

การทำนายสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกบนพื้นที่
ภาคกลางของประเทศไทย

ANN-GCMs Climate Variables Forecast Over Central Thailand



กรวิทย์ อินธิไชย

ศวิสพล เพชรเลิศ

คุณรัช ทวีสุขเสถียร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

การทำนายสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกบนพื้นที่
ภาคกลางของประเทศไทย

ANN-GCMs Climate Variables Forecast Over Central Thailand



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANN-GCMs Climate Variables Forecast Over Central Thailand



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ การทำนายสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกบนพื้นที่ภาค
กลางของประเทศไทย

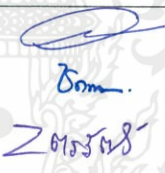
ANN-GCMs Climate Variables Forecast Over Central Thailand

นักศึกษา นายกรวิทย์ อินธิไชย รหัสประจำตัว 58010025
นายศวัสพล เพชรเลิศ รหัสประจำตัว 58011199
นายคณรัช ทวีสุขเสถียร รหัสประจำตัว 58010139

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง ผศ.ดร.ชดชนก อัครมพงษ์ ดร.ไตรรัตน์ เมืองทองอ่อน	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว



(ผศ.ดร.อาทิตย์ เพชรศศิธร)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่.....

การทำนายสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกบนพื้นที่

ภาคกลางของประเทศไทย

นายกรวิทย์ อินธิไชย รหัสประจำตัว 58010025
นายศวัสพล เพชรเลิศ รหัสประจำตัว 58011199
นายคนธัช ทวีสุขเสถียร รหัสประจำตัว 58010139
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลตัวแปรสภาพภูมิอากาศในอนาคตของสถานีอุตุนิยมวิทยาในภาคกลาง ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณฝนรวม ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และ ปริมาณและทิศทางลม โดยวิธีการลดขนาดแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกด้วยวิธีการทางสถิติ (Statistical Downscaling) โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN) ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ข้อมูลและแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจาก Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 ประกอบด้วยข้อมูลการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่า (Representative Concentration Pathways : RCP) ในอัตราต่ำ (RCP2.6) ปานกลาง (RCP4.5) และสูง (RCP8.5) และแบบจำลองทางอุทกวิทยา CanESM2, HadGEM-AO, MPI-ESM-LR ข้อมูลตัวแปรสภาพภูมิอากาศในอนาคตที่ได้จะนำมาสร้างภาพกราฟิกส์แรสเตอร์โดยการประมาณค่าในช่วงด้วยวิธี Inverse distance weight (IDW) เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและนำมาวิเคราะห์แนวโน้มการเคลื่อนตัวของฤดูฝนและเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตด้วยดัชนีชี้วัด ประกอบด้วย Standardized Precipitation Index (SPI), Rainfall Anomaly Index (RAI) และ Heat Index (HI)

ANN-GCMs Climate Variables Forecast Over Central Thailand

Mr. Korawit Intichai Student ID. 58010025

Mr. Sawasapol Pethlert Student ID. 58011199

Mr. Kanatach Taweesuksatein Student ID. 58010139

Advisor: Assoc.Prof.Dr.Uma Seeboonruang

Academic Year 2018

ABSTRACT

The objective of this research is to forecast climate variable data of central meteorological station including precipitation, relative humidity, temperature, and windspeed and wind direction with statistical downscaling by Artificial Neural Network (ANN). In this study required data and models from Coupled Model Intercomparison Project Phase 5(CMIP) including data from Representative Concentration Pathways (RCP) with low rate(RCP2.6) medium rate(RCP4.5) and high rate(RCP8.5) and General Circulation Models(GCMs) which are CanESM₂, HadGEM-AO, MPI-ESM-LR. The climate variable data are in raster map by Inverse Distance Weight (IDW) interpolation in order to simplify and analyze raining season shifting pattern and climate changing by Standardized Precipitation Index (SPI), Rainfall Anomaly Index (RAI) and Heat Index (HI) with raster form.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ เนื่องจากความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจาก รศ.ดร.อุมา สีสัญเรือง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง คอยช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา คอยให้ความรู้ เอาใจใส่ จนโครงการสำเร็จไปได้ด้วยดี พวกเราผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ และขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ นาย วิริญจ์ จุลไกวัดสุขจริต ที่คอยให้คำปรึกษาและความรู้ในการจัดทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ กรมอุตุนิยมวิทยาและหน่วยงาน World Climate Research Program ที่ให้การอนุเคราะห์ด้านข้อมูล

ขอขอบคุณ หน่วยงาน KMITL Engineering Research Fund ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านงบประมาณและอุปกรณ์การปฏิบัติงาน

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำโครงการ

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาซึ่งเป็นที่เป็นที่เคารพรักยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

กรวิทย์ อินธิไชย

ศวัสพล เพชรเลิศ

คณรัช ทวีสุขเสถียร

สารบัญ

บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 พื้นที่การศึกษา.....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1.1 แบบจำลอง.....	6
2.1.2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models or GCMs).....	8
2.1.3 Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5).....	9
2.1.4 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.1.5 การลดขนาดแบบจำลอง (Downscaling).....	14
2.1.6 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks : ANN).....	15
2.1.7 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis).....	18
2.1.8 การประมาณค่าในช่วง (Interpolation).....	18
2.1.9 ดัชนีชี้วัด (Indices)	20
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
2.2.1 CMIP5.....	24
2.2.2 แบบจำลอง CanESM2	24
2.2.3 แบบจำลอง HadGEM2-AO.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4	แบบจำลอง MPI-ESM.....	25
2.2.5	การลดขนาด GCMs.....	25
2.2.6	การลดขนาดแบบจำลองด้วย ANN.....	25
2.2.7	การประมาณค่าในช่วงด้วยวิธี IDW.....	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....		26
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....		32
4.1	ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง.....	32
4.1.1	แบบจำลอง CanESM2.....	32
4.1.1.1	ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2.....	32
4.1.1.2	ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2.....	33
4.1.1.3	อุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2.....	34
4.1.1.4	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศเหนือที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2.....	35
4.1.1.5	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศตะวันออกที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2.....	36
4.1.2	แบบจำลอง HAD-GEM-AO.....	37
4.1.2.1	ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO.....	37
4.1.2.2	ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO.....	38
4.1.2.3	อุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO.....	39
4.1.2.4	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศเหนือที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO.....	40
4.1.2.5	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศตะวันออกที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO.....	41
4.1.3	แบบจำลอง MPI-ESM-LR.....	42
4.1.3.1	ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR.....	42
4.1.3.2	ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR.....	43
4.1.3.3	อุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR.....	44
4.1.3.4	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศเหนือที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR.....	45
4.1.3.5	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศตะวันออกที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR.....	46
4.2	แผนที่แสดงสภาพภูมิอากาศ(WEATHER GRAPHIC RASTER).....	47
4.2.1	แผนที่แสดงปริมาณฝนรวม รายเดือนราย 5 ปี.....	47
4.2.2	แผนที่แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย รายเดือนราย 5 ปี.....	48
4.2.3	แผนที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนราย 5 ปี.....	49
4.2.4	แผนที่แสดงขนาดและทิศทางลมเฉลี่ย รายเดือนราย 5 ปี.....	50

4.2.5	แผนที่แสดง Standardized Precipitation Index(SPI) ช่วงเวลา 1 เดือน รายเดือน ราย 5ปี	51
4.2.6	แผนที่แสดง Standardized Precipitation Index(SPI) ช่วงเวลา 3 เดือน รายเดือน ราย 5ปี	52
4.2.7	แผนที่แสดง Rainfall Anomaly Index(RAI) รายเดือนราย 5 ปี	53
4.2.8	แผนที่แสดง Heat Index(HI) รายเดือนราย 5ปี	54
4.3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลอง	55
4.3.1	แบบจำลอง CanESM2	55
4.3.2	แบบจำลอง HAD-GEM-AO	56
4.3.3	แบบจำลอง MPI-ESM-LR.....	57
บทที่ 5	วิเคราะห์ข้อมูล	58
5.1	การเคลื่อนตัวของฤดูฝน	58
5.2	วิเคราะห์ข้อมูลด้วยSTANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI).....	60
5.2.1	Standardized Precipitation Index (SPI) time scales 1 month.....	60
5.2.2	Standardized Precipitation Index (SPI) time scales 3 months.....	61
5.3	วิเคราะห์ข้อมูลด้วยRAINFALL ANOMALY INDEX (RAI).....	61
5.4	วิเคราะห์ข้อมูลด้วย HEAT INDEX (HI).....	62
บทที่ 6	สรุปผลผลิตงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	63
6.1	ปริมาณฝนรวม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม ของประเทศไทยใน อนาคต	63
6.2	การเคลื่อนตัวของฤดูฝน	64
6.3	การนำเสนอข้อมูล	76
6.4	ข้อเสนอแนะ	77
References.....		72
ภาคผนวก.....		73

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	ตัวอย่างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในโครงการ CMIP5 12
ตารางที่ 2.2	ระดับความรุนแรงของดัชนี SPI..... 20
ตารางที่ 2.3	ระดับความรุนแรงของดัชนี RAI 21
ตารางที่ 2.4	การจำแนกความรุนแรงด้วยดัชนี HI..... 22
ตารางที่ 2.5	การจำแนกผลกระทบด้วยดัชนี HI..... 23
ตารางที่ 4.1	ปริมาณฝนรวมรายเดือนในหน่วย มม. ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือน มกราคมปี ค.ศ.2017 ถึงเดือนกรกฎาคมปี ค.ศ. 2018 32
ตารางที่ 4.2	ปริมาณความชื้นรายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือน มกราคมปี ค.ศ.2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2018..... 33
ตารางที่ 4.3	อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือน มกราคมปี ค.ศ.2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2018..... 34
ตารางที่ 4.4	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือน มกราคมปี ค.ศ.2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2018..... 35
ตารางที่ 4.5	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศตะวันออกเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือน มกราคมปี ค.ศ.2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2018..... 36
ตารางที่ 4.6	ปริมาณฝนรวมรายเดือนในหน่วย มม. ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019 37
ตารางที่ 4.7	ปริมาณความชื้นรายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019..... 38
ตารางที่ 4.8	อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019..... 39
ตารางที่ 4.9	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019..... 40
ตารางที่ 4.10	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศตะวันออกเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019..... 41

ตารางที่ 4.11	ปริมาณฝนรวมรายเดือนในหน่วย มม. ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019	42
ตารางที่ 4.12	ปริมาณความชื้นรายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019	43
ตารางที่ 4.13	อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019	44
ตารางที่ 4.14	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย นีโอด ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019	45
ตารางที่ 4.15	ความเร็วและทิศทางลมทางทิศตะวันออกเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย นีโอด ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือน พฤษภาคม ค.ศ.2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019	46
ตารางที่ 4.16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลอง CanESM2	55
ตารางที่ 4.17	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO	56
ตารางที่ 4.18	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลอง MPI-ESM-LR	57
ตารางที่ 5.1	การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2017 ถึง ปี ค.ศ. 2021 ของแบบจำลอง CanESM2	58
ตารางที่ 5.2	การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ. 2022 ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO	59
ตารางที่ 5.3	การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ. 2022 ของแบบจำลอง MPI-ESM-LR	60
ตารางที่ 6.1	แนวโน้มการเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซCO ₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)	63
ตารางที่ 6.2	แนวโน้มการเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซCO ₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)	63
ตารางที่ 6.3	แนวโน้มการเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซCO ₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)	64
ตารางที่ 6.4	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)	64
ตารางที่ 6.5	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.6	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5).....	67
ตารางที่ 6.7	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-DEM-AO ตามการจำลองแนวทางปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)	68
ตารางที่ 6.8	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-DEM-AO ตามการจำลองแนวทางปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)	69
ตารางที่ 6.9	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-DEM-AO ตามการจำลองแนวทางปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)	70
ตารางที่ 6.10	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)	72
ตารางที่ 6.11	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)	73
ตารางที่ 6.12	พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางปล่อยก๊าซ CO ₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)	74

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1	แบบจำลองเชิงกายภาพ.....	6
รูปที่ 2.2	แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และสถิติ.....	7
รูปที่ 2.3	แสดงความแตกต่างของข้อมูลที่ใช้ใน CMIP5 และโครงการอื่นๆ	9
รูปที่ 2.4	Representative Concentration Pathway	11
รูปที่ 2.5	Artificial Neural Networks.....	15
รูปที่ 2.6	Multilayer.....	15
รูปที่ 2.7	ฟังก์ชันซิกมอยด์.....	17
รูปที่ 2.8	Correlation Coefficient ของแบบจำลองอุณหภูมิ	18
รูปที่ 2.9	Interpolation	18
รูปที่ 2.10	Inverse Distance Weighting	19
รูปที่ 2.11	Raster Interpolation.....	19
รูปที่ 3.1	รูปภาพแสดงขั้นตอนของงานวิจัย.....	26
รูปที่ 3.2	การนำเข้าข้อมูลแบบตารางซึ่งแบ่งเป็นข้อมูล Input และ Target เพื่อหา ข้อมูลOutput ออกมา.....	29
รูปที่ 3.3	รูปภาพแสดงตัวอย่างการนำเข้าข้อมูล.....	29
รูปที่ 3.4	ตัวอย่างแผนที่อุณหภูมิภาคกลางเดือนมกราคม ค.ศ.2018 ถึง ค.ศ.2022 แบบจำลอง MPI-ESM-LR.....	31
รูปที่ 4.1	ตัวอย่างแผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนราย 5 ปี	47
รูปที่ 4.2	ตัวอย่างแผนที่แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนราย 5 ปี.....	48
รูปที่ 4.3	ตัวอย่างแผนที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนราย 5 ปี	49
รูปที่ 4.4	ตัวอย่างแผนที่แสดงขนาดและทิศทางลมเฉลี่ยรายเดือนราย 5 ปี	50
รูปที่ 4.5	ตัวอย่างแผนที่แสดง Standardized Precipitation Index ช่วงเวลา1เดือน รายเดือนราย 5 ปี.....	51
รูปที่ 4.6	ตัวอย่างแผนที่แสดง Standardized Precipitation Index ช่วงเวลา3เดือน รายเดือนราย 5 ปี.....	52
รูปที่ 4.7	ตัวอย่างแผนที่แสดง Rainfall Anomaly Index รายเดือนราย 5 ปี.....	53
รูปที่ 4.8	ตัวอย่างแผนที่แสดง Heat Index รายเดือนราย 5 ปี	54
รูปที่ 5.1	กราฟระหว่างร้อยละปริมาณฝนสะสมรายปีราย 5 ปี (Y)กับเดือน(X)	58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยได้ประสบปัญหาทางอุทกภัยและภัยแล้งอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงปี พ.ศ.2554 ที่ผ่านมาประเทศไทยได้เกิดปัญหาทางอุทกภัยรุนแรง ส่งผลกระทบต่อบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา และลุ่มแม่น้ำโขง ซึ่งเป็นพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย และในปีต่อมา ในช่วงฤดูฝนก็มักเกิดปัญหาทางอุทกภัย และในฤดูร้อนก็จะเกิดปัญหาภัยแล้ง ซึ่งปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นทุกๆปี ก่อให้เกิดผลกระทบในด้านสังคม เศรษฐกิจ เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการใช้ชีวิตของผู้คน โดยปัญหาภัยพิบัติเหล่านี้สามารถป้องกันได้ถ้าหากเราทราบถึงข้อมูลปริมาณน้ำที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้นนั้นสามารถทราบได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก แต่ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกนั้นเป็นข้อมูลที่ศึกษาจากพื้นที่ขนาดใหญ่ทำให้ข้อมูลที่ไ้มีความแม่นยำต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการลดขนาด เพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้น การนำระบบโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการลดขนาดเป็นวิธีหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย

ในงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นการศึกษาการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งจะศึกษาโดยการลดขนาดแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ปริมาณความชื้นในอากาศ ความเร็ว และ ทิศทางลม จาก Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) ประกอบไปด้วยแบบจำลองทางอุทกวิทยาของ Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis (CCCMA) ,Max Planck Institute for Metrology (MPI-M) และ Met Office Hadley Centre (MOHC) มาสร้างความสัมพันธ์ในระบบโครงข่ายประสาทเทียมกับข้อมูลสำรวจของสถานีอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ปริมาณความชื้นในอากาศ ความเร็ว และ ทิศทางลมในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย เพื่อทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากขึ้นและทราบถึงข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ปริมาณความชื้นในอากาศ ความเร็ว และ ทิศทางลม ของพื้นที่ที่ศึกษาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2643

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ปริมาณความชื้นในอากาศ ความเร็ว และ ทิศทางลม ของสถานีอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทยในอนาคต
2. เพื่อศึกษาแนวโน้มการคลาดเคลื่อนในการเกิดฝนในแต่ละปี
3. เพื่อนำเสนอข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ปริมาณความชื้นในอากาศ ความเร็วและทิศทางลม ให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจมากขึ้น

1.3 พื้นที่การศึกษา

1.3.1 ภาคกลางของประเทศไทย

ภาคกลางมีพื้นที่ประมาณ 92,795 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วย 22 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย เพชรบูรณ์ อุทัยธานี สระบุรี ลพบุรี สุพรรณบุรี ชัยนาท สิงห์บุรีอ่างทอง พระนครศรีอยุธยา นครนายก ปทุมธานี นนทบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สมุทรปราการ และกรุงเทพมหานคร

1.3.1.1 ที่ตั้งและขอบเขตภาคกลาง

ทิศเหนือ	ดินแดนที่อยู่เหนือสุดของภาคกลาง คือ จังหวัดสุโขทัย
ทิศตะวันออก	ดินแดนที่อยู่ตะวันออกสุดของภาคกลาง คือ จังหวัดเพชรบูรณ์
ทิศตะวันตก	ดินแดนที่อยู่ตะวันตกสุดของภาคกลาง คือ จังหวัดกำแพงเพชร
ทิศใต้	ดินแดนที่อยู่ใต้สุดของภาคกลาง คือ จังหวัดสมุทรสงคราม

1.3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศภาคกลาง

1. เขตที่ราบ

เขตที่ราบภาคกลางตอนบน เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำและที่ราบลูกฟูก (เนินเขาสลับกับที่ราบ)

เขตที่ราบภาคกลางตอนล่าง เป็นที่ราบกว้างที่เกิดจากการทับถมของตะกอน และเกิดเป็นดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา

เขตที่ราบทางตะวันออกและตะวันตก เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำสลับกับลูกฟูก มีภูเขาที่ไม่สูงกระจายอยู่ทั่วไป

2. แม่น้ำสายสำคัญของภาคกลาง

แม่น้ำเจ้าพระยา เริ่มจากจังหวัดนครสวรรค์ไหลลงสู่ทะเลที่จังหวัดสมุทรปราการ และมีแม่น้ำสายเล็ก ๆ ที่เป็นสาขาคือ แม่น้ำมะขามเต่า(แม่น้ำลพบุรี)แม่น้ำน้อย(สุพรรณบุรี) และแม่น้ำนครชัยศรี (ท่าจีน)

แม่น้ำป่าสัก เริ่มจากจังหวัดเลย ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

แม่น้ำสะแกกรัง เริ่มต้นจากนครสวรรค์และกำแพงเพชร ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดอุทัยธานี

1.3.1.3 ลักษณะภูมิอากาศของภาคกลาง

ภาคกลางมีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน (Aw) คือมีฝนตกปานกลาง และสลับกับฤดูแล้ง บริเวณภาคกลางตอนล่างจะมีอากาศชุ่มชื้นมากกว่าเนื่องจากอยู่ใกล้ทะเลมากกว่าภาคกลางตอนบน

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาในพื้นที่ภาคกลาง ประกอบด้วย 18 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ กำแพงเพชร พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย เพชรบูรณ์ อุทัยธานี สระบุรี ลพบุรี สุพรรณบุรี ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา นครนายก ปทุมธานี นนทบุรี นครปฐม สมุทรสงคราม สมุทรสาครสมุทรปราการ และกรุงเทพมหานคร
2. ใช้ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ลมทางทิศเหนือและลมทางทิศตะวันออก จากแบบจำลอง Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) โดยจำลองจาก 3 สถานการณ์คือ RCP2.6 RCP4.5 และ RCP8.5
3. ใช้ข้อมูลปริมาณฝนรวม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลม ในอดีตจาก 20 สถานีอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย สถานี นครสวรรค์ ตากฟ้าสภข. ชัยนาทสภข. พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานีสภข. ราชบุรี สุพรรณบุรี อุทองสภข. ลพบุรี บัวชุม นาร่อง สมุทรปราการสภข. สนามบินสุวรรณภูมิ กาญจนบุรี ทองผาภูมิ นครปฐม กรุงเทพมหานคร กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย กรุงเทพฯ บางนาสภข. สนามบินดอนเมือง
4. ใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียม(Artificial Neural Network) ในการลดขนาดแบบจำลองสภาพอากาศโลก จำนวน 3 แบบจำลองประกอบด้วย CanESM2,HadGSM-AO,MPI-ESM-LR
5. จัดทำแผนที่ปริมาณฝนรวม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลม โดยการประมาณค่าในช่วงของผลลัพธ์ที่ได้ด้วยวิธี Inverse Distance Weight(IDW)
6. วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณค่าในช่วงโดยใช้ดัชนีชี้วัดสภาพภูมิอากาศ ดังนี้ Heat Index (HI) Standardized Precipitation Index (SPI) และRainfall Anomaly Index (RAI)

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนแรกของการวิจัยคือการรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลที่เราต้องการนั้นหลักๆแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Input และ Target โดยข้อมูล Input หาได้จากทางเว็บไซต์ของ Department of Energy Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) โดยใช้ข้อมูล CMIP5 ประกอบไปด้วย ปริมาณฝนรวม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ลมทางทิศเหนือและลมทางทิศตะวันออก Target จากกรมอุตุนิยมวิทยา ประกอบไปด้วย ปริมาณฝนรวม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม และทิศทางลม
2. วิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศ
3. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเปรียบเทียบระหว่าง Input และ Target ว่ามีความเกี่ยวข้องกันเชิงใด
4. ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลในอดีตและข้อมูลในปัจจุบัน
5. ลักษณะการเลื่อนตัวของฤดูกาล
6. นำเข้ากระบวนการเรียนรู้ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม
7. กระบวนการเรียนรู้ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมจะทำการดูข้อมูลที่เรานำเข้ามีความสัมพันธ์กันในรูปแบบใด แล้วจึงประมวลผลออกมาจากความสัมพันธ์
8. การตรวจทานผลลัพธ์จากแบบจำลองมหภาค คือการตรวจทานผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก กับ ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทย ในอดีตว่าข้อมูลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน
9. ศึกษาผลลัพธ์จากการลดขนาดแบบจำลองด้วยโครงข่ายประสาทเทียม คือการดูลักษณะผลลัพธ์หลังจากนำเข้าการเรียนรู้ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแล้วว่า ข้อมูลเป็นไปในทิศทางเดียวกับข้อมูลในอดีตหรือไม่ และ มีการกระจายตัวมากน้อยเพียงใด
10. การสอบเทียบและตรวจทานผลลัพธ์จากแบบจำลองที่ลดขนาด คือการตรวจทานผลลัพธ์สภาพอากาศในอนาคตที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมกับ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ในปีและพื้นที่ที่ตรงกันว่ามีความสัมพันธ์กัน
11. จัดทำการแสดงผลข้อมูล คือการทำการแสดงผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ในรูปแบบแผนผังและ กราฟเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ แผนผังที่แสดงการกระจายตัวของภูมิอากาศในอนาคต
12. จัดทำข้อมูลแสดงสภาพอากาศในอนาคต ในรูปแบบ แผนผังของพื้นที่ที่ทำการวิจัย กราฟแสดงการกระจายตัวของตัวแปรทางภูมิอากาศ
13. การนำขึ้นเว็บไซต์จัดทำเว็บไซต์และนำข้อมูลสภาพอากาศในอนาคตไปแสดงเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลของบุคคลทั่วไป

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การนำข้อมูลปริมาณฝนรวม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลมและทิศทางลม มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. แนวโน้มการคลาดเคลื่อนของการเกิดฝนตกในอนาคต
3. การประยุกต์ใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมกับข้อมูลด้านอื่นๆ
4. การประยุกต์ใช้วิธีการประมาณค่าในช่วง ด้วยวิธีการ Inverse Distance Weight (IDW)



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แบบจำลอง

แบบจำลองคือสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้แทนของจริง เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา สามารถทำความเข้าใจการทำงานของระบบจริงได้ง่ายกว่าศึกษาจากระบบจริงโดยตรง แบบจำลองอาจมีลักษณะ ขนาด และรูปแบบแตกต่างกัน แต่จะมีลักษณะในการพัฒนาแบบจำลองที่เหมือนกันคือ

1. สมมติฐานในการพัฒนาโมเดลจะต้องไม่ยุ่งยาก
2. จะต้องกำหนดขอบเขตของโมเดลหรือสถานภาพเริ่มต้นให้ชัดเจน
3. วัตถุประสงค์ของโมเดล

โดยทั่วไปสามารถแบ่งแบบจำลองตามลักษณะที่แตกต่างกันได้ 4 แบบ

2.1.1.1 แบบจำลองเชิงแนวคิด (Conceptual Model)

แบบจำลองเชิงแนวคิดเป็นแบบจำลองความคิด ซึ่งแสดงแนวคิดของระบบหรือกระบวนการ โดยใช้ภาพเขียน หรือ ภาพวาดแสดงโครงสร้างของระบบ

2.1.1.2 แบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Model)

แบบจำลองเชิงกายภาพคือแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้เห็นรูปทรง รูปร่างทางกายภาพใช้มาตราส่วนที่ย่อขยายขนาดจากขนาดจริงในกรณีที่ของจริงมีขนาดใหญ่ เล็ก และแบบจำลองทางกายภาพอาจมีลักษณะที่นิ่งไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ หรือ อาจทำให้เคลื่อนไหวได้เหมือนของจริง



รูปที่ 2.1 แบบจำลองเชิงกายภาพ

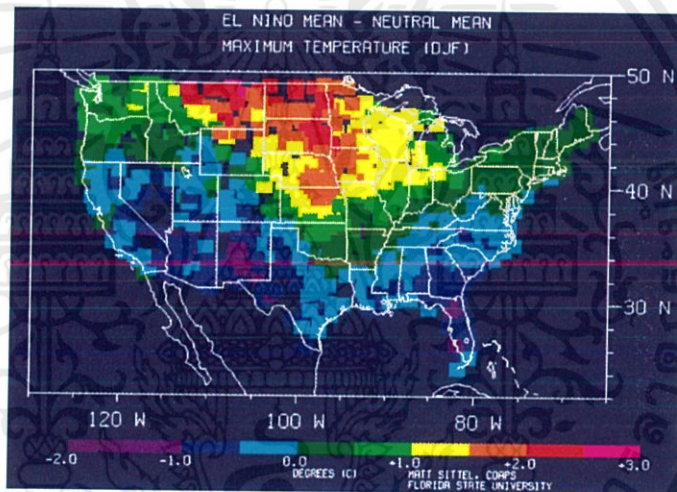
ที่มา : <http://www.qdrj.com/portfolio-qdrj/mosque-tajikistan/>

2.1.1.3 แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และสถิติ(Mathematical and statistical Model)

แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และสถิติคือแบบจำลองที่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในรูปของสมการอธิบายพฤติกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายในระบบอาจประกอบด้วยความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรง เช่น $y = a+bx$ หรือความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่เป็นเส้นโค้ง เช่น $y_1 = y_0+e^{kt}$

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ๆ

1. กลุ่มที่หนึ่งอธิบายการทำงานของระบบสถิต (Statically Mathematical Model) คือไม่นำเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง
2. กลุ่มที่สองอธิบายการทำงานของระบบพลวัต (Dynamically Mathematical Model) สามารถทำให้คอมพิวเตอร์คำนวณและเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบตามเวลาได้ แบบจำลองประเภทนี้เรียกว่า “computer simulation” เราสามารถใช้แบบจำลองทดลองการทำงานของระบบในสถานการณ์ต่างๆ ได้ และหากผลลัพธ์ออกมาใกล้เคียงความจริง เราก็สามารถยอมรับว่าแบบจำลองนี้สามารถนำไปใช้งานจริงได้



รูปที่ 2.2 โมเดลเชิงคณิตศาสตร์และสถิติ

ที่มา : <https://serc.carleton.edu/introgeo/mathstatmodels/why.html>

2.1.1.4 แบบจำลองเชิงภาพเคลื่อนไหว (Visualization Model)

แบบจำลองเชิงภาพเคลื่อนไหวคือแบบจำลองที่มีระบบการเปลี่ยนแปลงข้อมูลการทำงานของระบบต่างๆ ให้เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวหลายมิติเช่น แบบจำลองแสดงการทำงานของระบบหัวใจ แบบจำลองการเคลื่อนที่ของลมและการทำนายสภาพภูมิอากาศประโยชน์ของแบบจำลองประเภทนี้คือทำให้เข้าใจข้อมูล หรือเข้าใจระบบที่มีการทำงานสลับซับซ้อนได้ง่ายมากขึ้น นอกจากนี้เทคโนโลยีการสร้างภาพยังสามารถสร้างภาพในส่วนที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา เช่น การไหลเวียนของเลือดในหัวใจ

2.1.2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models or GCMs)

แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) เป็นแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และสถิติเป็นการจำลองภูมิอากาศอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับก๊าซเรือนกระจก แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แบบจำลองการหมุนเวียนอากาศทั่วไป เป็นการจำลองกระบวนการเคลื่อนตัวและการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ของชั้นบรรยากาศ มหาสมุทร น้ำแข็งและผืนดินเพื่อที่จะเข้าใจและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจะอธิบายสภาพภูมิอากาศโดยใช้ตารางกริด (grid cells) ที่มีลักษณะเป็นสามมิติ โดยมีความละเอียดในแกนนอน (horizontal resolution) อยู่ระหว่าง 100 ถึง 300 กิโลเมตรและมีความละเอียดในแกนตั้ง (vertical resolution) อยู่ระหว่าง 10 ชั้นถึง 20 ชั้น ในชั้นบรรยากาศและมากกว่า 30 ชั้นในชั้นมหาสมุทรทำให้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จะมีลักษณะความละเอียดเชิงพื้นที่ค่อนข้างหยาบ ซึ่งจะส่งผลต่อการศึกษาและประเมินผลกระทบ ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ

1. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศส่วนชั้นบรรยากาศ (Atmospheric General Circulation Models: AGCMs)

เป็นแบบจำลองส่วนของบรรยากาศที่รวมผิวดิน โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือ อุณหภูมิของน้ำทะเล (Sea Surface Temperatures: SSTs) และสภาพเคมีของบรรยากาศ (atmospheric chemistry) โดยมีการกำหนดตัวแปรเสริม (parametrizations) เพื่อใช้ในจำลองกระบวนการต่างๆ

2. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศส่วนมหาสมุทร (Oceanic General Circulation Models: OGCMs)

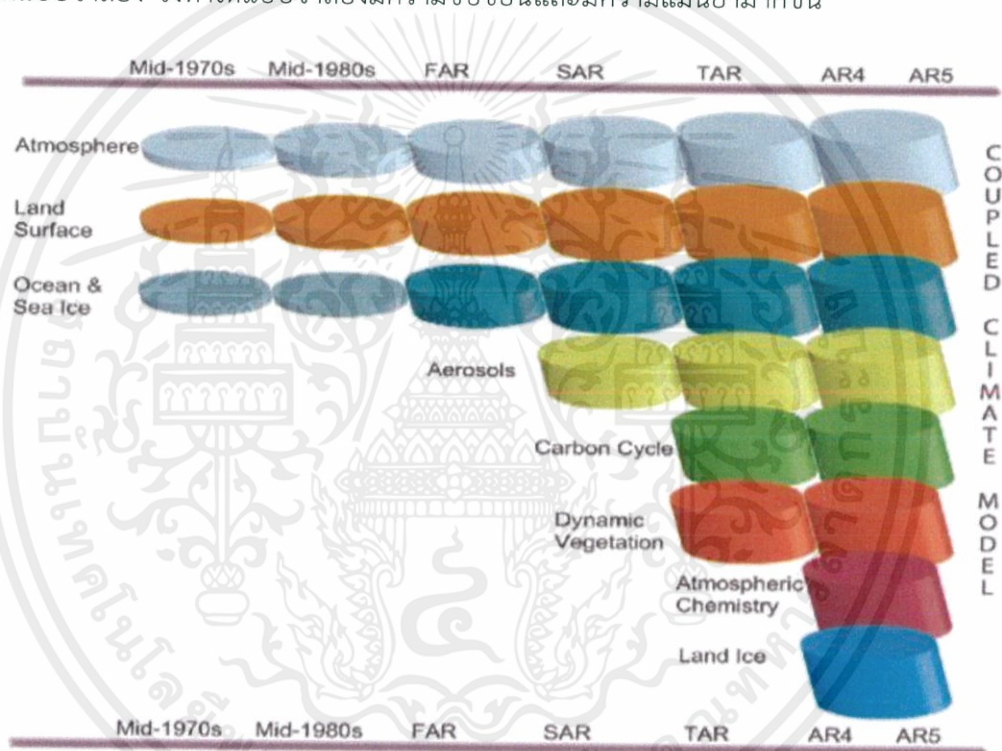
เป็นแบบจำลองความสัมพันธ์ของการเคลื่อนตัวของมหาสมุทรที่ระดับชั้นในบรรยากาศ โดยแบบจำลองจะรวมหรือไม่รวมน้ำแข็งในทะเล จะขึ้นอยู่กับแบบจำลองของแต่ละสถาบันที่ทำการวิจัยและพัฒนาแบบจำลอง

3. แบบจำลองสภาพภูมิอากาศชั้นบรรยากาศ - มหาสมุทร (Coupled Atmosphere - Ocean General Circulation Models: AOGCMs)

เป็นแบบจำลองที่รวมเอาส่วนชั้นบรรยากาศและส่วนมหาสมุทรมารวมเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถวิเคราะห์แบบจำลองสภาพภูมิอากาศได้ใกล้เคียงกับ สภาพความเป็นจริง ซึ่งจะช่วยลดความคาดเคลื่อนในการจำลองสภาพภูมิอากาศด้วยการกำหนด เงื่อนไขขอบเขต (boundary condition)

2.1.3 Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5)

CMIP เป็นโครงการรวบรวมแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) ซึ่งเกิดจากความร่วมมือระหว่าง Working Group on Coupled Modelling (WGCM) ทั่วโลก มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อประเมินกลไกของแบบจำลองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของคาร์บอนและเมฆ (2) เพื่อศึกษาความสามารถในการคาดการณ์ในช่วงทศวรรษ และ (3) เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่แต่ละแบบจำลองให้ผลการจำลองที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไขที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งในปัจจุบันอยู่ในเฟสที่ 5 (CMIP5) ใน CMIP 5 นี้จะเป็นการจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศภายใต้สภาวะการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราที่แตกต่างกัน (Representative Concentration Pathways) โดยใช้ข้อมูล Atmosphere ,Land Surface ,Ocean Sea Ice ,Aerosols ,Carbon Cycle ,Dynamic Vegetation ,Atmospheric Chemistry และ Land Ice ในการวิเคราะห์แบบจำลอง จึงทำให้แบบจำลองมีความซับซ้อนและมีความแม่นยำมากขึ้น



รูปที่ 2.3 แสดงความแตกต่างของข้อมูลที่ใช้ใน CMIP5 และโครงการอื่นๆ

ที่มา : Gregory Flato (Canada), Jochem Marotzke (Germany),2018

แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) มีการพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ โดยการเพิ่มข้อมูลในการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 2.3 CMIP5 หรือ Fifth Assessment Report (AR5) ต่างจาก AR4 คือ มีการเพิ่มข้อมูล Land Ice เข้ามาในการวิเคราะห์แบบจำลอง

2.1.3.1 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate scenarios)

1. Representative Concentration Pathways 2.6 (RCP 2.6)

RCP 2.6 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซCO₂เทียบเท่าในอัตราต่ำ โดยมีมาตรการควบคุมการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าและลดการปล่อยมลพิษตลอดเวลา โดย RCP 2.6 จะทำการจำลองการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO₂ เทียบเท่าหรือทำการแผ่รังสี 3.1 วัตต์ต่อตารางเมตรและค่อยๆ ลดลงเหลือ 2.6 วัตต์ต่อตารางเมตรจนถึงสิ้นสุดปี ค.ศ. 2100 มีสมมุติฐานดังนี้

- 1.1 ลดการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล
- 1.2 การใช้พลังงานบนโลกในอัตราต่ำ
- 1.3 เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูก โดยใช้พลังงานชีวภาพ
- 1.4 การเลี้ยงปศุสัตว์มีประสิทธิภาพ

2. Representative Concentration Pathways 4.5 (RCP 4.5)

RCP 4.5 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซCO₂เทียบเท่าในอัตราปานกลาง โดยมีการกำหนดมาตรการและนโยบายควบคุมในการลดก๊าซCO₂เทียบเท่ารวมถึงมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยในการตั้งสมมุติฐาน โดย RCP 4.5 จะทำการจำลองการเพิ่มขึ้นของก๊าซCO₂เทียบเท่าหรือทำการแผ่รังสี 4.5 วัตต์ต่อตารางเมตรและมีปริมาณก๊าซ CO₂ เทียบเท่าสูงสุดในปี ค.ศ. 2100 จากนั้นจะอยู่ในระดับคงที่ (stabilization) โดยมีสมมุติฐานดังนี้

- 2.1 การใช้พลังงานบนโลกในอัตราต่ำ
- 2.2 มีการส่งเสริมการปลูกป่าเพื่อลดปัญหาภาวะโลกร้อน
- 2.3 ลดอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกและทุ่งหญ้าในการปศุสัตว์ เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของผลผลิตจากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี
- 2.4 มีนโยบายการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าอย่างเข้มงวด
- 2.5 มีการปล่อยก๊าซมีเทนในระดับคงที่

3. Representative Concentration Pathways 8.5 (RCP 8.5)

RCP 8.5 เป็นการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซCO₂เทียบเท่าในอัตราสูง โดยจะเน้นการใช้พลังงานฟอสซิลเป็นหลักและไม่มีการกำหนดมาตรการและนโยบายควบคุมในการลดก๊าซCO₂เทียบเท่าโดย RCP 8.5 จะทำการจำลองการเพิ่มขึ้นของก๊าซCO₂เทียบเท่าหรือทำการแผ่รังสี 8.5 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีสมมุติฐานดังนี้

- 3.1 เพิ่มอัตราการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกและทุ่งหญ้าในการปศุสัตว์ ซึ่งจะเป็นแรงกระตุ้นในการเพิ่มขึ้นของประชากร
- 3.2 อัตราการพัฒนาทางเทคโนโลยีอยู่ในระดับต่ำ
- 3.3 พึ่งพาการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 มีการใช้พลังงานบนโลกในอัตราที่สูง

3.5 ไม่มีมาตรการหรือนโยบายควบคุมในการลดก๊าซCO₂เทียบเท่า

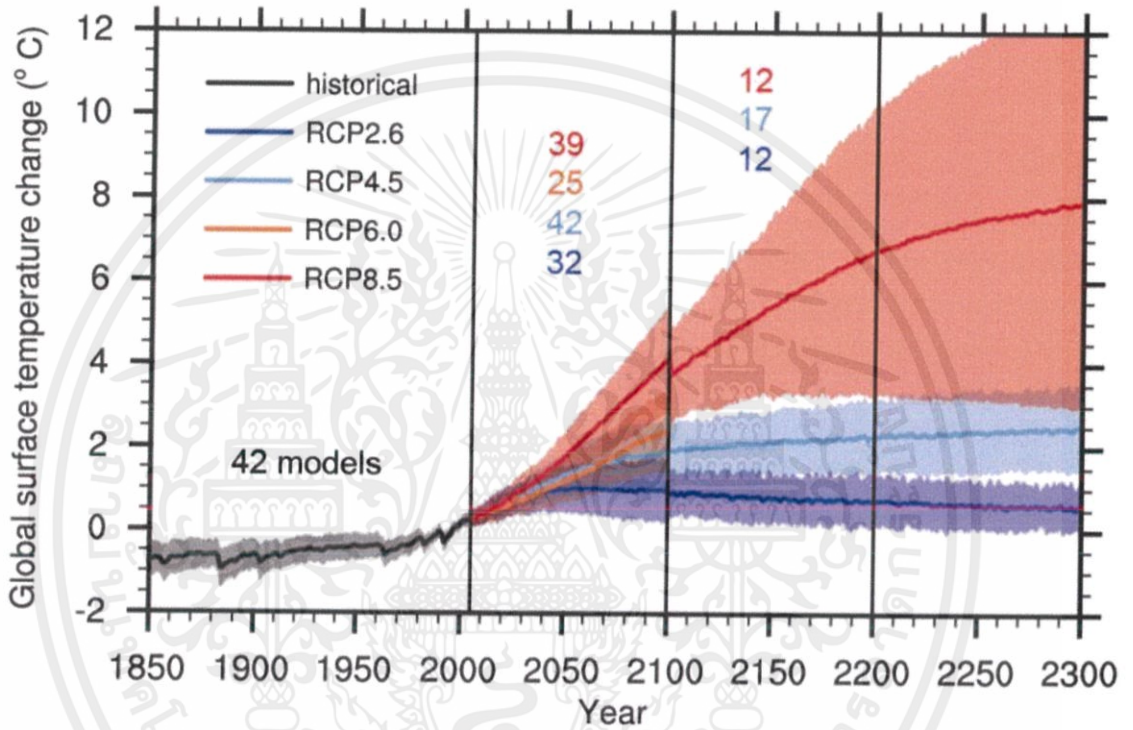
2.1.3.2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในโครงการ CMIP5

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในโครงการ CMIP5 จะแบ่งเป็น 2 ช่วงข้อมูลคือ

1. ข้อมูลในอดีต(Historical) จะเป็นข้อมูลระหว่างปี ค.ศ. 1850-2005

2. ข้อมูลในอนาคต(Future:RCP2.6 RCP4.5 RCP8.5) จะเป็นข้อมูลระหว่างปี ค.ศ. 2005-

2300



รูปที่ 2.4 Representative Concentration Pathways

ที่มา : Karl E. Taylor,2016

2.1.3.3 ตัวอย่างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในโครงการ CMIP5

ตัวอย่างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในโครงการ CMIP5 แสดงในตารางที่ 2.1 จำแนกตามสถาบันวิจัย

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในโครงการ CMIP5

สถาบันวิจัย	แบบจำลอง
Beijing Climate Center, China Meteorological Administration	BCC-CSM1.1
	BCC-CSM1.1(m)
Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	CanAM4
	CanCM4
	CanESM2
Met Office Hadley Centre (additional HadGEM2-ES realizations contributed by Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)	HadCM3
	HadCM3Q
	HadGEM2-A
	HadGEM2-CC
Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M)	MPI-ESM-LR
	MPI-ESM-MR
	MPI-ESM-P
Institute for Numerical Mathematics	INM-CM4
LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	FGOALS-gl
	FGOALS-s2

2.1.4 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้อง

2.1.4.1 The second-generation Canadian Earth System Model (CanESM2)

CanESM2 เป็นแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่ถูกสร้างและพัฒนาโดย Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis (CCCMA) เพื่อใช้ใน CMIP5 แบบจำลองนี้จะมีข้อมูลทั้งสิ้น 56 ชนิด แบ่งเป็นข้อมูลรายวัน เดือน ปี และข้อมูลทั้งหมดถูกแบ่งไว้ตามเส้นกริดไลน์ที่ตัดกัน (Y,X) ครอบคลุมพื้นที่ผิวทั้งหมดของโลกโดยมีเส้นกริดไลน์ (X) แนวอนจำนวน 64 เส้น เริ่มต้นที่เส้นละติจูดที่สิ้นสุดที่ $-87^{\circ} 51' 49.68''$ เส้นละติจูดที่ $87^{\circ} 51' 49.68''$ และมีเส้นกริดไลน์แนวตั้ง(Y) จำนวน 128 เส้น เริ่มต้นที่เส้นลองจิจูดที่ 0° สิ้นสุดที่ เส้นลองจิจูดที่ $357^{\circ} 11' 15''$

2.1.4.2 Hadley Global Environment Model 2 - Atmosphere (HadGEM2-AO)

HadGEM2-AO เป็นแบบจำลองภูมิอากาศ ที่ถูกนำมาพัฒนาโดย Met Office Hadley Centre (MOHC) ภายใต้โครงการ CMIP5 ร่วมกับ The National Institute of Meteorological Research (NIMR) ประเทศเกาหลี แบบจำลองนี้จะมีข้อมูลทั้งสิ้น 35 ชนิดแบ่งเป็นข้อมูลรายวัน เดือน ปี และข้อมูลทั้งหมดมีความละเอียดอยู่ที่ $1.875^{\circ} \times 1.25^{\circ}$ ตามแนวอน และ 38 ระดับตามจากชั้นบรรยากาศ

2.1.4.3 Max Planck Institute for Meteorology Earth System Model LR (MPI-ESM-LR)

MPI-ESM-LR เป็นแบบจำลองที่ครอบคลุมซึ่งประกอบไปด้วยส่วนประกอบของมหาสมุทร บรรยากาศ และพื้นผิวโลก แบบจำลองนี้พัฒนาโดย Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M) เพื่อใช้สำหรับโครงการ CMIP5 ข้อมูลถูกแบ่งไว้ตามเส้นกริดไลน์ที่ตัดกัน (Y, X) ครอบคลุมพื้นที่ผิวโลกทั้งหมด โดยมีเส้นกริดไลน์ (X) แนวอนจำนวน 96 เส้น เริ่มต้นที่เส้นละติจูดที่ $-88^{\circ} 34' 19.56''$ สิ้นสุดที่ เส้นละติจูดที่ $88^{\circ} 34' 19.56''$ และมีเส้นกริดไลน์แนวตั้ง (Y) จำนวน 192 เส้น เริ่มต้นที่เส้นลองจิจูดที่ 0° สิ้นสุดที่เส้นลองจิจูดที่ $358^{\circ} 7' 30''$

2.1.5 การลดขนาดแบบจำลอง (Downscaling)

การลดขนาดแบบจำลอง คือการปรับปรุงแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก(GCMs)ให้มีความแม่นยำต่อสภาพภูมิอากาศของภูมิภาค

การลดขนาดแบบจำลอง (Downscaling) จะประกอบไปด้วย 2 วิธีคือ

1. วิธีการทางสถิติ

วิธีการทางสถิติ คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลจากการคำนวณจากแบบจำลองกับปัจจัยสภาพอากาศที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ตัวอย่างเช่น วิธีการ Principle Component Regression (PCA) Canonical Correlation Analysis (CCA) และArtificial Neural Networks (ANN)

ข้อดี คือ มีความสะดวกรวดเร็ว ในการวิเคราะห์ผล

ข้อเสีย คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลการคำนวณและผลการตรวจอากาศใน อนาคตอาจจะไม่ใช่ความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้เหมือนในอดีต

2. วิธีการทางพลวัต

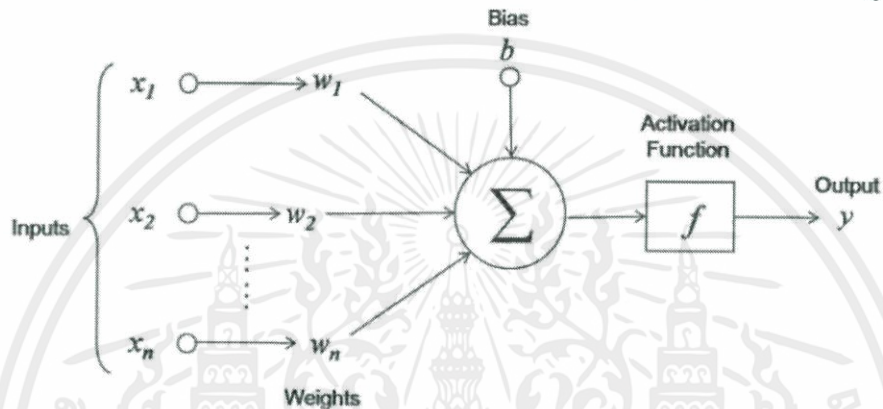
วิธีการทางพลวัตคือ การนำความรู้ทางด้านพลศาสตร์ฟิสิกส์ของบรรยากาศเพื่อจำลองสภาวะภูมิอากาศแบบเดียวกับที่ใช้ ใน GCMs มาสร้างเป็นแบบจำลอง โดยให้บรรยากาศได้มีปฏิสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพของพื้นศึกษาในเชิงภูมิอากาศ ตัวอย่างเช่น PRECIS MM5 และ RegCM3

ข้อดี คือ ให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้อง

ข้อเสีย คือ ใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างนานโดยเฉพาะการคำนวณที่มีความละเอียดสูง

2.1.6 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks : ANN)

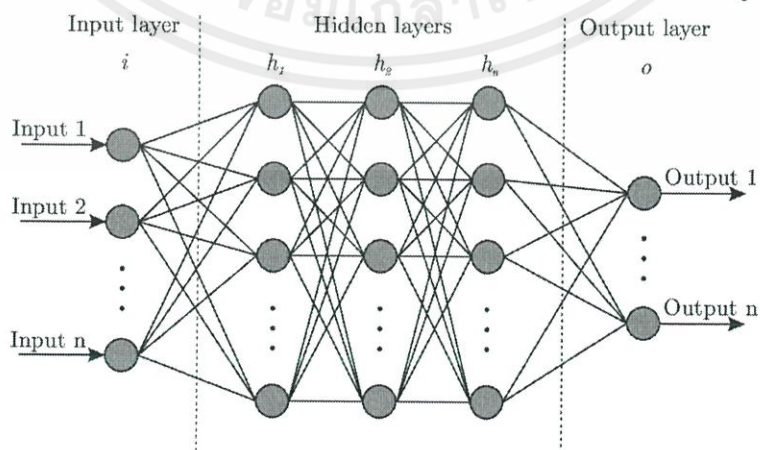
โครงข่ายประสาทเทียมถูกสร้างขึ้นเพื่อการจำลองลักษณะการประมวลผลของระบบประสาทรมนุษย์ด้วยแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และสถิติ (Mathematical and Statistical Model) ซึ่งประกอบด้วย ส่วนของการประมวลผลที่เรียกว่า นิวรอน (Neuron) ทุกๆ นิวรอนสามารถมีข้อมูลป้อนเข้า (Input) ได้หลายค่า แต่ข้อมูลส่งออก (Output) มีได้เพียงค่าเดียว และทุกๆ ข้อมูลส่งออก (Output) จะเชื่อมโยงไปยังข้อมูลป้อนเข้าของนิวรอน (Input) อื่นๆ ภายในโครงข่ายสำหรับการเชื่อมโยงกันภายในระหว่างนิวรอนทุกๆ ข้อมูลป้อนเข้า (Input) จะมีค่าน้ำหนัก (Bias) เป็นตัวกำหนดกำลังของการเชื่อมโยงภายในนิวรอนจะมีฟังก์ชันกำหนดสัญญาณส่งออกที่เรียกว่า ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 Artificial Neural Networks

ที่มา : Geetika saini, 2017

โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยนิวรอนจำนวนมากเชื่อมต่อกัน ซึ่งการเชื่อมต่อแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย เรียกว่า ชั้น (Layer) ชั้นแรกเป็นชั้นข้อมูลป้อนเข้า (Input Layer) ชั้นสุดท้ายเป็นชั้นข้อมูลส่งออก (Output Layer) ส่วนชั้นที่อยู่ ระหว่างชั้นข้อมูลป้อนเข้าและชั้นข้อมูลส่งออก เรียกว่าชั้นซ่อน (Hidden Layer) ซึ่งโดยทั่วไปชั้นซ่อนอาจมีมากกว่า 1 ชั้นก็ได้ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถแบ่งประเภทตามโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมได้ 2 แบบ คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบ ชั้นเดียว (Single Layer) ดังแสดงในรูปที่ 2.5 และโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer) ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 Multilayer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการอ้างอิงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมก็คือ การสอนให้โครงข่ายทำการคำนวณข้อมูลส่งออก (Output) พร้อมกับการปรับปรุณค่าน้ำหนัก (Bias) โดยอาศัยกระบวนการทำซ้ำ (Iterative) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning)

การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) คือการสอนโครงข่ายโดยใช้ข้อมูลป้อนเข้า (Input) และข้อมูลส่งออก (Output) เป็นชุดฝึกสอนควบคู่ (Training pair) โดยการสอนโครงข่ายนั้นจะใช้ชุดฝึกสอนหลายคู่จึงทำให้ข้อมูลส่งออกจริงกับข้อมูลส่งออก (Output) มีความคลาดเคลื่อนกัน โดยโครงข่ายจะต้องมีการปรับค่าน้ำหนัก (Bias) เพื่อลดค่าความแตกต่าง (Error) ระหว่างข้อมูลส่งออกจริงกับข้อมูลส่งออก (Output)

2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning)

การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) คือการสอนโครงข่ายโดยใช้ข้อมูลป้อนเข้า (Input) และหลักการทางสถิติหาค่าทางสถิติของชุดฝึกสอน ทำการจัดกลุ่มข้อมูลออกเป็นระดับต่างๆ โดยโครงข่ายประสาทเทียมจะหาค่าข้อมูลออก (Output)

3. การเรียนรู้เชิงบังคับ (Reinforcement Learning)

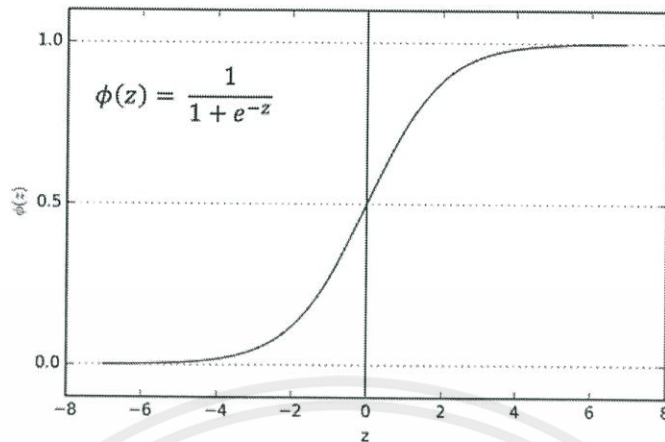
การเรียนรู้เชิงบังคับ (Reinforcement Learning) คือการเรียนรู้แบบมีผู้สอนและไม่มีผู้สอน โดยจะใช้การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนสำหรับข้อมูลป้อนเข้า (Input) และจะใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอนเมื่อได้ข้อมูลส่งออก (Output) แล้ว

สำหรับฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) หรือฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation Function) ถูกแบ่งเป็น 4 ประเภทได้แก่ (1) ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) (2) ฟังก์ชันไม่เชิงเส้น (Non-linear function) (3) ฟังก์ชันสมมาตร (Symmetrical function) และ (4) ฟังก์ชันไม่สมมาตร (Non-symmetrical function)

ฟังก์ชัน Sigmoid เป็นฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation Function) แบบฟังก์ชันไม่เชิงเส้น (Non-linear function) ซึ่งจะมีฟังก์ชันอยู่ในรูปแบบดังสมการที่ 2.1

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (2.1)$$

ข้อมูลส่งออกที่ได้จะเป็นเส้นโค้งรูปตัวเอสมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1



รูปที่ 2.7 ฟังก์ชันซิกมอยด์

ที่มา : <https://phyblas.hinaboshi.com/20161103>

โครงข่ายประสาทเทียม(ANN) ถูกแบ่งตามการเชื่อมต่อของปมประสาทและฟังก์ชันกระตุ้นแบ่งออกเป็น 5 ประเภท

1. ประเภทการคาดเดา (Prediction)

ประเภทการคาดเดา คือการใช้ข้อมูลนำเข้า (Input) เพื่อเดาข้อมูลส่งออก(Output) เช่น Back-propagation, Delta Bar Delta, Extended Delta Bar Delta, Directed Random Search, Higher Order Neural Networks และ Self-organizing map into Back-propagation

2. ประเภทการจัดหมวดหมู่ (Classification)

ประเภทการจัดหมวดหมู่ คือการใช้ข้อมูลนำเข้าเพื่อกำหนดการจัดหมวดหมู่ เช่น Learning Vector Quantization, Counter-propagation และ Probabilistic Neural Networks

3. ประเภทการเชื่อมโยงข้อมูล (Data Association)

ประเภทการเชื่อมโยงข้อมูล คือการใช้ข้อมูลนำเข้าเพื่อกำหนดการจัดหมวดหมู่แต่จะจดจำข้อมูลที่มีค่า Error เช่น Hopfield, Boltzmann Machine, Hamming Network และ Bidirectional associative Memory

4. ประเภทกระบวนการสร้างความคิด(Data Conceptualization)

ประเภทกระบวนการสร้างความคิด คือการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า(Input)เพื่อจัดกลุ่ม เช่น Adaptive Resonance Network และ Self Organization Map

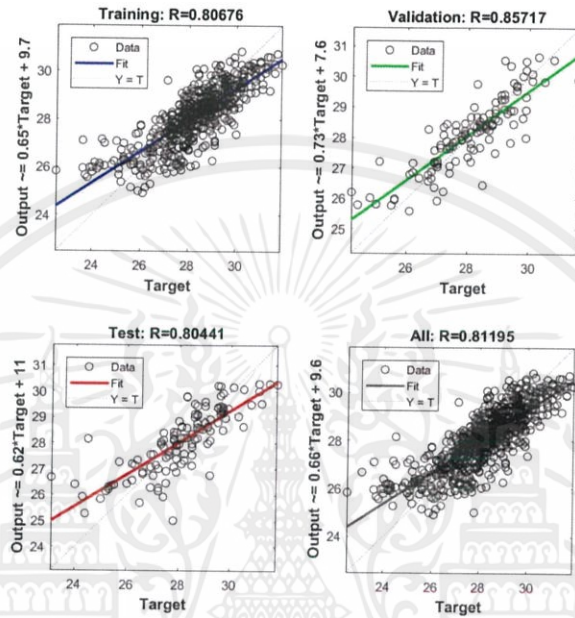
5. ประเภทการกลั่นกรองข้อมูล (Data Filtering)

ประเภทการกลั่นกรองข้อมูล คือการทำให้ข้อมูลนำเข้ามีความสม่ำเสมอเช่น Recirculation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

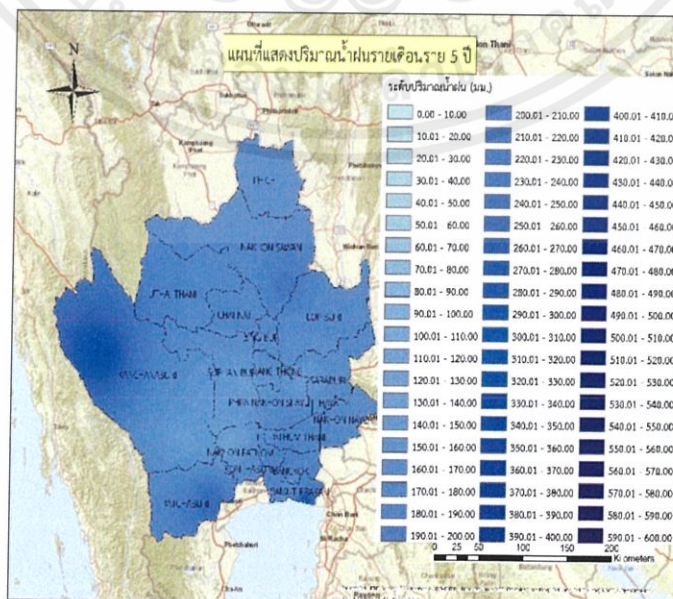
การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ เป็นการศึกษาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรสองตัวโดยเครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) นิยมเขียนแทนด้วย r โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 กับ 1 ถ้า r มีค่าใกล้ 1 แสดงว่า ตัวแปรสองตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันมากและมีทิศทางเดียวกัน ถ้า r มีค่าใกล้ -1 แสดงว่า ตัวแปรสองตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันมากเช่นกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน ถ้า X และ Y มีความสัมพันธ์กันน้อย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r จะเข้าใกล้ 0



รูปที่ 2.8 Correlation Coefficient ของแบบจำลองอนุกรม

2.1.8 การประมาณค่าในช่วง (Interpolation)

การประมาณค่าในช่วงเป็นการทำนายค่าให้กับเซลล์ใน Raster ดังแสดงในรูปที่ 2.9 โดยใช้ข้อมูลจุดที่มีอยู่อย่างจำกัด ด้วยวิธีการนี้สามารถใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบได้จากจุดใดๆ ทางภูมิศาสตร์ได้เช่นการประมาณค่า ความสูง ปริมาณน้ำฝน การกระจายตัวของสารเคมี ระดับเสียงรบกวน



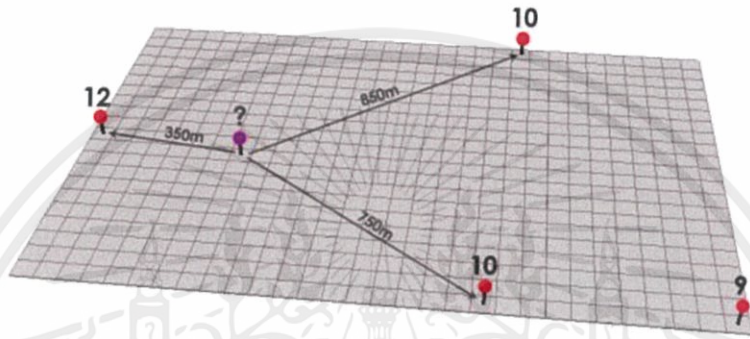
รูปที่ 2.9 Interpolation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งาน เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8.1 Inverse Distance Weighting (IDW)

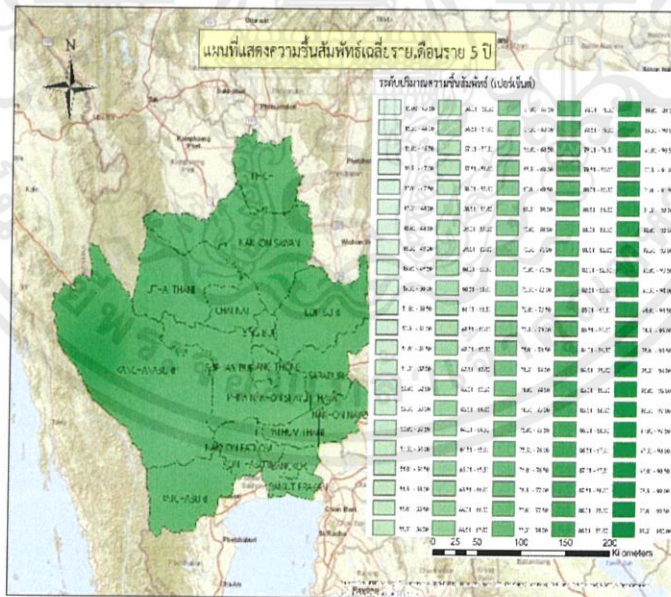
Inverse Distance Weighting (IDW) เป็นวิธีการประมาณค่า Raster ดังรูปที่ 2.10 โดยทำการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่สามารถส่งผลกระทบไปยังจุดที่ต้องการประมาณค่า ซึ่งจะมีผลกระทบน้อยลงเรื่อยๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไปจากจุดที่ต้องการประมาณค่า การประมาณค่าแบบ IDW นั้นถูกอธิบายในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ ดังสมการที่ 2.2

$$Z(x) = \frac{\sum Wi zi}{\sum Wi} \tag{2.2}$$



รูปที่ 2.10 Inverse Distance Weighting

ที่มา : <https://gisgeography.com/inverse-distance-weighting->



รูปที่ 2.11 Raster Interpolation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 ดัชนีชี้วัด (Indices)

2.1.9.1 Standardized Precipitation Index (SPI)

Standardized Precipitation Index (SPI) เป็นดัชนีชี้วัดความแห้งแล้งและความชุ่มชื้นของพื้นที่ โดยใช้ปริมาณน้ำฝนในการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ในหลายช่วงเวลา ได้แก่ 1, 3, 6, 9 และ 12 เดือน ดังแสดงในสมการที่ 2.3

$$SPI = \frac{X_{ij} - X_{im}}{\sigma} \quad (2.3)$$

โดยที่	X_{ij}	คือ	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์
	X_{im}	คือ	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของทุกสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์
	σ	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 2.2 ระดับความรุนแรงของดัชนี SPI

ค่าดัชนี SPI	ระดับความเสี่ยง
มากกว่าหรือเท่ากับ 2	ฝนตกมากที่สุด
1.50 ถึง 1.99	ฝนตกมาก
1.00 ถึง 1.49	ฝนตกปานกลาง
-0.99 ถึง 0.99	ฝนตกใกล้เคียงค่าปกติ
-1.00 ถึง -1.49	ฝนแล้งปานกลาง
-1.50 ถึง -1.99	ฝนแล้งรุนแรง
น้อยกว่าหรือเท่ากับ -2	ฝนแล้งรุนแรงที่สุด

ที่มา : พัฒนา วิจิตรพงษ์สกุล, 2016

2.1.9.2 Rainfall Anomaly Index (RAI)

Rainfall Anomaly Index เป็นดัชนีชี้วัดความถี่และความเข้มข้นของปีที่เกิดฝนตกโดยใช้ปริมาณน้ำฝนมาวิเคราะห์ ค่า RAI รายเดือนสามารถนำมาวิเคราะห์การกระจายตัวของฝนในปีที่เกิดความผิดปกติ ดังแสดงในสมการที่ 2.4 และ 2.5

$$RAI = 3 \left[\frac{N - \bar{N}}{M - \bar{N}} \right] \quad \text{สำหรับ positive anomalies} \quad (2.4)$$

$$RAI = -3 \left[\frac{N - \bar{N}}{\bar{X} - \bar{N}} \right] \quad \text{สำหรับ negative anomalies} \quad (2.5)$$

โดย N คือ ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในปัจจุบัน(มม.)
 \bar{N} คือ ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในอดีต(มม.)
 \bar{M} คือ ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 10 เดือนที่มากที่สุดในอดีต(มม.)
 \bar{X} คือ ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 10 เดือนที่น้อยที่สุดในอดีต(มม.)

ตารางที่ 2.3 ระดับความรุนแรงของดัชนี RAI

ค่าดัชนี RAI	การจำแนก
มากกว่า 4	มีความชื้นมากที่สุด
2 ถึง 4	มีความชื้นมาก
0 ถึง 2	มีความชื้น
-2 ถึง 0	แห้ง
-4 ถึง -2	แห้งมาก
น้อยกว่า -4	แห้งมากที่สุด

ที่มา : Juliana Alcântara Costa e Gláuber Pontes Rodrigues, 2017

2.1.9.3 Heat Index (HI)

Heat Index (HI) คืออุณหภูมิที่ทำให้คนรู้สึกได้ว่าขณะนั้นอากาศเป็นอย่างไรหรืออุณหภูมิที่ปรากฏในขนาดนั้นเป็นอย่างไร โดยจะใช้ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศดาวเคราะห์

$$HI = -42.38 + 2.049T + 10.14R - 0.2248TR - 6.838 \times 10^{-3}T^2 - 5.482 \times 10^{-2}R^2 + 1.228 \times 10^{-3}T^2R + 8.528 \times 10^{-4}TR^2 - 1.99 \times 10^{-6}T^2R^2 \quad (2.6)$$

โดยที่ HI คือ ดัชนีความร้อน(องศาฟาเรนไฮต์)
T คือ อุณหภูมิคุ้มแห้ง(องศาฟาเรนไฮต์)
R คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

ตารางที่ 2.4 การจำแนกความรุนแรงด้วยดัชนี HI

	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
40	80	81	83	85	88	91	94	97	101	105	109	114	119	124	130	136
45	80	82	84	87	89	93	96	100	104	109	114	119	124	130	137	
50	81	83	85	88	91	95	99	103	108	113	118	124	131	137		
55	81	84	86	89	93	97	101	106	112	117	124	130	137			
60	82	84	88	91	95	100	105	110	116	123	130	137				
65	82	85	89	93	98	103	108	114	121	126	136					
70	83	86	90	95	100	105	112	119	126	134						
75	84	88	92	97	103	109	116	124	132							
80	84	89	94	100	106	113	121	129								
85	85	90	96	102	110	117	126	135								
90	86	91	98	105	113	122	131									
95	86	93	100	108	117	127										
100	87	95	103	112	121	132										

อุณหภูมิ (องศาฟาเรนไฮต์)

เตือนระวัง
 ระวังรุนแรง
 อันตราย
 อันตรายรุนแรงมาก

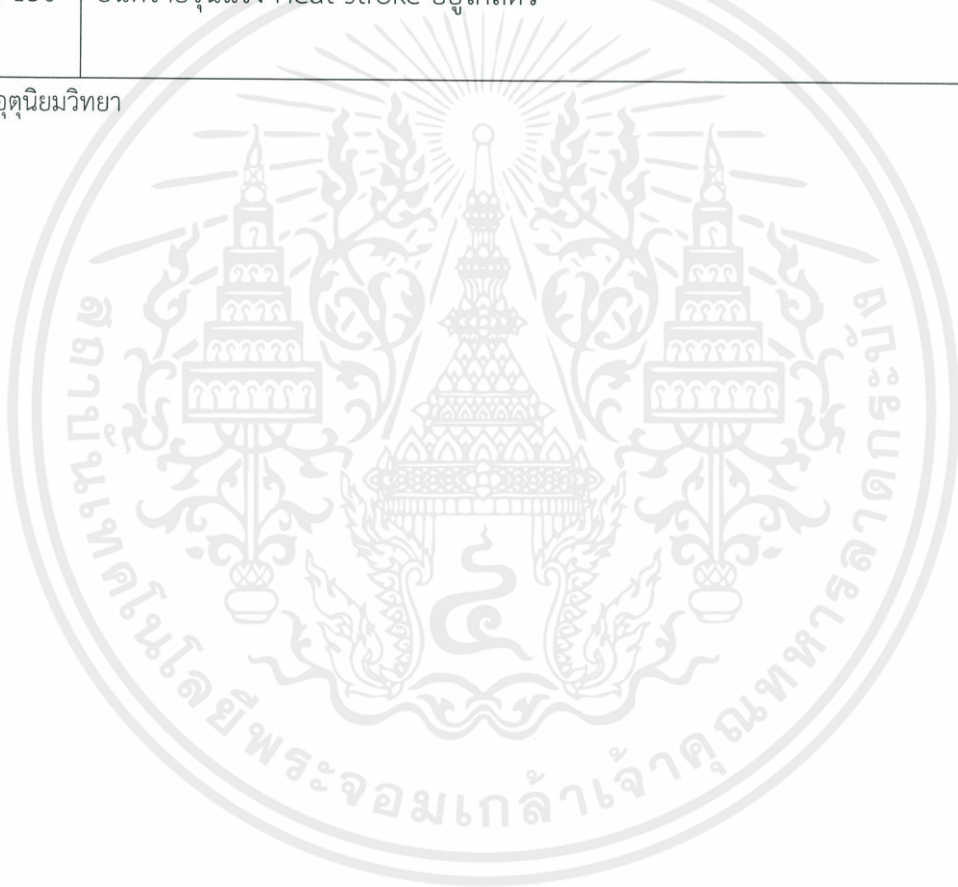
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_index

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การจำแนกผลกระทบด้วยดัชนี HI

องศาฟาเรนไฮต์	ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต
80 – 90	เดือนระวัง-ความเมื่อยล้าที่อาจเกิดขึ้นได้เป็นเวลายาวนานเมื่อได้มีการสัมผัสกับอากาศที่ร้อนและมีกิจกรรมที่ต่อเนื่องที่อาจทำให้เกิดอาการปวดแสบปวดร้อน
90 – 105	เดือนระวังรุนแรง-อาการปวดแสบปวดร้อนและความอ่อนเพลียหรือเหนื่อยล้าที่อาจเกิดขึ้นได้ การทำกิจกรรมที่ต่อเนื่องอาจทำให้เกิดจังหวะของความร้อนที่เรียกว่า Heatstroke
105 – 130	อันตราย-อาการปวดแสบปวดร้อนและความอ่อนเพลียหรือเหนื่อยล้า จะเหมือนกับ Heat stroke ที่เป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อมีการกระทำกิจกรรมต่อเนื่อง
มากกว่า 130	อันตรายรุนแรง-Heat stroke อยู่ใกล้ตัว

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 CMIP5

ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มของผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมและค้นคว้าบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลองในโครงการ CMIP5 โดย (Lin Wang, 2013) ได้ทำการคาดการณ์อุณหภูมิ น้ำฝน และสถานะแห้งแล้งในประเทศจีนโดยใช้ข้อมูลจาก CMIP5 โดยผลลัพธ์ที่ได้พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละปีจะเพิ่มขึ้น $0.8 - 1.6^{\circ}\text{C}$, $1.5 - 2.7^{\circ}\text{C}$, $1.9 - 3.3^{\circ}\text{C}$ ในช่วงเวลา ค.ศ. 2010-2039, 2040-2069, และ 2070-2099 ตามลำดับ และจากข้อมูลในโมเดลทำให้ทราบว่าปริมาณน้ำฝนในภาคเหนือของจีนจะเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา ค.ศ.2010-2039 และจากข้อมูลทำให้คาดว่าความแห้งแล้งจะมีความรุนแรงมากขึ้นภายใต้ RCP8.5 มากกว่า RCP4.5 ในช่วงปี ค.ศ.2040-2069 และ ค.ศ.2070-2099 ในขณะที่ (K. R. Sperber, 2012) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อมูลแบบจำลองในโครงการ CMIP5 และ CMIP3 ในช่วง 20 ปีสำหรับการประเมินมรสุมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

2.2.2 แบบจำลอง CanESM2

ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มของผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมและค้นคว้าบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลอง CanESM2 โดย (Abdulkerim B. Serur, 2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความพร้อมใช้งานของน้ำในกลุ่มน้ำเวียบทางตะวันออกเฉียงใต้ของเอธิโอเปียโดยผลลัพธ์ที่ได้พบว่าในอนาคตสภาพอากาศของเอธิโอเปียจากการคาดการณ์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น $0.9 - 1.1^{\circ}\text{C}$ ในปี 2030 , $1.7 - 2.1^{\circ}\text{C}$ ในปี 2050 และ $2.7 - 3.4^{\circ}\text{C}$ ในปี 2080 ในขณะที่ (J. C. Fyfe, 2012) ก็ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของมนุษย์ที่มีผลต่อปริมาณฝนในฤดูร้อนของซีกโลกใต้และพบว่าความแห้งแล้งในระดับกลางและความชื้นในระดับสูงทางตอนใต้ในช่วงครึ่งศตวรรษที่ผ่านมาที่มีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสารที่ทำให้โอโซนลดลง

2.2.3 แบบจำลอง HadGEM2-AO

ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มของผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมและค้นคว้าบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลอง HadGem2-AO โดย (Eun-Soon Im, 2015) ได้ทำการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในประเทศเกาหลีใต้ในสภาวะ RCP แตกต่างกันได้แก่ RCP2.6 RCP4.5 RCP8.5 โดยใช้แบบจำลอง HadGEM2-AO ในขณะที่ (Hee-Jeong Baek, 2013) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในศตวรรษที่ 21 ที่ถูกสร้างโดย HadGEM2-AO ในสภาวะ RCP ที่แตกต่างกัน

2.2.4 แบบจำลอง MPI-ESM

ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มของผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมและค้นคว้าบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลอง MPI-ESM โดย (C. H. Reick, 2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินที่มีผลมาจากธรรมชาติและการทำงานของมนุษย์โดยใช้แบบจำลอง MPI-ESM

ในขณะเดียวกัน (Marco A. Giorgetta, 2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศและวัฏจักรคาร์บอนโดยใช้แบบจำลอง MPI-ESM จาก CMIP5 โดยผลลัพธ์ที่ได้พบว่าในช่วงปี 2080 ถึง 2100 อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 1.5°C ใน RCP2.6 และ 4.4°C ใน RCP 8.5

2.2.5 การลดขนาด GCMs

ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มของผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมและค้นคว้าบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดขนาดข้อมูล GCMs โดย (R.Charlton, 2001) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและแหล่งน้ำในประเทศไอร์แลนด์โดยมีวิธีการตรวจสอบขั้นแรกคือการใช้การลดขนาดข้อมูล GCMs เช่นเดียวกับ (R. J. Dahm, 2016) ที่ได้นำวิธีการลดขนาด GCM มาใช้เพื่อประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศที่มีผลต่อปริมาณน้ำฝนและประยุกต์ใช้กับกลุ่มแม่น้ำ Brahmani-Baitarani

2.2.6 การลดขนาดแบบจำลองด้วย ANN

ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มของผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมและค้นคว้าบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดขนาดข้อมูล ANN โดย (Minh Tue Vu, 2015) ได้ใช้วิธีการลดขนาดข้อมูลน้ำฝนด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะตกในกรุงเทพมหานครในอนาคต ในขณะเดียวกัน (Nam Do Hoai, 2010) ได้ใช้วิธีการลดขนาดข้อมูลพยากรณ์อากาศทั่วโลกด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อคาดการณ์อุทกภัย

2.2.7 การประมาณค่าในช่วงด้วยวิธี IDW

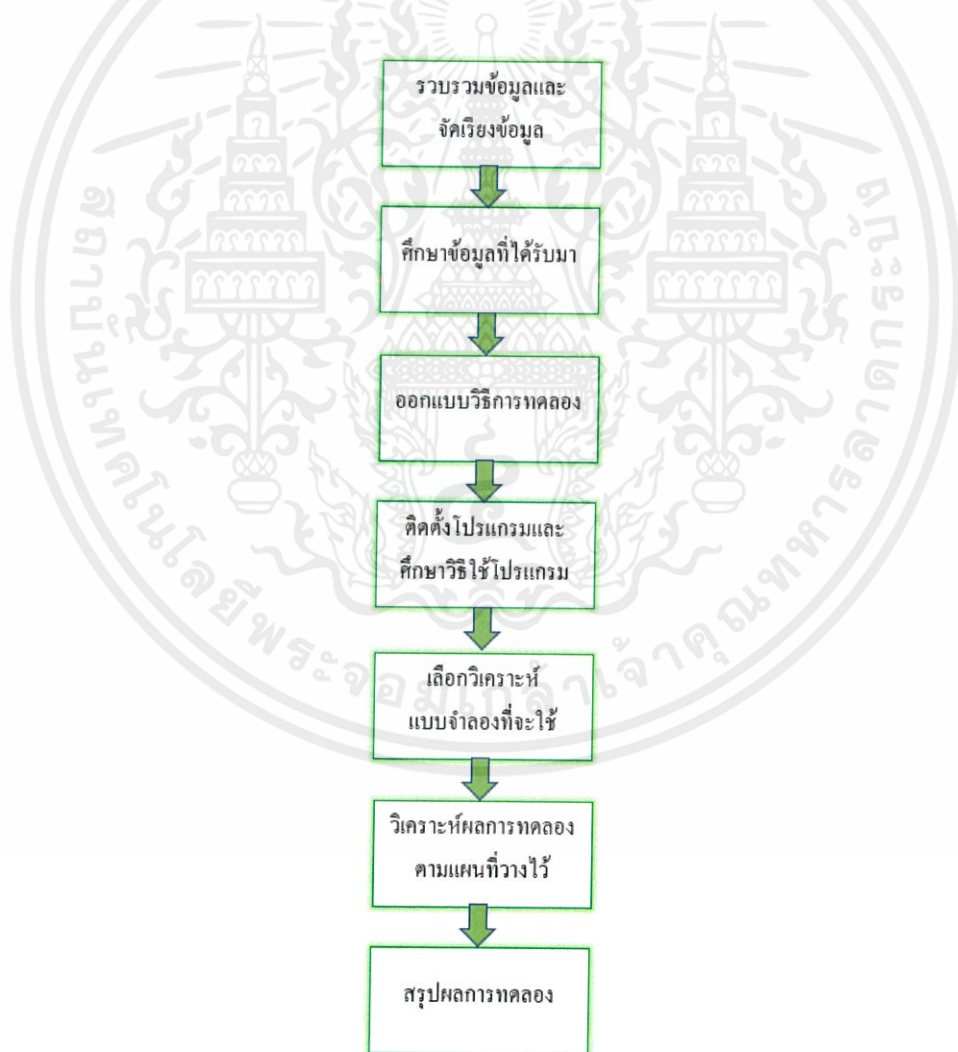
ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มของผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมและค้นคว้าบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าด้วยวิธี IDW โดย (M. Gemmer, 2003) ได้ใช้การประมาณค่าด้วยวิธี IDW เพื่อใช้สังเกตการณ์แนวโน้มปริมาณฝนรายเดือนของประเทศจีนในปี 1951 ถึง 2002 ในขณะเดียวกัน (Feng-Wen Chen, 2011) ก็ได้ใช้วิธีการประมาณค่าด้วยวิธี IDW ในการประมาณปริมาณการกระจายน้ำฝนเชิงพื้นที่ในภาคกลางของไต้หวัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนแรกของงานวิจัย คือ การรวบรวมข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลตัวแปรสภาพอากาศบริเวณภาคกลางของประเทศไทย 5 ชนิด ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ความเร็วลมในทิศเหนือ ความเร็วลมในทิศตะวันออก ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งข้อมูลแต่ละข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนำมาจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจากการดาวน์โหลดข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ของ Department of Energy Lawrence Livermore National Laboratory โดยใช้ข้อมูลของ Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) โดยข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลตั้งแต่ปีค.ศ. 1951 ถึง ค.ศ.2100 และข้อมูลที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีทิศทางแบ่งข้อมูลเป็น 5 ชนิด ได้แก่ อุณหภูมิตั้งหม้อเฉลี่ย ปริมาณฝนรวม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ความเร็วลมเฉลี่ยและทิศทางลม



รูปที่ 3.1 รูปภาพแสดงขั้นตอนของงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ข้อมูลสำรวจตัวแปรทางภูมิอากาศ

นำข้อมูลสำรวจตัวแปรทางภูมิอากาศย้อนหลังบริเวณภาคกลางของประเทศไทยตั้งแต่ปีค.ศ. 1951 ถึง ค.ศ. 2018 จากกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทย ซึ่งมีทั้งหมด 5 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยซึ่งค่าที่ได้อยู่ในหน่วย °C ความเร็วลมเฉลี่ยซึ่งค่าที่ได้อยู่ในหน่วย knot ทิศทางลม ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยซึ่งค่าที่ได้อยู่ในหน่วย ร้อยละ และ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนซึ่งค่าที่ได้อยู่ในหน่วย mm/month

3.1.2 ข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีตรวจวัด

นำข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีตรวจวัดบริเวณภาคกลางของประเทศไทย มาจากกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทยโดยข้อมูลที่อยู่สถานีตรวจวัดถูกแสดงในรูปพิกัด ละติจูด (Latitude) ลองจิจูด (Longitude) และ ค่าระดับ (Elevation) โดยแบ่งเป็นจำนวน 20 สถานี ดังนี้

400201 นครสวรรค์	ละติจูด 15.672	ลองจิจูด 100.132	ค่าระดับ 33.91
400301 ตากฟ้า สกษ.	ละติจูด 15.349	ลองจิจูด 100.530	ค่าระดับ 86.67
402301 ชัยนาท สกษ.	ละติจูด 15.150	ลองจิจูด 100.183	ค่าระดับ 15
415301 อยุธยา	ละติจูด 14.535	ลองจิจูด 100.725	ค่าระดับ 8
419301 ปทุมธานี สกษ.	ละติจูด 14.100	ลองจิจูด 100.617	ค่าระดับ 6
424301 ราชบุรี	ละติจูด 13.489	ลองจิจูด 99.792	ค่าระดับ 5
425201 สุพรรณบุรี	ละติจูด 14.474	ลองจิจูด 100.139	ค่าระดับ 7.23
425301 อุทอง สกษ.	ละติจูด 14.304	ลองจิจูด 99.865	ค่าระดับ 6
426201 ลพบุรี	ละติจูด 14.800	ลองจิจูด 100.645	ค่าระดับ 10
426401 บัวชุม	ละติจูด 15.267	ลองจิจูด 101.187	ค่าระดับ 49.28
429201 นำร่อง	ละติจูด 13.394	ลองจิจูด 100.599	ค่าระดับ 14
429301 สมุทรปราการ สกษ.	ละติจูด 13.517	ลองจิจูด 100.762	ค่าระดับ 1.44
429601 สนามบินสุวรรณภูมิ	ละติจูด 13.686	ลองจิจูด 100.768	ค่าระดับ 0.96
450201 กาญจนบุรี	ละติจูด 14.023	ลองจิจูด 99.536	ค่าระดับ 27.53
450401 ทองผาภูมิ	ละติจูด 14.742	ลองจิจูด 98.636	ค่าระดับ 97.36
451301 นครปฐม	ละติจูด 14.012	ลองจิจูด 99.970	ค่าระดับ 7.46
455201 กรุงเทพมหานคร	ละติจูด 13.726	ลองจิจูด 100.560	ค่าระดับ 3.01
455203 กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย	ละติจูด 13.707	ลองจิจูด 100.568	ค่าระดับ 2.8
455301 กรุงเทพฯ บางนา สกษ.	ละติจูด 13.666	ลองจิจูด 100.606	ค่าระดับ 3
455601 สนามบินดอนเมือง	ละติจูด 13.919	ลองจิจูด 100.605	ค่าระดับ 12

3.1.3 ข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศระดับมหภาค (Global Climate model ; GCMs)

นำข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกผ่านทางเว็บไซต์ของ Department of Energy Lawrence Livermore National Laboratory โดยใช้ข้อมูลของ Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) โดยมีทั้งสิ้น 5 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนซึ่งค่าที่ได้อยู่ในหน่วย องศาเซลเซียส ความเร็วลมในทิศตะวันออกและความเร็วลมในทางทิศเหนือซึ่งค่าที่ได้อยู่ในหน่วย m/s ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนซึ่งค่าที่ได้อยู่ในหน่วย ร้อยละ และ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนซึ่งค่าที่ได้อยู่ในหน่วย kg/m²/s ตั้งแต่ปีค.ศ. 1951 ถึง ค.ศ. 2100 โดยแบบจำลองที่เลือกใช้ในการวิจัยมี 3 แบบจำลอง คือ CanESM2 MPI-ESM-LR และ HadGEM2_AO โดยได้ข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลในรูปแบบ ฐานข้อมูล .NC และโปรแกรม RStudio ในการเปิดข้อมูล โดยเลือกศึกษาข้อมูลในพิกัดที่ครอบคลุมทั้ง 20 สถานีของภาคกลางประเทศไทย

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศ

คือการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก กับ ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา บริเวณภาคกลางของประเทศไทยรวมทั้งสิ้น 18 จังหวัด 20 สถานี เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็นวิเคราะห์ข้อมูลดิบ วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลของแบบจำลองกับข้อมูลสำรวจ

3.2.1 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลในอดีตและข้อมูลในปัจจุบัน

คือการดูการกระจายตัวของข้อมูลเชิงสถิติว่าข้อมูลสภาพอากาศในอดีตและปัจจุบันที่ได้มา มีการกระจายตัวมากน้อยเพียงใด โดยวิเคราะห์จากตัวแปรทางสถิติ เช่น วิเคราะห์ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดของข้อมูลโดยวิเคราะห์เปรียบเทียบกันของข้อมูลในอดีตกับข้อมูลในปัจจุบันว่ามีแนวโน้มในรูปแบบใด

3.2.2 ลักษณะการเลื่อนตัวของฤดูกาล

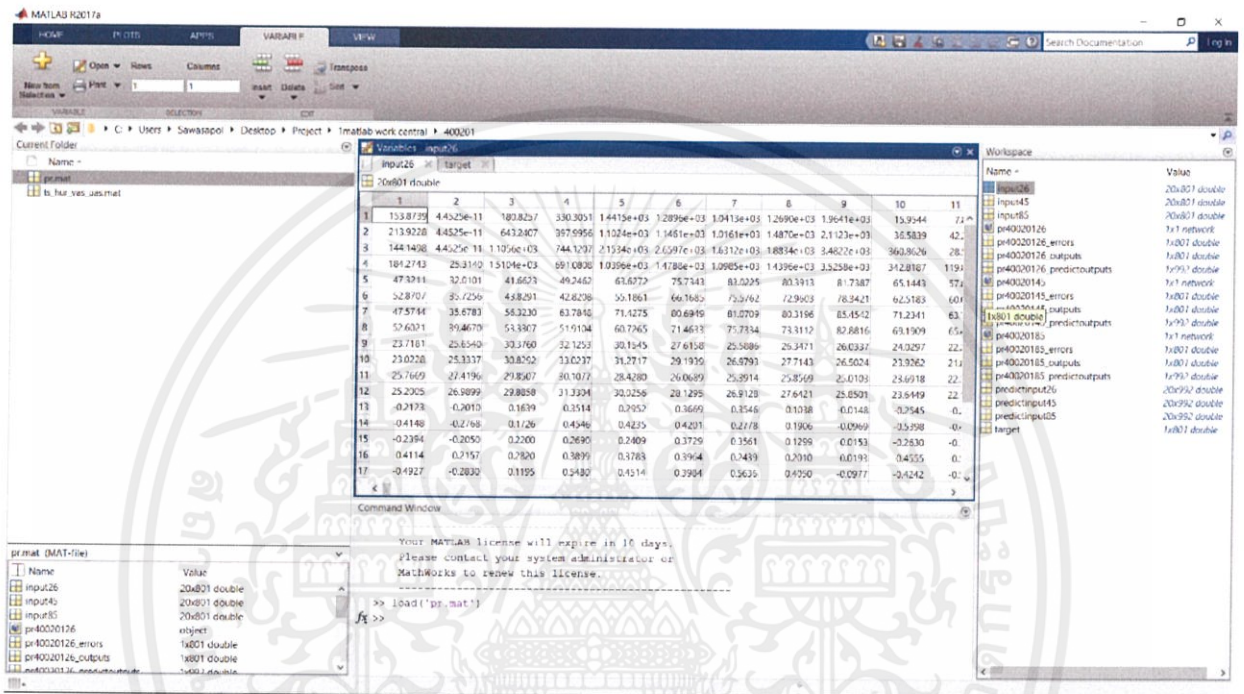
คือการวิเคราะห์ข้อมูลการเลื่อนของฤดูกาลจากตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่ได้มา ว่ามีการเลื่อนของฤดูกาลในช่วงใดบ้าง และเลื่อนมากน้อยสามารถพิจารณาได้จากข้อมูลแสดงการกระจายตัวของภูมิอากาศในอดีตที่เราต้องการทราบ เช่น ดูจากข้อมูลอุณหภูมิในเดือนมกราคม ค.ศ.2015 กับ ว่ามีการกระจายตัวของอุณหภูมิแตกต่างจากเดือนมกราคม ค.ศ. 2016 โดยวิเคราะห์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เพราะอุณหภูมิสามารถบอกได้ว่าการเลื่อนตัวของฤดูกาลหรือไม่

3.3 นำเข้ากระบวนการเรียนรู้ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

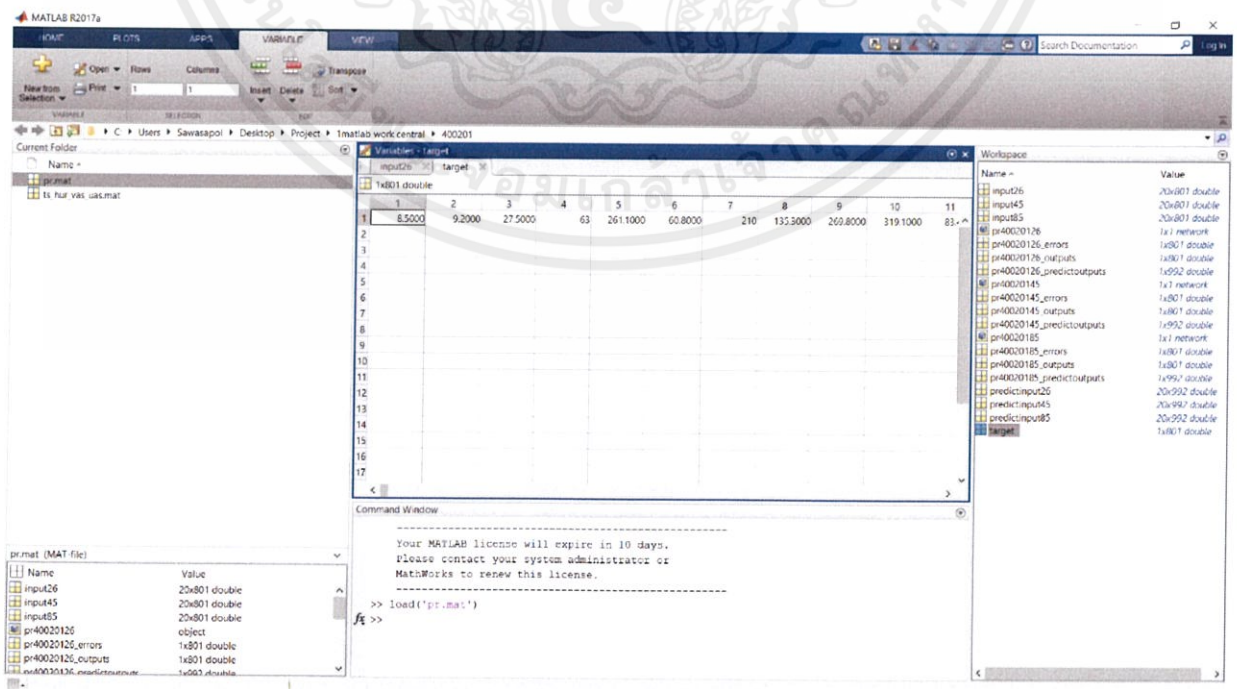
คือการนำเข้าข้อมูลสภาพอากาศผ่านระบบโครงข่ายประสาทเทียม โดยแบ่งเป็น ข้อมูลนำเข้าจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Input) และ ข้อมูลตัวอย่างจากสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา (Target) บริเวณภาคกลางของประเทศไทย เพื่อหาความสัมพันธ์และทำนายข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Output)

3.3.1 รูปแบบการนำเข้าข้อมูล

ทำการจัดการข้อมูลก่อนนำเข้าข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเมทริกซ์ (Matrix) เก็บข้อมูลเป็นตารางข้อมูลอินพุต (input) โดยข้อมูลที่ใช้เป็นจำนวนจริง (Float) หากเป็นค่าที่ถูกเก็บอยู่ในรูปแบบตัวอักษร (String) จะต้องแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่ ANN กำหนด เช่น การนำเข้าข้อมูลความเร็วลมในทิศต้องแปลงความเร็วลมจากกรมอุตุนิยมวิทยาให้มีทิศทางในแนวแกนทิศเหนือ และ ทิศตะวันออก เช่นเดียวกับข้อมูลของ GCM ด้วยวิธีการแตกแรงของเวกเตอร์



รูปที่ 3.3 รูปภาพแสดงตัวอย่างการนำเข้าข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งาน เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.2 รูปภาพการนำเข้าข้อมูลแบบตารางซึ่งแบ่งเป็นข้อมูล Input และ Target เพื่อหา ข้อมูล Output ออกมา
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ชนิดของตัวแปรและขั้นตอนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

ชนิดของตัวแปรที่เรานำเข้าการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบจำนวนจริง (Float) ซึ่งนำมาเข้ากระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

3.4 การตรวจทานผลลัพธ์จากแบบจำลองมหภาค

คือการตรวจทานผลลัพธ์ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ลดขนาด กับ ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทย ในอดีตว่าข้อมูลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์จากแบบจำลองมหภาคมีความจำเป็นต้องลดขนาดหรือไม่

3.5 ลักษณะผลลัพธ์จากการลดขนาดแบบจำลองด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมจะสามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลออกมาเป็นรูปแบบ ชุดของข้อมูลที่ออกมาในรูปแบบผลลัพธ์ตามระยะเวลาเป็นแบบ Value ที่ประเภทข้อมูลที่เก็บข้อมูลเป็นชุดลำดับเรียงต่อกัน ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกของผลลัพธ์ในกรณีที่เราต้องการจัดการข้อมูลประเภทเดียวกันเป็นจำนวนมาก

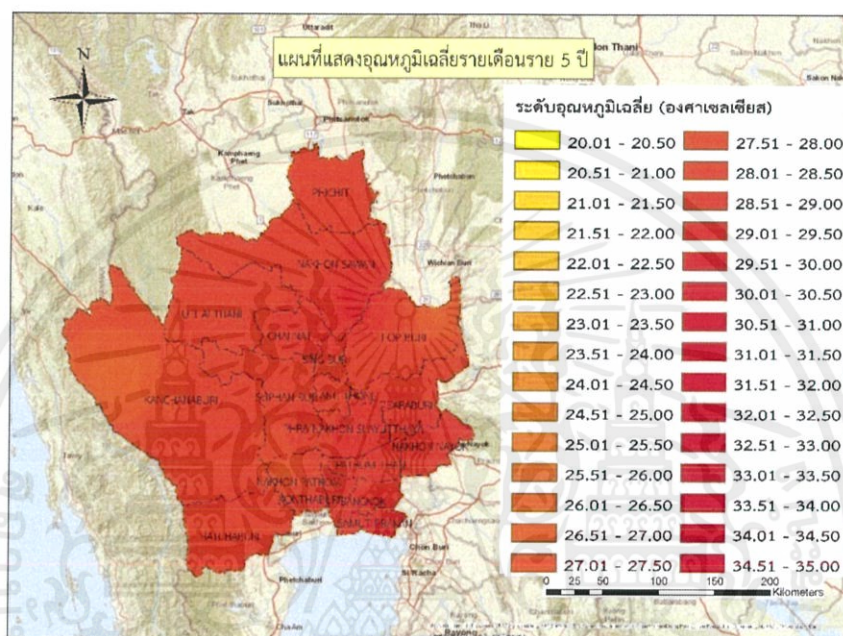
3.5.1 การสอบเทียบและตรวจทานผลลัพธ์จากแบบจำลองที่ลดขนาด

นำผลลัพธ์ที่ได้ค่าออกมาแล้วนำไปสอบเทียบเพื่อตรวจทานผลลัพธ์ว่าผลลัพธ์ของข้อมูลที่ออกมามีความถูกต้อง และสามารถนำไปนำไปใช้ในการพยากรณ์ได้อย่างมีนัยยะ โดยตรวจผ่านตัวแปรทางสถิติ Correlation Coefficient : R ถ้าไม่ผ่านต้องแก้ค่าน้ำหนัก (Weight) และค่าเบี่ยงเบน (Bias) แล้วทำการนำเข้าผ่านระบบโครงข่ายประสาทเทียมใหม่ โดยค่าที่ยอมรับได้มีค่า Correlation Coefficient : $R \geq 0.7$

3.6 จัดทำการแสดงผลข้อมูล

3.6.1 แผนที่แสดงการกระจายตัวของภูมิอากาศในอนาคต

การจัดทำแผนที่ทำโดยใช้ข้อมูลจากการที่ได้ทำการลดขนาดมาแล้วนำมาเฉลี่ยค่ารายเดือนราย 5 ปีจะได้ออกมาเป็นแผนที่แต่ละเดือนดังรูป



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างแผนที่อุณหภูมิอากาศกลางเดือนมกราคม ค.ศ.2018 ถึง 2022 RCP 2.6 แบบจำลอง MPI-ESM-LR

3.6.2 กราฟแสดงการกระจายตัวของตัวแปรทางภูมิอากาศ

หลังจากเราได้ทำการจัดทำการแสดงผลข้อมูลเป็นแผนที่ตัวแปรแต่ละชนิดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลมาแสดงในรูปแบบกราฟเป็นรายเดือนเฉลี่ย 5 ปี ในช่วงเวลา 5 ปี ที่เราทำนายเพื่อดูว่าข้อมูลที่แสดงออกมาในรูปแบบกราฟว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลที่สัมพันธ์กันอย่างไร

3.6.3 การนำขึ้นเว็บไซต์

ข้อมูลที่ได้จากการแสดงผลออกมาทั้งในรูปแบบแผนที่ และแบบกราฟซึ่งมีข้อมูลจำนวนมาก เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา และนำไปใช้ จึงมีการสร้างเว็บไซต์ให้บุคคลภายนอก และผู้เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง

4.1.1 แบบจำลอง CanESM2

4.1.1.1 ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2

ปริมาณฝนรวมรายเดือนในหน่วย มม. จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.1 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2017-ปี ค.ศ. 2100 ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นรายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนกรกฎาคมปี ค.ศ. 2018

วันที่	สถานี 455201			สถานี 455203			สถานี 455301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
01/2017	0.62	2.42	4.33	3.96	4.82	-1.41	0.72	-0.25	-0.54
02/2017	-0.91	-0.99	1.72	-1.01	0.85	0.78	-0.48	1.89	0.85
03/2017	1.76	0.09	-1.28	-0.91	1.09	0.48	-2.01	1.05	-0.89
04/2017	-0.14	-0.61	-0.41	-0.34	-2.36	2.62	1.02	1.22	-0.87
05/2017	-0.72	-2.13	-3.73	-0.77	-0.60	0.98	-0.71	0.04	-1.22
06/2017	-2.38	-0.71	0.26	1.17	-0.76	0.53	-1.27	-1.40	-1.31
07/2017	-2.33	-3.64	0.12	1.10	0.58	-2.35	-0.45	-2.08	-1.72
08/2017	0.03	-1.50	-0.32	0.16	-2.70	-0.74	-0.82	-1.43	-1.83
09/2017	-1.54	-2.26	1.81	-0.88	1.40	0.02	-1.74	-1.63	-1.47
10/2017	3.12	1.97	2.59	0.61	1.29	-0.66	1.28	2.03	1.00
11/2017	0.76	-0.13	0.32	1.30	1.15	3.54	0.45	-0.73	1.27
12/2017	0.84	1.07	1.54	1.99	2.84	-1.16	1.08	1.84	1.75
01/2018	1.67	1.81	1.48	3.10	2.74	0.42	0.63	1.49	0.56
02/2018	-1.49	0.60	1.61	3.56	1.66	2.55	-1.58	-0.84	0.88
03/2018	-0.03	0.18	3.89	-2.38	-1.54	-1.52	1.21	-0.07	-0.54
04/2018	-0.82	-3.11	-3.35	-1.13	-0.56	-1.60	-0.76	1.87	0.65
05/2018	-0.99	-2.89	-3.24	4.53	-2.48	-0.19	1.13	0.03	0.16
06/2018	-1.55	-2.49	0.54	-1.41	-3.90	-1.70	-1.17	-1.66	-1.54
07/2018	-1.39	-1.94	-1.35	-0.77	-0.99	-1.11	-1.01	-1.93	-1.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2

ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.2 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่วางปี ค.ศ. 2017-ปี ค.ศ. 2100 ของ สถานีทั้งหมดอยู่ภายในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณความชื้นรายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2018

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
01/2017	71.86	72.95	67.69	67.54	58.21	63.59	70.60	74.34	69.53
02/2017	72.72	69.66	80.70	67.09	57.64	70.43	69.47	65.48	70.07
03/2017	59.58	58.02	63.80	67.59	64.92	64.43	78.18	74.64	67.97
04/2017	63.09	64.15	68.51	53.79	58.21	61.26	70.35	69.22	68.09
05/2017	69.01	77.74	74.58	58.75	71.48	79.07	73.60	76.62	73.14
06/2017	76.29	77.56	76.13	79.01	83.62	78.75	76.68	76.38	74.24
07/2017	75.30	79.57	70.71	78.38	78.26	76.73	75.59	78.61	75.75
08/2017	77.29	77.40	79.57	79.49	83.08	80.87	80.14	76.93	80.84
09/2017	82.83	85.26	86.23	81.41	83.51	82.30	82.95	81.03	81.90
10/2017	81.87	66.45	77.80	63.13	83.07	77.64	77.06	76.88	77.08
11/2017	81.64	73.81	72.49	74.41	67.55	72.06	77.32	73.65	76.28
12/2017	75.61	77.68	72.61	67.67	57.58	55.64	74.74	69.42	69.99
01/2018	73.42	73.64	81.25	76.41	59.07	56.08	70.96	68.86	66.73
02/2018	70.31	66.41	81.85	72.42	66.76	66.22	79.65	73.42	70.66
03/2018	62.46	64.73	62.40	66.35	64.98	63.62	72.37	69.72	74.64
04/2018	70.28	73.45	61.96	59.39	71.74	56.88	68.56	77.05	68.73
05/2018	79.28	80.63	71.58	80.50	82.67	69.77	78.06	78.48	72.35
06/2018	77.42	77.09	71.42	77.13	84.02	73.56	81.34	74.74	74.91
07/2018	76.17	78.82	74.10	79.06	84.64	77.48	80.53	76.77	80.19
08/2018	81.14	78.80	73.27	83.96	84.60	82.73	81.77	77.11	79.43
09/2018	87.27	80.57	87.17	84.49	83.96	84.28	83.69	78.32	82.21
10/2018	78.43	79.75	78.87	84.37	72.40	81.04	76.37	77.31	77.44
11/2018	80.63	72.63	70.84	57.40	71.25	73.78	69.97	71.45	76.73
12/2018	76.60	77.40	69.04	62.99	62.54	59.34	67.20	70.04	69.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 อุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2

อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.3 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2017-ปี ค.ศ. 2100 ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2018

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
01/2017	27.12	26.20	27.52	25.75	26.24	28.34	26.39	24.65	25.59
02/2017	27.67	28.44	25.04	28.81	31.16	27.93	27.20	27.92	27.00
03/2017	28.97	31.45	30.03	31.70	30.37	29.09	29.23	32.33	29.69
04/2017	31.62	30.87	30.72	31.35	31.35	30.76	29.97	32.48	30.26
05/2017	30.60	29.28	30.69	28.11	29.32	29.08	30.65	28.17	29.06
06/2017	29.55	29.54	29.36	30.50	28.89	30.13	30.11	27.93	30.02
07/2017	29.03	28.80	28.49	28.18	28.55	29.02	29.42	26.91	28.98
08/2017	28.79	29.12	27.95	27.31	28.45	28.18	28.52	28.61	29.77
09/2017	29.41	29.86	27.26	26.64	28.95	27.33	28.37	29.95	27.76
10/2017	28.33	27.93	27.00	26.97	27.74	29.34	27.43	28.38	28.97
11/2017	27.90	27.14	26.83	29.82	26.67	25.78	29.54	26.22	27.34
12/2017	28.28	25.90	26.95	28.22	26.14	25.78	27.12	25.49	24.19
01/2018	28.52	25.13	26.11	27.29	25.12	25.63	26.64	24.68	24.13
02/2018	29.46	27.10	27.22	28.79	28.69	27.96	24.91	24.93	25.69
03/2018	30.87	31.11	28.18	30.44	30.67	29.37	28.01	30.89	27.69
04/2018	30.82	31.14	29.65	29.34	30.18	31.61	29.19	29.38	30.99
05/2018	28.88	28.87	29.57	29.84	27.56	30.02	30.55	28.61	29.54
06/2018	29.29	29.34	28.40	28.52	28.47	26.59	30.34	28.71	29.12
07/2018	29.65	29.40	29.11	27.58	28.02	27.19	27.32	28.49	29.34
08/2018	27.48	29.22	28.85	27.89	28.74	28.75	26.79	29.74	28.84
09/2018	27.28	29.96	26.67	25.86	29.48	29.15	27.88	30.75	29.94
10/2018	27.56	28.31	27.25	27.31	27.52	28.68	28.21	26.67	29.10
11/2018	25.68	26.26	27.82	28.41	26.54	27.55	27.58	27.00	27.87
12/2018	27.10	24.89	25.88	25.14	25.74	24.27	24.83	25.21	25.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2

ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต จำแนกตาม 3 ภาพจำลอง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.4 (สำหรับข้อมูล ตั้งแต่ช่วงปีค.ศ.2017-ปี ค.ศ. 2100ของสถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.4 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2018

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
01/2017	0.52	0.11	-0.30	0.00	-0.30	1.09	0.72	0.31	-0.08
02/2017	-1.31	-1.38	-0.18	-1.57	-0.14	1.49	0.19	-1.34	0.68
03/2017	0.29	-2.76	-2.36	0.65	-1.38	-1.51	2.88	-2.97	0.47
04/2017	-0.56	-1.94	-3.01	-1.49	-1.88	-1.76	-0.46	-2.46	-1.38
05/2017	-1.95	-1.04	-2.75	-0.74	-1.26	-0.93	-2.33	-1.71	-1.53
06/2017	-1.48	-1.53	-2.56	-1.63	-0.74	-1.25	2.27	-1.50	-1.44
07/2017	-2.41	-0.45	-0.69	-1.37	-0.42	-0.68	-1.29	-1.08	-2.38
08/2017	-1.63	-1.36	-0.76	-0.87	-1.17	-1.38	-1.56	-0.95	-2.26
09/2017	-0.86	-2.10	-1.23	-0.97	0.10	0.14	-0.92	-0.42	-1.01
10/2017	0.48	-2.44	1.04	1.14	1.41	-0.09	0.86	0.53	0.09
11/2017	-0.77	-0.17	0.79	-0.42	1.89	1.49	-0.22	1.01	0.17
12/2017	-0.31	0.03	-0.35	0.48	1.83	0.59	1.47	0.99	0.62
01/2018	0.27	0.10	-0.50	0.43	1.30	1.47	0.06	1.14	-0.86
02/2018	-0.67	-2.42	-0.41	-1.90	1.24	0.01	1.70	0.28	0.58
03/2018	-0.03	-1.95	-1.67	0.75	-1.20	-1.93	-2.67	-3.23	-0.69
04/2018	-3.36	-1.87	-1.73	-1.78	-1.35	-0.98	-2.65	-0.76	-1.54
05/2018	-0.16	-2.43	-2.34	-1.56	-1.39	-0.55	1.06	-1.69	-1.77
06/2018	-1.23	-0.76	-2.01	-1.33	-1.08	-1.19	-2.24	-1.45	-1.61
07/2018	-1.52	-0.99	-0.56	-1.12	-2.12	-1.30	-2.97	-1.44	-2.46
08/2018	-0.79	-2.10	-0.45	-0.10	-1.95	-0.36	1.67	-0.42	-1.07
09/2018	-0.51	-2.55	-0.58	0.30	1.16	0.48	0.48	0.83	-0.38
10/2018	1.85	0.74	0.79	1.58	-0.16	-0.23	0.81	0.44	0.14
11/2018	0.12	0.39	0.66	0.84	1.71	0.84	1.59	0.54	-1.23
12/2018	0.80	0.07	-0.45	1.28	1.57	1.23	0.12	0.86	-1.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.5 ความเร็วและทิศทางลมทางทิศตะวันออกที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2

ความเร็วและทิศทางลมทางทิศตะวันออกเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย นี้อต จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยาตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.5 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปีค.ศ. 2017ปีค.ศ.2100ของสถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.5 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศตะวันออกเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย นี้อต ที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 เดือนมกราคมปี ค.ศ. 2017 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2018

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
01/2017	0.59	1.40	-0.13	2.13	1.03	2.08	0.51	0.78	-0.28
02/2017	-0.64	0.49	-1.09	-0.11	-0.20	0.67	-0.06	-0.57	0.01
03/2017	-0.42	-0.66	0.36	-1.28	0.02	0.30	1.67	-0.47	-0.16
04/2017	0.69	1.12	0.10	-1.54	0.40	-0.50	-0.02	-0.05	0.55
05/2017	0.18	1.46	0.06	1.34	-0.91	0.16	-0.09	0.81	-0.08
06/2017	1.01	0.01	-0.28	-0.75	0.18	-0.59	-0.16	-0.01	0.18
07/2017	0.10	-0.66	1.12	-0.65	-0.58	-0.64	-0.15	0.21	0.12
08/2017	-0.55	0.15	-0.54	-0.07	-0.51	0.60	0.04	-0.20	-0.16
09/2017	-0.56	-0.39	-0.24	-0.73	-0.45	-0.26	-0.18	0.12	1.10
10/2017	0.76	-0.61	0.73	0.97	0.34	0.70	0.67	1.32	0.18
11/2017	1.12	-0.42	0.35	-0.08	1.75	1.79	0.73	0.71	0.76
12/2017	0.37	1.33	0.44	1.62	2.05	-0.12	-0.34	0.83	0.78
01/2018	0.31	1.30	-1.03	1.09	1.71	1.35	-0.36	0.13	1.01
02/2018	2.66	-0.66	0.85	2.09	0.93	1.28	-0.58	0.47	-0.27
03/2018	0.06	1.40	0.27	-1.55	0.42	0.08	-0.16	0.11	0.12
04/2018	0.05	-0.97	-1.14	-1.50	0.22	-1.12	-0.26	0.85	0.68
05/2018	-2.52	-0.88	0.08	-0.15	0.45	-0.69	0.09	-0.12	1.27
06/2018	0.42	0.95	1.06	-0.83	-0.70	-0.69	0.59	0.01	-0.06
07/2018	-0.03	-0.90	0.34	-1.37	-0.44	0.40	-0.27	0.22	0.17
08/2018	0.86	-0.67	-0.33	1.20	-0.39	-0.77	-0.40	-0.43	0.10
09/2018	-0.20	-0.97	1.19	0.25	0.31	0.52	0.38	-0.71	-0.05
10/2018	0.63	0.95	1.52	1.38	0.06	0.74	0.74	0.28	0.19
11/2018	-0.13	-0.90	0.91	-0.07	1.76	0.45	1.30	0.39	0.41
12/2018	0.03	-0.18	0.11	1.02	1.93	0.45	-0.35	0.11	-0.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 แบบจำลอง HAD-GEM-AO

4.1.2.1 ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO

ปริมาณฝนรวมรายเดือนในหน่วย มม. จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.6 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2018-ปี ค.ศ. 2100 ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณฝนรวมรายเดือนในหน่วย มม. ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	57.18	83.19	457.40	82.55	128.37	118.64	95.46	82.49	214.99
06/2018	81.38	113.59	587.72	4.36	174.78	141.85	76.51	128.80	131.38
07/2018	28.20	69.03	587.88	334.64	163.62	144.72	159.19	110.66	138.66
08/2018	363.28	151.38	546.83	210.12	156.63	181.17	146.13	107.24	160.29
09/2018	172.62	10.58	588.00	327.72	238.93	339.75	251.44	150.98	338.03
10/2018	50.55	58.63	231.86	253.56	202.76	117.12	93.58	305.15	114.45
11/2018	29.88	115.75	76.65	10.88	71.19	20.05	11.88	34.72	25.03
12/2018	38.68	48.48	9.10	1.96	40.64	2.59	3.68	16.39	0.70
01/2019	21.65	16.57	4.39	0.16	21.15	2.34	4.48	8.93	0.98
02/2019	24.66	19.54	13.35	2.07	41.16	4.65	0.05	14.45	19.79
03/2019	25.93	19.05	18.09	5.63	35.79	54.54	0.00	25.52	26.73
04/2019	27.71	37.10	15.31	46.30	81.61	88.04	32.06	56.03	77.58
05/2019	129.61	33.68	46.42	143.34	98.63	112.85	149.04	63.65	103.93
06/2019	30.17	27.23	426.23	186.38	157.23	159.08	89.85	114.72	174.65
07/2019	70.13	204.92	587.40	172.03	168.69	198.72	169.28	129.09	162.06
08/2019	191.89	315.22	585.81	223.46	169.60	192.23	185.92	125.05	196.76
09/2019	2.74	5.15	587.97	305.05	202.07	215.15	290.83	133.19	165.22
10/2019	1.66	279.49	587.54	97.56	152.23	235.03	158.29	112.77	162.46
11/2019	103.02	141.60	83.70	62.28	149.83	70.99	67.90	105.73	69.40
12/2019	48.76	42.41	30.16	4.96	30.58	7.17	10.76	16.55	2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO

ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.7 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปีค.ศ. 2018-ปี ค.ศ. 2100ของสถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.7 ปริมาณความชื้นรายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	69.48	73.48	71.85	72.21	76.23	76.42	73.45	68.39	76.79
06/2018	74.94	77.90	80.43	77.57	86.00	77.12	72.32	75.92	77.92
07/2018	80.19	80.23	80.49	80.81	86.00	78.97	82.23	79.85	80.61
08/2018	78.94	79.35	80.37	80.17	86.00	81.95	79.34	78.18	78.10
09/2018	82.18	82.47	82.30	82.59	86.00	83.07	83.62	82.55	78.00
10/2018	82.88	79.80	81.67	81.79	86.00	81.54	80.80	81.94	79.03
11/2018	72.79	73.52	70.47	66.01	82.20	63.79	70.66	70.36	71.45
12/2018	67.89	72.42	66.26	63.66	51.08	76.14	67.94	68.71	73.72
01/2019	64.28	67.92	70.06	63.58	54.46	79.48	68.07	74.37	77.17
02/2019	60.37	63.67	62.97	62.70	76.52	61.50	76.11	72.11	74.11
03/2019	61.64	61.71	64.90	65.61	62.82	66.09	71.03	70.38	69.59
04/2019	64.71	68.85	65.63	67.83	72.64	71.31	72.76	69.54	71.12
05/2019	69.79	69.05	73.72	72.83	63.54	79.57	75.82	66.76	77.20
06/2019	75.96	81.00	74.52	76.32	86.00	76.73	75.81	79.44	76.18
07/2019	78.46	80.49	80.46	81.21	86.00	77.66	80.55	78.55	77.30
08/2019	79.40	79.19	81.78	80.33	86.00	82.64	80.77	79.57	78.99
09/2019	80.42	81.24	82.93	80.67	86.00	81.83	81.02	78.36	78.10
10/2019	83.21	80.47	83.12	80.19	83.41	80.74	77.66	80.28	80.81
11/2019	73.77	80.67	75.79	67.27	85.17	74.68	71.62	78.88	73.96
12/2019	69.17	72.64	67.90	61.32	65.31	66.44	67.21	71.95	67.75

4.1.2.3 อนุกรมที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO

อนุกรมเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.8 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2018-ปี ค.ศ. 2100 ของสถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.8 อนุกรมเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	31.12	31.18	30.89	30.65	31.16	30.41	29.61	31.07	29.55
06/2018	29.82	29.84	28.14	28.82	29.80	28.79	28.78	29.67	28.31
07/2018	28.66	29.31	29.45	28.46	28.25	27.46	28.56	29.35	29.10
08/2018	28.99	28.92	28.14	28.27	28.38	28.45	28.72	28.47	28.56
09/2018	28.48	27.79	27.06	28.00	27.54	27.40	28.45	27.68	27.04
10/2018	27.95	28.49	27.09	27.92	28.45	29.44	28.46	27.15	29.78
11/2018	25.47	27.12	26.42	26.67	29.10	26.50	25.38	27.89	26.64
12/2018	25.15	26.04	25.69	26.17	27.26	25.49	25.90	27.26	24.65
01/2019	26.12	25.59	25.19	26.10	24.88	27.89	25.51	24.95	25.83
02/2019	29.61	29.42	28.28	28.64	29.01	28.14	28.28	27.86	28.14
03/2019	30.76	30.46	29.58	29.69	29.94	30.65	29.38	28.75	28.79
04/2019	31.47	30.51	30.94	30.31	29.34	30.82	29.98	30.23	30.32
05/2019	30.98	31.41	30.78	30.76	30.93	28.66	30.19	30.59	28.38
06/2019	29.91	29.31	30.14	28.86	27.52	30.34	28.23	29.49	26.98
07/2019	28.80	29.15	28.47	28.05	28.62	28.64	28.42	28.99	28.17
08/2019	28.50	28.58	28.00	28.43	28.49	27.95	28.55	28.12	27.42
09/2019	28.86	28.57	28.36	28.11	28.38	28.23	27.30	29.35	28.23
10/2019	27.62	28.18	27.15	27.92	29.04	27.40	28.20	28.96	28.24
11/2019	26.53	27.49	26.53	26.06	28.06	26.83	25.89	28.16	27.54
12/2019	25.21	25.45	25.55	25.62	26.01	25.36	24.16	26.47	25.18

4.1.2.4 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO

ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต จำแนกตาม 3 ภาพจำลอง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.9 (สำหรับข้อมูล ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2018ปี ค.ศ. 2100 ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.9 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	-3.83	-2.56	-1.96	-1.53	-1.60	-2.13	-2.07	-1.73	-1.21
06/2018	-1.59	-1.17	-1.25	-2.25	-1.33	-1.37	-1.73	-1.30	-0.49
07/2018	-0.86	-1.72	-1.37	-0.69	-0.96	-1.29	-2.14	-1.49	-0.68
08/2018	-1.62	-1.99	-1.52	-0.72	-1.03	-0.65	-2.12	-0.99	-0.41
09/2018	-0.52	-1.10	-2.29	0.31	-0.63	0.22	-2.73	-1.17	0.82
10/2018	0.02	0.94	1.20	-0.01	0.71	0.32	-0.40	1.30	1.44
11/2018	1.65	0.98	2.08	1.63	0.92	-0.76	1.05	1.14	-0.53
12/2018	0.60	0.43	0.55	1.20	0.28	0.72	1.30	0.60	-0.33
01/2019	-0.31	0.38	1.41	1.15	0.79	0.42	1.36	0.13	0.64
02/2019	-4.32	-2.30	-3.01	0.91	-0.61	-0.45	-0.36	-1.23	-1.13
03/2019	-3.62	-4.41	-2.33	-1.21	-1.19	-0.78	-1.30	-1.59	-1.70
04/2019	-4.01	-2.25	-3.91	-1.53	-1.21	-1.35	-1.12	-1.13	-1.61
05/2019	-2.69	-2.50	-1.85	-0.99	-1.68	-2.03	-1.66	-1.55	-1.73
06/2019	-2.49	-2.52	-3.99	-1.74	-1.52	-1.89	-0.90	-1.27	-1.62
07/2019	-1.69	-1.15	-1.15	-0.76	-1.20	-1.08	-1.79	-0.98	-1.59
08/2019	-0.87	-1.48	-1.72	-0.79	-0.65	-0.79	-1.97	-1.22	-0.25
09/2019	-1.86	-1.71	0.28	-1.45	-1.17	-1.04	-0.29	-1.32	-1.42
10/2019	1.85	0.18	0.32	0.76	0.33	0.16	0.09	0.14	0.82
11/2019	0.85	-0.15	1.71	0.82	0.45	1.05	0.56	0.72	1.34
12/2019	0.46	0.59	0.45	0.80	0.97	0.85	1.47	0.84	2.19

4.1.2.5 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศตะวันออกเฉียงใต้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO

ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศตะวันออกเฉียงใต้รายเดือนในหน่วย นี้อต จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.10 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปีค.ศ.2018ปีค.ศ.2100ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.10 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศตะวันออกเฉียงใต้รายเดือนในหน่วย นี้อต ที่ได้จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	0.10	-0.19	-0.33	-0.32	0.04	-0.60	0.29	-0.02	-0.54
06/2018	-2.40	0.25	0.47	-0.09	-0.22	-0.87	0.48	0.22	-0.43
07/2018	0.01	0.26	0.14	-0.24	-0.17	-0.03	-0.46	0.00	0.05
08/2018	0.52	0.28	-0.37	-0.64	-0.30	-0.09	0.15	0.11	0.15
09/2018	0.16	-0.02	-0.70	-0.12	-0.03	-0.64	-0.39	0.08	1.54
10/2018	-0.22	0.25	-2.47	0.91	0.76	1.23	0.33	0.92	-0.78
11/2018	-0.29	-0.58	0.41	1.52	0.94	1.29	-0.27	-0.72	-0.65
12/2018	0.72	-0.36	2.53	1.24	1.49	1.70	-0.23	-0.25	0.50
01/2019	-1.15	1.03	0.71	1.65	1.67	1.40	-0.18	0.48	-0.64
02/2019	-1.24	0.27	-1.35	1.27	0.26	1.64	0.81	0.43	0.82
03/2019	0.18	0.00	-0.03	0.41	0.07	0.57	0.55	0.69	0.61
04/2019	0.74	0.12	-0.24	-0.02	-0.28	0.10	0.13	0.00	-0.63
05/2019	0.02	-0.21	0.68	0.17	-0.11	-0.11	0.11	-0.07	0.96
06/2019	-0.46	-0.02	-0.11	0.19	-0.52	-0.50	0.52	0.03	1.43
07/2019	-0.22	-0.09	-0.07	-0.31	-0.47	-0.36	-0.30	-0.05	0.05
08/2019	-0.51	-0.21	-0.21	-0.61	-0.32	-0.34	-0.13	0.41	-0.07
09/2019	0.76	0.59	-0.34	0.23	-0.25	0.04	-0.41	-0.09	-0.39
10/2019	-0.92	-0.57	0.85	0.90	0.69	0.13	0.43	-0.23	1.82
11/2019	1.97	-0.61	0.59	1.27	0.84	1.64	0.76	-0.14	-0.65
12/2019	0.06	0.58	1.89	1.75	1.66	1.14	1.20	0.04	0.10

4.1.3 แบบจำลอง MPI-ESM-LR

4.1.3.1 ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR

ปริมาณฝนรวมรายเดือนในหน่วย มม. จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.11 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2018-ปี ค.ศ. 2100 ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณฝนรวมรายเดือนในหน่วย มม. ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	141.64	108.79	133.03	141.31	75.96	182.01	160.48	80.20	104.03
06/2018	147.67	132.91	164.27	142.41	157.24	151.54	116.23	154.31	98.63
07/2018	159.36	136.75	150.97	192.47	162.91	164.89	184.51	128.74	111.60
08/2018	176.46	158.69	159.87	177.14	196.29	177.93	157.63	170.87	111.47
09/2018	252.73	300.96	228.82	240.68	373.77	307.77	206.38	190.31	346.59
10/2018	158.32	156.10	139.66	237.87	217.91	124.26	142.80	159.80	139.42
11/2018	51.45	13.43	118.66	57.74	8.75	44.00	57.32	7.08	53.54
12/2018	11.54	13.15	47.35	8.46	9.68	36.40	3.36	8.25	27.25
01/2019	15.89	22.57	12.59	16.71	10.09	21.98	22.66	3.63	17.59
02/2019	8.34	7.49	12.58	4.37	1.83	9.69	0.98	0.14	22.93
03/2019	48.48	27.21	63.45	27.07	40.19	27.29	3.57	6.23	26.17
04/2019	110.11	89.63	103.20	149.10	87.59	102.39	77.07	49.58	104.84
05/2019	104.72	116.47	138.91	130.60	189.00	174.62	9.54	154.32	162.33
06/2019	149.86	141.24	147.80	133.03	231.86	146.36	112.69	228.52	110.37
07/2019	157.79	168.35	166.77	161.37	151.98	151.45	103.68	93.83	117.31
08/2019	144.31	108.14	225.90	169.85	130.31	152.27	138.00	140.97	160.61
09/2019	239.54	126.49	294.33	321.73	203.45	310.83	232.62	182.16	204.03
10/2019	129.65	118.37	159.80	145.79	142.49	137.81	87.55	104.44	228.60
11/2019	28.46	12.74	42.18	15.09	8.99	18.55	11.46	13.57	25.51
12/2019	18.51	17.24	14.70	15.90	21.74	15.49	16.06	18.46	13.01

4.1.3.2 ความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR

ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.12 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปีค.ศ.2018ปีค.ศ.2100ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.12 ปริมาณความชื้นรายเดือนในหน่วย เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	71.30	71.14	73.66	74.26	86.00	72.18	72.31	78.95	74.84
06/2018	75.40	74.03	75.92	74.19	80.07	71.58	71.50	75.40	71.52
07/2018	76.76	72.60	77.29	81.01	82.17	79.82	77.11	80.97	76.75
08/2018	74.98	77.42	76.66	78.39	83.44	79.57	78.93	80.65	79.06
09/2018	85.34	83.95	81.82	77.99	85.85	85.60	81.34	80.81	82.01
10/2018	81.80	81.49	78.74	81.84	79.95	76.11	80.03	80.35	78.82
11/2018	80.26	71.96	77.99	75.41	67.38	74.49	76.71	69.70	75.94
12/2018	71.35	71.28	75.71	70.84	66.51	67.98	73.77	68.68	72.27
01/2019	69.16	67.01	64.59	62.14	62.71	60.04	74.00	71.95	73.71
02/2019	61.18	63.72	61.04	59.48	79.07	64.39	71.01	78.78	77.15
03/2019	64.26	64.55	64.62	66.84	51.00	64.58	69.44	66.03	69.80
04/2019	67.37	62.44	62.07	68.70	70.35	69.67	70.10	72.85	71.74
05/2019	66.11	68.36	69.93	78.80	68.78	76.07	78.40	77.00	73.76
06/2019	75.85	78.94	74.57	78.22	82.11	77.59	76.05	73.93	77.65
07/2019	77.11	74.08	76.17	80.35	84.04	78.88	78.09	80.00	78.98
08/2019	76.57	74.52	79.01	81.54	77.58	77.32	81.33	83.16	76.93
09/2019	83.97	82.93	81.90	86.00	85.12	85.24	80.88	82.23	80.77
10/2019	83.23	82.04	80.43	74.36	80.45	73.15	78.97	81.60	77.84
11/2019	79.54	70.10	73.39	70.61	66.84	66.64	74.02	68.95	72.77
12/2019	74.22	69.68	68.19	76.37	70.55	58.24	73.86	70.96	71.08

4.1.3.3 อุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR

อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.13 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2018-ปี ค.ศ. 2100 ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.13 อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย องศาเซลเซียส ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	30.29	30.66	29.72	28.68	28.67	30.17	29.88	26.22	30.13
06/2018	29.51	29.11	29.47	29.68	29.09	28.65	29.35	28.97	29.66
07/2018	29.49	28.47	29.04	28.55	28.58	28.90	26.35	28.61	28.50
08/2018	29.08	29.10	28.55	29.42	29.39	29.05	30.13	30.77	28.73
09/2018	28.57	27.37	28.22	29.48	28.98	27.50	29.83	31.01	26.96
10/2018	28.45	27.79	28.52	28.06	27.36	27.27	28.28	31.66	27.61
11/2018	27.66	25.98	27.73	27.39	25.43	28.75	27.14	28.34	28.07
12/2018	25.91	24.76	26.20	26.01	25.47	27.84	25.43	25.98	26.85
01/2019	25.69	25.55	26.20	26.17	25.60	25.54	25.14	27.40	26.48
02/2019	28.52	28.13	29.34	27.84	27.64	26.89	29.85	32.47	25.97
03/2019	30.62	31.04	30.06	30.59	28.97	29.79	30.51	32.64	27.51
04/2019	32.46	32.04	31.03	28.95	30.76	30.34	31.17	28.92	30.52
05/2019	28.99	30.46	30.46	29.76	29.65	30.14	29.98	29.25	30.10
06/2019	29.39	28.62	28.91	28.34	29.02	28.83	28.32	28.35	28.69
07/2019	28.97	30.42	28.71	28.88	28.46	28.74	28.56	28.39	28.13
08/2019	28.54	29.11	28.36	27.83	27.66	28.33	27.96	28.85	28.86
09/2019	28.43	28.21	27.06	30.02	26.97	28.16	29.09	32.69	27.78
10/2019	27.84	27.65	27.35	26.85	27.13	27.25	27.46	32.70	28.06
11/2019	25.84	25.54	26.36	26.40	25.80	27.31	27.10	27.26	26.51
12/2019	25.35	25.56	25.64	25.03	26.30	25.79	25.47	24.83	25.22

4.1.3.4 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR

ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต จำแนกตาม 3 ภาพจำลอง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานี ตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.14 (สำหรับข้อมูลตั้งแต่ช่วงปีค.ศ.2018ปีค.ศ.2100ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

ตารางที่ 4.14 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย น็อต ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	-2.92	-2.65	-2.48	-1.56	-1.22	-2.51	-2.25	-1.33	-2.28
06/2018	-1.93	-3.18	-2.11	-1.51	-1.46	-1.92	-1.23	-1.74	-1.47
07/2018	-3.01	-2.96	-1.60	-1.05	-1.11	-1.09	-0.83	-1.93	-0.83
08/2018	-2.17	-2.27	-1.89	-0.83	-1.78	-1.25	-1.65	-1.23	-1.26
09/2018	-0.53	-1.41	0.58	-0.29	-1.23	-0.32	0.06	-0.68	-0.60
10/2018	0.30	-0.03	0.35	-1.39	0.50	1.33	-0.73	0.00	0.18
11/2018	0.84	0.72	0.65	1.21	0.61	0.11	-1.85	0.68	0.45
12/2018	-0.89	0.80	0.75	-0.74	1.35	1.57	-0.43	0.20	0.16
01/2019	0.21	-0.18	-0.99	0.88	0.83	1.41	0.23	0.42	0.92
02/2019	-4.30	-3.23	-1.96	-0.45	-1.83	-0.45	2.72	0.21	-1.45
03/2019	-7.55	-4.10	-5.47	-1.69	-1.94	-0.85	-2.96	-1.26	-0.14
04/2019	-3.27	-2.77	-3.39	-2.14	-1.41	-1.14	-2.97	-1.37	-0.75
05/2019	-1.79	-1.74	-3.00	-1.00	-1.91	-2.04	-3.06	-1.99	-0.88
06/2019	-2.91	-2.00	-2.72	-1.07	-1.28	-0.64	-0.68	-1.61	-0.90
07/2019	-2.37	-2.17	-2.29	-1.09	-1.34	-0.20	-1.24	-1.90	-1.03
08/2019	-2.61	-0.82	-0.58	-0.69	-1.39	-0.62	-2.24	-2.19	-2.48
09/2019	-1.26	0.31	-0.55	0.25	-0.34	-0.66	1.68	-0.56	-0.23
10/2019	1.05	-0.41	0.94	1.22	0.39	-0.38	1.25	-0.85	0.28
11/2019	0.94	0.81	0.62	1.45	0.65	1.40	-0.94	0.81	0.28
12/2019	1.17	0.95	1.20	1.59	1.04	0.44	1.63	0.60	0.83

4.1.3.5 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศตะวันออกเฉียงใต้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR

ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศเหนือเฉลี่ยรายเดือนในหน่วย นี้อต จำแนกตาม 3 ภาพจำลอง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2100 เป็นจำนวน 20 สถานีตามตำแหน่งของสถานีจากกรมอุตุนิยมวิทยาตามตัวอย่างดังตารางที่ 4.15 (สำหรับข้อมูล ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2018-ปี ค.ศ. 2100 ของ สถานีทั้งหมดอยู่ในเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th)

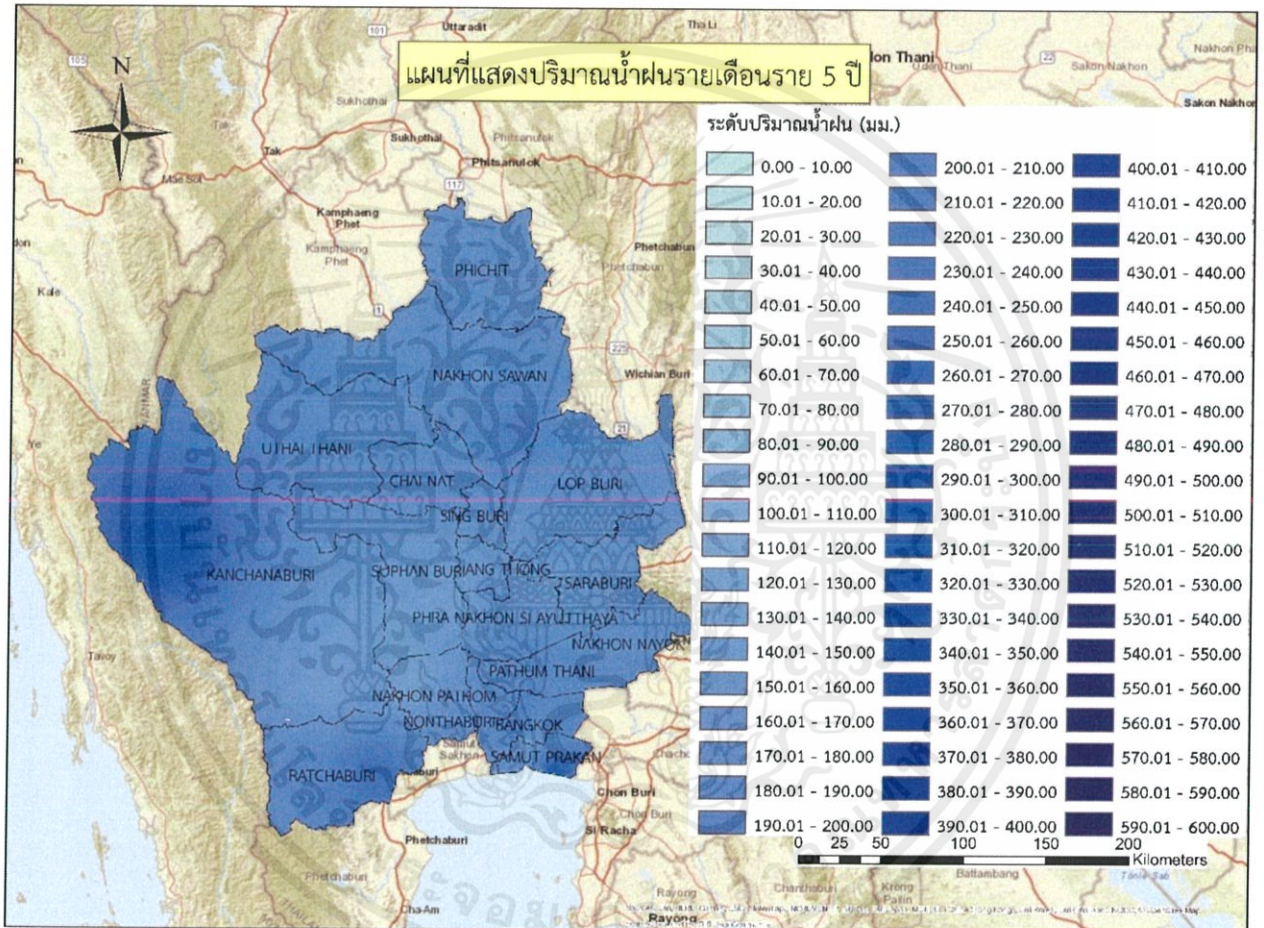
ตารางที่ 4.15 ความเร็วและทิศทาง ลมทางทิศตะวันออกเฉียงใต้รายเดือนในหน่วย นี้อต ที่ได้จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR เดือนพฤษภาคมปี ค.ศ. 2018 ถึงเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019

วันที่	สถานี 400201			สถานี 400301			สถานี 402301		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
05/2018	-0.13	0.71	-0.03	-0.58	1.63	-1.33	0.39	0.47	-0.42
06/2018	-0.27	-0.53	-0.08	-0.08	-0.60	-1.48	0.43	-0.19	0.38
07/2018	-1.94	-0.71	-0.07	-0.02	-0.84	0.00	0.73	0.65	0.21
08/2018	-0.39	-0.23	-0.24	-0.45	-0.68	-0.76	0.21	0.53	-0.10
09/2018	-0.04	-0.05	-0.77	0.02	-0.49	-0.80	0.00	-0.25	-0.53
10/2018	2.10	0.89	0.55	0.38	0.39	0.30	0.63	-0.32	0.26
11/2018	1.66	0.55	0.68	0.89	1.10	1.29	0.32	-0.42	0.26
12/2018	0.37	0.23	0.18	1.58	1.28	1.04	0.18	-0.16	-0.05
01/2019	1.13	-0.52	2.04	1.62	2.38	1.17	1.03	0.30	1.80
02/2019	0.23	2.51	1.12	1.30	0.69	1.90	0.28	-0.57	0.77
03/2019	1.01	-0.08	-0.19	-0.24	-0.45	0.74	-0.27	0.05	0.57
04/2019	0.23	-0.34	0.29	0.84	-0.46	-1.25	0.93	0.26	0.35
05/2019	0.92	-0.45	0.12	0.89	0.30	-0.91	1.96	0.23	-0.04
06/2019	0.08	-0.04	-0.15	0.10	-0.14	-0.02	0.11	0.17	0.10
07/2019	-0.32	-0.76	-0.38	0.09	-0.43	0.00	0.09	-0.15	0.08
08/2019	0.04	-0.21	-0.36	-0.53	-0.38	-1.41	-0.14	0.37	0.85
09/2019	0.19	0.15	-0.38	0.46	1.57	-1.06	-0.46	-0.44	-0.09
10/2019	-0.71	-0.02	0.41	1.13	0.21	0.97	0.48	-0.32	-0.05
11/2019	1.33	0.38	0.94	0.90	2.04	0.89	1.34	-0.05	0.10
12/2019	1.40	0.83	0.29	1.25	1.51	1.71	0.91	0.11	0.34

4.2 แผนที่แสดงสภาพภูมิอากาศ(Weather graphic raster)

4.2.1 แผนที่แสดงปริมาณฝนรวม รายเดือนราย 5 ปี

แผนที่แสดงปริมาณฝนรวม รายเดือนราย 5 ปี ในหน่วย มม. ของ 3 แบบจำลอง จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 204 ช่วงเวลา จำนวนทั้งสิ้น 1,836 รูป (สำหรับข้อมูลทั้งหมดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.weather4thai.kmitl.ac.th) โดยปริมาณน้ำฝนจะถูกอธิบายด้วยความเข้มของสี ดังแสดงในรูปที่ 4.1



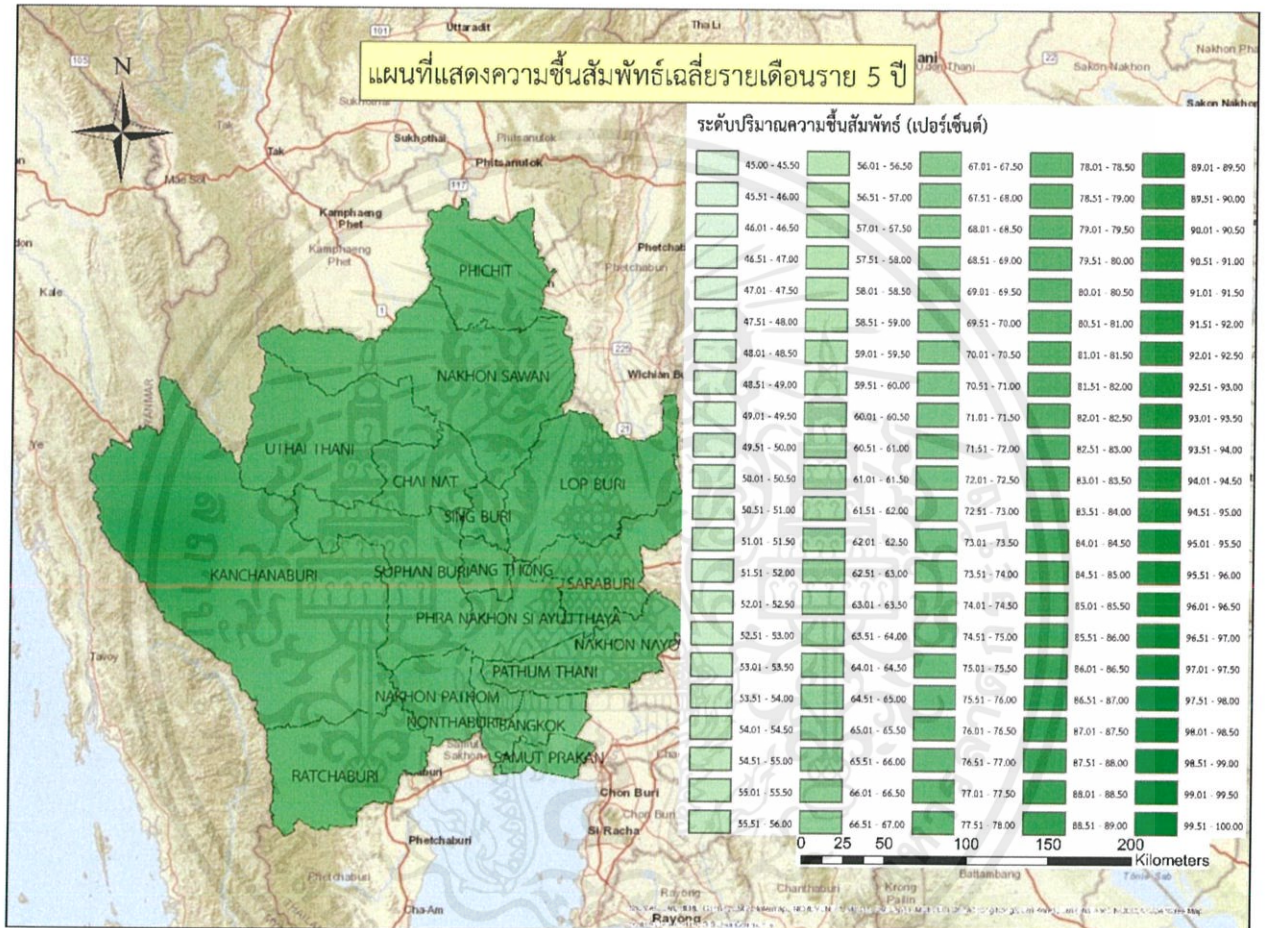
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนราย 5 ปี

จากรูปที่ 4.1 ปริมาณน้ำฝนโดยรวมของภาคกลางในช่วงปี 2018-2022 พื้นที่ภาคกลางมีปริมาณฝนใกล้เคียงกันแต่จะมีปริมาณฝนมากบริเวณพื้นที่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดกาญจนบุรี และพื้นที่บริเวณโดยรอบอ่าวไทย

4.2.2 แผนที่แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย รายเดือนราย 5 ปี

แผนที่แสดงความชื้นสัมพัทธ์ รายเดือนราย 5 ปี ในหน่วย เปอร์เซ็นต์ ของ 3 แบบจำลอง จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 204 ช่วงเวลา จำนวนทั้งสิ้น 1,836 รูป (สำหรับข้อมูลทั้งหมดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.weather4thai.kmitl.ac.th) โดย

ความชื้นสัมพัทธ์จะถูกอธิบายด้วยความเข้มของสี ดังแสดงในรูปที่ 4.2



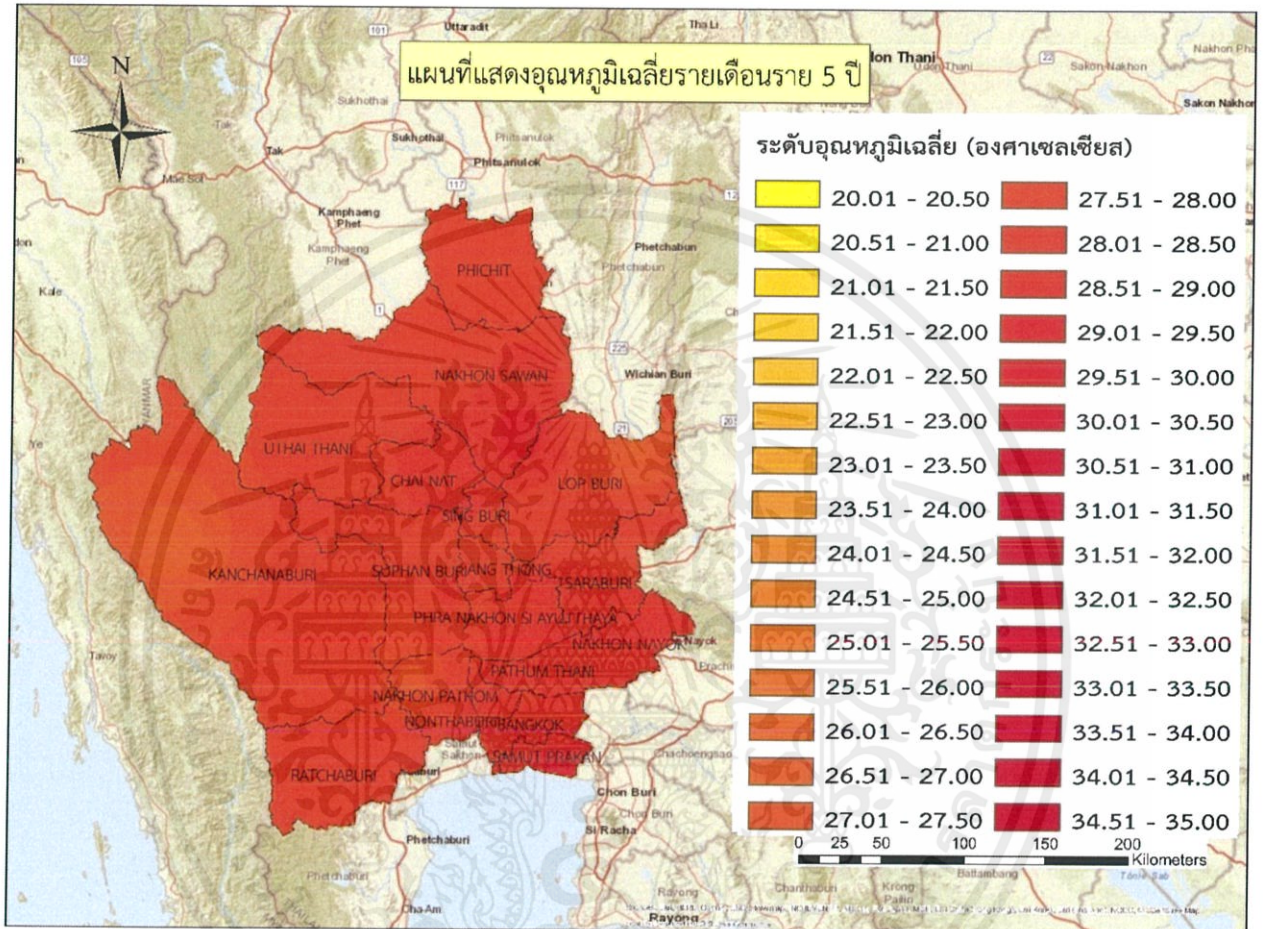
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแผนที่แสดงความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนราย 5 ปี

จากรูปที่ 4.2 ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของภาคกลางในช่วงปี 2018-2022 พื้นที่ภาคกลางมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกันแต่จะมีปริมาณความชื้นมากบริเวณพื้นที่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดกาญจนบุรี และพื้นที่บริเวณโดยรอบอ่าวไทย

4.2.3 แผนที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนราย 5 ปี

แผนที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย รายเดือนราย 5 ปี ในหน่วย องศาเซลเซียส ของ 3 แบบจำลอง จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 204 ช่วงเวลา จำนวนทั้งสิ้น 1,836 รูป (สำหรับข้อมูลทั้งหมดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.weather4thai.kmitl.ac.th) โดย

อุณหภูมิจะถูกอธิบายด้วยความเข้มของสี ดังแสดงในรูปที่ 4.3



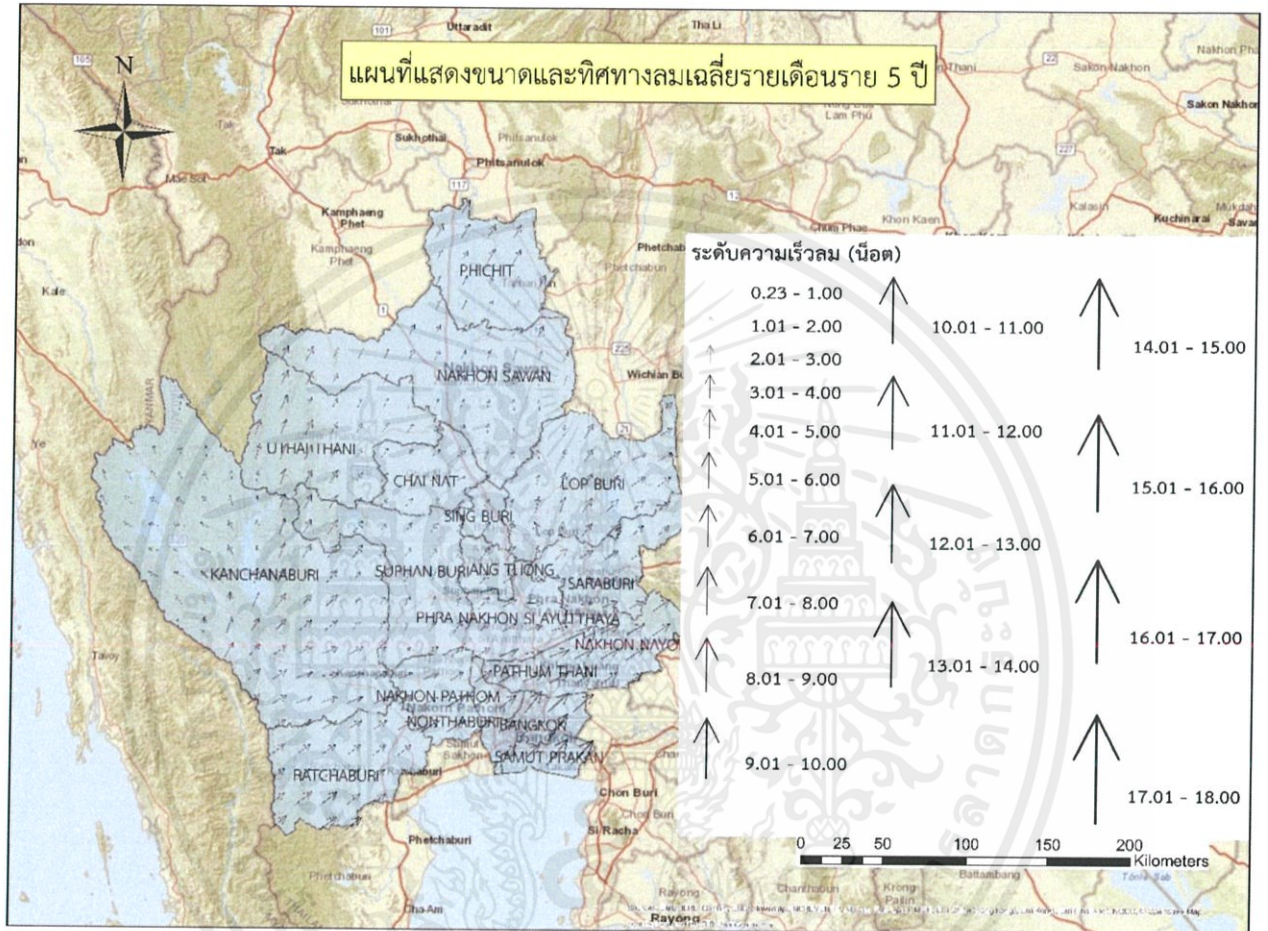
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างแผนที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนราย 5 ปี

จากรูปที่ 4.3 อุณหภูมิเฉลี่ยของภาคกลางในช่วงปี 2018-2022 พื้นที่ภาคกลางมีอุณหภูมิโดยรวมใกล้เคียงกันแต่จะมีอุณหภูมิต่ำบริเวณพื้นที่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดกาญจนบุรี และพื้นที่บริเวณโดยรอบอ่าวไทย

4.2.4 แผนที่แสดงขนาดและทิศทางลมเฉลี่ย รายเดือนราย 5 ปี

แผนที่แสดงขนาดและทิศทางลมเฉลี่ย รายเดือนราย 5 ปี ในหน่วย น็อต ของ 3 แบบจำลอง จำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 204 ช่วงเวลา จำนวนทั้งสิ้น 1,836 รูป (สำหรับข้อมูลทั้งหมดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.weather4thai.kmitl.ac.th) โดย

ขนาดและทิศทางลมจะถูกอธิบายด้วยขนาดและความยาวของลูกศร ดังแสดงในรูปที่ 19



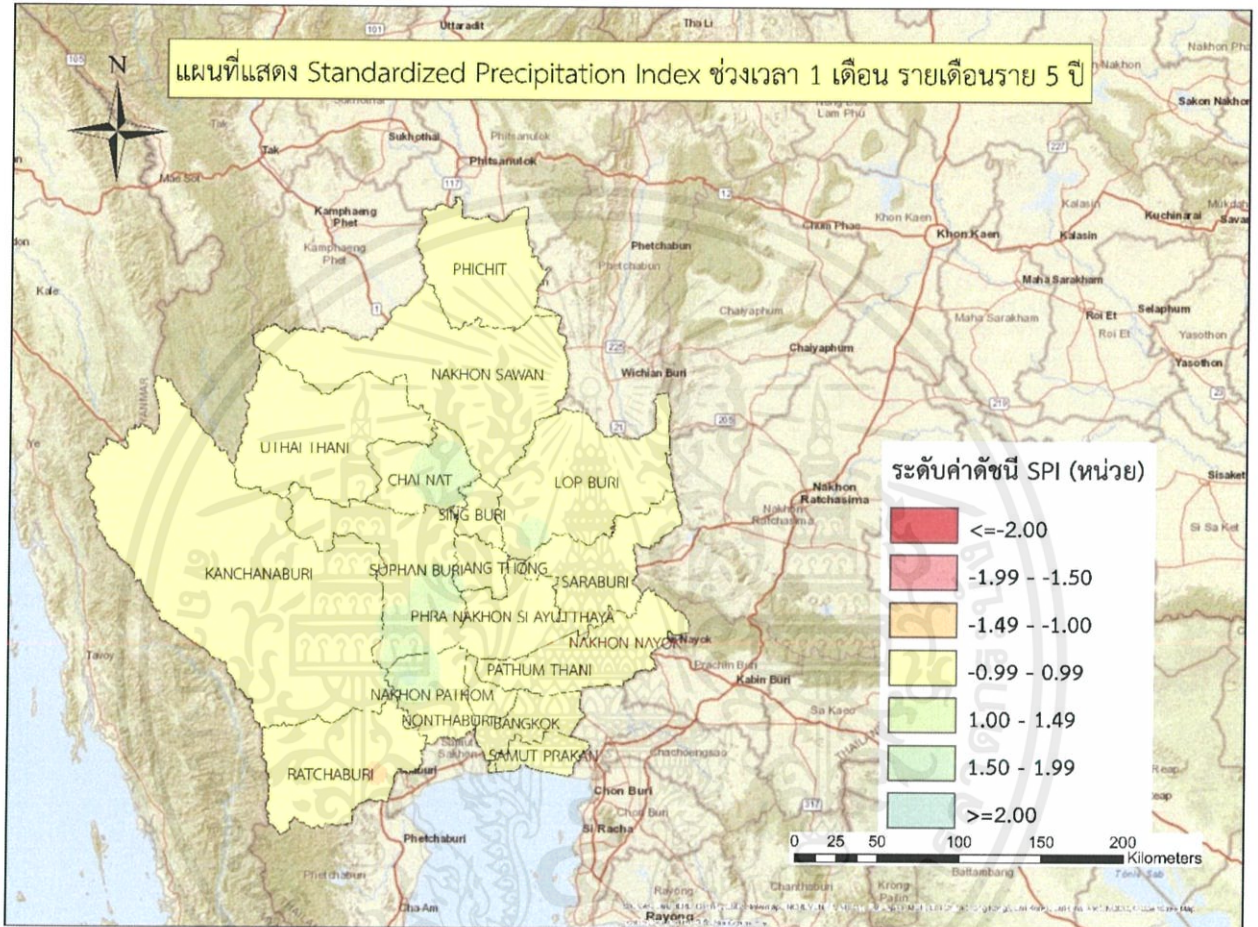
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างแผนที่แสดงขนาดและทิศทางลมเฉลี่ยรายเดือนราย 5 ปี

จากรูปที่ 4.4 ความเร็วและทิศทางลมเฉลี่ยของภาคกลางในช่วงเดือนมิถุนายนปี 2018-2022 พื้นที่ภาคกลางมีความเร็วลมใกล้เคียงกันแต่จะมีความเร็วลมต่ำบริเวณพื้นที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดกาญจนบุรี และมีความเร็วลมสูงในพื้นที่บริเวณโดยรอบอ่าวไทย โดยทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

4.2.5 แผนที่แสดง Standardized Precipitation Index(SPI) ช่วงเวลา 1 เดือน รายเดือนราย 5 ปี

แผนที่แสดงค่าดัชนี SPI ช่วงเวลา 1 เดือน รายเดือนราย 5 ปี ของ 3 แบบจำลองจำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 204 ช่วงเวลา จำนวนทั้งสิ้น 1,836 รูป (สำหรับ ข้อมูลทั้งหมดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.weather4thai.kmitl.ac.th) โดย

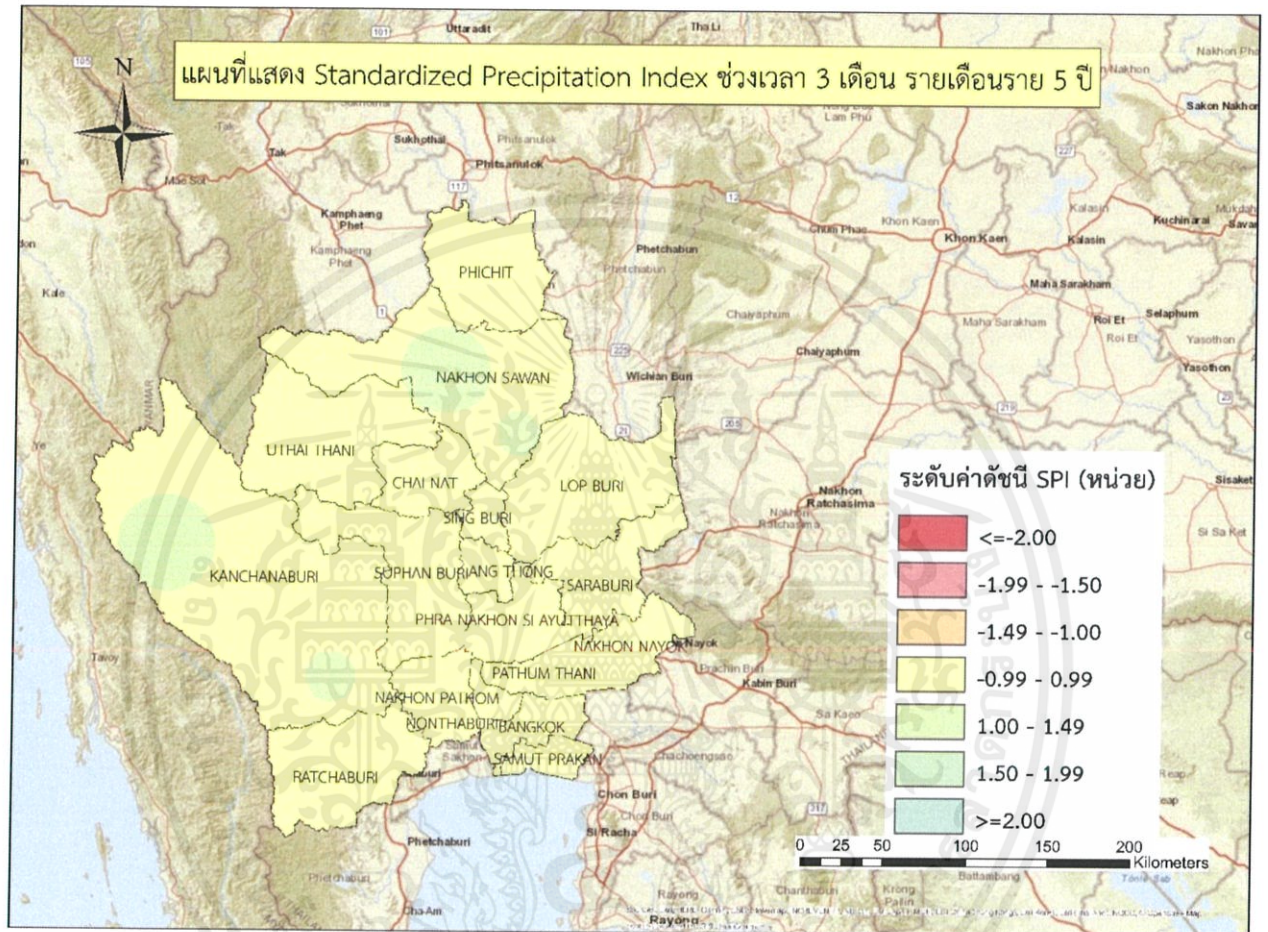
ค่าดัชนี SPI จะถูกอธิบายด้วยสี ดังแสดงในรูป 4.5



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างแผนที่แสดง Standardized Precipitation Index ช่วงเวลา 1 เดือนรายเดือนราย 5 ปี

จากรูปที่ 4.5 ในปี 2018-2022 พื้นที่โดยรวมจะมีปริมาณฝนตกใกล้เคียงค่าปกติ แต่ในบริเวณจังหวัด ชัยนาท และสุพรรณบุรีจะมีปริมาณฝนตกปานกลาง

4.2.6 แผนที่แสดง Standardized Precipitation Index(SPI) ช่วงเวลา 3 เดือน รายเดือนราย 5 ปี
 แผนที่แสดงค่าดัชนี SPI ช่วงเวลา 3 เดือน รายเดือนราย 5 ปี ของ 3 แบบจำลองจำแนกตาม
 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 204 ช่วงเวลา จำนวนทั้งสิ้น 1,836 รูป (สำหรับ
 ข้อมูลทั้งหมดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.weather4thai.kmitl.ac.th) โดย
 ค่าดัชนี SPI จะถูกอธิบายด้วยสี ดังแสดงในรูป 4.6



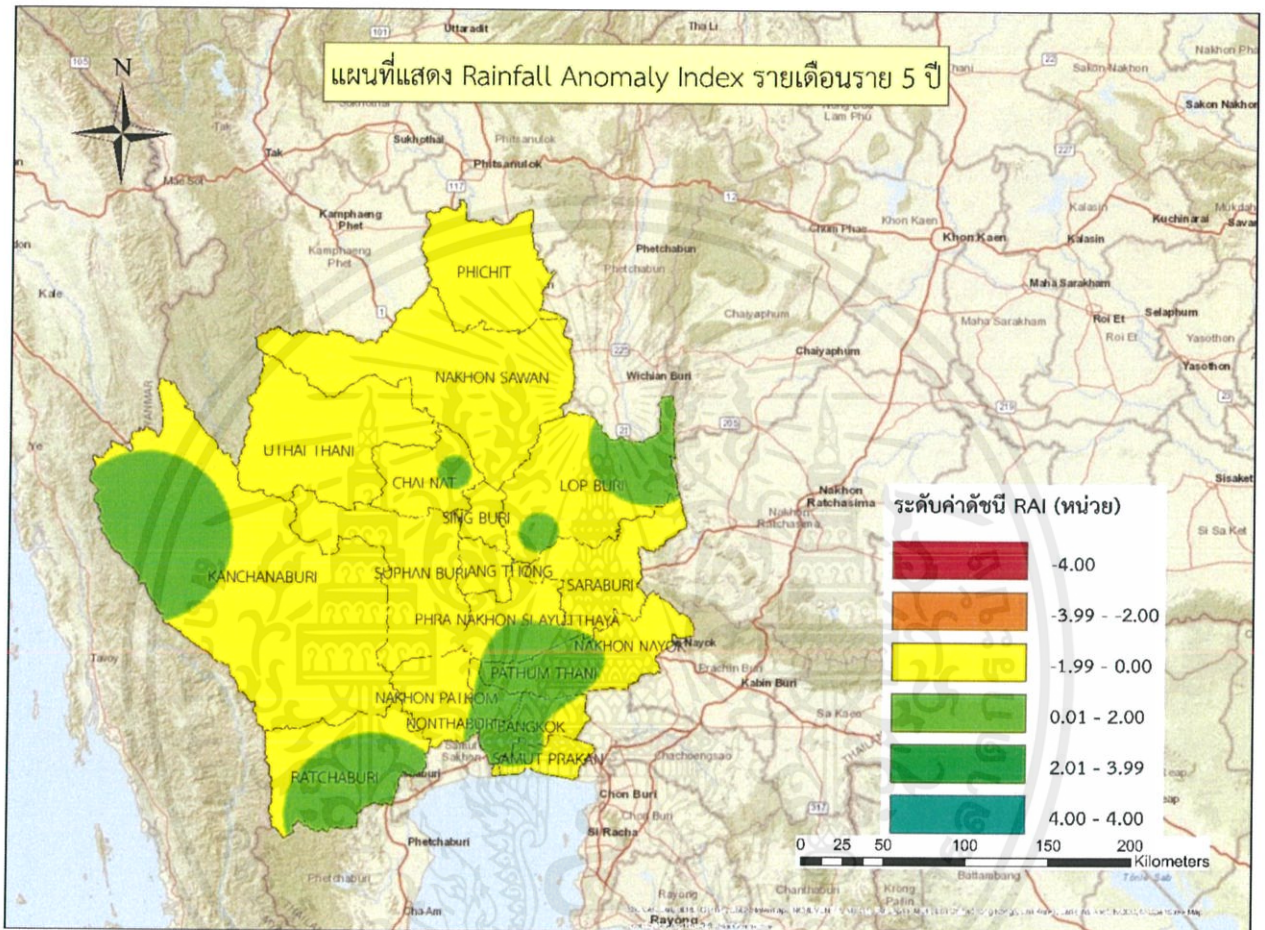
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างแผนที่แสดง Standardized Precipitation Index ช่วงเวลา 3 เดือนรายเดือนราย 5 ปี
 จากรูปที่ 4.6 ในปี 2018-2022 พื้นที่โดยรวมจะมีปริมาณฝนตกใกล้เคียงค่าปกติ แต่ในบริเวณจังหวัด
 กาญจนบุรี และนครสวรรค์จะมีปริมาณฝนตกปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 แผนที่แสดง Rainfall Anomaly Index(RAI) รายเดือนราย 5 ปี

แผนที่แสดงค่าดัชนี RAI รายเดือนราย 5 ปี ของ 3 แบบจำลองจำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 204 ช่วงเวลา จำนวนทั้งสิ้น 1,836 รูป (สำหรับข้อมูลทั้งหมดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.weather4thai.kmitl.ac.th) โดย

ค่าดัชนี RAI จะถูกอธิบายด้วยสี ดังแสดงในรูป 4.7



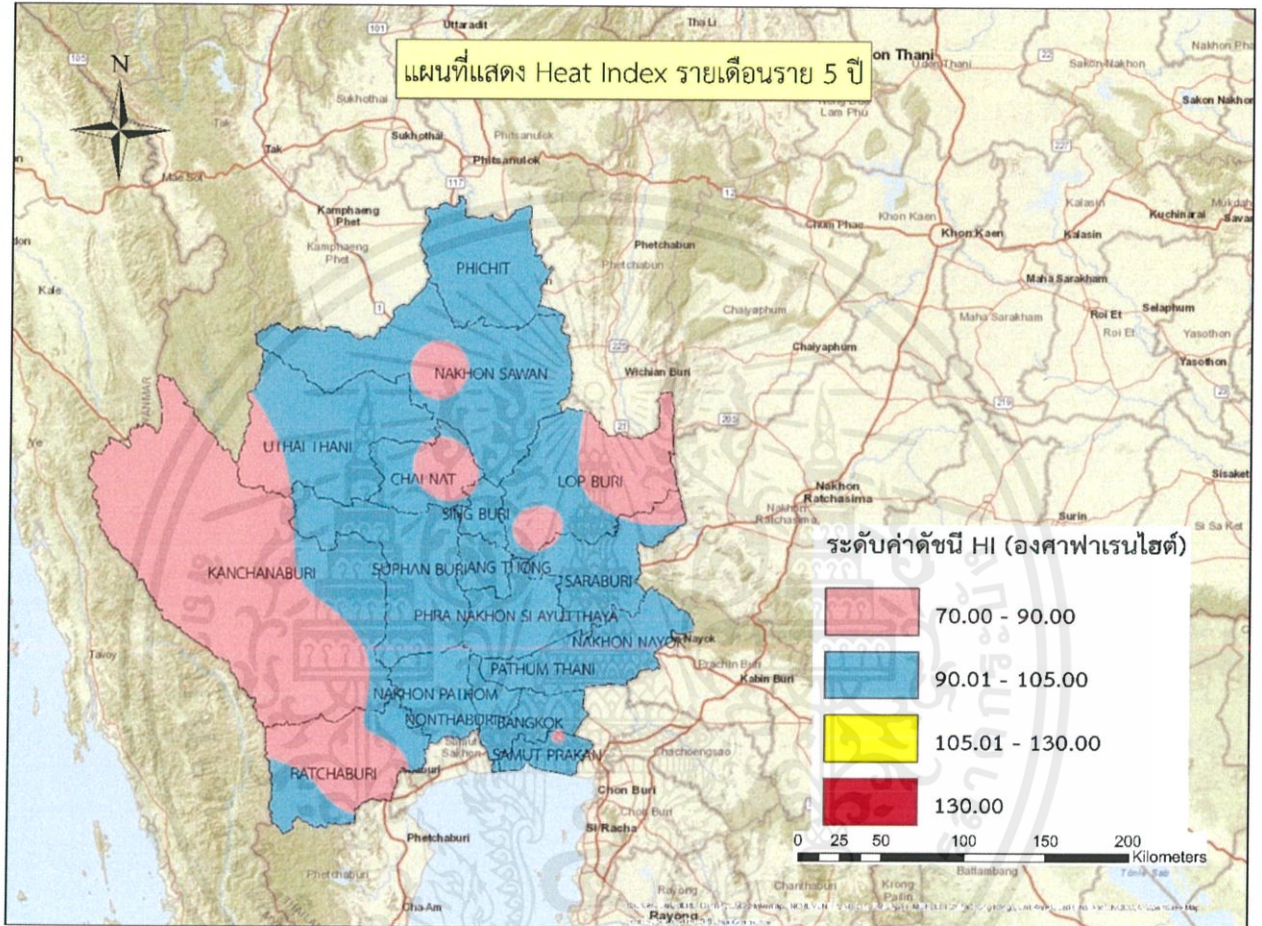
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างแผนที่แสดง Rainfall Anomaly Index รายเดือนราย 5 ปี

จากรูปที่ 4.7 ในปี 2018-2022 พื้นที่โดยรวมจะมีปริมาณความชื้นปกติ แต่ในจังหวัดกาญจนบุรี ลพบุรี และจังหวัดบริเวณโดยรอบอ่าวไทยจะมีปริมาณความชื้นมาก

4.2.8 แผนที่แสดง Heat Index(HI) รายเดือนราย 5 ปี

แผนที่แสดงค่าดัชนี HI รายเดือนราย 5 ปี ของ 3 แบบจำลองจำแนกตาม 3 ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 204 ช่วงเวลา จำนวนทั้งสิ้น 1,836 รูป (สำหรับข้อมูลทั้งหมดสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ที่ www.weather4thai.kmitl.ac.th) โดย

ค่าดัชนี HI จะถูกอธิบายด้วยสี ดังแสดงในรูป 4.8



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างแผนที่แสดง Heat Index รายเดือนราย 5 ปี

จากรูปที่ 4.8 ในปี 2018-2022 พื้นที่โดยรวมจะอยู่ในช่วงเกณฑ์ระวังรุนแรง(สีฟ้า) แต่ในจังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี และจังหวัดลพบุรีจะอยู่ในช่วงเกณฑ์เตือนระวัง(สีชมพู)

4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลอง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกสำหรับปริมาณฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิ, ลมทางทิศเหนือ และ ลมทางทิศตะวันออก ที่ได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.77 ถึง 0.98 ดังตารางที่ 4.16, 4.17 และ 4.18 โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้บ่งบอกว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก

4.3.1 แบบจำลอง CanESM2

ตารางที่ 4.16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลอง CanESM2

สถานี	ปริมาณฝนรวม			ความชื้นสัมพัทธ์			อุณหภูมิ			ลมทางทิศเหนือ			ลมทางทิศตะวันออก		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	0.794	0.814	0.835	0.846	0.837	0.84	0.871	0.884	0.875	0.827	0.81	0.798	0.806	0.81	0.783
400301	0.803	0.832	0.808	0.885	0.878	0.922	0.873	0.863	0.909	0.899	0.875	0.861	0.821	0.818	0.841
402301	0.814	0.843	0.813	0.826	0.854	0.82	0.839	0.79	0.854	0.835	0.856	0.819	0.867	0.826	0.896
415301	0.81	0.878	0.844	0.853	0.79	0.869	0.82	0.824	0.868	0.87	0.873	0.849	0.841	0.841	0.863
419301	0.835	0.872	0.855	0.892	0.877	0.839	0.857	0.865	0.921	0.876	0.872	0.861	0.793	0.794	0.868
424301	0.826	0.829	0.855	0.917	0.866	0.919	0.896	0.854	0.841	0.8	0.795	0.806	0.867	0.888	0.822
425201	0.799	0.827	0.795	0.797	0.793	0.797	0.836	0.806	0.838	0.83	0.864	0.86	0.786	0.787	0.79
425301	0.799	0.81	0.791	0.906	0.833	0.82	0.862	0.812	0.85	0.888	0.831	0.856	0.887	0.836	0.871
426201	0.789	0.797	0.797	0.856	0.871	0.868	0.849	0.843	0.822	0.783	0.79	0.784	0.804	0.803	0.796
426401	0.81	0.806	0.81	0.808	0.818	0.8	0.877	0.854	0.881	0.846	0.868	0.804	0.826	0.846	0.843
429201	0.792	0.829	0.79	0.781	0.874	0.825	0.862	0.849	0.814	0.937	0.904	0.844	0.883	0.912	0.808
429301	0.949	0.824	0.921	0.909	0.936	0.863	0.956	0.847	0.859	0.944	0.895	0.895	0.845	0.888	0.874
429601	0.935	0.842	0.884	0.844	0.814	0.801	0.893	0.834	0.875	0.822	0.93	0.847	0.874	0.85	0.911
450201	0.792	0.801	0.791	0.83	0.805	0.822	0.854	0.861	0.858	0.78	0.786	0.775	0.802	0.788	0.792
450401	0.846	0.823	0.834	0.781	0.792	0.831	0.871	0.872	0.894	0.798	0.805	0.843	0.817	0.828	0.814
451301	0.817	0.804	0.791	0.839	0.8	0.87	0.891	0.799	0.803	0.794	0.813	0.865	0.898	0.861	0.882
455201	0.797	0.793	0.782	0.801	0.781	0.797	0.81	0.796	0.816	0.791	0.817	0.797	0.791	0.799	0.79
455203	0.866	0.877	0.8	0.853	0.81	0.841	0.845	0.821	0.81	0.798	0.863	0.809	0.831	0.793	0.809
455301	0.826	0.815	0.82	0.923	0.784	0.836	0.863	0.867	0.843	0.914	0.922	0.832	0.875	0.824	0.856
455601	0.808	0.792	0.792	0.786	0.805	0.794	0.786	0.794	0.789	0.785	0.814	0.776	0.785	0.804	0.811

4.3.2 แบบจำลอง HAD-GEM-AO

ตารางที่ 4.17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO

สถานี	ปริมาณฝนรวม			ความชื้นสัมพัทธ์			อุณหภูมิ			ลมทางทิศเหนือ			ลมทางทิศตะวันออก		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	0.79	0.787	0.783	0.823	0.812	0.846	0.891	0.909	0.847	0.828	0.835	0.839	0.819	0.791	0.801
400301	0.826	0.801	0.817	0.882	0.852	0.891	0.823	0.882	0.93	0.863	0.798	0.842	0.833	0.805	0.831
402301	0.802	0.799	0.806	0.85	0.798	0.799	0.857	0.846	0.93	0.814	0.774	0.818	0.818	0.812	0.828
415301	0.859	0.823	0.799	0.818	0.805	0.864	0.832	0.844	0.83	0.881	0.851	0.859	0.856	0.892	0.844
419301	0.873	0.823	0.791	0.875	0.787	0.806	0.825	0.911	0.813	0.844	0.869	0.826	0.841	0.831	0.795
424301	0.793	0.808	0.778	0.842	0.877	0.926	0.864	0.938	0.85	0.88	0.79	0.812	0.855	0.834	0.904
425201	0.794	0.82	0.794	0.784	0.805	0.776	0.864	0.865	0.861	0.859	0.876	0.848	0.785	0.793	0.785
425301	0.803	0.787	0.775	0.82	0.815	0.813	0.826	0.913	0.916	0.834	0.828	0.818	0.874	0.886	0.863
426201	0.801	0.812	0.786	0.842	0.861	0.872	0.854	0.856	0.864	0.813	0.81	0.797	0.802	0.804	0.785
426401	0.782	0.787	0.794	0.797	0.79	0.777	0.857	0.892	0.886	0.78	0.797	0.793	0.833	0.847	0.838
429201	0.803	0.801	0.777	0.805	0.78	0.815	0.928	0.9	0.882	0.843	0.876	0.843	0.824	0.864	0.801
429301	0.88	0.909	0.851	0.926	0.92	0.775	0.841	0.827	0.872	0.778	0.833	0.902	0.901	0.858	0.834
429601	0.802	0.863	0.818	0.863	0.873	0.793	0.886	0.906	0.862	0.865	0.836	0.863	0.795	0.861	0.851
450201	0.829	0.786	0.794	0.84	0.843	0.841	0.877	0.879	0.874	0.773	0.807	0.799	0.786	0.784	0.784
450401	0.777	0.788	0.798	0.795	0.776	0.799	0.839	0.893	0.88	0.816	0.793	0.862	0.776	0.806	0.799
451301	0.794	0.785	0.79	0.81	0.847	0.837	0.894	0.893	0.909	0.789	0.877	0.813	0.827	0.895	0.811
455201	0.792	0.801	0.795	0.775	0.779	0.79	0.792	0.787	0.782	0.803	0.799	0.804	0.782	0.796	0.806
455203	0.815	0.836	0.797	0.875	0.832	0.877	0.822	0.825	0.894	0.784	0.806	0.824	0.843	0.794	0.802
455301	0.783	0.795	0.786	0.889	0.804	0.871	0.828	0.827	0.858	0.871	0.871	0.872	0.803	0.826	0.89
455601	0.777	0.801	0.78	0.789	0.775	0.808	0.782	0.791	0.788	0.803	0.804	0.808	0.797	0.788	0.783

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 แบบจำลอง MPI-ESM-LR

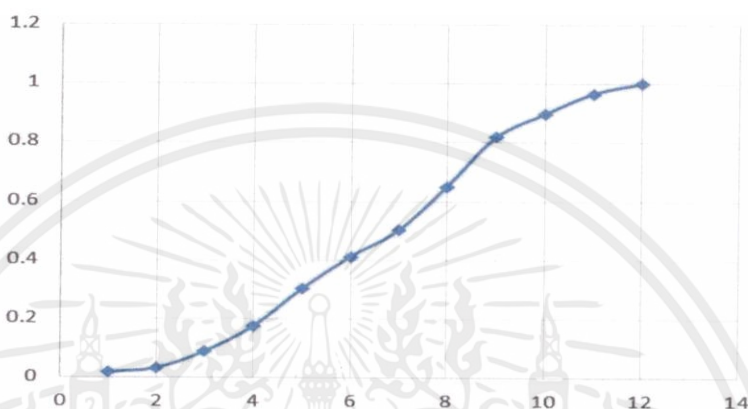
ตารางที่ 4.18 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบจำลอง MPI-ESM-LR

สถานี	ปริมาณฝนรวม			ความชื้นสัมพัทธ์			อุณหภูมิ			ลมทางทิศเหนือ			ลมทางทิศตะวันออก		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	0.781	0.78	0.776	0.808	0.832	0.818	0.891	0.895	0.893	0.822	0.806	0.834	0.793	0.785	0.781
400301	0.834	0.833	0.818	0.864	0.845	0.892	0.794	0.879	0.825	0.825	0.869	0.912	0.803	0.903	0.79
402301	0.806	0.788	0.785	0.854	0.851	0.832	0.866	0.794	0.863	0.856	0.844	0.834	0.789	0.785	0.789
415301	0.817	0.794	0.792	0.841	0.873	0.871	0.854	0.917	0.855	0.882	0.838	0.849	0.894	0.86	0.878
419301	0.855	0.818	0.887	0.795	0.833	0.838	0.802	0.862	0.803	0.845	0.85	0.821	0.833	0.909	0.832
424301	0.839	0.853	0.82	0.909	0.819	0.878	0.875	0.811	0.825	0.797	0.787	0.858	0.847	0.842	0.792
425201	0.783	0.821	0.807	0.785	0.793	0.792	0.854	0.868	0.85	0.834	0.845	0.823	0.793	0.79	0.786
425301	0.786	0.806	0.786	0.817	0.851	0.868	0.903	0.796	0.859	0.791	0.862	0.902	0.857	0.89	0.865
426201	0.775	0.807	0.806	0.858	0.862	0.84	0.853	0.834	0.837	0.798	0.822	0.785	0.791	0.793	0.784
426401	0.78	0.807	0.781	0.783	0.862	0.781	0.897	0.834	0.882	0.813	0.822	0.782	0.81	0.793	0.783
429201	0.785	0.817	0.783	0.822	0.816	0.788	0.862	0.824	0.894	0.877	0.92	0.829	0.806	0.872	0.856
429301	0.871	0.938	0.923	0.922	0.877	0.899	0.857	0.864	0.838	0.962	0.973	0.945	0.793	0.839	0.83
429601	0.815	0.905	0.848	0.828	0.801	0.828	0.849	0.859	0.833	0.934	0.948	0.853	0.886	0.781	0.909
450201	0.788	0.794	0.799	0.835	0.844	0.794	0.876	0.879	0.873	0.797	0.781	0.787	0.821	0.794	0.807
450401	0.84	0.847	0.837	0.789	0.793	0.795	0.853	0.847	0.873	0.782	0.805	0.8	0.79	0.821	0.791
451301	0.79	0.81	0.792	0.803	0.883	0.811	0.856	0.915	0.792	0.852	0.855	0.828	0.822	0.847	0.87
455201	0.807	0.824	0.811	0.803	0.78	0.787	0.81	0.801	0.799	0.778	0.796	0.776	0.78	0.784	0.792
455203	0.792	0.787	0.849	0.793	0.829	0.857	0.821	0.807	0.791	0.829	0.773	0.798	0.785	0.84	0.811
455301	0.787	0.794	0.79	0.873	0.845	0.846	0.851	0.905	0.847	0.898	0.898	0.938	0.857	0.838	0.78
455601	0.778	0.79	0.817	0.879	0.821	0.788	0.787	0.786	0.774	0.776	0.797	0.779	0.798	0.786	0.793

บทที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การเคลื่อนตัวของฤดูฝน

การเคลื่อนตัวของฤดูฝนศึกษาจากการอ่านกราฟระหว่างร้อยละปริมาณฝนสะสมรายปีราย 5 ปี (Y)กับเดือน(X) ดังแสดงในรูปที่ 5.1 โดยจากใช้สมมติฐานจากข้อมูลสถิติปริมาณฝนในอดีต ว่าฤดูฝนจะเริ่มต้นประมาณวันที่ 16 เดือน พฤษภาคม โดยวัดจาก ร้อยละ 20 ของปริมาณฝนรวมต่อปี



รูปที่ 5.1 กราฟระหว่างร้อยละปริมาณฝนสะสมรายปีราย 5 ปี (Y)กับเดือน(X)

จากการอ่านค่าจากกราฟร้อยละปริมาณฝนสะสมรายปีราย 5 ปี ระหว่างปี ค.ศ.2017 ถึง ปี ค.ศ.2021

สำหรับแบบจำลอง CanESM2 พบระยะเวลาการเคลื่อนตัว ดังตารางที่ 5.1 โดยค่าบวกแสดงถึงเหตุการณ์ที่ฤดูฝนมาช้ากว่าฤดูกาลตามปกติ และค่าลบแสดงถึงเหตุการณ์ที่ฤดูฝนมาเร็วกว่าฤดูกาลตามปกติ โดยผลที่ได้จะแสดงผลเป็นวัน

ตารางที่ 5.1 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2017 ถึง ปี ค.ศ.2021 ของแบบจำลอง CanESM2

สถานี	2017 - 2021			สถานี	2017 - 2021		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	-9.24	6.94	6.94	429201	2.78	0.82	0.82
400301	6.39	2.21	2.21	429301	-4.73	12.84	12.84
402301	4.18	7.55	7.55	429601	17.64	18.51	18.51
415301	4.28	22.06	22.06	450201	-3.86	-8.03	-8.03
419301	-28.05	20.37	20.37	450401	3.92	18.38	18.38

ตารางที่ 5.1 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2017 ถึง ปี ค.ศ.2021 ของแบบจำลอง CanESM2(ต่อ)

424301	4.81	19.84	19.84	451301	4.44	15.7	15.7
425201	22.66	1.26	1.26	455201	4.08	1.26	1.26
425301	-0.38	0.32	0.32	455203	-8.19	23.23	23.23
426201	1.22	-2.31	-2.31	455301	-4.59	6.11	6.11
426401	-3.08	3.06	3.06	455601	-1.02	1.65	1.65

จากการอ่านค่าจากกราฟร้อยละปริมาณฝนสะสมรายปีราย 5 ปี ระหว่างปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ.2022

สำหรับแบบจำลอง HAD-GEM-AO พบว่าได้ค่า ดังตารางที่ 5.2 โดยค่าบวกแสดงถึงเหตุการณ์ที่ฤดูฝนมาช้ากว่าฤดูกาลตามปกติ และค่าลบแสดงถึงเหตุการณ์ที่ฤดูฝนมาเร็วกว่าฤดูกาลตามปกติ โดยผลที่ได้จะแสดงผลเป็นวัน

ตารางที่ 5.2 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ.2022 ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO

สถานี	2018 - 2022				2018 - 2022		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	16.14	-12.08	33.4	429201	1.95	5.81	1.75
400301	16.35	3.72	20.08	429301	-84.44	-35.91	-7.96
402301	15.54	17.17	18.16	429601	26.28	13.08	20.21
415301	3.67	-2.04	11.19	450201	-9.08	-4.62	6.73
419301	5.3	-6.88	-9.58	450401	-0.39	2.13	23.26
424301	-5.26	23.3	-5.6	451301	10.07	19.89	10.99
425201	7.21	19.5	17.72	455201	2.07	0.96	3.66
425301	6.14	29.74	17.71	455203	6.99	3	8.68
426201	10.38	4.73	3.43	455301	0.01	21.86	8.15
426401	5.46	22.87	1.99	455601	1.41	6.01	8.4

จากการอ่านค่าจากกราฟร้อยละปริมาณฝนสะสมรายปีราย 5 ปี ระหว่างปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ.2022

สำหรับแบบจำลอง MPI-ESM-LR พบว่าได้ค่า ดังตารางที่ 25 โดยค่าบวกแสดงถึงเหตุการณ์ที่ ฤดูฝนมาช้ากว่าฤดูกาลตามปกติ และค่าลบแสดงถึงเหตุการณ์ที่ฤดูฝนมาเร็วกว่าฤดูกาลตามปกติ โดยผลที่ได้จะแสดงผลเป็นวัน

ตารางที่ 5.3 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ.2022 ของแบบจำลอง MPI-ESM-LR

สถานี	2018 - 2022				2018-2022		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	4.42	-1.1	-1.1	429201	15.24	22.21	-2.25
400301	2.47	-6.98	4.36	429301	15.37	40.8	-2.72
402301	8.1	-10.01	3.18	429601	-10.14	13.39	21.01
415301	3.15	1.31	0.58	450201	-8.25	9.05	-1.48
419301	-10.95	-2.23	2.32	450401	5.89	16.15	12.04
424301	-13.27	4.29	-17.69	451301	13.49	-5.61	24.67
425201	-2.02	3.82	3.49	455201	11.54	6.14	23.52
425301	7.07	-15.58	11.62	455203	-0.66	4.97	21.31
426201	3.66	2.77	5.1	455301	8.92	1.06	19.22
426401	0.86	6.09	2.38	455601	34.99	-3.56	12.91

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Standardized Precipitation Index (SPI)

5.2.1 Standardized Precipitation Index (SPI) time scales 1 month

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPI จะศึกษาจากแผนที่แสดงค่าดัชนี SPI ช่วงเวลา 1 เดือน รายเดือน ราย 5 ปี เปรียบเทียบสีในแผนที่กับตารางระดับความรุนแรงของดัชนี SPI ใน

1. แบบจำลอง CanESM2 RCP2.6 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษาจะมีฝนตกใกล้เคียงค่าปกติเป็นส่วนใหญ่ และจะพบฝนตกปานกลางถึงฝนแล้งปานกลางในบางพื้นที่ และจะพบฝนแล้งรุนแรงถึงรุนแรงที่สุดกระจายตัวเป็นวงกว้างในปี ค.ศ.2092 ถึง ปี ค.ศ.2096 และจะพบฝนตกมากถึงมากที่สุด ในช่วงท้ายปี

ค.ศ. 2097 ถึง ปี ค.ศ. 2100 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของสภาพอากาศ เมื่อมีการปล่อยก๊าซ CO_2 เทียบเท่าตั้งแต่ 2.6 วัตต์ต่อตารางขึ้นไป

2. แบบจำลอง CanESM2 RCP4.5 และ RCP8.5 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษาจะมีฝนตกใกล้เคียงค่าปกติเป็นส่วนใหญ่ และจะพบฝนตกปานกลางถึงฝนแล้งปานกลางในบางพื้นที่และจะพบฝนแล้งรุนแรงถึงรุนแรงที่สุดในบางพื้นที่ในปี ค.ศ.2092 ถึง ปี ค.ศ.2096

3. แบบจำลอง HAD-GEM-AO และ แบบจำลอง MPI-ESM-LR ทั้ง 3 RCP แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษาจะมีฝนตกใกล้เคียงค่าปกติเป็นส่วนใหญ่ และจะพบฝนตกปานกลางถึงฝนแล้งปานกลางในบางพื้นที่ และจะพบฝนแล้งรุนแรงถึงรุนแรงที่สุดกระจายตัวเป็นวงกว้างในปี ค.ศ.2098 ถึง ปี ค.ศ.2100

5.2.2 Standardized Precipitation Index (SPI) time scales 3 months

1. แบบจำลอง CanESM2 RCP2.6 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษาจะมีฝนตกใกล้เคียงค่าปกติเป็นส่วนใหญ่ และจะพบฝนตกปานกลางถึงฝนแล้งปานกลางในบางพื้นที่ และจะพบฝนแล้งรุนแรงถึงรุนแรงที่สุดกระจายตัวเป็นวงกว้างในปี ค.ศ.2092 ถึง ปี ค.ศ.2096

2. แบบจำลอง HAD-GEM-AO และแบบจำลอง MPI-ESM-LR ทั้ง 3 RCP พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีฝนตกใกล้เคียงค่าปกติเป็นส่วนใหญ่ และจะพบฝนตกปานกลางถึงฝนแล้งปานกลางในบางพื้นที่ และจะพบฝนแล้งรุนแรงถึงรุนแรงที่สุดกระจายตัวเป็นวงกว้างในปี ค.ศ.2098 ถึง ปี ค.ศ.2100

5.3 วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Rainfall Anomaly Index (RAI)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย RAI จะศึกษาจากแผนที่แสดงค่าดัชนี RAI รายเดือนราย 5 ปี เปรียบเทียบสีในแผนที่กับตารางระดับความรุนแรงของดัชนี RAI ใน

1. แบบจำลอง CanESM2 RCP2.6 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีความแห้งมากในเดือน 1,2 และ 12 มีความแห้งถึงแห้งมากในเดือน 3 และ 11 มีความแห้งในเดือน 4 มีความชื้นรวมกับความแห้งในเดือน 5,6,7,8 และ 10 มีความชื้นในเดือน 9

2. แบบจำลอง CanESM2 RCP4.5 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีความแห้งมากในเดือน 1,2 และ 12 มีความแห้งถึงแห้งมากในเดือน 3 และ 11 มีความแห้งในเดือน 4 มีความชื้นรวมกับความแห้งในเดือน 5,6,7,8 และ 10 มีความชื้นในเดือน 9

3. แบบจำลอง CanESM2 RCP8.5 พบว่า พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีความแห้งมากในเดือน 1,2 และ 12 มีความแห้งถึงแห้งมากในเดือน 3 และ 11 มีความแห้งในเดือน 4 มีความชื้นรวมกับความแห้งในเดือน 5,6,7 และ 10 มีความชื้นในเดือน 8 และ 9

4. แบบจำลอง HadGEM2-AO RCP2.6 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีความแห้งมากในเดือน 1,2,3,12 และมีความแห้งในเดือน 4,5,6,11 และมีความชื้นในช่วงเดือน 7 ถึงเดือน 10

5. แบบจำลอง HadGEM2-AO RCP4.5 พบว่าพื้นที่ศึกษาจะมีความแห้งมากในเดือน 1,2,3,12 และมีความแห้งในเดือน 4,5,6,7,11 และมีความชื้นในช่วงเดือน 8 ถึงเดือน 10
6. แบบจำลอง HadGEM2-AO RCP8.5 พบว่าพื้นที่ศึกษาจะมีความแห้งมากในเดือน 12 และมีความแห้งในเดือน 3,4,5,11 และมีความชื้นในช่วงเดือน 6 ถึงเดือน 10
7. แบบจำลอง MPI-ESM-LR RCP2.6 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีแห้งมากในเดือน 1,2,12 และมีความแห้งในเดือน 3,4,5,6,11 และมีความชื้นในช่วงเดือน 7 ถึงเดือน 10
8. แบบจำลอง MPI-ESM-LR RCP4.5 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีแห้งมากในเดือน 1,2,3,12 และมีความแห้งในเดือน 4,5,11 และมีความชื้นในช่วงเดือน 6 ถึงเดือน 10
9. แบบจำลอง MPI-ESM-LR RCP8.5 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีแห้งมากในเดือน 1,2,3,12 และมีความแห้งในเดือน 4,11 และมีความชื้นในช่วงเดือน 5 ถึงเดือน 10

5.4 วิเคราะห์ข้อมูลด้วย Heat Index (HI)

1. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย HI จะศึกษาจากแผนที่แสดงค่าดัชนี HI รายเดือนราย 5 ปี เปรียบเทียบสีในแผนที่กับตารางจำแนกผลกระทบด้วยดัชนี HI ใน
2. แบบจำลอง CanESM2 RCP2.6 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีอยู่ในสถานะเดือนระวังในช่วงเดือน 11 ถึงเดือน 2 จะอยู่ในสถานะระวังรุนแรงในช่วงเดือน 3 ถึงเดือน 9 และจะอยู่ในสถานะเดือนระวังถึงระวังรุนแรงในเดือนที่ 10
3. แบบจำลอง CanESM2 RCP4.5 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีอยู่ในสถานะเดือนระวังในช่วงเดือน 11 ถึงเดือน 2 จะอยู่ในสถานะระวังรุนแรงในช่วงเดือน 3 ถึงเดือน 9 และจะอยู่ในสถานะเดือนระวังถึงระวังรุนแรงในเดือนที่ 10
4. แบบจำลอง CanESM2 RCP8.5 พบว่า พื้นที่ศึกษาจะมีอยู่ในสถานะเดือนระวังในช่วงเดือน 11 ถึงเดือน 1 จะอยู่ในสถานะระวังรุนแรงในช่วงเดือน 3 ถึงเดือน 10 และจะอยู่ในสถานะเดือนระวังถึงระวังรุนแรงในเดือนที่ 2
5. แบบจำลอง HAD-GEM-AO ทั้ง 3 RCP พบว่าพื้นที่ศึกษาจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระดับเดือนระวังในช่วงเดือน 1,2,11,12 และผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระดับเดือนระวังรุนแรงในช่วงเดือน 3 ถึง 10
6. แบบจำลอง MPI-ESM-LR RCP2.6 พบว่าพื้นที่ศึกษาจะมีอยู่ในสถานะเดือนระวังในช่วงเดือน 10 ถึงเดือน 2 จะอยู่ในสถานะระวังรุนแรงในช่วงเดือน 3 ถึงเดือน 9
7. แบบจำลอง MPI-ESM-LR RCP4.5 และ 8.5 พบว่าพื้นที่ศึกษาจะมีอยู่ในสถานะเดือนระวังในช่วงเดือน 11 ถึงเดือน 2 จะอยู่ในสถานะระวังรุนแรงในช่วงเดือน 3 ถึงเดือน 10

บทที่ 6

สรุปผลผลิตงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 ปริมาณฝนรวม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วและทิศทางลม ของประเทศไทยในอนาคต

จากการศึกษาการคาดการณ์ข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศ (ปริมาณฝนรวม , ความชื้นสัมพัทธ์ , อุณหภูมิ , ความเร็วและทิศทางลม)ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2017 ถึง ปีค.ศ.2100 ด้วยวิธีการลดขนาดแบบจำลองโดยวิธีการทางสถิติ โดยใช้ข้อมูลตั้งต้นที่ถูกจำแนกตามภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate scenarios) ทั้ง 3 รูปแบบคือ การจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่า(Representative Concentration Pathways : RCP) ในอัตราต่ำ(RCP2.6) กลาง(RCP4.5) สูง(RCP8.5) ของ3แบบจำลองประกอบด้วยCanESM2,HAD-GEM-AOและMPI-ESM-LR แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 6.1, 6.2 และ 6.3

ตารางที่ 6.1 แนวโน้มการเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)

RCP2.6			
แบบจำลอง	CanESM2	HAD-GEM-AO	MPI-ESM-LR
ตัวแปรทางภูมิอากาศ			
ปริมาณฝนรวม	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
ความชื้นสัมพัทธ์	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
อุณหภูมิ	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	คงที่	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
ความเร็วลม	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 6.2 แนวโน้มการเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)

RCP4.5			
แบบจำลอง	CanESM2	HAD-GEM-AO	MPI-ESM-LR
ตัวแปรทางภูมิอากาศ			
ปริมาณฝนรวม	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
ความชื้นสัมพัทธ์	ลดลงเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย
อุณหภูมิ	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
ความเร็วลม	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 6.3 แนวโน้มการเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรทางภูมิอากาศตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)

RCP8.5			
แบบจำลอง	CanESM2	HAD-GEM-AO	MPI-ESM-LR
ตัวแปรทางภูมิอากาศ			
ปริมาณฝนรวม	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
ความชื้นสัมพัทธ์	ลดลงเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
อุณหภูมิ	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
ความเร็วลม	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

6.2 การเคลื่อนตัวของฤดูฝน

จากการศึกษาการเคลื่อนตัวของฤดูฝนด้วยวิธีการอ่านกราฟระหว่างร้อยละปริมาณฝนสะสมรายปีราย 5 ปี และรายเดือน โดยจากใช้สมมุติฐานจากข้อมูลสถิติปริมาณฝนในอดีต ว่าฤดูฝนจะเริ่มต้นประมาณวันที่ 16 เดือน พฤษภาคม โดยวัดจาก ร้อยละ 20 ของปริมาณฝนรวมต่อปี โดยพบว่าพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น และ พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น ได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 6.4 6.5 6.6 6.7 6.8 6.9 6.10 6.11 และ 6.12

ตารางที่ 6.4 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2017 - 2021	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	28.05	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	22.66
2022 - 2026	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	24.62	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	21.45
2027 - 2031	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	17.42	402301ชัยนาท สกข. จ.ชัยนาท	20.57
2032 - 2036	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	25.32	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	24.59
2037 - 2041	455203กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	10.46	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	48.72
2042 - 2046	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	54.40	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	26.95

ตารางที่ 6.4 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2047 - 2051	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	13.91	455201กรุงเทพมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร	28.35
2052 - 2056	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	4.23	455601สนามบึงดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	20.97
2057 - 2061	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	17.88	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	10.36
2062 - 2066	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	10.36	455201กรุงเทพมหานคร จ.กรุงเทพมหานคร	18.31
2067 - 2071	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	14.37	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	29.46
2072 - 2076	425301อุทอง สกข. จ.สุพรรณบุรี	15.80	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	21.38
2077 - 2081	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	17.49	402301ชัยนาท สกข. จ.ชัยนาท	28.52
2082 - 2086	426201ลพบุรี จ.ลพบุรี	9.58	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	23.52
2087 - 2091	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	31.37	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	15.99
2092 - 2096	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	2.48	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	25.35
2097 - 2100	455203กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	7.63	425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	36.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.5 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2017 - 2021	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	8.03	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	23.23
2022 - 2026	429201น่านอง จ.สมุทรปราการ	17.05	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	31.78
2027 - 2031	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	16.74	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	35.53
2032 - 2036	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	16.52	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	19.04
2037 - 2041	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	7.83	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	19.44
2042 - 2046	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	13.07	429601สนามบิณสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	21.77
2047 - 2051	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	30.47	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	26.08
2052 - 2056	426201ลพบุรี จ.ลพบุรี	20.54	402301ชัยนาท สกข. จ.ชัยนาท	24.94
2057 - 2061	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	25.92	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	43.26
2062 - 2066	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	27.86	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	36.30
2067 - 2071	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	24.07	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	23.74
2072 - 2076	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	32.69	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	13.02
2077 - 2081	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	22.47	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	38.56

ตารางที่ 6.5 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2082 - 2086	419301ปทุมธานี สกษ. จ.ปทุมธานี	40.58	429201น่านอง จ.สมุทรปราการ	31.59
2087 - 2091	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	27.28	429201น่านอง จ.สมุทรปราการ	34.05
2092 - 2096	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	20.39	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	16.49
2097 - 2100	429201น่านอง จ.สมุทรปราการ	40.52	429601สนามบิณสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	15.36

ตารางที่ 6.6 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2017 - 2021	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	8.03	455203กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	23.23
2022 - 2026	429201น่านอง จ.สมุทรปราการ	17.05	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	31.78
2027 - 2031	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	16.74	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	35.53
2032 - 2036	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	16.52	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	19.04
2037 - 2041	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	7.83	429301สมุทรปราการ สกษ. จ.สมุทรปราการ	19.44
2042 - 2046	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	13.07	429601สนามบิณสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	21.77
2047 - 2051	419301ปทุมธานี สกษ. จ.ปทุมธานี	30.47	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	26.08
2052 - 2056	426201ลพบุรี จ.ลพบุรี	20.54	402301ชัยนาท สกษ. จ.ชัยนาท	24.94
2057 - 2061	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	25.92	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	43.26

ตารางที่ 6.6 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2062 - 2066	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	27.86	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	36.30
2067 - 2071	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	24.07	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	23.74
2072 - 2076	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	32.69	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	13.02
2077 - 2081	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	22.47	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	38.56
2082 - 2086	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	40.58	429201น่านอง จ.สมุทรปราการ	31.59
2087 - 2091	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	27.28	429201น่านอง จ.สมุทรปราการ	34.05
2092 - 2096	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	20.39	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	16.49
2097 - 2100	429201น่านอง จ.สมุทรปราการ	40.52	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	15.36

ตารางที่ 6.7 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2018 - 2022	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	84.44	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	26.28
2023 - 2027	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	7.67	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	32.77
2028 - 2032	426401บัวชุม จ.ลพบุรี	3.20	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	31.88
2033 - 2037	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	10.92	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	23.24
2038 - 2042	450401ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	12.79	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	30.27

ตารางที่ 6.7 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2043 - 2047	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	13.25	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	32.47
2048 - 2052	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	20.83	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	23.08
2053 - 2057	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	10.29	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	23.52
2058 - 2062	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	9.24	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	21.90
2063 - 2067	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	9.60	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	27.71
2068 - 2072	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	7.89	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	21.90
2073 - 2077	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	11.27	429601สนามบิณสูวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	23.97
2078 - 2082	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	34.67	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	21.10
2083 - 2087	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	11.96	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	28.50
2088 - 2092	429201นาร่อง จ.สมุทรปราการ	6.95	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	22.05
2093 - 2097	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	11.19	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	28.47
2098 - 2100	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	36.14	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	30.54

ตารางที่ 6.8 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2018 - 2022	429301สมุทรปราการ สกษ. จ.สมุทรปราการ	35.91	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	29.74
2023 - 2027	429301สมุทรปราการ สกษ. จ.สมุทรปราการ	55.39	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	42.35
2028 - 2032	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	8.89	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	23.83
2033 - 2037	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	13.95	426401บัวชุม จ.ลพบุรี	25.15
2038 - 2042	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	8.05	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	48.25
2043 - 2047	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	13.98	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	29.89
2048 - 2052	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	8.55	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	29.84
2053 - 2057	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	12.01	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	44.45
2058 - 2062	429301สมุทรปราการ สกษ. จ.สมุทรปราการ	18.14	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	19.32
2063 - 2067	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	15.46	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	30.08
2068 - 2072	429301สมุทรปราการ สกษ. จ.สมุทรปราการ	20.98	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	18.87
2073 - 2077	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	23.21	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	20.03
2078 - 2082	429301สมุทรปราการ สกษ. จ.สมุทรปราการ	28.66	425301อุทอง สกษ. จ.สุพรรณบุรี	24.36

ตารางที่ 6.8 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง (RCP4.5)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2083 - 2087	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	15.91	425301อุทอง สกข. จ.สุพรรณบุรี	32.12
2088 - 2092	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	20.26	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	20.02
2093 - 2097	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	18.44	425301อุทอง สกข. จ.สุพรรณบุรี	24.00
2098 - 2100	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	12.72	425301อุทอง สกข. จ.สุพรรณบุรี	37.05

ตารางที่ 6.9 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2018 - 2022	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	9.58	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	33.40
2023 - 2027	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	11.87	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	36.22
2028 - 2032	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	17.45	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	40.39
2033 - 2037	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	21.44	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	32.20
2038 - 2042	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	28.83	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	33.06
2043 - 2047	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	16.78	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	27.65
2048 - 2052	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	14.00	425301อุทอง สกข. จ.สุพรรณบุรี	21.27
2053 - 2057	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	24.50	429601สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	15.30
2058 - 2062	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	23.32	429601สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	10.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.9 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง HAD-GEM-AO ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2063 - 2067	419301ปทุมธานี สกช. จ.ปทุมธานี	31.16	425301อุททอง สกช. จ.สุพรรณบุรี	17.86
2068 - 2072	426401บัวชุม จ.ลพบุรี	24.26	425301อุททอง สกช. จ.สุพรรณบุรี	25.78
2073 - 2077	455301กรุงเทพฯ บางนา สกช. จ.กรุงเทพมหานคร	58.00	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	44.93
2078 - 2082	455301กรุงเทพฯ บางนา สกช. จ.กรุงเทพมหานคร	58.39	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	54.68
2083 - 2087	455301กรุงเทพฯ บางนา สกช. จ.กรุงเทพมหานคร	65.36	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	47.01
2088 - 2092	419301ปทุมธานี สกช. จ.ปทุมธานี	62.22	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	49.25
2093 - 2097	455301กรุงเทพฯ บางนา สกช. จ.กรุงเทพมหานคร	63.78	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	47.87
2098 - 2100	419301ปทุมธานี สกช. จ.ปทุมธานี	63.75	400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์	41.39

ตารางที่ 6.10 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2018 - 2022	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	13.27	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	34.99
2023 - 2027	429601สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	41.43	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	24.81
2028 - 2032	426401บัวชุม จ.ลพบุรี	15.89	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	27.70
2033 - 2037	426401บัวชุม จ.ลพบุรี	7.68	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	27.60
2038 - 2042	419301ปทุมธานี สกช. จ.ปทุมธานี	17.31	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	24.55

ตารางที่ 6.10 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2043 - 2047	426201ลพบุรี จ.ลพบุรี	16.46	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	32.04
2048 - 2052	429601สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	31.73	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	24.29
2053 - 2057	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	18.65	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	29.82
2058 - 2062	455203กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	8.12	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	28.27
2063 - 2067	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	16.21	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	37.48
2068 - 2072	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	24.46	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	24.41
2073 - 2077	426401บัวชุม จ.ลพบุรี	20.66	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	33.79
2078 - 2082	426401บัวชุม จ.ลพบุรี	15.19	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	37.79
2083 - 2087	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	17.25	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	26.03
2088 - 2092	429601สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	36.26	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	29.61
2093 - 2097	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	13.96	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	35.00
2098 - 2100	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	23.48	455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร	33.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.11 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2018 - 2022	425301อุททอง สกข. จ.สุพรรณบุรี	15.58	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	40.80
2023 - 2027	425301อุททอง สกข. จ.สุพรรณบุรี	13.45	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	27.38
2028 - 2032	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	13.24	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	33.73
2033 - 2037	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	10.44	402301ชัยนาท สกข. จ.ชัยนาท	28.12
2038 - 2042	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	26.94	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	22.15
2043 - 2047	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	21.92	451301นครปฐม จ.นครปฐม	23.11
2048 - 2052	451301นครปฐม จ.นครปฐม	22.84	455201กรุงเทพมหานคร จ. กรุงเทพมหานคร	-15.54
2053 - 2057	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	23.80	429601สนามบึงสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	18.56
2058 - 2062	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	18.94	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	26.44
2063 - 2067	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	25.08	402301ชัยนาท สกข. จ.ชัยนาท	13.01
2068 - 2072	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	37.93	402301ชัยนาท สกข. จ.ชัยนาท	23.23
2073 - 2077	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	17.72	451301นครปฐม จ.นครปฐม	20.38
2078 - 2082	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	23.52	402301ชัยนาท สกข. จ.ชัยนาท	21.45

ตารางที่ 6.11 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2083 - 2087	419301ปทุมธานี สกษ. จ.ปทุมธานี	24.33	402301ชัยนาท สกษ. จ.ชัยนาท	14.69
2088 - 2092	419301ปทุมธานี สกษ. จ.ปทุมธานี	36.59	402301ชัยนาท สกษ. จ.ชัยนาท	13.08
2093 - 2097	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	20.90	451301นครปฐม จ.นครปฐม	21.46
2098 - 2100	415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	33.70	429301สมุทรปราการ สกษ. จ.สมุทรปราการ	23.28

ตารางที่ 6.12 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2018 - 2022	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	17.69	451301นครปฐม จ.นครปฐม	24.67
2023 - 2027	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	19.23	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	19.34
2028 - 2032	419301ปทุมธานี สกษ. จ.ปทุมธานี	20.84	429601สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ	15.90
2033 - 2037	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	26.54	429301สมุทรปราการ สกษ. จ.สมุทรปราการ	33.20
2038 - 2042	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	30.52	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	29.18
2043 - 2047	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	30.34	451301นครปฐม จ.นครปฐม	20.78
2048 - 2052	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	17.61	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	18.05

ตารางที่ 6.12 พื้นที่และจำนวนวันการเคลื่อนตัวของฤดูฝนโดยวิเคราะห์จากแบบจำลอง MPI-ESM-LR ตามการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)(ต่อ)

ปี	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้น	จำนวนวัน	พื้นที่ที่มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้น	จำนวนวัน
2053 - 2057	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	38.68	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	37.56
2058 - 2062	426201ลพบุรี จ.ลพบุรี	25.23	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	28.90
2063 - 2067	450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	37.29	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	36.01
2068 - 2072	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	39.22	429301สมุทรปราการ สกข. จ.สมุทรปราการ	16.81
2073 - 2077	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	44.57	426201ลพบุรี จ.ลพบุรี	49.03
2078 - 2082	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	22.76	451301นครปฐม จ.นครปฐม	31.66
2083 - 2087	429201นาร่อง จ.สมุทรปราการ	24.95	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	30.53
2088 - 2092	424301ราชบุรี จ.ราชบุรี	42.41	426201ลพบุรี จ.ลพบุรี	78.22
2093 - 2097	419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี	48.47	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	48.36
2098 - 2100	426201ลพบุรี จ.ลพบุรี	73.40	455203กรุงเทพฯ ทำเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร	61.13

จากการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราต่ำ(RCP2.6)ของแบบจำลองทั้ง 3 แบบพบว่า ที่สถานี 424301ราชบุรี จ.ราชบุรี 419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี และ 429601สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการ มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้นมากที่สุด และ ที่สถานี 455601สนามบินดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร 429601สนามบินสุวรรณภูมิ จ.สมุทรปราการและ 425201สุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้นมากที่สุด

จากการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราปานกลาง(RCP4.5)ของแบบจำลองทั้ง 3 แบบพบว่า ที่สถานี 450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี 419301ปทุมธานี สกข. จ.ปทุมธานี และ 415301พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้นมากที่สุด และ ที่สถานี 425301อุทอง สกข. จ.สุพรรณบุรี 424301ราชบุรี จ.ราชบุรี และ 402301ชัยนาท สกข. จ.ชัยนาท มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้นมากที่สุด

จากการจำลองแนวทางการปล่อยก๊าซ CO₂ เทียบเท่าในอัตราสูง(RCP8.5)ของแบบจำลองทั้ง 3 แบบ พบว่า ที่สถานี 419301ปทุมธานี สกษ. จ.ปทุมธานี 450201กาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี และ 424301ราชบุรี จ.ราชบุรี มีแนวโน้มฝนมาเร็วขึ้นมากที่สุด และ ที่สถานี 400201นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ 424301ราชบุรี จ.ราชบุรี และ 455203กรุงเทพฯ ท่าเรือคลองเตย จ.กรุงเทพมหานคร มีแนวโน้มฝนมาช้าขึ้นมากที่สุด

6.3 การนำเสนอข้อมูล

การนำเสนอข้อมูลจากแบบจำลองซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลปริมาณฝนรวม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วและทิศทางลมจะนำเสนอในรูปแบบตารางและภาพกราฟิกระยะบนเว็บไซต์ www.weather4thai.kmitl.ac.th เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าถึงแหล่งข้อมูลและง่ายต่อการทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่างๆในพื้นที่

6.4 ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายวันในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของฤดูฝนเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้น
2. ควรมีการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น
3. ควรจัดทำวิธีการลดขนาดแบบจำลองทั้งวิธีการทางสถิติและวิธีการทางพลวัตเพื่อศึกษาความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้

References

- Abdulkerim B. Serur, A. K. (2016). *Impact of Climate Change on Water Availability in the Weyib River Basin, Southeastern Ethiopia*. Assam: IJRSET.
- C. H. Reick, T. R. (2013). *Representation of natural and anthropogenic land cover change in MPI-ESM*. Hamburg: JOURNAL OF ADVANCES IN MODELING EARTH SYSTEMS.
- Chulkaivalsucharit, V. (2016). *ANN-GCMs RAINFALL FORECAST AND ADAPTIVE GOOD PRACTICES FOR WATER CRISIS*. Ladkrabang: KMITL.
- Eun-Soon Im, J.-B. A.-R. (2015). *Regional climate projection over South Korea simulated by the HadGEM2-AO and WRF model chain under RCP emission scenarios*. Pusan: Inter-Research.
- Feng-Wen Chen, C.-W. L. (2011). *Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the middle of Taiwan*. Taipei: Paddy Water Environ.
- Hee-Jeong Baek, J. L.-S.-K.-T.-Y.-J.-H.-O.-S.-H. (2013). *Climate Change in the 21st Century Simulated by HadGEM2-AO under Representative Concentration Pathways*. Seoul: Springer.
- J. C. Fyfe, N. P. (2012). *Human influence on extratropical Southern Hemisphere summer precipitation*. Victoria: American Geophysical Union.
- K. R. Sperber, H. A.-S. (2012). *The Asian summer monsoon: an intercomparison of CMIP5 vs. CMIP3 simulations of the late 20th century*. Livermore: Springer-Verlag.
- Lin Wang, W. C. (2013). *A CMIP5 multimodel projection of future temperature, precipitation, and climatological drought in China*. Beijing: Wiley Online Library.
- M. Gemmer, S. B. (2003). *Observed monthly precipitation trends in China 1951–2002*. Giessen: Springer-Verlag.
- Marco A. Giorgetta, J. J. (2013). *Climate and carbon cycle changes from 1850 to 2100 in MPI-ESM simulations for the Coupled Model Intercomparison Project phase 5*. Hamburg: JOURNAL OF ADVANCES IN MODELING EARTH SYSTEMS.
- Minh Tue Vu, T. A.-Y. (2015). *Statistical downscaling rainfall using artificial neural network: significantly wetter Bangkok?* Singapore: Springer-Verlag Wien.
- Nam Do Hoai, K. U. (2010). *Downscaling Global Weather Forecast Outputs Using ANN for Flood Prediction*. Sendai: Hindawi Publishing Corporation.

- R. J. Dahm, U. K. (2016). *Downscaling GCM data for climate change impact assessments on rainfall: a practical application for the Brahmani-Baitarani river basin*. New Delhi: Hydrol. Earth Syst. Sci.
- R.Charlton, S. ., (2001). *CLIMATE CHANGE AND WATER RESOURCES IN IRELAND : INITIAL INVESTIGATIONS USING DOWN SCALED GCMS AND HYDROLOGICAL MODELLING TECHNIQUES*. Maynooth: Universidad de La Rioja.
- ชุ่มชื่น, ศ. (2014, june 3). *Geotechnical Engineering Research and Development Center*. Retrieved from News: http://www.gerd.eng.ku.ac.th/News/2014_May/seminar/DWR_ClimateChange_3June2014.pdf



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ก. ข้อมูลจังหวัดในภาคกลางของประเทศไทย

ข. ตารางแสดงค่าการเคลื่อนตัวของฤดูฝน

ค. พิกัดจุดตัดกริดไลน์ของแบบจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลจังหวัดในภาคกลางของประเทศไทย

ข้อมูลที่ตั้ง อาณาเขต ลักษณะภูมิประเทศและลักษณะภูมิอากาศของ 18 จังหวัดในภาคกลางของประเทศไทย

1. กรุงเทพมหานคร

1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศไทย ตั้งอยู่ในภาคกลางประมาณ ละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ ลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 2 เมตร ตั้งอยู่เหนือปากอ่าวไทยประมาณ 25 กิโลเมตร มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกลาง แบ่งกรุงเทพมหานครออกเป็น 2 ฝั่ง คือฝั่งพระนครและฝั่งธนบุรี รวมแล้วมีเนื้อที่ทั้งสิ้น 1,568.74 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดสมุทรปราการและอ่าวไทย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดนครปฐมและจังหวัดสมุทรสาคร

1.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มเหมาะกับการเพาะปลูก สภาพพื้นที่ในกรุงเทพมหานครมีลักษณะเป็นอ่างอยู่ทั่วไปมีอัตราการทรุดตัวของผิวดินสูงจึงทำให้น้ำท่วมเสมอในฤดูฝนของแต่ละปี สภาวะน้ำท่วมบางปีครอบคลุมอาณาบริเวณกว้างขวางเกือบทุกส่วนของกรุงเทพมหานครและท่วมเป็นระยะเวลายาวนานก่อให้เกิดความเสียหายมากมาย มีแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นแม่น้ำที่สำคัญสายหนึ่งของประเทศไทยไหลผ่านกลางตัวเมืองสู่อ่าวไทย

1.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้กรุงเทพมหานครมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งกับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ปกคลุมในช่วงฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

2. กาญจนบุรี

2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

กาญจนบุรีเป็นจังหวัดที่อยู่ในภาคกลางและอยู่บริเวณชายแดนทางด้านตะวันตกของประเทศไทย ประมาณละติจูดที่ 14 องศาเหนือ ลองจิจูด 99 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 19,483.148 ตารางกิโลเมตร และมี อาณาเขตติดต่อกับบริเวณใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดตากและจังหวัดอุทัยธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดราชบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดนครปฐมและจังหวัดสุพรรณบุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ สาธารณรัฐแห่งสหภาพพม่า

2.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศทั่วไปของจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นที่ตอน มีที่ราบทางด้านใต้และด้านตะวันออกบ้าง เล็กน้อย ส่วนด้านตะวันตกมีเทือกเขาตะนาวศรีกั้นเขตแดนระหว่างประเทศไทยกับสหภาพพม่า ส่วนทางตอน เหนือมีเทือกเขาถนนธงชัยผ่าน

2.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดกาญจนบุรีประสบกับสภาวะหนาวเย็นและแห้งกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดปกคลุมในช่วงฤดูฝน ทำให้มีฝนและอากาศชุ่มชื้น

3. ชัยนาท

3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ชัยนาทเป็นจังหวัดในเขตที่ราบใหญ่บริเวณภาคกลางตอนบนตรงบริเวณฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยา ประมาณละติจูดที่ 15 องศาเหนือ ลองจิจูด 100 องศาตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร 196 กิโลเมตร มีเนื้อที่ ทั้งหมดประมาณ 2,469.74 ตารางกิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อกับบริเวณใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดนครสวรรค์และอุทัยธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดสิงห์บุรีและสุพรรณบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดนครสวรรค์และสิงห์บุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดอุทัยธานี

3.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป 99.06% ของพื้นที่ทั้งหมดเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ เหมาะแก่การทำนา และทำไร่ มีเนินเขาเล็กๆ ขนาดประมาณ 1-3 กิโลเมตร ทั่วไปทั้งจังหวัดและมีแม่น้ำสายสำคัญ 3 สายคือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำน้อย ไหลผ่านพื้นที่ต่างๆทั่วทุกอำเภอ

3.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาวทำให้จังหวัดชัชวาทประสพกับสภาวะหนาวเย็นและแห้งกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่ง พัดปกคลุมในช่วงฤดูฝนทำให้มีฝนและอากาศชุ่มชื้น

4. นครปฐม

4.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

นครปฐมเป็นจังหวัดที่อยู่ในภาคกลางห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศใต้ตามถนนเพชรเกษมเป็น ระยะทาง 56 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 2,177.00 ตารางกิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและสุพรรณบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดราชบุรีและสมุทรสาคร
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดนนทบุรีและกรุงเทพมหานคร
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดกาญจนบุรีและราชบุรี

4.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ของจังหวัดนครปฐมเป็นที่ราบไม่มีภูเขาและป่าไม้ มีแม่น้ำท่าจีน ไหล ผ่านจังหวัดจากทิศเหนือไปสู่ทิศใต้ พื้นที่ทางตอนเหนือและทางตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่เป็นที่ดอนมีที่ราบใช้ทำนาได้เพียงบางส่วน พื้นที่ตอนกลางของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่ม มีที่ดอนและแหล่งน้ำกระจาย เป็นแห่งๆ ส่วนพื้นที่ทางด้านตะวันออกและด้านใต้เป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำท่าจีน มีคลองธรรมชาติและ คลองขอยที่ขุดขึ้นอยู่มาก

4.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

ลักษณะอากาศของจังหวัดนครปฐม ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของลมมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทย ในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดนครปฐมมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไปกับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้จังหวัดนครปฐม มีฝนตกทั่วไป

5. นครสวรรค์

5.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

นครสวรรค์เป็นจังหวัดตอนบนสุดของภาคกลางตั้งอยู่ต้นแม่น้ำเจ้าพระยา ประมาณละติจูด 15.5 ถึง 16.7 องศาเหนือ ลองจิจูด 99.7 ถึง 100.4 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 9,597.67 ตารางกิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อกับบริเวณใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดกำแพงเพชรและพิจิตร
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดอุทัยธานี, ชัยนาท, สิงห์บุรีและลพบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดเพชรบูรณ์และลพบุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดตากและอุทัยธานี

5.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศทั่วไปทางตะวันออกของจังหวัดนครสวรรค์เป็นป่าไม้เบญจพรรณและที่ราบลุ่ม เหมาะแก่การเพาะปลูก มีแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่คือ “บึงบอระเพ็ด” เป็นแหล่งประมงน้ำจืดที่สำคัญของจังหวัดและยังมีแม่น้ำที่สำคัญหลายสาย ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำยม แม่น้ำน่านและแม่น้ำเจ้าพระยา ทางตะวันตกมีป่าทึบและภูเขาสลับซับซ้อนกันอาณาเขตระหว่างจังหวัดนครสวรรค์กับอุทัยธานี พื้นที่โดยทั่วไปของ จังหวัดอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 28 เมตร

5.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดนครสวรรค์ประสบกับภาวะหนาวเย็นและแห้งกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดปกคลุมในช่วงฤดูฝน ทำให้มีฝนและอากาศชุ่มชื้น

6. นนทบุรี

6.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

นนทบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคกลาง ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาติดกรุงเทพมหานคร มีเนื้อ ที่ประมาณ 623.00 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดปทุมธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดนครปฐม

6.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะพื้นที่ทั่วไปเป็นที่ราบต่ำไม่มีภูเขา พื้นที่จังหวัดถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนที่มีพื้นที่มากประมาณ 3 ใน 4 ของจังหวัดอยู่ฝั่งตรงกันข้ามกับที่ตั้งจังหวัดซึ่งอยู่ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ไม่เกิน 6 เมตร เนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

6.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดนนทบุรีอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้บริเวณจังหวัดนนทบุรีประสบกับสภาวะอากาศหนาวเย็น และแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ปกคลุมในช่วงฤดู ฝนทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตก

7. ปทุมธานี

7.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ปทุมธานีเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย ประมาณละติจูด 14 องศาเหนือ ลองจิจูด 100 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ 1,528.16 ตารางกิโลเมตร อยู่ทางด้านเหนือของกรุงเทพมหานคร มีอาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและสระบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดนนทบุรีและกรุงเทพมหานคร
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดนครนายก
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดนนทบุรี

7.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มอยู่บนสองฝั่งของลำน้ำเจ้าพระยา ซึ่งไหลผ่านใจกลางจังหวัด แยกพื้นที่ออกเป็น 2 ฝั่ง ฝั่งตะวันออกประกอบด้วย อำเภอดัญบุรี อำเภอลำลูกกา อำเภอลอง หลวง และอำเภอนองเสือ ฝั่งตะวันตกประกอบด้วย อำเภอลาดหลุมแก้ว ส่วนอำเภอเมือง และอำเภอสสามโคก มีพื้นที่ ครอบคลุมทั้งสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา มีคลองสาขามากมายที่แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยา และแยกเป็นคลองซอยไหลผ่านอาณาบริเวณต่าง ๆ โดยทั่วไป จังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ 2 ใน 3 เป็นนาข้าวที่เหลือนอกนั้นเป็นไร่และสวน

7.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดปทุมธานีอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้บริเวณจังหวัดปทุมธานีประสบกับสภาวะอากาศหนาวเย็น และแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ปกคลุมในช่วงฤดู ฝนทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตก

8. ราชบุรี

8.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ราชบุรีเป็นจังหวัดชายแดนในภาคกลางมีอาณาเขตทางด้านตะวันตกติดต่อกับสาธารณรัฐสังคมนิยมแห่ง สหภาพพม่า อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 101 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 5,120.00 ตารางกิโลเมตรและมี อาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดกาญจนบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดเพชรบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดนครปฐม สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ สาธารณรัฐแห่งสหภาพพม่า

8.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

จังหวัดราชบุรีเป็นจังหวัดที่มีเทือกเขาใหญ่น้อยเป็นอันมาก โดยเฉพาะทางด้านตะวันตกของจังหวัดมี เทือกเขาตะนาวศรีเป็นแนวยาวกั้นเขตแดนไทยกับพม่า ทางตอนกลางของจังหวัดมีที่ราบลุ่มแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งเหมาะแก่การเพาะปลูกและทางด้านตะวันออกเฉียงใต้เป็นที่ราบต่ำ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการหมุนเนื่องของน้ำทะเลจึงเหมาะแก่การเพาะปลูกพืชไร่และผลไม้

8.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดราชบุรีอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมที่พัดเวียนประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้ทำให้บริเวณจังหวัดราชบุรี มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็น ส่วนใหญ่ในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

9. ลพบุรี

9.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ลพบุรีเป็นจังหวัดในภาคกลางตอนบนของประเทศไทย ตั้งอยู่บนฝั่งซ้ายของแม่น้ำลพบุรี ประมาณ ละติจูด 14 องศา 48 ลิปดาเหนือ ลองจิจูด 100 องศา 37 ลิปดาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 6,208.70 ตารางกิโลเมตร ห่างจากกรุงเทพมหานครไปตามเส้นทางถนนพหลโยธินประมาณ 153 กิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อกับบริเวณ ใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดนครสวรรค์และเพชรบูรณ์
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและสระบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดชัยภูมิและนครราชสีมา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดนครสวรรค์ สิงห์บุรีและอ่างทอง

9.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดลพบุรีจำแนกได้เป็น 2 ส่วน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ (ประมาณ 70%) เป็น ที่ราบสลับเนินเขา และภูเขา อยู่ในบางส่วนของอำเภอเมืองลพบุรี โคกสำโรง พัฒนานิคม สระโบสถ์ ท่าหลวง ชัยบาดาล บ้านหมี่และพื้นที่เกือบทั้งหมดของอำเภอโคกเจริณ โดยมีความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ยประมาณ 40 - 600 เมตร พื้นที่ส่วนที่เหลือเป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำลพบุรีและแม่น้ำป่าสักมีความอุดมสมบูรณ์มากเนื่องจากมีดินเป็นดินปนทรายสีน้ำตาลปนเทา เรียกว่า “ซิลท์ (silt)” ซึ่งเหมาะแก่การเพาะปลูก

9.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดลพบุรีประสบกับสภาวะหนาวเย็นและแห้งกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่ง พัดปกคลุมในช่วงฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

10. สมุทรปราการ

10.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่ชายฝั่งด้านเหนือของอ่าวไทย อยู่ติดกับกรุงเทพมหานคร มีเนื้อที่ประมาณ 890.28 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ กรุงเทพมหานคร
ทิศใต้	ติดต่อกับ อ่าวไทย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดสมุทรสาคร

10.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสมุทรปราการเป็นที่ราบลุ่ม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือบริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งสองฝั่งเป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การทำนาและทำสวน บริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเลทางตอนใต้ ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึง ทำให้มีน้ำเค็มจัดในฤดูแล้ง จึงเหมาะแก่การทำป่าจากและป่าพินและบริเวณที่ราบกว้างใหญ่ทางตอนเหนือและตะวันออกซึ่งเหมาะแก่การเพาะปลูก

10.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดสมุทรปราการอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมซึ่งพัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด คือพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้ทำให้บริเวณจังหวัดสมุทรปราการมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งกับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้หรือทิศใต้เป็นส่วนใหญ่ในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

11. สมุทรสงคราม

11.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

สมุทรสงครามเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคกลางของประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ชายฝั่งทะเลปากอ่าวแม่กลอง ที่ ละติจูด 13 องศาเหนือ ลองจิจูด 100 องศาตะวันออก ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันตก ตามระยะทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 35 (ธนบุรี - ปากท่อ) ประมาณ 64 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 413.80 ตาราง กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดราชบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ ทะเลตรงปากอ่าวแม่กลองและจังหวัดเพชรบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดสมุทรสาคร
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดราชบุรี

11.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

จังหวัดสมุทรสงครามเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำแม่กลองไหลผ่านและสุดสายที่ปากอ่าวแม่กลอง พื้นที่จึงเหมาะแก่การเพาะปลูก ทำสวน ทำไร่ ทำนาเกลือ นอกจากนี้ยังทำการประมงด้วย

11.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดสมุทรสงครามอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมซึ่งพัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด โดยพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้ทำให้บริเวณจังหวัดสมุทรสงครามมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

12. สมุทรสาคร

12.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

สมุทรสาครเป็นจังหวัดชายทะเล ตั้งอยู่ปากแม่น้ำท่าจีน ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันตก ตามระยะทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 35 (ธนบุรี - ปากท่อ) ประมาณ 30 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 851.22 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดนครปฐม
ทิศใต้	ติดต่อกับ อ่าวไทย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ กรุงเทพมหานครและจังหวัดสมุทรปราการ
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดสมุทรสงคราม

12.2 ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดสมุทรสาครมีลักษณะของพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่ม และป่าชายเลน มีคลองหลายสายกระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัด ไม่มีภูเขาและป่าไม้ ทางตอนใต้ของจังหวัดมีพื้นที่ติดต่อกับทะเล

12.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดสมุทรสาครอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมซึ่งพัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด โดยพัดจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้ทำให้บริเวณจังหวัดสมุทรสาครมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

13. สระบุรี

13.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

สระบุรีเป็นจังหวัดในภาคกลาง ตั้งอยู่ที่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของกรุงเทพมหานคร ห่างจากกรุงเทพมหานครโดยทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 5 (พหลโยธิน) ประมาณ 108 กิโลเมตร หรือที่ละติจูด 14 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 101 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 3,379.03 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดลพบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดนครนายก และปทุมธานี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดนครนายก และนครราชสีมา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดลพบุรี และพระนครศรีอยุธยา

13.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

จังหวัดสระบุรีมีพื้นที่ประกอบด้วยเนินเขาสลับที่ราบสูงและมีแม่น้ำป่าสักไหลผ่าน ส่วนทางตอนใต้ และตะวันตกเป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การเพาะปลูก

13.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดสระบุรีอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด ซึ่งพัดประจำเป็นฤดูกาล โดยพัดจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่ามรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้จะทำให้บริเวณจังหวัด สระบุรีมีอากาศหนาวเย็นและแห้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียง ใต้เป็นส่วนใหญ่ในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

14. สิงห์บุรี

14.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดสิงห์บุรีเป็นจังหวัดที่อยู่บริเวณภาคกลางตอนบนของประเทศไทย มีเนื้อที่ประมาณ 837.39 ตารางกิโลเมตร ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 140 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดนครสวรรค์
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดอ่างทอง
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดลพบุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดชัยนาทและสุพรรณบุรี

14.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

พื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา และมีแม่น้ำน้อยไหลผ่านบริเวณตอนใต้ของจังหวัด สิงห์บุรี จึงเป็นจังหวัดที่เหมาะสมแก่การประกอบการกสิกรรม

14.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

อิทธิพลของลมมรสุมซึ่งพัดเวียนประจำเป็นฤดูกาล โดยพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาว เรียกว่ามรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะทำให้บริเวณจังหวัดสิงห์บุรีประสบกับสภาวะอากาศหนาวเย็น และแห้งแล้ง มรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งลมนี้จะพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ จะพัดอยู่ในช่วงฤดูฝนเป็นผลทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

15. สุพรรณบุรี

15.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

สุพรรณบุรีเป็นจังหวัดในภาคกลาง ตั้งอยู่ทางตะวันตกของประเทศไทย ห่างจากกรุงเทพมหานคร ประมาณ 164 กิโลเมตร ประมาณละติจูด 14 องศาเหนือ ลองจิจูด 100 องศาตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 5,349.04 กิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อกับบริเวณต่างๆ ดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดอุทัยธานีและชัยนาท
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดนครปฐม
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดอ่างทอง พระนครศรีอยุธยา และสิงห์บุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดกาญจนบุรี

15.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำ ล้ำคลองและหนองบึงโดยทั่วไป พื้นที่ทางด้านตะวันตก ตะวันตกเฉียงเหนือและบางส่วนของด้านเหนือส่วนใหญ่มีสภาพเป็นป่าไม้และภูเขา มีแม่น้ำท่าจีน ไหลผ่านตลอดแนวจากเหนือจรดใต้ และบริเวณสองฝั่งของแม่น้ำเป็นที่ราบลุ่ม เหมาะสำหรับการทำนาและเพาะปลูก

15.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดสุพรรณบุรีอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดสุพรรณบุรีประสบกับสภาวะหนาวเย็น และแห้งกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดปกคลุมในช่วงฤดูฝน ทำให้มีฝนและอากาศชุ่มชื้น

16. พระนครศรีอยุธยา

16.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

พระนครศรีอยุธยาเป็นจังหวัดในภาคกลาง อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศเหนือ 75 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 2,547.62 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดต่าง ๆ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดอ่างทอง ลพบุรี และสระบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดนครปฐม นนทบุรี และปทุมธานี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดสระบุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดสุพรรณบุรี

16.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำและลำคลองหลายสายไหลผ่าน จึง เหมาะสำหรับการทำนาและเพาะปลูก

16.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมในช่วงฤดูหนาว ทำให้บริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยาประสบกับสภาวะอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ปกคลุมในช่วงฤดูฝนทำให้อากาศชุ่มชื้น และมีฝนตก

17. อ่างทอง

17.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดอ่างทองตั้งอยู่ในภาคกลาง อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร 108 กิโลเมตรมีเนื้อที่ประมาณ 981.10 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดต่างๆ ดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดสิงห์บุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดลพบุรีและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดสุพรรณบุรี

17.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

ลักษณะภูมิประเทศทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มมีลักษณะคล้ายอ่าง ไม่มีป่าไม้และภูเขา มีแม่น้ำเจ้าพระยาและ แม่น้ำน้อยไหลผ่าน มีลำคลองหลายสาย และหนองบึงอีกหลายแห่งอยู่ในจังหวัดอ่างทอง ในฤดูน้ำหลากน้ำจะ ไหลบ่าจากแม่น้ำลำคลองและขังอยู่ในพื้นที่โดยทั่วไป

17.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ปกคลุมในช่วงฤดูหนาวทำให้จังหวัดอ่างทองประสบกับสภาวะหนาวเย็นและแห้ง กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่ง พัดปกคลุมในช่วงฤดูฝนทำให้มีฝนและอากาศชุ่มชื้น

18. อุทัยธานี

18.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

อุทัยธานีเป็นจังหวัดในภาคกลาง อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศเหนือประมาณ 210 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งสิ้นประมาณ 7,700.00 ตารางกิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อกับบริเวณใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ จังหวัดนครสวรรค์
ทิศใต้	ติดต่อกับ จังหวัดกาญจนบุรีและสุพรรณบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ จังหวัดชัยนาท
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ จังหวัดกาญจนบุรีและตาก

18.2 ลักษณะภูมิประเทศทั่วไป

พื้นที่ทั่วไปเป็นที่ราบและลักษณะเป็นดินปนทราย ทางทิศตะวันตกของจังหวัดในเขตอำเภอบ้านไร่ และกิ่งอำเภอลานสักเป็นป่าและภูเขาสลับซับซ้อน พื้นที่ลาดเทจากทิศตะวันตกมาทางทิศตะวันออก

18.3 ลักษณะอากาศทั่วไป

จังหวัดอุทัยธานีอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมซึ่งพัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด คือพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้ทำให้จังหวัดอุทัยธานีมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

ภาคผนวก ข.

ตารางแสดงค่าการเคลื่อนตัวของฤดูฝน

ตารางแสดงค่าการเคลื่อนตัวของฤดูฝนเฉลี่ยราย 5 ปี โดยค่าบวกแสดงถึงเหตุการณ์ที่ฤดูฝนมาช้ากว่าฤดูกาลตามปกติ และค่าลบแสดงถึงเหตุการณ์ที่ฤดูฝนมาเร็วกว่าฤดูกาลตามปกติ โดยผลที่ได้จะแสดงผลเป็นวัน

ตารางที่ ข1 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2017 ถึง ปี ค.ศ.2036 ของแบบจำลอง CanESM2

ปี สถานี	2017 - 2021			2022 - 2026			2027 - 2031			2032 - 2036		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	-9.24	6.94	6.94	1.10	13.66	13.66	-3.87	14.10	14.10	4.87	-1.20	-1.20
400301	6.39	2.21	2.21	12.22	16.50	16.50	16.02	9.33	9.33	11.73	5.20	5.20
402301	4.18	7.55	7.55	10.76	25.55	25.55	20.57	18.21	18.21	1.43	13.28	13.28
415301	4.28	22.06	22.06	17.68	31.78	31.78	8.53	11.54	11.54	1.71	19.04	19.04
419301	-28.05	20.37	20.37	7.51	-11.28	-11.28	1.82	-6.83	-6.83	4.57	1.47	1.47
424301	4.81	19.84	19.84	13.32	25.09	25.09	13.70	35.53	35.53	8.50	13.23	13.23
425201	22.66	1.26	1.26	21.45	4.62	4.62	10.39	-1.85	-1.85	24.59	-4.17	-4.17
425301	-0.38	0.32	0.32	10.88	11.55	11.55	-5.35	-5.36	-5.36	-6.13	-7.27	-7.27
426201	1.22	-2.31	-2.31	-6.38	1.18	1.18	2.22	-5.40	-5.40	-7.68	-11.06	-11.06
426401	-3.08	3.06	3.06	-2.20	8.98	8.98	-1.30	8.05	8.05	-3.89	-0.74	-0.74
429201	2.78	0.82	0.82	3.87	-17.05	-17.05	5.08	-0.07	-0.07	11.50	0.42	0.42
429301	-4.73	12.84	12.84	-24.62	21.57	21.57	-17.42	13.48	13.48	-7.74	18.69	18.69
429601	17.64	18.51	18.51	21.24	20.91	20.91	10.86	22.88	22.88	-25.32	11.88	11.88
450201	-3.86	-8.03	-8.03	-8.48	-9.55	-9.55	-7.42	-16.74	-16.74	-2.31	-16.52	-16.52
450401	3.92	18.38	18.38	-2.27	19.22	19.22	2.38	9.86	9.86	-1.94	9.95	9.95
451301	4.44	15.70	15.70	-2.08	20.17	20.17	19.03	5.29	5.29	-0.54	-7.11	-7.11
455201	4.08	1.26	1.26	19.42	2.12	2.12	9.63	-0.92	-0.92	10.74	-3.63	-3.63
455203	-8.19	23.23	23.23	8.54	6.46	6.46	-1.92	6.51	6.51	-15.12	-10.34	-10.34
455301	-4.59	6.11	6.11	1.94	12.98	12.98	12.35	4.79	4.79	-5.70	-5.77	-5.77
455601	-1.02	1.65	1.65	19.70	2.95	2.95	7.76	8.05	8.05	7.01	-5.32	-5.32

ตารางที่ ข2 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2037 ถึง ปี ค.ศ.2056 ของแบบจำลอง CanESM2

ปี สถานี	2037 - 2041			2042 - 2046			2047 - 2051			2052 - 2056		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	-0.77	11.49	11.49	-1.00	3.47	3.47	4.90	14.98	14.98	3.10	6.56	6.56
400301	10.33	10.44	10.44	16.11	4.50	4.50	18.42	7.79	7.79	14.70	8.71	8.71
402301	8.72	15.93	15.93	1.63	19.49	19.49	2.37	21.05	21.05	8.53	24.94	24.94
415301	12.42	17.93	17.93	12.74	-0.63	-0.63	11.51	9.45	9.45	17.51	-0.41	-0.41
419301	-6.21	3.00	3.00	20.30	4.07	4.07	10.34	-30.47	-30.47	-3.37	4.58	4.58
424301	-6.26	15.41	15.41	26.95	8.47	8.47	19.12	26.08	26.08	13.41	11.09	11.09
425201	48.72	1.20	1.20	17.97	3.23	3.23	24.26	7.02	7.02	11.82	3.90	3.90
425301	15.14	4.33	4.33	11.99	0.26	0.26	5.06	-0.32	-0.32	5.67	-4.00	-4.00
426201	3.43	-2.72	-2.72	-0.69	-10.02	-10.02	9.28	-9.17	-9.17	3.18	-20.54	-20.54
426401	-5.02	-4.85	-4.85	-0.72	0.24	0.24	1.21	6.41	6.41	7.51	-1.88	-1.88
429201	15.98	16.11	16.11	11.29	-5.65	-5.65	-0.59	-8.23	-8.23	12.96	3.59	3.59
429301	-4.22	19.44	19.44	-21.78	18.14	18.14	-12.15	15.72	15.72	-4.23	19.65	19.65
429601	1.18	8.35	8.35	-54.40	21.77	21.77	-13.91	4.68	4.68	17.14	12.52	12.52
450201	-0.13	-7.83	-7.83	0.25	-13.07	-13.07	-4.31	-13.69	-13.69	13.61	-18.89	-18.89
450401	-1.51	10.86	10.86	1.00	4.64	4.64	1.17	9.37	9.37	4.48	13.57	13.57
451301	12.59	13.98	13.98	0.90	13.97	13.97	4.60	10.69	10.69	10.96	-0.59	-0.59
455201	10.60	1.12	1.12	6.12	0.87	0.87	28.35	2.38	2.38	12.76	-1.97	-1.97
455203	-10.46	6.31	6.31	-6.92	1.75	1.75	0.35	9.10	9.10	-3.30	7.43	7.43
455301	0.70	0.42	0.42	2.14	8.15	8.15	4.89	13.33	13.33	9.52	5.74	5.74
455601	10.26	-1.31	-1.31	17.20	3.97	3.97	7.75	3.08	3.08	20.97	-6.72	-6.72

ตารางที่ ข3 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2057 ถึง ปี ค.ศ.2076 ของแบบจำลอง CanESM2

ปี สถานี	2057 - 2061			2062 - 2066			2067 - 2071			2072 - 2076		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	-17.88	1.46	1.46	8.02	18.55	18.55	1.55	16.11	16.11	4.68	6.61	6.61
400301	11.41	9.65	9.65	15.99	17.93	17.93	11.63	10.50	10.50	13.56	6.91	6.91
402301	10.51	15.85	15.85	6.22	25.12	25.12	7.52	19.63	19.63	15.02	7.23	7.23
415301	5.66	19.27	19.27	12.23	17.83	17.83	2.95	12.75	12.75	-1.79	-10.29	-10.29
419301	0.90	1.44	1.44	2.33	-26.91	-26.91	-1.59	5.86	5.86	-15.35	-14.46	-14.46
424301	13.69	43.26	43.26	9.35	36.30	36.30	7.15	23.74	23.74	3.65	13.02	13.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข3 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2057 ถึง ปี ค.ศ.2076 ของแบบจำลอง CanESM2(ต่อ)

ปี สถานี	2057 - 2061			2062 - 2066			2067 - 2071			2072 - 2076		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
425201	16.12	-4.97	-4.97	12.17	-2.01	-2.01	29.46	2.34	2.34	21.38	-10.73	-10.73
425301	1.03	-7.94	-7.94	1.41	7.26	7.26	7.17	5.36	5.36	-15.80	-9.75	-9.75
426201	-6.55	-15.91	-15.91	0.44	-12.48	-12.48	5.26	-5.85	-5.85	-8.09	-9.17	-9.17
426401	-3.60	-1.05	-1.05	-4.34	3.48	3.48	-0.93	10.28	10.28	-11.52	0.91	0.91
429201	22.19	-12.46	-12.46	0.37	-6.01	-6.01	-2.85	-9.97	-9.97	9.59	3.97	3.97
429301	-3.85	-5.38	-5.38	-2.29	0.44	0.44	-14.37	6.22	6.22	-3.78	1.00	1.00
429601	32.96	-3.83	-3.83	-10.36	20.44	20.44	6.84	11.00	11.00	15.95	12.64	12.64
450201	-0.65	-25.92	-25.92	-0.87	-27.86	-27.86	-2.12	-24.07	-24.07	-10.17	-32.69	-32.69
450401	0.54	5.39	5.39	-3.62	10.71	10.71	-0.60	10.33	10.33	-5.47	0.06	0.06
451301	-0.84	8.54	8.54	-4.40	3.37	3.37	-8.21	6.02	6.02	-14.77	0.49	0.49
455201	-1.58	-6.26	-6.26	18.31	5.02	5.02	13.28	-2.82	-2.82	3.70	-3.63	-3.63
455203	-12.95	14.41	14.41	0.94	12.90	12.90	-2.86	2.83	2.83	-12.95	3.78	3.78
455301	-7.10	2.21	2.21	4.39	9.88	9.88	2.97	4.03	4.03	-5.67	8.31	8.31
455601	15.71	-1.53	-1.53	6.31	1.47	1.47	0.69	0.83	0.83	-1.01	-0.04	-0.04

ตารางที่ ข4 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2077 ถึง ปี ค.ศ.2096 ของแบบจำลอง CanESM2

ปี สถานี	2077 - 2081			2082 - 2086			2087 - 2091			2092 - 2096		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	7.48	10.87	10.87	-9.06	12.93	12.93	-4.23	6.06	6.06	7.14	2.78	2.78
400301	15.70	19.39	19.39	3.33	13.18	13.18	13.54	9.62	9.62	12.23	11.28	11.28
402301	28.52	28.99	28.99	9.29	24.29	24.29	15.21	0.34	0.34	7.88	12.75	12.75
415301	19.39	38.56	38.56	13.44	2.58	2.58	-5.33	5.85	5.85	7.83	7.56	7.56
419301	-17.49	-0.69	-0.69	-1.65	-40.58	-40.58	0.46	5.01	5.01	7.68	-6.49	-6.49
424301	-0.21	27.80	27.80	-1.79	18.99	18.99	12.00	12.44	12.44	21.86	16.49	16.49
425201	14.85	9.07	9.07	23.52	-5.99	-5.99	15.99	-10.71	-10.71	6.91	0.31	0.31
425301	15.44	3.28	3.28	15.66	-1.12	-1.12	-9.52	-6.83	-6.83	-0.79	2.13	2.13
426201	4.07	-1.70	-1.70	-9.58	-15.64	-15.64	-7.29	-14.33	-14.33	3.73	-11.73	-11.73
426401	8.45	17.65	17.65	-4.54	3.29	3.29	-8.55	-1.90	-1.90	6.24	-0.01	-0.01
429201	-1.36	8.93	8.93	7.89	31.59	31.59	11.08	34.05	34.05	3.74	15.85	15.85
429301	-5.08	8.00	8.00	5.19	17.58	17.58	4.58	-10.90	-10.90	2.17	2.48	2.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข4 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2077 ถึง ปี ค.ศ.2096 ของแบบจำลอง CanESM2(ต่อ)

ปี สถานี	2077 - 2081			2082 - 2086			2087 - 2091			2092 - 2096		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
429601	26.06	19.72	19.72	18.19	-0.82	-0.82	-31.37	-2.25	-2.25	25.35	2.37	2.37
450201	-1.24	-22.47	-22.47	2.16	-37.38	-37.38	-4.44	-27.28	-27.28	-2.48	-20.39	-20.39
450401	4.59	19.02	19.02	-1.60	-2.55	-2.55	-4.59	15.51	15.51	2.38	9.91	9.91
451301	6.00	4.62	4.62	12.43	3.33	3.33	-20.85	15.93	15.93	10.01	16.44	16.44
455201	4.61	2.87	2.87	7.41	-2.53	-2.53	3.34	-0.82	-0.82	17.52	-8.23	-8.23
455203	-1.02	31.62	31.62	-2.48	13.90	13.90	-2.81	2.90	2.90	0.54	8.16	8.16
455301	0.75	15.38	15.38	8.39	8.94	8.94	10.82	2.09	2.09	8.43	-1.50	-1.50
455601	4.95	1.20	1.20	8.25	0.45	0.45	4.39	-3.16	-3.16	0.01	-0.64	-0.64

ตารางที่ ข5 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2097 ถึง ปี ค.ศ.2100 ของแบบจำลอง CanESM2

ปี สถานี	2097 - 2100			ปี สถานี	2097 - 2100		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	-3.80	3.45	3.45	429201	21.30	-40.52	-40.52
400301	5.85	10.94	10.94	429301	-5.14	-14.25	-14.25
402301	9.24	13.67	13.67	429601	35.35	15.36	15.36
415301	16.47	1.11	1.11	450201	-2.83	-32.78	-32.78
419301	-4.29	-5.50	-5.50	450401	2.16	6.22	6.22
424301	7.75	10.43	10.43	451301	14.39	10.41	10.41
425201	36.16	-2.51	-2.51	455201	11.20	-6.28	-6.28
425301	12.78	-4.77	-4.77	455203	-7.63	14.61	14.61
426201	-0.84	-13.96	-13.96	455301	8.65	5.58	5.58
426401	-5.08	4.04	4.04	455601	8.62	4.31	4.31

ตารางที่ ข6 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ.2037 ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO

ปี สถานี	2018 - 2022			2023 - 2027			2028 - 2032			2033 - 2037		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	16.14	-12.08	33.40	4.95	10.89	36.22	-2.31	21.28	40.39	17.04	12.10	32.20
400301	16.35	3.72	20.08	15.88	2.90	7.60	9.16	5.16	4.81	13.28	2.09	1.35
402301	15.54	17.17	18.16	10.29	7.92	8.27	18.35	4.46	9.16	17.84	17.35	9.99
415301	3.67	-2.04	11.19	29.66	11.92	10.70	20.02	-8.89	12.78	10.68	9.33	11.02
419301	5.30	-6.88	-9.58	7.51	4.16	-11.87	18.61	-5.46	-17.45	0.43	4.76	-21.44
424301	-5.26	23.30	-5.60	2.36	18.73	-11.04	-0.98	13.02	-8.63	-10.92	13.18	-13.01
425201	7.21	19.50	17.72	17.05	4.43	16.65	13.85	0.36	10.92	6.40	12.97	7.71
425301	6.14	29.74	17.71	9.75	42.35	11.41	18.74	23.83	13.32	-1.44	21.36	7.77
426201	10.38	4.73	3.43	14.59	10.61	0.92	11.88	3.29	5.05	3.61	0.60	0.19
426401	5.46	22.87	1.99	-4.92	-4.40	0.02	-3.20	9.17	-0.46	1.06	25.15	-7.00
429201	1.95	5.81	1.75	17.79	3.16	4.12	21.46	0.66	8.14	-1.79	4.01	0.11
429301	-84.44	-35.91	-7.96	-7.67	-55.39	2.28	12.43	8.94	15.68	5.80	15.70	1.47
429601	26.28	13.08	20.21	32.77	5.69	19.73	31.88	4.31	26.21	23.24	16.91	21.93
450201	-9.08	-4.62	6.73	10.06	-10.71	11.73	2.92	-8.32	12.15	1.45	-13.95	3.52
450401	-0.39	2.13	23.26	19.58	-7.48	16.01	6.34	-0.10	23.74	-5.15	-4.50	14.02
451301	10.07	19.89	10.99	24.11	14.55	10.18	16.02	10.42	15.30	3.86	14.30	6.40
455201	2.07	0.96	3.66	7.09	-3.82	-0.28	7.95	-3.52	2.83	4.37	-1.63	-3.58
455203	6.99	3.00	8.68	22.49	0.32	5.13	17.45	-1.16	17.22	7.56	0.00	3.23
455301	0.01	21.86	8.15	22.18	8.75	6.51	-1.82	9.39	14.20	10.52	8.11	1.40
455601	1.41	6.01	8.40	5.71	2.34	2.76	0.12	1.71	11.95	-2.18	5.88	-1.83

ตารางที่ ข7 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2038 ถึง ปี ค.ศ.2057 ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO

ปี สถานี	2038 - 2042			2043 - 2047			2048 - 2052			2053 - 2057		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	1.94	31.33	33.06	-13.25	17.87	27.65	8.00	22.95	33.86	11.83	-6.48	38.34
400301	23.32	7.67	-9.03	1.47	-2.40	-3.79	5.69	3.54	-4.02	12.20	-4.53	-4.46
402301	16.94	12.00	1.51	13.36	16.95	11.07	6.15	10.32	3.17	17.39	5.88	-1.99
415301	20.84	2.59	-4.38	-2.04	-5.13	15.90	18.90	5.37	16.44	4.72	17.51	5.17
419301	-7.24	2.52	-28.83	9.54	3.99	-16.78	-20.83	8.95	-11.83	-7.44	14.53	-16.10
424301	-9.37	10.82	-14.50	-7.31	14.11	-9.94	-14.67	22.01	-14.00	-10.29	14.46	-24.50
425201	11.26	13.82	4.71	6.16	-1.61	-0.68	3.40	7.73	3.13	1.83	17.72	-0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข7 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2038 ถึง ปี ค.ศ.2057 ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO(ต่อ)

ปี สถานี	2038 - 2042			2043 - 2047			2048 - 2052			2053 - 2057		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
425301	0.00	48.25	8.97	3.91	29.89	21.98	0.56	29.84	21.27	-5.00	44.45	10.99
426201	4.74	14.23	-5.33	5.15	-8.05	-3.56	2.52	11.33	-0.41	0.08	1.45	-6.95
426401	-6.54	18.61	-13.20	-4.33	11.38	-10.87	-2.39	5.71	-11.53	-6.98	10.90	-11.30
429201	1.55	8.49	2.51	13.49	-4.67	4.58	-4.60	3.99	5.20	-9.71	-1.64	0.56
429301	-8.27	20.90	0.38	17.49	-12.77	-7.21	-5.87	-5.88	-1.29	10.41	-1.81	4.01
429601	30.27	8.03	15.60	32.47	23.60	18.99	23.08	9.32	12.77	23.52	5.44	15.30
450201	1.98	-8.05	9.85	-2.89	-13.98	13.23	-2.49	-8.55	0.83	-6.39	-12.01	-2.36
450401	-12.79	2.35	17.23	-13.19	-7.90	20.26	-1.65	-4.29	17.69	-9.47	-3.45	8.72
451301	7.03	15.05	-0.84	2.57	4.18	1.53	5.26	10.86	6.63	-0.04	6.67	-1.65
455201	5.84	0.17	-5.34	4.98	-5.93	-4.11	1.00	5.32	-1.89	-2.29	-1.48	-4.55
455203	20.66	6.56	-0.92	8.50	2.18	-2.43	20.26	12.20	-1.06	-0.63	-2.52	-1.79
455301	17.74	6.50	-0.70	12.06	1.30	-6.37	12.04	12.18	0.51	4.76	7.08	-0.94
455601	-5.48	4.76	-9.62	-3.96	-1.72	-10.03	-5.30	9.98	-10.71	-5.97	-1.94	-12.73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข8 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2058 ถึง ปี ค.ศ.2077 ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO

ปี สถานี	2058 - 2062			2063 - 2067			2068 - 2072			2073 - 2077		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	19.39	-4.19	40.61	6.94	23.00	42.11	3.06	12.25	36.62	3.18	3.73	44.93
400301	17.54	-5.72	-4.53	7.54	-6.05	-17.28	5.68	-9.17	-23.41	3.98	-7.42	-32.25
402301	-0.17	12.31	-5.19	9.65	3.10	-8.02	3.27	18.32	-21.92	8.01	3.10	-15.34
415301	16.40	-12.11	-0.65	20.19	-15.46	-2.70	14.52	-4.86	10.10	-0.62	-6.11	-41.19
419301	-5.76	7.46	-22.76	-1.84	1.00	-31.16	16.82	16.74	-30.98	-11.27	-1.17	-45.56
424301	-9.24	11.97	-23.32	-9.60	6.79	-14.63	-3.42	18.87	-21.01	-0.16	-2.71	-3.06
425201	6.09	12.58	-4.39	11.18	1.24	-4.67	4.04	17.42	-10.46	12.55	4.08	-1.48
425301	12.01	19.32	4.73	0.23	30.08	17.86	-1.89	10.37	25.78	3.45	20.03	23.80
426201	1.10	-5.36	-10.79	3.12	-1.17	-7.09	4.40	2.76	-12.55	4.15	-3.57	-29.92
426401	-7.31	8.02	-16.03	-1.53	-2.28	-18.39	-3.09	13.74	-24.26	-4.77	9.60	-36.60
429201	-9.10	-3.16	1.17	-6.76	1.50	5.81	-2.00	-8.60	1.56	21.50	-4.40	-30.51
429301	-0.38	-18.14	-4.12	8.37	22.54	3.53	-7.89	-20.98	-0.99	-6.04	12.77	-39.92
429601	21.90	5.63	10.83	21.40	12.25	17.22	21.90	8.58	8.54	23.97	13.39	-18.40
450201	-3.53	-17.97	-11.91	3.05	-14.42	-14.24	-2.46	-14.27	-20.70	-0.76	-23.21	22.85
450401	-5.80	-4.23	3.66	-6.46	-11.37	4.36	-1.77	-8.22	-5.44	-6.86	-17.21	36.01
451301	8.79	10.93	-8.34	8.06	0.75	-1.59	3.18	10.49	-3.27	10.35	-1.61	12.51
455201	-2.78	-6.20	-5.44	-1.35	-3.27	-2.88	4.44	6.90	-5.08	0.53	-7.62	-30.30
455203	-0.97	-6.27	-2.05	27.71	1.46	-1.10	8.44	6.17	4.32	13.98	-1.88	-21.06
455301	8.33	6.89	-7.80	10.21	3.95	-1.02	9.18	16.20	-5.67	-4.63	6.20	-58.00
455601	-3.69	0.29	-13.56	-1.36	-2.22	-17.25	-3.89	1.60	-19.09	-0.38	-0.97	-34.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข9 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2078 ถึง ปี ค.ศ.2097 ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO

ปี สถานี	2078 - 2082			2083 - 2087			2088 - 2092			2093 - 2097		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	-34.67	4.87	41.72	5.13	22.23	36.59	-2.65	20.02	31.12	14.32	-7.26	44.36
400301	2.94	-11.64	-26.36	9.90	-9.16	-45.32	3.67	-10.80	-35.70	11.14	-6.91	-45.19
402301	15.59	0.73	-1.25	8.51	5.02	-20.60	4.87	10.41	-24.26	10.22	3.90	-32.84
415301	-6.07	-9.35	-37.54	11.29	-6.84	-41.48	14.69	-0.44	-32.63	22.02	17.47	-32.73
419301	16.90	5.01	-52.72	-11.96	-4.47	-60.58	-0.65	11.04	-62.22	-5.93	14.62	-57.89
424301	-8.01	2.34	24.70	-9.55	4.34	2.17	-5.86	12.30	14.45	-11.19	19.56	6.49
425201	2.77	7.81	-0.38	-0.90	15.91	-1.78	6.61	-4.85	0.51	5.04	-3.39	-8.43
425301	5.35	24.36	33.02	-3.13	32.12	29.61	0.44	9.65	8.04	1.69	24.00	20.55
426201	-0.29	8.55	-39.50	-1.08	-3.01	-41.58	4.22	1.73	-30.62	-0.92	-5.78	-34.64
426401	-6.62	16.48	-35.73	-4.59	-8.41	-45.10	-5.91	-3.77	-40.07	-6.07	11.80	-48.44
429201	0.90	-5.06	-24.45	-4.10	-12.80	-32.85	-6.95	0.18	-35.35	-3.63	-1.75	-23.71
429301	7.12	-28.66	-55.56	1.23	19.18	-49.75	11.70	16.09	-37.66	3.35	-4.83	-47.53
429601	21.50	2.31	-16.08	18.12	16.16	-27.83	20.04	16.81	-17.64	29.87	18.44	-26.05
450201	-2.91	-21.61	54.68	-7.31	-15.91	47.01	-6.77	-20.26	49.25	-7.96	-18.44	47.87
450401	-3.90	-11.68	45.05	-3.63	-12.09	41.14	-4.32	-15.64	32.44	-3.96	-8.48	38.05
451301	0.67	3.10	27.87	1.28	4.74	17.26	3.27	1.83	28.85	4.67	4.14	23.45
455201	5.15	2.44	-38.53	1.39	0.14	-39.86	0.84	-4.31	-36.66	-3.26	-3.83	-35.50
455203	21.10	1.06	-14.89	28.50	-3.28	-23.54	22.05	1.87	-34.78	28.47	9.64	-29.73
455301	3.39	8.49	-58.39	4.03	10.05	-65.36	-1.83	4.04	-57.40	10.21	1.39	-63.78
455601	-4.21	-6.38	-39.53	-5.68	1.45	-43.82	-5.80	-3.52	-40.03	-6.94	-10.56	-45.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข10 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2098 ถึง ปี ค.ศ.2100 ของแบบจำลอง
HAD-GEM-AO

ปี สถานี	2098 - 2100			ปี สถานี	2098 - 2100		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	4.43	13.49	41.39	429201	-9.25	3.60	-29.70
400301	-1.63	-6.85	-33.89	429301	20.41	-11.60	-53.11
402301	9.52	7.14	-29.63	429601	12.61	24.55	-27.59
415301	-6.00	24.58	-45.58	450201	-1.88	-12.72	41.05
419301	-3.33	9.44	-63.75	450401	-6.01	-5.75	36.96
424301	-36.14	25.64	6.41	451301	-4.63	5.71	14.19
425201	2.09	9.49	-6.71	455201	2.86	0.04	-47.67
425301	-0.13	37.05	26.45	455203	30.54	2.14	-23.89
426201	-1.11	12.90	-44.00	455301	-4.91	11.83	-62.45
426401	-3.71	9.50	-47.36	455601	-4.49	7.40	-44.76

ตารางที่ ข11 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ.2037 ของแบบจำลอง
MPI-ESM-LR

ปี สถานี	2018-2022			2023-2027			2028-2032			2033-2037		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	4.42	-1.10	-1.10	1.19	2.87	2.87	-0.15	7.05	7.05	-2.33	7.92	7.92
400301	2.47	-6.98	4.36	1.63	-8.61	1.10	-5.57	-1.62	-0.85	0.01	-1.70	-0.19
402301	8.10	-10.01	3.18	10.68	1.01	0.86	5.49	-6.96	-0.04	-1.73	28.12	-2.17
415301	3.15	1.31	0.58	8.49	-10.91	-6.81	-7.48	-13.24	-7.00	2.55	-10.44	-11.28
419301	-10.95	-2.23	2.32	-18.40	-10.01	-11.28	-5.80	-12.23	-20.84	-18.84	-6.13	-9.34
424301	-13.27	4.29	-17.69	-4.00	16.92	-19.23	-0.24	10.51	-14.38	17.49	13.33	-2.65
425201	-2.02	3.82	3.49	3.30	-3.72	4.19	7.83	5.53	-1.57	10.94	11.77	5.50
425301	7.07	-15.58	11.62	14.59	-13.45	12.23	9.63	0.62	-8.10	11.74	1.55	10.24
426201	3.66	2.77	5.10	-0.05	-2.63	6.33	-2.34	1.89	-9.60	-0.89	-8.38	-5.69
426401	0.86	6.09	2.38	4.90	-9.69	-2.63	-15.89	7.25	-1.24	-7.68	7.56	-11.90
429201	15.24	22.21	-2.25	4.35	21.44	10.82	12.09	-1.18	-2.80	-9.71	20.94	9.68
429301	15.37	40.80	-2.72	-7.11	14.33	1.23	17.89	21.13	6.70	15.52	24.38	33.20
429601	-10.14	13.39	21.01	-41.43	27.38	18.13	17.18	33.73	15.90	-47.15	8.49	16.31
450201	-8.25	9.05	-1.48	0.60	3.04	-7.31	-9.59	12.72	-11.03	-2.56	1.87	-11.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข11 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2018 ถึง ปี ค.ศ.2037 ของแบบจำลอง MPI-ESM-LR(ต่อ)

ปี สถานี	2018-2022			2023-2027			2028-2032			2033-2037		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
450401	5.89	16.15	12.04	6.21	9.65	13.57	1.78	9.41	5.72	-4.02	7.69	9.15
451301	13.49	5.61	24.67	15.85	-10.77	5.86	16.17	17.41	4.91	13.46	26.73	-4.84
455201	11.54	6.14	23.52	-1.53	-8.95	17.92	2.33	1.42	1.80	5.08	6.57	8.65
455203	-0.66	4.97	21.31	-14.01	-7.90	19.34	-5.74	4.91	-2.34	-7.08	19.56	-26.54
455301	8.92	1.06	19.22	11.00	-4.83	13.51	16.46	-0.57	-4.11	10.10	-3.66	-4.77
455601	34.99	-3.56	12.91	24.81	-9.46	15.12	27.70	-6.16	6.71	27.60	-8.15	9.78

ตารางที่ ข12 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2038 ถึง ปี ค.ศ.2057 ของแบบจำลอง MPI-ESM-LR

ปี สถานี	2038-2042			2043-2047			2048-2052			2053-2057		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	-0.38	-0.59	-0.59	4.54	12.60	12.60	-2.38	-6.36	-6.36	1.60	-6.89	-6.89
400301	-2.04	-7.85	4.46	4.18	-5.00	2.85	-4.72	-2.80	0.33	-1.65	-18.53	-9.16
402301	5.19	15.61	6.01	-1.00	18.04	-0.62	3.93	17.57	-0.31	-13.33	4.82	3.08
415301	-5.76	-26.94	-4.86	-0.86	-9.38	-15.86	-9.25	9.49	-3.58	-7.95	-6.84	-8.88
419301	-17.31	-15.53	-23.85	-10.53	-21.92	-18.74	-10.68	-9.32	-7.28	-18.65	-23.80	-38.68
424301	-5.95	6.71	-30.52	6.65	10.98	-30.34	4.96	5.03	-17.61	15.89	8.61	-26.18
425201	8.30	7.02	3.29	12.25	6.04	8.25	5.93	8.71	0.46	-7.10	0.51	0.51
425301	12.79	10.77	7.13	19.12	8.77	5.00	11.74	0.60	15.10	6.10	-6.38	6.50
426201	0.83	-6.75	-1.85	-16.46	-8.88	-9.87	-11.77	-11.95	-9.20	-4.34	-5.41	3.42
426401	0.07	-6.71	4.76	4.27	-1.83	11.51	-3.32	-3.58	0.09	-4.74	-15.39	9.53
429201	2.58	-1.33	3.20	1.55	13.29	-6.03	5.61	2.26	-0.68	6.98	2.97	4.35
429301	15.67	6.96	8.21	-3.85	8.47	2.94	2.07	14.14	12.99	4.58	-2.37	37.56
429601	14.60	22.15	27.86	9.89	15.57	2.08	-31.73	7.38	12.74	-11.65	18.56	16.10
450201	-10.31	-18.20	-14.34	14.13	-2.27	-14.16	-3.81	15.77	-15.47	-6.50	-14.27	-23.87
450401	0.64	10.28	5.59	1.87	11.83	11.88	4.46	8.40	14.33	7.36	4.27	3.30
451301	12.72	0.71	6.94	22.23	23.11	20.78	14.28	22.84	12.98	9.53	11.29	20.52
455201	1.97	6.70	6.49	7.20	19.41	2.46	4.98	-15.54	8.45	7.36	-6.81	5.21
455203	2.37	2.27	29.18	-9.17	4.61	17.97	-13.50	-0.51	18.05	-9.33	-1.46	28.35
455301	2.49	-9.41	10.66	4.72	1.13	5.91	11.79	-0.80	8.23	18.52	-17.74	7.43
455601	24.55	-11.47	9.57	32.04	-9.69	11.05	24.29	-8.48	10.16	29.82	-7.28	20.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข13 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2058 ถึง ปี ค.ศ.2077 ของแบบจำลอง MPI-ESM-LR

ปี สถานี	2058-2062			2063-2067			2068-2072			2073-2077		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	3.65	-1.29	-1.29	10.65	4.14	4.14	-5.95	1.13	1.13	3.60	1.53	1.53
400301	-4.75	-10.09	2.76	2.30	-13.73	3.27	-10.09	-6.90	-4.91	-3.15	-14.09	1.96
402301	6.85	14.34	-3.39	-4.55	13.01	2.25	-21.82	23.23	-12.10	7.59	11.91	-6.64
415301	-3.62	-13.67	-2.34	3.62	-3.54	-8.83	-10.85	-2.87	-7.82	2.05	-17.72	-8.06
419301	-8.01	-18.94	15.00	-4.10	-25.08	-3.41	-17.08	-1.95	-24.19	5.01	-0.53	-39.63
424301	11.66	8.93	-18.98	-16.21	1.57	-36.12	-15.08	5.66	-39.22	-7.39	12.93	-44.57
425201	-3.81	12.48	10.97	8.24	1.59	2.12	6.25	8.11	-5.08	2.62	-5.63	8.98
425301	16.63	-2.85	3.85	9.85	-7.52	5.26	2.34	6.44	6.13	12.34	0.27	14.68
426201	-2.10	-3.83	-25.23	2.69	-12.00	-18.16	-4.79	-7.73	-37.73	-7.85	-11.07	49.03
426401	1.72	4.42	2.57	-11.76	-8.22	2.80	-6.02	-0.72	5.48	-20.66	-11.71	16.20
429201	0.00	-0.62	-6.26	3.86	-0.72	-11.52	1.66	9.23	-10.17	7.13	13.86	-1.06
429301	20.61	26.44	28.90	0.71	9.77	36.01	-2.87	1.46	16.81	20.86	18.78	46.02
429601	24.41	18.54	17.43	-7.68	-0.07	22.16	-4.54	15.41	16.42	12.94	18.56	34.36
450201	4.47	-18.59	-9.84	7.54	-4.09	-37.29	-24.46	-37.93	-12.55	8.49	-12.74	-22.58
450401	6.96	9.89	8.14	11.95	9.87	8.47	-6.13	8.12	4.93	5.57	6.53	7.18
451301	9.77	21.57	27.39	18.74	5.86	12.02	-4.59	-7.53	8.23	8.96	20.38	27.73
455201	4.86	-1.23	16.92	7.53	1.56	7.07	-3.19	-23.35	-12.74	2.19	-16.61	23.54
455203	-8.12	7.85	17.31	-2.77	-3.08	15.33	-10.85	7.96	15.21	-4.03	12.44	36.06
455301	8.65	-7.12	1.53	18.24	-5.20	-0.94	-4.38	-8.00	2.46	13.44	-15.27	-1.40
455601	28.27	-10.13	21.37	37.48	-18.31	13.43	24.41	-12.74	16.23	33.79	-16.97	30.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข14 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2078 ถึง ปี ค.ศ.2097 ของแบบจำลอง
MPI-ESM-LR

ปี สถานี	2078-2082			2083-2087			2088-2092			2093-2097		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	8.58	0.45	0.45	7.01	-7.90	-7.90	3.10	-2.16	-2.16	6.68	-8.16	-8.16
400301	-1.08	-6.62	10.34	6.28	-17.61	-6.56	-0.98	-18.18	-8.66	5.43	-14.32	-11.13
402301	-5.63	21.45	-13.64	12.78	14.69	-8.51	-4.48	13.08	-6.34	4.19	16.38	-9.50
415301	8.46	-13.07	-18.06	1.31	-15.08	-5.56	0.63	-15.78	-14.79	7.50	-10.65	-28.11
419301	5.53	-23.52	-10.93	-4.98	-24.33	-16.10	-7.70	-36.59	0.09	3.13	-1.43	-48.47
424301	0.34	11.86	-22.76	-6.79	2.25	-20.21	-3.74	5.57	-42.41	-13.96	7.41	-32.93
425201	7.29	-7.10	-0.58	8.25	6.88	-0.45	0.50	-6.62	1.98	13.40	5.49	-7.30
425301	19.04	11.25	2.34	6.13	1.65	10.27	3.93	8.96	21.67	16.00	7.75	5.75
426201	2.03	-15.05	-21.45	0.62	-13.59	-21.23	-3.26	-7.81	78.22	2.31	-13.26	19.83
426401	-15.19	2.73	8.86	0.59	-3.35	11.92	1.38	-8.57	14.12	-4.58	-1.63	-0.82
429201	17.96	18.61	4.68	7.04	-6.36	-24.95	3.12	-0.24	2.23	6.52	-10.16	-11.41
429301	8.14	16.84	30.75	2.90	5.91	10.62	-14.66	-5.46	41.57	4.64	14.05	28.12
429601	4.41	19.79	5.66	-10.66	8.77	11.37	-36.26	6.74	30.08	3.18	9.42	21.03
450201	16.47	-1.39	-21.99	-17.25	-0.46	-9.83	1.59	-3.02	-27.27	2.83	-20.90	-36.64
450401	18.14	1.50	9.74	5.89	4.06	6.79	-2.81	1.31	8.49	2.97	5.45	6.77
451301	18.70	12.73	31.66	16.90	11.66	13.52	15.13	3.73	24.97	15.49	21.46	13.39
455201	9.64	-4.52	6.39	5.84	-0.13	22.43	5.87	-3.52	17.06	6.03	1.44	20.05
455203	5.68	9.71	22.94	-0.02	0.62	30.53	1.13	2.85	50.68	-0.31	0.86	48.36
455301	25.32	-2.06	13.36	10.60	-10.08	15.91	5.59	-11.53	1.45	19.05	-6.69	0.10
455601	37.79	-16.43	18.56	26.03	-14.05	29.14	29.61	-22.29	30.07	35.00	-7.94	20.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข15 การเคลื่อนตัวของฤดูฝนในช่วงเวลาปี ค.ศ.2098 ถึง ปี ค.ศ.2100 ของแบบจำลอง
MPI-ESM-LR

ปี สถานี	2098-2100			ปี สถานี	2098-2100		
	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5		RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
400201	5.08	2.05	2.05	429201	3.25	6.38	-23.49
400301	3.94	-13.56	-9.74	429301	-12.80	23.28	53.91
402301	7.91	1.68	-9.67	429601	15.71	-2.90	9.56
415301	-1.26	-33.70	-11.69	450201	-1.06	-20.34	-24.55
419301	-14.17	-30.70	-13.97	450401	11.60	-0.82	3.52
424301	-23.48	20.63	-36.58	451301	-0.33	16.64	7.60
425201	-0.31	-24.40	-0.45	455201	12.55	-21.14	19.03
425301	7.95	22.46	12.19	455203	-6.08	-3.49	61.13
426201	0.83	-13.26	-73.40	455301	20.25	-9.83	-0.74
426401	2.94	-17.53	14.46	455601	33.51	-11.08	28.66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

พิกัดจุดตัดกริดไลน์ของแบบจำลอง

ตารางที่ ค.1 พิกัดจุดตัดกริดไลน์ของแบบจำลอง CanESM2

จุดที่	ละติจูด	ลองจิจูด
1	98° 26' 15"	15° 20' 54.96"
2	101° 15' 0"	15° 20' 54.96"
3	98° 26' 15"	12° 33' 27.72"
4	101° 15' 0"	12° 33' 27.72"

ตารางที่ ค.2 พิกัดจุดตัดกริดไลน์ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO

จุดที่	ละติจูด	ลองจิจูด
1	98° 26' 15"	16° 52' 30"
2	100° 18' 43.2"	16° 52' 30"
3	98° 26' 15"	15° 37' 30"
4	100° 18' 43.2"	15° 37' 30"
5	102° 11' 16.8"	15° 37' 30"
6	98° 26' 15"	14° 22' 30"
7	100° 18' 43.2"	14° 22' 30"
8	102° 11' 16.8"	14° 22' 30"
9	98° 26' 15"	13° 7' 30"
10	100° 18' 43.2"	13° 7' 30"
11	102° 11' 16.8"	13° 7' 30"
12	99° 22' 30"	16° 15' 0"
13	101° 15' 0"	16° 15' 0"
14	97° 30' 0"	15° 00' 0"
15	99° 22' 30"	15° 00' 0"
16	101° 15' 0"	15° 00' 0"

ตารางที่ ค.2 พิกัดตัดกริดไลน์ของแบบจำลอง HAD-GEM-AO(ต่อ)

จุดที่	ละติจูด	ลองจิจูด
17	97° 30' 0"	13° 45' 0"
18	99° 22' 30"	13° 45' 0"
19	101° 15' 0"	13° 45' 0"
20	99° 22' 30"	12° 30' 0"
21	101° 15' 0"	12° 0' 0"

ตารางที่ ค.3 พิกัดตัดกริดไลน์ของแบบจำลอง MPI-ESM-LR

จุดที่	ละติจูด	ลองจิจูด
1	101° 15' 0"	13° 59' 21.84"
2	103° 7' 30"	13° 59' 21.84"
3	101° 15' 0"	15° 51' 16.92"
4	103° 7' 30"	15° 51' 16.92"
5	99° 22' 30"	13° 59' 21.84"
6	99° 22' 30"	12° 7' 27.12"
7	101° 15' 0"	12° 7' 27.12"
8	99° 22' 0"	15° 51' 16.92"
9	97° 30' 0"	15° 51' 16.92"
10	97° 30' 0"	13° 59' 21.84"