



กรมอุตุนิยมวิทยา

4553 ถนนสุขุมวิท บางนา กรุงเทพฯ 10260

METEOROLOGICAL DEPARTMENT

4353 SUKHUMVIT ROAD, BANGKOK 10260, THAILAND

เอกสารวิชาการ

การจำแนกรูปแบบปรากฏการณ์อินเดียนโอเชียนไดโพลและผลกระทบต่อฝน

บริเวณประเทศไทย

นิชนันท์ ตราโชว์

Classifying India Ocean Dipole Patterns and

Their Rainfall Impacts in Thailand

Nichanun Trachow

เอกสารวิชาการเลขที่

Technical Document No.

ISBN:

การจำแนกรูปแบบปรากฏการณ์อินเดีย-โอเชียนไดโพลและผลกระทบต่อฝนบริเวณประเทศไทย
(Classifying India Ocean Dipole Patterns and Their Rainfall Impacts in Thailand)

นิชนันท์ ตราโชว์
ศูนย์ภูมิอากาศ
กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา
มีนาคม พ.ศ. 2569

NICHANUN TRACHOW
CLIMATE CENTER
METEOROLOGICAL DEVELOPMENT DIVISION
MARCH 2026

บทคัดย่อภาษาไทย

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเชิงเวลาระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียกับปริมาณฝนในประเทศไทย เพื่อประเมินศักยภาพของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในการเป็นตัวบ่งชี้ล่วงหน้าของการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจาก Hadley Centre Sea Ice and Sea Surface Temperature (HadISST) และข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนในช่วงปี ค.ศ. 1981–2024 มาทำการวิเคราะห์ด้วยการพิจารณาอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของเดือนก่อนหน้าร่วมกับปริมาณฝนของเดือนถัดไป

การดำเนินงานใช้วิธี Empirical Orthogonal Function (EOF) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการแปรปรวนหลักและลดมิติของข้อมูล จากนั้นจึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธี Canonical Correlation Analysis (CCA) ผ่านโปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT) ผลการศึกษาพบรูปแบบความแปรปรวนหลักของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียรวม 4 รูปแบบ ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนสะสมได้มากกว่าร้อยละ 70 โดยเฉพาะรูปแบบที่แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันตกและตะวันออก บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรและเกาะสุมาตรา ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่อย่างชัดเจนกับรูปแบบฝนในประเทศไทย นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ CCA ที่ช่วงเวลาหน่วง (lag time) 1 เดือน ยืนยันว่า อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีศักยภาพในการเป็นตัวบ่งชี้ล่วงหน้าสำหรับการพยากรณ์ปริมาณฝนได้

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มุ่งเน้นการประเมินศักยภาพเชิงสถิติและกายภาพมากกว่าการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้งานจริง ผลลัพธ์ที่ได้จึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาต่อยอดการพยากรณ์ปริมาณฝน และการทำความเข้าใจกลไกความเชื่อมโยงระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศในอนาคต

ABSTRACT

This study investigates the spatiotemporal relationship between Indian Ocean Sea Surface Temperatures (SST) and rainfall in Thailand to evaluate the potential of SST as a precursor for rainfall variability. Monthly SST data from the Hadley Centre Sea Ice and Sea Surface Temperature (HadISST) and rainfall records from 1981 to 2024 were analyzed, incorporating a one-month lag between SST observations and subsequent rainfall.

Dominant modes of SST variability were identified using Empirical Orthogonal Function (EOF) analysis. Subsequently, the relationship between SST and rainfall was examined via Canonical Correlation Analysis (CCA) using the Climate Predictability Tool (CPT). The results identified four dominant SST variability modes, accounting for over 70% of the total variance. Specifically, the mode characterizing the SST gradient between the western and eastern Indian Ocean—particularly near the equator and Sumatra—exhibited a distinct spatial correlation with Thailand's rainfall patterns. Furthermore, CCA results at a one-month lag confirm that SST possesses significant potential as an early indicator for rainfall forecasting.

While this study focuses on the statistical and physical potential of these relationships rather than operational forecasting, the findings establish a fundamental basis for future predictive modeling and a deeper understanding of ocean-atmosphere coupling processes in the future.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการดำเนินการ	2
1.4 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
1.5 ทฤษฎี และ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ในการศึกษา	6
1.6 วิธีดำเนินการศึกษาโดยสรุป	11
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	12
2. ข้อมูลและวิธีดำเนินการ	14
2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	14
2.2 บริเวณที่ใช้ในการศึกษา	17
2.3 วิธีการดำเนินการศึกษา	20
3. ผลการดำเนินการ	22
3.1 ผลการศึกษาความรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับ ผืนบริเวณประเทศไทย	22
3.2 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล (CCA)ระหว่างรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับผืนบริเวณประเทศไทย	79
4. สรุปการดำเนินการ	116
4.1 สรุปผลการดำเนินการ	116
4.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินการ	119
4.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	120
บรรณานุกรม	122

	หน้า
ภาคผนวก	125
ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของ ฝนบริเวณประเทศไทยในแต่ละเดือน	126

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ข้อมูลตำแหน่งสถานที่ที่ใช้ในการศึกษาบริเวณประเทศไทย	7
ตารางที่ 2 ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลกับฝนรายเดือน	79

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ปรากฏการณ์อินเดียเย็นไอเซียนไดโพล (ก) Positive IOD (ข) Negative IOD (ค) Neutral	7
ภาพที่ 2	แผนภาพแสดงการดำเนินการวิจัย	12
ภาพที่ 3	ชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1981-2024	15
ภาพที่ 4	Dipole Mode Index	16
ภาพที่ 5	พื้นที่ศึกษาบริเวณมหาสมุทรอินเดีย	17
ภาพที่ 6	การนำเข้าข้อมูลในส่วนของข้อมูลตั้งต้น (X Variables)	18
ภาพที่ 7	การกำหนดพื้นที่ศึกษาตัวแปรต้น	18
ภาพที่ 8	ตัวอย่างการตั้งค่าเดือนที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรตาม	19
ภาพที่ 9	ตัวอย่างการกำหนดพื้นที่ศึกษาสำหรับตัวแปรตามบริเวณประเทศไทย	19
ภาพที่ 10	การกำหนดช่วง Climatological Period	20
ภาพที่ 11	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนธันวาคม กับปริมาณฝน (Y) เดือนมกราคม	22
ภาพที่ 12	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนธันวาคม	24
ภาพที่ 13	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนธันวาคม	26
ภาพที่ 14	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนมกราคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนกุมภาพันธ์	27
ภาพที่ 15	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนมกราคม	28
ภาพที่ 16	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนมกราคม	30
ภาพที่ 17	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนกุมภาพันธ์กับปริมาณฝน (Y) เดือนมีนาคม	32
ภาพที่ 18	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนกุมภาพันธ์	33
ภาพที่ 19	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนมีนาคม	35

ภาพที่ 20	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนมีนาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนเมษายน	37
ภาพที่ 21	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนมีนาคม	38
ภาพที่ 22	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนเมษายน	40
ภาพที่ 23	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนเมษายนกับปริมาณฝน (Y) เดือนพฤษภาคม	42
ภาพที่ 24	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนเมษายน	43
ภาพที่ 25	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนพฤษภาคม	45
ภาพที่ 26	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนพฤษภาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนมิถุนายน	47
ภาพที่ 27	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนพฤษภาคม	48
ภาพที่ 28	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนมิถุนายน	50
ภาพที่ 29	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนมิถุนายนกับปริมาณฝน (Y) เดือนกรกฎาคม	51
ภาพที่ 30	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนมิถุนายน	53
ภาพที่ 31	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนกรกฎาคม	55
ภาพที่ 32	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนกรกฎาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนสิงหาคม	56
ภาพที่ 33	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนกรกฎาคม	57
ภาพที่ 34	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนสิงหาคม	59

	หน้า	
ภาพที่ 35	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนสิงหาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนกันยายน	61
ภาพที่ 36	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนสิงหาคม	62
ภาพที่ 37	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนกันยายน	64
ภาพที่ 38	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนกันยายนกับปริมาณฝน (Y) เดือนตุลาคม	65
ภาพที่ 39	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนกันยายน	67
ภาพที่ 40	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนตุลาคม	69
ภาพที่ 41	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนตุลาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนพฤศจิกายน	70
ภาพที่ 42	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนตุลาคม	71
ภาพที่ 43	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนพฤศจิกายน	73
ภาพที่ 44	ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนพฤศจิกายนกับปริมาณฝน (Y) เดือนธันวาคม	75
ภาพที่ 45	รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนพฤศจิกายน	76
ภาพที่ 46	รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนธันวาคม	78
ภาพที่ 47	รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิกอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงธันวาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	81
ภาพที่ 48	(ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนธันวาคม 2016 (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมกราคม 2017 (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมกราคม 2017	82

	หน้า
ภาพที่ 49 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนธันวาคม 2015 (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมกราคม 2016 (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมกราคม 2016	82
ภาพที่ 50 รูปแบบเชิงน้ำหนักรสสัมพันธ์คาโนนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงมกราคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	84
ภาพที่ 51 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมกราคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกุมภาพันธ์ (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมกราคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1999	85
ภาพที่ 52 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมกราคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกุมภาพันธ์ (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมกราคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2016	85
ภาพที่ 53 รูปแบบเชิงน้ำหนักรสสัมพันธ์คาโนนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงกุมภาพันธ์ กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมีนาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	87
ภาพที่ 54 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกุมภาพันธ์ (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมีนาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมีนาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2020	88
ภาพที่ 55 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกุมภาพันธ์ (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมีนาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมีนาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2024	88
ภาพที่ 56 รูปแบบเชิงน้ำหนักรสสัมพันธ์คาโนนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงมีนาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนเมษายน และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	90
ภาพที่ 57 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมีนาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนเมษายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนเมษายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2000	91
ภาพที่ 58 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมีนาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนเมษายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนเมษายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2024	91
ภาพที่ 59 รูปแบบเชิงน้ำหนักรสสัมพันธ์คาโนนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเมษายน กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนพฤษภาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	93

	หน้า
ภาพที่ 60 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิปกติเดือนเมษายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิปกติเดือน พฤษภาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนพฤษภาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2000	94
ภาพที่ 61 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิปกติเดือนเมษายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิปกติเดือน พฤษภาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนพฤษภาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1991	94
ภาพที่ 62 รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คานอนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วง พฤษภาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมิถุนายน และกราฟ ความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	96
ภาพที่ 63 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิปกติเดือนพฤษภาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิปกติเดือน มิถุนายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมิถุนายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1981	97
ภาพที่ 64 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิปกติเดือนพฤษภาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิปกติเดือน มิถุนายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมิถุนายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2016	97
ภาพที่ 65 รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คานอนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วง มิถุนายน กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกรกฎาคม และกราฟ ความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	99
ภาพที่ 66 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิปกติเดือนมิถุนายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิปกติเดือน กรกฎาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนกรกฎาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2016	100
ภาพที่ 67 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิปกติเดือนพฤษภาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิปกติเดือน มิถุนายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมิถุนายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1991	100
ภาพที่ 68 รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คานอนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วง กรกฎาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนสิงหาคม และกราฟความ แปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	102
ภาพที่ 69 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิปกติเดือนกรกฎาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิปกติเดือน สิงหาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนสิงหาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1998	103

	หน้า
ภาพที่ 70 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกรกฎาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนสิงหาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนสิงหาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2019	103
ภาพที่ 71 รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงสิงหาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกันยายน และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	105
ภาพที่ 72 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนสิงหาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกันยายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนกันยายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1991	106
ภาพที่ 73 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนสิงหาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกันยายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนกันยายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1991	106
ภาพที่ 74 รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเดือนกันยายน กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนตุลาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	108
ภาพที่ 75 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกันยายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนตุลาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนตุลาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2019	109
ภาพที่ 76 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกันยายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนตุลาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนตุลาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2023	109
ภาพที่ 77 รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเดือนตุลาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนพฤศจิกายน และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	111
ภาพที่ 78 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนตุลาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนพฤศจิกายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนพฤศจิกายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1996	112
ภาพที่ 79 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนตุลาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนพฤศจิกายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนพฤศจิกายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2006	112
ภาพที่ 80 รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเดือนพฤศจิกายน กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนธันวาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา	114

	หน้า
ภาพที่ 81 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนพฤศจิกายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือน ธันวาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนธันวาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1998	115
ภาพที่ 82 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนพฤศจิกายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือน ธันวาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนธันวาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2015	115

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมและการไหลเวียนของระบบอากาศเขตร้อน ที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนทั้งในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ ทั้งยังมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อภาคการเกษตร การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ความมั่นคงด้านพลังงานและอาหาร รวมทั้งความเสี่ยงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะปัจจุบันที่ความแปรปรวนของภูมิอากาศมีแนวโน้มรุนแรงขึ้น (IPCC, 2021) ส่งผลให้การคาดการณ์ปริมาณฝนเพื่อรับมือกับภัยแล้งและอุทกภัยนั้นทำได้ยากลำบากยิ่งขึ้น

มหาสมุทรอินเดียถือเป็นแหล่งสะสมพลังงานและความชื้นที่สำคัญที่สุดแห่งหนึ่งที่ส่งผลต่อระบบอากาศของประเทศไทย ความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียไม่ได้ส่งผลเพียงแค่พื้นที่โดยรอบ แต่ยังมีอิทธิพลต่อการพาความร้อน การยกตัวของอากาศและการไหลเวียนของลมในระดับภูมิภาค ซึ่งส่งผลต่อการก่อตัวและการกระจายตัวของฝนบริเวณประเทศไทย ปรากฏการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นบริเวณมหาสมุทรอินเดียอย่าง Indian Ocean Dipole (IOD) ซึ่งสะท้อนผ่านดัชนี Dipole Mode Index (DMI) เป็นกลไกหลักที่อธิบายความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างด้านตะวันตกและตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย และมีความเชื่อมโยงกับความผิดปกติของปริมาณฝนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทย

อย่างไรก็ตาม การศึกษาโดยส่วนใหญ่มักอาศัยค่าดัชนีเชิงจุดหรือค่าดัชนีเพียงค่าเดียวในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมหาสมุทรอินเดียและฝน ซึ่งอาจไม่สามารถสะท้อนโครงสร้างเชิงพื้นที่ (Spatial Pattern) ของความแปรปรวนอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่มีความซับซ้อนและแปรเปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ การวิเคราะห์แค่เพียงในระดับรายฤดูกาลหรือรายปี อาจจะไม่สามารถแสดงสัญญาณความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในบางช่วงเวลาได้ อีกทั้งข้อจำกัดด้านการจัดการข้อมูลเชิงวิเคราะห์ซ้ำ (Reanalysis Data) ที่มีปริมาณข้อมูลมหาศาลและมีความยุ่งยากในการประมวลผล จึงทำให้การพยากรณ์ฝนรายเดือนโดยอาศัยข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลล่วงหน้า (Lag time) ยังไม่ถูกนำมาพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

ด้วยเหตุนี้ การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการนำเทคนิคทางสถิติขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์แยกส่วนประกอบหลัก (EOF) เพื่อจำแนกรูปแบบความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย และใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ค่าโคโนคอลล (CCA) เพื่อเชื่อมโยงรูปแบบดังกล่าวกับปริมาณฝนในประเทศไทยในลักษณะรายเดือน การศึกษาในรูปแบบนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยให้เข้าใจกลไกที่เกิดขึ้นบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่มีอิทธิพลต่อฝนในไทยได้ชัดเจนขึ้นเท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างองค์ความรู้

พื้นฐานและเครื่องมือเชิงสถิติ (Statistical Forecasting) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณฝนรายเดือนล่วงหน้าได้ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบความแปรปรวนหลักของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา โดยใช้เทคนิคการจำแนกรูปแบบทางสถิติ (EOF)

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงสหสัมพันธ์คาโนนิคัล (CCA) ระหว่างรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียกับรูปแบบปริมาณฝนที่เกิดขึ้นในประเทศไทยในลักษณะรายเดือน

1.3 ขอบเขตของการดำเนินการ

1.3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา (Spatial Scope)

การศึกษานี้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาออกเป็นสองส่วน ได้แก่ พื้นที่ของตัวแปรต้น (Predictor) และพื้นที่ของตัวแปรตาม (Predictand) ในส่วนของตัวแปรต้น ใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) บริเวณมหาสมุทรอินเดีย โดยครอบคลุมพื้นที่ระหว่างละติจูด 20° S ถึง 30° N และลองจิจูด 30° E ถึง 120° E ซึ่งเป็นบริเวณที่ครอบคลุมเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนของมหาสมุทรอินเดีย ทั้งยังเป็นพื้นที่ที่มีบทบาทสำคัญต่อการไหลเวียนบรรยากาศและการลำเลียงความชื้นเข้าสู่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับตัวแปรตาม ใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายสถานีที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทย โดยครอบคลุมทุกภูมิภาคจำนวน 75 สถานี เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างเชิงพื้นที่ของการตอบสนองของฝนต่อความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลได้อย่างครบถ้วน

1.3.2 ขอบเขตด้านข้อมูล (Data Scope)

ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นชุดข้อมูลเชิงวิเคราะห์ซ้ำ (Reanalysis) ซึ่งได้รับการพัฒนาและใช้อย่างแพร่หลายในงานวิจัยด้านภูมิอากาศคือ Hadley Centre Sea Ice and Sea Surface Temperature (HadISST) โดยใช้ข้อมูลในช่วงระยะเวลา ค.ศ. 1981–2024 เพื่อให้ครอบคลุมความแปรปรวนของภูมิอากาศในระยะยาว สำหรับข้อมูลปริมาณฝนใช้ข้อมูลรายเดือนจากสถานีตรวจอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ที่มีความสอดคล้องเชิงเวลาและเชิงพื้นที่กับข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล โดยใช้ช่วงระยะเวลาเดียวกัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองได้อย่างเหมาะสม

1.3.3 ขอบเขตด้านการวิเคราะห์ (Methodological Scope)

ในการศึกษานี้มุ่งเน้นการประเมินศักยภาพเชิงสถิติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในการเป็นตัวบ่งชี้ล่วงหน้า โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงประจักษ์ (Empirical Orthogonal Function: EOF) เพื่อสกัดโหมดความแปรปรวนหลักของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย และโหมดความแปรปรวนของปริมาณฝนในประเทศไทย ซึ่งจะช่วยลดมิติของข้อมูลและเน้นรูปแบบเชิงพื้นที่ที่มีความสำคัญทางกายภาพ จากนั้นใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล (Canonical Correlation Analysis: CCA) เพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมและระบุคู่รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝนที่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติสูงสุด การวิเคราะห์เน้นการพิจารณาความสัมพันธ์แบบมีช่วงเวลาเชิงล่าช้า (Lag time) 1 เดือน โดยใช้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลของเดือนก่อนหน้าเป็นตัวแปรต้นเพื่อพยากรณ์ปริมาณฝนของเดือนถัดไป เพื่อลดความซับซ้อนของแบบจำลองและหลีกเลี่ยงการปรับแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลมากเกินไป จึงมุ่งเน้นการประเมินศักยภาพพื้นฐานของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในการบ่งชี้ปริมาณฝนล่วงหน้าเพียง 1 เดือน ทั้งนี้ การคำนวณและการวิเคราะห์ดำเนินการโดยใช้โปรแกรม Climate Prediction Tool (CPT) เป็นเครื่องมือหลัก

1.4 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการจำแนกรูปแบบความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย และผลกระทบต่อรูปแบบปริมาณฝนในประเทศไทย ผู้ศึกษาได้ทบทวนทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถสรุปสาระสำคัญดังนี้

1.4.1 ปรากฏการณ์อินเดีย-โอเชียนไดโพล (Indian Ocean Dipole: IOD)

ปรากฏการณ์ IOD คือความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดีย ถูกค้นพบและนิยามโดย Saji N. H. (1999) โดยพิจารณาจากความแตกต่างของค่าความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างพื้นที่ด้านตะวันตกและด้านตะวันออกซึ่งแสดงลักษณะของขั้ว (Dipole Mode) ในมหาสมุทรอินเดีย รูปแบบความแปรปรวนภายในของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่ำกว่าปกติบริเวณเกาะสุมาตราและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียรวมทั้งลมและฝนที่ผิดปกติ เกิดการเชื่อมโยงเชิงพื้นที่ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับลม เผยให้เห็นคู่ควบของกลไกในมหาสมุทรและฝน โดยการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมหาสมุทรและอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดีย นี้ แสดงให้เห็นถึงความเป็นอิสระของปรากฏการณ์ IOD จากปรากฏการณ์ ENSO จากการศึกษาพบว่าคู่ขั้วนี้เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมที่บริเวณฝั่งตะวันออกของแอฟริกา และเกิดความแห้งแล้งบริเวณอินโดนีเซีย

1.4.2 อิทธิพลของมหาสมุทรอินเดียต่อภูมิอากาศประเทศไทย

ความแปรปรวนของมหาสมุทรอินเดียมีบทบาทสำคัญในการควบคุมพฤติกรรมของมรสุมฤดูร้อนในเอเชีย (Asian Summer Monsoon) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประเทศไทย ในงานวิจัยของ Ashok et al. (2001) และ Gadgil et al. (2004) แสดงให้เห็นว่า ความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียมีความสัมพันธ์เชิงสถิติกับความแรงของมรสุมและการกระจายตัวของฝนในภูมิภาคนี้ โดยในช่วงที่เกิด Positive IOD มักพบว่าการไหลเวียนอากาศที่ผิดปกติ (Walker Circulation) ส่งผลให้การยกตัวของอากาศในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ลดลง ซึ่งอาจนำไปสู่สภาวะฝนน้อยในบริเวณอินโดนีเซียและพื้นที่ใกล้เคียงรวมถึงไทย ในขณะที่ช่วง Negative IOD มักสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้ผลกระทบดังกล่าวอาจแตกต่างกันไปตามฤดูกาลและลักษณะภูมิประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม Ummenhofer et al. (2011) ได้เสนอแนะว่าการตอบสนองต่อปริมาณฝนของ IOD นั้นมีความไม่แน่นอนเชิงพื้นที่สูง (Spatial heterogeneity) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ในรายละเอียดระดับรายเดือนเพื่อให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้ในงานศึกษายกหลังยังชี้ให้เห็นว่า อิทธิพลของมหาสมุทรอินเดียต่อฝนในประเทศไทยมีความซับซ้อนและขึ้นกับปฏิสัมพันธ์ร่วมกับระบบภูมิอากาศอื่นๆ รวมถึงลักษณะของการไหลเวียนบรรยากาศในระดับภูมิภาคด้วย

นอกจากนี้ในงานวิจัยของ จรุงฤ เลหาเลิศชัย และคณะ (2563) ได้ศึกษาการไหลเวียนและปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบฝน เพื่อคาดการณ์การแปรผันฝนช่วงกึ่งฤดูกาลถึงฤดูกาลในพื้นที่ของประเทศไทย ประเทศจีนตอนใต้และพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่าความแปรปรวนของสภาพอากาศได้ส่งผลต่อบริเวณมหาสมุทรทำให้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลผิดปกติ เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เรียกว่าปรากฏการณ์ ENSO และ IOD โดยหากปรากฏการณ์ดังกล่าวมีความรุนแรง จะทำให้สภาพภูมิอากาศผิดปกติ หลายพื้นที่มีฝนมากน้อยแตกต่างกัน เกิดสภาวะความแห้งแล้งที่รุนแรง ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลหรือเกิดสภาวะฝนตกหนักมากเกินความต้องการ

1.4.3 เทคนิคการวิเคราะห์เชิงสถิติขั้นสูงในงานอุตุนิยมวิทยา

ในงานวิจัยของ ชลัมภ์ อุ่นอารีย์ (2562) ได้วิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล เพื่อพัฒนาแบบจำลองเชิงสถิติให้มีศักยภาพมากขึ้นในด้านความสามารถในการพยากรณ์ฝนบริเวณประเทศไทย โดยมีปัจจัยหลักคือความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดียจากปรากฏการณ์ El nino Southern Oscillation (ENSO) และ Indian Ocean Dipole (IOD) และยังได้ประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ฟังก์ชันออร์ธोगอนัลเชิงประจักษ์ (EOFs) เพื่อศึกษาแนวโน้มความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝนบริเวณประเทศไทย ทั้งเชิงอนุกรมเวลาและรูปแบบเชิงแผนที่ ผลการคำนวณพบว่า การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัลได้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ร่วมสูงสุดระหว่างข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเดือน สิงหาคม 2494-2558 และ

ข้อมูลฝนบริเวณประเทศไทยช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายนมีค่าประมาณ 0.6 ซึ่งบ่งชี้ถึงความเชื่อมั่นของความสามารถในการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล (CCA) นอกจากนี้ยังพบว่ารูปแบบที่ CCA ที่แสดงความผันแปรของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีสัญญาณของความสัมพันธ์สูง สอดคล้องกับปรากฏการณ์ ENSO และ IOD เป็นตัวขับเคลื่อนในฤดูกาลที่ทำให้เกิดความผันแปรของฝนบริเวณประเทศไทย

1.4.4 เครื่องมือ Climate Predictability Tool (CPT)

Climate Predictability Tool (CPT) เป็นซอฟต์แวร์มาตรฐานสากลที่พัฒนาโดย International Research Institute for Climate and Society (IRI) ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการพยากรณ์ภูมิอากาศเชิงฤดูกาล โดยใช้เทคนิคทางสถิติ เช่น Principal Component Regression (PCR) และ Canonical Correlation Analysis (CCA) เครื่องมือนี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงานวิจัยและงานปฏิบัติการด้านภูมิอากาศ เนื่องจากสามารถจัดการข้อมูลขนาดใหญ่จากแบบจำลองหรือข้อมูล Reanalysis และเป็นเครื่องมือหลักที่หน่วยงานด้านอุตุนิยมวิทยาทั่วโลกใช้ในการสร้างโมเดลพยากรณ์เชิงสถิติที่ให้ค่าความแม่นยำสูง

Shailla Rustiana. *et al.* (2017) ได้จำลองการพยากรณ์ปริมาณฝนบริเวณลุ่มน้ำซีมานุก (Cimanuk) จากแบบจำลองที่เชื่อถือได้ ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล (CCA) โดยใช้ซอฟต์แวร์ CPT ทำการคาดคะเนปริมาณฝนโดยเฉลี่ยราย 3 เดือนในปี ค.ศ.2016 ใช้ข้อมูลดัชนีชี้วัดของ Nino3.4, DMI และ Monsoon โดยมีเงื่อนไขเริ่มต้นในเดือนมกราคมเป็นตัวแปรต้น ในขณะที่ใช้ชุดข้อมูลฝนรายเดือนจาก CHIRPS เป็นตัวแปรตามในการพยากรณ์ปริมาณฝนบริเวณจาวาฝั่งตะวันตก ผลปรากฏว่าค่าความสามารถในการพยากรณ์ (skill) มีความสัมพันธ์ในระดับที่สูง ค่า CCA ส่วนใหญ่มีค่าสูงเกิน 0.7 ซึ่งบ่งชี้ถึงความน่าเชื่อถือของแบบจำลองจาก CPT และ วิธีการทางสถิติ CCA

นอกจากนี้ Hossain, Z., *et al.* (2019) ศึกษาผลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน ของประเทศบังคลาเทศ บริเวณรังปุร์, ชากา, บาริชาล และซิลเฮต ร่วมกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ต่างๆทั่วโลก โดยใช้ชุดข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ.1975-2008 และ CPT เป็นเครื่องมือในการทำ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2009 จากข้อมูลตรวจวัด โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลรายเดือน ช่วง 1 เดือนก่อนหน้าที่จะเข้าสู่ฤดูฝนเป็นตัวแปรต้นในการพยากรณ์ฝน และเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ระหว่างการใช้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนแรกของฤดูฝนเป็นตัวแปรต้น ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิผิวน้ำทะเลก่อนเริ่มต้นฤดูฝน 1 เดือนมีค่าความเบี่ยงเบนต่ำและสามารถพยากรณ์ได้ดีกว่าการใช้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนแรกของฤดูฝนเป็นตัวแปรต้น

1.5 ทฤษฎี และ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ศึกษา

1.5.1 ปรากฏการณ์อินเดีย-โอเชียันไดโพล

ปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole (IOD) เป็นรูปแบบความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) ในมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งเกิดจากกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศ (ocean-atmosphere interaction) และนำไปสู่ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างบริเวณด้านตะวันตกและด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย (Saji et al., 1999) ความแปรปรวนดังกล่าวมีบทบาทสำคัญต่อการปรับเปลี่ยนรูปแบบการไหลเวียนของบรรยากาศและระบบลมมรสุมเขตร้อน โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของ SST บริเวณมหาสมุทรอินเดียตะวันออกใกล้เกาะสุมาตราและชวา ซึ่งส่งผลต่อความรุนแรงของการพาความร้อนในแนวตั้ง (deep convection) อันเป็นกลไกพื้นฐานของการก่อตัวของเมฆฝนในเขตร้อน (Webster et al., 1999)

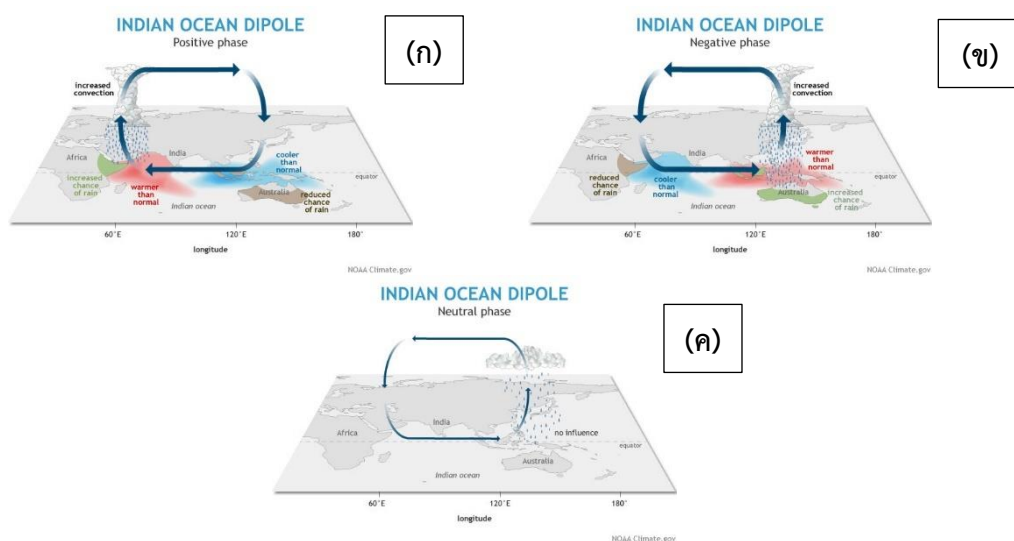
การเปลี่ยนแปลงของส่วนต่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลดังกล่าวนำไปสู่การปรับโครงสร้างของการไหลเวียนในแนวราบของบรรยากาศ (Walker circulation) และระบบลมในระดับภูมิภาค ภายใต้ลักษณะโครงสร้างแบบคู่ควบ (coupled structure) ของ IOD จะเกิดความผิดปกติของลมในระดับต่ำ (low-level wind anomalies) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของการขนส่งความชื้น (moisture transport) จากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทย (Saji et al., 1999; Webster et al., 1999) ดังนั้น IOD จึงถือเป็นโหมดความแปรปรวนทางภูมิอากาศที่สะท้อนกลไกการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบของมหาสมุทรและบรรยากาศในเขตร้อน ซึ่ง IOD สามารถแบ่งออกได้ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะบวก (Positive IOD) ระยะลบ (Negative IOD) และระยะเป็นกลาง (Neutral phase) โดยมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 1 (ก-ค)

ในช่วงที่เกิดสภาวะ Positive IOD อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย (ใกล้หมู่เกาะอินโดนีเซีย) มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เนื่องจากกระบวนการการไหลขึ้นของน้ำเย็น (Upwelling) ที่รุนแรงขึ้นตามแนวชายฝั่งอินโดนีเซีย ในขณะที่ฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรจะมีอุณหภูมิอุ่นกว่าค่าเฉลี่ย ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ชัดเจนระหว่างสองฝั่งนี้ ส่งผลให้แรงยกตัวของอากาศ (Deep Convection) บริเวณมหาสมุทรอินเดียตะวันออกและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ลดกำลังลง มีลักษณะอากาศจมตัวหรือยกตัวได้น้อยลง ซึ่งส่งผลให้การพาความร้อนและการก่อตัวของเมฆฝนในบริเวณดังกล่าวลดลง

ในทางตรงกันข้ามภายใต้สภาวะ Negative IOD อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันออกจะมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งความผิดปกตินี้จะ ส่งเสริมการยกตัวของอากาศและการพาความร้อนในแนวตั้ง (Enhanced Deep Convection) ให้เข้มข้นขึ้น ส่งผลให้กระบวนการก่อตัวและพัฒนาของเมฆฝนทวีความรุนแรงเหนือบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ การเสริมกำลังของระบบการ

ไหลเวียนบรรยากาศในระดับต่ำที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างคู่ควบของ IOD ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการขนส่งความชื้น (Moisture Transport) จากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทย ส่งผลให้มีแนวโน้มปริมาณฝนสูงกว่าค่าปกติในช่วงดังกล่าว

สำหรับสภาวะ Neutral IOD ส่วนต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกจะมีค่าต่ำหรือเข้าใกล้ศูนย์ ส่งผลให้ โครงสร้างคู่ควบระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศ (Ocean-Atmosphere Coupling) ไม่ปรากฏความผิดปกติอย่างมีนัยยะสำคัญ ภายใต้สภาวะดังกล่าว รูปแบบการไหลเวียนของบรรยากาศในแนวราบ (Walker Circulation) และระบบลมมรสุมเขตร้อนจะยังคงมีลักษณะใกล้เคียงกับ ค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศ (Climatology) แม้ว่าโดยปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเส้นศูนย์สูตรและมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันออกจะมีแนวโน้มอุ่นขึ้นตามกระบวนการสะสมพลังงานความร้อนตามฤดูกาล หากการเพิ่มขึ้นดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดความชันของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST gradient) ที่รุนแรงเพียงพอ ย่อมไม่ส่งผลให้เกิดการพัฒนาของปรากฏการณ์ IOD อย่างชัดเจน ส่งผลให้การพาความร้อนในแนวตั้ง (Deep Convection) บริเวณมหาสมุทรอินเดียตะวันออกและหมู่เกาะอินโดนีเซียอยู่ในสภาวะปกติ ด้วยเหตุนี้ กระบวนการขนส่งความชื้น (Moisture Transport) จากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทย จึงถูกควบคุมโดยกลไกของระบบมรสุมเป็นหลัก ภายใต้สภาวะ Neutral IOD ความแปรปรวนของปริมาณฝนในประเทศไทยจึงมีแนวโน้มถูกกำหนดโดยปัจจัยทางภูมิอากาศอื่นที่มีบทบาทเด่นชัดกว่า เช่น ความผันแปรภายในของระบบมรสุมเอเชีย (Asian monsoon variability) อิทธิพลจากปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา (ENSO) รวมถึงการรบกวนในระดับกึ่งฤดูกาล (sub-seasonal variability) มากกว่าผลกระทบโดยตรงจากความแปรปรวนของมหาสมุทรอินเดีย (Saji et al., 1999; Webster et al., 1999)



ภาพที่ 1 ปรากฏการณ์อินเดียนโอเชียนไดโพล (ก) Positive IOD (ข) Negative IOD (ค) Neutral

ที่มา: <https://www.climate.gov/>

1.5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงประจักษ์ (Empirical Orthogonal Function: EOF)

การวิเคราะห์ EOF เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาข้อมูลภูมิอากาศที่มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเวลาที่มีมิติสูง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดรูปแบบความแปรปรวนหลักเชิงพื้นที่และเชิงเวลาออกจากชุดข้อมูลที่มีความซับซ้อน งานวิจัยจำนวนมากได้นำ EOF มาใช้เพื่อศึกษาความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ลม และปริมาณฝน เนื่องจากสามารถช่วยลดมิติของข้อมูลและเน้นรูปแบบที่มีความสำคัญทางกายภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในเชิงคณิตศาสตร์ EOF เป็นการแยกเมทริกซ์ข้อมูลออกเป็นชุดของเวกเตอร์เชิงพื้นที่ (Spatial Patterns) และสัมประสิทธิ์เชิงเวลา (Principal Components) ซึ่งโหมดลำดับต้นจะอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้มากที่สุด การเลือกจำนวนโหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์อาศัยการพิจารณาค่า Eigenvalues และสัดส่วนความแปรปรวนสะสม เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความหมายทางกายภาพและลดสัญญาณรบกวน โดยในการศึกษานี้ EOF ถูกนำมาใช้เพื่อจำแนกรูปแบบการกระจายตัวของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย และรูปแบบการกระจายตัวของฝนในประเทศไทย เพื่อระบุรูปแบบที่เกิดขึ้นบ่อยและมีบทบาทสำคัญต่อระบบภูมิอากาศ โดยมีหลักการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1.) การจัดรูปการจัดรูปข้อมูล (Data Matrix Formulation)

ข้อมูลถูกแปลงให้อยู่ในรูปของค่าความผิดปกติ (Anomaly) โดยการลบค่าเฉลี่ยระยะยาวออกจากข้อมูลรายเดือนในแต่ละช่วงเวลา ส่งผลให้ข้อมูลทุกหลักมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ แล้วถูกจัดให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์สะท้อนเฉพาะความแปรปรวนของระบบภูมิอากาศและลดอิทธิพลของวัฏจักรฤดูกาลปกติ

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

โดยที่

- m คือ จำนวนจุดเชิงพื้นที่ (grid points หรือสถานี)
- n คือ จำนวนช่วงเวลา (เดือน)
- X_{ij} คือ เมทริกซ์ข้อมูลความผิดปกติ (Anomaly) ณ จุดที่ i และเวลาที่ j

2.) การหาเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix)

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมเป็นตัวแทนของโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างตำแหน่งเชิงพื้นที่ต่างๆของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล/ฝน โดยแสดงระดับการแปรผันร่วมกันของค่า

ความผิดปกติในแต่ละตำแหน่ง การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงประจักษ์ดำเนินการบนพื้นฐานของเมทริกซ์ดังกล่าว เพื่อสกัดรูปแบบหลักของความแปรปรวนที่มีความหมายทางกายภาพ โดยคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$C = \frac{1}{n-1} XX^T$$

เมื่อ	C	คือ	เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม
	C_{ij}	คือ	ความสัมพันธ์เชิงความแปรปรวนระหว่างแต่ละตำแหน่ง i และ j
	$C_{ij} > 0$		สองตำแหน่งแปรผันไปทิศทางเดียวกัน
	$C_{ij} < 0$		สองตำแหน่งแปรผันไปทิศทางตรงกันข้ามกัน
	$C_{ij} \approx 0$		สองตำแหน่งไม่สัมพันธ์กัน

3.) การหาค่า Eigenvalue และ Eigenvector

การวิเคราะห์ EOF สามารถหาได้จากการแก้สมการ Eigenvalue ของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม เพื่อสกัดรูปแบบเชิงพื้นที่ของความแปรปรวนหลัก โดย Eigenvectors แทนรูปแบบเชิงพื้นที่ (EOF modes) ขณะที่ Eigenvalues แสดงปริมาณความแปรปรวนที่อธิบายได้โดยแต่ละโหมด การจัดเรียงค่า Eigenvalues จากมากไปน้อยช่วยให้สามารถระบุรูปแบบที่มีความสำคัญทางกายภาพได้อย่างเป็นระบบ โดยคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$Ce_k = \lambda_k e_k$$

โดยที่

λ_k	คือ	Eigenvalue ลำดับที่ k
e_k	คือ	Eigenvector หรือ EOF spatial pattern

4.) Principal Component (PC)

ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาหรือ Principal Component (PC) คำนวณได้จากการฉายข้อมูลค่าความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลลงบนรูปแบบเชิงพื้นที่ของ EOF ซึ่งแสดงระดับความแรงของรูปแบบดังกล่าวในแต่ละช่วงเวลา การวิเคราะห์ PC ช่วยให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของโหมดความแปรปรวนหลัก และเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ภูมิอากาศในอดีตได้อย่างเป็นระบบ โดยคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$PC_k(t) = e_k^T X(t)$$

โดยที่

e_k คือ EOF mode ลำดับที่ k (เวกเตอร์เชิงพื้นที่)

$X(t)$ คือ เวกเตอร์ข้อมูล Anomaly ณ เวลา t

$PC_k(t)$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของ EOF mode k

1.5.3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล (Canonical Correlation Analysis: CCA)

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัลถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝน โดยมุ่งค้นหารูปแบบเชิงเส้นของตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด วิธีการดังกล่าวช่วยให้สามารถอธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบมหาสมุทรและบรรยากาศในเชิงพื้นที่และเชิงเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในงานพยากรณ์ภูมิอากาศ มีหลักการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$X = \begin{pmatrix} PC_{1,(t_1)} & PC_{2,(t_1)} & \cdots & PC_{k,(t_1)} \\ PC_{1,(t_2)} & PC_{2,(t_2)} & \cdots & PC_{k,(t_2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ PC_{1,(t_n)} & PC_{2,(t_n)} & \cdots & PC_{k,(t_n)} \end{pmatrix} \text{ และ } Y = \begin{pmatrix} PC_{1,(t_1)} & PC_{2,(t_1)} & \cdots & PC_{k,(t_1)} \\ PC_{1,(t_2)} & PC_{2,(t_2)} & \cdots & PC_{k,(t_2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ PC_{1,(t_n)} & PC_{2,(t_n)} & \cdots & PC_{k,(t_n)} \end{pmatrix}$$

โดยที่

X คือ เมทริกซ์ตัวแปรต้น (SST PCs)

Y คือ เมทริกซ์ตัวแปรตาม (Rainfall PCs)

หลังการลดมิติข้อมูลด้วยวิธี EOF ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝนถูกจัดให้อยู่ในรูปเมทริกซ์สองมิติ โดยมีมิติของเวลาเป็นแถว (t_n) และมิติของโหมด EOF เป็นคอลัมน์ (k) ซึ่งเหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี CCA ดังสมการต่อไปนี้

$$U = a^T X \quad \text{และ} \quad V = b^T Y$$

โดยที่ U และ V คือ Canonical Variates ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝนตามลำดับ ซึ่งได้จากการรวมเชิงเส้นของตัวแปรเดิมผ่านเวกเตอร์น้ำหนัก a และ b

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัลถูกนำมาใช้เป็นกระบวนการแก้ปัญหาค่าเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อระบุการรวมเชิงเส้นของตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด ภายใต้การปรับมาตรฐาน (Normalization) ให้ความแปรปรวนของตัวแปรคาโนนิคัลมีค่าเป็นหนึ่ง เพื่อความเป็นอิสระจากหน่วยวัดของข้อมูล โดยกระบวนการคำนวณผ่านสมการลักษณะเฉพาะจะช่วย

สกัดรูปแบบความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝนที่มีนัยสำคัญที่สุดออกมา ซึ่งสามารถคำนวณหาความสัมพันธ์คานิคอล (ρ) ได้จากสมการต่อไปนี้

$$\rho = \max \left(\frac{\text{cov}(U, V)}{\sqrt{\text{var}(U)\text{var}(V)}} \right)$$

1.6 วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาจำแนกรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับผลกระทบต่อฝนบริเวณประเทศไทย มีแผนผังการดำเนินการโดยแสดงในภาพที่ 2 และมีขั้นตอนการดำเนินการโดยสรุป ดังต่อไปนี้

1.6.1 ศึกษาทฤษฎีและกลไกการเกิดปรากฏการณ์ IOD และวิธีการคำนวณ วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงประจักษ์และสหสัมพันธ์คานิคอล

1.6.2 ศึกษา เปรียบเทียบความเหมาะสมและข้อจำกัดของชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการศึกษา

1.6.3 รวบรวมข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดรายสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาช่วงปี ค.ศ. 1981-2024

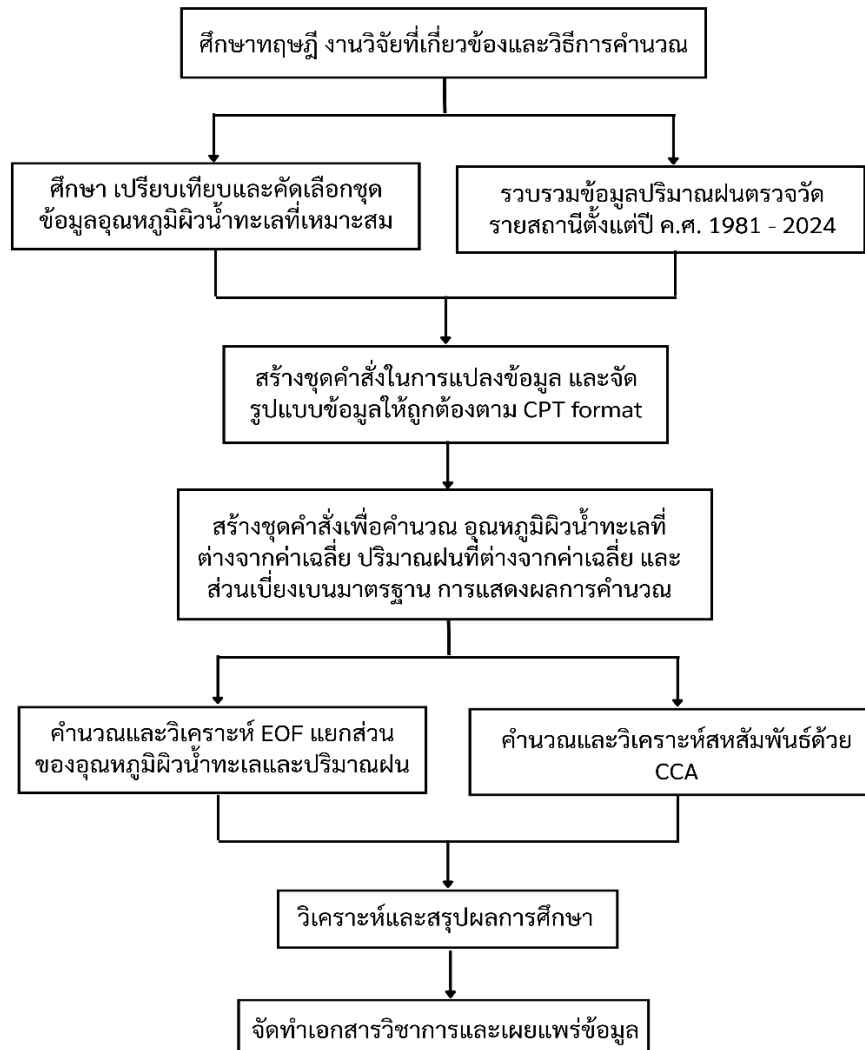
1.6.4 สร้างชุดคำสั่งเพื่อใช้ในการจัดการรูปแบบของชุดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลรายเดือน และจัดรูปแบบของข้อมูลให้ถูกต้องตาม CPT format

1.6.5 สร้างชุดคำสั่งเพื่อคำนวณอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่างจากค่าเฉลี่ย ปริมาณฝนที่ต่างจากค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งสร้างชุดคำสั่งในการแสดงผลการคำนวณ

1.6.6 คำนวณและวิเคราะห์ EOF แยกส่วนของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและข้อมูลปริมาณฝน

1.6.7 คำนวณและวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับรูปแบบของฝนด้วย CCA

1.6.7 สรุปผลการศึกษาและเผยแพร่ข้อมูล



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงการดำเนินการวิจัย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ทราบถึงรูปแบบความแปรปรวน (Spatial Pattern) ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย และรูปแบบการกระจายตัวของฝนในประเทศไทยระดับรายเดือน

1.7.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับกลไกความเชื่อมโยงระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศที่มีผลต่อความแปรปรวนของปริมาณฝนในประเทศไทยในระดับรายเดือน

1.7.3 แสดงให้เห็นถึงรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งใช้เป็นข้อมูลบ่งชี้ล่วงหน้า สำหรับการสนับสนุนการพยากรณ์ปริมาณฝนของประเทศไทยในช่วงเวลาด่วงหน้า 1 เดือน

1.7.4 สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองพยากรณ์ฝนเชิงสถิติ และการศึกษาด้านภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องในอนาคต

1.7.5 ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผน สนับสนุนการตัดสินใจ และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ การเกษตร และการเตรียมความพร้อมต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย

2. ข้อมูลและวิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนและพิกัดสถานีตรวจวัด

ข้อมูลปริมาณฝนที่ใช้ศึกษา รวบรวมจากข้อมูลตรวจวัดรายสถานีทั้งหมด 75 สถานี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 - 2024 รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลตำแหน่งสถานีที่ใช้ในการศึกษาบริเวณประเทศไทย

รหัสสถานี	สถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	รหัสสถานี	สถานี	ละติจูด	ลองจิจูด
300201	แม่ฮ่องสอน	19.30	97.98	380201	กำแพงเพชร	16.49	99.53
300202	แม่สะเรียง	18.17	97.93	352201	หนองคาย	17.87	102.73
303201	เชียงใหม่	19.96	99.88	353201	เลย	17.45	101.73
310201	พะเยา	19.13	99.90	354201	อุดรธานี	17.38	102.80
327501	เชียงใหม่	18.79	98.98	356201	สกลนคร	17.15	104.13
328201	ลำปาง	18.28	99.52	357201	นครพนม	17.41	104.78
329201	ลำพูน	18.57	99.03	381201	ขอนแก่น	16.46	102.79
330201	แพร่	18.17	100.17	383201	มุกดาหาร	16.54	104.73
331201	น่าน	18.78	100.78	387401	โกสุมพิสัย	16.25	103.07
331401	ท่าวังผา	19.11	100.80	403201	ชัยภูมิ	15.80	102.03
351201	อุตรดิตถ์	17.62	100.10	405201	ร้อยเอ็ด	16.02	103.74
376201	ตาก	16.88	99.14	407501	อุบลราชธานี	15.25	104.87
376202	แม่สอด	16.66	98.55	431201	นครราชสีมา	14.97	102.09
376203	เขื่อนภูมิพล	17.24	99.00	432201	สุรินทร์	14.88	103.50
376401	อุ้มผาง	16.02	98.86	432401	ท่าตูม	15.32	103.68
378201	พิษณุโลก	16.79	100.28	436401	นางรอง	14.58	102.80
379201	เพชรบูรณ์	16.43	101.15	400201	นครสวรรค์	15.67	100.13
379401	หล่มสัก	16.77	101.25	402301	ชัยนาท	15.15	100.18
379402	วิเชียรบุรี	15.66	101.11	425201	สุพรรณบุรี	14.47	100.14
426201	ลพบุรี	14.80	100.65	500202	หัวหิน	12.59	99.96
426401	บัวชุม	15.27	101.19	517201	ชุมพร	10.50	99.19
450201	กาญจนบุรี	14.02	99.54	551201	สุราษฎร์ธานี	9.14	99.15
450401	ทองผาภูมิ	14.74	98.64	551203	เกาะสมุย	9.45	100.03
455201	กรุงเทพมหานคร	13.73	100.56	552201	นครศรีธรรมราช	8.54	99.95

ตารางที่ 1 (ต่อ) ข้อมูลตำแหน่งสถานีที่ใช้ในการศึกษาบริเวณประเทศไทย

455301	บางนา	13.67	100.61	560301	พัทลุง	7.58	100.17
455601	สนามบินดอนเมือง	13.92	100.61	568501	สงขลา	7.18	100.61
430201	ปราจีนบุรี	14.06	101.37	568502	หาดใหญ่	6.92	100.43
430401	กบินทร์บุรี	13.98	101.71	580201	ปัตตานี	6.78	101.15
440201	อรัญประเทศ	13.69	102.50	581301	ยะลา	6.52	101.28
459201	ชลบุรี	13.37	100.98	583201	นราธิวาส	6.42	101.82
459202	เกาะสีชัง	13.16	100.80	532201	ระนอง	9.98	98.62
459203	พัทธยา	12.92	100.87	561201	ตะกั่วป่า	8.68	98.25
459204	สัตหีบ	12.68	100.98	564201	ภูเก็ต	7.88	98.40
478201	ระยอง	12.63	101.34	564202	สนามบินภูเก็ต	8.15	98.31
480201	จันทบุรี	12.62	102.11	566201	เกาะลันตา	7.54	99.05
501201	คลองใหญ่	11.78	102.88	567201	ตรัง	7.52	99.62
465201	เพชรบุรี	13.00	100.06	570201	สตูล	6.65	100.08
500201	ประจวบคีรีขันธ์	11.83	99.83				

2.1.2 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลรายเดือน

ชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นเป็นชุดข้อมูล HadISST Centre Global Sea Ice and Sea Surface Temperature (HadISST) ซึ่งข้อมูลตรวจวัดจริงและถูกปรับปรุงคุณภาพให้อยู่ในรูป Gridded from Observations โดย Hadley Centre ของอุตุนิยมวิทยาแห่ง สหราชอาณาจักร (Met Office) ซึ่งมีชุดข้อมูลที่ยาวนานตั้งแต่ปี ค.ศ. 1870 จนถึงปัจจุบัน โดยจะมีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่ $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ เพื่อใช้ศึกษารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่ส่งผลกระทบต่อฝนในบริเวณประเทศไทยในแต่ละเดือน โดยจะต้องแปลงชุดข้อมูลจากรูปแบบ netCDF ให้อยู่ในรูปของ .txt และมี Format ของข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งแสดงตัวอย่างบางส่วนของชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1981-2024

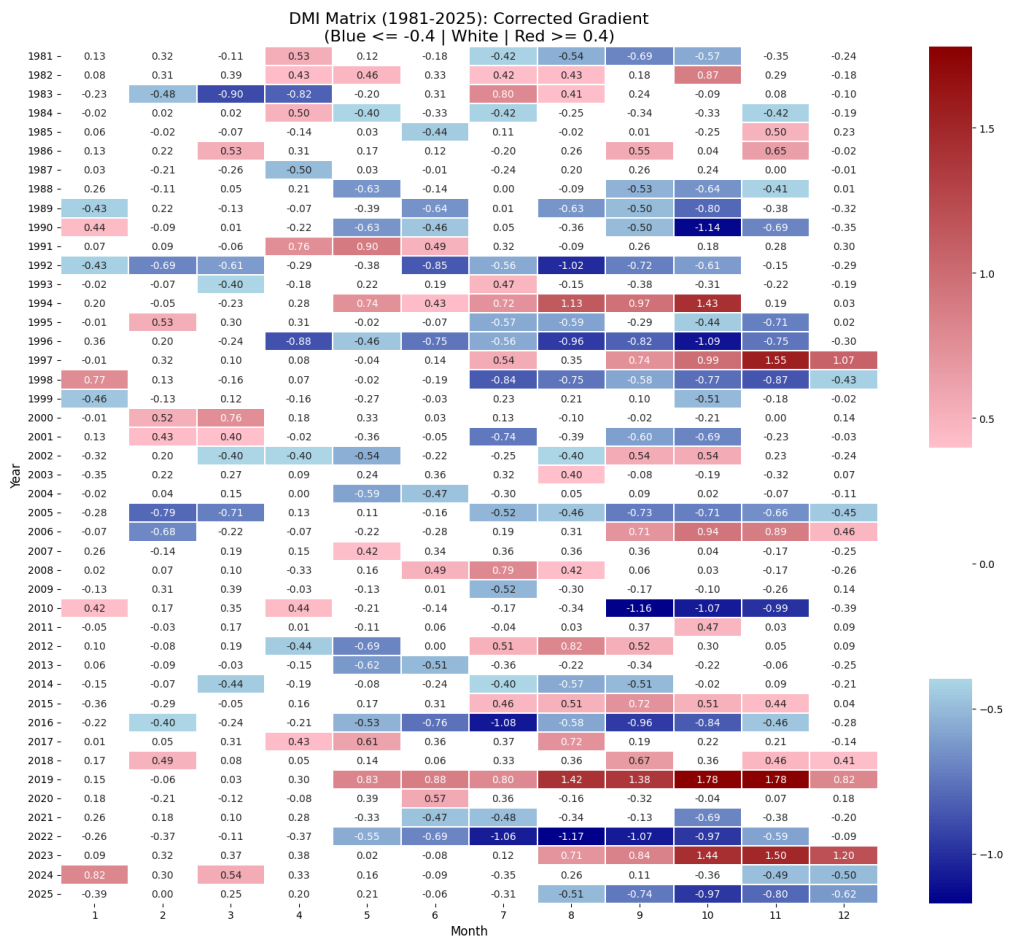
ภาพที่ 3 ชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนมกราคม ปี ค.ศ. 1981-2024

2.1.2 ข้อมูล Dipole Mode Index (DMI)

ข้อมูล Dipole Mode Index (DMI) เป็นดัชนีที่ใช้สำหรับบอกร่องการเกิดปรากฏการณ์อินเดียนโอเชียนไดโพล ซึ่งจะถูกคำนวณจากความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST Anomaly) ระหว่างพื้นที่ทางตะวันตกและตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดีย โดยจะกำหนดพื้นที่ที่ใช้ในการคำนวณสำหรับบริเวณตะวันตก Western Tropical Indian Ocean (WTIO) ตั้งแต่ ลองจิจูด 50°E - 70°E ละติจูด, 10°S -10°N และบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ Southeastern Tropical Indian Ocean (SETIO) ตั้งแต่ ลองจิจูด 90°E - 110°E ละติจูด, 10°S -0° ดังสมการต่อไปนี้

$$DMI = WTIO - SETIO$$

ดัชนี DMI จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาวะ IOD โดยจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ DMI เป็นบวก (Positive IOD) มีค่ามากกว่า 0.4 DMI เป็นกลาง (Neutral IOD) มีค่าอยู่ระหว่าง -0.4 ถึง 0.4 และ DMI เป็นลบ (Negative IOD) มีค่าน้อยกว่า -0.4 โดย NOAA ได้คำนวณค่า DMI รายเดือนไว้จากชุดข้อมูล ERSSTv5 ดังแสดงในภาพที่ 4

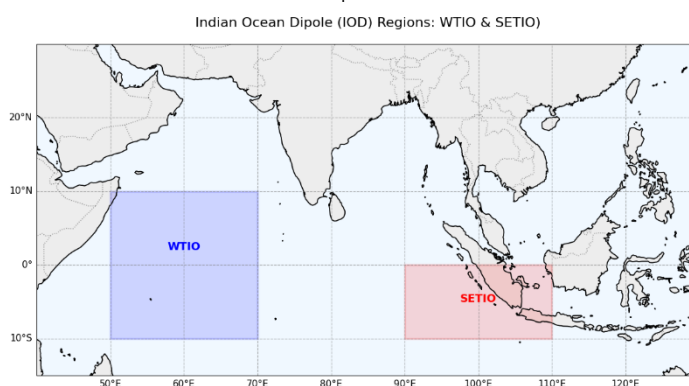


ภาพที่ 4 Dipole Mode Index

ที่มา : ข้อมูล https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/international/ocean_monitoring/IODMI/DMI_month.html

2.2 บริเวณที่ใช้ในการศึกษา

บริเวณที่ใช้ในการศึกษาพิจารณาจากระบบภูมิอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดีย ($20^{\circ}\text{S} - 30^{\circ}\text{N}$, $45^{\circ}\text{E} - 120^{\circ}\text{E}$) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่บริเวณฝั่งตะวันตก (WTIO) และฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ (SETIO) ของมหาสมุทรอินเดีย ดังภาพที่ 5 โดยจะส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนบริเวณพื้นที่ประเทศไทย ($5^{\circ}\text{N} - 21^{\circ}\text{N}$, $97^{\circ}\text{E} - 106^{\circ}\text{E}$) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั้ง 75 สถานีในบริเวณประเทศไทย



ภาพที่ 5 พื้นที่ศึกษาบริเวณมหาสมุทรอินเดีย

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

2.3.1 การเตรียมข้อมูล

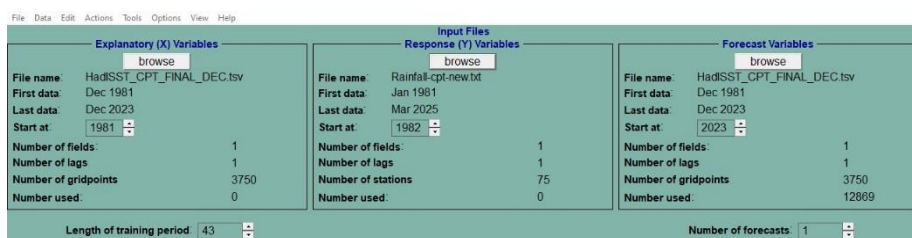
1. รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 75 สถานี ตั้งแต่ปี ค.ศ.1981-2024 ในรูปแบบไฟล์ .txt

2. ดาวน์โหลดชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลได้แก่ ERSSTv5 HadISST และ OISSTv2 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบข้อจำกัดและความละเอียดของข้อมูลที่มีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับการวิเคราะห์รูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียด้วยเครื่องมือ Climate Predictability Tool (CPT) เนื่องจาก ชุดข้อมูล ERSSTv5 มีข้อจำกัดในเรื่องความต่อเนื่องของเวลา นอกจากนี้ยังมีขนาดของความละเอียดที่ต่ำกว่าชุดข้อมูลอื่นๆ โดยมีความละเอียด $2.0^{\circ} \times 2.0^{\circ}$ ส่วนชุดข้อมูล OISSTv2 เป็นชุดข้อมูลที่มีความละเอียดสูง ($0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$) ส่งผลให้ชุดข้อมูลมีขนาดใหญ่เกินขีดความสามารถในการคำนวณของ CPT ดังนั้น HadISST จึงเป็นชุดข้อมูลมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งในด้านของขนาด ความละเอียด และความต่อเนื่องของข้อมูล

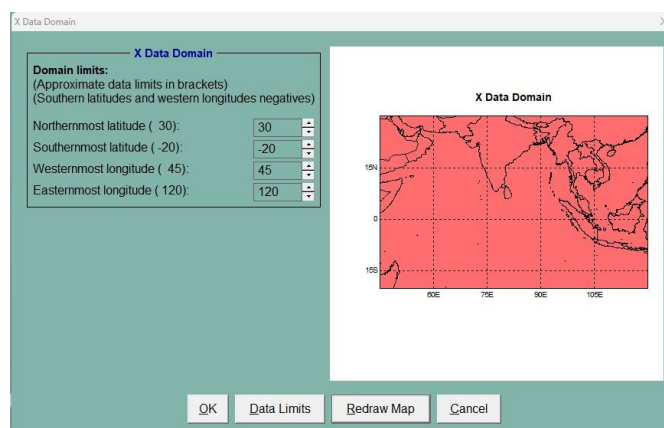
3. ออกแบบชุดคำสั่งเพื่อแปลงชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล HadISST ที่อยู่ในรูป netCDF ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ .txt จากนั้นแบ่งแยกชุดข้อมูลออกเป็นรายเดือนทั้ง 12 เดือน เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้น (Predictor) ตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูล จากนั้นจึงปรับแต่งชุดข้อมูลแต่ละเดือนให้ตรงตาม format ของ CPT

2.3.2 การนำเข้าข้อมูลและการคำนวณโดยใช้โปรแกรม CPT

1. เลือกวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Canonical Correlation Analysis (CCA)
2. นำเข้าข้อมูลในส่วนของคุณค่าตั้งต้น (Explanatory (X) Variables) โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากชุดข้อมูล HadISST ในแต่ละเดือน เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบ (Mode) ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดขึ้นได้ในแต่ละเดือน ดังภาพที่ 6 โดยกำหนดขอบเขตของบริเวณที่ศึกษาของข้อมูลตั้งต้นให้ครอบคลุมบริเวณมหาสมุทรอินเดียตั้งแต่ ลองจิจูด 45°E - 120°E และละติจูด 20°S - 30°N ดังภาพที่ 7



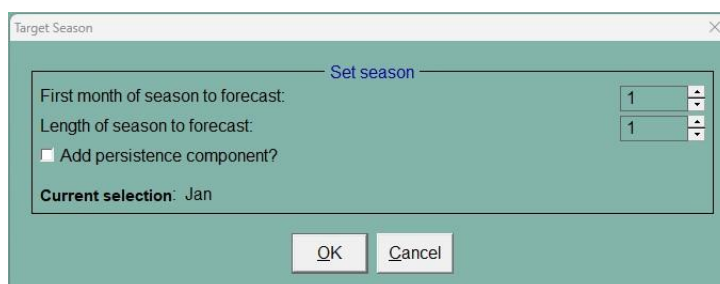
ภาพที่ 6 การนำเข้าข้อมูลในส่วนของคุณค่าตั้งต้น (X Variables)



ภาพที่ 7 การกำหนดพื้นที่ที่ศึกษาตัวแปรต้น

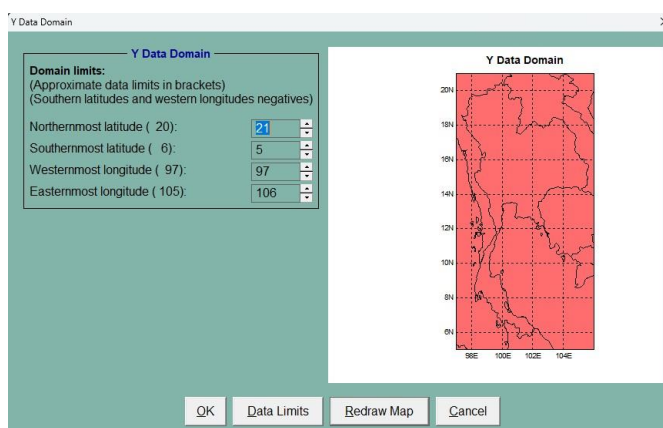
3. นำเข้าข้อมูลฝนตรวจวัดจากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาทั้ง 75 สถานีในแต่ละเดือน (Input Files Response (Y) Variables) ซึ่งในการศึกษานี้จะเลือกวิเคราะห์รูปแบบของฝนบริเวณประเทศไทยที่จะเกิดขึ้นได้ในเดือนถัดไปของรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทร

อินเดียที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนก่อนหน้า (lead 1) เช่น ใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนธันวาคม (X) เพื่อหาความสัมพันธ์กับรูปแบบของฝนที่จะเกิดขึ้นในเดือนมกราคม เป็นต้น ดังภาพที่ 8



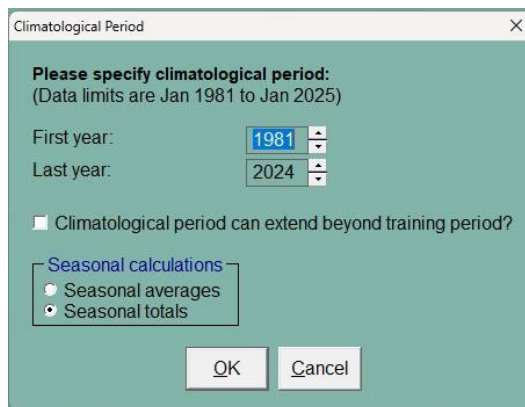
ภาพที่ 8 ตัวอย่างการตั้งค่าเดือนที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรตาม

จากนั้นกำหนดพื้นที่สำหรับการวิเคราะห์รูปแบบของฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทย โดยกำหนดบริเวณ ละติจูด $5^{\circ}\text{N} - 21^{\circ}\text{N}$ และลองจิจูด $97^{\circ}\text{E} - 106^{\circ}\text{E}$ ดังภาพที่ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการกำหนดพื้นที่ศึกษาสำหรับตัวแปรตามบริเวณประเทศไทย

4.) กำหนด Climatological Period ที่ใช้ในการศึกษา โดยจะเลือกตั้งตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 - 2024 และกำหนดให้ Seasonal calculation เป็น Seasonal totals เพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝนในรูปแบบปริมาณฝนรวมในช่วงที่ทำการศึกษา ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การกำหนดช่วง Climatological Period

5.) เริ่มการคำนวณโดยการใช้โปรแกรม CPT โดยเลือกแถบเครื่องมือ Action และคำสั่ง Cross-validated

6.) จากนั้นบันทึกผลที่ได้และนำออกผลจากการคำนวณเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน

7.) ทำการคำนวณซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 – 5 จนครบทั้ง 12 เดือน โดยเปลี่ยนข้อมูลตั้งต้น (X) เป็นช่วงเดือนอื่นๆที่เหลือ

2.3.3 การเตรียมจัดรูปแบบข้อมูลและชุดคำสั่งแสดงผลในการวิเคราะห์ผล

1. สร้างชุดคำสั่งเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Average) ค่าที่ต่างจากค่าเฉลี่ย (Anomaly) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standardize Anomaly) ของข้อมูลฝนรายเดือน รวมทั้งคำนวณค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติในแต่ละเดือน ตั้งแต่ปีค.ศ. 1981-2024

2. ออกแบบชุดคำสั่งในการแสดงผลรวม ทั้งรูปแบบของการแสดงผลรายเดือนของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติ ปริมาณฝนที่ต่างจากค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.4 วิธีการวิเคราะห์ผลข้อมูล

2.4.1 ศึกษาความรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย

1. พิจารณากราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะ Eigenvalues (Scree plot) ของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) และ ปริมาณฝน (Y) โดยค่าร้อยละความแปรปรวนสะสม (%Variance) จะแสดงให้เห็นถึงรูปแบบหลักของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และรูปแบบหลักของฝนที่สามารถเกิดขึ้นได้ในแต่ละเดือน นอกจากนี้ การพิจารณาค่าร้อยละความแปรปรวนสะสมยังสามารถแสดงให้เห็นถึงจำนวนของรูปแบบหลักที่ควรศึกษา ซึ่งพบว่า รูปแบบหลักที่เกิดขึ้นใน Mode 1 มักจะเป็นลักษณะรูปแบบที่เกิดขึ้นได้

บ่งชี้ที่สอดคล้องจากจำนวนข้อมูลที่มี และจะมีค่าลดหลั่นลงไปตามลำดับในโหมดถัดๆไป ในการศึกษาครั้งนี้ จึงเลือกเก็บข้อมูลและแสดงผลเฉพาะรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและรูปแบบฝนใน 4 โหมดแรกของ แต่ละเดือน เนื่องจากเมื่อพิจารณาความร้อยละความแปรปรวนสะสมส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าร้อยละ 70

2. แสดงผลของรูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลทั้ง 4 โหมดหลัก (EOF 1-4) ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในแต่ละเดือน โดยจะพิจารณาถึงบริเวณที่มีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลอุ่น (เย็น) กว่าค่าเฉลี่ยเกิดขึ้นบริเวณใดของมหาสมุทร พร้อมทั้งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาจากกราฟ Temporal Scores ของแต่ละโหมดว่ารูปแบบดังกล่าวนี้ สามารถปรากฏขึ้นในปีใดบ้างของในช่วงเดือน ดังกล่าว

3. แสดงผลรูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทยที่สามารถเกิดขึ้นได้มากที่สุด 4 โหมดหลัก (EOF 1-4) ในแต่ละเดือน โดยในแต่ละรูปแบบนั้นจะพิจารณาว่าลักษณะของฝนที่เกิดขึ้น บริเวณประเทศไทยนั้นจะสูง (ต่ำ) กว่าค่าเฉลี่ยในบริเวณใด พร้อมทั้งพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลา จากกราฟ Temporal Scores ของแต่ละโหมดว่ามีปีใดที่สามารถแสดงลักษณะของฝนที่เกิดขึ้นตาม รูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุด

2.4.2 วิเคราะห์สหสัมพันธ์คานอนิคอล (CCA) ระหว่างรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล บริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย

1. พิจารณาค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนว่ามีค่าความสัมพันธ์ที่ดีอยู่ในช่วงใด

2. วิเคราะห์รูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดขึ้นในโหมด 1 และ 2 ว่ามีลักษณะรูปแบบหลักเป็นเช่นไร โดยค่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่นี้จะแสดงให้เห็นถึงบริเวณที่มีความสัมพันธ์สูงหรือต่ำ ทั้งในทิศทางเดียวกันและทิศทางตรงกันข้ามระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทย โดยในการวิเคราะห์นั้นจะเลือกพิจารณาจากบริเวณที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดก่อนว่าบริเวณดังกล่าวจะส่งผลต่อฝนในบริเวณใดของประเทศไทยและมีทิศทางของความสัมพันธ์ไปทางใด

3. วิเคราะห์รูปแบบของกราฟสัมประสิทธิ์เชิงเวลาเพื่อหาว่ารูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่มีลักษณะตามโหมดนั้นเกิดขึ้นในปีใด พร้อมทั้งพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์ต่อฝนที่เกิดขึ้นในเดือนถัดมาว่ามีลักษณะเป็นเช่นไร ไปในทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงกันข้ามกับความสัมพันธ์ที่ปรากฏ โดยจะพิจารณาร่วมกันจากลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ต่างจากค่าเฉลี่ยซึ่งเกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาดังกล่าว กับปริมาณฝนที่ต่างจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ว่าจากรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้จากการคำนวณสหสัมพันธ์คานอนิคอลของแต่ละโหมดนั้นสามารถแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดขึ้นจริงกับฝนที่เกิดขึ้นจริงในบริเวณดังกล่าวได้หรือไม่

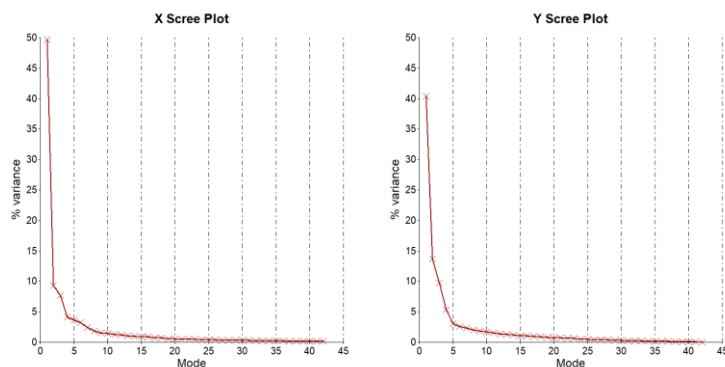
3. ผลการดำเนินการ

3.1 ผลการศึกษาความรูปร่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย

จากการศึกษารูปร่างแบบความแปรปรวนร่วมและระบุแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝนที่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติสูงสุด โดยเน้นการพิจารณาความสัมพันธ์แบบมีช่วงเวลาเชิงล่าช้า (Lag time) 1 เดือน ซึ่งใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของเดือนก่อนหน้าเป็นตัวแปรต้นเพื่อพยากรณ์ปริมาณฝนของเดือนถัดไป สำหรับผลการวิเคราะห์มีดังนี้

3.1.1 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนธันวาคมและฝนเดือนมกราคม

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนธันวาคม และปริมาณฝน (Y) ในเดือนมกราคม ดังภาพที่ 11 พบว่าร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 49.67, 9.26, 7.67 และ 4.9 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 70.70 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 40.34, 13.67, 9.68 และ 5.35 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 69.04 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 11 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนธันวาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนมกราคม

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนธันวาคมนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 2015 และ 2023 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 12 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 12 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนธันวาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียเหนือเส้นศูนย์สูตรรวมทั้งบริเวณตอนใต้ฝั่งตะวันออกที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณใต้เส้นศูนย์สูตรที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 1997 และ 2016 ตามลำดับ

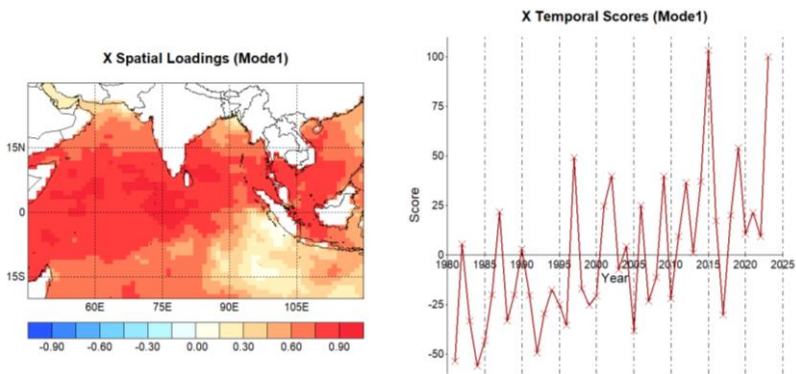
3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนธันวาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียทางด้านตะวันตกที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) อย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 2018 และ 2010 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 12 (ค)

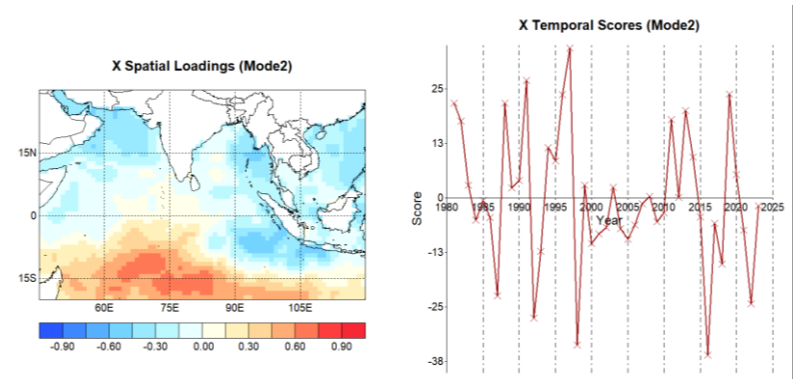
4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 12 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 ของเดือนธันวาคมจะมีลักษณะอุ่น (เย็น) ที่โดดเด่นบริเวณตะวันออกเฉียงใต้อย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 1994 และ 2017 ตามลำดับ

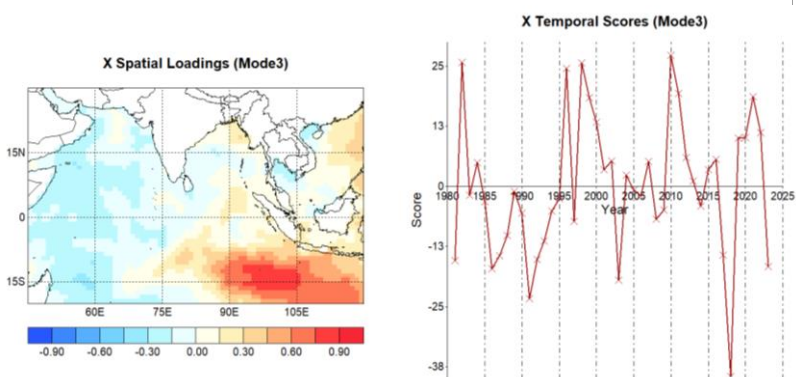
(ก)



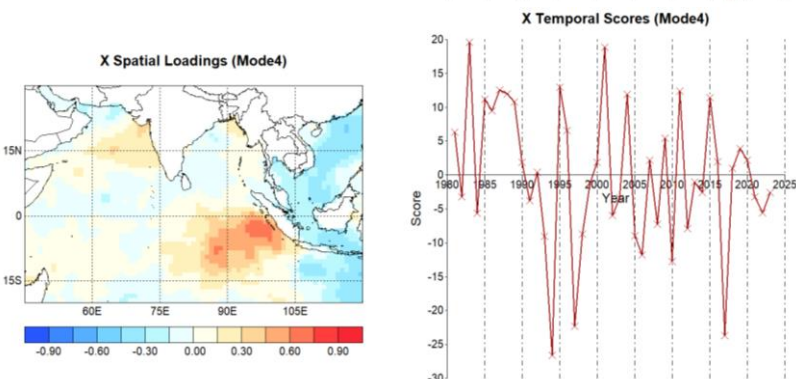
(ข)



(ค)



(ง)



ภาพที่ 12 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนธันวาคม

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนมกราคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งประเทศโดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงสุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 2017 และ 2016 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 13 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

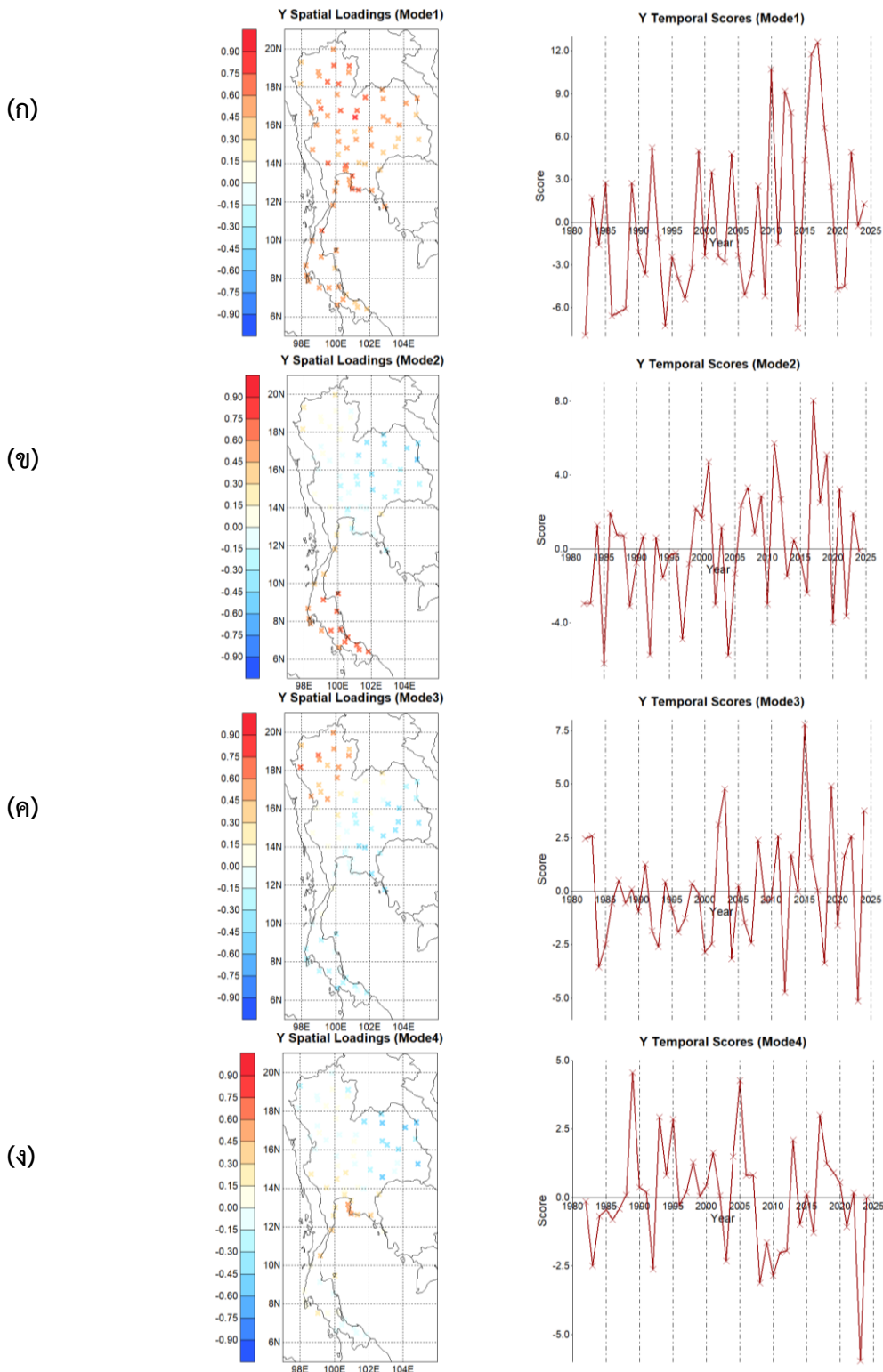
เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนมกราคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงสุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 2017 และ 2011 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 13 (ข)

3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 13 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนมกราคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณตอนบนของภาคเหนือและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและบริเวณภาคใต้ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงสุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 2015 และ 2023 ตามลำดับ

4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

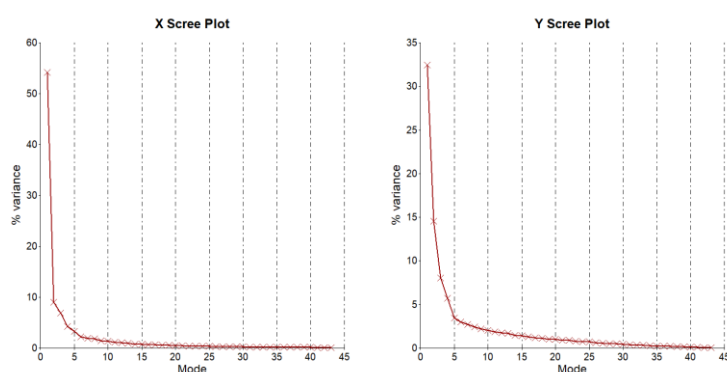
รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 3.3 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนมกราคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณตอนบนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงสุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 2023 และ 1989 ตามลำดับ



ภาพที่ 13 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน ธันวาคม

3.1.2 อุดมภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมกราคมและฝนเดือนกุมภาพันธ์

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบอุดมภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนมกราคม และปริมาณฝน (Y) ในเดือนกุมภาพันธ์ ดังภาพที่ 3.4 พบว่าร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุดมภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 54.19, 8.99, 6.93 และ 4.24 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 74.36 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 32.45, 14.57, 8.05 และ 5.71 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 60.78 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 14 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุดมภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนมกราคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนกุมภาพันธ์

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุดมภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุดมภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุดมภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนมกราคมนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะตอนกลางของมหาสมุทร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 2024 และ 2016 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 15 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุดมภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 15 (ข) พบว่ารูปแบบของอุดมภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนมกราคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุดมภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียเหนือเส้นศูนย์สูตรรวมทั้งบริเวณตอนใต้ฝั่งตะวันออกที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณใต้เส้นศูนย์สูตรที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 2017 และ 2014 ตามลำดับ

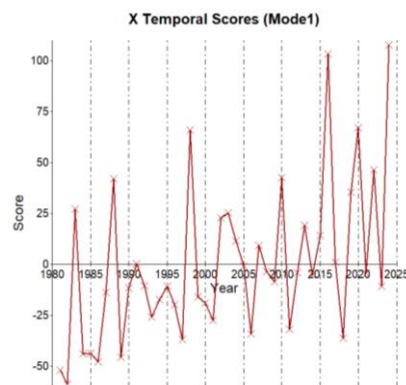
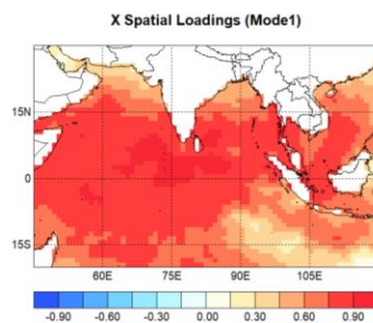
3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนมกราคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณอ่าวเบงกอลรวมทั้งบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) อย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 1999 และ 2018 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 15 (ค)

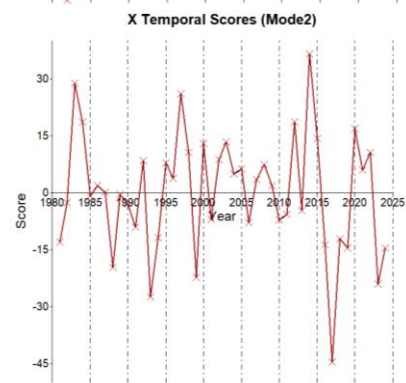
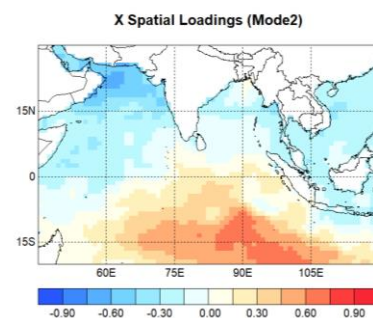
4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

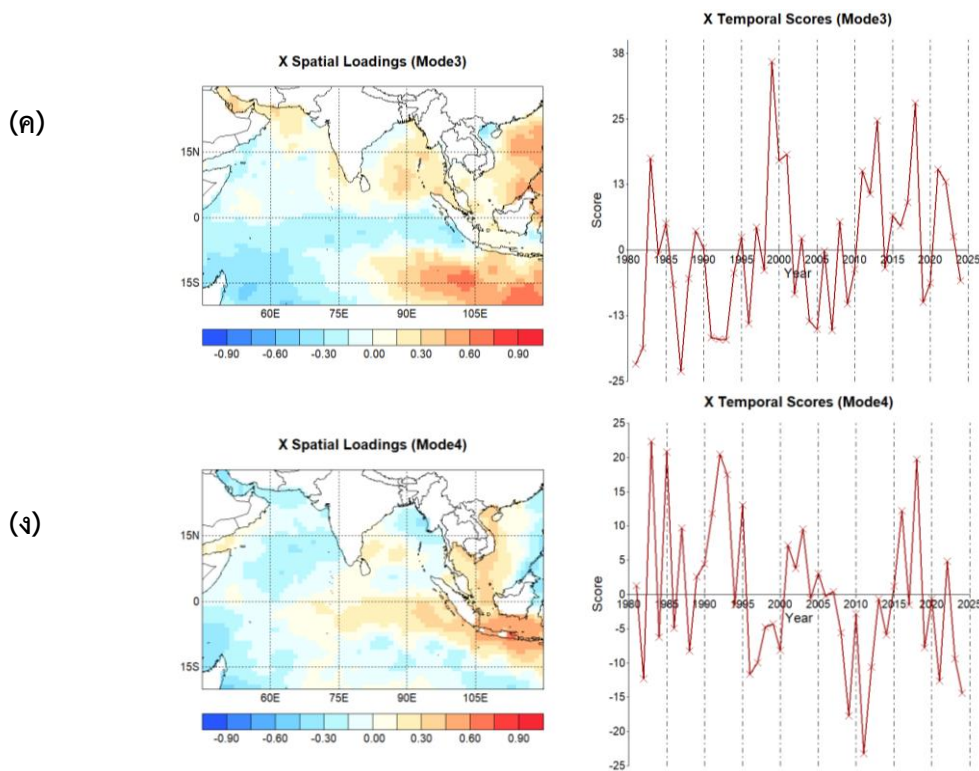
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 15 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 โดยส่วนใหญ่จะใกล้เคียงค่าปกติแต่จะสามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณตอนกลางของมหาสมุทรไปจนถึงด้านตะวันตกของประเทศอินโดนีเซียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) ว่าปกติและบริเวณฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 1983 และ 2011 ตามลำดับ

(ก)



(ข)





ภาพที่ 15 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนมกราคม

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนกุมภาพันธ์นั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งประเทศ โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออก ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 2022 และ 2000 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 16 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนกุมภาพันธ์นั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมกราคมของปี ค.ศ. 1999 และ 1998 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 16 (ข)

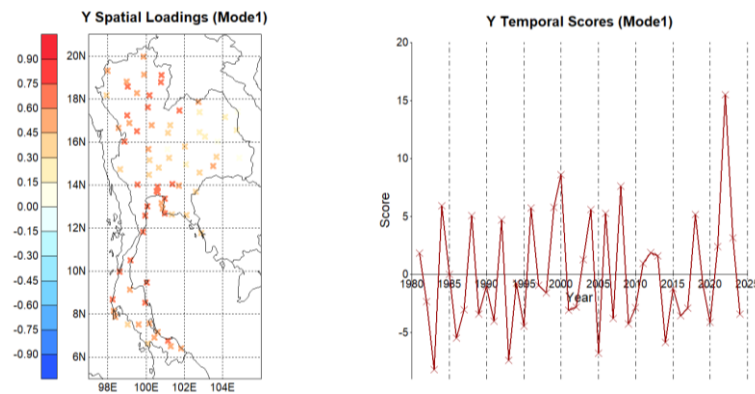
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 3.6 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนกุมภาพันธ์นั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณตอนบนของภาคเหนือและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้โดยเฉพาะฝั่งตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปี ค.ศ. 1997 และ 1994 ตามลำดับ

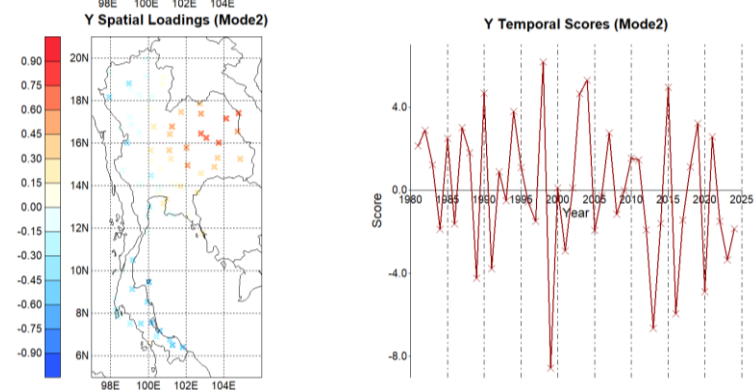
4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

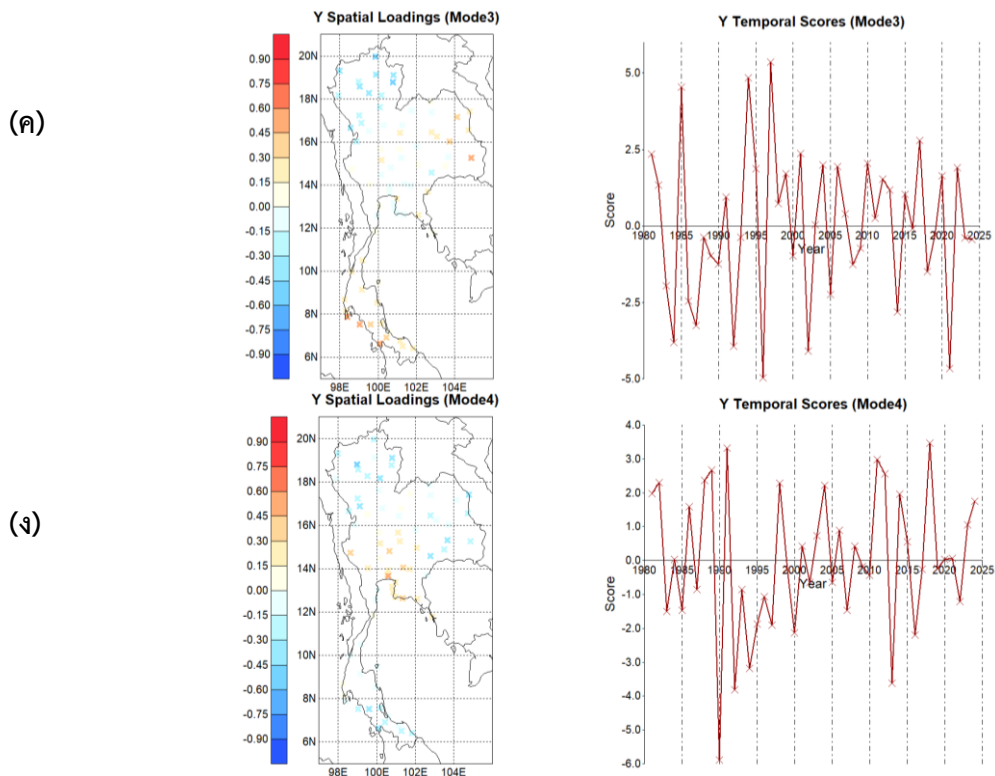
รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 3.6 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนกุมภาพันธ์นั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปี ค.ศ. 1990 และ 1992 ตามลำดับ

(ก)



(ข)

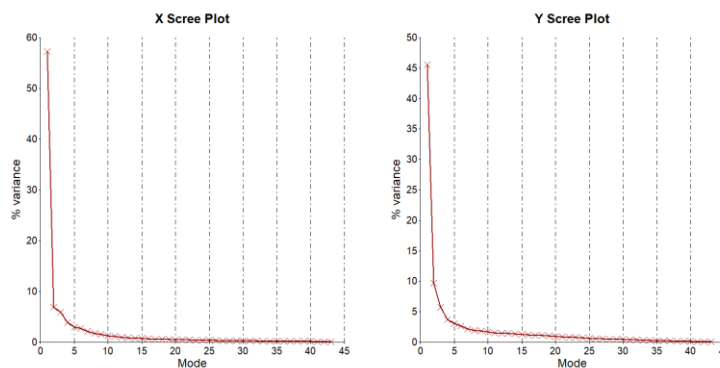




ภาพที่ 16 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน มกราคม

3.1.3 อุนหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกุมภาพันธ์และฝนเดือนมีนาคม

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบ อุนหภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนกุมภาพันธ์ และปริมาณฝน (Y) ในเดือนมีนาคม ดังภาพที่ 17 พบว่า ร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุนหภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 57.29, 6.87, 5.94 และ 3.86 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 73.96 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 45.54, 9.70, 5.75 และ 3.73 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 64.72 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 17 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) เดือนกุมภาพันธ์กับปริมาณฝน (Y) เดือนมีนาคม

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนกุมภาพันธ์นั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปี ค.ศ. 2024 และ 1998 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 18 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 18 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนกุมภาพันธ์ถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปี ค.ศ. 1983 และ 2012 ตามลำดับ

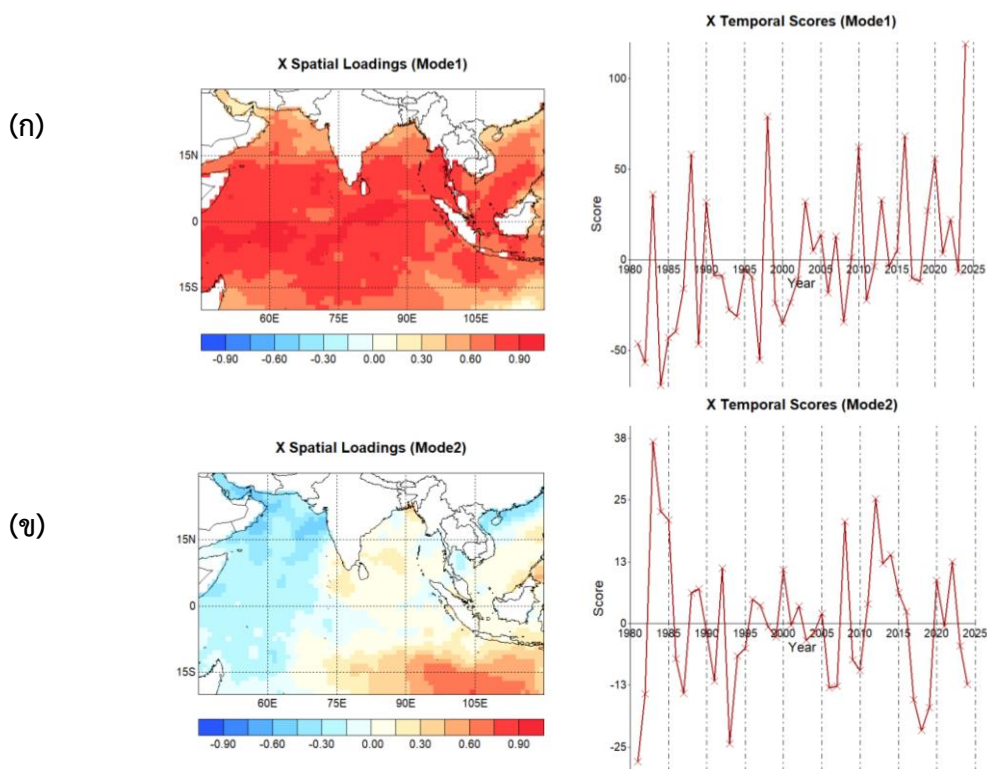
3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

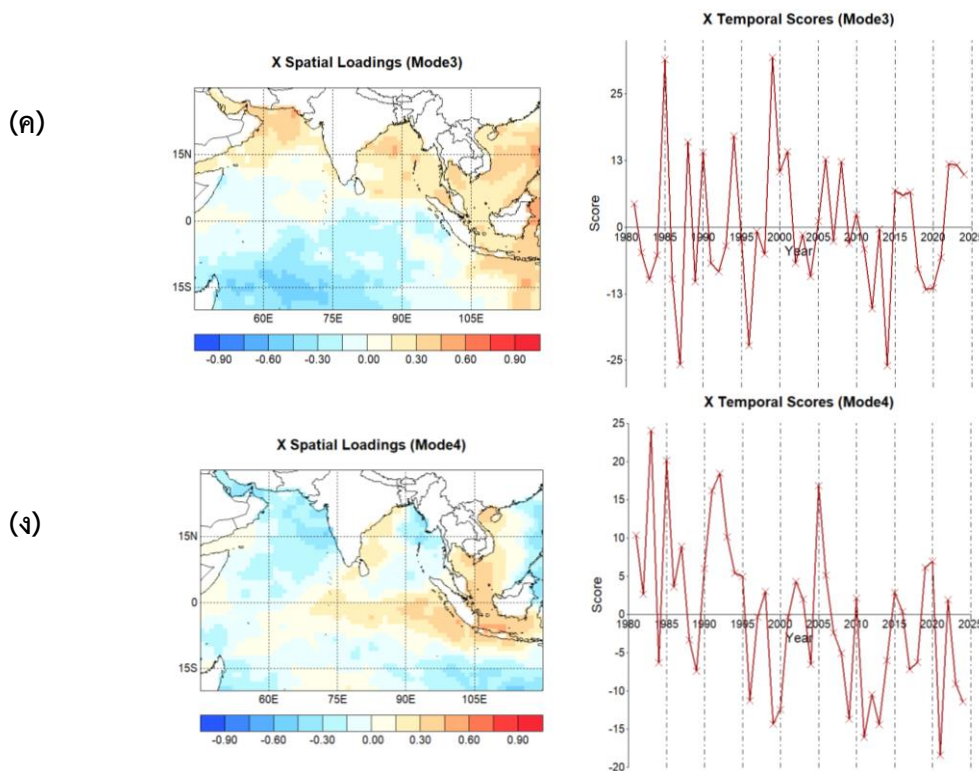
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนกุมภาพันธ์ถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียเหนือเส้นศูนย์สูตรที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณใต้เส้นศูนย์สูตรโดยเฉพาะบริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) อย่างชัดเจน

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปี ค.ศ. 1999 และ 1985 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 18 (ค)

4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 18 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 โดยส่วนใหญ่จะใกล้เคียงปกติแต่จะสามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณตอนกลางของมหาสมุทรไปจนถึงด้านตะวันตกของประเทศอินโดนีเซียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) ว่าปกติและบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะด้านตะวันตกของประเทศอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปี ค.ศ. 1983 และ 1995 ตามลำดับ





ภาพที่ 18 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนกุมภาพันธ์

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนมีนาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งประเทศโดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 2010 และ 2001 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 19 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนมีนาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 2017 และ 2000 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 19 (ข)

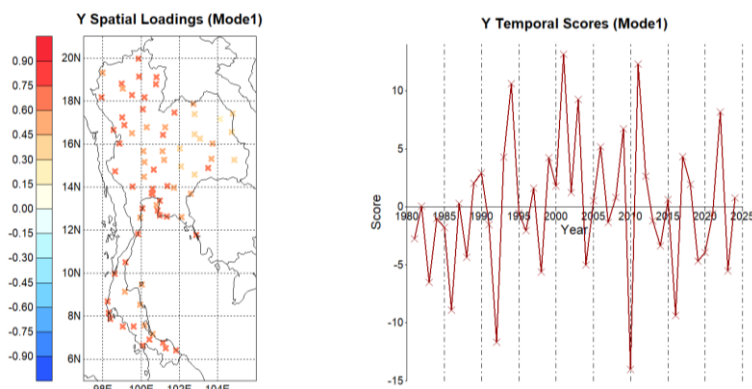
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 19 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนมีนาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกบริเวณตอนบนของภาคเหนือและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 2015 และ 2017 ตามลำดับ

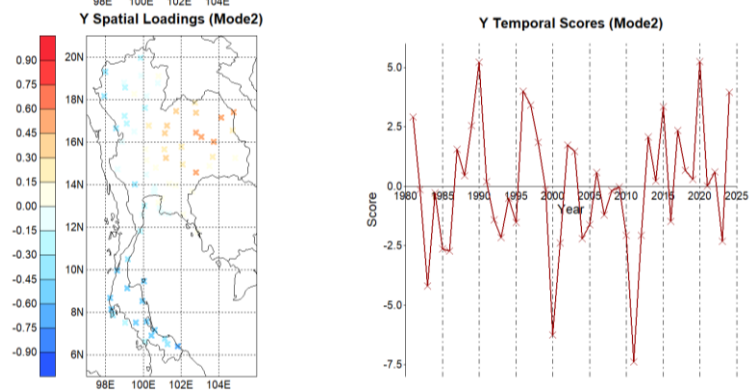
4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

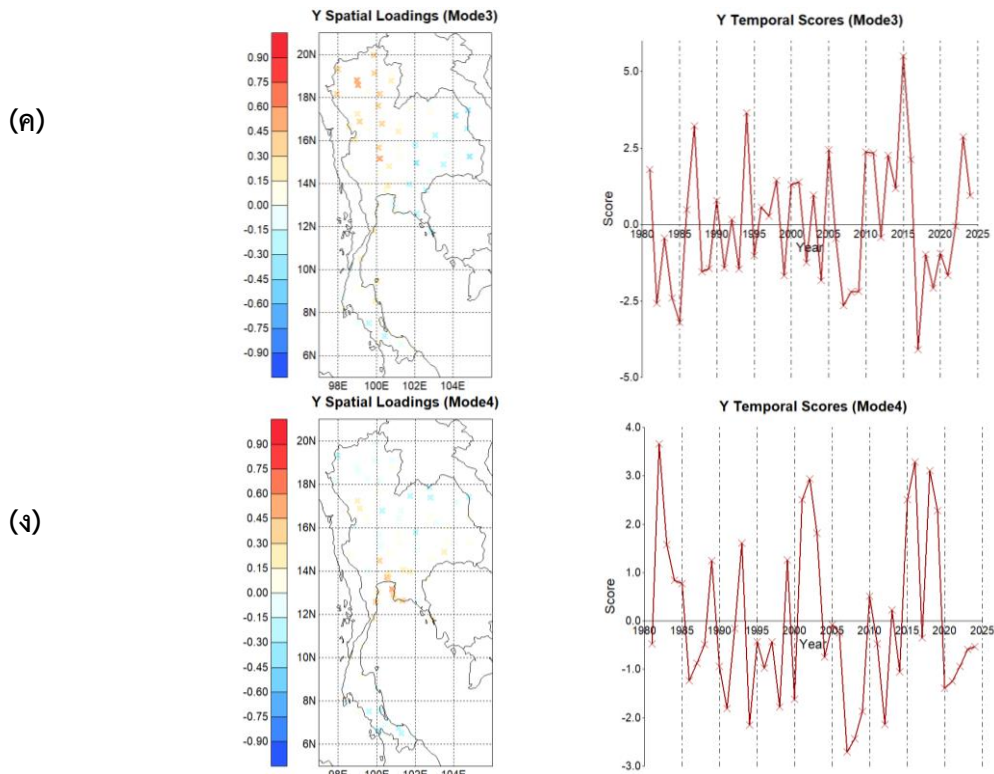
รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 19 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนมีนาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 1982 และ 2016 ตามลำดับ

(ก)



(ข)

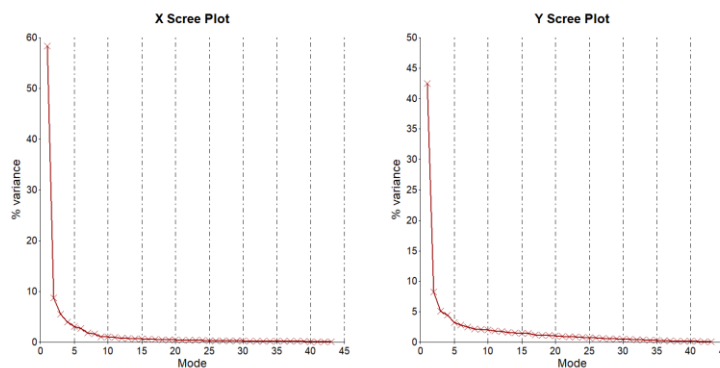




ภาพที่ 19 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน มีนาคม

3.1.4 อุนหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมีนาคมและฝนเดือนเมษายน

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบ อุนหภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนมีนาคม และปริมาณฝน (Y) ในเดือนเมษายน ดังภาพที่ 20 พบว่า ร้อย ละความแปรปรวน (%variance) ของอุนหภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 58.37, 8.76, 5.53 และ 3.93 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 76.60 ส่วนร้อยละความแปรปรวน ของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 42.50, 8.25, 5.09 และ 4.47 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความ แปรปรวนสะสม 60.30 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 20 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) เดือนมีนาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนเมษายน

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนมีนาคมนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 2016 และ 1998 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 21 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 21 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนมีนาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณด้านตะวันตกของประเทศอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 1983 และ 2018 ตามลำดับ

3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

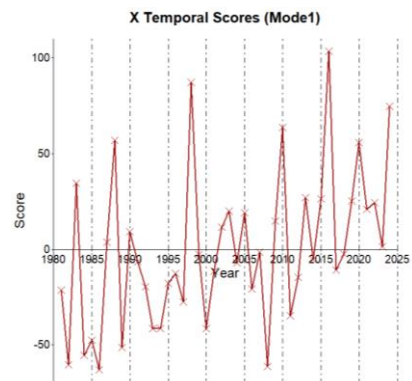
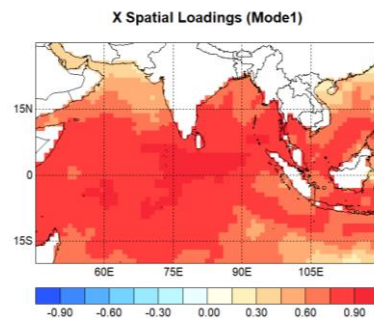
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนมีนาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณอ่าวเบงกอลและบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) อย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถ

แสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 1987 และ 1999 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 21 (ค)

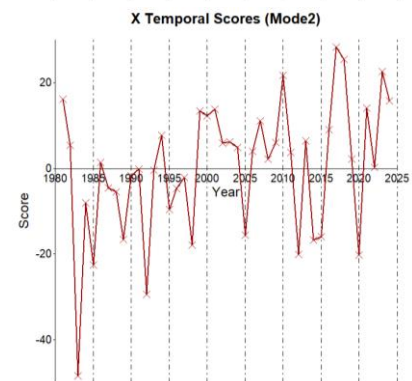
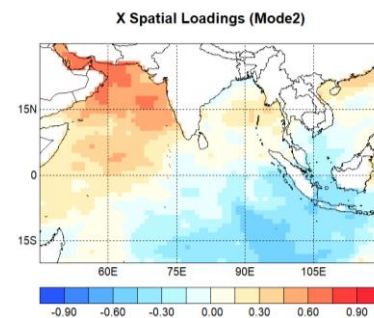
4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

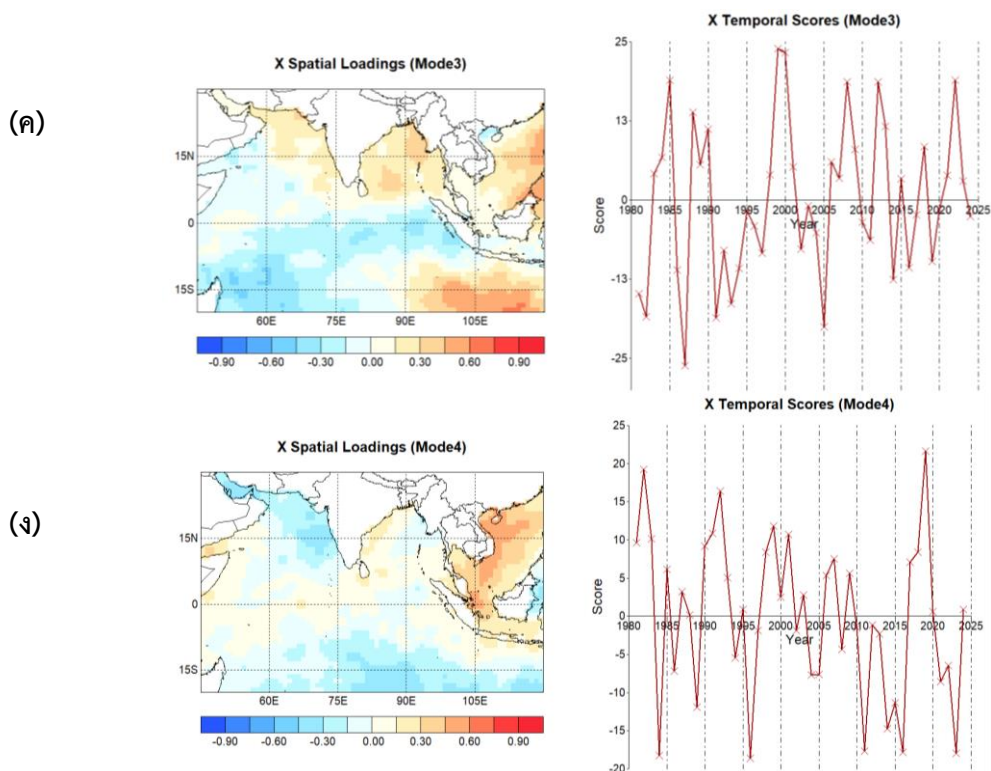
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 21 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 โดยส่วนใหญ่จะใกล้เคียงค่าปกติแต่จะสามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณตอนกลางของมหาสมุทรไปจนถึงด้านตะวันตกของประเทศอินโดนีเซียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ กับบริเวณฝั่งตะวันตกของประเทศอินเดียและบริเวณตอนใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 2019 และ 1982 ตามลำดับ

(ก)



(ข)





ภาพที่ 21 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนมีนาคม

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนเมษายนนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งประเทศโดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออก ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 2024 และ 1983 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 22 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนเมษายนนั้นแบ่งออกเป็น 2 บริเวณอย่างชัดเจน คือ บริเวณภาคใต้ โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติ กับบริเวณประเทศไทยตอนบน โดยเฉพาะบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 2013 และ 1998 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 22 (ข)

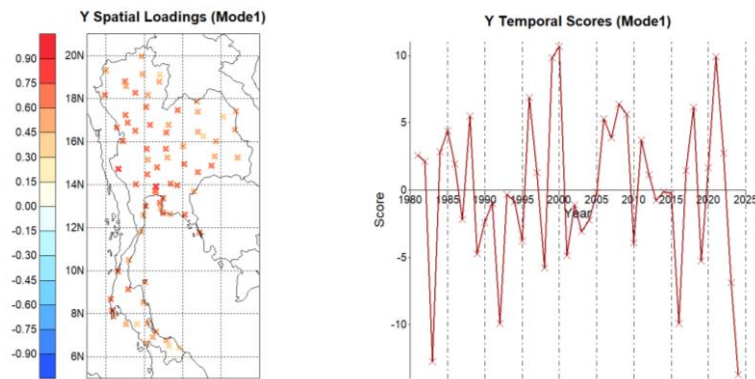
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 22 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนเมษายนนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 2012 และ 1991 ตามลำดับ

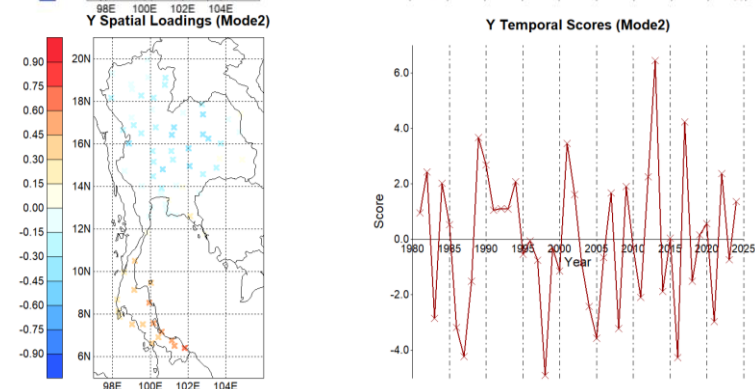
4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

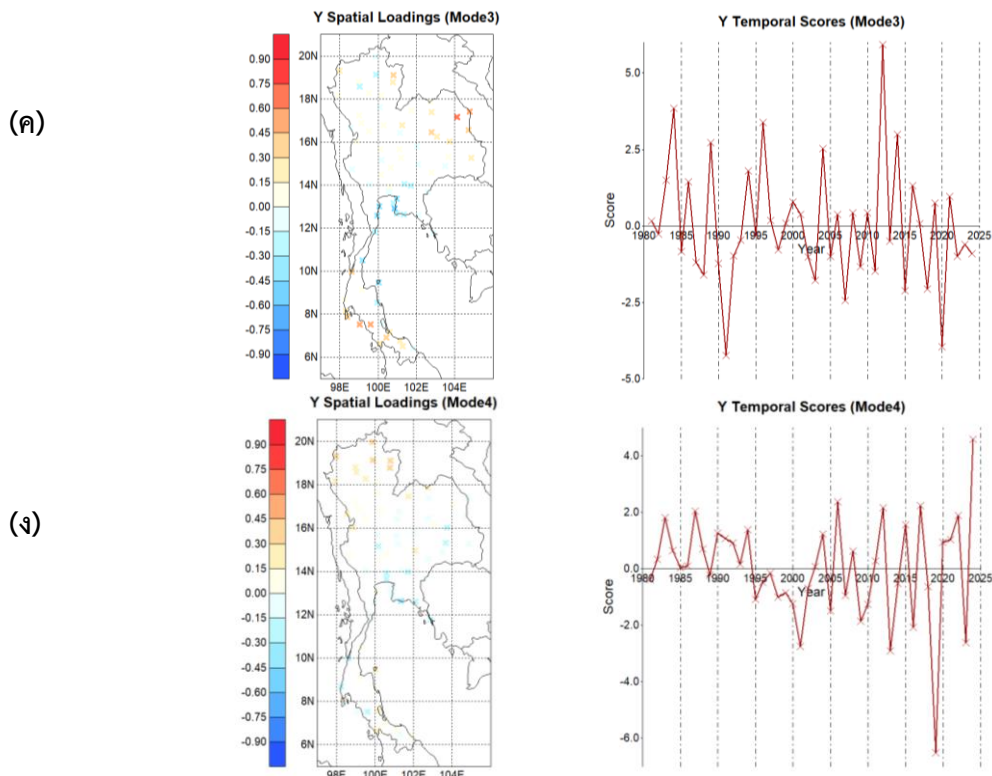
รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 22 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนเมษายนจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตอนบนของภาคเหนือและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 2019 และ 2024 ตามลำดับ

(ก)



(ข)

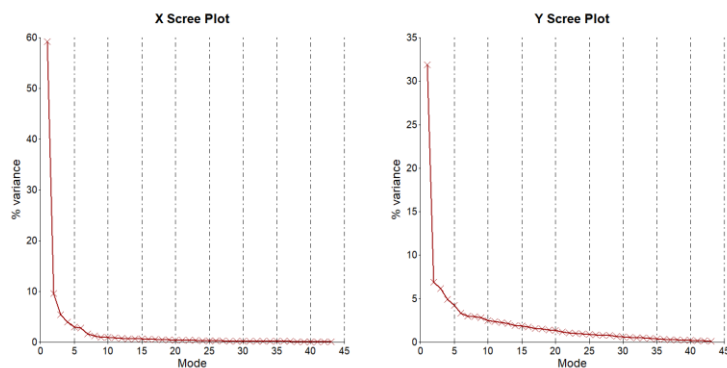




ภาพที่ 22 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน
เมษายน

3.1.5 อุนทภูมิฝิวน้ำทะเลเดือนเมษายนและฝนเดือนพฤษภาคม

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบ อุนทภูมิฝิวน้ำทะเล (X) ในเดือนเมษายน และปริมาณฝน (Y) ในเดือนพฤษภาคม ดังภาพที่ 23 พบว่า ร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุนทภูมิฝิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 59.26, 9.57, 5.48 และ 3.97 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 78.28 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 31.88, 6.89, 6.20 และ 4.94 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 49.91 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 23 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนเมษายนกับปริมาณฝน (Y) เดือนพฤษภาคม

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนเมษายนนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 2016 และ 2024 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 24 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 24 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนเมษายนถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณด้านตะวันตกของประเทศอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 1983 และ 1992 ตามลำดับ

3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

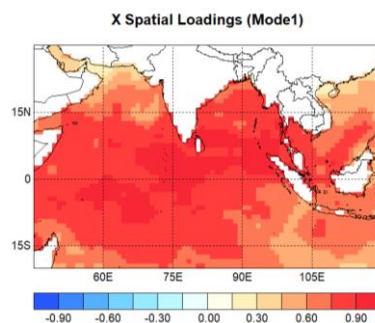
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนเมษายนถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลตอนกลางของมหาสมุทรอินเดียรวมทั้งบริเวณฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณอ่าวเบงกอล บริเวณด้านตะวันตกของประเทศอินเดียและบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูง

ที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 1987 และ 1982 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 24 (ค)

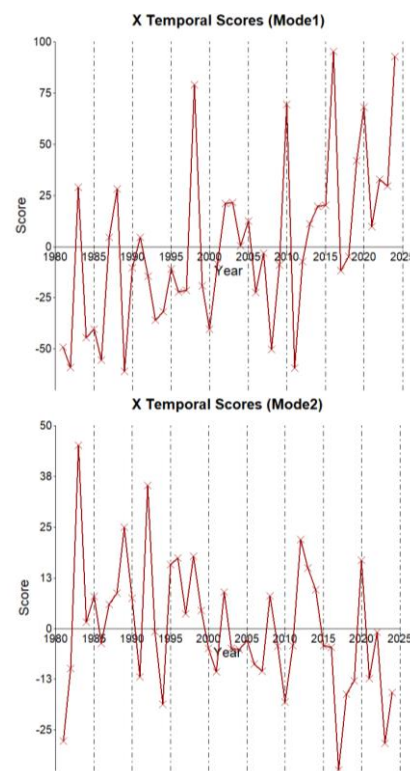
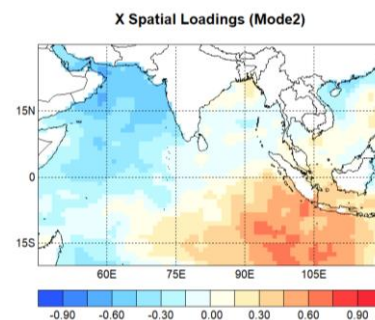
4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

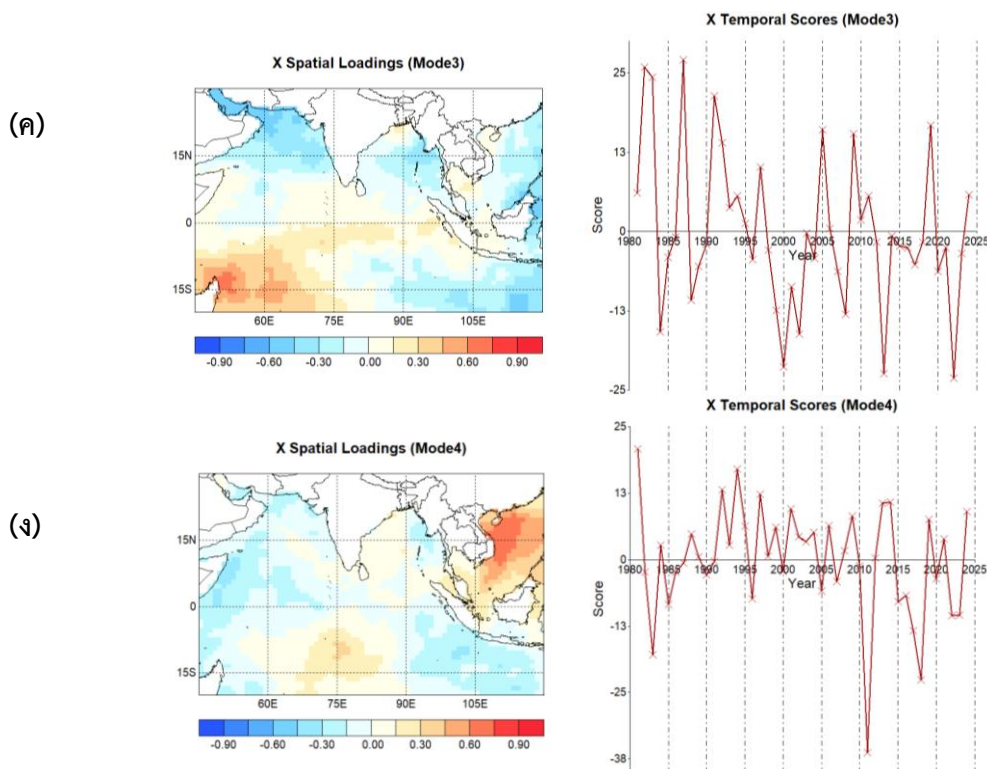
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 24 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 โดยส่วนใหญ่จะใกล้เคียงค่าปกติแต่จะสามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณตรงกลางของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ กับบริเวณฝั่งตะวันตกและบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 2011 และ 1981 ตามลำดับ

(ก)



(ข)





ภาพที่ 24 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนเมษายน

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนพฤษภาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งประเทศ โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออก ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 2015 และ 2007 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 25 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนพฤษภาคมนั้นจะมีลักษณะของสัญญาณความแปรปรวนที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติในบริเวณภาคใต้โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 1998 และ 1991 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 25 (ข)

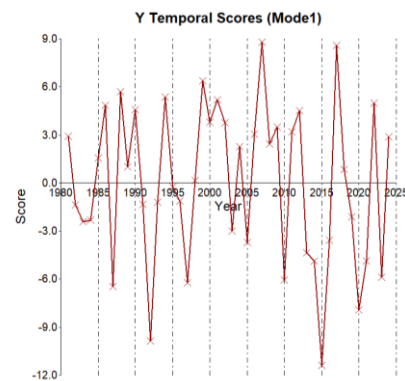
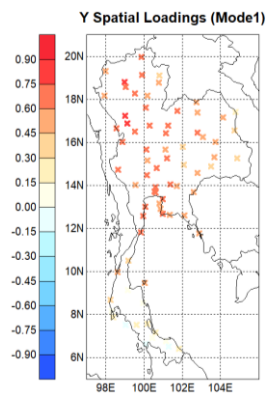
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 25 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนพฤษภาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ. 2016 และ 2012 ตามลำดับ

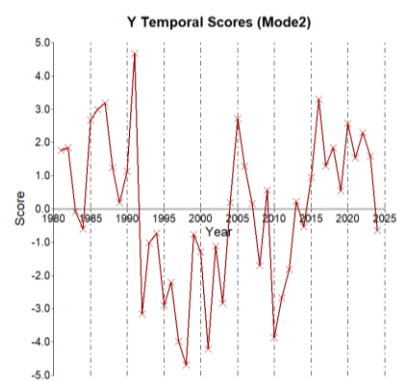
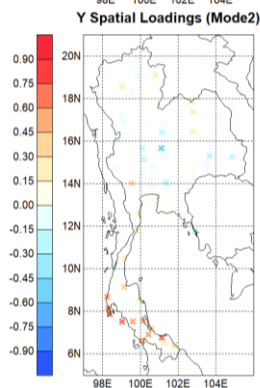
4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

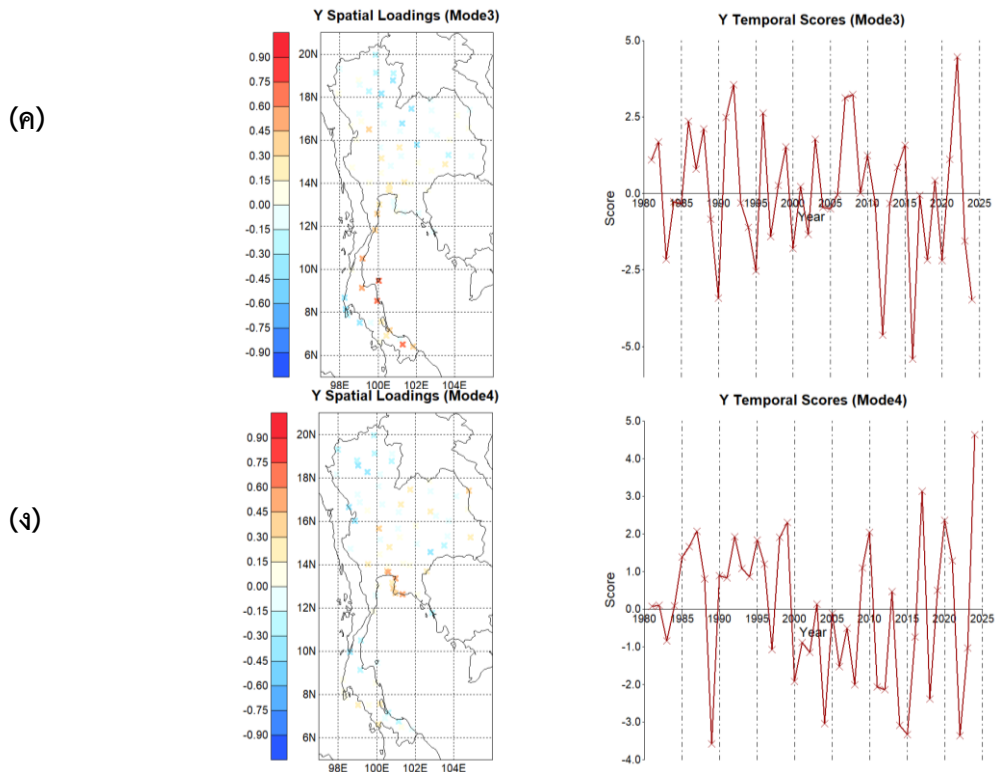
รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 25 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนพฤษภาคมจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณตอนบนของภาคเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 2024 และ 1989 ตามลำดับ

(ก)



(ข)

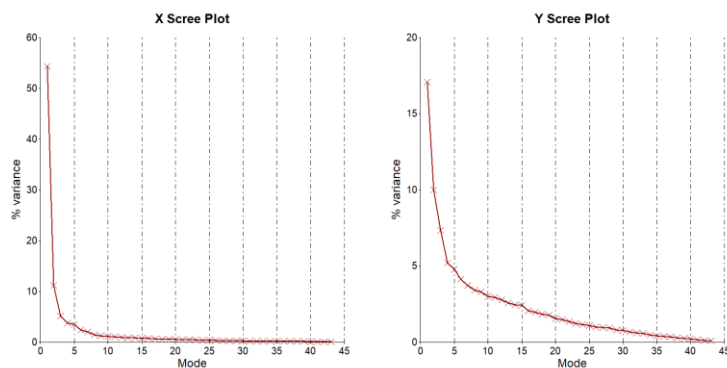




ภาพที่ 25 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน พฤษภาคม

3.1.6 อุนทภูมิฝิวน้ำทะเลเดือนพฤษภาคมและฝนเดือนมิถุนายน

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบ อุนทภูมิฝิวน้ำทะเล (X) ในเดือนพฤษภาคม และปริมาณฝน (Y) ในเดือนมิถุนายน ดังภาพที่ 26 พบว่า ร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุนทภูมิฝิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 54.34, 11.17, 5.17 และ 3.78 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 74.46 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 17.09, 10.01, 7.33 และ 5.21 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 39.64 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 26 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) เดือนพฤษภาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนมิถุนายน

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนพฤษภาคมนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงสุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมีนาคมของปี ค.ศ. 2024 และ 2016 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 27 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 27 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนพฤษภาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทรโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงสุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 2002 และ 1994 ตามลำดับ

3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

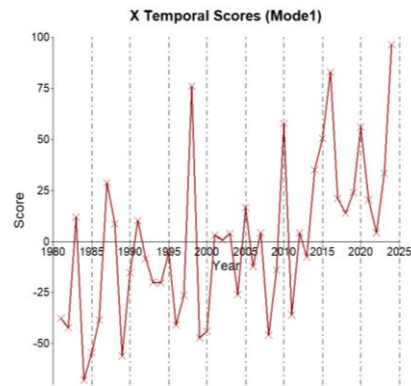
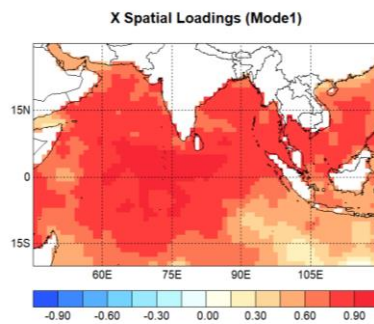
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนพฤษภาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณอ่าวเบงกอลและบริเวณด้านตะวันตกของประเทศอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่า

ปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 2012 และ 1981 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 27 (ค)

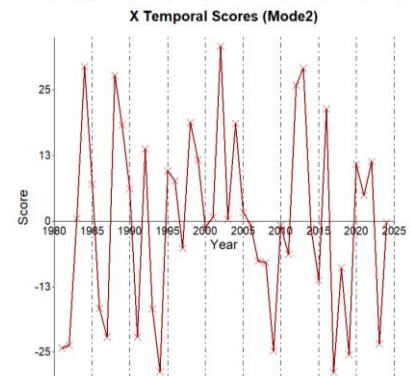
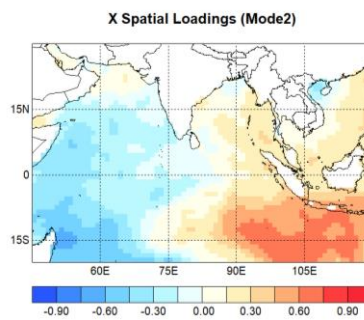
4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 27 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 สามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณทะเลอาราเบียนและอ่าวเบงกอลที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ กับบริเวณฝั่งตะวันตกเฉียงใต้และบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 1992 และ 1983 ตามลำดับ

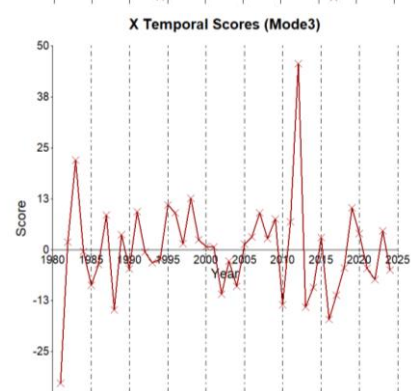
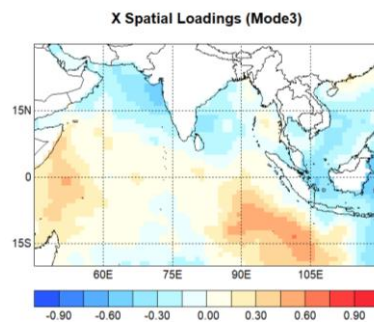
(ก)

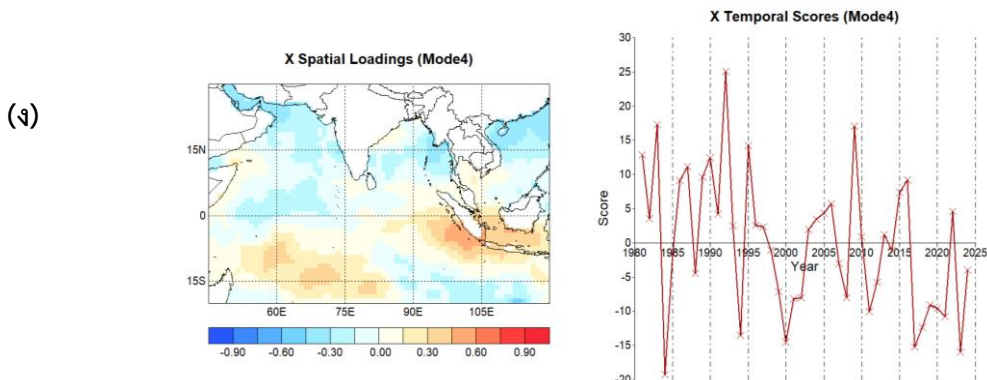


(ข)



(ค)





ภาพที่ 27 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนพฤษภาคม

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนมิถุนายนนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งประเทศโดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 1997 และ 1994 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 28 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนมิถุนายนนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติในบริเวณด้านตะวันตกและด้านตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศตอนบน และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 2022 และ 2020 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 28 (ข)

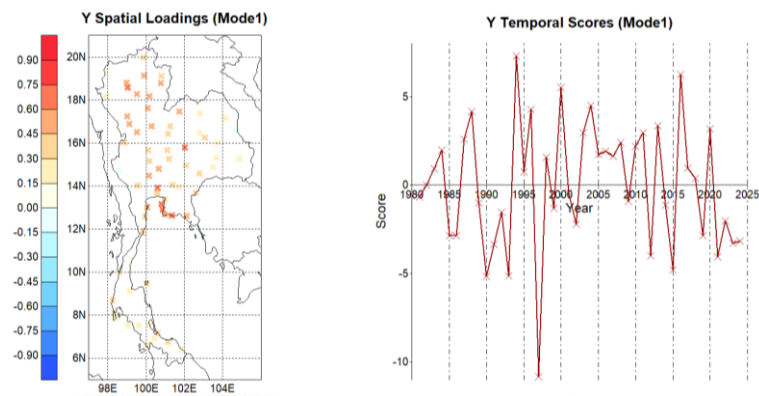
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 28 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนมิถุนายนนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมิถุนายนของปี ค.ศ. 2015 และ 1991 ตามลำดับ

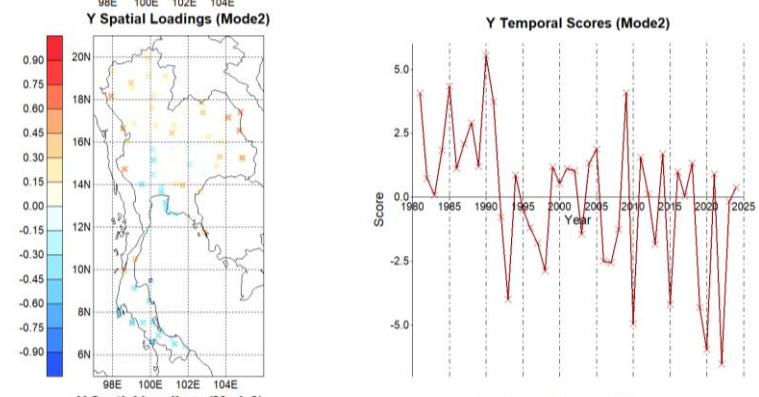
4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 28 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนมิถุนายนจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมิถุนายนของปี ค.ศ. 1996 และ 2019 ตามลำดับ

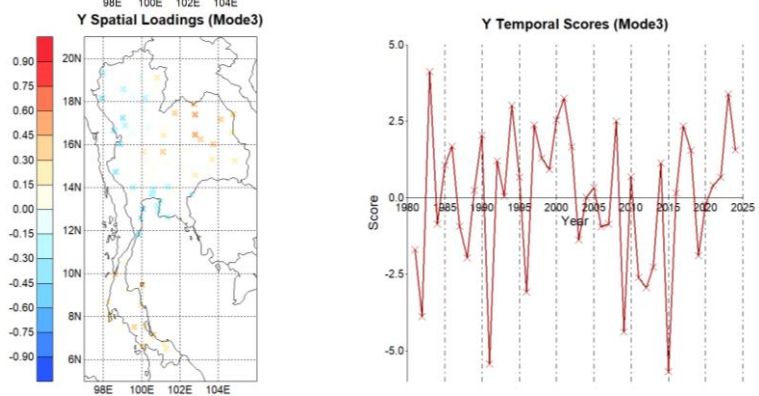
(ก)



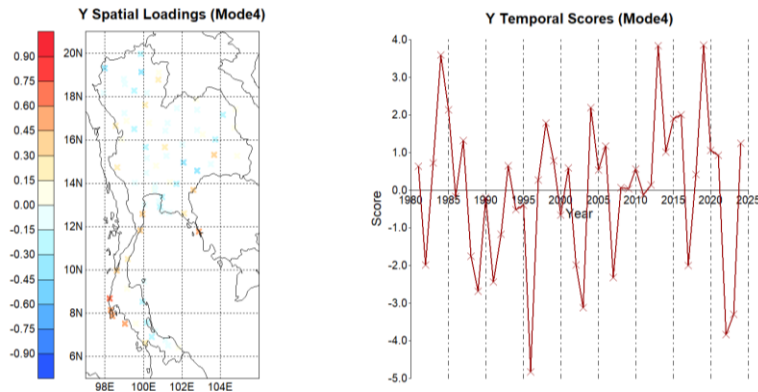
(ข)



(ค)



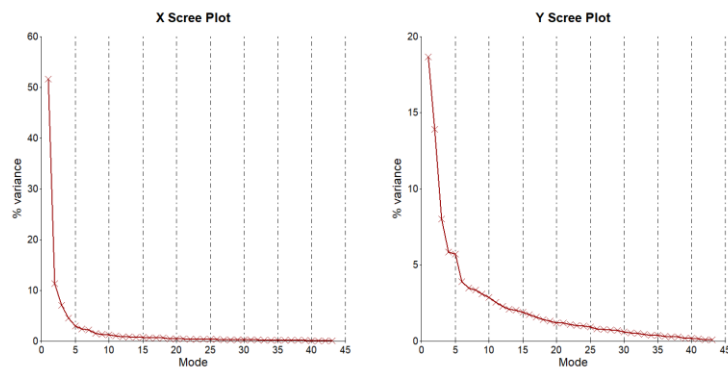
(ง)



ภาพที่ 28 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน มิถุนายน

3.1.7 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมิถุนายนและฝนเดือนกรกฎาคม

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนมิถุนายน และปริมาณฝน (Y) ในเดือนกรกฎาคม ดังภาพที่ 29 พบว่า ร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 51.61, 11.35, 7.01 และ 4.61 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 74.67 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 18.67, 13.92, 8.01 และ 5.86 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 46.46 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 29 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนมิถุนายนกับปริมาณฝน (Y) เดือนกรกฎาคม

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนมิถุนายนนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมิถุนายนของปี ค.ศ. 2024 และ 1985 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 30 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 30 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนมิถุนายนถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกไปจนถึงตอนกลางของมหาสมุทรอินเดียโดยที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทร โดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมิถุนายนของปี ค.ศ. 1994 และ 1992 ตามลำดับ

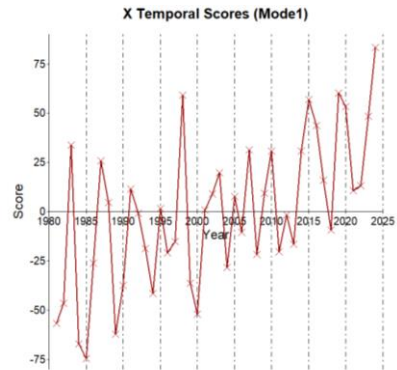
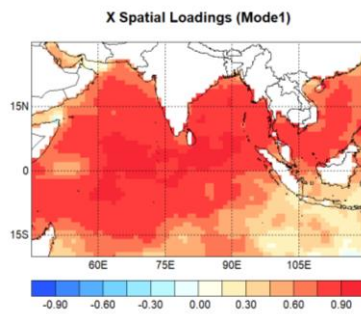
3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนมิถุนายนถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมิถุนายนของปี ค.ศ. 2012 และ 1993 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 30 (ค)

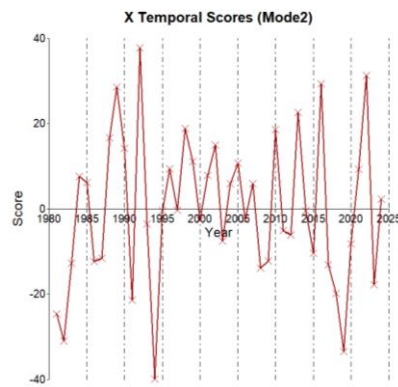
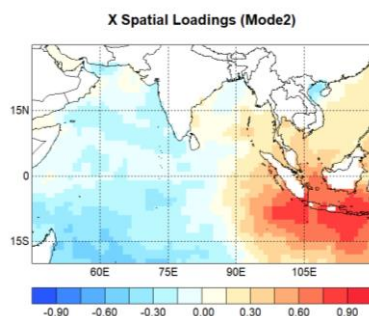
4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 30 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 สามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ กับบริเวณตอนใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนมิถุนายนของปี ค.ศ. 1983 และ 1981 ตามลำดับ

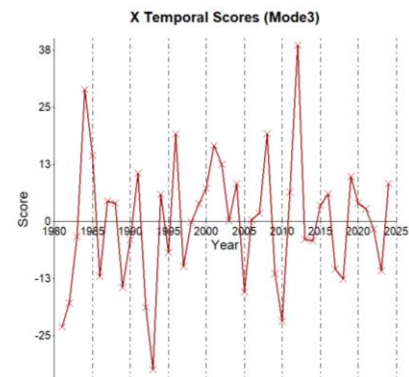
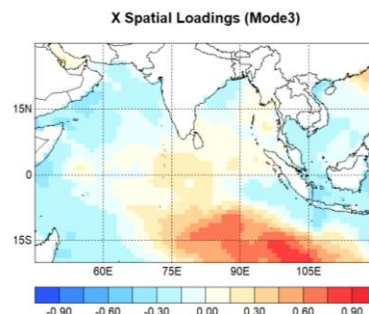
(ก)



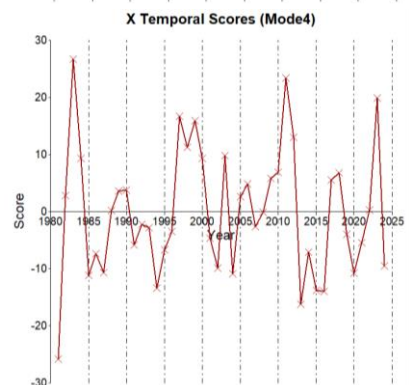
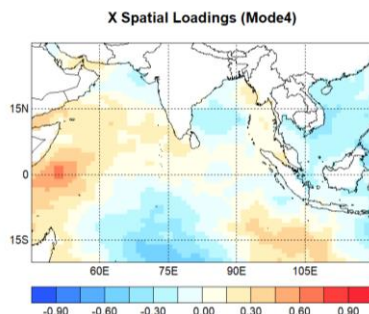
(ข)



(ค)



(ง)



ภาพที่ 30 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนมิถุนายน

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนกรกฎาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งประเทศ โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ และภาคกลาง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี ค.ศ. 1987 และ 1995 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 31 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนกรกฎาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ตอนล่าง และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนกรกฎาคมของปี ค.ศ. 1998 และ 2020 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 31 (ข)

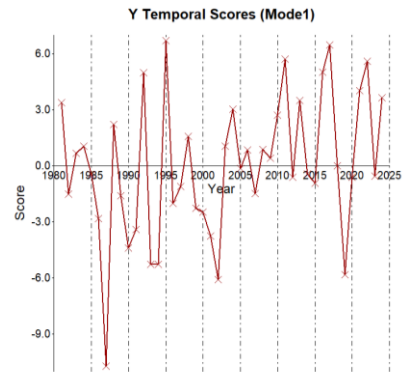
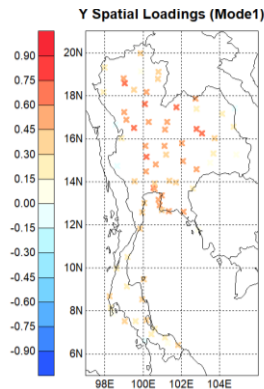
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 31 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนกรกฎาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณด้านตะวันตกของประเทศไทย และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนกรกฎาคมของปี ค.ศ. 1994 และ 1987 ตามลำดับ

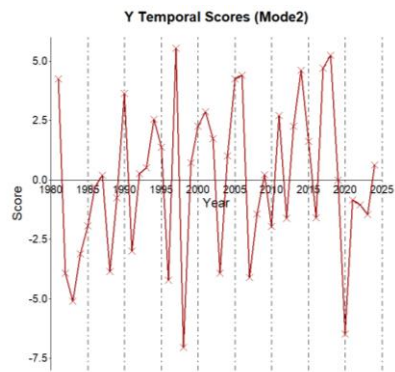
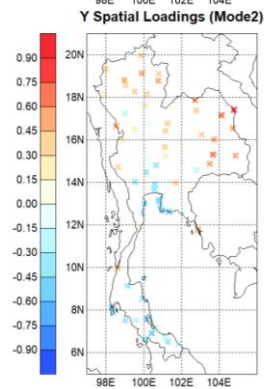
4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 31 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนกรกฎาคมจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนมิถุนายนของปี ค.ศ. 1982 และ 1987 ตามลำดับ

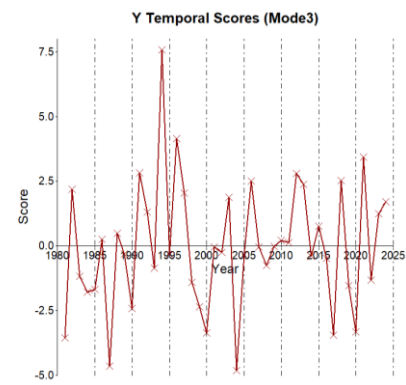
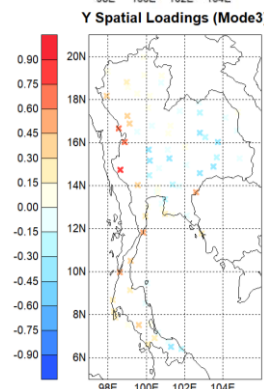
(ก)



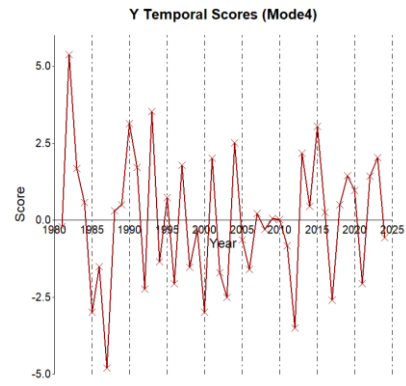
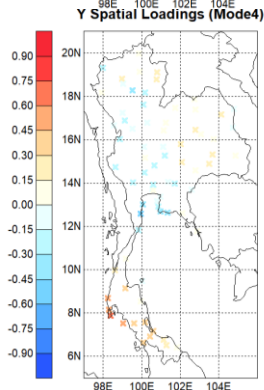
(ข)



(ค)



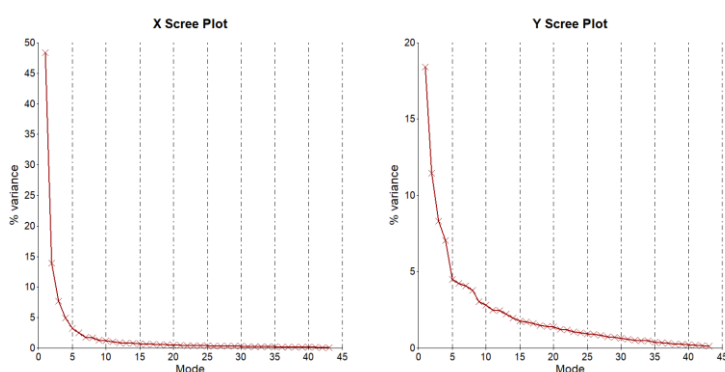
(ง)



ภาพที่ 31 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนกรกฎาคม

3.1.8 อุดมภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกรกฎาคมและฝนเดือนสิงหาคม

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบอุดมภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนกรกฎาคม และปริมาณฝน (Y) ในเดือนสิงหาคม ดังภาพที่ 32 พบว่าร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุดมภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 48.42, 13.89, 7.66 และ 4.95 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 74.93 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 18.41, 11.47, 8.33 และ 7.06 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 45.27 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 32 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุดมภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนกรกฎาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนสิงหาคม

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุดมภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุดมภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุดมภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนกรกฎาคมนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมของปี ค.ศ. 2024 และ 1984 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 33 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุดมภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 33 (ข) พบว่ารูปแบบของอุดมภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนกรกฎาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุดมภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทรโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และ

สามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมของปี ค.ศ. 1998 และ 2016 ตามลำดับ

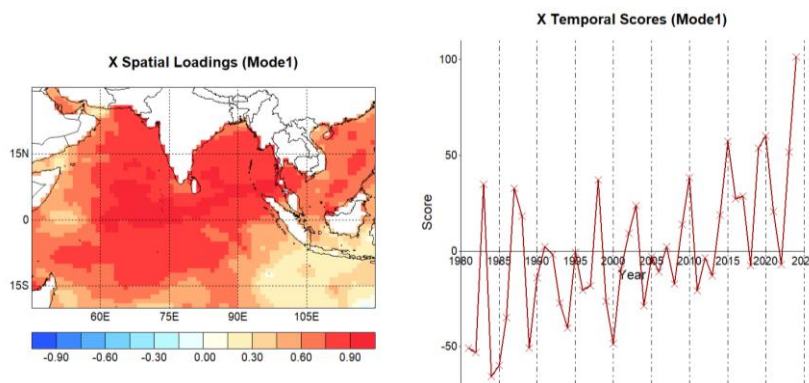
3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนกรกฎาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมของปี ค.ศ. 1981 และ 1984 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 33 (ค)

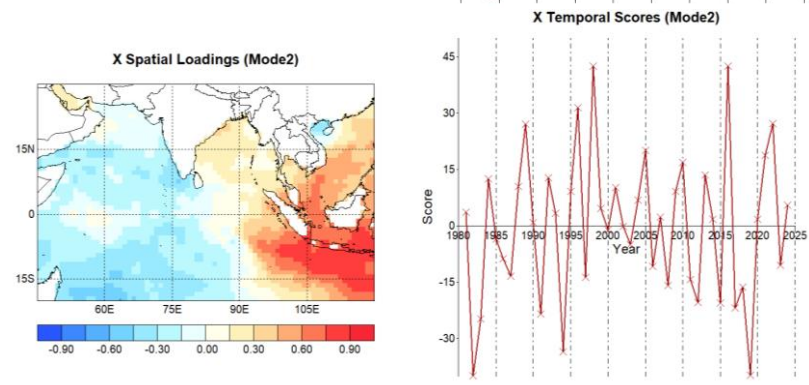
4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

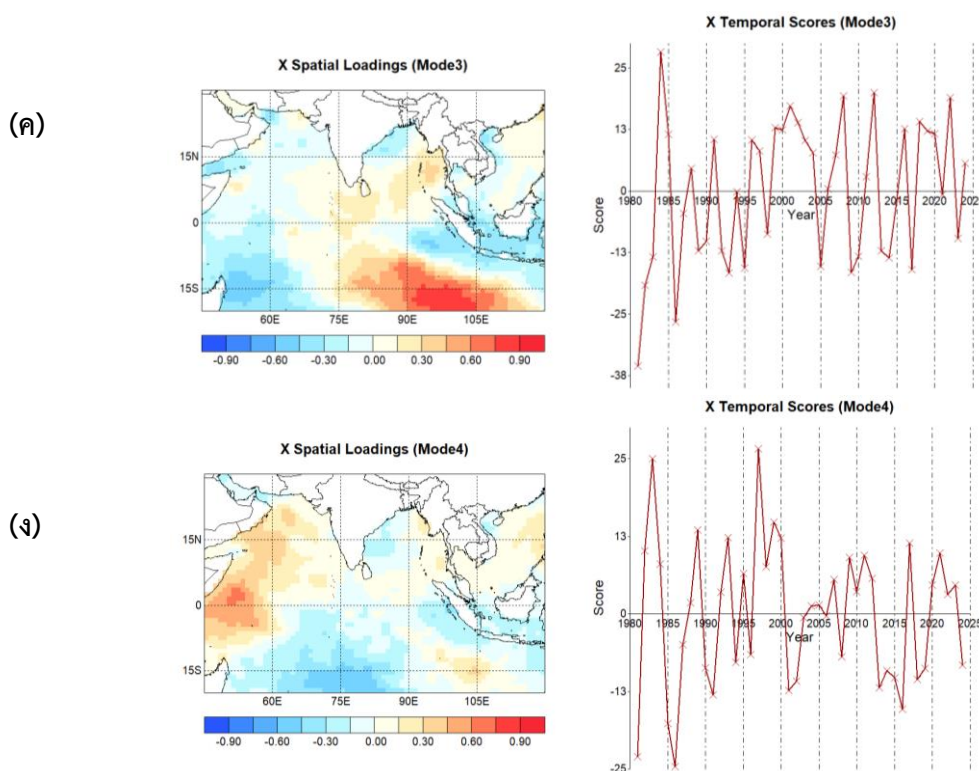
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 33 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 สามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ กับบริเวณตอนใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมของปี ค.ศ. 1997 และ 1983 ตามลำดับ

(ก)



(ข)





ภาพที่ 33 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนกรกฎาคม

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนสิงหาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั่วทั้งประเทศโดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนสิงหาคมของปี ค.ศ. 1995 และ 2010 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 34 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

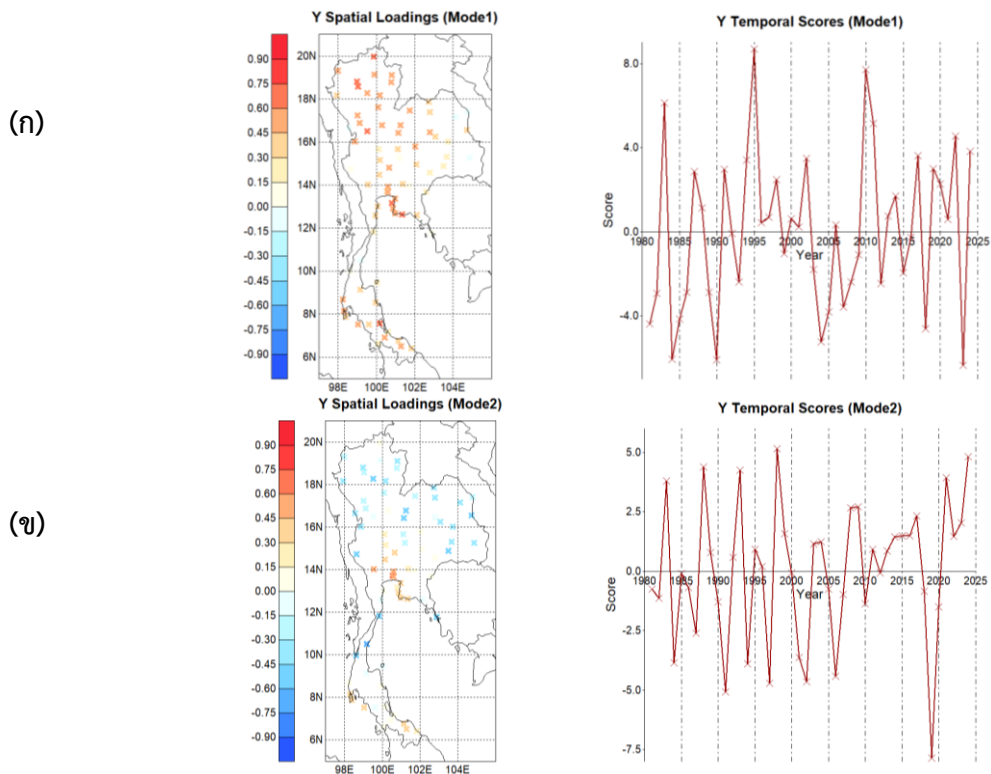
เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนสิงหาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติในบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนสิงหาคมของปี ค.ศ. 2019 และ 1998 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 34 (ข)

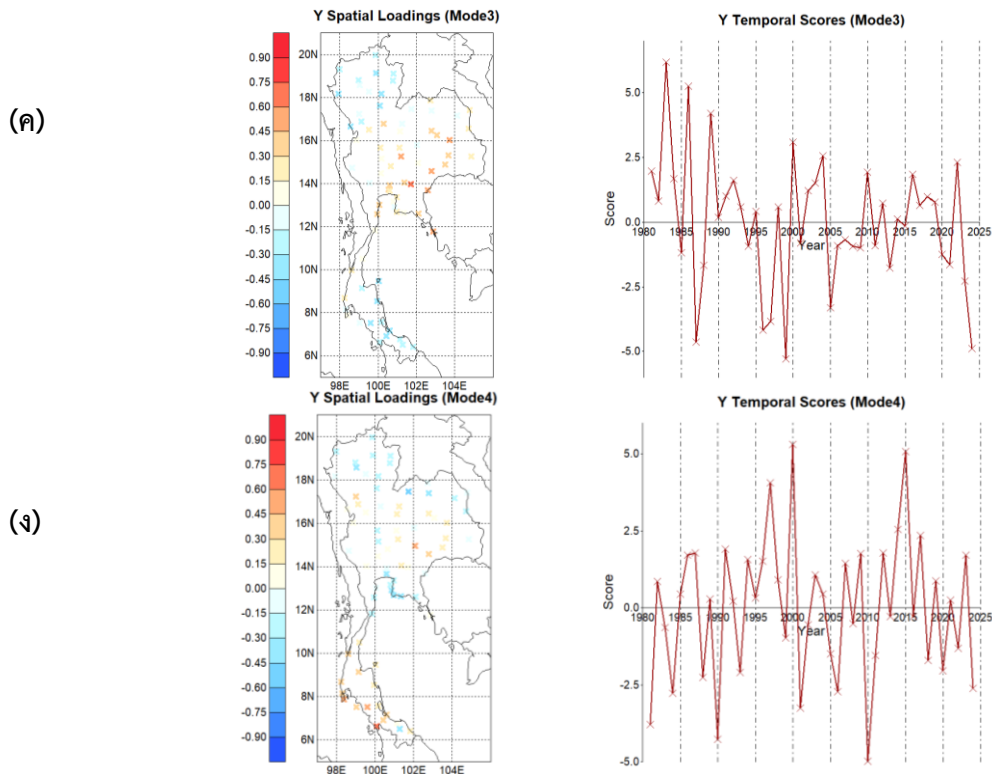
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 34 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนสิงหาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติภาคเหนือและภาคใต้ตอนล่าง และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนสิงหาคมของปี ค.ศ. 1983 และ 1999 ตามลำดับ

4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 34 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนสิงหาคมจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนสิงหาคมของปี ค.ศ. 2000 และ 2015 ตามลำดับ

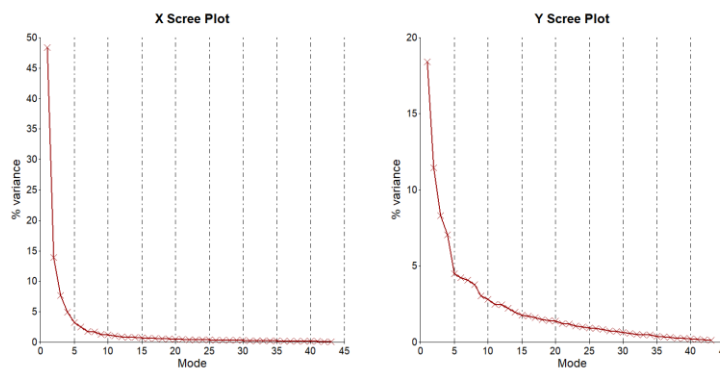




ภาพที่ 34 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน สิงหาคม

3.1.9 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนสิงหาคมและฝนเดือนกันยายน

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนสิงหาคม และปริมาณฝน (Y) ในเดือนกันยายน ดังภาพที่ 35 พบว่า ร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 47.91 14.66, 6.49 และ 5.38 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 74.45 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 20.21, 10.15, 8.10 และ 6.32 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 44.78 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 35 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนสิงหาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนกันยายน

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนสิงหาคมนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณอ่าวเบงกอล ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมของปี ค.ศ. 2024 และ 2023 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 36 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 36 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนสิงหาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกจนถึงตอนกลางของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมของปี ค.ศ. 1998 และ 2019 ตามลำดับ

3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

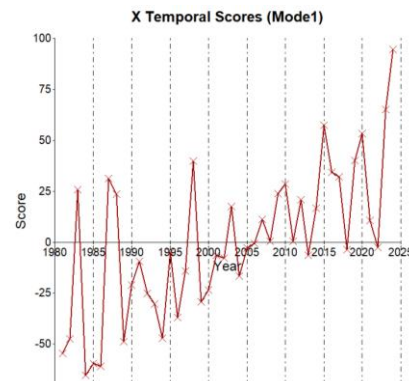
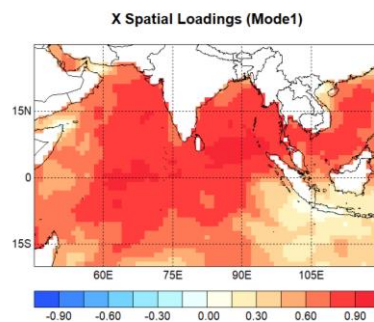
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนสิงหาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูง

ที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมของปี ค.ศ. 1986 และ 1981 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 36 (ค)

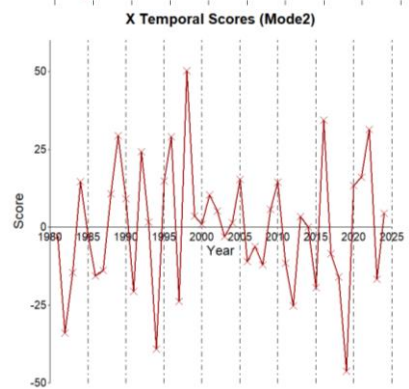
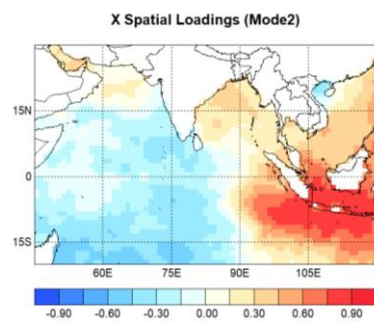
4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 36 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 สามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ กับบริเวณตอนใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคมของปี ค.ศ. 1981 และ 1991 ตามลำดับ

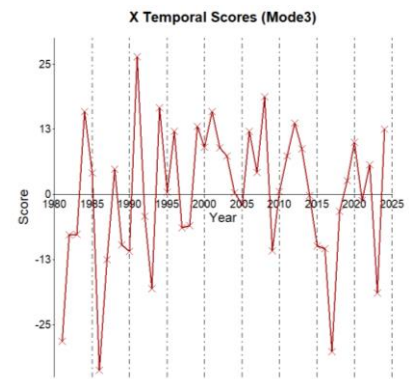
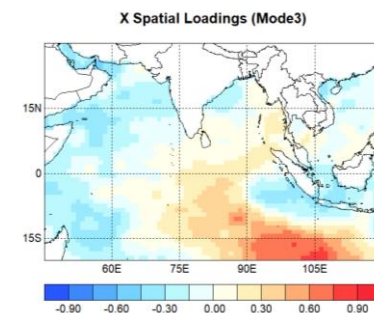
(ก)

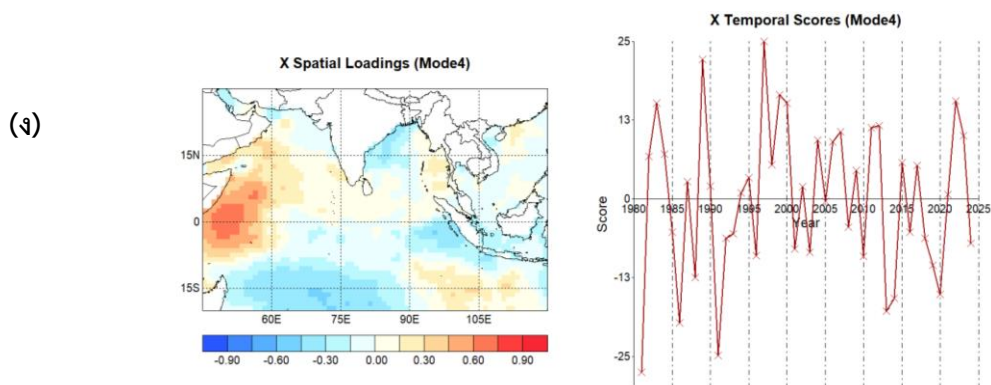


(ข)



(ค)





ภาพที่ 36 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนสิงหาคม

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนกันยายนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติบริเวณภาคใต้โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าปกติบริเวณประเทศไทยตอนบน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 1981 และ 2022 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 37 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนกันยายนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติในบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออก และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 2012 และ 1995 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 37 (ข)

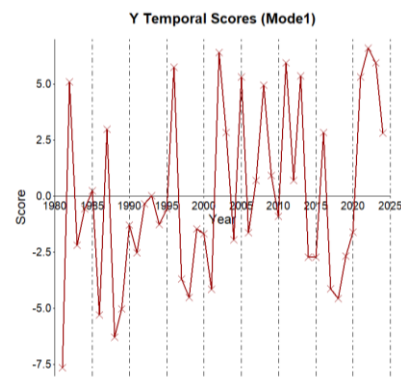
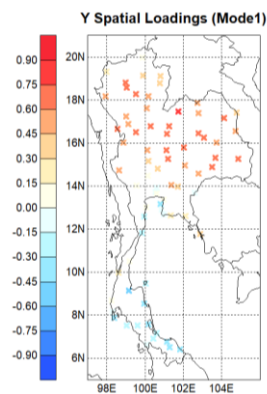
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 37 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนกันยายนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันออก และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 2004 และ 2005 ตามลำดับ

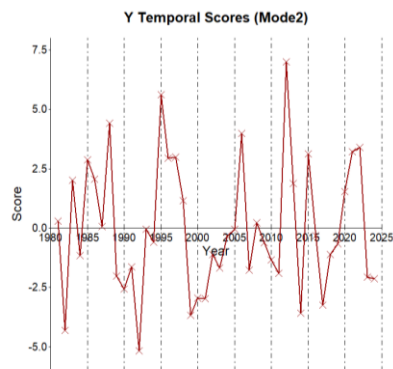
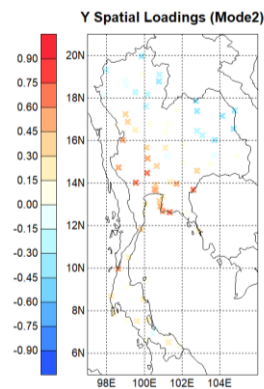
4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 37 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนกันยายนจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 2023 และ 1986 ตามลำดับ

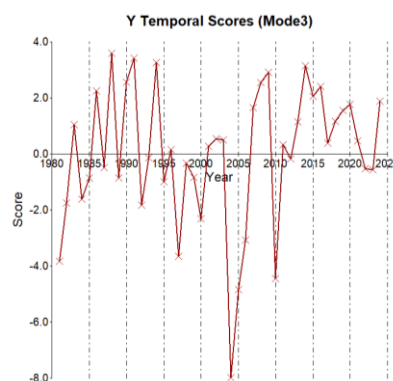
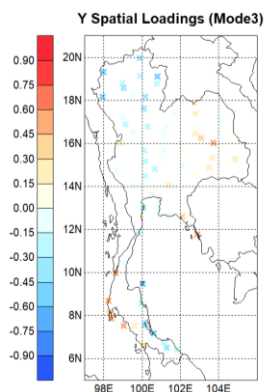
(ก)



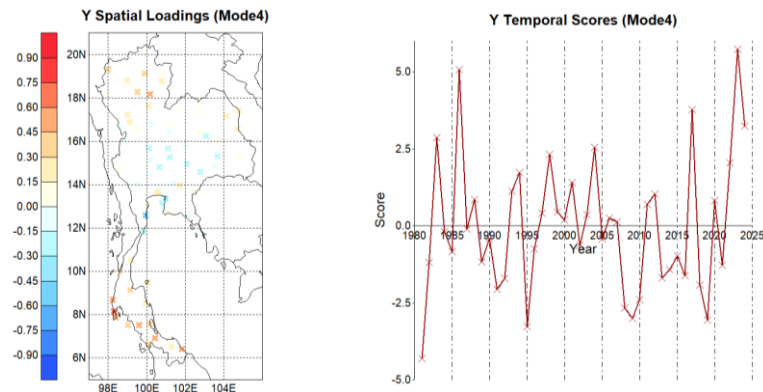
(ข)



(ค)



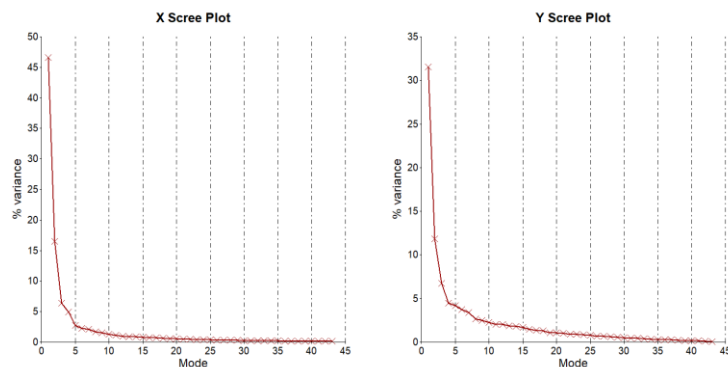
(ง)



ภาพที่ 37 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนกันยายน

3.1.10 อุนหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกันยายนและฝนเดือนตุลาคม

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนกันยายน และปริมาณฝน (Y) ในเดือนตุลาคม ดังภาพที่ 38 พบว่า ร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 46.57, 16.54, 6.37 และ 4.90 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 74.38 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 31.56, 11.83, 6.72 และ 4.50 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 54.61 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 38 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนกันยายนกับปริมาณฝน (Y) เดือนตุลาคม

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนกันยายนนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติทั่วทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณอ่าวเบงกอล ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 2024 และ 2015 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 39 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

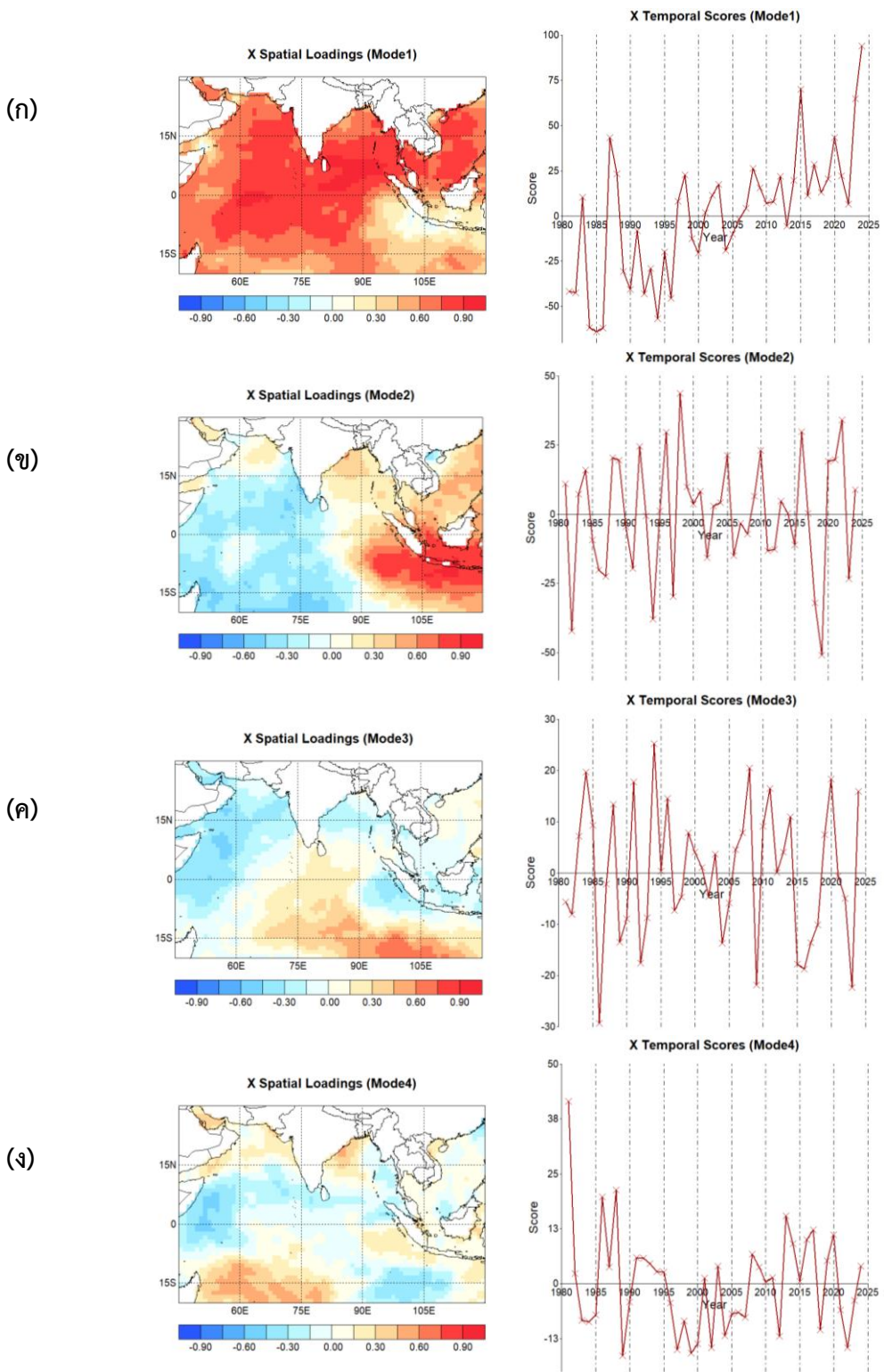
เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 39 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนกันยายนถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกจนถึงตอนกลางของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 2019 และ 1998 ตามลำดับ

3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนกันยายนถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียและบริเวณเกาะสุมาตราที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณตอนกลางไปจนถึงบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 1986 และ 1994 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 39 (ค)

4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 39 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 สามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณฝั่งตะวันตกกับบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ กับบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนกันยายนของปี ค.ศ. 1981 และ 1986 ตามลำดับ



ภาพที่ 39 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนกันยายน

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนตุลาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติบริเวณประเทศไทยตอนบน โดยเฉพาะบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนตุลาคมของปี ค.ศ. 2004 และ 2003 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 40 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนตุลาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติในบริเวณภาคใต้โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ตอนบนและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนตุลาคมของปี ค.ศ. 2003 และ 2002 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 40 (ข)

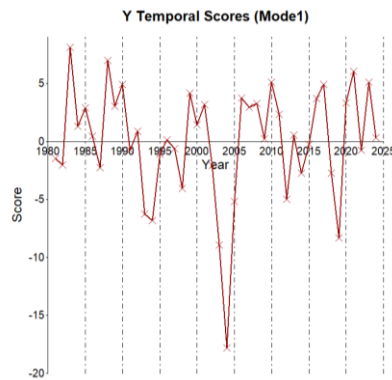
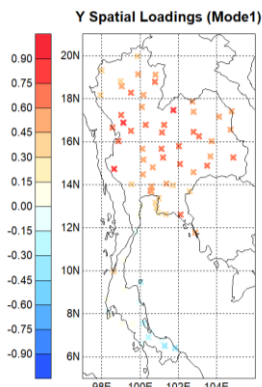
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 40 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนตุลาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันออก และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนตุลาคมของปี ค.ศ. 2007 และ 1998 ตามลำดับ

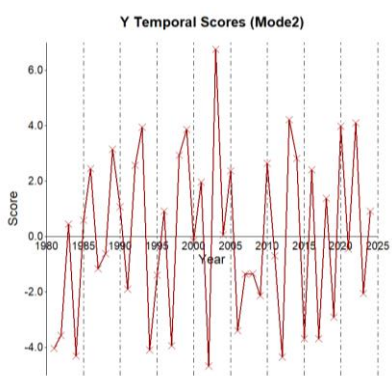
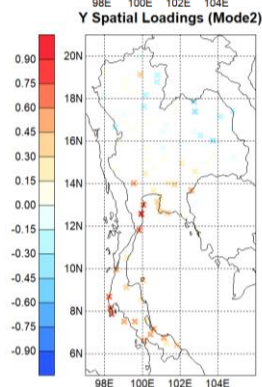
4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 40 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนตุลาคมจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกและตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนตุลาคมของปี ค.ศ. 1990 และ 2004 ตามลำดับ

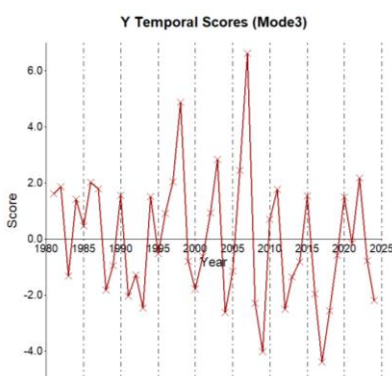
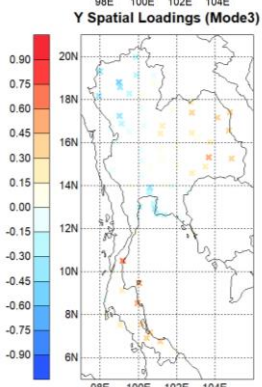
(ก)



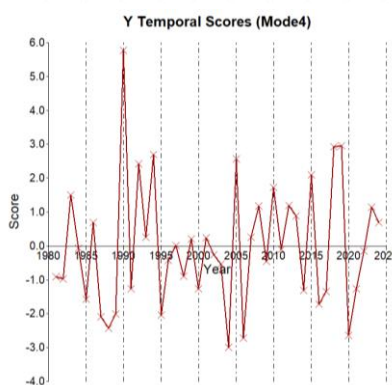
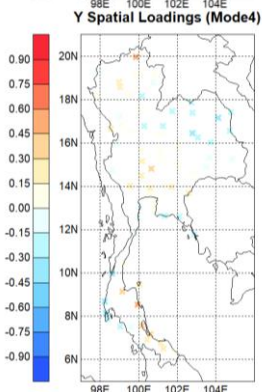
(ข)



(ค)



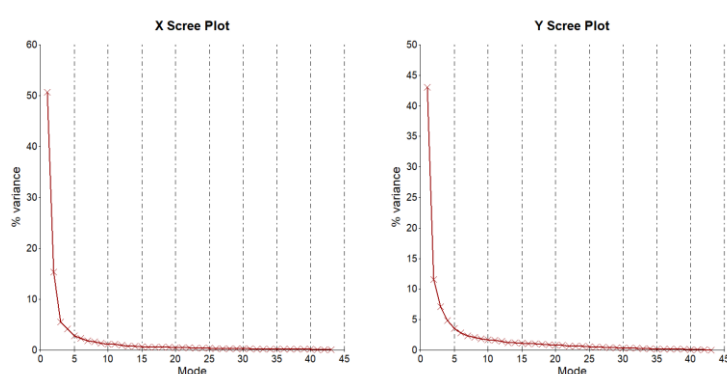
(ง)



ภาพที่ 40 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือนตุลาคม

3.1.11 อูณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนตุลาคมและฝนเดือนพฤศจิกายน

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบ อูณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนตุลาคม และปริมาณฝน (Y) ในเดือนพฤศจิกายน ดังภาพที่ 41 พบว่า ร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอูณหภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 50.67, 15.34, 5.57 และ 4.18 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 75.76 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 43.00, 11.59, 7.12 และ 4.85 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 66.56 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 41 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอูณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนตุลาคมกับปริมาณฝน (Y) เดือนพฤศจิกายน

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอูณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอูณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอูณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนตุลาคมนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติเกือบทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะตอนกลางของมหาสมุทรอินเดีย และจะมีลักษณะที่เย็น (อุ่น) กว่าปกติบริเวณเกาะสุมาตรา ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมของปี ค.ศ. 2023 และ 2015 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 42 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอูณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 42 (ข) พบว่ารูปแบบของอูณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนตุลาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอูณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะ

เย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมของปี ค.ศ. 1982 และ 1998 ตามลำดับ

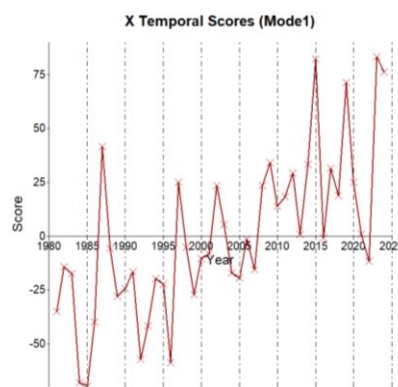
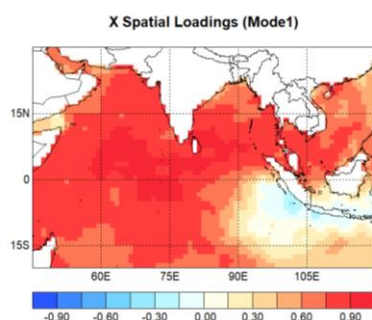
3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

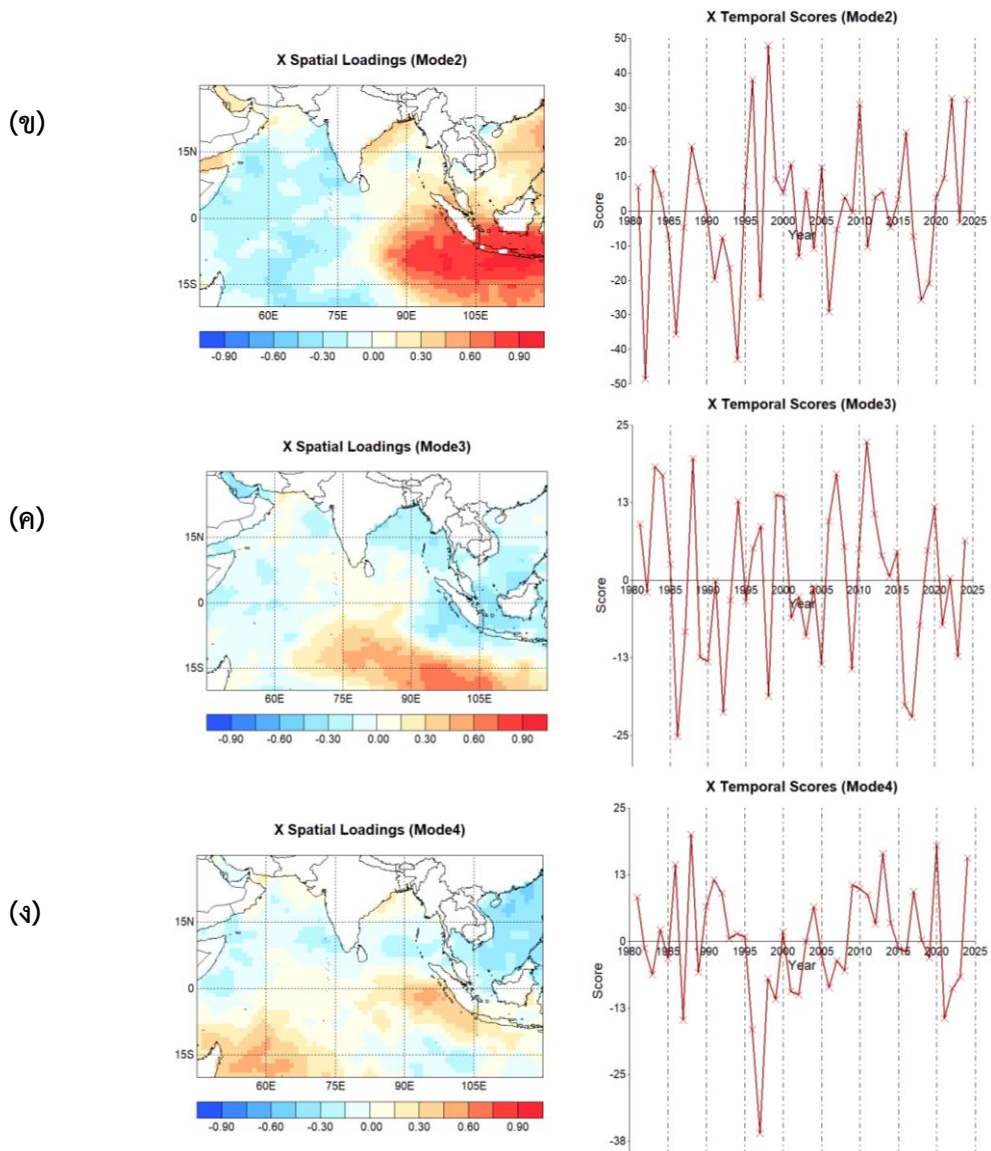
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนตุลาคมถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียและบริเวณอ่าวเบงกอลจนถึงเกาะสุมาตราที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณตอนใต้โดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมของปี ค.ศ. 1986 และ 2011 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 42 (ค)

4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 42 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 สามารถแบ่งลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติได้ 2 บริเวณคือ บริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตรที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ กับบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียและเกาะสุมาตราที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมของปี ค.ศ. 1997 และ 1988 ตามลำดับ

(ก)





ภาพที่ 42 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนตุลาคม

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนพฤศจิกายนนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติเกือบทั้งบริเวณประเทศไทย ยกเว้นบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปี ค.ศ. 2003 และ 1981 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 43 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนพฤศจิกายนนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติในบริเวณภาคใต้โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าปกติบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปี ค.ศ. 2006 และ 1988 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 43 (ข)

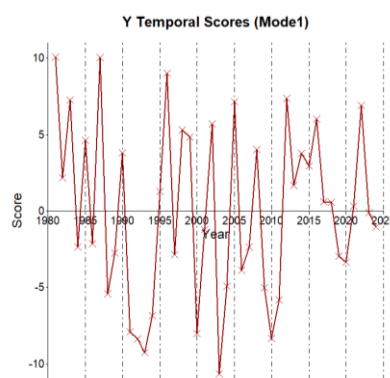
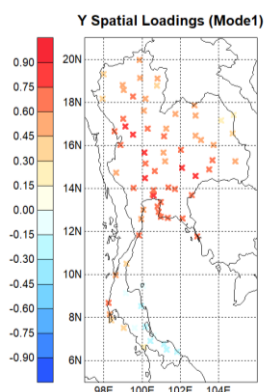
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

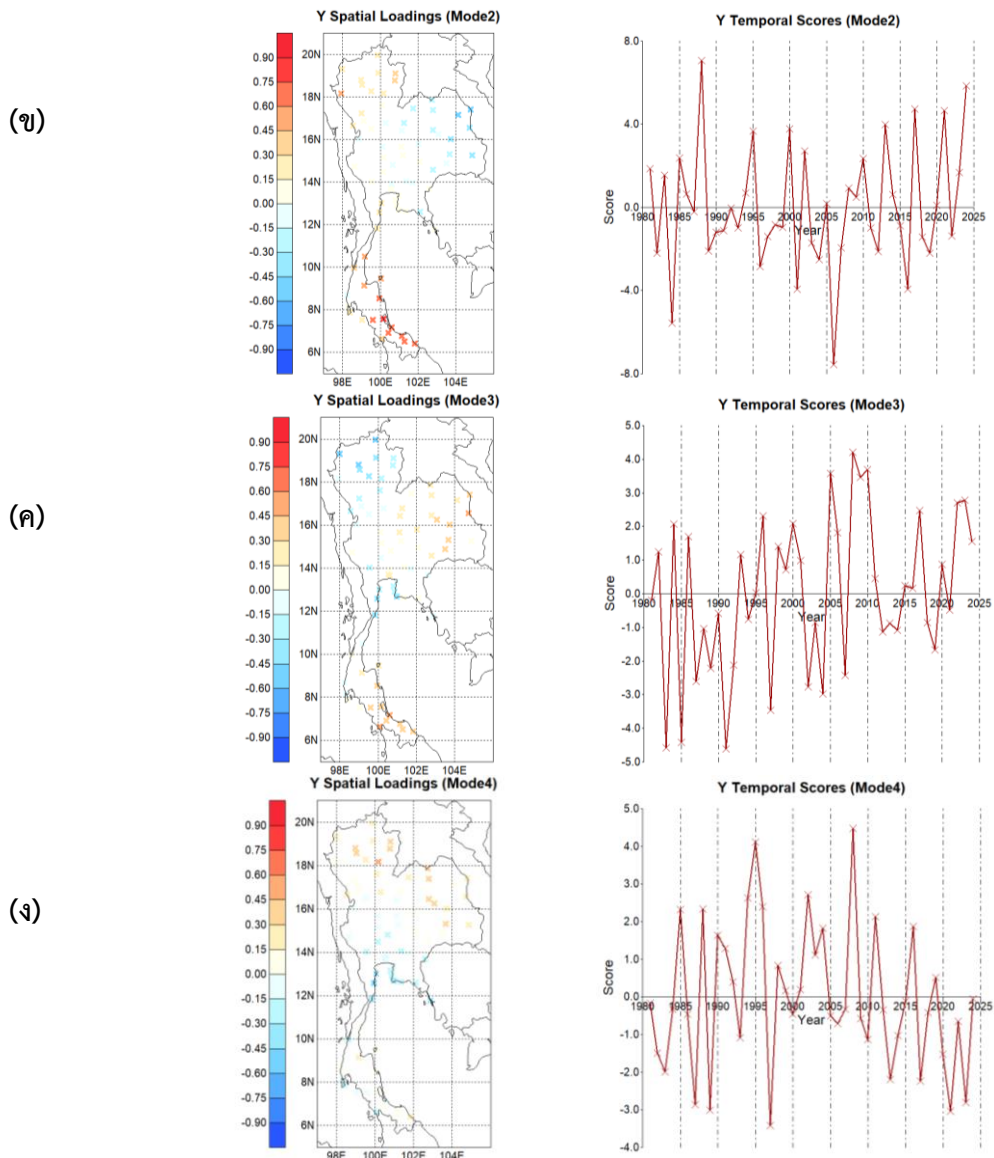
รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 43 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนพฤศจิกายนนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับภาคใต้ตอนล่าง และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าค่าปกติบริเวณเหนือและภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปี ค.ศ. 1991 และ 1983 ตามลำดับ

4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 43 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนพฤศจิกายนจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าปกติบริเวณภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปี ค.ศ. 2008 และ 1995 ตามลำดับ

(ก)

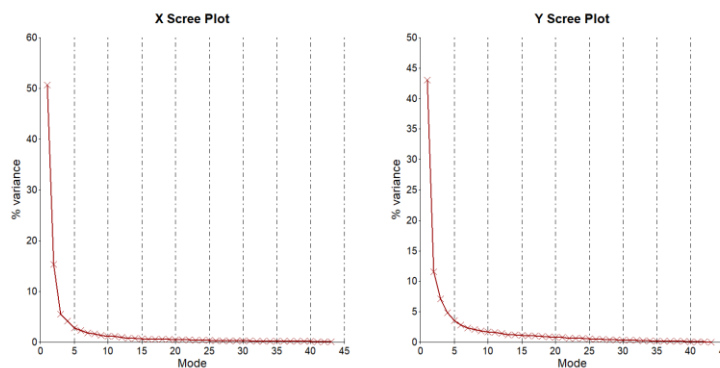




ภาพที่ 43 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน พฤศจิกายน

3.1.12 อุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤศจิกายนและฝนเดือนธันวาคม

จากการวิเคราะห์กราฟแสดงค่าลักษณะเฉพาะของ Eigenvalues (Scree plot) ของรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (X) ในเดือนพฤศจิกายน และปริมาณฝน (Y) ในเดือนธันวาคม ดังภาพที่ 44 พบว่า ร้อยละความแปรปรวน (%variance) ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 49.32, 14.16, 7.02 และ 3.98 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 74.48 ส่วนร้อยละความแปรปรวนของฝนในโหมดที่ 1 ถึง 4 มีค่าร้อยละ 40.90, 13.64, 6.60 และ 4.98 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละความแปรปรวนสะสม 66.12 ซึ่งเป็น 4 รูปแบบหลักที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงที่สุด



ภาพที่ 44 ร้อยละความแปรปรวนสะสมของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (x) เดือนพฤศจิกายนกับปริมาณฝน (Y) เดือนธันวาคม

ก) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล

1. EOF mode 1 (X Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนพฤศจิกายนนั้นจะมีลักษณะที่อุ่น (เย็น) กว่าปกติเกือบทั้งมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะตอนกลางของมหาสมุทรอินเดีย และจะมีลักษณะที่เย็น (อุ่น) กว่าปกติบริเวณเกาะสุมาตรา ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปี ค.ศ. 2023 และ 2024 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 45 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (X Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 2 (Spatial Loading 2) ในภาพที่ 45 (ข) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 2 ของเดือนพฤศจิกายนถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตก โดยเฉพาะบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณด้านตะวันออกโดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปี ค.ศ. 1997 และ 1998 ตามลำดับ

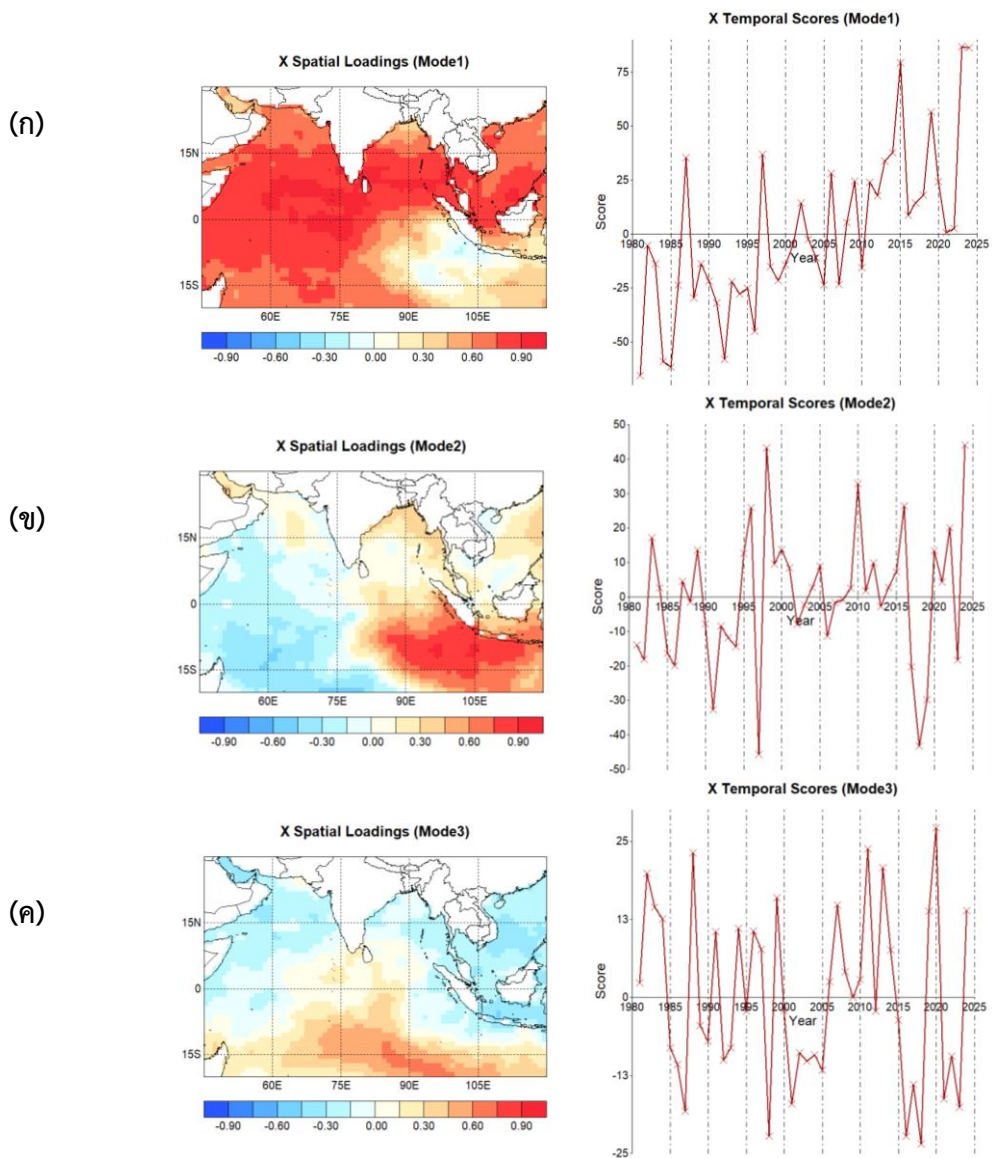
3. EOF mode 3 (X Spatial Loading 3)

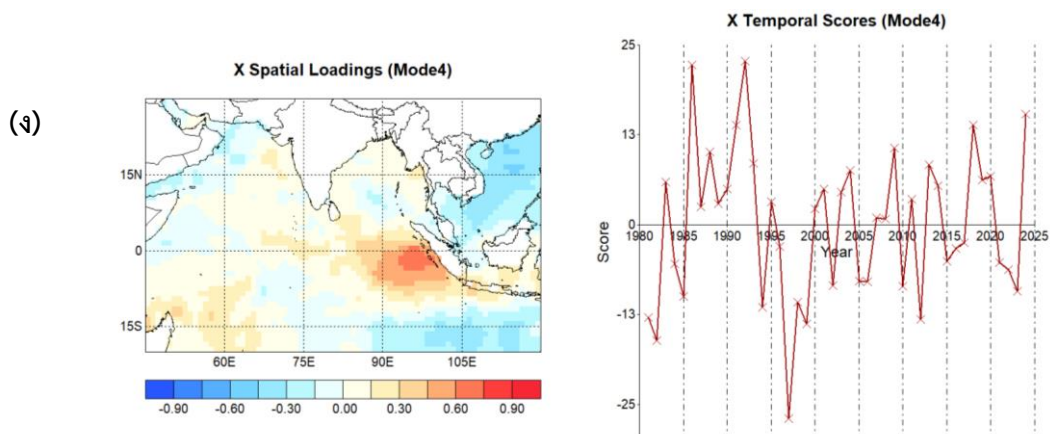
รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 3 (Spatial Loading 3) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 3 ของเดือนพฤศจิกายนถูกแบ่งออกเป็น 2 บริเวณที่มีความแตกต่างกันคืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตรที่มีลักษณะอุ่น (เย็น) กับบริเวณใต้เส้นศูนย์สูตร โดยเฉพาะบริเวณตอนใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่มีลักษณะเย็น (อุ่น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิง

เวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปี ค.ศ. 2020 และ 2011 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 45 (ค)

4. EOF mode 4 (X Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 45 (ง) พบว่ารูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของโหมดที่ 4 โดยส่วนใหญ่จะใกล้เคียงปกติแต่จะมีลักษณะของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติบริเวณเกาะสุมาตราซึ่งมีลักษณะอุ่น (เย็น) กว่าปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนของปี ค.ศ. 1997 และ 1992 ตามลำดับ





ภาพที่ 45 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาทั้ง 4 โหมดเดือนพฤศจิกายน

ข) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย

1. EOF mode 1 (Y Spatial Loading 1)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 1 (Spatial Loading 1) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 1 ของเดือนธันวาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติบริเวณประเทศไทยตอนบน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 2002 และ 1992 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 46 (ก) และภาคผนวก ก

2. EOF mode 2 (Y Spatial Loading 2)

เมื่อพิจารณารูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 2 (Spatial Loading 2) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 2 ของเดือนธันวาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติในบริเวณภาคใต้โดยเฉพาะภาคใต้ตอนล่าง และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าปกติบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 1989 และ 1992 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 46 (ข)

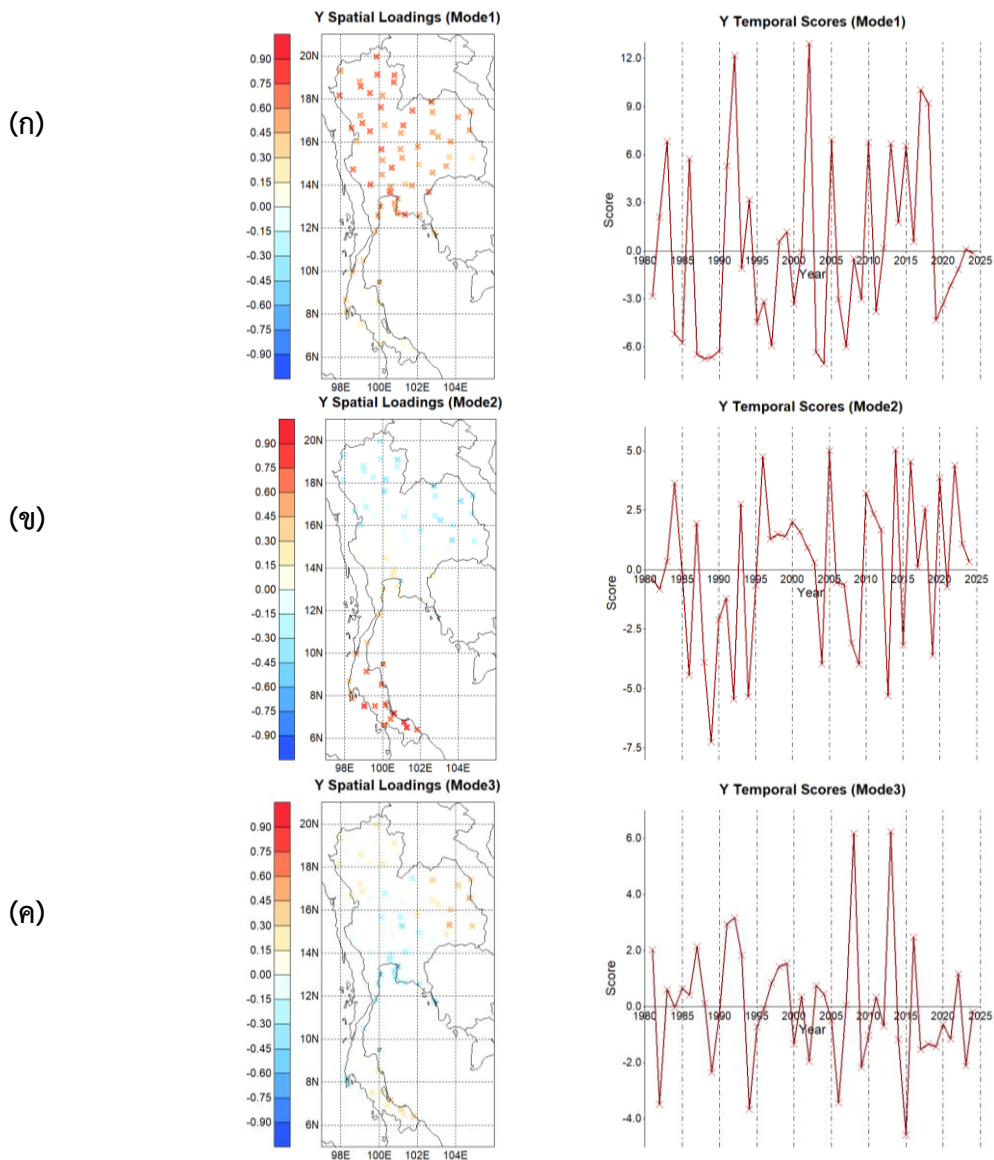
3. EOF mode 3 (Y Spatial Loading 3)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 3 (Spatial Loading 3) ดังแสดงในภาพที่ 46 (ค) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 3 ของเดือนธันวาคมนั้นจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าค่าปกติบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมี

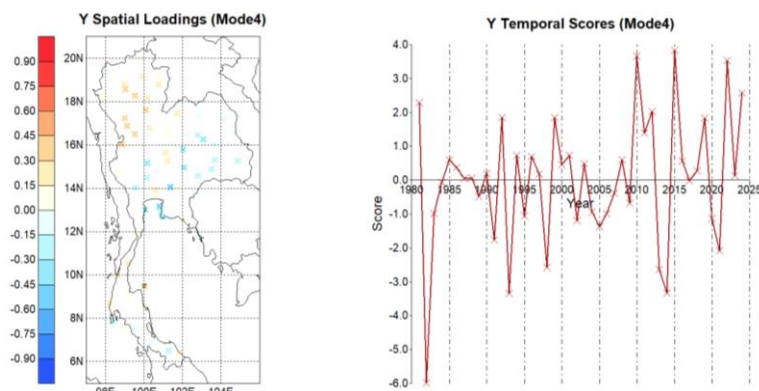
ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 2013 และ 2008 ตามลำดับ

4. EOF mode 4 (Y Spatial Loading 4)

รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝน EOF mode 4 (Spatial Loading 4) ดังแสดงในภาพที่ 46 (ง) พบว่ารูปแบบฝนที่เกิดในโหมดที่ 4 ของเดือนธันวาคมจะมีลักษณะที่สูง (ต่ำ) กว่าปกติบริเวณภาคเหนือ และจะมีลักษณะที่ต่ำ (สูง) กว่าปกติบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาสูงที่สุด (Temporal Scores) และสามารถแสดงรูปแบบดังกล่าวได้ชัดเจนที่สุดของฝนในช่วงเดือนธันวาคมของปี ค.ศ. 1982 และ 2015 ตามลำดับ



(ง)



ภาพที่ 46 (ก-ง) รูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนและกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนทั้ง 4 โหมดเดือน
ธันวาคม

3.2 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคัล (CCA) ระหว่างรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล บริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย

เมื่อนำรูปแบบเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดีย (X spatial Loading) มาหาความสัมพันธ์คาโนนิคัลร่วมกับรูปแบบเชิงพื้นที่ของฝนบริเวณประเทศไทย (Y Spatial Loading) ในแต่ละเดือนพบว่า ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคัลในโหมดที่ 1 (CCA1) จะเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์สูงสุดของทุกๆเดือน โดยส่วนใหญ่จะมีค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง (0.5-0.7) และจะมีค่าลดลงในโหมดที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของความสัมพันธ์ที่จะเกิดขึ้นได้บ่อยและสูงกว่าในอันดับที่ 2 โดยมีค่าความสัมพันธ์ในแต่ละเดือนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคัลกับฝนรายเดือน

Target Month/CCA th	CCA1	CCA2	CCA3	CCA4
January	0.5528	0.3026	-	-
February	0.5138	0.1809	-	-
March	0.5580	0.2825	0.1044	-
April	0.7096	0.0171	-	-
May	0.5071	0.3089	-	-
June	0.3727	0.2091	-	-
July	0.4073	0.3356	-	-
August	0.6621	0.3393	-	-
September	0.4921	0.3917	0.3284	0.0139

ตารางที่ 2 (ต่อ) ค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอลกับฝนรายเดือน

October	0.5910	0.1166	-	-
November	0.5247	0.3972	-	-
December	0.2995	0.0772	-	-

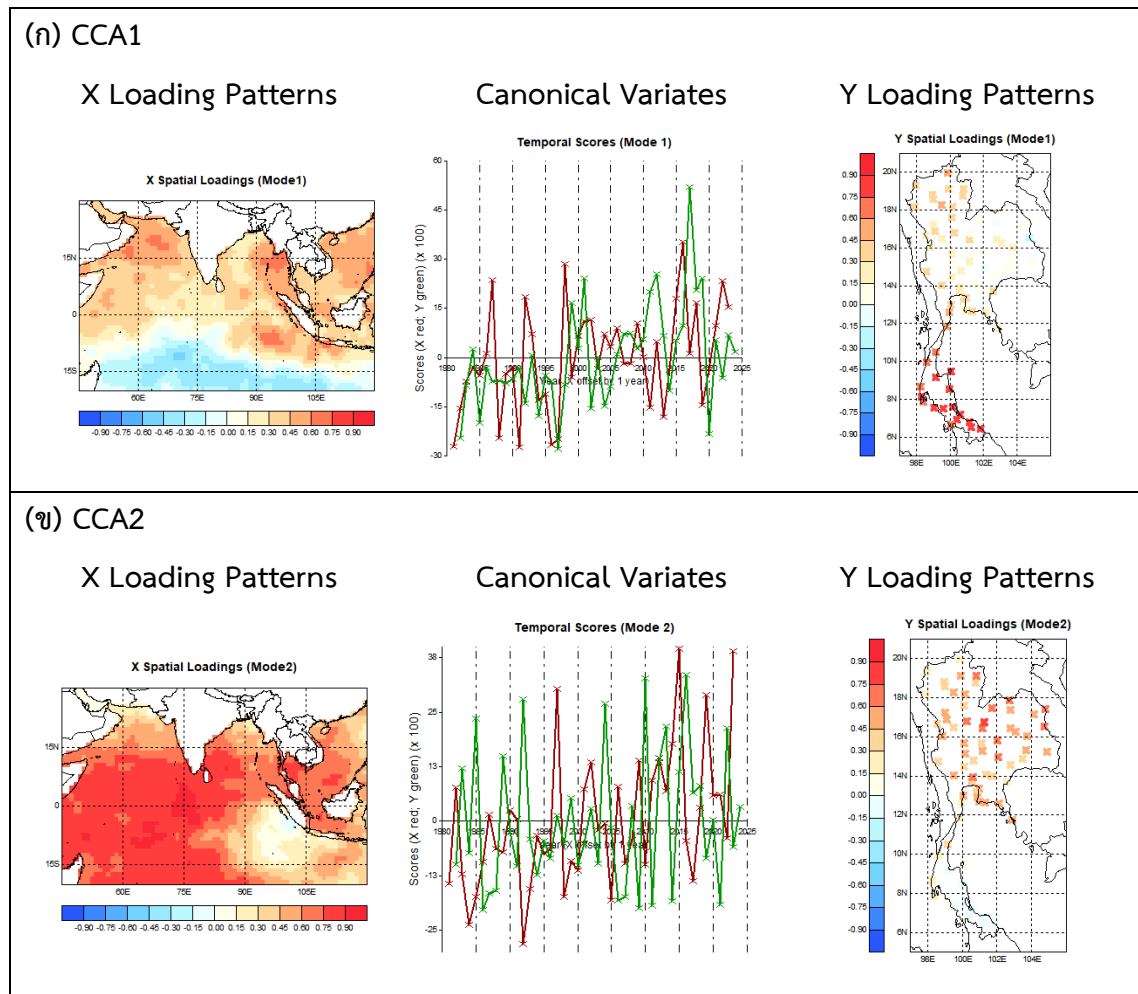
3.2.1 สหสัมพันธ์คานอนิคอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนธันวาคมและฝนเดือนมกราคม

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คานอนิคอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนธันวาคมเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคมเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดีย (X Loading Patterns) กับฝนบริเวณประเทศไทย (Y Loading Patterns) และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา (Canonical variates) ได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 47 (ก-ข) พบว่า

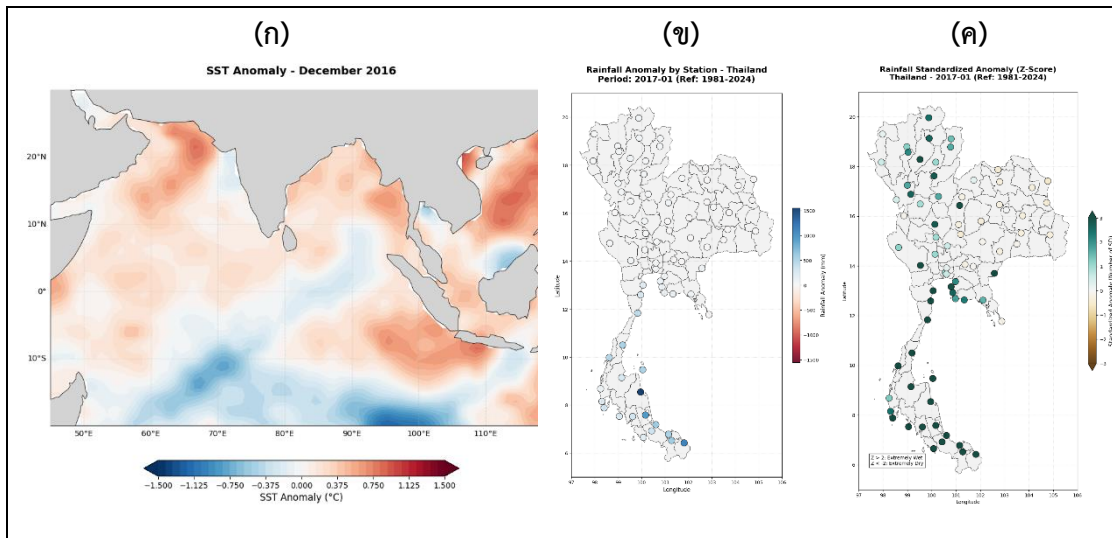
CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คานอนิคอลสูงที่สุด 0.5528 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียแบ่งออกเป็น 2 บริเวณคือ บริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตรรวมทั้งบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้ม-แดง (ค่าบวก) กับบริเวณใต้เส้นศูนย์สูตรพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า (ค่าลบ) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณภาคใต้เป็นสีแดงเข้ม (ค่าบวก) โดยจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่เป็นบวกสูงและไปในทิศทางเดียวกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนในบริเวณดังกล่าว และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนธันวาคม 2016 กับฝนในเดือนมกราคมของปีถัดมา จากภาพแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตรรวมทั้งบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) อย่างชัดเจนในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย ดังภาพที่ 48 ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คานอนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.3026 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีแดง (ค่าบวก) เกือบทั้งมหาสมุทร ยกเว้นบริเวณใกล้เกาะสุมาตราซึ่งมีพื้นที่สีขาวยาวไปจนถึงสีฟ้าอ่อน (ค่าลบ) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยตอนบนส่วนใหญ่เป็นสีแดง (ค่าบวก) โดยจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนในบริเวณดังกล่าว และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ

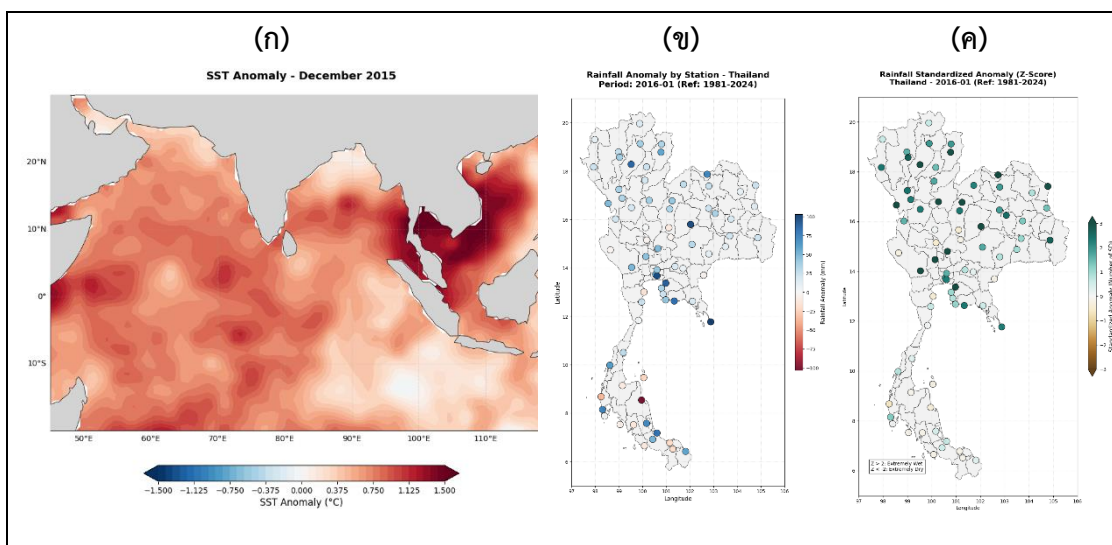
CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนธันวาคม 2015 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคม 2016 ดังภาพที่ 49 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) บริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดียและบริเวณทะเลจีนใต้ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในบริเวณประเทศไทยตอนบน ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2



ภาพที่ 47 (ก-ข) รูปแบบเชิงนำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิกอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงธันวาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 48 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนธันวาคม 2016 (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมกราคม 2017 (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมกราคม 2017



ภาพที่ 49 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนธันวาคม 2015 (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมกราคม 2016 (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมกราคม 2016

3.2.2 สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมกราคมและฝนเดือนกุมภาพันธ์

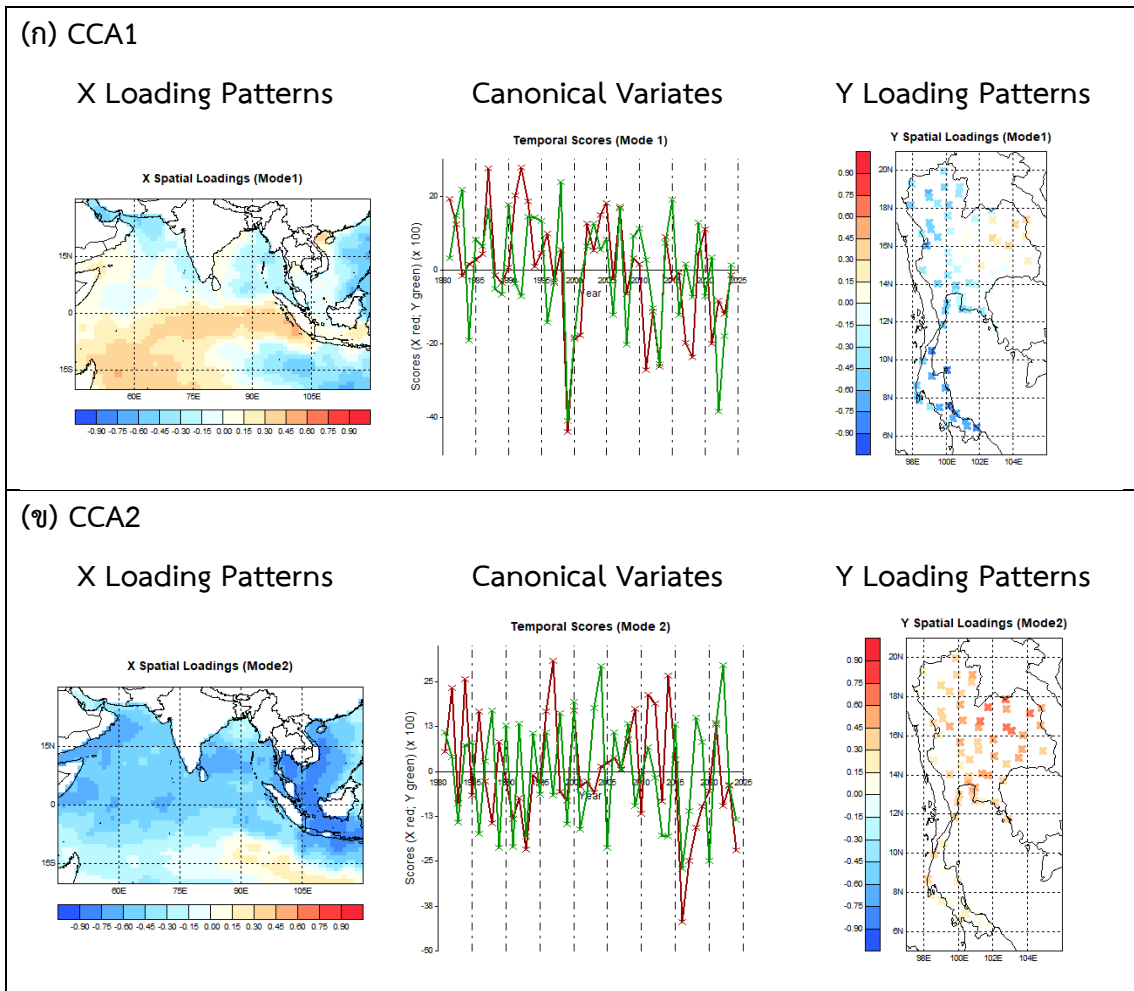
จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนมกราคมเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์เป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 50 (ก-ข) พบว่า

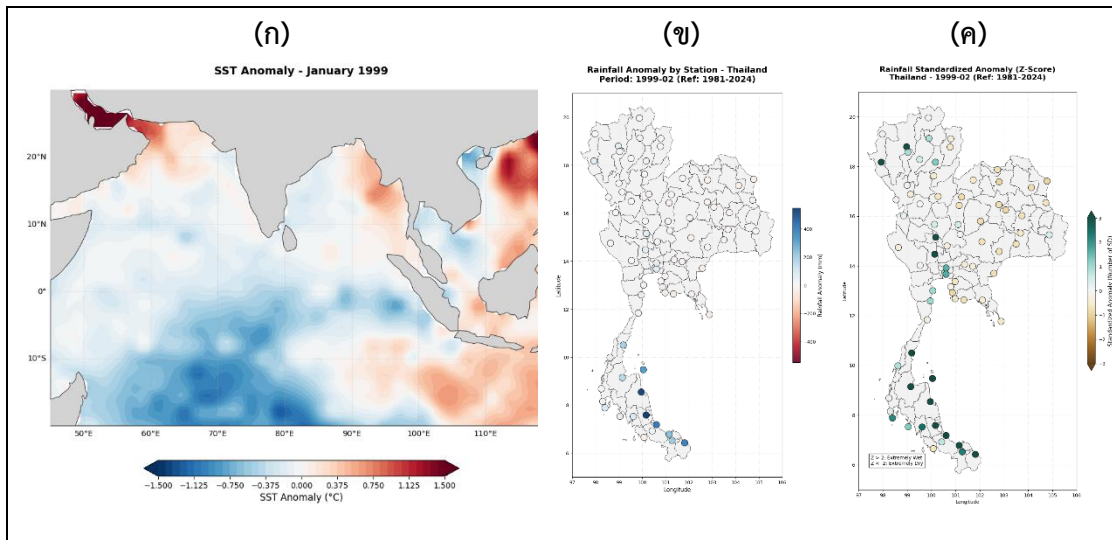
CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลสูงที่สุด 0.5138 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียแบ่งออกเป็น 2 บริเวณคือ บริเวณมหาสมุทรอินเดียทางด้านตะวันตกเฉียงใต้รวมทั้งบริเวณเส้นศูนย์สูตรไปจนถึงเกาะสุมาตรา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้ม (ค่าบวก) กับบริเวณทะเลอาราเบียน อ่าวเบงกอลรวมทั้งด้านตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่เป็นสีฟ้า (ค่าลบ) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยส่วนใหญ่ โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เป็นสีฟ้า-น้ำเงิน (ค่าลบ) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียทางด้านตะวันตกเฉียงใต้รวมทั้งเหนือเส้นศูนย์สูตรไปจนถึงเกาะสุมาตรา แต่กลับมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับบริเวณด้านตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดีย ในขณะที่รูปแบบของฝนบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นสีเหลือง-ส้ม (ค่าบวก) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียรวมทั้งบริเวณเส้นศูนย์สูตรไปจนถึงเกาะสุมาตรา และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมกราคม 1999 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 51 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียทางด้านตะวันตกเฉียงใต้รวมทั้งบริเวณเส้นศูนย์สูตรไปจนถึงเกาะสุมาตราที่เย็นกว่าปกติ (ค่าลบ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่กลับมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณภาคใต้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.1809 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า-น้ำเงิน (ค่าลบ) เกือบทั้งมหาสมุทรยกเว้นบริเวณใกล้ตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่สีเหลือง-ส้มอ่อน (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยตอนบนส่วนใหญ่เป็นสีแดง (ค่าบวก) โดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนในบริเวณดังกล่าว และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมกราคม 2016 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 52 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) บริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดียและบริเวณทะเลจีน

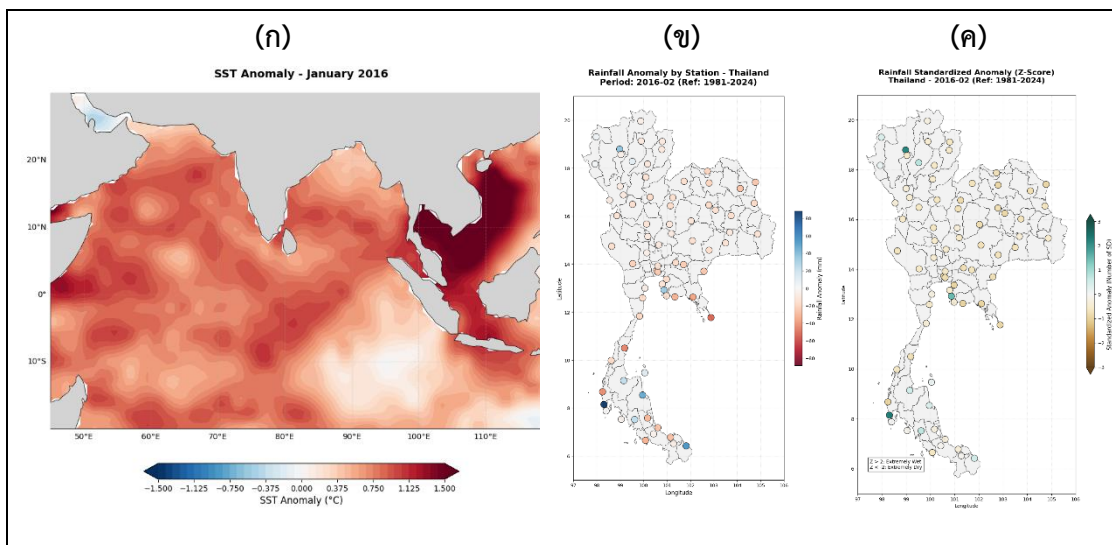
ได้ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันกับฝนที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดในบริเวณประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2



ภาพที่ 50 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงมกราคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 51 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมกราคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกุมภาพันธ์ (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมกราคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1999



ภาพที่ 52 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมกราคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกุมภาพันธ์ (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมกราคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2016

3.2.3 สหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกุมภาพันธ์และฝนเดือนมีนาคม

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนกุมภาพันธ์เป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมีนาคมเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

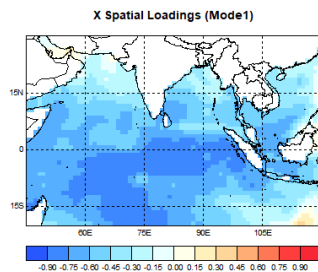
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 53 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลสูงที่สุด 0.5580 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า-น้ำเงิน (ค่าลบ) โดยเฉพาะตอนกลางของมหาสมุทร เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสีส้ม-แดงใต้ (ค่าบวก) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณภาคเหนือและเป็นสีแดงเข้มบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนในบริเวณดังกล่าว และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกุมภาพันธ์ 2020 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนมีนาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 54 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนที่ลดลงในบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

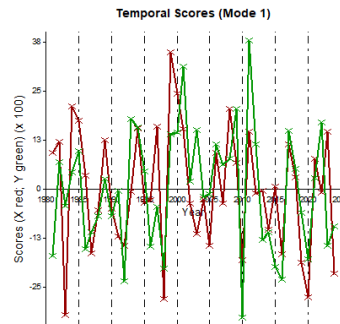
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.2825 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณทะเลอาราเบียนซึ่งเป็นน้ำเงิน (ค่าลบ) และบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่สีเหลือง-ส้มอ่อน (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยตอนบนส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า (ค่าลบ) โดยเฉพาะบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนในบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้รูปแบบของฝนบริเวณภาคใต้ซึ่งมีสีเหลือง-ส้ม (ค่าบวก) ยังแสดงถึงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิบริเวณมหาสมุทรอินเดีย และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกุมภาพันธ์ 2024 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนมีนาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 55 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดีย มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้นในบริเวณประเทศไทยตอนบนโดยเฉพาะบริเวณภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนที่ลดลงในบริเวณภาคใต้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

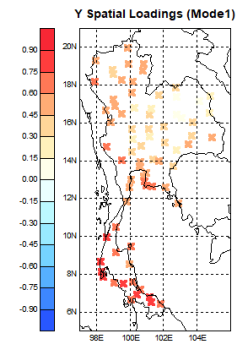
X Loading Patterns



Canonical Variates

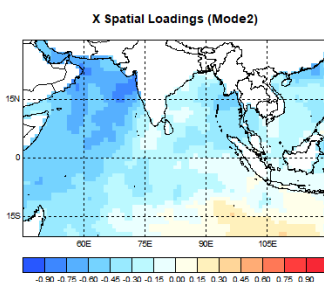


Y Loading Patterns

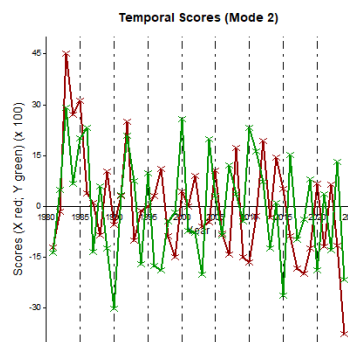


(ข) CCA2

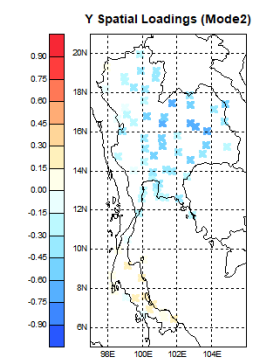
X Loading Patterns



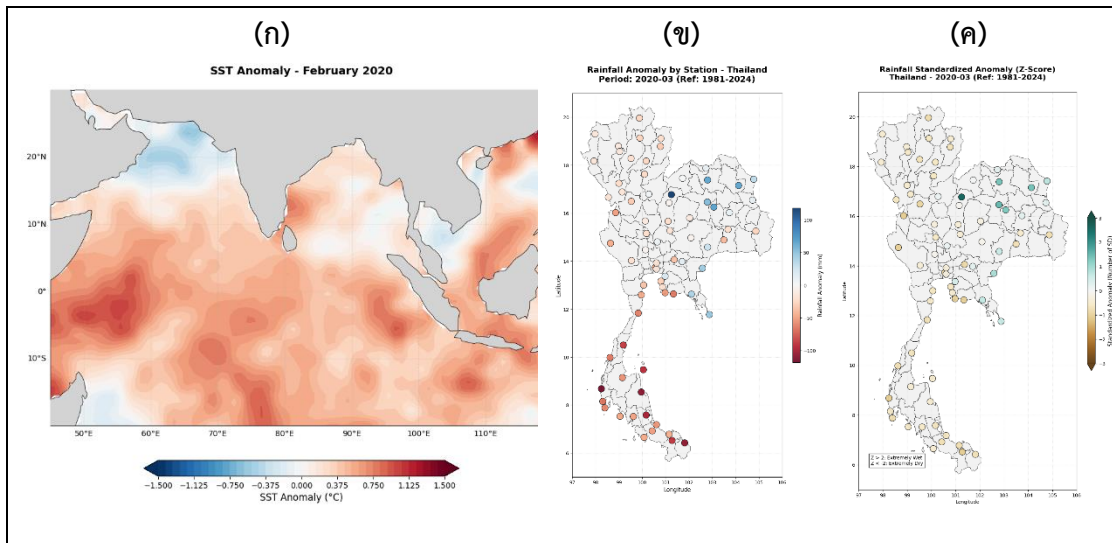
Canonical Variates



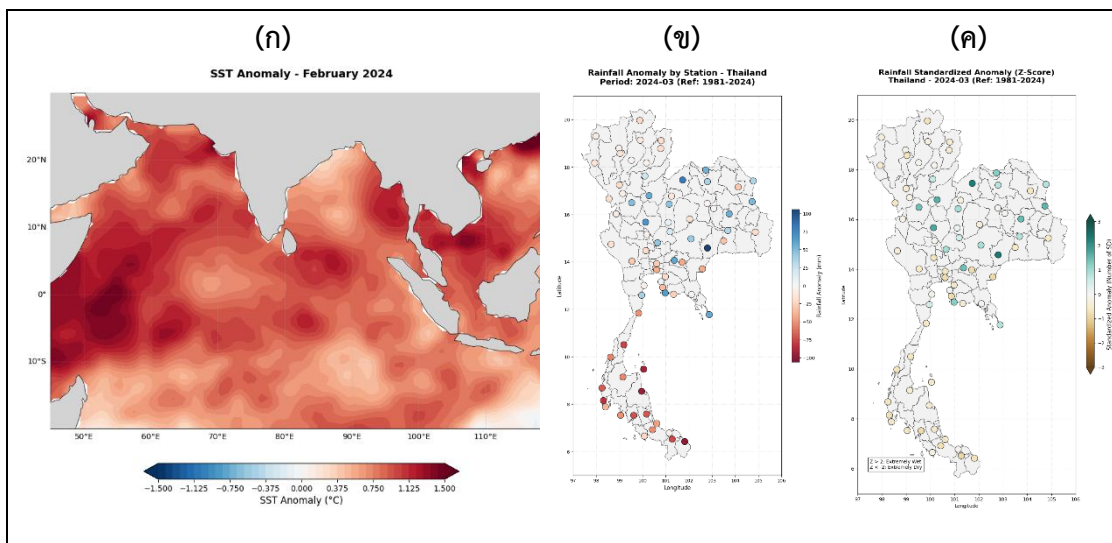
Y Loading Patterns



ภาพที่ 53 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคัลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วง
 กุมภาพันธ์ กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมีนาคม และกราฟความแปรปรวนเชิง
 อนุกรมเวลา



ภาพที่ 54 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกุมภาพันธ์ (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมีนาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมีนาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2020



ภาพที่ 55 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกุมภาพันธ์ (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมีนาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมีนาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2024

3.2.4 สหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมีนาคมและฝนเดือนเมษายน

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนมีนาคมเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนเมษายนเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

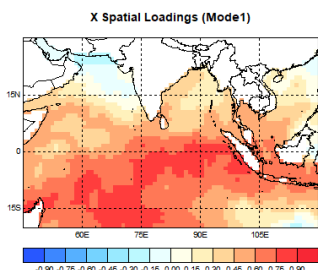
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 56 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลสูงสุด 0.7095 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแดง (ค่าบวก) โดยเฉพาะตอนกลางไปจนถึงตอนใต้ฝั่งตะวันตกของมหาสมุทร เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า-น้ำเงิน (ค่าลบ) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณบริเวณภาคใต้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนในบริเวณดังกล่าว และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมีนาคม 2000 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนเมษายนของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 57 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่เย็นลง (ค่าลบ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

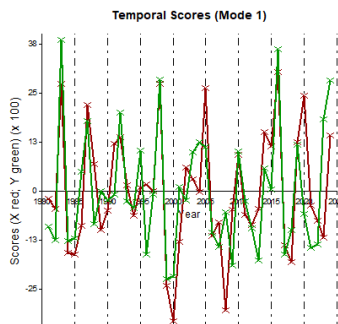
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.0170 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณทะเลอาราเบียที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้ม-แดง (ค่าบวก) และบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่สีฟ้าอ่อน (ค่าลบ) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยตอนบนส่วนใหญ่ โดยเฉพาะบริเวณภาคกลางเป็นสีฟ้า (ค่าลบ) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณทะเลอาราเบีย และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมีนาคม 2024 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนเมษายนของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 58 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดีย มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) ในบริเวณประเทศไทยตอนบนโดยเฉพาะบริเวณภาคกลาง ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

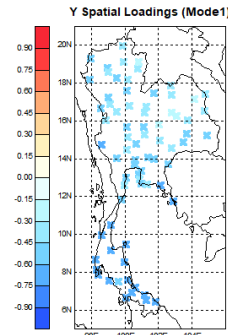
X Loading Patterns



Canonical Variates

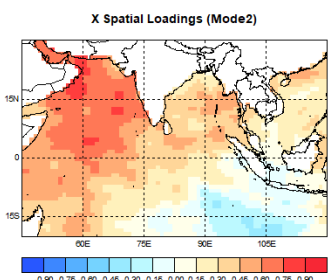


Y Loading Patterns

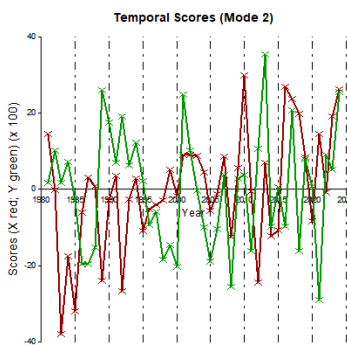


(ข) CCA2

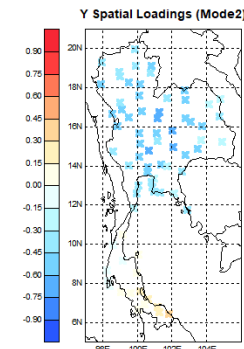
X Loading Patterns



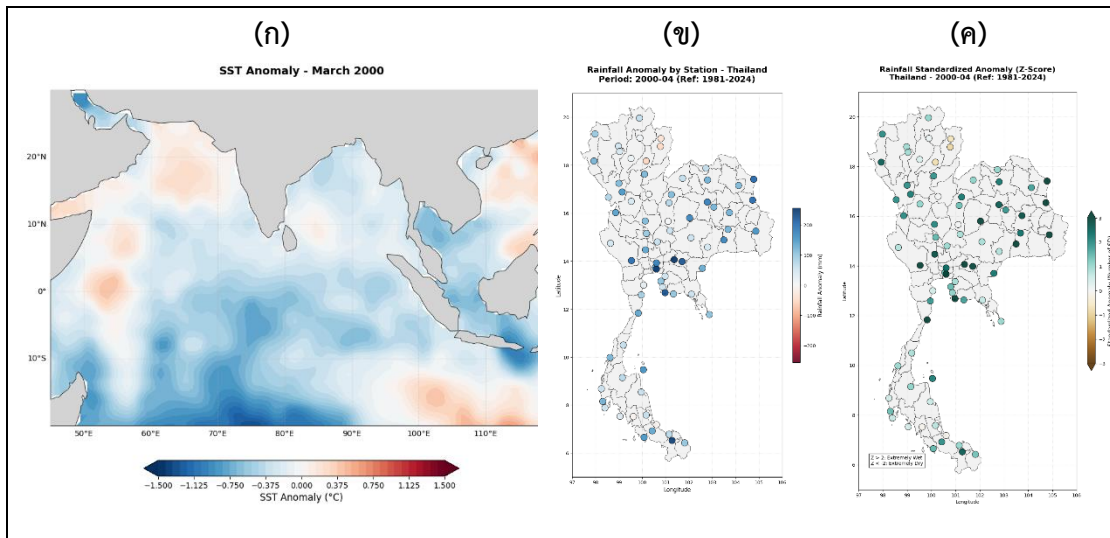
Canonical Variates



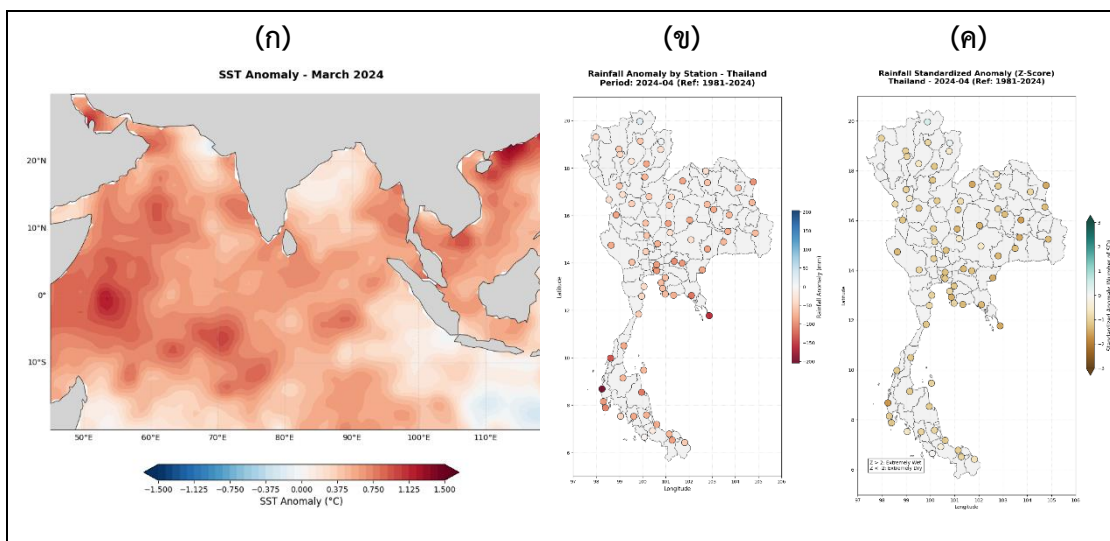
Y Loading Patterns



ภาพที่ 56 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักร่วมกันคานอนิคอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงมีนาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนเมษายน และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 57 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมีนาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนเมษายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนเมษายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2000



ภาพที่ 58 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมีนาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนเมษายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนเมษายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2024

3.2.5 สหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนเมษายนและฝนเดือนพฤษภาคม

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนเมษายนเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนพฤษภาคมเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

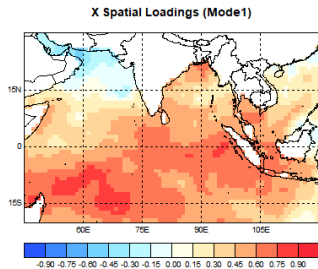
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 59 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลสูงสุด 0.5071 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแดง (ค่าบวก) โดยเฉพาะบริเวณฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทร เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า-น้ำเงิน (ค่าลบ) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณภาคเหนือและภาคกลาง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนในบริเวณดังกล่าว และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนเมษายน 2000 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนพฤษภาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 60 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่เย็นลง (ค่าลบ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณพื้นที่ประเทศไทยตอนบนโดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือและภาคกลาง ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

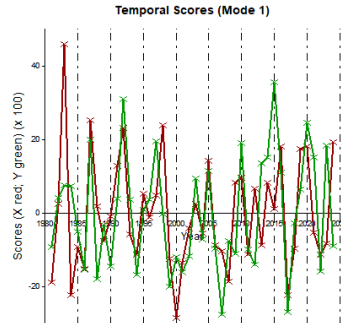
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.3089 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือบริเวณด้านตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีส้ม (ค่าบวก) และบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่สีฟ้า (ค่าลบ) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณภาคใต้โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ตอนล่างเป็นสีส้ม (ค่าบวก) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนเมษายน 1991 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนพฤษภาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 61 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณพื้นที่บริเวณด้านตะวันตกของมหาสมุทรอินเดีย มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

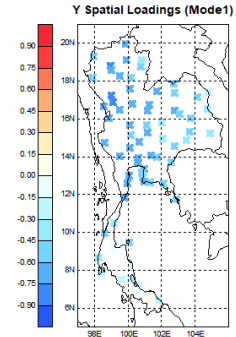
X Loading Patterns



Canonical Variates

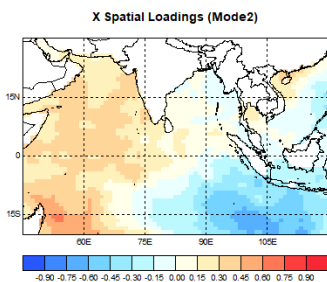


Y Loading Patterns

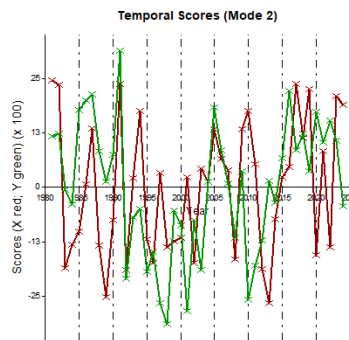


(ข) CCA2

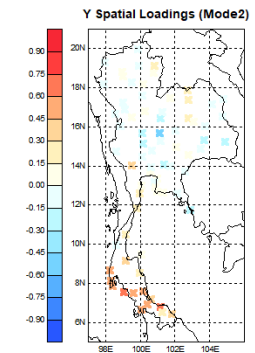
X Loading Patterns



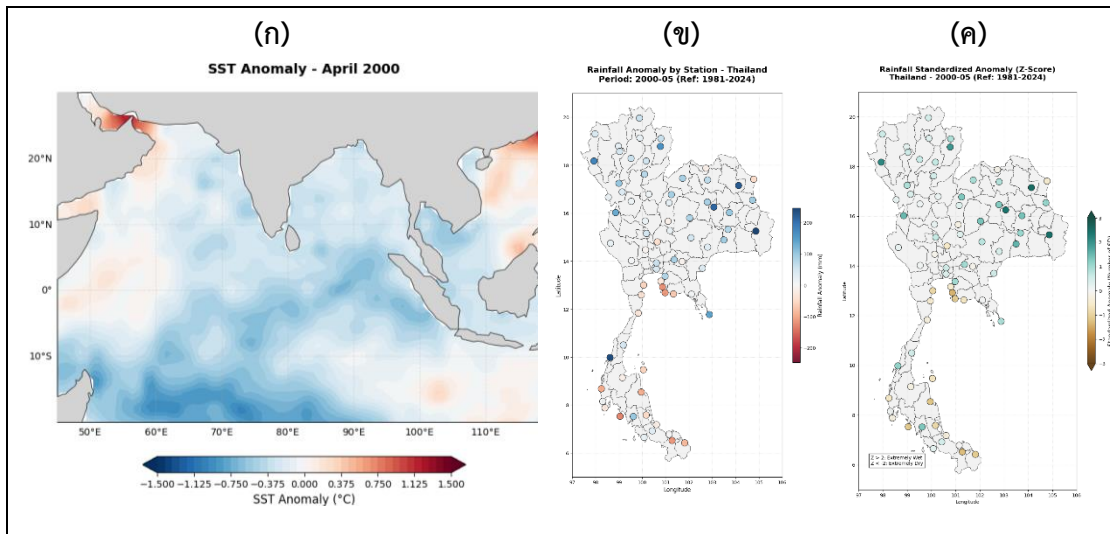
Canonical Variates



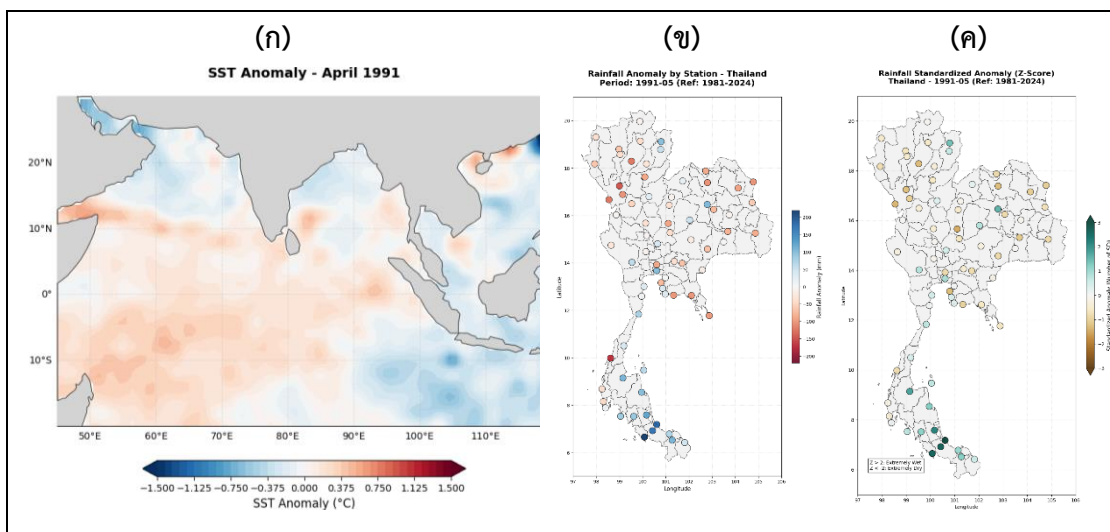
Y Loading Patterns



ภาพที่ 59 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคัลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเมษายน กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนพฤษภาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 60 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนเมษายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนพฤษภาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนพฤษภาคม ที่เกิดขึ้นในปี.ศ. 2000



ภาพที่ 61 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนเมษายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนพฤษภาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนพฤษภาคม ที่เกิดขึ้นในปี.ศ. 1991

3.2.6 สหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤษภาคมและฝนเดือนมิถุนายน

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนพฤษภาคมเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมิถุนายนเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

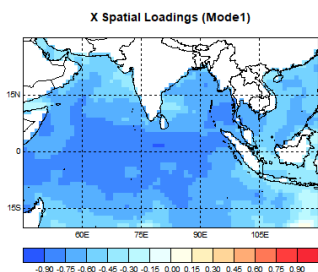
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 62 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลสูงสุด 0.3727 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียซึ่งมีพื้นที่เป็นพื้าน้ำเงิน (ค่าลบ) โดยเฉพาะบริเวณตรงกลางของมหาสมุทร เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้เป็นสีฟ้า (ค่าลบ) ในขณะที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นเหลือง-ส้ม (ค่าบวก) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ แต่มีทิศทางตรงข้ามกันในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤษภาคม 1981 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนมิถุนายนของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 63 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดียที่เย็นลง (ค่าลบ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

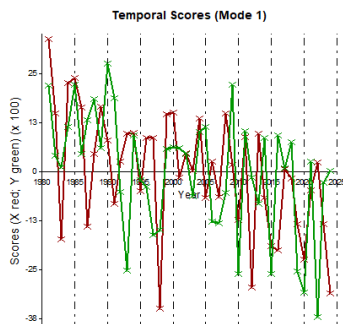
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.2090 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือบริเวณด้านตะวันตกของมหาสมุทรอินเดียที่เป็นสีฟ้า (ค่าลบ) กับบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของมหาสมุทรอินเดียรวมทั้งบริเวณทะเลอาราเบียนซึ่งมีพื้นที่สีเหลือง-ส้ม (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสีเหลือง-ส้ม (ค่าบวก) โดยเฉพาะบริเวณประเทศไทยตอนบน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของมหาสมุทรอินเดีย และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤษภาคม 2016 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนมิถุนายนของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 64 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกเฉียงเหนือของมหาสมุทรอินเดีย มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณประเทศไทยตอนบน ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

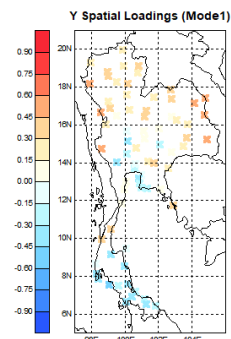
X Loading Patterns



Canonical Variates

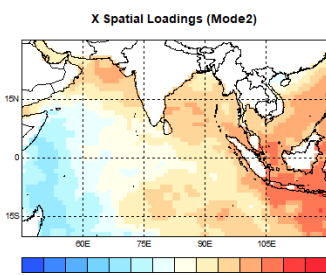


Y Loading Patterns

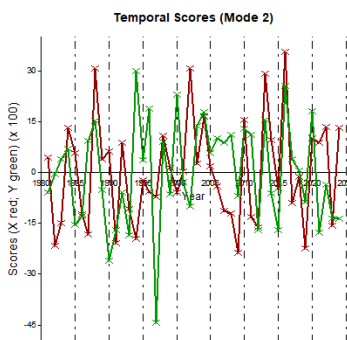


(ข) CCA2

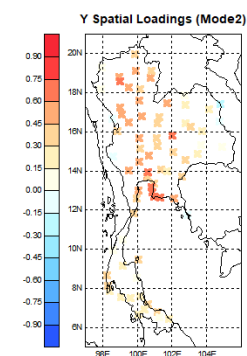
X Loading Patterns



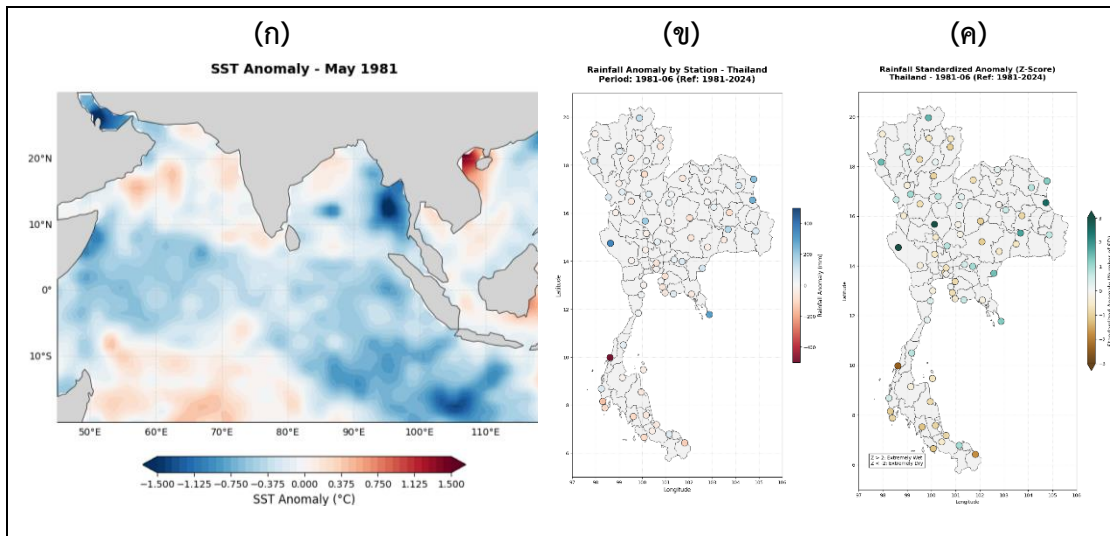
Canonical Variates



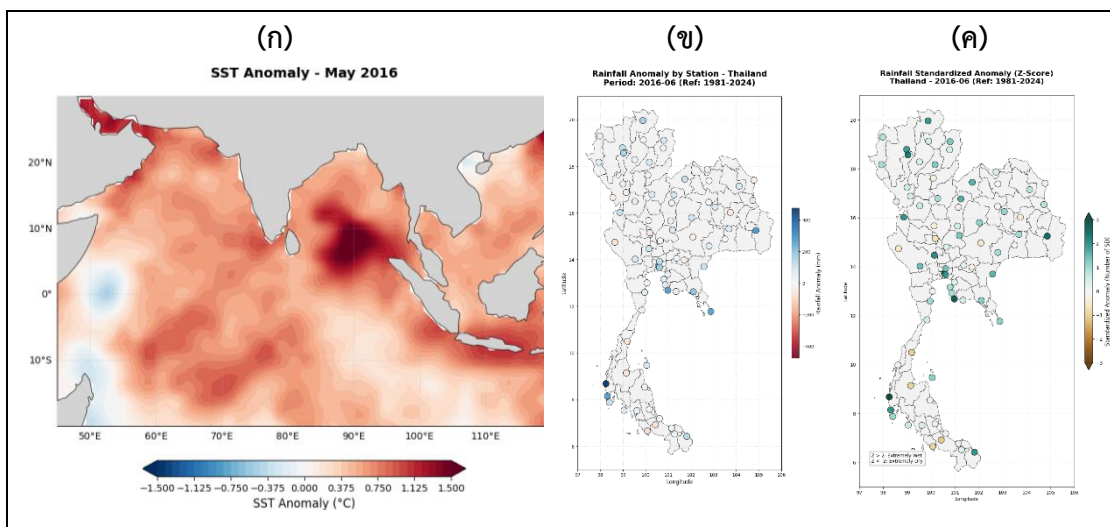
Y Loading Patterns



ภาพที่ 62 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วง พฤษภาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนมิถุนายน และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 63 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนพฤษภาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมิถุนายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมิถุนายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1981



ภาพที่ 64 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนพฤษภาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมิถุนายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมิถุนายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2016

3.2.7 สหสัมพันธ์คาโนนิกอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมิถุนายนและฝนเดือนกรกฎาคม

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนมิถุนายนเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกรกฎาคมเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

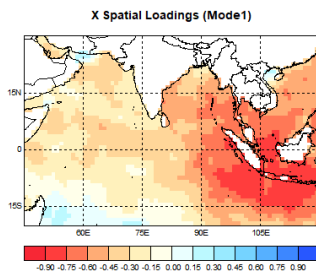
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 65 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลสูงสุด 0.4072 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียมีพื้นที่เป็นส้ม-แดง (ค่าลบ) โดยเฉพาะบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรเมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นสีส้ม (ค่าลบ) โดยเฉพาะในภาคตะวันออก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับฝนในบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย เมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมิถุนายน 2016 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 66 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

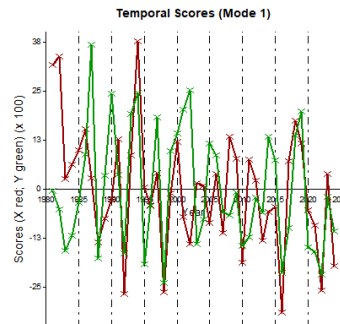
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.3356 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะบริเวณตอนล่างของมหาสมุทรที่เป็นสีส้ม-แดง (ค่าลบ) กับบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรซึ่งมีพื้นที่สีฟ้า (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยตอนบนส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า-น้ำเงิน (ค่าบวก) โดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนบริเวณภาคใต้จะเป็นสีเหลือง (ค่าลบ) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะบริเวณตอนใต้ ที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบน และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมิถุนายน 1991 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนกรกฎาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 67 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) บริเวณมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะตอนล่างของมหาสมุทร มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) ในบริเวณประเทศไทยตอนบน ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

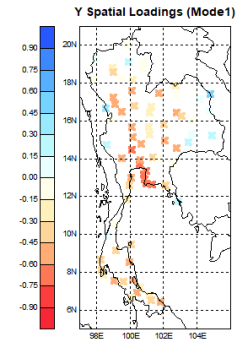
X Loading Patterns



Canonical Variates

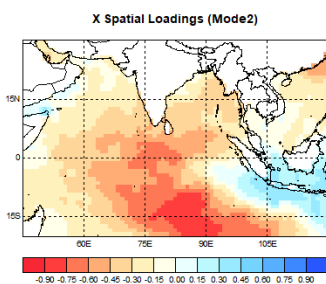


Y Loading Patterns

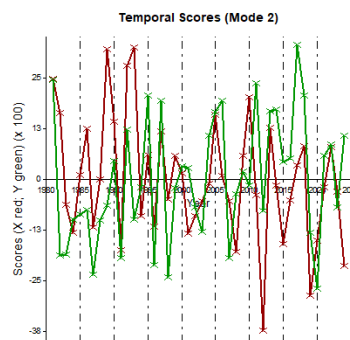


(ข) CCA2

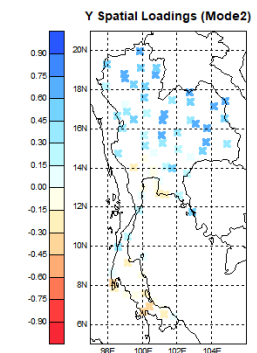
X Loading Patterns



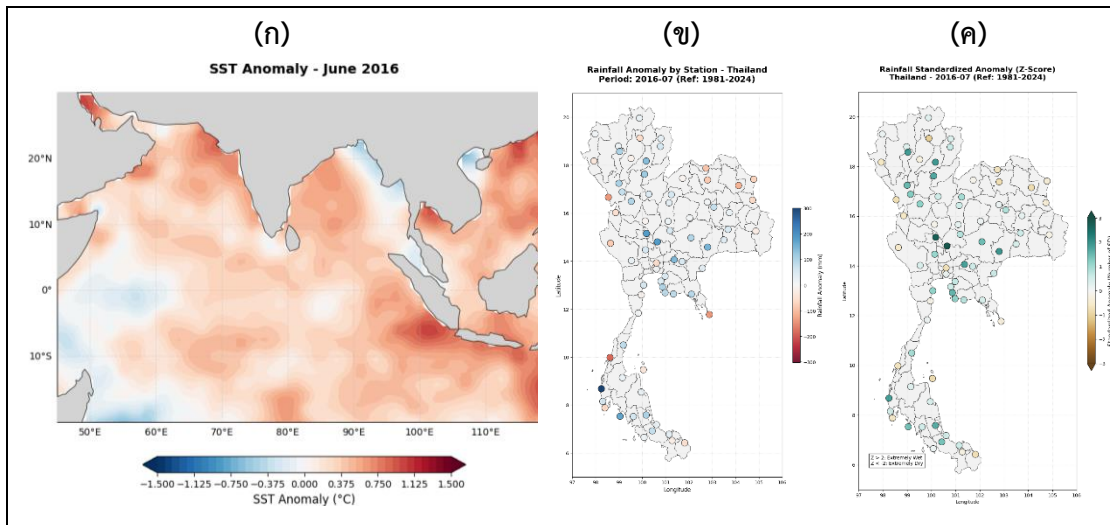
Canonical Variates



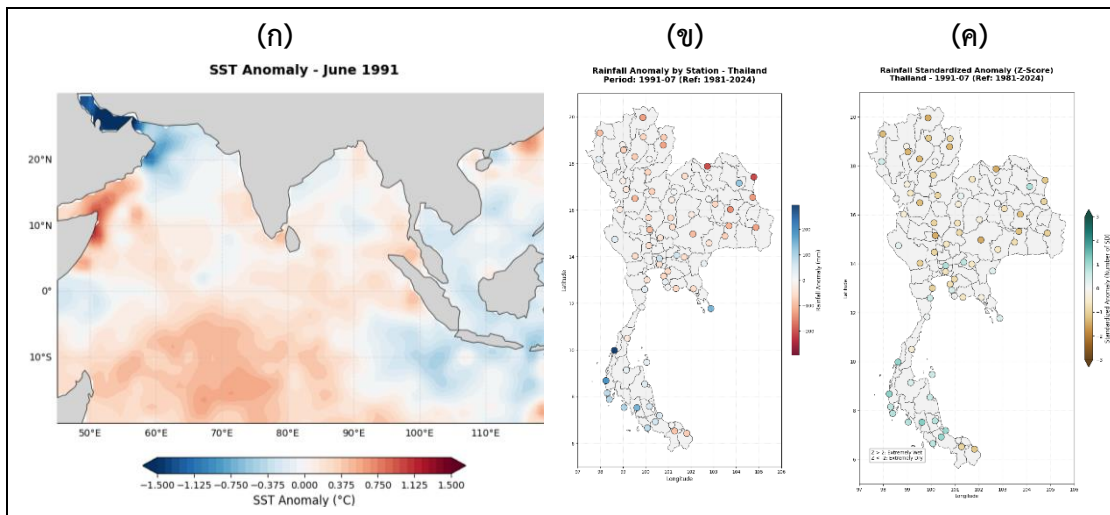
Y Loading Patterns



ภาพที่ 65 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคัลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วง มิถุนายน กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกรกฎาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 66 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนมิถุนายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกรกฎาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนกรกฎาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2016



ภาพที่ 67 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนพฤษภาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนมิถุนายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนมิถุนายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1991

3.2.8 สหสัมพันธ์คาโนนิกอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกรกฎาคมและฝนเดือนสิงหาคม

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนกรกฎาคมเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนสิงหาคมเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

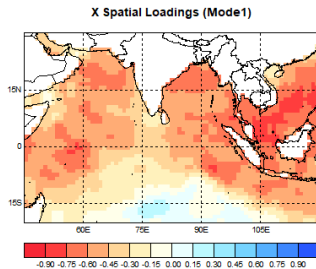
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 68 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลสูงสุด 0.6620 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียส่วนใหญ่มีพื้นที่เป็นสีส้ม-แดง (ค่าลบ) ยกเว้น บริเวณตอนล่างของมหาสมุทรที่มีพื้นที่สีฟ้า (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้เป็นสีส้ม-แดง (ค่าลบ) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนในบริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ เมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 แสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกรกฎาคม 1998 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนสิงหาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 69 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) บริเวณภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

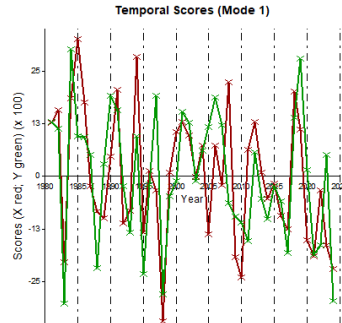
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.3392 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะบริเวณตรงกลางของมหาสมุทรที่เป็นสีส้ม-แดง (ค่าลบ) กับบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรซึ่งมีพื้นที่สีฟ้า (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสีส้ม-แดง (ค่าลบ) โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนบริเวณประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกรกฎาคม 2019 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนสิงหาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 70 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) บริเวณประเทศไทยตอนบน โดยเฉพาะภาคเหนือ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

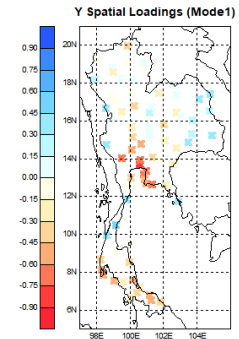
X Loading Patterns



Canonical Variates

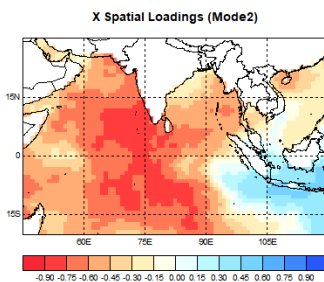


Y Loading Patterns

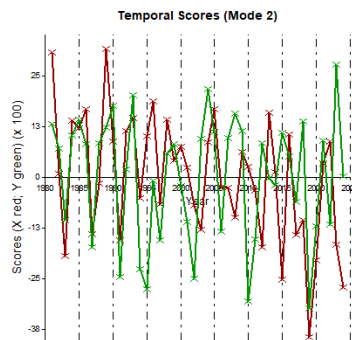


(ข) CCA2

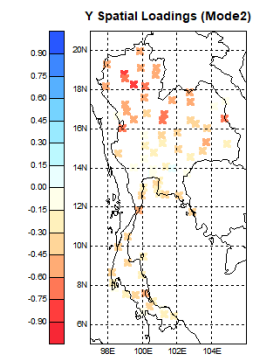
X Loading Patterns



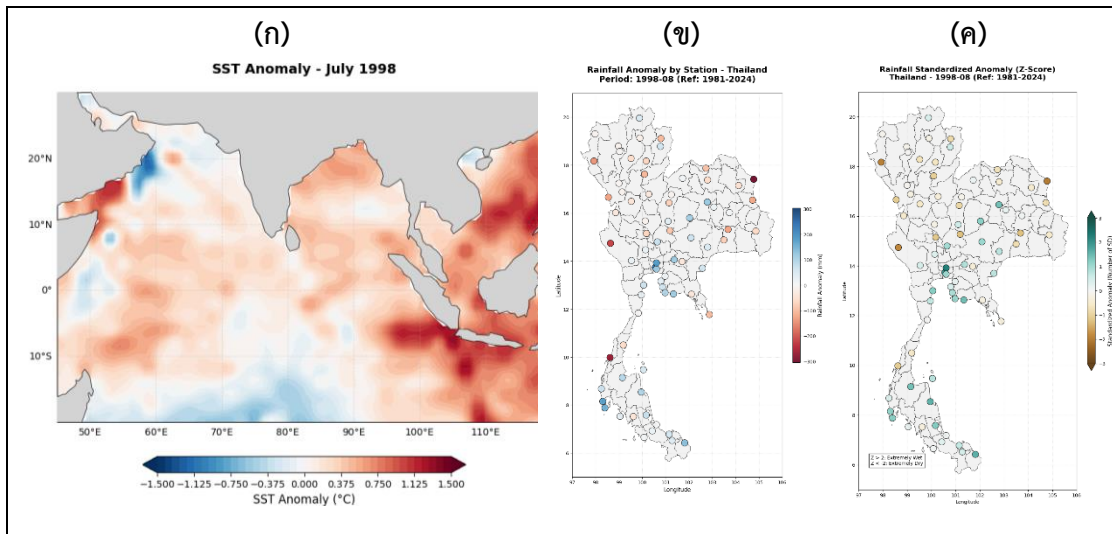
Canonical Variates



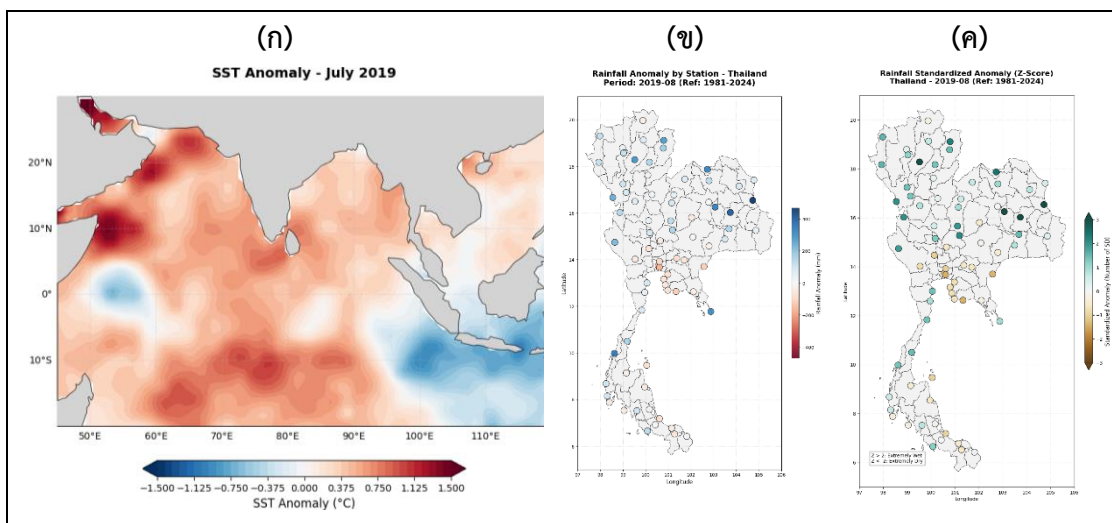
Y Loading Patterns



ภาพที่ 68 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงกรกฎาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนสิงหาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 69 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกรกฎาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนสิงหาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนสิงหาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1998



ภาพที่ 70 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกรกฎาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนสิงหาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนสิงหาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2019

3.2.9 สหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนสิงหาคมและฝนเดือนกันยายน

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนสิงหาคมเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกันยายนเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

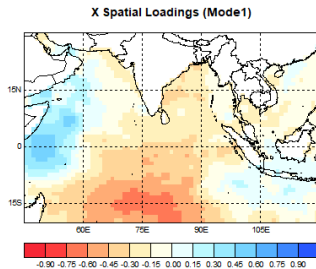
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 71 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลสูงที่สุด 0.4921 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดียพื้นที่เป็นส้ม (ค่าลบ) ในขณะที่บริเวณด้านตะวันตกและบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรที่มีพื้นที่สีฟ้า (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณภาคเหนือและภาคใต้ตอนล่างเป็นสีฟ้า (ค่าบวก) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดียกับฝนในบริเวณภาคเหนือและภาคใต้ตอนล่าง เมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนสิงหาคม 1991 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนกันยายนของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 72 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกันกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) บริเวณภาคเหนือและภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

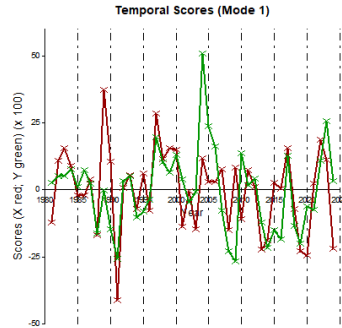
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.3917 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดีย สีส้ม-แดง (ค่าลบ) กับบริเวณเกาะสุมาตราซึ่งมีพื้นที่สีฟ้า (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นสีส้ม (ค่าลบ) โดยเฉพาะบริเวณประเทศไทยตอนบนและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดีย ที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนและภาคใต้ฝั่งตะวันตก และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนสิงหาคม 1981 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนกันยายนของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 73 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณดังกล่าว ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

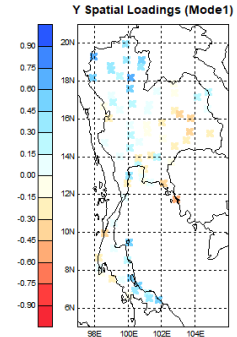
X Loading Patterns



Canonical Variates

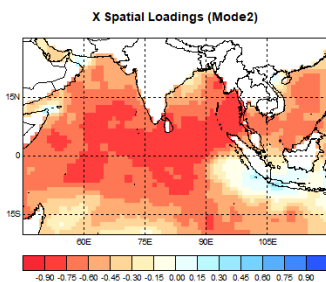


Y Loading Patterns

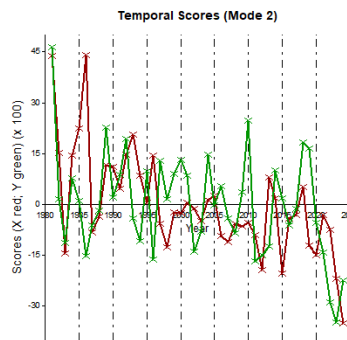


(ข) CCA2

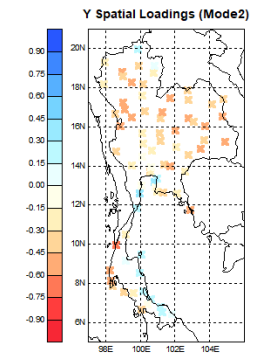
X Loading Patterns



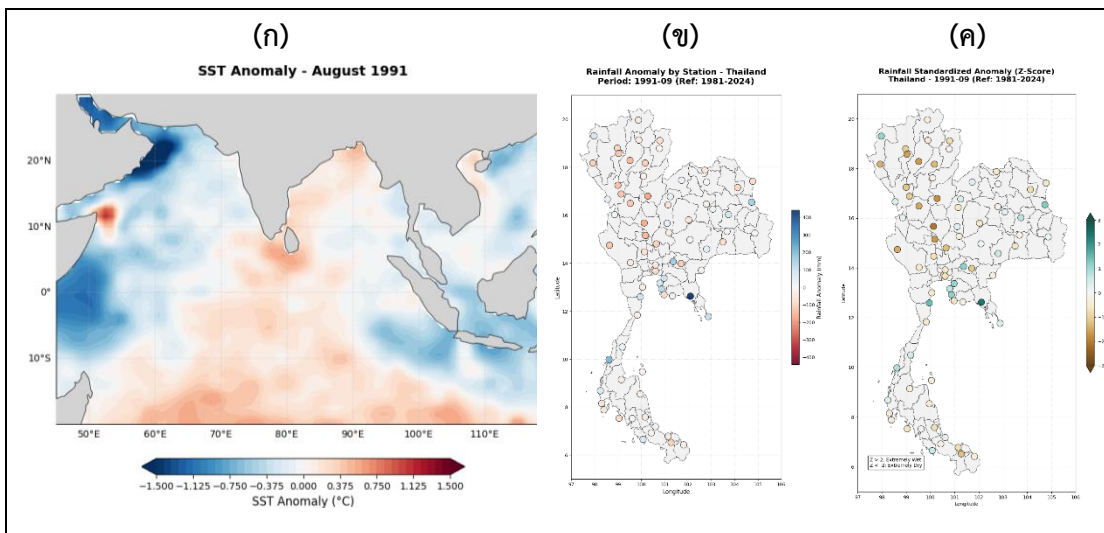
Canonical Variates



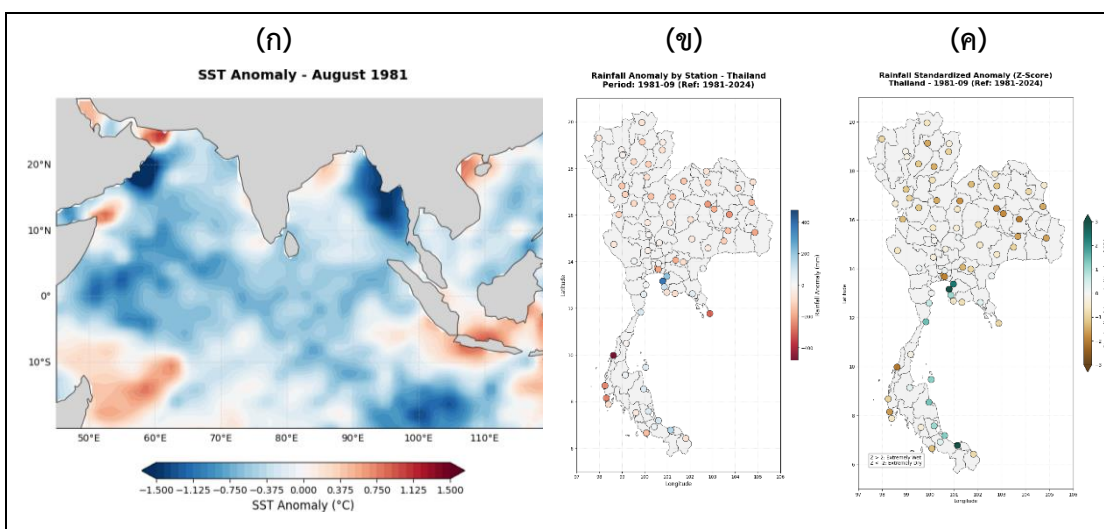
Y Loading Patterns



ภาพที่ 71 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักสหสัมพันธ์คาโนนิคัลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงสิงหาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนกันยายน และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 72 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนสิงหาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกันยายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนกันยายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1991



ภาพที่ 73 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนสิงหาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนกันยายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนกันยายน ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1991

3.2.10 สหสัมพันธ์คาโนนิกอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกันยายนและฝนเดือนตุลาคม

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนกันยายนเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนตุลาคมเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

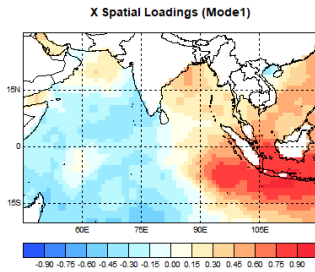
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 74 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลสูงสุด 0.5910 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล 2 บริเวณคือฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย พบว่าบริเวณฝั่งตะวันตกเป็นสีฟ้า (ค่าลบ) ส่วนบริเวณฝั่งตะวันออกของมหาสมุทร โดยเฉพาะบริเวณเกาะสุมาตราที่มีพื้นที่สีส้ม-แดง (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยส่วนใหญ่ โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกและภาคตะวันออกเป็นสีส้ม (ค่าบวก) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะบริเวณใกล้เกาะสุมาตรากับฝนบริเวณพื้นที่ดังกล่าว เมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกันยายน 2019 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนตุลาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 75 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรอินเดียที่เย็นลง (ค่าลบ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) ในบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกและภาคตะวันออก ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

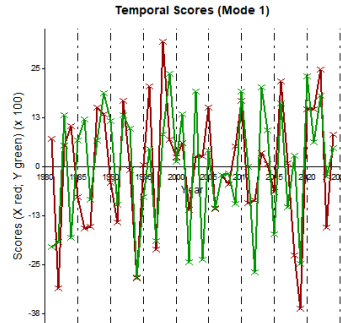
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.1165 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดียสีส้ม-แดง (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณประเทศไทยตอนบนเป็นสีส้ม (ค่าบวก) กับบริเวณภาคใต้สีฟ้า (ค่าลบ) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดีย ที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนแต่จะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนบริเวณภาคใต้ และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกันยายน 2023 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนตุลาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 76 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณประเทศไทยตอนบนและมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) ในบริเวณภาคใต้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

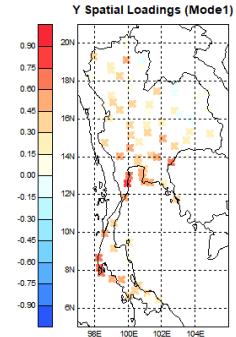
X Loading Patterns



Canonical Variates

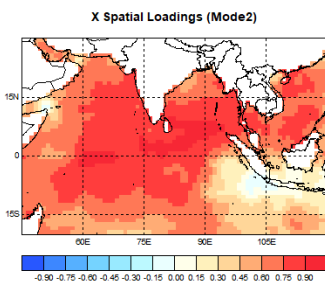


Y Loading Patterns

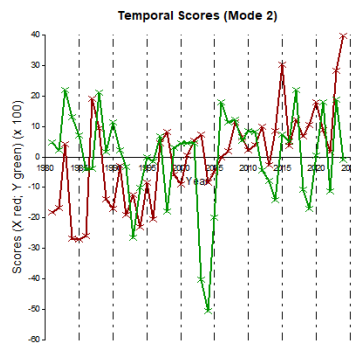


(ข) CCA2

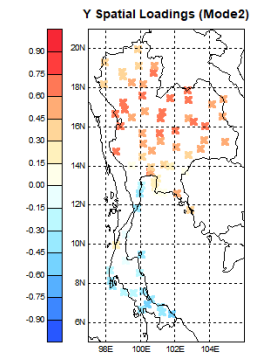
X Loading Patterns



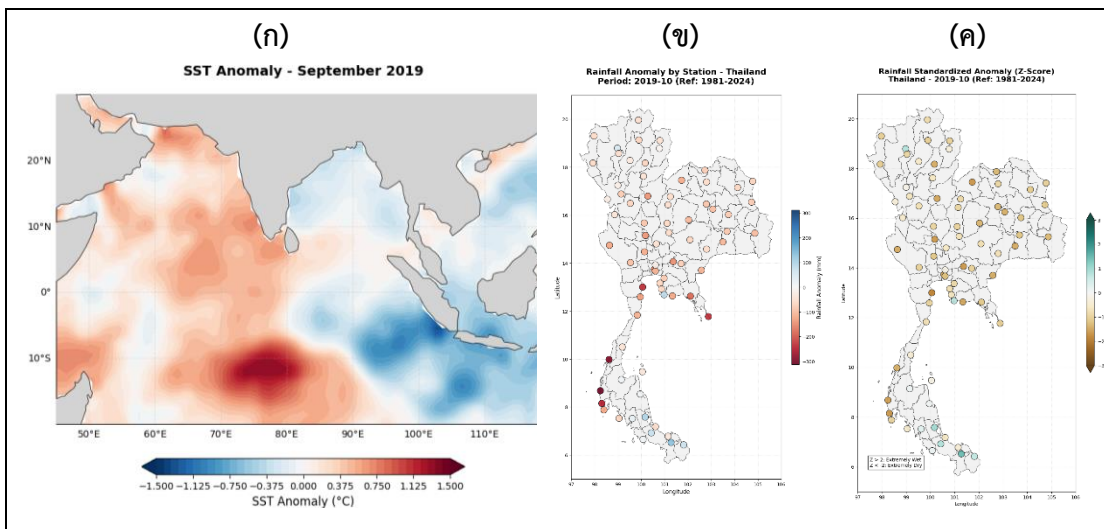
Canonical Variates



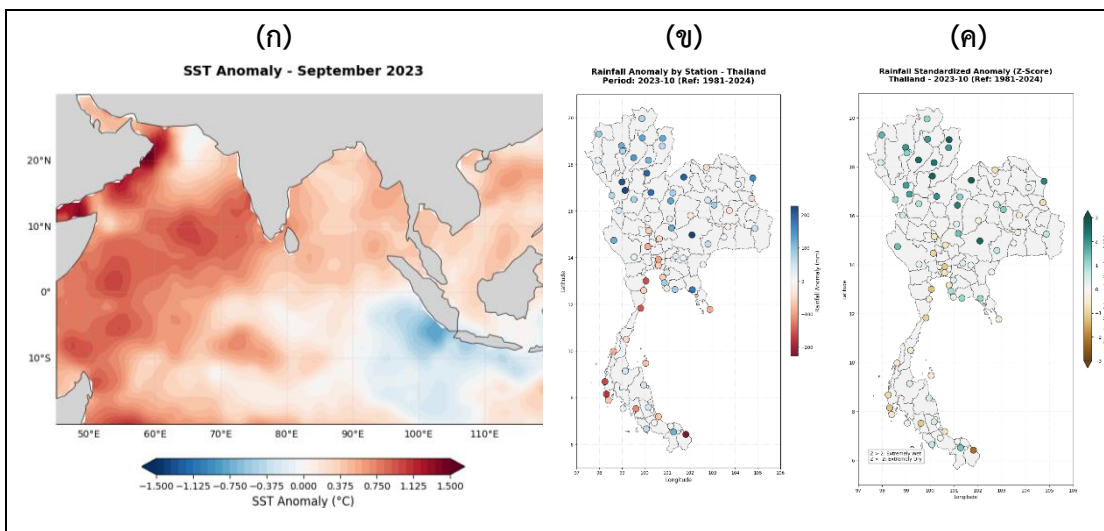
Y Loading Patterns



ภาพที่ 74 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักร่วมกันสหสัมพันธ์คาโนนิคัลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเดือน กันยายน ถึงรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนตุลาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 75 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกันยายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนตุลาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนตุลาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2019



ภาพที่ 76 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนกันยายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนตุลาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนตุลาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2023

3.2.11 สหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนตุลาคมและฝนเดือนพฤศจิกายน

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนตุลาคมเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนพฤศจิกายนเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

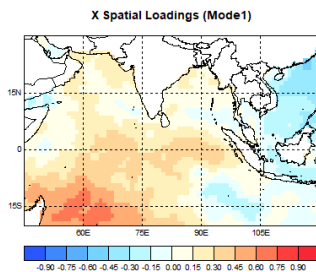
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 77 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลสูงที่สุด 0.5246 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทร โดยเฉพาะบริเวณฝั่งตะวันตกเฉียงใต้เป็นสีส้ม (ค่าบวก) ส่วนบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรเป็นสีฟ้า (ค่าลบ) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยตอนบนมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า (ค่าลบ) และบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกเป็นสีส้ม (ค่าบวก) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรกับฝนบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบน เมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนตุลาคม 1996 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายนของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 78 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดียที่เย็นลง (ค่าลบ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) บริเวณบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกแต่กลับมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

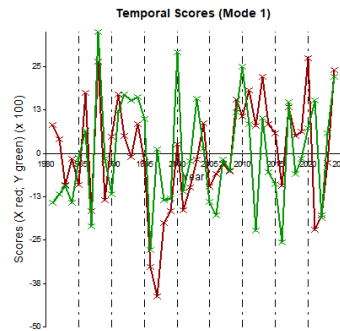
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.3972 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดียโดยเฉพาะบริเวณใกล้เกาะสุมาตราเป็นสีส้ม-แดง (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นสีส้ม (ค่าบวก) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณใกล้เกาะสุมาตรา ที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนตุลาคม 2006 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายนของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 79 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณใกล้เกาะสุมาตราที่เย็นลง (ค่าลบ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่ลดลง (ค่าลบ) ในบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2

(ก) CCA1

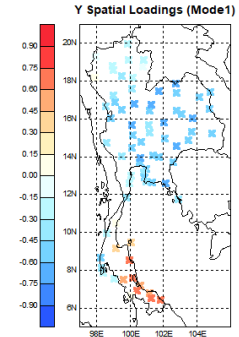
X Loading Patterns



Canonical Variates

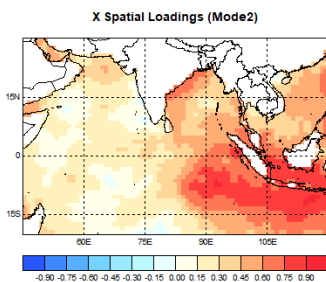


Y Loading Patterns

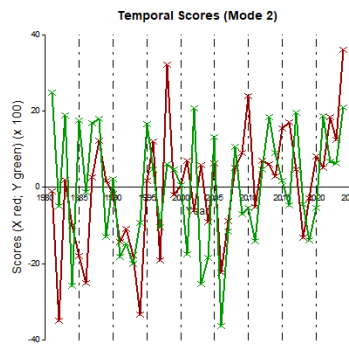


(ข) CCA2

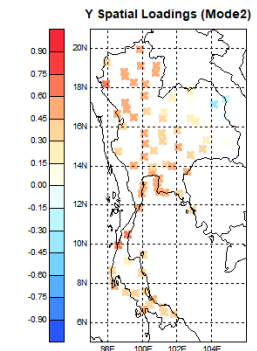
X Loading Patterns



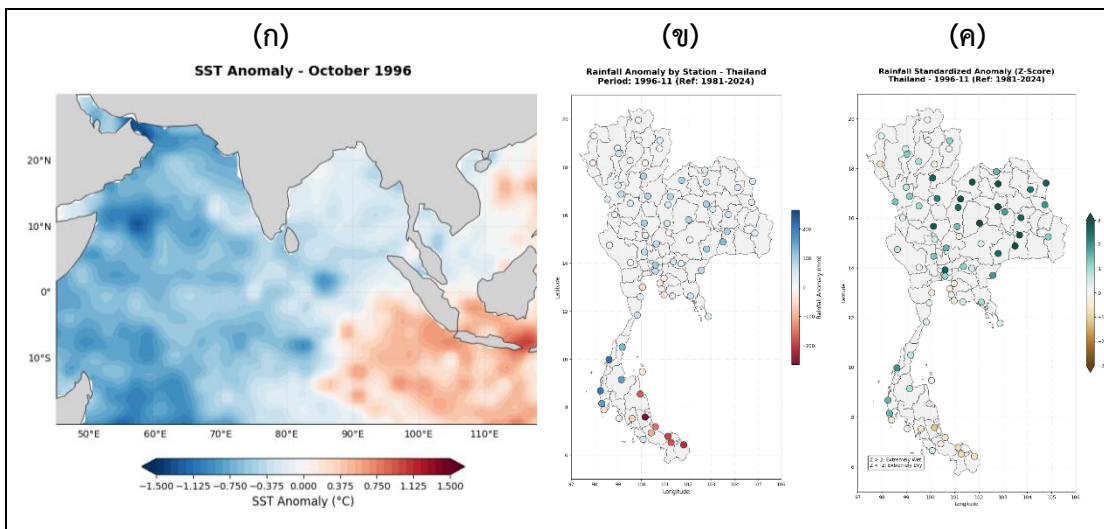
Canonical Variates



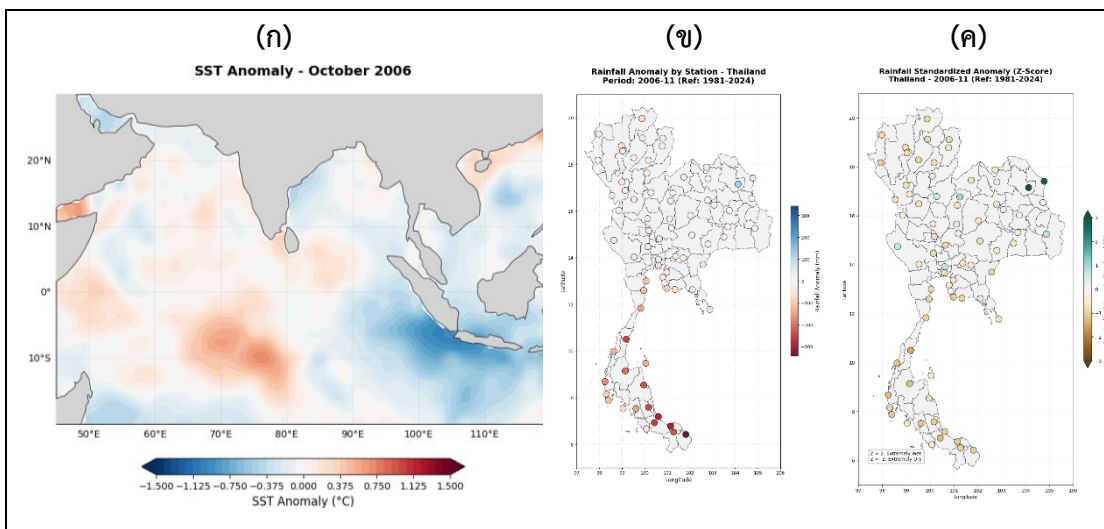
Y Loading Patterns



ภาพที่ 77 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักร่วมกันอันดับแรกและอันดับสองระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเดือนตุลาคม กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนพฤศจิกายน และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 78 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนตุลาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนพฤศจิกายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนพฤศจิกายน ที่เกิดขึ้นในปี.ศ. 1996



ภาพที่ 79 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนตุลาคม (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนพฤศจิกายน (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนพฤศจิกายน ที่เกิดขึ้นในปี.ศ. 2006

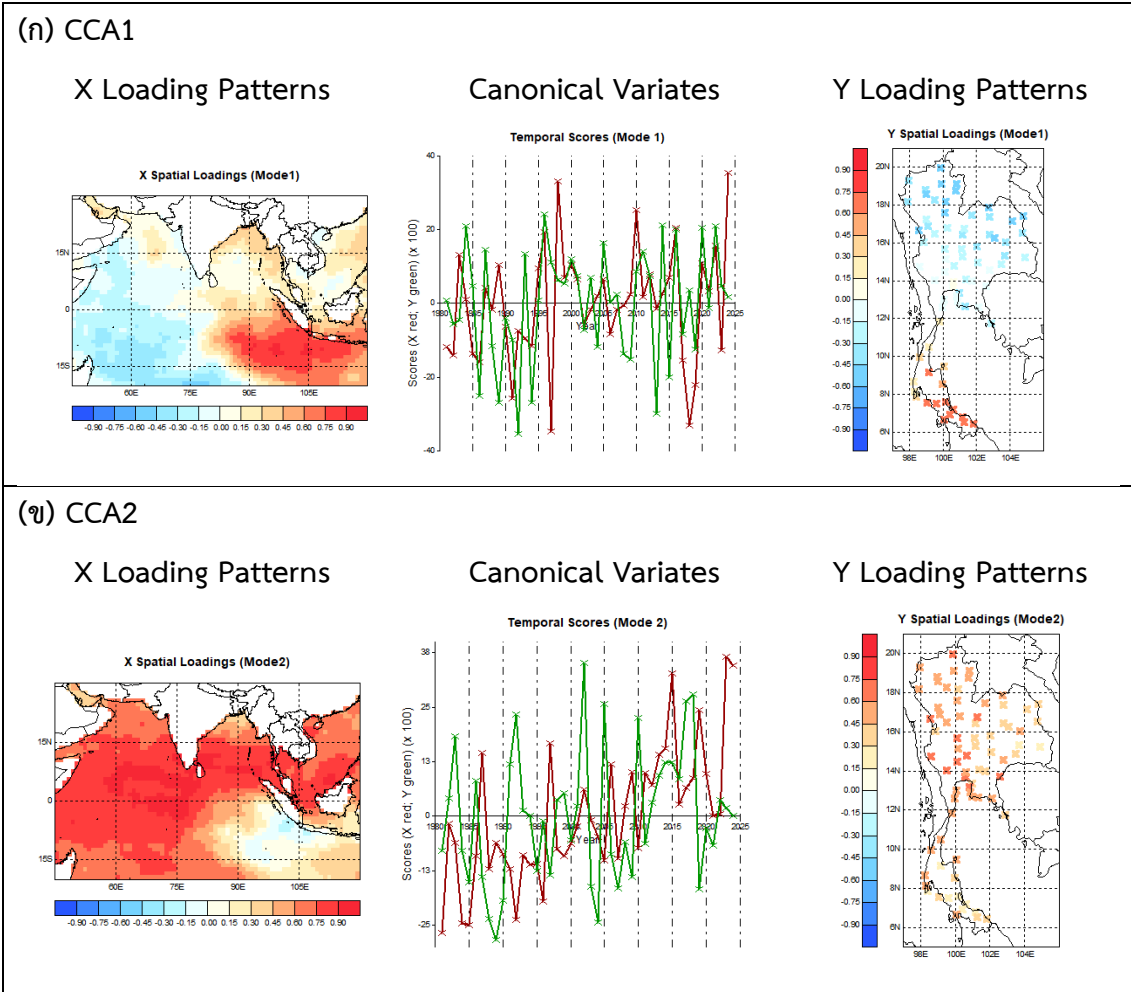
3.2.12 สหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤศจิกายนและฝนเดือนธันวาคม

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์คาโนนิกอลระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนพฤศจิกายนเป็นตัวแปรต้นกับฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนธันวาคมเป็นตัวแปรตาม โดยสามารถแสดงรูปแบบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Pattern)

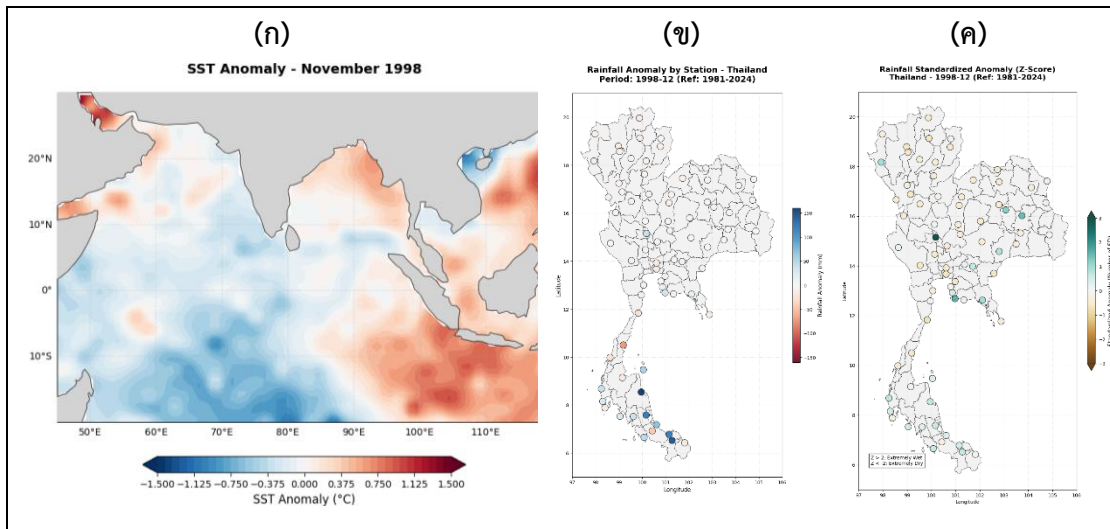
ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับฝนบริเวณประเทศไทย และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลาได้ 2 รูปแบบดังภาพที่ 80 (ก-ข) พบว่า

CCA1 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลลสูงสุด 0.2995 และแสดงรูปแบบขององค์ประกอบหลักของความสัมพันธ์ได้มากที่สุด โดยแสดงรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ที่มีพื้นที่เป็นสีส้ม-แดง (ค่าบวก) ส่วนบริเวณฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรเป็นสีฟ้า (ค่าลบ) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณประเทศไทยตอนบนมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า (ค่าลบ) โดยเฉพาะบริเวณตอนบนของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่บริเวณภาคใต้เป็นสีส้ม (ค่าบวก) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย แต่กลับมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบน เมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤศจิกายน 1998 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนธันวาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 81 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนบริเวณภาคใต้ที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) แต่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับฝนบริเวณประเทศไทยตอนบนที่ลดลง (ค่าลบ) ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA1

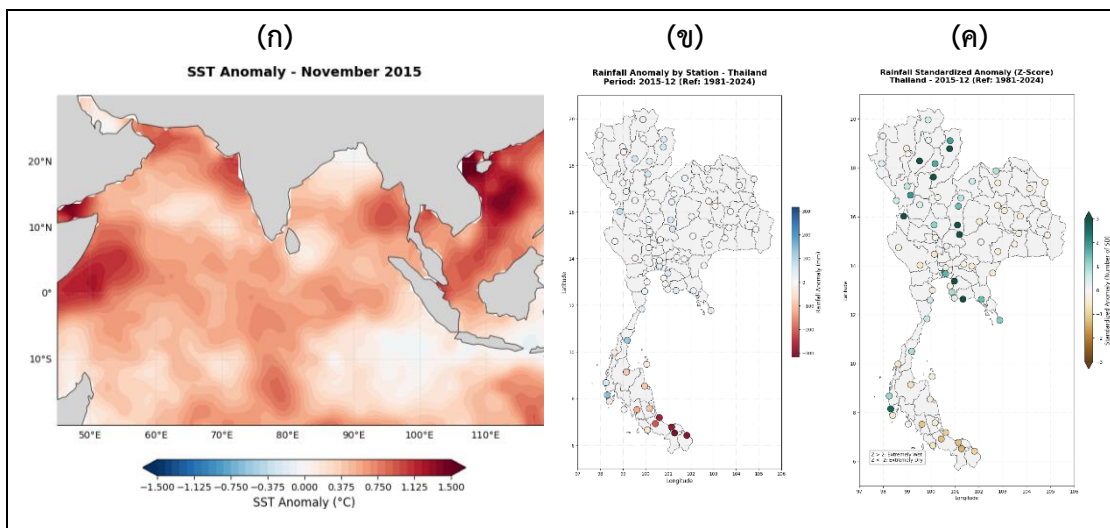
CCA2 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลในลำดับรองลงมาที่ 0.0771 แสดงรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของมหาสมุทรอินเดียเป็นสีส้ม-แดง (ค่าบวก) เมื่อพิจารณารูปแบบความสัมพันธ์กับฝนที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยพบว่า บริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือและภาคกลางเป็นสีส้ม (ค่าบวก) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดีย ที่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนบริเวณดังกล่าว และเมื่อพิจารณาจากกราฟสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเชิงเวลาพบว่า รูปแบบของ CCA2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้เด่นชัดระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤศจิกายน 2015 กับฝนที่เกิดขึ้นในเดือนธันวาคมของปีเดียวกัน ดังภาพที่ 82 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของลักษณะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียที่อุ่นขึ้น (ค่าบวก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้น (ค่าบวก) ในบริเวณภาคเหนือและภาคกลาง ซึ่งมีความสอดคล้องกับรูปแบบของ CCA2



ภาพที่ 80 (ก-ข) รูปแบบเชิงน้ำหนักร่วมกันคานอนิคอระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในช่วงเดือนพฤศจิกายน กับรูปแบบฝนบริเวณประเทศไทยในช่วงเดือนธันวาคม และกราฟความแปรปรวนเชิงอนุกรมเวลา



ภาพที่ 81 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนพฤศจิกายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนธันวาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนธันวาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 1998



ภาพที่ 82 (ก) อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติเดือนพฤศจิกายน (ข) ปริมาณฝนที่ผิดปกติเดือนธันวาคม (ค) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเดือนธันวาคม ที่เกิดขึ้นในปีค.ศ. 2015

4. สรุปผลการดำเนินการ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์รูปแบบความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติ (Sea Surface Temperature Anomaly: SSTA) ในมหาสมุทรอินเดีย กับรูปแบบปริมาณฝนรายเดือนในประเทศไทย ครอบคลุมช่วงปี ค.ศ. 1981–2024 โดยมุ่งประเมินศักยภาพของการใช้อุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนก่อนหน้าเป็นข้อมูลสนับสนุนการพยากรณ์ฝนรายเดือน สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ Empirical Orthogonal Function (EOF) เพื่อสกัดรูปแบบเชิงพื้นที่และเชิงเวลาหลักของ SSTA และปริมาณฝน จากนั้นประยุกต์ Canonical Correlation Analysis (CCA) เพื่อศึกษาความแปรปรวนร่วมและความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างตัวแปรทั้งสอง โดยใช้โปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT) เป็นเครื่องมือหลัก

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง SSTA และปริมาณฝน ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงความสัมพันธ์เชิงสถิติแต่ยังสะท้อนถึงกระบวนการไหลเวียนบรรยากาศและการถ่ายเทพลังงานในระดับภูมิภาค อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์บางช่วงอาจได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์ ENSO และระบบภูมิอากาศอื่นๆ ซึ่งควรถูกพิจารณาเพิ่มเติมในงานวิจัยต่อไป

4.1 สรุปผลการดำเนินการ

4.1.1 รูปแบบความแปรปรวนหลักของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย

ผลการวิเคราะห์ EOF ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลแสดงให้เห็นว่า รูปแบบความแปรปรวนหลักสามารถอธิบายได้ด้วย EOF เพียงไม่กี่โหมด โดยในหลายเดือน EOF โหมดที่ 1 ถึง 4 สามารถอธิบายความแปรปรวนสะสมได้มากกว่าร้อยละ 70 ของความแปรปรวนทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียมีโครงสร้างเชิงพื้นที่ที่เกิดขึ้นซ้ำและมีความเสถียรในระยะยาว

ในเชิงพื้นที่ รูปแบบ EOF ที่สำคัญมักแสดงความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างบริเวณด้านตะวันตกและด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรและบริเวณใกล้เกาะสุมาตรา พื้นที่ดังกล่าวมีบทบาทสำคัญต่อการไหลเวียนบรรยากาศเขตร้อน รูปแบบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงกลไกการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศ ซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อความแรงของลมมรสุมและความชื้นบริเวณภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลา (Temporal Scores) ของแต่ละโหมดแสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีความผันแปรระหว่างปีและความผันแปรระยะยาว ซึ่งบางช่วงสอดคล้องกับเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่ เช่น ความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเขตร้อน

4.1.2 รูปแบบความแปรปรวนหลักของปริมาณฝนในประเทศไทย

การวิเคราะห์ EOF ของปริมาณฝนในประเทศไทยแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างเชิงพื้นที่ของฝนอย่างเด่นชัดในแต่ละเดือน โดยรูปแบบ EOF โหมดแรกๆ สามารถอธิบายความแปรปรวนสะสมได้ประมาณร้อยละ 60 ซึ่งสะท้อนลักษณะฝนโดยรวมของประเทศได้อย่างมีนัยสำคัญ ในหลายเดือนรูปแบบฝนแสดงความแตกต่างระหว่างประเทศไทยตอนบนและภาคใต้ รวมถึงความแตกต่างระหว่างฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของประเทศ ซึ่งสะท้อนอิทธิพลของระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลักษณะภูมิประเทศ เช่น แนวเทือกเขาและคาบสมุทร

ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของ EOF แต่ละโหมดแสดงให้เห็นว่าบางรูปแบบฝนเกิดขึ้นเด่นชัดในบางปี ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับสภาวะอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่ผิดปกติในมหาสมุทรอินเดียได้ตั้งในขั้นตอนการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอลล

4.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝนจากการวิเคราะห์ CCA

ผลการวิเคราะห์ CCA แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียของเดือนก่อนหน้ามีความสัมพันธ์เชิงสถิติกับรูปแบบของปริมาณฝนในประเทศไทยของเดือนถัดไปในหลายช่วงเวลา โดยเฉพาะรูปแบบ CCA1 และ CCA2 ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรทั้งสองได้ดีที่สุด

รูปแบบ CCA1 มักแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ในลักษณะที่เมื่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียตะวันตกหรือบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรมีค่าเย็นกว่าค่าปกติ จะสัมพันธ์กับฝนที่ลดลงในประเทศไทยตอนบน โดยเฉพาะบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่บางภูมิภาค เช่น ภาคใต้อาจแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม รูปแบบดังกล่าวสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนบรรยากาศในระดับภูมิภาค ซึ่งส่งผลต่อการกระจายตัวของความชื้น

สำหรับรูปแบบ CCA2 พบว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่อุ่นขึ้นบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะบริเวณใกล้เกาะสุมาตรา มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับฝนที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย โดยเฉพาะประเทศไทยตอนบน ในทางกลับกัน เมื่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณดังกล่าวมีค่าเย็นกว่าค่าปกติ จะสัมพันธ์กับฝนที่ลดลงในหลายภูมิภาค รูปแบบนี้ชี้ให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียที่เข้าสู่บริเวณประเทศไทย

4.1.4 ความแปรผันตามฤดูกาลและการวิเคราะห์รายเดือน

การวิเคราะห์ในรายเดือนแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและฝนมีลักษณะแตกต่างตามฤดูกาลอย่างชัดเจนในช่วงต้นฤดูฝน ความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีอิทธิพลต่อฝนในประเทศไทยตอนบนมากเป็นพิเศษ ขณะที่ในช่วงกลางฤดูฝน ความสัมพันธ์มักเด่นชัด

ในภาคใต้ฝั่งตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในช่วงปลายฤดูฝนและต้นฤดูหนาว รูปแบบความสัมพันธ์สะท้อนการเปลี่ยนผ่านของระบบมรสุมและการไหลเวียนบรรยากาศขนาดใหญ่

การแยกวิเคราะห์รายเดือนทำให้สามารถระบุได้ว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของเดือนใดมีศักยภาพสูงในการนำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้ล่วงหน้าสำหรับการพยากรณ์ฝนของเดือนถัดไป ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์เชิงสถิติในอนาคต

4.1.5 ศักยภาพในการประยุกต์ใช้เพื่อการพยากรณ์ฝน

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า รูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียสามารถใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเชิงสถิติสำหรับการพยากรณ์ฝนในประเทศไทย โดยเฉพาะในลักษณะการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน การใช้รูปแบบ EOF และ CCA ช่วยลดความซับซ้อนของข้อมูลและทำให้สามารถจับสัญญาณความสัมพันธ์ที่สำคัญได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ฝนเชิงฤดูกาล การสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ การวางแผนด้านการเกษตร และการเตรียมความพร้อมรับมือกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคต

4.1.6 การเชื่อมโยงรูปแบบ EOF ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับการวิเคราะห์ CCA และศักยภาพเชิงพยากรณ์

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงประจักษ์ (EOF) ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดีย สามารถจำแนกรูปแบบความแปรปรวนหลักได้จำนวน 4 รูปแบบ (EOF mode 1–4) เมื่อเชื่อมโยงกับผลการวิเคราะห์ CCA พบว่าแต่ละโหมดมีบทบาทแตกต่างกันต่อการอธิบายและพยากรณ์ฝนในประเทศไทย

EOF mode 1 เป็นรูปแบบสเกลกว้างของทั้งมหาสมุทรอินเดีย (Basin Wide) ที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีแนวโน้มอุ่นหรือเย็นในทิศทางเดียวกันทั้งมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งเป็นโหมดที่สำคัญที่สุดและมีอิทธิพลต่อปริมาณฝนในระดับประเทศ มักปรากฏเด่นชัดในหลายเดือนเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงต้นปี-กลางปี (มกราคม - มิถุนายน) รูปแบบนี้แสดงให้เห็นถึงสถานะพื้นฐานของพลังงานความร้อนในระบบมหาสมุทร-บรรยากาศ และเมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ CCA พบว่า EOF mode 1 มีส่วนร่วมในการอธิบายความแปรปรวนร่วมในระดับภาพรวม แต่ไม่ได้เป็นตัวกำหนดเชิงพื้นที่ของฝนอย่างชัดเจนในระดับภูมิภาคของประเทศไทย ดังนั้น EOF mode 1 จึงทำหน้าที่เป็นสัญญาณพื้นหลังมากกว่าตัวแปรพยากรณ์หลัก

EOF mode 2 แสดงรูปแบบความแตกต่างระหว่างด้านตะวันตกและด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole (IOD) และมีบทบาทสำคัญต่อการกระจายตัวของฝนในภูมิภาค ปรากฏเด่นชัดในหลายเดือน โดยเฉพาะในช่วง

ปลายฤดูร้อนต่อเนื่องถึงฤดูฝน โดยส่วนใหญ่มักเริ่มปรากฏรูปแบบในช่วงมิถุนายน-กรกฎาคม และปรากฏรูปแบบให้เห็นเด่นชัดในเดือนสิงหาคม-ตุลาคม รูปแบบนี้มีความสอดคล้องอย่างชัดเจนกับรูปแบบ CCA ลำดับต้น (CCA1 และ CCA2) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะบริเวณใกล้เกาะสุมาตรา มีค่าอุ่น (เย็น) กว่าค่าปกติ จะสัมพันธ์กับฝนที่เพิ่มขึ้น (ลดลง) ในประเทศไทยตอนบนและบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รูปแบบดังกล่าวสะท้อนกลไกการลำเลียงไอน้ำและการเสริมกำลังของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งทำให้ EOF mode 2 เป็นโหมดที่มีศักยภาพสูงที่สุดในการนำไปใช้เป็นตัวแปรพยากรณ์ล่วงหน้า

EOF mode 3 เป็นรูปแบบไดโพลแบบเหนือ-ใต้ แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างบริเวณเหนือและใต้เส้นศูนย์สูตร โดยมักปรากฏชัดในช่วงเปลี่ยนผ่านฤดูกาล เช่น ปลายฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ - เมษายน) และต้นฤดูฝน (พฤษภาคม - มิถุนายน) รูปแบบนี้มีความเชื่อมโยงกับ CCA ในลักษณะรอง โดยเฉพาะในบางเดือนที่ฝนในประเทศไทยตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของการยกตัวของอากาศในเขตร้อนตอนล่าง ผลการวิเคราะห์ชี้ว่า EOF mode 3 ส่งผลต่อรูปแบบฝนในลักษณะเชิงภูมิภาค เช่น การเพิ่มหรือลดของฝนในภาคใต้หรือภาคตะวันออก แต่รูปแบบนี้จะมีความเสถียรต่ำกว่า EOF mode 2 เมื่อพิจารณาในเชิงพยากรณ์

EOF mode 4 เป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นเฉพาะบริเวณ เช่น ใกล้เกาะสุมาตรา หรืออ่าวเบงกอล เป็นรูปแบบรองที่มีลักษณะเฉพาะเชิงฤดูกาลซึ่ง ส่งผลต่อปริมาณฝนในบางพื้นที่ของประเทศไทยในลักษณะเจาะจงเฉพาะบางพื้นที่ จะปรากฏเด่นเฉพาะในบางเดือนเท่านั้น เช่น ช่วงปลายฤดูฝนหรือช่วงต้นฤดูหนาว (กันยายน-ตุลาคม) รูปแบบนี้สามารถเชื่อมโยงกับ CCA ในบางกรณีที่ฝนแสดงความแตกต่างเชิงพื้นที่ชัดเจนระหว่างภูมิภาคของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ด้วยสัดส่วนความแปรปรวนที่ค่อนข้างต่ำและความไม่สม่ำเสมอของการเกิด รูปแบบนี้จึงเหมาะสมสำหรับใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนมากกว่าการเป็นตัวพยากรณ์หลัก

จากการเชื่อมโยงผลการวิเคราะห์ EOF และ CCA สามารถสรุปได้ว่า EOF mode 2 ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปใช้เป็นตัวแปรพยากรณ์ปริมาณฝนในประเทศไทยในลักษณะล่วงหน้า 1 เดือน เนื่องจากมีความสัมพันธ์เชิงสถิติที่ชัดเจน มีความสอดคล้องกับกลไกทางกายภาพของระบบมรสุม และแสดงผลกระทบต่อรูปแบบฝนในประเทศไทยอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน

4.1.7 อภิปรายผลเชิงกลไกบรรยากาศ-มหาสมุทร

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาร่วมกันระหว่างรูปแบบอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและรูปแบบของฝนในประเทศไทย พบว่าความสัมพันธ์ที่ตรวจพบไม่ได้เป็นเพียงความสัมพันธ์เชิงสถิติเท่านั้น แต่ยังสะท้อนถึงกลไกทางกายภาพของระบบบรรยากาศ-มหาสมุทรในเขตร้อนอย่างชัดเจน โดยเฉพาะรูปแบบที่แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างบริเวณด้านตะวันตกและด้านตะวันออกของ

มหาสมุทรอินเดีย ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนบรรยากาศในแนวตะวันออก-ตะวันตก

ในกรณีที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณด้านตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย โดยเฉพาะใกล้เส้นศูนย์สูตรและบริเวณใกล้เกาะสุมาตรา มีค่าอุ่นกว่าค่าปกติ จะส่งผลให้เกิดการยกตัวของอากาศและการก่อตัวของเมฆฝนในบริเวณดังกล่าวเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันจะช่วยเสริมการนำความชื้นเข้าสู่แผ่นดินบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่งผลให้ฝนในประเทศไทยตอนบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม เมื่อบริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เย็นกว่าค่าปกติ การยกตัวของอากาศและนำความชื้นเข้าสู่แผ่นดินลดลง ส่งผลให้ปริมาณฝนในหลายพื้นที่ของประเทศไทยลดลง

กลไกดังกล่าวมีความเด่นชัดเป็นพิเศษในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่ระบบมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำคัญในการเชื่อมโยงสภาพของมหาสมุทรอินเดียกับฝนในประเทศไทย ผลการวิเคราะห์รายเดือนในงานวิจัยนี้ช่วยยืนยันว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและฝนมีลักษณะขึ้นกับฤดูกาล และการพิจารณาข้อมูลในลักษณะรายเดือนสามารถแสดงให้เห็นถึงสัญญาณเชิงกลไกที่อาจถูกกลบหายไปหากใช้ข้อมูลรายปีหรือรายฤดูกาลเพียงอย่างเดียว

4.2 วิจัยผลการดำเนินการ

แม้ว่าผลการศึกษานี้จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียและรูปแบบของฝนในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณา ประการแรก การวิเคราะห์หาค่าข้อมูลเชิงสถิติเป็นหลัก ซึ่งไม่สามารถอธิบายกระบวนการทางกายภาพที่ซับซ้อนของระบบบรรยากาศ-มหาสมุทรได้ครบถ้วน ประการที่สอง การใช้ช่วงเวลาเชิงล่าช้า (lag) เพียง 1 เดือน อาจยังไม่ครอบคลุมความล่าช้าเชิงพลวัตที่แท้จริงของระบบภูมิอากาศในบางช่วงฤดูกาล

นอกจากนี้ ปัจจัยภูมิอากาศขนาดใหญ่อื่นๆ เช่น การแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก หรือความแปรปรวนของการไหลเวียนบรรยากาศระดับโลก อาจมีบทบาทร่วมในการกำหนดรูปแบบฝนในประเทศไทย ซึ่งยังไม่ได้ถูกรวมเข้าไว้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้อย่างครบถ้วน

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในการวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรอินเดียกับรูปแบบของปริมาณฝนในประเทศไทยในลักษณะรายเดือน โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ EOF และ CCA ผ่านโปรแกรม CPT ช่วยให้สามารถสกัดรูปแบบเชิงพื้นที่และเชิงเวลาที่สำคัญออกจากชุดข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเชิงวิพากษ์ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ที่ตรวจพบมีลักษณะไม่สม่ำเสมอในทุกเดือนและทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งสะท้อนธรรมชาติของระบบ

ภูมิอากาศเขตร้อนที่มีความแปรปรวนสูงและได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายด้าน บางรูปแบบของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสามารถอธิบายรูปแบบฝนได้ดีเฉพาะบางช่วง แต่ไม่สม่ำเสมอในทุกช่วงเวลา แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของการใช้ตัวแปรเดียวในการอธิบายระบบที่มีความซับซ้อน

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ในลักษณะเชิงสถิติ แม้จะสามารถระบุความสัมพันธ์และแนวโน้มได้อย่างชัดเจน แต่ยังไม่สามารถยืนยันความเป็นเหตุเป็นผลในเชิงพลวัตได้โดยตรง ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้ควรดูที่ความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างที่มีศักยภาพต่อการพยากรณ์ มากกว่าการอธิบายกลไกทางกายภาพโดยตรง

อย่างไรก็ดี การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ในลักษณะรายเดือนโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลของเดือนก่อนหน้า ซึ่งช่วยให้สามารถระบุช่วงเวลาในระบบมหาสมุทร-บรรยากาศที่มีอิทธิพลต่อฝนในประเทศไทยได้อย่างเฉพาะเจาะจง และถือเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในงานพยากรณ์เชิงปฏิบัติ

4.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้แม้จะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้เทคนิคทางสถิติในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและปริมาณฝนในประเทศไทยได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังคงมีข้อจำกัดหลายประการที่ควรพิจารณา ดังนี้

ในการศึกษานี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Empirical Orthogonal Function (EOF) และ Canonical Correlation Analysis (CCA) ซึ่งจะช่วยลดมิติของข้อมูลและเน้นรูปแบบหลักได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การพิจารณาเฉพาะโหมดหลักอาจทำให้ข้อมูลรายละเอียดในโหมดลำดับสูงถูกละเลย ซึ่งอาจมีความสำคัญต่อเหตุการณ์ฝนสุดขั้ว (extreme events) อีกทั้ง CCA เป็นแบบจำลองเชิงสถิติที่อาศัยความสัมพันธ์ในข้อมูลอดีตเป็นหลัก ทำให้แบบจำลองไม่สามารถอธิบายกลไกทางฟิสิกส์ของระบบภูมิอากาศได้โดยตรง และอาจไม่สามารถสะท้อนความสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตภายใต้สภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพิจารณาแค่อิทธิพลของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียเท่านั้น โดยไม่ได้นำเอาตัวแปรทางภูมิอากาศที่สำคัญอื่นๆ เช่น ความกดอากาศ ลมในระดับต่างๆ ความชื้นในบรรยากาศ ตลอดจนปรากฏการณ์ที่สำคัญทางภูมิอากาศ เช่น ENSO MJO หรือ Monsoon มาร่วมพิจารณาด้วย ซึ่งปัจจัยดังกล่าวล้วนมีอิทธิพลต่อการเกิดฝนบริเวณประเทศไทย จึงส่งผลให้การศึกษานี้ยังไม่ครอบคลุมต่อฝนที่เกิด

การศึกษานี้กำหนดช่วงเวลา lag ระหว่าง SST และปริมาณฝนไว้ที่ 1 เดือน ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมความสัมพันธ์ที่มีความล่าช้าแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลหรือแต่ละปรากฏการณ์ การใช้ lag time แบบคงที่จึงอาจทำให้พลาดความสัมพันธ์บางส่วนที่มีความสำคัญ รวมถึงข้อมูลที่ใช้ในการ

วิเคราะห์เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเวลาที่มีความละเอียดจำกัด ซึ่งอาจไม่สามารถสะท้อนความแปรปรวนในระดับท้องถิ่นได้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีภูมิประเทศซับซ้อน เช่น ภาคเหนือของประเทศไทย

จากข้อจำกัดดังกล่าว การศึกษาครั้งต่อไปควรพิจารณาการใช้ช่วงเวลาเชิงล่าช้า (lag time) ที่หลากหลายมากขึ้น เช่น 1–3 เดือน เพื่อประเมินศักยภาพการพยากรณ์ฝนระยะยาว นอกจากนี้ การใช้ตัวแปรภูมิอากาศอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ลม ความชื้น ความกดอากาศระดับผิวพื้นหรือการยกตัวของอากาศ ร่วมกับอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย จะช่วยสะท้อนความซับซ้อนของระบบภูมิอากาศและลดความไม่แน่นอนของการพยากรณ์ลง อีกทั้งควรพิจารณาอิทธิพลร่วมจากระบบอากาศของปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ENSO MJO PDO หรือ มรสุมที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน เพื่อเพิ่มความแม่นยำและเสถียรภาพของการพยากรณ์ นอกจากนี้ ควรมีการทดสอบผลลัพธ์ที่ได้เทียบกับข้อมูลการพยากรณ์ย้อนหลัง (hindcast) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบพยากรณ์อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือในการนำผลการศึกษาไปใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและการวางแผนด้านการเกษตรในประเทศไทย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จรรุญ เลาทเลิศชัย และคณะ. (2563). การศึกษาความผันแปรและการคาดหมายฝนกึ่งฤดูกาลถึงฤดูกาลบริเวณประเทศจีนตอนใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. กรมอุตุนิยมวิทยา.
- ชลัมภ์ อุ่นอารีย์. (2562). การพยากรณ์อากาศระยะยาวด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ: การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาบนิคัล. เอกสารวิชาการเลขที่ 551-52-01-2019.
- Ashok, K., et al. (2001). Impact of the Indian Ocean Dipole on the relationship between the Indian monsoon rainfall and ENSO. *Geophysical Research Letters*, 28(23), 4499–4502.
- Behera, S., & Yamagata, T. (2013). Influence of the Indian Ocean Dipole on the Southern Oscillation. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 81, 169–177.
- Gadgil, S. (2003). The Indian monsoon and its variability. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 31(1), 429–467.
- Gadgil, S., et al. (2004). Extremes of the Indian summer monsoon rainfall, ENSO and equatorial Indian Ocean oscillation. *International Journal of Climatology*, 24(10), 1269–1303.
- Hossain, Z., et al. (2019). Assessment of better prediction of seasonal rainfall by Climate Predictability Tool (CPT) using global sea surface temperature in Bangladesh. *Preprints*.
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press.
- Rustiana, S., et al. (2017). Rainfall prediction of Cimanuk watershed region with canonical correlation analysis (CCA). *Journal of Physics: Conference Series*, 893, 012021.
- Saji, N. H., et al. (1999). A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*, 401(6751), 360–363.
- Ummenhofer, C. C., et al. (2011). Multi-decadal modulation of the influence of ENSO and IOD on Australian rainfall. *Journal of Climate*, 24(17), 4544–4555.
- Webster, P. J., et al. (1998). Monsoons: Processes, predictability, and the prospects for prediction. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 103(C7), 14451–14510.

Webster, P. J., et al. (1999). Coupled ocean–atmosphere dynamics in the Indian Ocean during 1997–98. *Nature*, 401, 356–360.

Bureau of Meteorology. (n.d.). *Indian Ocean Dipole (IOD) information*.

International Research Institute for Climate and Society (IRI). (2024). *Climate Predictability Tool (CPT) Version 17.5*. Columbia University.

NOAA Climate.gov. (n.d.). *Dipole Mode Index (DMI)*.

NOAA Climate.gov. (n.d.). *Meet ENSO's neighbor: The Indian Ocean Dipole*.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยในแต่ละเดือน

ก.1 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมกราคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-01	-52.01	-13.03	-21.76	1.28
1982-01	-59.03	-2.65	-18.64	-12.29
1983-01	27.09	28.73	17.46	22.36
1984-01	-44.17	18.53	-0.91	-6.27
1985-01	-43.84	-0.87	5.08	20.76
1986-01	-47.89	1.78	-6.64	-4.94
1987-01	-13.66	0.04	-23.11	9.7
1988-01	42.14	-19.74	-5.46	-8.24
1989-01	-45.64	-0.54	3.65	2.59
1990-01	-11.51	-2.99	0.41	4.42
1991-01	0.23	-9.11	-16.68	11.82
1992-01	-10.43	8.38	-17.01	20.45
1993-01	-25.97	-27.39	-17.13	17.49
1994-01	-17.49	-11.91	-4.36	-1.56
1995-01	-10.73	7.86	2.42	13.03
1996-01	-19.9	3.72	-14.02	-11.66
1997-01	-36.77	26.03	4.32	-9.94
1998-01	66.09	10.56	-3.87	-4.8
1999-01	-16.02	-22.33	35.95	-4.29
2000-01	-19.01	12.89	17.12	-8.17
2001-01	-27.63	-7	18.21	7.22
2002-01	22.8	8.66	-8.42	3.8
2003-01	25.36	13.38	2.2	9.56
2004-01	11.45	4.92	-13.56	-0.59
2005-01	-0.87	6.22	-15.15	3.06
2006-01	-34.14	-7.93	-0.18	-0.21
2007-01	9.33	3.47	-15.35	0.38
2008-01	-3.48	7.32	5.38	-5.61
2009-01	-8.47	1.8	-10.28	-17.71
2010-01	42.57	-7.22	-3.63	-2.85
2011-01	-31.88	-5.66	15.06	-23.24
2012-01	-4.11	18.57	10.62	-10.57
2013-01	19.17	-4.71	24.66	-0.63
2014-01	-5.35	36.56	-3.39	-5.92
2015-01	14.17	14.22	6.57	1.21
2016-01	103.43	-13.8	4.58	12.23
2017-01	1.05	-44.64	9.11	-1.54
2018-01	-36.43	-12.21	27.99	19.72
2019-01	35.42	-14.61	-9.94	-7.79
2020-01	67.21	16.92	-6.32	-0.63
2021-01	-4.47	5.86	15.42	-12.63
2022-01	46.38	10.6	12.99	4.82
2023-01	-10.81	-24.1	2.5	-9.38
2024-01	107.82	-14.56	-5.88	-14.43

ก.2 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกุมภาพันธ์

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-02	-46.24	-27.99	4.44	10.38
1982-02	-56.90	-14.22	-4.78	2.62
1983-02	36.08	36.82	-9.84	24.09
1984-02	-69.51	22.69	-5.29	-6.33
1985-02	-42.79	20.96	31.38	20.09
1986-02	-39.51	-7.12	-9.68	3.59
1987-02	-15.75	-14.12	-25.83	8.87
1988-02	58.10	6.20	15.93	-3.32
1989-02	-46.70	7.02	-10.17	-7.41
1990-02	31.71	-1.96	14.07	6.00
1991-02	-8.61	-11.61	-6.77	16.17
1992-02	-8.86	11.25	-8.29	18.48
1993-02	-27.45	-24.28	-3.54	10.18
1994-02	-31.28	-6.54	17.07	5.44
1995-02	-4.75	-5.02	-2.74	4.97
1996-02	-9.44	4.93	-22.17	-11.26
1997-02	-55.33	3.62	-0.73	-0.35
1998-02	78.99	-0.61	-5.11	3.01
1999-02	-23.81	-2.66	31.83	-14.34
2000-02	-34.85	10.85	10.37	-12.46
2001-02	-23.61	-0.30	14.13	-0.36
2002-02	-10.70	3.49	-6.79	4.34
2003-02	31.92	-3.39	-1.43	2.00
2004-02	5.13	-1.89	-9.28	-6.51
2005-02	13.89	2.04	1.14	16.86
2006-02	-18.31	-12.96	12.68	5.15
2007-02	12.94	-12.71	-2.66	-2.39
2008-02	-34.43	20.60	12.33	-5.05
2009-02	1.44	-7.34	-3.12	-13.64
2010-02	62.11	-9.54	2.35	2.17
2011-02	-22.28	4.03	-4.12	-16.08
2012-02	-3.48	25.29	-15.23	-10.47
2013-02	33.14	12.18	-0.29	-14.42
2014-02	-3.39	13.96	-26.00	-6.05
2015-02	4.96	6.19	6.79	2.90
2016-02	68.36	2.40	6.02	0.42
2017-02	-10.00	-15.38	6.62	-7.17
2018-02	-11.84	-21.63	-7.89	-6.27
2019-02	27.05	-16.97	-11.73	6.15
2020-02	55.84	8.69	-11.42	6.98
2021-02	3.44	-0.56	-5.66	-18.39
2022-02	22.09	12.45	11.90	1.92
2023-02	-6.57	-4.53	11.70	-9.11
2024-02	119.19	-12.34	9.85	-11.38

ก.3 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมีนาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-03	-21.49	16.17	-14.82	9.65
1982-03	-60.47	5.46	-18.40	19.23
1983-03	34.48	-48.48	4.22	10.17
1984-03	-55.39	-8.07	6.77	-18.22
1985-03	-47.66	-22.53	18.91	6.11
1986-03	-62.91	1.35	-11.06	-7.20
1987-03	3.58	-4.62	-26.18	3.21
1988-03	57.06	-5.42	13.85	0.15
1989-03	-51.30	-16.63	5.57	-11.92
1990-03	9.36	-1.74	11.21	9.17
1991-03	-6.45	-0.20	-18.58	10.90
1992-03	-19.74	-29.36	-7.94	16.41
1993-03	-41.38	-0.37	-16.37	5.02
1994-03	-41.50	7.78	-10.74	-5.41
1995-03	-17.79	-9.64	-1.68	0.87
1996-03	-12.60	-4.69	-4.11	-18.65
1997-03	-27.49	-2.04	-8.40	-1.83
1998-03	87.23	-17.87	3.99	8.41
1999-03	-2.78	13.40	23.92	11.82
2000-03	-41.47	12.27	23.34	2.51
2001-03	-11.53	13.85	5.20	10.73
2002-03	11.68	5.91	-7.72	-1.85
2003-03	19.94	6.12	-0.93	2.78
2004-03	-7.12	4.92	-5.18	-7.67
2005-03	19.07	-15.53	-20.03	-7.63
2006-03	-20.67	3.96	6.03	5.31
2007-03	-1.61	11.15	3.43	7.49
2008-03	-61.36	2.12	18.68	-4.31
2009-03	14.64	6.00	8.00	5.65
2010-03	63.70	21.66	-3.45	-1.52
2011-03	-34.75	3.75	-6.36	-17.66
2012-03	-14.53	-20.03	18.69	-1.18
2013-03	26.90	6.44	11.67	-2.27
2014-03	-5.24	-16.67	-12.54	-14.77
2015-03	26.47	-15.89	3.36	-11.30
2016-03	103.49	9.07	-10.65	-17.83
2017-03	-10.89	28.36	-2.33	7.09
2018-03	-2.34	25.42	8.41	8.37
2019-03	25.32	2.18	-9.67	21.67
2020-03	55.86	-20.21	-1.41	0.63
2021-03	20.96	14.04	3.92	-8.59
2022-03	24.47	0.23	18.93	-6.45
2023-03	1.43	22.62	3.03	-18.00
2024-03	74.82	15.79	-2.58	0.91

ก.4 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนเมษายน

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-04	-49.14	-27.69	6.05	20.77
1982-04	-58.98	-9.86	25.88	-2.38
1983-04	29.05	45.16	24.33	-17.88
1984-04	-44.52	1.60	-15.84	2.69
1985-04	-40.38	7.95	-4.13	-8.43
1986-04	-55.34	-3.67	-0.87	-2.36
1987-04	4.67	6.04	27.05	-0.64
1988-04	28.17	8.80	-10.84	4.85
1989-04	-61.03	24.94	-5.47	0.45
1990-04	-10.44	7.44	-2.07	-2.87
1991-04	4.64	-11.83	21.35	-0.32
1992-04	-14.47	35.30	14.02	13.10
1993-04	-35.84	-0.69	3.74	2.73
1994-04	-31.80	-18.58	5.61	16.97
1995-04	-10.75	15.74	1.26	6.26
1996-04	-22.03	17.40	-4.48	-7.42
1997-04	-21.32	3.65	10.18	12.23
1998-04	79.16	17.87	-2.97	0.57
1999-04	-19.11	4.42	-12.48	6.07
2000-04	-40.38	-4.89	-21.34	-2.26
2001-04	-8.39	-10.65	-8.76	9.59
2002-04	20.92	8.97	-16.15	4.28
2003-04	21.53	-4.93	-0.27	3.37
2004-04	0.50	-5.17	-4.25	5.16
2005-04	12.42	-2.90	16.03	-5.93
2006-04	-22.32	-8.71	0.46	6.37
2007-04	-3.15	-10.51	-6.32	-4.10
2008-04	-50.28	8.05	-13.09	1.68
2009-04	-8.86	-4.26	15.37	8.13
2010-04	69.34	-18.14	1.81	-1.18
2011-04	-59.39	-4.18	5.61	-36.34
2012-04	-7.24	21.95	-1.68	0.33
2013-04	11.28	14.92	-22.38	10.60
2014-04	19.81	9.53	-0.67	10.81
2015-04	20.22	-4.17	-2.28	-7.90
2016-04	95.20	-4.59	-2.57	-6.73
2017-04	-11.69	-34.88	-5.27	-13.38
2018-04	-4.91	-16.10	-1.72	-22.67
2019-04	41.95	-12.87	16.76	7.51
2020-04	68.09	16.89	-6.33	-3.59
2021-04	9.72	-12.37	-2.61	3.86
2022-04	32.90	-0.93	-23.09	-10.55
2023-04	29.47	-28.28	-3.42	-10.46
2024-04	92.74	-15.75	5.83	8.98

ก.5 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤษภาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-05	-37.51	-24.17	-32.77	12.81
1982-05	-42.30	-23.69	1.87	3.57
1983-05	11.97	0.49	21.96	17.34
1984-05	-67.76	29.48	-0.46	-19.28
1985-05	-54.35	7.05	-8.69	-1.56
1986-05	-38.38	-16.67	-3.65	9.14
1987-05	28.64	-22.15	8.42	11.14
1988-05	8.73	27.71	-14.82	-4.50
1989-05	-55.85	18.23	3.69	9.58
1990-05	-15.19	6.19	-4.81	12.41
1991-05	10.37	-22.12	9.36	4.17
1992-05	-8.26	13.73	-0.60	25.06
1993-05	-20.06	-16.74	-3.18	2.46
1994-05	-20.19	-28.75	-2.36	-13.56
1995-05	-5.26	9.60	10.93	14.26
1996-05	-40.75	7.67	8.98	2.60
1997-05	-26.39	-5.22	1.39	2.34
1998-05	76.02	18.81	12.55	-1.05
1999-05	-47.07	11.62	2.35	-7.12
2000-05	-43.79	-1.15	0.78	-14.47
2001-05	3.29	0.74	0.65	-8.22
2002-05	0.64	33.36	-10.91	-8.03
2003-05	4.01	0.31	-2.78	1.94
2004-05	-26.05	18.64	-8.95	3.43
2005-05	16.64	1.61	1.25	4.34
2006-05	-12.25	-0.64	3.15	5.76
2007-05	4.38	-7.62	9.01	-2.98
2008-05	-45.93	-7.94	2.69	-8.04
2009-05	-13.93	-24.69	7.44	17.02
2010-05	57.80	-0.83	-13.50	0.85
2011-05	-36.01	-6.34	6.86	-10.07
2012-05	4.18	25.87	45.54	-5.76
2013-05	-7.68	29.06	-14.05	1.23
2014-05	35.17	-1.45	-9.31	-1.06
2015-05	50.44	-11.32	2.91	7.38
2016-05	82.92	21.31	-17.15	9.23
2017-05	21.08	-28.89	-11.19	-15.26
2018-05	13.81	-8.96	-4.46	-12.29
2019-05	24.19	-25.50	10.27	-9.10
2020-05	55.97	10.80	3.99	-9.55
2021-05	20.53	4.93	-4.64	-10.77
2022-05	4.28	11.35	-7.35	4.56
2023-05	33.39	-23.37	4.59	-15.98
2024-05	96.52	-0.36	-4.96	-3.98

ก.6 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนมิถุนายน

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-06	-56.75	-24.59	-23.15	-25.83
1982-06	-46.51	-31.00	-17.88	2.79
1983-06	33.81	-12.68	-3.33	26.71
1984-06	-67.04	7.69	28.81	9.28
1985-06	-74.49	6.21	14.40	-11.21
1986-06	-26.20	-12.24	-12.10	-7.34
1987-06	26.01	-11.54	4.46	-10.73
1988-06	4.63	16.67	4.00	0.20
1989-06	-62.00	28.58	-14.51	3.62
1990-06	-37.47	14.28	-4.03	3.77
1991-06	11.49	-21.32	10.48	-5.84
1992-06	-0.72	37.74	-18.82	-2.28
1993-06	-18.53	-3.43	-32.46	-2.82
1994-06	-41.43	-39.81	5.84	-13.40
1995-06	1.80	-0.42	-6.89	-6.70
1996-06	-20.75	9.49	19.17	-3.51
1997-06	-15.03	-0.31	-9.91	16.74
1998-06	59.12	18.88	-0.13	11.24
1999-06	-36.29	11.11	3.84	15.97
2000-06	-51.82	-2.56	7.25	9.31
2001-06	0.78	7.89	16.53	-4.71
2002-06	9.13	15.04	12.44	-9.89
2003-06	19.80	-7.46	0.06	9.84
2004-06	-28.33	5.97	8.19	-10.92
2005-06	7.75	10.70	-15.41	2.63
2006-06	-10.33	-2.52	0.35	4.83
2007-06	31.52	5.93	1.79	-2.64
2008-06	-21.63	-13.81	19.14	-0.10
2009-06	9.37	-12.15	-11.43	5.86
2010-06	30.75	18.66	-21.85	6.90
2011-06	-20.23	-5.00	6.40	23.40
2012-06	-1.64	-6.07	38.58	13.03
2013-06	-16.51	22.67	-3.99	-16.19
2014-06	30.74	-0.42	-4.25	-7.09
2015-06	57.05	-10.33	3.47	-13.78
2016-06	43.88	29.42	5.98	-14.01
2017-06	15.95	-13.10	-10.44	5.57
2018-06	-9.21	-19.84	-12.73	6.78
2019-06	60.22	-33.43	9.78	-3.95
2020-06	53.43	-8.13	3.94	-10.75
2021-06	10.76	9.26	2.78	-5.48
2022-06	13.12	31.27	-1.72	0.34
2023-06	48.33	-17.69	-10.90	19.87
2024-06	83.50	2.37	8.25	-9.52

ก.7 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกรกฎาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-07	-50.65	3.67	-35.58	-23.04	2003-07	23.84	-4.96	10.31	-0.58
1982-07	-53.06	-39.82	-19.18	10.19	2004-07	-28.61	6.83	7.83	1.21
1983-07	34.90	-24.75	-13.39	25.04	2005-07	-3.04	20.22	-15.35	1.41
1984-07	-65.69	12.54	28.34	8.04	2006-07	-10.96	-10.73	0.45	-0.33
1985-07	-59.87	-3.38	11.58	-17.69	2007-07	2.24	2.33	7.40	5.55
1986-07	-34.69	-8.65	-26.58	-24.69	2008-07	-17.40	-15.79	19.32	-6.92
1987-07	32.88	-13.40	-4.51	-4.94	2009-07	13.90	9.21	-16.59	9.07
1988-07	18.28	10.57	4.63	1.82	2010-07	38.49	16.92	-13.27	3.54
1989-07	-50.81	27.10	-12.09	13.56	2011-07	-20.73	-14.20	2.94	9.47
1990-07	-14.03	0.97	-10.20	-8.68	2012-07	-3.60	-20.33	20.06	5.69
1991-07	2.30	-23.40	10.47	-13.05	2013-07	-13.00	13.59	-12.15	-11.88
1992-07	-1.90	12.86	-12.09	3.47	2014-07	18.85	1.75	-13.66	-9.13
1993-07	-27.10	3.46	-16.69	12.28	2015-07	57.41	-20.46	-1.74	-10.28
1994-07	-40.30	-33.40	-0.10	-7.80	2016-07	27.35	42.55	12.72	-15.36
1995-07	-0.61	9.20	-15.65	6.54	2017-07	28.76	-21.82	-16.03	11.42
1996-07	-20.52	31.54	10.36	-6.60	2018-07	-7.65	-16.27	14.12	-10.55
1997-07	-18.23	-13.58	8.09	26.63	2019-07	53.67	-39.77	12.25	-8.78
1998-07	37.21	42.64	-8.74	7.58	2020-07	60.30	1.81	11.69	4.65
1999-07	-26.18	4.73	12.94	14.80	2021-07	20.52	18.81	-0.66	9.78
2000-07	-48.30	-1.16	12.45	12.25	2022-07	-7.04	27.24	18.98	3.17
2001-07	-9.48	10.24	17.33	-12.35	2023-07	51.85	-10.39	-9.61	4.67
2002-07	9.21	-0.12	13.97	-10.89	2024-07	101.50	5.57	5.60	-8.29

ก.8 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนสิงหาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-08	-54.68	-2.77	-28.14	-27.53
1982-08	-47.31	-33.96	-7.74	6.78
1983-08	25.73	-14.61	-7.65	15.22
1984-08	-65.20	14.54	15.91	7.13
1985-08	-59.61	-2.87	4.08	-5.24
1986-08	-60.98	-15.65	-33.77	-19.69
1987-08	31.30	-13.92	-12.53	2.72
1988-08	23.52	10.67	4.91	-12.50
1989-08	-48.95	29.38	-9.63	22.14
1990-08	-20.93	9.05	-10.87	2.00
1991-08	-9.47	-20.55	26.38	-24.85
1992-08	-25.28	24.29	-4.14	-6.24
1993-08	-30.30	1.57	-18.04	-5.51
1994-08	-47.11	-39.13	16.62	1.01
1995-08	-5.13	14.75	0.46	3.38
1996-08	-36.99	29.12	12.14	-8.97
1997-08	-14.08	-23.88	-6.37	24.99
1998-08	39.64	50.13	-5.97	5.46
1999-08	-29.35	3.62	13.03	16.55
2000-08	-23.51	0.97	9.10	15.24
2001-08	-6.46	10.28	15.89	-7.91
2002-08	-7.76	5.18	9.01	1.94
2003-08	17.41	-3.03	7.43	-8.49
2004-08	-16.72	1.46	0.31	9.34
2005-08	-2.87	15.24	-2.01	-0.34
2006-08	-0.64	-11.09	12.12	9.11
2007-08	11.20	-6.18	4.25	10.71
2008-08	0.36	-12.09	18.78	-4.45
2009-08	23.71	5.67	-10.82	4.58
2010-08	28.54	14.41	0.56	-9.05
2011-08	0.55	-11.47	7.40	11.29
2012-08	20.67	-25.35	13.68	11.63
2013-08	-6.38	3.48	8.73	-17.77
2014-08	16.70	0.03	-0.15	-15.72
2015-08	57.39	-19.41	-9.89	5.75
2016-08	34.14	34.35	-10.41	-5.30
2017-08	32.17	-8.52	-30.21	5.35
2018-08	-3.84	-16.00	-3.24	-6.26
2019-08	39.98	-46.23	2.60	-10.54
2020-08	53.20	13.37	10.03	-15.16
2021-08	10.52	16.04	-1.14	0.68
2022-08	-2.65	31.31	5.71	15.53
2023-08	65.03	-16.71	-18.95	10.07
2024-08	94.47	4.51	12.50	-7.08

ก.9 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนกันยายน

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-09	-41.80	10.94	-5.61	41.53
1982-09	-42.58	-42.20	-8.01	2.34
1983-09	10.23	7.26	7.16	-8.30
1984-09	-61.76	16.02	19.66	-8.63
1985-09	-63.91	-9.20	9.33	-7.05
1986-09	-62.14	-20.17	-29.34	19.73
1987-09	43.21	-22.45	-2.16	3.74
1988-09	23.33	20.39	13.39	21.38
1989-09	-30.65	19.54	-13.51	-16.37
1990-09	-40.56	-4.53	-8.98	-4.09
1991-09	-8.21	-19.55	17.81	5.97
1992-09	-42.93	24.51	-17.58	5.78
1993-09	-28.94	-0.53	-8.76	4.54
1994-09	-56.87	-38.00	25.22	2.73
1995-09	-19.84	1.19	0.35	2.71
1996-09	-45.60	29.80	14.59	-4.32
1997-09	8.18	-29.80	-7.26	-15.06
1998-09	22.76	43.75	-4.70	-8.50
1999-09	-12.61	9.89	7.89	-15.83
2000-09	-20.54	3.74	4.05	-13.70
2001-09	1.74	8.33	1.10	1.33
2002-09	11.48	-15.69	-4.54	-14.54
2003-09	17.51	3.00	3.70	3.99
2004-09	-19.22	4.24	-13.66	-11.84
2005-09	-9.96	21.30	-5.84	-6.87
2006-09	-1.69	-15.05	4.54	-6.54
2007-09	4.37	-3.17	7.87	-7.61
2008-09	26.32	-7.17	20.53	6.69
2009-09	15.60	6.60	-21.81	3.79
2010-09	7.10	23.05	9.14	0.37
2011-09	7.92	-13.27	16.55	1.37
2012-09	22.01	-12.66	0.10	-11.91
2013-09	-5.64	4.80	4.08	15.48
2014-09	19.77	0.31	11.01	9.14
2015-09	70.11	-11.01	-17.81	0.48
2016-09	11.02	29.92	-18.70	10.06
2017-09	28.48	0.30	-13.64	12.27
2018-09	13.13	-32.04	-10.11	-10.46
2019-09	20.49	-50.98	7.51	5.31
2020-09	43.33	19.24	18.38	11.18
2021-09	22.25	19.66	-0.63	-5.91
2022-09	6.45	34.20	-4.91	-14.51
2023-09	64.66	-23.34	-22.32	-3.83
2024-09	93.99	8.81	15.90	3.99

ก.10 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนตุลาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-10	-35.01	6.89	9.08	8.23
1982-10	-14.39	-48.60	-2.00	-1.33
1983-10	-17.54	12.06	18.36	-6.24
1984-10	-68.12	4.89	16.92	2.14
1985-10	-69.74	-8.06	2.54	-3.24
1986-10	-39.86	-35.60	-25.23	14.34
1987-10	41.63	-4.77	-8.29	-14.77
1988-10	-5.84	18.73	19.68	20.02
1989-10	-28.13	8.73	-12.37	-5.86
1990-10	-24.34	-0.44	-13.12	6.46
1991-10	-16.70	-19.80	-0.12	11.50
1992-10	-57.30	-7.65	-21.32	9.03
1993-10	-41.88	-16.55	-3.21	0.48
1994-10	-19.72	-42.91	12.81	1.39
1995-10	-22.42	7.33	-3.40	0.86
1996-10	-58.84	37.96	5.18	-16.55
1997-10	25.04	-24.96	8.69	-36.01
1998-10	-5.26	47.84	-18.69	-7.01
1999-10	-27.21	9.19	13.83	-10.90
2000-10	-10.42	5.46	13.44	1.79
2001-10	-8.50	13.66	-6.04	-9.43
2002-10	23.43	-13.13	-2.71	-10.01
2003-10	5.44	5.85	-9.01	0.01
2004-10	-17.11	-10.77	-1.10	6.48
2005-10	-19.57	12.66	-13.52	-2.81
2006-10	-1.31	-29.14	9.55	-8.71
2007-10	-15.69	-5.38	17.21	-3.59
2008-10	23.55	4.09	5.42	-5.52
2009-10	33.98	-0.29	-14.30	10.64
2010-10	14.01	30.89	5.06	9.85
2011-10	18.39	-10.36	22.29	8.73
2012-10	29.12	4.09	10.70	3.22
2013-10	0.65	5.64	3.95	16.46
2014-10	33.27	-4.73	0.58	3.47
2015-10	82.13	3.39	4.55	-1.26
2016-10	-0.89	22.78	-20.08	-2.06
2017-10	31.48	-7.35	-22.04	9.32
2018-10	18.86	-25.78	-7.17	0.30
2019-10	71.30	-20.90	4.82	-3.05
2020-10	24.92	3.80	11.85	17.92
2021-10	0.93	9.50	-7.21	-14.44
2022-10	-11.87	32.71	0.35	-8.83
2023-10	83.15	-3.17	-12.30	-6.63
2024-10	76.38	32.19	6.40	15.59

ก.11 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนพฤศจิกายน

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-11	-65.48	-13.84	2.35	-12.95
1982-11	-5.36	-18.11	19.82	-16.10
1983-11	-13.72	17.23	14.42	5.97
1984-11	-59.17	2.57	12.54	-5.45
1985-11	-61.62	-16.35	-8.06	-9.98
1986-11	-23.60	-19.96	-10.80	22.26
1987-11	35.26	4.61	-18.24	2.49
1988-11	-29.51	-1.50	23.11	10.12
1989-11	-13.73	13.64	-4.57	2.96
1990-11	-21.81	-7.80	-7.04	4.96
1991-11	-31.82	-32.74	10.55	13.91
1992-11	-58.01	-8.34	-10.05	22.75
1993-11	-22.21	-11.86	-8.13	8.50
1994-11	-27.78	-14.38	11.05	-11.46
1995-11	-25.26	12.69	-2.21	3.16
1996-11	-45.10	25.97	10.58	-3.04
1997-11	36.96	-45.68	7.68	-26.99
1998-11	-15.00	43.22	-22.22	-10.79
1999-11	-21.51	9.48	15.97	-13.82
2000-11	-14.22	13.69	-2.14	2.20
2001-11	-4.74	8.49	-17.07	4.96
2002-11	14.33	-7.94	-8.90	-8.45
2003-11	-2.34	-2.28	-10.19	4.51
2004-11	-10.98	2.74	-9.26	7.52
2005-11	-23.66	8.90	-11.66	-7.88
2006-11	28.01	-11.33	2.48	-7.93
2007-11	-23.37	-1.62	14.75	0.98
2008-11	5.43	-0.75	4.10	0.78
2009-11	24.52	2.65	-0.03	10.64
2010-11	-15.51	32.90	2.88	-8.56
2011-11	23.95	1.74	23.76	3.58
2012-11	17.85	9.92	-2.22	-13.18
2013-11	33.87	-2.71	20.79	8.34
2014-11	37.60	2.75	7.56	5.45
2015-11	79.51	7.32	-3.67	-5.07
2016-11	8.62	26.37	-22.24	-3.34
2017-11	14.36	-20.25	-13.94	-2.46
2018-11	17.96	-43.21	-23.47	13.86
2019-11	56.54	-29.74	13.84	6.24
2020-11	24.26	13.47	27.19	6.73
2021-11	0.61	4.35	-16.27	-5.30
2022-11	2.41	20.13	-9.39	-6.24
2023-11	86.94	-18.35	-17.60	-9.27
2024-11	86.50	43.94	13.93	15.35

ก.12 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเดือนธันวาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-12	-53.63	21.73	-15.45	6.33
1982-12	5.47	17.66	25.82	-3.21
1983-12	-33.31	3.02	-1.88	19.63
1984-12	-56.26	-5.11	4.93	-5.66
1985-12	-43.35	-0.58	-3.18	11.20
1986-12	-20.11	-4.40	-17.14	9.49
1987-12	21.81	-22.44	-14.38	12.55
1988-12	-33.33	21.79	-10.21	12.01
1989-12	-20.09	2.40	-0.99	10.82
1990-12	2.94	3.99	-5.62	1.90
1991-12	-20.34	27.00	-23.33	-3.80
1992-12	-49.48	-27.56	-15.22	0.43
1993-12	-29.71	-12.22	-11.33	-9.03
1994-12	-17.60	11.58	-5.15	-26.62
1995-12	-25.10	8.49	-2.55	12.98
1996-12	-35.60	23.71	24.51	6.60
1997-12	49.21	34.36	-7.21	-22.28
1998-12	-17.04	-33.72	25.66	-8.75
1999-12	-25.21	2.92	18.48	-1.20
2000-12	-20.59	-10.37	13.35	1.90
2001-12	24.79	-8.19	3.47	18.83
2002-12	39.78	-6.72	5.26	-5.95
2003-12	-7.51	2.53	-19.47	-3.37
2004-12	4.29	-7.05	2.40	11.89
2005-12	-38.29	-9.39	-0.82	-8.96
2006-12	25.03	-6.08	-1.94	-11.76
2007-12	-23.43	-1.30	5.20	2.21
2008-12	-11.41	0.43	-6.78	-7.28
2009-12	39.78	-5.44	-4.90	5.47
2010-12	-22.17	-3.40	27.27	-12.78
2011-12	9.22	18.01	19.40	12.39
2012-12	36.45	0.13	5.96	-7.88
2013-12	1.16	20.07	1.17	-1.00
2014-12	37.24	9.45	-4.13	-2.55
2015-12	103.52	-4.29	3.51	11.45
2016-12	17.39	-36.02	5.65	1.93
2017-12	-30.35	-5.72	-14.24	-23.65
2018-12	20.10	-15.12	-39.57	0.98
2019-12	54.11	23.86	10.08	3.88
2020-12	10.72	5.39	10.22	2.21
2021-12	21.38	-7.37	18.67	-3.19
2022-12	9.32	-24.22	11.16	-5.59
2023-12	100.21	-1.82	-16.68	-2.57
2003-12	-7.51	2.53	-19.47	-3.37

ก.13 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนมกราคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1982-01	-7.93	-2.95	2.44	-0.14
1983-01	1.72	-2.93	2.58	-2.49
1984-01	-1.61	1.29	-3.55	-0.67
1985-01	2.75	-6.20	-2.47	-0.45
1986-01	-6.59	1.93	-0.57	-0.81
1987-01	-6.32	0.77	0.50	-0.41
1988-01	-6.08	0.72	-0.57	0.09
1989-01	2.73	-3.11	0.10	4.56
1990-01	-2.08	-0.77	-0.94	0.36
1991-01	-3.66	0.69	1.25	0.19
1992-01	5.20	-5.73	-1.86	-2.61
1993-01	-1.09	0.60	-2.61	2.94
1994-01	-7.30	-1.55	0.42	0.82
1995-01	-2.43	-0.37	-0.82	2.87
1996-01	-3.94	-0.21	-1.92	-0.26
1997-01	-5.37	-4.88	-1.26	0.19
1998-01	-3.22	-0.81	0.37	1.27
1999-01	4.99	2.20	-0.12	0.06
2000-01	-2.37	1.68	-2.85	0.43
2001-01	3.51	4.71	-2.46	1.63
2002-01	-2.38	-3.01	3.10	0.07
1982-01	-7.93	-2.95	2.44	-0.14
2003-01	-2.81	1.19	4.77	-2.32
2004-01	4.76	-5.76	-3.18	1.50
2005-01	-2.32	-1.32	0.25	4.27
2006-01	-5.10	2.34	-1.47	0.81
2007-01	-3.57	3.31	-2.42	0.82
2008-01	2.55	0.86	2.37	-3.12
2009-01	-5.20	2.87	-0.46	-1.63
2010-01	10.71	-2.99	-0.37	-2.85
2011-01	-1.51	5.72	2.56	-2.01
2012-01	9.19	2.67	-4.73	-1.95
2013-01	7.66	-1.50	1.70	2.10
2014-01	-7.43	0.48	-0.02	-0.97
2015-01	4.36	-0.50	7.79	0.13
2016-01	11.76	-2.39	1.58	-1.29
2017-01	12.61	8.00	0.02	3.01
2018-01	6.61	2.50	-3.38	1.25
2019-01	2.48	5.09	4.92	0.91
2020-01	-4.70	-4.00	-1.60	0.55
2021-01	-4.50	3.22	1.67	-1.07
2022-01	4.93	-3.64	2.57	0.18
2023-01	-0.30	1.90	-5.14	-5.96
2024-01	1.27	-0.11	3.77	-0.01

ก.14 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนกุมภาพันธ์

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-02	1.83	2.14	2.35	1.98
1982-02	-2.36	2.88	1.33	2.30
1983-02	-8.19	1.23	-1.95	-1.50
1984-02	5.94	-1.87	-3.80	0.04
1985-02	0.01	2.50	4.54	-1.48
1986-02	-5.49	-1.63	-2.45	1.59
1987-02	-3.03	3.00	-3.26	-0.86
1988-02	5.08	1.79	-0.38	2.36
1989-02	-3.41	-4.25	-0.97	2.67
1990-02	-1.01	4.67	-1.24	-5.88
1991-02	-4.05	-3.76	0.94	3.32
1992-02	4.71	0.89	-3.94	-3.82
1993-02	-7.41	-0.50	-0.37	-0.86
1994-02	-0.73	3.78	4.84	-3.18
1995-02	-4.45	1.10	1.87	-1.88
1996-02	5.75	-0.55	-4.97	-1.06
1997-02	-0.91	-1.48	5.36	-1.90
1998-02	-1.59	6.18	0.73	2.29
1999-02	5.78	-8.56	1.71	-0.25
2000-02	8.62	0.11	-0.98	-2.13
2001-02	-3.07	-2.91	2.38	0.42
2002-02	-2.80	0.11	-4.09	-0.65
2003-02	1.28	4.65	0.04	0.74
2004-02	5.62	5.29	1.99	2.22
2005-02	-6.80	-1.92	-2.24	-0.64
2006-02	5.27	-0.25	1.94	0.89
2007-02	-3.78	2.74	0.39	-1.47
2008-02	7.63	-1.15	-1.27	0.42
2009-02	-4.27	-0.02	-0.73	-0.18
2010-02	-2.83	1.53	2.05	-0.44
2011-02	0.95	1.47	0.26	2.98
2012-02	1.90	-1.89	1.54	2.57
2013-02	1.58	-6.65	1.18	-3.62
2014-02	-5.85	-1.59	-2.82	1.97
2015-02	-1.23	4.95	1.03	0.55
2016-02	-3.54	-5.95	-0.09	-2.20
2017-02	-2.89	-1.44	2.80	-0.25
2018-02	5.18	1.13	-1.49	3.47
2019-02	-0.95	3.23	-0.29	-0.24
2020-02	-4.14	-4.89	1.63	0.04
2021-02	2.38	2.57	-4.66	0.07
2022-02	15.50	-1.50	1.91	-1.21
2023-02	3.17	-3.35	-0.39	1.06
2024-02	-3.43	-1.85	-0.44	1.75

ก.15 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนมีนาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-03	-2.73	2.92	1.80	-0.47
1982-03	0.07	-0.15	-2.59	3.66
1983-03	-6.51	-4.20	-0.45	1.57
1984-03	-1.00	-0.27	-2.41	0.84
1985-03	-1.77	-2.62	-3.20	0.77
1986-03	-8.91	-2.72	0.49	-1.24
1987-03	0.28	1.57	3.22	-0.88
1988-03	-4.33	0.45	-1.55	-0.49
1989-03	2.04	2.57	-1.45	1.24
1990-03	2.95	5.23	0.79	-0.94
1991-03	-1.53	0.21	-1.42	-1.81
1992-03	-11.69	-1.40	0.16	-0.16
1993-03	4.29	-2.15	-1.46	1.61
1994-03	10.64	-0.49	3.65	-2.15
1995-03	-0.54	-1.52	-1.01	-0.43
1996-03	-2.03	4.00	0.57	-0.97
1997-03	1.60	3.41	0.26	-0.43
1998-03	-5.59	1.86	1.45	-1.77
1999-03	4.24	-0.13	-1.67	1.26
2000-03	1.78	-6.27	1.31	-1.62
2001-03	13.17	-2.38	1.39	2.51
2002-03	1.22	1.75	-1.24	2.94
2003-03	9.27	1.48	0.97	1.81
2004-03	-5.01	-2.21	-1.83	-0.74
2005-03	0.54	-1.62	2.44	-0.08
2006-03	5.20	0.59	-0.46	-0.24
2007-03	-1.34	-1.21	-2.66	-2.70
2008-03	0.83	-0.18	-2.20	-2.43
2009-03	6.71	-0.03	-2.18	-1.86
2010-03	-14.00	-2.07	2.37	0.51
2011-03	12.30	-7.38	2.33	-0.47
2012-03	2.67	-2.06	-0.42	-2.14
2013-03	-1.19	2.08	2.26	0.23
2014-03	-3.34	0.22	1.17	-1.05
2015-03	0.64	3.36	5.50	2.50
2016-03	-9.36	-1.47	2.11	3.28
2017-03	4.35	2.35	-4.10	-0.35
2018-03	1.92	0.69	-0.98	3.11
2019-03	-4.69	0.30	-2.08	2.28
2020-03	-3.92	5.26	-0.95	-1.39
2021-03	-0.61	0.01	-1.67	-1.25
2022-03	8.17	0.60	-0.06	-0.94
2023-03	-5.53	-2.32	2.86	-0.59
2024-03	0.75	3.97	0.94	-0.53

ก.16 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนเมษายน

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-04	2.59	0.95	0.16	-0.37
1982-04	2.13	2.44	-0.27	0.34
1983-04	-12.76	-2.84	1.49	1.81
1984-04	2.81	2.03	3.84	0.65
1985-04	4.40	0.54	-0.83	0.04
1986-04	1.92	-3.17	1.44	0.10
1987-04	-2.18	-4.22	-1.19	2.04
1988-04	5.50	-1.50	-1.60	0.71
1989-04	-4.72	3.68	2.73	-0.23
1990-04	-2.41	2.68	-1.23	1.27
1991-04	-0.98	1.06	-4.23	1.09
1992-04	-9.91	1.11	-0.97	0.93
1993-04	-0.32	1.09	-0.46	0.16
1994-04	-0.86	2.09	1.80	1.39
1995-04	-3.75	-0.53	-0.32	-1.07
1996-04	6.87	-0.05	3.38	-0.48
1997-04	1.29	-0.76	0.18	-0.14
1998-04	-5.80	-4.90	-0.78	-1.00
1999-04	9.83	-0.31	0.09	-0.84
2000-04	10.68	-1.13	0.79	-1.23
2001-04	-4.85	3.47	0.37	-2.75
2002-04	-1.08	1.63	-1.01	-0.68
2003-04	-3.10	-0.84	-1.78	0.09
2004-04	-2.24	-2.42	2.53	1.23
2005-04	-0.17	-3.57	-0.99	-1.49
2006-04	5.29	-0.66	0.38	2.37
2007-04	3.89	1.67	-2.44	-0.94
2008-04	6.39	-3.22	0.44	0.63
2009-04	5.61	1.91	-1.33	-1.85
2010-04	-3.93	-0.28	0.43	-1.26
2011-04	3.73	-2.09	-1.48	0.28
2012-04	1.14	2.27	5.93	2.16
2013-04	-0.75	6.45	-0.50	-2.91
2014-04	-0.12	-1.87	2.99	-0.52
2015-04	-0.26	0.05	-2.12	1.56
2016-04	-9.91	-4.27	1.32	-2.07
2017-04	1.43	4.24	0.07	2.25
2018-04	6.15	-1.51	-2.06	-0.62
2019-04	-5.25	0.17	0.74	-6.51
2020-04	1.67	0.58	-3.94	0.94
2021-04	9.89	-2.96	0.96	1.04
2022-04	2.73	2.37	-1.00	1.89
2023-04	-6.89	-0.73	-0.60	-2.61
2024-04	-13.71	1.37	-0.91	4.60

ก.17 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนพฤษภาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-05	2.92	1.76	1.10	0.08
1982-05	-1.37	1.84	1.69	0.11
1983-05	-2.43	-0.08	-2.15	-0.84
1984-05	-2.32	-0.59	-0.27	0.09
1985-05	1.55	2.66	-0.32	1.39
1986-05	4.84	3.00	2.36	1.66
1987-05	-6.48	3.18	0.79	2.08
1988-05	5.69	1.25	2.12	0.80
1989-05	1.01	0.20	-0.83	-3.58
1990-05	4.59	1.14	-3.42	0.89
1991-05	-1.34	4.68	2.48	0.83
1992-05	-9.87	-3.15	3.56	1.93
1993-05	-1.19	-1.02	-0.30	1.08
1994-05	5.37	-0.72	-1.10	0.87
1995-05	-0.26	-2.90	-2.54	1.84
1996-05	-1.13	-2.20	2.62	1.20
1997-05	-6.21	-3.99	-1.41	-1.07
1998-05	0.16	-4.69	0.27	1.91
1999-05	6.39	-0.76	1.52	2.30
2000-05	3.80	-1.29	-1.81	-1.92
2001-05	5.21	-4.21	0.24	-0.88
2002-05	3.76	-1.11	-1.33	-1.14
2003-05	-3.01	-2.83	1.77	0.14
2004-05	2.27	0.20	-0.45	-3.03
2005-05	-3.71	2.72	-0.50	-0.11
2006-05	3.07	1.28	-0.03	-1.52
2007-05	8.79	0.16	3.14	-0.50
2008-05	2.46	-1.71	3.24	-2.00
2009-05	3.48	0.56	0.01	1.10
2010-05	-6.06	-3.87	1.24	2.05
2011-05	3.19	-2.67	-0.31	-2.07
2012-05	4.52	-1.80	-4.63	-2.14
2013-05	-4.35	0.22	-0.33	0.48
2014-05	-4.87	-0.54	0.86	-3.09
2015-05	-11.38	0.96	1.58	-3.33
2016-05	-3.56	3.30	-5.42	-0.74
2017-05	8.58	1.30	-0.06	3.14
2018-05	0.83	1.85	-2.17	-2.39
2019-05	-2.11	0.55	0.43	0.50
2020-05	-7.92	2.57	-2.20	2.36
2021-05	-4.87	1.54	1.13	1.28
2022-05	5.00	2.30	4.46	-3.35
2023-05	-5.88	1.59	-1.55	-1.03
2024-05	2.87	-0.64	-3.48	4.63

ก.18 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนมิถุนายน

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-06	-0.68	4.06	-1.68	0.63
1982-06	0.00	0.74	-3.88	-1.99
1983-06	0.93	0.10	4.12	0.73
1984-06	1.99	1.84	-0.85	3.59
1985-06	-2.85	4.33	1.07	2.14
1986-06	-2.86	1.12	1.69	-0.16
1987-06	2.60	2.09	-0.93	1.31
1988-06	4.17	2.91	-1.96	-1.75
1989-06	-1.02	1.20	0.24	-2.68
1990-06	-5.15	5.53	2.05	-0.20
1991-06	-3.33	3.73	-5.42	-2.44
1992-06	-1.52	-0.77	1.20	-1.17
1993-06	-5.13	-4.00	0.04	0.65
1994-06	7.28	0.88	3.02	-0.52
1995-06	0.76	-0.49	0.67	-0.39
1996-06	4.28	-1.19	-3.08	-4.83
1997-06	-10.83	-1.78	2.38	0.28
1998-06	1.59	-2.88	1.30	1.79
1999-06	-1.31	1.18	0.93	0.78
2000-06	5.52	0.52	2.54	-0.65
2001-06	-0.44	1.13	3.26	0.59
2002-06	-2.21	1.04	1.66	-1.98
2003-06	2.95	-1.44	-1.36	-3.12
2004-06	4.49	1.33	0.02	2.20
2005-06	1.71	1.87	0.33	0.53
2006-06	1.91	-2.50	-0.95	1.17
2007-06	1.64	-2.56	-0.86	-2.32
2008-06	2.42	-1.25	2.50	0.07
2009-06	-0.91	4.09	-4.39	0.04
2010-06	2.18	-4.94	0.69	0.56
2011-06	2.95	1.56	-2.60	-0.12
2012-06	-3.98	0.13	-2.94	0.14
2013-06	3.36	-1.85	-2.26	3.85
2014-06	-1.14	1.68	1.13	1.01
2015-06	-4.78	-4.19	-5.68	1.90
2016-06	6.26	1.00	0.15	2.00
2017-06	0.95	0.05	2.34	-2.00
2018-06	0.37	1.32	1.55	0.41
2019-06	-2.84	-4.30	-1.90	3.86
2020-06	3.17	-5.94	-0.22	1.06
2021-06	-4.04	0.91	0.42	0.92
2022-06	-2.02	-6.51	0.68	-3.84
2023-06	-3.28	-0.16	3.40	-3.29
2024-06	-3.17	0.39	1.57	1.25

ก.19 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนกรกฎาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-07	3.40	4.26	-3.55	-0.22
1982-07	-1.51	-3.92	2.19	5.37
1983-07	0.67	-5.10	-1.18	1.67
1984-07	1.06	-3.11	-1.77	0.56
1985-07	-0.47	-1.93	-1.67	-3.00
1986-07	-2.81	-0.30	0.26	-1.51
1987-07	-10.70	0.19	-4.63	-4.80
1988-07	2.22	-3.85	0.49	0.30
1989-07	-1.59	-0.76	-0.30	0.49
1990-07	-4.39	3.64	-2.41	3.14
1991-07	-3.39	-2.99	2.83	1.71
1992-07	4.98	0.26	1.32	-2.24
1993-07	-5.27	0.52	-0.85	3.53
1994-07	-5.27	2.55	7.58	-1.35
1995-07	6.70	1.38	-0.33	0.73
1996-07	-2.01	-4.22	4.15	-2.07
1997-07	-1.11	5.55	2.05	1.78
1998-07	1.59	-7.06	-1.40	-1.54
1999-07	-2.27	0.73	-2.34	-0.32
2000-07	-2.47	2.26	-3.35	-2.99
2001-07	-3.76	2.88	-0.04	2.02
2002-07	-6.08	1.75	-0.25	-1.70
2003-07	1.07	-3.93	1.87	-2.51
2004-07	3.04	1.01	-4.81	2.51
2005-07	-0.14	4.26	-0.32	-0.65
2006-07	0.86	4.41	2.51	-1.60
2007-07	-1.48	-4.10	-0.03	0.22
2008-07	0.87	-1.43	-0.74	-0.30
2009-07	0.43	0.23	-0.02	0.05
2010-07	2.71	-1.95	0.21	0.01
2011-07	5.71	2.71	0.13	-0.84
2012-07	-0.61	-1.60	2.80	-3.51
2013-07	3.49	2.27	2.37	2.17
2014-07	-0.42	4.61	-0.38	0.45
2015-07	-0.91	1.62	0.77	3.05
2016-07	5.02	-1.59	-0.48	0.25
2017-07	6.49	4.70	-3.45	-2.60
2018-07	0.01	5.25	2.53	0.50
2019-07	-5.81	0.00	-1.52	1.44
2020-07	-0.61	-6.48	-3.33	0.97
2021-07	4.04	-0.84	3.43	-2.06
2022-07	5.60	-1.05	-1.31	1.42
2023-07	-0.55	-1.45	1.24	2.03
2024-07	3.65	0.63	1.71	-0.56

ก.20 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนสิงหาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-08	-4.40	-0.76	1.97	-3.79
1982-08	-2.93	-1.13	0.82	0.86
1983-08	6.12	3.79	6.17	-0.65
1984-08	-6.06	-3.85	1.67	-2.78
1985-08	-4.15	-0.10	-1.19	0.44
1986-08	-2.88	-0.69	5.25	1.71
1987-08	2.87	-2.61	-4.62	1.78
1988-08	1.14	4.38	-1.66	-2.27
1989-08	-2.88	0.78	4.21	0.28
1990-08	-6.10	-1.29	0.17	-4.27
1991-08	2.97	-5.08	1.01	1.91
1992-08	-0.10	0.59	1.61	0.21
1993-08	-2.40	4.25	0.59	-2.09
1994-08	3.40	-3.89	-0.94	1.56
1995-08	8.69	0.92	0.43	0.32
1996-08	0.44	0.21	-4.17	1.51
1997-08	0.68	-4.71	-3.84	4.07
1998-08	2.46	5.15	0.59	0.92
1999-08	-1.05	1.59	-5.29	-0.98
2000-08	0.61	-0.06	3.10	5.30
2001-08	0.23	-3.62	-0.80	-3.26
2002-08	3.49	-4.65	1.21	-0.55
2003-08	-1.81	1.15	1.52	1.07
2004-08	-5.25	1.24	2.56	0.45
2005-08	-3.81	-0.75	-3.31	-1.49
2006-08	0.32	-4.42	-0.92	-2.72
2007-08	-3.59	-0.97	-0.68	1.45
2008-08	-2.40	2.67	-0.92	-0.52
2009-08	-1.10	2.71	-1.00	1.76
2010-08	7.70	-1.37	1.93	-4.98
2011-08	5.15	0.93	-0.90	-1.55
2012-08	-2.46	-0.07	0.74	1.78
2013-08	0.75	0.86	-1.76	-0.29
2014-08	1.71	1.45	0.12	2.55
2015-08	-1.95	1.50	-0.15	5.08
2016-08	-0.27	1.49	1.84	-0.29
2017-08	3.62	2.33	0.65	2.35
2018-08	-4.62	-0.85	0.98	-1.71
2019-08	2.99	-7.86	0.77	0.87
2020-08	2.27	-1.51	-1.25	-2.05
2021-08	0.57	3.93	-1.65	0.25
2022-08	4.54	1.46	2.31	-1.32
2023-08	-6.34	2.04	-2.27	1.71
2024-08	3.82	4.83	-4.89	-2.62

ก.21 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนกันยายน

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-09	-7.63	0.30	-3.82	-4.30
1982-09	5.11	-4.30	-1.74	-1.19
1983-09	-2.16	2.01	1.05	2.86
1984-09	-0.54	-1.15	-1.62	-0.19
1985-09	0.24	2.88	-0.86	-0.83
1986-09	-5.28	2.07	2.24	5.08
1987-09	3.00	0.07	-0.49	-0.10
1988-09	-6.27	4.42	3.59	0.86
1989-09	-5.01	-2.02	-0.85	-1.17
1990-09	-1.27	-2.55	2.57	-0.40
1991-09	-2.52	-1.62	3.43	-2.06
1992-09	-0.34	-5.17	-1.82	-1.71
1993-09	0.02	-0.05	-0.14	1.13
1994-09	-1.26	-0.59	3.27	1.73
1995-09	-0.56	5.62	-0.99	-3.27
1996-09	5.76	2.94	0.16	-0.74
1997-09	-3.69	3.00	-3.65	0.40
1998-09	-4.50	1.15	-0.33	2.31
1999-09	-1.44	-3.67	-0.84	0.44
2000-09	-1.67	-2.94	-2.32	0.20
2001-09	-4.14	-2.96	0.28	1.41
2002-09	6.43	-1.12	0.55	-0.63
2003-09	2.86	-1.67	0.51	0.36
2004-09	-1.92	-0.35	-7.99	2.55
2005-09	5.32	-0.05	-4.84	-0.43
2006-09	-1.62	4.00	-3.07	0.25
2007-09	0.70	-1.77	1.66	0.13
2008-09	4.97	0.23	2.54	-2.67
2009-09	0.94	-0.60	2.92	-3.01
2010-09	-0.90	-1.34	-4.44	-2.40
2011-09	5.97	-1.89	0.32	0.70
2012-09	0.72	7.01	-0.17	1.03
2013-09	5.38	1.89	1.15	-1.68
2014-09	-2.71	-3.57	3.15	-1.42
2015-09	-2.70	3.12	2.05	-0.97
2016-09	2.86	-0.31	2.41	-1.62
2017-09	-4.13	-3.24	0.40	3.78
2018-09	-4.55	-1.11	1.16	-1.91
2019-09	-2.65	-0.65	1.55	-3.06
2020-09	-1.59	1.54	1.76	0.82
2021-09	5.33	3.22	0.47	-1.28
2022-09	6.62	3.40	-0.53	2.05
2023-09	5.96	-2.06	-0.57	5.73
2024-09	2.83	-2.13	1.88	3.24

ก.22 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนตุลาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-10	-1.46	-4.02	1.62	-0.91
1982-10	-2.01	-3.57	1.88	-0.97
1983-10	8.10	0.45	-1.32	1.50
1984-10	1.30	-4.30	1.43	-0.07
1985-10	2.91	0.59	0.48	-1.58
1986-10	0.44	2.46	2.02	0.70
1987-10	-2.28	-1.15	1.80	-2.09
1988-10	6.98	-0.61	-1.82	-2.42
1989-10	3.05	3.16	-0.94	-2.00
1990-10	4.90	1.08	1.57	5.78
1991-10	-0.75	-1.89	-2.04	-1.26
1992-10	0.89	2.57	-1.27	2.43
1993-10	-6.26	3.95	-2.45	0.26
1994-10	-6.81	-4.09	1.52	2.69
1995-10	-1.08	-1.38	-0.51	-2.03
1996-10	0.15	0.93	0.93	-0.42
1997-10	-0.64	-3.93	2.04	0.01
1998-10	-4.04	2.95	4.89	-0.89
1999-10	4.15	3.88	-0.80	0.21
2000-10	1.44	-0.15	-1.77	-1.26
2001-10	3.16	1.96	-0.62	0.24
2002-10	-2.06	-4.68	0.94	-0.27
2003-10	-8.93	6.77	2.84	-0.54
2004-10	-17.81	0.08	-2.61	-3.00
2005-10	-5.15	2.38	-1.13	2.58
2006-10	3.72	-3.38	2.45	-2.72
2007-10	2.95	-1.34	6.62	0.25
2008-10	3.28	-1.34	-2.28	1.18
2009-10	0.25	-2.14	-4.01	-0.45
2010-10	5.10	2.64	0.71	1.73
2011-10	2.33	-0.70	1.78	-0.10
2012-10	-4.99	-4.34	-2.49	1.20
2013-10	0.56	4.23	-1.36	0.89
2014-10	-2.75	2.82	-0.80	-1.32
2015-10	-0.25	-3.67	1.54	2.09
2016-10	3.71	2.42	-1.96	-1.71
2017-10	4.91	-3.69	-4.38	-1.35
2018-10	-2.75	1.39	-2.55	2.93
2019-10	-8.32	-2.90	-0.57	2.95
2020-10	3.34	4.00	1.51	-2.65
2021-10	6.05	-0.43	-0.15	-1.26
2022-10	-0.76	4.11	2.18	-0.16
2023-10	5.08	-2.06	-0.76	1.14
2024-10	0.33	0.92	-2.18	0.70

ก.23 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนพฤศจิกายน

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-11	10.06	1.86	-0.20	-0.17
1982-11	2.16	-2.21	1.24	-1.50
1983-11	7.26	1.56	-4.58	-1.99
1984-11	-2.34	-5.56	2.07	-0.33
1985-11	4.63	2.39	-4.41	2.32
1986-11	-2.12	0.64	1.71	-0.46
1987-11	10.04	-0.20	-2.61	-2.87
1988-11	-5.42	7.07	-1.03	2.34
1989-11	-2.73	-2.10	-2.22	-3.01
1990-11	3.83	-1.18	-0.58	1.64
1991-11	-7.89	-1.12	-4.60	1.28
1992-11	-8.38	-0.02	-2.12	0.40
1993-11	-9.24	-0.99	1.16	-1.09
1994-11	-6.85	0.70	-0.77	2.62
1995-11	1.27	3.67	0.02	4.11
1996-11	9.00	-2.86	2.32	2.39
1997-11	-2.85	-1.39	-3.47	-3.41
1998-11	5.31	-0.83	1.42	0.83
1999-11	4.84	-0.96	0.71	0.16
2000-11	-8.02	3.78	2.09	-0.47
2001-11	-1.19	-3.95	0.99	0.20
2002-11	5.70	2.72	-2.77	2.71
2003-11	-10.64	-1.72	-0.86	1.11
2004-11	-4.91	-2.51	-2.98	1.82
2005-11	7.14	0.17	3.58	-0.50
2006-11	-3.88	-7.57	1.82	-0.71
2007-11	-2.34	-1.94	-2.43	-0.33
2008-11	4.01	0.93	4.21	4.48
2009-11	-5.01	0.49	3.47	-0.57
2010-11	-8.34	2.36	3.68	-1.13
2011-11	-5.81	-0.97	0.46	2.14
2012-11	7.38	-2.13	-1.14	-0.34
2013-11	1.69	3.99	-0.88	-2.19
2014-11	3.76	0.61	-1.09	-1.03
2015-11	2.95	-0.87	0.25	-0.11
2016-11	6.02	-3.93	0.16	1.87
2017-11	0.61	4.74	2.47	-2.24
2018-11	0.57	-1.42	-0.85	-0.42
2019-11	-2.97	-2.20	-1.67	0.51
2020-11	-3.33	0.11	0.88	-1.52
2021-11	0.30	4.66	-0.48	-3.04
2022-11	6.90	-1.37	2.71	-0.66
2023-11	-0.10	1.68	2.78	-2.81
2024-11	-1.05	5.85	1.55	-0.06

ก.24 ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเวลาของฝนบริเวณประเทศไทยเดือนธันวาคม

Time	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
1981-12	-2.83	-0.40	2.03	2.28
1982-12	2.08	-0.83	-3.49	-5.98
1983-12	6.83	0.37	0.60	-0.99
1984-12	-5.20	3.64	-0.03	-0.06
1985-12	-5.72	-0.10	0.64	0.60
1986-12	5.74	-4.44	0.43	0.38
1987-12	-6.46	1.95	2.15	0.05
1988-12	-6.74	-3.90	0.12	0.07
1989-12	-6.63	-7.25	-2.34	-0.49
1990-12	-6.22	-2.11	-0.28	0.19
1991-12	5.27	-1.19	2.94	-1.77
1992-12	12.18	-5.45	3.18	1.84
1993-12	-1.11	2.77	1.84	-3.34
1994-12	3.18	-5.34	-3.66	0.72
1995-12	-4.42	-0.67	-0.74	-1.05
1996-12	-3.19	4.75	-0.07	0.70
1997-12	-5.94	1.29	0.84	0.19
1998-12	0.56	1.49	1.44	-2.57
1999-12	1.18	1.40	1.54	1.84
2000-12	-3.31	2.01	-1.34	0.46
2001-12	-0.07	1.61	0.37	0.73
2002-12	12.92	0.92	-1.96	-1.20
2003-12	-6.34	0.29	0.75	0.49
2004-12	-7.05	-3.97	0.46	-0.94
2005-12	6.93	5.01	-0.50	-1.37
2006-12	-3.04	-0.54	-3.42	-0.99
2007-12	-5.99	-0.62	0.08	-0.39
2008-12	-0.47	-3.09	6.18	0.60
2009-12	-3.05	-3.98	-2.17	-0.68
2010-12	6.74	3.21	-1.02	3.66
2011-12	-3.79	2.36	0.34	1.39
2012-12	0.19	1.67	-0.69	2.02
2013-12	6.68	-5.31	6.24	-2.63
2014-12	1.76	5.05	-1.17	-3.34
2015-12	6.56	-3.17	-4.58	3.84
2016-12	0.56	4.56	2.48	0.57
2017-12	10.06	0.11	-1.52	-0.01
2018-12	9.21	2.58	-1.33	0.28
2019-12	-4.32	-3.61	-1.42	1.83
2020-12	-3.35	3.88	-0.64	-1.12
2021-12	-2.17	-0.73	-1.16	-2.09
2022-12	-1.16	4.39	1.17	3.54
2023-12	0.09	1.08	-2.11	0.13
2024-12	-0.14	0.33	-0.18	2.58