

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อค่าดัชนีฝนสุดขั้วของประเทศไทยด้วยค่าความเป็นไปได้ THE STUDY OF POSSIBILITY OF EXTREME INDICES OF THAILAND UNDER FUTURE CLIMATE CHANGE

วินัย เชาวนวิวัฒน์^{1*}, กนกศรี ศรีนินภากร¹, สมพินิจ เหมืองทอง²

¹ ฝ่ายนวัตกรรมการสารสนเทศทรัพยากรน้ำ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน), กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

² คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.นครราชสีมา

*Corresponding author address: winai@hii.or.th

บทคัดย่อ

ในช่วงระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา เป็นที่ประจักษ์ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกส่งผลกระทบต่อภัยพิบัติเกี่ยวกับน้ำของประเทศไทย โดยเฉพาะน้ำท่วม และภัยแล้ง ได้เกิดขึ้นบ่อยครั้งขึ้น และทวีความรุนแรงมากขึ้นกว่าเดิมในอดีต ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำเพื่อรับมือกับน้ำท่วม และภัยแล้งในอนาคตจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อค่าดัชนีฝนสุดขั้วของประเทศไทยในอนาคต อย่างไรก็ตามค่าดัชนีฝนสุดขั้วจากชุดข้อมูลฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกมีแนวโน้มที่แตกต่างกันตามสมมุติฐานของแบบจำลอง ซึ่งทำให้การวิเคราะห์แนวโน้มของค่าดัชนีฝนสุดขั้วจากแบบจำลองใดแบบจำลองหนึ่งไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนในการบ่งชี้แนวโน้มของภัยพิบัติจากน้ำได้ ในการศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ความเป็นไปได้หรือคาบการเกิดร่วมกับการวิเคราะห์ฝนสุดขั้ว 10 ดัชนี เพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อค่าดัชนีฝนสุดขั้วของประเทศไทย โดยใช้จากข้อมูลฝนตรวจวัด และข้อมูลฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก CMIP6 จำนวน 5 แบบจำลอง ได้แก่ CESM2 MRI-ESM2-0 BCC-CSM2-MR GFDL-ESM4 CanESM จากการศึกษาวิเคราะห์ค่าดัชนีฝนสุดขั้วในอนาคต กรณี SSP245 พบว่า ค่า CDD มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และค่า CWD มีแนวโน้มลดลง ในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ในขณะที่ค่า R20mm และ R30mm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่งตะวันตก และ R95PT Rx1D Rx5D และ SDII มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับกรณี SSP585 พบว่า ค่า CDD มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และค่า CWD มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดกว่า ภูมิภาคที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ในขณะที่ค่า R20mm และ R30mm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ R95PT Rx1D Rx5D และ SDII มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, ค่าฝนที่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนแล้ว, การประเมินผลกระทบ, ดัชนีฝนสุดขั้ว, ค่าความเป็นไปได้

Abstract

In the latest 20 years, it is clear that the climate change effected to water disaster of Thailand especially flood and drought. It occurred more frequency and severe then the past. Therefore the water management responding to future flood and drought is necessary to understand the impact of climate change to future extreme indices of Thailand. However the extreme indices from the global circulation model dataset differed depending on the assumption of the model, which the trend analysis was investigated from one model cannot be used identifying to be the representative of the trend of water disaster. The investigation of extreme rainfall indices was applied the possibility technique to analyze the trend of extreme rainfall. The objective of this study is to develop the possibility conjunctive with 10 indices for evaluating the extreme rainfall indices of Thailand. The extreme indices which computed from daily observed rainfall data from Thai Meteorology Department and 5 CMIP6 global circulation model data included CESM2, MRI-ESM2-0, BCC-CSM2-MR, GFDL-ESM4, and CanESM. From the future extreme indices analysis result in SSP245, it was found that CDD tends to slightly increase and CWD tends to decrease especially in Central, Eastern and South-western. While R20mm and R30mm tend to increase in Northern, Central, and South-western. R95PT, Rx1D, Rx5D and SDII tend to increase in Northern, Central, and North-eastern. For SSP585, it was found that the duration showed CDD tends to slightly decrease and CWD tends to obviously decrease, especially Central, Eastern, North-Eastern, and South-western. While R20mm และ R30mm tends to slightly increase in Northern, Central, and North-Eastern. R95PT Rx1D Rx5D และ SDII tend to increase in Northern, Central, and North-Eastern.

Keywords: climate change, bias correction, impact assessment, extreme indices, possibility indices

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ประเทศไทยได้เผชิญกับสภาพภูมิอากาศสุดขั้วที่มีความถี่เพิ่มมากขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วม และภัยแล้ง ปัญหาน้ำท่วม และน้ำแล้งนี้เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย ยังส่งผลให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน โครงสร้างพื้นฐานของรัฐ และส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชน แม้ว่าปัจจุบันนี้จะมีกรพยากรณ์อากาศรายสัปดาห์ และรายฤดูแล้วก็ตาม อย่างไรก็ตามการวางแผนการจัดการน้ำในระยะยาวจึงมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลสภาพอากาศในการวางแผนการปรับตัวรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การคาดการณ์เหตุการณ์สุดขั้วนี้จึงเป็นสิ่งที่ทำนายสำหรับผู้บริหารจัดการน้ำที่จะต้องมีความเข้าใจถึงความรุนแรงในเชิงพื้นที่

จากการทบทวนการศึกษาดัชนีสุดขั้วที่ผ่านมา พบว่า มีผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องมากมาย ได้แก่ [1] ได้วิเคราะห์แนวโน้มของสภาพฝนสุดขั้ว ระหว่างฤดูมรสุมในไต้หวัน พบว่า สภาพอากาศสุดขั้วของฝน มีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดระยะเวลา 60 ปี ได้รับอิทธิพลมาจากพายุไต้ฝุ่น และมรสุม ซึ่งความเข้มของฝนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ งานวิจัยหลายชิ้น ได้ประยุกต์ใช้ค่าดัชนีฝนสุดขั้วเพื่อศึกษาถึงแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลง และความแปรปรวน ได้แก่ งานศึกษาของ [2], [3], [4], [5] และ [6] ค่า R95PT และค่าฝนสูงสุด 1 วัน 3 วัน และ 5 วัน เป็นค่าดัชนีที่แสดงถึงขนาดความเข้มของเหตุการณ์ฝน ในขณะที่ ค่า SDII จะเป็นการวัดค่าเฉลี่ยของฝนทั้งปีต่อวันที่ฝนตกทั้งปี [7] ได้ประยุกต์ใช้ค่า R95PT ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของฝนสุดขั้วในระยะยาว และเชื่อมโยงกับค่า SST/TS และรูปแบบของบรรยากาศจากสเกลรายปี และรายฤดู ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และสหรัฐอเมริกา สำหรับงานศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจค่าดัชนีสภาพฝนสุดขั้วของประเทศไทยด้วยค่าความเป็นไปได้ หรือค่าการเกิดของฝน โดยใช้ข้อมูลฝนแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ปรับแก้แล้ว

2. สภาพพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ ครอบคลุมขอบเขตประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ระหว่างละติจูด 5 37' เหนือ กับ 20 27' เหนือ และระหว่างลองจิจูด 97 22' ตะวันออก กับ 105 37' ตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมสองชนิด คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึง กลางเดือนตุลาคม โดยมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ และเปลี่ยนเป็น ลม

ตะวันตกเฉียงใต้เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตร มรสุมนี้จะนำมวลอากาศขึ้นจากมหาสมุทรอินเดีย มาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนตกชุกทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณชายฝั่งทะเล และเทือกเขาด้านรับลมจะมีฝนมากกว่าบริเวณอื่น หลังจากหมดอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แล้ว ประมาณกลางเดือนตุลาคมจะมีมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน จึงพัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากแหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทย ทำให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้จะมีฝนชุก โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เนื่องจากมรสุมนี้นำความชื้นขึ้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม

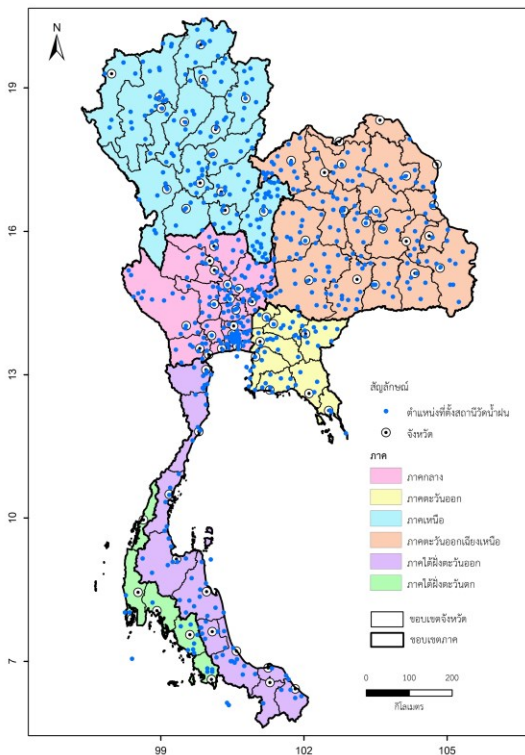
3. ข้อมูลที่ใช้

การศึกษาในครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลฝน รายวัน จากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 628 สถานี ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ของประเทศไทย แสดงการกระจายตัวของสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังรูปที่ 1 และข้อมูลฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก CMIP6 จำนวน 5 แบบจำลอง ได้แก่ CESM2 MRI-ESM2-0 BCC-CSM2-MR GFDL-ESM4 และ CanESM แสดงรายละเอียดของแบบจำลองดังตารางที่ 1 สำหรับกรณีสถานการณ์สมมติในอนาคต พิจารณา Representative Concentration Pathways (RCP) ร่วมกับ Shared Socioeconomic Pathways (SSP) โดยที่เส้นตัวแทนความเข้มข้นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ RCP เป็นการปล่อยแก๊สเรือนกระจกซึ่งใช้ในรายงานการประเมินฉบับที่ 5 ของไอพีซีซี โดยใช้กรณี RCP4.5 และกรณี RCP8.5 คือ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้พิจารณาสถานการณ์สมมติในอนาคตจากตารางเมทริกซ์ผสมผสานระหว่าง SSP กับ RCP กล่าวคือ SSP245 เป็นกรณีที่เส้นทางอนาคตที่มี radiation forcing ปานกลาง และปรับปรุงกรณี RCP4.5 ให้ทันสมัยขึ้น ซึ่ง RCP245 เป็นกรณีที่ปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะถึงจุดยอดในกลางคริสต์ศตวรรษหรืออีกราว 30 ปีข้างหน้า โดยจะสูงกว่าระดับการปล่อยแก๊สเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2000 ราว 50 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศจะสูงสุดที่ 520 ส่วนต่อล้านส่วนในค.ศ. 2070 และ SSP585 เป็นกรณีที่เส้นทางอนาคตที่มี radiation forcing สูงที่ใช้ในการศึกษาผลกระทบ การปรับตัว และการบรรเทา และปรับปรุง RCP8.5 ให้ทันสมัยขึ้น ซึ่ง RCP8.5 เป็นกรณีที่เลวร้ายที่สุด โดยคาดการณ์ว่าการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกระทั่งกลางคริสต์ศตวรรษนี้ โดยในปี ค.ศ. 2100 จะมีความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเท่ากับ 950 ส่วนต่อล้านส่วน ขณะที่ความการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีจะค่อนข้างคงที่ที่ราว 30 กิกะตัน คิดเป็น

เกือบสี่เท่าของการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 8 กิกะตันต่อปีในปี ค.ศ. 2000

ตารางที่ 1 รายละเอียดของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

ตัวย่อสถาบัน	สถาบัน	ชื่อแบบจำลอง	ขนาดความละเอียด	เอกสารอ้างอิง
NCAR	National Center for Atmospheric Research, USA	CESM2	100 km	[8]
MRI	Meteorological Research Institute, Japan	MRI-ESM2-0	100 km	[9]
BCC	Beijing Climate Center, China Meteorological Administration, China	BCC-CSM2-MR	100 km	[10]
NOAA-GFDL	NOAA/ Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, USA	GFDL-ESM4	100 km	[11]
CCCma	Canadian Climate Centre	CanESM5	280 km	[12]



รูปที่ 1 การกระจายตัวของสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา

4. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษานี้ ได้แนวทางในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลฝนตรวจวัดของสถานีวัดน้ำฝน กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 628 สถานี และรวบรวมข้อมูลฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 5 ชุดข้อมูล ในช่วงอดีตที่ผ่านมา (Historical period, 1981 – 2014) และช่วงเวลาอนาคต (2015 –

2039, 2040 – 2069, 2070 – 2100) ภายใต้สถานการณ์ Shared Socioeconomic Pathways (SSP245 และ SSP585)

2) ดึงข้อมูลฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก 5 ชุดข้อมูลมายังสถานีตรวจวัด

3) จัดรูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของอนุกรมเวลา

4) หาค่าพารามิเตอร์ หรือค่าเฉลี่ยของฝนรายวันในแต่ละเดือนของข้อมูลฝนตรวจวัด และข้อมูลฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

5) ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกในช่วงอดีตที่ผ่านมา (Historical period, 1981 – 2014) และในช่วงอนาคต (2015 – 2039, 2040 – 2069, 2070 – 2100) ภายใต้สถานการณ์ Shared Socioeconomic Pathways (SSP245 และ SSP585)

6) วิเคราะห์ดัชนีฝนสุดขั้วจากข้อมูลฝนปรับแก้รายวันของแต่ละแบบจำลอง ในกรณีต่างๆ [13] ดังตารางที่ 2 ประกอบด้วย ค่าระยะเวลาที่แห้งแล้งอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่ชุ่มชื้นอย่างต่อเนื่อง จำนวนวันฝนตกหนัก จำนวนวันฝนตกหนักมาก ปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนัก ปริมาณฝนสูงสุดในรอบหนึ่งวัน ปริมาณฝนสูงสุดในรอบห้าวัน และดัชนีความแรงฝนรายวันอย่างง่าย

7) นำค่าดัชนีฝนสุดขั้วของแต่ละแบบจำลองมาหาค่าเฉลี่ย (Ensemble mean) แล้ววิเคราะห์ค่าการเกิดที่ 10 ปี และ 20 ปี

8) หาค่าปรับแก้ (Adjusted factors) ของค่าดัชนีฝนสุดขั้วจากการนำค่าดัชนีฝนสุดขั้วตรวจวัดหารด้วยค่าดัชนีฝนสุดขั้ว Ensemble mean

9) ปรับแก้ค่าดัชนีฝนสุดขั้วของ Ensemble mean ในช่วงอดีตที่ผ่านมา (Historical period, 1981 – 2014) และในช่วงอนาคต (2015 – 2039, 2040 – 2069, 2070 – 2100) ภายใต้สถานการณ์ Shared Socioeconomic Pathways (SSP245 และ SSP585)

10) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีฝนสุดขั้วตามสถานะและสภาวะที่ดัชนีแสดง ได้แก่ ความยาวนาน (Duration) ความถี่ (Frequency) และความเข้ม (Intensity)

ตารางที่ 2 รายละเอียดของดัชนีฝนสุดขั้ว

ตัวย่อดัชนี	ชื่อดัชนี	รายละเอียด	สถานะและสภาวะที่ดัชนีแสดง
CDD	ระยะเวลาที่แห้งแล้งอย่างต่อเนื่อง	จำนวนวันสูงสุดที่ปริมาณฝนน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรอย่างต่อเนื่อง	Duration
CWD	ระยะเวลาที่ชุ่มชื้นอย่างต่อเนื่อง	จำนวนวันสูงสุดที่ปริมาณฝนมากกว่าหรือเท่ากับ 1 มิลลิเมตรอย่างต่อเนื่อง	Duration
R20	จำนวนวันฝนตกหนัก	จำนวนวันในรอบปีที่มีปริมาณฝนมากกว่าหรือเท่ากับ 20 มิลลิเมตร	Frequency
R30	จำนวนวันฝนตกหนักมาก	จำนวนวันในรอบปีที่มีปริมาณฝนมากกว่าหรือเท่ากับ 30 มิลลิเมตร	Frequency
R95PT	สัดส่วนของปริมาณฝนจากเหตุการณ์ฝนตกหนัก	ปริมาณฝนรวมรายปีอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ฝนที่สูงกว่า 95 เปอร์เซ็นต์โทล์	Intensity
Rx1D	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบหนึ่งวัน	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบหนึ่งวันในแต่ละเดือน	Intensity
Rx5D	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบห้าวัน	ปริมาณฝนสูงสุดในรอบห้าวันในแต่ละเดือน	Intensity

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีฝนสุดขั้วของค่าตรวจวัด และ Ensemble mean ในกรณี Historical

ก) ความยาวนาน (Duration)

ดัชนีสุดขั้ว	ภาค	Observed		Ensemble mean		Adjusted factor	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
CDD	ภาคเหนือ	136.05	156.38	87.06	94.27	1.57	1.67
	ภาคกลาง	134.78	154.92	90.62	98.60	1.48	1.57
	ภาคตะวันออก	108.63	124.18	79.40	85.94	1.37	1.44
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	128.73	146.10	83.70	90.21	1.54	1.62
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	97.21	114.52	50.31	55.94	1.93	2.05
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	101.71	120.87	42.93	47.42	2.55	2.74
	เฉลี่ย		117.85	136.16	72.34	78.73	1.74
CWD	ภาคเหนือ	52.70	64.02	43.00	46.68	1.25	1.40
	ภาคกลาง	41.18	49.87	45.57	49.55	0.89	0.99
	ภาคตะวันออก	55.10	66.65	58.66	63.82	0.98	1.09
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	54.47	65.55	42.94	46.50	1.30	1.45
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	76.34	92.15	57.23	62.45	1.43	1.59
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	72.64	88.48	45.46	49.43	1.61	1.81
	เฉลี่ย		58.74	71.12	48.81	53.07	1.24

ข) ความถี่ (Frequency)

ดัชนีสุดขั้ว	ภาค	Observed		Ensemble mean		Adjusted factor	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
R20mm	ภาคเหนือ	25.29	29.66	15.52	16.83	1.64	1.78
	ภาคกลาง	25.68	30.12	14.17	15.55	1.81	1.93
	ภาคตะวันออก	30.24	35.33	17.90	19.43	1.75	1.89
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	26.03	30.58	16.24	17.70	1.61	1.73
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	42.37	51.15	19.86	21.61	2.47	2.75

SDII	ดัชนีความแรงฝนรายวันอย่างง่าย	ปริมาณฝนรวมรายปีหารด้วยจำนวนวันฝนตก	Intensity
------	-------------------------------	-------------------------------------	-----------

5. ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีฝนสุดขั้วของค่าตรวจวัด และ Ensemble mean ที่คาบการเกิด 10 ปี และ 20 ปีในกรณี Historical ดังตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าดัชนีฝนสุดขั้วของค่าตรวจวัด และ Ensemble mean มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ดังนั้นการนำค่าดัชนีฝนสุดขั้วไปใช้งาน จึงมีความจำเป็นต้องค่าปรับแก้ค่าดัชนีฝนสุดขั้วก่อนนำไปใช้งาน สำหรับในกรณี Historical เมื่อนำค่าปรับแก้ไปคูณกับค่า Ensemble mean ของค่าดัชนี จะทำให้ได้ค่าเท่ากับค่าดัชนีฝนสุดขั้วตรวจวัด สรุปตามกลุ่มของดัชนีฝนสุดขั้วที่คาบการเกิด 20 ปี ได้ว่า ความยาวนานของสภาพฝนสุดขั้ว คือ ค่า CDD และ CWD มีค่าเท่ากับ 136.16 วัน และ 71.12 วัน ตามลำดับ ความถี่ของสภาพฝนสุดขั้ว คือ ค่า R20mm และ R30mm มีค่าเท่ากับ 35.74 วัน และ 22 วัน ตามลำดับ และความเข้มของสภาพฝนสุดขั้ว ได้แก่ R95PT เท่ากับ 0.31 Rx1D เท่ากับ 151.83 มม. Rx5D เท่ากับ 289.24 มม. และ SDII เท่ากับ 20.97 มม./วัน ตามลำดับ

ดัชนีสุดขีด	ภาค	Observed		Ensemble mean		Adjusted factor	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
R30mm	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	31.83	37.60	17.78	19.57	1.88	2.01
	เฉลี่ย	30.24	35.74	16.91	18.45	1.86	2.02
	ภาคเหนือ	14.56	17.59	8.32	9.17	1.77	1.94
	ภาคกลาง	15.00	18.10	7.66	8.59	1.95	2.09
	ภาคตะวันออก	17.67	21.17	9.65	10.68	1.88	2.04
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	15.76	19.16	8.82	9.81	1.79	1.95
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	26.00	32.07	9.84	10.94	3.11	3.46
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	19.82	23.90	9.86	11.10	2.13	2.29
	เฉลี่ย	18.13	22.00	9.02	10.05	2.11	2.30

ค) ความเข้ม (Intensity)

ดัชนีสุดขีด	ภาค	Observed		Ensemble mean		Adjusted factor	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
R95PT	ภาคเหนือ	0.27	0.30	0.32	0.33	0.87	0.90
	ภาคกลาง	0.29	0.32	0.31	0.33	0.92	0.96
	ภาคตะวันออก	0.27	0.29	0.31	0.32	0.88	0.91
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	0.28	0.30	0.31	0.33	0.89	0.93
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.27	0.29	0.29	0.30	0.92	0.96
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.31	0.34	0.34	0.36	0.92	0.96
	เฉลี่ย	0.28	0.31	0.31	0.33	0.90	0.94
Rx1D	ภาคเหนือ	112.2	131.2	121.2	135.2	0.94	0.99
	ภาคกลาง	121.1	142.0	107.9	119.1	1.14	1.22
	ภาคตะวันออก	121.2	141.3	112.3	124.0	1.07	1.13
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	116.9	137.3	112.8	124.1	1.05	1.12
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	128.9	152.3	121.2	135.2	1.12	1.19
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	172.1	206.5	149.3	169.3	1.24	1.32
	เฉลี่ย	128.7	151.8	120.8	134.5	1.09	1.16
Rx5D	ภาคเหนือ	204.3	234.3	239.5	264.7	0.86	0.90
	ภาคกลาง	219.5	254.1	233.7	258.4	0.95	0.99
	ภาคตะวันออก	228.4	261.6	247.3	273.4	0.91	0.94
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	217.7	251.4	231.9	254.8	0.94	0.99
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	267.0	311.1	242.4	267.1	1.14	1.21
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	353.4	422.6	295.7	332.3	1.26	1.35
	เฉลี่ย	248.4	289.2	248.4	275.1	1.01	1.06
SDII	ภาคเหนือ	16.97	19.42	9.30	9.68	1.84	2.02
	ภาคกลาง	17.39	19.88	8.66	9.05	2.03	2.22
	ภาคตะวันออก	17.36	19.79	9.35	9.76	1.88	2.06
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	18.13	21.03	9.47	9.89	1.92	2.14
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	19.95	23.31	9.09	9.45	2.29	2.58
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	19.39	22.40	8.79	9.26	2.27	2.51
	เฉลี่ย	18.20	20.97	9.11	9.51	2.04	2.25

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีฝนสุดขีดในอนาคต ที่คาบการเกิด 10 ปี และ 20 ปี ในช่วงปีค.ศ. 2015 – 2039 ค.ศ. 2040 – 2069 และ ค.ศ. 2070 – 2100 ภายใต้กรณี SSP245

ดังตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีฝนสุดขีดที่คาบการเกิด 20 ปี พบว่า ความยาวนานของสภาพฝนสุดขีด ได้แก่ ค่า CDD มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (เพิ่มขึ้น 1.36%, 0.54, 0.74%) และ

ค่า CWD มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดกว่า (ลดลง -7.60%, -8.51%, -8.58%) ภูมิภาคที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ความถี่ของสภาพฝนสุดขั้ว คือ ค่า R20mm (เพิ่มขึ้น 6.74%, 6.59% , 6.29%) และ R30mm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (9.66%, 9.76%, 9.34%) ภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่งตะวันตก และความเข้มของสภาพฝนสุดขั้ว ได้แก่ R95PT มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

(4.15%, 3.61%, 3.47%) Rx1D มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (12.72%, 12.67%, 12.11%) Rx5D มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (10.00%, 9.19%, 8.70%) และ SDII มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (5.15%, 5.11%, 4.89%) ตามลำดับ ภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนี CDD R30mm และ Rx5D ดังรูปที่ 2 ถึง 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบของการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีฝนสุดขั้วที่คาบการเกิด 10 ปี และ 20ปี ในกรณี ssp245

ก) ความยาวนาน (Duration)

ดัชนีสุดขั้ว	ภาค	เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในกรณี ssp245					
		2015 - 2039		2040 - 2069		2070 - 2100	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
CDD	ภาคเหนือ	0.41	0.27	0.60	0.38	1.81	1.75
	ภาคกลาง	2.22	2.52	0.74	0.86	0.42	0.46
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1.62	2.39	0.06	0.52	-0.42	0.04
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	-1.41	-0.38	-2.37	-1.69	-2.57	-1.98
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	1.15	1.12	1.63	1.58	1.80	1.65
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	2.03	2.21	1.52	1.60	2.42	2.53
	เฉลี่ย	1.00	1.36	0.36	0.54	0.58	0.74
CWD	ภาคเหนือ	-1.47	-1.22	-3.19	-3.17	-2.65	-2.61
	ภาคกลาง	-9.78	-10.26	-10.69	-11.26	-10.88	-11.48
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	-13.58	-14.59	-14.51	-15.58	-14.60	-15.55
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	-7.47	-7.75	-6.94	-7.31	-7.23	-7.66
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	-8.62	-9.05	-9.16	-9.65	-9.19	-9.74
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	-2.78	-2.74	-3.96	-4.09	-4.25	-4.41
	เฉลี่ย	-7.28	-7.60	-8.07	-8.51	-8.13	-8.58

ข) ความถี่ (Frequency)

ดัชนีสุดขั้ว	ภาค	เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในกรณี ssp245					
		2015 - 2039		2040 - 2069		2070 - 2100	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
R20mm	ภาคเหนือ	11.18	11.74	11.85	12.20	11.41	11.64
	ภาคกลาง	8.86	8.29	7.37	6.46	7.28	6.28
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4.08	3.45	4.53	3.68	4.62	3.71
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3.22	3.29	6.60	6.92	6.14	6.34
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	8.89	8.06	7.67	6.79	7.16	6.32
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	6.95	5.58	4.83	3.48	4.60	3.44
	เฉลี่ย	7.20	6.74	7.14	6.59	6.87	6.29
R30mm	ภาคเหนือ	14.93	15.52	16.67	17.10	16.02	16.38
	ภาคกลาง	15.61	14.73	13.42	12.14	12.96	11.59
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	7.73	6.75	9.53	8.47	9.65	8.51
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	6.14	6.04	10.57	10.78	10.06	10.18
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	12.15	11.69	9.43	8.97	8.74	8.25
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	5.21	3.24	2.92	1.12	2.71	1.14

ดัชนีสูงสุด	ภาค	เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในกรณี ssp245					
		2015 - 2039		2040 - 2069		2070 - 2100	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
	เฉลี่ย	10.29	9.66	10.42	9.76	10.02	9.34

ค) ความเข้ม (Intensity)

ดัชนีสูงสุด	ภาค	เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในกรณี ssp245					
		2015 - 2039		2040 - 2069		2070 - 2100	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
R95PT	ภาคเหนือ	4.39	4.79	3.73	4.00	3.57	3.87
	ภาคกลาง	7.57	8.33	6.72	7.21	6.52	7.02
	ภาคตะวันออก	4.30	4.06	5.21	5.02	5.20	4.97
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5.45	5.93	5.05	5.47	5.03	5.52
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	1.78	1.59	0.60	0.15	0.40	-0.10
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	0.93	0.20	0.56	-0.22	0.35	-0.45
	เฉลี่ย	4.07	4.15	3.64	3.61	3.51	3.47
Rx1D	ภาคเหนือ	11.21	11.65	9.62	9.75	9.10	9.25
	ภาคกลาง	21.39	23.37	19.90	21.57	19.41	21.07
	ภาคตะวันออก	14.05	14.83	18.44	19.60	17.70	18.75
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	22.23	25.15	20.96	23.55	20.51	23.13
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	-0.03	-0.28	-0.30	-0.79	-0.96	-1.50
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	2.62	1.62	3.17	2.35	2.80	1.99
	เฉลี่ย	11.91	12.72	11.97	12.67	11.43	12.11
Rx5D	ภาคเหนือ	11.89	12.48	11.49	11.82	10.96	11.31
	ภาคกลาง	11.73	12.17	11.06	11.27	10.51	10.65
	ภาคตะวันออก	7.50	7.25	9.04	8.71	8.64	8.19
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	16.16	18.12	17.07	18.94	16.81	18.72
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	6.71	7.74	3.58	4.01	2.92	3.35
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	3.08	2.26	1.36	0.41	0.94	0.00
	เฉลี่ย	9.51	10.00	8.93	9.19	8.46	8.70
SDII	ภาคเหนือ	9.12	10.13	9.63	10.59	9.32	10.22
	ภาคกลาง	8.57	9.46	7.51	8.12	7.34	7.88
	ภาคตะวันออก	2.50	2.33	3.19	2.98	3.11	2.85
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3.76	4.22	5.45	6.17	5.19	5.84
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	2.92	3.01	2.28	2.23	2.06	2.02
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	2.41	1.74	1.32	0.56	1.23	0.53
	เฉลี่ย	4.88	5.15	4.89	5.11	4.71	4.89

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีฝนสุดขีดในอนาคต ที่คาบการเกิด 10 ปี และ 20 ปี ในช่วงปีค.ศ. 2015 – 2039 ค.ศ. 2040 – 2069 และ ค.ศ. 2070 – 2100 ภายใต้กรณี SSP585 ดังตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีฝนสุดขีดที่คาบการเกิด 20 ปี พบว่า ความยาวนานของสภาพฝนสุดขีด ได้แก่ ค่า CDD มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ลดลง -2.54%, -1.33%, -0.1%) และค่า CWD มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดกว่า (ลดลง -9.08%, -

9.81%, -9.32%) ภูมิภาคที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ความถี่ของสภาพฝนสุดขีด คือ ค่า R20mm (เพิ่มขึ้นเล็กน้อย 2.44%, 0.94% , 0.70%) และ R30mm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (6.00%, 3.88% , 3.46%) ภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และความเข้มของสภาพฝนสุดขีด ได้แก่ R95PT มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (6.67%, 5.61%, 5.35%) Rx1D มี

แนวโน้มเพิ่มขึ้น (16.61%, 13.48%, 12.94%) Rx5D มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (13.13%, 9.94%, 9.41%) และ SDII มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (3.95%, 3.01%, 2.93%) ตามลำดับ ภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้

ชัด คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนี CDD R30mm และ Rx5D ดังรูปที่ 2 ถึง 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีฝนสุดขั้วที่คาบการเกิด 10 ปี และ 20 ปี ในกรณี ssp585

ก) ความยาวนาน (Duration)

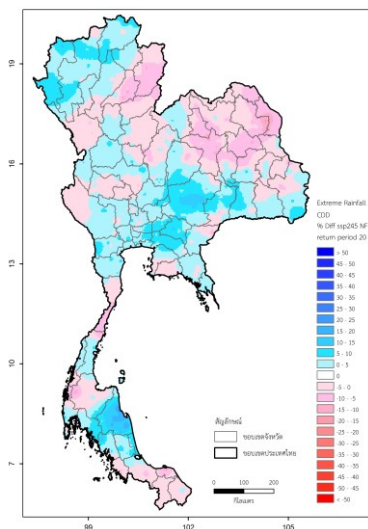
ดัชนีสุดขั้ว	ภาค	เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในกรณี ssp585					
		2015 - 2039		2040 - 2069		2070 - 2100	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
CDD	ภาคเหนือ	-3.31	-2.80	-2.27	-1.76	0.22	1.14
	ภาคกลาง	-4.32	-3.95	-5.21	-5.32	-3.15	-2.99
	ภาคตะวันออก	1.83	3.69	0.11	1.33	1.53	2.88
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	-2.21	-0.92	-2.21	-1.06	-1.04	0.21
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	-5.82	-6.12	-0.82	-0.80	-1.41	-1.47
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	-4.77	-5.13	-0.32	-0.35	-0.25	-0.34
	เฉลี่ย	-3.10	-2.54	-1.78	-1.33	-0.68	-0.10
CWD	ภาคเหนือ	-2.30	-2.14	-2.84	-2.77	-2.06	-1.89
	ภาคกลาง	-12.58	-12.43	-12.65	-12.67	-11.65	-11.55
	ภาคตะวันออก	-10.34	-10.27	-11.65	-11.80	-11.56	-11.75
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	-9.76	-10.19	-10.94	-11.55	-10.81	-11.43
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	-12.38	-13.14	-12.57	-13.48	-11.93	-12.80
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	-6.18	-6.34	-6.42	-6.60	-6.29	-6.50
	เฉลี่ย	-8.92	-9.08	-9.51	-9.81	-9.05	-9.32

ข) ความถี่ (Frequency)

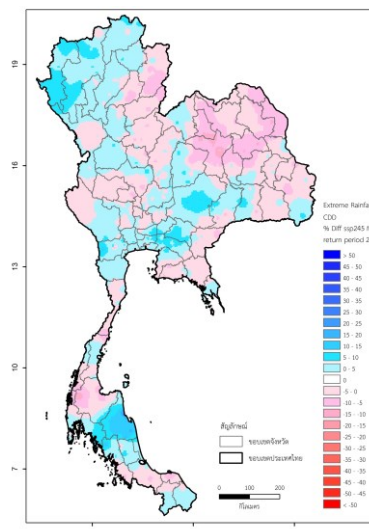
ดัชนีสุดขั้ว	ภาค	เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในกรณี ssp585					
		2015 - 2039		2040 - 2069		2070 - 2100	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
R20mm	ภาคเหนือ	6.55	6.43	5.02	4.89	5.03	4.83
	ภาคกลาง	5.02	4.93	2.56	2.03	2.35	1.71
	ภาคตะวันออก	0.22	-0.24	-1.16	-2.05	-1.62	-2.59
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5.60	5.83	4.71	4.82	4.21	4.25
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.12	-1.96	-0.08	-2.14	0.31	-1.76
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	1.34	-0.37	-0.12	-1.90	-0.40	-2.27
	เฉลี่ย	3.14	2.44	1.82	0.94	1.65	0.70
R30mm	ภาคเหนือ	10.11	10.15	8.25	8.15	8.09	7.88
	ภาคกลาง	10.69	10.40	7.52	6.71	7.10	6.17
	ภาคตะวันออก	2.76	2.06	1.03	-0.11	0.52	-0.72
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	9.41	9.32	8.42	8.22	7.86	7.60
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	3.47	1.80	2.06	0.35	2.29	0.53
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	3.95	2.27	1.68	-0.05	1.09	-0.73
	เฉลี่ย	6.73	6.00	4.83	3.88	4.49	3.46

ค) ความเข้ม (Intensity)

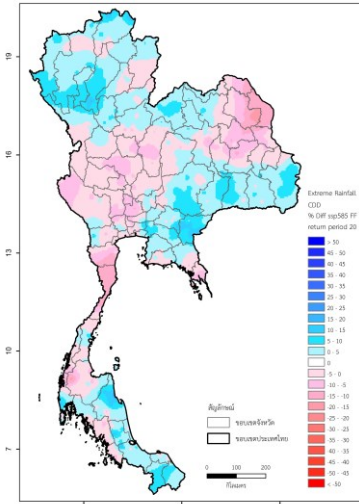
ดัชนีสุดขีด	ภาค	เปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงในกรณี ssp585					
		2015 - 2039		2040 - 2069		2070 - 2100	
		RT_10	RT_20	RT_10	RT_20	RT_10	RT_20
R95PT	ภาคเหนือ	8.59	9.62	7.52	8.25	7.29	7.96
	ภาคกลาง	10.52	11.31	9.53	10.07	9.23	9.72
	ภาคตะวันออก	4.79	4.65	4.10	3.84	3.83	3.52
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	6.86	7.00	6.40	6.40	6.31	6.31
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	3.78	3.67	2.40	2.16	2.25	1.95
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	4.24	3.76	3.46	2.94	3.25	2.67
	เฉลี่ย	6.46	6.67	5.57	5.61	5.36	5.35
Rx1D	ภาคเหนือ	26.41	29.05	22.11	24.12	21.36	23.23
	ภาคกลาง	20.66	21.93	17.60	18.42	17.36	18.11
	ภาคตะวันออก	7.22	6.90	5.33	4.72	4.86	4.14
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	16.99	17.73	15.54	16.05	15.25	15.74
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	6.12	5.90	3.03	2.45	2.37	1.72
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	17.43	18.13	14.61	15.13	14.33	14.74
	เฉลี่ย	15.80	16.61	13.04	13.48	12.59	12.94
Rx5D	ภาคเหนือ	19.45	21.32	15.55	16.84	15.12	16.28
	ภาคกลาง	16.23	16.88	13.01	13.07	12.37	12.33
	ภาคตะวันออก	7.32	7.26	5.08	4.69	4.46	4.01
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	10.48	10.37	9.03	8.71	9.14	8.82
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	3.70	3.41	1.02	0.33	0.61	-0.19
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	18.50	19.56	15.22	16.02	14.53	15.18
	เฉลี่ย	12.61	13.13	9.82	9.94	9.37	9.41
SDII	ภาคเหนือ	6.54	7.09	5.58	6.01	5.85	6.28
	ภาคกลาง	6.86	7.75	5.44	6.00	5.46	5.96
	ภาคตะวันออก	0.76	0.66	0.00	-0.39	-0.16	-0.61
	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4.09	4.52	3.81	4.17	3.66	3.96
	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	0.71	0.07	0.54	-0.12	0.50	-0.21
	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	3.87	3.62	2.78	2.41	2.61	2.18
	เฉลี่ย	3.80	3.95	3.03	3.01	2.99	2.93



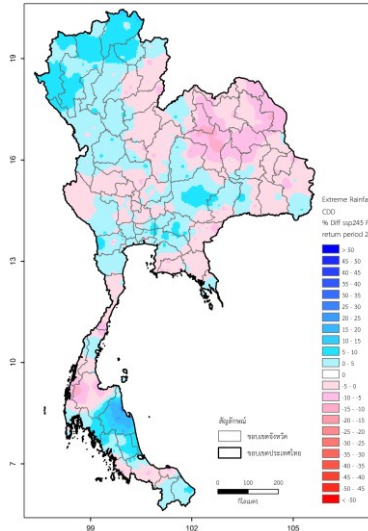
(ก) ช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2039



(ข) ช่วงปี ค.ศ. 2040 - 2069



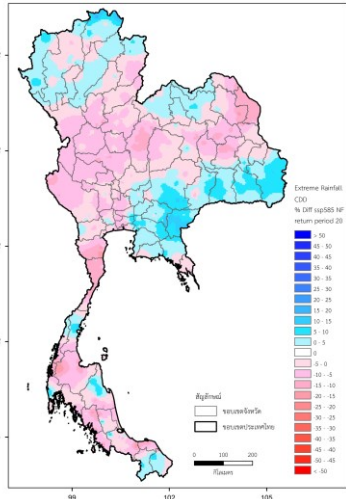
(ค) ช่วงปี ค.ศ. 2070 – 2100



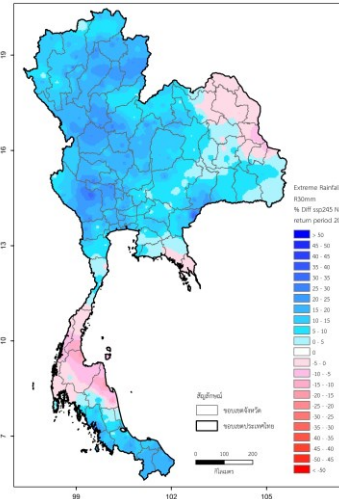
(ค) ช่วงปี ค.ศ. 2070 – 2100

รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของ CDD ในอนาคต ในกรณี SSP245

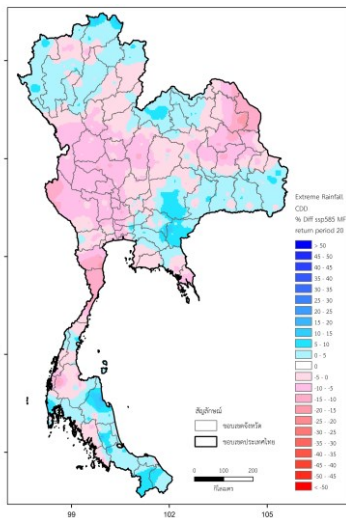
รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของ CDD ในอนาคต ในกรณี SSP585



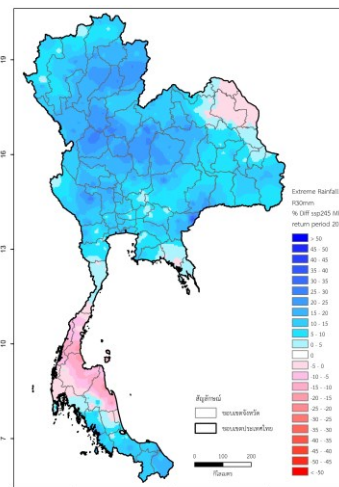
(ก) ช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2039



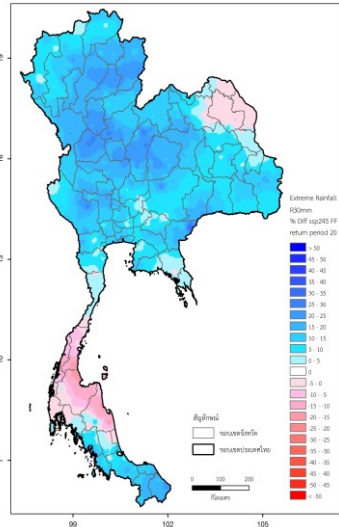
(ก) ช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2039



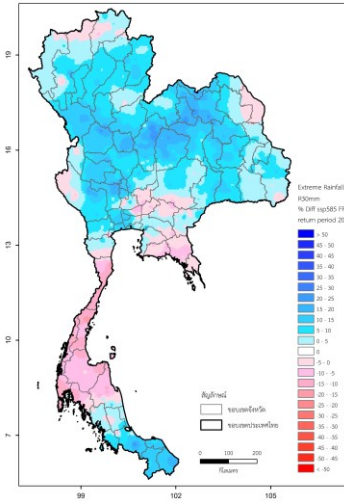
(ข) ช่วงปี ค.ศ. 2040 – 2069



(ข) ช่วงปี ค.ศ. 2040 – 2069



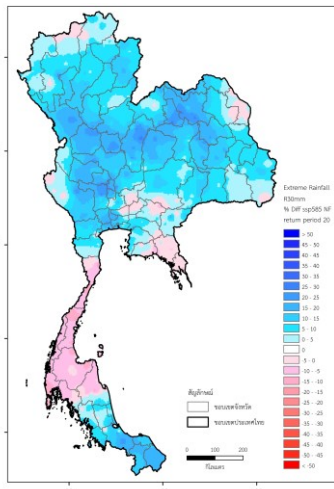
(ค) ช่วงปี ค.ศ. 2070 – 2100



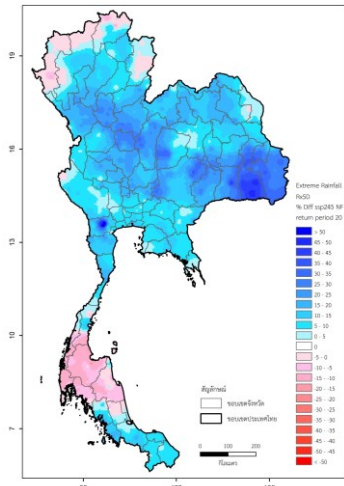
(ค) ช่วงปี ค.ศ. 2070 – 2100

รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของ R30mm ในอนาคต ในกรณี SSP245

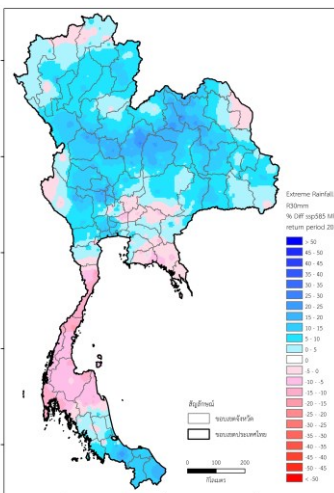
รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของ R30mm ในอนาคต ในกรณี SSP585



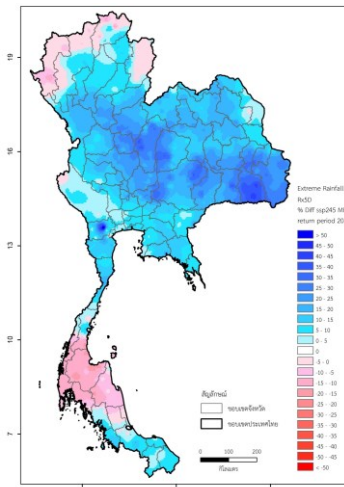
(ก) ช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2039



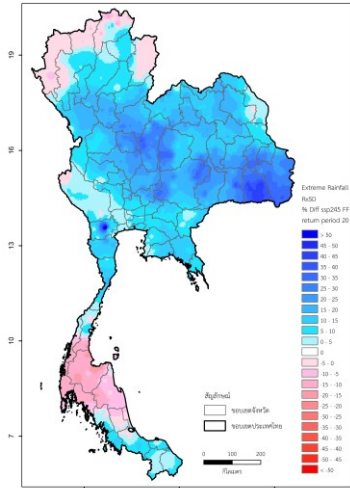
(ก) ช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2039



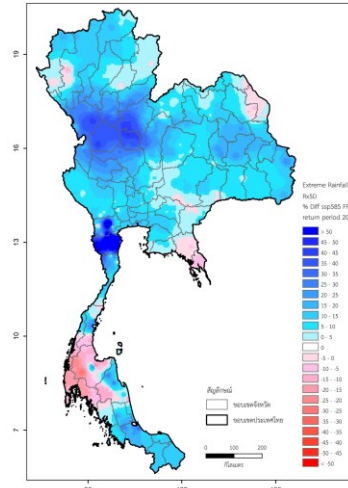
(ข) ช่วงปี ค.ศ. 2040 – 2069



(ข) ช่วงปี ค.ศ. 2040 – 2069

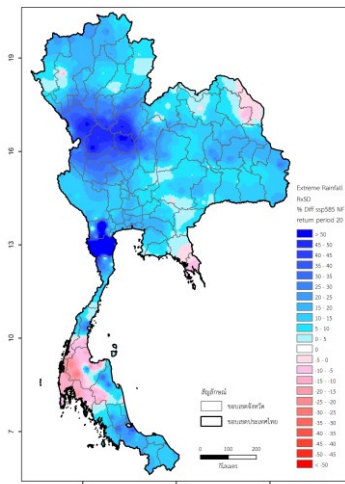


(ค) ช่วงปี ค.ศ. 2070 - 2100

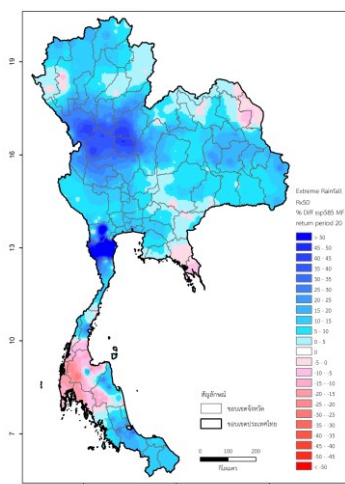


(ค) ช่วงปี ค.ศ. 2070 - 2100

รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของ Rx5D ในอนาคต ในกรณี SSP245



(ก) ช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2039



(ข) ช่วงปี ค.ศ. 2040 - 2069

รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของ Rx5D ในอนาคต ในกรณี SSP585

6. สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีฝนสุดขั้วจากข้อมูลฝนตรวจวัด รายวัน สามารถจำแนกตามสภาพฝนสุดขั้ว ได้แก่ ความยาวนานของสภาพฝนสุดขั้ว คือ ค่า CDD และ CWD มีค่าเท่ากับ 136.16 วัน และ 71.12 วัน ตามลำดับ ความถี่ของสภาพฝนสุดขั้ว คือ ค่า R20mm และ R30mm มีค่าเท่ากับ 35.74 วัน และ 22 วัน ตามลำดับ และความเข้มของสภาพฝนสุดขั้ว ได้แก่ R95PT เท่ากับ 0.31 Rx1D เท่ากับ 151.83 มม. Rx5D เท่ากับ 289.24 มม. และ SDII เท่ากับ 20.97 มม./วัน ตามลำดับ

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีฝนสุดขั้วในอนาคต ในกรณี SSP245 พบว่า ความยาวนานของสภาพฝนสุดขั้ว ได้แก่ ค่า CDD มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และค่า CWD มีแนวโน้มลดลง ภูมิภาคที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ความถี่ของสภาพฝนสุดขั้ว คือ ค่า R20mm และ R30mm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ฝั่งตะวันตก และความเข้มของสภาพฝนสุดขั้ว ได้แก่ R95PT Rx1D Rx5D และ SDII มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีฝนสุดขั้วในอนาคต ในกรณี SSP585 พบว่า ความยาวนานของสภาพฝนสุดขั้ว ได้แก่ ค่า CDD มีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และค่า CWD มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดกว่า ภูมิภาคที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ความถี่ของสภาพฝนสุดขั้ว คือ ค่า R20mm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และ R30mm มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่า ภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ และความเข้มของสภาพฝนสุดขั้ว ได้แก่ ได้แก่ R95PT Rx1D Rx5D และ SDII มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Pao-Shin, C., Den-Jing, C., Pay-Liam, L., Trends in precipitation extremes during the typhoon season in Taiwan over the last 60 years.
- [2] Kiktev, D., Sexton, D. M. H., Alexander, L., & Folland, C. K. (2003), Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes. *Journal of Climate*, 16(22), 3560 - 3571. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)0162.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2003)0162.0.CO;2)
- [3] K. Kamiguchi, A. Kitoh, T. Uchiyama, R. Mizuta, A. Noda. Changes in precipitation-based extremes indices due to global warming projected by a global 20-km-mesh atmospheric model SOLA, 2 (2006), pp. 64-67, 10.2151/sola.2006-017.
- [4] Kharin, V. V., Zwiers, F. W., Zhang, X. B., & Hegerl, G. C. (2007), Changes in temperature and precipitation extremes in the IPCC ensemble of global coupled model simulations. *Climatic Change*, 119(2), 345 - 357. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0705-8>
- [5] Rusticucci, M. et al., (2010), An intercomparison of model-simulated in extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century. Part 1: mean values and variability. *Clim. Change*, 98(3-4), 493-508, doi: 10.1007/s10584-009-9742-8.
- [6] Atsamon, L., Patama, S., (2016), Long-term trends and variability of total and extreme precipitation in Thailand. *Atmospheric Research*, 169, 301-317. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.10.015>.
- [7] Wang, F., Yang, S., Higgins, W., Li, Q.P., Zuo, Z.Y., (2014), Long-term changes in total and extreme precipitation over China and the United States and their links to oceanic atmospheric features. *Int. J. Climatol* 34 (2), 286-302.
- [8] G. Danabasoglu, D. Lawrence, K. Lindsay, W. Lipscomb, G. Strand NCAR CESM2 model output prepared for CMIP6 CMIP historical <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.7627> (2019)
- [9] S. Yukimoto, T. Koshiro, H. Kawai, N. Oshima, K. Yoshida, S. Urakawa, H. Tsujino, M. Deushi, T. Tanaka, M. Hosaka, H. Yoshimura, E. Shindo, R. Mizuta, M. Ishii, A. Obata, Y. Adachi MRI MRI-ESM2.0 model output prepared for CMIP6 CMIP historical <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.6842> (2019)
- [10] T. Wu, M. Chu, M. Dong, Y. Fang, W. Jie, J. Li, W. Li, Q. Liu, X. Shi, X. Xin, J. Yan, F. Zhang, J. Zhang, L. Zhang, Y. Zhang BCC BCC-CSM2MR model output prepared for CMIP6 cmip historical <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.2948> (2018)
- [11] J.P. Krasting, J.G. John, C. Blanton, C. McHugh, S. Nikonov, A. Radhakrishnan, K. Rand, N.T. Zadeh, V. Balaji, J. Durachta, C. Dupuis, R. Menzel, T. Robinson, S. Underwood, H. Vahlenkamp, K.A. Dunne, P.P. Gauthier, P. Ginoux, S.M. Griffies, R. Hallberg, M. Harrison, W. Hurlin, S. Malyshev, V. Naik, F. Paulot, D.J. Paynter, J. Ploshay, D.M. Schwarzkopf, C.J. Seman, L. Silvers, B. Wyman, Y. Zeng, A. Adcroft, J.P. Dunne, H. Guo, I.M. Held, L.W. Horowitz, P. Milly, E. Shevliakova, C. Stock, M. Winton, M. Zhao NOAA-GFDL GFDL-ESM4 model output prepared for CMIP6 CMIP historical <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.8597> (2018)
- [12] Neil C. Swart, Jason N.S. Cole, Viatcheslav V. Kharin, Mike Lazare, John F. Scinocca, Nathan P. Gillett, James Anstey, Vivek Arora, James R. Christian, Sarah Hanna, Yanjun Jiao, Warren G. Lee, Fouad Majaess, Oleg A. Saenko, Christian Seiler, Clint Seinen, Andrew Shao, Larry Solheim, Knut von Salzen, Duo Yang, Barbara Winter, The Canadian Earth System Model version 5 (CanESM5.0.3) <https://doi.org/10.5194/gmd-2019-177>
- [13] Agha Kouchak, A. (2013). *Extremes in a changing climate: Detection, analysis and uncertainty*. Dordrecht: Springer.