4(2542)	(-) 0.76 ^{**} (-5)	(-) 0.71 ^{**} (-5)	(-) 0.76 ^{**} (-5)
2546	(+) 0.73 ^{**} (-6)	(+) 0.67 ^{**} (-6)	(+) 0.81 ^{**} (-6)
NINO3.4			
2542	(+) 0.77 ^{**} (-0)	(+) 0.83 ^{**} (-0)	(+) 0.82 ^{**} (-0)
2546	(+) 0.70 ^{**} (-7)	(+) 0.76 ^{**} (-8)	(+) 0.79 ^{**} (-7)

หมายเหตุ พ.ศ.2542 เป็นปีภาวะลานินญารุนแรงในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายนและเดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเลื่อนเวลาออกไป

ตารางที่ 13 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการ
เปรียบเทียบในช่วงปีลาตินญา (พ.ศ.2543) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	คลองใหญ่	ระยอง	เกาะสีชัง
SOI 2543	(+) 0.47(-0)	(+) 0.59**(-5)	(+) 0.55**(-5)
2546	(-) 0.29(-11)	(-) 0.45*(-0)	(-) 0.33*(-2)
MEI 2543	(-) 0.50*(-12)	(+) 0.69**(-0)	(+) 0.71**(-0)
2546	(-) 0.42*(-0)	(+) 0.44*(-6)	(+) 0.79**(-5)
(NINO1.2)			
2543	(-) 0.43*(-2)	(-) 0.38*(-10)	(-) 0.37*(-10)
2546	(-) 0.49*(-9)	(+) 0.52**(-6)	(+) 0.89**(-5)
NINO3(2543)	(+) 0.45*(-6)	(+) 0.64**(-0)	(+) 0.67**(-0)
2546	(-) 0.53**(-0)	(-) 0.59**(-0)	(+) 0.82**(-5)
NINO4(2543)	(+) 0.57**(-4)	(+) 0.66**(-10)	(+) 0.66**(-10)
2546	(-) 0.27(-0)	(+) 0.41*(-6)	(+) 0.87**(-5)
NINO3.4			
2543	(+) 0.70**(-5)	(+) 0.63**(-12)	(+) 0.60**(-12)
2546	(-) 0.46*(-0)	(+) 0.46*(-7)	(+) 0.81**(-5)
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
SOI 2543	(+) 0.60**(-5)	(+) 0.60**(-5)	(+) 0.77**(-5)
2546	(-) 0.50**(-11)	(-) 0.45*(-0)	(-) 0.50**(-0)
MEI 2543	(+) 0.81**(-0)	(+) 0.79**(-0)	(+) 0.74**(-0)
2546	(-) 0.69**(-0)	(-) 0.61**(-0)	(+) 0.67**(-6)
(NINO1.2)			
2543	(-) 0.46*(-11)	(-) 0.52**(-11)	(-) 0.52**(-10)
2546	(-) 0.59**(-1)	(-) 0.57**(-1)	(+) 0.61**(-6)
NINO3(2543)	(+) 0.65**(-1)	(+) 0.69**(-1)	(+) 0.64**(-0)
2546	(-) 0.61**(-0)	(-) 0.63**(-0)	(+) 0.59**(-7)
NINO4(2543)	(+) 0.77**(-11)	(+) 0.86**(-11)	(+) 0.68**(-10)
2546	(-) 0.52**(-0)	(-) 0.45*(-0)	(+) 0.55(-7)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี(±) และจำนวนการเหลื่อมเวลา(-N)		
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
NINO3.4			
2543	(+) 0.63 ^{**} (-0)	(+) 0.69 ^{**} (-0)	(+) 0.83 ^{**} (-12)
2546	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.68 ^{**} (-7)
	เกาะสมุย	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2543	(+) 0.80 ^{**} (-5)	(+) 0.69 ^{**} (-5)	(+) 0.66 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.38 [*] (-0)	(-) 0.24(-11)	(-) 0.31(-0)
MEI 2543	(+) 0.77 ^{**} (-0)	(+) 0.76 ^{**} (-0)	(+) 0.74 ^{**} (-0)
2546	(+) 0.75 ^{**} (-6)	(+) 0.66 ^{**} (-7)	(+) 0.77 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2543	(-) 0.56 ^{**} (-10)	(-) 0.53 ^{**} (-10)	(-) 0.49 [*] (-10)
2546	(+) 0.84 ^{**} (-6)	(+) 0.78 ^{**} (-6)	(+) 0.88 ^{**} (-6)
NINO3(2543)	(-) 0.61 ^{**} (-8)	(-) 0.64 [*] (-7)	(-) 0.64 ^{**} (-8)
2546	(-) 0.69(-0)	(-) 0.62(-0)	(+) 0.73 ^{**} (-6)
NINO4(2543)	(+) 0.75 ^{**} (-11)	(+) 0.79 ^{**} (-10)	(-) 0.77 ^{**} (-5)
2546	(+) 0.73 ^{**} (-6)	(+) 0.67 ^{**} (-6)	(+) 0.81 ^{**} (-6)
NINO3.4			
2543	(+) 0.77 ^{**} (-12)	(+) 0.79 ^{**} (-12)	(+) 0.71 ^{**} (-12)
2546	(+) 0.70 ^{**} (-7)	(+) 0.76 ^{**} (-8)	(+) 0.79 ^{**} (-7)

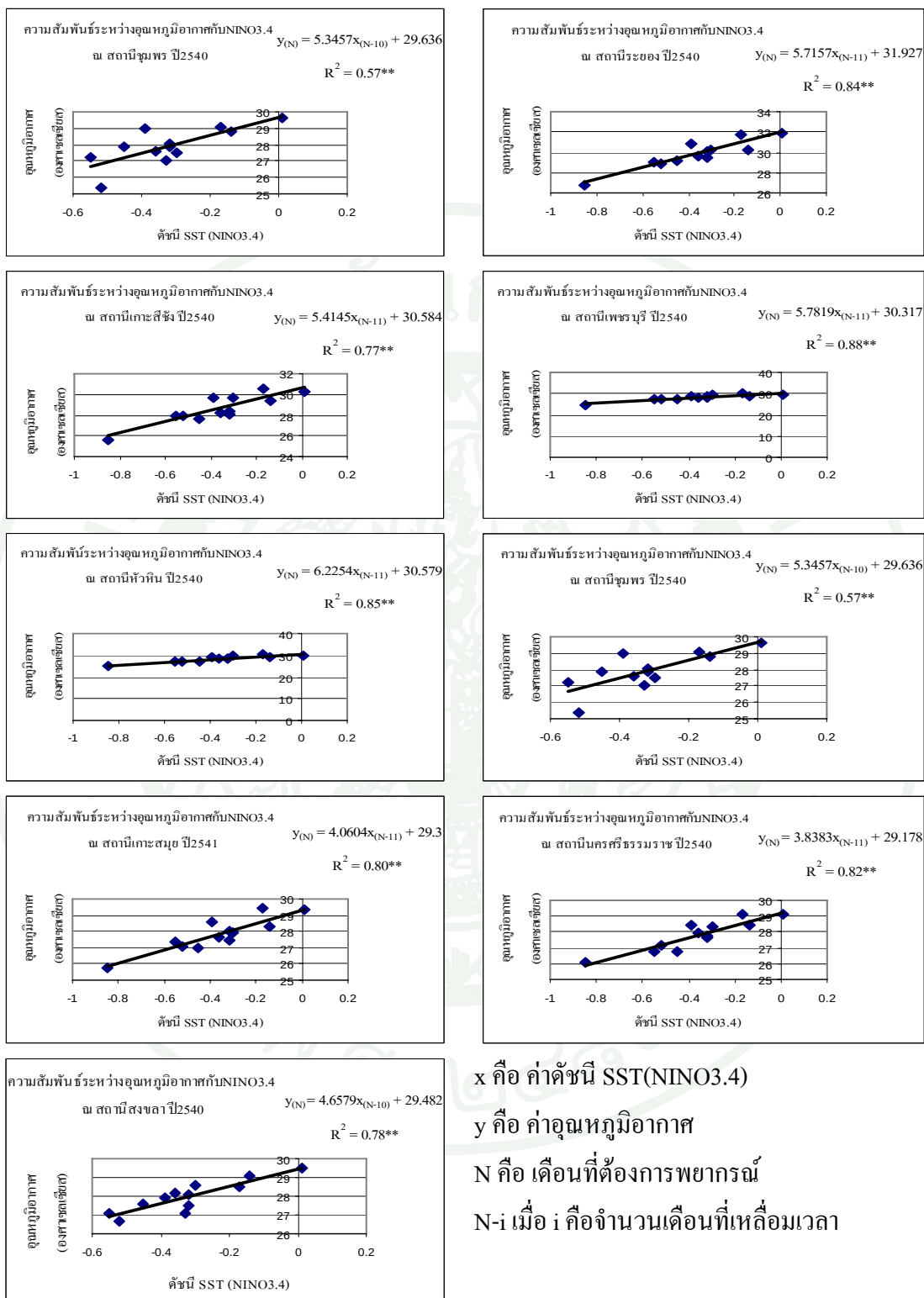
หมายเหตุ พ.ศ.2543 เป็นปีภาวะลานินญารุนแรงในช่วงเดือนกันยายน-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

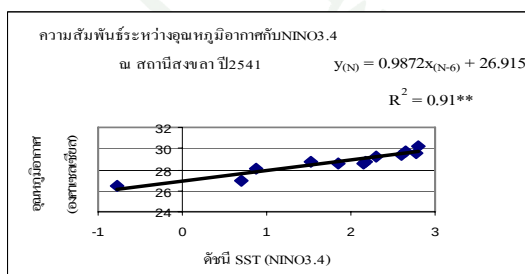
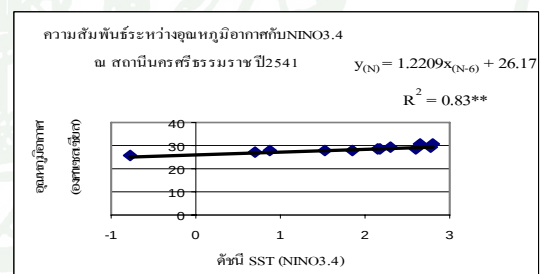
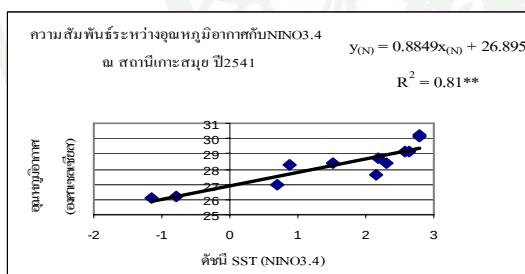
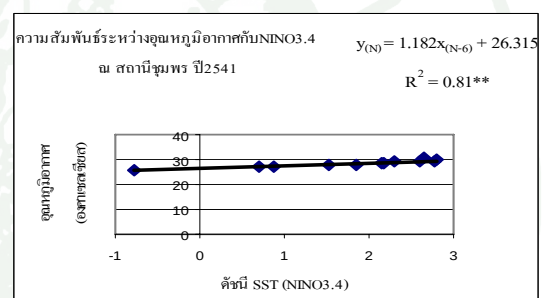
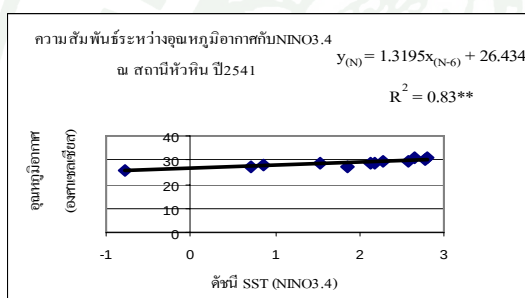
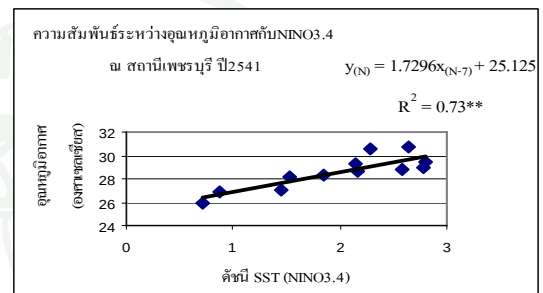
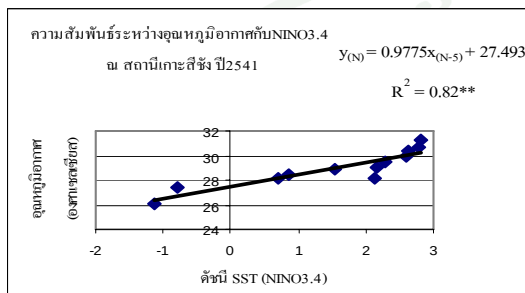
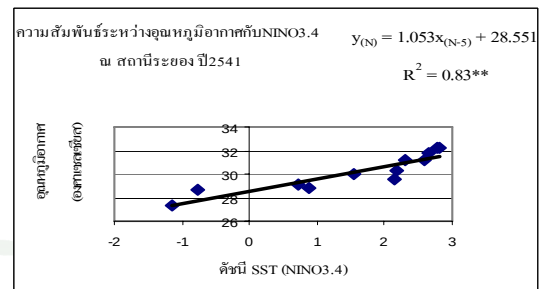
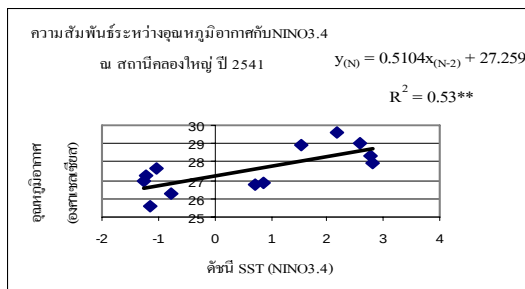
เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป



ภาพที่ 22 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะเอลนีโญรุนแรง (พ.ศ.2540)



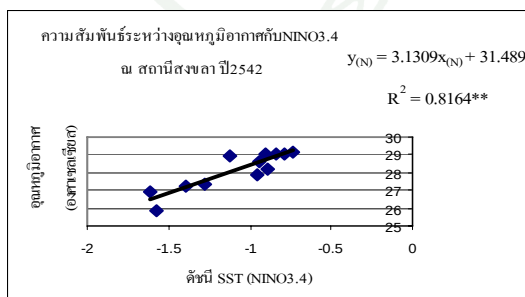
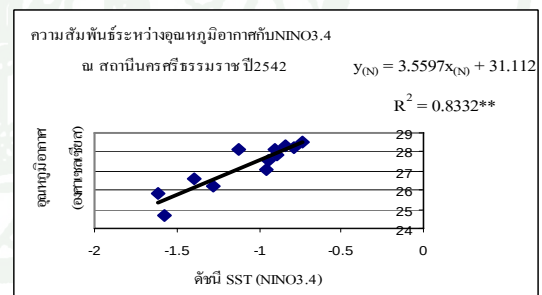
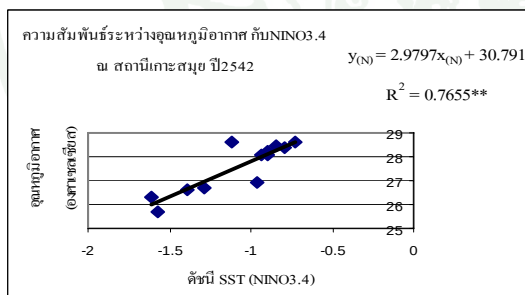
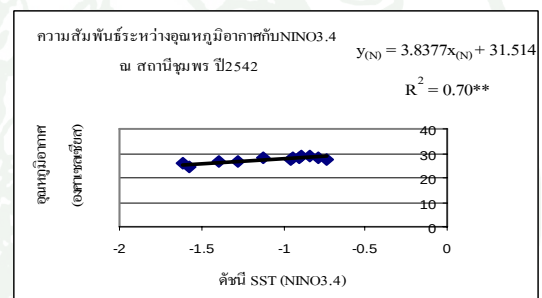
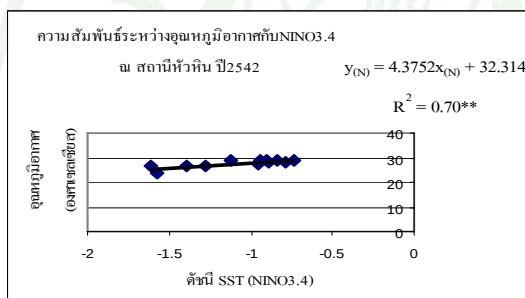
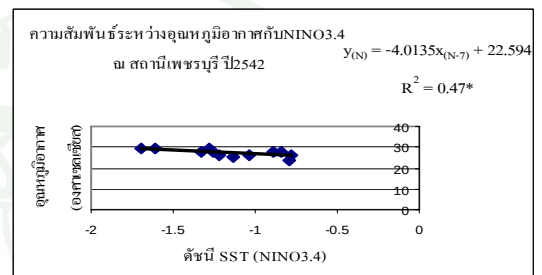
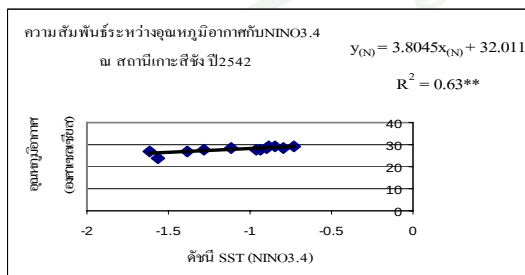
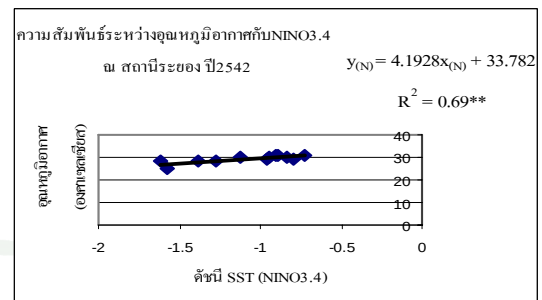
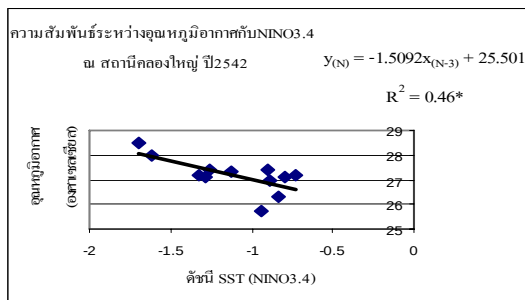
x คือ ค่าดัชนี SST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิอากาศ

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 23 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะเอลนีโญรุนแรง (พ.ศ.2541)



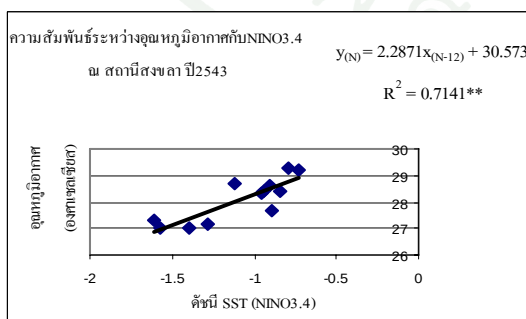
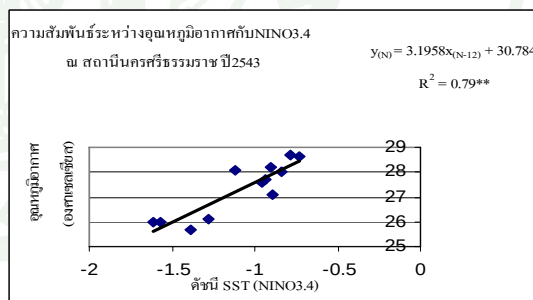
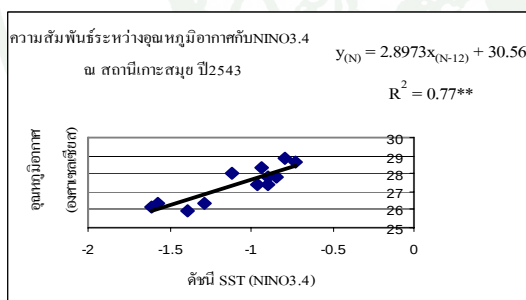
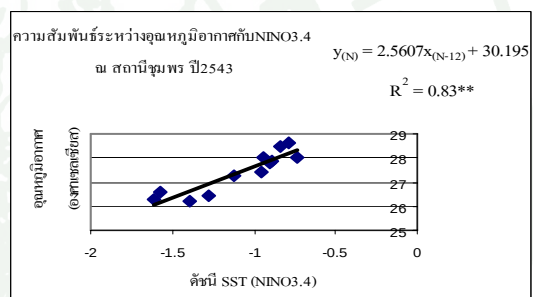
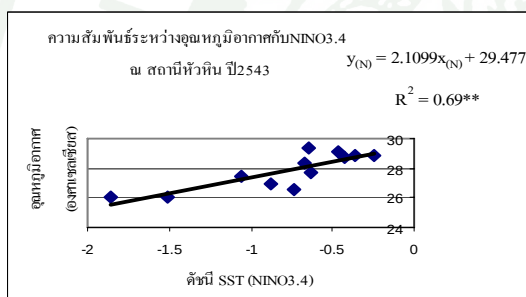
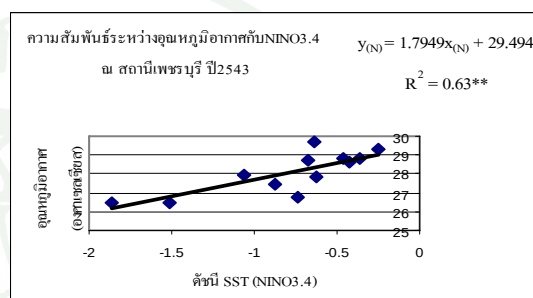
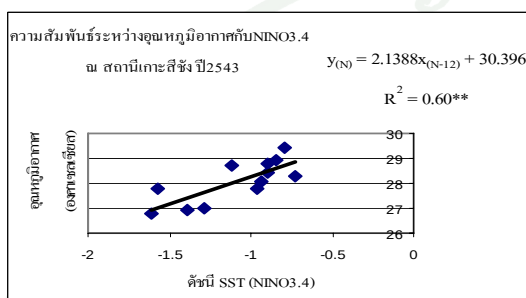
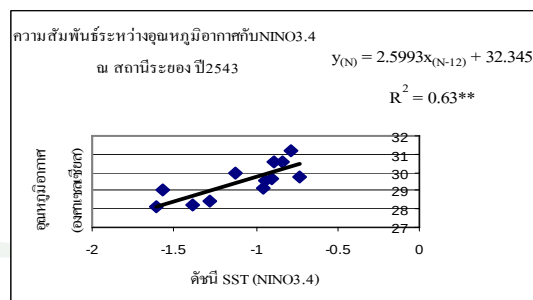
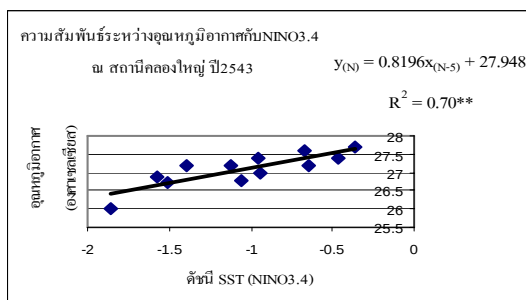
x คือ ค่าดัชนี SST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิอากาศ

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 24 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2542)



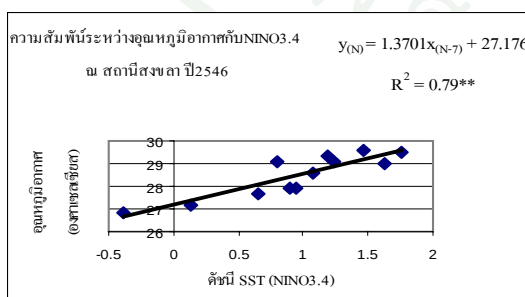
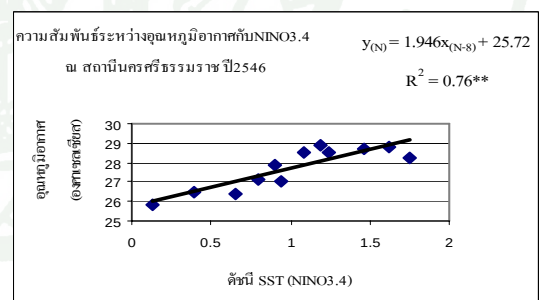
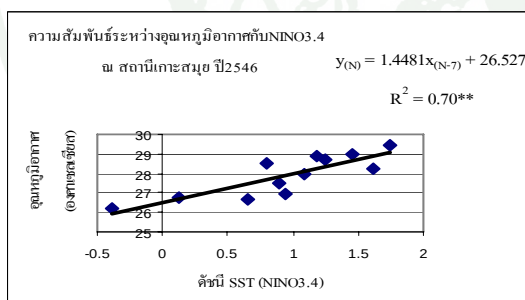
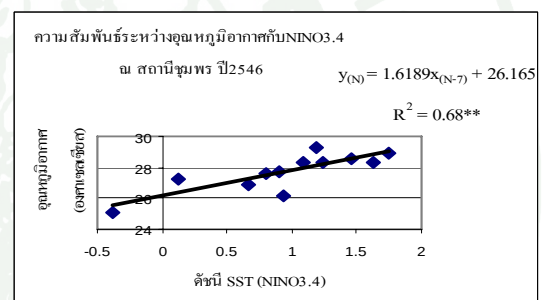
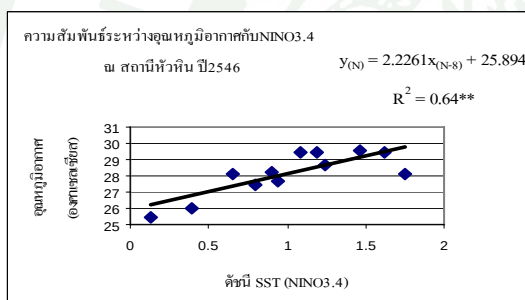
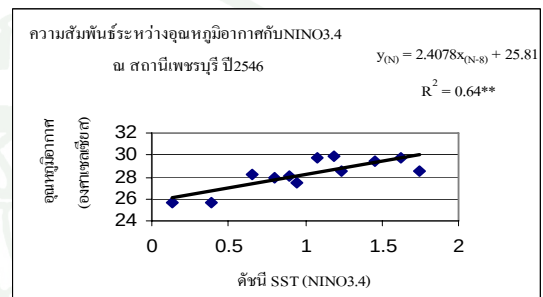
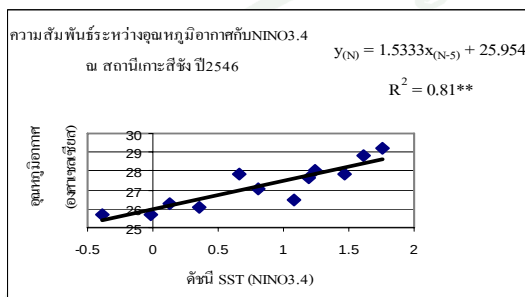
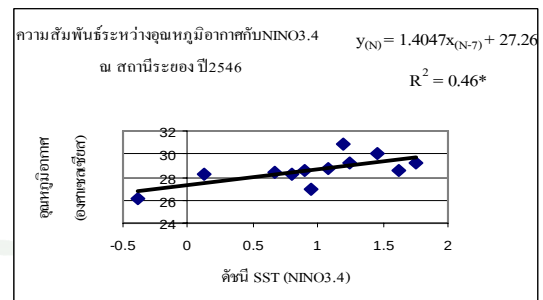
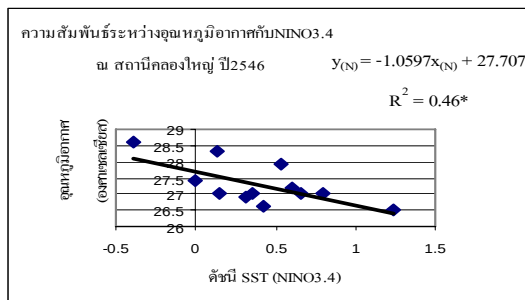
x คือ ค่าดัชนี SST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิอากาศ

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 25 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2543)



x คือ ค่าดัชนี SST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิอากาศ

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 26 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับปริมาณฝนในช่วงภาวะเอลนีโญ, ลานินญา และภาวะปกติ

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับปริมาณฝนในช่วงภาวะปีเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับปริมาณฝนพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 14 ถึง ตารางที่ 15 จากผลการศึกษาสามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการพยากรณ์ปริมาณฝนได้ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าดัชนี SST (NINO3.4) ในปีพ.ศ.2540 มีค่าสูงขึ้นปริมาณฝนมีค่าต่ำลงซึ่งจะพบในบริเวณสถานีระยอง เกาะสีชัง และเพชรบุรี เท่านั้น แต่ในปีพ.ศ.2541 พบว่าเมื่อค่าดัชนี SST (NINO3.4) มีค่าสูงขึ้นค่าปริมาณฝนจะต่ำลงซึ่งจะพบในบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง คือ สถานีชุมพร เกาะสมุย นครศรีธรรมราช และสงขลา ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพลต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมีค่าอยู่ในช่วง 0.3-0.9 กล่าวคืออิทธิพลของเอ็นโซ่มีผลต่อปริมาณฝนบริเวณชายฝั่งในช่วงภาวะเอลนีโญถึง 30%-90% ดังภาพที่ 27 ถึงภาพที่ 28 จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าเอลนีโญจะส่งผลต่อปริมาณฝนตามแนวชายฝั่งทางภาคใต้อย่างชัดเจนและจะเห็นได้จากการเลื่อนเวลาออกไปนั้นทางชายฝั่งทางภาคใต้ของอ่าวไทยได้มีการเลื่อนเวลาตรงกับช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งปกติลมมรสุมดังกล่าวจะส่งผลให้ทางชายฝั่งภาคใต้มีปริมาณฝนมากแต่ในภาวะเอลนีโญจะทำให้อิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันออกเฉียงใต้อ่อนกำลังลงทำให้ลมมรสุมนี้พาความชื้นมาได้น้อยจึงทำให้ในภาวะเอลนีโญส่งผลให้ชายฝั่งภาคใต้มีฝนน้อยอย่างชัดเจน ในทางตรงกันข้ามทางอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันตกจะมีปริมาณฝนมากกว่าในทางภาคใต้แต่ต้องทำการเลื่อนเวลาออกไปตรงกับช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประกอบกับช่วงภาวะเอลนีโญลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นั้นมีความแรงกว่าปกติเนื่องจากลมค้าตะวันออกเฉียงใต้กำลังลงจึงทำให้อิทธิพลมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พาความชื้นเข้าไปในบริเวณอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกมากขึ้นจึงส่งผลให้ปริมาณฝนทางฝั่งตะวันออกมีค่าสูงขึ้นกว่าทางชายฝั่งของภาคใต้

4.2. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับปริมาณฝนในช่วงภาวะลานินญา (พ.ศ.2542-2543)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับปริมาณฝนพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 16 ถึง ตารางที่ 17 จากผลการศึกษาสามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการพยากรณ์ปริมาณฝนได้ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าดัชนี SST (NINO3.4) ในปีพ.ศ.2542 มีค่าต่ำ ค่าปริมาณฝนมีค่าสูงเกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานีระยอง และชุมพร แต่ในปีพ.ศ.2543 ค่าดัชนี SST (NINO3.4) มีค่าต่ำ ค่าปริมาณฝนมีค่าสูง ซึ่งจะพบเกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานีเกาะสีชัง และสถานีชุมพร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพลต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-0.7 กล่าวคืออิทธิพลของเอ็นโซ่มีผลต่อปริมาณฝนบริเวณชายฝั่งในช่วงภาวะลานินญาถึง 20%-70% ดังภาพที่ 29 ถึง ภาพที่ 30 จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าลานินญาจะส่งผลต่อปริมาณฝนตามแนวชายฝั่งทางภาคใต้อย่างชัดเจนและจะเห็นได้จากการเลื่อนเวลาออกไปนั้นทางชายฝั่งทางภาคใต้ของอ่าวไทยได้มีการเลื่อนเวลาตรงกับช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งปกติลมมรสุมดังกล่าวจะส่งผลให้ทางชายฝั่งภาคใต้มีปริมาณฝนมากประกอบกับในภาวะลานินญาจะทำให้อิทธิพลลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้มีกำลังแรงขึ้นทำให้ลมมรสุมนี้พาความชื้นมาได้มากจึงทำให้ในภาวะลานินญาส่งผลให้ชายฝั่งภาคใต้มีฝนมากขึ้นอย่างชัดเจน ในขณะที่เดียวกันทางอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกจะมีปริมาณฝนมากขึ้นแต่ต้องทำการเลื่อนเวลาออกไปตรงกับช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบกับช่วงภาวะลานินญาลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีความแรงกว่าปกติเนื่องจากลมค้าตะวันออกเฉียงใต้มีกำลังแรงขึ้นจึงทำให้อิทธิพลมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมตะวันออกเฉียงใต้พาความชื้นเข้าไปในบริเวณอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันออกมากขึ้นจึงส่งผลให้ปริมาณฝนทางฝั่งตะวันออกมีค่าสูงขึ้น

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับปริมาณฝนในภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับปริมาณฝนพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่อปริมาณฝนในบริเวณ

ชายฝั่งได้ดีที่สุด จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับปริมาณฝนในช่วงภาวะปกติพบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับปริมาณฝนพบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ที่มีรูปแบบแตกต่างจากสถานีอื่นคือสถานีบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง (เกาะสมุย นครศรีธรรมราช และสงขลา) จะมีรูปแบบความสัมพันธ์ที่ต่างจากสถานีอื่นซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าค่า R^2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.2-0.7 กล่าวคืออิทธิพลของเอ็นโซ่มีผลต่อปริมาณฝนบริเวณชายฝั่งในช่วงภาวะปกติถึง 20%-70% ดังภาพที่ 31

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าดัชนีเอ็นโซ่ที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิอากาศตามบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุดคือดัชนี SST (NINO3.4) สาเหตุที่ดัชนี SST (NINO3.4) มีผลต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุด เนื่องด้วยดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 นั้นอยู่บริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกและใกล้กับแอ่งน้ำอุ่นของมหาสมุทรแปซิฟิก เนื่องจากบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นเป็นบริเวณที่ลึกสุดซึ่งเป็นบริเวณรับมวลน้ำมหาศาลที่สามารถเก็บกักความร้อนได้ดีและคายความร้อนได้ดีจึงเป็นบริเวณที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพภูมิอากาศเกิดการยกตัวของอากาศได้รุนแรงขึ้นจึงส่งผลต่อการเกิดฝนในช่วงปีเอลนีโญและลานีญาในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย ดังนั้นในการคาดการณ์รวมถึงการพยากรณ์ปริมาณฝนบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยในช่วงภาวะเอ็นโซ่นั้นควรใช้ดัชนี SST (NINO3.4) มาใช้ในการศึกษาผลกระทบที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ มัทธนา และ นงศ์นาถ (2545) ได้รายงานไว้ว่า NINO3.4 เป็นบริเวณที่กำหนดขึ้นใหม่ซึ่งนักวิจัยส่วนมากนิยมหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและลมผิวพื้นในบริเวณนี้กับความผิดปกติของสภาพภูมิอากาศโลกและมีนักวิจัยบางส่วนเน้นความสนใจการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในบริเวณ NINO3.4 เพื่อกำหนดการเริ่มเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ในขณะที่มีนักวิจัยอีกหลายคนนิยมนำการเปลี่ยนแปลงบริเวณ NINO3.4 มาใช้ในรูปแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์เอลนีโญ

จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับปริมาณฝนในช่วงปีภาวะเอลนีโญและในช่วงปีภาวะลานีญา พบว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญปริมาณน้ำฝนค่อนข้างต่ำและแต่ละสถานีต้องมีการเหลื่อมเวลาออกไป 5-10 เดือน โดยประมาณ จึงจะทำให้มีค่า R^2 ที่สูง ซึ่งเวลาที่มีการเหลื่อมออกไปนั้นจะเป็นเวลาที่ตรงกับในช่วงเวลาในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของอ่าวไทยซึ่งจะส่งผลให้เห็นถึงปริมาณฝนที่เกิดขึ้นได้ในแต่ละสถานี แต่อย่างไรก็ตามปริมาณฝนในช่วงปีภาวะเอลนีโญจะมีค่าปริมาณฝนที่ต่ำกว่าในช่วงปีภาวะลานีญาและในปีภาวะปกติ แต่จะมีบางสถานีเท่านั้นที่ช่วงปีภาวะลานีญาที่มีปริมาณฝนน้อยกว่าสถานีอื่น ๆ อาทิ สถานีคลองใหญ่

เกาะสมุย หัวหิน อย่างไรก็ตามในช่วงภาวะลานินญาปริมาณฝนในเขตพื้นที่ที่พบปริมาณฝนน้อยก็มีค่าปริมาณฝนสูงกว่าในช่วงปีภาวะเอลนินโญ่และปีภาวะปกติ สาเหตุที่ช่วงปีภาวะเอลนินโญ่ที่ทำให้ปริมาณฝนต่ำกว่าปกติโดยเฉพาะบริเวณอ่าวไทยตอนล่างเนื่องจากร่องความกดอากาศต่ำที่พาดอยู่บริเวณอ่าวไทยก็จะเลื่อนมาสูงขึ้นมีผลทำให้พายุก่อตัวในมหาสมุทรแปซิฟิกมีแนวโน้มสูงขึ้นก็จะส่งผลให้จำนวนพายุที่เคลื่อนผ่านเข้าสู่ประเทศไทยมากขึ้น โดยเฉพาะทางอ่าวไทยตอนบนก็อาจจะมีปริมาณฝนที่สูงขึ้นกว่าปกติในช่วงปีภาวะเอลนินโญ่และอ่าวไทยตอนล่างจะมีฝนน้อยกว่าปกติในช่วงปีภาวะเอลนินโญ่

ในช่วงปีภาวะลานินญาลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ในแปซิฟิกเขตร้อนมีกำลังแรงขึ้น ลมนี้ซึ่งปกติจะมีบางส่วนพัดผ่านเลยมายังมหาสมุทรอินเดียและรวมกับลมในมหาสมุทรอินเดียก่อนพัดข้ามเส้นศูนย์สูตรและวกกลับเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมบริเวณคาบสมุทรอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในช่วงฤดูฝนคือประมาณเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมของแต่ละปี ดังนั้นเมื่อลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ในแปซิฟิกมีกำลังแรงขึ้นลมที่พัดผ่านเข้ามาถึงมหาสมุทรอินเดียก็จะมีกำลังแรงขึ้นตามไปด้วยมีผลทำให้มีส่วนเสริมในการทำให้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ซึ่งรวมถึงอ่าวไทยด้วย) มีกำลังแรงขึ้นตามไปด้วย หนึ่งช่วงที่เกิดภาวะลานินญาโดยเฉพาะที่มีกำลังแรงบริเวณอากาศกัว (Convective area) แถบอินโดนีเซีย-ออสเตรเลียจะมีกำลังแรงขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการที่การหมุนเวียนแบบวอล์กเกอร์มีกำลังแรงขึ้น ทำให้มีการขยายทั้งพื้นที่และความเข้มของบริเวณอากาศกัวไปพร้อมกัน ทำให้บริเวณดังกล่าวนี้ครอบคลุมพื้นที่แผ่ล้าเข้ามาถึงบริเวณอ่าวไทยโดยเฉพาะทางอ่าวไทยตอนล่างได้ในบางช่วง จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ว่าเมื่อเกิดปรากฏการณ์ลานินญาโดยเฉพาะเมื่อมีขนาดรุนแรงพื้นที่ชายฝั่งของอ่าวไทยจะได้รับฝนสูงกว่าปกติเป็นส่วนใหญ่ สำหรับผลการศึกษาในบางสถานที่พบว่าจะต้องทำการเหลื่อมเวลาออกไปถึง 11 เดือน -12 เดือนจึงจะพบว่าค่า R^2 มีค่าสูง ซึ่งตรงกับช่วงฤดูหนาว ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเกิดลานินญาบริเวณความกดอากาศต่ำแถบอินโดนีเซีย-ออสเตรเลียจะมีกำลังแรงกว่าปกติประกอบกับผิวน้ำทะเลบริเวณแปซิฟิกตะวันตกเขตร้อนซึ่งอยู่บริเวณล้อมรอบอินโดนีเซียจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติด้วยจึงเป็นผลทำให้หย่อมความกดอากาศต่ำจะก่อตัวและพัฒนาแรงขึ้นเป็นพายุหมุนเขตร้อนซึ่งปัจจัยนี้จึงเอื้อต่อการเหนี่ยวนำให้บริเวณความกดอากาศสูงจากจีนแผ่ลงมาทางใต้มาปกคลุมทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จากตามหลักทางอุตุนิยมวิทยาที่อากาศจะเคลื่อนตัวจากบริเวณความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำทำให้เกิดเป็นลมพัดขึ้นมาและหากความกดอากาศของบริเวณทั้งสองแตกต่างกันมากลมก็ยิ่งพัดแรงขึ้นมาก ดังนั้นลมที่พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนซึ่งก็คือลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งจะเป็นลมที่แห้งและเย็นจะพัดแรงขึ้นและพัดเข้าสู่อ่าวไทยจากทะเลจีนใต้และจะมีลมนี้บางส่วนในอ่าวไทยพัดวกขึ้นมาจากทาง

กันอ่าวและตามบริเวณชายฝั่งภาคตะวันออกซึ่งเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้พัดเข้าสู่บริเวณชายฝั่งและนำความชื้นจากท้องทะเลมาด้วยจึงนำฝนมาตกตามบริเวณชายฝั่งได้ ในบางครั้งมีผลทำให้ภาคตะวันออกมีฝนใกล้เคียงกับค่าปกติในบางเดือนของฤดูหนาว สำหรับบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง บางครั้งจะต้องทำการเลื่อนเวลาไปถึงช่วง 11-12 เดือนจึงจะเห็นถึงค่า R^2 ที่สูงที่สุด เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดลงมาในฤดูหนาวและเมื่อพัดผ่านอ่าวไทยก็จะหอบเอาไอน้ำมาด้วย เมื่อพัดผ่านบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่างก็จะทำให้เกิดฝนด้านรับลม โดยเฉพาะสถานีเกาะสมุย นครศรีธรรมราช และสงขลา ดังนั้นเมื่อลมนี้มีกำลังแรงขึ้นก็จะทำให้มีปริมาณฝนตกมากขึ้น

จากผลการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นว่าบางสถานีต้องทำการเลื่อนเวลาออกไป 3-5 เดือน (ซึ่งตรงกับช่วงฤดูร้อน) จึงจะเห็นถึงค่า R^2 ที่สูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากช่วงที่เกิดภาวะลานินญาลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนทางซีกโลกใต้และลมตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมบริเวณเส้นศูนย์สูตรจะมีกำลังแรงกว่าปกติส่งผลให้ลมตะวันออกเฉียงใต้พัดไปเลี้ยงบริเวณความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนทางซีกโลกเหนือให้มีกำลังแรงขึ้นไปด้วยส่งผลทำให้ลมที่พัดจากบริเวณความกดอากาศสูงนี้มาถึงบริเวณทะเลจีนใต้และอ่าวไทยมีกำลังแรงขึ้นตามไปด้วยในขณะที่ทางด้านมหาสมุทรอินเดียจะมีลมตะวันตกพัดปกคลุมมาถึงบริเวณทะเลอันดามันเข้าสู่อ่าวไทยและทะเลจีนใต้ได้ ทำให้บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นบริเวณของการพัดสอบของลมตะวันออกเฉียงใต้จากมหาสมุทรแปซิฟิกและลมตะวันตกจากมหาสมุทรอินเดียจึงเป็นบริเวณอากาศยกตัวและก่อให้เกิดฝนมากกว่าปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ มัณฑนา และ สุดาพร (2542) ที่ได้รายงานไว้ว่า บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณฝนสูงในช่วงฤดูร้อนเกิดจากลมตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมบริเวณอ่าวไทยในฤดูร้อนมีกำลังแรงขึ้นเนื่องจากภาวะลานินญาที่ทำให้ลมค้าตะวันออกเฉียงใต้มีกำลังแรงขึ้น ลมนี้จะพัดผ่านน่านน้ำทะเลมาเป็นระยะไกลจึงหอบเอาความชื้นและไอน้ำมาด้วยจึงเป็นลมที่ร้อนและชื้น และเมื่อปะทะกับลมที่เย็นและแห้งที่พัดลงมาจากความกดอากาศสูงจากประเทศจีนซึ่งจะพัดพาผ่านอ่าวไทยเป็นระยะๆทำให้ในช่วงฤดูร้อนจะมีพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรงกว่าปกติได้ทำให้ปริมาณฝนสูงกว่าปกติได้เช่นกัน

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Siripong *et al.* (1995) ที่ได้รายงานไว้ว่าปริมาณการไหลของแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี และค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลที่เกาะหลักซึ่งตั้งอยู่บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยในระหว่างที่เกิดปรากฏการณ์เอนโซ (เอลนีโญ) ปริมาณฝนปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ ระดับน้ำทะเล และการเกิดฝนฟ้าคะนอง โดยทั่วไปแล้วจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญธรรม (2542) พบว่าในช่วงปีเอลนีโญ (พ.ศ.2541) ค่าพิศสภาพฝนรายปีน้อยกว่าปกติและในปีภาวะลานินญา (พ.ศ.2542) พบว่าค่าสภาพ

ฝนรายปีมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มัณฑนา และ สุดาพร (2542) ที่พบว่าในช่วงปีลานินญา ขนาดรุนแรงมีผลกระทบให้ประเทศไทยส่วนใหญ่มีฝนสูงกว่าปกติขณะที่อุณหภูมิอากาศจะต่ำกว่าปกติในเกือบทุกฤดูกาล และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัปสรสุดา (2546) พบว่าในช่วงปีเอลนินโญ่ ฝนจะแล้ง ส่วนในปีลานินญาฝนตกมากกว่าปกติ และอุณหภูมิอากาศจะต่ำ อากาศจะเย็นกว่าปกติ แต่ผลงานวิจัยในครั้งนี้ขัดแย้งกับ กัตติญญ (2540) ที่ได้รายงานว่าปรากฏการณ์เอลนินโญ่และลานินญาที่มีผลกระทบต่อประเทศไทยนั้นยังไม่สามารถอธิบายได้ชัดเจนในเรื่องของฝนและอุณหภูมิอากาศ

ตารางที่ 14 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่ (พ.ศ.2540) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี (±) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	คลองใหญ่	ระยอง	เกาะสีชัง
SOI 2540	(-) 0.27(-2)	(-) 0.32(-5)	(-) 0.43 [*] (-10)
2546	(+) 0.29(-6)	(+) 0.30(-6)	(-) 0.39 [*] (-10)
MEI 2540	(+) 0.35 [*] (-12)	(+) 0.33(-2)	(+) 0.27(-0)
2546	(+) 0.62 ^{**} (-7)	(+) 0.65 ^{**} (-6)	(+) 0.74 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2540	(-) 0.31(-12)	(+) 0.22(-12)	(+) 0.18(-2)
2546	(-) 0.79 ^{**} (-2)	(-) 0.61 ^{**} (-1)	(-) 0.46 [*] (-1)
NINO3(2540)	(+) 0.49 [*] (-12)	(-) 0.38 [*] (-9)	(-) 0.28(-9)
2546	(+) 0.80 [*] (-8)	(-) 0.59 ^{**} (-1)	(-) 0.45 [*] (-1)
NINO4(2540)	(+) 0.16(-3)	(+) 0.28(-5)	(+) 0.24(-5)
2546	(+) 0.74 ^{**} (-8)	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.40 [*] (-7)
NINO3.4			
2540	(+) 0.52 ^{**} (-12)	(-) 0.26(-9)	(-) 0.25(-8)
2546	(+) 0.79 ^{**} (-9)	(+) 0.53 ^{**} (-8)	(+) 0.40 [*] (-9)
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
SOI 2540	(-) 0.45 [*] (-5)	(-) 0.35 [*] (-5)	(-) 0.42 [*] (-3)
2546	(+) 0.23(-6)	(+) 0.31(-3)	(-) 0.38 [*] (-12)

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
MEI 2540	(+) 0.53 ^{**} (-2)	(+) 0.37 [*] (-2)	(+) 0.27 (-0)
2546	(+) 0.46 [*] (-9)	(+) 0.46 [*] (-9)	(+) 0.74 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2540	(+) 0.37 [*] (-2)	(+) 0.24 (-3)	(+) 0.43 [*] (-1)
2546	(-) 0.24 (-4)	(-) 0.13 (-5)	(-) 0.15 (-4)
NINO3(2540)	(-) 0.38 [*] (-9)	(+) 0.25 (-3)	(+) 0.35 [*] (-0)
2546	(+) 0.50 [*] (-10)	(+) 0.37 [*] (-10)	(+) 0.52 ^{**} (-11)
NINO4(2540)	(+) 0.45 [*] (-5)	(+) 0.35 [*] (-7)	(+) 0.51 ^{**} (-4)
2546	(+) 0.45 [*] (-11)	(+) 0.41 [*] (-11)	(+) 0.51 ^{**} (-11)
NINO3.4			
2540	(-) 0.31 (-9)	(+) 0.23 (-3)	(+) 0.35 [*] (-12)
2546	(+) 0.38 [*] (-10)	(+) 0.22 (-10)	(+) 0.41 [*] (-11)
	เกาะสมุย	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2540	(-) 0.56 ^{**} (-3)	(-) 0.72 ^{**} (-6)	(-) 0.79 ^{**} (-7)
2546	(+) 0.44 [*] (-3)	(+) 0.38 [*] (-0)	(+) 0.45 [*] (-3)
MEI 2540	(+) 0.75 ^{**} (-1)	(+) 0.71 ^{**} (-3)	(+) 0.75 ^{**} (-4)
2546	(-) 0.69 ^{**} (-5)	(-) 0.78 ^{**} (-5)	(-) 0.88 ^{**} (-5)
(NINO1.2)			
2540	(+) 0.59 ^{**} (-2)	(+) 0.81 ^{**} (-4)	(+) 0.82 ^{**} (-7)
2546	(-) 0.45 [*] (-5)	(-) 0.50 [*] (-6)	(-) 0.62 ^{**} (-5)
NINO3(2540)	(+) 0.52 ^{**} (-0)	(+) 0.81 ^{**} (-3)	(+) 0.79 ^{**} (-5)
2546	(+) 0.67 ^{**} (-11)	(-) 0.65 ^{**} (-7)	(-) 0.68 ^{**} (-6)
NINO4(2540)	(+) 0.68 ^{**} (-4)	(+) 0.91 ^{**} (-6)	(+) 0.80 ^{**} (-8)
2546	(+) 0.67 ^{**} (-11)	(-) 0.64 ^{**} (-6)	(-) 0.75 ^{**} (-5)
NINO3.4			
2540	(+) 0.52 ^{**} (-0)	(+) 0.79 ^{**} (-4)	(+) 0.75 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.56 ^{**} (-5)	(-) 0.71 ^{**} (-7)	(-) 0.75 ^{**} (-6)

ตารางที่ 14 (ต่อ)

หมายเหตุ พ.ศ.2540 เป็นปีภาวะเอลนีโญรุนแรงในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

ตารางที่ 15 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนีโญ (พ.ศ.2541) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี (±) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)		
	คลองใหญ่	ระยอง	เกาะสีชัง
SOI 2541	(-) 0.37 [*] (-5)	(-) 0.38 [*] (-6)	(-) 0.48 [*] (-12)
2546	(+) 0.29(-6)	(+) 0.30(-6)	(-) 0.39 [*] (-10)
MEI 2541	(+) 0.38 [*] (-11)	(+) 0.35 [*] (-4)	(+) 0.48 [*] (-11)
2546	(+) 0.62 ^{**} (-7)	(+) 0.65 ^{**} (-6)	(+) 0.74 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2541	(+) 0.43 [*] (-9)	(+) 0.48 [*] (-9)	(+) 0.55 ^{**} (-10)
2546	(-) 0.79 ^{**} (-2)	(-) 0.61 ^{**} (-1)	(-) 0.46 [*] (-1)
NINO3(2541)	(+) 0.61 ^{**} (-8)	(+) 0.72 ^{**} (-8)	(+) 0.68 ^{**} (-9)
2546	(+) 0.80 [*] (-8)	(-) 0.59 ^{**} (-1)	(-) 0.45 [*] (-1)
NINO4(2541)	(+) 0.34 [*] (-9)	(+) 0.44 [*] (-8)	(+) 0.33 [*] (-10)
2546	(+) 0.74 ^{**} (-8)	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.40 [*] (-7)
NINO3.4			
2541	(+) 0.63 ^{**} (-8)	(+) 0.76 ^{**} (-8)	(+) 0.67 ^{**} (-9)
2546	(+) 0.79 ^{**} (-9)	(+) 0.53 ^{**} (-8)	(+) 0.40 [*] (-9)
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
SOI 2541	(+) 0.52 ^{**} (-0)	(+) 0.46 [*] (-0)	(+) 0.48 [*] (-3)
2546	(+) 0.23(-6)	(+) 0.31(-3)	(-) 0.38 [*] (-12)

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)		
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
MEI 2541	(+) 0.57 ^{**} (-11)	(+) 0.55 ^{**} (-11)	(+) 0.48 [*] (-11)
2546	(+) 0.46 [*] (-9)	(+) 0.46 [*] (-9)	(+) 0.74 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2541	(+) 0.52 ^{**} (-10)	(+) 0.51 ^{**} (-10)	(-) 0.58 ^{**} (-7)
2546	(-) 0.24(-4)	(-) 0.13(-5)	(-) 0.15(-4)
NINO3(2541)	(+) 0.62 ^{**} (-9)	(+) 0.60 ^{**} (-10)	(-) 0.65 ^{**} (-3)
2546	(+) 0.50 [*] (-10)	(+) 0.37 [*] (-10)	(+) 0.52 ^{**} (-11)
NINO4(2541)	(-) 0.29(-0)	(+) 0.37 [*] (-10)	(-) 0.53 ^{**} (-3)
2546	(+) 0.45 [*] (-11)	(+) 0.41 [*] (-11)	(+) 0.51 ^{**} (-11)
NINO3.4			
2541	(+) 0.65 ^{**} (-9)	(+) 0.59 ^{**} (-9)	(-) 0.67 ^{**} (-3)
2546	(+) 0.38 [*] (-10)	(+) 0.22(-10)	(+) 0.41 [*] (-11)
	เกาะสมุย	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2541	(+) 0.49 [*] (-4)	(+) 0.60 ^{**} (-3)	(+) 0.67 ^{**} (-5)
2546	(+) 0.44 [*] (-3)	(+) 0.38 [*] (-0)	(+) 0.45 [*] (-3)
MEI 2541	(-) 0.71 ^{**} (-0)	(-) 0.93 ^{**} (-0)	(-) 0.86 ^{**} (-3)
2546	(-) 0.69 ^{**} (-5)	(-) 0.78 ^{**} (-5)	(-) 0.88 ^{**} (-5)
(NINO1.2)			
2541	(-) 0.65 ^{**} (-2)	(-) 0.87 ^{**} (-3)	(-) 0.93 ^{**} (-4)
2546	(-) 0.45 [*] (-5)	(-) 0.50 [*] (-6)	(-) 0.62 ^{**} (-5)
NINO3(2541)	(-) 0.76 ^{**} (-4)	(-) 0.89 ^{**} (-4)	(-) 0.82 ^{**} (-5)
2546	(+) 0.67 ^{**} (-11)	(-) 0.65 ^{**} (-7)	(-) 0.68 ^{**} (-6)
NINO4(2541)	(-) 0.72 ^{**} (-3)	(-) 0.88 ^{**} (-4)	(-) 0.82 ^{**} (-4)
2546	(+) 0.67 ^{**} (-11)	(-) 0.64 ^{**} (-6)	(-) 0.75 ^{**} (-5)
NINO3.4			
2541	(-) 0.72 ^{**} (-4)	(-) 0.91 ^{**} (-4)	(-) 0.84 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.56 ^{**} (-5)	(-) 0.71 ^{**} (-7)	(-) 0.75 ^{**} (-6)

ตารางที่ 15 (ต่อ)

หมายเหตุ พ.ศ.2541 เป็นปีภาวะเอลนีโญรุนแรงในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายน

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

ตารางที่ 16 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา (พ.ศ.2542) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)		
	คลองใหญ่	ระยอง	เกาะสีชัง
SOI 2542	(+) 0.25(-3)	(+) 0.33(-9)	(+) 0.27(-9)
2546	(+) 0.29(-6)	(+) 0.30(-6)	(-) 0.39 [*] (-10)
MEI 2542	(+) 0.90 ^{**} (-0)	(-) 0.36 [*] (-5)	(-) 0.37 [*] (-5)
2546	(+) 0.62 ^{**} (-7)	(+) 0.65 ^{**} (-6)	(+) 0.74 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2542	(-) 0.21(-0)	(-) 0.13(-3)	(-) 0.22(-3)
2546	(-) 0.79 ^{**} (-2)	(-) 0.61 ^{**} (-1)	(-) 0.46 [*] (-1)
NINO3(2542)	(-) 0.63 ^{**} (-6)	(-) 0.30(-9)	(-) 0.29(-9)
2546	(+) 0.80 [*] (-8)	(-) 0.59 ^{**} (-1)	(-) 0.45 [*] (-1)
NINO4(2542)	(-) 0.70 ^{**} (-5)	(-) 0.13(-7)	(-) 0.26(-8)
2546	(+) 0.74 ^{**} (-8)	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.40 [*] (-7)
NINO3.4			
2542	(-) 0.60 ^{**} (-7)	(+) 0.47 [*] (-0)	(-) 0.37 [*] (-9)
2546	(+) 0.79 ^{**} (-9)	(+) 0.53 ^{**} (-8)	(+) 0.40 [*] (-9)
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
SOI 2542	(+) 0.27(-6)	(+) 0.33(-6)	(-) 0.45 [*] (-4)
2546	(+) 0.23(-6)	(+) 0.31(-3)	(-) 0.38 [*] (-12)

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ENSO Index	ค่าR ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี(±) และจำนวนการเลื่อนเวลา(-N)		
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
MEI 2542	(+) 0.50 ^{**} (-3)	(+) 0.53 ^{**} (-3)	(-) 0.37 [*] (-5)
2546	(+) 0.46 [*] (-9)	(+) 0.46 [*] (-9)	(+) 0.74 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2542	(-) 0.25(-9)	(-) 0.15(-3)	(-) 0.38 [*] (-11)
2546	(-) 0.24(-4)	(-) 0.13(-5)	(-) 0.15(-4)
NINO3(2542)	(-) 0.23(-9)	(-) 0.15(-9)	(-) 0.35 [*] (-0)
2546	(+) 0.50 [*] (-10)	(+) 0.37 [*] (-10)	(+) 0.52 ^{**} (-11)
NINO4(2542)	(+) 0.32(-0)	(-) 0.16(-8)	(+) 0.36 [*] (-2)
2546	(+) 0.45 [*] (-11)	(+) 0.41 [*] (-11)	(+) 0.51 ^{**} (-11)
NINO3.4			
2542	(-) 0.22(-10)	(-) 0.13(-9)	(+) 0.33(-3)
2546	(+) 0.38 [*] (-10)	(+) 0.22(-10)	(+) 0.41 [*] (-11)
	เกาะสมุย	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2542	(-) 0.33 [*] (-5)	(+) 0.25(-1)	(-) 0.43 [*] (-6)
2546	(+) 0.44 [*] (-3)	(+) 0.38 [*] (-0)	(+) 0.45 [*] (-3)
MEI 2542	(+) 0.84 ^{**} (-4)	(+) 0.77 ^{**} (-4)	(+) 0.73 ^{**} (-4)
2546	(-) 0.69 ^{**} (-5)	(-) 0.78 ^{**} (-5)	(-) 0.88 ^{**} (-5)
(NINO1.2)			
2542	(-) 0.10(12)	(+) 0.06(-2)	(-) 0.21(-11)
2546	(-) 0.45 [*] (-5)	(-) 0.50 [*] (-6)	(-) 0.62 ^{**} (-5)
NINO3(2542)	(-) 0.82 ^{**} (-1)	(-) 0.47 [*] (-1)	(-) 0.75 ^{**} (-1)
2546	(+) 0.67 ^{**} (-11)	(-) 0.65 ^{**} (-7)	(-) 0.68 ^{**} (-6)
NINO4(2542)	(+) 0.78 ^{**} (-5)	(+) 0.62 ^{**} (-5)	(+) 0.66 ^{**} (-5)
2546	(+) 0.67 ^{**} (-11)	(-) 0.64 ^{**} (-6)	(-) 0.75 ^{**} (-5)
NINO3.4			
2542	(-) 0.59 ^{**} (-0)	(-) 0.32(-0)	(-) 0.70 ^{**} (-0)
2546	(-) 0.56 ^{**} (-5)	(-) 0.71 ^{**} (-7)	(-) 0.75 ^{**} (-6)

ตารางที่ 16 (ต่อ)

หมายเหตุ พ.ศ.2542 เป็นปีภาวะลานินญารุนแรงในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายนและเดือน
ตุลาคม-เดือนธันวาคม
พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ
เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน
เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน
(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

ตารางที่ 17 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบ ในช่วงปีลานินญา (พ.ศ.2543) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)		
	คลองใหญ่	ระยอง	เกาะลิซัง
SOI 2543	(-) 0.66 ^{**} (-1)	(+) 0.50 ^{**} (-5)	(+) 0.55 ^{**} (-6)
2546	(+) 0.29(-6)	(+) 0.30(-6)	(-) 0.39 [*] (-10)
MEI 2543	(+) 0.85 ^{**} (-12)	(-) 0.65 ^{**} (-6)	(+) 0.72 ^{**} (-11)
2546	(+) 0.62 ^{**} (-7)	(+) 0.65 ^{**} (-6)	(+) 0.74 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2543	(-) 0.63 ^{**} (-6)	(-) 0.30(-9)	(-) 0.29(-9)
2546	(-) 0.79 ^{**} (-2)	(-) 0.61 ^{**} (-1)	(-) 0.46 [*] (-1)
NINO3(2543)	(-) 0.65 ^{**} (-7)	(-) 0.62 ^{**} (-8)	(+) 0.37 [*] (-1)
2546	(+) 0.80 [*] (-8)	(-) 0.59 ^{**} (-1)	(-) 0.45 [*] (-1)
NINO4(2543)	(-) 0.82 ^{**} (-5)	(+) 0.65 ^{**} (-11)	(+) 0.55 ^{**} (-11)
2546	(+) 0.74 ^{**} (-8)	(+) 0.64 ^{**} (-8)	(+) 0.40 [*] (-7)
NINO3.4			
2543	(-) 0.74 ^{**} (-6)	(-) 0.47 [*] (-8)	(+) 0.46 [*] (-12)
2546	(+) 0.79 ^{**} (-9)	(+) 0.53 ^{**} (-8)	(+) 0.40 [*] (-9)
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
SOI 2543	(-) 0.39 [*] (-3)	(+) 0.31(-6)	(-) 0.32(-10)
2546	(+) 0.23(-6)	(+) 0.31(-3)	(-) 0.38 [*] (-12)

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ENSO Index	ค่าR ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี(±) และจำนวนการเลื่อนเวลา(-N)		
	เพชรบุรี	หัวหิน	ชุมพร
MEI 2543	(-) 0.44 [*] (-8)	(-) 0.55 ^{**} (-7)	(+) 0.72 ^{**} (-11)
2546	(+) 0.46 [*] (-9)	(+) 0.46 [*] (-9)	(+) 0.74 ^{**} (-6)
(NINO1.2)			
2543	(-) 0.23(-9)	(-) 0.15(-9)	(-) 0.35 [*] (-0)
2546	(-) 0.24(-4)	(-) 0.13(-5)	(-) 0.15(-4)
NINO3(2543)	(-) 0.50 ^{**} (-9)	(-) 0.30(-8)	(+) 0.18(-0)
2546	(+) 0.50 [*] (-10)	(+) 0.37 [*] (-10)	(+) 0.52 ^{**} (-11)
NINO4(2543)	(-) 0.40 [*] (-7)	(+) 0.15(-11)	(+) 0.18(-10)
2546	(+) 0.45 [*] (-11)	(+) 0.41 [*] (-11)	(+) 0.51 ^{**} (-11)
NINO3.4			
2543	(-) 0.40 [*] (-9)	(-) 0.35 [*] (-8)	(+) 0.21(-0)
2546	(+) 0.38 [*] (-10)	(+) 0.22(-10)	(+) 0.41 [*] (-11)
	เกาะสมุย	นครศรีฯ	สงขลา
SOI 2543	(+) 0.47 [*] (-0)	(-) 0.47 [*] (-5)	(-) 0.53 ^{**} (-5)
2546	(+) 0.44 [*] (-3)	(+) 0.38 [*] (-0)	(+) 0.45 [*] (-3)
MEI 2543	(+) 0.75 ^{**} (-6)	(+) 0.83 ^{**} (-6)	(+) 0.81 ^{**} (-6)
2546	(-) 0.69 ^{**} (-5)	(-) 0.78 ^{**} (-5)	(-) 0.88 ^{**} (-5)
(NINO1.2)			
2543	(-) 0.82 ^{**} (-1)	(-) 0.47 [*] (-1)	(-) 0.75 ^{**} (-1)
2546	(-) 0.45 [*] (-5)	(-) 0.50 [*] (-6)	(-) 0.62 ^{**} (-5)
NINO3(2543)	(+) 0.55 ^{**} (-7)	(+) 0.59 ^{**} (-7)	(+) 0.61 ^{**} (-7)
2546	(+) 0.67 ^{**} (-11)	(-) 0.65 ^{**} (-7)	(-) 0.68 ^{**} (-6)
NINO4(2543)	(+) 0.44 [*] (-5)	(-) 0.48 [*] (-9)	(-) 0.56 ^{**} (-9)
2546	(+) 0.67 ^{**} (-11)	(-) 0.64 ^{**} (-6)	(-) 0.75 ^{**} (-5)
NINO3.4			
2543	(-) 0.40 [*] (-10)	(-) 0.51 ^{**} (-10)	(-) 0.63 ^{**} (-10)
2546	(-) 0.56 ^{**} (-5)	(-) 0.71 ^{**} (-7)	(-) 0.75 ^{**} (-6)

ตารางที่ 17 (ต่อ)

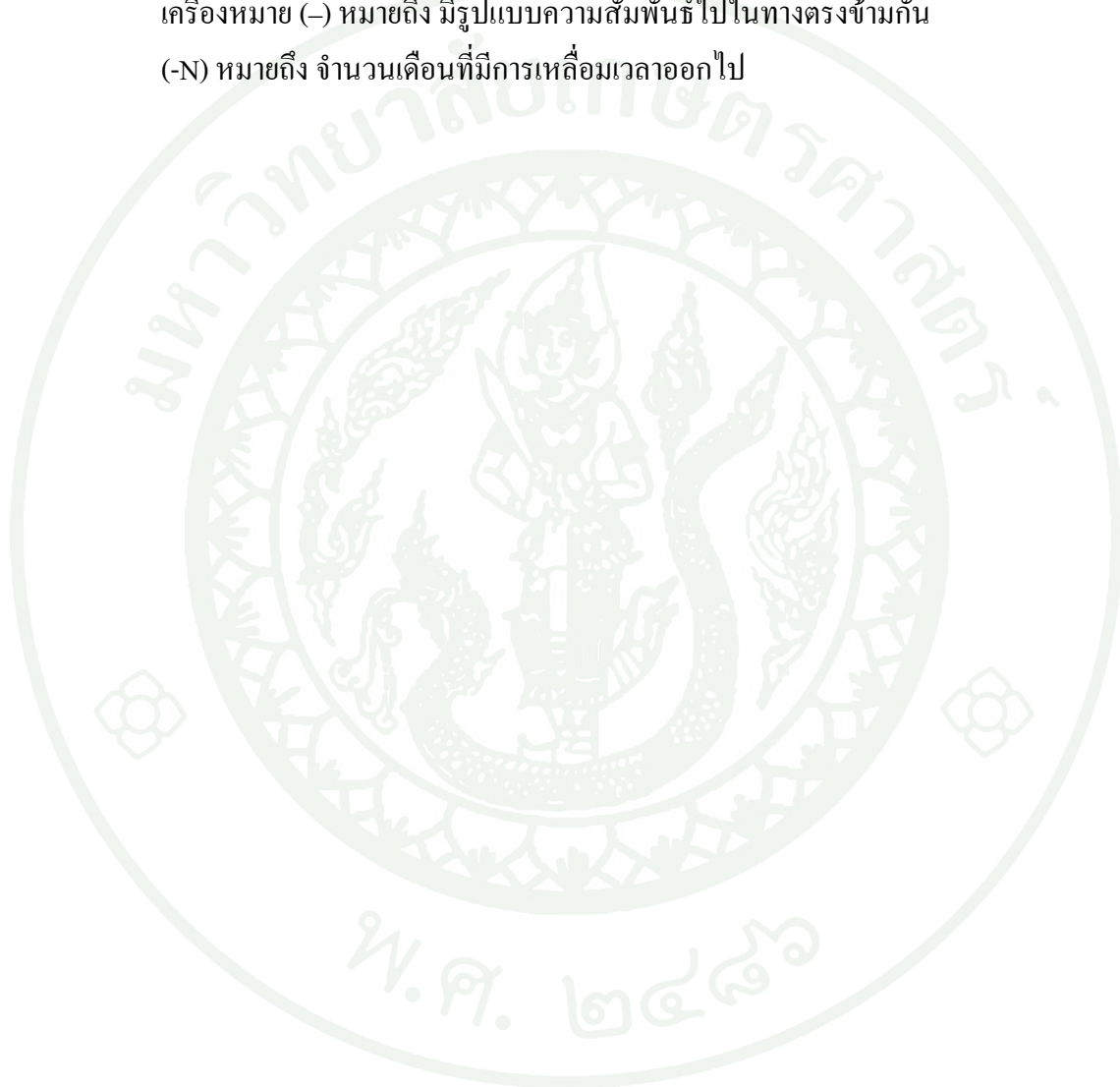
หมายเหตุ พ.ศ.2543 เป็นปีภาวะลานินญ่ารุนแรงในช่วงเดือนกันยายน-เดือนธันวาคม

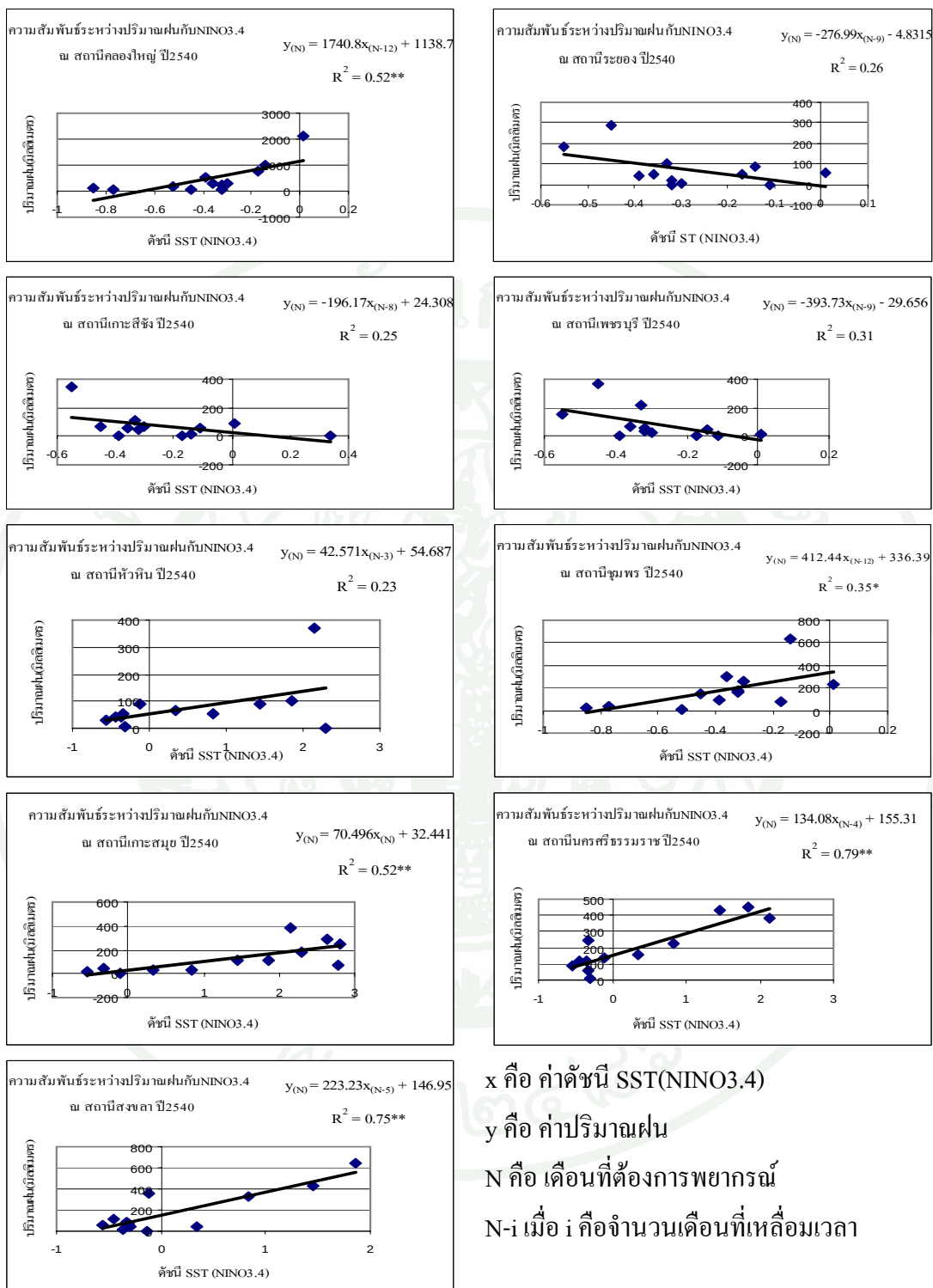
พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

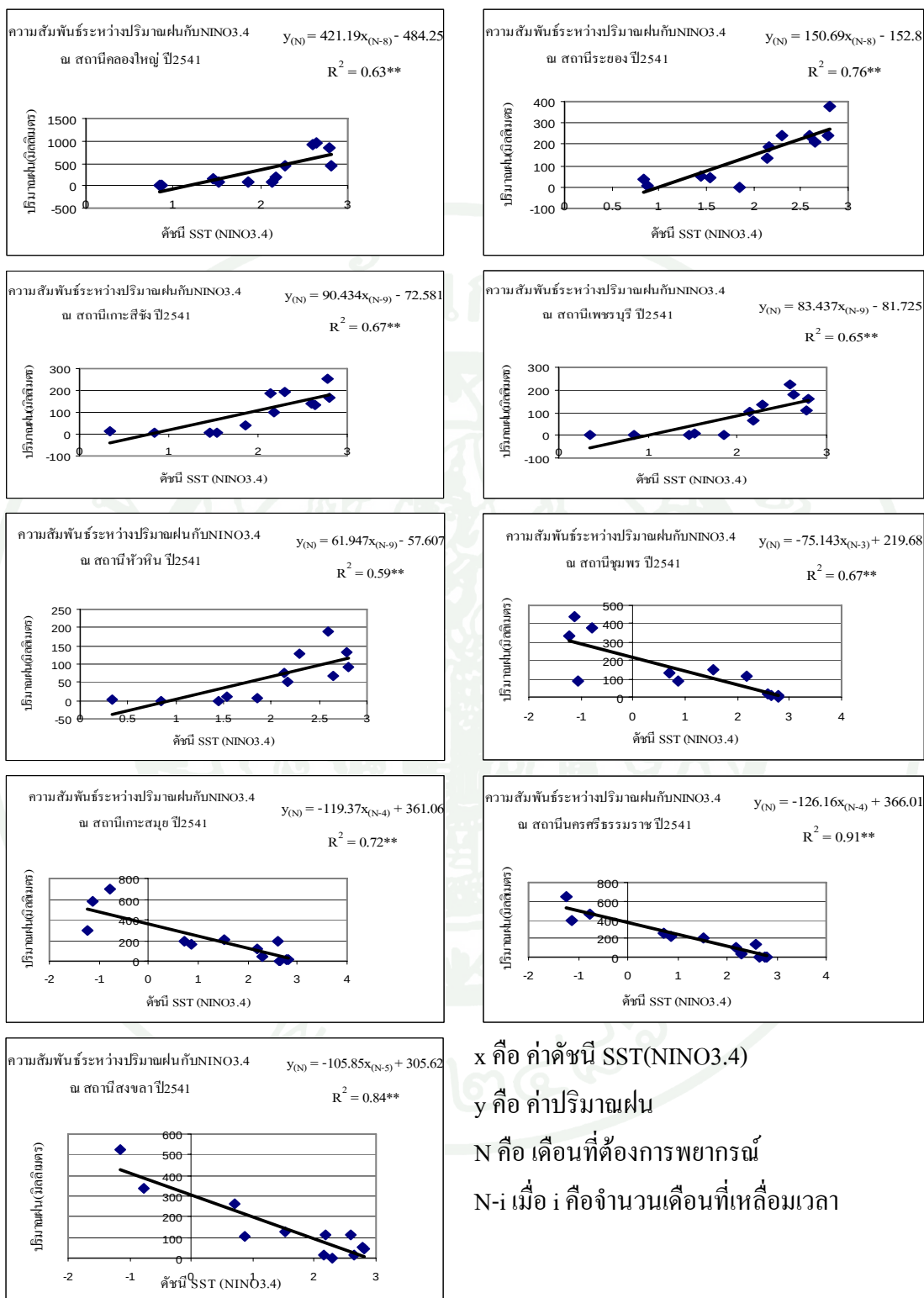
เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

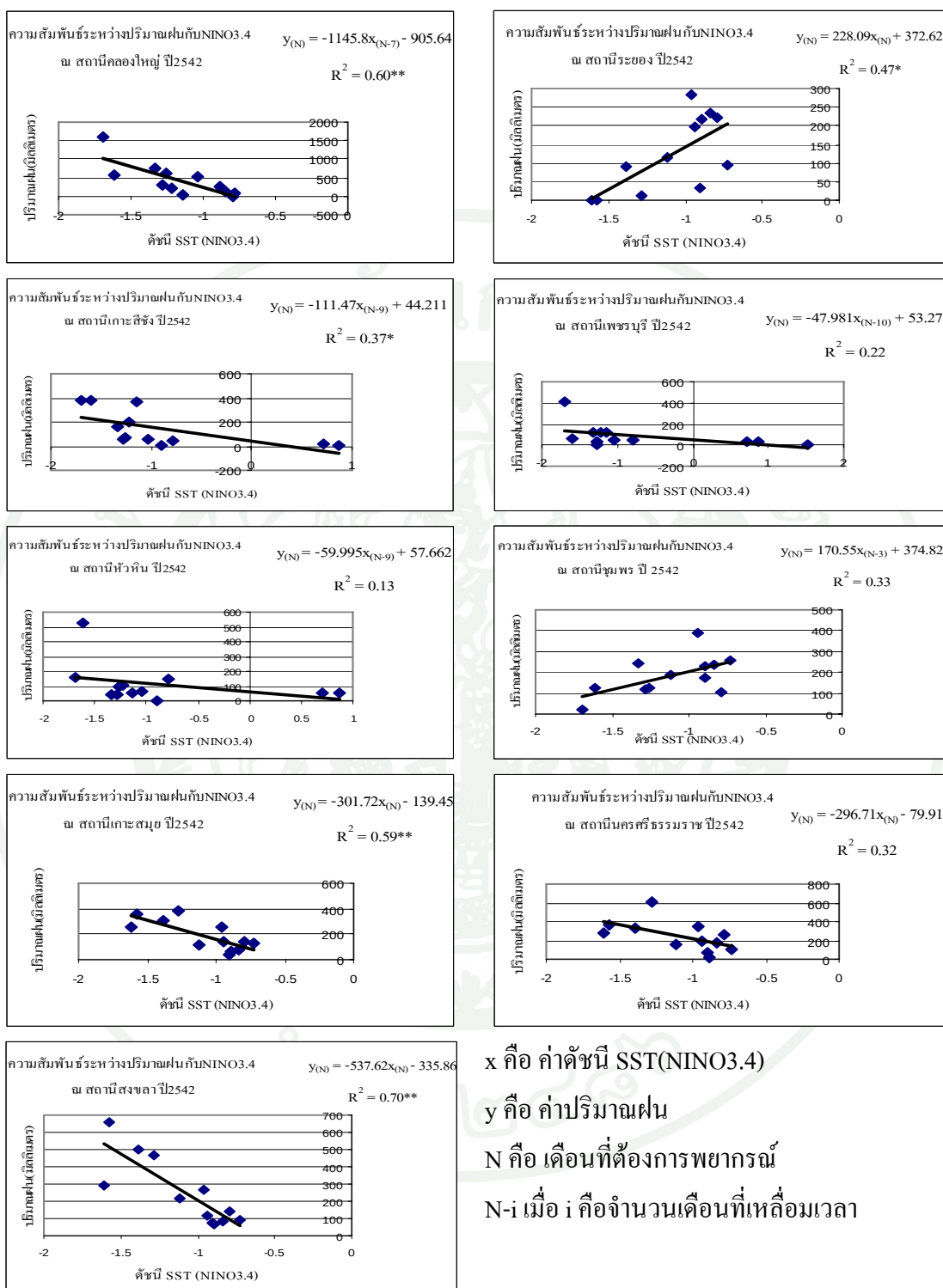




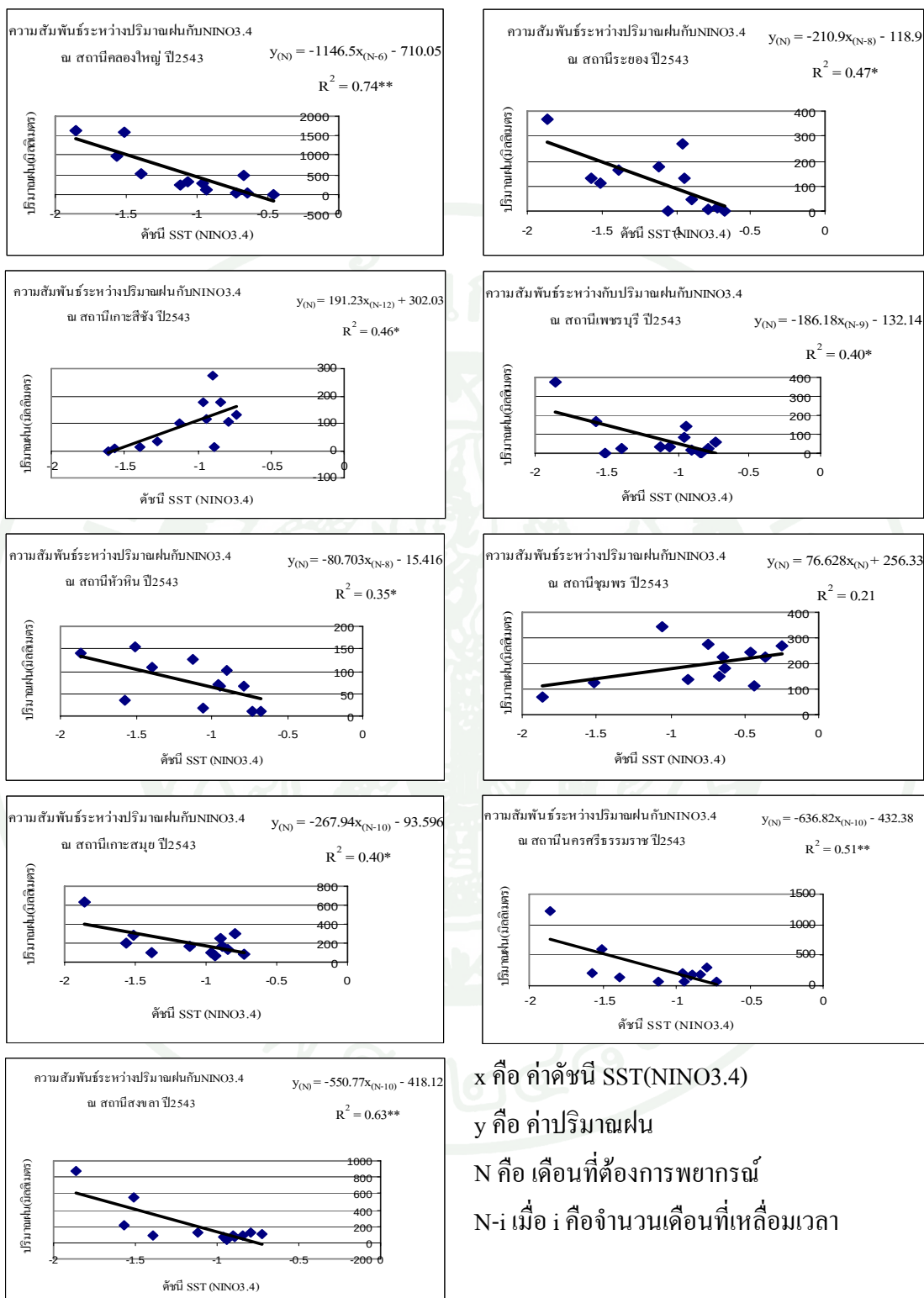
ภาพที่ 27 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝน
ในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2540)



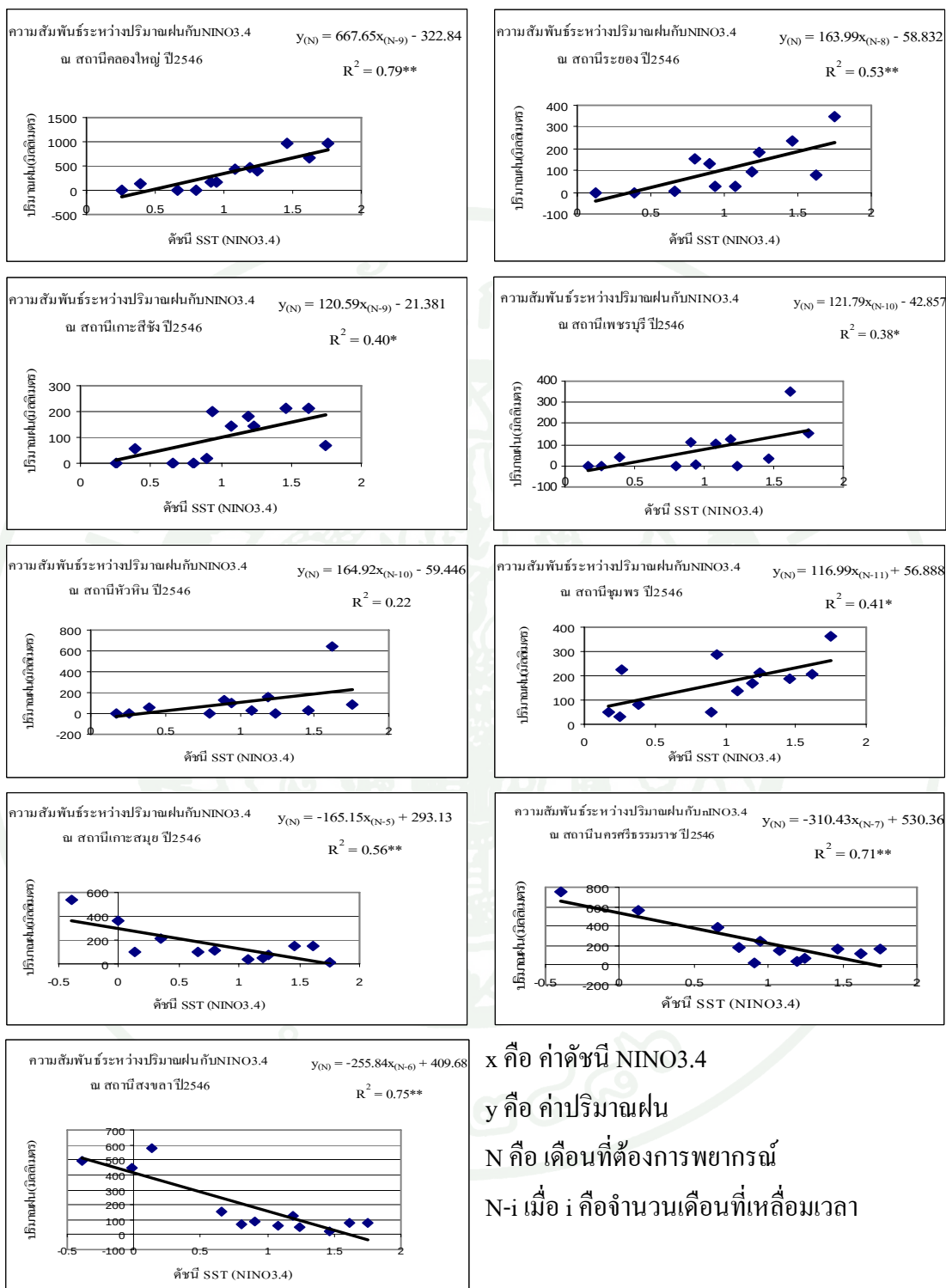
ภาพที่ 28 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝน
ในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2541)



ภาพที่ 29 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝน
ในปีภาวะลานินญ่ารุนแรง (พ.ศ.2542)



ภาพที่ 30 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝน
ในปีภาวะลานินญ์รุนแรง (พ.ศ.2543)



ภาพที่ 31 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่อปริมาณฝน
ในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

5. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงภาวะเอลนีโญ, ลานินญา และ ภาวะปกติ

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในภาวะเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ใน ตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพบว่าโดยภาพรวมแล้ว ดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะเอลนีโญบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 18 ถึง ตารางที่ 19 จากผลการศึกษสามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการพยากรณ์อุณหภูมิผิวน้ำทะเลได้ สำหรับค่าดัชนี SST (NINO3.4) ในปี พ.ศ.2540-2541 พบว่าค่าดัชนี SST (NINO3.4) มีค่าสูง ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าสูงทุกสถานี และค่า R^2 โดยภาพรวมอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 0.8 ซึ่งหมายความว่าอิทธิพลของเอ็นโซ่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งอยู่ในช่วง 50% ถึง 80% ดังภาพที่ 32 ถึง ภาพที่ 33 จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าในปีเอลนีโญค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงเนื่องจากในปีภาวะเอลนีโญนั้นอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งสูงจึงส่งผลให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงขึ้น

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในภาวะลานินญา (พ.ศ.2542-2543)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ใน ตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพบว่าโดยภาพรวมแล้ว ดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะลานินญาบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 20 ถึง ตารางที่ 21 จากผลการศึกษสามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการพยากรณ์อุณหภูมิผิวน้ำทะเลได้ จากผลการศึกษาพบว่าในปีพ.ศ.2542-2543 ค่าดัชนี SST (NINO3.4) มีค่าต่ำ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำลงทุกสถานี และค่า R^2 โดยภาพรวมอยู่ในช่วง 0.7 ถึง 0.8 ซึ่งหมายความว่าอิทธิพลของเอ็นโซ่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งอยู่ในช่วง 70%ถึง 80% ดังภาพที่ 34 ถึงภาพที่ 35 จากที่กล่าวมาในปีภาวะลานินญานั้นลมค้าตะวันออกเฉียงใต้กำลังแรงขึ้นทำให้มวลน้ำเคลื่อนตัวจากแปซิฟิกตะวันออกไหลมาทางฝั่ง

แปซิฟิกตะวันตกจึงทำให้ชายฝั่งประเทศไทยได้รับอิทธิพลของมวลน้ำจากทะเลจีนใต้ที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าไหลเข้ามาจึงทำให้อุณหภูมิมิวน้ำทะเลในอ่าวไทยมีค่าต่ำกว่าปกติ

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิมิวน้ำทะเลในภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับอุณหภูมิมิวน้ำทะเลพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่ออุณหภูมิมิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด จากผลการศึกษาสามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับอุณหภูมิมิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการพยากรณ์อุณหภูมิมิวน้ำทะเลได้ จากผลการศึกษาพบว่าในปีภาวะปกติรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่ SST (NINO3.4) มีรูปแบบความสัมพันธ์ที่แปรผันตรงข้ามกับอุณหภูมิมิวน้ำทะเลทุกสถานี และค่า R^2 ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.7 ถึง 0.8 ซึ่งหมายความว่าอิทธิพลของเอ็นโซ่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิมิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งอยู่ในช่วง 70% ถึง 80% ดังภาพที่ 36

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าดัชนีเอ็นโซ่ที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิมิวน้ำทะเลตามบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุดคือดัชนี SST (NINO3.4) สาเหตุที่ดัชนี SST (NINO3.4) มีผลต่ออุณหภูมิมิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ มันทนา และ นงศ์นาค (2545) ได้รายงานไว้ว่า เนื่องจากดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 นั้นอยู่ในบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกและใกล้กับแอ่งน้ำอุ่นของมหาสมุทรแปซิฟิกซึ่งจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางอุณหภูมิมิวน้ำทะเลโดยเฉพาะช่วงเวลาเริ่มเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานินญา และอีกเหตุผลหนึ่งที่น่าจะเป็นเหตุผลสนับสนุนก็คือ บริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นเป็นบริเวณที่ลึกสุดซึ่งเป็นบริเวณรับมวลน้ำมหาศาลที่สามารถเก็บกักความร้อนได้ดีและคายความร้อนได้ดีจึงเป็นบริเวณที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมิวน้ำทะเลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพอุณหภูมิมิวน้ำทะเลในช่วงปีภาวะเอลนีโญและปีภาวะลานินญาในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย ดังนั้นในการคาดการณ์รวมถึงการพยากรณ์อุณหภูมิมิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยในช่วงภาวะเอ็นโซ่นั้นควรใช้ดัชนี SST (NINO3.4) มาใช้ในการศึกษาผลกระทบที่มีผลต่ออุณหภูมิมิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับอุณหภูมิมิวน้ำทะเลในภาวะเอลนีโญพบว่า ค่าอุณหภูมิมิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงและแต่ละสถานีจะมีการเหลื่อมเวลาออกไปและช่วงเวลาที่

เหลื่อมออกไปนั้นไม่ได้ตรงกับฤดูร้อนของประเทศไทยซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศที่สูง กล่าวคือ บางช่วงเหลื่อมเวลาออกไปที่ตรงกับในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ซึ่งสภาพความเป็นจริงแล้วนั้น เป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งปกติค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าไม่สูงมากนัก แต่จากผล การศึกษาในปีภาวะเอลนีโญค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงในช่วงเวลาดังกล่าว และในช่วงปี ลานินโญจะพบว่ามีการเหลื่อมเวลาออกไปโดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5-10 เดือน จึงจะพบว่ามีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำกว่าในภาวะเอลนีโญ ถึงแม้ว่าเวลาที่เหลื่อมออกไปในบางสถานีจะเป็นช่วงต้นของฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แต่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลก็จะมีค่าต่ำในภาวะลานินโญ สำหรับในปีภาวะปกติค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะไม่สูงและไม่ต่ำเกินไป

จากผลการศึกษานี้อธิบายได้ว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่า สูงกว่าในปีภาวะลานินโญและปีภาวะปกติ ส่วนในปีภาวะลานินโญค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำ กว่าในปีภาวะเอลนีโญและต่ำกว่าในปีภาวะปกติเพียงเล็กน้อย ซึ่งผลการศึกษาของอุณหภูมิผิวน้ำ ทะเลนั้นสามารถเชื่อมโยงกับอุณหภูมิอากาศได้ กล่าวคือในช่วงปีภาวะเอลนีโญค่าอุณหภูมิ อากาศในบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยมีค่าสูง ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งก็จะมีค่าสูงในปี ภาวะเอลนีโญ และในทางตรงกันข้ามในปีภาวะลานินโญค่าอุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งมีค่า ต่ำก็ส่งผลให้ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลก็มีค่าต่ำด้วย อีกประเด็นหนึ่งในช่วงภาวะลานินโญลมค้า ตะวันออกได้มีความแรงสูงขึ้นซึ่งสามารถพามวลน้ำจากฝั่งทะเลจีนใต้ซึ่งมีค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ ต่ำกว่าเข้ามาในอ่าวไทยจึงส่งผลให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยนั้นมีค่าต่ำลง จากเหตุผลทั้งหมดนี้จึงสามารถกล่าวได้ว่าอิทธิพลของเอลนีโญและลานินโญมีอิทธิพลที่เหนือกว่า ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Li *et al.* (2007) ได้วิจัยไว้ว่า อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณทะเลจีนใต้มีความสัมพันธ์ กับดัชนี MEI ในช่วงการเหลื่อมเวลา 3-12 เดือน ในฤดูร้อนและช่วงปีเอลนีโญ พบว่าค่า ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับดัชนี MEI จะมีความสัมพันธ์สูงในช่วงฤดูใบไม้ผลิและฤดู ใบไม้ร่วง โดยใช้เวลาเหลื่อมเวลาออกไป 6 เดือน ทั้งนี้เนื่องจากการขับเคลื่อนของลมมรสุมนั้นถูก ทำลายลงเมื่ออิทธิพลของเอนโซมีความรุนแรงมากพอ

ตารางที่ 18 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการ
เปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่ (พ.ศ.2540) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี (±) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
SOI 2540	(-) 0.63 ^{**} (-0)	(-) 0.60 ^{**} (-0)	(-) 0.74 ^{**} (-0)	(-) 0.75 ^{**} (-0)
2546	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.48 [*] (-11)	(-) 0.48 [*] (-11)
MEI 2540	(+) 0.53 ^{**} (-12)	(+) 0.56 ^{**} (-11)	(+) 0.58 ^{**} (-12)	(+) 0.58 ^{**} (-11)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.81 ^{**} (-1)	(-) 0.81 ^{**} (-1)
(NINO1.2)				
2540	(-) 0.62 ^{**} (-11)	(-) 0.68 ^{**} (-11)	(-) 0.64 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)
2546	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.67 ^{**} (-1)	(-) 0.67 ^{**} (-1)
NINO3(2540)	(+) 0.15(-0)	(+) 0.17(-9)	(+) 0.14(-0)	(+) 0.16(-0)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.80 ^{**} (-1)	(-) 0.74 ^{**} (-0)
NINO4 (2540)	(+) 0.44 [*] (-0)	(+) 0.32(-0)	(+) 0.33(-1)	(+) 0.36 [*] (-0)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)
NINO3.4				
2540	(+) 0.53 ^{**} (-11)	(+) 0.65 ^{**} (-11)	(+) 0.65 ^{**} (-11)	(+) 0.71 ^{**} (-11)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2540	(-) 0.78 ^{**} (-0)	(-) 0.65 ^{**} (-0)	(-) 0.81 ^{**} (-0)	(-) 0.71 ^{**} (-0)
2546	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.48 [*] (-11)	(-) 0.40 [*] (-12)
MEI 2540	(+) 0.55 ^{**} (-12)	(+) 0.54 ^{**} (-12)	(+) 0.55 ^{**} (-11)	(+) 0.57 ^{**} (-12)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.81 ^{**} (-1)	(-) 0.76 ^{**} (-0)
(NINO1.2)				
2540	(-) 0.65 ^{**} (-11)	(-) 0.61 ^{**} (-11)	(-) 0.68 ^{**} (-11)	(-) 0.71 ^{**} (-11)
2546	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.67 ^{**} (-1)	(-) 0.68 ^{**} (-0)
NINO3(2540)	(+) 0.23(-0)	(+) 0.17(-0)	(+) 0.17(-0)	(+) 0.16(-1)
2546	(+) 0.35 [*] (-6)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.80 ^{**} (-1)	(-) 0.77 ^{**} (-0)
NINO4 (2540)	(+) 0.41 [*] (-1)	(+) 0.50 ^{**} (-0)	(+) 0.35 [*] (-0)	(+) 0.45 [*] (-0)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
NINO3.4				
2540	(+) 0.65**(-11)	(+) 0.52**(-11)	(+) 0.63**(-11)	(+) 0.60**(-11)
2546	(-) 0.76**(-0)	(-) 0.76**(-0)	(-) 0.89**(-0)	(-) 0.76**(-0)

หมายเหตุ พ.ศ.2540 เป็นปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรงในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

ตารางที่ 19 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่ (พ.ศ.2541) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
SOI 2541	(-) 0.57**(-2)	(-) 0.50**(-2)	(-) 0.50**(-6)	(+) 0.31(-9)
2546	(-) 0.40*(-12)	(-) 0.40*(-12)	(-) 0.48*(-11)	(-) 0.48*(-11)
MEI 2541	(+) 0.63**(-2)	(+) 0.59**(-3)	(+) 0.51**(-3)	(+) 0.31(-3)
2546	(-) 0.76**(-0)	(-) 0.76**(-0)	(-) 0.81**(-1)	(-) 0.81**(-1)
(NINO1.2)				
2541	(+) 0.64**(-5)	(+) 0.65**(-5)	(+) 0.71**(-5)	(+) 0.45*(-5)
2546	(-) 0.68**(-0)	(-) 0.68**(-0)	(-) 0.67**(-1)	(-) 0.67**(-1)
NINO3(2541)	(+) 0.76**(-6)	(+) 0.84**(-6)	(+) 0.81**(-6)	(+) 0.64**(-6)
2546	(-) 0.77**(-0)	(-) 0.77**(-0)	(-) 0.80**(-1)	(-) 0.74**(-0)
NINO4 (2541)	(+) 0.74**(-5)	(+) 0.71**(-5)	(+) 0.66**(-7)	(+) 0.48*(-7)
2546	(-) 0.77**(-0)	(-) 0.77**(-0)	(-) 0.84**(-0)	(-) 0.84**(-0)

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี(±) และจำนวนการเหลื่อมเวลา(-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะลันตา	เพชรบุรี
NINO3.4				
2541	(+) 0.76 ^{**} (-6)	(+) 0.82 ^{**} (-6)	(+) 0.78 ^{**} (-6)	(+) 0.66 ^{**} (-6)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2541	(-) 0.50 ^{**} (-6)	(-) 0.47 [*] (-2)	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.50 ^{**} (-2)
2546	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.48 [*] (-11)	(-) 0.40 [*] (-12)
MEI 2541	(+) 0.52 ^{**} (-3)	(+) 0.53 ^{**} (-3)	(+) 0.40 [*] (-10)	(+) 0.58 ^{**} (-3)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.81 ^{**} (-1)	(-) 0.76 ^{**} (-0)
(NINO1.2)				
2541	(+) 0.71 ^{**} (-5)	(+) 0.62 ^{**} (-5)	(+) 0.57 ^{**} (-9)	(+) 0.65 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.67 ^{**} (-1)	(-) 0.68 ^{**} (-0)
NINO3(2541)	(+) 0.81 ^{**} (-6)	(+) 0.79 ^{**} (-6)	(+) 0.73 ^{**} (-7)	(+) 0.84 ^{**} (-6)
2546	(+) 0.35 [*] (-6)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.80 ^{**} (-1)	(-) 0.77 ^{**} (-0)
NINO4 (2541)	(+) 0.66 ^{**} (-7)	(+) 0.67 ^{**} (-5)	(+) 0.54 ^{**} (-8)	(+) 0.71 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)
NINO3.4				
2541	(+) 0.78 ^{**} (-6)	(+) 0.76 ^{**} (-6)	(+) 0.72 ^{**} (-7)	(+) 0.82 ^{**} (-6)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)

หมายเหตุ พ.ศ.2541 เป็นปีภาวะเอลนีโญรุนแรงในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายน

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

ตารางที่ 20 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการ
เปรียบเทียบในช่วงปีลาตินญา (พ.ศ.2542) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลือเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
SOI 2542	(+) 0.50 ^{**} (-10)	(+) 0.51 ^{**} (-10)	(+) 0.47 [*] (-9)	(+) 0.42 [*] (-9)
2546	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.48 [*] (-11)	(-) 0.48 [*] (-11)
MEI 2542	(-) 0.77 ^{**} (-6)	(-) 0.84 ^{**} (-6)	(-) 0.82 ^{**} (-6)	(-) 0.83 ^{**} (-6)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.81 ^{**} (-1)	(-) 0.81 ^{**} (-1)
(NINO1.2)				
2542	(-) 0.28(-9)	(-) 0.23(-9)	(-) 0.19(-9)	(-) 0.18(-9)
2546	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.67 ^{**} (-1)	(-) 0.67 ^{**} (-1)
NINO3(2542)	(+) 0.58 ^{**} (-1)	(+) 0.66 ^{**} (-1)	(+) 0.65 ^{**} (-1)	(+) 0.74 ^{**} (-1)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.80 ^{**} (-1)	(-) 0.74 ^{**} (-0)
NINO4 (2542)	(+) 0.61 ^{**} (-0)	(+) 0.53 ^{**} (-0)	(+) 0.48 [*] (-0)	(-) 0.66 ^{**} (-6)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)
NINO3.4				
2542	(+) 0.77 ^{**} (-1)	(+) 0.80 ^{**} (-0)	(+) 0.79 ^{**} (-0)	(+) 0.82 ^{**} (-0)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2542	(+) 0.49 [*] (-10)	(+) 0.26(-5)	(+) 0.47 [*] (-10)	(+) 0.38 [*] (-9)
2546	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.48 [*] (-11)	(-) 0.40 [*] (-12)
MEI 2542	(-) 0.85 ^{**} (-6)	(-) 0.67 ^{**} (-6)	(-) 0.82 ^{**} (-6)	(-) 0.79 ^{**} (-6)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.81 ^{**} (-1)	(-) 0.76 ^{**} (-0)
(NINO1.2)				
2542	(-) 0.24(-9)	(+) 0.10(-11)	(-) 0.25(9)	(-) 0.10(-9)
2546	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.67 ^{**} (-1)	(-) 0.68 ^{**} (-0)
NINO3(2542)	(+) 0.69 ^{**} (-1)	(+) 0.72 ^{**} (-1)	(+) 0.69 ^{**} (-1)	(+) 0.82 ^{**} (-1)
2546	(+) 0.35 [*] (-6)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.80 ^{**} (-1)	(-) 0.77 ^{**} (-0)
NINO4 (2542)	(-) 0.55 ^{**} (-6)	(-) 0.43 [*] (-5)	(-) 0.60 ^{**} (-6)	(-) 0.58 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
NINO3.4				
2542	(+) 0.79** (-1)	(+) 0.77** (-0)	(+) 0.79** (-0)	(+) 0.82** (-0)
2546	(-) 0.76** (-0)	(-) 0.76** (-0)	(-) 0.89** (-0)	(-) 0.76** (-0)

หมายเหตุ พ.ศ.2542 เป็นปีภาวะลานินญารุนแรงในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายนและเดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

ตารางที่ 21 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา (พ.ศ.2543)กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
SOI 2543	(+) 0.46* (-6)	(+) 0.47* (-6)	(+) 0.46* (-6)	(+) 0.47* (-6)
2546	(-) 0.40* (-12)	(-) 0.40* (-12)	(-) 0.48* (-11)	(-) 0.48* (-11)
MEI 2543	(+) 0.74** (-0)	(+) 0.77** (-0)	(+) 0.73** (-0)	(+) 0.65** (-0)
2546	(-) 0.76** (-0)	(-) 0.76** (-0)	(-) 0.81** (-1)	(-) 0.81** (-1)
(NINO1.2)				
2543	(-) 0.57** (-10)	(-) 0.77** (-10)	(-) 0.68** (-10)	(-) 0.78** (-10)
2546	(-) 0.68** (-0)	(-) 0.68** (-0)	(-) 0.67** (-1)	(-) 0.67** (-1)
NINO3(2543)	(+) 0.56** (-0)	(+) 0.66** (-0)	(+) 0.56** (-1)	(+) 0.49* (-0)
2546	(-) 0.77** (-0)	(-) 0.77** (-0)	(-) 0.80** (-1)	(-) 0.74** (-0)

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R ² ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี(±) และจำนวนการเหลื่อมเวลา(-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะลันตา	เพชรบุรี
NINO4 (2543)	(+) 0.54 ^{**} (-11)	(+) 0.79 ^{**} (-11)	(+) 0.65 ^{**} (-11)	(+) 0.61 ^{**} (-10)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)
NINO3.4				
2543	(+) 0.73 ^{**} (-12)	(+) 0.79 ^{**} (-12)	(+) 0.76 ^{**} (-12)	(+) 0.78 ^{**} (-12)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2543	(+) 0.50 ^{**} (-6)	(+) 0.43 [*] (-6)	(+) 0.47 [*] (-6)	(+) 0.47 [*] (-6)
2546	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.40 [*] (-12)	(-) 0.48 [*] (-11)	(-) 0.40 [*] (-12)
MEI 2543	(+) 0.77 ^{**} (-0)	(+) 0.68 ^{**} (-0)	(+) 0.66 ^{**} (-0)	(+) 0.76 ^{**} (-0)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.81 ^{**} (-1)	(-) 0.76 ^{**} (-0)
(NINO1.2)				
2543	(-) 0.75 ^{**} (-10)	(-) 0.67 ^{**} (-10)	(-) 0.78 ^{**} (-10)	(-) 0.77 ^{**} (-10)
2546	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.68 ^{**} (-0)	(-) 0.67 ^{**} (-1)	(-) 0.68 ^{**} (-0)
NINO3(2543)	(+) 0.64 ^{**} (-0)	(+) 0.49(-0)	(+) 0.49 [*] (-0)	(+) 0.66 ^{**} (-0)
2546	(+) 0.35 [*] (-6)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.80 ^{**} (-1)	(-) 0.77 ^{**} (-0)
NINO4 (2543)	(+) 0.78 ^{**} (-11)	(+) 0.65 ^{**} (-10)	(+) 0.61 ^{**} (-10)	(+) 0.79 ^{**} (-11)
2546	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)	(-) 0.84 ^{**} (-0)	(-) 0.77 ^{**} (-0)
NINO3.4				
2543	(+) 0.78 ^{**} (-12)	(+) 0.80 ^{**} (-12)	(+) 0.78 ^{**} (-12)	(+) 0.79 ^{**} (-12)
2546	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)	(-) 0.89 ^{**} (-0)	(-) 0.76 ^{**} (-0)

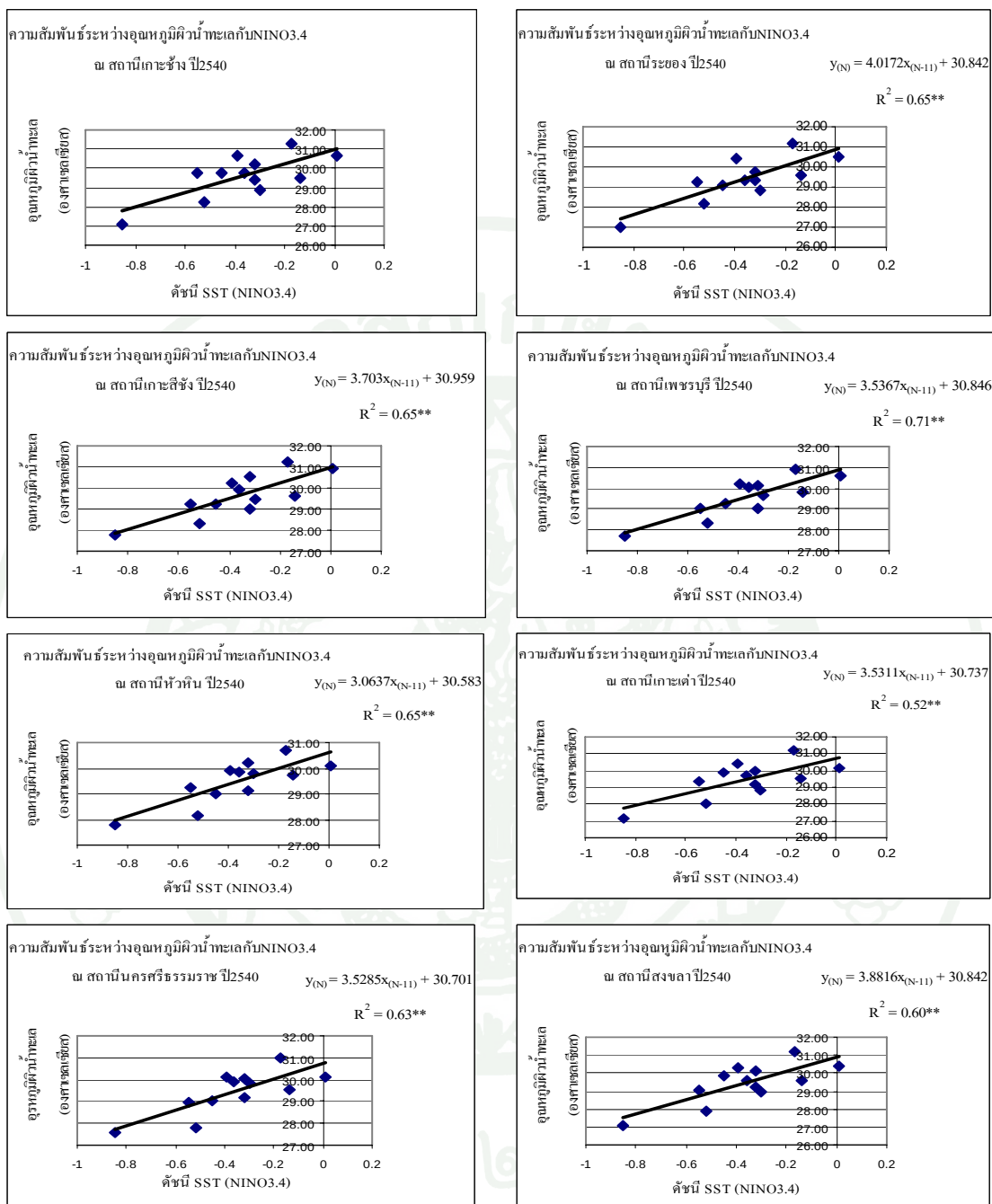
หมายเหตุ พ.ศ.2543 เป็นปีภาวะลานินญารุนแรงในช่วงเดือนกันยายน-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป



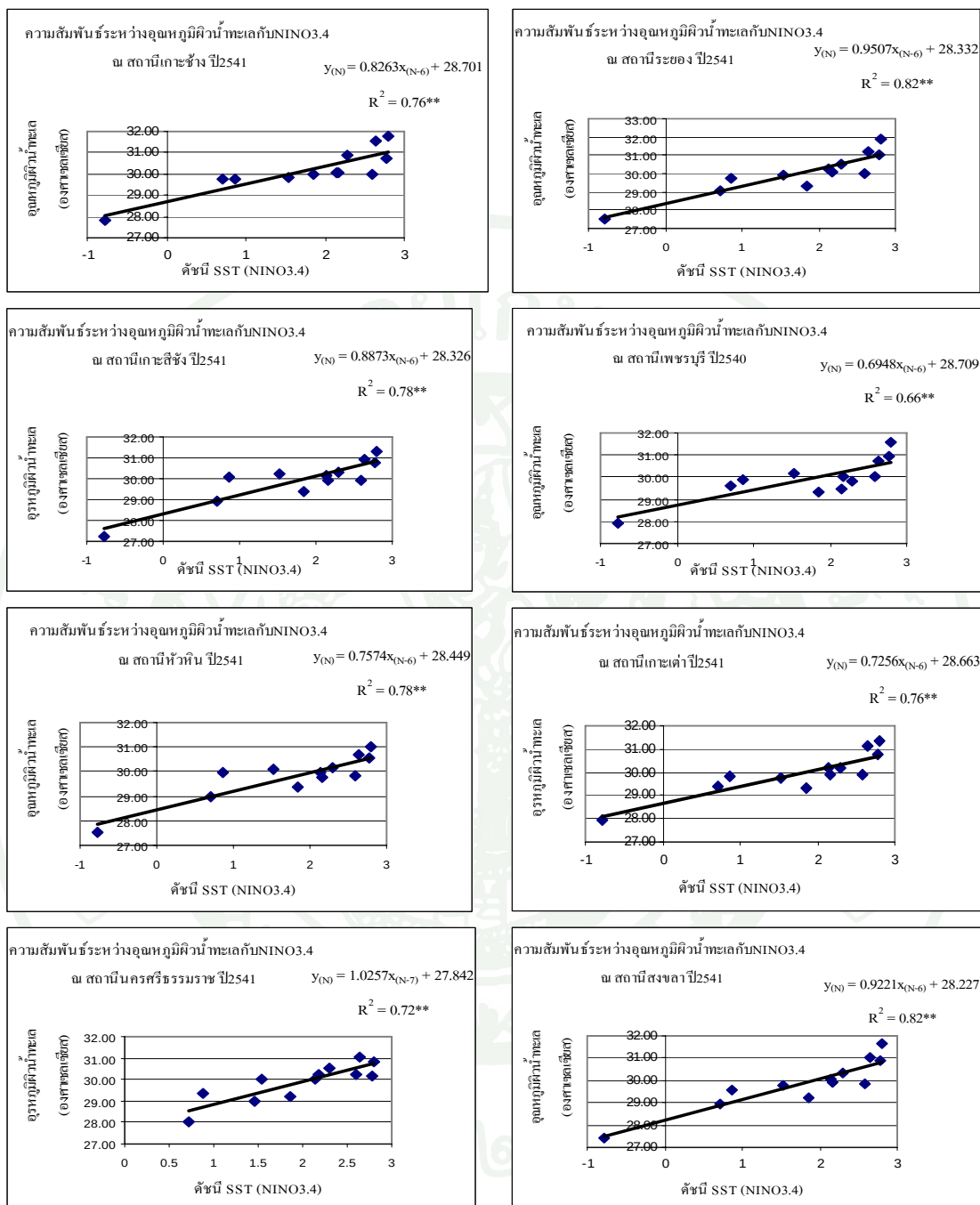
x คือ ค่าดัชนี SST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 32 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะเอลนินโญ่รุนแรง (พ.ศ.2540)



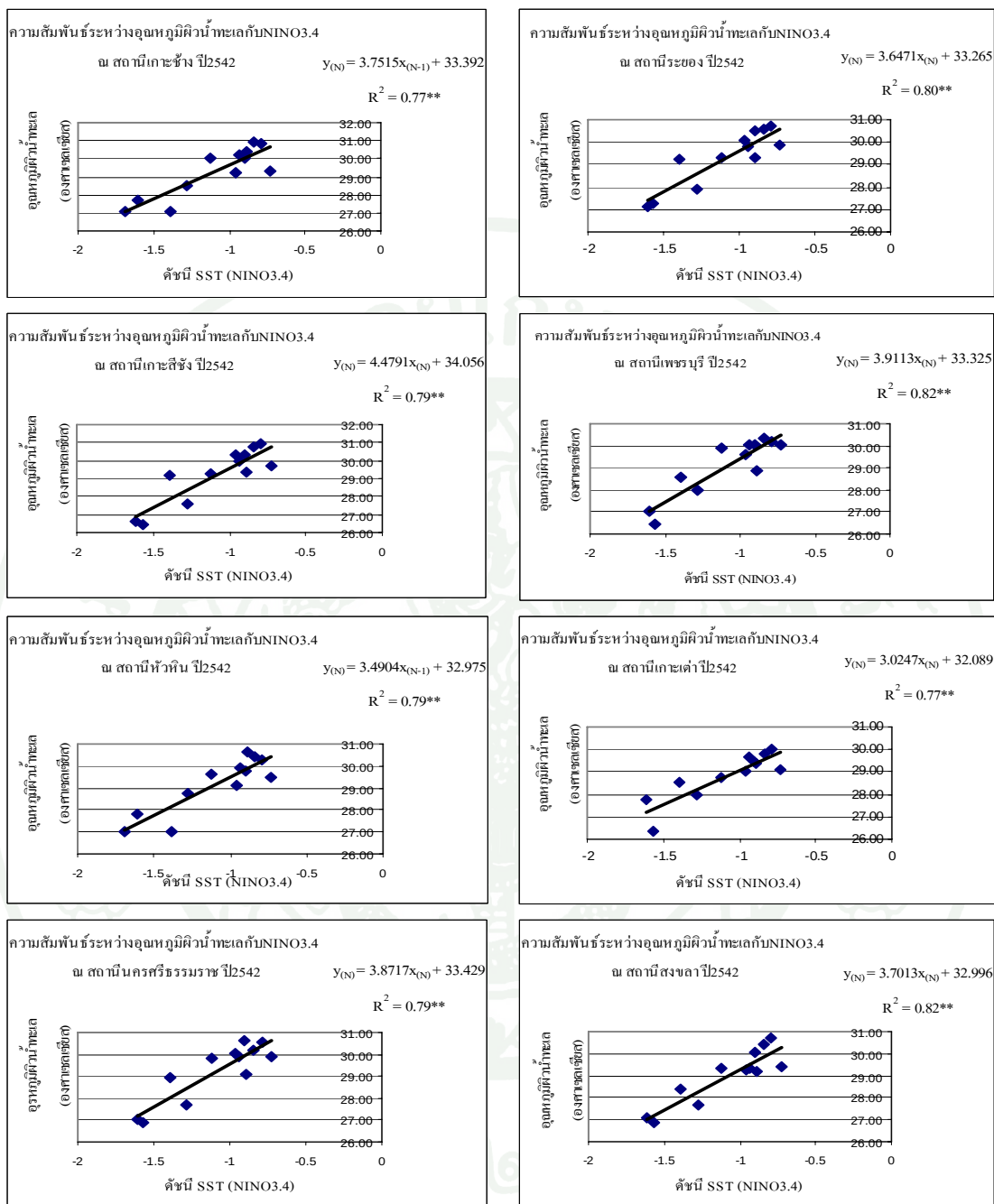
x คือ ค่าดัชนี SST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 33 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะเอลนีโญรุนแรง (พ.ศ.2541)



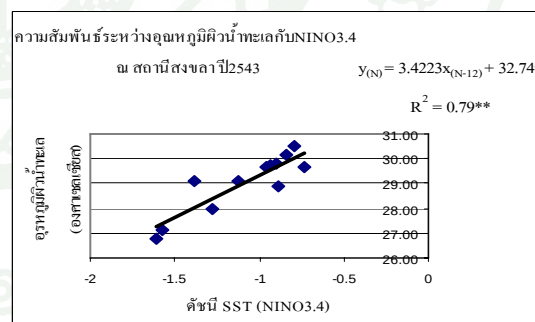
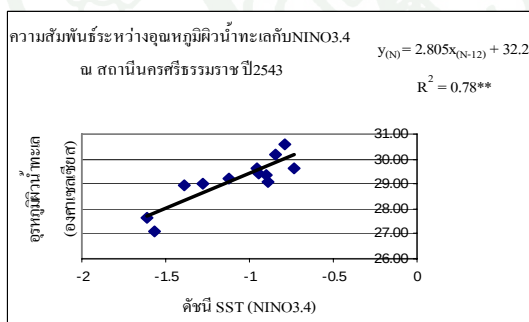
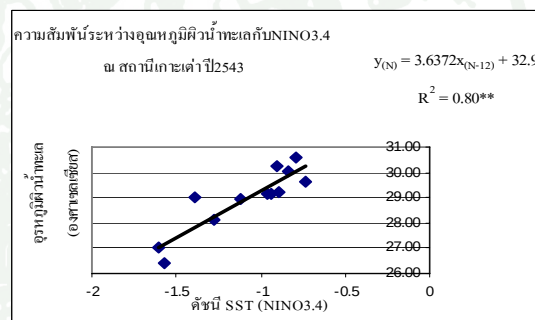
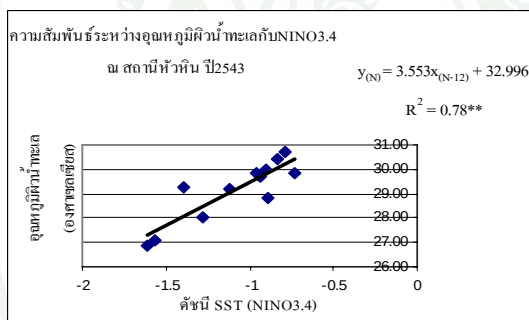
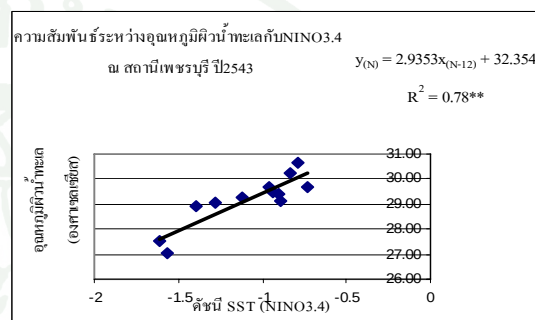
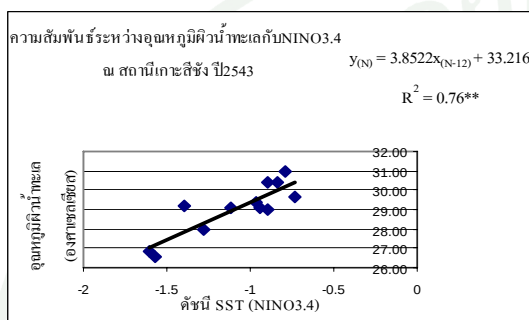
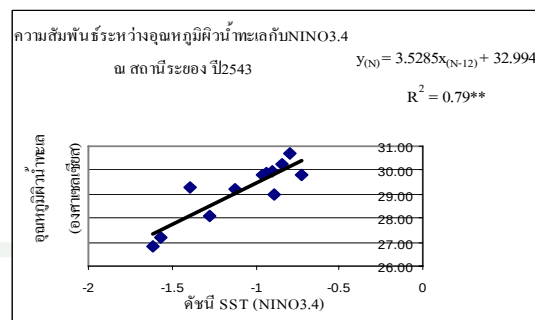
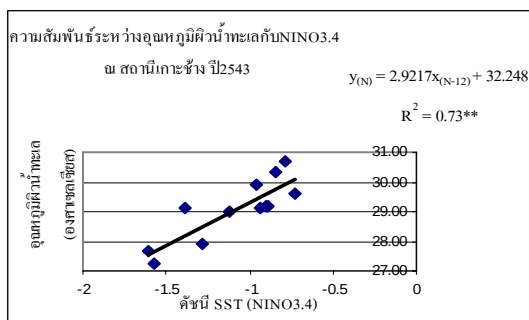
x คือ ค่าดัชนีSST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 34 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2542)



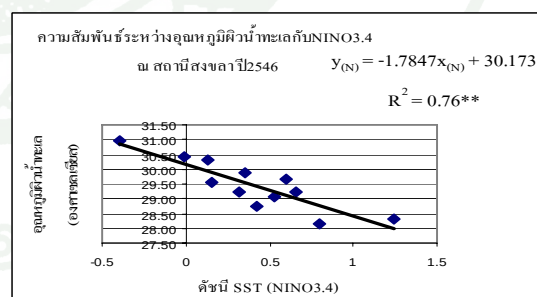
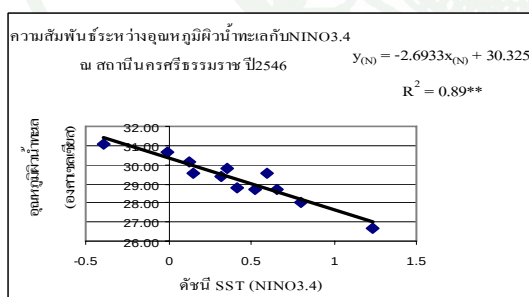
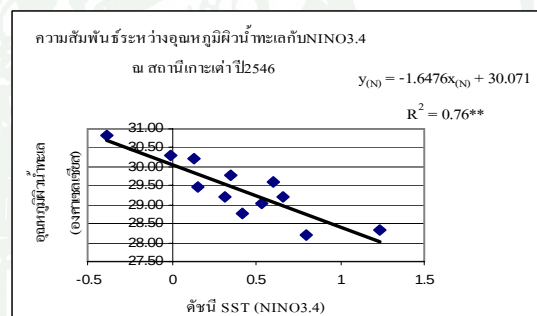
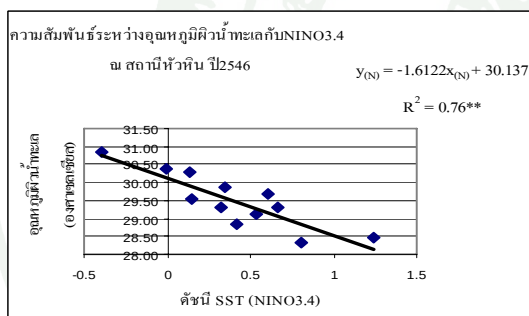
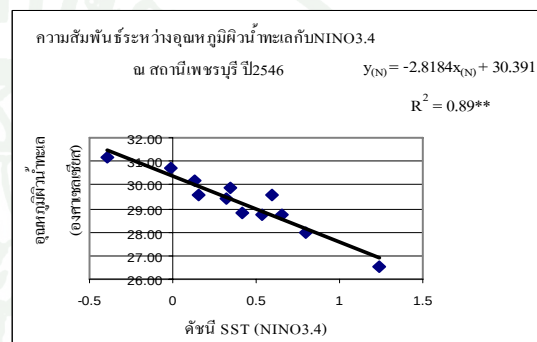
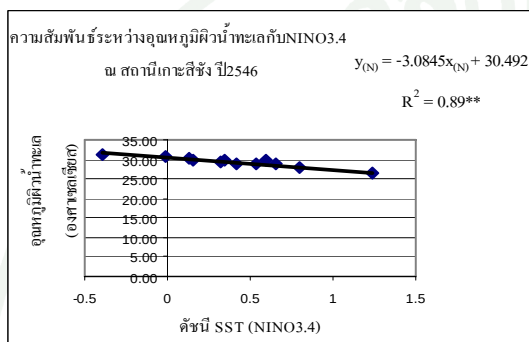
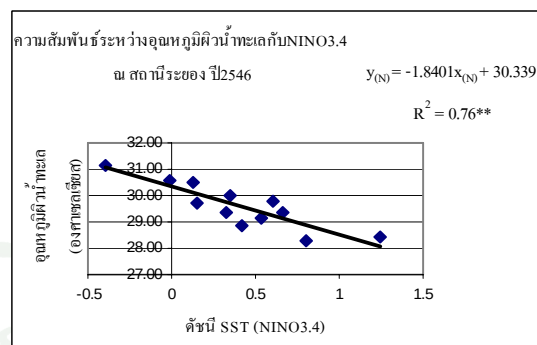
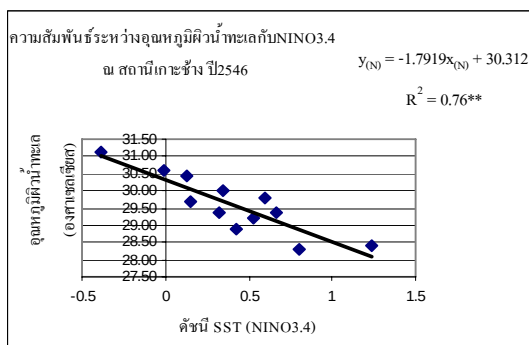
x คือ ค่าดัชนีSST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 35 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2543)



x คือ ค่าดัชนีSST(NINO3.4)

y คือ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 36 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี SST (NINO3.4) ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

6. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับความเค็มผิวน้ำทะเลในช่วงภาวะเอลนีโญ, ลานินญา และภาวะปกติ

6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับความเค็มผิวน้ำทะเลในภาวะเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับความเค็มผิวน้ำทะเลพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี MEI จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปีภาวะเอลนีโญบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 22 ถึง ตารางที่ 23 จากผลการศึกษานี้สามารถแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี MEI กับความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งรวมถึงสมการพยากรณ์ความเค็มผิวน้ำทะเลได้ เมื่อพิจารณาค่าดัชนี MEI พบว่าในปีพ.ศ.2540 เมื่อค่าดัชนี MEI มีค่าสูง ค่าความเค็มผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำทุกสถานี แต่ในปีพ.ศ.2541 พบว่า เมื่อค่าดัชนี MEI มีค่าสูง ค่าความเค็มผิวน้ำทะเล มีค่าสูงเกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานีเกาะช้าง จากผลการศึกษานี้พบว่าค่า R^2 โดยภาพรวมอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.8 ซึ่งหมายความว่าอิทธิพลของเอ็นโซมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งอยู่ในช่วง 20% ถึง 80% ดังภาพที่ 37 ถึง ภาพที่ 38 จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าในช่วงปีเอลนีโญเป็นปีที่ปริมาณฝนจะน้อยค่าความเค็มจะสูง แต่ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นแบบแปรผันตรงข้ามกันกับดัชนีเอ็นโซโดยเฉพาะปี พ.ศ.2541 กล่าวคือค่าความเค็มจะต่ำ ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการเหลื่อมเวลาออกไปตรงกับช่วงฤดูฝนซึ่งประเทศไทยยังได้รับปริมาณฝนอยู่บ้างเพราะอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้ค่าความเค็มผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำลงได้ แต่ในปีพ.ศ.2541 ที่พบว่าค่าความเค็มผิวน้ำทะเลบริเวณเกาะช้างแปรผันตรงข้ามกับดัชนีเอ็นโซหมายความว่าค่าความเค็มมีค่าต่ำทั้งนี้เนื่องจากช่วงเหลื่อมเวลาออกไปตรงกับช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และบริเวณเกาะช้างเป็นบริเวณที่รับลมนี้โดยตรงจึงส่งผลให้ปริมาณฝนมาก ถึงแม้ว่าเป็นช่วงปีเอลนีโญก็ตามจึงทำให้ค่าความเค็มผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำในช่วงปีภาวะเอลนีโญได้

6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับความเค็มผิวน้ำทะเลในภาวะลานินญา (พ.ศ.2542-2543)

จากผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับความเค็มผิวน้ำทะเลพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี MEI จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปีภาวะ

ลานินญาบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 24 ถึง ตารางที่ 25 จากผลการศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี MEI กับความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยในปีพ.ศ.2542 พบว่ารูปแบบความสัมพันธ์มีรูปแบบที่แปรผันตรงข้ามกัน กล่าวคือ ค่าดัชนีเอ็นโซ MEI มีค่าเป็นลบ (ภาวะลานินญา) ค่าความเค็มผิวน้ำทะเลมีค่าเป็นบวก ในปีพ.ศ.2543 พบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ MEI กับความเค็มผิวน้ำทะเลมีรูปแบบแปรผันตรงข้ามกันยกเว้นสถานีเกาะช้าง และเพชรบุรีที่มีรูปแบบแปรผันตรงข้ามกัน เมื่อพิจารณาค่า R^2 โดยภาพรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.7 ซึ่งหมายความว่าอิทธิพลของเอ็นโซมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งอยู่ในช่วง 20% ถึง 70% ดังภาพที่ 39 ถึง ภาพที่ 40 ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่แล้วจะมีการเหลื่อมเวลาออกไปอยู่ในช่วง 6 เดือน ถึง 8 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่เป็นฤดูฝนและตรงกับช่วงอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่เนื่องจากในปีภาวะลานินญาที่ส่งผลต่อลมค้าตะวันออกที่มีกำลังแรงทำให้บดบังลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ให้มีกำลังอ่อนลงแต่บริเวณอ่าวไทยก็ยังได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อยู่บ้างทำให้เกิดฝนในบริเวณชายฝั่งได้แต่ในปีภาวะลานินญานี้อิทธิพลของลมค้าตะวันออกมีกำลังแรงรวมถึงในช่วงฤดูร้อนลมตะวันออกและลมตะวันออกเฉียงใต้ก็มีกำลังแรงเช่นกันทำให้มีการพามวลน้ำจากทางทะเลจีนใต้และทางทะเลเปิดทางตอนใต้ขึ้นมาซึ่งมวลน้ำเหล่านี้มีความเค็มที่สูงกว่ามวลน้ำในอ่าวไทยจึงมีผลทำให้ความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งมีค่าสูงขึ้นเป็นส่วนใหญ่ และอีกประเด็นหนึ่งที่ทำให้พบว่าความเค็มส่วนใหญ่ในปีลานินญามีค่าสูงเนื่องจากในปีลานินญานั้นตามหลักทฤษฎีแล้วเป็นปีที่ลมแรงกว่าปกติที่สามารถพัดพามวลน้ำที่ผิวเคลื่อนตัวออกและมวลน้ำชั้นล่างที่มีความเค็มสูงกว่ามาผสมผสานกันถึงแม้ว่าบางบริเวณจะมีปริมาณฝนมากและน้ำท่ามากก็ตามถ้ามีการผสมผสานกับมวลน้ำชั้นล่างซึ่งมีความเค็มที่สูงกว่าก็จะทำให้ค่าความเค็มของน้ำทะเลสูงขึ้นได้

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับความเค็มผิวน้ำทะเลในภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซ (SOI MEI และ SST ในตำแหน่ง NINO1.2 NINO3 NINO4 และ NINO3.4) กับความเค็มผิวน้ำทะเลพบว่าโดยภาพรวมแล้วดัชนี MEI จะแสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์ในการอธิบายอิทธิพลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปีภาวะปกติในบริเวณชายฝั่งได้ดีที่สุด จากผลการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี MEI กับความเค็มผิวน้ำทะเลในช่วงปีภาวะปกติพบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมีรูปแบบแปรผันในทางตรงกันเกือบทุกสถานียกเว้นสถานีเพชรบุรีที่มีรูปแบบแปรผันตรงข้ามกัน และค่า R^2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.6 ถึง 0.7 ดังภาพที่ 41

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าดัชนีเอ็นโซ่ที่มีอิทธิพลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลตามบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุดคือดัชนี MEI สาเหตุที่ดัชนี MEI มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุดเนื่องจากดัชนี MEI มีองค์ประกอบพารามิเตอร์ทั้ง 6 พารามิเตอร์ซึ่งประกอบด้วย (1) ความกดอากาศระดับน้ำทะเล, (2) ความเร็วลมที่ผิวน้ำทะเลแนวตะวันออก-ตะวันตก, (3) ความเร็วลมที่ผิวน้ำทะเลในแนวเหนือ-ใต้, (4) อุณหภูมิผิวน้ำทะเล, (5) อุณหภูมิอากาศ และ (6) ปริมาณเมฆ ซึ่งพารามิเตอร์ทั้ง 6 พารามิเตอร์นี้จะส่งผลต่อความแรงของลมที่ผิวน้ำทะเลซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนมวลน้ำที่ผิวซึ่งจะส่งผลต่อการผสมผสานของมวลน้ำจากทางฝั่งแปซิฟิกตะวันออกและทางฝั่งแปซิฟิกทางฝั่งตะวันตกรวมถึงฝั่งทะเลจีนใต้ซึ่งก็จะส่งผลต่อลักษณะของมวลน้ำในด้านของความเค็มที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยได้

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นพบว่ามีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยของอัปสรสุดา (2527) ได้รายงานว่าการศึกษาค่าความเค็มผิวน้ำทะเลจากสถานี 3 องศาใต้ถึง 24 องศาเหนือ และลองจิจูด 99 องศาตะวันออกถึง 121 องศาตะวันออก พบว่าค่าความเค็มผิวน้ำทะเลของพื้นที่ทั้งหมดสูงสุดในฤดูหนาวเป็น 33.61 ส่วนในพันส่วน ต่ำสุดในฤดูใบไม้ร่วง 31.24 ส่วนในพันส่วน สำหรับในอ่าวไทยค่าความเค็มผิวน้ำทะเลสูงสุดในฤดูร้อนเป็น 32.179 ส่วนในพันส่วน ต่ำสุดในฤดูใบไม้ร่วง 31.234 ส่วนในพันส่วน และจากการศึกษาของอัปสรสุดา (2528) ได้ทำการวิจัยพบว่าคุณสมบัติของมวลน้ำในอ่าวไทยแปรผันตามฤดูกาลมวลน้ำมีค่าความเค็ม 31.764 ส่วนในพันส่วน ซึ่งค่าสูงสุดพบในเดือนเมษายนและต่ำสุดพบในฤดูหนาว ค่าความเค็มสูงสุดในฤดูร้อนเพราะกระแสน้ำจากทะเลจีนใต้ซึ่งมีความเค็มสูงกว่าไหลเข้ามา และสอดคล้องกับการศึกษาของ สมยศ (2541) ที่ได้วิจัยพบว่าค่าความเค็มผิวน้ำทะเลมีค่าอยู่ในช่วง 23.0-33.0 ส่วนในพันส่วน โดยที่ค่าความเค็มสูงอยู่ในช่วงเดือนมีนาคม-มิถุนายน ซึ่งมีค่าสูงสุด 31.7 ส่วนในพันส่วน เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ปริมาณฝนและน้ำท่าจากแม่น้ำที่ไหลลงสู่บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมีปริมาณน้อยกว่าปกติ

ตารางที่ 22 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนินโญ่ (พ.ศ.2540) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
SOI 2540	(+) 0.56 ^{**} (-5)	(+) 0.56 ^{**} (-5)	(+) 0.52 ^{**} (-5)	(-) 0.20(-9)
2546	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.33(-2)
MEI 2540	(-) 0.69 ^{**} (-3)	(-) 0.54 ^{**} (-3)	(-) 0.58 ^{**} (-4)	(-) 0.30(-10)
2546	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(-) 0.77 ^{**} (-10)
(NINO1.2)				
2540	(-) 0.39 [*] (-2)	(-) 0.38 [*] (-2)	(-) 0.25(-3)	(+) 0.23(-10)
2546	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.22(-4)
NINO3(2540)	(-) 0.34 [*] (-0)	(-) 0.32(-0)	(-) 0.25(-3)	(+) 0.09(-10)
2546	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.54 ^{**} (-11)
NINO4 (2540)	(-) 0.45 [*] (-6)	(-) 0.38 [*] (-5)	(-) 0.33 [*] (-5)	(+) 0.12(-12)
2546	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.41 [*] (-11)
NINO3.4				
2540	(-) 0.37 [*] (-0)	(-) 0.34 [*] (-0)	(-) 0.24(-3)	(+) 0.003(-6)
2546	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.43(-11)
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2540	(+) 0.44 [*] (-6)	(+) 0.38 [*] (-5)	(+) 0.12(-1)	(+) 0.61 ^{**} (-5)
2546	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)
MEI 2540	(-) 0.43 [*] (-5)	(-) 0.70 ^{**} (-3)	(-) 0.30(-11)	(-) 0.70 ^{**} (-3)
2546	(+) 0.66 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)
(NINO1.2)				
2540	(-) 0.27(-8)	(-) 0.30(-2)	(-) 0.02(-4)	(-) 0.36 [*] (-4)
2546	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)
NINO3(2540)	(-) 0.55 ^{**} (-7)	(+) 0.40 [*] (-9)	(+) 0.06(-9)	(+) 0.49 [*] (-10)
2546	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)
NINO4 (2540)	(-) 0.18(-7)	(-) 0.32(-6)	(-) 0.07(-5)	(-) 0.47 [*] (-6)
2546	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
NINO3.4				
2540	(-) 0.50** (-7)	(+) 0.46* (-9)	(+) 0.05 (-8)	(-) 0.36* (-3)
2546	(-) 0.66** (-11)	(-) 0.66** (-11)	(-) 0.66** (-11)	(-) 0.66** (-11)

หมายเหตุ พ.ศ.2540 เป็นปีภาวะเอลนีโญรุนแรงในช่วงเดือนมีนาคม-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

ตารางที่ 23 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีเอลนีโญ (พ.ศ.2541) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
SOI 2541	(-) 0.20(-2)	(-) 0.23(-4)	(-) 0.10(-9)	(+) 0.33* (-0)
2546	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.33(-2)
MEI 2541	(-) 0.54** (-11)	(+) 0.28(-12)	(+) 0.10(-12)	(+) 0.47* (-12)
2546	(+) 0.64** (-5)	(+) 0.64** (-5)	(+) 0.64** (-5)	(-) 0.77** (-10)
(NINO1.2)				
2541	(+) 0.21(-5)	(+) 0.12(-7)	(+) 0.11(-6)	(+) 0.20(-11)
2546	(+) 0.39* (-4)	(+) 0.39* (-4)	(+) 0.39* (-4)	(+) 0.22(-4)
NINO3(2541)	(+) 0.27(-0)	(+) 0.21(-7)	(+) 0.05(-7)	(+) 0.16(-8)
2546	(-) 0.75** (-11)	(-) 0.75** (-11)	(-) 0.75** (-11)	(-) 0.54** (-11)
NINO4 (2541)	(-) 0.31(-12)	(+) 0.14(-7)	(-) 0.09(-9)	(+) 0.13(-12)
2546	(-) 0.60** (-12)	(-) 0.60** (-12)	(-) 0.60** (-12)	(-) 0.41* (-11)

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
NINO3.4				
2541	(+) 0.25(-1)	(+) 0.18(-7)	(+) 0.05(-7)	(-) 0.16(-0)
2546	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.43(-11)
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2541	(-) 0.23(-4)	(-) 0.41*(-4)	(-) 0.67**(-12)	(+) 0.22(-0)
2546	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)
MEI 2541	(+) 0.38*(-12)	(+) 0.31(-12)	(+) 0.78**(-10)	(+) 0.31(-12)
2546	(+) 0.66**(-5)	(+) 0.64**(-5)	(+) 0.64**(-5)	(+) 0.64**(-5)
(NINO1.2)				
2541	(+) 0.12(-7)	(+) 0.12(-2)	(+) 0.56**(-10)	(+) 0.12(-7)
2546	(+) 0.39*(-4)	(+) 0.39*(-4)	(+) 0.39*(-4)	(+) 0.39*(-4)
NINO3(2541)	(+) 0.21(-7)	(+) 0.14(-7)	(+) 0.44*(-9)	(+) 0.21(-7)
2546	(-) 0.75**(-11)	(-) 0.75**(-11)	(-) 0.75**(-11)	(-) 0.75**(-11)
NINO4 (2541)	(+) 0.14(-7)	(+) 0.23(-7)	(+) 0.50**(-11)	(+) 0.14(-7)
2546	(-) 0.60**(-12)	(-) 0.60**(-12)	(-) 0.60**(-12)	(-) 0.60**(-12)
NINO3.4				
2541	(+) 0.18(-7)	(+) 0.21(-7)	(+) 0.44*(-9)	(+) 0.18(-7)
2546	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.66**(-11)

หมายเหตุ พ.ศ.2541 เป็นปีภาวะเอลนีโญรุนแรงในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายน

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเลื่อนเวลาออกไป

ตารางที่ 24 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการ
เปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา (พ.ศ.2542) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
SOI 2542	(+) 0.67 ^{**} (-9)	(+) 0.64 ^{**} (-9)	(+) 0.79 ^{**} (-9)	(+) 0.81 ^{**} (-8)
2546	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.33(-2)
MEI 2542	(-) 0.65 ^{**} (-7)	(-) 0.53 ^{**} (-7)	(-) 0.72 ^{**} (-7)	(-) 0.76 ^{**} (-7)
2546	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(-) 0.77 ^{**} (-10)
(NINO1.2)				
2542	(-) 0.43 [*] (-6)	(-) 0.48 [*] (-6)	(-) 0.42 [*] (-8)	(-) 0.46 [*] (-6)
2546	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.22(-4)
NINO3(2542)	(-) 0.58 ^{**} (-8)	(-) 0.46 [*] (-8)	(-) 0.71 ^{**} (-8)	(-) 0.67 ^{**} (-8)
2546	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.54 ^{**} (-11)
NINO4 (2542)	(-) 0.29(-7)	(-) 0.24(-2)	(-) 0.38 [*] (-7)	(-) 0.37 [*] (-7)
2546	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.41 [*] (-11)
NINO3.4				
2542	(-) 0.56 ^{**} (-8)	(-) 0.48 [*] (-8)	(-) 0.73 ^{**} (-8)	(-) 0.70 ^{**} (-8)
2546	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.43(-11)
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2542	(+) 0.67 ^{**} (-9)	(+) 0.86 ^{**} (-9)	(+) 0.79 ^{**} (-9)	(+) 0.84 ^{**} (-9)
2546	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)
MEI 2542	(-) 0.60 [*] (-6)	(-) 0.76 ^{**} (-7)	(-) 0.72 ^{**} (-7)	(-) 0.76 ^{**} (-7)
2546	(+) 0.66 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)
(NINO1.2)				
2542	(-) 0.25(-8)	(-) 0.47 [*] (-8)	(-) 0.37 [*] (-8)	(-) 0.47 [*] (-8)
2546	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)
NINO3(2542)	(-) 0.53 ^{**} (-8)	(-) 0.71 ^{**} (-8)	(-) 0.67 ^{**} (-8)	(-) 0.72 ^{**} (-8)
2546	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)
NINO4 (2542)	(-) 0.32(-4)	(-) 0.41 [*] (-7)	(-) 0.35 [*] (-7)	(-) 0.42 [*] (-7)
2546	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
NINO3.4				
2542	(-) 0.60**(-8)	(-) 0.76**(-8)	(-) 0.72**(-8)	(-) 0.75**(-8)
2546	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.66**(-11)	(-) 0.66**(-11)

หมายเหตุ พ.ศ.2542 เป็นปีภาวะลานินญารุนแรงในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายนและเดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเหลื่อมเวลาออกไป

ตารางที่ 25 อิทธิพลของเอ็นโซ่ต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการเปรียบเทียบในช่วงปีลานินญา (พ.ศ.2543) กับปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเหลื่อมเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะสีชัง	เพชรบุรี
SOI 2543	(-) 0.49*(-9)	(+) 0.29(-2)	(+) 0.23(-8)	(-) 0.31(-0)
2546	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.33(-2)
MEI 2543	(+) 0.49*(-0)	(-) 0.21(-4)	(-) 0.28(-1)	(+) 0.52**(-0)
2546	(+) 0.64**(-5)	(+) 0.64**(-5)	(+) 0.64**(-5)	(-) 0.77**(-10)
(NINO1.2)				
2543	(+) 0.49*(-2)	(+) 0.48*(-2)	(-) 0.26(-1)	(+) 0.49*(-2)
2546	(+) 0.39*(-4)	(+) 0.39*(-4)	(+) 0.39*(-4)	(+) 0.22(-4)
NINO3(2543)	(+) 0.54**(-0)	(+) 0.29(-8)	(-) 0.16(-1)	(+) 0.48*(-0)
2546	(-) 0.75**(-11)	(-) 0.75**(-11)	(-) 0.75**(-11)	(-) 0.54**(-11)

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ENSO Index	ค่า R^2 ที่ดีที่สุดของแต่ละสถานี ($\pm$) และจำนวนการเลื่อนเวลา (-N)			
	เกาะช้าง	ระยอง	เกาะลันตา	เพชรบุรี
NINO4 (2543)	(+) 0.34 [*] (-11)	(+) 0.15(-6)	(-) 0.08(-11)	(+) 0.30(-11)
2546	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.41 [*] (-11)
NINO3.4				
2543	(+) 0.41 [*] (-0)	(+) 0.33(-8)	(+) 0.07(-4)	(+) 0.42 [*] (-0)
2546	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.43(-11)
	หัวหิน	เกาะเต่า	นครศรีธรรมราช	สงขลา
SOI 2543	(+) 0.61 ^{**} (-3)	(+) 0.27(-8)	(+) 0.29(-2)	(-) 0.25(-5)
2546	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)	(-) 0.28(-2)
MEI 2543	(-) 0.48 [*] (-5)	(-) 0.21(-4)	(-) 0.20(-4)	(-) 0.21(-4)
2546	(+) 0.66 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)	(+) 0.64 ^{**} (-5)
(NINO1.2)				
2543	(-) 0.32(5)	(-) 0.35 [*] (-1)	(+) 0.48 [*] (-2)	(+) 0.48 [*] (-2)
2546	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)	(+) 0.39 [*] (-4)
NINO3(2543)	(+) 0.27(-9)	(-) 0.16(-1)	(+) 0.29(-8)	(+) 0.29(-8)
2546	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)	(-) 0.75 ^{**} (-11)
NINO4 (2543)	(+) 0.27(-7)	(-) 0.08(-11)	(+) 0.34 [*] (-11)	(+) 0.15(-6)
2546	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)	(-) 0.60 ^{**} (-12)
NINO3.4				
2543	(+) 0.47 [*] (-8)	(+) 0.09(-4)	(+) 0.40 [*] (-0)	(+) 0.33(-8)
2546	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)	(-) 0.66 ^{**} (-11)

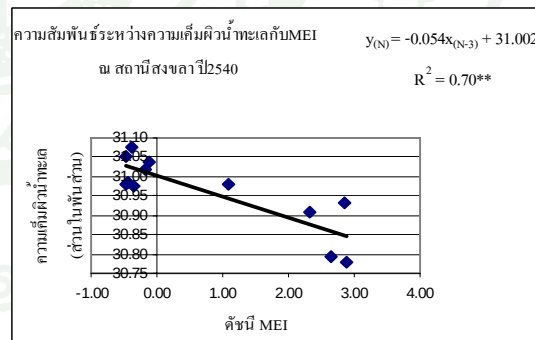
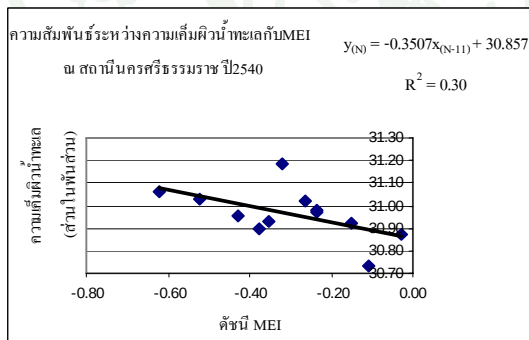
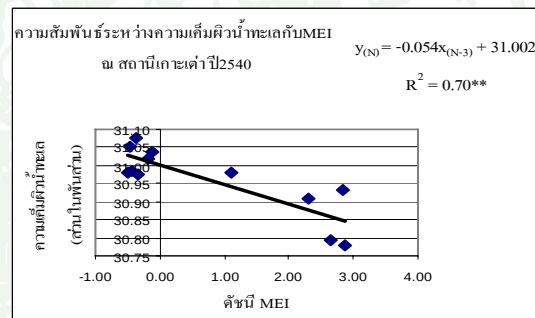
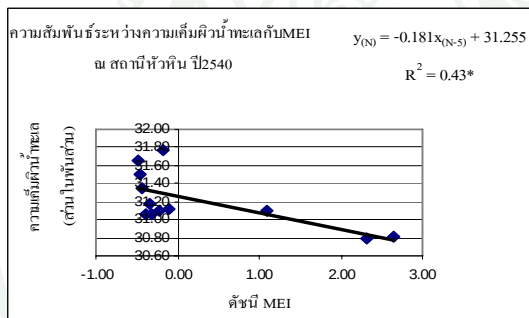
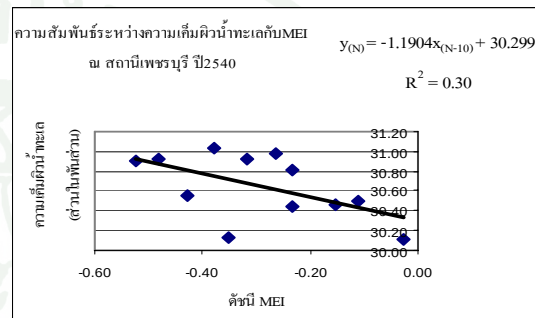
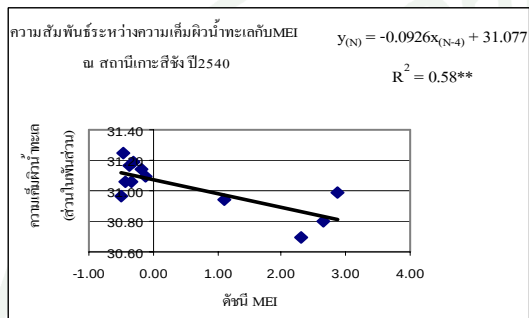
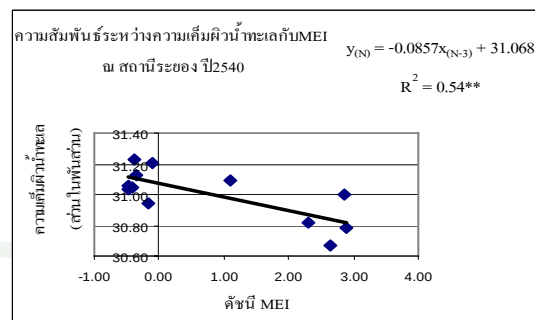
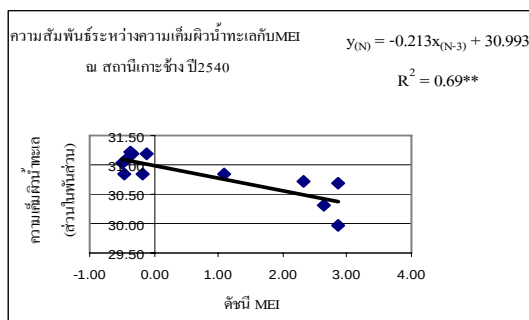
หมายเหตุ พ.ศ.2543 เป็นปีภาวะลานินญารุนแรงในช่วงเดือนกันยายน-เดือนธันวาคม

พ.ศ. 2546 เป็นปีภาวะปกติ

เครื่องหมาย(+) หมายถึงมีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน

เครื่องหมาย (-) หมายถึง มีรูปแบบความสัมพันธ์ไปในทางตรงข้ามกัน

(-N) หมายถึง จำนวนเดือนที่มีการเลื่อนเวลาออกไป



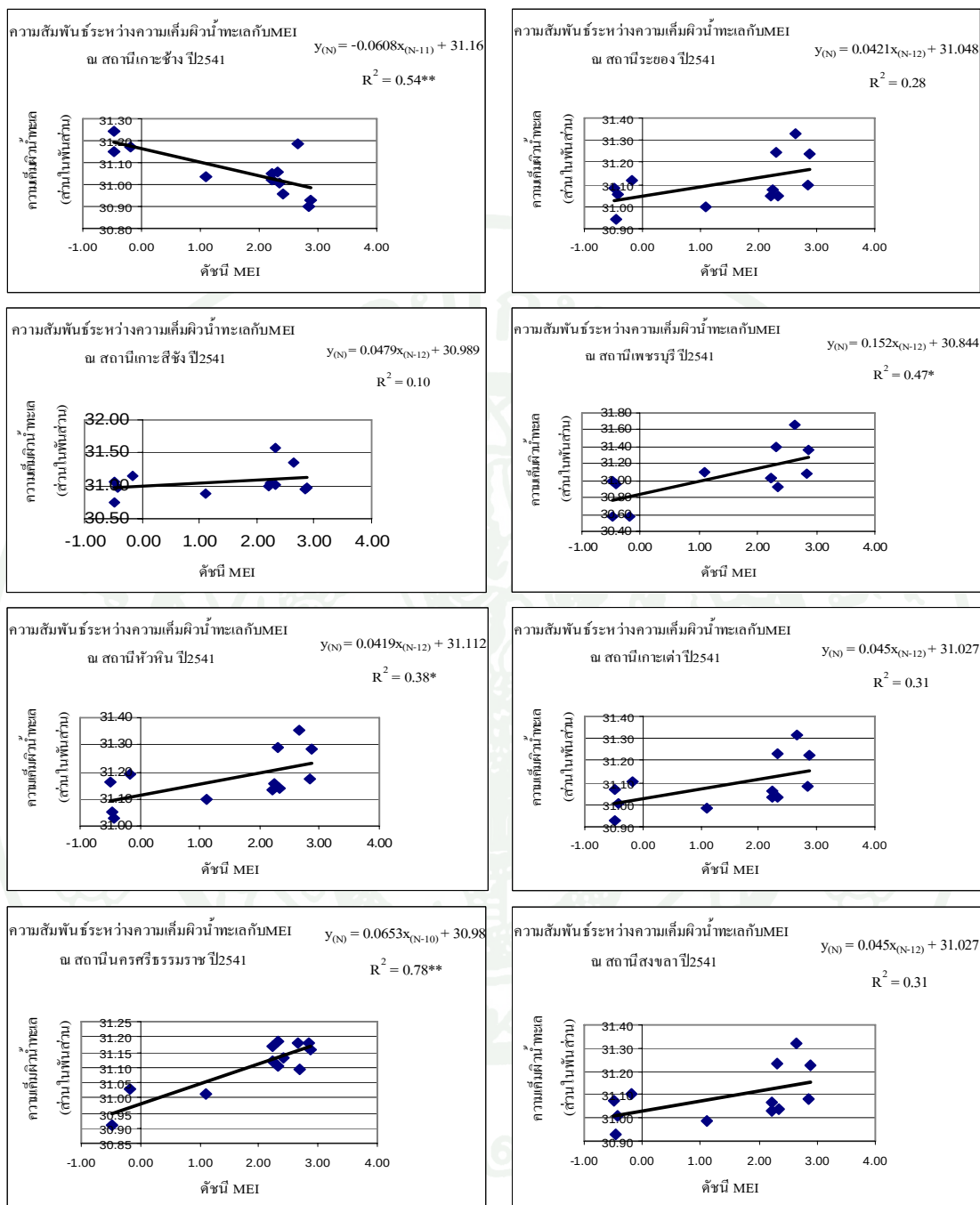
x คือ ค่าดัชนี MEI

y คือ ค่าความเค็มผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 37 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปี
 ภาวะเอลนีโญรุนแรง (พ.ศ. 2540)



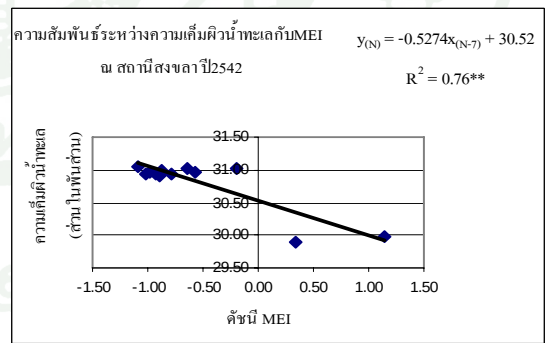
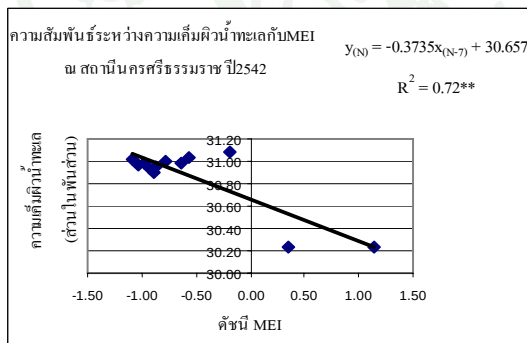
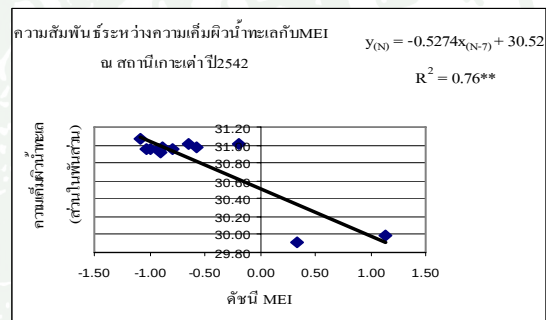
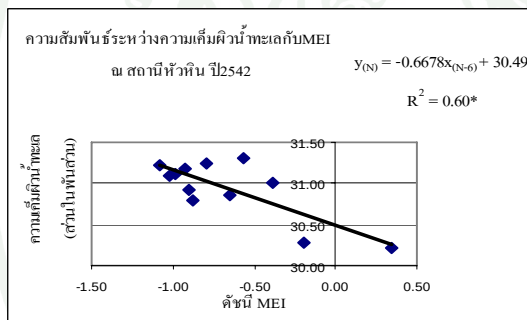
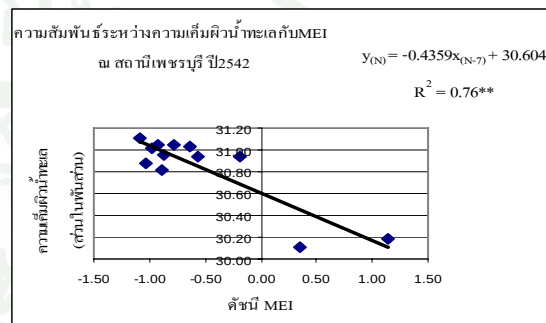
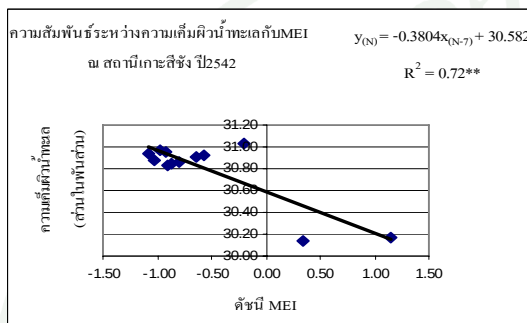
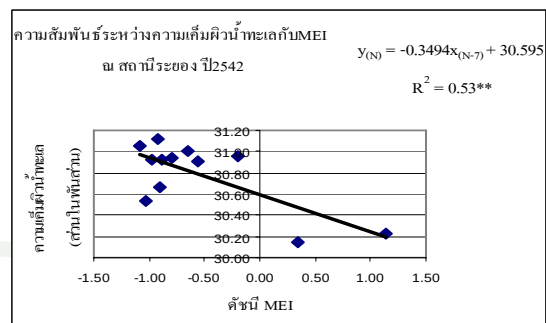
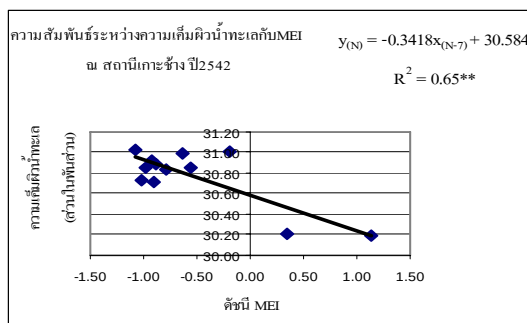
x คือ ค่าดัชนี MEI

y คือ ค่าความเค็มผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 38 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปี
ภาวะเอลนีโญรุนแรง (พ.ศ.2541)



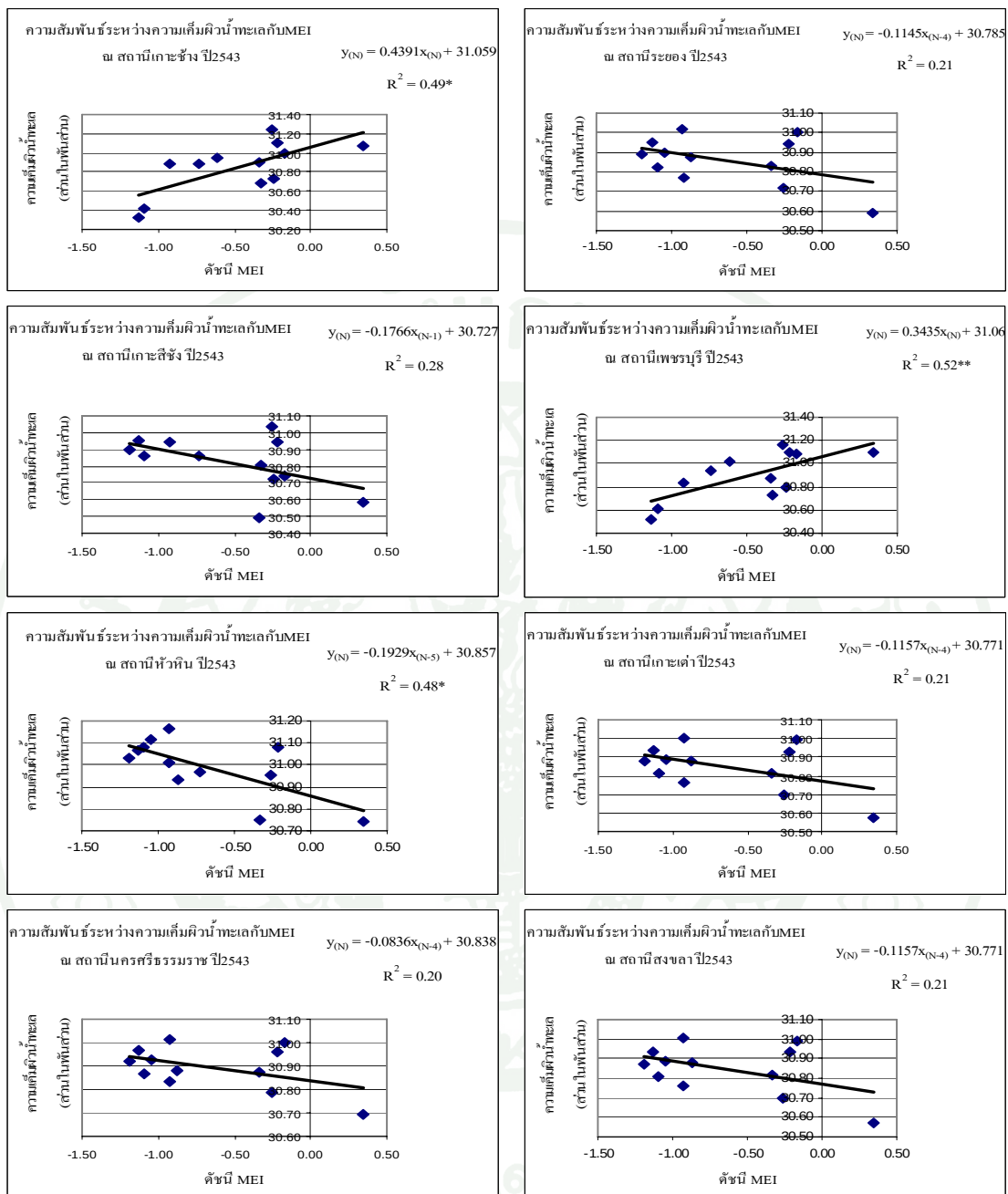
x คือ ค่าดัชนี MEI

y คือ ค่าความเค็มผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 39 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปี
ภาวณานินฤาฐานแรง (พ.ศ.2542)



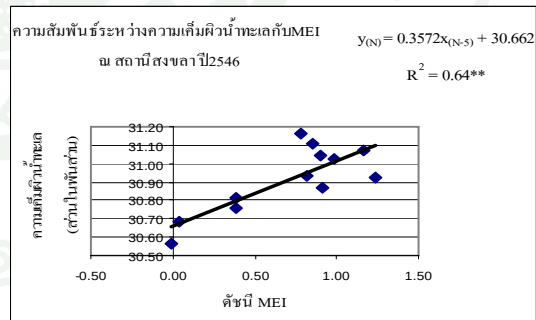
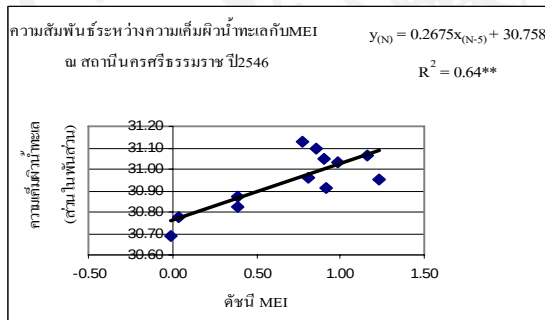
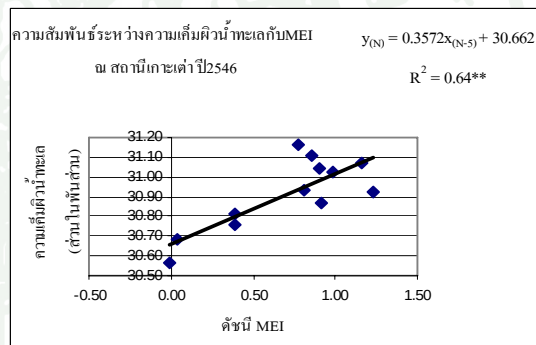
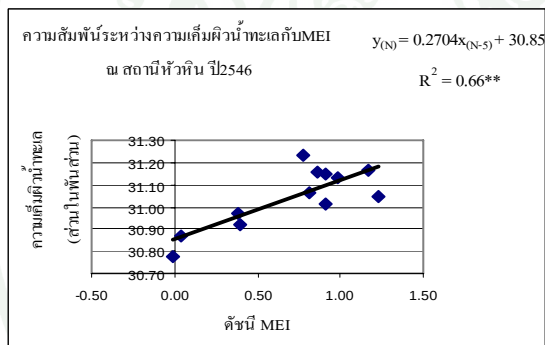
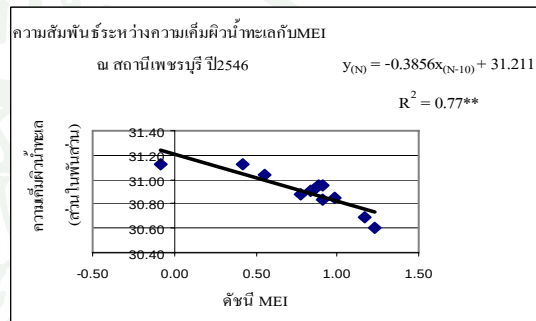
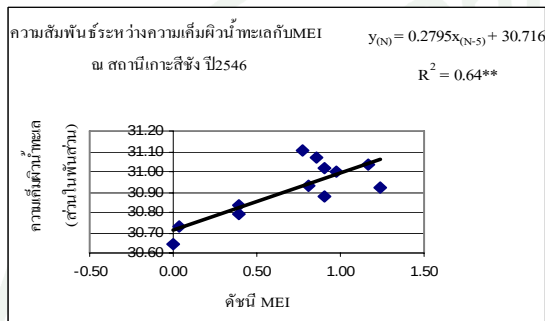
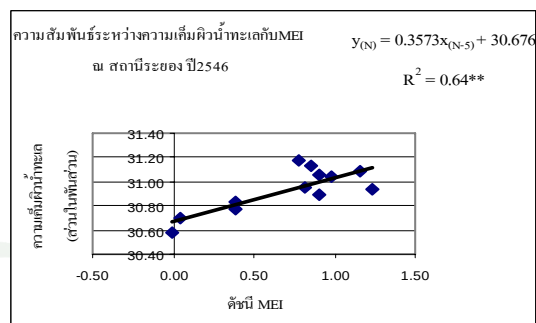
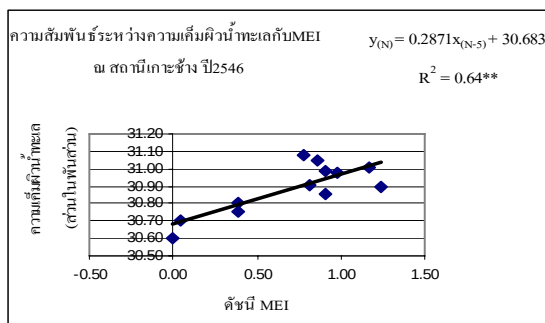
x คือ ค่าดัชนีMEI

y คือ ค่าความเค็มผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่เหลื่อมเวลา

ภาพที่ 40 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในปี
ภาวะลานินญารุนแรง (พ.ศ.2543)



x คือ ค่าดัชนี MEI

y คือ ค่าความเค็มผิวน้ำทะเล

N คือ เดือนที่ต้องการพยากรณ์

N-i เมื่อ i คือจำนวนเดือนที่ห่อ้อมเวลา

ภาพที่ 41 ค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงถึงอิทธิพล (R^2) ของดัชนี MEI ที่มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเล
ในปีภาวะปกติ (พ.ศ. 2546)

7. ผลการศึกษากระแสน้ำในอ่าวไทย

7.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์

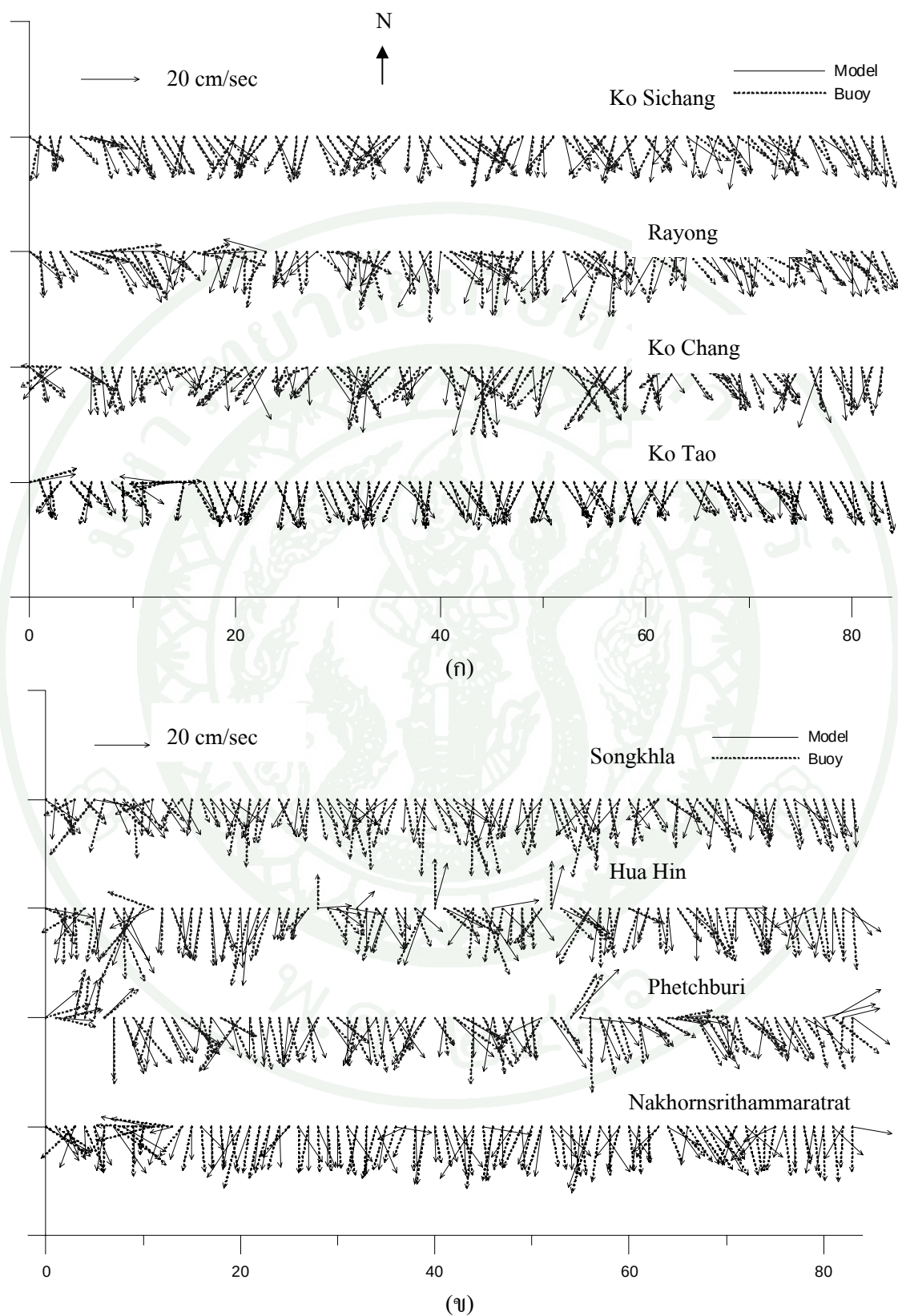
ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากหุ่นสมุทรศาสตร์ในตำแหน่งเกาะลิซัง ระยอง เกาะช้าง เกาะเต่า สงขลา หัวหิน เพชรบุรี และ นครศรีธรรมราชโดยใช้โปรแกรมกราฟเฟอร์ พบว่าขนาดของความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์กับหุ่นสมุทรศาสตร์ในแต่ละตำแหน่ง โดยภาพรวมแล้วมีขนาดและทิศทางใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 42

เมื่อตรวจสอบรูปแบบของความเร็วกระแสน้ำในรูปแบบของอนุกรมเวลาพบว่ารูปแบบความเร็วกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์และหุ่นสมุทรศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาดใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 43 และจากการตรวจสอบความสัมพันธ์รูปแบบความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับหุ่นสมุทรศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งโดยศึกษาในรูปแบบสหสัมพันธ์พบว่า R^2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.5-0.9 ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ที่สูง กล่าวคือ แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความเร็วกระแสน้ำมีความถูกต้องมากกว่า 50% ดังภาพที่ 44 และจากการตรวจสอบรูปแบบทิศทางกระแสน้ำของแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับหุ่นสมุทรศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งโดยทำการตรวจสอบแบบจำลองกระแสน้ำในแนวตะวันออก-ตะวันตก (องค์ประกอบ U) ในรูปแบบของอนุกรมเวลา พบว่าในแนวองค์ประกอบ U ของกระแสน้ำระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์กับหุ่นสมุทรศาสตร์มีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังภาพที่ 45 เมื่อพิจารณาในรูปแบบสหสัมพันธ์พบว่ากระแสน้ำในองค์ประกอบ U ระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับหุ่นสมุทรศาสตร์พบว่ามีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.4-0.8 ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ที่สูงพอสมควร และมีความถูกต้องมากกว่า 40% ขององค์ประกอบ U ดังภาพที่ 46 สำหรับการแบ่งระดับของค่า R^2 สามารถแบ่งระดับได้ ดังนี้ ค่า R^2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.19 มีค่าระดับต่ำ, ค่า R^2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.20-0.49 มีค่าระดับปานกลาง, ค่า R^2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.50-0.79 มีค่าระดับสูง และ ค่า R^2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.80-1.00 มีค่าระดับสูงมาก (กัลยา, 2540)

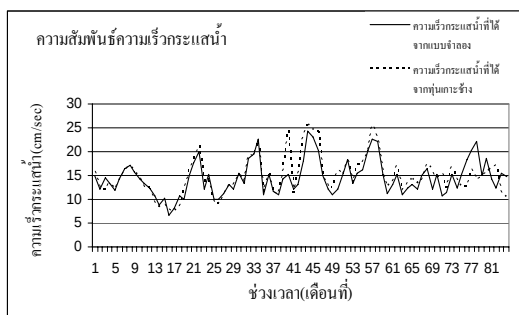
สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของกระแสน้ำในแนวเหนือ-ใต้ (องค์ประกอบ V) ระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์กับหุ่นสมุทรศาสตร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา พบว่าในแนวองค์ประกอบ V ของกระแสน้ำระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์กับหุ่นสมุทรศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งจะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 47 และเมื่อพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง

คณิตศาสตร์กับทฤษฎีสมมุติฐานในรูปแบบกระแสน้ำในองค์ประกอบ V พบว่ามีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.2-0.6 ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง ในองค์ประกอบ V ดังภาพที่ 48

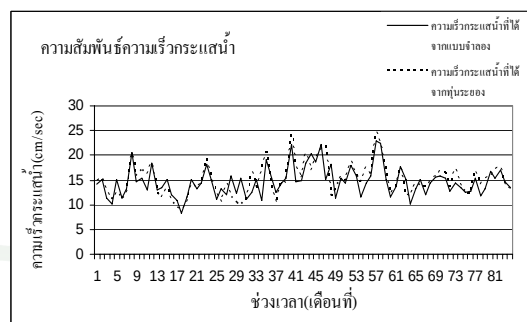
จากผลการศึกษาพบว่าความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์มีความถูกต้องค่อนข้างดีเมื่อเทียบหาความสัมพันธ์กับทฤษฎีสมมุติฐานจะมีเพียงบางช่วงเวลาและบางสถานีที่มีค่าความสัมพันธ์ระดับปานกลางซึ่งค่าผิดพลาดเนื่องมาจากบางตำแหน่งของทฤษฎีสมมุติฐานและบางช่วงเวลาที่ไม่มีข้อมูลจึงต้องทำการหาค่าของข้อมูลที่ขาดไปบางช่วงเวลาประกอบกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะใช้ข้อมูลลม อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเลที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าซึ่งต่างจากทฤษฎีสมมุติฐานที่ทำการตรวจวัดโดยตรง ซึ่งเป็นผลที่ทำให้ค่าที่ได้จากแบบจำลองคณิตศาสตร์มีการคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่ตรวจวัดจริงบ้าง อย่างไรก็ตามค่าความสัมพันธ์ของความเร็วกระแสน้ำและทิศทางกระแสน้ำจากทฤษฎีสมมุติฐานกับแบบจำลองคณิตศาสตร์มีค่าความสัมพันธ์ที่สูงและมีค่าที่ใกล้เคียงกันพอสมควรที่เป็นค่าที่อยู่ในช่วงยอมรับได้



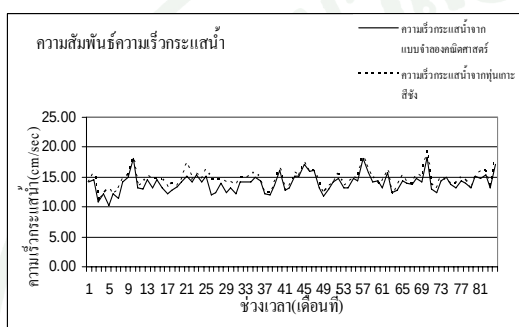
ภาพที่ 42 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมกราฟเฟอร์



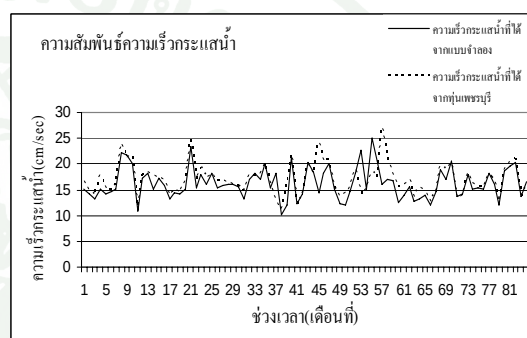
(ก)



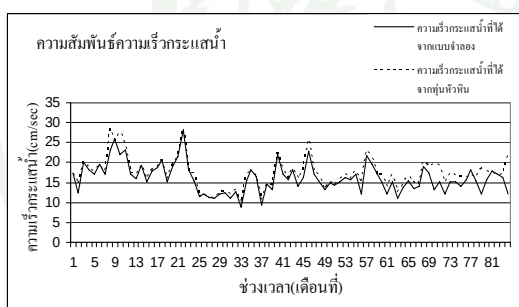
(ข)



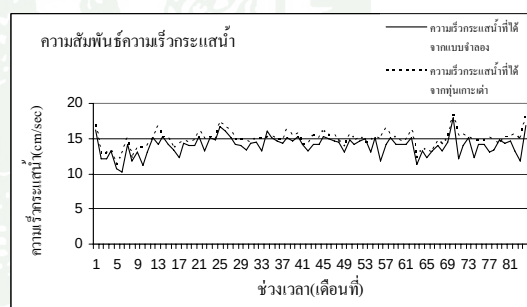
(ค)



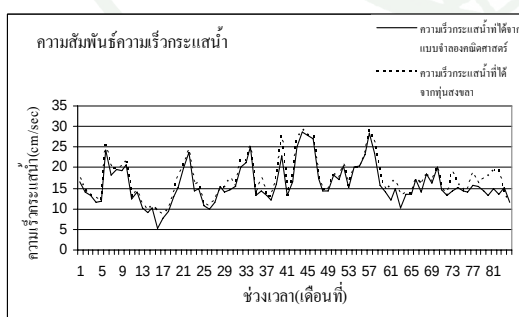
(ง)



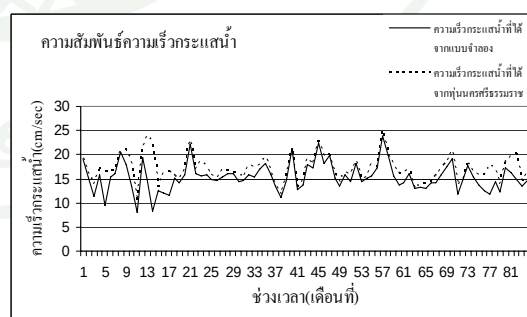
(จ)



(ฉ)

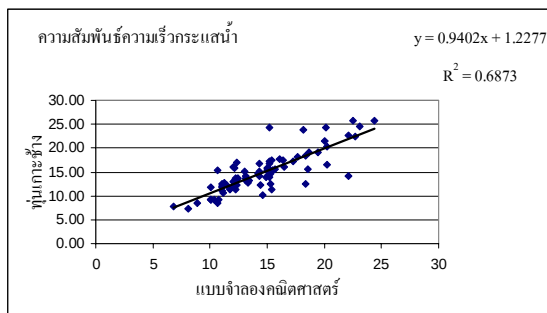


(ช)

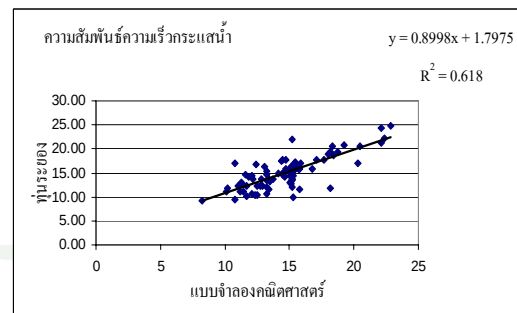


(ซ)

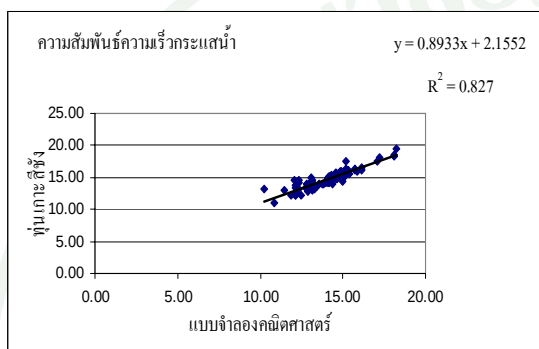
ภาพที่ 43 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับหุ่นสมุทรศาสตร์



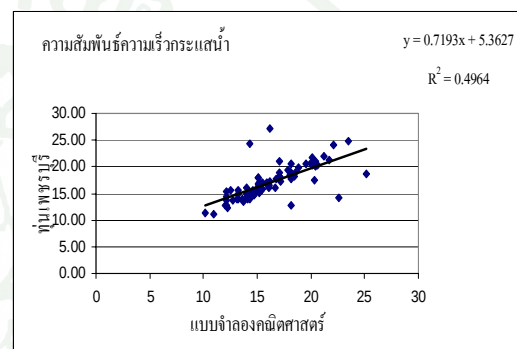
(ก)



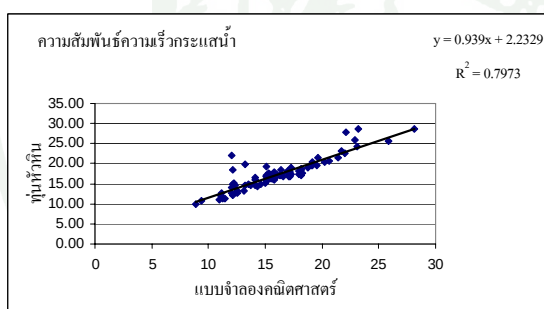
(ข)



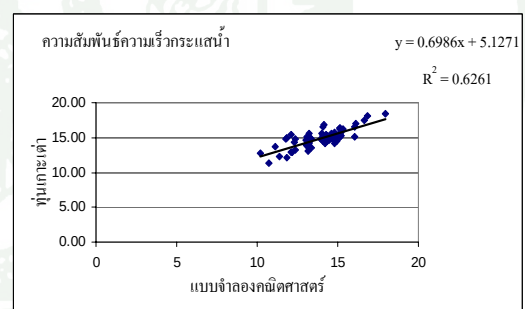
(ค)



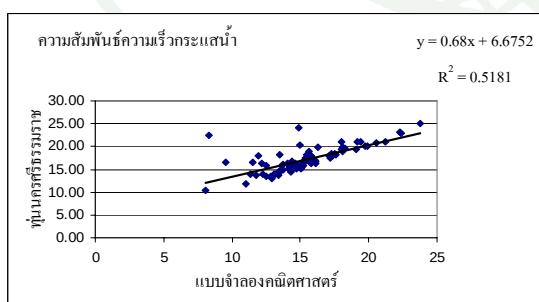
(ง)



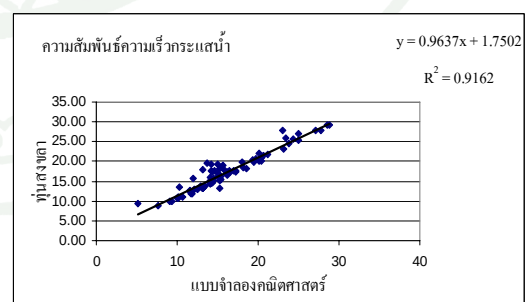
(จ)



(ฉ)

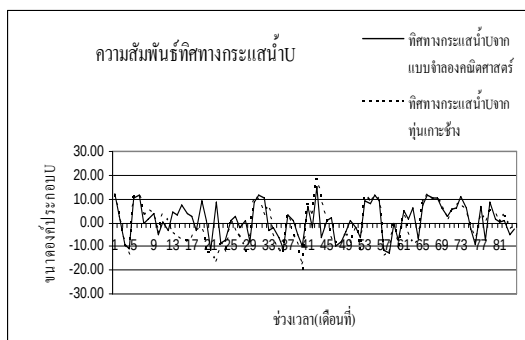


(ช)

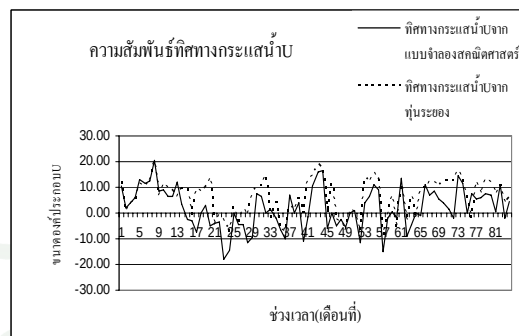


(ซ)

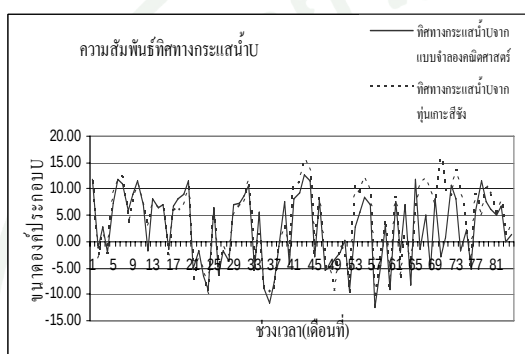
ภาพที่ 44 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับหุ่นสมุทรศาสตร์



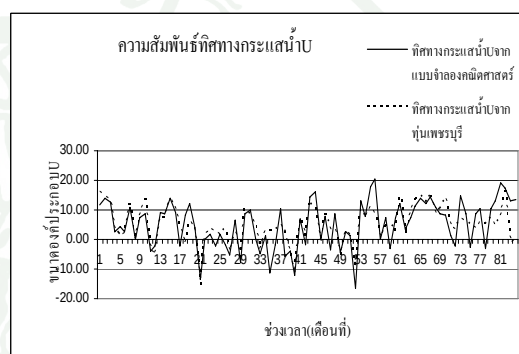
(ก)



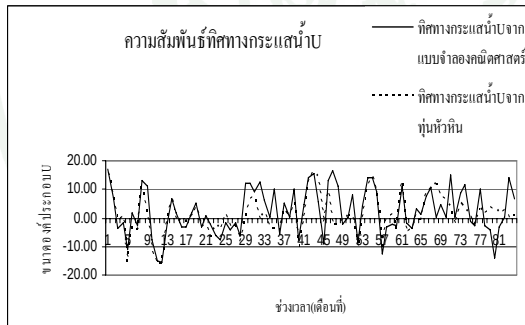
(ข)



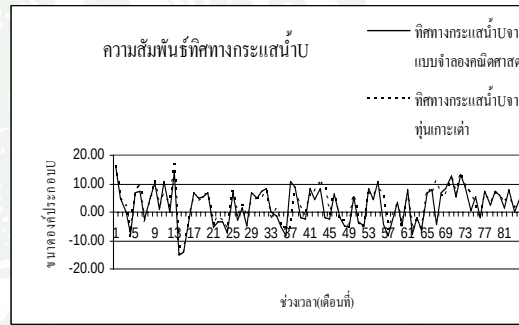
(ค)



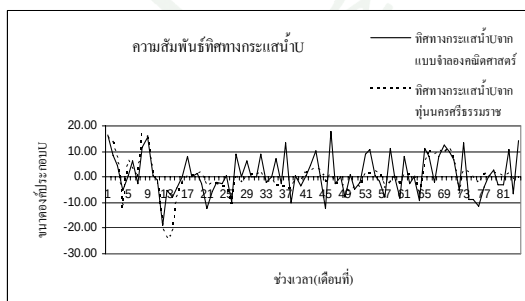
(ง)



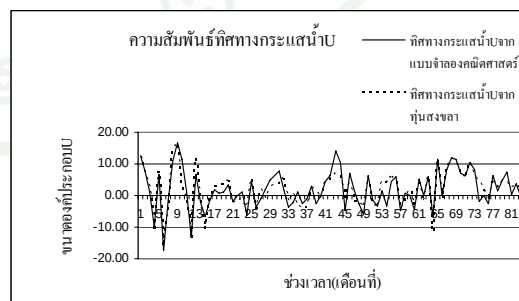
(จ)



(ฉ)

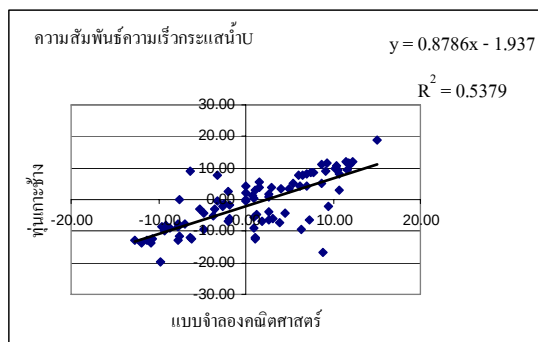


(ซ)

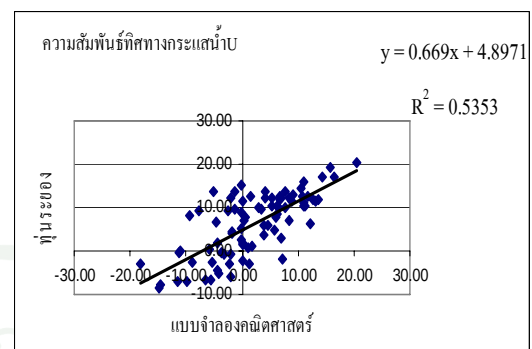


(ฅ)

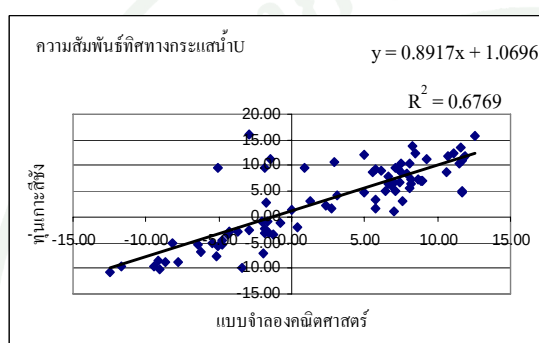
ภาพที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับหุ่นสมุทรศาสตร์
ในแนวตะวันออก-ตะวันตก



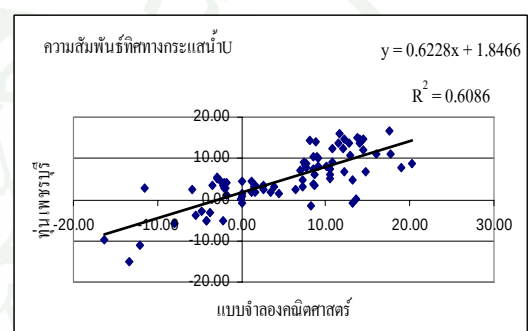
(ก)



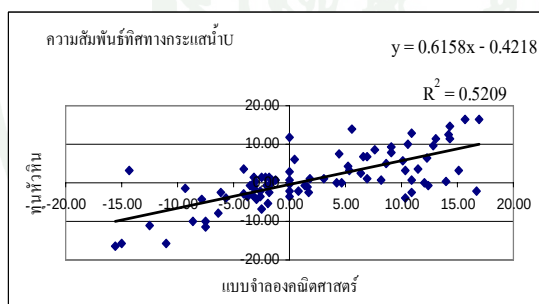
(ข)



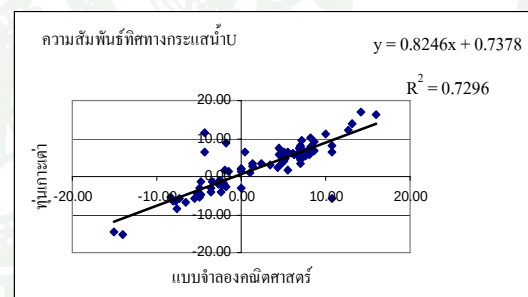
(ค)



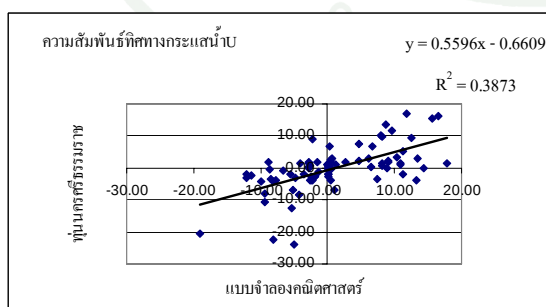
(ง)



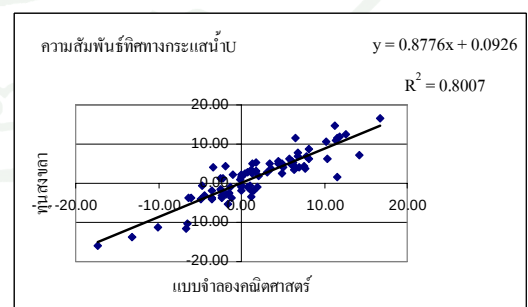
(จ)



(ฉ)

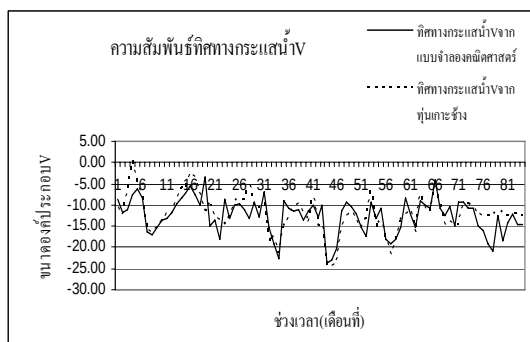


(ช)

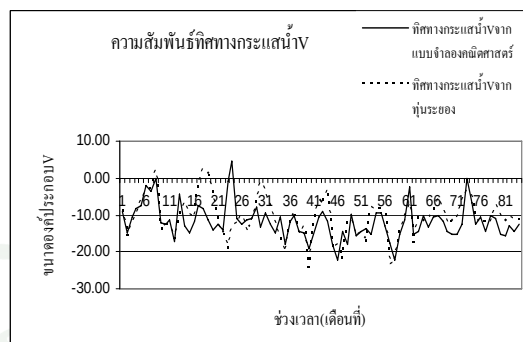


(ซ)

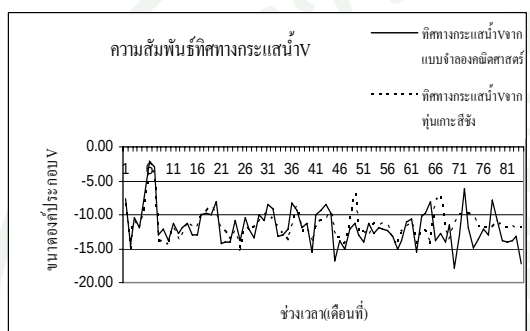
ภาพที่ 46 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับ
ทุ่นสมุทรศาสตร์ในแนวตะวันออก-ตะวันตก



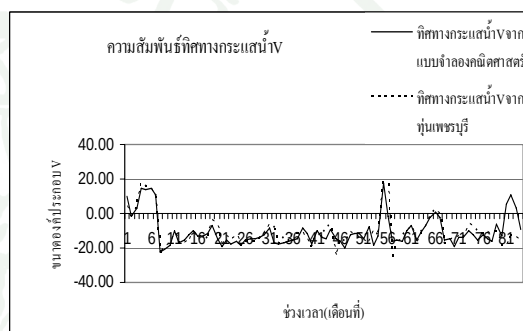
(ก)



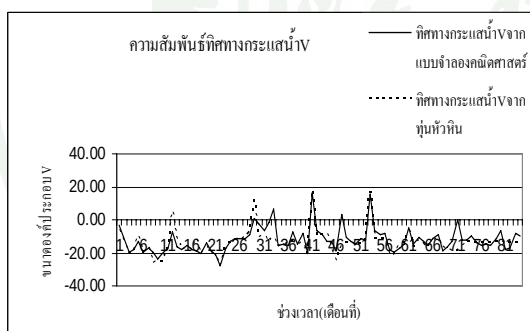
(ข)



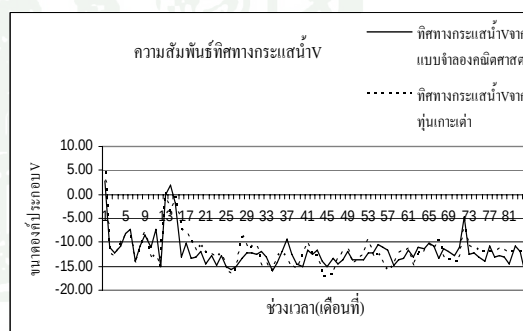
(ค)



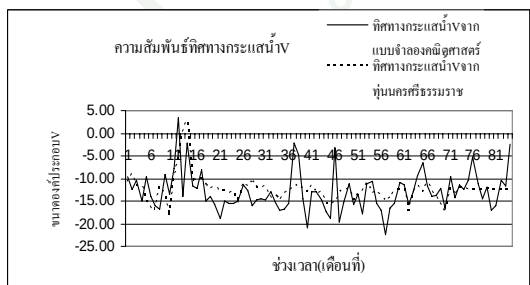
(ง)



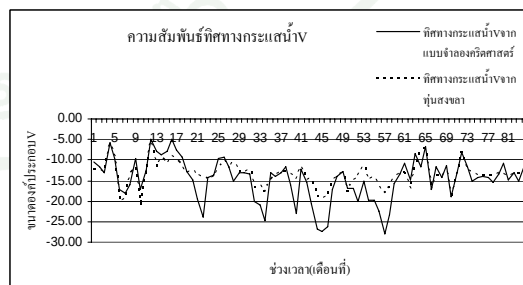
(จ)



(ฉ)

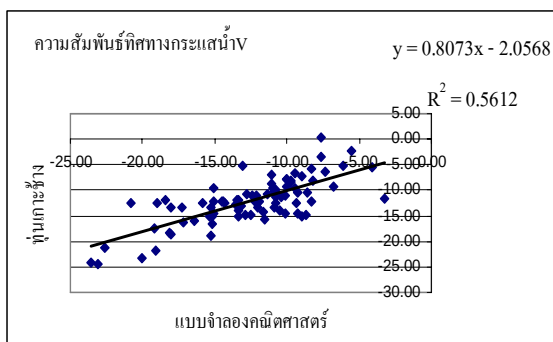


(ซ)

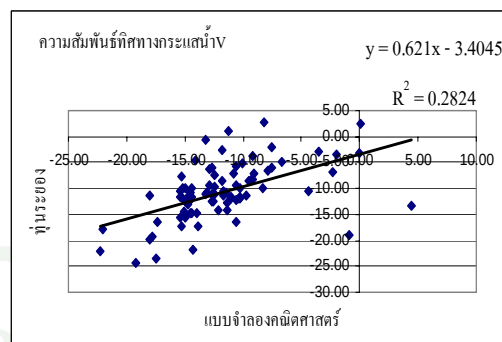


(ช)

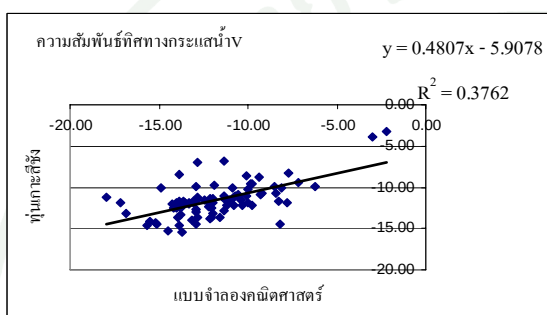
ภาพที่ 47 ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางกระแสไฟฟ้าจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับหุ่นสมุทรศาสตร์
ในแนวเหนือ-ใต้



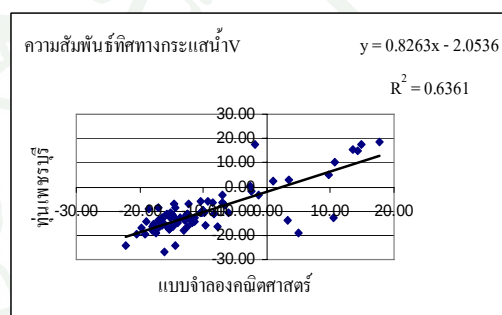
(ก)



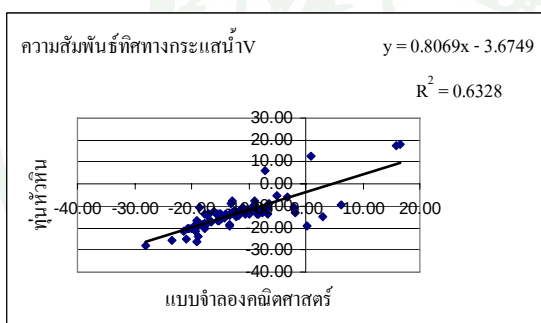
(ข)



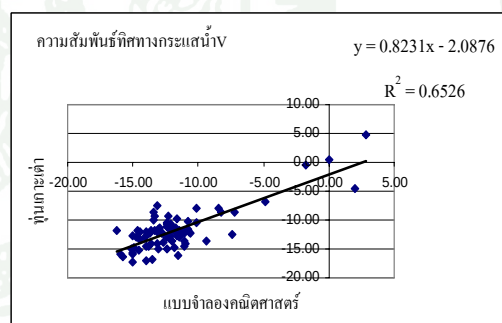
(ค)



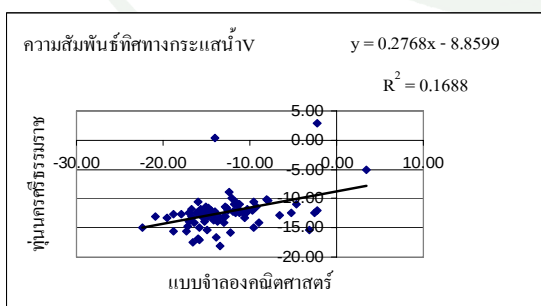
(ง)



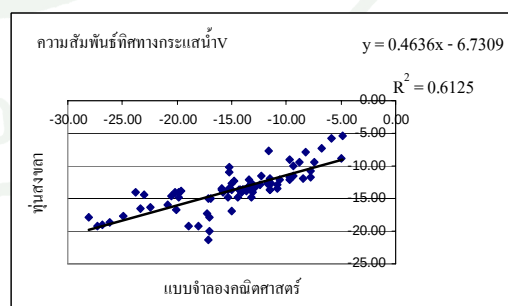
(จ)



(ฉ)



(ช)



(ฐ)

ภาพที่ 48 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับ
 ทุ่นสมุทรศาสตร์ในแนวเหนือ-ใต้

7.2 การศึกษารูปแบบกระแสน้ำในป่าทะเลอินโดนีเซีย, ลานินญา และเกาะปอกติ

7.2.1 รูปแบบกระแสน้ำในป่าทะเลอินโดนีเซีย (พ.ศ.2540-2541)

จากข้อมูลตรวจวัดพบว่าในเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ ปีพ.ศ.2540-2541 ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ รูปแบบกระแสน้ำจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ กระแสน้ำจะไหลเข้าอ่าวไทยจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอ่าวไทยและไหลเข้าสู่อ่าวไทยตอนบน ส่วนทางอ่าวไทยตอนใต้จะมีกระแสน้ำบางส่วนไหลออกจากตอนใต้ของอ่าวไทย ในเดือนมีนาคม และเดือนเมษายนของปี พ.ศ.2540-2541 ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมจากตะวันออกเฉียงเหนือเป็น ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ รูปแบบกระแสน้ำจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน ซึ่งรูปแบบกระแสน้ำมี ทิศทางไม่แน่นอนและมีรูปแบบไม่แน่นอน แต่พบว่าทางฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของอ่าวไทยจะมีกระแสน้ำที่ ไหลเข้าอ่าวไทยรวมถึงทางตอนใต้ของอ่าวไทยก็จะมีกระแสน้ำไหลเข้า แต่บริเวณอ่าวไทยตอนบน จะมีกระแสน้ำบางส่วนไหลออกจากบริเวณอ่าวไทยตอนบนลงสู่อ่าวไทยตอนล่างและความแรง กระแสน้ำจะมีความแรงน้อยกว่าในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนในเดือนพฤษภาคม- กันยายน ของปีพ.ศ.2540-2541 ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่ารูปแบบกระแสน้ำมี รูปแบบที่แน่นอนมากขึ้น และพบว่ากระแสน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน กระแสน้ำจะไหล เข้าอ่าวไทยจากทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบกระแสน้ำที่ ไหลออกจากอ่าวและมีทิศทางไหลออกไปทางฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของอ่าวไทย โดยเฉพาะในเดือน สิงหาคมและกันยายนซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่รุนแรงจะเห็นได้ว่ารูปแบบกระแสน้ำ จะมีความแน่นอนขึ้น โดยเฉพาะความแรงกระแสน้ำจะมีความแรงกว่าในเดือนพฤษภาคม-เดือน กรกฎาคม ในเดือนสิงหาคมและกันยายนในปี พ.ศ.2541 กระแสน้ำไหลเบาว่าเดือนกรกฎาคม เล็กน้อย และในเดือนสิงหาคม-กันยายนในปี พ.ศ.2541 กระแสน้ำไหลแรงกว่าเดือนสิงหาคม- กันยายน ในปี พ.ศ.2540 สำหรับในเดือนตุลาคมของปี พ.ศ.2540-2541 เป็นช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม จากตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ รูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำมีทิศทางที่ ไม่แน่นอน ซึ่งกระแสน้ำในบริเวณทางตอนใต้ของอ่าวไทยฝั่งตะวันตกกระแสน้ำจะมีทิศทางไหล เข้าอ่าวไทยแต่ในบางส่วน อาทิ ทางฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำจะไหลออกจากอ่าวไทยและบริเวณอ่าว ไทยตอนบนพบว่ากระแสน้ำจะไหลเข้าสู่อ่าวไทยตอนบน แต่ความแรงกระแสน้ำมีความแรงน้อย กว่าในเดือนสิงหาคมและกันยายน สำหรับในเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม ในปีพ.ศ.2540-2541 ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ รูปแบบกระแสน้ำมีรูปแบบแน่นอนมากขึ้น กล่าวคือ กระแสน้ำมีรูปแบบไหลเข้าอ่าวไทยจากทางอ่าวไทยฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือและไหลขึ้นสู่อ่าวไทยตอนบน และกระแสน้ำมีรูปแบบไหลแรงกว่าในช่วงเดือนตุลาคม ดังภาพที่ 49-52

จากการศึกษารูปแบบกระแสน้ำในช่วงภาวะเอลนีโญ พบว่ารูปแบบกระแสน้ำในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ (ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) ในปีภาวะเอลนีโญ กระแสน้ำจะไหลเข้าอ่าวไทยจากทางทิศตะวันออกของอ่าวไทยและไหลขึ้นสู่อ่าวไทยตอนบน ส่วนทางอ่าวไทยตอนใต้จะมีกระแสน้ำบางส่วนไหลออกจากตอนใต้ของอ่าวไทย ในเดือนมีนาคม-เมษายน (ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม) ในปีภาวะเอลนีโญรูปแบบกระแสน้ำจะมีทิศทางที่ไม่แน่นอน กล่าวคือ ทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยจะมีกระแสน้ำที่ไหลเข้าอ่าวไทยรวมถึงทางตอนใต้ของอ่าวไทยก็จะมีกระแสน้ำไหลเข้าแต่บริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีกระแสน้ำบางส่วนไหลออกจากอ่าวไทยตอนบนลงสู่อ่าวไทยตอนล่างความแรงกระแสน้ำมีความแรงน้อยกว่าในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนในเดือนพฤษภาคม-กันยายน (ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้) กระแสน้ำจะไหลเข้าสู่อ่าวไทยจากทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบกระแสน้ำที่ไหลออกจากอ่าวและมีทิศทางไหลออกไปทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย และกระแสน้ำมีความแรงขึ้น ในเดือนตุลาคมกระแสน้ำมีรูปแบบของทิศทางที่ไม่แน่นอนความแรงกระแสน้ำมีความแรงน้อยกว่าในเดือนสิงหาคม-กันยายน (ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้) ในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม (ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) รูปแบบกระแสน้ำมีรูปแบบไหลเข้าอ่าวไทยจากทางอ่าวไทยฝั่งตะวันออกและไหลขึ้นสู่อ่าวไทยตอนบนและกระแสน้ำมีความแรงกว่าในเดือนตุลาคม

จากการศึกษาถึงความแรงกระแสน้ำในช่วงภาวะเอลนีโญกระแสน้ำในช่วงเดือนมกราคม-เมษายนมีความเร็วน้อยกว่าเนื่องจากลมค้าตะวันออกอ่อนกำลังลงในช่วงภาวะเอลนีโญและผนวกกับเป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดจากทะเลจีนใต้ขึ้นมานั้นเป็นช่วงที่อ่อนกำลังจึงส่งผลให้กระแสน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวในปีภาวะเอลนีโญมีความแรงน้อยกว่าในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน ซึ่งในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายนนั้นเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่กำลัแรงประกอบกับในภาวะเอลนีโญที่ลมค้าตะวันออกอ่อนกำลังทำให้ลมค้าตะวันตกพัดแรงขึ้นและประกอบกับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของอ่าวไทยมีกำลังแรงในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน ทำให้กระแสน้ำมีความเร็วมากขึ้นและประกอบกับในช่วงปีภาวะเอลนีโญอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าค่อนข้างสูงทำให้เกิดพายุบ่อยครั้งและความรุนแรงของพายุก็จะส่งผลทำให้กระแสน้ำที่ผิวน้ำน้ำทะเลมีความเร็วมากขึ้นได้

7.2.2 รูปแบบกระแสน้ำในปีภาวะลานินญา (พ.ศ.2542-2543)

จากข้อมูลพบว่าในภาวะลานินญาในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ ปีพ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ รูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำมีรูปแบบคล้ายคลึง

กันกับปีพ.ศ. 2543 กล่าวคือกระแสน้ำจะไหลเข้าอ่าวไทยจากทางทิศตะวันออกของอ่าวไทยและไหลเข้าสู่อ่าวไทยตอนบน และกระแสน้ำบางส่วนจะมีทิศทางไหลออกจากอ่าวทางฝั่งตะวันออก แลบลายแหลมคาเมาและทางอ่าวไทยตอนล่าง (ตอนใต้ของอ่าวไทย) แต่ความแรงกระแสน้ำจะมีความแรงน้อยกว่าในช่วงภาวะเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541) ในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนของปี พ.ศ.2542-2543 ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมจากตะวันออกเฉียงเหนือเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ รูปแบบกระแสน้ำจะมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน ซึ่งรูปแบบกระแสน้ำมีทิศทางไม่แน่นอนและมีรูปแบบไม่แน่นอนคล้ายคลึงกับปีภาวะเอลนีโญแต่กระแสน้ำจะไหลแรงกว่าในปีภาวะเอลนีโญ แต่พบว่ารูปแบบกระแสน้ำจะมีรูปแบบที่ไหลเข้าอ่าวไทยจากทางฝั่งตะวันออก และมีกระแสน้ำบางส่วนที่ไหลลงสู่ทางตอนใต้ของอ่าวไทยและกระแสน้ำบางส่วนไหลขึ้นจากทางตอนใต้ของอ่าวไทย แต่กระแสน้ำในส่วนของอ่าวไทยตอนบนมีทิศทางที่ไหลออกจากอ่าวไทยตอนบน และความแรงของกระแสน้ำจะมีความแรงใกล้เคียงกับปีภาวะเอลนีโญ แต่ในเดือนมีนาคมในช่วงปี พ.ศ. 2542-2543 (ภาวะลานินญา) กระแสน้ำจะไหลแรงกว่าเดือนมีนาคมในช่วงปี พ.ศ.2540-2541 (ภาวะเอลนีโญ)

ส่วนในเดือนพฤษภาคม-กันยายน ของปีพ.ศ.2542-2543 ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่ารูปแบบกระแสน้ำมีรูปแบบที่แน่นอนมากขึ้น และพบว่ากระแสน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน กระแสน้ำจะไหลเข้าอ่าวไทยจากทางตอนใต้ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย และบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบกระแสน้ำที่ไหลออกจากอ่าวและมีทิศทางไหลออกไปทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย และพบว่าในเดือนกรกฎาคม-เดือนกันยายนในปี พ.ศ.2542 จะมีกระแสน้ำทางตอนใต้ของอ่าวไทยฝั่งตะวันตกไหลเข้าสู่อ่าวไทยและไหลออกทางฝั่งตะวันออกอย่างชัดเจน ซึ่งในปี พ.ศ.2542 กระแสน้ำจะไหลแรงกว่าในปี พ.ศ.2543 ในปีภาวะลานินญากระแสน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน กระแสน้ำจะไหลแรงกว่าในปีภาวะเอลนีโญ

สำหรับในเดือนตุลาคมของปี พ.ศ.2542-2543 เป็นช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมจากตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ รูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ซึ่งกระแสน้ำในบริเวณทางตอนใต้ของอ่าวไทยฝั่งตะวันตกและบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กระแสน้ำจะมีทิศทางไหลเข้าอ่าวไทยและบริเวณอ่าวไทยตอนบนพบว่ากระแสน้ำจะไหลเข้าสู่อ่าวไทยตอนบน แต่ความแรงกระแสน้ำมีความแรงน้อยกว่าในเดือนสิงหาคมและกันยายน สำหรับในเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม ในปีพ.ศ.2542-2543 ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ รูปแบบกระแสน้ำมีรูปแบบแน่นอนมากขึ้น กล่าวคือ กระแสน้ำมีรูปแบบไหลเข้าอ่าวไทยจากทางอ่าวไทยฝั่งตะวันออกและไหลขึ้นสู่อ่าวไทยตอนบนและในเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม

กระแสน้ำบางส่วนจากอ่าวไทยฝั่งตะวันออกมีทิศทางที่ไหลลงสู่ทางตอนใต้ของอ่าวไทยและกระแสน้ำมีรูปแบบไหลแรงกว่าในช่วงเดือนตุลาคม ดังภาพที่ 53-56

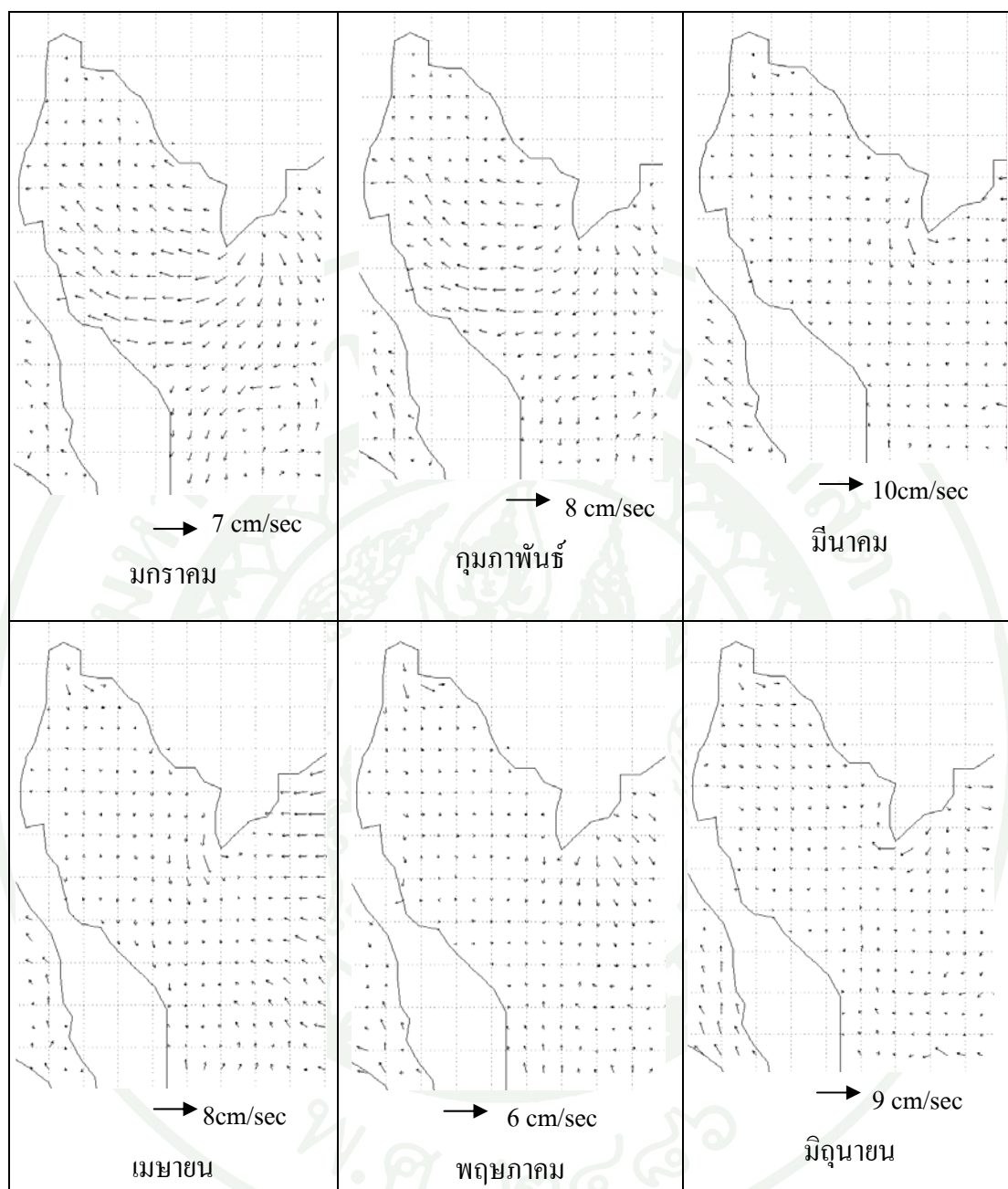
จากการศึกษารูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในช่วงปีภาวะเอลนีโญและภาวะลานินญาพบว่ารูปแบบกระแสน้ำในช่วงเดือนสิงหาคมกระแสน้ำไหลออกจากด้านฝั่งตะวันตกของอ่าวและบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบกระแสน้ำที่ไหลออกจากอ่าวและมีทิศทางไหลออกไปทางฝั่งตะวันออก-ตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นไปตามหลักของ Ekman Transport และในบริเวณที่ปลายแหลมคาเมาพบว่ามีกระแสน้ำววน (eddy) แบบทวนเข็มนาฬิกา และกระแสน้ำมีความแรงค่อนข้างมาก ส่วนในเดือนตุลาคมพบว่ากระแสน้ำเริ่มกลับทิศทางโดยไหลออกจากอ่าวไทยทางปลายแหลมคาเมาและกระแสน้ำไหลเข้าอ่าวไทยในรูปแบบที่ไม่ชัดเจนโดยมีน้ำเข้าไปสะสมในอ่าวไทยตอนบน สำหรับเดือนมกราคมพบว่าบริเวณปากอ่าวไทยมีน้ำไหลเลี้ยวเบนจากฝั่งตะวันออกไปในทิศทางตะวันตก และทางฝั่งตะวันตกมีกระแสน้ำไหลเลี้ยวขึ้นไปทางเหนือ และบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีน้ำไหลออกจากอ่าว สำหรับเดือนเมษายนนั้นบริเวณอ่าวไทยได้รับอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งทิศทางลมอยู่ในแนวเดียวกับการวางตัวของอ่าวไทยจึงส่งผลทำให้กระแสน้ำไหลเป็นวงแบบตามเข็มนาฬิกา

สำหรับในปีภาวะลานินญากระแสน้ำในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์กระแสน้ำจะไหลเข้าอ่าวไทยจากทางฝั่งตะวันออกและไหลเข้าสู่อ่าวไทยตอนบนและกระแสน้ำบางส่วนจะมีทิศทางไหลออกจากอ่าวไทยทางฝั่งตะวันออกแล้วปลายแหลมคาเมาและทางอ่าวไทยตอนล่าง แต่ความแรงกระแสน้ำจะมีความแรงน้อยกว่าในช่วงภาวะเอลนีโญ

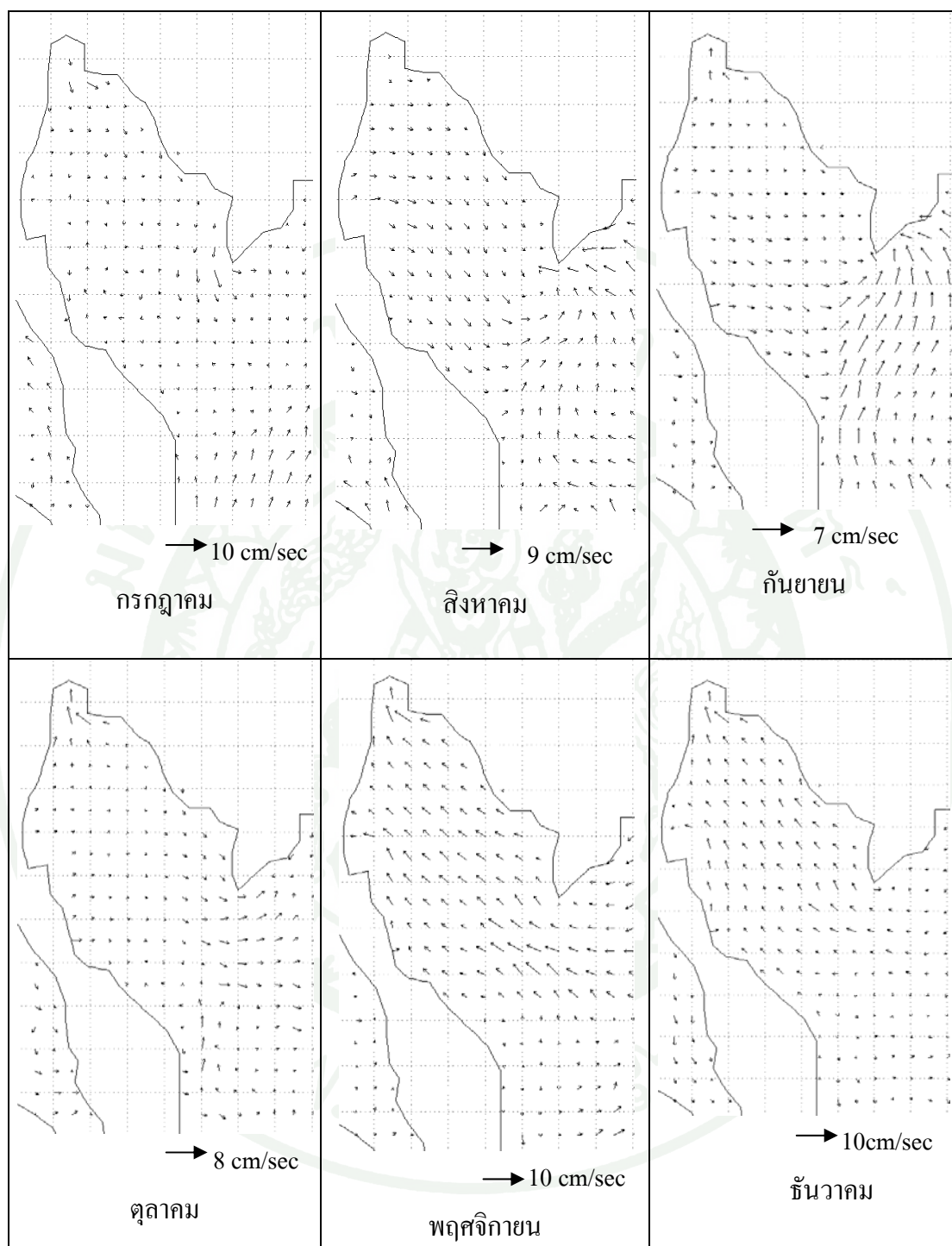
ในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน รูปแบบกระแสน้ำมีรูปแบบทิศทางที่ไม่แน่นอนซึ่งคล้ายคลึงกับปีภาวะเอลนีโญแต่กระแสน้ำจะแรงกว่าในปีภาวะเอลนีโญ ส่วนกระแสน้ำในเดือนพฤษภาคม-กันยายน กระแสน้ำจะไหลเข้าสู่อ่าวไทยจากทางตอนใต้ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบกระแสน้ำที่ไหลออกจากอ่าวและมีทิศทางไหลออกไปทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย และกระแสน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายนในปีภาวะลานินญากระแสน้ำจะไหลแรงกว่าในปีภาวะเอลนีโญซึ่งรูปแบบการไหลจะคล้ายคลึงกันเพราะเนื่องจากเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เหมือนกันแต่สาเหตุที่ในปีลานินญากระแสน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนมีความแรงกว่าในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนในปีภาวะเอลนีโญนั้น เนื่องมาจากภาวะลานินญาลมค้าตะวันออกเฉียงใต้มีความแรงขึ้นและอิทธิพลของลานินญามีความแรง

กว่ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้จึงส่งผลให้กระแสน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวมีความแรงกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญ

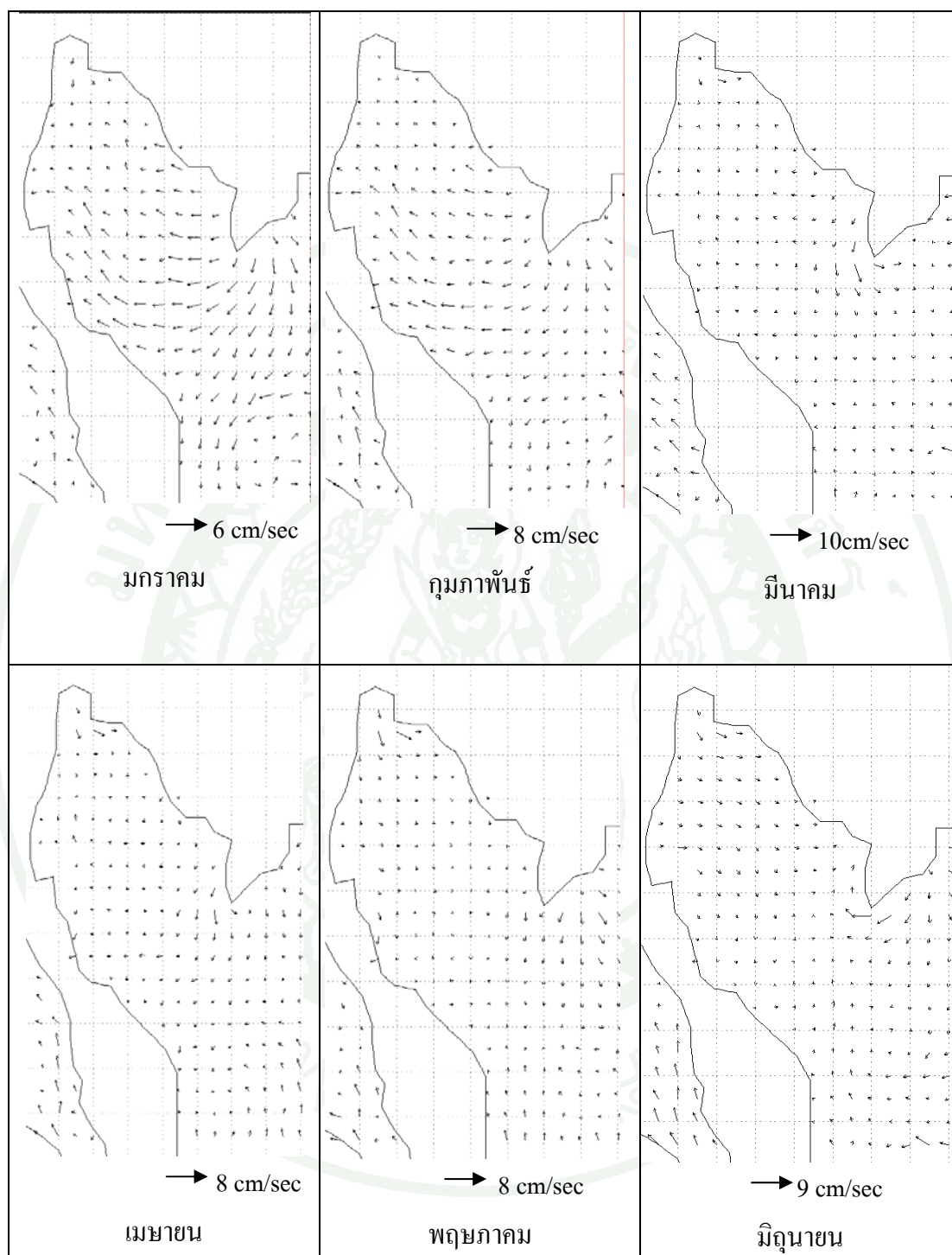
สำหรับเดือนตุลาคมกระแสน้ำมีรูปแบบทิศทางที่ไม่แน่นอนเนื่องจากเป็นช่วงที่เปลี่ยนฤดูมรสุมจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และสำหรับในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ของปีภาวะลานินญารูปแบบกระแสน้ำบางส่วนจากอ่าวไทยฝั่งตะวันออกมีทิศทางการไหลลงสู่อ่าวไทยทางตอนใต้ของอ่าวไทยและกระแสน้ำมีรูปแบบไหลแรงกว่าในช่วงเดือนตุลาคมเนื่องจากในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม เป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือลมมรสุมจากประเทศจีนพัดปกคลุมอ่าวไทยและมีความแรงกว่าในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนตุลาคมประกอบกับในปีภาวะลานินญาลมค้าตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความแรงทำให้กระแสน้ำจากทะเลเปิดทางฝั่งตะวันออกไหลแรงขึ้นและขับเคลื่อนให้กระแสน้ำที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคมมีความแรงมากขึ้น แต่สำหรับในภาวะปกติกระแสน้ำจะมีรูปแบบการไหลเวียนคล้ายคลึงกันกับในปีภาวะเอลนีโญและภาวะลานินญา ส่วนความแรงกระแสน้ำจะมีลักษณะเบากว่าในช่วงภาวะเอลนีโญและภาวะลานินญาที่เป็นในช่วงเดือนเดียวกัน เนื่องจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือประกอบกับลมค้าและรวมถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลอยู่ในสภาวะปกติจึงส่งผลทำให้รูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยโดยเฉพาะความแรงของกระแสน้ำมีความแรงปานกลางด้วย



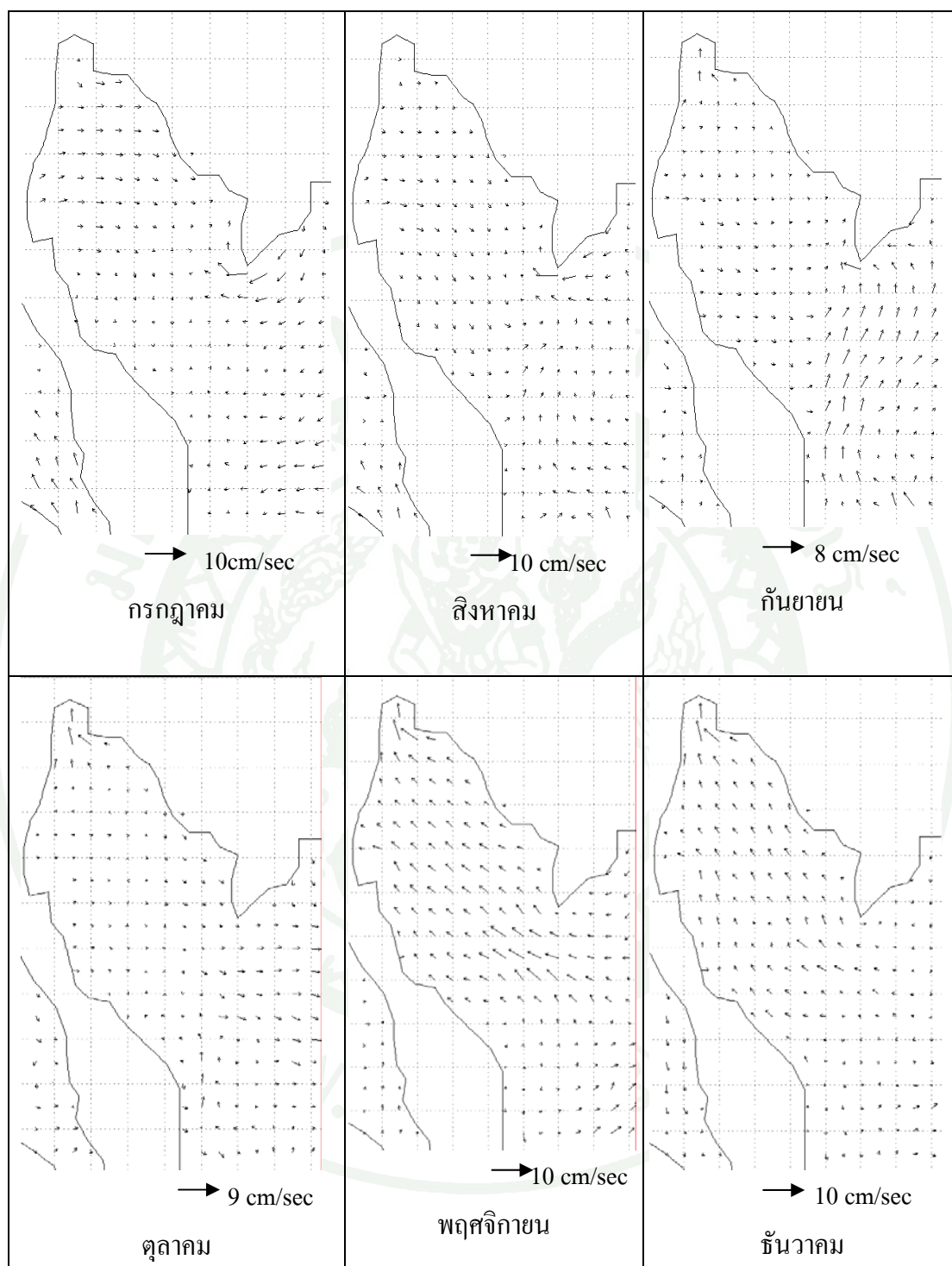
ภาพที่ 49 การไหลเวียนกระแสลมในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2540 (มกราคม-มิถุนายน)



ภาพที่ 50 การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2540 (กรกฎาคม-ธันวาคม)



ภาพที่ 51 การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2541 (มกราคม-มิถุนายน)



ภาพที่ 52 การไหลเวียนกระแสลมในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2541 (กรกฎาคม-ธันวาคม)

7.2.3 รูปแบบกระแสน้ำในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546)

ในภาวะปกติ (พ.ศ.2546) ในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์รูปแบบกระแสน้ำจะคล้ายคลึงกับในช่วงภาวะเอลนีโญและลานีญา กล่าวคือกระแสน้ำจะไหลเข้าอ่าวไทยจากทางตะวันออกของอ่าวไทยและกระแสน้ำบางส่วนจะไหลลงทางตอนใต้ของอ่าวไทย และพบว่ากระแสน้ำบางส่วนไหลเข้าสู่อ่าวไทยตอนบน ซึ่งกระแสน้ำในเดือนกุมภาพันธ์จะไหลแรงกว่าในเดือนมกราคมแต่กระแสน้ำจะไหลเบากว่าในช่วงภาวะลานีญา (พ.ศ.2542-2543) ในภาวะเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541) สำหรับในเดือนมีนาคม-เดือนเมษายน พบว่ากระแสน้ำมีรูปแบบที่ไม่แน่นอนแต่คล้ายคลึงกันกับในเดือนมีนาคม-เมษายนในภาวะเอลนีโญและลานีญา กล่าวคือ กระแสน้ำบางส่วนไหลเข้าอ่าวไทยจากทางอ่าวไทยฝั่งตะวันออกและกระแสน้ำบางส่วนไหลเข้าอ่าวไทยซึ่งไหลมาจากทางตอนใต้ของอ่าวไทยและกระแสน้ำอ่าวไทยตอนบนไหลลงสู่อ่าวไทยตอนล่างและไหลออกจากอ่าวไทย ซึ่งความแรงของกระแสน้ำในเดือนมีนาคม-เมษายน ในปีพ.ศ.2546 จะมีความแรงน้อยกว่าปีภาวะเอลนีโญ (พ.ศ.2540-2541) และปีภาวะลานีญา (พ.ศ.2542-2543)

สำหรับกระแสน้ำในเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน (พ.ศ.2546) ในปีภาวะปกติพบว่ารูปแบบกระแสน้ำจะคล้ายกับกระแสน้ำในช่วงภาวะเอลนีโญและภาวะลานีญา กล่าวคือ รูปแบบกระแสน้ำในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน รูปแบบกระแสน้ำมีรูปแบบที่ไหลเข้าอ่าวไทยที่ไหลมาจากทางตอนล่างของอ่าวไทยและกระแสน้ำจากอ่าวไทยตอนบนไหลลงสู่อ่าวไทยตอนล่างและไหลออกจากอ่าวไทย

ส่วนในเดือนกรกฎาคม-กันยายน ในปีพ.ศ.2546 รูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำมีลักษณะแน่นอน กล่าวคือ กระแสน้ำบางส่วนจะไหลเข้าสู่อ่าวไทยจากทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยและกระแสน้ำทางตอนบนของอ่าวไทยจะมีลักษณะไหลออกจากอ่าวไทย ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่ากระแสน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกันยายน รูปแบบกระแสน้ำจะคล้ายคลึงกันกับกระแสน้ำในช่วงภาวะเอลนีโญและในช่วงภาวะลานีญา แต่กระแสน้ำในภาวะปกติจะมีความแรงน้อยกว่าในช่วงภาวะเอลนีโญและภาวะลานีญา

สำหรับกระแสน้ำในเดือนตุลาคมในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) รูปแบบกระแสน้ำจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับปีภาวะเอลนีโญและในปีภาวะลานีญา กล่าวคือ กระแสน้ำทางฝั่งตะวันออกทางปลายแหลมคาเมาจะมีทิศทางไหลออกจากอ่าว และกระแสน้ำบางส่วนทางตอนใต้มีทิศทางไหลขึ้นและบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีกระแสน้ำไหลเข้า ส่วนบริเวณกลางอ่าวไทยกระแสน้ำ

มีรูปแบบที่ไหลเข้าอ่าวไทยและไหลออกจากอ่าวไทยซึ่งมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน แต่รูปแบบของกระแสน้ำจะคล้ายกับช่วงปีภาวะเอลนีโญและปีภาวะลานินญา แต่ความแรงของกระแสน้ำในภาวะปกติ (พ.ศ.2546) มีความแรงของกระแสน้ำน้อยกว่าในภาวะเอลนีโญและภาวะลานินญา

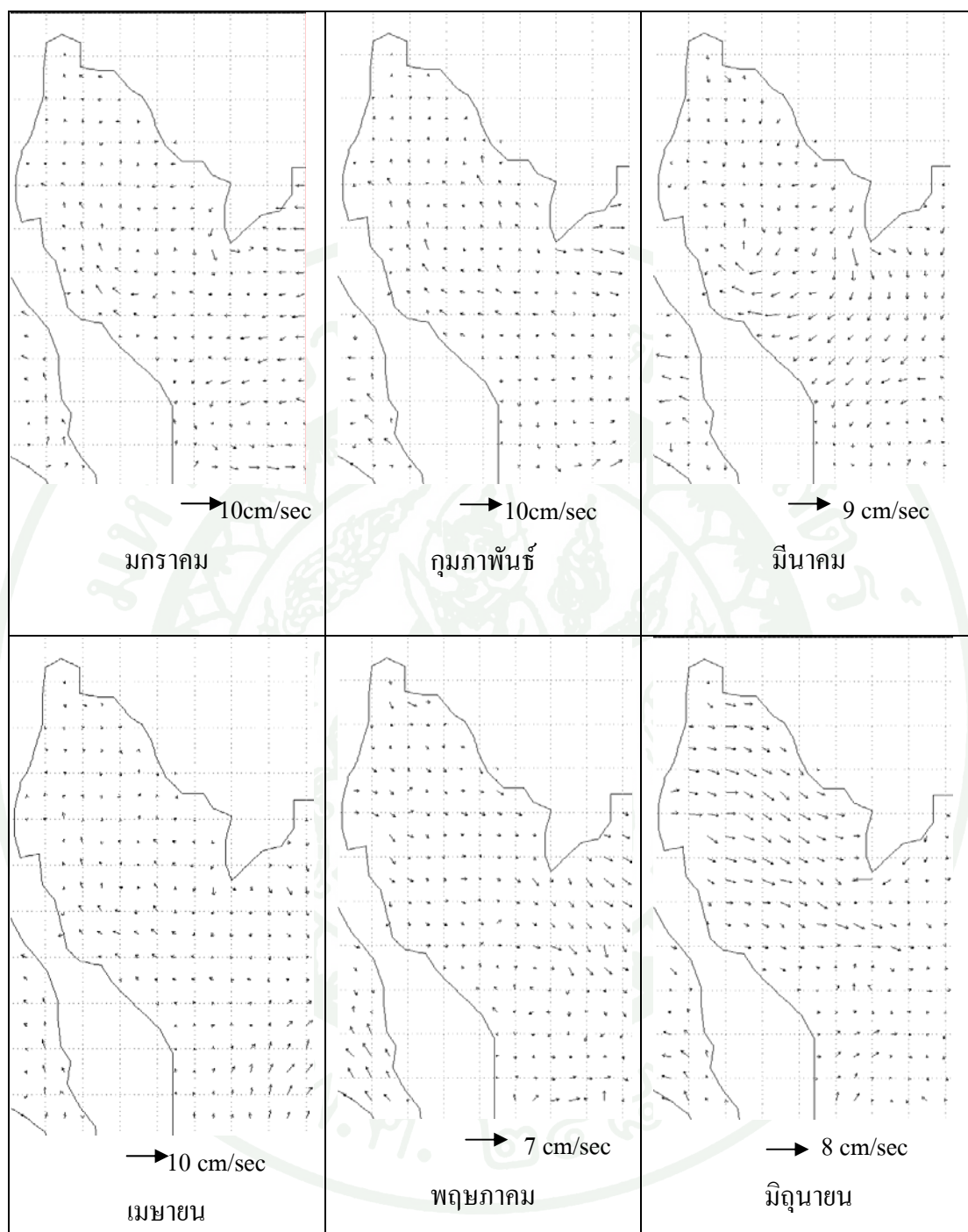
สำหรับกระแสน้ำในเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมในปีภาวะปกติ (พ.ศ. 2546) รูปแบบกระแสน้ำในทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยและทางตอนใต้ของอ่าวไทยกระแสน้ำมีรูปแบบการไหลออกจากอ่าวไทยแต่ในบริเวณอ่าวไทยตอนล่างรูปแบบกระแสน้ำมีทิศทางไหลขึ้นสู่อ่าวไทยตอนบน ซึ่งรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำมีรูปแบบคล้ายคลึงกับในปีภาวะเอลนีโญและในปีภาวะลานินญา แต่กระแสน้ำในปีภาวะปกติจะมีความแรงน้อยกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญและในปีภาวะลานินญา ดังภาพที่ 57-58

จากการศึกษารูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในปีภาวะปกติ (พ.ศ.2546) จะสังเกตเห็นได้ว่ากระแสน้ำในเดือนสิงหาคมไหลเข้าอ่าวไทยทางปลายแหลมคาเมาและแตกต่างกับกระแสน้ำในเดือนสิงหาคมในช่วงภาวะเอลนีโญและลานินญา กล่าวคือไม่พบการหมุนวนของกระแสน้ำ สำหรับเดือนตุลาคมพบว่ากระแสน้ำจะมีความคล้ายคลึงกับในช่วงปีภาวะเอลนีโญและลานินญา กล่าวคือ กระแสน้ำเริ่มกลับทิศทางโดยไหลออกจากอ่าวไทยทางปลายแหลมคาเมาและกระแสน้ำไหลเข้าอ่าวไทยในรูปแบบที่ไม่ชัดเจนโดยมีน้ำเข้าไปสะสมในอ่าวไทยตอนบน ส่วนเดือนมกราคมพบว่ากระแสน้ำมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันกับในช่วงปีภาวะเอลนีโญและลานินญา โดยที่กระแสน้ำนั้นได้เลี้ยวเบนจากฝั่งตะวันออกไปในทิศทางตะวันตกและทางฝั่งตะวันตกมีกระแสน้ำไหลเลียบขึ้นไปทางเหนือและบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีน้ำไหลออกจากอ่าวแต่ไม่แรงเท่ากับในช่วงปีภาวะเอลนีโญและปีภาวะลานินญา

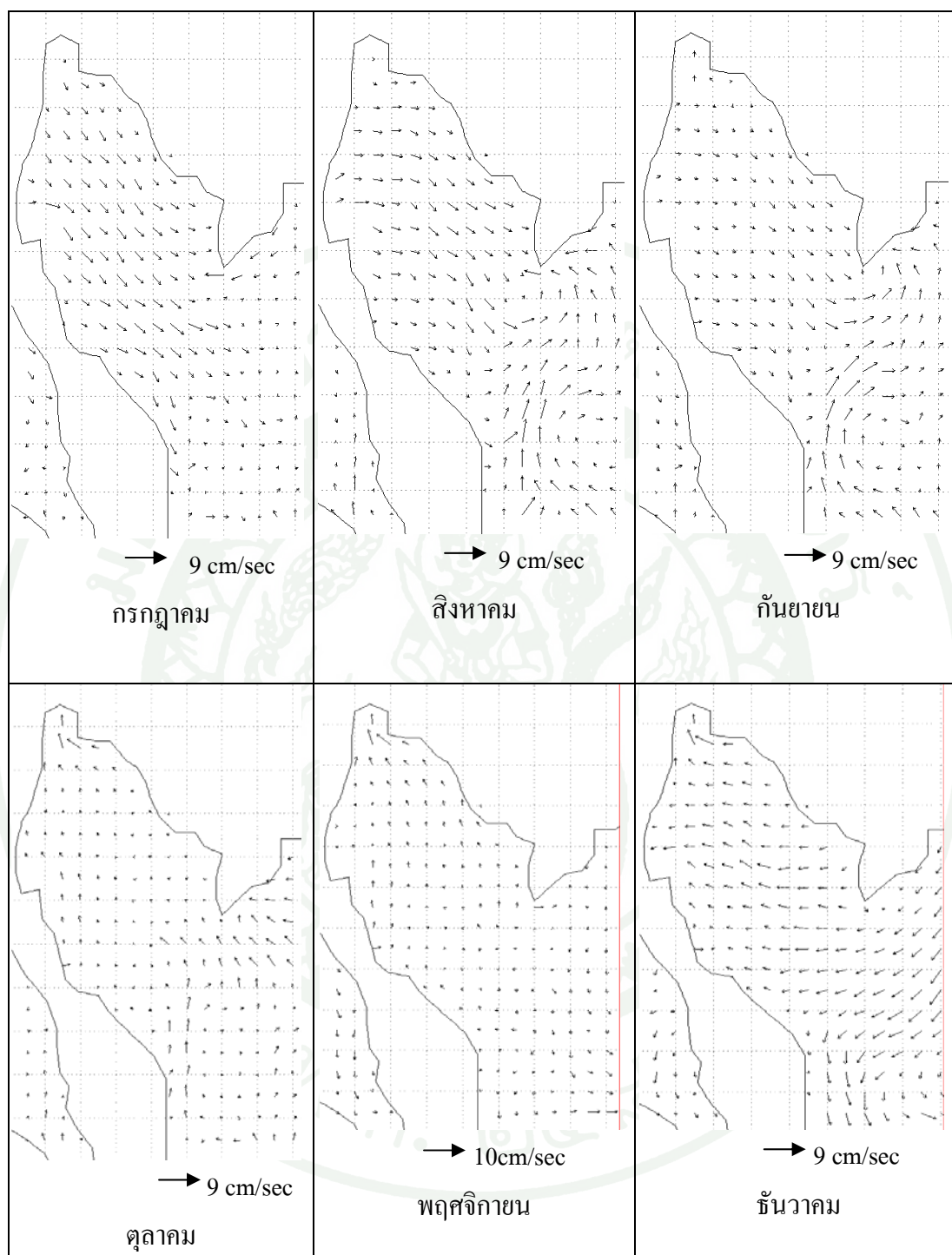
สำหรับกระแสน้ำในเดือนเมษายนในปีภาวะปกติจะเห็นได้ว่ากระแสน้ำจะไม่เกิดการไหลเป็นวงตามเข็มนาฬิกาเหมือนกับในช่วงเดือนเมษายนของปีภาวะเอลนีโญและปีภาวะลานินญา สำหรับความแรงกระแสน้ำจะมีลักษณะเบากว่าในช่วงภาวะเอลนีโญและภาวะลานินญา ที่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน หมายความว่าในปีภาวะปกติลมจะเบากว่าในช่วงภาวะเอลนีโญและลานินญาแต่ทิศทางลมไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และเมื่อสังเกตค่าทิศทางกระแสน้ำและความเร็วกระแสน้ำสุทธิของอ่าวไทย ดังตารางที่ 26 และตารางที่ 27 และค่าการทดสอบความแตกต่างของทิศทางกระแสน้ำและความเร็วกระแสน้ำในช่วงปีภาวะเอลนีโญกับปีภาวะปกติกับในช่วงปีภาวะลานินญากับปีภาวะปกติ ดังตารางที่ 28 และตารางที่ 29 พบว่าทิศทางกระแสน้ำสุทธิในช่วงปีภาวะเอลนีโญกับปีภาวะปกติไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 และทิศทางกระแสน้ำสุทธิ

ในช่วงปีภาวะลานินญากับปีภาวะปกติไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 และสังเกตเห็นได้ว่าทิศทางกระแสน้ำสุทธิในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีทิศทางไหลออก ดังตารางที่ 26 สำหรับความเร็วกระแสน้ำในช่วงปีภาวะเอลนินโญ่กับปีภาวะปกติและความเร็วกระแสน้ำในช่วงปีภาวะลานินญากับปีภาวะปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสังเกตเห็นได้ว่าความเร็วกระแสน้ำในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีความเร็วกว่าช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ดังตารางที่ 27

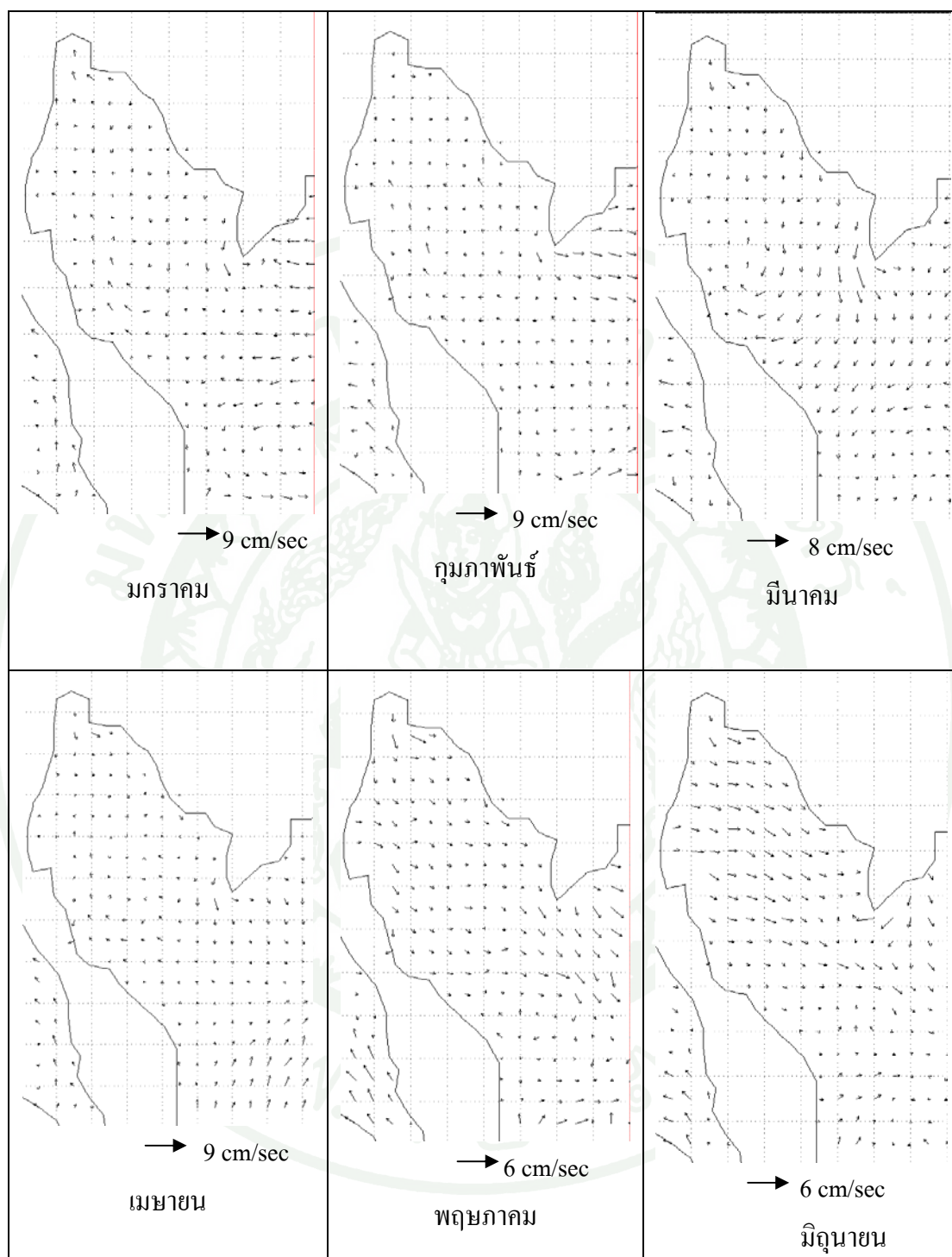




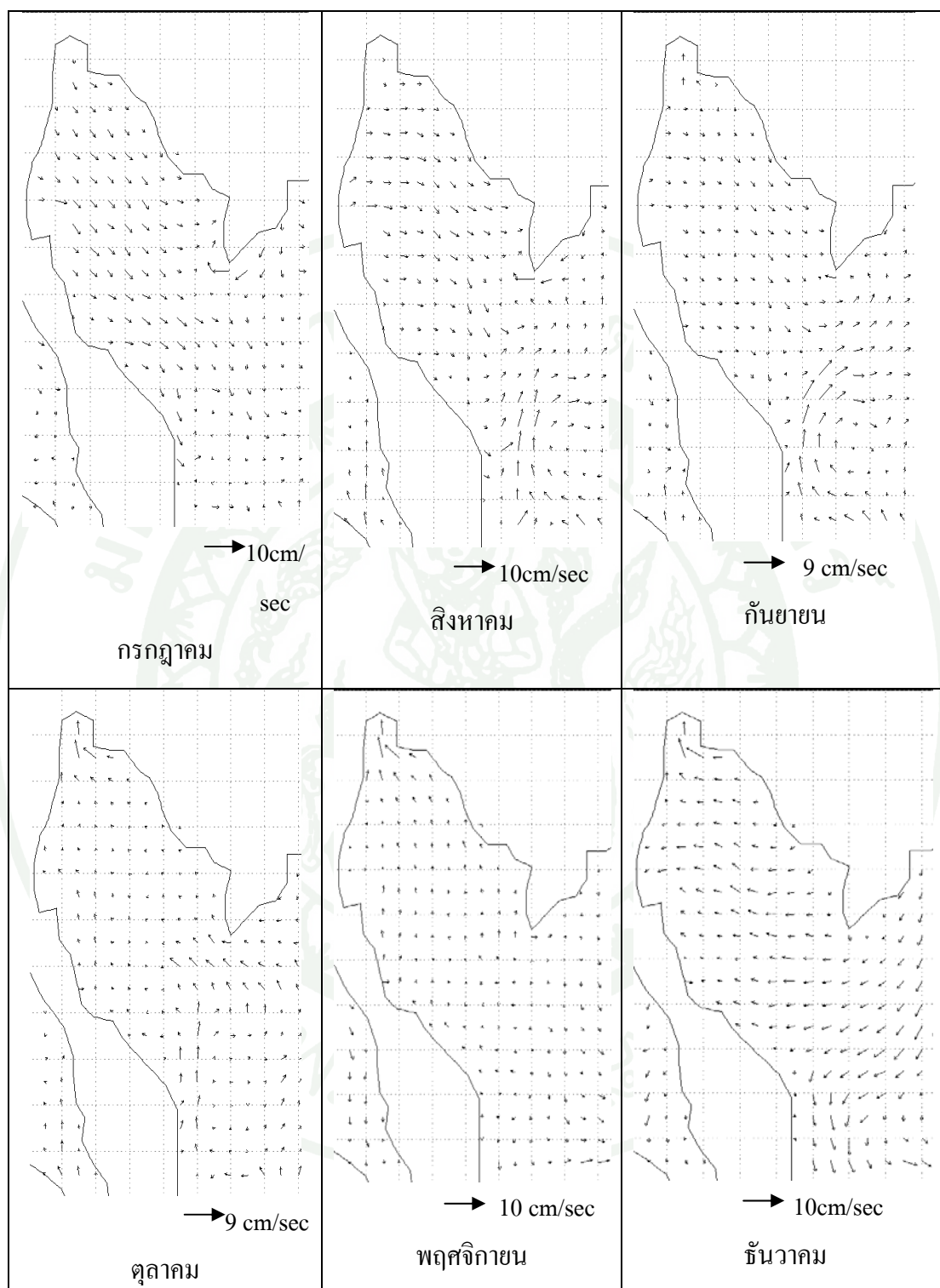
ภาพที่ 53 การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2542 (มกราคม-มิถุนายน)



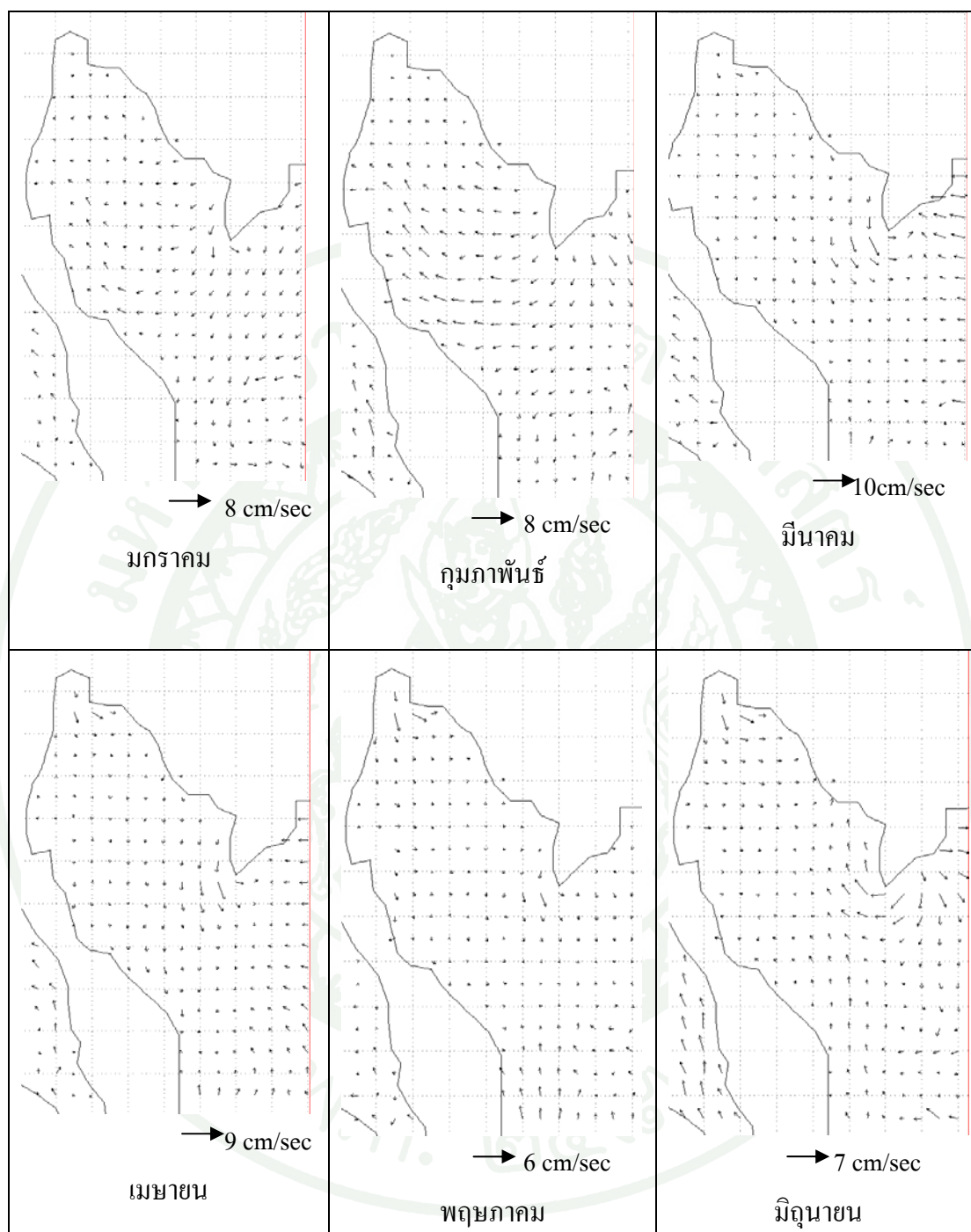
ภาพที่ 54 การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2542 (กรกฎาคม-ธันวาคม)



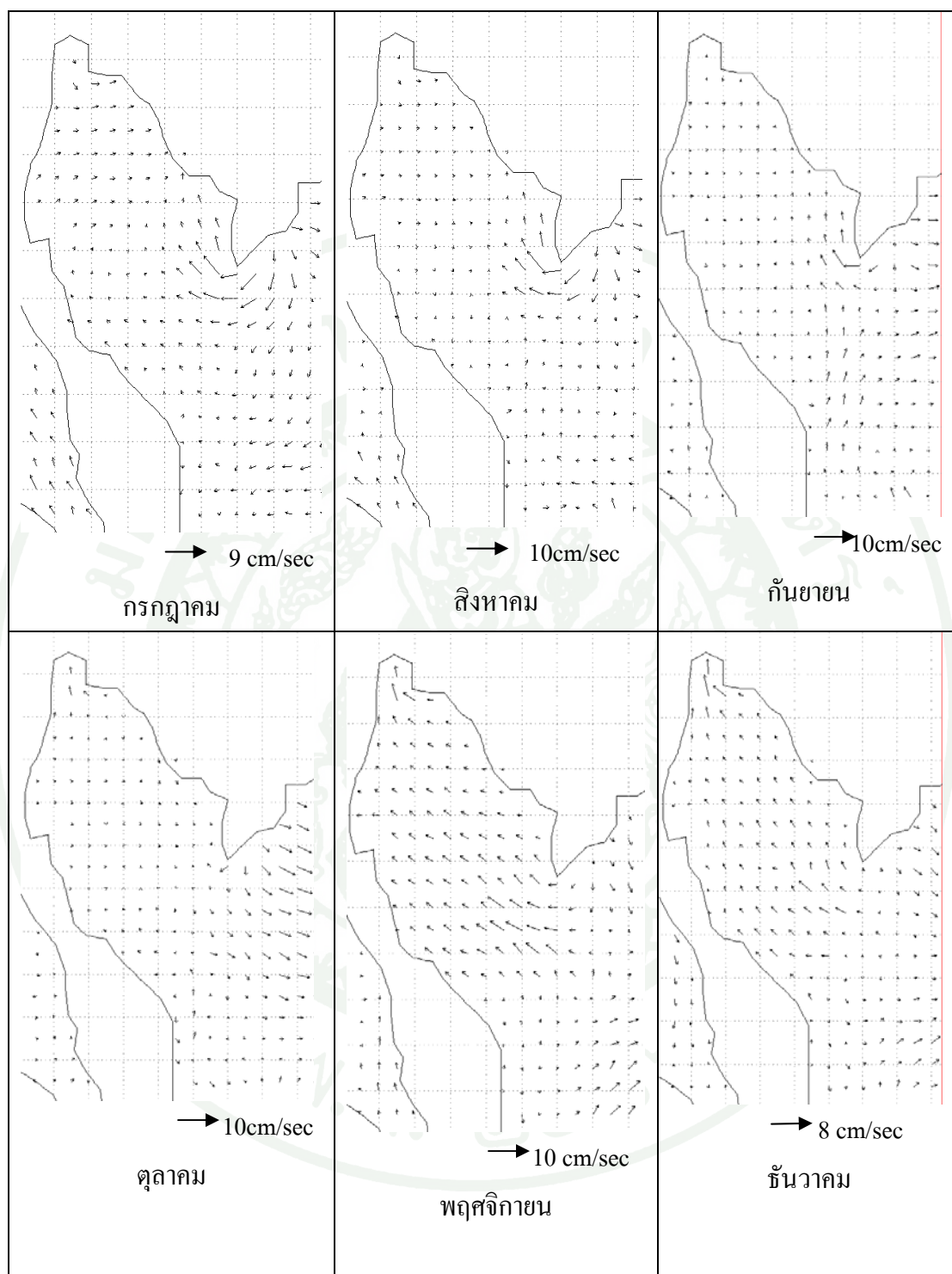
ภาพที่ 55 การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2543 (มกราคม-มิถุนายน)



ภาพที่ 56 การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2543 (กรกฎาคม-ธันวาคม)



ภาพที่ 57 การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2546 (มกราคม-มิถุนายน)



ภาพที่ 58 การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทยปี พ.ศ. 2546 (กรกฎาคม-ธันวาคม)

ตารางที่ 26 ทิศทางกระแสน้ำสุทธี (องศา) ที่ได้จาก 100 จุดของบริเวณอ่าวไทยจากแบบจำลอง
กระแสน้ำ

เดือน	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2546
มกราคม	245.17	279.21	160.56	317.43	227.75
กุมภาพันธ์	186.45	115.32	195.31	245.11	100.32
มีนาคม	205.19	215.14	214.19	310.88	254.19
เมษายน	190.36	198.32	199.95	235.41	193.89
พฤษภาคม	121.95	159.11	134.18	142.19	100.85
มิถุนายน	145.31	134.28	120.16	100.81	187.13
กรกฎาคม	89.13	110.48	170.34	95.34	125.31
สิงหาคม	149.19	172.03	195.11	120.11	152.50
กันยายน	120.16	187.65	145.06	143.28	176.33
ตุลาคม	166.02	183.25	100.45	87.35	117.90
พฤศจิกายน	225.18	200.07	263.86	198.14	310.96
ธันวาคม	315.75	278.49	318.12	237.18	348.55

ตารางที่ 27 ความเร็วกระแสน้ำสุทธี (cm/sec) ที่ได้จาก 100 จุดของบริเวณอ่าวไทยจากแบบจำลอง
กระแสน้ำ

เดือน	พ.ศ.2540	พ.ศ.2541	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2546
มกราคม	11.45	9.03	7.19	8.15	6.10
กุมภาพันธ์	12.21	11.18	12.23	10.14	9.45
มีนาคม	9.16	9.11	10.18	11.23	12.31
เมษายน	8.23	7.09	6.13	7.83	8.72
พฤษภาคม	10.45	13.21	14.91	13.11	12.64
มิถุนายน	17.34	18.77	20.11	19.45	13.73
กรกฎาคม	20.13	23.19	20.67	21.44	15.79
สิงหาคม	16.72	14.30	18.32	17.12	6.63
กันยายน	24.78	22.18	23.66	19.74	14.27
ตุลาคม	15.52	17.66	18.14	16.33	8.24
พฤศจิกายน	12.19	10.15	9.15	8.91	10.69
ธันวาคม	10.11	10.49	10.75	9.35	9.66

ตารางที่ 28 ค่าทางสถิติ t-test ของค่าทิศทางกระแสน้ำสุทธิต่อระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างปี
ภาวะเอลนินโญ่กับปีภาวะปกติและปีภาวะลานินญ่ากับปีภาวะปกติ

ภาวะเอลนินโญ่ (พ.ศ.2540) กับปีภาวะ ปกติ (พ.ศ.2546)	ภาวะเอลนินโญ่ (พ.ศ.2541) กับปีภาวะ ปกติ (พ.ศ.2546)	ภาวะลานินญ่า (พ.ศ.2542) กับปีภาวะ ปกติ (พ.ศ.2546)	ภาวะลานินญ่า (พ.ศ.2543) กับปีภาวะ ปกติ (พ.ศ.2546)
t-test -.806	t-test -.331	t-test -.444	t-test -.223
SD. 48.63	SD. 54.34	SD.50.93	SD.80.84
Sig(2-tailed) .437 ns	Sig(2-tailed).747 ns	Sig(2-tailed).665 ns	Sig(2-tailed).828 ns

หมายเหตุ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 29 ค่าทางสถิติ t-test ของค่าความเร็วกระแสน้ำสุทธิต่อระดับความเชื่อมั่น 95% ระหว่างปี
ภาวะเอลนินโญ่กับปีภาวะปกติและปีภาวะลานินญ่ากับปีภาวะปกติ

ภาวะเอลนินโญ่ (พ.ศ.2540) กับปีภาวะ ปกติ (พ.ศ.2546)	ภาวะเอลนินโญ่ (พ.ศ.2541) กับปีภาวะ ปกติ (พ.ศ.2546)	ภาวะลานินญ่า (พ.ศ.2542) กับปีภาวะ ปกติ (พ.ศ.2546)	ภาวะลานินญ่า (พ.ศ.2543) กับปีภาวะ ปกติ (พ.ศ.2546)
t-test 2.603	t-test 2.615	t-test 2.563	t-test 2.463
SD. 4.44	SD. 4.21	SD. 4.87	SD. 4.05
Sig(2-tailed) .025*	Sig(2-tailed) .024*	Sig(2-tailed) .026*	Sig(2-tailed).032*

หมายเหตุ * นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาในข้างต้นพบว่ามีความสอดคล้องกับงานวิจัยของปราโมทย์ (2527) ที่ได้ทำการศึกษากาไหลเวียนของน้ำเนื่องจากอิทธิพลของลมในอ่าวไทยตอนบนในรูปแบบของแบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่าทิศทางการไหลของน้ำมีทิศเบนไปทางขวาตามแรงโคลิโอลิสแต่ในบางจุดมีการเบี่ยงเบนของทิศทางการไหลในทางซ้ายทั้งนี้เนื่องจากรูปร่างภูมิประเทศของอ่าวไทย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมยศ (2541) ที่ได้รายงานไว้ ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำมีทิศทางการไหลออกจากอ่าวไทย ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

กระแสน้ำมีทิศทางการไหลเข้าสู่อ่าวไทยทางด้านฝั่งตะวันออก แต่ในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในเดือนเมษายนและเดือนตุลาคมรูปแบบกระแสน้ำมีทิศทางที่ไม่แน่นอน และจากการศึกษาวิจัยของ Buranapratheprat *et al.* (2006) ได้ศึกษากระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนที่เกิดจากอิทธิพลของลมพบว่ากระแสน้ำมีทิศทางการไหลแบบทวนเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เมื่อขนาดของลมในทางทิศตะวันออกหรือลมทางทิศใต้มีความแรงกว่าลมทางทิศตะวันตกหรือลมทางทิศเหนือ ตามลำดับ และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุกุล (2552) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองไฮโดรไดนามิกส์สองมิติซึ่งได้ถูกนำมาใช้ศึกษาการไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งจังหวัดชลบุรี โดยใช้ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญสำหรับการคำนวณได้แก่ ข้อมูลลม ข้อมูลน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ลักษณะการไหลเวียนของน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งจังหวัดชลบุรี ในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของลมมรสุมและปริมาณน้ำท่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของลักษณะการไหลเวียนของกระแสน้ำในบริเวณที่ศึกษา ลมจากทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศใต้ ทำให้น้ำทะเลจากภายนอกไหลเข้ามาในพื้นที่จากทางด้านใต้และไหลออกทางทิศตะวันตกบริเวณตอนเหนือของพื้นที่ ในทางตรงข้ามกันในช่วงที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรงเกิดการไหลเวียนของน้ำเข้ามาในบริเวณตอนเหนือของอ่าวจากทิศตะวันตกและไหลออกจากพื้นที่ทางด้านทิศใต้ น้ำท่าจากแม่น้ำบางปะกงทำให้กระแสน้ำไหลออกสู่ทะเลและมีความแรงในช่วงฤดูน้ำหลาก (สิงหาคม-ตุลาคม) และผลการศึกษาในครั้งนี้มีความคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Sojisuporn *et al.* (2010) ซึ่งได้ทำการศึกษากระแสน้ำตามฤดูกาลในช่วงปี พ.ศ. 2538-พ.ศ.2543 กล่าวคือรูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำที่อยู่ในช่วงเดือนที่ได้รับอิทธิพลมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน การศึกษาวิจัยในครั้งนี้

จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่ากระแสน้ำจะขึ้นอยู่กับทิศทางลมเป็นหลัก และความเร็วกระแสน้ำจะขึ้นอยู่กับความแรงของลม และในช่วงภาวะเอลนีโญและภาวะลานินญาก็จะส่งผลถึงความแรงกระแสน้ำในแต่ละช่วงเดือนและช่วงมรสุมด้วย ถ้าอิทธิพลของเอลนีโญและลานินญ่าที่มีความรุนแรงก็จะสามารถที่จะเป็นปัจจัยที่จะมีบทบาทมากกว่าลมมรสุมและบดบังแรงของลมมรสุมได้ทำให้เกิดผลกระทบต่อรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยได้ ซึ่งอิทธิพลของลมมรสุมก็จะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบกระแสน้ำนั้นค่อนข้างน้อยได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ความผันผวนของอุณหภูมิอากาศ (Air Temperature Anomaly) และดัชนีของเอนโซ

จากผลการศึกษาความผันผวนของอุณหภูมิอากาศที่เกิดจากอิทธิพลของเอนโซพบว่า ค่าอุณหภูมิอากาศที่ผันผวนนั้นมีค่าสูงขึ้นในช่วงปีภาวะเอลนีโญ และค่าอุณหภูมิอากาศผันผวนจะมีค่าต่ำกว่าปกติในช่วงปีภาวะลานินญา และจากผลการศึกษาซึ่งศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศและดัชนีเอนโซ (SOI, MEI, SST (NINO1.2, NINO3, NINO4 และ NINO3.4) พบว่าสถานีคลองใหญ่ไม่มีการเลื่อนเวลาออกไปและได้ค่า R^2 สูงสุด จากการศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศกับดัชนีเอนโซในช่วงปีภาวะเอลนีโญพบว่าแต่ละสถานีต้องมีการเลื่อนเวลาออกไป 2-5 เดือน และช่วงปีภาวะลานินญาจะมีการเลื่อนเวลาออกไป 10-12 เดือน จึงจะทำให้มีค่าความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งการเลื่อนเวลานี้จะเป็นสิ่งที่บอกถึงระยะเวลาที่ปรากฏการณ์เอนโซมีผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยและจะได้สมการที่ใช้สำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยด้วย จากการศึกษาถึงปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานินญา และภาวะปกติ พบว่าค่าอุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยในช่วงปีภาวะเอลนีโญค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศจะมีค่าสูงกว่าในช่วงปีภาวะปกติ และช่วงภาวะปกติค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยจะมีค่าสูงกว่าในปีภาวะลานินญา

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าโดยภาพรวมทั้งหมดแล้วการพยากรณ์อุณหภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งในสถานะเอนโซควรใช้ดัชนี SST (NINO3.4) ประกอบการพยากรณ์เพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับอุณหภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งมีค่า R^2 ความสัมพันธ์ที่ดีที่สุด สาเหตุที่ดัชนี SST (NINO3.4) มีผลต่ออุณหภูมิอากาศในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุดเนื่องจากดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 นั้นอยู่บริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกและใกล้กับแอ่งน้ำอุ่นของมหาสมุทรแปซิฟิก เนื่องจากบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นเป็นบริเวณที่ลึกที่สุดซึ่งเป็นบริเวณรับมวลน้ำมหาศาลที่สามารถเก็บกักความร้อนได้ดีและคายความร้อนได้ดีจึงเป็นบริเวณที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพภูมิอากาศจึงส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศในช่วงปีเอลนีโญและลานินญาในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย

2. ความผันผวนของปริมาณฝน (Rain Anomaly) และดัชนีของเอนโซ

จากผลการศึกษาความผันผวนของปริมาณฝนที่เกิดจากอิทธิพลของเอนโซพบว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญปริมาณฝนผันผวนบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมีค่าต่ำ และปริมาณฝนผันผวนจะมีค่าสูงในช่วงปีภาวะลานินญา และจากการศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอนโซกับปริมาณฝนในช่วงปีภาวะเอลนีโญและในช่วงปีภาวะลานินญา พบว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญปริมาณน้ำฝนค่อนข้างต่ำ และแต่ละสถานีต้องมีการเลื่อนเวลาออกไปจึงจะทำให้มีค่า R^2 ที่สูง ซึ่งเวลาที่มีการเลื่อนออกไปนั้นจะเป็นเวลาที่ตรงกับในช่วงเวลาในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของอ่าวไทยซึ่งจะส่งผลให้เห็นถึงปริมาณฝนที่เกิดขึ้นได้ในแต่ละสถานี ซึ่งการเลื่อนเวลานี้จะเป็นสิ่งที่บอกถึงระยะเวลาที่ปรากฏการณ์เอนโซมีผลกระทบต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยและจะได้สมการที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย จากผลการศึกษาจะพบว่าปริมาณฝนในช่วงปีภาวะเอลนีโญจะมีค่าปริมาณฝนที่ต่ำกว่าในช่วงปีภาวะลานินญาและในปีภาวะปกติ แต่จะมีบางสถานีเท่านั้นที่ช่วงปีภาวะลานินญาที่มีปริมาณฝนน้อยกว่าสถานีอื่น ๆ อาทิ สถานีเกาะช้าง เกาะสมุย หัวหิน

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าโดยภาพรวมทั้งหมดแล้วการพยากรณ์ปริมาณฝนชายฝั่งในสภาวะเอนโซควรใช้ดัชนี SST (NINO3.4) ประกอบการพยากรณ์เพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับปริมาณฝนชายฝั่งมีค่า R^2 ดีที่สุด สาเหตุที่ดัชนี SST (NINO3.4) มีผลต่อปริมาณฝนในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุด เนื่องด้วยดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 นั้นอยู่บริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกและใกล้กับแอ่งน้ำอุ่นของมหาสมุทรแปซิฟิก เนื่องจากบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นเป็นบริเวณที่ลึกสุดซึ่งเป็นบริเวณรับมวลน้ำมหาศาลที่สามารถเก็บกักความร้อนได้ดีและคายความร้อนได้ดีจึงเป็นบริเวณที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพภูมิอากาศเกิดการยกตัวของอากาศได้รุนแรงขึ้นจึงส่งผลต่อการเกิดฝนในช่วงปีเอลนีโญและลานินญาในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย

3. ความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature Anomaly) และดัชนีของเอนโซ

จากผลการศึกษาความผันผวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดจากอิทธิพลของเอนโซ พบว่าในภาวะเอลนีโญ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าสูงขึ้น โดยเฉพาะในเดือนเมษายน-พฤษภาคม อุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะสูงมากเนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิอากาศสูง สำหรับในช่วงปีภาวะลานินญาค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลผันผวนมีค่าลดลง โดยเฉพาะในเดือนมกราคมค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

ฝนพวนจะมีค่าต่ำมากเนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาวและประกอบกับปีลานินญาอุณหภูมิอากาศจะต่ำกว่าปกติจึงส่งผลให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำลงในช่วงเวลาดังกล่าว และจากการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในภาวะเอลนีโญ พบว่า ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงและแต่ละสถานีจะมีการเหลื่อมเวลาออกไปและช่วงเวลาที่เหลื่อมออกไปนั้นไม่ได้ตรงกับฤดูร้อนของประเทศไทยซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศที่สูง กล่าวคือ บางช่วงเหลื่อมเวลาออกไปที่ตรงกับในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม ซึ่งสภาพความเป็นจริงแล้วนั้นเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งปกติค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าไม่สูงมากนัก แต่จากผลการศึกษาในปีภาวะเอลนีโญค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าสูงในช่วงเวลาดังกล่าวซึ่งเป็นผลจากปรากฏการณ์เอลนีโญที่ส่งผลให้เกิดความแห้งแล้งจึงทำให้อุณหภูมิอากาศสูงจึงส่งผลให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าสูง และในช่วงปีลานินญาจะพบว่ามีค่าการเหลื่อมเวลาออกไปโดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5-10 เดือน จึงจะพบว่ามีค่า R^2 ก่อนข้างสูง และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะมีค่าต่ำกว่าในภาวะเอลนีโญ ถึงแม้ว่าเวลาที่เหลื่อมออกไปในบางสถานีจะเป็นช่วงต้นของฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แต่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลก็จะมีค่าต่ำในภาวะลานินญาเนื่องจากในปีภาวะลานินญาสภาพอากาศจะมีลักษณะเย็นอุณหภูมิอากาศมีค่าต่ำจึงส่งผลให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำ สำหรับในปีภาวะปกติค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจะไม่สูงและไม่ต่ำเกินไป ซึ่งการเหลื่อมเวลานี้จะเป็นสิ่งที่บอกถึงระยะเวลาที่ปรากฏการณ์เอ็นโซมีผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยและจะได้สมการที่ใช้สำหรับการพยากรณ์อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยด้วย

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าโดยภาพรวมแล้วสามารถพยากรณ์อุณหภูมิผิวน้ำทะเลชายฝั่งในสถานะเอ็นโซโดยใช้ดัชนี SST (NINO3.4) ประกอบการพยากรณ์เพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี SST (NINO3.4) กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลชายฝั่งมีค่า R^2 ดีที่สุด สาเหตุที่ดัชนี SST (NINO3.4) มีผลต่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุดเนื่องจากดัชนี SST ในตำแหน่ง NINO3.4 นั้นอยู่บริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกและใกล้กับแอ่งน้ำอุ่นของมหาสมุทรแปซิฟิกซึ่งจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางอุณหภูมิผิวน้ำทะเลโดยเฉพาะช่วงเวลาที่เริ่มเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานินญา และอีกเหตุผลหนึ่งที่น่าจะเป็นเหตุผลสนับสนุนก็คือ บริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกนั้นเป็นบริเวณที่ลึกสุดซึ่งเป็นบริเวณรับมวลน้ำมหาศาลที่สามารถเก็บกักความร้อนได้ดีและคายความร้อนได้ดีจึงเป็นบริเวณที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงปีภาวะเอลนีโญและปีภาวะลานินญาในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย

4. ความผันผวนของความเค็มผิวน้ำทะเล (Sea Surface Salinity Anomaly) และดัชนีของเอ็นโซ

จากผลการศึกษาความผันผวนของปริมาณฝนที่เกิดจากอิทธิพลของเอ็นโซ ซึ่งพบว่าในปีภาวะเอลนีโญค่าความเค็มผิวน้ำทะเลผันผวนจะมีค่าสูง โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายนซึ่งเป็นช่วงที่ปริมาณฝนนั้นน้อยกว่าปกติประกอบกับปีภาวะเอลนีโญเป็นปีที่มีสภาวะแห้งแล้งทำให้ปริมาณฝนและน้ำท่ามีปริมาณน้อยจึงส่งผลให้ความเค็มผิวน้ำทะเลมีค่าสูงกว่าปกติ และเมื่อศึกษาในช่วงภาวะลานินญ่าพบว่าความเค็มผิวน้ำทะเลในเดือนเมษายนจะมีค่าสูงกว่าเดือนอื่นในปีภาวะลานินญ่า เพราะเดือนเมษายนเป็นช่วงฤดูร้อนปริมาณฝนต่ำกว่าปกติจึงทำให้ค่าความเค็มมีค่าสูง แต่ค่าความเค็มผิวน้ำทะเลในเดือนเมษายนของปีภาวะลานินญ่าจะต่ำกว่าในเดือนเมษายนของปีภาวะเอลนีโญเนื่องจากอิทธิพลของลานินญ่าส่งผลให้ปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่ามีค่าสูงกว่าปกติจึงทำให้ค่าความเค็มผิวน้ำทะเลในช่วงภาวะลานินญ่ามีค่าต่ำกว่าปกติ สำหรับในปีภาวะลานินญ่าค่าความเค็มผิวน้ำทะเลมีค่าต่ำกว่าในช่วงปีภาวะเอลนีโญ เมื่อศึกษาถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับความเค็มผิวน้ำทะเล พบว่าค่าความเค็มจะมีค่าสูงในภาวะเอลนีโญ และในปีภาวะลานินญ่าค่าความเค็มผิวน้ำทะเลก็มีค่าสูง ซึ่งแต่ละสถานีต้องมีการเหลื่อมเวลาออกไปโดยเฉลี่ยประมาณ 5-11 เดือน จึงจะได้ค่า R^2 ที่ดีที่สุด สำหรับในช่วงปีภาวะลานินญ่าพบว่าโดยเฉลี่ยต้องมีการเหลื่อมเวลาออกไปประมาณ 7-9 เดือนจึงจะเห็นค่า R^2 ที่ดีที่สุดระหว่างค่าดัชนีเอ็นโซกับค่าความเค็มผิวน้ำทะเล ซึ่งพบว่ามีรูปแบบความเค็มที่สูงในช่วงปีภาวะลานินญ่าเนื่องจากในช่วงปีภาวะลานินญ่าลมตะวันตกและลมตะวันออกเฉียงใต้มีกำลังแรงจึงมีส่วนขับเคลื่อนพามวลน้ำจากทะเลจีนใต้ที่มีความเค็มสูงกว่าเข้ามาในอ่าวไทยจึงทำให้ค่าความเค็มผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยมีค่าสูงขึ้นได้ สาเหตุที่ต้องมีการเหลื่อมเวลาออกไปนั้นเนื่องจากการเหลื่อมเวลาจะเป็นสิ่งที่บอกถึงระยะเวลาที่ปรากฏการณ์เอ็นโซมีผลกระทบต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย และจะได้สมการที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยด้วย

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าโดยภาพรวมทั้งหมดแล้วสามารถพยากรณ์ความเค็มผิวน้ำทะเลชายฝั่งในสภาวะเอ็นโซโดยใช้ดัชนี MEI ประกอบการพยากรณ์เพราะว่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี MEI กับความเค็มผิวน้ำทะเลชายฝั่งมีความสัมพันธ์ดีที่สุด สาเหตุที่ดัชนี MEI มีผลต่อความเค็มผิวน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยมากที่สุดเนื่องจากดัชนี MEI มีองค์ประกอบพารามิเตอร์ทั้ง 6 พารามิเตอร์ซึ่งประกอบด้วย (1) ความกดอากาศระดับน้ำทะเล, (2) ความเร็วลมที่ผิวน้ำทะเลแนวตะวันออก-ตะวันตก, (3) ความเร็วลมที่ผิวน้ำทะเลในแนวเหนือ-ใต้, (4) อุณหภูมิผิวน้ำทะเล, (5) อุณหภูมิอากาศ และ (6) ปริมาณเมฆ ซึ่งพารามิเตอร์ทั้ง 6 พารามิเตอร์นี้จะส่งผลต่อความแรงของลมที่ผิวน้ำทะเลซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนมวลน้ำที่ผิวซึ่งจะส่งผลต่อการผสมผสานของ

มวน้ำจากทางฝั่งแปซิฟิกตะวันออกและทางแปซิฟิกทางฝั่งตะวันตกรวมถึงฝั่งทะเลจีนใต้ซึ่งก็จะส่งผลต่อลักษณะของมวน้ำในด้านของความเค็มที่ผิวน้ำทะเลในอ่าวไทยได้

5. การไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทย

5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์

จากผลการศึกษาพบว่าความถูกต้องของแบบจำลองคณิตศาสตร์มีความถูกต้องค่อนข้างดีมากเมื่อเทียบหาความสัมพันธ์กับทฤษฎีสมุทรศาสตร์จะมีเพียงบางช่วงเวลาและบางสถานีที่มีค่าความสัมพันธ์ระดับปานกลาง กล่าวคือ จากการตรวจสอบความสัมพันธ์รูปแบบความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทฤษฎีสมุทรศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งโดยศึกษาในรูปแบบสหสัมพันธ์พบว่าค่าความสัมพันธ์มีค่าอยู่ในช่วง 0.5-0.9 ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ที่สูง และจากการตรวจสอบรูปแบบทิศทางกระแสน้ำของแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับทฤษฎีสมุทรศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งโดยทำการตรวจสอบแบบจำลองกระแสน้ำในแนวตะวันออก-ตะวันตก (องค์ประกอบ U) ในรูปแบบของอนุกรมเวลา พบว่าในแนวองค์ประกอบ U ของกระแสน้ำระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทฤษฎีสมุทรศาสตร์มีค่าใกล้เคียงกันมาก เมื่อพิจารณาในรูปแบบสหสัมพันธ์พบว่ากระแสน้ำในองค์ประกอบ U ระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์เทียบกับทฤษฎีสมุทรศาสตร์พบว่ามีค่าความสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.4-0.8 ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ที่สูงพอสมควร และมีความถูกต้องมากกว่า 40% ขององค์ประกอบ U สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของกระแสน้ำในแนวเหนือ-ใต้ (องค์ประกอบ V) ระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทฤษฎีสมุทรศาสตร์ในรูปแบบอนุกรมเวลา พบว่าในแนวองค์ประกอบ V ของกระแสน้ำระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทฤษฎีสมุทรศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งจะมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองคณิตศาสตร์กับทฤษฎีสมุทรศาสตร์ในรูปแบบกระแสน้ำในองค์ประกอบ V พบว่ามีค่าความสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.2-0.6 ซึ่งเป็นค่าความสัมพันธ์ในระดับต่ำถึงปานกลาง ที่มีค่าความถูกต้องประมาณ 20% ถึง 60% ในองค์ประกอบ V ซึ่งจากการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองกระแสน้ำในรูปแบบความเร็วกระแสน้ำและทิศทางกระแสน้ำนั้น แบบจำลองกระแสน้ำมีความถูกต้องระดับปานกลาง ดังนั้นการศึกษานี้สามารถใช้แบบจำลองกระแสน้ำอธิบายพฤติกรรมของกระแสน้ำในอ่าวไทยได้

5.2 รูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในอ่าวไทย

จากการศึกษารูปแบบกระแสน้ำในช่วงภาวะเอลนีโญและลานีญา พบว่ารูปแบบกระแสน้ำในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ในปีภาวะเอลนีโญ กระแสน้ำจะไหลเข้าอ่าวไทยจากทางทิศตะวันออกของอ่าวไทยและไหลขึ้นสู่อ่าวไทยตอนบน ส่วนทางอ่าวไทยตอนใต้จะมีกระแสน้ำบางส่วนไหลออกจากตอนใต้ของอ่าวไทย ในเดือนมีนาคม-เมษายน ในปีภาวะเอลนีโญ รูปแบบกระแสน้ำจะมีทิศทางที่ไม่แน่นอน กล่าวคือ ทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยจะมีกระแสน้ำที่ไหลเข้าอ่าวไทยรวมถึงทางตอนใต้ของอ่าวไทยก็จะมีกระแสน้ำไหลเข้าแต่บริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีกระแสน้ำบางส่วนไหลออกจากอ่าวไทยตอนบนลงสู่อ่าวไทยตอนล่างความแรงกระแสน้ำมีความแรงน้อยกว่าในเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนในเดือนพฤษภาคม-กันยายน กระแสน้ำจะไหลเข้าสู่อ่าวไทยจากทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบกระแสน้ำที่ไหลออกจากอ่าวและมีทิศทางไหลออกไปทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย และกระแสน้ำมีความแรงขึ้น ในเดือนตุลาคมกระแสน้ำมีรูปแบบของทิศทางที่ไม่แน่นอนความแรงกระแสน้ำจะมีความแรงน้อยกว่าในเดือนสิงหาคม-กันยายน ในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม รูปแบบกระแสน้ำมีรูปแบบไหลเข้าอ่าวไทยจากทางอ่าวไทยฝั่งตะวันออกและไหลขึ้นสู่อ่าวไทยตอนบน และกระแสน้ำมีความแรงกว่าในเดือนตุลาคม

สำหรับในปีภาวะลานีญากระแสน้ำในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ กระแสน้ำจะไหลเข้าอ่าวไทยจากทางฝั่งตะวันออกและไหลเข้าสู่อ่าวไทยตอนบนและกระแสน้ำบางส่วนจะมีทิศทางไหลออกจากอ่าวไทยทางฝั่งตะวันออกแถวปลายแหลมคาเมาและทางอ่าวไทยตอนล่าง แต่ความแรงกระแสน้ำจะมีความแรงน้อยกว่าในช่วงภาวะเอลนีโญ ในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน รูปแบบกระแสน้ำมีรูปแบบทิศทางที่ไม่แน่นอนซึ่งคล้ายคลึงกับปีภาวะเอลนีโญแต่กระแสน้ำจะแรงกว่าในปีภาวะเอลนีโญ ส่วนกระแสน้ำในเดือนพฤษภาคม-กันยายน กระแสน้ำจะไหลเข้าสู่อ่าวไทยจากทางตอนใต้ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบกระแสน้ำที่ไหลออกจากอ่าวและมีทิศทางไหลออกไปทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย และกระแสน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายนในปีภาวะลานีญากระแสน้ำจะไหลแรงกว่าในปีภาวะเอลนีโญซึ่งรูปแบบการไหลจะคล้ายคลึงกันสำหรับเดือนตุลาคมกระแสน้ำมีรูปแบบทิศทางที่ไม่แน่นอนเนื่องจากเป็นช่วงที่เปลี่ยนฤดูมรสุมจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และสำหรับในช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ของปีภาวะลานีญารูปแบบกระแสน้ำบางส่วนจากอ่าวไทยฝั่งตะวันออกมีทิศทางการไหลลงสู่อ่าวไทยทางตอนใต้ของอ่าวไทยและกระแสน้ำมีรูปแบบไหลแรงกว่าในช่วงเดือนตุลาคม

การศึกษาในภาพโดยรวมของรูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำในช่วงปีภาวะเอลนีโญ และภาวะลานีญาพบว่ารูปแบบกระแสน้ำในช่วงเดือนสิงหาคมกระแสน้ำไหลออกทางด้านฝั่ง ตะวันตกของอ่าวและบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีรูปแบบกระแสน้ำที่ไหลออกจากอ่าวและมี ทิศทางไหลออกไปทางฝั่งตะวันออก-ตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งเป็นไปตามหลักของ Ekman Transport และในบริเวณที่ปลายแหลมคาบมาพบว่ามีกระแสน้ำวน (eddy) แบบทวนเข็มนาฬิกา และกระแสน้ำ มีความแรงค่อนข้างมาก ส่วนในเดือนตุลาคมพบว่ากระแสน้ำเริ่มกลับทิศทางโดยไหลออกจากอ่าว ไทยทางปลายแหลมคาบมาและกระแสน้ำไหลเข้าอ่าวไทยในรูปแบบที่ไม่ชัดเจนโดยมีน้ำเข้าไป สะสมในอ่าวไทยตอนบน สำหรับเดือนมกราคมพบว่าบริเวณปากอ่าวไทยมีน้ำไหลเลี้ยวเบนจากฝั่ง ตะวันออกไปในทิศทางตะวันตก และทางฝั่งตะวันตกมีกระแสน้ำไหลเลี้ยวขึ้นไปทางเหนือ และ บริเวณอ่าวไทยตอนบนมีน้ำไหลออกจากอ่าว สำหรับเดือนเมษายนนั้นบริเวณอ่าวไทยได้รับอิทธิพล ของลมตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งทิศทางลมอยู่ในแนวเดียวกับการวางตัวของอ่าวไทยจึงส่งผลทำให้ กระแสน้ำไหลเป็นวงแบบตามเข็มนาฬิกา

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ปัญหาที่พบคือ ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเล รวมถึงความเร็วกระแสน้ำและทิศทางกระแสน้ำที่ได้จากทุ่นสมุทรศาสตร์ยังมีขีดจำกัดอยู่บ้าง กล่าวคือ ข้อมูลบางสถานีและบางช่วงเวลามีไม่ครบจึงทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของข้อมูล ผู้วิจัย จึงต้องทำการคำนวณหาค่าที่ขาดหายไปซึ่งเป็นผลทำให้ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณนั้นมีความ คลาดเคลื่อนไปบ้าง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. รัฐบาลไทยควรให้ความสนใจในเรื่องเทคโนโลยีทางอุตุนิยมวิทยาและทางสมุทรศาสตร์ ให้มากขึ้นโดยเฉพาะสถานีตรวจวัดสภาพแวดล้อมทางทะเลซึ่งควรติดตั้งสถานีตรวจวัดเพื่อทำการ คำนวณเป็นดัชนีของเอ็นโซในพื้นที่ใกล้อ่าวไทยที่สุดเพื่อที่จะได้คาดการณ์ปรากฏการณ์เอ็นโซได้ ถูกต้องมากขึ้นและเพื่อที่จะใช้เครื่องมือสำหรับงานวิจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์เพื่อ นำมาพัฒนาผลงานวิจัยได้อย่างต่อเนื่องได้ดียิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

2. ควรจะติดตั้งสถานีตรวจวัดทางสมุทรศาสตร์ให้ครอบคลุมพื้นที่ให้มากที่สุดโดยเฉพาะ บริเวณชายฝั่งให้และทำการติดตั้งอย่างถาวรเพื่อที่จะได้มีข้อมูลที่ต่อเนื่องทั้งนี้รัฐบาลไทยควรมี งบประมาณให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบเรื่องทรัพยากรทางชายฝั่งโดยเฉพาะด้านเพาะเลี้ยงทาง ชายฝั่งไว้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรสัตว์น้ำในบริเวณชายฝั่งอย่างต่อเนื่องและมี

ข้อมูลระยะยาวพอเพื่อที่จะวิจัยเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต และผลิตผลในบริเวณชายฝั่งต่อไปในอนาคต เพื่อที่จะได้วางแผนแก้ไขและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมในบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยได้อย่างต่อเนื่องและดียิ่งขึ้น

3. สำหรับแบบจำลองกระแสน้ำมีความถูกต้องมากพอสมควรแต่ถ้ามีข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองมากกว่านี้และครบถ้วนมากกว่านี้จะทำให้แบบจำลองมีความถูกต้องสูงกว่านี้ สำหรับรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับค่าทางอุตุนิยมวิทยา (อุณหภูมิอากาศและปริมาณฝน) รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับค่าทางสมุทรศาสตร์ (อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเล) โดยภาพรวมนั้นมีค่าความสัมพันธ์สูงระดับปานกลางและสามารถนำสมการที่ได้จากรูปแบบความสัมพันธ์นั้นมาใช้ในการพยากรณ์อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มผิวน้ำทะเลได้ดีพอสมควรแต่ถ้ามีข้อมูลทางสมุทรศาสตร์อย่างต่อเนื่องตลอดทุกช่วงเวลาและมีข้อมูลระยะเวลายาวก็สามารถศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีเอ็นโซกับค่าทางสมุทรศาสตร์ได้ผลดียิ่งขึ้นและจะได้สมการที่สามารถพยากรณ์ค่าทางสมุทรศาสตร์ได้แม่นยำมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กัตัญญ ศรีตังนันท์. 2540. ผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญต่อประเทศไทยเชิงสถิติวิเคราะห์. แผนกพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพอากาศ, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2538. การวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์เขตกกลางอ่าวไทย พ.ศ.2525-2536. กองสมุทรศาสตร์ กรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพอากาศ, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2546ก. **ลานีญา**. แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=18>, 14 มกราคม 2551.

_____. 2546ข. **เอลนีโญ**. แหล่งที่มา: <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=17>, 14 มกราคม 2551.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2540. **หลักสถิติ**. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

บุญธรรม ตั้งถ้ำเลิศ. 2542. การเชื่อมโยงปรากฏการณ์เอนโซกับการแปรผันของปริมาณฝนในฤดูมรสุมบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีและระนองทางชายฝั่งทะเลภาคใต้และจังหวัดจันทบุรีทางชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราโมทย์ ไชยศิริ. 2527. แบบจำลองคอมพิวเตอร์ของการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากลมในอ่าวไทยตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภูเวียง ประคำมินทร์. 2543. ผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซ ต่อปริมาณฝน อุณหภูมิและความถี่พายุหมุนเขตร้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มรรณพ บรรพพงศ์. 2533. **สมุทรศาสตร์ฟิสิกส์**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะ
วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มัทธนา พุกกะวัน. 2531. **การหาผลกระทบของเอลนีโญที่มีต่อฝนในประเทศไทย**. ฝ่ายวิชาการ
ภูมิอากาศ กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

_____ และ นงศ์นาถ อุประสิทธิ์วงศ์. 2545. **รูปแบบของฝนและอุณหภูมิในประเทศไทยในปี
เอนโซและความสัมพันธ์กับดัชนีความแปรปรวนของระบบอากาศในซีกโลกใต้และอุณหภูมิ
ผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน**. ฝ่ายวิชาการ กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา,
กรุงเทพฯ.

_____ และ สุดาพร นิมมา. 2536. **อิทธิพลของเอลนีโญที่มีต่ออุณหภูมิในประเทศไทย**.
ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

_____ และ _____. 2542. **ผลกระทบลานีญาที่มีต่อฝนและอุณหภูมิของประเทศไทย**. ฝ่าย
วิชาการภูมิอากาศ กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

รังสรรค์ อาภาภัททะกุล. 2547. **อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพฯ.

ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. 2552. **ตำแหน่งสถานีตรวจวัดสภาพอากาศประเทศ
ไทย**. ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ. (ไฟล์ข้อมูล)

สมชาย ศรีปัญญาวิชัย. 2532. **แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลม
ในอ่าวไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมยศ หล่อวิทยากร. 2541. **การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิและความเค็มผิวน้ำทะเลจากทุ่นสำรวจ
สมุทรศาสตร์ประกอบรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยจากแบบจำลอง
คณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน). 2546. **สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ประจำปี 2540-2546**. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ.
- สุรัตตา บุญสมบุญศรีสกุล. 2549. **การเชื่อมโยงปรากฏการณ์เอลนีโญกับการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณจังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุกุล บุรณประทีปรัตน์. 2552. “การไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและชายฝั่งจังหวัดชลบุรีจากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองไฮโดรไดนามิก.” ว. วิทยาศาสตร์บูรพา 14 (2): 50-60.
- _____ และ มหรรณพ บรรพพงศ์. 2541. “การศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของกระแสน้ำในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ 2 มิติ.” ว. วาริศาสตร์ 4 (1-2): 27-39.
- อัปสรสุดา ศิริพงศ์. 2527. **ลักษณะของอุณหภูมิลักษณะของมวลน้ำในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ใน 4 ฤดูกาล, น.1-24**. ใน การประชุมสัมมนาการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิต.
- _____. 2528. **มวลน้ำและการไหลเวียนในอ่าวไทย**. เอกสารรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. 2546. **การเชื่อมโยงของปรากฏการณ์ El nino และ La nina ต่อสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรของอ่าวบ้านดอนและสุราษฎร์ธานี**. ทุนวิจัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Buranapratheprat, A., T. Yanagi, P. Sojisuporn and C. Booncherm. 2006. “Influence of local wind field on seasonal circulations in the upper Gulf of Thailand.” **Coastal Marine Science** 30 (1): 19-26.

Climate Services and Monitoring Division NOAA/National Climatic Data center. 2011.

Southern Oscillation Index (SOI). Available Source:

<http://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/soi.php>,

December 28, 2011.

Commonwealth of Australia. 2011. **Bureau of Meteorology (ABN 92 637 533 532S.O.I.**

(Southern Oscillation Index) Archives 1876 to present. Available Source:

<http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtml.shtml>, December 28, 2011.

Garrison, T. 2007. **Oceanography : An Invitation to Marine Science.** 6th ed. Thomson, Australia.

Glantz, M.H. 1984. **Current of change : El nino's impact on climate and society.** Cambridge University Press, Great Britain.

Li, N., S.P.Shang, S.L. Shang and C.Y. Zhang. 2007. "On the consistency in variations of the South China Sea Warm Pool as revealed by three sea surface temperature datasets." **Remote Sensing of Environment** 109: 118-125.

Limsakul, A. and J.I. Goes. 2008. "Empirical evidence for interannual and longer period variability in Thailand surface air temperatures." **Atmospheric Research** 87: 89-102.

Mellor, G.L. 1998. **Users Guide for a Three –Dimensional, Primitive Equation Numerical Ocean Model.** Princeton University, New Jersey.

NASA and NSIPP. n.d. **ENSO Primer-1.** available Source:

http://seis.bris.ac.uk/~ggjlb/teaching/Env%20change%20II/el_nino/primer1.html,

December 28, 2011.

NASA Official. 2011a. **Global Change Master Directory**. Available Source:

http://gcmd.nasa.gov/records/GCMD_NOAA_NWS_CPC_SOI.html, December 28, 2011.

_____. 2011b. **Global Change Master Directory**. Available Source: Link

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/nina34.data>

<http://128.183.165.61/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=GCMD&KeywordPath=Locations%7COCEAN%7CPACIFIC+OCEAN%7CEASTERN+PACIFIC+OCEAN&NumericId=19738&MetadataView=Data&MetadataType=0&lbnode=mdlb3>, December 28, 2011.

_____. 2011c. **Global Change Master Directory**. Available Source: Link

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/mei.data>

<http://gcmd.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=GCMD&KeywordPath=&NumericId=19728&MetadataView=Data&MetadataType=0&lbnode=mdlb3>, December 28, 2011.

National Academy of Sciences. 2011. **The National Academies press**. Available Source:

http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=5142&page=499, December 28, 2011.

National Ocean Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, USA.gov. 2007. **enso observing system**. Available Source:

http://celebrating200years.noaa.gov/magazine/enso/enso_obs_sys.html, December 28, 2011.

National Weather Service Southern Region Head Quarters. 2003. **Numerical Weather**

Prediction. Available Source: <ftp://US.godae2>

USgodae.org/pub/outgoing/fnmdc/models/nogaps/2003, August 10, 2008.

Siripong, A. and P. Purimatikant. 1995. **The Long-term Fluctuation of Mekong River Runoff at Vientian and Its Correlation to the Climate Change and ENSO at Nong Khai.**

Presented at the 3rd International Symposium of the Environmental Technology Research Network in the Asia-Pacific Region (ETERNET-APR): Conservation of the Hydrospheric Environment. Chulalongkorn University, Thailand. 20-21 November 1995.

_____, W. Siripong and S. Takashige. 1995. **The Relationship of ENSO and Climate Fluvail and Sea Level Changes at Surat Thani Southern Thailand.** Presented at the 3rd International Symposium of the Environmental Technology Research Network in the Asia-Pacific Region (ETERNET-APR): Conservation of the Hydrospheric Environment. Chulalongkorn University, Thailand. 20-21 November 1995.

Sojisuporn, P., A. Morimoto and T. Tanagi. 2010. "Seasonal Variation of Sea Surface Current in the Gulf of Thailand." **Coastal Marine Science** 34 (1): 91-102.

Suryachandra, A.R. and K.B., Swadhin. 2005. "Subsurface influence on SST in the tropical Indian Ocean : Structure and interannual variability." **Dynamics of Atmospheres and Oceans** 39: 103-135.

Tangjaitrong, S., A. Siripong and W. Siripong. 1996. **The Long-term Sea Level Change in the Gulf of Thailand.** Global Change Science and Policy Forum, The Institute of Environmental Research, Chulalongkorn University, Thailand. 3-4 December 1996.

The International Research Institute for Climate and Society. 2007. **Overview of the ENSO System.** Available Source:
<http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/background/monitoring.html#sst>, January 14, 2008.

Tiwari, V.M., C. Cabanes, K.D.Minh and A. Cazenave. 2004. "Correlation of interannual sea level variations in the Indian Ocean from Topex/Poseidon altimetry, temperature data and tide gauges with ENSO." **Global and Planetary Change** 43: 183-196.

Toshiaki, S., H.H. Hendon and M.A. Alexander. 2004. "Surface and subsurface dipole variability in the Indian Ocean and relation with ENSO." **Deep Sea Research I** 51: 619-635.

Wikimedia Foundation, Inc. 2010. **Wind profile power law**. Available Source:
http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_profile_power_law, December 22, 2010.

Zengrui, R., Y. Liu, H. Zong and Y. Cheng. 2007. "Interannual sea level variability in the South China Sea and its response to ENSO." **Global and planetary Change** 55: 257-272.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่า Standard Deviation และ ค่า Standard Error ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับพารามิเตอร์ทาง
อุตุนิยวิทยาและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย โดยพิจารณาแบบตลอดปีกับพิจารณาแบบ
ช่วงภาวะเอ็นโซ่ (ที่สังเกตค่าดัชนีเอ็นโซ่เป็นเกณฑ์บ่งชี้สภาวะ)

ตารางผนวกที่ ก1 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี SOI กับอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเย็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเย็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	11.44	3.30	17.87	5.16	7.28	2.10	5.67	1.52	3.43	1.03	7.28	2.10
ระยอง	11.96	3.45	17.75	5.12	7.58	2.19	7.01	1.87	2.90	.87	7.58	2.19
เกาะสีชัง	11.87	3.43	17.57	5.07	6.23	1.80	7.00	1.87	3.98	1.20	6.23	1.80
เพชรบุรี	11.95	3.45	17.35	5.01	7.57	2.19	6.91	1.85	3.73	1.13	7.57	2.19
หัวหิน	12.08	3.49	17.05	4.92	7.78	2.25	6.88	1.84	3.92	1.18	7.78	2.25
ชุมพร	11.53	3.33	16.98	4.90	6.73	1.94	6.85	1.83	2.84	0.86	6.73	1.94
เกาะสมุย	11.63	3.36	16.94	4.89	7.38	2.13	6.81	1.82	2.99	0.90	7.38	2.13
นครศรีธรรมราช	11.56	3.34	17.48	5.05	7.09	2.05	6.93	1.85	3.65	1.10	7.09	2.05
สงขลา	11.45	3.31	15.75	4.55	7.87	2.27	6.84	1.83	3.55	1.07	7.87	2.27

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเย็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญ่า ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก2 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี MEI กับอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเย็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเย็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	1.00	0.29	0.95	0.27	0.41	0.12	2.08	0.55	1.36	0.41	0.41	0.12
ระยอง	1.33	0.38	0.70	0.20	0.90	0.26	2.42	0.65	1.78	0.54	0.90	0.26
เกาะสีชัง	1.28	0.37	0.80	0.23	0.83	0.24	2.33	0.62	1.62	0.49	0.83	0.24
เพชรบุรี	1.27	0.37	0.97	0.28	0.90	0.26	2.62	0.70	0.83	0.25	0.90	0.26
หัวหิน	1.39	0.40	0.91	0.26	1.12	0.32	2.42	0.63	1.82	0.55	1.12	0.32
ชุมพร	1.07	0.31	0.77	0.22	0.74	0.21	2.33	0.62	1.69	0.51	0.74	0.21
เกาะสมุย	0.91	0.26	0.66	0.19	0.84	0.24	2.19	0.58	1.69	0.51	0.84	0.24
นครศรีธรรมราช	0.89	0.26	0.82	0.24	0.88	0.25	2.38	0.64	1.73	0.52	0.88	0.25
สงขลา	0.79	0.23	0.67	0.19	0.73	0.21	0.99	0.26	1.64	0.49	0.73	0.21

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเย็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญ่า ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก3 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO1.2 กับอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	1.29	0.37	1.11	0.32	0.45	0.13	2.08	0.56	1.62	0.49	0.45	0.13
ระยอง	1.79	0.52	1.15	0.33	1.91	0.55	2.48	0.66	2.01	0.61	1.91	0.55
เกาะสีชัง	1.74	0.50	0.87	0.25	2.10	0.61	2.38	0.64	1.82	0.55	2.10	0.61
เพชรบุรี	1.76	0.51	1.10	0.32	1.92	0.56	1.96	0.52	0.83	0.25	1.92	0.56
หัวหิน	1.89	0.55	1.21	0.35	2.14	0.62	1.19	0.32	2.06	0.62	2.14	0.62
ชุมพร	1.56	0.45	0.85	0.25	1.72	0.50	2.37	0.63	1.01	0.31	1.72	0.50
เกาะสมุย	1.41	0.41	0.78	0.22	1.87	0.54	2.21	0.59	1.94	0.59	1.87	0.54
นครศรีธรรมราช	1.33	0.38	0.90	0.26	0.61	0.18	1.14	0.30	1.95	0.59	0.61	0.18
สงขลา	1.24	0.36	0.65	0.19	0.46	0.13	0.80	0.21	1.93	0.58	0.46	0.13

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก4 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3 กับอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	1.24	0.36	1.21	0.35	0.61	0.18	2.18	0.58	0.44	0.13	0.61	0.18
ระยอง	1.87	0.54	0.66	0.19	0.96	0.28	2.73	0.73	0.95	0.29	0.96	0.28
เกาะสีชัง	1.87	0.54	0.65	0.19	1.57	0.45	2.62	0.70	0.86	0.26	1.57	0.45
เพชรบุรี	1.28	0.37	0.74	0.21	1.37	0.40	2.11	0.56	0.96	0.29	1.37	0.40
หัวหิน	1.99	0.57	0.67	0.19	1.61	0.46	2.71	0.72	0.97	0.29	1.61	0.46
ชุมพร	1.88	0.54	0.64	0.18	0.75	0.22	2.64	0.71	0.99	0.30	0.75	0.22
เกาะสมุย	1.54	0.44	0.58	0.17	1.32	0.38	2.50	0.67	0.75	0.23	1.32	0.38
นครศรีธรรมราช	1.57	0.45	0.61	0.17	1.35	0.39	2.65	0.71	0.97	0.29	1.35	0.39
สงขลา	1.49	0.43	0.33	0.10	1.22	0.35	0.64	0.17	0.83	0.25	1.22	0.35

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก5 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO4 กับอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	0.60	0.17	0.89	0.26	0.60	0.17	0.71	0.19	1.15	0.35	0.60	0.17
ระยอง	1.29	0.37	1.11	0.32	1.07	0.31	1.28	0.34	1.57	0.47	1.07	0.31
เกาะสีชัง	1.27	0.37	1.03	0.30	1.46	0.42	1.32	0.35	1.40	0.42	1.46	0.42
เพชรบุรี	1.23	0.36	1.09	0.31	0.98	0.28	1.31	0.35	0.92	0.28	0.98	0.28
หัวหิน	1.37	0.40	1.15	0.33	1.25	0.36	1.41	0.38	1.04	0.31	1.25	0.36
ชุมพร	1.21	0.35	0.97	0.28	0.84	0.24	1.28	0.34	0.93	0.28	0.84	0.24
เกาะสมุย	0.94	0.27	0.92	0.27	1.00	0.29	1.11	0.30	1.47	0.44	1.00	0.29
นครศรีธรรมราช	1.11	0.32	1.01	0.29	0.92	0.27	1.22	0.33	0.82	0.25	0.92	0.27
สงขลา	1.04	0.30	0.76	0.22	0.82	0.24	1.01	0.27	1.39	0.42	0.82	0.24

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ 6 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3.4 กับอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	0.86	0.25	1.16	0.34	0.60	0.17	1.92	0.51	1.05	0.32	0.60	0.17
ระยอง	1.18	0.34	0.65	0.19	1.04	0.30	2.45	0.65	1.37	0.41	1.04	0.30
เกาะสีชัง	1.18	0.34	0.62	0.18	1.64	0.47	2.34	0.63	0.88	0.27	1.64	0.47
เพชรบุรี	1.16	0.33	0.91	0.26	0.95	0.27	1.88	0.50	2.07	0.63	0.95	0.27
หัวหิน	1.29	0.37	0.73	0.21	1.18	0.34	0.85	0.23	1.19	0.36	1.18	0.34
ชุมพร	1.02	0.29	0.64	0.18	0.77	0.22	2.38	0.64	1.03	0.31	0.77	0.22
เกาะสมุย	0.82	0.24	0.60	0.17	1.25	0.36	2.23	0.60	0.89	0.27	1.25	0.36
นครศรีธรรมราช	0.74	0.21	0.64	0.19	0.92	0.27	2.39	0.64	1.01	0.30	0.92	0.27
สงขลา	0.71	0.20	0.34	0.10	1.12	0.32	0.50	0.13	0.85	0.26	1.12	0.32

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก7 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี SOI กับปริมาณฝน (มิลลิเมตร)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	600.37	173.31	377.24	108.90	379.30	109.49	578.29	154.56	493.59	148.82	379.30	109.49
ระยอง	93.07	26.87	126.87	36.63	83.36	24.06	123.69	33.06	100.09	30.18	83.36	24.06
เกาะสีชัง	96.40	27.83	94.67	27.33	61.98	17.89	102.10	27.29	106.80	32.20	61.98	17.89
เพชรบุรี	119.78	34.58	69.53	20.07	58.36	16.85	75.36	20.14	114.12	34.41	58.36	16.85
หัวหิน	104.78	30.25	53.04	15.31	63.18	18.24	99.73	26.65	140.55	42.38	63.18	18.24
ชุมพร	180.75	52.18	141.45	40.83	180.45	52.09	165.27	44.17	97.94	29.53	180.45	52.09
เกาะสมุย	132.53	38.26	209.07	60.35	148.11	42.76	207.60	55.48	100.31	30.24	148.11	42.76
นครศรีธรรมราช	157.66	45.51	195.01	56.29	284.75	82.20	173.88	46.47	101.12	30.49	284.75	82.20
สงขลา	215.32	62.16	146.79	42.37	142.72	41.20	190.85	51.01	153.57	46.30	142.72	41.20

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญ่า ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ๑๘ ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี MEI กับปริมาณฝน (มิลลิเมตร)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	518.63	149.72	317.73	91.72	319.33	92.18	576.89	154.18	460.07	138.71	319.33	92.18
ระยอง	66.65	19.24	110.99	32.04	67.77	19.56	120.15	32.11	124.49	37.54	67.77	19.56
เกาะสีชัง	70.59	20.38	78.81	22.75	41.17	11.88	87.72	23.44	156.53	47.20	41.17	11.88
เพชรบุรี	88.64	25.59	70.94	20.48	33.36	9.63	111.73	29.86	74.05	22.33	33.36	9.63
หัวหิน	67.66	19.53	53.50	15.44	47.91	13.83	59.88	16.00	46.94	14.15	47.91	13.83
ชุมพร	70.59	20.38	78.81	22.75	41.17	11.88	167.43	44.75	121.23	36.55	41.17	11.88
เกาะสมุย	103.32	29.83	196.22	56.64	122.43	35.34	114.03	30.47	217.54	65.59	122.43	35.34
นครศรีธรรมราช	125.20	36.14	188.72	54.48	246.20	71.07	178.54	47.72	205.07	61.83	246.20	71.07
สงขลา	160.21	46.25	149.77	43.24	113.45	32.75	190.99	51.05	159.90	48.21	113.45	32.75

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญ่า ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ๑๑ ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO1.2 กับปริมาณฝน (มิลลิเมตร)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	594.10	171.50	368.14	106.27	375.13	108.29	581.56	155.42	459.87	138.66	375.13	108.29
ระยอง	84.40	24.36	119.27	34.43	79.35	22.91	121.80	32.55	124.37	37.50	79.35	22.91
เกาะสีชัง	92.74	26.77	85.93	24.80	57.65	16.64	86.50	23.12	156.67	47.24	57.65	16.64
เพชรบุรี	109.77	31.69	80.09	23.12	55.55	16.03	77.37	20.68	74.94	22.59	55.55	16.03
หัวหิน	95.94	27.70	62.40	18.01	58.72	16.95	57.63	15.40	47.20	14.23	58.72	16.95
ชุมพร	171.00	49.36	152.30	43.96	175.17	50.57	176.02	47.04	121.05	36.50	175.17	50.57
เกาะสมุย	121.19	34.99	220.35	63.61	143.68	41.48	114.17	30.51	217.31	65.52	143.68	41.48
นครศรีธรรมราช	144.96	41.85	208.26	60.12	279.98	80.82	178.68	47.76	207.40	62.53	279.98	80.82
สงขลา	204.10	58.92	158.79	45.84	137.75	39.77	209.43	55.97	163.49	49.29	137.75	39.77

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ 10 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3 กับปริมาณฝน (มิลลิเมตร)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	593.71	171.39	368.03	106.24	375.97	108.53	577.03	154.22	458.58	138.27	375.97	108.53
ระยอง	85.54	24.69	119.13	34.39	80.11	23.13	121.56	32.49	124.72	37.60	80.11	23.13
เกาะสีชัง	93.78	27.07	85.90	24.80	57.25	16.53	87.20	23.31	113.61	34.26	57.25	16.53
เพชรบุรี	111.21	32.10	80.08	23.12	55.20	15.94	78.86	21.08	69.23	20.87	55.20	15.94
หัวหิน	96.24	27.78	62.21	17.96	59.48	17.17	59.70	15.96	142.78	43.05	59.48	17.17
ชุมพร	171.30	49.45	153.34	44.27	175.42	50.64	176.16	47.08	130.00	39.20	175.42	50.64
เกาะสมุย	121.62	35.11	220.61	63.69	143.93	41.55	204.89	54.76	102.31	30.85	143.93	41.55
นครศรีธรรมราช	145.48	42.00	208.61	60.22	280.27	80.91	209.25	55.92	102.73	30.98	280.27	80.91
สงขลา	204.31	58.98	159.11	45.93	138.01	39.84	162.63	43.47	193.74	58.42	138.01	39.84

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญ่า ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก11 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO4 กับปริมาณฝน (มิลลิเมตร)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	593.69	171.38	368.61	106.41	375.54	108.41	379.27	101.36	467.95	141.09	375.54	108.41
ระยอง	85.19	24.59	119.68	34.55	79.64	22.99	122.34	32.70	124.29	37.47	79.64	22.99
เกาะสีชัง	93.46	26.98	86.69	25.02	56.89	16.42	88.04	23.53	112.99	34.07	56.89	16.42
เพชรบุรี	110.81	31.99	81.32	23.48	54.94	15.86	79.68	21.30	74.16	22.36	54.94	15.86
หัวหิน	96.78	27.94	63.12	18.22	58.96	17.02	94.88	25.36	143.40	43.24	58.96	17.02
ชุมพร	172.04	49.66	152.46	44.01	175.67	50.71	139.21	37.21	129.96	39.19	175.67	50.71
เกาะสมุย	122.53	35.37	219.80	63.45	144.21	41.63	205.10	54.82	163.45	49.28	144.21	41.63
นครศรีธรรมราช	146.50	42.29	207.70	59.96	280.54	80.98	157.16	42.00	207.67	62.61	280.54	80.98
สงขลา	204.99	59.18	158.38	45.72	138.22	39.90	199.78	53.39	163.86	49.40	138.22	39.90

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญ่า ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก12 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3.4 กับปริมาณฝน (มิลลิเมตร)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
คลองใหญ่	593.66	171.37	368.14	106.27	375.91	108.52	576.77	154.15	458.52	138.25	375.91	108.52
ระยอง	85.47	24.67	119.24	34.42	79.76	23.03	121.76	32.54	124.75	37.61	79.76	23.03
เกาะสีชัง	93.77	27.07	86.14	24.87	56.91	16.43	87.42	23.36	154.03	46.44	56.91	16.43
เพชรบุรี	111.15	32.09	80.29	23.18	54.94	15.86	79.06	21.13	115.62	34.86	54.94	15.86
หัวหิน	96.46	27.85	62.62	18.08	59.00	17.03	59.93	16.02	54.46	16.42	59.00	17.03
ชุมพร	172.16	49.70	153.33	44.26	175.59	50.69	175.97	47.03	130.09	39.22	175.59	50.69
เกาะสมุย	121.93	35.20	220.57	63.67	144.10	41.60	199.99	53.45	123.27	37.17	144.10	41.60
นครศรีธรรมราช	145.97	42.14	208.61	60.22	280.42	80.95	209.44	55.97	201.85	60.86	280.42	80.95
สงขลา	204.57	59.06	159.07	45.92	138.15	39.88	162.80	43.51	162.52	49.00	138.15	39.88

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญ่า ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542

ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก13 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี SOI กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	11.84	3.42	17.18	4.96	7.25	2.09	6.74	1.80	3.88	1.17	7.25	2.09
ระยอง	11.79	3.40	17.22	4.97	7.28	2.10	6.71	1.79	3.75	1.13	7.28	2.10
เกาะสีชัง	11.80	3.41	11.70	3.38	7.32	2.11	6.72	1.80	3.97	1.20	7.32	2.11
เพชรบุรี	11.73	3.39	5.36	1.55	7.23	2.09	6.58	1.76	3.77	1.14	7.23	2.09
หัวหิน	11.66	3.37	11.58	3.34	7.25	2.09	6.57	1.76	3.82	1.15	7.25	2.09
เกาะเต่า	11.80	3.41	17.03	4.91	7.17	2.07	6.64	1.78	3.66	1.10	7.17	2.07
นครศรีธรรมราช	11.81	3.41	11.48	3.31	7.19	2.08	6.57	1.76	3.77	1.14	7.19	2.08
สงขลา	11.87	3.43	17.20	4.96	7.25	2.09	6.66	1.78	3.70	1.12	7.25	2.09

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก14 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี MEI กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std
	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error
	(2540)	(2540)	(2541)	(2541)	(2546)	(2546)	(2540- 2541)	(2540- 2541)	(2541- 2542)	(2541- 2542)	(2546)	(2546)
เกาะช้าง	1.07	0.31	0.88	0.25	1.07	0.31	2.23	0.60	1.90	0.57	1.07	0.31
ระยอง	1.03	0.30	0.76	0.22	1.06	0.31	2.14	0.57	1.91	0.58	1.06	0.31
เกาะสีชัง	0.87	0.25	0.82	0.24	1.19	0.34	2.13	0.57	2.11	0.64	1.19	0.34
เพชรบุรี	0.86	0.25	0.98	0.28	1.09	0.32	1.10	0.29	1.73	0.52	1.09	0.32
หัวหิน	0.77	0.22	0.83	0.24	1.08	0.31	1.97	0.53	1.77	0.53	1.08	0.31
เกาะเต่า	0.99	0.29	0.82	0.24	0.93	0.27	1.91	0.51	1.41	0.43	0.93	0.27
นครศรีธรรมราช	0.89	0.26	0.89	0.26	1.04	0.30	1.03	0.28	1.82	0.55	1.04	0.30
สงขลา	1.02	0.29	0.76	0.22	1.02	0.29	2.11	0.56	1.83	0.55	1.02	0.29

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก15 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO1.2 กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	1.54	0.44	0.61	0.17	2.01	0.58	0.81	0.22	2.22	0.67	2.01	0.58
ระยอง	1.51	0.44	0.68	0.20	2.04	0.59	0.90	0.24	2.16	0.65	2.04	0.59
เกาะสีชัง	1.42	0.41	0.59	0.17	2.12	0.61	1.61	0.43	2.36	0.71	2.12	0.61
เพชรบุรี	1.34	0.39	0.70	0.20	2.00	0.58	1.63	0.43	2.02	0.61	2.00	0.58
หัวหิน	1.25	0.36	0.49	0.14	2.02	0.58	1.01	0.27	2.14	0.65	2.02	0.58
เกาะเต่า	1.47	0.43	0.55	0.16	1.92	0.55	0.87	0.23	1.62	0.49	1.92	0.55
นครศรีธรรมราช	1.40	0.40	0.59	0.17	1.95	0.56	0.87	0.23	2.12	0.64	1.95	0.56
สงขลา	1.53	0.44	0.65	0.19	2.01	0.58	1.65	0.44	2.04	0.62	2.01	0.58

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก16 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3 กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	1.65	0.48	0.58	0.17	1.42	0.41	0.78	0.21	1.03	0.31	1.42	0.41
ระยอง	1.03	0.30	0.47	0.14	1.46	0.42	0.79	0.21	0.99	0.30	1.46	0.42
เกาะสีชัง	1.62	0.47	0.51	0.15	1.40	0.40	2.43	0.65	1.23	0.37	1.40	0.40
เพชรบุรี	1.58	0.46	0.68	0.20	1.42	0.41	0.95	0.25	0.88	0.27	1.42	0.41
หัวหิน	1.50	0.43	0.53	0.15	1.43	0.41	2.24	0.60	0.99	0.30	1.43	0.41
เกาะเต่า	1.59	0.46	0.57	0.16	1.32	0.38	0.89	0.24	0.65	0.20	1.32	0.38
นครศรีธรรมราช	1.58	0.46	0.46	0.13	1.37	0.39	0.80	0.21	0.95	0.29	1.37	0.39
สงขลา	1.62	0.47	0.47	0.14	1.42	0.41	2.39	0.64	0.99	0.30	1.42	0.41

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก17 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO4 กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	0.98	0.28	0.63	0.18	1.08	0.31	1.10	0.29	0.95	0.29	1.08	0.31
ระยอง	0.98	0.28	0.75	0.22	1.12	0.32	1.11	0.30	0.95	0.29	1.12	0.32
เกาะสีชัง	0.88	0.25	0.82	0.24	1.20	0.35	0.85	0.23	1.13	0.34	1.20	0.35
เพชรบุรี	0.79	0.23	0.73	0.21	1.08	0.31	0.93	0.25	0.89	0.27	1.08	0.31
หัวหิน	0.69	0.20	0.67	0.19	1.08	0.31	0.71	0.19	0.91	0.27	1.08	0.31
เกาะเต่า	0.91	0.26	0.55	0.16	0.99	0.28	0.93	0.25	0.64	0.19	0.99	0.28
นครศรีธรรมราช	0.85	0.25	0.70	0.20	1.02	0.30	0.93	0.25	0.90	0.27	1.02	0.30
สงขลา	0.95	0.27	0.71	0.21	1.08	0.31	1.00	0.27	0.84	0.25	1.08	0.31

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก18 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3.4 กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเอนโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเอนโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	1.00	0.29	0.53	0.15	1.06	0.31	0.58	0.15	1.01	0.30	1.06	0.31
ระยอง	0.94	0.27	0.48	0.14	1.10	0.32	0.65	0.17	0.99	0.30	1.10	0.32
เกาะสีชัง	0.85	0.24	0.51	0.15	1.17	0.34	2.20	0.59	1.23	0.37	1.17	0.34
เพชรบุรี	0.75	0.22	0.63	0.18	1.05	0.30	1.55	0.41	0.90	0.27	1.05	0.30
หัวหิน	0.68	0.20	0.50	0.14	1.07	0.31	2.01	0.54	1.00	0.30	1.07	0.31
เกาะเต่า	0.93	0.27	0.53	0.15	0.96	0.28	0.66	0.18	0.86	0.26	0.96	0.28
นครศรีธรรมราช	0.82	0.24	0.45	0.13	1.00	0.29	0.57	0.15	0.96	0.29	1.00	0.29
สงขลา	0.95	0.27	0.47	0.14	1.06	0.31	2.15	0.57	0.91	0.27	1.06	0.31

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเอนโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก19 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี SOI กับความเค็มผิวน้ำทะเล (ส่วนในพื้นส่วน)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ้(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ้					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	12.11	3.49	16.47	4.76	6.17	1.78	6.02	1.61	3.41	1.03	6.17	1.78
ระยอง	12.30	3.55	14.94	4.31	6.15	1.77	5.99	1.60	3.23	.97	6.15	1.77
เกาะสีชัง	12.30	3.55	5.94	1.71	6.17	1.78	5.97	1.60	3.15	.95	6.17	1.78
เพชรบุรี	6.16	1.78	17.08	4.93	6.19	1.93	6.51	1.74	3.31	1.00	6.19	1.93
หัวหิน	12.38	3.57	14.92	4.31	6.56	1.89	6.00	1.60	3.22	0.97	6.56	1.89
เกาะเต่า	12.22	3.53	14.91	4.30	6.14	1.77	5.92	1.58	3.15	0.95	6.14	1.77
นครศรีธรรมราช	12.13	3.50	11.00	3.17	6.18	1.78	6.41	1.71	3.16	0.95	6.18	1.78
สงขลา	12.36	3.57	17.24	4.98	6.15	1.78	5.94	1.59	3.07	0.93	6.15	1.78

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ้ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก20 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี MEI กับความเค็มผิวน้ำทะเล (ส่วนในพันส่วน)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	1.79	0.52	1.39	0.40	0.57	0.16	0.80	0.21	1.07	0.32	0.57	0.16
ระยอง	1.59	0.46	1.35	0.39	0.59	0.17	0.94	0.25	1.11	0.33	0.59	0.17
เกาะสีชัง	1.47	0.42	1.36	0.39	0.57	0.16	1.01	0.27	1.12	0.34	0.57	0.16
เพชรบุรี	0.43	0.12	1.22	0.35	0.41	0.12	0.91	0.24	1.17	0.35	0.41	0.12
หัวหิน	1.35	0.39	1.35	0.39	0.60	0.17	1.34	0.36	0.57	0.17	0.60	0.17
เกาะเต่า	1.55	0.45	1.35	0.39	0.59	0.17	0.83	0.22	1.30	0.39	0.59	0.17
นครศรีธรรมราช	0.25	0.07	1.07	0.31	0.56	0.16	0.98	0.26	1.11	0.33	0.56	0.16
สงขลา	1.55	0.45	1.35	0.39	0.59	0.17	0.98	0.26	1.26	0.38	0.59	0.17

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก21 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO1.2 กับความเค็มผิวน้ำทะเล (ส่วนในพื้นส่วน)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	2.46	0.71	0.73	0.21	0.98	0.28	0.79	0.21	1.29	0.39	0.98	0.28
ระยอง	2.27	0.66	0.40	0.12	1.01	0.29	0.91	0.24	0.81	0.24	1.01	0.29
เกาะสีชัง	2.27	0.65	0.57	0.16	0.98	0.28	0.94	0.25	1.33	0.40	0.98	0.28
เพชรบุรี	0.46	0.13	1.39	0.40	0.75	0.22	0.83	0.22	1.39	0.42	0.75	0.22
หัวหิน	1.12	0.32	0.40	0.12	1.08	0.31	1.34	0.36	0.82	0.25	1.08	0.31
เกาะเต่า	2.37	0.68	1.36	0.39	1.02	0.30	0.83	0.22	1.51	0.45	1.02	0.30
นครศรีธรรมราช	2.12	0.61	1.08	0.31	0.97	0.28	0.94	0.25	0.93	0.28	0.97	0.28
สงขลา	2.15	0.62	0.40	0.12	1.01	0.29	0.95	0.25	1.47	0.44	1.01	0.29

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก22 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3 กับความเค็มผิวน้ำทะเล (ส่วนในพื้นส่วน)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเอนโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเอนโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	2.00	0.58	1.61	0.47	0.18	0.05	1.00	0.27	0.42	0.13	0.18	0.05
ระยอง	1.82	0.53	0.77	0.22	0.17	0.05	1.06	0.28	0.42	0.13	0.17	0.05
เกาะสีชัง	1.62	0.47	0.82	0.24	0.18	0.05	1.10	0.29	0.48	0.14	0.18	0.05
เพชรบุรี	0.40	0.12	0.78	0.22	0.24	0.07	.95	0.25	0.50	0.15	0.24	0.07
หัวหิน	0.80	0.23	0.78	0.23	0.75	0.22	1.07	0.29	0.20	0.06	0.75	0.22
เกาะเต่า	0.28	0.08	0.81	0.23	0.17	0.05	1.01	0.27	0.27	0.08	0.17	0.05
นครศรีธรรมราช	0.28	0.08	1.01	0.29	0.18	0.05	1.08	0.29	0.44	0.13	0.18	0.05
สงขลา	0.15	0.04	0.77	0.22	0.17	0.05	1.09	0.29	0.54	0.16	0.17	0.05

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเอนโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก23 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO4 กับความเค็มผิวน้ำทะเล (ส่วนในพื้นส่วน)

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	0.74	0.21	0.39	0.11	0.64	0.19	0.37	0.10	0.81	0.24	0.64	0.19
ระยอง	0.52	0.15	0.31	0.09	0.67	0.19	0.35	0.09	0.43	0.13	0.67	0.19
เกาะสีชัง	0.52	0.15	0.39	0.11	0.64	0.18	0.53	0.14	0.86	0.26	0.64	0.18
เพชรบุรี	0.39	0.11	0.40	0.11	0.40	0.12	0.49	0.13	0.45	0.14	0.40	0.12
หัวหิน	0.57	0.16	0.31	0.09	0.44	0.13	0.36	0.10	0.30	0.09	0.44	0.13
เกาะเต่า	0.64	0.18	0.31	0.09	0.69	0.20	0.50	0.13	1.03	0.31	0.69	0.20
นครศรีธรรมราช	0.48	0.14	0.17	0.05	0.63	0.18	0.33	0.09	0.40	0.12	0.63	0.18
สงขลา	0.44	0.13	0.31	0.09	0.67	0.19	0.45	0.12	0.99	0.30	0.67	0.19

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

ตารางผนวกที่ ก24 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี NINO3.4 กับความเค็มผิวน้ำทะเล

สถานี	ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีภาวะเ็นโซ่(ตลอดทั้งปี)						ค่าStd Deviation และ Std Error .ในปีที่เป็นช่วงภาวะเ็นโซ่					
	Std Deviation (2540)	Std Error (2540)	Std Deviation (2541)	Std Error (2541)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)	Std Deviation (2540- 2541)	Std Error (2540- 2541)	Std Deviation (2541- 2542)	Std Error (2541- 2542)	Std Deviation (2546)	Std Error (2546)
เกาะช้าง	1.58	0.46	1.56	0.45	0.43	0.12	0.76	0.20	0.24	0.07	0.43	0.12
ระยอง	1.38	0.40	0.67	0.19	0.46	0.13	0.80	0.21	0.41	0.12	0.46	0.13
เกาะสีชัง	1.21	0.35	0.72	0.21	0.43	0.12	0.85	0.23	0.49	0.15	0.43	0.12
เพชรบุรี	0.66	0.19	1.73	0.50	0.45	0.13	0.71	0.19	0.46	0.14	0.45	0.13
หัวหิน	0.67	0.19	0.68	0.20	0.78	0.22	0.80	0.21	0.49	0.15	0.78	0.22
เกาะเต่า	0.28	0.08	0.69	0.20	0.47	0.14	0.76	0.20	0.56	0.17	0.47	0.14
นครศรีธรรมราช	0.29	0.08	0.72	0.21	0.42	0.12	0.81	0.22	0.43	0.13	0.42	0.12
สงขลา	1.16	0.34	0.67	0.19	0.46	0.13	0.82	0.22	0.54	0.16	0.46	0.13

หมายเหตุ ในช่วงที่เป็นสภาวะเ็นโซ่ เอลนินโญ่ ช่วงมีนาคม พ.ศ.2540- เมษายน พ.ศ.2541 ลานินญา่ ช่วงมิถุนายน พ.ศ.2541-เมษายน พ.ศ.2542
ปกติ ช่วงมกราคม พ.ศ.2546-ธันวาคม พ.ศ.2546

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ค่า Standard Deviation และ ค่า Standard Error (ค่าที่ได้ได้จากกราฟดังภาพที่ 18-21)
ระหว่างดัชนีเอ็นโซ่กับพารามิเตอร์ทางอุณหภูมิตามธรรมชาติและสมุทรศาสตร์ในอ่าวไทย
ในช่วงตลอดปีพ.ศ.2540-พ.ศ.2546

พ.ศ. ๒๕๔๖

ตารางผนวกที่ ข1 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี ENSO กับอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ในปี พ.ศ.2540-2546 ที่ได้จากกราฟ ดังภาพที่ 18

สถานี	SOI		MEI		NINO1.2		NINO3		NINO4		NINO3.4	
	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std
	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error
คลองใหญ่	0.77	0.70	0.68	0.59	0.77	0.70	0.77	0.70	0.77	0.74	0.77	0.74
ระยอง	1.39	1.28	1.26	1.17	1.39	1.30	1.39	1.35	1.39	1.39	1.39	1.39
เกาะสีชัง	1.34	1.23	1.24	1.13	1.34	1.23	1.34	1.29	1.34	1.34	1.34	1.34
เพชรบุรี	1.38	1.24	1.27	1.16	1.38	1.34	1.38	1.34	1.38	1.34	1.38	1.34
หัวหิน	1.42	1.28	1.32	1.19	1.42	1.34	1.42	1.36	1.42	1.35	1.42	1.35
ชุมพร	1.16	1.07	1.07	0.99	1.16	1.11	1.16	1.11	1.16	1.12	1.16	1.12
เกาะสมุย	1.07	0.95	1.01	0.93	1.07	1.03	1.07	1.03	1.07	1.01	1.07	1.01
นครศรีธรรมราช	1.16	1.03	1.11	1.00	1.16	1.10	1.16	1.11	1.16	1.10	1.16	1.10
สงขลา	0.98	0.91	0.95	0.91	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.94	0.98	0.94

ตารางผนวกที่ ข2 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี ENSO กับปริมาณฝน (มิลลิเมตร) ในปี พ.ศ.2540-2546 ที่ได้จากกราฟ ดังภาพที่ 19

สถานี	SOI		MEI		NINO1.2		NINO3		NINO4		NINO3.4	
	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std
	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error
คลองใหญ่	449.51	434.71	397.17	388.23	449.51	446.88	449.51	445.72	449.51	438.79	449.51	443.71
ระยอง	104.24	101.24	85.42	82.46	104.24	101.84	104.24	103.15	104.24	103.62	104.24	103.38
เกาะสีชัง	95.35	94.34	77.95	76.57	95.35	95.01	95.35	95.38	95.35	94.79	95.35	95.48
เพชรบุรี	94.32	93.67	70.67	70.03	94.32	94.26	94.32	94.77	94.32	94.75	94.32	94.73
หัวหิน	113.78	113.52	79.60	79.08	113.78	114.09	113.78	113.98	113.78	113.88	113.78	113.90
ชุมพร	135.33	134.97	77.95	76.57	135.33	135.48	135.33	134.33	135.33	135.57	135.33	134.56
เกาะสมุย	151.06	142.48	125.52	122.70	151.06	149.44	151.06	146.92	151.06	146.31	151.06	148.42
นครศรีธรรมราช	218.82	210.72	182.00	180.77	218.82	218.03	218.82	218.56	218.82	219.11	218.82	218.08
สงขลา	187.28	182.86	158.85	158.11	187.28	187.04	187.28	187.63	187.28	186.11	187.28	187.03

ตารางผนวกที่ ข3 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี ENSO กับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (ส่วนในพื้นส่วน) ในปี พ.ศ.2540-2546 ที่ได้จากกราฟ
 ดังภาพที่ 20

สถานี	SOI		MEI		NINO1.2		NINO3		NINO4		NINO3.4	
	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std
	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error
เกาะช้าง	1.16	1.06	1.09	1.00	1.16	1.07	1.16	1.08	1.16	1.09	1.16	1.11
ระยอง	1.14	1.06	1.08	1.02	1.14	1.09	1.14	1.10	1.14	1.09	1.14	1.11
เกาะสีชัง	1.30	1.22	1.21	1.13	1.30	1.23	1.30	1.25	1.30	1.26	1.30	1.27
เพชรบุรี	1.14	1.07	1.07	1.01	1.14	1.08	1.14	1.11	1.14	1.10	1.14	1.13
หัวหิน	1.07	1.00	1.01	0.93	1.07	1.01	1.07	1.02	1.07	1.03	1.07	1.04
เกาะเต่า	1.07	0.96	1.00	0.91	1.07	0.97	1.07	0.99	1.07	0.98	1.07	1.02
นครศรีธรรมราช	1.10	1.06	1.03	1.00	1.10	1.06	1.10	1.09	1.10	1.07	1.10	1.09
สงขลา	1.12	1.02	1.06	0.97	1.12	1.04	1.12	1.06	1.12	1.06	1.12	1.08

ตารางผนวกที่ ๗4 ค่า Std Deviation และ Std. Error ระหว่างดัชนี ENSO กับความเค็มผิวน้ำทะเล (ส่วนในพันส่วน) ในปี พ.ศ.2540-2546 ที่ได้จากกราฟ
 ดังภาพที่21

สถานี	SOI		MEI		NINO1.2		NINO3		NINO4		NINO3.4	
	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std	Std
	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error	Deviation	Error
เกาะช้าง	0.31	0.31	0.24	0.23	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
ระยอง	0.28	0.28	0.22	0.21	0.28	0.28	0.28	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27
เกาะสีชัง	0.28	0.27	0.20	0.20	0.28	0.27	0.28	0.27	0.28	0.27	0.28	0.27
เพชรบุรี	0.34	0.34	0.26	0.26	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	0.34
หัวหิน	0.29	0.29	0.23	0.22	0.29	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
เกาะเต่า	0.35	0.34	0.22	0.22	0.35	0.35	0.35	0.34	0.35	0.35	0.35	0.34
นครศรีธรรมราช	0.25	0.24	0.17	0.17	0.25	0.24	0.25	0.24	0.25	0.24	0.25	0.24
สงขลา	0.30	0.30	0.22	0.22	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ นายปริญ หล่อพิทยากร
 เกิดวันที่ 5 มิถุนายน 2516
 สถานที่เกิด จังหวัดชลบุรี
 ประวัติการศึกษา กศ.บ. (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยบูรพา
 วท.ม. (สมุทรศาสตร์ฟิสิกส์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 ตำแหน่งปัจจุบัน —
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน —
 ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ —
 ทุนการศึกษาที่ได้รับ —