

การคาดการณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำยมภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMIP6 Rainfall Predictions of the Yom River Basin under CMIP6 Climate Change Scenarios

กฤตกานต์ เคลือบมณี¹, เกศวรา ลิทธิโชค^{1*}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม

*Corresponding author; E-mail address: fengkrs@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำยมภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMIP6 ของสถานการณ์ SSP2-4.5 และ SSP5-8.5 ข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศจำนวน 11 สถานีบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำและข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Models: GCMs) จำนวน 10 แบบจำลองในช่วงอดีตตั้งแต่ปี ค.ศ. 1994-2014 และอนาคตภายใต้ 2 สถานการณ์ดังกล่าวตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015-2100 ได้ถูกเก็บรวบรวม จากนั้นข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลอง GCMs ได้ถูกนำมาปรับแก้ค่าทางสถิติ (Bias Correction) เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง CMhyd ด้วยวิธีการ Linear Scaling เพื่อประเมินถึงปริมาณฝนอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลการปรับแก้ค่าทางสถิติของข้อมูลปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง GCMs ทั้ง 10 แบบจำลองในช่วงอดีตเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดพบว่าแบบจำลอง INM-CM4-8 และ INM-CM5-0 ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยมีค่า R^2 , NSE และ P-Bias เท่ากับ 0.40 ถึง 0.68, 0.29 ถึง 0.67 และ -0.76 ถึง -0.03 ตามลำดับ จากนั้นปริมาณฝนที่ผ่านการปรับแก้ค่าทางสถิติแล้วได้ถูกนำมาประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยดัชนี coefficient of variation (CV) และ standardized anomaly index (SAI) พบว่าค่า CV มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 15.28%-19.93% แสดงถึงความแปรปรวนของปริมาณฝนในอนาคตที่ค่อนข้างต่ำและเมื่อพิจารณาค่า SAI พบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนรายปีในลุ่มน้ำยมที่ลดลง

คำสำคัญ: ลุ่มน้ำยม, การปรับแก้ค่าทางสถิติ, สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMIP6, สมประสิทธิ์ความแปรปรวน, ดัชนีความแห้งแล้ง

Abstract

This study aims to predict and investigate alterations in rainfalls in the Yom River Basin under two CMIP6 climate change scenarios (SSP2-4.5 and SSP5-8.5). Observed rainfall data from 11 climate stations and simulated data from 10 global climate models (GCMs) during historical (1994-2014) and future periods

under two scenarios (2015-2100) were collected. Results generated from GCMs were then adjusted using the CMhyd application through the linear scaling method to project future rainfalls under climate change scenarios. The results of rainfall from all GCMs, following the bias correction technique and compared to measured data, exhibited R^2 , NSE and P-Bias Values 0.40 to 0.68, 0.29 to 0.67 and -0.76 to -0.03, respectively. The analysis of rainfall trends using the coefficient of variation (CV) and standardized anomaly index (SAI) under the SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios for the period 2015-2100 showed low rainfall variability with CV values ranging from 15.28 to 19.93, and the SAI values resulted from the majority of models, indicating a decreasing trend in annual rainfall within the Yom River Basin.

Keywords: Yom River Basin, Bias correction, CMIP6 Climate change scenarios, Coefficient of variation, Standardized anomaly index

1. คำนำ

ลุ่มน้ำยมในช่วงที่มาได้ประสบปัญหาที่เป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำภายในลุ่มน้ำเกิดความยากลำบากและนำมาซึ่งปัญหาน้ำท่วมและการขาดแคลนน้ำ ซึ่งลุ่มน้ำยมนั้นเป็นหนึ่งใน 22 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 23,995 ตารางกิโลเมตร ประกอบไปด้วยลุ่มน้ำสาขาจำนวน 19 ลุ่มน้ำ ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัด มีแม่น้ำยมเป็นแม่น้ำสายหลักโดยมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาผีปันน้ำในเขตจังหวัดพะเยาและไหลลงมาทางทิศใต้ลงไปยังบรรจบกับแม่น้ำน่านที่จังหวัดนครสวรรค์ สภาพอากาศของลุ่มน้ำยมพบว่าโดยส่วนมากจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปริมาณฝนรายปี มีปริมาณฝนเฉลี่ยอยู่ที่ 1,203.06 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ที่ 27.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายนอยู่ที่ 30.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมกราคมอยู่ที่ 24.2 องศาเซลเซียส

ลุ่มน้ำยมประสบปัญหาด้านทรัพยากรน้ำมาอย่างต่อเนื่อง กล่าวคือเกิดภัยแล้งในฤดูแล้งและในฤดูน้ำหลากก็ประสบกับอุทกภัย [1] ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำซากของกรมพัฒนาที่ดิน มีพื้นที่ในลุ่มน้ำยมประสบปัญหาในระดับที่รุนแรงปานกลางถึงรุนแรงมาก กว่า 1,891,164 ไร่ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำ โดยเฉพาะในบริเวณจังหวัดสุโขทัยที่แม่น้ำยมจะมีความแคบมากกว่าบริเวณต้นน้ำมาก ปริมาณการไหลของน้ำในบริเวณนี้สามารถรับได้ประมาณ 342 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งโดยสถิติแล้วจะเกิดเหตุการณ์น้ำล้นตลิ่งทุกปี [2] และมีพื้นที่ประสบปัญหาภัยแล้งซ้ำซากประมาณ 512,314 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำเช่นเดียวกัน ซึ่งพบว่าเป็นการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและเพื่อการเกษตร โดยมีสาเหตุมาจากการผันแปรของปริมาณฝนที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำ การขาดแคลนแหล่งน้ำที่จะกักเก็บน้ำต้นทุนในช่วงฤดูฝนเพื่อไว้ใช้ฤดูแล้ง รวมถึงการเพิ่มขึ้นของประชากร การขยายตัวของชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรม การบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าไม้และคุณภาพลุ่มน้ำ [3]

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อทรัพยากรน้ำ ตั้งแต่ปริมาณฝนในแต่ละปี การกระจายตัวของฝน การผันแปรของสภาพภูมิอากาศ [4] ซึ่งล้วนเป็นผลมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศโลกอันเป็นผลมาจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งส่งผลให้สภาพอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ ซึ่งปัจจุบันมีการศึกษาและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยอาศัยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models; GCMs) โดยได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษากระบวนการภูมิอากาศของโลกตั้งแต่อดีตจนถึงอนาคต แต่ข้อจำกัดหนึ่งที่เกิดจากการใช้งานแบบจำลอง คือผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองบางส่วนยังคงมีข้อจำกัดเรื่องค่าความละเอียดเชิงพื้นที่ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเมื่อนำมาศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็ก เช่น ในระดับประเทศหรือระดับลุ่มน้ำ ยังคงมีความละเอียดที่ไม่เพียงพอซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองก่อนนำมาใช้งาน [5]

วิธีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเป็นวิธีการทางสถิติโดยวิธี Linear Scaling เป็นหนึ่งในวิธีการปรับแก้ปริมาณฝนวิธีที่นิยมใช้ ซึ่งจากการทบทวนการศึกษารายงานผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ผ่านมาพบว่า วินัย และคณะ ได้การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางสถิติโดยวิธี Linear Scaling ของข้อมูลฝนรายเดือนของประเทศไทย และพบว่าการใช้วิธี LS มีประสิทธิภาพที่ดีในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลรายเดือน [6]

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาโดยใช้ข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพียง 10 แบบจำลอง และได้ปรับแก้ค่าทางสถิติด้วยวิธีการ Linear Scaling วิธีการเดียว และข้อมูลฝนตรวจวัดที่นำมาใช้ในงานวิจัยนั้นได้รวบรวมเฉพาะข้อมูลฝนจากสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 11 สถานี

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำยมภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMIP6 โดยใช้

ข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Models: GCMs) 2) เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของฝนและแนวโน้มของปริมาณฝนในลุ่มน้ำยมในด้วยดัชนี CV และ SAI เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหรือหน่วยงานที่มีการกิจในด้านทรัพยากรน้ำสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำยม รวมถึงนำไปใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาและวางแผนโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในอนาคต เนื่องจากงานวิจัยเดิมที่มีการศึกษาในเรื่องของผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำยม โดยการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศ CMIP6 ยังไม่มีมาก

2. วิธีการศึกษา

2.1 พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำยมเป็นลุ่มน้ำที่ตั้งอยู่ทางตอนเหนือเป็นของประเทศไทย ลักษณะการวางตัวของลุ่มน้ำอยู่ในแนวทิศเหนือ-ใต้ มีอาณาเขตทางทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำโขงเหนือ ทิศใต้และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำ่าน และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำวัง มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 23,995 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัด ได้แก่ กำแพงเพชร ตาก นครสวรรค์ น่าน พะเยา พิจิตร พิษณุโลก แพร่ ลำปาง สุโขทัย และอุตรดิตถ์

2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

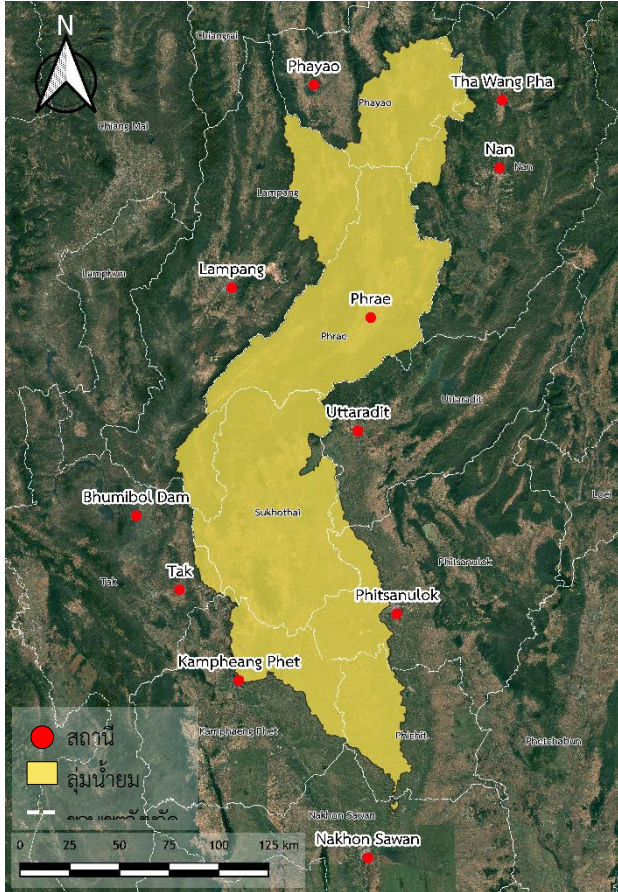
2.2.1 ข้อมูลฝนตรวจวัด

การศึกษานี้ครั้งนี้ได้มีการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนรายวันในระหว่างปี ค.ศ. 1994 – 2023 ของสถานีอุตุนิยมวิทยารายวันลุ่มน้ำยมจำนวน 11 สถานี จาก National Centers for Environmental Information (NCEI) และข้อมูลของทุกสถานีได้ทำการประเมินค่าของข้อมูลที่ขาดหายไป (Estimating of Missing Data) และทำการตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีโดยวิธีการเส้นโค้งทับทวี (Double Mass Curve) ซึ่งผลการตรวจสอบปริมาณฝนโดยวิธีเส้นโค้งทับทวีแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3 พบว่าค่า R^2 ของทุกสถานีมีค่าประมาณ 0.9 โดยแต่ละสถานีที่ได้รับรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียดของตำแหน่งที่ตั้งและเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลที่ขาดหายไปแสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1

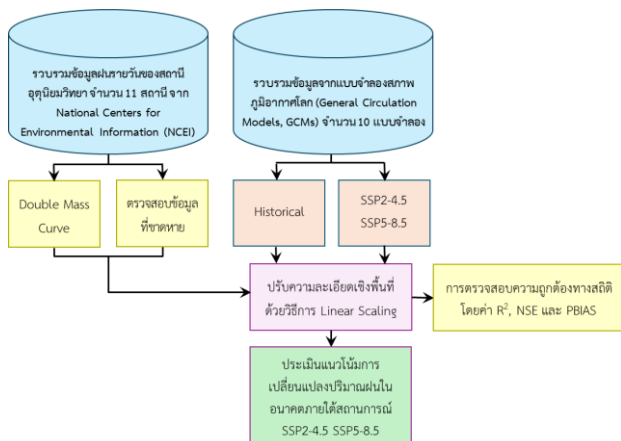
2.2.2 ข้อมูลฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

ข้อมูลปริมาณฝนรายวันในช่วงอดีตระหว่างปี ค.ศ. 1994 – 2014 และช่วงอนาคต ระหว่างปี ค.ศ. 2015 – 2100 ของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Circulation Models, GCMs) ได้ถูกเก็บรวบรวม โดยได้มีการคัดเลือกแบบจำลอง GCMs จำนวน 10 แบบจำลอง ซึ่งได้พิจารณาจากความละเอียดของแบบจำลองที่ 100 กิโลเมตร โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งการศึกษาคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตในครั้งนี้ได้มีการกำหนดสถานการณ์ Shared Socioeconomic Pathways (SSP) ที่ใช้ในการศึกษา 2 สถานการณ์ได้แก่ SSP2-4.5 และ SSP5-8.5 เนื่องด้วยสถานการณ์ SSP 2-4.5 เป็นสถานการณ์ที่มีรูปแบบของเศรษฐกิจและสังคมที่ใกล้เคียงกับปัจจุบัน ระดับพลังงานของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์จะอยู่ที่ 4.5 วัตต์/ตารางเมตรในปี ค.ศ. 2100 และยังคงมีการรักษาระดับต่อไปใน

ระยะยาว ขณะที่สถานการณ์ SSP5-8.5 เป็นสถานการณ์ที่มีการแข่งขันกันด้านนวัตกรรม เศรษฐกิจ และสังคม โดยยังพัฒนาควบคู่ไปกับการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล จึงมีการเพิ่มขึ้นของแก๊สเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องโดยที่ค่าการแผ่รังสีในปี ค.ศ. 2100 จะเท่ากับ 8.5 วัตต์/ต่อตารางเมตร โดยภาพรวมของขั้นตอนการศึกษาแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาและที่ตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยา



รูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษาของงานวิจัยนี้

2.3 วิธีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อน

เนื่องจากค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้รวบรวมจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกส่วนใหญ่จะมีค่าความละเอียดเชิงพื้นที่ที่ต่ำ เมื่อนำมาใช้

ตารางที่ 1 รายละเอียดของสถานีตรวจวัดข้อมูลฝนรายวัน

No	Station	Latitude (N)	Longitude (E)	Elevation (m MSL)	% missing
1	Phrae	18.13	100.16	163.98	0.38
2	Phayao	19.19	99.90	398.93	0.44
3	Lampang	18.27	99.50	247.19	0.26
4	Tak	16.90	99.25	145.69	0.20
5	Kampheang Phet	16.48	99.53	82.00	0.45
6	Nan	18.81	100.78	208.78	0.47
7	Bhumibol Dam	17.23	99.05	144.00	0.03
8	Tha Wang Pha	19.12	100.80	237.00	0.64
9	Uttaradit	17.62	100.10	64.00	0.32
10	Phitsanulok	16.78	100.28	44.19	0.28
11	Nakhonsawan	15.67	100.14	34.44	0.35

ศึกษาในพื้นที่ที่มีขนาดเล็กกว่าความละเอียดของแบบจำลองหรือนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูลของสถานีตรวจวัดในพื้นที่ต่าง ๆ จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ ดังนั้นจึงควรทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของผลที่ได้จากแบบจำลองก่อนนำมาทำการศึกษา [7] ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนด้วยแบบจำลอง CMhyd โดยวิธีการ Linear Scaling ซึ่งมีสมการดังสมการที่ 1

$$P_{hst,m,d}^{cor} = P_{hst,m,d} \times \frac{\mu(P_{obs,m})}{\mu(P_{hst,m})} \quad (1)$$

โดยที่ $P_{hst,m,d}^{cor}$ คือปริมาณฝนรายวันที่ได้จากการปรับแก้ความคลาดเคลื่อน (Corrected Rainfall), $P_{hst,m,d}$ คือปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Rainfall from Original GCM), d คือวัน (daily Time Series), m คือเดือน $m = 1, 2, 3, \dots, 12$ และ μ คือค่าเฉลี่ย (Mean)

2.4 การตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติของวิธีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อน

ค่าดัชนีทางสถิติถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดกับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศประกอบไปด้วย

1) ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) เป็นดัชนีที่แสดงผลของข้อมูลจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 หากค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าตัวแปรตามสามารถอธิบายได้จากสมการเชิงเส้นได้น้อย แต่ถ้าค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปรตามสามารถอธิบายได้จากสมการเชิงเส้นที่ได้จากความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแปรได้มาก แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ (2)

$$R^2 = \left(\frac{COV(O_i, P_i)}{\sqrt{VAR(O_i)VAR(P_i)}} \right)^2 \quad (2)$$

2) ค่าความแม่นยำ (Nash-Sutcliffe Efficiency, NSE) เป็นดัชนีแสดงความสัมพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างข้อมูลจากการปรับแก้ค่ากับข้อมูลตรวจวัด ใช้คาดคะเนความแม่นยำ หากมีค่าเข้าใกล้ 1 จะแสดงให้เห็นว่าข้อมูลจากแบบจำลองมีความแม่นยำสูงและมีความแปรปรวนน้อยเมื่อเทียบกับค่าตรวจวัด แต่ถ้าหากค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลจากแบบจำลองมีความแม่นยำน้อยและมีความแปรปรวนเมื่อเทียบกับค่าตรวจวัดสูง โดยค่า NSE สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (3)$$

3) ร้อยละความเอนเอียงของการประมาณ (Percent Bias, PBIAS) เป็นดัชนีที่วัดแนวโน้มโดยเฉลี่ยของข้อมูลจากร้อยละของความแตกต่างระหว่างข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลจากแบบจำลอง ถ้าหากมีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงการคาดคะเนมีความน่าเชื่อถือ ถ้ามีค่าเป็นบวก หมายถึงค่าจากแบบจำลองมีค่าต่ำกว่าค่าจริง แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ (4)

$$PBIAS = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \quad (4)$$

โดยที่ O_i คือปริมาณฝนจากการตรวจวัด, $\bar{O}_i$ คือค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนจากการตรวจวัด, P_i คือปริมาณฝนจากแบบจำลอง, $COV(O_i, P_i)$ คือความแปรปรวนระหว่างปริมาณฝนจากการตรวจวัดกับแบบจำลอง

2.5 การวิเคราะห์ปริมาณฝน

หลังจากปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลองได้รับการปรับแก้ค่าทางสถิติแล้วจะถูกนำมาประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตโดยดัชนีที่ใช้เพื่อประเมินถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ SSP2-4.5 และ SSP5-8.5 ที่เกิดขึ้นในอนาคต ประกอบด้วยดังนี้

1) Coefficient of Variation (CV) เป็นดัชนีที่ใช้ในการประมาณความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนโดยจะแบ่งช่วงของความแปรปรวนระหว่าง 0 - 100% ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีค่าต่ำกว่า 20% แสดงถึงความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนที่ต่ำ กลุ่มที่มีค่าระหว่าง 20 - 30% แสดงถึงความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนปานกลาง และกลุ่มที่มีค่าสูงกว่า 30% แสดงถึงความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนที่สูง แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ (5)

$$CV = \frac{\delta}{\mu} \times 100 \quad (5)$$

โดยที่ δ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลฝน และ μ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลฝน ค่า CV ที่สูงแสดงถึงข้อมูลฝนในปีที่คำนวณมีความแปรปรวนสูง

2) Standardized Anomaly Index (SAI) เป็นดัชนีที่ถูกใช้ในการประเมินปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่ออธิบายความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนโดยการคำนวณจากปริมาณน้ำฝนรายปีที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยรายปีในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา ซึ่งค่าของ SAI ที่เป็นลบหรือบวกจะสะท้อนถึงปริมาณน้ำฝนที่น้อยกว่าหรือมากกว่าค่าปกติ แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ (6) การแบ่งระดับค่า SAI ของปริมาณฝนสามารถแบ่งระดับได้ออกเป็น 7 ระดับ ดังตารางที่ 3

$$SAI_i = \frac{X_i - \mu}{\delta} \quad (6)$$

โดยที่ X_i คือค่าปริมาณฝนในช่วงที่คำนวณ μ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลฝนในช่วงที่คำนวณ และ δ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลฝนในช่วงที่คำนวณ

ตารางที่ 3 การแบ่งระดับค่า SAI ของปริมาณฝน

SAI	Category
2.0 and more	Extremely wet
1.5 - 1.99	Very wet
1.0 - 1.49	Moderately wet
-0.99 - 0.99	Near normal
-1.00 to -1.49	Moderately dry
-1.50 to -1.99	Very dry
-2.0 and less	Extremely dry

3. ผลการศึกษา

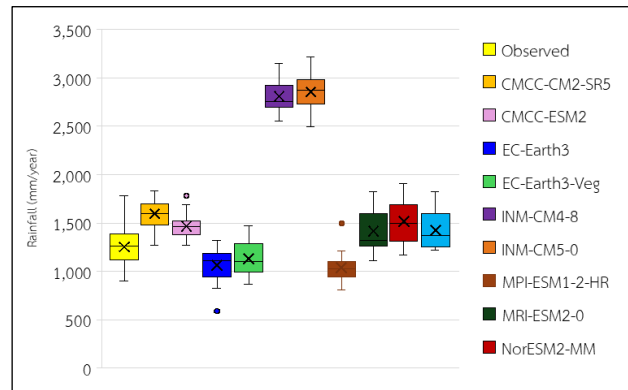
3.1 ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจากข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในช่วงอดีตตั้งแต่ปี ค.ศ. 1994 - 2014 ระหว่างข้อมูลตรวจวัด จำนวน 11 สถานี กับข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จำนวน 10 แบบจำลอง ดังรูปที่ 4 พบว่ามีความแตกต่างของค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลจากแบบจำลองระหว่าง -216.49 ถึง 1,600.85 มิลลิเมตร ซึ่งค่าฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองส่วนมากจะให้ค่าที่สูงกว่าค่าจากการตรวจวัด ยกเว้นแบบจำลอง EC-Earth3, EC-Earth3-Veg และ MPI-ESM1-2-HR ที่ให้ค่าที่น้อยกว่าข้อมูลตรวจวัด โดยแบบจำลอง INM-CM5-0 ให้ค่าฝนเฉลี่ยรายปีสูงที่สุดเท่ากับ 2,857.99 มิลลิเมตร และแบบจำลอง MPI-ESM1-2-HR ให้ค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 1,040.71 มิลลิเมตร

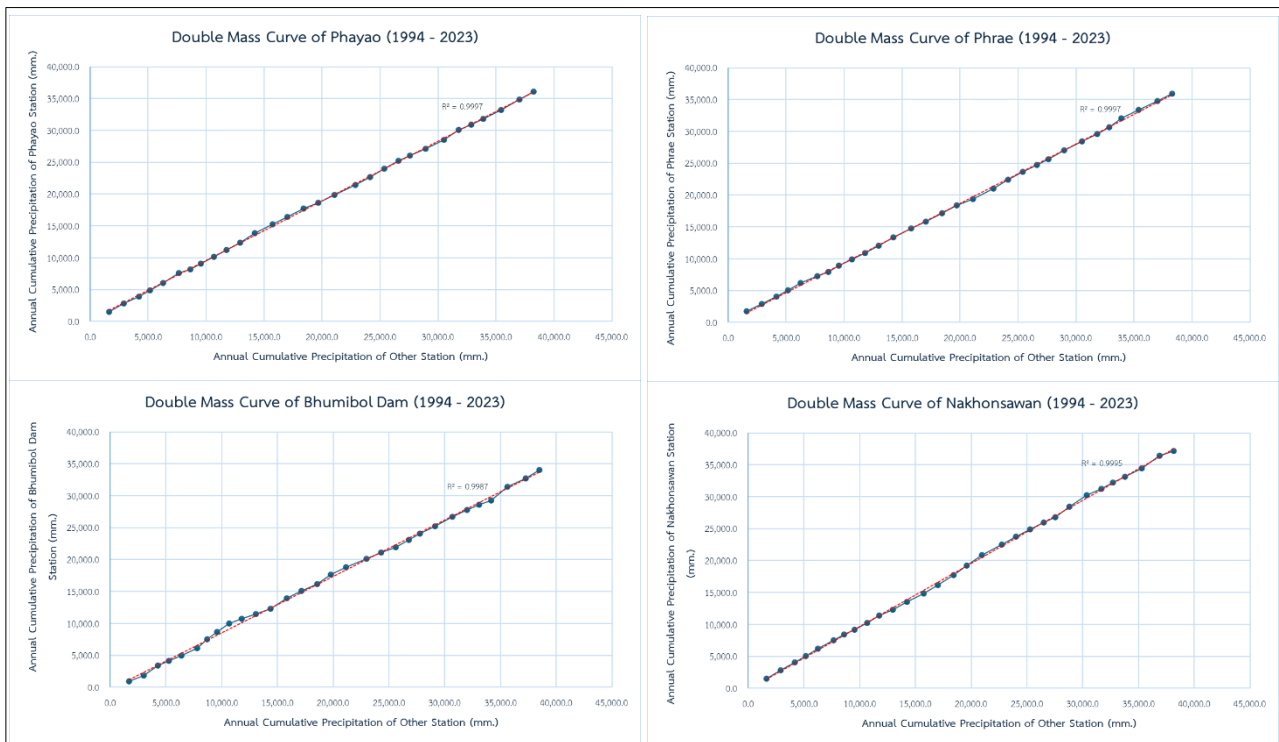
เมื่อพิจารณาปริมาณฝนรายเดือนที่ได้จากการตรวจวัดพบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.85 มิลลิเมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 93.70 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าแบบจำลองส่วนใหญ่ ยกเว้น EC-Earth3, EC-Earth3-Veg และ MPI-ESM1-2-HR และพบว่าทุกแบบจำลองมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงกว่าข้อมูลจากการตรวจวัด

ตารางที่ 2 รายละเอียดของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

No.	Models	Institution	resolution
1	CMCC-CM2-SR5	Euro-Mediterranean Centre on Climate Change Coupled Climate Mode, Italy	100 km
2	CMCC-ESM2	Euro-Mediterranean Centre on Climate Change Coupled Climate Model, Italy	100 km
3	EC-Earth3	Consortium of European research institution and researchers, Europe	100 km
4	EC-Earth3-Veg	Consortium of European research institution and researchers, Europe	100 km
5	INM-CM4-8	Institute for Numerical Mathematics, Russia	100 km
6	INM-CM5-0	Institute for Numerical Mathematics, Russia	100 km
7	MPI-ESM1-2-HR	Max Planck Institute for Meteorology, Germany	100 km
8	MRI-ESM2-0	Meteorological Research Institute, Japan	100 km
9	NorESM2-MM	Norwegian Climate Center, Norway	100 km
10	TaiESM1	Taiwan Earth System Model, Taiwan	100 km



รูปที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัด (Observed) กับปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ ระหว่างปี 1994-2014



รูปที่ 3 Double Mass Curve

3.2 ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจากข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ผ่านการปรับแก้ทางสถิติแล้ว

จากที่ได้ทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณฝนระหว่างข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก แล้วพบว่าแบบจำลองส่วนมากจะให้ค่าปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างแตกต่างจากค่าที่ตรวจวัดจริง จึงได้นำข้อมูลของแบบจำลองมาปรับแก้ค่าทางสถิติด้วยวิธีการ Linear Scaling โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง CMhyd ในการปรับแก้ และพบว่าค่า R^2 ของทุกแบบจำลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.11 ถึง 0.68 โดยแบบจำลอง INM-CM4-8 และ INM-CM5-0 มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนตรวจวัดกับข้อมูลฝนจากแบบจำลองมากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ค่า R^2 มีค่าระหว่าง 0.44 ถึง 0.68 และระหว่าง 0.40 ถึง 0.55 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า NSE ของแบบจำลองพบว่ามีความอยู่ระหว่าง -2.40 ถึง 0.67 ซึ่งแบบจำลอง INM-CM4-8 มีความแม่นยำกว่าแบบจำลองอื่น ๆ เนื่องจากให้ค่า NSE ที่เข้าใกล้ 1 มากกว่า โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.41 ถึง 0.67 และค่า P-Bias ของแต่ละแบบจำลองพบว่ามีความใกล้เคียงกันในทุกแบบจำลอง โดยอยู่ในช่วงระหว่าง -0.78% ถึง 0.00% เมื่อพิจารณาจากทั้ง 10 แบบจำลองจึงพบว่าค่าที่ได้จากแบบจำลอง INM-CM4-8 และ INM-CM5-0 มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการตรวจวัดมากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ

3.3 การประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตภายใต้สถานการณ์ SSP2-4.5

เมื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตภายใต้สถานการณ์ SSP2-4.5 พบว่าความแปรปรวนของปริมาณฝนเมื่อพิจารณาจากค่า CV พบว่าแบบจำลอง INM-CM4-8 และ INM-CM5-0 มีค่า CV ของทุกสถานีอยู่ในช่วง 15.28 ถึง 19.93 ซึ่งแสดงถึงความแปรปรวนของฝนในอนาคตในระดับต่ำ และแบบจำลอง NorESM2-MM และ TaiESM1 พบว่ามีค่าความแปรปรวนของฝนในระดับที่สูงมากโดยอยู่ในช่วง 78.17 – 160.26 ขณะที่แบบจำลองอื่น ๆ พบว่าส่วนใหญ่มีค่าความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนในระดับปานกลาง

เมื่อนำมาประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตโดยพิจารณาจากค่า SAI ดังรูปที่ 5 ซึ่งจะแบ่งช่วงระยะเวลาการประเมินออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงระยะใกล้ (ค.ศ. 2015 – 2039) ช่วงระยะกลาง (ค.ศ. 2040 – 2069) และช่วงระยะไกล (ค.ศ. 2070 – 2100) จากการประเมินปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้ง 11 สถานีจากแบบจำลองพบว่า ในช่วงระยะใกล้ แบบจำลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มของปริมาณฝนที่ลดลงจากปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงอดีตที่ผ่านมา ยกเว้นแบบจำลอง INM-CM4-8 และ MPI-ESM1-2-HR ที่พบว่าส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่ปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นจากในช่วงอดีต แต่แบบจำลองส่วนใหญ่ยังคงมีค่า SAI ที่อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.99 ซึ่งยังใกล้เคียงกับฝนระดับปกติ ขณะที่แบบจำลอง NorESM2-MM พบว่าในช่วงระยะนี้มีแนวโน้มที่ปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นและลดลงเท่า ๆ กัน แต่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะเกิดฝนตกในระดับหนักมาก

ในช่วงระยะกลาง แบบจำลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มของปริมาณฝนที่จะลดลงจากค่าเฉลี่ยในช่วงอดีต แต่ค่า SAI ยังอยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.99 ซึ่ง

แสดงถึงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยยังคงใกล้เคียงกับในอดีต ยกเว้นแบบจำลอง EC-Earth3 และ MPI-ESM1-2-HR ที่มีค่า SAI แสดงถึงปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้น โดยแบบจำลอง EC-Earth3 ยังมีค่า SAI อยู่ในช่วงปกติซึ่งอยู่ระหว่าง -0.99 ถึง 0.99 แต่แบบจำลอง MPI-ESM1-2-HR พบว่าแนวโน้มที่จะเกิดฝนตกอยู่ในระดับที่หนักถึงหนักมาก โดยปีส่วนใหญ่ของแบบจำลองนี้มีค่า SAI ตั้งแต่ 1.00 ขึ้นไป

ในช่วงระยะไกล แบบจำลองส่วนใหญ่ยังคงมีแนวโน้มของปริมาณฝนที่ลดลงจากค่าเฉลี่ยในช่วงอดีตเช่นเดียวกันกับช่วงระยะใกล้และระยะกลาง มีเพียงแบบจำลอง EC-Earth3, MPI-ESM1-2-HR และ NorESM2-MM ที่พบว่าปีส่วนใหญ่มีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4 ค่า R^2 ของข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ปรับแก้ทางสถิติโดยวิธี Linear Scaling

Station	CMCC-CM2-SR5	CMCC-ESM2	EC-Earth3	EC-Earth3-Veg	INM-CM4-8	INM-CM5-0	MPI-ESM1-2-HR	MRI-ESM2-0	NorESM2-MM	TaiESM1
Phrae	0.41	0.45	0.31	0.37	0.53	0.44	0.27	0.32	0.28	0.26
Phayao	0.37	0.43	0.51	0.48	0.52	0.46	0.29	0.39	0.16	0.21
Lampang	0.30	0.39	0.36	0.39	0.52	0.40	0.29	0.34	0.22	0.24
Tak	0.29	0.37	0.33	0.32	0.44	0.42	0.21	0.28	0.13	0.12
Kamphaeng Phet	0.38	0.55	0.44	0.47	0.59	0.48	0.32	0.36	0.12	0.16
Nan	0.38	0.46	0.49	0.46	0.60	0.44	0.40	0.38	0.23	0.23
Bhumibol Dam	0.32	0.36	0.36	0.35	0.46	0.40	0.19	0.38	0.15	0.23
Tha Wang Pha	0.40	0.51	0.57	0.58	0.68	0.55	0.53	0.47	0.22	0.27
Uttaradit	0.45	0.49	0.35	0.35	0.54	0.49	0.27	0.38	0.14	0.22
Phitsanulok	0.25	0.41	0.39	0.40	0.44	0.40	0.25	0.25	0.13	0.13
Nakhonsawan	0.35	0.42	0.39	0.43	0.48	0.42	0.32	0.26	0.13	0.11

ตารางที่ 5 ค่า NSE ของข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ปรับแก้ทางสถิติโดยวิธี Linear Scaling

Station	CMCC-CM2-SR5	CMCC-ESM2	EC-Earth3	EC-Earth3-Veg	INM-CM4-8	INM-CM5-0	MPI-ESM1-2-HR	MRI-ESM2-0	NorESM2-MM	TaiESM1
Phrae	0.29	0.36	0.11	0.22	0.51	0.36	-0.08	0.08	-1.14	-0.68
Phayao	0.07	0.23	0.44	0.41	0.48	0.34	-0.14	0.18	-2.01	-1.09
Lampang	0.06	0.25	0.25	0.30	0.50	0.29	-0.07	0.13	-1.31	-0.67
Tak	0.03	0.18	0.20	0.20	0.41	0.35	-0.40	-0.05	-1.18	-1.42
Kamphaeng Phet	0.13	0.44	0.25	0.32	0.57	0.40	-0.14	0.06	-2.40	-1.42
Nan	0.26	0.38	0.44	0.40	0.59	0.38	0.27	0.24	-1.29	-0.84
Bhumibol Dam	0.09	0.18	0.24	0.23	0.43	0.32	-0.45	0.13	-1.31	-0.73
Tha Wang Pha	0.19	0.39	0.53	0.54	0.67	0.49	0.44	0.38	-1.68	-1.01
Uttaradit	0.37	0.43	0.22	0.22	0.53	0.46	-0.03	0.21	-1.88	-0.71
Phitsanulok	-0.03	0.30	0.28	0.30	0.41	0.33	-0.03	-0.08	-2.01	-1.22
Nakhonsawan	0.18	0.30	0.26	0.33	0.45	0.35	0.07	-0.06	-1.44	-1.38

ตารางที่ 6 ค่า P-Bias ของข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกที่ปรับแก้ทางสถิติโดยวิธี Linear Scaling

Station	CMCC-CM2-SR5	CMCC-ESM2	EC-Earth3	EC-Earth3-Veg	INM-CM4-8	INM-CM5-0	MPI-ESM1-2-HR	MRI-ESM2-0	NorESM2-MM	TaiESM1
Phrae	-0.61	-0.61	-0.61	-0.61	-0.61	-0.61	-0.61	-0.61	-0.59	-0.60
Phayao	-0.51	-0.51	-0.50	-0.50	-0.51	-0.50	-0.50	-0.50	-0.46	-0.46
Lampang	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.35	-0.36
Tak	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	-0.31	-0.31
Kamphaeng Phet	-0.72	-0.71	-0.72	-0.72	-0.72	-0.71	-0.72	-0.72	-0.69	-0.69
Nan	-0.76	-0.76	-0.76	-0.76	-0.76	-0.76	-0.76	-0.75	-0.77	-0.78
Bhumibol Dam	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	0.00	0.00
Tha Wang Pha	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.68	-0.68
Uttaradit	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-0.46	-0.49	-0.46	-0.46	-0.41	-0.41
Phitsanulok	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.43	-0.44
Nakhonsawan	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.56	-0.54	-0.54

เมื่อพิจารณาเฉพาะแบบจำลองที่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการตรวจวัดมากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ พบว่าแบบจำลอง INM-CM4-8 มีค่า SAI ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.99 และบ่งชี้ว่าฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงระยะใกล้มีแนวโน้มที่จะสูงกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนในช่วงระยะกลางและระยะไกลฝนรายปีเฉลี่ยในลุ่มน้ำมีแนวโน้มจะลดลง ส่วนแบบจำลอง INM-CM5-0 ก็ให้แนวโน้มในลักษณะเดียวกันแต่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีมีแนวโน้มที่ลดลงในทุกระยะ

3.4 การประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตภายใต้สถานการณ์ SSP5-8.5

เมื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตภายใต้สถานการณ์ SSP5-8.5 พบว่าความแปรปรวนของปริมาณฝนเมื่อพิจารณาจากค่า CV พบว่าแบบจำลอง INM-CM4-8 และ INM-CM5-0 มีค่า CV ของเกือบทุกสถานีอยู่ในช่วง 15.22 ถึง 18.95 แสดงถึงความแปรปรวนของฝนในอนาคตระดับที่ต่ำ ยกเว้นสถานีตากและสถานีเขื่อนภูมิพลที่ค่าความแปรปรวนของฝนในอนาคตอยู่ในระดับปานกลางโดยมีค่า CV เท่ากับ 21.07 และ 21.30 ตามลำดับ และพบว่าทุกสถานีของแบบจำลอง NorESM2-MM และ TaiESM1 มีค่าความแปรปรวนของปริมาณฝนที่สูง โดยมีค่า CV อยู่

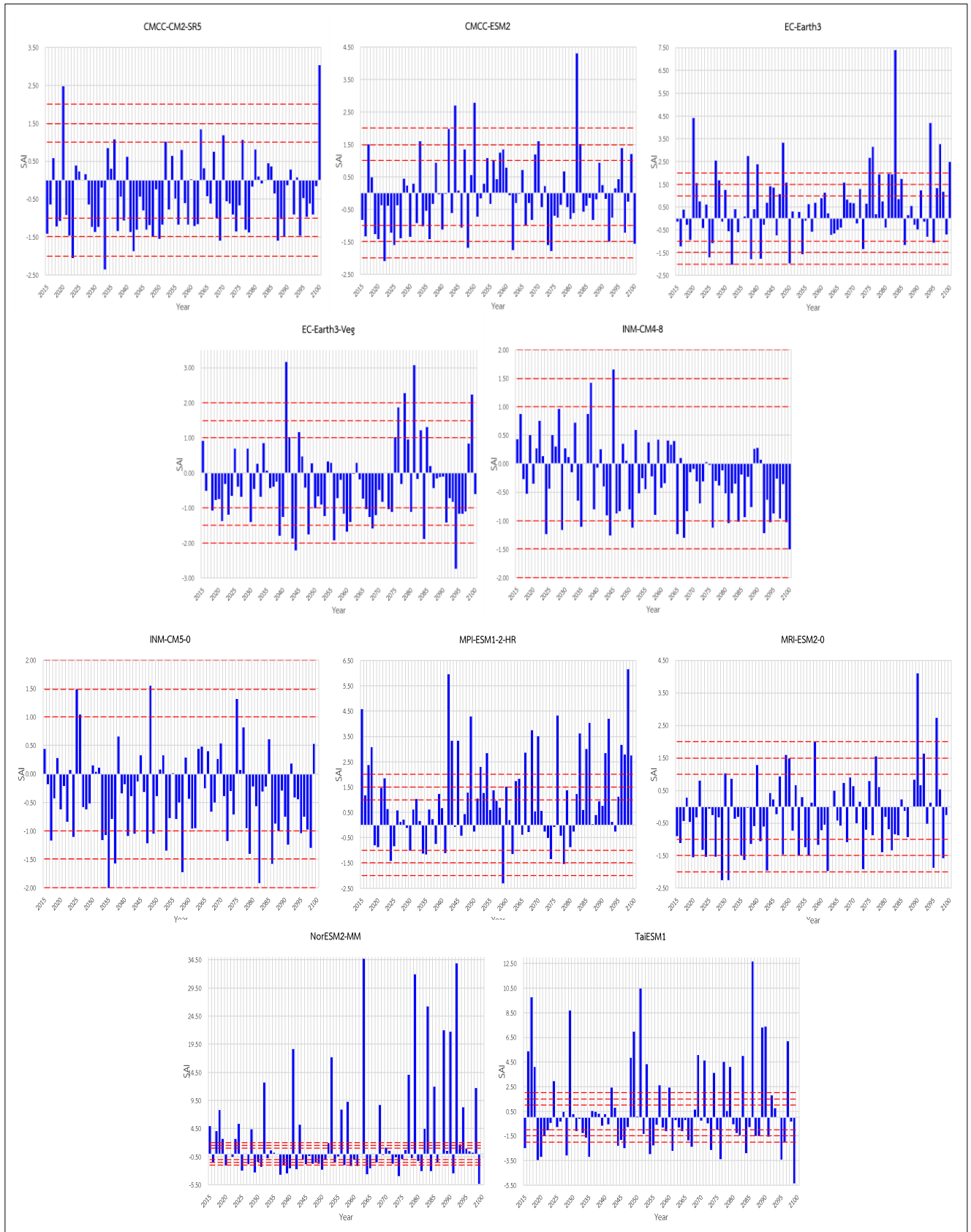
ระหว่าง 58.00 ถึง 170.20 ขณะที่แบบจำลองอื่น ๆ พบว่าสถานีส่วนใหญ่มีความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนอยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อนำมาประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตโดยพิจารณาจากค่า SAI ดังรูปที่ 6 พบว่าในช่วงระยะใกล้ แบบจำลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มของปริมาณฝนเฉลี่ยที่ลดลง แต่ค่า SAI อยู่นี้อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.99 ซึ่งยังใกล้เคียงกับค่าปกติ ยกเว้นแบบจำลอง EC-Earth3 และ TaiESM1 ที่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มปริมาณฝนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น

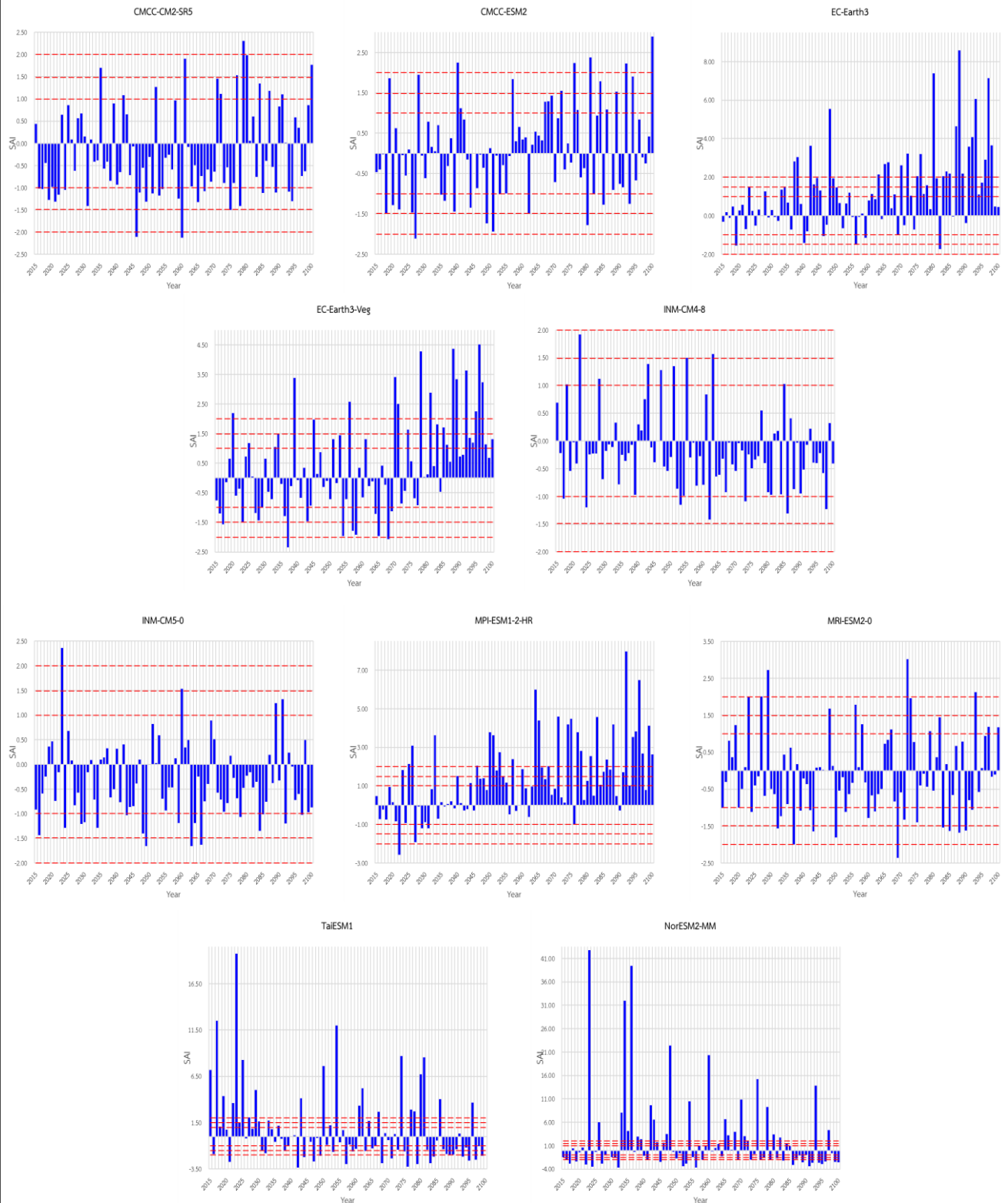
ในช่วงระยะกลาง แบบจำลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มปริมาณฝนเฉลี่ยที่ลดลง แต่ค่า SAI ยังอยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.99 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าปกติ ยกเว้นแบบจำลอง NorESM2-MM ที่ค่าส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า -2.00 จึงมีแนวโน้มที่ปริมาณฝนเฉลี่ยจะลดลงในระดับที่เห็นได้ชัด ขณะที่แบบจำลอง CMCC-ESM2 พบว่ามีแนวโน้มที่ปริมาณฝนเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นแต่ก็ยังใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย ส่วนแบบจำลอง EC-Earth3 และ MPI-ESM1-2-HR มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงกว่าค่าเฉลี่ยเนื่องจากปีส่วนใหญ่มีค่า SAI ที่มากกว่า 2.00

ในช่วงระยะไกล ข้อมูลจากแบบจำลองมีแนวโน้มที่ปริมาณฝนเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นและลดลงมีเท่า ๆ กัน โดยที่แบบจำลอง CMCC-CM2-SR5, CMCC-ESM2, EC-Earth3, EC-Earth3-Veg และ MPI-ESM1-2-HR พบว่ามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น และส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นสูงกว่าปริมาณฝนเฉลี่ย โดยเฉพาะแบบจำลอง EC-Earth3, EC-Earth3-Veg และ MPI-ESM1-2-HR ในขณะที่แบบจำลองอื่น ๆ พบว่ามีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งแบบจำลองที่มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าปริมาณฝนเฉลี่ย ได้แก่ NorESM2-MM และ TaiESM1

เมื่อพิจารณาเฉพาะแบบจำลองที่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการตรวจวัดมากกว่าแบบจำลองอื่น ๆ พบว่าแบบจำลอง INM-CM4-8 มีค่า SAI ที่แสดงถึงปีที่มีแนวโน้มที่ลดลงส่วนมากอยู่ในช่วงระยะกลางและระยะไกล ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง -0.99 ถึง 0.99 ในทุกช่วงเวลา และค่าส่วนมากบ่งชี้ว่าในช่วงระยะกลางและระยะไกลปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในลุ่มน้ำจะมีปริมาณที่ลดลง ซึ่งแบบจำลอง INM-CM5-0 ก็มีแนวโน้มของปริมาณฝนเช่นเดียวกับ INM-CM4-8



รูปที่ 5 ค่า Standardized Anomaly Index (SAI) ของแต่ละแบบจำลองระหว่างปี ค.ศ. 2015 -2100 ภายใต้สถานการณ์ SSP2-4.5



รูปที่ 6 ค่า Standardized Anomaly Index (SAI) ของแต่ละแบบจำลองระหว่างปี ค.ศ. 2015 -2100 ภายใต้สถานการณ์ SSP5-8.5

4. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฝนตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศจำนวน 11 สถานีกับข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก จำนวน 10 แบบจำลอง ที่ได้ทำการปรับแก้ทางสถิติโดยวิธี Linear Scaling พบว่าแบบจำลองที่ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดมากที่สุดได้แก่แบบจำลอง INM-CM4-8 และ INM-CM5-0 และเมื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคตภายใต้สถานการณ์ SSP2-4.5 และ SSP5-8.5 ระหว่างปี ค.ศ. 2015 – 2100 ซึ่งจากที่พิจารณาจากค่า Coefficient of Variation ของแต่ละแบบจำลองพบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่มีความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนในช่วงอนาคตในระดับปานกลางทั้งภายใต้สถานการณ์ SSP2-4.5 และสถานการณ์ SSP5-8.5 และเมื่อพิจารณาค่า Standardized Anomaly Index เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำยมพบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่ปริมาณฝนในลุ่มน้ำยมทั้งในช่วงระยะใกล้ ระยะกลาง และระยะไกลของสถานการณ์ SSP2-4.5 และ SSP5-8.5 มีค่าลดลงแต่ค่าดังกล่าวยังคงอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าฝนรายปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำ ซึ่งผลการศึกษาในระยะใกล้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สหรัถ และคณะ ที่ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณฝนใช้การในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กงอุดมธาราที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำปิงโดยใช้ข้อมูลฝนรายเดือนจากแบบจำลองจำนวน 4 แบบจำลอง ได้แก่ CMCC-ESM2, INM-CM4-8, INM-CM5-0 และ MPI-ESM1-2-HR และพบว่าในช่วง ค.ศ. 2021 – 2040 ปริมาณฝนในบริเวณดังกล่าวมีแนวโน้มที่ลดลง [8] ขณะที่ในช่วงระยะไกลพบว่าผลการศึกษาของ เพชร ที่ได้ศึกษาการคาดการณ์ดัชนีภัยแล้งของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนภายใต้การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยได้ใช้แบบจำลอง MPI-ESM1-2-L, IPSL-CM6A-LR และ GFDL-CM4 มีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน ที่นับเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งในการศึกษาพบว่าปริมาณฝนของลุ่มน้ำยมในช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีปริมาณที่ลดลงเช่นเดียวกัน [9] ดังนั้น หากปริมาณฝนในอนาคตมีแนวโน้มที่ลดลงจากปัจจุบันจะทำให้สถานการณ์การขาดแคลนน้ำในพื้นที่มีมากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง จึงควรมีการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการน้ำภายในลุ่มน้ำยมเพื่อรองรับความเสี่ยงหากเกิดกรณีขาดแคลนน้ำ รวมถึงการศึกษาข้อมูลการใช้ที่ดินภายในลุ่มน้ำร่วมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อการบริหารจัดการน้ำในอนาคต

ทั้งนี้ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีการปรับแก้ข้อมูลจากแบบจำลองเพียง 1 วิธี ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการปรับแก้อาจมีค่าที่ยังไม่ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้ในช่วงอดีต ซึ่งการดำเนินงานขั้นตอนต่อไปจะมีการเพิ่มเติมวิธีการที่ใช้ในการปรับลดมาตราส่วนของข้อมูลรวมถึงการพิจารณาการใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง GCMs ร่วมกัน (Ensemble)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ได้ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริวรรณ ลาภทัพบิมทอง. (2568). การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่ “ลุ่มน้ำยม” อย่างเป็นระบบ. สืบค้น 21 มกราคม 2568. จาก <https://www.onep.go.th/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9E%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%81/>
- [2] คณะกรรมการลุ่มน้ำยม, แผนป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำท่วมลุ่มน้ำยม. 2566.
- [3] คณะกรรมการลุ่มน้ำยม, แผนป้องกันและแก้ไขภาวะน้ำแล้งลุ่มน้ำยม. 2566.
- [4] ศิริรัตน์ สังขรักษ์, พชชาพันธ์ รัตนพันธ์, อาทิตย์ เพ็ชรรักษ์ และ สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ, "ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงต่อทรัพยากรน้ำและการจัดการ," *วารสารสิ่งแวดล้อม*, vol. 24, no. 1, 2563.
- [5] Chaithong, T. and Sorallump, S. (2016), Statistical Bias Correction Technique for Precipitation Data Output of Global Climate Circulation under Emission Scenarios A2 and B2, *The Journal of KMUTNB*, vol. 26, pp. 153-164, doi: 10.14416/j.kmutnb.2015.08.002.
- [6] วินัย เขาวานวิวัฒน์, จีราวรรณ คำมา และ กนกศรี ศรีนันทการ (2564), การศึกษาผลกระทบต่อสภาพฝนของประเทศไทยจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้เทคนิคปรับแก้ความคลาดเคลื่อนแบบสเตกเชิงเส้น, *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26*, 23-25 มิถุนายน 2564, หน้า WRE-16-1 - WRE-16-7
- [7] MD. Nazrul Islam, M. Rafiuddin, Ahsan Uddin Ahmed and Rupa Kumar Kolli, Calibration of PRECIS in employing future scenarios in Bangladesh, *International Journal of Climatology*, vol. 8, pp. 617 - 628, 2008, doi: 10.1002/joc.1559.
- [8] สหรัถ อู่เงิน, อธิภัทร ประถมสกุล, ภาณุวัฒน์ โพธิ์ศรี และ ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์, "ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้ภาพเหตุการณ์ CMIP6 ต่อปริมาณฝนใช้การในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่กงอุดมธารา," *การประชุมวิชาการ*

ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 7,
พิษณุโลก, 2565, หน้า 426-436.

Master of Science in Water Resources Management,
Chulalongkorn University, Thailand.

- [9] Ponlue, P. (2023). *Projections of Drought Indices under
Climate Change in the Upper Chao Phraya river basin.*