



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ผลกระทบของเงื่อนไขต่อการพัฒนาและปรับปรุงมาตรฐาน
ตะวันตกเฉียงใต้ในรอบปีบริเวณประเทศไทย”

โดย

นายจรุญ เลาหเลิศชัย และคณะ

เมษายน 2556

สัญญาเลขที่ RDG5430002

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

โครงการ “ผลกระทบของเอนโซต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในรอบปี
บริเวณประเทศไทย”

คณะผู้วิจัย

1. นายจรุญ เลาหเลิศชัย
2. นางสาวสุกันยานี ยะวิญญาณ
3. นางสาวกรรร薇 สิทธิชีวงศ์
4. นายสันติ ชั้มดิน
5. ดร.ดุษฎี ศุขวัฒน์

สังกัด

- กรมอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา
กรมอุตุนิยมวิทยา
ที่ปรึกษาโครงการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ชุดโครงการ พัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Contract No. RDG5430002

Impact of Inter-annual Variability of Southwest Monsoon causes by Enso
in Thailand

Researchers

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. Mr Charoon Loahalertchia | Meteorological Department |
| 2. Ms Sugunyanee Yavinchan | Meteorological Department |
| 3. Ms Kornrawee Sitthichivapak | Meteorological Department |
| 4. Mr Santi Sumdin | Meteorological Department |

Consultant of the Project

Dr. Dusadee Sukawat (KMUTT)

Supported by Thailand Research Fund (TRF)

(The views expressed herein do not necessarily reflect those of the TRF)

สัญญาเลขที่ RDG5430002

โครงการ “ ผลกระทบของเงื่อนไขต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในรอบปี บริเวณประเทศไทย ”

ผู้เสนอ : นายจรุญ เลาหเลิศชัย
หน่วยงานต้นสังกัด : กรมอุตุนิยมวิทยา

ระยะเวลาดำเนินการ

1. บทสรุปย่อสำหรับผู้บริหาร

โดยปกติมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพัฒนาตามประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกางลางเดือนตุลาคม มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทร อินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ และเมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตรจะเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ ขณะที่เคลื่อนผ่านมหาสมุทรอินเดียจะนำอากาศชื้นมาสู่ประเทศไทย ทำให้มีฝนมากและฝนตกชุดๆทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณชายฝั่งทะเลและเทือกเขาด้านรัตนบลจะมีฝนมากกว่าบริเวณอื่น ดังนั้nmรสุมตะวันตกเฉียงใต้จึงมีอิทธิพลและมีความสำคัญต่อภูมิอากาศประเทศไทย เป็นอย่างมาก เนื่องจากไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม แต่เนื่องจากภัยได้ภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้น ในปัจจุบันอาจส่งผลให้เกิดความผันแปรของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัฒนาตามประเทศไทยในช่วงตังกล่าว

บทสรุปของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครั้งที่ 3 (IPCC Third Assessment Report, 2001) ได้สรุปผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเนื่องจากความรุนแรงของภูมิอากาศอย่างหนึ่งคือ คาดว่ามรสุมในเอเชียจะแปรปรวนขึ้นในอนาคตและสิ่งหนึ่งที่มีผลทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปคือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ได้แก่ ปรากฏการณ์เงื่อนไข (ENSO: El Nino – Southern Oscillation), IOD (Indian Ocean Dipole), MJO (Madden Julian Oscillation) งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบจากปรากฏการณ์เงื่อนไข เนื่องจากเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ผลที่ได้จากการศึกษาจะมีประโยชน์ต่อการพยากรณ์อากาศระยะนาน การพยากรณ์ฤดูกาล และการล่วงรู้สภาพของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต ทำให้สามารถประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้น และนำไปสู่การเตรียมพร้อมในการปรับตัว เพื่อลดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เป็นที่ทราบกันดีว่า ประชากรโลกมากกว่า 60 % ที่อาศัยอยู่บนโลกนี้ มีชีวิตความเป็นอยู่ขึ้นอยู่กับมรสุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรในทวีปเอเชียซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใหญ่ที่สุด สำหรับประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมที่พึ่งพาการเกษตร แต่เนื่องจากภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นได้ส่งผลให้สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงและอาจจะมีผลกระทบต่อระบบบรรยายอากาศและมหาสมุทร ดังนั้น การศึกษาความผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้^๑ 、「ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ปรากฏการณ์เงื่อนไข จะมีประโยชน์กับการพยากรณ์อากาศ กท-2 งาน การพยากรณ์ฤดูกาล การล่วงรู้สภาพภูมิอากาศที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในอนาคตทำให้สามารถประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นและนำไปสู่การเตรียมพร้อมในการปรับตัวเพื่อลดความเสียหายได้อาทิเช่น การเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูกาลของประเทศไทย เป็นต้น

การศึกษาผลกระทบของเงื่อนไขต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณประเทศไทยมีน้อย ส่วนใหญ่จะศึกษาผลกระทบที่มีต่อฝนและอุณหภูมิ สำหรับผลกระทบที่มีต่อระบบมรสุมส่วนมาก

จะเกี่ยวกับมรสุมของเอเชียใต้หรือเอเชียตะวันออก กรณี สิทธิชีวภาค (2551) วิเคราะห์ความผันแปรภูมิอากาศประเทศไทยในช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่า ในช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปริมาณฝนของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น ยกเว้นภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีแนวโน้มลดลง ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้นโดยเฉพาะอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงขึ้นชัดเจน ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจะส่งผลต่อระบบมรสุม เช่น ปรากฏการณ์ ENSO ปรากฏการณ์ IOD (Indian Ocean Dipole) หรือแม้แต่ปรากฏการณ์ MJO (Madden Julian Oscillation) นอกจากนี้กรณี ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิผิวน้ำทะเล Velocity Potential ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง กับปริมาณฝนประเทศไทย พบว่าตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อระบบมรสุมและปริมาณฝนของประเทศไทย

สำหรับงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ศึกษาผลกระทบของเงินโื้อที่มีต่อการผันแปรของมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้บริเวณประเทศไทยโดยที่ปรากฏการณ์เงินโื้อ เป็นปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดระหว่างความผันแปรของปรากฏการณ์ที่เกิดในมหาสมุทรได้แก่ปรากฏการณ์เอลนีño/ล้านีño และระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation) ในช่วงที่เกิดเอลนีñoความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลบริเวณตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรต่ำกว่าปกติ ขณะที่ความกดอากาศอีกฝั่งหนึ่งของมหาสมุทร (บริเวณอินโดนีเซียและตอนเหนือของออสเตรเลีย) สูงกว่าปกติ ลักษณะเช่นนี้จะเชื่อมโยงและเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับลมค่าตัววันออกเฉียงใต้มีกำลังอ่อน เกิดเป็นลมฝ่ายตะวันตกแทนที่ ซึ่งจะพัดพา_n้ำทะเลทางด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกซึ่งปกติมีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทร

การศึกษารูปแบบของมรสุมครั้งนี้สนับสนุนทฤษฎีระบบมรสุม ที่ว่า โดยปกติลมที่พัดปกคลุมบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรในระดับล่าง 850 hPa เป็นลมตะวันออก และที่ระดับ 200 hPa เป็นลมตะวันตก และในช่วงเดือนพฤษภาคม ระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียงยังไม่ชัดเจนนัก เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มเปลี่ยนเข้าฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่จะชัดเจนและมีกำลังแรงขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนเป็นต้นไปจนถึงเดือนกันยายน ส่วนเดือนตุลาคมลมเริ่มแปรปรวนเนื่องจากเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูกาลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

การวิจัยครั้งนี้พบว่าความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลปานกลางเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการเริ่มต้นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งสนับสนุนพกษ์วีของระบบมรสุมเป็นอย่างดีโดยเดือนพฤษภาคมพบว่าความกดอากาศสูงเกิดขึ้นในชีกโลกใต้บริเวณทวีปอสเตรเลีย ขณะที่แผ่นดินในชีกโลกเหนือบริเวณทวีปแอเชียมีความกดอากาศต่ำกว่าค่าปกติ จากลักษณะที่แตกต่างกันของความกดอากาศทำให้เกิดลมพัดออกจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไป

จากการเปรียบเทียบการเกิดมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียงในช่วงปีปกติกับปี ENSO พบว่าลมจะพัดแนบทิศในทิศตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระยะเวลามากกว่าเดือน มิถุนายนถึงกันยายน(JJAS) ดังนั้นจึงวิเคราะห์ลมเฉลี่ยเดือนมิถุนายนถึงกันยายน(JJAS) เพื่อหาความผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยในปี蛾ลงมีกำลังแรงกว่าในปีปกติ ส่วนลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมบริเวณประเทศไทยในปีล้านปีมีกำลังอ่อนกว่าปกติ

คำนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่า ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ต้องพึ่งพาฯ ฝันตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากสภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นอาจจะมีผลกระทบต่อระบบบรรรยาการและมหาสมุทร และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ปรากฏการณ์โอนโซ่ และเนื่องจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินี้ อาจส่งผลต่อการผันแปรของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นย่อมส่งผลต่อประเทศไทย ด้วย การศึกษาระบบมรสุมจะมีประโยชน์ต่อการพยากรณ์อากาศระยะนาน การพยากรณ์ฤดูกาล และการล่วงรับสภาพของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต ทำให้สามารถประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้น และนำไปสู่การเตรียมพร้อมในการปรับตัว เพื่อลดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านและขอน้อมรับทุกคำชี้แนะและข้อคิดเห็นที่มีต่องานวิจัยนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการต่อยอดการวิจัยต่อไป

หัวหน้าโครงการวิจัย เมษายน

۸-۵

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยของโครงการ “ผลกระทบของเอนไซต์ต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในรอบปีบริเวณประเทศไทย” สามารถดำเนินการมาจนสำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความร่วมมือและการส่งเสริมจากหน่วยงานต้นสังกัด ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ เป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่ ค.ศ. 1971-2000 ข้อมูลอากาศผิวน้ำ สถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศไทย ข้อมูลอากาศชั้นบนจากสถานีเชียงใหม่ อุบลราชธานี กรุงเทพฯ สงขลา และภูเก็ต ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST) ความกดอากาศ (MSLP) และข้อมูลลม ที่จุดพิกัดจาก ECMWF (ERA, Gibson et al, 1997) และ IRI รวมทั้งต่อทุกความเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่มีต่องานวิจัยนี้

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยมา ณ โอกาสนี้

កណ្ឌជុំវិចី
មេខាយន 2556

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG5430002
ชื่อโครงการ : “ผลกระทบของเอนโซ่ต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในรอบปี
 บริเวณ
 ประเทศไทย”
ชื่อหัววิจัย : จรัญ เลาหเลิศชัย¹, สุกันยาณี ยะวิญญาณ², กรรวี สิทธิชีวภาค³, สันติ ชัมดิน⁴
^{1 2 3 4} กรมอุตุนิยมวิทยา
email address : charoon_lao@hotmail.com
ระยะเวลาโครงการ: มีนาคม 2554 ถึง มกราคม 2557

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ คือการศึกษาผลกระทบของความแปรปรวนของอุณหภูมิน้ำทะเล
 บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร (ปราสาทการณ์เอนโซ่) ที่มีต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตก
 เฉียงใต้บริเวณประเทศไทย โดยวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเล
 ปานกลาง และข้อมูลลมที่จุดพิกัดจาก ECMWF และ IRI จำนวน 30 ปี ระหว่าง ค.ศ. 1971 ถึง 2000
 ผลการวิจัยพบว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงเบลี่ยนจากฤดูร้อนเข้าสู่ฤดูฝนของประเทศไทย ใน
 ภาวะปกติส่วนใหญ่ประเทศไทยจะเข้าสู่ฤดูฝนประมาณกลางเดือนพฤษภาคม หากเป็นภาวะเอล Niño^{โดย}
 ลมที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทย และอ่าวไทยจะเป็นลมตะวันตก ส่งผลให้การเริ่มต้นฤดูฝน

ล่าช้ากว่าปกติ แต่หากเป็นภาวะลานีญา ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทย และอ่าวไทยจะมีกำลังแรงกว่าภาวะปกติและภาวะเอลนีโญ ส่งผลให้การเริ่มต้นฤดูฝนมาเร็วกว่าปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปกติ (ค่าเฉลี่ย 30 ปี ค.ศ. 1971-2000) ปรากฏว่าในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยที่ระดับ 850 hPa มีกำลังแรงกว่าปกติในช่วงฤดูมรสุม (มิถุนายนถึงกันยายน) ส่วนที่ระดับสูงขึ้นไปคือ 200 hPa ลมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรงกว่าปกติ โดยเฉพาะปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญที่รุนแรง สำหรับปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญา จะมีลักษณะตรงกันข้ามนั่นคือ ลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยที่ระดับ 850 hPa มีกำลังอ่อนกว่าปกติในช่วงฤดูมรสุม ในขณะที่ระดับสูงขึ้นไปที่ระดับ 200 hPa ลมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดปกคลุมประเทศไทยมีกำลังอ่อนกว่าปกติ โดยเฉพาะปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญาที่มีขนาดรุนแรง ผลจาก

ก-7

การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่าความแปรปรวนของอุณหภูมน้ำทะเล บริเวณตอนกลางและด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร ส่งผลกระทบต่อรูปแบบของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียง

คำหลัก : เอ็นโซ่ เอลนีโญ ลานีญา มรสุมตะวันตกเฉียงใต้

Abstract

Project Code : RDG5430002

Project Title : Impact of Inter-annual Variability of Southwest Monsoon Causes by ENSO in Thailand

Investigators : Charoon Laohalertchai¹, Sugunyanee Yavinchan², Kornrawee Sitthichivapak³, Sunti Sumdin⁴

^{1 2 3 4} Thai Meteorological Department

email address : charoon_lao@hotmail.com

Project Duration : March 2011 – January 2014

The objective of this project is to study the impact of sea surface temperature variation in the equatorial Pacific (ENSO phenomena) on the anomaly of southwest monsoon over Thailand. This is done by analyses of sea surface temperature, mean sea level pressure and wind at grid points from ECMWF and IRI data for 30 years during 1971-2000. Results show that, during May which is the transition period from summer to rainy season in Thailand, under normal conditions most of rainy seasons start around middle of May. Under El Nino condition, winds over the Andaman Sea, Thailand and the Gulf of Thailand are westerly, which cause the beginning of rainy season to be delayed. Under La Nina condition, southwest monsoon winds over the Andaman Sea, Thailand and the Gulf of Thailand are stronger than normal and El Nino conditions and cause the rainy season to begin earlier than normal. Comparing to the normal (30-year average between the years 1971-2000) it is revealed that for the years with El Nino, southwest winds over Thailand at 850hPa level are stronger than normal during the monsoon period (June to September). In the upper level at 200hPa, northeast winds are stronger than normal especially in the years with strong El Nino. For the years with La Nina the situations are

reversed, southwest winds over Thailand at 850hPa level are weaker than normal during the monsoon period. While at 200hPa level ~~north~~^{east} winds are weaker than normal especially in the years with strong La Nina. The results 1-9

data analyses show that the variation of sea surface temperature over the equatorial central and eastern Pacific affects the pattern of southwest monsoon wind over Thailand and vicinity.

Key words : ENSO / El Nino / La Nina / Southwest monsoon

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ก-1
คำนำ	ก-4
กิตติกรรมประกาศ	ก-5
บทคัดย่อ	ก-6
Abstract	ก-8
สารบัญ	ก-10
สารบัญรูป	ก-12
สารบัญตาราง	ก-15
บทที่ 1 บทนำ	1-3
1.1 ความสำคัญของเรื่อง	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 พื้นที่การศึกษา	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 สมมุติฐานการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4-10
2.1 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 กลไกของระบบมรสุม (Mechanism of Monsoon)	6
2.3 ความรู้พื้นฐานเอ็นโซ (ENSO)	8
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	11-15
3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	11
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	11
3.3 สถิติการเกิดปรากฏการณ์อ่อนโน้มและลานีญา	12
3.4 วันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	13
3.5 sensitivity experiments โดยใช้แบบจำลองบรรยากาศ WRF	14

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	16-41
4.1 รูปแบบของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในลีรายเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม	16
4.2 วิเคราะห์รูปแบบและหาวันเริ่มต้น/สิ้นสุดฤดูฝนของประเทศไทยในปีปกติ	23

และปี ENSO	
4.3 วิเคราะห์รูปแบบของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เฉลี่ยรายสี่เดือน (JJAS)	27
4.4 เปรียบเทียบความแปรปรวนของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เฉลี่ย JJAS	30
ระหว่างปี ENSO กับปีปกติในภาวะเอลニโญกำลังแรงกับปีปกติ	
4.5 ผลการทำ sensitivity experiments โดยใช้แบบจำลองบรรยายกาศ WRF	33
บทที่ 5 บทวิจารณ์	42-46
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 ระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เดือนกรกฎาคม	6
รูปที่ 2 ระบบลมระดับ 850 hPa (ลูกศรทีบ) และระดับ 200 hPa (ลูกศรประมีตุนายนถึงกันนวยาน)	7
รูปที่ 3 ระบบอากาศผิวพื้นความกดอากาศสูง (H) ความกดอากาศต่ำ (L) ร่อง ITCZ และพื้นที่ฝนตก	7

รูปที่ 4 แสดงลักษณะอากาศและอุณหภูมิน้ำท่าเฉลี่ยปกติ (a) และปีเอลนีโญ (b)	8
รูปที่ 5 แสดงลักษณะอากาศและอุณหภูมน้ำท่าเฉลี่ยปีล้านีโญ	9
รูปที่ 6 แสดงค่าค่า SOI ระหว่างเมืองتاขิตและเมืองดาร์วิน	9
รูปที่ 7 รูปแสดง Walker Circulation	10
รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิผิวน้ำท่าเฉลี่ยประจำปี 1970-2000	12
รูปที่ 9 วันเริ่มต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แสดงโดยสัมผันเท่าเฉลี่ย 6 มิลลิเมตรต่อวัน	13
รูปที่ 10 การกระจายตัวของกลุ่มฝน (a) ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (b) ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	14
รูปที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนพฤษภาคม	
ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa	17
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa	
รูปที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนมิถุนายน	18
ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa	
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa	
รูปที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนกรกฎาคม	19
ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa	
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa	
รูปที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนสิงหาคม	20
ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa	
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa	

หน้า	
รูปที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนกันยายน	21
ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa	
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa	
รูปที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนตุลาคม	22
ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa	
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa	
รูปที่ 17 วิเคราะห์รูปแบบวันเริ่มต้นฤดูมรสุม ในภาวะปกติ ภาวะเอลนีโญ และภาวะลานีโญ	23
รูปที่ 18 วิเคราะห์รูปแบบวันสิ้นฤดูมรสุม ในภาวะปกติ ภาวะเอลนีโญ และภาวะลานีโญ	24
รูปที่ 19 แสดงทิศทางและความเร็วลมในช่วงเดือนพฤษภาคมสีแดง แทนด้วย ภาวะเอลนีโญ สีเขียวแทนด้วยภาวะลานีโญ	25
รูปที่ 20 แสดงวันเริ่มต้นฤดูฝนของประเทศไทยในแต่ละปี	26

รูปที่ 21 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1978	27
รูปที่ 22 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1978	28
รูปที่ 23 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1997	28
รูปที่ 24 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1997	29
รูปที่ 25 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1988	29
รูปที่ 26 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1988	30
รูปที่ 27 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปีเอลนีโญเปรียบเทียบค่าปกติ	31
รูปที่ 28 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปีเอลนีโญเปรียบเทียบค่าปกติ	31
รูปที่ 29 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปีล้านิญา เปรียบเทียบค่าปกติ	32
รูปที่ 30 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปีล้านิญาเปรียบเทียบค่าปกติ	33
รูปที่ 31(a) การปรับ STT กรณี El Nino 1983	34

	หน้า
รูปที่ 31(b) การปรับ STT กรณี El Nino 1991	35
รูปที่ 31(c) การปรับ STT กรณี El Nino 1997	36
รูปที่ 32(a) การปรับ STT กรณี La Nina 1988	37
รูปที่ 32(b) การปรับ STT กรณี La Nina 1999	38
รูปที่ 32(c) การปรับ STT กรณี La Nina 2000	39
รูปที่ 33 ปริมาณฝนรายวัน ณ วันที่ 31 พฤษภาคม ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปรับลด SST สำหรับ El Nino ปี 1983, 1991 และ 1997 (ปี 1991 ปรากฏการณ์ El Nino เพิ่งเริ่ม ² และยังขาดอ่อน ทำให้เมื่อลดค่า SST แต่ฝนเพิ่มขึ้น)	40
รูปที่ 34 ปริมาณฝนรายวัน ณ วันที่ 31 พฤษภาคม ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปรับเพิ่ม SST สำหรับ La Nina ปี 1988, 1999 และ 2000	41
รูปที่ 35 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลปีเอลนีโนรุนแรงที่ต่างจากค่าเฉลี่ยปกติ ปี กศ 1977	43
รูปที่ 36 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลปีล้านิญาที่ต่างจากค่าเฉลี่ยปกติ ปี ค.ศ 1988	44

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	แสดงปีที่เกิดปรากฏการณ์โอลนีโญ /ล้านีโญาและความรุนแรง	12
ตารางที่ 2	แสดงพายุหมุนเขตร้อน อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ผนรวมเฉลี่ย (JJAS)	44-45

บทที่ 1.

บทนำ

1.1 ความสำคัญของเรื่อง

โดยปกติมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกางลางเดือนตุลาคม มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ และเมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตรจะเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ ขณะที่เคลื่อนผ่านมหาสมุทรอินเดียจะนำอากาศชื้นมาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนตกชุดๆทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณชายฝั่งทะเลและเทือกเขาด้านรับลมจะมีฝนมากกว่าบริเวณอื่น ดังนั้นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จึงมีอิทธิพลและมีความสำคัญต่อภูมิอากาศประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม แต่เนื่องจากภัยต่ำภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นในปัจจุบันอาจส่งผลให้เกิดความผันแปรของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยในช่วงดังกล่าว

บทสรุปของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครั้งที่ 3 (IPCC Third Assessment Report, 2001) ได้สรุปผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเนื่องจากความรุนแรงของภูมิอากาศอย่างหนึ่งคือ คาดว่ามรสุมในเอเชียจะแปรปรวนขึ้นในอนาคตและสิ่งหนึ่งที่มีผลทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไปคือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ได้แก่ ปรากฏการณ์โอลโนโซ (ENSO), El Nino – Southern Oscillation), IOD (Indian Ocean Dipole), MJO (Madden Julian Oscillation)

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่ทางธรรมชาติอย่างหนึ่งซึ่งจะส่งผลต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ผลที่ได้จากการศึกษาจะมีประโยชน์ต่อการพยากรณ์อากาศระยะนาน การพยากรณ์ฤดูกาล และการล่วงรู้สภาพของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต ทำให้สามารถประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้น และนำไปสู่การเตรียมพร้อมในการปรับตัว เพื่อลดความเสี่ยหายน์ต่อชีวิตและทรัพย์สิน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นที่ทราบกันดีว่าประชากรโลกมากกว่า 60 % ที่อาศัยอยู่บนโลกนี้ มีชีวิตความเป็นอยู่ขึ้นอยู่กับมรสุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งประชากรในทวีปเอเชียซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใหญ่ที่สุด สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมที่พึ่งพา降雨ตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นได้ส่งผลให้สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงและอาจจะมีผลกระทบต่อระบบบรรจุภัณฑ์และมหาสมุทร ดังนั้นการศึกษาความผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ปรากฏการณ์โอลโนโซ จะมีประโยชน์กับการพยากรณ์อากาศระยะนาน การพยากรณ์ฤดูกาล การล่วงรู้สภาพภูมิอากาศที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ทำให้สามารถประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นและนำไปสู่การเตรียมพร้อมในการปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยหายน์ได้อย่างเช่น การเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูกาลของประเทศไทย เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อทราบผลกระทบของโอลโนโซต่อที่ศีกทางและความแรงของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณประเทศไทย รวมทั้งการผันแปรของการเริ่มต้น/สิ้นสุดฤดูกาลของประเทศไทย

ไทยช่วง ENSO

- 1.2.2 เพื่อทราบกลไกของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศไทยเชื่อมโยงกับ ENSO

1.3 พื้นที่การศึกษา

บริเวณประเทศไทยและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลภูมิอากาศรายวันจากการมอตุนิยมวิทยาและศูนย์อุตุนิยมวิทยาต่างประเทศ European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), National Centers for Environmental Prediction (NCEP), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), และ The International Research Institute for Climate and Society (IRI)
2. วิเคราะห์รูปแบบของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เฉลี่ยรายเดือน(เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม)บริเวณประเทศไทย พื้นที่ใกล้เคียง และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยใช้ข้อมูลลงชั้นบันระดับ 850 และ 200 hPa
3. คัดเลือกข้อมูลปีที่เกิด ENSO ในระดับปานกลางถึงรุนแรง โดยอาศัยผลการศึกษาที่ผ่านมาจาก National Centers for Environmental Prediction
4. เปรียบเทียบการเกิดมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียง ในช่วงปีปกติกับปี ENSO ที่คัดเลือกตามข้อ 3.
5. สรุปผลการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่ได้รับผลกระทบจาก ENSO
6. วิเคราะห์รูปแบบการเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝนประเทศไทย โดยคำนึงถึงภูมิประเทศ ซึ่งอ้างอิงข้อกำหนดจากการมอตุนิยมวิทยาประเทศไทยและประเทศอื่นๆ คือ
 - 6.1 ในระยะเวลา 5 วันใด ๆ จะต้องมีฝนตก 3 วัน ที่ต่อเนื่องกัน หรือไม่ต่อเนื่องกันก็ได้ โดยปริมาณฝนใน 3 วันดังกล่าว แต่ละวันต้องไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร และปริมาณฝนรวมใน 5 วันต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
 - 6.2 ทิศทางของกระแสลมในระดับผิวน้ำ จนถึง 500 hPa จะต้องเปลี่ยนกระแสลม ฝ่ายตะวันออกเป็นกระแสลมฝ่ายตะวันตก และในระดับ 300 และ 200 hPa จะต้องเปลี่ยนจากกระแสลมฝ่ายตะวันตกเป็นกระแสลมฝ่ายตะวันออก ซึ่งจะต้องพัดปกคลุมอย่างต่อเนื่อง
 - 6.3 การสิ้นสุดฤดูฝน ปริมาณฝนที่กล่าวมาลดน้อยถอยลงไป และทิศทางของกระแสลมในระดับที่กล่าวมาจะเปลี่ยนเป็นตรงข้าม
7. วิเคราะห์รูปแบบการเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝน และเบรี่ยบเทียบในช่วงปีปกติกับปี ENSO โดยใช้ข้อกำหนดตาม ข้อ 6
8. ทำ sensitivity experiments โดยใช้แบบจำลองบรรยายกาศ Weather Research and Forecasting -WRF (ซึ่งแบบจำลอง WRF นี้ มีการใช้ในกรุงมอตุนิยมวิทยาในการพยากรณ์อากาศอยู่แล้ว)

การทำ sensitivity experiment คือการทดลองโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรใดมีผลต่อปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง โดยทำการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรนั้นเพียงตัวแปรเดียวในขณะให้ค่าตัวแปรอื่นๆ มีค่าเหมือนเดิม แล้วใช้ค่าของตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงนี้เป็นค่าเริ่มต้นในการจำลองสถานการณ์โดยใช้แบบจำลอง(งานวิจัยนี้คือ WRF) แล้วเปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์นี้กับผลที่ได้จากแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลจริงซึ่งไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรใดๆ (control run) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรที่ได้เปลี่ยนแปลงค่านั้นว่ามีมากน้อยเพียงใด ในงานวิจัยนี้จะใช้แบบจำลอง WRF เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของอุณหภูมิน้ำทะเล และความกดอากาศ ต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงที่เกิด ENSO โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของทิศทางและความเร็วลมที่ระดับชั้นความสูงต่างๆ เช่น 850, 500, และ 200 hPa ในรอบปีบริเวณประเทศไทย

1.5 สมมุตฐานการวิจัย

การเพิ่มขึ้นและลดลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) เขตศูนย์สูตรบริเวณแปซิฟิกตอนกลาง และตะวันออก (อเมริกากลาง) มีผลต่อมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณประเทศไทยและพื้นที่ใกล้เคียง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 ได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และการเริ่มต้น-การสิ้นสุดของฤดูฝน อันเนื่องจากปรากฏการณ์เอ็นโซ่ รวมถึงกลไกและตัวแปรสำคัญที่เชื่อมโยงระหว่างระบบลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กับปรากฏการณ์เอ็นโซ่

2 ได้ความรู้และความเข้าใจสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการพยากรณ์อากาศ ระยะนานซึ่งสามารถเดือนภัยล่วงหน้าได้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลกระทบของเอ็นโซ่ต่อการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณประเทศไทยมีน้อย ส่วนใหญ่จะศึกษาผลกระทบที่มีต่อฝนและอุณหภูมิ สำหรับผลกระทบที่มีต่อระบบมรสุมส่วนมากจะเกี่ยวกับมรสุมของเอเชียใต้หรือเอเชียตะวันออก

กรรวี สิทธิชีวภาค (2551) วิเคราะห์ความผันแปรภูมิอากาศประเทศไทยในช่วงต้นฤดูมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ พบว่า ในช่วงต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปริมาณฝนของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น ยกเว้นภาคใต้ซึ่งมีแนวโน้มลดลง ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้น

โดยเฉพาะอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงขึ้นชัดเจน ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจะส่งผลต่อระบบมรสุม เช่น ปรากฏการณ์ ENSO ปรากฏการณ์ IOD (Indian Ocean Dipole) หรือแม้แต่ปรากฏการณ์ MJO (Madden Julian Oscillation) นอกจากนี้กรรได์ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิผิวน้ำทะเล Velocity Potential ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง กับปริมาณฝนประเทศไทย พบว่าตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อระบบมรสุมและปริมาณฝนของประเทศไทย

มันthon พฤกษาวดี และ สุดาพร นิ่มมา (2542) หาผลกระบวนการของลานีญาขนาดรุนแรงที่มีต่อฝน และอุณหภูมิของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลช่วง พ.ศ. 2494 ถึง พ.ศ. 2540 ซึ่งครอบคลุมลานีญาขนาดรุนแรง จำนวนห้องหมอด 6 ครั้ง และได้ใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่าดัชนีเปอร์เซ็นต์ต่อสิบของฝนรายเดือนและค่าดัชนีอุณหภูมิของอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุดเฉลี่ยและต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน ของสถานีที่ได้คัดเลือกแล้วจำนวน 38 และ 45 สถานีตามลำดับ ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าลานีญาขนาดรุนแรง มีผลกระทบทำให้ประเทศไทยส่วนใหญ่มีฝนสูงกว่าปกติ ขณะที่อุณหภูมิจะต่ำกว่าปกติในเกือบทุกฤดูกาล

มันthon พฤกษาวดี และ นงค์นาถ อุ่ประสิทธิ์วงศ์ (2545) ศึกษาสภาพอากาศและอุณหภูมิของประเทศไทยในปีเออนโซ่ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่า composite percentile ของปริมาณฝน และ composite standardized ของอุณหภูมิในปีเออนโซ่ พบว่าในปีเออนีโน่ปริมาณฝนของประเทศไทยส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติและพบว่าเออนีโน่ขนาดปานกลางถึงรุนแรงมีผลกระทบทำให้ปริมาณฝนต่ำกว่าปกติมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน ส่วนช่วงกลางและปลายฤดูฝนเป็นระยะที่ไม่สามารถสรุปสถานการณ์ของฝนได้ชัดเจน สำหรับอุณหภูมิปรากฏว่าสูงกว่าปกติทุกฤดูในปีเออนีโน่ และสูงกว่าปกติมากขึ้นในกรณีที่เออนีโน่เมื่อขนาดปานกลางถึงรุนแรง ในปีล้านีญาปรากฏว่าปริมาณฝนของประเทศไทยส่วนใหญ่สูงกว่าปกติ ยกเว้นปลายฤดูฝนที่สถานการณ์ของฝนไม่ชัดเจน ส่วนอุณหภูมิต่ำกว่าปกติทุกฤดู และพบว่าลานีญาที่มีขนาดปานกลางถึงรุนแรงส่งผลให้ปริมาณฝนของประเทศไทยสูงกว่าปกติมากขึ้น ขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติมากขึ้น

Abdul Bhutto, Ming Wei, Yan-an Liu and Nan Li, (2009) ทำการศึกษาหาความผันแปรของฝนทางภาคใต้ของประเทศไทยกับสถานในช่วงมรสุมฤดูร้อน และหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความแห้งแล้งในพื้นที่ดังกล่าว โดยใช้ข้อมูลฝน 16 สถานี อุณหภูมน้ำทะเลและปรากฏการณ์ ENSO ในช่วงระหว่างปี 1951-2000 จากการศึกษาพบว่าปริมาณฝนและอุณหภูมน้ำทะเลที่ผิดปกติไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปรากฏการณ์ ENSO

Lau, Ngar-Cheung; Nath and Mary Jo (2000) พบว่าอิทธิพลจากปรากฏการณ์ ENSO ส่งผลกระทบต่อการเกิดฝนในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวในพื้นที่ทวีปเอเชียและอสเตรเลีย ศึกษาโดยใช้ข้อมูล 46 ปี ทำการทดลองกับ 30 –wavenumber , 14 level กับ General Circulation Model

V. Krishnamuthy and B.N. Goswami (2000) พบว่า ENSO มีผลต่อการผันแปรในรอบสิบปี และการผันแปรในรอบปีของมรสุมอินเดีย โดยใช้ข้อมูล NCEP/NCAR reanalysis ฝนตกในประเทศไทยอินเดียลดลงเกิดในปีเออนีโน่ เนื่องจากการจมตัวลงของ Hadley circulation บริเวณแผ่นดินของประเทศไทยอินเดีย และยกตัวของ Walker circulation ในมหาสมุทรอินเดีย

Christopher Torrence and Peter J. Webster แสดงให้เห็นว่า ENSO และมรสุมอินเดีย มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ในการผันแปรในรอบสิบปีบนข้อมูลฝนของประเทศไทยเดีย 125 ปี แสดงโดยใช้ Wavelet Analysis แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำท่าทะเลบริเวณเส้นศูนย์สูตร ของมหาสมุทร แปซิฟิก เอ็นโซ่ และฝนในประเทศไทยเดีย

W. Qian and S. Yang (2000) ศึกษารูปแบบความแตกต่างของมรสุมฤดูร้อน (summer monsoon) โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมในการพิจารณาการเริ่มนักฤดูมรสุม (monsoon onset) พร้อมอธิบาย การเชื่อมโยงและความผันแปรของมรสุมจากชุดข้อมูล Outgoing Longwave Radiation (OLR) และ ข้อมูลฝนจาก The Climate Precipitation Center Merged Analysis of Precipitation (CMAP) ดูกากร ก่อตัวเมฆในแนวตั้ง ความชื้นในระดับสูง ฝนจากเมฆก่อตัวในแนวตั้ง และลมระดับต่ำ พบร่องฤดูมรสุม บริเวณทะเลจีนใต้เริ่มต้นกลางเดือนพฤษภาคม

Yongsheng Zhang, Tim Li, Bin Wang and Guoxiong Wu (2002) ศึกษารูปแบบความผันแปรของมรสุมฤดูร้อน (summer monsoon) บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยใช้ข้อมูลฝนจากสถานี ตรวจอากาศผิวน้ำจำนวน 30 สถานี และข้อมูลจาก NCEP/NCAR reanalysis ปี 1951 – 1996 พบร่อง วันเริ่มนักฤดูมรสุม (monsoon onset) คือวันที่ 9 พฤษภาคม (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12 วัน) ลักษณะ เด่นของวันเริ่มนักฤดูมรสุมสังเกตจากกลุ่มเมฆก่อตัวทางด้านบริเวณสูมารามีพิษเคลื่อนทาง ตะวันออกเฉียงเหนือตามกระแสลมตะวันตกเฉียงในระดับต่ำ ความผันแปรของวันเริ่มนักฤดูมรสุม ขึ้นกับปรากฏการณ์เอล Niño โญและลานีโญ และพบว่าส่วนมากวันเริ่มนักฤดูมรสุมเริ่มต้นช้ากว่าปกติในปี เอล Niño

วิรัช มนีสาร (2531) กล่าวว่า การเริ่มนักฤดูมรสุมพิจารณาจากจำนวนวันที่มีฝนตก ใน 3 และ 5 วัน เกณฑ์ดังกล่าวในเป็นหลักเกณฑ์การพิจารณาเริ่มนักฤดูมรสุมของประเทศไทยเดีย คือในระยะ 5 วันใด ๆ จะต้องมีฝนตก 3 วัน ที่ต่อเนื่องกัน หรือไม่ต่อเนื่องกันก็ได้ โดยปริมาณ ฝนใน 3 วันดังกล่าว แต่ละวันต้องไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร และปริมาณฝนรวมใน 5 วันต้องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

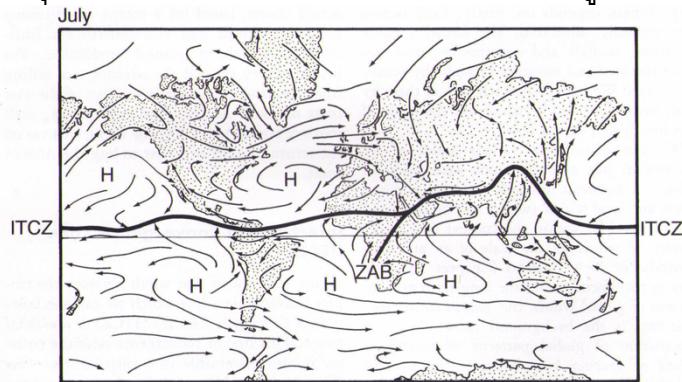
2.3 กลไกของระบบมรสุม (Mechanism of Monsoon)

มรสุมเป็นลมพัดประจำฤดูที่พัดสลับทิศทางระหว่างทิศตะวันออกเฉียงเหนือกับทิศตะวันตก เนียงได้จากการเลื่อนขึ้นลงตามร่องความกดอากาศต่ำ

ร่องความกดอากาศต่ำหรือร่องมรสุมนี้ มีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษหลายชื่อด้วยกัน เช่น Intertropical Convergence Zone (ITCZ), Equatorial Trough หรือ Monsoon Trough เป็นต้น เป็นโซนหรือแนวแคบๆ ที่ลมเกรดหรือลมค้างในเขตร้อนของทั้ง 2 ซีกโลกมาบรรจบกัน คือ ลมค้างตะวันออกเฉียงเหนือของซีกโลกเหนือกับลมค้างตะวันออกเฉียงใต้ของซีกโลกใต้ ร่องความกดอากาศต่ำหรือร่องมรสุม มีลักษณะเป็นแนวพาดขวางในทิศตะวันออก-ตะวันตก ในร่องความกดอากาศต่ำหรือร่องมรสุมเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ มีกระแสอากาศไหลขึ้น-ลงสลับกัน ร่องความกดอากาศต่ำ หรือร่องมรสุมจะอยู่ในเขตต้อนไกลั่ง เส้นศูนย์สูตร และจะมีการเลื่อนขึ้น-ลงตามแนวโคจรของดวงอาทิตย์โดยจะล้าหลังประมาณ 1-2 เดือน ความกว้างของร่องความกดอากาศต่ำหรือร่องมรสุมประมาณ 6-8 องศาละติจูด เป็นบริเวณที่มีเมฆมากและฝนตกอย่างหนาแน่น ฉะนั้น เมื่อร่องนี้ประจำอยู่ที่ใดหรือ ผ่านที่ใดก็จะทำให้ที่นั้นฝนตกอย่างหนาแน่นได้ (รูปที่ 1.)

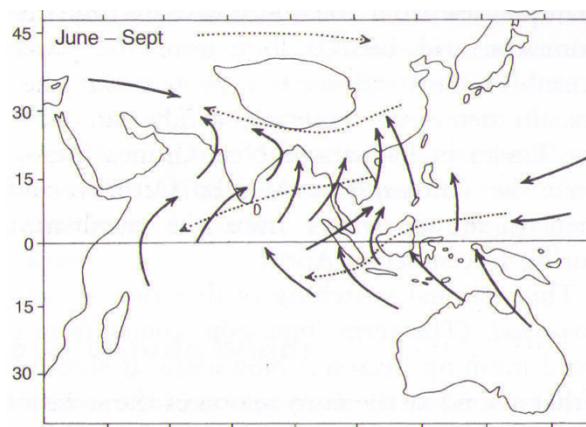
กลไกของระบบมรสุม

1. เกิดจากลมค้า (Trade Wind) ที่ศีรษะวันออกเฉียงใต้ที่พัดจากซีกโลกใต้เคลื่อนที่ผ่านแนวเส้นศูนย์สูตรมายังร่องความกดอากาศต่ำ
2. ลมค้าตัววันออกเฉียงใต้ทางซีกโลกใต้ที่พัดผ่านแนวเส้นศูนย์สูตรมายังซีกโลกเหนือมีทิศเป็นเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เนื่องจากแรงโคเรียลหริส (Coriolis Force)
3. ลมที่ระดับ 850 hPa เป็นลมที่ศีรษะวันออกเฉียงใต้ ส่วนในระดับ 200 hPa จะมีทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 2)
4. มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามันประเทศไทยและอ่าวไทยมีแหล่งกำเนิดมาจากระบบอากาศ 2 ซีกโลกคือ ซีกโลกใต้ จากความกดอากาศสูงที่ปกคลุมบริเวณประเทศไทย ออสเตรเลียและมหาสมุทร印度洋 และทางซีกโลกเหนือจากหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทยเดียวหรือบริเวณตะวันออกกลาง (รูปที่ 3)
5. ฝนที่ตกลาภิมรสมมักเป็นฝนที่เกิดจากการยกตัวที่ผ่านแนวเขากลาง (Orographic Rain)



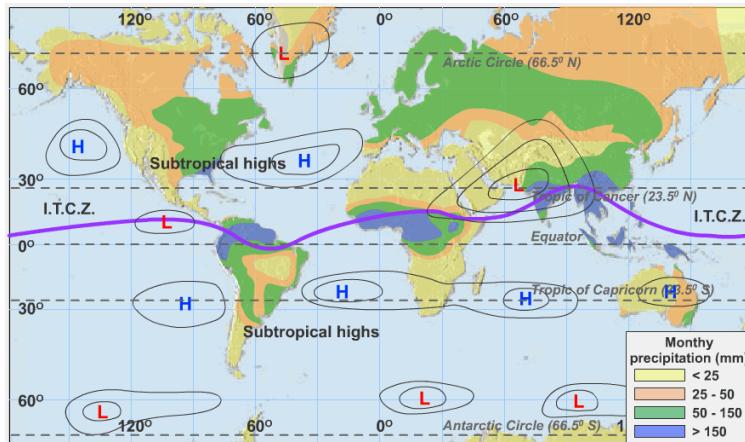
:Edward Linacre and Bart Geerts:1997

รูปที่ 1 ระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เดือนกรกฎาคม



:Edward Linacre and Bart Geerts:1997

รูปที่ 2 ระบบลมระดับ 850 hPa (ลูกศรทึบ) และระดับ 200 hPa (ลูกศรประ) มีถูกนายนลึงกันนายน



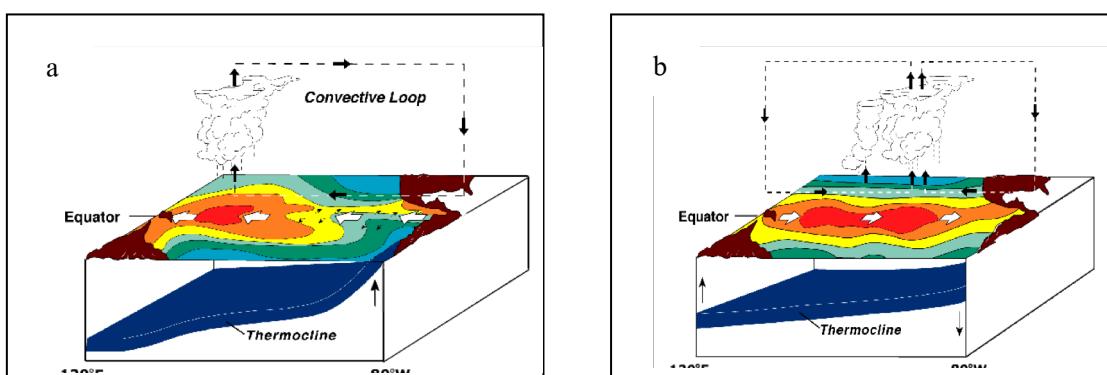
: <http://dev.prenhall.com/>

รูปที่ 3 ระบบอากาศผิวพื้นความกดอากาศสูง (H) ความกดอากาศต่ำ (L) ร่อง ITCZ และพื้นที่ฝนตก

2.4 ความร้อนพื้นฐานเอ็นโซ (ENSO)

การแกร่งงของลักษณะอากาศทางซีกโลกใต้ (El-Nino Southern Oscillation :ENSO) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมหาสมุทรกับบรรยากาศ (air-sea interaction) การเปลี่ยนแปลงในมหาสมุทรจะกระทบต่อบรรยากาศและรูปแบบของภูมิอากาศรอบโลก ในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงในชั้นบรรยากาศจะกระทบต่ออุณหภูมิของมหาสมุทร และกระแสน้ำ ดังนั้นมือironที่อุณหภูมิที่ผิวน้ำน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตต้อน (Tropical Pacific) สถาบันศูนย์สูตรนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างผิดปกติปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นผิวของมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศจะเป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดปรากฏการณ์โอลนิโญและปรากฏการณ์ล้านิญา ดังนี้

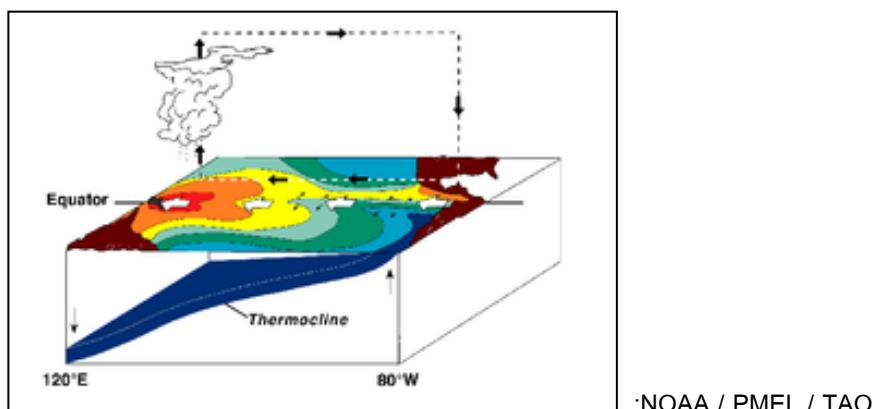
1.ปรากฏการณ์โอลนิโญเกิดจากการเพิ่มขึ้นอย่างผิดปกติของอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออก ส่งผลให้ความดันอากาศต่ำกว่าความดันอากาศบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตก ลมค้าพัดย้อนกลับจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออกพัดพากระแสน้ำอุ่นให้หลย้อนไปทางมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออก ทำให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกสูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติเรียกปรากฏการณ์โอลนิโญและความร้อนในมหาสมุทรที่เพิ่มขึ้นนี้จะถูกปลดปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ จะทำให้มีเมฆและฝนตกมากขึ้น (รูปที่ 4.)



:NOAA / PMEL / TAO

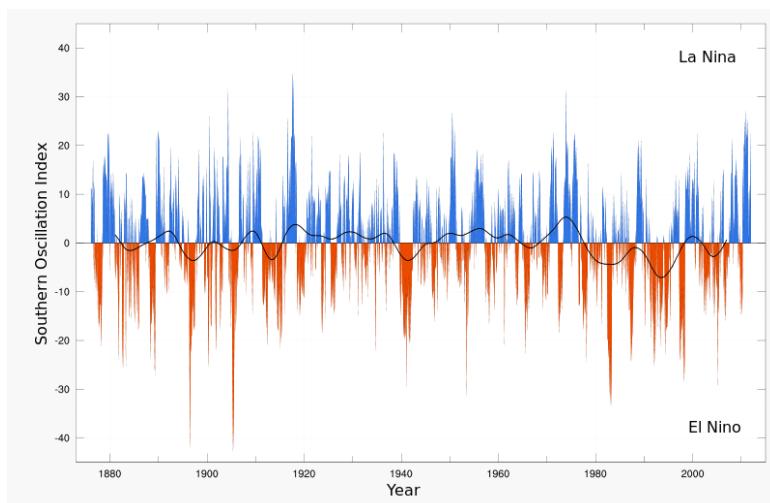
รูปที่ 4 แสดงลักษณะอากาศและอุณหภูมิน้ำทะเลเปลี่ยนแปลง (a) และปีเอลนีño (b)

2. ในทางตรงกันข้าม ปรากฏการณ์ล้านีño เกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตกอย่างผิดปกติ ทำให้ความดันอากาศบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกต่ำกว่าความดันอากาศบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกเกิดเป็นลมที่พัดเสริมลมสินค้าจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกเรียกปรากฏการณ์ล้านีño (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 แสดงลักษณะอากาศและอุณหภูมิน้ำทะเลเปลี่ยนแปลง

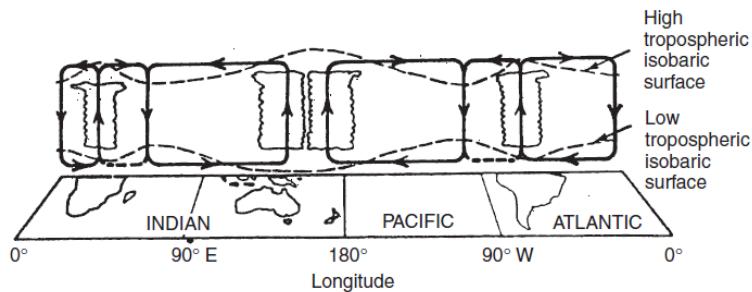
3. ปรากฏการณ์ล้านีño และเอลนีñoจะส่งอิทธิพลไปทั่วโลก โดยผลกระทบที่มีต่อภูมิอากาศโลก จะมีแนวโน้มอยู่ในทิศทางที่ตรงข้ามกัน ทำให้ความแปรปรวนของอุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนเกิดในทิศทางที่ตรงข้ามกัน ระบบภูมิอากาศโลกจึงมีการสลับไปมาทุกๆ 3-5 ปี ความรุนแรงของ ENSO ขึ้นกับค่า Southern Oscillation Index (SOI) จากการคำนวณค่าความแตกต่างของความกดอากาศระหว่างเมืองطاชิติและเมืองดาร์วิน (รูปที่ 6)



<http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml>

รูปที่ 6 แสดงค่าค่า SOI ระหว่างเมืองتا希ติและเมืองดาร์วิน

4. Walker Circulation ในปีปกติลมตะวันออก (ลมค้า) พัดพานำ้อุ่นมาทางมหาสมุทรแปซิฟิก ด้านตะวันออกเกิดเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำอากาศร้อนยกตัวสูงขึ้นทำให้เมฆก่อตัวและเกิดฝนตก (รูปที่ 7) ในทางตรงข้ามมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตกเป็นความกดอากาศสูงอากาศจมตัวไม่เกิดเมฆ และฝนตก ปีเอลนีโญลมตะวันออก (ลมค้า) มีกำลังอ่อนลงกระแสน้ำอุ่นถูกพัดกลับมาทางมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออกมากขึ้น ส่งผลให้กลุ่มเมฆและฝนที่ตกลอยู่ที่เดิมถูกเปลี่ยนไป



: Bjerknes J :1969

รูปที่ 7 รูปแสดง Walker Circulation

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 30 ปี ตั้งแต่ ค.ศ. 1971-2000 ดังนี้

1. ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST) ความกดอากาศ (MSLP) และข้อมูลลม ที่จุดพิกัดจาก ECMWF (ERA, Gibson et al, 1997) และ IRI
2. ข้อมูลสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศไทย
 - 1.1 สถานีตรวจอากาศผิวน้ำพื้น จำนวน 73 สถานี
 - 1.2 สถานีตรวจอากาศชั้นบนชั้นมี 5 สถานีทั่วประเทศ คือ เชียงใหม่ อุบลราชธานี กรุงเทพฯ สงขลา และภูเก็ต

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. แสดงผลข้อมูล ECMWF ซึ่งแสดงค่าความกดอากาศ (MSLP) และข้อมูลลมที่จุดพิกัดที่ระดับความสูง 850 hPa และ 200 hPa เฉลี่ยรายเดือน (เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม)
2. คัดเลือกข้อมูล ตาม 1. โดยแบ่งออกเป็นปีเออลนีโญและลานีโญและปีปกติ
3. เปรียบเทียบวันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝนในประเทศไทยโดยข้อมูลจากการอุตุนิยมวิทยา และจากการวิเคราะห์ลงชั้นบนที่ระดับความสูง 850 hPa และ 200 hPa จากข้อมูล ECMWF บริเวณประเทศไทยและพื้นที่ใกล้เคียง
4. วิเคราะห์รูปแบบของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เฉลี่ยรายเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม (JJAS) โดยใช้ข้อมูลชั้นบนระดับ 850 และ 200 hPa
5. เปรียบเทียบความแปรปรวนของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เฉลี่ย JJAS ระหว่างปี ENSO กับปีปกติ
6. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของฝนบริเวณประเทศไทยกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
7. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของฝนบริเวณประเทศไทยกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเล
8. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของฝนบริเวณประเทศไทยกับพายุหมุนเขตร้อน

3.3 สกัดการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีฟู

ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1971-2000 เป็นต้นมา มีปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีฟูเกิดขึ้น ดังนี้

เอลนีโญ

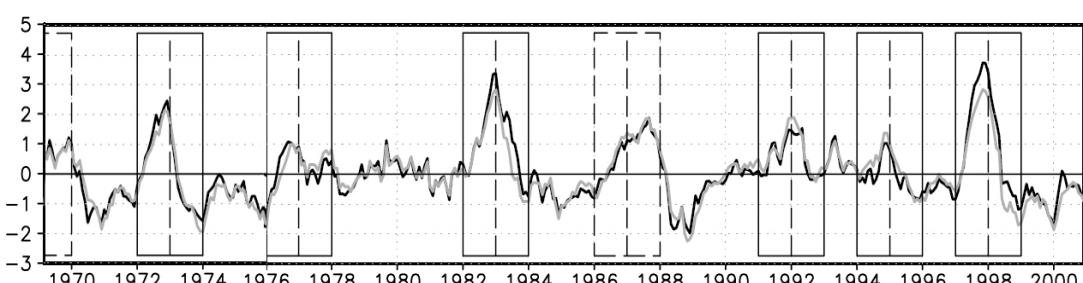
ค.ศ.	ความรุนแรงของเอลนีโญ	ค.ศ.	ความรุนแรงของเอลนีโญ
1972-73	รุนแรง	1987-88	ปานกลาง
1976-77	อ่อน	1991-92	รุนแรง
1977-1978	อ่อน	1994-95	ปานกลาง
1982-83	รุนแรง	1997-98	รุนแรง
1986-87	อ่อน		

ลานีฟู

ค.ศ.	ความรุนแรงของลานีฟู	ค.ศ.	ความรุนแรงของลานีฟู
1970-71	ปานกลาง	1984-85	ปานกลาง
1971-72	อ่อน	1988-89	รุนแรง
1973-74	รุนแรง	1995-96	อ่อน
1974-75	อ่อน	1998-99	ปานกลาง
1975-76	รุนแรง	1999-2000	รุนแรง

ตารางที่ 1 แสดงปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ /ลานีฟูและความรุนแรง

แหล่งข้อมูล : CPC/NCEP/NOAA



รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยปกติปี 1970-2000 เส้นดำแทนค่า NINO 3 เส้นเทาแทน NINO 3.4 (Reynolds and Smith, 1994).

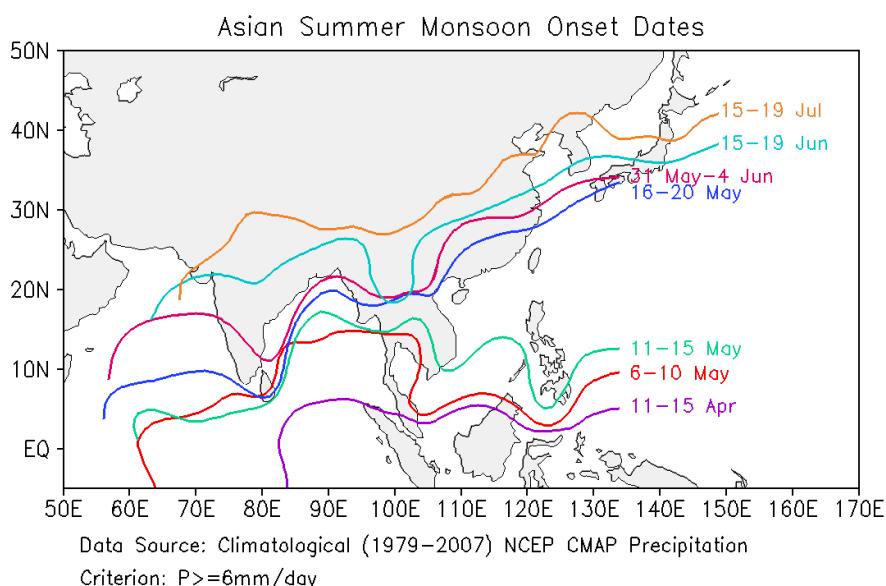
3.4 วันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ตามข้อกำหนดจากการอุดมวิทยาประเทคโนโลยีไทยและประเทศไทยเดียจะเริ่มนัดหมายต่อไปนี้ เนื่องจากปริมาณฝนใน 3 วันต่อเนื่องกัน หรือไม่ต่อเนื่องกันก็ได้ โดยปริมาณฝนใน 3 วันต่อเนื่องกันต้องไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร และปริมาณฝนรวมใน 5 วันต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

1. ในระยะ 5 วันใด ๆ จะต้องมีฝนตก 3 วัน ที่ต่อเนื่องกัน หรือไม่ต่อเนื่องกันก็ได้ โดยปริมาณฝนใน 3 วันต่อเนื่องกันต้องไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร และปริมาณฝนรวมใน 5 วันต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร
2. ทิศทางของกระแสลมในระดับผิวน้ำ จนถึง 500 hPa จะต้องเปลี่ยนกระแสลม ฝ่ายตะวันออกเป็นกระแสลมฝ่ายตะวันตก และในระดับ 300 และ 200 hPa จะต้องเปลี่ยนจากกระแสลมฝ่ายตะวันตกเป็นกระแสลมฝ่ายตะวันออก ซึ่งจะต้องพัดปกคลุมอย่างต่อเนื่อง
3. การสิ้นสุดฤดูฝน ปริมาณฝนที่กล่าวมาลดน้อยถอยลงไป และทิศทางของกระแสลมในระดับที่กล่าวมาจะเปลี่ยนเป็นตรงข้าม

วันเริ่มต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

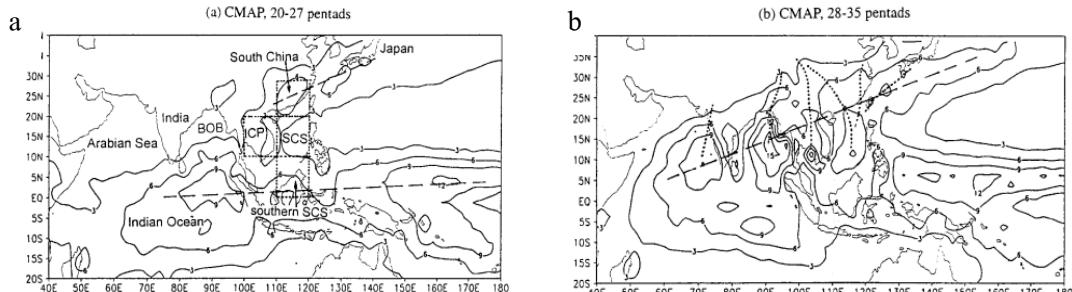
Zhang et al. (2002) วันเริ่มต้นฤดูมรสุมถูกควบคุมด้วยองค์ประกอบหลายประการ เช่น พลวัตภายในบรรยากาศ (Atmospheric internal dynamics) การแกว่งตัวภายในฤดู (intraseasonal oscillation) อุณหภูมิผิวน้ำทะเล และเงื่อนไขความแตกต่างบนแผ่นดินเอเชีย ตะวันออกเฉียงใต้และภายในทวีปเอเชีย รูปแบบของมรสุมฤดูร้อน (summer monsoon) บริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีลักษณะเด่นของวันเริ่มต้นฤดูมรสุม โดยสังเกตจากกลุ่มเมฆก่อตัวทางตั้ง บริเวณสมมาตรราจะเคลื่อนที่ทางตะวันออกเฉียงเหนือตามกระแสลมตะวันตกเฉียงในระดับต่ำ



: K.-M. Lau and Song Yang, 1996

รูปที่ 9 วันเริ่มต้นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แสดงโดยสันนิษฐานว่าเฉลี่ย 6 มิลลิเมตรต่อวัน Qian et al. (2000) เปรียบเทียบการกระจายตัวของกลุ่มฝนจากข้อมูล CMAP ช่วงก่อนฤดูมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ วันที่ 6 เมษายน – 15 พฤษภาคม (pentads 20-27) กับช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ วันที่ 16 พฤษภาคม – 25 มิถุนายน (pentads 28-35) การวางตัวของกลุ่มฝนช่วงก่อนวันเริ่มนัดหมาย

มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะวางตัวในทิศตะวันออก – ตก ส่วนช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กลุ่มฝนจะวางตัวในทิศตะวันออก เนียงหนีอ – ตะวันตกเฉียงใต้ (ตามเส้นประ)



:Qian et al, 2000

รูปที่ 10 การกระจายตัวของกลุ่มฝน (a) ช่วงก่อนฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
(b) ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

3.5 sensitivity experiments โดยใช้แบบจำลองบรรยากาศ WRF

ขั้นตอนการทำ Sensitivity SST ซึ่งเป็นการปรับค่าอุณหภูมิผิวน้ำให้เข้ากับสภาพจริงแล้วทำให้รูปแบบฝนเปลี่ยนไป บริเวณที่ทำการศึกษา คือ 50S - 60N และ 40E – 180E

WRF3.4.1 เป็นเวอร์ชันที่ใช้ในการทดลอง โดยมีการกำหนดรายละเอียดดังนี้

Model Configuration

Domain	50S-60N, 40E-180E
Data	ECMWF
Time step	200s
Number of vertical levels	28
Number grid point in x-direction	110
Number grid point in y-direction	120
Δx	14km
Δy	14km
Simulation period	30 days
Microphysics	Kessler scheme
Longwave radiation	rrtm scheme
Shortwave radiation	Dudhia scheme
Land-surface	thermal diffusion scheme
Boundary-layer	YSU scheme

จำนวน case ที่ทำการศึกษา มี 6 cases ดังนี้

1. เอลนีโญ ปีที่ทำการศึกษาคือปี 1983, 1991, 1997
2. ลา尼ญา ปีที่ทำการศึกษาคือปี 1988, 1999, 2000

โดยเลือกเดือนพฤษภาคม เพราะเป็นเดือนเริ่มต้นมรสุมฤดูร้อน (onset)

วิธีการปรับ อุณหภูมิผิวน้ำ (SST) ในกรณี เอลนีโญ ดังนี้

1. ทำการดึงค่าข้อมูล อุณหภูมิผิวน้ำ (SST) เริ่มต้นในแต่ละ case

2. กำหนดบริเวณที่ อุณหภูมิผิวน้ำหน้าทale (SST) ในมหาสมุทรแปซิฟิก (บริเวณที่ศึกษา) มีค่าสูงสุด
3. เมื่อได้บริเวณแล้วทำการเปลี่ยนค่า โดยปรับลดอุณหภูมิลงระหว่าง 0.1-0.2 องศา เคลวิน โดยไม่กระทบกระเทือนอุณหภูมิบริเวณข้างเคียง
4. นำข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำหน้าทale (SST) ที่ทำการปรับเปลี่ยนแล้ว เป็นค่าเริ่มต้นของอุณหภูมิผิวน้ำหน้าทale แบบจำลอง ทำเช่นนี้สำหรับทุกวันที่จะรัน (run)

วิธีการปรับ SST ในการณ์ ลานิญา ดังนี้

1. ทำการดึงค่าข้อมูล อุณหภูมิผิวน้ำหน้าทale (SST) เริ่มต้นในแต่ละ case
2. กำหนดบริเวณที่ อุณหภูมิผิวน้ำหน้าทale (SST) ในมหาสมุทรแปซิฟิก (บริเวณที่ศึกษา) มีค่าต่ำสุด
3. เมื่อได้บริเวณแล้วทำการเปลี่ยนค่า โดยปรับเพิ่มอุณหภูมิขึ้น “ไม่เกิน ค่าสูงสุดของอุณหภูมิผิวน้ำหน้าทaleเดิม
4. นำข้อมูล SST ที่ทำการปรับเปลี่ยนแล้ว เป็นค่าเริ่มต้นของแบบจำลอง ทำแบบนี้ ทุกวันที่จะรัน (run)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 รูปแบบของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เฉลี่ยรายเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม

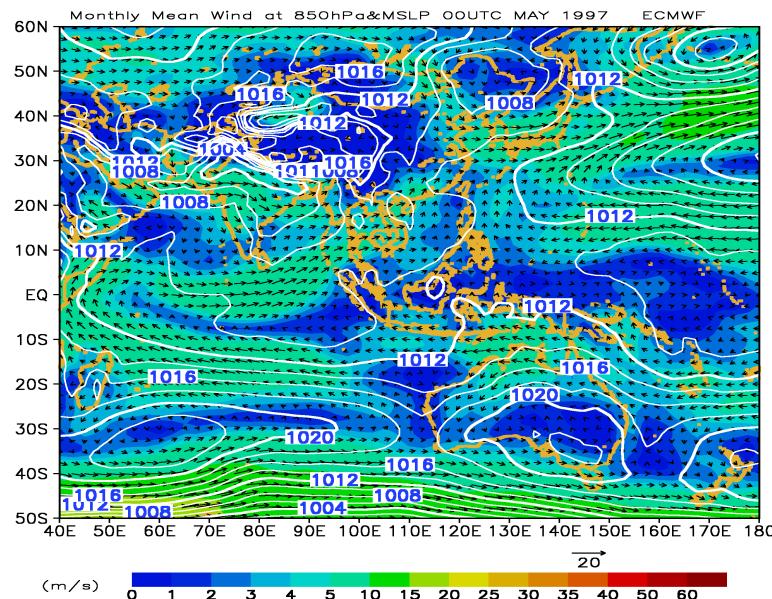
มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทยและอ่าวไทยมีแหล่งกำเนิดมาจากระบบอากาศ 2 ซีกโลกคือ ซีกโลกใต้ จากความกดอากาศสูงที่ปกคลุมบริเวณประเทศไทยและประเทศอินเดีย และมหาสมุทรอินเดีย และทางซีกโลกเหนือจากหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทยเดียวหรือบริเวณตะวันออกกลาง

สำหรับลมในระดับล่าง 850 hPa เป็นลมคัตตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก ตอนใต้(ตอนบนของประเทศไทยอสเตรเลีย) และมหาสมุทรอินเดียตอนล่าง ผ่านเส้นศูนย์สูตรมีทิศเบนไปเป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ผ่านมหาสมุทรอินเดียตอนบน ประเทศไทยอินเดีย อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามัน และประเทศไทยไปจนถึงทะเลเจนใต้ ส่วนที่ระดับสูง 200 hPa เป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมทะเลเจนใต้ ประเทศไทย อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย

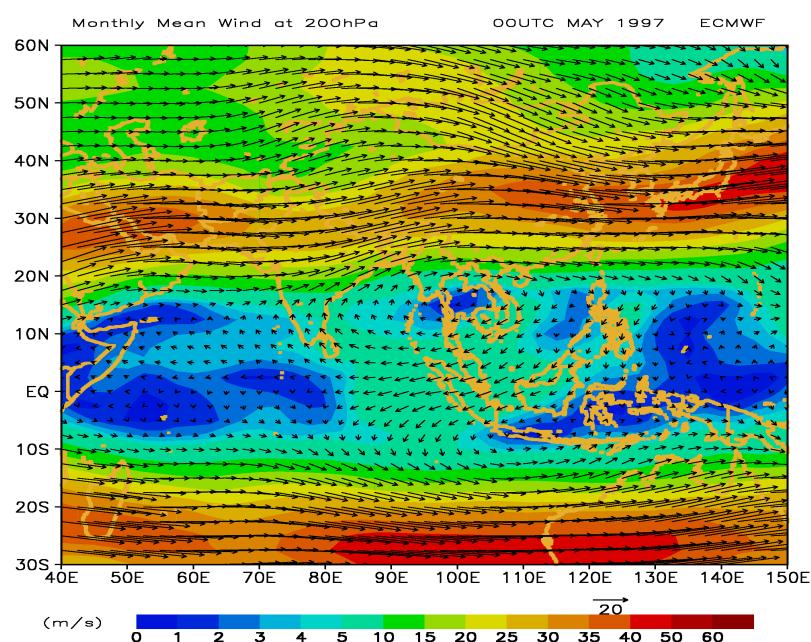
ในช่วงเดือนพฤษภาคม ระบบของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในระดับล่าง 850 hPa ยังไม่ชัดเจน นัก (รูปที่ 11 ก.) เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มเปลี่ยนเข้าฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งมีทิศทางและความเร็ว ลมผันแปรขณะพัดผ่านอ่าวเบงกอลและประเทศไทย แต่จะมีทิศตะวันตกเฉียงใต้ชัดเจนและมีกำลังแรง ขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนเป็นต้นไปจนถึงเดือนกันยายน ส่วนเดือนตุลาคมลมเริ่มผันแปรเนื่องจากเป็น ช่วงเปลี่ยนฤดูจากการมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ในช่วงเดือนพฤษภาคมระบบของลมที่ระดับสูง 200 hPa (รูปที่ 11 ข.) ลมที่พัดปกคลุมทะเลเจนใต้ ประเทศไทย อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามัน และมหาสมุทรอินเดีย ยังไม่เป็นทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จะมีทิศตะวันออกเฉียงเฉียงเหนือชัดเจนและมีกำลังแรงขึ้นในช่วงเดือน มิถุนายนเป็นต้นไปจนถึงเดือนกันยายน ส่วนเดือนตุลาคมลมเริ่มผันแปรเนื่องจากเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู จากการมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออก เฉียงเหนือ

แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความกดอากาศ (MSLP) และลมที่ระดับต่างๆ

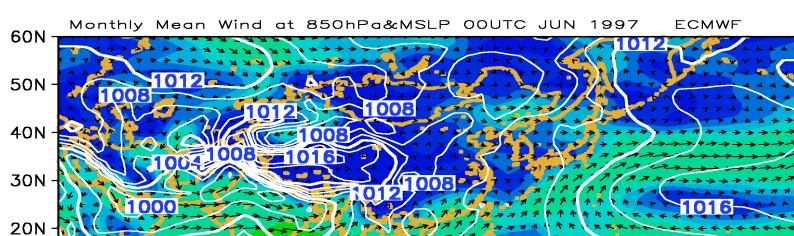


(η)

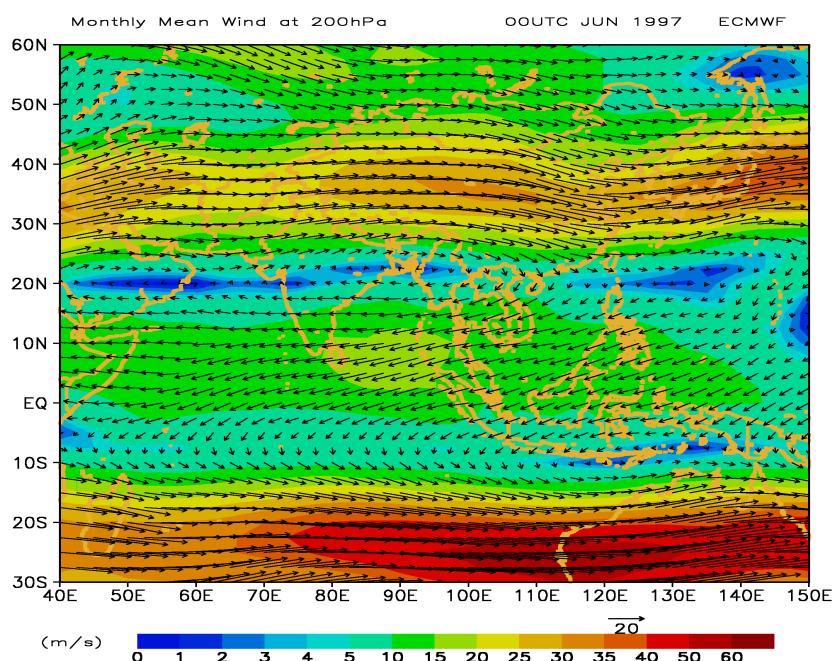


(ψ)

รูปที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนพฤษภาคม
ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa



(ก)

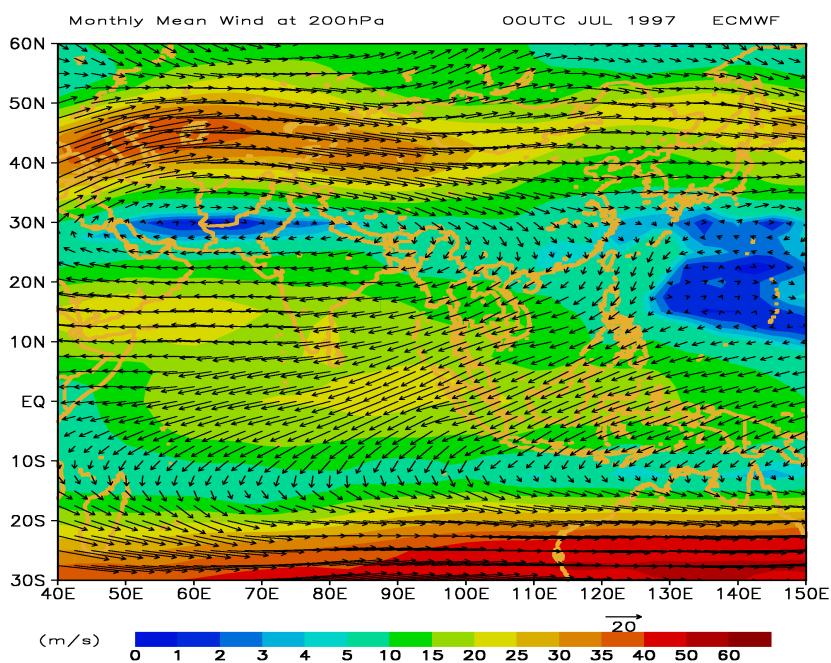
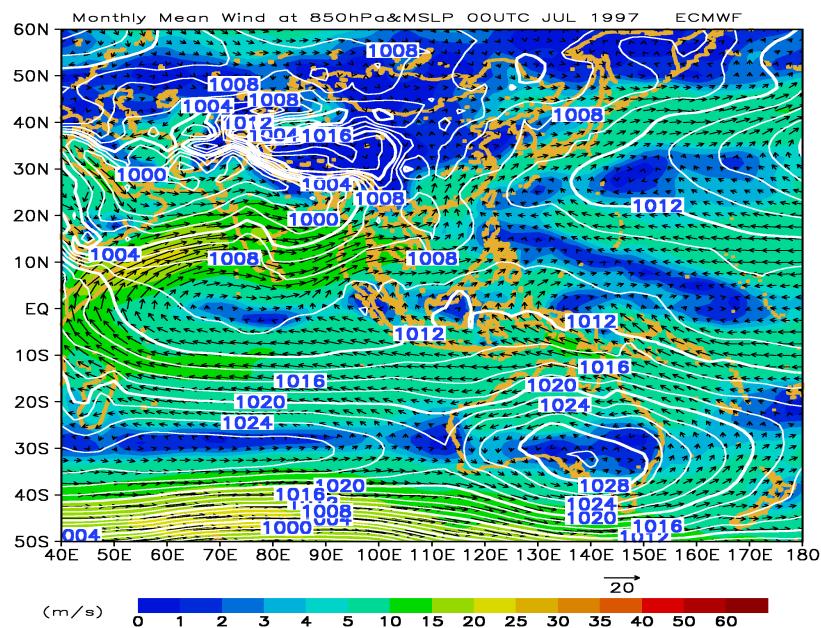


(ข)

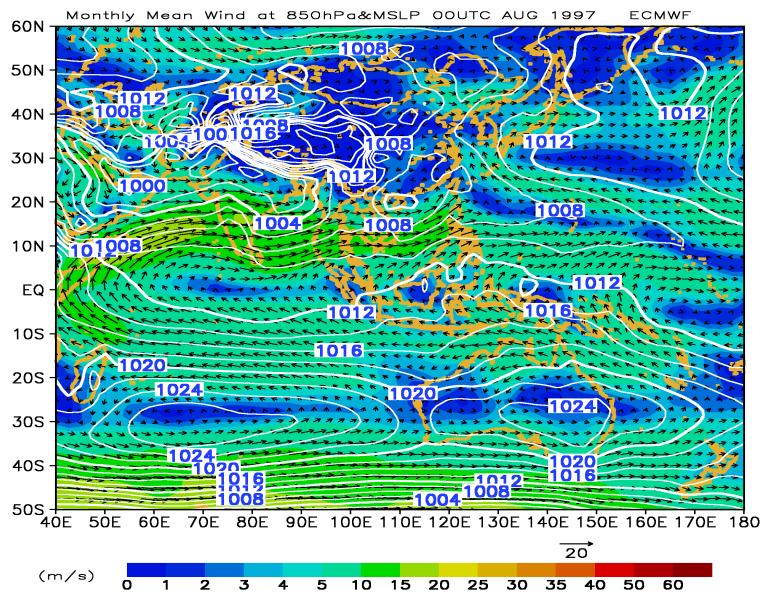
รูปที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนมิถุนายน

ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa

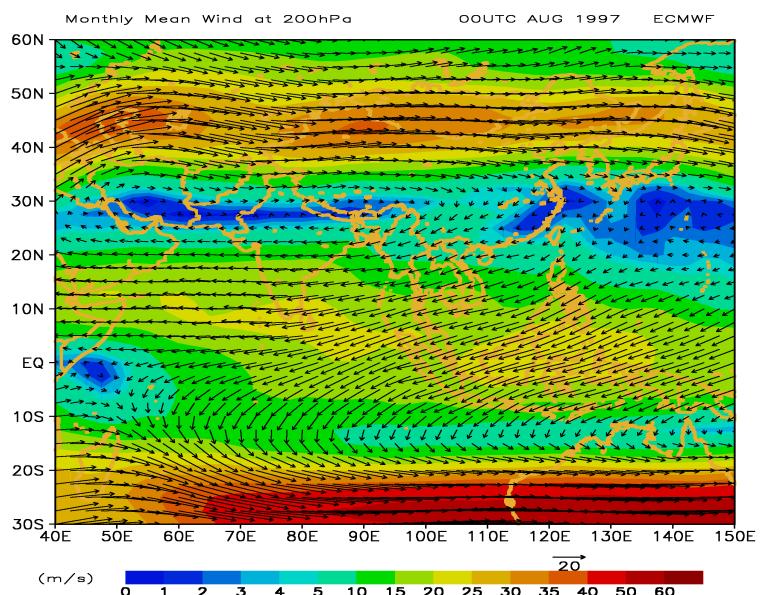
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa



รูปที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนกรกฎาคม
ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa



(۱)

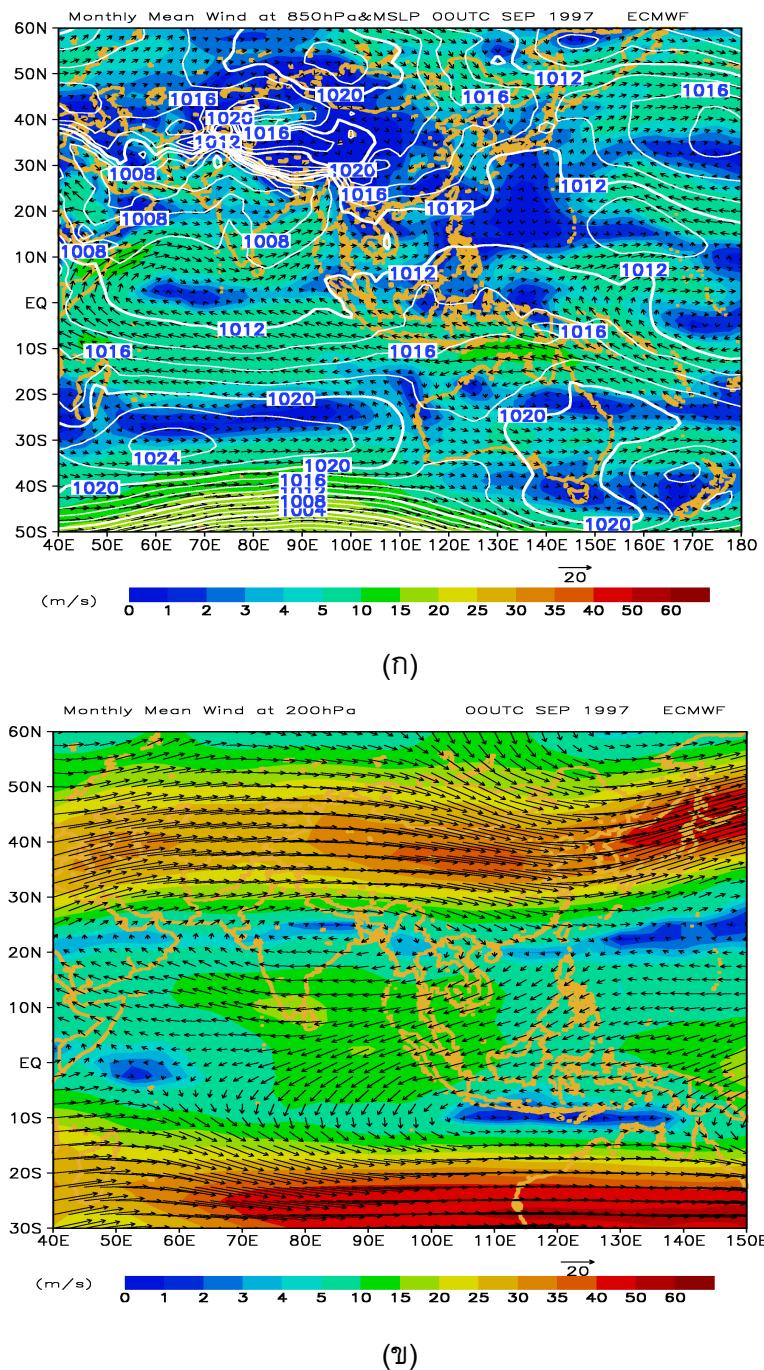


(۲)

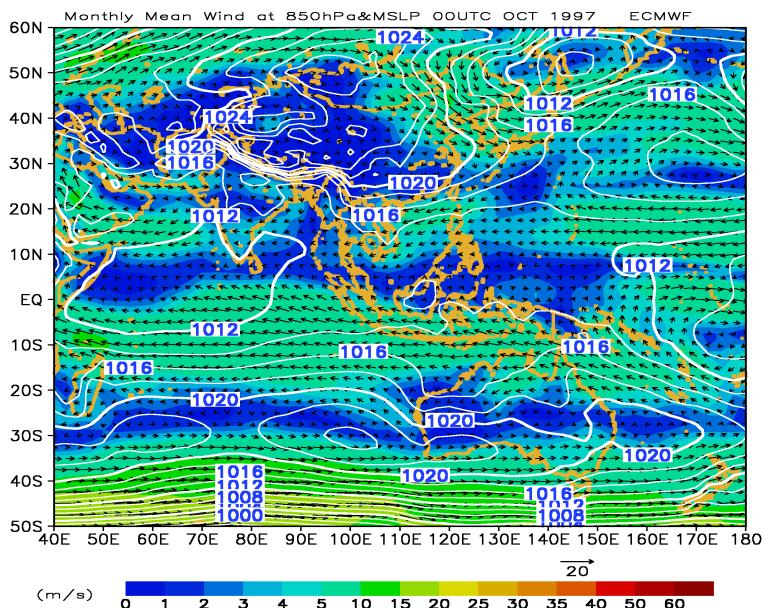
รูปที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนสิงหาคม

ก. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa

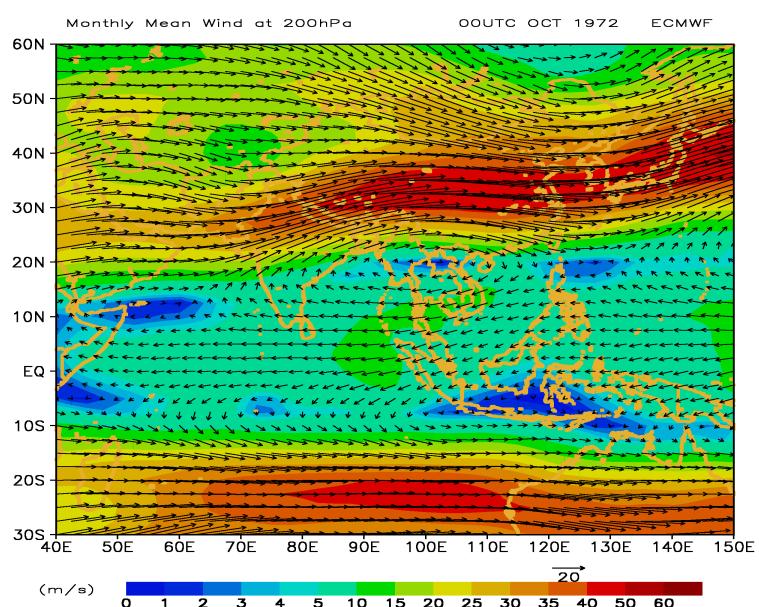
ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa



รูปที่ 15. แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนกันยายน
 ก. ความกดอากาศ (MSLP)และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa
 ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa



(ก)



(ข)

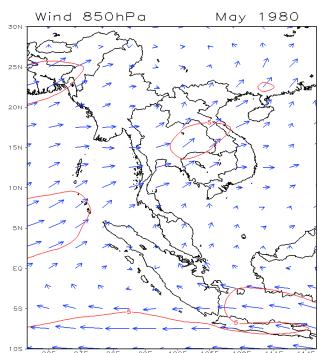
รูปที่ 16. แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเดือนตุลาคม
 ค. ความกดอากาศ (MSLP) และลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 850 hPa
 ข. ลมเฉลี่ยรายเดือนระดับ 200 hPa

4.2 วิเคราะห์รูปแบบและหาวันเริ่มต้น/สิ้นสุดฤดูกาลของประเทศไทยในปีปกติ

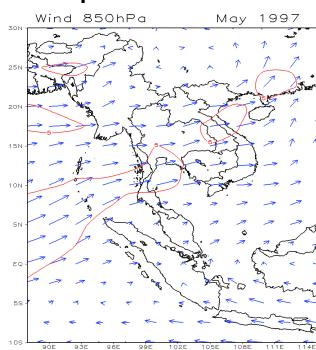
และปี ENSO

โดยปกติประเทศไทยจะเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนประมาณกลางเดือนพฤษภาคมและสิ้นสุดประมาณกลางเดือนตุลาคม จะช้าบ้างเร็วบ้างขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ในแต่ละปีที่จะมาควบคุม และทำให้วันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝนของประเทศไทยผันแปรไป หากการวิเคราะห์ลมเฉลี่ยรายเดือนที่ระดับความสูง 850 hPa ของเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม พบร่วมเฉลี่ยรายเดือนที่ระดับความสูง 850 hPa ของเดือนพฤษภาคมของปีปีเอลนีโน ลานินา และปีปกติมีทิศทางลมและความเร็วลมแตกต่างกัน ดังนี้

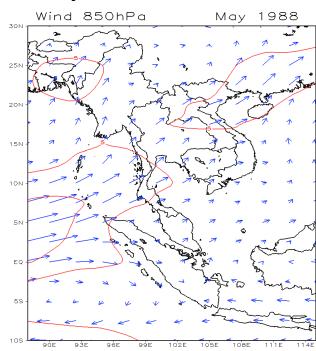
วิเคราะห์รูปแบบของมรสุมช่วงเดือนพฤษภาคม ภาวะปกติ



ภาวะเอลนีญโญรุนแรง



ภาวะลานีญารุนแรง



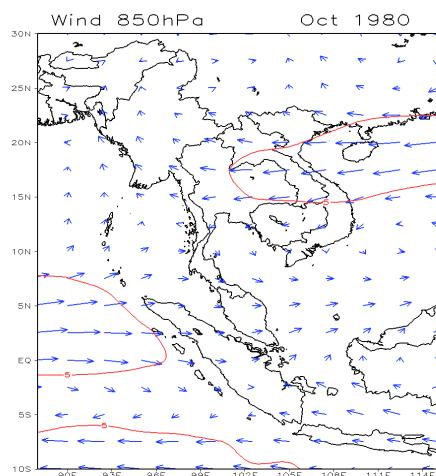
รูปที่ 17 วิเคราะห์รูปแบบวันเริ่มต้นฤดูมรสุม ในภาวะปกติ ภาวะเอลนีญโญ และภาวะลานีญ่า

ปี ค.ศ.1980 ซึ่งเป็นปีภาวะปกติ จะเห็นลักษณะของลมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมทั่วเลอนدامันภาคใต้ และประเทศไทยตอนบน

ปี ค.ศ.1997 ซึ่งเป็นปีภาวะเอลนีญโญรุนแรง จะเห็นลักษณะของลมตะวันตกพัดปกคลุมทั่วเลอนدامันประเทศไทย เมื่อเทียบกับปีปกติลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้

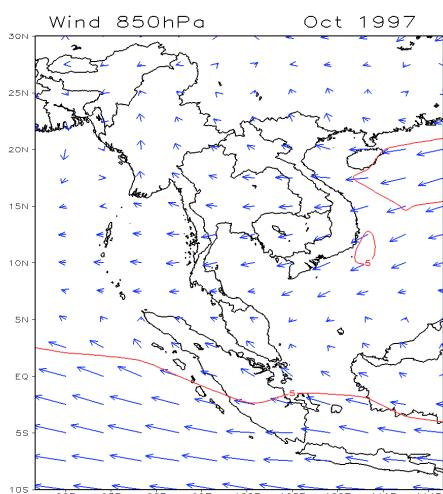
ปี ค.ศ.1988 ซึ่งเป็นปีภาวะลานีญารุนแรง จะเห็นลักษณะของลมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรงพัดปกคลุมทั่วเลอนدامันภาคใต้ และประเทศไทยตอนบน

วิเคราะห์รูปแบบของมรสุมช่วงเดือนตุลาคม ภาวะปกติ



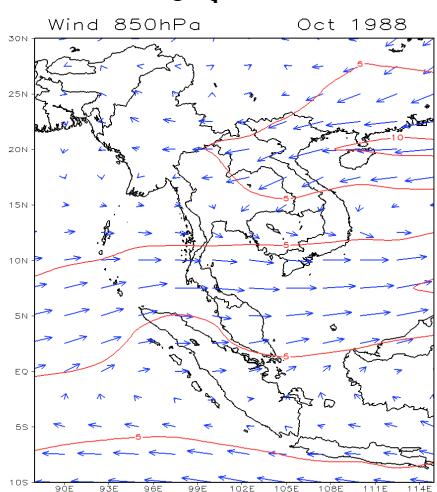
ปี ค.ศ. 1980 ซึ่งเป็นปีภาวะปกติจะเห็นลักษณะของลมตะวันออกกำลังแรงพัดปกคลุมทั่วประเทศไทยตอนบน ส่วนภาคใต้เป็นลมตะวันตก

ภาวะเอลนีโญรุนแรง



ปี ค.ศ. 1997 ซึ่งเป็นปีภาวะเอลนีโญรุนแรงจะเห็นลักษณะของลมตะวันออกพัดปกคลุมทั่วประเทศไทย

ภาวะลานีโญรุนแรง



ปี ค.ศ. 1988 ซึ่งเป็นปีภาวะลานีโญรุนแรงจะเห็นลักษณะของลมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ส่วนภาคใต้เป็นลมตะวันตกกำลังแรง

รูปที่ 18 วิเคราะห์รูปแบบวันสั้นสุดฤดูมรสุม ในภาวะปกติ ภาวะเอลนีโญ และภาวะลานีโญ หารวันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝนประเทศไทยเปรียบเทียบปีปกติ เอลนีโญ และลานีโญ

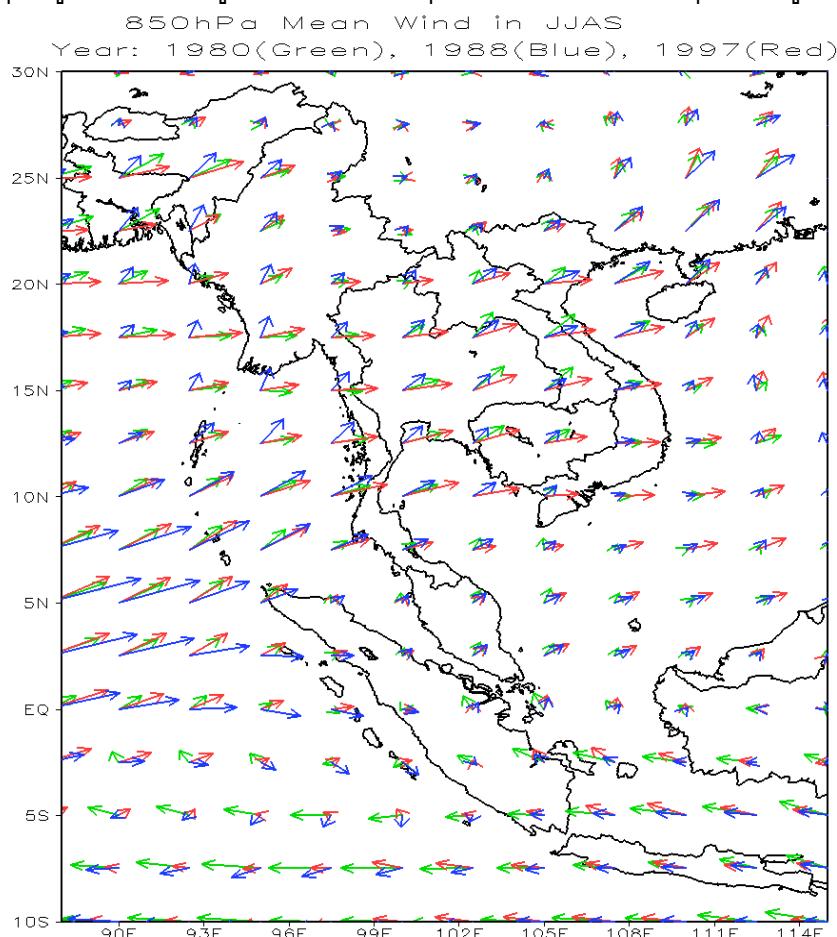
จากการวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1971-2000 พบร้า ในปีภาวะปกติวันเริ่มต้นฤดูมรสุมของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะอยู่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ส่วนในปีที่เกิดภาวะเอลนีโญวันเริ่มต้น

ถดถนรสมส่วนใหญ่จะมาช้ากว่าปกติ และปีที่เกิดปรากฏการณ์ล้านีญัววันเริ่มต้นถดถนจะมาเร็วกว่าปกติ (รูปที่ 20)

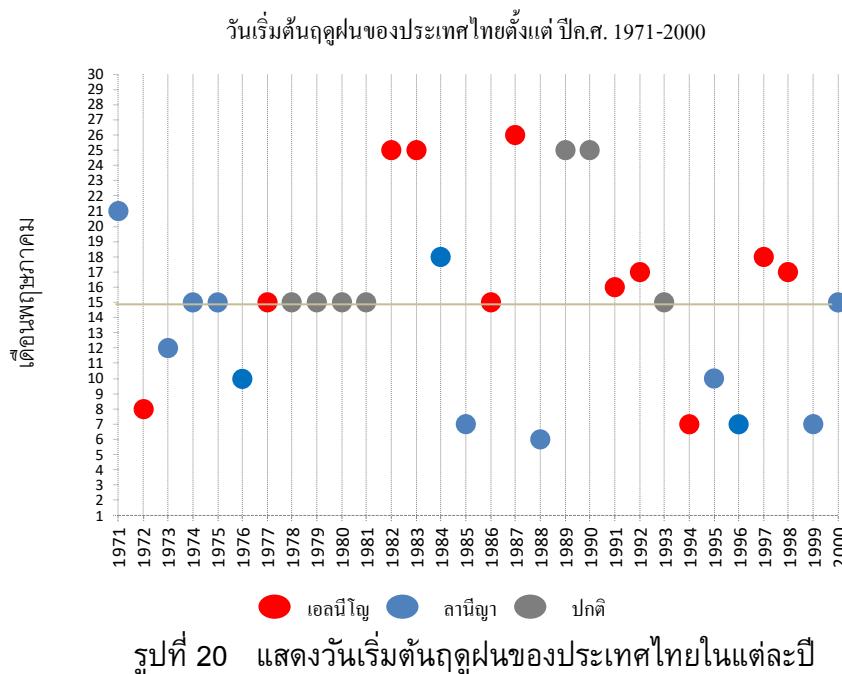
นอกจากนั้น เมื่อวิเคราะห์รูปแบบรสมในช่วงเดือนพฤษภาคมยังพบว่าในภาวะล้านีญัว มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะลุดามัน ประเทศไทยและอ่าวไทยมีกำลังแรงและซัดเจนกว่าภาวะปกติและภาวะเอล Niño (รูปที่ 17)

ในขณะเดียวกันในช่วงเดือนพฤษภาคมหากเป็นภาวะเอล Niño ลมที่พัดปกคลุมทะลุดามันประเทศไทยและอ่าวไทยจะเป็นลมตะวันตก (รูปที่ 19) และจากการศึกษาการกระจายของกลุ่มฝนอยู่ในทิศตะวันออก – ตกเป็นฝนช่วงก่อนวันเริ่มต้นถดถนรสมตะวันตกเฉียงใต้ ส่งผลให้การเริ่มต้นถดถนล่าช้ากว่าปกติ

สำหรับวันสิ้นสุดถดถนไม่ว่าจะอยู่ในภาวะใดจะสิ้นสุดประมาณกลางเดือนตุลาคม (รูปที่ 18)



รูปที่ 19 แสดงทิศทางและความเร็วลมในช่วงเดือนพฤษภาคมสีแดง แทนด้วย ภาวะเอล Niño สีน้ำเงินแทนด้วยภาวะล้านีญัว สีเขียว แทนด้วยภาวะปกติ



ข้อมูลปี ค.ศ. 1971-2000 พบว่า วันเริ่มต้นฤดูมรสุมของประเทศไทยวิเคราะห์จากจำนวนวันปริมาณฝนตอกอย่างต่อเนื่อง และทิศทางของกระแสในระดับผิวน้ำจนถึงระดับสูง ในปีภาวะปกติ วันเริ่มต้นฤดูมรสุมของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะอยู่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ส่วนในปีที่เกิดภาวะโอลนีญู วันเริ่มต้นฤดูมรสุมส่วนใหญ่จะมาช้ากว่าปกติ และปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญู วันเริ่มต้นฤดูฝนจะมาเร็วกว่าปกติ (รูปที่ 20.) แต่ในปี ค.ศ. 1972 และปี ค.ศ. 1994 วันเริ่มต้นฤดูมรสุมมาเร็วกว่าปกติ เพราะปี ค.ศ. 1972 มีพายุไซโคลนในทะเลอันดามันช่วงต้นเดือนพฤษภาคม และปี ค.ศ. 1994 ปรากฏการณ์โอลนีญูขนาดปานกลางและเกิดช่วงปลายปี ค.ศ. 1994 เป็นช่วงเวลาที่พัฒนาฤดูฝนไปแล้ว ส่วนในปี ค.ศ. 1971 และปี ค.ศ. 1984 วันเริ่มต้นฤดูมรสุมมาช้ากว่าปกติ เพราะปี ค.ศ. 1971 ปรากฏการณ์ลานีญูขนาดปานกลางช่วงต้นปีแต่ช่วงฤดูฝนปี ค.ศ. 1984 ปรากฏการณ์ลานีญูขนาดปานกลางเป็นช่วงต่อจากปี ค.ศ. 1983 ซึ่ง เป็นปรากฏการณ์โอลนีญูขนาดรุนแรงและปี ค.ศ. 1984 เกิดปรากฏการณ์ลานีญูขนาดปานกลางในช่วงปลายปี เป็นช่วงเวลาที่พัฒนาฤดูฝนไปแล้ว สำหรับ ปี ค.ศ. 1989 และ ค.ศ. 1990 อุณหภูมิน้ำทะเลอยู่ในภาวะปกติ แต่วันเริ่มต้นฤดูฝนมาช้ากว่าปกติ เนื่องจากในเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 1989 และ 1990 มีฝนตกเป็นช่วงๆ ไม่สม่ำเสมอ เมื่อวิเคราะห์การเริ่มต้นฤดูฝนตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไปตกลอยู่ในช่วงครึ่งหลังของเดือนพฤษภาคม

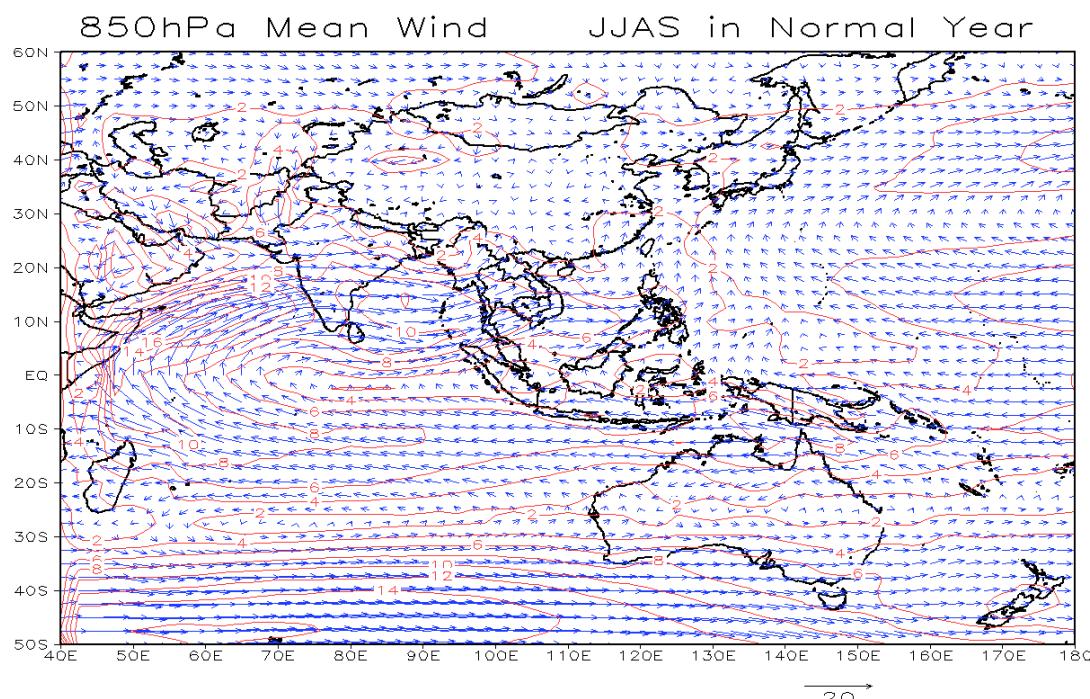
4.3 วิเคราะห์รูปแบบของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เฉลี่ยรายสีเดือน (JJAS)

จากการเปรียบเทียบการเกิดมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียง ในช่วงปีปกติกับปี ENSO พบร่วมจะพัดแนทิศในทิศตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระเบียบในเดือน มิถุนายนถึงกันยายน(JJAS) ดังนั้นจึงวิเคราะห์ลมเฉลี่ยเดือนมิถุนายนถึงกันยายน(JJAS) เพื่อหาความ พัฒนาของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

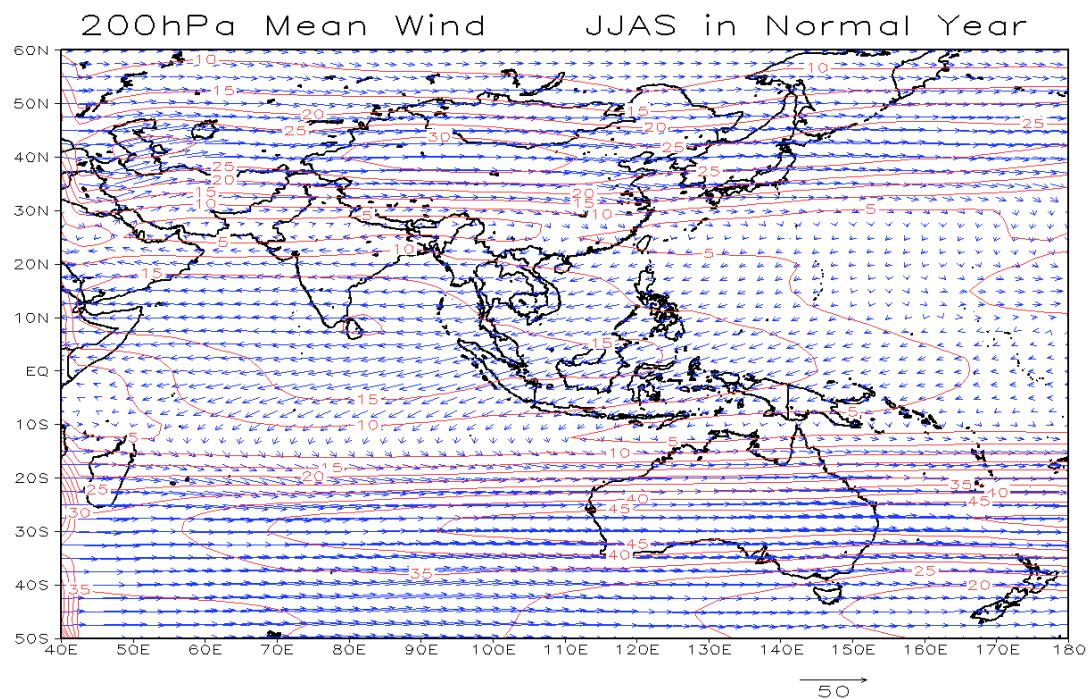
ลมในระดับล่าง 850 hPa เป็นลมค่าตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ (ตอนบนของประเทศไทยอสเตรเลีย) และมหาสมุทรอินเดียตอนล่าง ผ่านเส้นศูนย์สูตรมีทิศเบนไปเป็น มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ผ่านมหาสมุทรอินเดียตอนบน ประเทศอินเดีย อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามัน ประเทศไทย ทะเลจีนใต้ และประเทศฟิลิปปินส์

ลมในระดับบน 200 hPa ลมตะวันตกพัดปกคลุมประเทศไทย แล้วเปลี่ยนเป็นลม ตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมทะเลจีนใต้ ประเทศไทยเวียดนาม ลาว ไทย มหาสมุทรอินเดีย และ ประเทศอินเดีย

รูปแบบของระบบมรสุมเฉลี่ยรายสี่เดือน (JJAS) ในปีปกติ

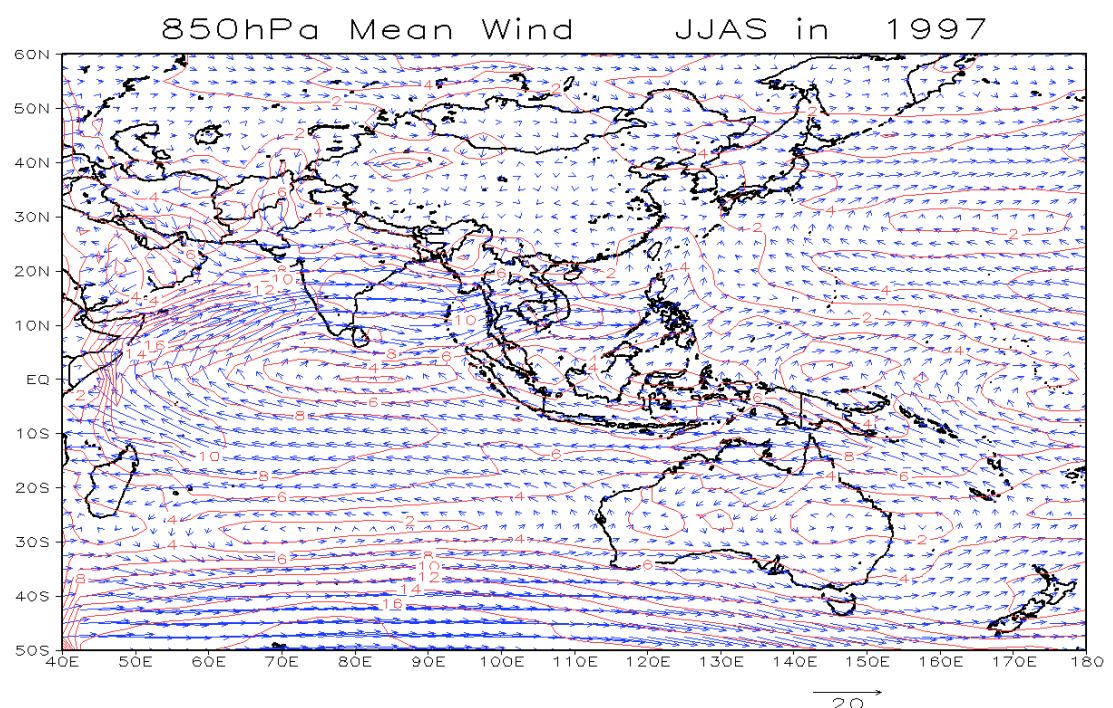


รูปที่ 21 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1978

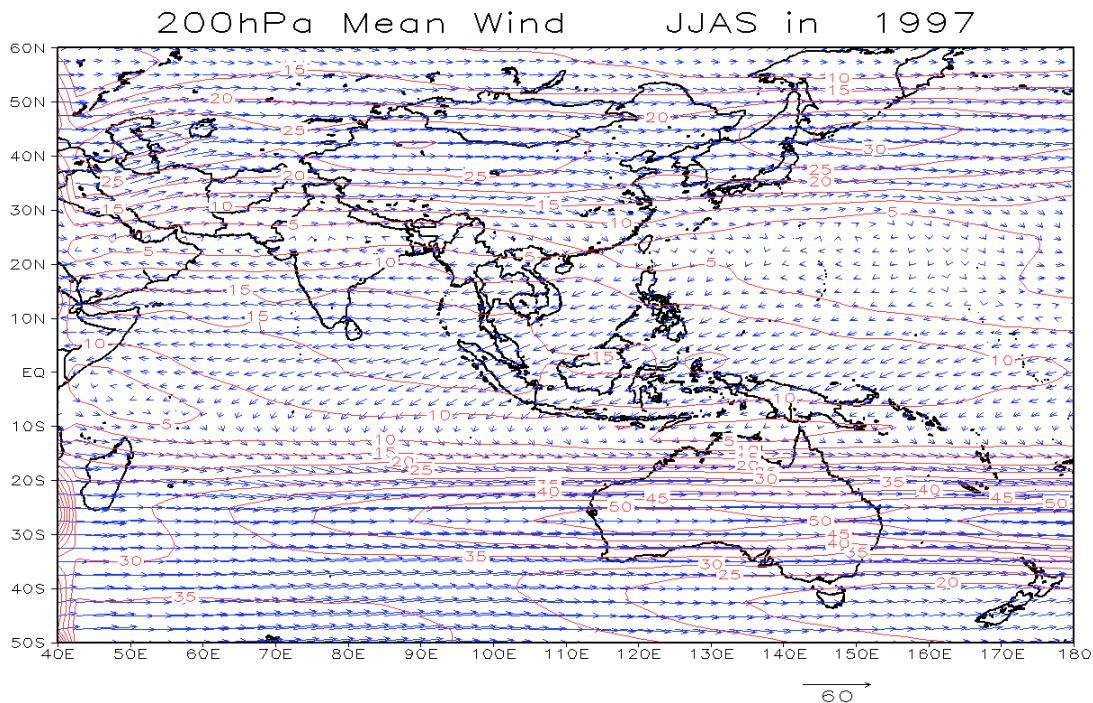


รูปที่ 22 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1978

รูปแบบของระบบมรสุมเฉลี่ยรายสี่เดือน (JJAS) ในภาวะเอลนีโญกำลังแรง

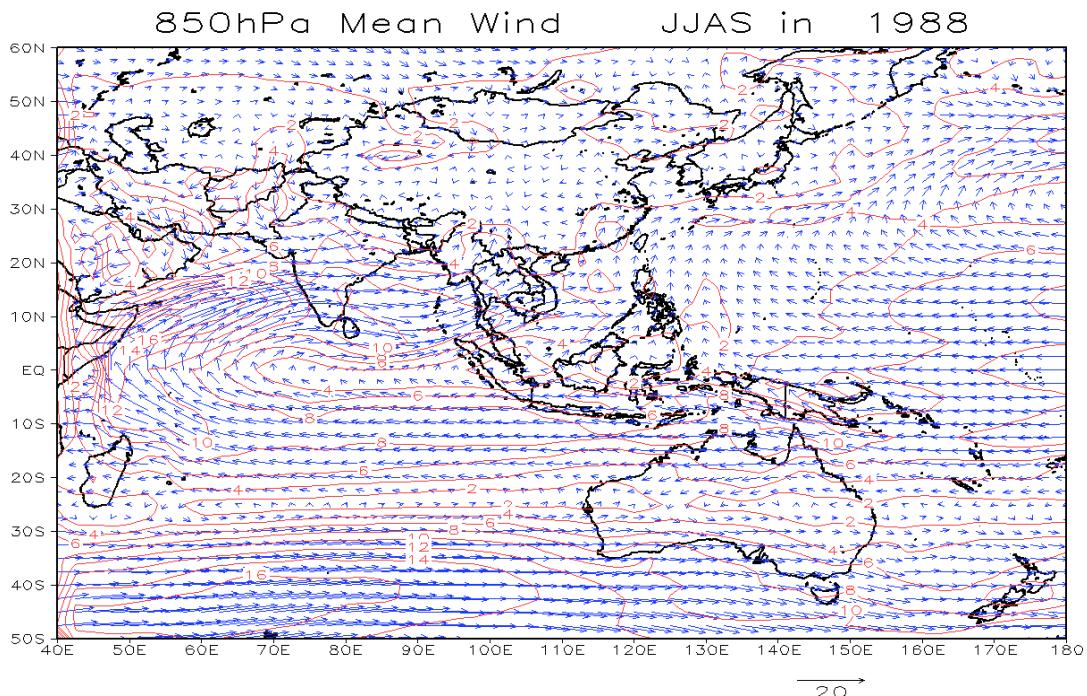


รูปที่ 23 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1997

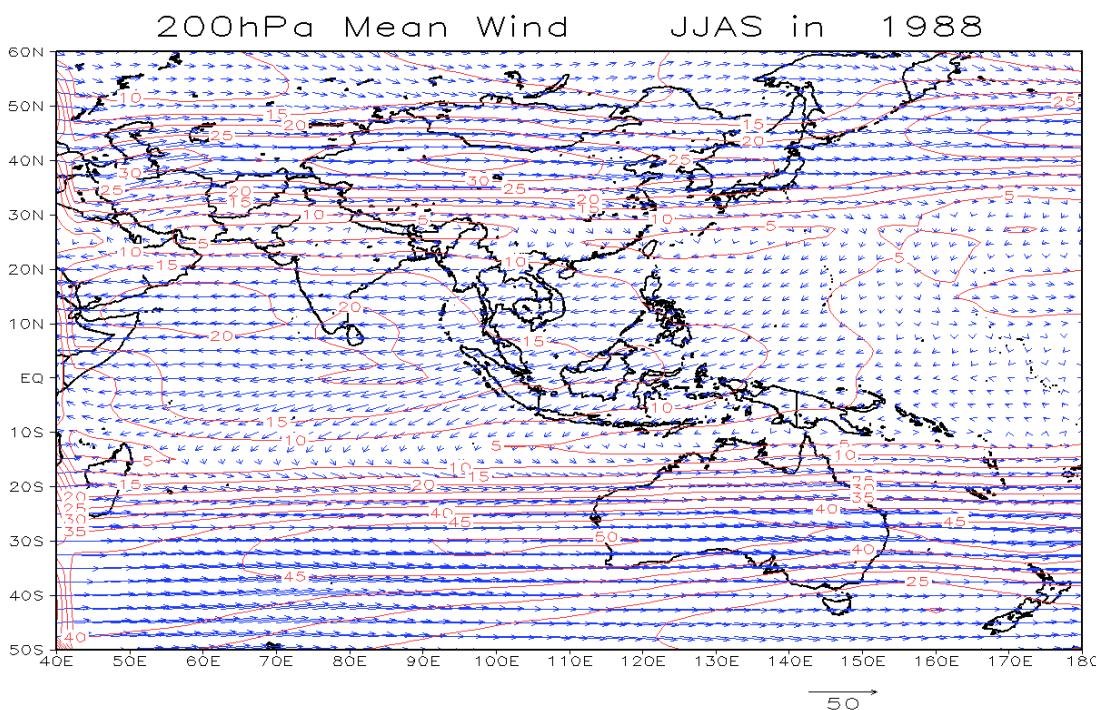


รูปที่ 24 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1997

รูปแบบของระบบมรสุมเฉลี่ยรายสีเดือน (JJAS) ในภาวะแล้งภัยมีกำลังแรง



รูปที่ 25 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1988

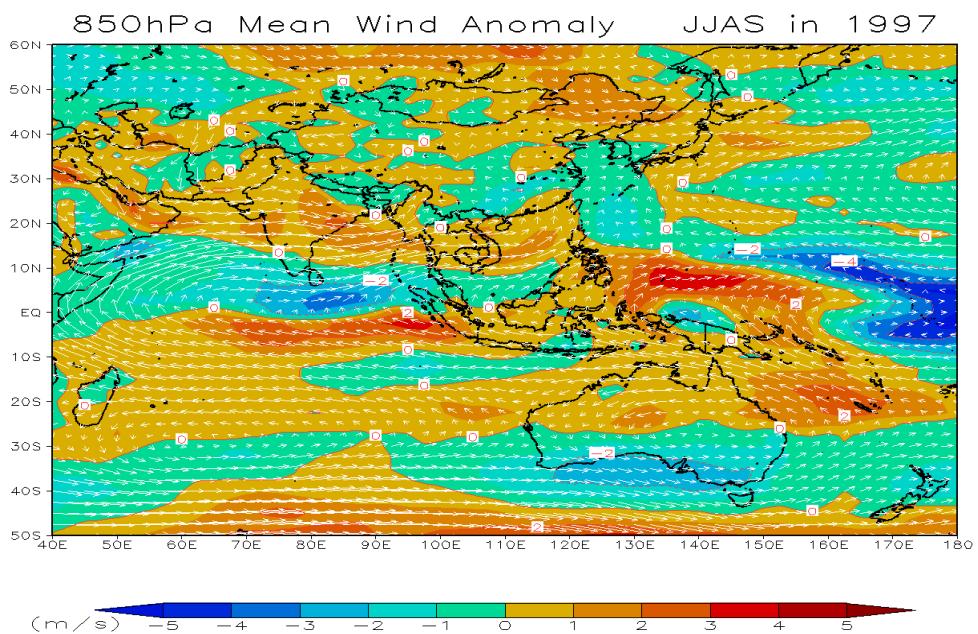


รูปที่ 26 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปี 1988

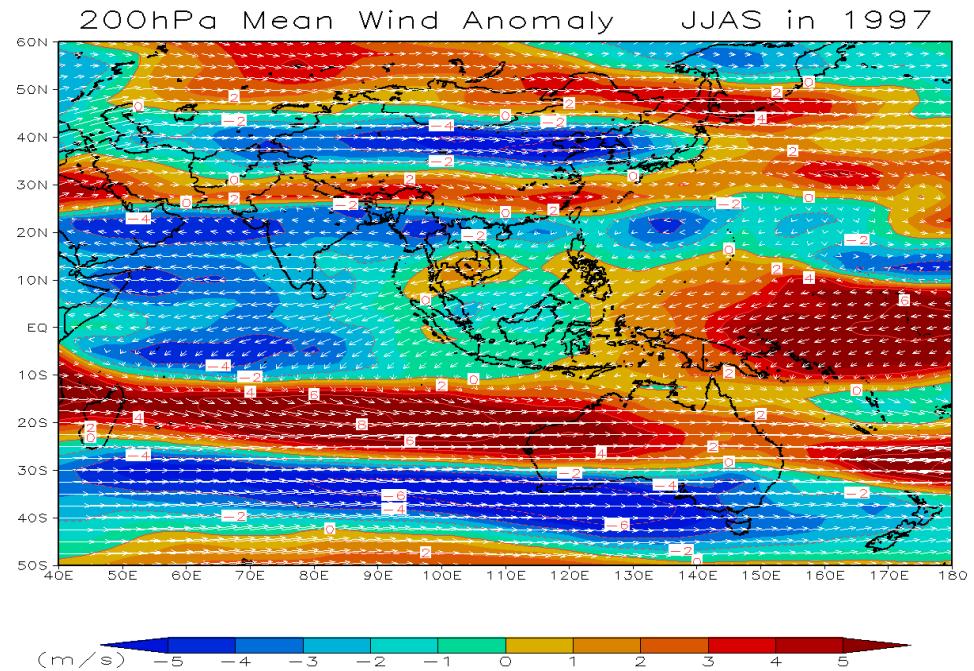
4.4 เปรียบเทียบความแปรปรวนของระบบ rms ตะวันตกเฉียงใต้เฉลี่ย JJAS ระหว่างปี ENSO กับปีปกติในภาวะเอลนีโญกำลังแรงกับปีปกติ

ที่ระดับ 850 เอกโ拓ป่าสคอล ลมตะวันออกกำลังแรงกว่าปกติพัดปกคลุมบริเวณประเทศไทย ออสเตรเลีย มหาสมุทรอินเดียตอนล่าง ขั้มเส้นศูนย์สูตรเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีกำลังแรงกว่าปกติบริเวณอ่าวเบงกอล ประเทศไทย ทะเลจีนใต้ ถึงประเทศไทยพิลิปปินส์และด้านตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก แสดงว่าลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยในปีเอลนีโญมีกำลังแรงกว่า

วิเคราะห์ลมที่ระดับ 200 เอกโ拓ป่าสคอล ลมตะวันตกพัดปกคลุมประเทศไทยอสเตรเลีย มีกำลัง อ่อนกว่าปกติ เช่นเดียวกับมหาสมุทรอินเดียลมตะวันออกพัดปกคลุมมีกำลังอ่อนกว่าปกติ ส่วน บริเวณอ่าวเบงกอล ประเทศไทย ทะเลจีนใต้ ประเทศไทยพิลิปปินส์และมหาสมุทรแปซิฟิกเป็นลม ตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือโดยมีกำลังแรงกว่าปกติ แสดงว่าที่ระดับบันลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยในปีเอลนีโญเป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือและมีกำลังแรงกว่าปกติ



รูปที่ 27 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปีเอลนีโญเปรียบเทียบค่าปกติ



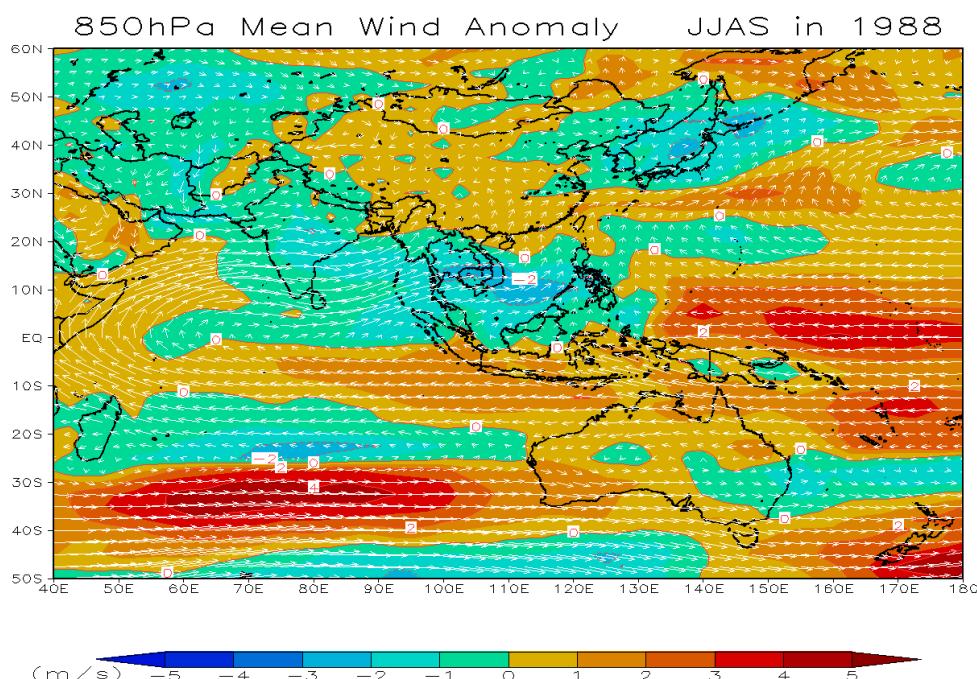
รูปที่ 28 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปีเอลนีโญเปรียบเทียบค่าปกติ

ในภาวะล้านิญากระลังแรงกับปีปกติ

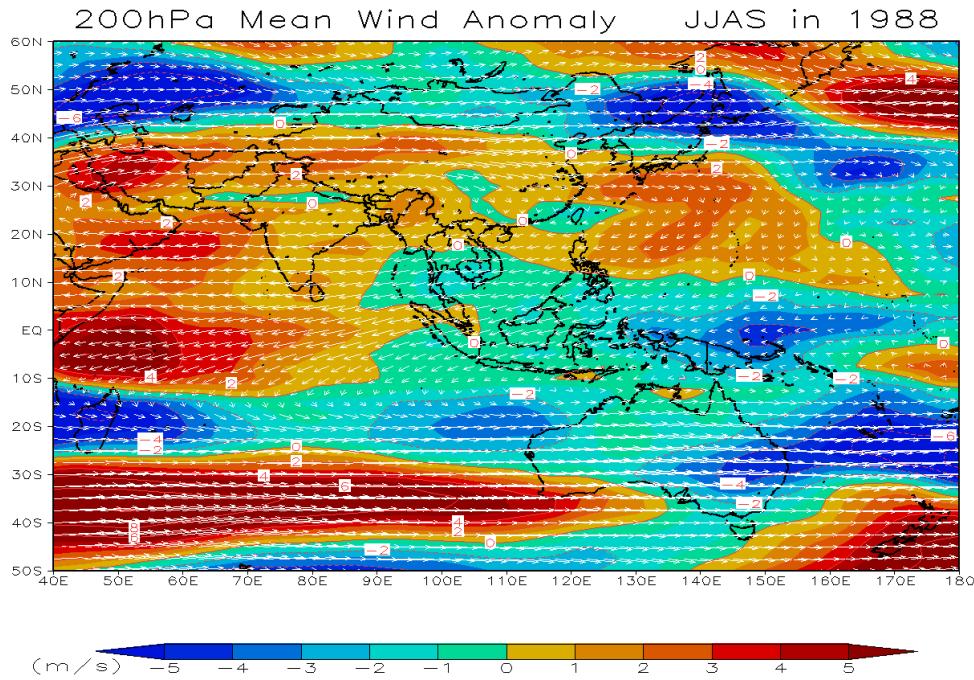
วิเคราะห์ลมที่ระดับ 850 เอกโตกาสคอล (รูปที่ 29) ลมตะวันออกกำลังแรงกว่าปกติพัดปกคลุมประเทศไทยอสเตรเลีย อินโดนีเซียตอนล่าง ผ่านเส้นศูนย์สูตรเปลี่ยนเป็นลมตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมมหาสมุทรอินเดีย อ่าวเบงกอล ประเทศไทยทะเลจีนใต้ ประเทศฟิลิปปินส์ มีกำลังอ่อนกว่าปกติ ส่วนบริเวณประเทศไทยลมที่พัดปกคลุมมีกำลังแรงกว่าปกติเช่นเดียวกับบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรลมที่พัดปกคลุมเป็นลมตะวันออกและมีกำลังแรงกว่าปกติ

แสดงว่าลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมบริเวณประเทศไทยในปีล้านิญา้มีกำลังอ่อนกว่าปกติ

วิเคราะห์ลมที่ระดับ 200 เอกโตกาสคอล (รูปที่ 30) ลมตะวันตกพัดปกคลุมประเทศไทยอสเตรเลีย มีกำลังอ่อนกว่าปกติ ส่วนมหาสมุทรอินเดีย ลมที่พัดปกคลุมเป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีกำลังแรงกว่าปกติ สำหรับบริเวณอ่าวเบงกอล ประเทศไทย ทะเลจีนใต้ตอนกลางและตอนล่าง เป็นลมตะวันออกและมีกำลังอ่อนกว่าปกติ ส่วนบริเวณประเทศไทยลมที่พัดปกคลุมมีกำลังแรงกว่าปกติ แสดงว่าที่ระดับบนลมที่พัดปกคลุมประเทศไทยในปีล้านิญาเป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือและมีกำลังอ่อนกว่าปกติ



รูปที่ 29 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 850 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปีล้านิญา
เปรียบเทียบค่าปกติ



รูปที่ 30 แสดงทิศทางและความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ 200 hPa เดือนมิถุนายน-กันยายน ปีล่าสุด
เปรียบเทียบค่าปกติ

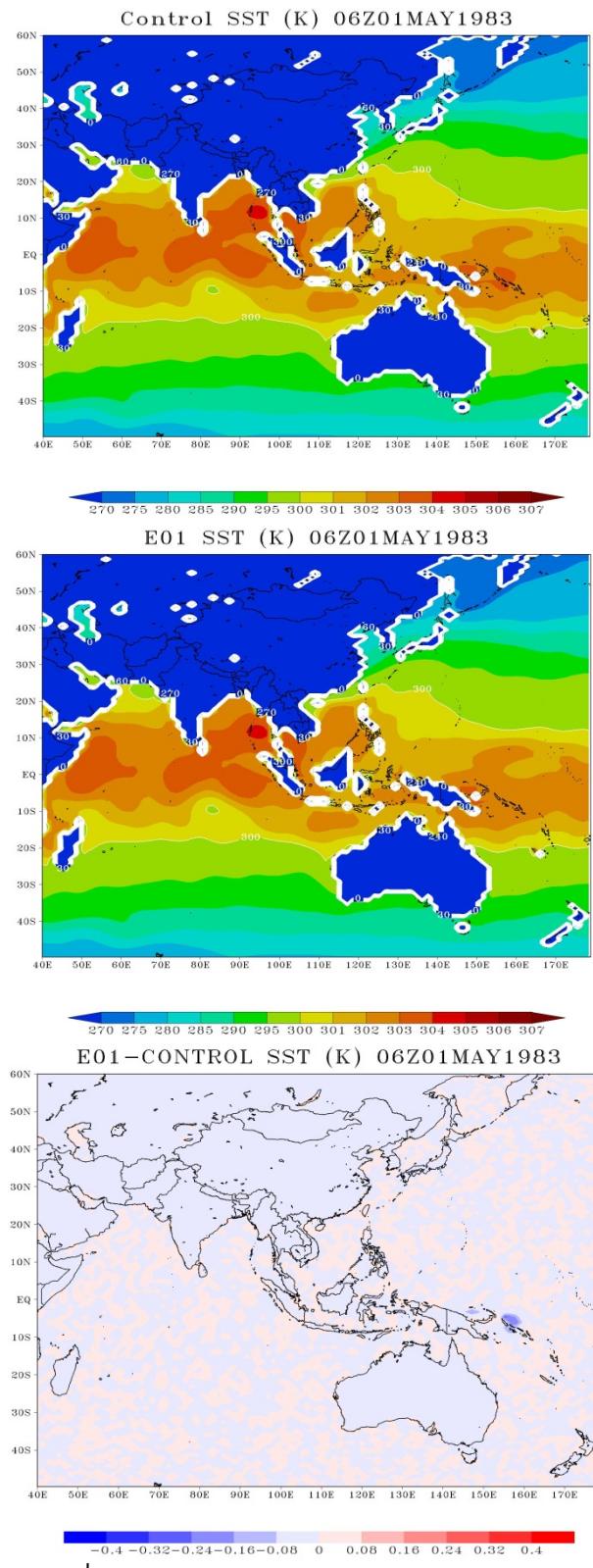
4.5 ผลการทำ sensitivity experiments โดยใช้แบบจำลองบรรยากาศ WRF การปรับอุณหภูมิผิวหน้าห้าหงส์ (SST) El Nino ปรับลดอุณหภูมิลง ดังนี้

Year	1983	1991	1997
Maximum SST เดิม (K)	303.15	303.2	303.17
SST ใหม่ (K)	303	303	303
SST บริเวณใกล้เคียง (K)	302.85	302.95	302.85

La Nina ปรับเพิ่มอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิสูงสุดจะไม่เกินจากค่า maximum SST เดิม

Year	1988	1999	2000
Maximum SST เดิม (K)	308.73	304.71	304.89
SST ใหม่ พื้นที่ที่มากกว่า 303 (K)	308.73	304.71	304.89
SST บริเวณใกล้เคียง (K)	302.8	302.9	302.5

การปรับ SST ในกรณีของ El Nino ได้แสดงไว้ในรูป 31 และกรณีของ La Nina แสดงไว้ใน
รูปที่ 32

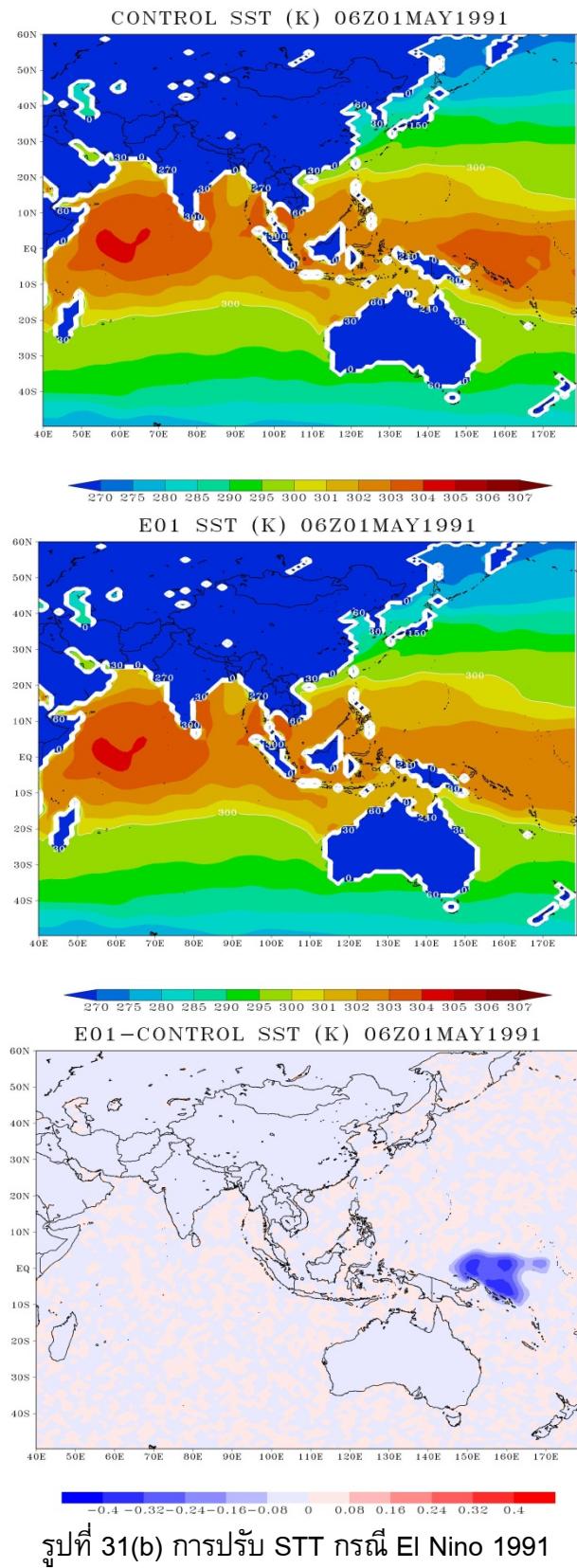


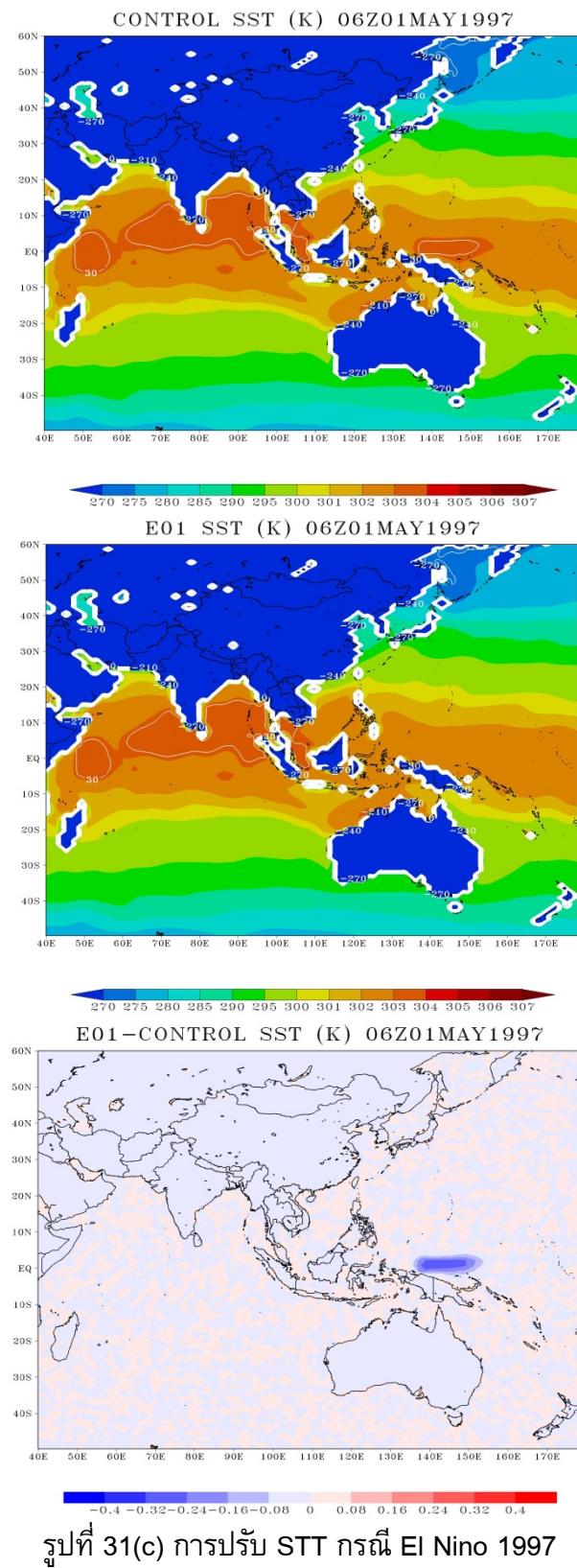
รูปที่ 31 (a) การปรับ SST กรณี El Nino 1983

Control SST (K) หมายถึง อุณหภูมิผิวน้ำหน้าท่าเฉลเดิม

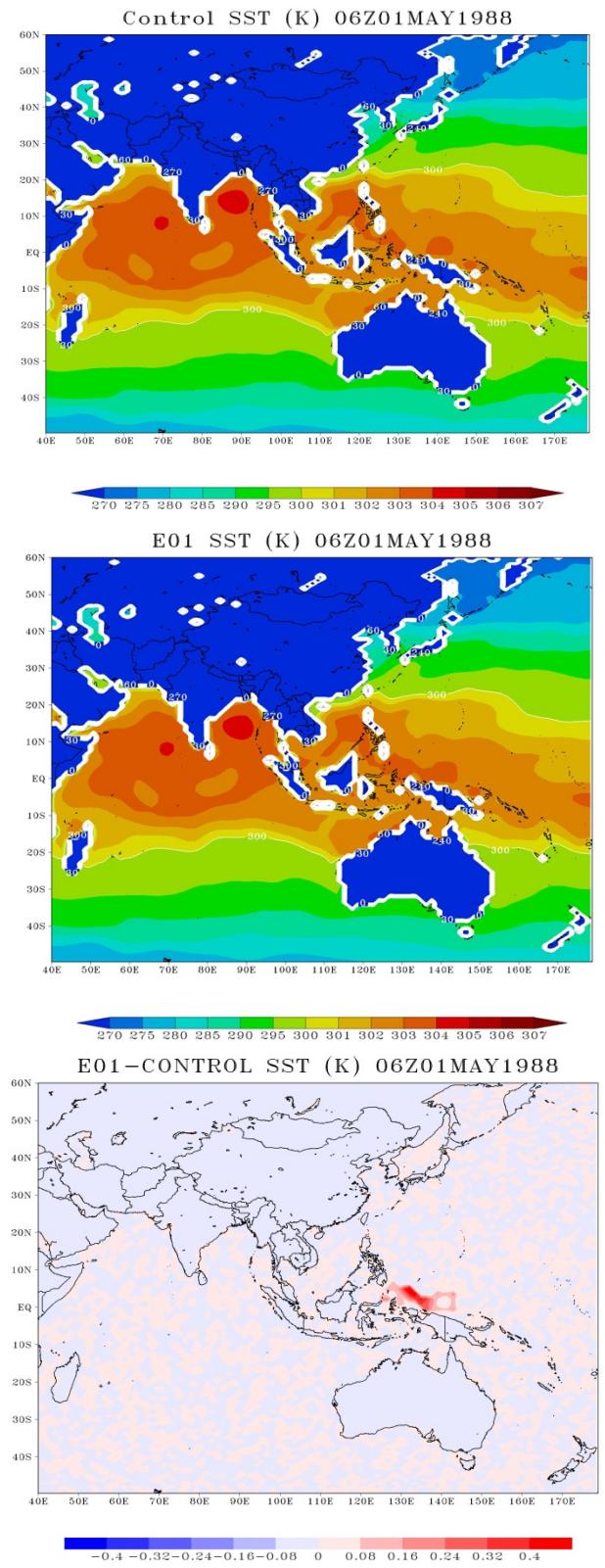
E01 SST(K) หมายถึง อุณหภูมิผิวน้ำหน้าท่าเฉลหลังจากปรับลดอุณหภูมิลง

E01 SST- Control SST (K) หมายถึงผลต่างระหว่างของ E01 SST และ Control SST





รูปที่ 31(c) การปรับ SST กรณี El Nino 1997

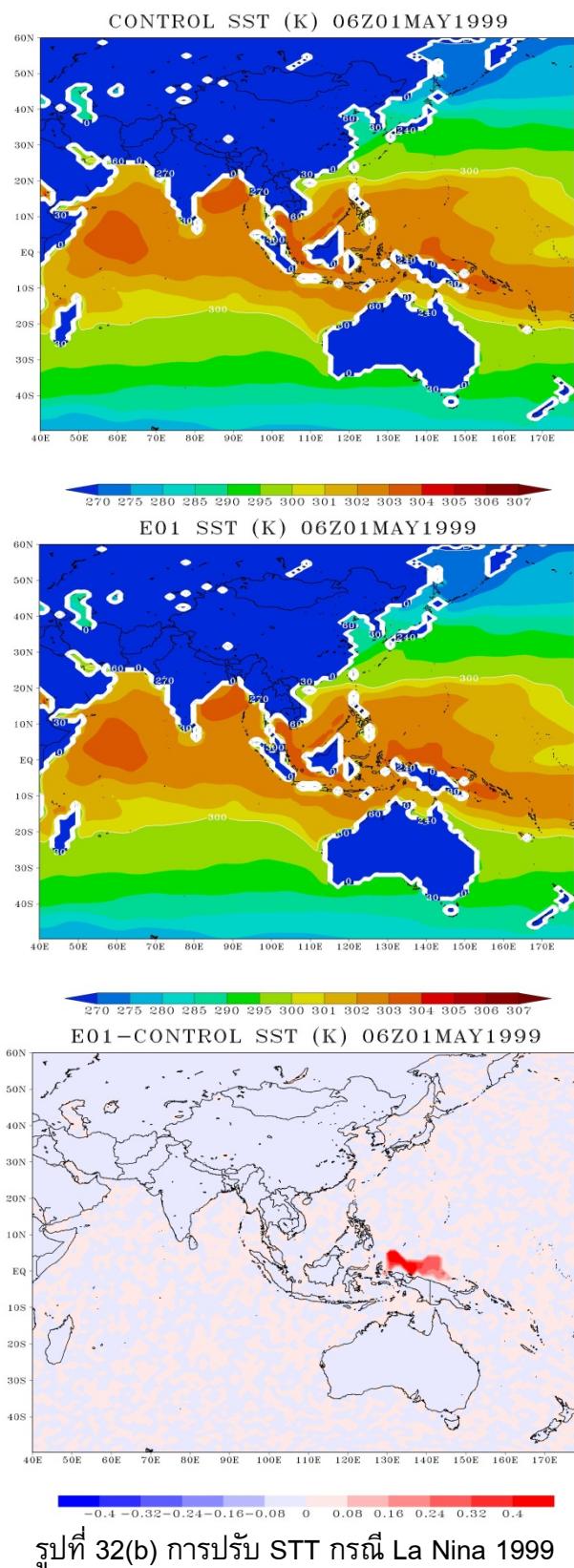


รูปที่ 32(a) การปรับ SST กรณี La Nina 1988

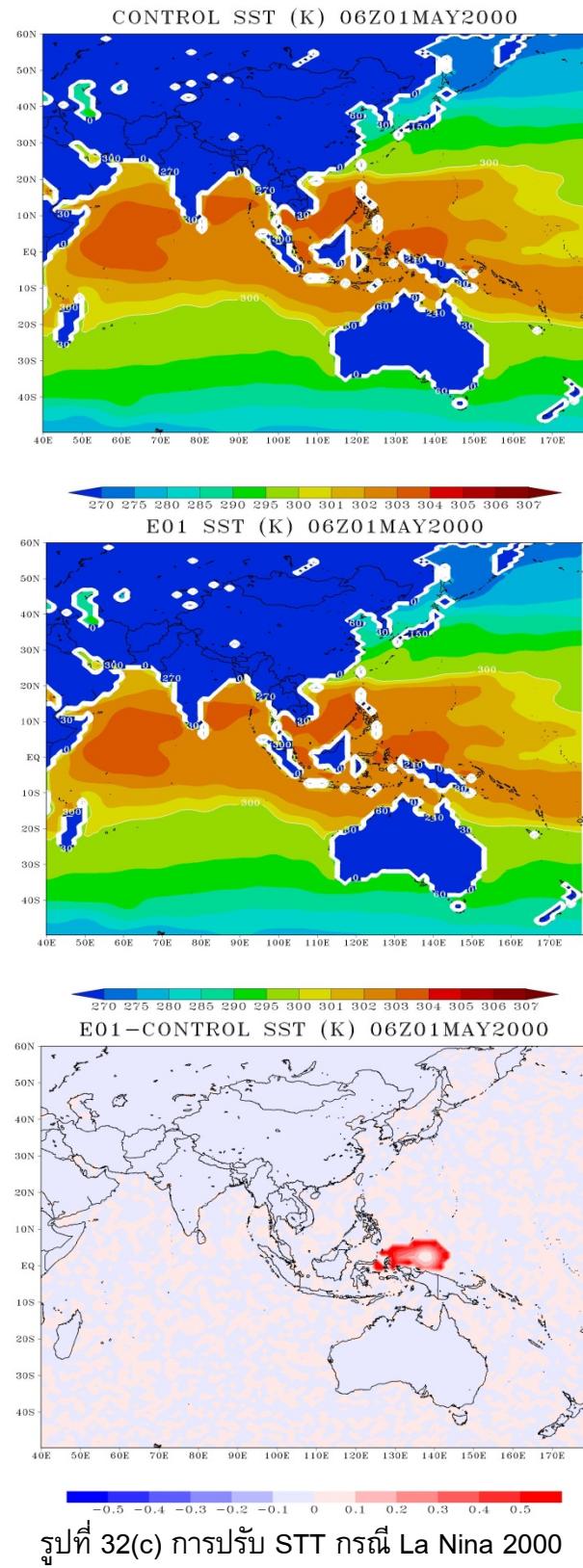
Control SST (K) หมายถึง อุณหภูมิผิวน้ำหน้าทະເລເດີມ

E01 SST(K) หมายถึง อุณหภูมิผิวน้ำหน้าทະເລທີ່ຈາກປັບປຸງເພີ່ມອຸນຫຼວມ

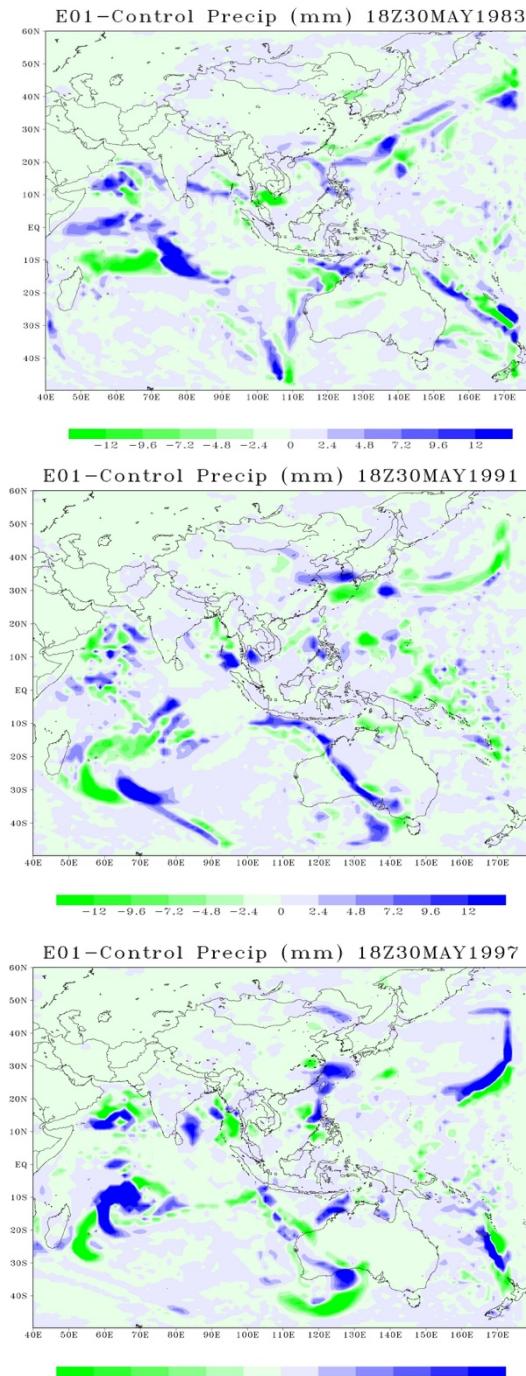
E01 SST- Control SST (K) หมายถึงผลต่างຮວ່າງຂອງ E01 SST ແລະ Control SST



รูปที่ 32(b) การปรับ SST กรณี La Nina 1999

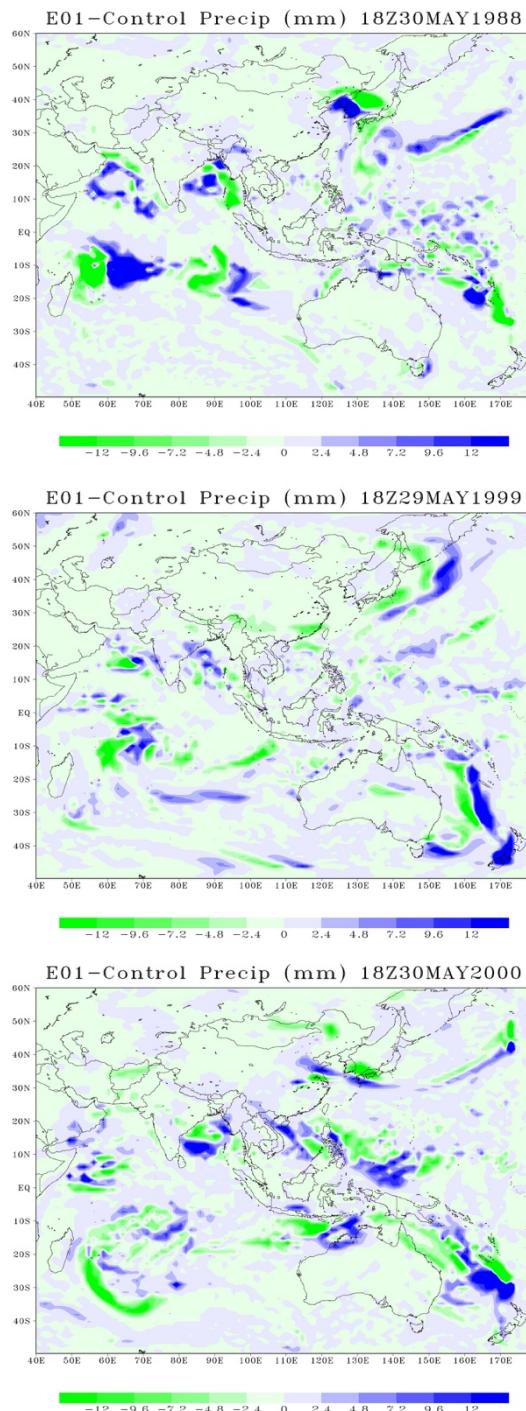


การปรับลด SST ในกรณีของ El Nino ทั้ง 3 ปี คือ 1983, 1991 และ 1997 ไม่มีผลกระทบต่อบริมาณฝนรายวันของประเทศไทย ณ ลิ้นเดือนพฤษภาคมของแต่ละปี ยกเว้นตอนบนของ อ่าวไทยซึ่งมีฝนลดลงในปี 1983 และ 1997 แต่กลับมีฝนเพิ่มขึ้นในปี 1991 เนื่องจากปี 1991 ปรากฏการณ์ El Nino เพิ่งเริ่มและยังขนาดอ่อน ทำให้เมื่อลดค่า SST แต่ฝนเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 33



รูปที่ 33 ปริมาณฝนรายวัน ณ วันที่ 31 พฤษภาคม ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปรับลด SST สำหรับ El Nino ปี 1983, 1991 และ 1997

สำหรับการปรับเพิ่ม SST ในกรณีของ La Nina ทั้ง 3 ปี คือ 1988, 1991 และ 2000 ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณฝนรายวันของประเทศไทย ณ สิ้นเดือน พฤษภาคม ของแต่ละปี ดังแสดงในรูปที่ 34 สำหรับผลกระทบของ SST ต่อความกดอากาศระดับนำ้าทะเลเมื่อน้อยมาก ทั้งในกรณีของ El Nino และ La Nina



รูปที่ 34 ปริมาณฝนรายวัน ณ วันที่ 31 พฤษภาคม ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการปรับเพิ่ม SST สำหรับ La Nina ปี 1988, 1999 และ 2000

บทวิจารณ์

การวิจัยนี้เป็นการศึกษารูปแบบของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และวันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝนของประเทศไทย เมื่ออุณหภูมิผิวน้ำทางaberiven ตอนกลางมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรมีการเปลี่ยนแปลง โดยในช่วงที่อุณหภูมิผิวน้ำทางลําดับจะสูงกว่าปกติจะเป็นปรากฏการณ์ลําเนินโถ และอุณหภูมิผิวน้ำทางลําดับจะต่ำกว่าปกติจะเป็นปรากฏการณ์ลําเนินญา

วันเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝน

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งแต่ ปี ค.ศ.1971-2000 พบร่วมกันในปีที่เกิดภาวะเอลนีโญ วันเริ่มต้นฤดูมรสุมส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ส่วนในปีที่เกิดภาวะเอลนีโญ วันเริ่มต้นฤดูมรสุมส่วนใหญ่จะมาช้ากว่าปกติ และปีที่เกิดปรากฏการณ์ลําเนินญา วันเริ่มต้นฤดูฝนจะมาเร็วกว่าปกติ

อย่างไรก็ตามยังมีตัวแปรสำคัญที่ควบคุมให้การเริ่มต้นและสิ้นสุดฤดูฝนของประเทศไทยมาร์ว หรือช้ากว่าเมื่อเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่กล่าวมาแล้ว นั่นคือพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้นทางตะวันตกของประเทศไทย โดยในช่วงเดือนพฤษภาคมหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงมักก่อตัวขึ้นในทะเลอันดามันและบางครั้งมีกำลังแรงเป็นไซโคลน ทำให้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียงมีกำลังแรงขึ้น ส่งผลให้วันเริ่มต้นฤดูฝนมาเร็วขึ้นถึงแม้ว่าจะเป็นช่วงที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญก็ตาม

สำหรับวันสิ้นสุดฤดูฝนไม่ว่าจะอยู่ในภาวะใดจะสิ้นสุดประมาณกลางเดือนตุลาคม การวิจัยครั้งนี้พบว่าความกดอากาศที่ระดับน้ำทางลําดับจะสูงกว่าระบบมรสุม เป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการเริ่มต้นมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ชี้สับสนนุนททุกขีของระบบมรสุมเป็นอย่างดีโดยเดือนพฤษภาคมพบว่าความกดอากาศสูงเกิดขึ้นในชีกโลกใต้บริเวณทวีปอสเตรเลีย ขณะที่แผ่นดินในชีกโลกเหนือบริเวณทวีปเอเชีย มีความกดอากาศต่ำปกคลุม จากลักษณะอากาศที่แตกต่างกันของความกดอากาศทำให้เกิดลมพัดออกจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า

รูปแบบมรสุม

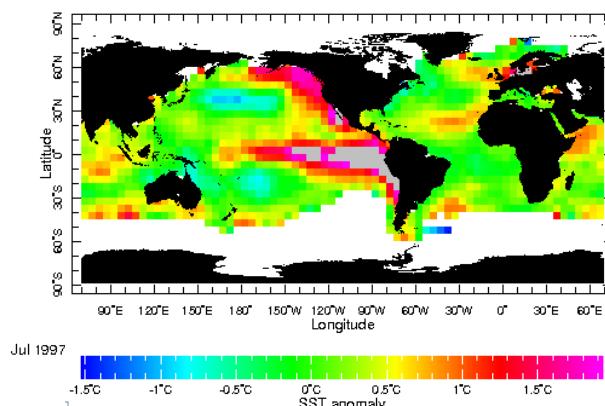
การศึกษารูปแบบของมรสุมครั้งนี้สนับสนุนทฤษฎีระบบมรสุม ที่ว่า โดยปกติลมที่พัดปกคลุมบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรในระดับล่าง 850 hPa เป็นลมตะวันออก และที่ระดับ 200 hPa เป็นลมตะวันตก และในช่วงเดือนพฤษภาคม ระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียงยังไม่ชัดเจนนัก เนื่องจากเป็นช่วงเริ่มเปลี่ยนเข้าฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่จะชัดเจนและมีกำลังแรงขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายนเป็นต้นไปจนถึงเดือนกันยายน ส่วนเดือนตุลาคมลมเริ่มแปรปรวนเนื่องจากเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูกาลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

การวิจัยครั้งนี้พบว่าความกดอากาศที่ระดับน้ำทางลําดับจะสูงกว่าระบบมรสุม เป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการเริ่มต้นมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ชี้สับสนนุนททุกขีของระบบมรสุมเป็นอย่างดีโดยเดือนพฤษภาคมพบว่าความกดอากาศสูงเกิดขึ้นในชีกโลกใต้บริเวณทวีปอสเตรเลีย ขณะที่แผ่นดินในชีกโลกเหนือบริเวณทวีปเอเชียมีความกดอากาศต่ำปกคลุม จากลักษณะอากาศที่แตกต่างกันของความกดอากาศทำให้เกิดลมพัดออกจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า

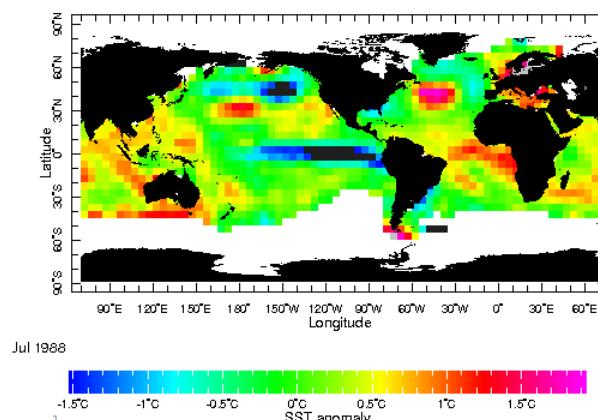
จากการเปรียบเทียบการเกิดมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียงในช่วงปีปกติกับปี ENSO พบร่วมกันจะพัฒนาทิศในทิศตะวันตกเฉียงใต้ และเป็นระเบียบใน

เดือนมิถุนายนถึงกันยายน(JJAS) ดังนั้นจึงวิเคราะห์ลมเฉลี่ยเดือนมิถุนายนถึงกันยายน(JJAS) เพื่อหาความผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยในปีเอล Niño มีกำลังแรงกว่าในปีปกติ ส่วนลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมบริเวณประเทศไทยในปีลานีญามีกำลังอ่อนกว่าปกติ

ในปีเอล Niño บริมาณฝนของประเทศไทยส่วนใหญ่ต่ำกว่าปกติและพบว่าเอล Niño ขนาดปานกลางถึงรุนแรงมีผลกระทบทำให้ปริมาณฝนต่ำกว่าปกติมากขึ้น ตัวอย่างปีเอล Niño รุนแรงปี คศ 1997 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่างจากค่าเฉลี่ยปกติทางฝั่งแปซิฟิกตะวันออกสูงกว่าฝั่งแปซิฟิกตะวันตกมาก (รูปที่ 31) จากผลการทำ sensitivity experiments ถ้าลดค่า SST ลงส่งผลให้ฝนลดลง (รูปที่ 33) ในปีลานีญารุนแรง ค.ศ 1988 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่างจากค่าเฉลี่ยปกติทางฝั่งแปซิฟิกตะวันตกสูงกว่าฝั่งแปซิฟิกตะวันออกมาก (รูปที่ 35) และพบว่าภาวะลานีญ่าที่มีขนาดปานกลางถึงรุนแรงส่งผลให้ปริมาณฝนของประเทศไทยสูงกว่าปกติมากขึ้น ปริมาณฝนของประเทศไทยส่วนใหญ่สูงกว่าปกติในช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูฝน ส่วนช่วงกลางและปลายฤดูฝนเป็นระยะที่ไม่สามารถสรุปสถานการณ์ของฝนได้ (มันหนา พฤกษะวัน และ วงศ์นาถ อู่ประสิทธิวงษ์ (2545))



รูปที่ 35 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลปีเอล Niño รุนแรงที่ต่างจากค่าเฉลี่ยปกติ ปี คศ 1997
(ที่มา: The International Research Institute for Climate and Society (IRI))



รูปที่ 36 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลปีลานีญ่าที่ต่างจากค่าเฉลี่ยปกติ ปี คศ 1988

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

สำหรับภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยปริมาณฝนรวมในภาคดังกล่าวส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนตัวเข้าใกล้หรือผ่านภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ส่วนภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศไทยปริมาณฝนรวมในภาคดังกล่าวส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติ

ปี	Tropical cyclone				SST anomaly		Monthly(JJAS) mean rainfall anomaly					
	J	J	A	S	Cold	Worm	N	NE	C	E	SE	SW
1971	-	3NE	-	1NE	0,5		น3	น2	น1	น2	น2	น1
1972	1NE	-	-	2NE C	0.5		น1	น2	น3	น2	น1	น2
1973	-	1NE N	2N	2 N		1	น3	น1	น1	น1	น2	น3
1974	1 N NE		1NE		0.5		-	น2	น1	น3	น1	น1
1975				1NE N	0.5		น3	น2	น1	น1	น1	น1
1976		-	1N			0.5	น1	น2	น1	น1	น1	น1
1977		1NE		1NE		0,5	น1	น3	น3	น1	น1	น2
1978		1NE	1NE	1NE		0.5-1	น3	น3	น2	น1	น2	น2
1979			1N	1NE		0.5-1	น3	น2	น2	น1	น2	น1
ปี	Tropical cyclone				SST anomaly		Monthly(JJAS) mean rainfall anomaly					
	J	J	A	S	Cold	Worm	N	NE	C	E	SE	SW
1980	1NE	1NE		1NE		0,5	น2	น2	น2	น3	น1	น2
1981		1NE	1NE		1		น1	น2	น1	น2	น2	น3
1982				1NE		0,5	น1	น1	น2	น2	น1	น1
1983						1-1,5	น3	น2	น3	น3	น1	น2
1984	1NE			1NE		0.5	น1	น1	น2	น1	น1	น1
1985				1NE		0	น2	น2	น2	น2	น1	น2
1986				1NE		0.5	น3	น2	น2	น1	น1	น3
1987			2N NE			1-1.5	-	น2	น2	น1	น2	น1
1988	-	-	-	-		1-1.5	น2	น3	น3	น1	น1	น3
1989	1NE	1NE				0.5	น3	น2	น1	น3	น2	น2
1990			1N NE	1NE		0.5-1	น3	น2	น2	น1	น3	น2
1991		1NE	1NE			1	น1	น2	น3	น2	น1	น1
1992	1NE	1NE				0.5	น1	น1	น1	น2	น2	น2

1993	1NE	1NE N	1NE			0.5	น3	น3	น1	น1	น2	-
1994		1NE	1NE	1NE		0.5-1	ม3	ม2	ม1	ม2	ม2	ม3
1995			1NE N	1NE		1-1.5	ม3	-	ม3	ม2	ม3	ม2
1996		1N NE	1NE	2NE		0.5	ม2	ม2	ม2	น2	-	น2
1997			1NE	1NE		0.5-1	ม1	น2	น3	น1	ม3	น1
1998				2NE		1.5	น3	น3	ม3	ม1	ม2	น1
1999						0	น2	น1	น3	น2	น1	น2
2000			1NE	1NE		0	น1	ม2	น2	ม2	น1	น2

RED = cyclone hit, น = น้อย, ม = มาก, 1 = เล็กน้อย, 2 = ปานกลาง, 3 = มาก

ตารางที่ 2 แสดงพายุหมุนเขตร้อน อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ผนรวมเฉลี่ย (JJAS)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในรอบปีบริเวณประเทศไทย จากผลกระทบของปรากฏการณ์ ENSO โดยทำการศึกษาในช่วงปี ค.ศ. 1970-2000 การเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในแต่ละครั้งจะไม่ได้เกิดขึ้นตลอดทั้งปี บางครั้งจะเกิดในช่วงปลายปี ต่อเนื่องถึงต้นปี บางครั้งจะเกิดกลางปี แต่บางครั้งก็เกิดตลอดปีต่อเนื่องถึงปีถัดไป การหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์อ่อนโน้มหรือปรากฏการณ์นานีญาบับวันเริ่มต้นฤดูฝนหรือแม้แต่ฝนที่เกิดในประเทศไทยจึงยังไม่ชัดเจนอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่บริเวณที่ล้อมรอบด้วยทะเล โดยผ่านผลกระทบที่มาจากการหมุนเวียนในมหาสมุทรอินเดีย ทะเลอันดามัน ส่วนผ่านตะวันออกได้รับผลกระทบที่มาจากการหมุนเวียนในมหาสมุทรแปซิฟิก ดังนั้นตัวแปรต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อลักษณะอากาศของประเทศไทยจึงมีหลายตัวแปร เช่น

1. คลื่นกระแสลมตะวันตก
2. คลื่นกระแสลมตะวันออก
3. ร่องความกดอากาศต่ำ
4. พายุหมุนเขตร้อน
5. ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ENSO, IOD, MJO เป็นต้น
6. ลักษณะภูมิประเทศ

ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งพบว่า ถึงแม้จะเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ENSO ก็ตาม สิ่งสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเกิดฝนของประเทศไทยคืออุณหภูมน้ำทะเลทั้งผู้ที่ตะวันออกและผู้ที่ตะวันตกที่ล้อมรอบประเทศไทยซึ่งจะเป็นตัวควบคุมการเกิดฝนบริเวณประเทศไทยได้ นั่นคือ หากอุณหภูมน้ำทะเลสูงกว่าปกติจะมีการก่อตัวของหย่อมความกดอากาศต่ำ อาการร้อนจะมีการยกตัวสูงขึ้นทำให้เมฆก่อตัวและเกิดฝน

บทที่ ๖

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อสรุป

ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนฤดู จากฤดูร้อนเข้าสู่ฤดูฝนของประเทศไทย หากเป็นภาวะล้านีโญ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทยและอ่าวไทยจะมีกำลังแรงและชัดเจนกว่าภาวะปกติและภาวะเอลนีโญ ส่งผลให้การเริ่มนั้นฤดูฝนมาเร็วกว่าปกติ

ในขณะเดียวกัน หากเป็นภาวะเอลนีโญ ลมที่พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ประเทศไทยและอ่าวไทยจะเป็นลมตะวันตก ส่งผลให้การเริ่มนั้นฤดูฝนล่าช้ากว่าปกติ

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปกติ (ค่าเฉลี่ย 30 ปี ค.ศ. 1971-2000) ปรากฏกว่าในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยที่ระดับ 850 hPa จะมีกำลังแรงกว่าปกติในช่วงฤดูมรสุม (มิถุนายนถึงกันยายน) ส่วนที่ระดับ สูงขึ้นไป 200 hPa เป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรงกว่าปกติ โดยเฉพาะปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีขนาดรุนแรง สำหรับปีที่เกิดปรากฏการณ์ล้านีโญ จะเกิดลักษณะตรงกันข้ามนั่นคือ ลมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมประเทศไทยที่ระดับ 850 hPa จะมีกำลังอ่อนกว่าปกติในช่วงฤดูมรสุม (มิถุนายนถึงกันยายน) ในขณะที่ระดับสูงขึ้นไปที่ระดับ 200 hPa เป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทย และมีกำลังอ่อนกว่าปกติ โดยเฉพาะปีที่เกิดปรากฏการณ์ล้านีโญที่มีขนาดรุนแรง

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการผันแปรของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในรอบปีบริเวณประเทศไทย จากผลกระทบของปรากฏการณ์ ENSO ผลการศึกษาทำให้ได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และการเริ่มนั้น-การสิ้นสุดของฤดูฝน อันเนื่องจากปรากฏการณ์เอ็นโซ่ รวมถึงกลไกและตัวแปรสำคัญที่เชื่อมโยงระหว่างระบบลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กับปรากฏการณ์

ເອັນໂຫ້ ຄວາມຮູ້ແລະ ຄວາມເຂົ້າໃຈທີ່ໄດ້ຮັບສາມາດຮັນໄປປະຍຸກຕີໃຫ້ເປັນແນວທາງການພຍາກຮົນອາກະຄະຍະນານເຊື່ອສາມາດຮັນໄປໃຫ້ໃນການເຕືອນກັບລ່ວງໜ້າໄດ້

ເອກສາຣອ້າງອີງ

- ກරຣວີ ສີທິ່ງວິກາຄ, 2551 ຄວາມຜັນແປຮູມວິອາກະປະເທດໄກຢູ່ໃນຊ່ວງທັນຄຸມຮູມຕະວັນຕົກຈີ່ງໄຕ້, ກຽມ
ອຸດຸນິຍມວິທີຍາ ກະທຽວເທດໂນໂລຢີສາຣສະເໜີແລະການສື່ສາຮາ
ມັນທານ ພຸກຂະວັນ ແລະ ສຸດາພຣ ນິມມາ, 2542, ຜລກະທບນຂອງລາຍື້ນໍາທີ່ມີຕ່ອຝຳແລະອຸນຫກົມປະເທດໄກຢູ່ໃນ
ໄກຢູ່, ກຽມອຸດຸນິຍມວິທີຍາ ກະທຽວເທດໂນໂລຢີສາຣສະເໜີແລະການສື່ສາຮາ
ມັນທານ ພຸກຂະວັນ ແລະ ນົງຄົນາຖ ອູ້ປະສິທິວົງສົ່ງ, 2545 ຮູບແບບຂອງຝຳແລະອຸນຫກົມໃນປະເທດໄກຢູ່ໃນ
ປີເອັນໂຫ້ແລະ ຄວາມສັນພັນຮັກບັດໜີຄວາມຜັນແປຂອງຮະບບອາກະສິນີ້ກິດໄຕ້ແລະອຸນຫກົມນໍ້າທະເລີນ
ມະຫາສຸກແປຊີພິກເຂົ້າຕ້ອນ, ກຽມອຸດຸນິຍມວິທີຍາ ກະທຽວເທດໂນໂລຢີສາຣສະເໜີແລະການສື່ສາຮາ
Abdul Bhutto, Ming Wei, Yan-an Liu and Nan Li, The impact of ENSO on Summer Monsoon
in Southern Parts of Pakistan, Information Science and Engineering, International Conference
on, pp. 4903-4906, 2009 First IEEE International Conference on Information Science and
Engineering , 2009
Bjerknes J (1969) Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. Monthly Weather
Review 97: 163–172.
Christopher Torrence and Peter J. Webster , Interdecadal Changes in the ENSO- Monsoon
System, Journal of American Meteorological Society, 1999
K.-M. Lau and Song Yang, Climatology and Interannual Variability of the Southeast Asian
Summer Monsoon (1996)
Lau, Ngar-Cheung; Nath and Mary Jo, Impact of ENSO on the Variability of the Asian-
Australian Monsoons as Simulated in GCM Experiments, Journal of Climate, vol. 13, Issue 24,
pp.4287-4309
NASDA and JAMSTEC, Indian Ocean Dipole Phenomenon's Impact on Correlation between
Indian Monsoon and El Niño/Southern Oscillation November 29, 2001.
Peninsula: Climatology and Interannual Variation. Journal of Climate, vol. 15, Issue 22,
pp.3206-3221

- Reynolds, R.W., Smith, T.M., 1994. Improved global sea surface temperature analyses using optimum interpolation.J. Clim. 7, 929-948.
- V. Krishnamuthy and B.N. Goswami , Indian Monsoon – ENSO Relationship on Interdecadal Timescale, Journal of American Meteorological Society, 2000
- W. Qian and S. Yang, Onset of the regional monsoon over Southeast Asia, 2000
- Yongsheng Zhang, Tim Li, Bin Wang and Guoxiong Wu. Onset of the Summer Monsoon over Indochina