



## กรมอุตุนิยมวิทยา

4553 ถนนสุขุมวิท บางนา กรุงเทพฯ 10260

METEOROLOGICAL DEPARTMENT

4353 SUKHUMVIT ROAD, BANGKOK 10260, THAILAND

เอกสารวิชาการ

การพยากรณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีดในประเทศไทยจากข้อมูลภูมิอากาศ  
นิชนันท์ ตราโชว์

Forecasting Extreme Rainfall Events in Thailand  
from Climate Data  
Nichanun Trachow

เอกสารวิชาการเลขที่

Technical Document No.

ISBN:

การพยากรณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีดในประเทศไทยจากข้อมูลภูมิอากาศ  
(Forecasting Extreme Rainfall Events in Thailand from Climate Data)

นิชนันท์ ตราโชวี  
ศูนย์ภูมิอากาศ  
กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา  
มีนาคม พ.ศ. 2569

NICHANUN TRACHOW  
CLIMATE CENTER  
METEOROLOGICAL DEVELOPMENT DIVISION  
MARCH 2026

## บทคัดย่อภาษาไทย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคำนวณและพยากรณ์ดัชนีภูมิอากาศสุดขีดของฝนในประเทศไทย โดยพิจารณาทั้งมิติของความถี่และความรุนแรง ได้แก่ จำนวนวันฝนตกหนักมากกว่า 35 มิลลิเมตร (R35mm) และปริมาณฝนสะสมสูงสุดในช่วง 5 วันติดต่อกัน (Rx5day) การพยากรณ์ดำเนินการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แคนอนิคัล (Canonical Correlation Analysis: CCA) ผ่านโปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT) โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) จากแบบจำลอง CFSv2 ในบริเวณมหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิกเขตร้อนเป็นตัวแปรต้น ร่วมกับข้อมูลฝนรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 75 แห่งทั่วประเทศไทย ข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1991–2025 ถูกนำมาคำนวณเป็นดัชนีภูมิอากาศรายเดือน โดยกำหนดช่วงปี ค.ศ. 1991–2020 เป็นฐานภูมิอากาศ (Climatology) และทำการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน (Lead 1) สำหรับปี ค.ศ. 2025

ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองสามารถสะท้อนแนวโน้มเชิงฤดูกาลของดัชนี R35mm ได้ในระดับปานกลางถึงดี โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนของประเทศไทย (พฤษภาคม–ตุลาคม) ซึ่งค่าการพยากรณ์มีความสอดคล้องกับข้อมูลสังเกตตรวจวัดจริงมากกว่าช่วงฤดูแล้ง นอกจากนี้ แบบจำลองยังสามารถตรวจจับเหตุการณ์ฝนตกหนักได้ในหลายช่วงเดือน เมื่อพิจารณาจากตัวชี้วัดทางสถิติ เช่น ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation), ความน่าจะเป็นในการตรวจจับ Probability of Detection (POD) และดัชนีความสำเร็จเชิงวิกฤต Critical Success Index (CSI)

สำหรับดัชนี Rx5day ผลการพยากรณ์สามารถสะท้อนแนวโน้มการเกิดฝนสะสมต่อเนื่องหลายวันในช่วงฤดูฝนได้ในระดับปานกลางถึงดีเช่นกัน อย่างไรก็ตาม พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของดัชนี Rx5day สูงกว่าดัชนี R35mm ในบางช่วงเวลา อันเนื่องมาจากความแปรปรวนเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในระดับที่สูงของเหตุการณ์ฝนสะสม

โดยสรุป การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการบูรณาการข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST) ร่วมกับแบบจำลองทางสถิติ CCA มีศักยภาพอย่างมากสามารถใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มของดัชนีฝนสุดขีดในของประเทศไทยได้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาระบบพยากรณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีดและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยในอนาคต

## ABSTRACT

This study aims to calculate and forecast extreme climate indices in Thailand, focusing on the dimensions of precipitation frequency and intensity. The indices analyzed include the number of heavy precipitation days exceeding 35 mm (R35mm) and the maximum consecutive 5-day precipitation amount (Rx5day). The forecasting was conducted using Canonical Correlation Analysis (CCA) via the Climate Predictability Tool (CPT). Sea Surface Temperature (SST) data from the CFSv2 model over the tropical Indian and Pacific Oceans were utilized as predictors, integrated with daily rainfall data from 75 meteorological stations across Thailand. Monthly climate indices were calculated for the period 1991–2025, with 1991–2020 established as the climatological base period. A 1-month lead time (Lead 1) forecast was performed for the year 2025.

The results indicate that the model reflects the seasonal trends of the R35mm index at a moderate-to-good level, particularly during Thailand's monsoon season (May–October). During this period, forecasted values showed greater consistency with observed data compared to the dry season. The model also demonstrated the ability to detect heavy rainfall events across several months, as indicated by statistical metrics including Correlation, Probability of Detection (POD), and Critical Success Index (CSI). For the Rx5day index, the forecasts similarly reflected trends of cumulative multi-day rainfall during the rainy season at a moderate-to-good level. However, higher error rates were observed for Rx5day compared with R35mm in some periods due to the high spatial and temporal variability of cumulative rainfall events.

In conclusion, this study demonstrates that integrating SST data with the CCA statistical model possesses significant potential for forecasting trends in extreme precipitation indices in Thailand, especially during the rainy season. These findings serve as a fundamental framework for enhancing extreme event forecasting systems and analyzing climate variability in Thailand for future research

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
<b>1. บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการดำเนินการ	2
1.4 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
1.5 ทฤษฎี และ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ในการศึกษา	6
1.6 วิธีดำเนินการศึกษาโดยสรุป	15
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	16
<b>2. ข้อมูลและวิธีดำเนินการ</b>	<b>18</b>
2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	18
2.2 บริเวณที่ใช้ในการศึกษา	20
2.3 วิธีการดำเนินการศึกษา	20
<b>3. ผลการดำเนินการ</b>	<b>25</b>
3.1 ผลการพยากรณ์ดัชนี R35mm	25
3.2 ผลการพยากรณ์ดัชนี Rx5day	39
<b>4. สรุปการดำเนินการ</b>	<b>54</b>
4.1 สรุปผลการดำเนินการ	54
4.2 วิจารณ์ผลการดำเนินการ	57
4.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	59
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>60</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>64</b>
ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเปียกเบนมาตรฐาน, ผลการตรวจวัดจำนวนวันที่ฝนเกิน 35 มิลลิเมตร และผลการตรวจวัดปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน	65

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางการประเมินผลการพยากรณ์ (Contingency)	14
ตารางที่ 2 ข้อมูลตำแหน่งสถานที่ที่ใช้ในการศึกษาบริเวณประเทศไทย	19
ตารางที่ 3 ผลการพยากรณ์จำนวนวันที่ตกเกิน 35 มม.	25
ตารางที่ 4 ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ของ R35mm	28
ตารางที่ 5 ค่าการคำนวณทางสถิติรายเดือนของ R35mm	37
ตารางที่ 6 ผลการพยากรณ์ปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน	39
ตารางที่ 7 ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ของ Rx5day	42
ตารางที่ 8 ค่าการคำนวณทางสถิติรายเดือนของ Rx5day	51

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการดำเนินการวิจัย	16
ภาพที่ 2 บริเวณที่ใช้คาดการณ์ดัชนีภูมิอากาศสุดขีด	20
ภาพที่ 3 วิธีการดาวน์โหลดชุดข้อมูลจากแบบจำลอง CFSv2 ผ่านเว็บไซต์ IRI	21
ภาพที่ 4 การนำเข้าข้อมูลในส่วนของคุณสมบัติตั้งต้น	22
ภาพที่ 5 การกำหนดพื้นที่ศึกษาตัวแปรต้น	22
ภาพที่ 6 กำหนดพื้นที่ศึกษาสำหรับตัวแปรตามบริเวณประเทศไทย	23
ภาพที่ 7 การกำหนดช่วง Climatological Period	23
ภาพที่ 8 ผลการพยากรณ์ในรูปแบบเชิงพื้นที่รายเดือนของ R35mm	33
ภาพที่ 9 ผลการพยากรณ์ในรูปแบบเชิงพื้นที่รายเดือนของ Rx5day	47

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศเขตร้อนภายใต้อิทธิพลของระบบมรสุม ส่งผลให้ปริมาณฝนมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงทั้งในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ ในแต่ละปีอาจเกิดความแตกต่างของปริมาณฝนอย่างชัดเจน บางช่วงอาจเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนาน ขณะที่บางช่วงอาจเกิดฝนตกหนักต่อเนื่อง ซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดน้ำท่วมและสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน ตลอดจนส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ เช่น ภาคเกษตรกรรม การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และการวางแผนโครงสร้างพื้นฐาน ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ปรากฏการณ์สภาพภูมิอากาศสุดขีด (Extreme Climate Events) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในหลายภูมิภาคของโลก รวมถึงประเทศไทย เหตุการณ์ฝนตกหนักในระยะเวลายาวนาน หรือฝนสะสมต่อเนื่องหลายวัน สามารถก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก และความเสียหายในวงกว้าง ดังนั้นการทำความเข้าใจลักษณะของฝนในมิติของความถี่ (Frequency) และ ความรุนแรง (Intensity) จึงมีความสำคัญต่อการประเมินความเสี่ยงและการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติ ซึ่งหนึ่งในวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาลักษณะของเหตุการณ์ภูมิอากาศสุดขีด คือการใช้ ดัชนีภูมิอากาศสุดขีด (Extreme Climate Indices : ECIs) ซึ่งพัฒนาจากข้อมูลภูมิอากาศรายวันเพื่อสะท้อนความผิดปกติหรือความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาหนึ่ง โดยดัชนีมาตรฐานสากลได้รับการพัฒนาโดยคณะทำงาน ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) ภายใต้การสนับสนุนขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO)

การศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนาผลผลิตต้นแบบสำหรับการคาดการณ์ดัชนีฝนสุดขีด โดยเลือกใช้ดัชนีตามมาตรฐานสากล 2 ตัว ได้แก่ R35mm ซึ่งแสดงจำนวนวันที่มีปริมาณฝนรายวันมากกว่าหรือเท่ากับ 35 มิลลิเมตร และสะท้อนความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนัก และ Rx5day ซึ่งเป็นปริมาณฝนสะสมสูงสุดภายในช่วงเวลา 5 วันต่อเนื่อง (Highest 5-day Precipitation Amount) เพื่อสะท้อนความรุนแรงและความต่อเนื่องของเหตุการณ์ฝนตก ในด้านการพยากรณ์ภูมิอากาศ ปัจจุบันมีการใช้ทั้งแบบจำลองเชิงพลวัต (Dynamical Model) และวิธีการทางสถิติ (Statistical Method) ในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศล่วงหน้า CFSv2 (Coupled Forecast System Version 2) พัฒนาโดย National Centers for Environmental Prediction (NCEP) แบบจำลองที่รวมการทำงานของระบบบรรยากาศ มหาสมุทร พื้นดิน และน้ำแข็งทะเล และถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์ภูมิอากาศรายเดือนและรายฤดูกาลอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ เครื่องมือ Climate Predictability Tool (CPT) ซึ่งพัฒนาโดย International Research Institute for Climate and Society (IRI) สามารถใช้วิเคราะห์

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศขนาดใหญ่ เช่น อุณหภูมิผิวน้ำทะเล กับตัวแปรภูมิอากาศในระดับพื้นที่ โดยใช้วิธีทางสถิติ เช่น Canonical Correlation Analysis (CCA)

การศึกษานี้จะคำนวณดัชนีฝนสุดขีดจากฐานข้อมูลภูมิอากาศช่วงปี ค.ศ. 1991–2020 เพื่อมุ่งเน้นการพยากรณ์ในปี ค.ศ. 2025 เป็นกรณีศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงจากข้อมูลตรวจวัด (Observed Data) เพื่อประเมินความสามารถของแบบจำลองในการคาดการณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีด เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์การพยากรณ์ภูมิอากาศ (Climate Services Product) สำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถนำไปใช้สนับสนุนการวางแผน การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติทางธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพยากรณ์ค่าดัชนีภูมิอากาศ R35mm และ Rx5day ของปี ค.ศ. 2025 ล่วงหน้า 1 เดือน (Lead 1) โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากแบบจำลอง CFSv2 ผ่านการวิเคราะห์ด้วย Canonical Correlation Analysis (CCA) ในโปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT)

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ดัชนีภูมิอากาศกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Observed Data) ในปี ค.ศ. 2025 และประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีดในประเทศไทย

## 1.3 ขอบเขตของการดำเนินการ

### 1.3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา (Spatial Scope)

การศึกษานี้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาออกเป็นสองส่วน ได้แก่ พื้นที่ของตัวแปรต้น (Predictor) และพื้นที่ของตัวแปรตาม (Predictand) ในส่วนของตัวแปรต้น ใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) จากแบบจำลอง CFSv2 ในช่วงปีฐาน (Climatology) ค.ศ. 1991-2020 บริเวณระหว่างละติจูด  $30^{\circ}$  S ถึง  $30^{\circ}$  N และลองจิจูด  $40^{\circ}$  E ถึง  $290^{\circ}$  E โดยจะครอบคลุมมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกซึ่งส่งผลต่อระบบภูมิอากาศบริเวณประเทศไทย ซึ่งเป็นบริเวณมหาสมุทรที่มีบทบาทสำคัญต่อการไหลเวียนของบรรยากาศ การลำเลียงความชื้น และการก่อตัวของระบบฝนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทย สำหรับตัวแปรตาม ใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายสถานีจำนวน 75 สถานี ที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศไทยบริเวณระหว่างละติจูด  $6^{\circ}$  N ถึง  $20^{\circ}$  N และลองจิจูด  $97^{\circ}$  E ถึง  $105^{\circ}$  E โดยครอบคลุมทุกภูมิภาค ในการคำนวณหาดัชนีทางภูมิอากาศ R35mm และ Rx5day ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1991-2025 เพื่อใช้ในการพยากรณ์และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการพยากรณ์

### 1.3.2 ขอบเขตด้านข้อมูล (Data Scope)

ข้อมูลตัวแปรต้นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) จากแบบจำลอง CFSv2 (Coupled Forecast System Version 2) ซึ่งพัฒนาโดย National Centers for Environmental Prediction (NCEP) โดยข้อมูล SST ที่ใช้ประกอบด้วย 2 ชุดข้อมูล ได้แก่ Hindcast และ Forecast โดยข้อมูล Hindcast จะเป็นข้อมูลการจำลองย้อนหลังของแบบจำลอง ที่คำนวณโดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีตเป็นเงื่อนไขเริ่มต้น เพื่อให้แบบจำลองสร้างผลลัพธ์ของตัวแปรภูมิอากาศในช่วงเวลาที่ผ่านมา โดยในงานศึกษานี้จะนำข้อมูล Hindcast ช่วงปี ค.ศ. 1991 – 2020 มาวิเคราะห์ร่วมกับดัชนีฝนสุดขั้วที่คำนวณจากข้อมูลฝนสถานีตรวจวัด เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงสถิติผ่านวิธี Canonical Correlation Analysis (CCA) ในโปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT) ส่วนข้อมูล Forecast เป็นข้อมูลการคาดการณ์ล่วงหน้าที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลอง โดยใช้สภาวะเริ่มต้นของระบบภูมิอากาศในช่วงเวลาปัจจุบัน เพื่อจำลองการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภูมิอากาศในอนาคต ข้อมูล Forecast จะถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรนำเข้าไปในแบบจำลองทางสถิติที่ได้จากขั้นตอนการฝึกด้วยข้อมูล Hindcast เพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ค่าดัชนีฝนสุดขั้วในแต่ละเดือนของปี ค.ศ. 2025 โดยในการพยากรณ์นี้จะใช้ชุดข้อมูล Hindcast ของเดือนก่อนหน้า และข้อมูล Forecast ของเดือนถัดไป (Lead Time 1) ในการพยากรณ์รายเดือน

ข้อมูลตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือดัชนีภูมิอากาศสุดขั้ว 2 ดัชนี ได้แก่ R35mm และ Rx5day เพื่อสะท้อนมิติของความถี่และความรุนแรงของฝนอย่างจำเพาะเจาะจง โดย R35mm ใช้ประเมินจำนวนวันที่เกิดฝนตกหนักมาก ( $\geq 35$  มม./วัน) และ Rx5day ใช้ประเมินปริมาณฝนสะสมสูงสุด 5 วันต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการเฝ้าระวังอุทกภัย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการวิเคราะห์และพยากรณ์เฉพาะดัชนีทั้งสอง เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์การพยากรณ์ดัชนีภูมิอากาศ โดยไม่ได้ครอบคลุมดัชนีภูมิอากาศสุดขั้วประเภทอื่น

### 1.3.3 วิธีการวิเคราะห์

ในการศึกษานี้ใช้เทคนิค Canonical Correlation Analysis (CCA) ผ่านโปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปัจจัยภูมิอากาศและดัชนีฝนสุดขั้วในแต่ละสถานี โดยอาศัยการแยกลักษณะเด่นของความสัมพันธ์ที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดมาสร้างแบบจำลองพยากรณ์ ซึ่งโปรแกรม CPT จะช่วยในการปรับเทียบข้อมูล (Downscaling) และประเมินความแม่นยำด้วยวิธี Cross-validation เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือทางสถิติและระบุช่วงความไม่แน่นอนได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังประเมินสมรรถนะของแบบจำลองในการคาดการณ์ดัชนีภูมิอากาศสุดขั้วในระดับสถานี โดยผลการวิเคราะห์จะถูกนำไปใช้ในการพยากรณ์ค่าดัชนีฝนสุดขั้วในช่วงเวลาที่กำหนดและใช้ประเมินสมรรถนะของแบบจำลองในการคาดการณ์เหตุการณ์ฝนสุดขั้วในประเทศไทย

## 1.4 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 1.4.1 ดัชนีภูมิอากาศสุดขั้ว (Extreme Climate Indices)

เหตุการณ์ภูมิอากาศสุดขั้ว (Extreme Climate Events) ได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากเหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะเหตุการณ์ฝนตกหนักซึ่งสามารถนำไปสู่การเกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก และดินถล่มในหลายพื้นที่ทั่วโลก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะของเหตุการณ์ภูมิอากาศสุดขั้ว นักวิจัยจึงได้พัฒนาดัชนีภูมิอากาศสุดขั้ว (Extreme Climate Indices) ซึ่งสามารถสะท้อนลักษณะของสภาพภูมิอากาศในหลายมิติ เช่น ความถี่ ความรุนแรง และระยะเวลาของเหตุการณ์ (World Meteorological Organization, 2009)

หนึ่งในงานวิจัยที่สำคัญในด้านนี้คือการศึกษาของ Alexander et al. (2006) ซึ่งได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ภูมิอากาศสุดขั้วจากข้อมูลรายวันของสถานีตรวจอากาศทั่วโลกในช่วงปี ค.ศ. 1951–2003 โดยใช้ดัชนีมาตรฐานที่พัฒนาโดยคณะทำงาน Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) ภายใต้การสนับสนุนขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) ผลการศึกษาพบว่าหลายภูมิภาคของโลกมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในดัชนีอุณหภูมิและหยาดน้ำฟ้า โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์อุณหภูมิสุดขั้วและการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบฝนตกหนัก

ดัชนีภูมิอากาศสุดขั้วตามข้อเสนอแนะของ ETCCDI มีทั้งหมด 27 ดัชนี ซึ่งครอบคลุมทั้งด้านอุณหภูมิและปริมาณฝน โดยสามารถคำนวณได้จากข้อมูลภูมิอากาศรายวัน เครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการคำนวณดัชนีดังกล่าวคือโปรแกรม RclimDex ซึ่งพัฒนาโดย Zhang และ Yang (2004) โดยโปรแกรมนี้มีขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพข้อมูล (Quality Control) เพื่อคัดกรองข้อมูลที่ผิดปกติก่อนนำมาคำนวณดัชนี ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นมาตรฐาน

สำหรับประเทศไทยมีงานวิจัยที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฝนสุดขั้วเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่นงานวิจัยของ Limsakul และ Singhruck (2016) ที่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณฝนและดัชนีฝนสุดขั้วในประเทศไทยจากข้อมูลสถานีตรวจอากาศในช่วงปี ค.ศ. 1955–2014 ผลการศึกษาพบว่าความเข้มของฝนในวันที่เกิดฝนตกหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในหลายพื้นที่ของประเทศ โดยเฉพาะดัชนีที่เกี่ยวข้องกับฝนตกหนัก เช่น Rx1day และ R95p

ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Endo et al. (2009) ที่ได้ศึกษาดัชนีฝนสุดขั้วในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และพบว่าหลายพื้นที่ในภูมิภาคนี้มีแนวโน้มของเหตุการณ์ฝนตก

หนักเพิ่มขึ้นในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้ได้ชี้ให้เห็นว่าดัชนีฝนสุดขั้วมีความอ่อนไหวและสะท้อนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดีกว่าปริมาณฝนรวมรายปี

#### 1.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลกับปริมาณฝน

อุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อระบบภูมิอากาศของโลก โดยเฉพาะในเขตร้อนซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ SST สามารถส่งผลต่อการไหลเวียนของบรรยากาศ การก่อตัวของเมฆ และการกระจายตัวของปริมาณฝนในหลายภูมิภาคของโลก การศึกษาของ Trenberth et al. (1998) ได้แสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบภูมิอากาศในระดับโลก โดยเฉพาะปรากฏการณ์ El Niño–Southern Oscillation (ENSO) ซึ่งมีอิทธิพลต่อปริมาณฝนในหลายภูมิภาคของโลก

นอกจากนี้ Ropelewski และ Halpert (1987) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ ENSO กับรูปแบบปริมาณฝนทั่วโลก และพบว่าการศึกษา El Niño และ La Niña สามารถทำให้รูปแบบการกระจายตัวของฝนเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญในหลายภูมิภาค รวมถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นภูมิภาคที่ได้รับอิทธิพลจากระบบมรสุมเขตร้อน

การศึกษาหลายงานยังพบว่าความผิดปกติของ SST ในมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดียสามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบมรสุมเอเชีย และมีผลต่อรูปแบบของปริมาณฝนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทย ดังนั้น SST จึงถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาการพยากรณ์ภูมิอากาศล่วงหน้าในหลายการศึกษา

#### 1.4.3 การพยากรณ์ภูมิอากาศโดยใช้ Canonical Correlation Analysis และ Climate Predictability Tool (CPT)

การพยากรณ์ภูมิอากาศเชิงสถิติ (Statistical Climate Prediction) เป็นหนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยมในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศขนาดใหญ่กับตัวแปรภูมิอากาศในระดับพื้นที่ โดยเฉพาะการใช้ข้อมูลตัวแปรจากมหาสมุทรหรือบรรยากาศเพื่อพยากรณ์ปริมาณฝนหรืออุณหภูมิในพื้นที่เฉพาะ เทคนิคที่ได้รับความนิยมในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชุดตัวแปรสองชุดคือ Canonical Correlation Analysis (CCA)

งานวิจัยของ Barnett และ Preisendorfer (1987) ได้แสดงให้เห็นว่าวิธี CCA สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรภูมิอากาศ เช่น ปริมาณฝน หรืออุณหภูมิ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยวิธีการนี้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างตัวแปรภูมิอากาศขนาดใหญ่ เช่น SST กับตัวแปรภูมิอากาศในระดับพื้นที่ และสามารถสกัดรูปแบบเชิงพื้นที่ (Spatial Patterns) ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดระหว่างตัวแปรทั้งสองชุด

เครื่องมือที่ถูกใช้ในการพยากรณ์ภูมิอากาศเชิงสถิติอย่างแพร่หลายคือ Climate Predictability Tool (CPT) ซึ่งพัฒนาโดย International Research Institute for Climate and Society (IRI) โดยโปรแกรมดังกล่าวสามารถใช้เทคนิคทางสถิติหลายรูปแบบ เช่น CCA และ Principal Component Regression (PCR) (Mason & Tippett, 2018) นอกจากนี้ CPT ยังมีระบบการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง เช่น การพยากรณ์ย้อนหลัง (Hindcast) และการตรวจสอบความแม่นยำด้วยวิธี Cross-validation ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินความสามารถของแบบจำลองในการพยากรณ์ได้อย่างเป็นระบบ

#### 1.4.4 แบบจำลองภูมิอากาศ Coupled Forecast System Version 2 (CFSv2)

แบบจำลองภูมิอากาศ Coupled Forecast System Version 2 (CFSv2) ซึ่งพัฒนาโดย National Centers for Environmental Prediction (NCEP) เป็นแบบจำลองภูมิอากาศเชิงพลวัตที่ใช้ในการพยากรณ์ภูมิอากาศรายเดือนและรายฤดูกาลอย่างแพร่หลาย โดยเป็นระบบแบบ Coupled Model ที่รวมการทำงานของบรรยากาศ มหาสมุทร พื้นดิน และน้ำแข็งทะเลเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถจำลองการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิอากาศได้อย่างสมจริง

การศึกษาของ Saha et al. (2014) ได้อธิบายโครงสร้างและสมรรถนะของแบบจำลอง CFSv2 ซึ่งถูกนำมาใช้ทั้งในงานวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศและการพยากรณ์ภูมิอากาศล่วงหน้า โดยแบบจำลองดังกล่าวสามารถผลิตข้อมูล Hindcast และ Forecast สำหรับการพยากรณ์ภูมิอากาศรายเดือนและรายฤดูกาลได้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า แม้ว่าจะมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฝนสุดขีดในประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จำนวนหนึ่ง แต่การศึกษาที่นำข้อมูล SST จากแบบจำลองภูมิอากาศ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธี Canonical Correlation Analysis (CCA) เพื่อพยากรณ์ดัชนีฝนสุดขีดในระดับสถานียังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาการพยากรณ์ดัชนีภูมิอากาศสุดขีดในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูล SST จากแบบจำลอง CFSv2 ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงสถิติผ่านโปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT) เพื่อประเมินศักยภาพของแบบจำลองในการคาดการณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีดล่วงหน้า

### 1.5 ทฤษฎี และ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ศึกษา

#### 1.5.1 ความเชื่อมโยงระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศ (Ocean-Atmosphere Interaction)

การพยากรณ์อากาศระยะเวลานานอาศัยพื้นฐานสำคัญจากแนวคิดความสัมพันธ์ระยะไกล (Teleconnections) ซึ่งอธิบายถึงปรากฏการณ์ที่ความผิดปกติของสภาวะบรรยากาศหรือมหาสมุทร

ในพื้นที่หนึ่ง สามารถส่งผลกระทบต่อลักษณะอากาศในพื้นที่อื่นที่อยู่ห่างไกลออกไปได้ ผ่านการหมุนเวียนของบรรยากาศโลก (Global Atmospheric Circulation) โดยมีกลไกสำคัญผ่านการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศ (Ocean-Atmosphere Interaction)

ในการศึกษานี้ มุ่งเน้นไปที่อิทธิพลของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) ในสองมหาสมุทรหลักที่มีผลกระทบโดยตรงต่อระบบอากาศของประเทศไทย ได้แก่

มหาสมุทรแปซิฟิก ผ่านปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา (ENSO) ตามแนวคิดของ Trenberth et al. (1998) ซึ่งอธิบายว่าความผิดปกติของ SST ในมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของวงจรวอล์กเกอร์ (Walker Circulation) ส่งผลให้ตำแหน่งของกระแสอากาศที่จมตัว (Subsidence) และยกตัว (Convection) เปลี่ยนไป ซึ่งกระทบต่อความชื้นและการก่อตัวของเมฆในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

มหาสมุทรอินเดีย ผ่านปรากฏการณ์ไดโพลในมหาสมุทรอินเดีย (Indian Ocean Dipole: IOD) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ropelewski and Halpert (1987) ที่ระบุว่าความแตกต่างของความกดอากาศและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียมีอิทธิพลสูงต่อปริมาณฝนในเขตร้อน

กลไกดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของ ร่องมรสุม (Monsoon Trough) และความแรงของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดลักษณะทางสถิติของฝน ทั้งในมิติของ ความถี่ (R35mm) และ ความรุนแรง (Rx5day) ดังนั้น การใช้ค่าความผิดปกติของ SST เป็นตัวแปรพยากรณ์ (Predictor) จึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการนำสัญญาณภูมิอากาศระดับมหภาคมาใช้คาดการณ์โอกาสการเกิดเหตุการณ์ฝนสุดขั้วในระดับท้องถิ่นของประเทศไทยได้อย่างมีนัยสำคัญ

### 1.5.3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แคนอนิคัล (Canonical Correlation Analysis: CCA)

การพยากรณ์ภูมิอากาศเชิงสถิติ (Statistical Climate Prediction) เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรภูมิอากาศขนาดใหญ่กับตัวแปรภูมิอากาศในระดับพื้นที่ เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ภูมิอากาศในอนาคต วิธีการดังกล่าวมักใช้ข้อมูลจากมหาสมุทรหรือบรรยากาศ เช่น อุณหภูมิผิวน้ำทะเล เป็นตัวแปรอิสระในการพยากรณ์ตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่เป้าหมาย เช่น ปริมาณฝน หรือดัชนีภูมิอากาศสุดขั้ว

หนึ่งในเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวคือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แคนอนิคัล (Canonical Correlation Analysis : CCA) เป็นเทคนิคสถิติวิเคราะห์พหุตัวแปร (Multivariate Statistical Analysis) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างกลุ่มของตัวแปรทำนาย (Predictors,  $X$ ) และกลุ่มของตัวแปรตาม (Predictands,  $Y$ ) โดยเทคนิคนี้จะทำการสร้างตัวแปรชุดใหม่ที่เรียกว่า "ตัวแปรแคนอนิคัล" (Canonical Variates) ซึ่งเป็นผลรวมเชิงเส้น

(Linear Combination) ของตัวแปรเดิมในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้ตัวแปรชุดใหม่มีความสัมพันธ์กันสูงสุดตามแนวทางที่เสนอโดย Barnett and Preisendorfer (1987) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ CCA สามารถอธิบายได้ผ่านสมการดังนี้

$$U = a^T X$$

$$V = b^T Y$$

$$R_c = \text{Corr}(U, V)$$

โดยที่

$X$	คือ เมทริกซ์ตัวแปรต้น (อุณหภูมิผิวน้ำทะเล)
$Y$	คือ เมทริกซ์ตัวแปรตาม (ดัชนีฝนสุดขีด)
$a$ และ $b$	คือ เวกเตอร์น้ำหนัก (Canonical Weights)
$U$	คือ Canonical Variates ของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล
$V$	คือ Canonical Variates ของดัชนีภูมิอากาศ

การวิเคราะห์จะสร้างคู่ของตัวแปร  $U$  และ  $V$  โดยที่ ซึ่งได้จากการรวมเชิงเส้นของตัวแปรเดิมผ่านเวกเตอร์น้ำหนัก  $a$  และ  $b$  เพื่อให้ค่าสหสัมพันธ์ (Canonical Correlation :  $R_c$ ) มีค่าสูงสุด

ในการพยากรณ์ภูมิอากาศ CCA จะทำหน้าที่สกัดรูปแบบร่วม (Common Modes) หรือรูปแบบเชิงพื้นที่ (Spatial Patterns) ที่มีความเชื่อมโยงกันระหว่างตัวแปรมหาสมุทรและตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา เช่น เมื่อรูปแบบ SST ในมหาสมุทรเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจส่งผลให้ดัชนีภูมิอากาศ เช่น R35mm หรือ Rx5day ของสถานีตรวจวัดเปลี่ยนแปลงไปในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์กัน

ข้อดีที่สำคัญของการใช้ CCA เมื่อเปรียบเทียบกับวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบเดี่ยว (Univariate Correlation) คือ CCA สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรหลายตัวพร้อมกัน ช่วยลดสัญญาณรบกวน (Noise) ของข้อมูล และทำให้สามารถระบุอิทธิพลของปัจจัยภูมิอากาศขนาดใหญ่ที่ส่งผลต่อการเกิดฝนสุดขีดในระดับพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบบจำลองที่พัฒนาแล้วสามารถนำไปใช้พยากรณ์ค่าดัชนีภูมิอากาศสุดขีดล่วงหน้า และประเมินความไม่แน่นอนของการพยากรณ์ผ่านช่วงค่าพยากรณ์ (Prediction Interval) ได้อย่างเป็นระบบ

#### 1.5.4 ดัชนีภูมิอากาศสุดขีด (Extreme Climate Indices : ECIs)

ดัชนีภูมิอากาศสุดขีด (Extreme Climate Indices) เป็นตัวชี้วัดทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะของเหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรง เช่น ฝนตกหนัก อุณหภูมิสูง หรือภัยแล้ง โดยมีการกำหนดมาตรฐานการคำนวณโดย Expert Team on Climate Change Detection and

Indices (ETCCDI) ซึ่งอยู่ภายใต้การสนับสนุนขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) ดัชนีเหล่านี้ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการติดตามและวิเคราะห์แนวโน้มของเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วในระยะยาว โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ ดัชนีเชิงความถี่ (Frequency) ดัชนีเชิงความรุนแรง (Intensity) และ ดัชนีเชิงระยะเวลา (Duration) ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ดัชนีภูมิอากาศสุดขั้ว 2 ดัชนี ดังต่อไปนี้

1. ดัชนี R35mm (Heavy Rainfall Days with Threshold of 35 mm) เป็นดัชนีที่ใช้วัดความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนักมากในรอบเดือนหรือรอบปี โดยกำหนดเกณฑ์ปริมาณฝนรายวันที่ 35 มม. ขึ้นไป ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่สะท้อนถึงสภาวะฝนที่เริ่มส่งผลกระทบต่อกิจกรรมกลางแจ้งและการระบายน้ำในเขตเมือง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$R35mm_j = \sum_{i=1}^I \text{Count}(RR_{ij} \geq 35 \text{ mm})$$

โดยที่

$RR_{ij}$  คือ ปริมาณฝนรายวันในวันที่  $i$  ของเดือน  $j$  มีค่า  $\geq 35$  มม.

$I$  คือ จำนวนวันทั้งหมดในเดือนนั้นๆ

2. ดัชนี Rx5day (Highest 5-day Precipitation Amount) เป็นดัชนีที่ใช้สะท้อนมิติของความรุนแรงและความต่อเนื่องของฝน โดยพิจารณาจากปริมาณฝนสะสมที่มากที่สุดในช่วงเวลา 5 วันติดต่อกัน ดัชนีนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเฝ้าระวังอุทกภัย เนื่องจากปริมาณฝนที่ตกสะสมต่อเนื่องมักส่งผลให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำและเกิดการไหลบ่าของน้ำพื้นผิว (Surface runoff) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$Rx5day_j = \max_k \left( \sum_{d=k}^{k+4} RR_{dj} \right)$$

โดยที่  $RR_{dj}$  คือ ปริมาณฝนรายวันในวันที่  $d$  ของเดือน  $j$

$k$  คือ จุดเริ่มต้นของช่วงเวลา 5 วันใดๆ ภายในเดือน

$\sum_{d=k}^{k+4} RR_{dj}$  คือ ผลรวมของปริมาณฝนในช่วง 5 วันติดต่อกัน

### 1.5.5 การประเมินประสิทธิภาพการพยากรณ์

การประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ (Forecast Verification) เป็นขั้นตอนสำคัญในการตรวจสอบความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความสามารถในการพยากรณ์ภูมิอากาศ โดยการ

ประเมินจะทำการเปรียบเทียบค่าที่พยากรณ์ (Predicted Value) กับค่าดัชนีภูมิอากาศที่คำนวณได้จากค่าที่ได้จากสถานีตรวจวัด (Observed Value) ผ่านตัวชี้วัดทางสถิติหลายประเภท เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ความสัมพันธ์ของข้อมูล และความสามารถในการตรวจจับเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว (Wilks, 2011; Jolliffe & Stephenson, 2012)

ในการศึกษานี้ ได้ใช้ดัชนีทางสถิติหลายตัวเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ดัชนีฝนตกหนัก ได้แก่ Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Coefficient of Determination ( $R^2$ ), Bias, Pearson Correlation Coefficient, Spearman Rank Correlation Coefficient, Probability of Detection (POD), Critical Success Index (CSI), Prediction Interval Coverage Probability (PICP) และ Mean Prediction Interval Width (MPIW)

#### 1. ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE)

MAE เป็นตัวชี้วัดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการพยากรณ์ โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยของความแตกต่างสมบูรณ์ระหว่างค่าที่พยากรณ์กับค่าที่สังเกตจริง ตัวชี้วัดนี้สะท้อนขนาดของความผิดพลาดโดยไม่คำนึงถึงทิศทางของความคลาดเคลื่อน หากค่า MAE มีค่าใกล้ 0 หมายถึงแบบจำลองมีความแม่นยำสูง หากค่า MAE มีค่าสูงหมายถึงแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนมาก ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |F_i - O_i|$$

โดยที่	$F_i$	คือ ค่าที่พยากรณ์
	$O_i$	คือ ค่าที่ตรวจวัดได้จริง
	$n$	คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

#### 2. รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE)

RMSE เป็นตัวชี้วัดความคลาดเคลื่อนที่ให้ความสำคัญกับค่าความผิดพลาดขนาดใหญ่ เนื่องจากมีการยกกำลังสองของค่าความแตกต่างก่อนนำมาเฉลี่ย ทำให้ความผิดพลาดขนาดใหญ่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์มากกว่าความผิดพลาดขนาดเล็ก หาก RMSE มีค่าต่ำ แสดงถึงการพยากรณ์มีความแม่นยำสูง แต่หาก RMSE มีค่าสูง แสดงถึงการพยากรณ์มีความผิดพลาดมาก โดยทั่วไป RMSE มักมีค่ามากกว่า MAE เนื่องจากมีการยกกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$RMAE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - O_i)^2}$$

### 3. สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-square or Coefficient of Determination : $R^2$ )

$R^2$  เป็นตัวชี้วัดสัดส่วนของความแปรปรวนของข้อมูลจริงที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(O_i - F_i)^2}{\sum(O_i - \bar{O})^2}$$

เมื่อ  $\bar{O}$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจริง

โดยที่

ค่า $R^2$ อยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00	คือ แบบจำลองอธิบายข้อมูลได้ดีมาก
ค่า $R^2$ อยู่ระหว่าง 0.60 – 0.79	คือ แบบจำลองอธิบายข้อมูลได้ดี
ค่า $R^2$ อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.59	คือ แบบจำลองอธิบายข้อมูลได้ปานกลาง
ค่า $R^2$ น้อยกว่า 0.4	คือ แบบจำลองอธิบายข้อมูลได้ต่ำ

### 4. ค่าความลำเอียง (Bias)

Bias ใช้ตรวจสอบว่าค่าพยากรณ์ สูงเกินจริง (Overestimation) หรือ ต่ำเกินจริง (Underestimation) ซึ่งหากค่า Bias มีค่าเป็น 0 คือค่าพยากรณ์ ไม่มีความเอนเอียง หากค่า Bias มากกว่า 0 คือ ค่าพยากรณ์สูงเกินจริง และหากค่า Bias น้อยกว่า 0 คือ ค่าพยากรณ์ต่ำเกินจริง ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$Bias = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (F_i - O_i)$$

### 5. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient : $r$ )

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันใช้วัดความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Relationship) ระหว่างตัวแปรสองชุดที่มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ในการศึกษา Pearson Correlation ถูกใช้เพื่อประเมินว่าค่าที่พยากรณ์กับค่าดัชนีภูมิอากาศจริงนั้นมีความสอดคล้องกันเพียงใด โดยพิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งสองชุด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$r = \frac{\sum(F_i - \bar{F})(O_i - \bar{O})}{\sqrt{\sum(F_i - \bar{F})^2 \sum(O_i - \bar{O})^2}}$$

เมื่อ

$r$  มีค่าใกล้เคียง +1 หมายถึงค่าพยากรณ์และค่าค่าดัชนีภูมิอากาศจริงมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นในทิศทางเดียวกันอย่างสมบูรณ์ เช่น เมื่อค่าจริงสูงขึ้น ค่าพยากรณ์จะสูงขึ้นตาม

$r$  มีค่าใกล้เคียง 0 หมายถึงค่าพยากรณ์และค่าจริงไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกันแบบจำลองไม่สามารถจับแนวโน้มของข้อมูลได้

$r$  มีค่าใกล้เคียง -1 หมายถึงมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามอย่างสมบูรณ์

6. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation Coefficient :  $r_s$  )

สเปียร์แมนเป็นสถิติที่ใช้เพื่อวัดความสัมพันธ์ระหว่างค่าพยากรณ์และค่าตรวจวัดจริงโดยใช้ลำดับ (Rank) ของข้อมูลแทนการใช้ค่าจริง ซึ่งเหมาะสำหรับข้อมูลที่ไม่เป็นเส้นตรงอย่าง Rx5day ซึ่งมักจะมีข้อมูลที่เบี่ยงเบน (Skewed data) หรือมีค่าที่สูงผิดปกติ (Outliers) ปรากฏอยู่บ่อยครั้ง โดยค่าสเปียร์แมนจะช่วยลดอิทธิพลของค่าสุดโต่งเหล่านั้น ทำให้เห็นความสัมพันธ์ในภาพรวมได้แม่นยำขึ้น สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

โดยที่  $d_i$  คือ ความแตกต่างของอันดับข้อมูล (Rank difference)

$n$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

การพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ทั้งสองรูปแบบควบคู่กัน จะช่วยให้สามารถประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ได้อย่างครอบคลุม ทั้งในแง่ของความถูกต้องเชิงปริมาณและความสอดคล้องเชิงลำดับของเหตุการณ์ฝนสุดขั้ว โดย เพียร์สันจะสามารถบอกได้ว่าแบบจำลองพยากรณ์ปริมาณได้แม่นยำแค่ไหนเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย ซึ่งเหมาะสำหรับเดือนที่มีฝนตกปกติ ส่วนสเปียร์แมนจะสามารถชี้ให้เห็นได้ว่าแบบจำลองพยากรณ์ลำดับความรุนแรงได้ถูกต้องแค่ไหน ซึ่งเหมาะสำหรับเดือนที่มีฝนหนักผิดปกติ หรือ Outliers ซึ่งมักเกิดขึ้นในดัชนี Rx5day

7. ความน่าจะเป็นในการตรวจพบ (Probability of Detection : POD)

ค่า POD เป็นตัวชี้วัดทางสถิติที่ใช้ประเมินความสามารถของแบบจำลองในการตรวจจับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง (Hit) โดยเฉพาะเหตุการณ์ที่มีลักษณะเป็น เหตุการณ์สุดขั้ว (Extreme

events) เช่น ฝนตกหนัก น้ำท่วม หรือพายุ ในงานด้านอุตุนิยมวิทยาและภูมิอากาศ POD ถูกใช้เพื่อประเมินว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ถูกต้องเป็นสัดส่วนเท่าใดจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ค่า POD มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยหากค่าเข้าใกล้ 1 หมายความว่าแบบจำลองมีความสามารถในการตรวจจับเหตุการณ์ได้ดีเยี่ยม และแทบไม่มีเหตุการณ์ฝนตกหนักที่แบบจำลองพยากรณ์พลาด (Misses) (Jolliffe & Stephenson, 2012) สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$POD = \frac{H}{H + M}$$

โดยที่

$H$  คือ จำนวนเหตุการณ์ที่พยากรณ์ถูกต้อง (Hit)

$M$  คือ จำนวนเหตุการณ์ที่ทายพลาด (Misses)

POD สามารถวัดความสามารถในการตรวจจับเหตุการณ์สุดขีดได้ดีเหมาะกับการประเมินการพยากรณ์ฝนตกหนัก แต่มีข้อจำกัดคือ POD ไม่คำนึงถึง False Alarm ดังนั้นแบบจำลองอาจมีค่า POD สูงแต่ยังพยากรณ์ผิดบ่อยได้ อันเนื่องมาจากการทายเพื่อไว้

#### 8. ดัชนีความสำเร็จวิกฤต (Critical Success Index : CSI, or Threat Score)

CSI เป็นตัวชี้วัดทางสถิติที่ใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์ (Event-based) เช่น การเกิดฝนหนักตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยไม่นำจำนวนวันที่ไม่มีเหตุการณ์เกิดขึ้น (Correct Negatives) มาคิดรวม ซึ่งจะช่วยให้เห็นความสามารถที่แท้จริงของแบบจำลองในการตรวจจับสภาวะสุดขีด ค่าของ CSI จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 โดยค่าที่สูงแสดงถึงความสามารถของแบบจำลองในการพยากรณ์เหตุการณ์ได้อย่างถูกต้อง ในการคำนวณ CSI อาศัย ตาราง Contingency ซึ่งแบ่งผลการพยากรณ์ออกเป็น 4 กรณี ดังตารางที่ 1 และสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$CSI = \frac{H}{H + M + F}$$

ตารางที่ 1 ตารางการประเมินผลการพยากรณ์ (Contingency)

เหตุการณ์จริง	พยากรณ์เกิด	พยากรณ์ไม่เกิด
เกิดเหตุการณ์	Hit (H)	Miss (M)
ไม่เกิดเหตุการณ์	False Alarm (F)	Correct Negative (C)

โดยที่	$H$	คือ แบบจำลองพยากรณ์ว่าเกิดเหตุการณ์ และเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นจริง
	$M$	คือ แบบจำลองพยากรณ์ว่าไม่เกิดเหตุการณ์ แต่เหตุการณ์เกิดขึ้นจริง
	$F$	คือ แบบจำลองพยากรณ์ว่าเกิดเหตุการณ์ แต่จริง ๆ แล้วไม่เกิด
	$C$	คือ แบบจำลองพยากรณ์ว่าไม่เกิดเหตุการณ์ และความเป็นจริงก็ไม่เกิด

9. ความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จริงจะตกอยู่ในช่วงพยากรณ์ (Prediction Interval Coverage Probability : PICP)

ค่า PICP ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือทางสถิติของช่วงพยากรณ์ โดยพิจารณาสัดส่วนของข้อมูลตรวจวัดจริงที่ปรากฏอยู่ระหว่างขอบเขตบนและขอบเขตล่างที่พยากรณ์ได้ หากค่า PICP เข้าใกล้ 100% แสดงว่าแบบจำลองสามารถครอบคลุมความผันแปรของเหตุการณ์ฝนสุดขีดที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$PICP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i$$

เมื่อ	$c_i$	คือ ค่าดัชนีชี้วัด (Indicator variable)
โดยที่	$c_i = 1$	ถ้า ขอบเขตล่าง ( $L_i$ ) $\leq$ ค่าตรวจวัดจริง $\leq$ ขอบเขตบน ( $U_i$ )
และ	$c_i = 0$	ถ้า ค่าตรวจวัดจริงตกนอกช่วงพยากรณ์

10. ความกว้างเฉลี่ยของช่วงพยากรณ์ (Mean Prediction Interval Width : MPIW)

MPIW เป็นตัวชี้วัดทางสถิติที่ใช้ประเมินความกว้างเฉลี่ยของช่วงการพยากรณ์ (Prediction Interval) ของแบบจำลอง โดย MPIW ใช้เพื่อวัดระดับของความไม่แน่นอน (uncertainty) ในการพยากรณ์ หากช่วงพยากรณ์มีความกว้างมาก แสดงว่าแบบจำลองมีความไม่แน่นอนสูง ในทางตรงกันข้าม หากช่วงพยากรณ์มีความแคบ แสดงว่าแบบจำลองมีความมั่นใจในการพยากรณ์มากขึ้น (Khosravi et al., 2011) โดยพิจารณาจากระยะห่างระหว่างขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ที่แบบจำลองพยากรณ์ออกมา ในบริบทของการพยากรณ์ภูมิอากาศ ค่า MPIW จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของข้อมูลในแง่ของความชัดเจนในการนำไปตัดสินใจ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$MPIW = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i - L_i)$$

โดยที่	$U_i$	คือ ขอบบนของช่วงพยากรณ์ (Upper bound)
	$L_i$	คือ ขอบล่างของช่วงพยากรณ์ (Lower bound)

อย่างไรก็ตาม ค่า MPIW ที่ต่ำมากอาจไม่ได้หมายความว่าแบบจำลองดีเสมอไป เพราะช่วงพยากรณ์อาจแคบเกินไปจนค่าจริงตกอยู่นอกช่วงบ่อย ดังนั้นจึงต้องพิจารณา MPIW ร่วมกับ PICP โดยแบบจำลองที่ดีควรมีค่า PICP สูงและมีค่า MPIW ต่ำ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าช่วงพยากรณ์ครอบคลุมค่าได้จริงและช่วงพยากรณ์นั้นไม่กว้างเกินไป

## 1.6 วิธีดำเนินการศึกษาโดยสรุป

การพยากรณ์ดัชนีภูมิอากาศฝนสุดขีดของประเทศไทยจากข้อมูลภูมิอากาศ โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากแบบจำลองภูมิอากาศและดัชนีฝนสุดขีดที่คำนวณจากข้อมูลสถานีตรวจวัดฝน มีแผนผังการดำเนินการดังแสดงในภาพที่ 1 และสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1.6.1 ศึกษาวิธีการคำนวณดัชนี R35mm จำนวนวันที่มีฝนตกมากกว่าหรือเท่ากับ 35 มิลลิเมตรต่อวัน และ Rx5day ปริมาณฝนสะสมสูงสุดในช่วง 5 วันต่อเนื่อง จาก ETCCDI จากข้อมูลตรวจวัดรายวัน ปี ค.ศ. 1991-2025

1.6.2 รวบรวมข้อมูลปริมาณฝนรายวันจาก 75 สถานี เพื่อนำมาคำนวณดัชนีภูมิอากาศฝนสุดขีดรายเดือน โดยใช้ปีฐาน (Climatology) ระหว่างปี ค.ศ. 1991-2020

1.6.3 สืบค้นหาแหล่งดาวเทียมและวิธีการดาวเทียมชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากแบบจำลอง CFSv2 ทั้งในส่วนข้อมูลพยากรณ์ย้อนหลัง (Hindcast) และข้อมูลพยากรณ์ปัจจุบัน (Forecast) เพื่อใช้เป็นตัวแปรต้นในการพยากรณ์

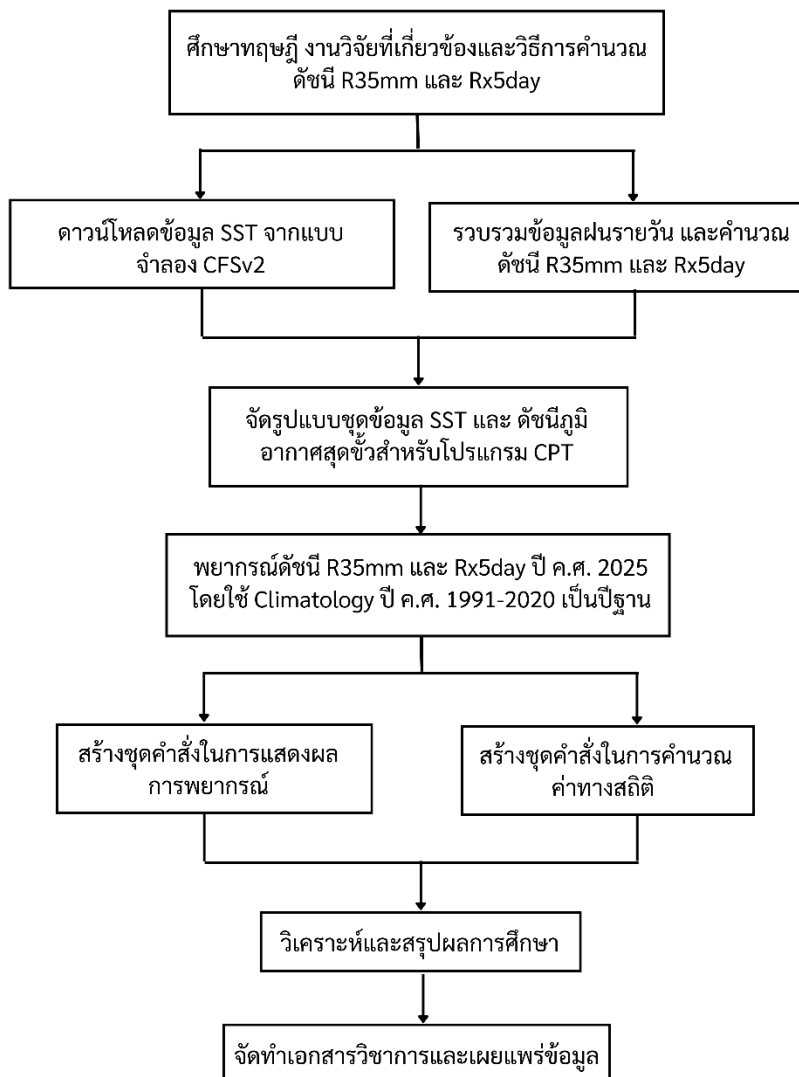
1.6.4 จัดรูปแบบข้อมูล SST และดัชนีฝนสุดขีดให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำเข้าโปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT)

1.6.5 ใช้ข้อมูล Hindcast ช่วงปี ค.ศ. 1991-2020 เพื่อพยากรณ์ R35mm และ Rx5day ด้วยวิธีการทางสถิติ Canonical Correlation Analysis (CCA) ผ่านโปรแกรม CPT พร้อมบันทึกผล

1.6.6 สร้างชุดคำสั่งในการแสดงผลการพยากรณ์รายเดือน ในรูปแบบแผนที่ (Spatial Map) เพื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลตรวจวัดจริง ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการพยากรณ์ของแบบจำลอง (Skill) ค่าพยากรณ์ (Forecast) ช่วงของการพยากรณ์ (Lower Limit / Upper Limit) และข้อมูลตรวจวัด (Observed) อีกทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบบริการด้านภูมิอากาศต่อไป

1.6.7 สร้างชุดคำสั่งในการคำนวณค่าทางสถิติเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์

1.6.8 สรุปผลการศึกษาและเผยแพร่ข้อมูล



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการดำเนินการวิจัย

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ได้ชุดข้อมูล R35mm และ Rx5day ที่ผ่านการคำนวณด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งมีความละเอียดระดับสถานี ช่วงปี ค.ศ. 1991-2025

1.7.2 ได้ข้อมูลการพยากรณ์ดัชนีภูมิอากาศที่สะท้อนลักษณะของเหตุการณ์ฝนสุดขีดในประเทศไทยปี ค.ศ. 2025

1.7.3 ทราบถึงขีดความสามารถและความเหมาะสมของแบบจำลองในการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนตกหนักและฝนสะสมต่อเนื่อง

1.7.4 ทราบถึงความสามารถและข้อจำกัดของการพยากรณ์ดัชนีภูมิอากาศเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้านการให้บริการข้อมูลภูมิอากาศ (Climate Services) สำหรับประเทศไทย

1.7.5 สามารถนำผลการศึกษาไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ การเกษตร และการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติทางธรรมชาติ

## 2. ข้อมูลและวิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

#### 2.1.1 ข้อมูลแบบจำลอง

ชุดข้อมูลจากแบบจำลอง CFSv2 (Coupled forecast system model version2) เป็นแบบจำลองอากาศและภูมิอากาศแบบคู่ควบ (Coupled Model) ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างแบบจำลองอากาศ (Atmosphere) มหาสมุทร (Ocean) พื้นดิน (Land) และน้ำแข็งขั้วโลก (Sea Ice) ที่พัฒนาโดย NCEP (The National Centers for Environmental Prediction) สหรัฐอเมริกา ซึ่งได้รับความนิยมนำมาใช้ในการวิจัยและการพยากรณ์อากาศ ในการศึกษาวิจัยชุดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลรายเดือนจากแบบจำลอง CFSv2 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ข้อมูล Hindcast (หรือ Reforecast) เป็นข้อมูลที่พยากรณ์ย้อนหลังของแบบจำลอง โดยใช้แบบจำลองตัวเดียวกับที่ใช้พยากรณ์ในปัจจุบันแต่รันข้อมูลในอดีต และข้อมูล Forecast (Operational Forecast) คือข้อมูลที่พยากรณ์ไปข้างหน้า โดยเริ่มพยากรณ์จากสถานะอากาศปัจจุบัน (Initial Conditions)

#### 2.1.2 ข้อมูลดัชนีภูมิอากาศสุดขั้ว

ข้อมูลดัชนีภูมิอากาศสุดขั้ว (Extreme Climate Indices: ECIs) เป็นข้อมูลที่ถูกคำนวณขึ้นด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อใช้เป็นดัชนีในการบ่งชี้ความผิดปกติหรือความรุนแรงทางภูมิอากาศในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยทั่วไปจะอ้างอิงมาตรฐานในการคำนวณจาก ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices) ซึ่งเป็นคณะทำงานที่ได้รับการสนับสนุนจาก WMO เพื่อกำหนดบรรทัดฐานสากลในการวัดและวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศสุดขั้ว ซึ่งแบ่งออกเป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้ในเชิงความถี่ (Frequency) เชิงความรุนแรง (Intensity) และเชิงระยะเวลา (Duration) ในการศึกษาจะนำข้อมูลฝนรายวันของแต่ละสถานี จำนวน 75 สถานี รายละเอียดดังตารางที่ 2 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982 – 2025 มาคำนวณเป็นดัชนีภูมิอากาศสุดขั้ว (ECIs) จำนวน 2 ดัชนี ได้แก่ R35mm และ Rx5day

1. ดัชนี R35mm (Very Heavy Precipitation Days) เป็นดัชนีวิเคราะห์เชิงความถี่ โดยจะพิจารณาจากจำนวนวันในแต่ละเดือนที่มีปริมาณฝนรวมรายวันเท่ากับหรือมากกว่า 35 มิลลิเมตร ซึ่งจะสามารถใช้บ่งบอกถึงจำนวนวันที่มีฝนตกหนัก (Heavy Rain) ในแต่ละเดือน

2. ดัชนี Rx5day (Highest 5 days Precipitation Amount) เป็นดัชนีวิเคราะห์เชิงความรุนแรงและระยะเวลา โดยจะพิจารณาจากค่าปริมาณฝนสะสมสูงสุดที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน 5 วัน ในรอบเดือน ซึ่งจะสามารถใช้บ่งชี้ถึงความรุนแรงของฝนสะสมที่มากที่สุด ซึ่งเกิดขึ้นในช่วง 5 วันต่อเนื่อง

ตารางที่ 2 ข้อมูลตำแหน่งสถานที่ใช้ในการศึกษาบริเวณประเทศไทย

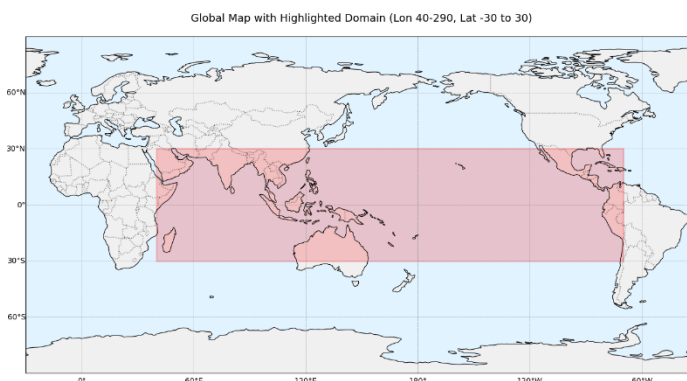
รหัสสถานี	สถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	รหัสสถานี	สถานี	ละติจูด	ลองจิจูด
300201	แม่ฮ่องสอน	19.30	97.98	380201	กำแพงเพชร	16.49	99.53
300202	แม่สะเรียง	18.17	97.93	352201	หนองคาย	17.87	102.73
303201	เชียงใหม่	19.96	99.88	353201	เลย	17.45	101.73
310201	พะเยา	19.13	99.90	354201	อุดรธานี	17.38	102.80
327501	เชียงใหม่	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	อุดรดิตถ์	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
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	อัญประเทศ	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

ตารางที่ 2 (ต่อ) ข้อมูลตำแหน่งสถานีที่ใช้ในการศึกษาบริเวณประเทศไทย

459203	พัทยา	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				

## 2.2 บริเวณที่ใช้ในการศึกษา

บริเวณที่ใช้ในการศึกษาพิจารณาจากระบบภูมิอากาศขนาดใหญ่ที่มีอิทธิพลต่อสภาพอากาศของประเทศไทย พื้นที่ศึกษากำหนดครอบคลุมละติจูด  $30^{\circ}\text{S} - 30^{\circ}\text{N}$  และ ลองจิจูด  $45^{\circ}\text{E} - 70^{\circ}\text{W}$  ดังภาพที่ 2 ซึ่งจะครอบคลุมทั้งบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดีย ระบบภูมิอากาศในบริเวณนี้มีอิทธิพลต่อสภาพอากาศของประเทศไทย ( $5^{\circ}\text{N} - 21^{\circ}\text{N}$ ,  $97^{\circ}\text{E} - 106^{\circ}\text{E}$ ) โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด 75 แห่งทั่วประเทศ



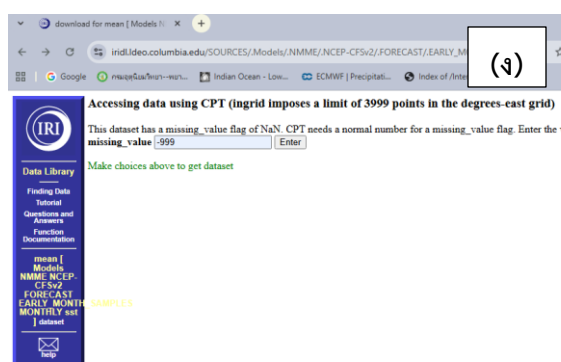
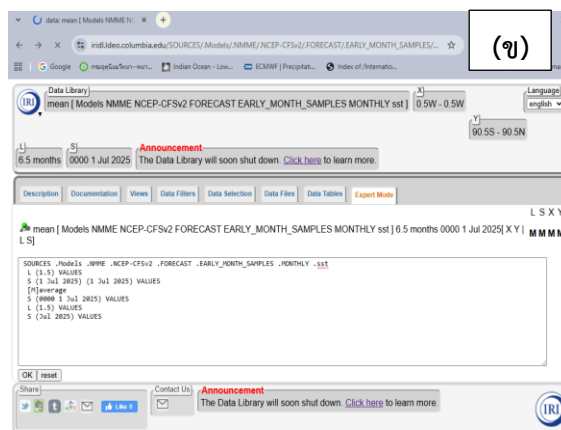
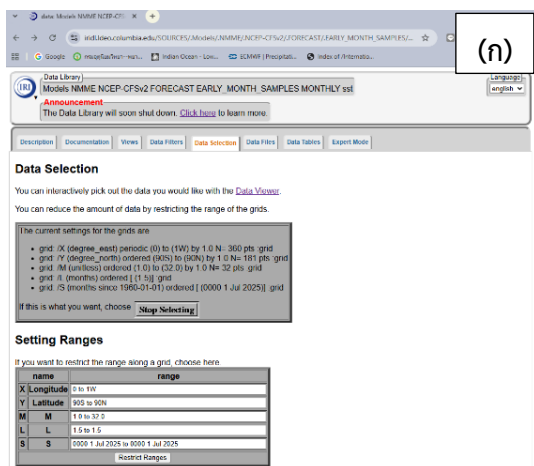
ภาพที่ 2 บริเวณที่ใช้คาดหมายดัชนีภูมิอากาศสุดขีด

## 2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

### 2.3.1 การเตรียมข้อมูล

1. รวบรวมข้อมูลปริมาณฝนรายวันจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 75 สถานี ระหว่างปี ค.ศ. 1982 - 2025 ในรูปแบบไฟล์ .txt
2. ศึกษาวิธีการคำนวณดัชนี R35mm และ Rx5day
3. คำนวณค่าดัชนี R35mm และ Rx5day จากข้อมูลรายวัน แล้วแปลให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลรายเดือน (ปี ค.ศ. 1982 - 2025) และจัดทำชุดข้อมูลใน CPT format เพื่อใช้ในการพยากรณ์

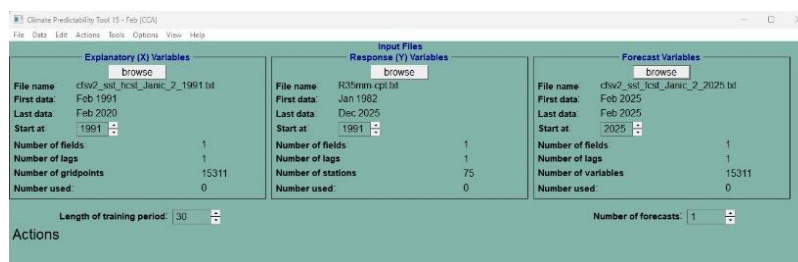
4. สืบค้นแหล่งดาวนโหลดและวิธีการดาวน์โหลดชุดข้อมูล Hindcast และ Forecast ของแบบจำลอง CFSv2 ผ่านเว็บไซต์ของ IRI (International Research Institute for Climate and Society) ดังภาพที่ 3 (ก) ซึ่งแสดงตัวอย่างการตั้งค่า สำหรับการดาวน์โหลดชุดข้อมูล forecast ของเดือนสิงหาคม โดยมีข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในเดือนกรกฎาคมเป็นข้อมูล Initial จากนั้นเลือก Expert Mode เพื่อจัดการรูปแบบข้อมูลที่ต้องการดาวน์โหลดดังภาพที่ 3 (ข) โดยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนดาวน์โหลด โดยกำหนดให้ L คือ Lead time หรือเดือนที่ต้องการพยากรณ์ S คือ เดือนที่ใช้เป็นข้อมูลตั้งต้น (Initial) M คือ จำนวน Ensembles ที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยกำหนดให้ใช้เป็นค่าเฉลี่ย (Average) ของ Ensembles ทั้งหมด จากนั้นจึงดาวน์โหลดข้อมูลตรง Data Files ดังภาพที่ 3 (ค) โดยเลือกรูปแบบข้อมูลเป็น cptv10+ tsv datafile. จากนั้นเว็บไซต์จะให้กำหนดค่าของ missing value ของชุดข้อมูล ซึ่งจะกำหนดเป็น -999 ดังภาพที่ 3 (ง) โดยข้อมูลที่ดาวน์โหลดได้นั้นจะยังไม่สามารถใช้งานได้ทันที จะต้องนำชุดข้อมูลดังกล่าวไปแก้ไขและจัดรูปแบบใหม่ให้ตรงกับ CPT Format ก่อนนำไปใช้พยากรณ์



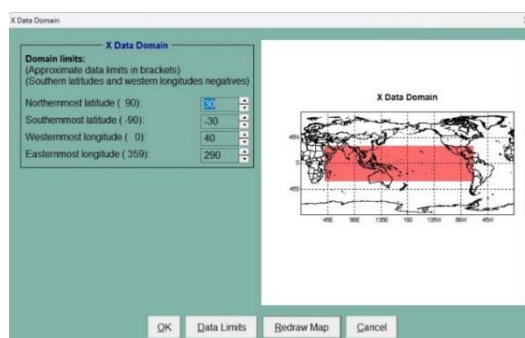
ภาพที่ 3 วิธีการดาวน์โหลดชุดข้อมูลจากแบบจำลอง CFSv2 ผ่านเว็บไซต์ IRI

### 2.3.2 การนำเข้าข้อมูลและการคำนวณโดยใช้โปรแกรม CPT

1. เลือกวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Canonical Correlation Analysis (CCA)
2. นำเข้าข้อมูล Hindcast ในส่วนของข้อมูลตั้งต้น (Explanatory (X) Variables) โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากแบบจำลอง CFSv2 ในแต่ละเดือนดังภาพที่ 4 โดยกำหนดขอบเขตของบริเวณที่ศึกษาของข้อมูลตั้งต้นให้ครอบคลุมบริเวณมหาสมุทรอินเดีย ตั้งแต่ ลองจิจูด  $45^{\circ}\text{E}$  -  $290^{\circ}\text{E}$  และละติจูด  $30^{\circ}\text{S}$  -  $30^{\circ}\text{N}$  ดังภาพที่ 5

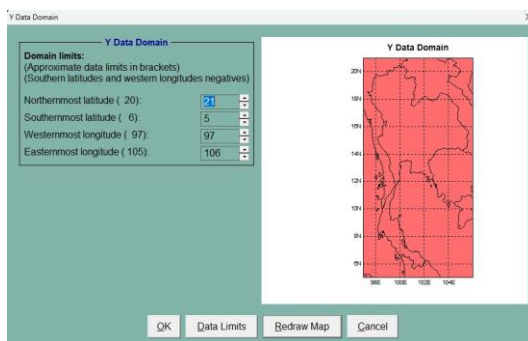


ภาพที่ 4 การนำเข้าข้อมูลในส่วน of ข้อมูลตั้งต้น



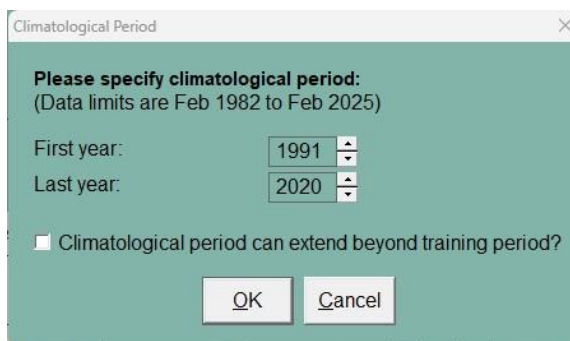
ภาพที่ 5 การกำหนดพื้นที่ศึกษาตัวแปรต้น

3. นำเข้าข้อมูลดัชนีภูมิอากาศสุดขีด R35mm หรือ Rx5day ของทั้ง 75 สถานีในแต่ละเดือน (Input Files Response (Y) Variables) โดยกำหนดบริเวณ ละติจูด  $5^{\circ}\text{N}$  -  $21^{\circ}\text{N}$  และลองจิจูด  $97^{\circ}\text{E}$  -  $106^{\circ}\text{E}$  ให้ครอบคลุมบริเวณประเทศไทย ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กำหนดพื้นที่ศึกษาสำหรับตัวแปรตามบริเวณประเทศไทย

4. กำหนด Climatological Period ที่ใช้ในการศึกษา โดยจะเลือกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1991 – 2020 ซึ่งเป็นช่วงค่าปกติ (Normal) 30 ปี ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การกำหนดช่วง Climatological Period

5. เริ่มการคำนวณโดยการใช้โปรแกรม CPT โดยเลือกแถบเครื่องมือ Action และคำสั่ง Cross-validated

6. จากนั้นบันทึกผลที่ได้และนำออกผลการพยากรณ์ที่ได้ในแต่ละเดือน

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

### 2.3.3 การเตรียมจัดรูปแบบข้อมูลและชุดคำสั่งแสดงผลในการวิเคราะห์ผล

1. ออกแบบชุดคำสั่งในการแสดงผลจากการพยากรณ์ในแต่ละเดือน ในรูปแบบเชิงพื้นที่รายสถานี ซึ่งประกอบด้วยค่า Skill ของการพยากรณ์ ค่าการพยากรณ์ R35mm ค่าการพยากรณ์ขอบเขตบนและขอบเขตล่างและค่าข้อมูลตรวจวัด เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาและเปรียบเทียบผลจากการพยากรณ์ อีกทั้งเพื่อตัวอย่างและเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาหรือปรับปรุงในลำดับต่อไป ก่อนที่จะนำปรับใช้ในการแสดงผลและเผยแพร่สู่สาธารณะชนในอนาคต

2. สร้างชุดคำสั่งเพื่อคำนวณค่าทางสถิติเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ในแต่ละเดือนซึ่งประกอบด้วย ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE) รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-square or Coefficient of Determination :  $R^2$ ) ค่าความลำเอียง (Bias) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient :  $r$ ) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สเปียร์แมน (Spearman Rank Correlation Coefficient :  $r_s$ ) ความน่าจะเป็นในการตรวจพบ (Probability of Detection : POD) ดัชนีความสำเร็จวิกฤต (Critical Success Index : CSI, or Threat Score) ความกว้างเฉลี่ยของช่วงพยากรณ์ (Mean Prediction Interval Width : MPIW) ความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จริงจะตกอยู่ในช่วงพยากรณ์ (Prediction Interval Coverage Probability : PICP)

#### 2.3.4 สรุปผลการศึกษาและเผยแพร่

สรุปผลการศึกษาการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีดในประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยดัชนีทางภูมิอากาศจำนวน 2 ดัชนี ที่จะสะท้อนในมิติของความถี่และความรุนแรงของฝนผ่านดัชนี R35mm และ ดัชนี Rx5day เพื่อพิจารณาถึงผลของการพยากรณ์ในปีค.ศ. 2025 โดยอาศัยชุดข้อมูลจากแบบจำลอง CFSv2 นอกจากนี้ยังอาศัยค่าทางสถิติมาเป็นตัวช่วยในการชี้วัดถึงความสามารถ ประเมินประสิทธิภาพ ความเหมาะสมรวมถึงข้อจำกัดในการพยากรณ์ดัชนีทางภูมิอากาศ ผลการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีด ให้มีความเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่ให้บริการสู่สาธารณชน

### 3. ผลการดำเนินการ

#### 3.1 ผลการพยากรณ์ดัชนี R35mm

จากการพยากรณ์ดัชนี R35mm โดยใช้ข้อมูล Hindcast และ Forecast จากแบบจำลอง CFSv2 ของเดือนก่อนหน้าในการคาดหมายเดือนถัดไป เช่น ใช้ข้อมูลจากแบบจำลองเดือนธันวาคม เพื่อคาดหมายเดือนมกราคม ได้ผลการพยากรณ์จำนวนวันที่ตกเกิน 35 มม. ดังตารางที่ 3 และ ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ดังตารางที่ 4 นอกจากนี้ ยังมีผลการคำนวณค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (0.5 Standard Deviation) รายสถานีเพื่อกำหนดช่วงความไม่แน่นอนของการพยากรณ์ ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินได้ว่าค่าที่สังเกตจริงอยู่ภายในช่วงที่แบบจำลองคาดการณ์หรือไม่ และข้อมูลตรวจวัดรายเดือนในปี ค.ศ. 2025 ดังแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3 ผลการพยากรณ์จำนวนวันที่ตกเกิน 35 มม. (วัน)

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
แม่ฮ่องสอน	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0
แม่สะเรียง	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
เชียงใหม่	0	0	0	1	1	2	2	3	3	1	0	0
พะเยา	0	0	0	0	1	1	0	1	2	1	0	0
เชียงใหม่	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
ลำปาง	0	0	0	0	1	1	0	1	2	1	0	0
ลำพูน	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0
แพร่	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
น่าน	0	0	0	1	1	1	2	2	2	0	0	0
ท่าวังผา	0	0	0	1	1	1	2	3	2	0	0	0
อุตรดิตถ์	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	0	0
ตาก	0	0	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0
แม่สอด	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	0	0
เขื่อนภูมิพล	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	0	0
อุ้มผาง	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
พิษณุโลก	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	0	0
เพชรบูรณ์	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
หล่มสัก	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0

ตารางที่ 3 (ต่อ) ผลการพยากรณ์จำนวนวันที่ตกเกิน 35 มม. (วัน)

วิเชียรบุรี	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	0	0
กำแพงเพชร	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	0	0
หนองคาย	0	0	0	0	2	2	2	3	2	1	0	0
เลย	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
อุดรธานี	0	0	0	0	1	2	2	2	2	0	0	0
สกลนคร	0	0	0	0	2	2	2	3	2	0	0	0
นครพนม	0	0	0	1	2	3	5	5	2	0	0	0
ขอนแก่น	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1	0	0
มุกดาหาร	0	0	0	0	2	2	2	3	2	0	0	0
โกสุมพิสัย	0	0	0	0	1	2	1	2	2	0	0	0
ชัยภูมิ	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1	0	0
ร้อยเอ็ด	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	0	0
อุบลราชธานี	0	0	0	0	2	2	2	2	3	1	0	0
นครราชสีมา	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0
สุรินทร์	0	0	0	0	1	2	1	2	2	1	0	0
ท่าตูม	0	0	0	1	1	2	2	2	2	1	0	0
นางรอง	0	0	0	0	2	0	1	2	2	1	0	0
นครสวรรค์	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0
ชัยนาท	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0
สุพรรณบุรี	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	0	0
ลพบุรี	0	0	0	0	1	1	0	1	2	1	0	0
บัวชุม	0	0	0	0	1	1	0	1	2	1	0	0
กาญจนบุรี	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0
ทองผาภูมิ	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0
กรุงเทพมหานคร	0	0	0	0	1	2	1	2	3	3	0	0
บางนา	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3	0	0
สนามบิน ดอนเมือง	0	0	0	0	1	2	1	1	3	1	0	0
ปราจีนบุรี	0	0	0	1	2	2	2	3	3	1	0	0
กบินทร์บุรี	0	0	0	0	1	1	2	2	3	1	0	0
อรัญประเทศ	0	0	0	1	0	1	1	1	2	2	0	0
ชลบุรี	0	0	0	0	1	1	1	1	3	1	0	0

ตารางที่ 3 (ต่อ) ผลการพยากรณ์จำนวนวันที่ตกเกิน 35 มม. (วัน)

เกาะสีชัง	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	0	0
พัทยา	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0
สัตหีบ	0	0	0	1	1	1	0	0	2	2	0	0
ระยอง	0	0	0	1	1	1	2	1	2	2	0	0
จันทบุรี	0	0	1	1	3	5	5	4	5	2	0	0
คลองใหญ่	0	0	1	1	3	8	10	9	8	3	0	0
เพชรบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
หัวหิน	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
ชุมพร	1	0	0	1	1	1	1	0	0	2	3	2
สุราษฎร์ธานี	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1
เกาะสมุย	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2	4	3
นครศรีธรรมราช	2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	6	6
พัทลุง	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	5	5
สงขลา	1	0	0	0	1	0	1	1	1	2	5	6
หาดใหญ่	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	2	3
ปัตตานี	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	3	5
ยะลา	1	0	0	1	2	1	1	1	1	2	3	6
นราธิวาส	1	0	0	1	1	1	0	2	1	2	5	8
ระนอง	0	0	0	1	5	7	6	7	7	5	1	0
ตะกั่วป่า	0	0	1	1	3	5	4	5	7	6	2	0
ภูเก็ต	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3	1	0
สนามบินภูเก็ต	0	0	0	1	2	3	2	4	3	4	2	0
เกาะลันตา	0	0	0	1	2	2	3	3	2	3	1	0
ตรัง	0	0	0	1	1	1	2	3	2	2	2	1
สตูล	0	0	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1

ตารางที่ 4 ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ครั้งแรก  
ของ R35mm

สถานี	ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.	
	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low
แม่ฮ่องสอน	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
แม่สะเรียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
เชียงใหม่	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	3
พะเยา	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1
เชียงใหม่	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
ลำปาง	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
ลำพูน	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
แพร่	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
น่าน	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2
ทำวังผา	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
อุตรดิตถ์	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	4
ตาก	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	2
แม่สอด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
เขื่อนภูมิพล	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1
อุ้มผาง	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
พิษณุโลก	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
เพชรบูรณ์	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1
หล่มสัก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
วิเชียรบุรี	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
กำแพงเพชร	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2
หนองคาย	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1	4
เลย	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3
อุดรธานี	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1	3
สกลนคร	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	1	5
นครพนม	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4	1	7
ขอนแก่น	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
มุกดาหาร	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3
โกสุมพิสัย	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3
ชัยภูมิ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2
ร้อยเอ็ด	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ครั้งแรกของ R35mm

อุบลราชธานี	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	3
นครราชสีมา	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
สุรินทร์	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	0	3
ท่าตูม	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
นางรอง	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2
นครสวรรค์	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
ชัยนาท	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1
สุพรรณบุรี	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1
ลพบุรี	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1
บัวชุม	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
กาญจนบุรี	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1
ทองผาภูมิ	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3
กรุงเทพมหานคร	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3	0	3
บางนา	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3	0	4
สนามบิน ดอนเมือง	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	0	3
ปราจีนบุรี	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	3
กบินทร์บุรี	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2
อัญประเทศ	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2
ชลบุรี	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2
เกาะสีชัง	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2
พิทยา	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2
สัตหีบ	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	3
ระยอง	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	3
จันทบุรี	0	0	0	0	0	1	0	2	1	5	3	7
คลองใหญ่	0	1	0	2	0	2	0	3	2	6	5	11
เพชรบุรี	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
หัวหิน	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
ชุมพร	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2
สุราษฎร์ธานี	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2

**ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ครึ่งแรกของ R35mm**

เกาะสมุย	0	2	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2
นครศรีธรรมราช	0	3	0	2	0	1	0	1	0	2	0	2
พัทลุง	0	4	0	2	0	1	0	2	0	1	0	1
สงขลา	0	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2
หาดใหญ่	0	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3
ปัตตานี	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2
ยะลา	0	3	0	1	0	2	0	3	1	3	0	4
นราธิวาส	0	3	0	1	0	2	0	2	0	2	0	3
ระนอง	0	0	0	0	0	1	0	2	1	7	3	11
ตะกั่วป่า	0	1	0	0	0	1	0	3	1	5	2	8
ภูเก็ต	0	1	0	0	0	1	0	2	0	3	1	3
สนามบินภูเก็ต	0	1	0	0	0	1	0	2	1	4	1	6
เกาะลันตา	0	0	0	1	0	1	0	2	0	3	1	4
ตรัง	0	0	0	1	0	2	0	2	1	3	0	3
สตูล	0	0	0	1	0	2	0	2	1	3	0	3

**ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ครึ่งหลังของ R35mm**

สถานี	ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.	
	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low
แม่ฮ่องสอน	0	2	1	3	0	2	0	1	0	1	0	0
แม่สะเรียง	0	1	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0
เชียงใหม่	1	4	2	5	0	5	0	2	0	1	0	0
พะเยา	0	1	1	3	0	2	0	1	0	1	0	0
เชียงใหม่	0	1	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0
ลำปาง	0	1	0	2	0	3	0	1	0	0	0	0
ลำพูน	0	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0
แพร่	0	2	0	3	0	3	0	1	0	0	0	0
น่าน	0	3	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0
ท่าวังผา	1	4	1	3	1	4	0	1	0	0	0	0
อุตรดิตถ์	0	2	1	4	1	4	0	2	0	0	0	0
ตาก	0	1	0	1	1	3	0	3	0	1	0	0

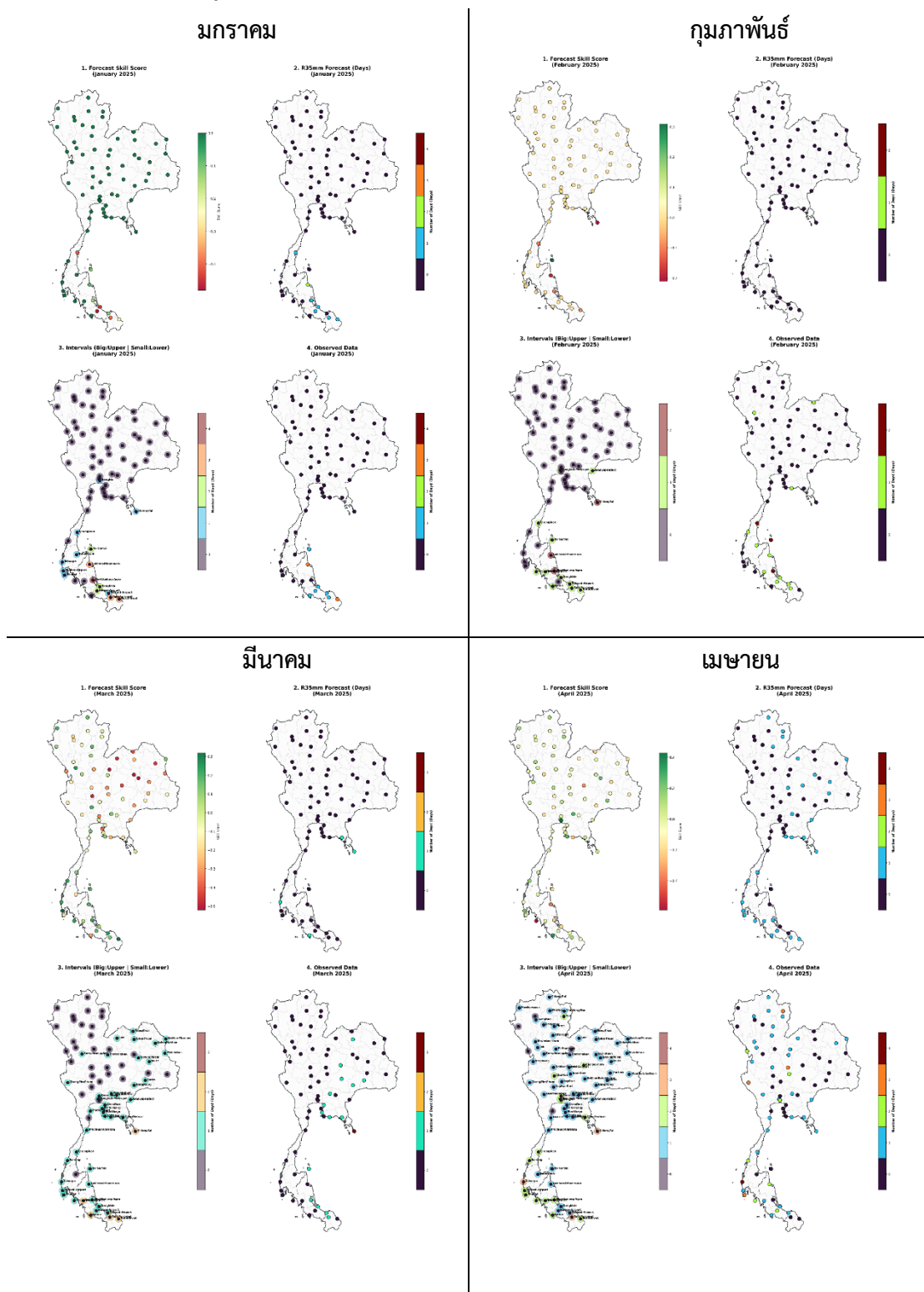
ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ครึ่ง  
หลังของ R35mm

แม่สอด	0	4	1	4	0	2	0	1	0	0	0	0
เขื่อนภูมิพล	0	0	0	2	1	4	0	3	0	0	0	0
อุ้มผาง	0	2	0	1	0	3	0	1	0	0	0	0
พิษณุโลก	0	2	1	3	1	3	0	2	0	1	0	0
เพชรบูรณ์	0	1	0	2	0	3	0	1	0	0	0	0
หล่มสัก	0	1	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0
วิเชียรบุรี	0	2	1	2	0	3	0	2	0	0	0	0
กำแพงเพชร	0	3	0	2	1	4	0	2	0	0	0	0
หนองคาย	1	4	1	6	1	4	0	2	0	0	0	0
เลย	0	2	0	3	1	3	0	2	0	0	0	0
อุดรธานี	0	3	1	4	1	4	0	2	0	0	0	0
สกลนคร	1	5	2	4	0	4	0	1	0	0	0	0
นครพนม	3	7	3	8	1	5	0	1	0	0	0	0
ขอนแก่น	0	2	1	3	1	3	0	2	0	0	0	0
มุกดาหาร	1	4	1	5	1	4	0	1	0	0	0	0
โกสุมพิสัย	0	3	1	3	1	4	0	1	0	0	0	0
ชัยภูมิ	0	2	1	3	0	3	0	2	0	0	0	0
ร้อยเอ็ด	0	3	1	4	1	3	0	2	0	0	0	0
อุบลราชธานี	1	5	1	4	1	5	0	2	0	0	0	0
นครราชสีมา	0	2	0	3	1	3	0	2	0	0	0	0
สุรินทร์	1	3	1	3	1	4	0	2	0	0	0	0
ท่าตูม	0	3	1	3	1	3	0	2	0	0	0	0
นางรอง	0	2	0	3	1	3	0	2	0	0	0	0
นครสวรรค์	0	2	0	3	0	3	0	2	0	0	0	0
ชัยนาท	0	2	0	1	0	3	0	3	0	0	0	0
สุพรรณบุรี	0	2	0	2	0	3	0	4	0	1	0	0
ลพบุรี	0	1	0	2	1	4	0	2	0	0	0	0
บัวชุม	0	1	1	2	1	3	0	3	0	0	0	0
กาญจนบุรี	0	1	0	1	0	3	1	4	0	1	0	0
ทองผาภูมิ	1	5	1	4	0	3	0	2	0	0	0	0
กรุงเทพมหานคร	0	2	0	3	2	5	2	4	0	1	0	0
บางนา	0	3	0	3	2	5	1	4	0	1	0	0

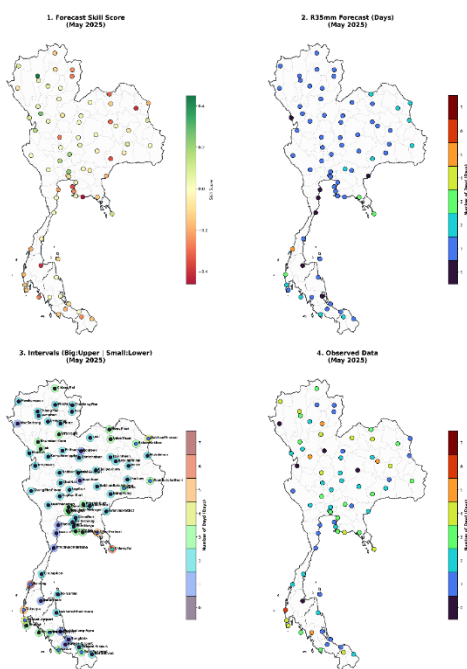
ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ครึ่ง  
หลังของ R35mm

สนามบิน ดอนเมือง	0	2	0	2	1	4	1	2	0	0	0	0
ปราจีนบุรี	1	3	2	4	1	6	0	2	0	0	0	0
กบินทร์บุรี	1	4	1	3	1	4	0	3	0	0	0	0
อัญประเทศ	0	1	0	3	0	3	0	2	0	0	0	0
ชลบุรี	0	2	0	2	1	4	0	3	0	0	0	0
เกาะสีชัง	0	1	0	1	0	3	1	3	0	1	0	0
พัทธยา	0	1	0	1	0	3	1	3	0	1	0	0
สัทธิบ	0	1	0	1	0	3	1	4	0	1	0	0
ระยอง	0	3	0	2	1	4	0	3	0	1	0	0
จันทบุรี	3	8	3	7	2	8	1	4	0	1	0	0
คลองใหญ่	5	13	6	13	3	11	1	6	0	1	0	0
เพชรบุรี	0	1	0	1	0	2	1	5	0	1	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	1	0	1	0	1	0	3	0	2	0	0
หัวหิน	0	1	0	0	0	2	0	5	0	1	0	0
ชุมพร	0	2	0	1	0	2	0	3	1	4	0	3
สุราษฎร์ธานี	0	1	0	1	0	2	0	2	0	4	0	3
เกาะสมุย	0	1	0	1	0	1	1	5	1	6	1	8
นครศรีธรรมราช	0	1	0	2	0	2	1	3	3	9	3	9
พัทลุง	0	2	0	1	0	1	1	3	2	9	3	7
สงขลา	0	1	0	2	0	1	1	4	2	8	2	10
หาดใหญ่	0	2	0	1	0	2	0	2	0	6	1	7
ปัตตานี	0	1	0	2	0	2	1	3	1	6	2	8
ยะลา	1	2	0	3	0	2	1	3	0	6	3	8
นราธิวาส	0	1	0	2	0	3	1	4	2	9	4	12
ระนอง	3	9	4	11	4	10	2	6	0	2	0	1
ตะกั่วป่า	2	6	3	8	3	11	3	8	0	4	0	1
ภูเก็ต	0	3	1	4	2	5	1	4	0	3	0	1
สนามบินภูเก็ต	1	4	1	5	2	6	1	5	0	3	0	2
เกาะลันตา	1	5	1	6	1	4	1	4	0	2	0	1
ตรัง	0	4	1	4	1	4	1	4	1	3	0	4
สตูล	1	3	1	3	2	5	2	4	0	4	0	2

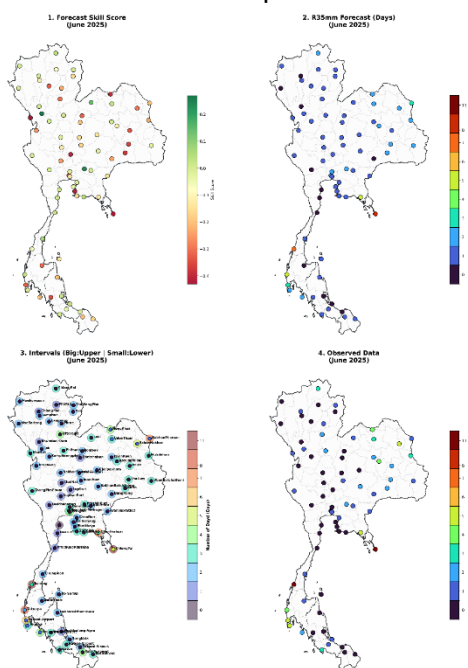
นอกจากนี้ ผลการพยากรณ์ดังกล่าวยังถูกแสดงในรูปแบบเชิงพื้นที่รายเดือน ดังภาพที่ 8 ซึ่งประกอบด้วยค่า Skill ของการพยากรณ์ ค่าการพยากรณ์ R35mm ค่าการพยากรณ์ขอบเขตบนและขอบเขตล่างและค่าข้อมูลตรวจวัด ตามลำดับ



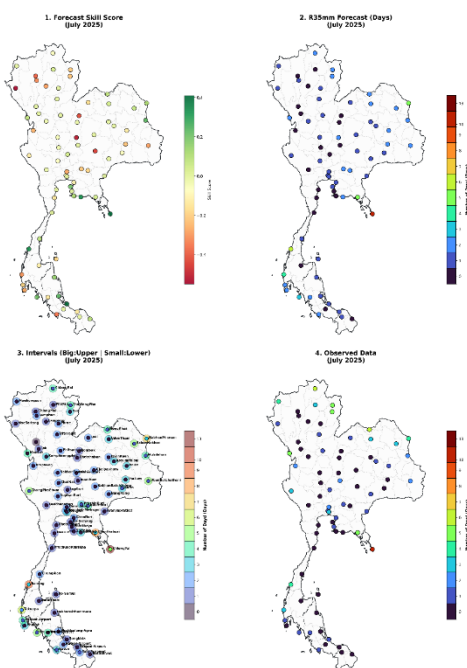
### พฤษภาคม



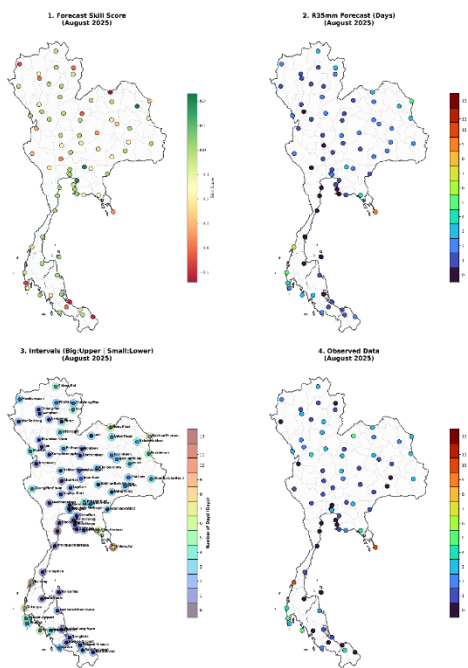
### มิถุนายน



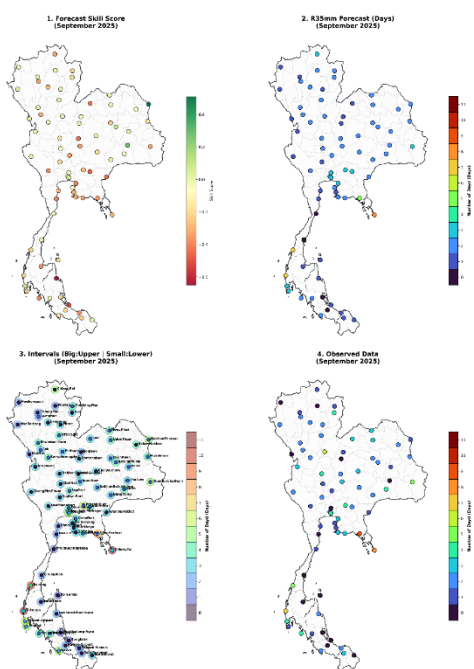
### กรกฎาคม



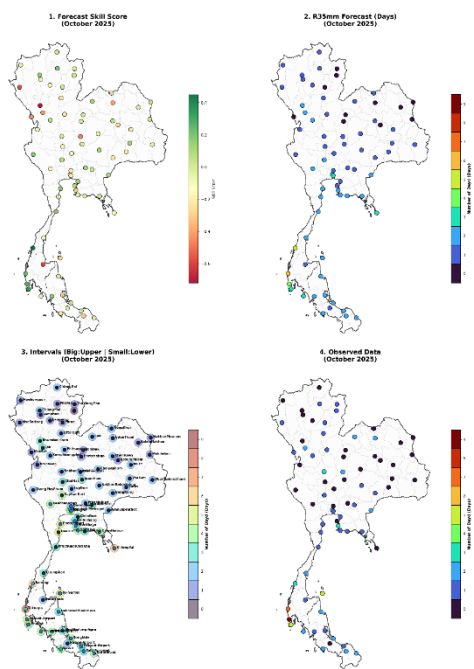
### สิงหาคม



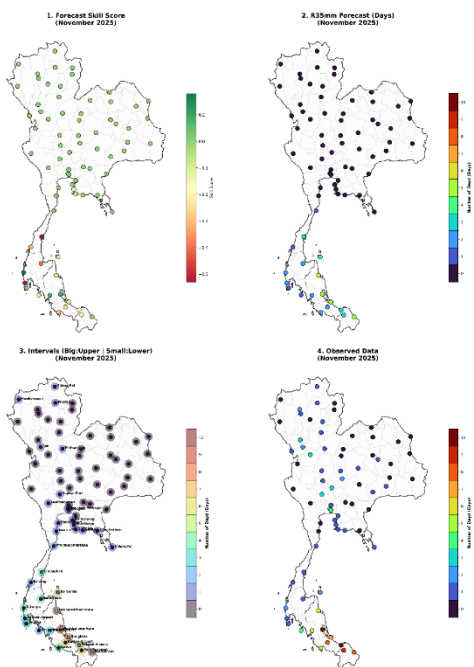
### กันยายน



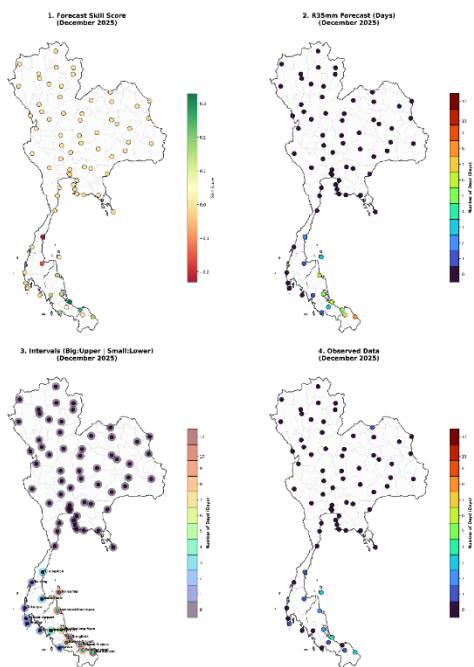
### ตุลาคม



### พฤศจิกายน



### ธันวาคม



ภาพที่ 8 ผลการพยากรณ์ในรูปแบบเชิงพื้นที่รายเดือนของ R35mm

### 3.1.1 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติ

ในการศึกษานี้ นอกจากจะทำการพยากรณ์ R35mm รายเดือนของแต่ละสถานีแล้ว ยังมีการประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ โดยมีผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งแบ่งวิธีการทางสถิติออกเป็น 3 มิติ ได้แก่

1.) การวัดความแม่นยำรายจุด (Point Accuracy) เพื่อใช้ในการประเมินความใกล้เคียงระหว่างค่าที่แบบจำลองพยากรณ์ได้กับค่าที่ตรวจวัดได้จริง ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ดัชนี ได้แก่

- ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE) โดยจะแสดงถึงขนาดเฉลี่ยของความผิด จากการคำนวณพบว่าแบบจำลองจะมีค่า MAE ที่ต่ำหรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยในเดือนมกราคม (0.14) กุมภาพันธ์ (0.25) และ มีนาคม (0.24)

- รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) โดยจะแสดงถึงการกระจายตัวของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ จากการคำนวณพบว่าแบบจำลองมีค่า RMSE ที่ต่ำในเดือนมกราคม (0.42) กุมภาพันธ์ (0.58) และ มีนาคม (0.52)

- สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-square or Coefficient of Determination :  $R^2$ ) โดยจะแสดงถึงความสามารถของแบบจำลองในการอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลจริง ว่าแบบจำลองมีการพยากรณ์ได้ครอบคลุมความผันแปรของข้อมูลจริงเพียงใด จากการคำนวณพบว่า  $R^2$  จะมีค่าเข้าใกล้ 1 ในเดือนมกราคม (0.53) มิถุนายน (0.68) กรกฎาคม (0.47) สิงหาคม (0.50) กันยายน (0.48) ตุลาคม (0.40) และพฤศจิกายน (0.34)

- สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient :  $r$ ) โดยจะแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นและทิศทางระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าตรวจวัดจริง ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ในทิศทางใด จากการคำนวณค่าดังกล่าวพบว่า ค่าพยากรณ์จากแบบจำลองกับค่าตรวจวัดจริงมีความสัมพันธ์ที่ดีและไปในทิศทางเดียวกันในเดือนมกราคม (0.75) มิถุนายน (0.85) กรกฎาคม (0.69) สิงหาคม (0.72) กันยายน (0.70) ตุลาคม (0.66) พฤศจิกายน (0.75) และ ธันวาคม (0.81) โดยในเดือนกุมภาพันธ์ค่า Corr จะมีค่าเป็น 0 เนื่องจากผลการพยากรณ์จากแบบจำลองมีค่าข้อมูลเป็น 0 วัน ในทุกสถานีทำให้การพยากรณ์ในเดือนนี้ไม่มีความแปรปรวน (No Variance)

ตารางที่ 5 ค่าการคำนวณทางสถิติรายเดือนของ R35mm

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
MAE	0.14	0.25	0.24	0.63	1.41	0.87	0.97	1.00	0.97	0.88	1.24	0.54
RMSE	0.42	0.58	0.52	0.99	1.80	1.21	1.41	1.36	1.32	1.22	2.03	1.41
R <sup>2</sup>	0.53	-0.22	-0.02	-0.18	-0.69	0.68	0.47	0.50	0.48	0.40	0.34	-1.76
Pearson ( <i>r</i> )	0.75	0.00	0.35	0.30	0.30	0.85	0.69	0.72	0.70	0.66	0.75	0.81
POD_Model	0.88	0.43	0.81	0.74	0.71	0.95	0.80	0.86	0.89	0.91	0.40	0.55
POD_0.5SD	0.75	0.00	0.38	0.45	0.24	0.59	0.44	0.44	0.46	0.47	0.17	0.36
CSI_Model	0.70	0.43	0.72	0.62	0.68	0.58	0.52	0.71	0.75	0.59	0.40	0.43
CSI_0.5SD	0.60	0.00	0.33	0.38	0.23	0.36	0.28	0.36	0.39	0.30	0.17	0.29
MPIW_Model	0.47	0.25	0.64	1.23	2.21	2.53	2.24	2.40	2.88	2.25	1.27	1.19
MPIW_0.5SD	0.57	0.36	0.76	0.85	1.20	1.14	1.16	1.30	1.44	1.18	0.80	0.69
PICP	98.25	88.41	96.00	85.33	73.33	97.33	85.33	84.00	88.00	89.33	60.81	89.47

1.) ทักษะการตรวจจับเหตุการณ์ (Event Detection Skill) โดยจะใช้ในการวัดความสามารถของแบบจำลองในการตัดสินใจเชิงคุณภาพว่าจะมีเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์เกิดขึ้นหรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลตรวจวัดที่เกิดขึ้นจริงนั้น ตกลงระหว่างช่วงของการพยากรณ์หรือไม่ ซึ่งช่วงของการพยากรณ์จะถูกแบ่งพิจารณาออกเป็น 2 กรณีคือ ค่าช่วงขอบเขตล่าง (Lower Limit) และขอบเขตบน (Upper Limit) ที่ได้จากการพยากรณ์ของแบบจำลองโดยตรง กับค่าช่วงที่ถูกกำหนดโดยครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5SD$ ) ซึ่งจะมีผลการคำนวณหาค่าช่วง  $\pm 0.5SD$  รายเดือนของแต่ละสถานีดังในภาคผนวก ก ประกอบไปด้วย 2 ดัชนีดังนี้

- ความน่าจะเป็นในการตรวจพบ (Probability of Detection : POD) ใช้ในการหาร้อยละของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง (Hit) โดยจะกำหนดให้ การทายถูก ฝนตกจริงอยู่ในช่วงที่พยากรณ์เป็น Hits และการทายพลาดรวมถึงการอยู่นอกช่วงพยากรณ์เป็น Misses จากการคำนวณพบว่า ค่า POD โดยใช้ช่วงการพยากรณ์จากแบบจำลอง (POD\_Model) ส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูงมาก มีหลายเดือนค่าสูงใกล้เคียง 1 ซึ่งบ่งบอกถึงการพยากรณ์โดยอาศัยช่วงจากแบบจำลองมีโอกาสเตือนได้ล่วงหน้าเมื่อมีฝนตกจริง โดยจะประกอบด้วยเดือนมกราคม (0.88) มีนาคม (0.81) เมษายน (0.74) พฤษภาคม (0.71) มิถุนายน (0.95) กรกฎาคม (0.80) สิงหาคม (0.86) กันยายน (0.89) ตุลาคม (0.91)

ในขณะที่เมื่อพิจารณาค่า POD โดยใช้ช่วงจากการคำนวณครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (POD\_0.5SD) เพื่อลดขนาดช่วงในการพยากรณ์ไม่ให้มีค่ากว้างเกินไป พบว่า ค่า POD ที่ได้จากการใช้ช่วง  $\pm 0.5SD$  จะมีค่าที่ลดลงโดยจะยังคงมีผลการพยากรณ์ที่ดีในเดือนมกราคม (0.75)

โดยภาพรวมแสดงให้เห็นว่า การพยากรณ์โดยใช้ช่วงพยากรณ์จากแบบจำลองแม้จะมีขนาดของช่วงพยากรณ์ที่กว้างกว่า  $\pm 0.5SD$  ซึ่งทำให้มีโอกาสในการทำนายถูกนั้นมากขึ้นและส่งผลให้มีค่า

POD สูงกว่า แต่ในเดือนที่การพยากรณ์เป็น 0 เช่นเดือนกุมภาพันธ์ ค่า POD ของแบบจำลองมีค่า 0.429 ในขณะที่  $\pm 0.5SD$  มีค่าเป็น 0 หรือตรวจไม่พบเลย แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความสามารถในการจับเหตุการณ์ที่มีฝนตกได้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีการปรับเปลี่ยนค่าช่วงในการพยากรณ์ได้ตามสภาวะอากาศในแต่ละปีที่เกิดขึ้นจริงได้ดีกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งมีค่าคงที่

- ดัชนีความสำเร็จวิกฤต (Critical Success Index : CSI, or Threat Score) ใช้ในการหาความสามารถของแบบจำลอง โดยจะพิจารณาจาก Hits คือความสามารถในการทายถูก เช่น พยากรณ์ว่าตกและตกจริง Misses คือ การพยากรณ์พลาด เช่น มีฝนตกจริงแต่ไม่มีการพยากรณ์ และ False Alarms คือ ความผิดพลาดจากการทายผิดหรือทายเกิน เช่น พยากรณ์ว่ามีฝนตกแต่ไม่ตกจริง CSI จะช่วยในการทดสอบความพอดีของช่วงพยากรณ์เพื่อไม่ใช่ช่วงในการพยากรณ์กว้างเกินไปหรือแคบจนเกินไป เนื่องจากไม่ได้คำนวณเพียงค่าที่พยากรณ์ถูกต้องตามช่วงเท่านั้น แต่จะพิจารณาจากการพยากรณ์เผลอและพยากรณ์ผิดพลาดรวมด้วย ซึ่งผลจากการคำนวณ CSI โดยอาศัยช่วงจากแบบจำลองมาคำนวณนั้นพบว่า ค่า CSI\_Model มีค่าสูงใกล้เคียง 1 ในหลายเดือน โดยในเดือนมกราคม (0.70) มีนาคม (0.72) เมษายน (0.62) พฤษภาคม (0.68) สิงหาคม (0.71) และกันยายน (0.75)

ในขณะที่เมื่อพิจารณาค่า CSI โดยใช้ช่วงจากการคำนวณครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $CSI_{0.5SD}$ ) พบว่า มีค่า CSI สูงเพียงช่วงเดือนมกราคม (0.6) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงการพยากรณ์จากแบบจำลองมีทักษะในการพยากรณ์ที่ดีกว่าช่วงที่กำหนดจากมาตรฐานสถิติทั่วไป แม้กระทั่งในช่วงหน้าฝนที่การพยากรณ์ยากอย่างเดือนสิงหาคมและกันยายนแต่ค่า  $CSI_{Model}$  ยังมีค่าสูงกว่า  $CSI_{0.5SD}$  เกือบ 2 เท่า

1.) ความน่าเชื่อถือและความคมชัด (Uncertainty and Sharpness) ใช้เพื่อประเมินคุณภาพของช่วงพยากรณ์ เพื่อบ่งบอกว่าช่วงพยากรณ์นั้นสามารถใช้งานได้จริงและมีความน่าเชื่อถือเพียงใด ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ดัชนี ได้แก่

- ความกว้างเฉลี่ยของช่วงพยากรณ์ (Mean Prediction Interval Width) โดยจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความกว้างของช่วงที่ได้จากแบบจำลองพยากรณ์ ( $MPIW_{Model}$ ) กับความกว้างของช่วงที่ได้จากการคำนวณ  $\pm 0.5SD$  ( $MPIW_{0.5SD}$ ) โดยช่วงยิ่งแคบยิ่งทำให้การพยากรณ์มีความชัดเจน ทำให้การระบุขอบเขตของจำนวนวันที่ฝนตกมีความแคบและชัดเจนขึ้น จากการคำนวณพบว่าค่า  $MPIW_{Model}$  ในเดือนมกราคม (0.47) กุมภาพันธ์ (0.25) และ มีนาคม (0.64) มีค่าความกว้างเฉลี่ยน้อยกว่า  $MPIW_{0.5SD}$  อย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงธันวาคม พบว่าค่า  $MPIW_{0.5SD}$  มีค่าน้อยกว่า  $MPIW_{Model}$  โดยมีค่า  $MPIW_{0.5SD}$  ดังนี้ เมษายน (0.85) พฤษภาคม

(1.20) มิถุนายน (1.14) กรกฎาคม (1.16) สิงหาคม (1.30) กันยายน (1.44) ตุลาคม (1.18) พฤศจิกายน (0.80) และธันวาคม (0.69)

- ความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จริงจะตกอยู่ในช่วงพยากรณ์ (Prediction Interval Coverage Probability : PICP) โดยจะแสดงถึงความน่าเชื่อถือ (Reliability) ซึ่งพิจารณาจากร้อยละของจำนวนสถานีทั้งหมดที่มีค่าจริงตกอยู่ในช่วงที่แบบจำลองได้พยากรณ์ไว้ จากการคำนวณพบว่า ในแต่ละเดือนส่วนใหญ่มีค่า PICP ที่สูง โดยจะมี 3 เดือนที่ค่า PICP สูงเกินร้อยละ 90 ได้แก่เดือนมกราคม (98.25) มีนาคม (96.0) และมิถุนายน (97.33) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ในเดือนดังกล่าว

### 3.2 ผลการพยากรณ์ดัชนี Rx5day

จากการพยากรณ์ดัชนี Rx5day โดยใช้ข้อมูล Hindcast และ Forecast จากแบบจำลอง CFSv2 ของเดือนก่อนหน้าในการคาดหมายเดือนถัดไป เช่น ใช้ข้อมูลจากแบบจำลองเดือนธันวาคมเพื่อคาดหมายเดือนมกราคม ได้ผลการพยากรณ์ปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน ในแต่ละเดือน ดังตารางที่ 6 และ ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) ดังตารางที่ 7 นอกจากนี้ยังมีผลการคำนวณค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (0.5 Standard Deviation) รายสถานี และข้อมูลตรวจวัดรายเดือนในปี ค.ศ. 2025 ดังแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 6 ผลการพยากรณ์ปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน (มม.)

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
แม่ฮ่องสอน	0	0	0	0	13	58	76	87	48	0	0	0
แม่สะเรียง	0	0	0	0	26	64	72	80	58	0	0	0
เชียงใหม่	0	0	0	0	20	55	115	109	110	0	0	0
พะเยา	0	0	0	0	0	0	32	49	73	0	0	0
เชียงใหม่	0	0	0	0	0	0	12	52	57	0	0	0
ลำปาง	0	0	0	0	0	0	0	54	50	0	0	0
ลำพูน	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0
แพร่	0	0	0	0	0	0	0	56	34	0	0	0
น่าน	0	0	0	0	0	0	13	78	47	0	0	0
ท่าวังผา	0	0	0	0	0	45	105	120	25	0	0	0
อุตรดิตถ์	0	0	0	0	0	0	51	85	0	0	0	0
ตาก	0	0	0	0	0	34	0	0	0	7	0	0

ตารางที่ 6 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน (มม.)

แม่สอด	0	0	0	0	3	93	116	152	58	0	0	0
เขื่อนภูมิพล	0	0	0	0	0	0	0	0	52	66	0	0
อุ้มผาง	0	0	0	0	39	69	84	95	68	57	0	0
พิษณุโลก	0	0	0	0	0	0	11	56	67	0	0	0
เพชรบูรณ์	0	0	0	0	0	4	0	46	46	0	0	0
หล่มสัก	0	0	0	0	0	0	0	63	18	0	0	0
วิเชียรบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	82	0	0	0
กำแพงเพชร	0	0	0	0	0	0	0	0	59	39	0	0
หนองคาย	0	0	0	0	41	95	96	101	93	0	0	0
เลย	0	0	0	0	0	0	0	61	46	0	0	0
อุดรธานี	0	0	0	0	0	95	49	102	58	0	0	0
สกลนคร	0	0	0	0	0	77	100	105	55	0	0	0
นครพนม	0	0	0	0	34	122	200	214	106	0	0	0
ขอนแก่น	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0
มุกดาหาร	0	0	0	0	0	54	117	116	56	0	0	0
โกสุมพิสัย	0	0	0	0	0	0	0	58	54	0	0	0
ชัยภูมิ	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	0
ร้อยเอ็ด	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0
อุบลราชธานี	0	0	0	0	0	4	99	114	93	0	0	0
นครราชสีมา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0
สุรินทร์	0	0	0	0	0	0	50	33	25	0	0	0
ท่าตูม	0	0	0	0	0	0	42	69	56	0	0	0
นางรอง	0	0	0	0	0	0	22	0	27	0	0	0
นครสวรรค์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0
ชัยนาท	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
สุพรรณบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
ลพบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0
บัวชุม	0	0	0	0	0	0	0	0	74	0	0	0
กาญจนบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	28	91	0	0
ทองผาภูมิ	0	0	0	0	52	92	121	175	76	67	0	0
กรุงเทพมหานคร	0	0	0	0	0	0	32	52	93	85	0	0
บางนา	0	0	0	0	0	0	53	37	104	82	0	0

ตารางที่ 6 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน (มม.)

สนามบิน ดอนเมือง	0	0	0	0	0	0	0	31	59	71	0	0
ปราจีนบุรี	0	0	0	0	0	64	75	106	131	75	0	0
กบินทร์บุรี	0	0	0	0	18	51	101	89	97	33	0	0
อรัญประเทศ	0	0	0	0	0	34	56	56	73	0	0	0
ชลบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	84	80	0	0
เกาะสีชัง	0	0	0	0	0	0	0	0	72	77	0	0
พัตยา	0	0	0	0	0	0	0	0	62	82	0	0
สัทธิบ	0	0	0	0	0	0	0	0	26	100	0	0
ระยอง	0	0	0	0	0	4	0	0	114	76	0	0
จันทบุรี	0	0	0	0	131	204	194	183	225	122	0	0
คลองใหญ่	0	0	0	3	154	345	384	405	386	140	0	0
เพชรบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	0	0	0	0	0	41	54	0	39	0	0
หัวหิน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0
ชุมพร	0	0	0	0	40	58	68	77	68	71	45	0
สุราษฎร์ธานี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เกาะสมุย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	144	159
นครศรีธรรมราช	121	0	0	0	43	0	0	0	0	77	321	381
พัทลุง	119	0	0	0	0	0	0	0	0	96	248	311
สงขลา	122	0	0	0	0	0	0	0	0	104	265	307
หาดใหญ่	55	0	0	0	0	0	0	0	0	71	123	171
ปัตตานี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	186	291
ยะลา	115	0	0	0	0	0	0	0	21	88	152	280
นราธิวาส	115	0	0	0	0	0	0	0	30	27	288	413
ระนอง	0	0	0	0	196	285	308	332	266	239	0	0
ตะกั่วป่า	0	0	0	22	155	198	181	241	304	232	3	0
ภูเก็ต	0	0	0	0	79	107	100	118	149	118	0	0
สนามบินภูเก็ต	0	0	0	0	106	156	115	167	174	159	34	0
เกาะลันตา	0	0	0	0	64	118	92	132	126	141	1	0
ตรัง	0	0	0	0	32	64	108	118	104	94	80	93
สตูล	0	0	0	0	92	0	77	100	126	123	59	41

ตารางที่ 7 ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit) Rx5day  
ครั้งแรกของ Rx5day

สถานี	ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.	
	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low
แม่ฮ่องสอน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	21	109
แม่สะเรียง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	48	97
เชียงใหม่	0	0	0	0	0	0	0	29	0	82	0	129
พะเยา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	49
ลำปาง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	70
ลำพูน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	64
แพร่	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	93
น่าน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	70
ท่าวังผา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	99
อุตรดิตถ์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0	129
ตาก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	67
แม่สอด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	38	160
เขื่อนภูมิพล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	0	81
อุ้มผาง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	21	92
พิษณุโลก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	107
เพชรบูรณ์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	80
หล่มสัก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	43
วิเชียรบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	75
กำแพงเพชร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	75
หนองคาย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	0	170
เลย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	0	86
อุดรธานี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0	157
สกลนคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	131
นครพนม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	44	216
ขอนแก่น	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	0	57
มุกดาหาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0	88
โกสุมพิสัย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
ชัยภูมิ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0
ร้อยเอ็ด	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	80

ตารางที่ 7 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit)

Rx5day ครั้งแรกของ Rx5day

อุบลราชธานี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	173
นครราชสีมา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0
สุรินทร์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	87
ท่าตูม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	109
นางรอง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
นครสวรรค์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชัยนาท	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
สุพรรณบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ลพบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0
บัวชุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
กาญจนบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	24
ทองผาภูมิ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	63	160
กรุงเทพมหานคร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	0	68
บางนา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	0	54
สนามบิน ดอนเมือง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	55
ปราจีนบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0	146
กบินทร์บุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	111
อัญประเทศ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	75
ชลบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	91
เกาะสีชัง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	13
พิทยา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	26
สัทธิบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	0	77
ระยอง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	0	103
จันทบุรี	0	0	0	0	0	0	0	71	37	227	115	265
คลองใหญ่	0	0	0	0	0	0	0	108	76	242	257	442
เพชรบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	62
หัวหิน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ชุมพร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	0	133
สุราษฎร์ธานี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เกาะสมุย	0	65	0	0	0	0	0	0	0	64	0	66

ตารางที่ 7 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit)

Rx5day ครั้งแรกของ Rx5day

นครศรีธรรมราช	0	658	0	0	0	73	0	142	0	87	0	63
พัทลุง	0	273	0	0	0	48	0	111	0	0	0	9
สงขลา	0	224	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0
หาดใหญ่	0	168	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0
ปัตตานี	0	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
ยะลา	0	276	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
นราธิวาส	0	301	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0
ระนอง	0	0	0	0	0	0	0	36	71	284	206	418
ตะกั่วป่า	0	0	0	0	0	97	0	140	32	249	110	310
ภูเก็ต	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	0	193
สนามบินภูเก็ต	0	7	0	0	0	0	0	56	40	166	12	212
เกาะลันตา	0	0	0	0	0	0	0	85	0	145	0	161
ตรัง	0	0	0	0	0	0	0	66	0	133	0	125
สตูล	0	0	0	0	0	0	0	99	0	129	0	98

ตารางที่ 7 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit)

Rx5day ครั้งหลังของ Rx5day

สถานี	ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.	
	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low
แม่ฮ่องสอน	44	101	34	116	0	108	0	0	0	0	0	0
แม่สะเรียง	48	100	40	113	0	94	0	67	0	0	0	0
เชียงใหม่	56	167	65	161	17	188	0	90	0	0	0	0
พะเยา	0	69	0	85	0	154	0	77	0	0	0	0
เชียงใหม่	0	64	0	115	0	101	0	56	0	0	0	0
ลำปาง	0	42	0	116	0	117	0	31	0	0	0	0
ลำพูน	0	31	0	73	0	129	0	55	0	0	0	0
แพร่	0	106	0	125	0	130	0	50	0	0	0	0
น่าน	0	117	0	168	0	128	0	0	0	0	0	0
ทำวัจผา	26	143	60	178	0	152	0	46	0	0	0	0
อุตรดิตถ์	0	96	0	160	0	117	0	93	0	0	0	0
ตาก	0	54	0	46	0	108	0	170	0	0	0	0
แม่สอด	65	218	104	225	0	118	0	19	0	0	0	0

ตารางที่ 7 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit)

Rx5day ครึ่งหลังของ Rx5day

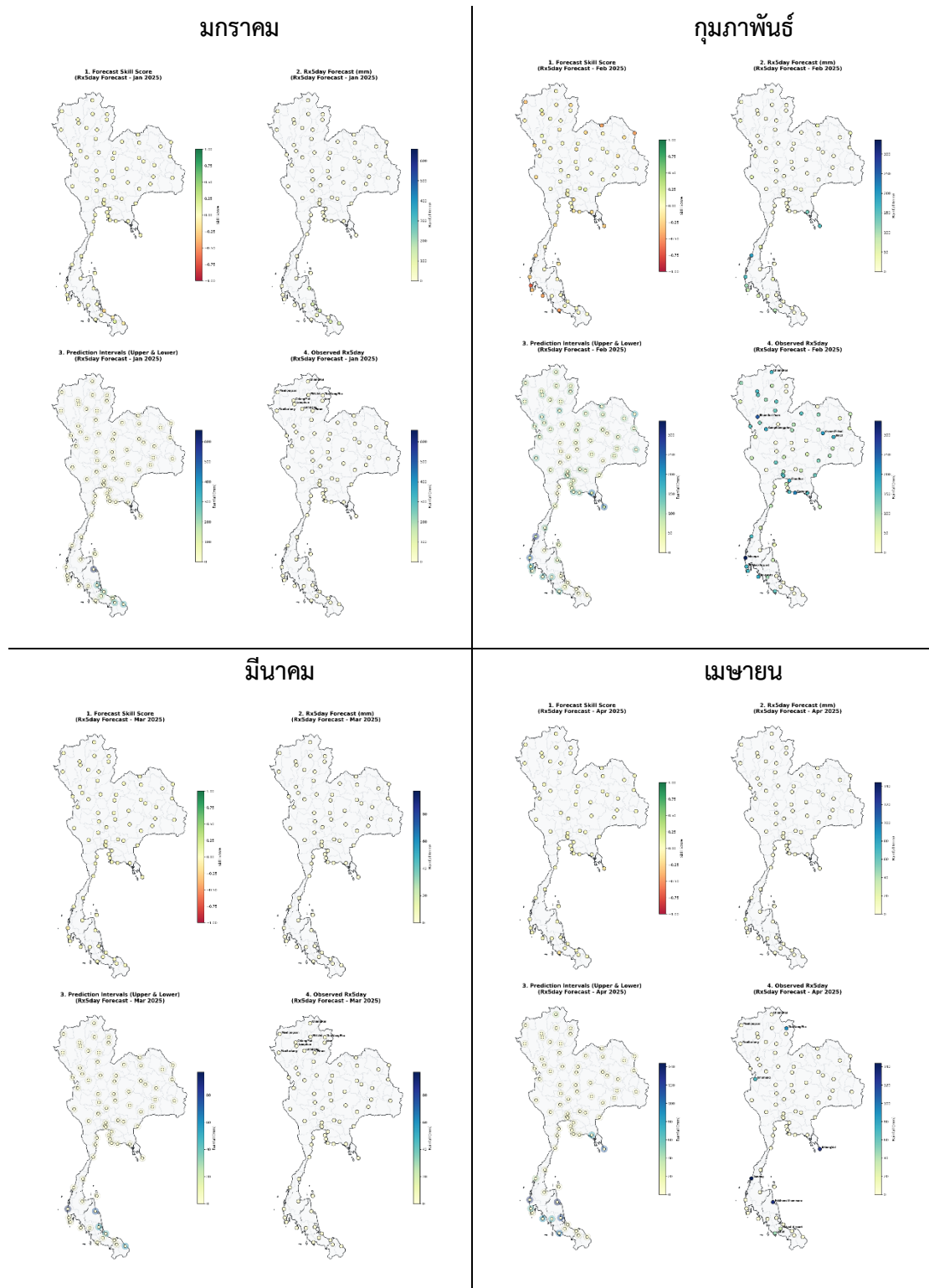
เขื่อนภูมิพล	0	18	0	51	0	133	0	141	0	0	0	0
อุ้มผาง	51	122	52	144	23	146	0	99	0	0	0	0
พิษณุโลก	0	91	0	110	0	145	0	77	0	0	0	0
เพชรบูรณ์	0	75	0	106	0	110	0	0	0	0	0	0
หล่มสัก	0	64	0	103	0	106	0	65	0	0	0	0
วิเชียรบุรี	0	111	0	111	0	160	0	73	0	0	0	0
กำแพงเพชร	0	59	0	77	0	106	0	141	0	0	0	0
หนองคาย	0	171	0	233	0	177	0	0	0	0	0	0
เลย	0	83	0	81	0	108	0	64	0	0	0	0
อุดรธานี	0	139	0	186	0	125	0	61	0	0	0	0
สกลนคร	37	202	84	181	0	151	0	0	0	0	0	0
นครพนม	109	388	144	266	0	208	0	0	0	0	0	0
ขอนแก่น	0	58	0	97	0	149	0	5	0	0	0	0
มุกดาหาร	0	170	43	216	0	157	0	0	0	0	0	0
โกสุมพิสัย	0	22	0	146	0	154	0	45	0	0	0	0
ชัยภูมิ	0	0	0	109	0	117	0	86	0	0	0	0
ร้อยเอ็ด	0	87	0	153	0	115	0	93	0	0	0	0
อุบลราชธานี	0	178	31	188	0	184	0	128	0	0	0	0
นครราชสีมา	0	63	0	64	0	102	0	112	0	0	0	0
สุรินทร์	0	94	0	120	0	93	0	0	0	0	0	0
ท่าตูม	0	119	0	126	0	132	0	103	0	0	0	0
นางรอง	0	66	0	45	0	110	0	108	0	0	0	0
นครสวรรค์	0	0	0	34	0	114	0	107	0	0	0	0
ชัยนาท	0	15	0	56	0	121	0	102	0	0	0	0
สุพรรณบุรี	0	48	0	0	0	121	0	126	0	0	0	0
ลพบุรี	0	0	0	29	0	137	0	109	0	0	0	0
บัวชุม	0	16	0	59	0	140	0	74	0	0	0	0
กาญจนบุรี	0	46	0	39	0	110	0	158	0	0	0	0
ทองผาภูมิ	57	219	79	228	34	121	0	138	0	0	0	0
กรุงเทพมหานคร	0	116	0	101	0	184	0	173	0	0	0	0
บางนา	0	88	0	120	0	175	0	155	0	0	0	0

ตารางที่ 7 (ต่อ) ผลการพยากรณ์ขอบเขตบน (Upper Limit) และขอบเขตล่าง (Lower Limit)

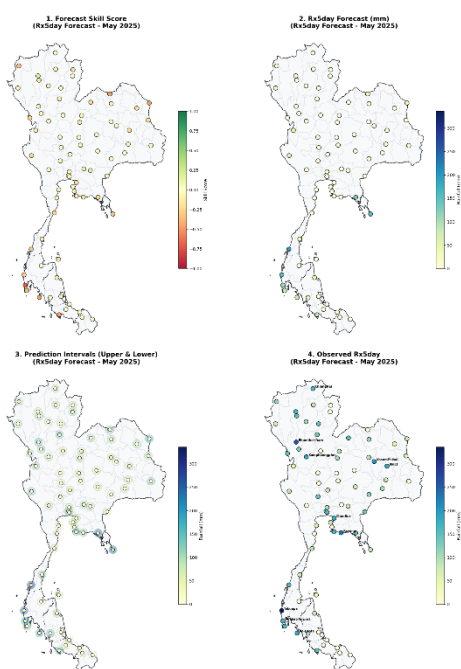
Rx5day ครึ่งหลังของ Rx5day

สนามบิน ดอนเมือง	0	90	0	73	0	159	0	144	0	0	0	0
ปราจีนบุรี	0	169	0	173	0	196	0	124	0	0	0	0
กบินทร์บุรี	0	151	0	146	0	155	0	102	0	0	0	0
อัญประเทศ	0	89	0	110	0	138	0	115	0	0	0	0
ชลบุรี	0	21	0	14	0	163	0	151	0	0	0	0
เกาะสีชัง	0	46	0	55	0	164	0	148	0	0	0	0
พัทธยา	0	0	0	0	0	166	0	169	0	0	0	0
สัทธิบ	0	21	0	33	0	126	0	169	0	0	0	0
ระยอง	0	78	0	0	0	164	0	162	0	0	0	0
จันทบุรี	121	344	105	274	135	348	0	192	0	0	0	0
คลองใหญ่	271	681	238	584	173	564	20	334	0	64	0	0
เพชรบุรี	0	20	0	18	0	73	0	205	0	0	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	65	0	82	0	61	0	146	0	24	0	0
หัวหิน	0	10	0	5	0	10	0	184	0	0	0	0
ชุมพร	0	91	0	110	0	106	0	156	0	172	0	217
สุราษฎร์ธานี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
เกาะสมุย	0	8	0	24	0	0	0	279	0	304	0	325
นครศรีธรรมราช	0	0	0	66	0	63	0	195	151	507	163	708
พัทลุง	0	0	0	14	0	53	0	143	128	467	200	663
สงขลา	0	0	0	62	0	0	0	221	122	483	205	595
หาดใหญ่	0	0	0	61	0	72	0	133	41	280	77	348
ปัตตานี	0	0	0	48	0	65	0	138	78	367	108	392
ยะลา	0	48	0	102	0	93	0	154	59	316	164	468
นราธิวาส	0	0	0	31	0	122	0	151	123	548	217	524
ระนอง	200	383	200	423	184	378	116	345	0	52	0	41
ตะกั่วป่า	103	286	172	358	175	390	113	392	0	131	0	18
ภูเก็ต	33	163	26	218	86	200	0	204	0	64	0	0
สนามบินภูเก็ต	0	197	96	257	103	268	33	268	0	131	0	0
เกาะลันตา	0	206	0	210	2	219	0	204	0	82	0	89
ตรัง	0	163	47	183	47	168	50	137	0	162	0	243
สตูล	0	150	0	167	57	217	72	188	0	142	0	89

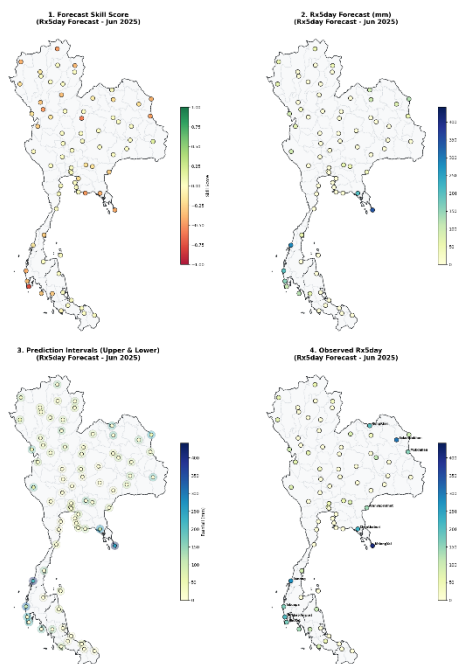
นอกจากนี้ ผลการพยากรณ์ดังกล่าวยังถูกแสดงในรูปแบบเชิงพื้นที่รายเดือน ดังภาพที่ 9 ซึ่งประกอบด้วยค่า Skill ของการพยากรณ์ ค่าการพยากรณ์ Rx5day ค่าการพยากรณ์ขอบเขตบนและขอบเขตล่างและค่าข้อมูลตรวจวัด ตามลำดับ



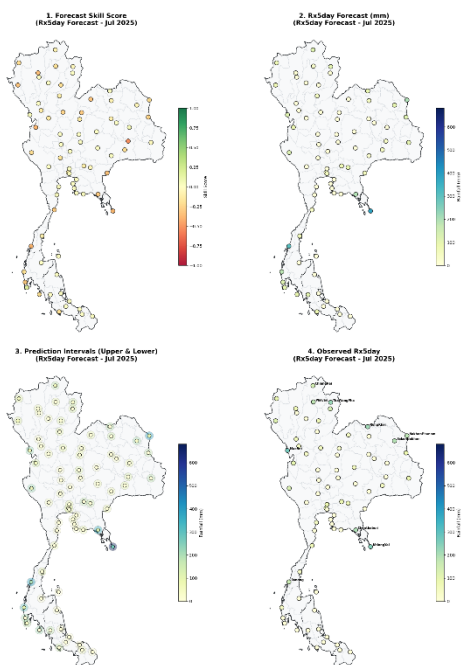
### พฤษภาคม



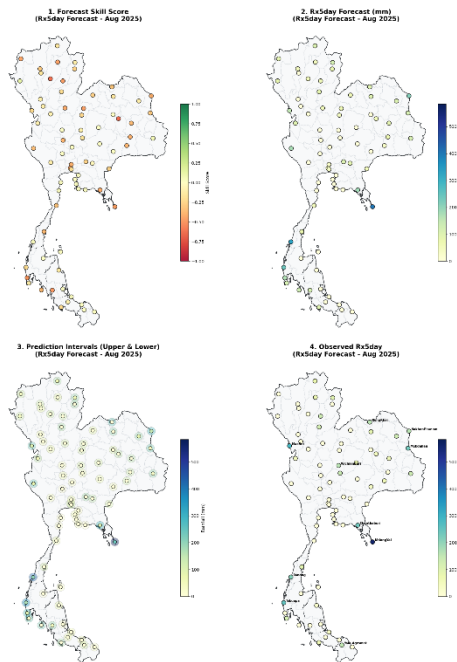
### มิถุนายน



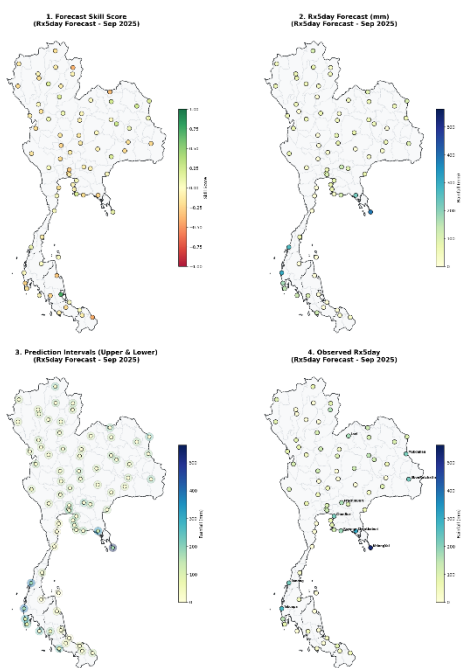
### กรกฎาคม



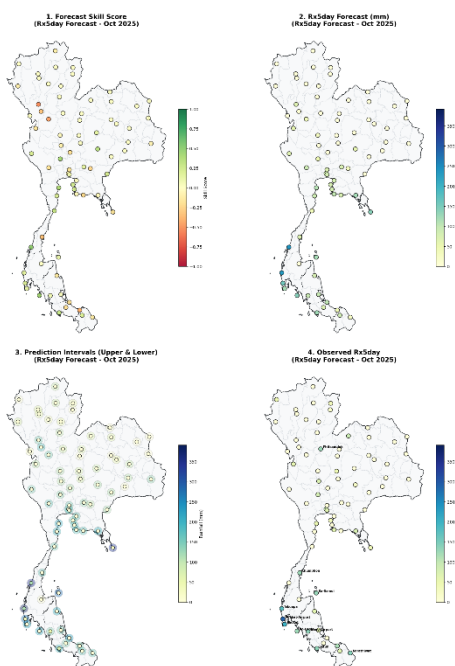
### สิงหาคม



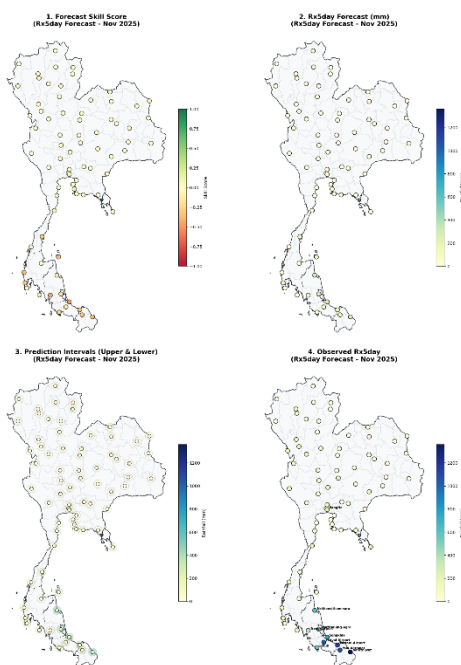
### กันยายน



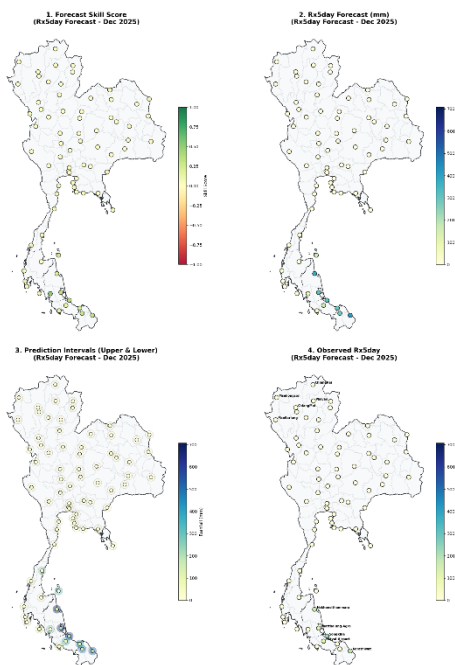
### ตุลาคม



### พฤศจิกายน



### ธันวาคม



ภาพที่ 9 ผลการพยากรณ์ในรูปแบบเชิงพื้นที่รายเดือนของ Rx5day

### 3.2.1 ผลการเปรียบเทียบทางสถิติ

ในการศึกษานี้เป็นการพยากรณ์ Rx5day รายเดือนของแต่ละสถานี โดยมีการประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ มีผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 8 ซึ่งแบ่งวิธีการทางสถิติออกเป็น 3 มิติ ได้แก่

1.) การวัดความแม่นยำรายจุด (Point Accuracy) เพื่อใช้ในการประเมินความใกล้เคียงระหว่างค่าที่แบบจำลองพยากรณ์ได้กับค่าที่ตรวจวัดได้จริง ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ดัชนี ได้แก่

- ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE) โดยจะแสดงถึงขนาดเฉลี่ยของความผิดพลาด จากการคำนวณพบว่าแบบจำลองจะมีค่า MAE ที่ต่ำหรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยในเดือนกุมภาพันธ์ (22.20) มีนาคม (0.00) และเมษายน (9.87) แต่จะมีความคลาดเคลื่อนสูงในเดือนพฤษภาคม (77.39) และเดือนพฤศจิกายน (143.19) และเดือนธันวาคม (90.11)

- รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) โดยจะแสดงถึงการกระจายตัวของความคลาดเคลื่อนขนาดใหญ่ในการพยากรณ์ จากการคำนวณพบว่าแบบจำลองมีค่า RMSE ที่สูงมากในเดือนพฤษภาคม (101.98) พฤศจิกายน (280.37) และธันวาคม (136.98) จากผลการพยากรณ์และการคำนวณแสดงให้เห็นถึงความคลาดเคลื่อนที่สูงในการพยากรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณภาคใต้ในเดือนพฤศจิกายน

- ค่าความลำเอียง (Bias) จะแสดงถึงค่าเฉลี่ยของส่วนต่างระหว่างค่าพยากรณ์และค่าจริง โดยจะบอกถึงทิศทางของความผิดพลาดว่าการพยากรณ์นั้น Overestimate (ค่าบวก) หรือ Underestimate (ค่าลบ) และ Unbiased เมื่อค่าเป็น 0 จากผลการพยากรณ์ปริมาณฝนสะสมสูงสุด 5 วันที่รุนแรงรายเดือนนั้นส่วนใหญ่มีค่า Underestimate ยกเว้นในเดือน มกราคม สิงหาคม ตุลาคม และ ธันวาคม ที่มีค่า Overestimate ส่วนในเดือนมีนาคม มีค่า Unbiased นอกจากนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนพฤศจิกายนแบบจำลองมีค่าเฉลี่ยความลำเอียงต่ำที่สุดถึง -141.45 แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดในการนำไปใช้เพื่อเตือนภัยล่วงหน้าของแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณฝนสะสมสูงสุด 5 วันที่รุนแรง

- ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ประกอบด้วย Pearson Correlation ซึ่งจะแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นและทิศทางระหว่างค่าพยากรณ์ปริมาณฝนกับค่าตรวจวัดจริง ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ในทิศทางใด และ Spearman Correlation จะแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างลำดับความหนัก/เบาของพื้นที่ที่แบบจำลองพยากรณ์ได้กับลำดับที่เกิดขึ้นจริง ซึ่ง Spearman จะสามารถลดความผันแปรของข้อมูลที่มีค่าสุดโต่ง (Outliers) สูงได้และยังแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถคาดการณ์ตำแหน่งพื้นที่ที่จะเกิดฝนตกหนักได้ถูกต้องหรือไม่ จากการคำนวณค่าดังกล่าว

พบว่า ในเดือนมิถุนายน ค่าพยากรณ์จากแบบจำลองกับผลการตรวจวัดจริงมีค่าความสัมพันธ์ Pearson (0.86) และ Spearman (0.76) สูงมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในช่วงเดือนดังกล่าว แบบจำลองมีความสามารถสูงในการพยากรณ์ทั้งในแง่ของปริมาณและความถูกต้องเชิงพื้นที่ เดือนพฤศจิกายนมีค่าความสัมพันธ์ Pearson (0.83) สูงมากแต่เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพบว่า ค่าความสัมพันธ์ที่สูงนั้นเป็นผลมาจากความแปรผันของฝนที่ตกหนักมาก (Extreme) ในภาคใต้เพียงไม่กี่สถานี ทำให้ค่าระยะห่างระหว่างข้อมูลตรวจวัดจริงกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดมีค่าต่างกันมากซึ่งช่วยดึงค่าทางสถิติให้สูงขึ้นได้ โดยไม่ได้สะท้อนถึงความแม่นยำของการพยากรณ์และเมื่อพิจารณาค่า Spearman (0.64) เพื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของลำดับความรุนแรงเชิงพื้นที่ที่แบบจำลองได้พยากรณ์ พบว่า ค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง-ค่อนข้างดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์ความถูกต้องเชิงพื้นที่ได้ดี แม้จะพยากรณ์เชิงปริมาณผิดพลาดในเดือนดังกล่าว ในเดือนธันวาคมมีค่าความสัมพันธ์ Pearson (0.76) และ Spearman (0.77) แสดงให้เห็นถึงค่ามีความสัมพันธ์ที่ดีในทิศทางเดียวกันระหว่างค่าพยากรณ์จากแบบจำลองและค่าตรวจวัดจริง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าความสัมพันธ์ทั้ง Pearson และ Spearman ในช่วงเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคมพบว่ามีค่าเป็น 0 เนื่องจากเป็นช่วงที่ปริมาณฝนสะสม Rx5day มีค่าเป็น 0 ในทุกสถานี ทำให้การพยากรณ์ในเดือนนี้ไม่มีความแปรปรวน (No Variance)

**ตารางที่ 8** ค่าการคำนวณทางสถิติรายเดือนของ Rx5day

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
MAE	30.81	22.20	0.00	9.87	77.39	23.28	39.51	46.24	50.98	37.14	143.19	90.11
RMSE	59.02	61.84	0.00	32.53	101.98	46.52	60.39	67.33	64.27	57.50	280.37	136.98
Bias	30.8	-22.2	0.0	-9.2	-73.5	-17.8	-3.7	8.9	-22.5	9.8	-141.5	90.1
Pearson ( $r$ )	0.00	0.00	0.00	0.03	0.35	0.86	0.65	0.71	0.73	0.51	0.83	0.76
Spearman ( $r_s$ )	0.00	0.00	0.00	0.23	0.25	0.76	0.59	0.48	0.47	0.50	0.64	0.77
POD_Model	1.00	0.83	1.00	0.93	0.46	0.89	0.78	0.84	0.81	0.92	0.41	0.78
POD_0.5SD	0.67	0.83	0.98	0.84	0.27	0.41	0.42	0.35	0.42	0.49	0.39	0.56
CSI_Model	0.78	0.83	1.00	0.91	0.45	0.85	0.68	0.65	0.72	0.75	0.40	0.61
CSI_0.5SD	0.50	0.83	0.96	0.78	0.24	0.31	0.33	0.24	0.34	0.36	0.38	0.42
MPIW_Model	100.90	0.00	5.66	14.07	79.12	79.59	88.97	101.91	131.35	115.49	56.16	199.22
MPIW_0.5SD	60.83	16.86	31.90	30.11	56.48	50.40	53.04	58.34	69.25	61.66	39.14	81.58
PICP	100.00	83.33	100.00	92.54	45.95	89.19	78.08	83.78	81.08	91.89	40.63	77.78

1.) ทักษะการตรวจจับเหตุการณ์ (Event Detection Skill) โดยจะใช้ในการวัดความสามารถของแบบจำลองในการตัดสินใจเชิงคุณภาพว่าจะมีเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์เกิดขึ้นหรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลตรวจวัดที่เกิดขึ้นจริงนั้น ตกลงระหว่างช่วงของการพยากรณ์

หรือไม่ ซึ่งช่วงของการพยากรณ์จะถูกแบ่งพิจารณาออกเป็น 2 กรณีคือ ค่าช่วงขอบเขตล่าง (Lower Limit) และขอบเขตบน (Upper Limit) ที่ได้จากการพยากรณ์ของแบบจำลองโดยตรง กับค่าช่วงที่ถูกกำหนดโดยครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5SD$ ) ซึ่งจะมีผลการคำนวณหาค่าช่วง  $\pm 0.5SD$  รายเดือนของแต่ละสถานีตั้งในภาคผนวก ก ประกอบไปด้วย 2 ดัชนีดังนี้

- ความน่าจะเป็นในการตรวจพบ (Probability of Detection : POD) ใช้ในการหาร้อยละของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง (Hit) โดยจะกำหนดให้ การทายถูก ผิดตกจริงอยู่ในช่วงที่พยากรณ์เป็น Hits และการทายพลาดรวมถึงการอยู่นอกช่วงพยากรณ์เป็น Misses จากการคำนวณพบว่า ค่า POD โดยใช้ช่วงการพยากรณ์จากแบบจำลอง (POD\_Model) ส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูงมาก มีหลายเดือนค่าสูงใกล้เคียง 1 และมีค่าเท่ากับ 1 ในเดือนมกราคมและมีนาคม และจะมีค่าที่น้อยในช่วงเดือนพฤษภาคม (0.46) และเดือนพฤศจิกายน (0.41) ซึ่งบ่งบอกถึงการพยากรณ์โดยอาศัยช่วงที่ได้จากแบบจำลองมีค่าครอบคลุมที่เกิดขึ้นจริง

ในขณะที่เมื่อพิจารณาค่า POD โดยใช้ช่วงจากการคำนวณครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากค่า Climatology (POD\_0.5SD) เพื่อลดขนาดช่วงในการพยากรณ์ไม่ให้มีค่ากว้างเกินไป พบว่า ค่า POD ที่ได้จากการใช้ช่วง  $\pm 0.5SD$  จะมีค่าที่ลดลงโดยจะมีผลการพยากรณ์ที่ดีในเดือนกุมภาพันธ์ (0.83) มีนาคม (0.98) และเมษายน (0.84)

โดยภาพรวมแสดงให้เห็นว่า การพยากรณ์โดยใช้ช่วงพยากรณ์จากแบบจำลองแม้จะมีขนาดของช่วงพยากรณ์ที่กว้างกว่า  $\pm 0.5SD$  ซึ่งทำให้มีโอกาสในการทำนายถูกนั้นมากขึ้นและส่งผลให้มีค่า POD สูงกว่าในเกือบทุกเดือน แต่ในช่วงที่มีการเปลี่ยนฤดูเช่น เดือนพฤษภาคมและพฤศจิกายน ทั้งค่า POD\_Model และ POD\_0.5SD ต่างก็มีค่าที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด แสดงให้เห็นถึงการพยากรณ์จากแบบจำลองแม้จะมีช่วงที่กว้างแต่ก็ยังไม่ครอบคลุมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงดังกล่าว

- ดัชนีความสำเร็จวิกฤต (Critical Success Index : CSI, or Threat Score) ใช้ในการหาความสามารถของแบบจำลอง โดยจะพิจารณาจาก Hits คือความสามารถในการทายถูก เช่น ปริมาณฝนสะสม 5 วันที่วัดได้จริงตกอยู่ในช่วงที่แบบจำลองได้พยากรณ์ไว้ Misses คือ การพยากรณ์พลาด เช่น ปริมาณฝนสะสม 5 วันไม่อยู่ในช่วงพยากรณ์ และ False Alarms คือ ความผิดพลาดจากการทายผิดหรือทายเกิน เช่น พยากรณ์ว่ามีฝนตกแต่ไม่มีฝนตกจริง CSI จะช่วยในการทดสอบความพอดีของช่วงพยากรณ์เพื่อไม่ใช้ช่วงในการพยากรณ์ โดยจะพิจารณาจากการพยากรณ์เพื่อและพยากรณ์ผิดพลาดร่วมด้วย ซึ่งผลจากการคำนวณ CSI โดยอาศัยช่วงจากแบบจำลองมาคำนวณนั้นพบว่า ค่า CSI\_Model มีค่าสูงใกล้เคียง 1 ในหลายเดือน และยังมีค่าสูงกว่า CSI\_0.5SD เกือบทุกเดือน ยกเว้นในเดือนกุมภาพันธ์ (0.83) เท่านั้นที่มีค่าเท่ากัน โดยในเดือนมีนาคม CSI\_Model มีค่าสูงถึง 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่มีการพยากรณ์พลาด (Misses) และพยากรณ์หลอก (False Alarms) เกิดขึ้นเลย นอกจากนี้ยังเห็นได้ชัดว่า CSI\_0.5SD จะมีค่าที่ลดลงเมื่อเริ่มเข้าสู่ช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึง

ตุลาคม และจะมีค่าที่ลดลงทั้ง CSI\_Model (0.4) และ CSI\_0.5SD (0.38) ในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการพยากรณ์ที่พลาดในช่วงที่มีเหตุการณ์สุดขีดเกิดขึ้น

1.) ความน่าเชื่อถือและความคมชัด (Uncertainty and Sharpness) ใช้เพื่อประเมินคุณภาพของช่วงพยากรณ์ เพื่อบ่งบอกว่าช่วงพยากรณ์นั้นสามารถใช้งานได้จริงและมีความน่าเชื่อถือเพียงใด ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ดัชนี ได้แก่

- ความกว้างเฉลี่ยของช่วงพยากรณ์ (Mean Prediction Interval Width) โดยจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความกว้างของช่วงที่ได้จากแบบจำลองพยากรณ์ (MPIW\_Model) กับความกว้างของช่วงที่ได้จากการคำนวณ  $\pm 0.5SD$  (MPIW\_0.5SD) โดยช่วงยิ่งแคบยิ่งทำให้การพยากรณ์มีความชัดเจน ทำให้การระบุขอบเขตของปริมาณฝนที่ตกติดต่อกัน 5 วันมีความแคบและชัดเจนขึ้น จากการคำนวณพบว่าค่า MPIW\_Model ในเดือนกุมภาพันธ์ (0.00) มีนาคม (05.66) และเมษายน (14.07) มีค่าความกว้างเฉลี่ยน้อยกว่า MPIW\_0.5SD อย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่เดือนอื่นๆ พบว่าค่า MPIW\_0.5SD มีค่าน้อยกว่า MPIW\_Model โดยมีค่า MPIW\_0.5SD ดังนี้ มกราคม (60.83) พฤษภาคม (56.48) มิถุนายน (50.40) กรกฎาคม (53.04) สิงหาคม (58.34) กันยายน (69.25) ตุลาคม (61.66) พฤศจิกายน (39.14) และธันวาคม (81.58) ซึ่งค่าความกว้างเฉลี่ยของช่วงการพยากรณ์ควรพิจารณา ร่วมกับค่าดัชนีตัวอื่นๆ เพื่อบ่งชี้ถึงช่วงที่เหมาะสม

- ความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จริงจะตกอยู่ในช่วงพยากรณ์ (Prediction Interval Coverage Probability : PICP) โดยจะแสดงถึงความน่าเชื่อถือ (Reliability) ซึ่งพิจารณาจากร้อยละของจำนวนสถานีทั้งหมดที่มีค่าจริงตกอยู่ในช่วงที่แบบจำลองได้พยากรณ์ไว้ จากการคำนวณพบว่า ค่าพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลองในแต่ละเดือนมกราคมและมกราคมสูงถึงร้อยละ 100 และมีค่าสูงเกินร้อยละ 90 เดือนเมษายน (92.54) และตุลาคม (91.89) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือที่สูงมากในการพยากรณ์ในเดือนดังกล่าว โดยจะมีเพียงเดือนพฤษภาคม (45.95) และพฤศจิกายน (40.63) ที่มีค่าต่ำ

## 4. สรุปผลการดำเนินการ

### 4.1 สรุปผลการดำเนินการ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนสุดขั้วในประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศและการคำนวณทางสถิติ ด้วยวิธี Canonical Correlation Analysis (CCA) ผ่านโปรแกรม Climate Predictability Tool (CPT) โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) จากแบบจำลอง บริเวณมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกเป็นตัวแปรต้นและใช้ข้อมูลดัชนีภูมิอากาศคือ R35mm และ Rx5day จากสถานีตรวจอากาศจำนวน 75 สถานีทั่วประเทศเป็นตัวแปรทำนายผล การพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน (Lead 1) และใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยภูมิอากาศ (Climatology) ในช่วงปี ค.ศ. 1991–2020 เป็นปีฐาน เพื่อประเมินค่าดัชนีฝนสุดขั้วของปี ค.ศ. 2025

#### 4.1.1 สรุปผลการพยากรณ์ดัชนี R35mm

จากการวิเคราะห์จำนวนวันที่มีปริมาณฝนรายวันมากกว่าหรือเท่ากับ 35 มิลลิเมตร (R35mm) ซึ่งใช้สะท้อนความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนักในแต่ละเดือน ผลการพยากรณ์พบว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ฝนตกหนักในประเทศไทยในปี ค.ศ. 2025 ได้ในระดับปานกลางถึงดี โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนของประเทศไทย (มิถุนายน–ตุลาคม) ที่มีค่า Pearson correlation อยู่ในช่วงประมาณ 0.66–0.85 ซึ่งแสดงรูปแบบฤดูกาลที่สอดคล้องกับช่วงฤดูมรสุมของประเทศไทยและพบว่า ในช่วงฤดูแล้งของประเทศไทย เช่น เดือนมกราคมถึงมีนาคม และพฤศจิกายนถึงธันวาคม แบบจำลองพยากรณ์ค่า R35mm เป็นศูนย์เป็นส่วนใหญ่และเกือบทุกสถานี ซึ่งมีความสอดคล้องกับฤดูกาลและข้อมูลจากการตรวจวัดจริง (Observe) ที่ในหลายพื้นที่มีค่าเป็นศูนย์เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณฝนต่ำและแทบไม่เกิดเหตุการณ์ฝนตกหนัก ดังนั้นจึงทำให้ค่าที่แบบจำลองพยากรณ์มีแนวโน้มใกล้ศูนย์ ด้วยเหตุนี้จึงอาจส่งผลให้การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองในช่วงฤดูแล้งมีข้อจำกัด เนื่องจากไม่มีเหตุการณ์ฝนตกหนักเพียงพอสำหรับการเปรียบเทียบเชิงสถิติ

เมื่อพิจารณาค่าตัวชี้วัดทางสถิติ เช่น Probability of Detection (POD) และ Critical Success Index (CSI) พบว่าค่า POD สูงกว่า 0.80 ในหลายเดือนซึ่งอยู่ในระดับที่ดีมาก ขณะที่ค่า CSI ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.5–0.75 แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของการพยากรณ์ในระดับปานกลางถึงดี ซึ่งแบบจำลองมีแนวโน้มตรวจจับเหตุการณ์ฝนตกหนักได้ดีขึ้นในช่วงฤดูฝนของประเทศไทย โดยเริ่ม

ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยจะมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิก

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการพยากรณ์ในลักษณะช่วงค่าพยากรณ์ พบว่าค่า Prediction Interval Coverage Probability (PICP) จากแบบจำลองมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูงในหลายเดือน แสดงให้เห็นว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงส่วนใหญ่ยังคงตกอยู่ระหว่างช่วงของค่าที่แบบจำลองพยากรณ์ไว้ อย่างไรก็ตามในการพิจารณาค่า PICP นั้นจำเป็นต้องพิจารณาร่วมกับค่า Mean Prediction Interval Width (MPIW) ซึ่งเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นความกว้างเฉลี่ยของช่วงค่าพยากรณ์ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่าช่วงค่าพยากรณ์ของแบบจำลองในบางเดือนนั้นมีความกว้างค่อนข้างมาก ทำให้ค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงมีโอกาสอยู่ภายในช่วงพยากรณ์ได้ง่ายขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความสามารถในการครอบคลุมค่าที่เกิดขึ้นจริงได้ดี (reliability) แต่กลับมีความคมชัดของการพยากรณ์ (sharpness) ในระดับที่จำกัด เนื่องจากช่วงค่าที่พยากรณ์มีความกว้างค่อนข้างสูง และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงที่กำหนดโดยค่าทางสถิติอย่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (climatology  $\pm 0.5SD$ ) พบว่าช่วงดังกล่าวมีความแคบกว่าช่วงพยากรณ์ของแบบจำลองอย่างชัดเจน จึงส่งผลให้ในบางกรณีค่าที่ได้จากการตรวจวัดนั้นอาจไม่อยู่ภายในช่วง  $\pm 0.5SD$  แม้ว่าจะยังอยู่ภายในช่วงการพยากรณ์ของแบบจำลองก็ตาม ดังนั้นแม้ว่าช่วงการพยากรณ์จากแบบจำลองจะมีความแม่นยำและคมชัดสูงที่สุดในช่วงฤดูแล้ง แต่การประเมินความแม่นยำในการพยากรณ์ของแบบจำลองก็ควรพิจารณาควบคู่กันทั้งความสามารถในการครอบคลุมค่าจริงและความกว้างของช่วงพยากรณ์ที่เหมาะสม

นอกจากนี้ยังพบว่าค่าพยากรณ์ R35mm ที่สูงที่สุดมักเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงกันยายน และจากเหตุการณ์ฝนตกหนักที่เกิดขึ้นในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2025 ซึ่งก่อให้เกิดน้ำท่วมหนักในหลายพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย เมื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์จากแบบจำลองกับข้อมูลตรวจวัดพบว่าแบบจำลองมีแนวโน้มประเมินค่าความรุนแรงของเหตุการณ์ต่ำกว่าความเป็นจริง (Underestimate) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงข้อจำกัดของแบบจำลองเชิงสถิติในการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนตกหนักที่มีความรุนแรงสูงและเกิดขึ้นเฉพาะพื้นที่เนื่องจากปัจจัยทางสภาพอากาศในช่วงเวลาดังกล่าว

#### 4.1.2 สรุปผลการพยากรณ์ดัชนี Rx5day

การพยากรณ์ปริมาณฝนสะสมสูงสุดที่ตกต่อเนื่อง 5 วันติดต่อกัน (Rx5day) ในแต่ละเดือน ซึ่งเป็นดัชนีที่สะท้อนถึงความรุนแรงของฝนตก (intensity) และความต่อเนื่องของเหตุการณ์ฝนตก (duration) นั้นแสดงให้เห็นความแปรปรวนเชิงพื้นที่ที่ชัดเจน ส่งผลให้การพยากรณ์ Rx5day มีความซับซ้อนมากกว่าการพยากรณ์ดัชนี R35mm โดยจากผลการวิเคราะห์พบว่าผลการพยากรณ์ของแบบจำลองในการพยากรณ์ Rx5day นั้นมีความแปรปรวนระหว่างในแต่ละเดือนอย่างชัดเจน โดยใน

บางเดือนของฤดูฝนแบบจำลองสามารถพยากรณ์ค่าดัชนีได้ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดจริง ในขณะที่ในบางเดือนกลับมีค่าพยากรณ์แตกต่างจากค่าที่ตรวจวัดมาก ซึ่งความแปรปรวนดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับลักษณะและปริมาณฝนในแต่ละฤดูกาลของประเทศไทย โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง เช่น เดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม จะพบว่าข้อมูลตรวจวัดในหลายสถานีมีค่าเป็นศูนย์ ส่งผลให้การคำนวณตัวชี้วัดทางสถิติบางประเภทมีข้อจำกัดหรือไม่สามารถคำนวณได้ เนื่องจากไม่มีเหตุการณ์ฝนตกหนักให้เปรียบเทียบ นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝนที่มีการเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องในบางพื้นที่ เช่น บริเวณภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าค่า Rx5day มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง เนื่องจากเหตุการณ์ฝนตกหนักต่อเนื่องมักได้รับอิทธิพลจากระบบสภาพอากาศระดับท้องถิ่น เช่น ร่องมรสุม หย่อมความกดอากาศต่ำหรือพายุหมุนเขตร้อนที่พัดผ่านในช่วงดังกล่าว ซึ่งแบบจำลองเชิงสถิติที่ใช้ตัวแปรทำนายในระดับภูมิภาคอาจไม่สามารถแสดงถึงรายละเอียดเชิงลึกของเหตุการณ์เหล่านี้ได้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหตุการณ์ฝนตกหนักในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2025 ซึ่งส่งผลให้เกิดฝนตกสะสมสูงในหลายพื้นที่ของภาคใต้ของประเทศไทย แม้ว่าแบบจำลองจะสามารถพยากรณ์ฝนสะสมที่รุนแรงกว่า 100 มิลลิเมตรได้ในบางสถานี แต่จากการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์กับข้อมูลตรวจวัดกลับพบว่าแบบจำลองมีแนวโน้มพยากรณ์ค่า Rx5day ต่ำกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง และยิ่งพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์ฝนตกหนักคลาดเคลื่อนในบางสถานี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของแบบจำลองในการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนตกหนักต่อเนื่องที่มีความรุนแรงสูง รวมทั้งประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่มีความคลาดเคลื่อนสูง

#### 4.1.3 การวิเคราะห์ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง

การศึกษานี้ได้ใช้ตัวชี้วัดทางสถิติหลายประเภทในการประเมินประสิทธิภาพของผลจากการพยากรณ์ เพื่อหาข้อจำกัดและความเหมาะสมในการพยากรณ์ดัชนีภูอากาศ ได้แก่ Probability of Detection (POD), Critical Success Index (CSI), Prediction Interval Coverage Probability (PICP) และ Mean Prediction Interval Width (MPIW)

โดยค่า POD จะใช้ประเมินความสามารถของแบบจำลองในการตรวจจับเหตุการณ์ฝนตกหนักที่เกิดขึ้นจริง โดยค่าที่สูงนั้นแสดงถึงแบบจำลองสามารถตรวจพบเหตุการณ์ฝนตกหนักได้ในสัดส่วนที่มาก อย่างไรก็ตาม การพิจารณาค่า POD เพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถสะท้อนความแม่นยำของการพยากรณ์ได้ทั้งหมด เนื่องจากค่า POD อาจมีค่าสูงได้แม้ในกรณีที่แบบจำลองมีการพยากรณ์เหตุการณ์เกินจริงหรือพยากรณ์เมื่อ ดังนั้นจึงมีการใช้ค่า CSI เพื่อประเมินความแม่นยำของการพยากรณ์โดยพิจารณาทั้งเหตุการณ์ที่ตรวจจับได้ถูกต้อง (Hits) เหตุการณ์ที่พยากรณ์พลาด (Misses) และการพยากรณ์เกิน (Fals Alarms) ทำให้ค่า CSI ที่สูงจะสามารถสะท้อนถึงสมดุลที่ดีระหว่างความสามารถในการตรวจจับเหตุการณ์และความถูกต้องของการพยากรณ์

นอกจากตัวชี้วัดเชิงเหตุการณ์แล้ว การศึกษานี้ยังได้ประเมินคุณภาพของช่วงค่าพยากรณ์ โดยใช้ค่า PICP ซึ่งแสดงถึงสัดส่วนร้อยละของค่าที่ตรวจวัดได้จริงที่ตกอยู่ในช่วงพยากรณ์ของแบบจำลอง โดยค่า PICP ที่สูงนั้นจะชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์ได้ครอบคลุมค่าที่เกิดขึ้นจริง แต่อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาค่า PICP นั้นจำเป็นต้องพิจารณาควบคู่กับค่า MPIW ซึ่งแสดงถึงความกว้างเฉลี่ยของช่วงค่าพยากรณ์ โดยหากค่า MPIW มีค่ามากเกินไป อาจทำให้ช่วงพยากรณ์กว้างจนสามารถครอบคลุมค่าที่เกิดขึ้นจริงได้ง่ายขึ้น ดังนั้นในการประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์เป็นช่วงของแบบจำลองจึงต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการครอบคลุมค่าที่เกิดขึ้นจริงได้ดี ขณะเดียวกันช่วงค่าพยากรณ์ควรมีความแคบเพียงพอที่จะสะท้อนความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วย

โดยสรุป เมื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของทั้งสองดัชนีพบว่าดัชนี R35mm มีแนวโน้มให้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำและมีเสถียรภาพมากกว่าดัชนี Rx5day เนื่องจากเป็นดัชนีที่พิจารณาความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนักรายวัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระบบภูมิอากาศในระดับภูมิภาคมากกว่า ในขณะที่ดัชนี Rx5day นั้นจะสะท้อนทั้งความรุนแรงและความต่อเนื่องของเหตุการณ์ฝนตกในช่วงหลายวัน ทำให้ค่าดัชนีมีความแปรปรวนสูงและมีความไวต่อเหตุการณ์ฝนตกหนักที่เกิดขึ้นเฉพาะพื้นที่ ดังนั้นแม้ว่าข้อมูล SST จากแบบจำลอง CFSv2 จะสามารถสะท้อนสัญญาณของระบบภูมิอากาศขนาดใหญ่ได้ในระดับหนึ่ง แต่การพยากรณ์เหตุการณ์ฝนตกหนักต่อเนื่องในระดับพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับพื้นที่ขนาดเล็กที่ต้องการความละเอียดสูงยังคงเป็นความท้าทายอย่างยิ่งสำหรับแบบจำลองเชิงสถิติ

## 4.2 วิจัยณ์ผลการดำเนินงาน

จากผลการศึกษา การพยากรณ์ดัชนีฝนตกหนักของประเทศไทยในปี ค.ศ.2025 โดยใช้วิธีการทางสถิติ CCA ร่วมกับข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากแบบจำลอง CFSv2 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ฝนตกหนักในประเทศไทยได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ความสามารถของแบบจำลองมีความแตกต่างกันตามประเภทของดัชนี ช่วงฤดูกาล และลักษณะของเหตุการณ์ฝนสุดขั้วซึ่งสามารถพิจารณาได้ในหลายประเด็น ดังนี้

### 4.2.1 ความสามารถของแบบจำลองในการตรวจจับเหตุการณ์ฝนตกหนัก

จากผลการวิเคราะห์ค่า POD และ CSI พบว่าแบบจำลองสามารถตรวจจับเหตุการณ์ฝนตกหนักได้ในระดับปานกลาง โดยเฉพาะในบางช่วงฤดูกาลที่มีการเกิดฝนตกหนักบ่อยครั้งอย่างฤดูฝน ค่า POD ที่มีค่าค่อนข้างสูงในบางเดือนนั้นแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถคาดการณ์การเกิดเหตุการณ์ฝนตกหนักได้ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตามค่า CSI ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความแม่นยำโดยรวมของการพยากรณ์ยังคงอยู่ในระดับปานกลางในหลายช่วงเวลา แสดงให้เห็นว่าแม้

แบบจำลองจะสามารถพยากรณ์เหตุการณ์ได้ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการพยากรณ์ตำแหน่งหรือช่วงเวลาของเหตุการณ์ฝนตกหนักให้สอดคล้องแม่นยำกับค่าที่ตรวจวัดได้ทั้งหมด ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงลักษณะทั่วไปของการพยากรณ์ฝนตกหนัก ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่มีความแปรปรวนสูงทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา โดยเฉพาะในเขตร้อนที่การเกิดฝนมักเกี่ยวข้องกับกระบวนการพาความร้อนในบรรยากาศ (convective) และระบบอุตุนิยมวิทยาในระดับเมโซสเกล (mesoscale systems) ซึ่งมีความไม่แน่นอนสูง

#### 4.2.2 ความแตกต่างของประสิทธิภาพระหว่างดัชนี R35mm และ Rx5day

จากผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของการพยากรณ์มีความแตกต่างกันระหว่างดัชนี R35mm และ Rx5day โดยทั่วไปการพยากรณ์ดัชนี R35mm ซึ่งแสดงถึงความถี่ของวันที่มีฝนตกหนักมีแนวโน้มให้ค่าความสามารถในการพยากรณ์ของแบบจำลองที่มีความเสถียรที่มากกว่า ในขณะที่ดัชนี Rx5day ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณฝนสูงสุดสะสมในช่วง 5 วันติดต่อกันนั้นมีความแปรปรวนของผลการพยากรณ์สูงกว่า ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดจากลักษณะของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องจากดัชนี R35mm มักได้รับอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศขนาดใหญ่ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระบบมรสุมและความแปรปรวนของข้อมูลในระดับต่ำ ในขณะที่ดัชนี Rx5day สะท้อนเหตุการณ์ฝนที่มีความรุนแรงและความต่อเนื่องสูง ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับระบบอุตุนิยมวิทยาเฉพาะพื้นที่ เช่น พายุหมุนเขตร้อน ร่องมรสุม หรือการยกตัวของอากาศจากภูมิประเทศ ดังนั้นการใช้ตัวแปร SST เพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถอธิบายความแปรปรวนและกลไกของการเกิดเหตุการณ์ฝนที่มีความรุนแรงสูงได้ทั้งหมด การพิจารณาปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลาดังกล่าวร่วมด้วยจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ รวมถึงการลดขนาดของ Time Scale ให้สั้นลงอาจช่วยเพิ่มความแม่นยำของการพยากรณ์ได้มากขึ้น

#### 4.2.3 ความแปรปรวนของระบบอากาศต่อความสามารถในการพยากรณ์ดัชนีรายเดือน

ผลการวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่าความสามารถของแบบจำลองมีความแตกต่างกันในแต่ละเดือนตามช่วงฤดูกาล โดยในบางเดือนของฤดูฝนแบบจำลองสามารถตรวจจับเหตุการณ์ฝนตกหนักได้ดีกว่าบางช่วงของฤดูแล้ง ดังนั้น ในช่วงเดือนที่เป็นฤดูแล้งซึ่งมีความแปรปรวนต่อเหตุการณ์ฝนรุนแรงที่ต่ำ อาจจะเปลี่ยนเป็นการพยากรณ์ดัชนีทางภูมิอากาศตัวอื่นแทนที่เหมาะสมและสามารถสะท้อนถึงความรุนแรงของความแห้งแล้งในช่วงเวลาดังกล่าวได้แทน นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงในช่วงระหว่างปีของปรากฏการณ์ที่มีอิทธิพลต่อระบบภูมิอากาศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ระบบลมมรสุม การแปรปรวนของมหาสมุทรอย่าง El Niño–Southern Oscillation (ENSO) หรือแม้กระทั่งการแปรปรวนที่เกิดขึ้นของระบบภูมิอากาศบริเวณมหาสมุทรอินเดีย อย่างปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole (IOD) ปรากฏการณ์เหล่านี้ล้วนสามารถส่งผลกระทบต่อรูปแบบการกระจายของฝนในระดับ

ภูมิภาค ซึ่งอาจส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่าง SST และปริมาณฝนมีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงฤดูกาล รวมทั้งการผันแปรของรูปแบบการเกิดฝนในแต่ละเดือนด้วย

#### 4.2.4 ความน่าเชื่อถือของช่วงพยากรณ์

การประเมินความน่าเชื่อถือของช่วงพยากรณ์โดยใช้ค่า PICP และ MPIW แสดงให้เห็นว่าช่วงค่าพยากรณ์ของแบบจำลองสามารถครอบคลุมค่าที่ตรวจวัดได้ในสัดส่วนที่เหมาะสมในหลายช่วงเวลา แต่อย่างไรก็ตาม ในบางเดือนพบว่าค่าช่วงพยากรณ์มีความกว้างค่อนข้างมาก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของแบบจำลองในการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนสุดขีด การที่ค่า MPIW มีความกว้างมากในบางช่วงเวลาสามารถตีความได้ว่าแบบจำลองต้องเพิ่มช่วงความไม่แน่นอนของค่าพยากรณ์เพื่อให้ครอบคลุมค่าที่ตรวจวัดได้จริง ซึ่งเป็นลักษณะที่พบได้ทั่วไปในการพยากรณ์เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขีด เนื่องจากเหตุการณ์เหล่านี้มักเกิดจากปัจจัยหลายประการที่มีความแปรปรวนสูง จึงเป็นต้องที่ยังต้องพิจารณาเพิ่มเติมถึงความเหมาะสมของช่วงให้ไม่กว้างจนเกินไปแต่ยังคงประสิทธิภาพและความถูกต้องในการพยากรณ์ไว้ได้อยู่

#### 4.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

แม้ว่าการศึกษานี้จะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้วิธีการทางสถิติอย่าง CCA ในการพยากรณ์ดัชนีฝนตกหนักของประเทศไทย แต่ยังมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่

1. วิธีการเชิงสถิติ CCA อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายในระดับภูมิภาค ดังนั้นจึงสามารถสะท้อนอิทธิพลของระบบภูมิอากาศขนาดใหญ่ได้ แต่ยังมีข้อจำกัดในการพยากรณ์เหตุการณ์ฝนตกหนักที่เกิดจากกระบวนการและสภาพอากาศในระดับพื้นที่

2. การใช้ตัวแปรทำนายเพียงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลอาจไม่เพียงพอสำหรับการอธิบายความแปรปรวนของปริมาณฝนทั้งหมด เนื่องจากปริมาณฝนได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ เช่น การไหลเวียนของลม ความกดอากาศ และความชื้นในบรรยากาศ นอกจากนี้ ปัจจัยจากปรากฏการณ์ที่สำคัญทางภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในแต่ละปีนั้น ล้วนมีอิทธิพลต่อการเกิดฝนในรูปแบบที่แตกต่างกันไปในปีนั้นๆ ซึ่งจะยังเป็นการเพิ่มความท้าทายและความยากในการพยากรณ์

3. แม้ว่าการใช้ข้อมูลตัวแปรต้นจากหลายๆแบบจำลองและจากแหล่งข้อมูลหลากหลายแหล่ง อาจจะช่วยให้การพยากรณ์มีโอกาสเพิ่มความแม่นยำได้มากขึ้น แต่ข้อจำกัดในเรื่องการเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่เปิดให้ใช้บริการโดยไม่คิดมูลค่านั้นยังมีอยู่จำกัดและยังเข้าถึงยาก รวมถึงการแปลงข้อมูลให้ตรงตามรูปแบบที่ CPT กำหนดนั้น ยังคงเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและซับซ้อนพอสมควร

4. การพยากรณ์ดัชนีภูมิอากาศเพื่อบ่งชี้ถึงลักษณะของฝนที่ผิดปกติมักมีข้อจำกัดในการพยากรณ์ช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมักจะมีค่าตรวจวัดและค่าพยากรณ์เป็นศูนย์ ดังนั้น ในช่วงฤดูกาลหรือช่วง

เดือนที่ไม่มีความผันแปรของฝนมากนัก อาจจะต้องพิจารณาถึงการใช้ดัชนีที่มีความเหมาะสมมากกว่า เข้ามาทดแทน

5. ดัชนี Rx5day นั้นเป็นการคำนวณปริมาณฝนตกหนักต่อเนื่อง 5 วัน ซึ่งอาจจะไม่ตอบสนองต่อสภาพอากาศที่แท้จริงของประเทศไทย เนื่องจากในการคำนวณนั้นต้องอาศัยวันที่ฝนตกติดต่อกัน 5 วัน ซึ่งในกรณีที่ฝนตกติดต่อกันน้อยกว่า 5 วัน หากเป็นฝนตกหนักก็อาจจะก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันได้ ดังนั้น เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับบริบทสภาพอากาศและลักษณะการตกของฝนบริเวณประเทศ ควรมีการทดลองปรับจำนวนวันที่ฝนตกติดต่อกันให้เหมาะสม เช่น ฝนตกติดต่อกัน 3 หรือ 4 วัน เป็นต้น ซึ่งอาจจะทำให้มีจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์เพิ่มขึ้นได้

ดังนั้น การศึกษาในอนาคตอาจพิจารณาเปลี่ยนหรือรวมตัวแปรทำนายเพิ่มเติมตัวอื่นๆ ทั้งจากบรรยากาศหรือการใช้แบบจำลองหลายแบบร่วมกัน (multi-model ensemble) เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการพยากรณ์และลดความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ รวมถึงการใช้วิธีการวัดความถูกต้องที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นนั้น รวมถึงการกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ของการพยากรณ์ อาจจะช่วยให้ช่วงของการพยากรณ์นั้นมีความครอบคลุมถึงความถูกต้องในการพยากรณ์ นอกจากนี้ การแยกพยากรณ์ออกตามลักษณะภูมิอากาศของแต่ละท้องถิ่น อาจจะช่วยเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการพยากรณ์ได้

บรรณานุกรม

### บรรณานุกรม

- Alexander, L. V., et al. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111, D05109.
- Barnett, T. P., & Preisendorfer, R. W. (1987). Origins and levels of monthly and seasonal forecast skill determined by canonical correlation analysis. *Monthly Weather Review*, 115, 1825–1850.
- Endo, N., Matsumoto, J., & Lwin, T. (2009). Trends in precipitation extremes over Southeast Asia. *Scientific Online Letters on the Atmosphere*, 5, 168–171.
- Frich, P., et al. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, 19, 193–212.
- Huang, B., Kinter, J. L., & Schopf, P. S. (1998). The impact of SST variability on seasonal climate prediction. *Journal of Climate*, 11, 1349–1366.
- Jolliffe, I. T., & Stephenson, D. B. (2012). *Forecast verification: A practitioner's guide in atmospheric science* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Karl, T. R., Nicholls, N., & Ghazi, A. (1999). Workshop on indices and indicators for climate extremes. *Climatic Change*, 42, 3–7.
- Limsakul, A., & Singhruck, P. (2016). Trends and variability of extreme precipitation in Thailand. *Atmospheric Research*, 169, 301–317.
- Mason, S. J., & Tippett, M. K. (2018). *Climate Predictability Tool user guide*. International Research Institute for Climate and Society.
- Moriasi, D. N., et al. (2007). Model evaluation guidelines for watershed simulations. *Transactions of the ASABE*, 50, 885–900.
- Ropelewski, C. F., & Halpert, M. S. (1987). Precipitation patterns associated with ENSO. *Monthly Weather Review*, 115, 1606–1626.
- Saha, S., et al. (2014). The NCEP Climate Forecast System Version 2. *Journal of Climate*, 27, 2185–2208.
- Trenberth, K. E., et al. (1998). Teleconnections associated with tropical sea surface temperatures. *Journal of Geophysical Research*, 103, 14291–14324.
- Wilks, D. S. (2006). Field significance and the false discovery rate. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 45, 1181–1189.

Wilks, D. S. (2011). *Statistical methods in the atmospheric sciences* (3rd ed.). Academic Press.

World Meteorological Organization. (2009). *Guidelines on analysis of extremes in a changing climate*. WMO-TD No. 1500.

Zhang, X., & Yang, F. (2004). *RClimDex (1.0) user guide*. Environment Canada.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ผลการตรวจวัดจำนวนวันที่ฝนเกิน 35 มิลลิเมตร  
และผลการตรวจวัดปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน

ก.1 ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งแรกของ R35mm

สถานี	ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.	
	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up
แม่ฮ่องสอน	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.13	0.87	0.38	1.35	0.47	1.47
แม่สะเรียง	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.25	0.00	0.59	0.28	1.25	0.05	1.15
เชียงใหม่	0.00	0.19	0.00	0.12	0.00	0.40	0.29	0.91	0.70	2.70	0.83	1.90
พะเยา	0.00	0.19	0.00	0.12	0.00	0.43	0.09	0.77	0.82	1.85	0.21	0.79
เชียงใหม่	0.00	0.19	0.00	0.25	0.00	0.30	0.00	0.56	0.37	1.43	0.13	0.81
ลำปาง	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.31	0.12	0.75	0.61	1.86	0.29	1.05
ลำพูน	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.35	0.09	0.77	0.76	1.64	0.24	0.96
แพร่	0.00	0.19	0.00	0.19	0.00	0.36	0.28	1.12	0.68	1.92	0.36	1.18
น่าน	0.00	0.31	0.00	0.25	0.02	0.45	0.30	1.23	0.68	1.72	0.36	1.24
ท่าวังผา	0.00	0.25	0.00	0.12	0.01	0.53	0.33	1.07	0.42	1.32	0.45	1.61
อุตรดิตถ์	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.57	0.24	1.09	0.75	2.58	0.83	2.24
ตาก	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.31	0.09	0.71	0.53	1.94	0.21	1.06
แม่สอด	0.00	0.12	0.00	0.12	0.00	0.25	0.00	0.31	0.36	1.24	0.30	2.03
เขื่อนภูมิพล	0.00	0.19	0.00	0.12	0.00	0.59	0.17	0.90	0.89	2.31	0.12	1.15
อุ้มผาง	0.00	0.00	0.00	0.12	0.01	0.53	0.17	1.03	0.54	1.59	0.27	0.99
พิษณุโลก	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.36	0.12	0.94	0.61	2.06	0.65	1.75
เพชรบูรณ์	0.00	0.12	0.00	0.25	0.00	0.94	0.09	0.71	0.43	1.57	0.27	0.99
หล่มสัก	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.51	0.00	0.49	0.33	1.07	0.23	1.24
วิเชียรบุรี	0.00	0.25	0.00	0.12	0.00	0.56	0.47	1.13	0.50	1.37	0.48	1.58
กำแพงเพชร	0.00	0.00	0.00	0.19	0.09	0.71	0.19	0.81	0.71	2.36	0.58	1.35
หนองคาย	0.00	0.12	0.00	0.12	0.03	0.64	0.15	0.92	1.08	2.59	1.44	2.82
เลย	0.00	0.00	0.00	0.12	0.02	0.45	0.29	1.05	0.83	1.90	0.45	1.48
อุดรธานี	0.00	0.00	0.00	0.30	0.06	0.88	0.05	0.82	0.90	2.03	1.21	2.39
สกลนคร	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.75	0.13	1.07	1.19	2.21	1.49	2.91
นครพนม	0.00	0.00	0.00	0.19	0.09	0.77	0.36	1.24	1.59	2.95	2.44	5.30
ขอนแก่น	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.49	0.30	1.30	0.58	1.69	0.68	1.79
มุกดาหาร	0.00	0.00	0.00	0.31	0.07	0.53	0.01	0.79	1.03	2.04	0.87	2.00
โกสุมพิสัย	0.00	0.12	0.00	0.12	0.10	0.83	0.18	0.95	0.55	1.78	0.84	1.83
ชัยภูมิ	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.57	0.42	1.32	0.64	1.69	0.48	1.45
ร้อยเอ็ด	0.00	0.19	0.00	0.00	0.01	0.53	0.33	0.94	0.79	1.81	0.88	2.05

ก.1 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งแรกของ R35mm

อุบลราชธานี	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.44	0.20	0.93	1.19	2.41	1.08	2.59
นครราชสีมา	0.00	0.12	0.00	0.19	0.00	0.55	0.08	0.98	0.66	1.68	0.42	1.38
สุรินทร์	0.00	0.19	0.00	0.12	0.00	0.95	0.20	0.93	1.12	2.21	0.87	2.00
ท่าตูม	0.00	0.12	0.00	0.19	0.00	0.61	0.33	0.94	0.71	1.82	0.96	2.04
นางรอง	0.00	0.12	0.00	0.31	0.03	0.64	0.17	1.03	0.85	1.81	0.15	1.12
นครสวรรค์	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.52	0.21	0.99	0.70	1.90	0.44	1.42
ชัยนาท	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.44	0.17	1.10	0.38	1.35	0.33	1.07
สุพรรณบุรี	0.00	0.12	0.00	0.12	0.00	0.36	0.12	0.61	0.40	1.34	0.15	0.78
ลพบุรี	0.00	0.19	0.00	0.12	0.00	0.44	0.28	1.12	0.52	1.35	0.24	0.96
บัวชุม	0.00	0.25	0.00	0.12	0.00	0.44	0.08	0.85	0.34	1.20	0.42	1.32
กาญจนบุรี	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.73	0.11	0.89	0.52	1.75	0.13	0.87
ทองผาภูมิ	0.00	0.00	0.00	0.19	0.03	0.64	0.27	0.99	0.59	1.81	0.61	1.92
กรุงเทพมหานคร	0.00	0.44	0.00	0.40	0.08	0.85	0.30	1.17	1.01	2.59	0.64	2.09
บางนา	0.00	0.49	0.00	0.40	0.00	0.36	0.27	1.46	0.82	2.04	0.81	2.26
สนามบิน ดอนเมือง	0.00	0.30	0.00	0.12	0.03	0.57	0.32	1.34	1.14	2.53	0.90	2.30
ปราจีนบุรี	0.00	0.12	0.00	0.12	0.12	0.68	0.40	1.20	1.04	2.23	0.82	2.25
กบินทร์บุรี	0.00	0.35	0.00	0.19	0.08	0.85	0.23	1.30	0.35	1.39	0.53	1.53
อรัญประเทศ	0.00	0.12	0.00	0.63	0.20	0.93	0.31	1.02	0.25	1.29	0.42	1.32
ชลบุรี	0.00	0.19	0.00	0.12	0.00	0.66	0.21	0.79	0.50	1.64	0.34	1.33
เกาะสีชัง	0.00	0.35	0.00	0.35	0.00	0.65	0.14	1.20	0.30	1.17	0.34	1.46
พิทahaya	0.00	0.25	0.00	0.19	0.06	0.67	0.13	0.81	0.32	1.28	0.48	1.39
สัตหีบ	0.00	0.35	0.00	0.12	0.06	0.74	0.40	1.27	0.56	1.91	0.45	1.75
ระยอง	0.00	0.40	0.00	0.44	0.19	1.15	0.38	1.15	0.90	2.50	0.67	1.80
จันทบุรี	0.00	0.44	0.00	0.36	0.38	1.15	0.50	1.64	2.32	4.55	3.67	5.59
คลองใหญ่	0.06	0.67	0.19	1.08	0.76	1.64	0.79	2.07	2.51	4.62	6.40	8.73
เพชรบุรี	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.86	0.00	0.49	0.19	0.87	0.00	0.44
ประจวบคีรีขันธ์	0.00	0.52	0.00	0.25	0.05	1.41	0.09	0.77	0.00	1.11	0.03	0.57
หัวหิน	0.00	0.36	0.00	0.25	0.00	0.99	0.09	0.77	0.04	0.76	0.06	0.74
ชุมพร	0.16	1.38	0.06	0.74	0.17	1.76	0.24	1.22	0.39	1.41	0.34	1.20
สุราษฎร์ธานี	0.01	0.73	0.00	0.19	0.00	0.90	0.03	0.57	0.19	1.21	0.27	1.07
เกาะสมุย	0.12	1.35	0.05	0.95	0.00	1.69	0.10	0.83	0.31	1.42	0.44	1.30

ก.1 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งแรกของ R35mm

นครศรีธรรมราช	0.64	3.29	0.08	0.98	0.03	1.90	0.20	1.33	0.54	1.33	0.34	1.20
พัทลุง	0.43	2.57	0.03	1.04	0.10	1.97	0.43	1.57	0.06	0.67	0.03	0.64
สงขลา	0.31	1.76	0.00	0.49	0.00	1.30	0.10	1.10	0.25	0.82	0.17	1.10
หาดใหญ่	0.21	1.26	0.00	0.61	0.21	1.13	0.35	1.05	0.25	1.02	0.34	1.46
ปัตตานี	0.00	1.42	0.00	0.65	0.09	0.71	0.15	1.18	0.42	1.52	0.15	1.05
ยะลา	0.20	1.66	0.00	0.76	0.36	1.50	0.55	2.11	0.98	2.42	0.56	1.97
นราธิวาส	0.39	2.48	0.00	0.94	0.39	1.87	0.30	1.30	0.58	1.69	0.43	1.57
ระนอง	0.00	0.72	0.00	0.19	0.03	1.10	0.42	1.98	3.19	5.95	5.01	8.06
ตะกั่วป่า	0.01	0.79	0.00	0.40	0.40	1.60	0.71	2.29	2.29	4.45	2.95	5.31
ภูเก็ต	0.00	0.76	0.00	0.25	0.09	0.91	0.49	1.51	0.95	2.25	1.14	2.53
สนามบินภูเก็ต	0.00	0.60	0.00	0.31	0.28	1.52	0.54	1.59	1.47	3.06	1.88	3.92
เกาะลันตา	0.00	0.35	0.02	0.45	0.05	1.21	0.27	1.33	0.98	2.55	1.63	3.24
ตรัง	0.00	0.61	0.00	0.36	0.23	1.44	0.62	1.71	0.90	2.03	0.88	1.92
สตูล	0.00	0.31	0.03	0.57	0.40	1.34	0.98	2.35	1.18	2.42	0.73	1.94

ก.1 ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งหลังของ R35mm

สถานี	ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.	
	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up
แม่ฮ่องสอน	0.52	1.41	1.05	2.15	0.65	1.95	0.28	1.19	0.00	0.56	0.00	0.12
แม่สะเรียง	0.19	1.01	0.40	1.34	0.54	1.33	0.21	0.99	0.00	0.19	0.00	0.12
เชียงใหม่	1.69	3.04	2.54	4.19	1.49	3.51	0.52	1.35	0.02	0.45	0.00	0.36
พะเยา	0.17	1.10	0.92	2.28	0.87	2.00	0.46	1.21	0.00	0.49	0.00	0.40
เชียงใหม่	0.23	1.04	0.45	1.75	0.68	1.79	0.40	1.27	0.00	0.43	0.00	0.39
ลำปาง	0.19	1.01	0.52	1.75	0.88	1.99	0.17	0.90	0.00	0.19	0.00	0.25
ลำพูน	0.44	1.36	0.26	1.80	1.00	2.07	0.30	1.10	0.00	0.40	0.00	0.12
แพร่	0.59	1.48	0.82	1.85	0.53	1.61	0.01	0.53	0.00	0.40	0.00	0.30
น่าน	0.87	2.13	1.32	3.21	0.98	2.22	0.00	0.36	0.00	0.30	0.00	0.25
ท่าวังผา	1.73	3.00	1.93	3.00	1.12	2.68	0.12	0.61	0.00	0.25	0.00	0.40
อุตรดิตถ์	0.54	1.59	1.56	2.97	1.30	2.77	0.22	1.18	0.00	0.25	0.00	0.12
ตาก	0.00	0.65	0.12	0.75	1.18	2.29	0.93	2.33	0.00	0.49	0.00	0.12
แม่สอด	1.36	3.51	1.44	3.10	0.61	1.86	0.19	0.81	0.00	0.25	0.00	0.12
เขื่อนภูมิพล	0.00	0.19	0.42	1.38	1.38	2.68	0.85	2.02	0.00	0.46	0.00	0.19
อุ้มผาง	0.24	1.42	0.36	1.10	0.82	2.04	0.30	1.17	0.00	0.42	0.00	0.25
พิษณุโลก	0.53	1.53	1.10	2.43	1.57	2.70	0.33	1.40	0.02	0.45	0.00	0.31

ก.1 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งหลังของ R35mm

เพชรบูรณ์	0.23	0.91	0.56	1.77	0.74	2.12	0.06	0.67	0.00	0.12	0.00	0.19
หล่มสัก	0.18	0.75	0.73	2.00	0.79	1.95	0.00	0.75	0.00	0.12	0.00	0.00
วิเชียรบุรี	0.58	1.76	1.30	2.23	1.05	2.48	0.31	1.49	0.00	0.36	0.00	0.19
กำแพงเพชร	0.65	1.75	0.53	1.53	1.60	2.94	0.71	1.89	0.00	0.43	0.00	0.19
หนองคาย	1.69	3.31	1.79	3.88	1.60	3.34	0.40	1.27	0.00	0.19	0.00	0.19
เลย	0.35	1.39	0.60	2.07	1.04	2.49	0.34	1.20	0.00	0.19	0.00	0.25
อุดรธานี	0.94	2.26	1.54	3.26	1.34	2.93	0.21	1.26	0.00	0.25	0.00	0.12
สกลนคร	2.04	3.96	2.10	3.43	1.18	2.75	0.03	0.70	0.00	0.37	0.00	0.12
นครพนม	4.19	6.21	3.93	6.47	1.45	3.48	0.08	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00
ขอนแก่น	0.56	1.57	1.01	2.26	1.19	2.48	0.36	1.18	0.00	0.40	0.00	0.12
มุกดาหาร	1.32	3.21	1.96	4.04	1.06	2.67	0.02	0.84	0.00	0.19	0.00	0.00
โกสุมพิสัย	0.80	1.93	1.42	2.85	1.47	3.00	0.19	1.08	0.00	0.12	0.00	0.00
ชัยภูมิ	0.28	1.12	1.18	2.62	1.21	2.52	0.42	1.25	0.00	0.25	0.00	0.19
ร้อยเอ็ด	0.82	2.25	1.37	2.63	1.32	2.68	0.36	1.24	0.00	0.12	0.00	0.00
อุบลราชธานี	1.49	3.31	1.48	2.85	1.78	3.55	0.38	1.29	0.00	0.44	0.00	0.12
นครราชสีมา	0.30	1.17	0.85	2.08	1.15	2.45	0.44	1.42	0.00	0.25	0.00	0.00
สุรินทร์	0.98	2.02	1.34	2.80	1.33	3.14	0.40	1.20	0.00	0.36	0.00	0.00
ท่าตูม	1.04	2.23	1.27	2.53	1.22	2.45	0.31	1.49	0.00	0.19	0.00	0.00
นางรอง	0.46	1.34	0.83	1.90	1.56	2.44	0.54	1.39	0.00	0.36	0.00	0.00
นครสวรรค์	0.40	1.20	0.71	1.89	1.14	2.59	0.50	1.90	0.00	0.19	0.00	0.00
ชัยนาท	0.12	0.94	0.19	1.08	1.11	2.55	0.52	1.68	0.00	0.31	0.00	0.12
สุพรรณบุรี	0.21	1.13	0.23	1.24	0.89	2.45	0.78	2.28	0.06	0.67	0.00	0.12
ลพบุรี	0.07	0.80	0.57	1.50	1.54	3.06	0.50	1.43	0.00	0.44	0.00	0.00
บัวชุม	0.12	0.94	0.96	1.97	1.32	2.75	0.73	1.81	0.00	0.25	0.00	0.12
กาญจนบุรี	0.12	0.68	0.15	0.78	0.91	2.36	0.97	2.37	0.03	0.57	0.00	0.12
ทองผาภูมิ	1.31	3.56	1.21	2.79	0.74	1.93	0.39	1.75	0.00	0.19	0.00	0.00
กรุงเทพมหานคร	0.71	1.75	0.74	2.39	2.11	3.82	1.87	2.93	0.00	0.49	0.00	0.12
บางนา	0.54	1.66	1.06	2.67	2.17	4.10	1.63	3.03	0.06	0.61	0.00	0.19
สนามบิน ดอนเมือง	0.46	1.41	0.70	1.77	1.72	3.08	0.80	1.86	0.00	0.44	0.00	0.19
ปราจีนบุรี	1.29	2.51	2.15	3.99	2.39	4.27	0.48	1.45	0.00	0.46	0.00	0.00
กบินทร์บุรี	1.28	2.52	1.12	2.35	1.72	3.22	0.52	1.68	0.00	0.30	0.00	0.12
อรัญประเทศ	0.53	1.47	0.62	1.98	1.05	2.68	0.73	1.81	0.00	0.36	0.00	0.00
ชลบุรี	0.27	1.33	0.33	1.40	1.73	3.34	0.72	2.02	0.00	0.19	0.00	0.00

ก.1 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งหลังของ R35mm

เกาะสีชัง	0.21	1.06	0.25	1.29	0.97	2.63	0.87	2.33	0.00	0.49	0.00	0.12
พัทยา	0.10	0.83	0.00	0.86	0.85	2.28	1.01	2.26	0.09	0.57	0.00	0.19
สัตหีบ	0.10	0.96	0.00	0.71	1.08	2.46	1.42	2.85	0.08	0.85	0.00	0.00
ระยอง	0.69	2.11	0.40	1.34	1.69	3.04	0.85	2.02	0.00	0.49	0.00	0.12
จันทบุรี	3.78	5.96	3.43	5.30	3.86	6.40	1.21	2.65	0.06	0.61	0.00	0.00
คลองใหญ่	8.12	11.6	7.29	10.5	5.41	9.39	1.69	3.91	0.00	1.02	0.00	0.31
เพชรบุรี	0.00	0.40	0.12	0.75	0.38	1.29	1.32	2.95	0.03	0.70	0.00	0.00
ประจวบคีรีขันธ์	0.13	0.87	0.00	0.49	0.19	0.87	0.82	2.32	0.48	1.45	0.00	0.36
หัวหิน	0.09	0.71	0.00	0.31	0.24	1.09	1.08	3.12	0.06	0.88	0.00	0.12
ชุมพร	0.29	1.64	0.07	1.26	0.19	1.15	1.08	2.32	1.87	3.66	0.72	2.02
สุราษฎร์ธานี	0.12	0.94	0.00	1.02	0.24	1.09	0.30	1.83	0.59	2.61	0.13	1.41
เกาะสมุย	0.19	0.81	0.01	0.73	0.23	0.91	1.24	3.10	2.25	4.55	1.39	3.55
นครศรีธรรมราช	0.15	0.92	0.46	1.28	0.32	1.28	1.56	2.91	4.24	6.96	3.39	5.81
พัทลุง	0.16	0.98	0.03	0.64	0.12	1.02	1.23	2.44	3.70	6.37	2.70	5.56
สงขลา	0.18	0.75	0.42	1.38	0.19	1.41	1.65	2.95	3.33	6.34	2.46	5.41
หาดใหญ่	0.06	1.00	0.23	1.04	0.24	1.42	0.62	2.04	1.34	3.73	1.35	3.45
ปัตตานี	0.26	0.94	0.36	1.50	0.28	1.12	1.15	2.45	1.77	4.09	2.28	4.79
ยะลา	0.68	1.92	0.67	1.99	0.77	1.96	1.39	2.75	2.01	4.26	3.15	5.39
นราธิวาส	0.08	1.05	0.77	1.90	0.79	2.15	1.68	3.06	3.76	6.51	3.75	7.18
ระนอง	5.72	9.01	5.98	8.95	5.54	8.19	2.45	4.82	0.21	1.06	0.03	0.64
ตะกั่วป่า	2.95	5.11	3.90	6.36	4.84	7.96	3.63	6.83	0.89	2.85	0.00	0.69
ภูเก็ต	0.91	2.29	1.43	3.04	2.16	3.84	1.84	3.49	0.73	1.87	0.01	0.73
สนามบินภูเก็ต	1.18	2.49	2.55	4.25	2.64	4.43	2.17	3.97	0.86	2.27	0.08	0.85
เกาะลันตา	1.66	3.14	2.30	4.36	1.80	3.20	1.62	3.18	0.47	1.47	0.00	0.56
ตรัง	1.30	2.83	1.54	3.00	1.35	2.79	1.43	2.90	1.08	2.59	0.36	1.64
สตูล	1.12	2.68	1.53	2.87	2.08	3.46	1.93	3.47	0.77	2.63	0.16	1.24

ก.2 ผลการตรวจวัดจำนวนวันที่ฝนเกิน 35 มม. (วัน)

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
แม่ฮ่องสอน	0	0	0	0	4	0	4	2	0	0	0	0
แม่สะเรียง	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0
เชียงใหม่	0	0	0	1	3	3	6	3	1	0	1	0
พะเยา	0	0	0	1	1	0	3	1	0	1	1	0
เชียงใหม่	0	0	0	1	4	1	0	1	1	0	2	0
ลำปาง	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0
ลำพูน	0	0	0	0	3	0	0	3	2	0	1	0
แพร่	0	0	0	1	5	1	0	3	2	1	1	0
น่าน	0	0	0	1	1	0	5	1	4	1	0	0
ท่าวังผา	0	0	0	3	1	1	5	0	1	1	0	0
อุตรดิตถ์	0	0	0	1	4	2	1	3	2	1	1	0
ตาก	0	0	0	1	2	1	0	2	2	2	2	0
แม่สอด	0	0	0	2	2	1	5	3	0	1	1	0
เขื่อนภูมิพล	0	1	0	1	3	0	0	2	2	0	3	0
อุ้มผาง	0	0	0	1	0	0	2	0	3	0	0	0
พิษณุโลก	0	0	0	0	0	2	1	3	6	1	1	0
เพชรบูรณ์	0	0	0	1	2	0	0	3	0	0	0	0
หล่มสัก	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
วิเชียรบุรี	0	0	0	3	2	0	0	3	2	2	1	0
กำแพงเพชร	0	0	0	0	5	0	0	4	2	1	3	0
หนองคาย	0	1	0	0	3	4	6	3	3	0	0	1
เลย	0	0	0	1	4	1	1	5	3	2	0	0
อุดรธานี	0	0	1	0	4	3	3	2	3	2	0	0
สกลนคร	0	0	0	1	3	5	3	2	2	0	0	0
นครพนม	0	0	0	1	1	1	4	3	1	0	0	0
ขอนแก่น	0	0	0	0	2	2	0	3	2	0	0	0
มุกดาหาร	0	0	0	0	1	3	2	3	2	0	0	0
โกสุมพิสัย	0	0	0	0	5	4	1	1	2	0	1	0
ชัยภูมิ	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	1	0
ร้อยเอ็ด	0	0	0	0	4	2	1	1	1	0	0	0
อุบลราชธานี	0	0	0	0	3	1	2	3	5	0	0	0
นครราชสีมา	0	0	1	0	2	2	0	1	2	1	0	0

ก.2 (ต่อ) ผลการตรวจวัดจำนวนวันที่ฝนเกิน 35 มม. (วัน)

สุรินทร์	0	0	1	0	2	2	0	0	4	0	1	0
ท่าตูม	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0
นางรอง	0	0	1	0	3	1	1	1	2	1	1	0
นครสวรรค์	0	0	0	1	4	0	0	1	4	3	1	0
ชัยนาท	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0
สุพรรณบุรี	0	0	0	0	3	0	0	1	2	1	3	0
ลพบุรี	0	0	0	0	2	0	1	1	1	0	3	0
บัวชุม	0	0	0	2	2	1	2	2	3	0	2	0
กาญจนบุรี	0	0	0	1	2	0	0	1	1	0	0	0
ทองผาภูมิ	0	0	0	3	1	1	3	1	2	0	0	0
กรุงเทพมหานคร	0	0	0	1	2	0	1	0	1	3	4	0
บางนา	0	0	0	2	3	1	3	3	4	1	4	0
สนามบิน ดอนเมือง	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0
ปราจีนบุรี	0	0	1	1	3	2	1	1	4	0	0	0
กบินทร์บุรี	0	0	0	0	1	1	0	3	2	1	0	0
อรัญประเทศ	0	0	0	1	2	1	1	1	1	2	0	0
ชลบุรี	0	0	1	0	3	1	1	1	3	1	1	0
เกาะสีชัง	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
พัทธยา	0	0	1	0	2	0	1	0	1	3	1	0
สัตหีบ	0	0	0	0	3	0	0	1	3	1	1	0
ระยอง	0	1	1	1	4	0	0	2	3	1	1	0
จันทบุรี	0	0	1	1	3	5	5	4	9	1	0	0
คลองใหญ่	0	0	3	1	4	11	10	10	8	0	1	0
เพชรบุรี	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0
หัวหิน	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
ชุมพร	0	2	0	1	2	1	0	1	0	2	1	1
สุราษฎร์ธานี	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
เกาะสมุย	1	2	1	0	1	0	0	0	0	5	2	3
นครศรีธรรมราช	3	1	0	2	2	0	0	2	2	2	6	2
พัทลุง	0	2	1	0	1	0	0	1	0	1	10	2
สงขลา	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	7	4

ก.2 (ต่อ) ผลการตรวจวัดจำนวนวันที่ฝนเกิน 35 มม. (วัน)

หาดใหญ่	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	8	1
ปัตตานี	1	1	1	1	1	0	0	0	2	1	10	0
ยะลา	1	1	1	0	4	0	0	4	3	2	9	1
นราธิวาส	3	0	0	0	2	0	0	0	0	2	8	3
ระนอง	0	1	0	2	2	11	4	10	5	3	1	0
ตะกั่วป่า	0	0	0	4	6	4	3	4	7	7	2	0
ภูเก็ต	0	0	0	3	4	5	0	3	1	5	1	1
สนามบินภูเก็ต	0	0	0	1	4	5	1	5	4	9	1	0
เกาะลันตา	0	0	0	2	3	2	1	5	4	2	4	0
ตรัง	0	1	0	1	5	0	1	0	1	1	6	0
สตูล	1	0	0	1	3	3	1	2	2	2	5	0

ก.3 ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครั้งแรกของ Rx5day

สถานี	ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.	
	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up
แม่ฮ่องสอน	0	0	0	0	0	0	0	12	16	59	41	83
แม่สะเรียง	0	0	0	0	0	9	0	5	18	63	55	91
เชียงใหม่	0	0	0	12	0	16	0	32	15	80	25	93
พะเยา	0	0	0	3	0	32	0	24	14	58	1	33
เชียงใหม่	0	0	0	0	0	25	0	22	8	53	7	38
ลำปาง	0	0	0	0	0	11	0	12	8	65	5	47
ลำพูน	0	0	0	0	0	6	0	10	9	62	3	40
แพร่	0	0	0	0	0	28	0	25	3	57	9	66
น่าน	0	0	0	0	0	9	0	18	5	66	3	57
ท่าวังผา	0	0	0	0	0	11	0	15	11	56	22	84
อุตรดิตถ์	0	0	0	0	0	0	0	15	17	117	16	102
ตาก	0	0	0	0	0	5	0	6	11	87	15	52
แม่สอด	0	0	0	0	0	14	0	6	18	81	63	144
เขื่อนภูมิพล	0	0	0	4	0	17	0	0	22	112	9	59
อุ้มผาง	0	0	0	3	0	18	0	31	26	79	42	81
พิษณุโลก	0	0	0	0	0	4	0	0	2	49	9	68
เพชรบูรณ์	0	0	0	0	0	5	0	8	11	58	13	60
หล่มสัก	0	0	0	0	0	16	0	22	6	58	2	27
วิเชียรบุรี	0	0	0	0	0	20	0	13	1	42	5	47
กำแพงเพชร	0	0	0	0	0	0	0	9	8	88	10	54
หนองคาย	0	0	0	5	0	9	0	21	23	88	58	126
เลย	0	0	0	4	0	8	0	21	12	81	7	77
อุดรธานี	0	0	0	0	0	5	0	14	12	61	42	109
สกลนคร	0	0	0	0	0	0	0	8	18	76	38	106
นครพนม	0	2	0	10	0	0	0	15	24	96	87	172
ขอนแก่น	0	0	0	0	0	0	0	17	4	45	2	40
มุกดาหาร	0	0	0	0	0	0	0	18	9	66	24	72
โกสุมพิสัย	0	0	0	0	0	0	0	27	0	44	5	59
ชัยภูมิ	0	0	0	0	0	8	0	9	3	51	0	33
ร้อยเอ็ด	0	0	0	0	0	0	0	7	9	57	5	77
อุบลราชธานี	0	0	0	0	0	0	0	8	12	76	22	100

ก.3 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งแรกของ Rx5day

นครราชสีมา	0	0	0	0	0	10	0	18	5	44	0	30
สุรินทร์	0	0	0	0	0	6	0	12	4	45	2	67
ท่าตูม	0	0	0	0	0	0	0	28	3	52	8	66
นางรอง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	49
นครสวรรค์	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	30
ชัยนาท	0	0	0	0	0	6	0	7	0	33	0	25
สุพรรณบุรี	0	0	0	0	0	9	0	0	0	23	0	21
ลพบุรี	0	0	0	0	0	9	0	9	2	39	0	18
บัวชุม	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	37
กาญจนบุรี	0	0	0	0	0	10	0	18	1	56	0	23
ทองผาภูมิ	0	0	0	0	0	12	0	29	31	99	79	124
กรุงเทพมหานคร	0	0	0	0	0	11	0	33	17	84	3	45
บางนา	0	0	0	7	0	6	0	39	8	68	0	52
สนามบิน ดอนเมือง	0	0	0	0	0	9	0	16	12	75	0	53
ปราจีนบุรี	0	0	0	0	0	0	0	11	14	82	30	100
กบินทร์บุรี	0	0	0	0	0	0	0	4	18	74	27	75
อรัญประเทศ	0	0	0	2	0	0	0	14	1	44	14	58
ชลบุรี	0	0	0	0	0	9	0	5	8	49	10	51
เกาะสีชัง	0	0	0	0	0	14	0	40	1	58	0	36
พัทธยา	0	0	0	0	0	20	0	23	4	43	0	33
สัตหีบ	0	24	0	0	0	21	0	36	12	95	3	63
ระยอง	0	20	0	7	0	39	0	17	22	106	13	84
จันทบุรี	0	9	0	0	0	0	5	57	98	188	156	238
คลองใหญ่	0	0	0	5	0	34	22	81	114	211	297	388
เพชรบุรี	0	0	0	0	0	29	0	6	0	34	0	15
ประจวบคีรีขันธ์	0	50	0	10	0	47	0	26	0	77	6	40
หัวหิน	0	0	0	0	0	55	0	0	0	67	0	18
ชุมพร	0	59	0	22	0	104	0	52	20	99	29	88
สุราษฎร์ธานี	0	28	0	0	0	96	0	94	14	64	0	45
เกาะสมุย	0	70	0	26	0	166	0	112	4	47	5	46
นครศรีธรรมราช	23	240	0	54	0	145	0	130	21	67	3	39
พัทลุง	17	160	0	45	0	102	1	79	0	32	0	26

ก.3 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งแรกของ Rx5day

สงขลา	20	113	0	21	0	47	0	53	0	41	0	36
หาดใหญ่	7	65	0	26	0	24	0	30	0	27	0	15
ปัตตานี	1	78	0	13	0	33	0	25	0	23	4	35
ยะลา	21	118	0	49	0	49	0	60	0	36	0	23
นราธิวาส	14	178	0	27	0	125	0	93	0	23	0	28
ระนอง	0	48	0	0	0	37	0	53	145	255	237	348
ตะกั่วป่า	0	17	0	8	5	82	22	91	119	228	146	248
ภูเก็ต	0	32	0	0	0	39	0	49	38	100	65	138
สนามบินภูเก็ต	0	25	0	13	0	74	0	78	77	141	87	182
เกาะลันตา	0	28	0	0	0	42	2	55	31	97	50	124
ตรัง	0	29	0	0	0	44	1	67	27	105	34	103
สตูล	0	17	0	29	0	49	14	77	42	99	12	76

ก.3 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งหลังของ Rx5day

สถานี	ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.	
	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low
แม่ฮ่องสอน	50	84	56	96	35	86	0	28	0	3	0	0
แม่สะเรียง	58	89	59	92	37	81	4	42	0	5	0	0
เชียงใหม่	84	138	73	139	72	141	4	51	0	4	0	0
พะเยา	13	57	20	61	42	115	0	43	0	4	0	0
เชียงใหม่	10	45	30	82	38	86	0	33	0	7	0	0
ลำปาง	4	27	26	79	36	97	0	32	0	14	0	0
ลำพูน	0	28	7	51	45	100	0	29	0	6	0	0
แพร่	12	60	33	104	29	93	0	36	0	0	0	0
น่าน	14	76	51	121	25	90	0	10	0	0	0	0
ท่าวังผา	59	113	85	142	28	99	0	27	0	0	0	0
อุตรดิตถ์	23	80	52	117	26	97	0	49	0	14	0	0
ตาก	6	32	4	37	18	89	23	103	0	19	0	0
แม่สอด	92	187	131	193	52	118	0	17	0	6	0	0
เขื่อนภูมิพล	0	22	3	49	40	108	33	100	0	12	0	0
อุ้มผาง	67	114	74	118	60	113	21	71	0	12	0	0
พิษณุโลก	11	74	32	80	44	112	0	56	0	0	0	0
เพชรบูรณ์	9	49	23	76	38	115	0	12	0	5	0	0
หล่มสัก	7	40	32	93	24	89	1	38	0	0	0	0

ก.3 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งหลังของ Rx5day

วิเชียรบุรี	6	66	14	71	54	126	0	57	0	31	0	0
กำแพงเพชร	4	47	9	54	36	103	20	84	0	15	0	0
หนองคาย	49	122	59	171	68	147	0	30	0	0	0	0
เลย	9	71	24	74	40	120	0	44	0	13	0	0
อุดรธานี	29	88	61	147	40	114	0	39	0	12	0	0
สกลนคร	64	160	92	149	38	120	0	40	0	14	0	0
นครพนม	162	281	171	262	75	191	0	36	0	0	0	0
ขอนแก่น	2	54	9	56	38	121	0	26	0	11	0	0
มุกดาหาร	60	143	79	162	37	124	0	38	0	12	0	0
โกสุมพิสัย	0	57	26	115	35	133	0	43	0	0	0	0
ชัยภูมิ	0	39	7	66	39	93	8	53	0	14	0	0
ร้อยเอ็ด	12	85	40	107	9	114	0	57	0	12	0	0
อุบลราชธานี	58	138	71	145	54	146	9	73	0	8	0	0
นครราชสีมา	5	43	4	42	16	69	13	81	0	7	0	0
สุรินทร์	17	76	19	78	24	86	0	41	0	26	0	0
ท่าตูม	17	84	30	100	31	108	1	62	0	25	0	0
นางรอง	10	50	0	40	24	90	0	55	0	12	0	0
นครสวรรค์	0	25	0	40	25	84	11	65	0	12	0	0
ชัยนาท	0	22	6	40	27	97	3	60	0	9	0	0
สุพรรณบุรี	5	33	0	15	27	118	17	82	0	9	0	0
ลพบุรี	0	33	1	19	33	101	8	60	0	7	0	5
บัวชุม	0	25	5	51	34	99	0	61	0	0	0	0
กาญจนบุรี	2	27	3	35	28	99	35	118	0	29	0	0
ทองผาภูมิ	89	189	119	192	66	122	23	80	0	21	0	0
กรุงเทพมหานคร	17	72	23	80	60	138	40	113	0	8	0	0
บางนา	18	68	20	85	60	138	48	112	0	28	0	0
สนามบิน ดอนเมือง	8	52	14	57	34	103	24	90	0	18	0	0
ปราจีนบุรี	47	114	57	135	82	156	21	76	0	0	0	0
กบินทร์บุรี	60	118	52	110	63	128	14	69	0	6	0	0
อรัญประเทศ	22	67	33	80	41	111	6	62	0	8	0	0
ชลบุรี	0	53	0	55	44	118	26	92	0	13	0	0
เกาะสีชัง	1	30	0	46	38	116	26	88	0	14	0	0

ก.3 (ต่อ) ค่าครึ่งหนึ่งของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm 0.5$  SD) ครึ่งหลังของ Rx5day

พืชยา	0	19	0	15	36	119	29	99	0	18	0	0
สัตหีบ	0	26	0	27	20	93	49	129	0	19	0	0
ระยอง	5	63	0	42	59	138	35	116	0	12	0	0
จันทบุรี	155	262	142	225	177	269	52	179	0	27	0	0
คลองใหญ่	343	580	326	499	262	457	84	229	1	40	0	0
เพชรบุรี	0	17	0	20	3	68	46	149	0	15	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	14	51	25	62	4	41	20	100	0	65	0	19
หัวหิน	0	21	0	10	0	23	38	120	0	26	0	0
ชุมพร	31	76	33	121	40	82	48	130	28	114	2	98
สุราษฎร์ธานี	3	33	9	71	12	56	18	70	49	178	0	136
เกาะสมุย	0	22	0	43	0	25	48	173	85	251	24	143
นครศรีธรรมราช	0	16	7	42	9	44	63	147	222	389	152	333
พัทลุง	0	10	0	32	4	41	51	117	189	331	183	341
สงขลา	0	18	2	60	0	16	51	137	192	351	133	294
หาดใหญ่	0	27	3	56	8	50	29	93	80	210	69	164
ปัตตานี	0	0	0	34	1	46	19	81	126	273	100	221
ยะลา	0	48	1	79	14	62	46	113	99	238	163	278
นราธิวาส	0	20	0	44	14	71	14	81	215	392	228	381
ระนอง	241	336	256	367	236	327	136	261	0	61	0	22
ตะกั่วป่า	139	243	199	318	204	312	146	272	14	111	0	24
ภูเก็ต	64	133	78	158	103	177	59	152	3	50	0	15
สนามบินภูเก็ต	63	146	119	212	132	209	96	194	19	97	0	27
เกาะลันตา	55	146	57	178	74	168	52	140	11	53	0	32
ตรัง	61	132	80	161	72	129	62	121	45	116	10	94
สตูล	32	107	63	132	81	156	79	147	26	98	8	50

ก.4 ผลการตรวจวัดปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน (มม.)

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
แม่ฮ่องสอน	0	0	0	0	111	63.5	96.3	0	93.2	49	0	0
แม่สะเรียง	0	0	0	0	57.4	68.2	115.1	0	86	0	0	0
เชียงใหม่	0	0	0	0	166.8	56.2	145	73.9	75.2	0	0	0
พะเยา	0	0	0	0	85.9	0	179.3	70.8	0	0	0	0
เชียงใหม่	0	0	0	0	165.1	0	74.1	0	0	0	103.7	0
ลำปาง	0	0	0	0	107.5	0	0	0	0	0	67.8	0
ลำพูน	0	0	0	0	146.7	0	0	0	0	0	98.4	0
แพร่	0	0	0	0	146	0	71.2	133.5	0	0	0	0
น่าน	0	0	0	0	0	0	141.3	0	161.2	17.5	0	0
ท่าวังผา	0	0	0	91.7	0	31.1	224	96.6	85.2	34.1	0	0
อุตรดิตถ์	0	0	0	0	135.8	0	0	121.8	109.9	0	0	0
ตาก	0	0	0	0	126.2	0	55.2	0	76.3	0	141.7	0
แม่สอด	0	0	0	0	145.5	95.3	269	285.1	82.3	0	103.1	0
เขื่อนภูมิพล	0	0	0	0	257.3	0	67.2	0	84.7	0	185.3	0
อุ้มผาง	0	0	0	67.5	47.7	68.8	101	44.7	108.9	58.5	61.4	0
พิษณุโลก	0	0	0	0	0	0	57	0	123.1	127.6	100.6	0
เพชรบูรณ์	0	0	0	0	103.1	0	0	0	100.4	0	0	0
หล่มสัก	0	0	0	0	94.2	0	27.8	0	42.1	0	0	0
วิเชียรบุรี	0	0	0	0	0	0	0	159.4	0	47.5	0	0
กำแพงเพชร	0	0	0	0	184.8	63	37.5	0	45.7	0	155.9	0
หนองคาย	0	0	0	0	0	198	213.4	156.4	128.2	0	0	0
เลย	0	0	0	0	150.4	80.7	46.9	0	174	92	0	0
อุดรธานี	0	0	0	0	115.8	37.8	0	87.8	118.4	0	0	0
สกลนคร	0	0	0	0	40.5	308.8	190.6	131.8	99.7	0	0	0
นครพนม	0	0	0	0	84.9	100.9	182.9	158.2	98.4	0	0	0
ขอนแก่น	0	0	0	0	93.3	0	0	0	145.8	0	0	0
มุกดาหาร	0	0	0	0	58.4	158.3	86.2	232.3	214.7	0	0	0
โกสุมพิสัย	0	0	0	0	201.1	114.4	0	45	121.8	0	0	0
ชัยภูมิ	0	0	0	0	0	0	57.3	73.9	125.6	0	34.8	0
ร้อยเอ็ด	0	0	0	0	181.4	0	0	57.3	57.1	0	33.3	0
อุบลราชธานี	0	0	0	0	0	0	84.3	132.7	225.5	0	0	0
นครราชสีมา	0	0	0	0	62.8	0	0	0	0	24.3	0	0

ก.4 (ต่อ) ผลการตรวจวัดปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน (มม.)

สุรินทร์	0	0	0	0	100.9	0	48.4	60.9	95.1	0	0	0
ท่าตูม	0	0	0	0	82.3	0	0	0	0	0	0	0
นางรอง	0	0	0	0	122	0	0	40.8	38.4	0	75.4	0
นครสวรรค์	0	0	0	0	0	30.2	0	0	121.9	0	74.7	0
ชัยนาท	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72.5	59.2	0
สุพรรณบุรี	0	0	0	0	141.8	0	0	0	55.2	82.2	72.2	0
ลพบุรี	0	0	0	0	79.6	0	0	0	52.2	0	97.6	0
บัวชุม	0	0	0	0	0	0	0	138.6	0	0	154.4	0
กาญจนบุรี	0	0	0	0	0	0	0	0	72.1	0	94	0
ทองผาภูมิ	0	0	0	0	81.7	76.6	128.4	0	106.5	0	97.5	0
กรุงเทพมหานคร	0	0	0	0	162.7	58.2	100.1	0	126.1	92.5	151.4	0
บางนา	0	0	0	0	153	0	0	0	128.1	67.1	239.1	0
สนามบิน ดอนเมือง	0	0	0	0	97	50	83	0	107	0	98.8	0
ปราจีนบุรี	0	0	0	0	0	56.9	77.6	0	169	0	23.5	0
กบินทร์บุรี	0	0	0	0	79.8	77.2	70.6	0	100.1	0	0	0
อรัญประเทศ	0	0	0	0	136.6	138.5	0	0	58.4	0	0	0
ชลบุรี	0	0	0	0	181	0	0	0	217.2	0	0	0
เกาะสีชัง	0	0	0	0	79	0	0	0	64.4	35	0	0
พัทธยา	0	0	0	0	0	0	0	0	86.4	0	0	0
สัตหีบ	0	0	0	0	156.3	0	0	0	115.9	61.4	0	0
ระยอง	0	0	0	0	226.7	0	0	0	184.9	0	0	0
จันทบุรี	0	0	0	0	155.3	228.4	199.2	239.4	314.4	75.4	71.1	0
คลองใหญ่	0	0	0	129	85.7	410	249	556.9	528.3	39	193.9	0
เพชรบุรี	0	0	0	0	57.9	0	46.2	0	0	52.5	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	0	0	0	89.4	0	67.2	0	0	0	142.4	0
หัวหิน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.5	0
ชุมพร	0	177.8	0	0	65	90.6	38	92.6	29	127	0	0
สุราษฎร์ธานี	0	0	0	0	0	0	0	0	46.9	0	0	0
เกาะสมุย	0	221.2	0	0	34.4	0	0	0	0	131.2	133.4	0
นครศรีธรรมราช	0	100.8	0	133.3	78.2	109	0	29.2	0	64.1	620.5	166.6
พัทลุง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60.3	594	124.4
สงขลา	0	0	0	0	0	0	0	36.5	41.1	0	764.8	232.3

ก.4 (ต่อ) ผลการตรวจวัดปริมาณฝนสูงสุดที่ตกต่อเนื่องกัน 5 วัน (มม.)

หาดใหญ่	0	0	0	31.8	0	47	0	0	0	0	1044	109.9
ปัตตานี	0	0	0	0	0	0	0	0	90.3	117.5	1155.8	0
ยะลา	0	0	0	0	0	0	0	151.7	35.7	64.3	1072.5	0
นราธิวาส	0	0	0	0	0	0	0	0	55.8	142	1361.6	191.8
ระนอง	0	0	0	144	160.4	277.2	160	211.4	224.2	0	155.4	0
ตะกั่วป่า	0	0	0	0	336.1	162.9	45.2	252.7	271.5	174.5	157.3	0
ภูเก็ต	0	0	0	0	164.4	169.9	0	120.2	77.2	200.9	119.7	0
สนามบินภูเก็ต	0	32.9	0	0	169.3	206.7	0	0	154.2	291	203.5	0
เกาะลันตา	0	0	0	0	182	136.7	0	0	0	126.7	167.1	0
ตรัง	0	0	0	0	103.1	105.8	0	0	54.6	136.4	375.8	0
สตูล	0	0	0	45.2	143.5	87.3	0	68.2	23.4	134.2	558.3	0