การปรับความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศภายใต้แบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2 และ B2

เทพไท ไชยทอง*
นิสิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์
รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09-2760-5075 อีเมล: four.qed@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2015.08.002
รับเมื่อ 18 มิถุนายน 2558 ตอบรับเมื่อ 11 สิงหาคม 2558 เผยแพร่ออนไลน์ 15 กุมภาพันธ์ 2559
© 2016 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอแนวทางการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคซึ่งเป็นผลจากแบบจำลองการคาดการณ์ภูมิอากาศโลกในระยะยาว ECHAM4 โดยใช้ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 เนื่องจากแบบจำลองภูมิอากาศมีข้อจำกัดในเรื่องของความแม่นยำของผลลัพธ์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นของผลลัพธ์ด้วยเหตุนี้จึงเสนอแนวทางการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นใน 2 วิธีการคือ 1) การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลของแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค 2) การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลการตรวจวัด โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก 4 สถานีคือ 1) สถานีเชียงใหม่ 2) สถานีเชียงราย 3) สถานีแม่ฮ่องสอน และ 4) สถานีลำปาง ผลการปรับความคลาดเคลื่อนของข้อมูลปริมาณน้ำฝนพบว่า วิธีที่ 1 ให้ค่า RMSE ที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับค่า RMSE ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนก่อนปรับแก้และหลังการปรับแก้ด้วยวิธีที่ 2 ดังนั้นวิธีที่ 1 เหมาะสมสำหรับการนำไปประยุกต์ให้ในการจัดเตรียมข้อมูลน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคก่อนนำไปใช้จริง

คำสำคัญ: แบบจำลองภูมิอากาศ แบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2, B2 การปรับความคลาดเคลื่อน

การอ้างอิงบทความ: เทพไท ไชยทอง และ สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, "การปรับความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศภายใต้แบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2 และ B2," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 26, ฉบับที่ 2, หน้า 153–164, พ.ค.–ส.ค. 2559

Statistical Bias Correction Technique for Precipitation Data Output of Global Climate Circulation under Emission Scenarios A2 and B2

Thapthai Chaithong*
Student, Department of Civil Engineering, Faulty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

Suttisak Soralump
Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University and Geotechnical Engineering Research and Development Center (GERD), Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09-2760-5075, E-mail: four.qed@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2015.08.002
Received 18 June 2015; Accepted 11 August 2015; Published online: 15 February 2016
© 2016 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The aim of this paper is to propose statistical bias correction technique for precipitation data of Regional Climate Model (RCM) which is the forecast of long run global precipitation driven by ECHAM4 and two future emission scenarios greenhouse effect type A2 and B2. Because global climate precipitation technique has its limitation on the accuracy, it is important to reduce the bias by proposing 2 methods which are: 1) adjusting the mean of RCM approach and 2) adjusting the mean of observation approach or delta method. The precipitation data were collected from the amount of rain fall from 4 weather stations, i.e. Chiangmai Station, Chiangrai Station, Mae Hong Son Station, and Lampang Station. The study showed that the first method yielded better RMSE accuracy than those of the original data and that of the second method. It can be concluded that RCM approach is a suitable technique for adjusting the accuracy of precipitation data before implementation.

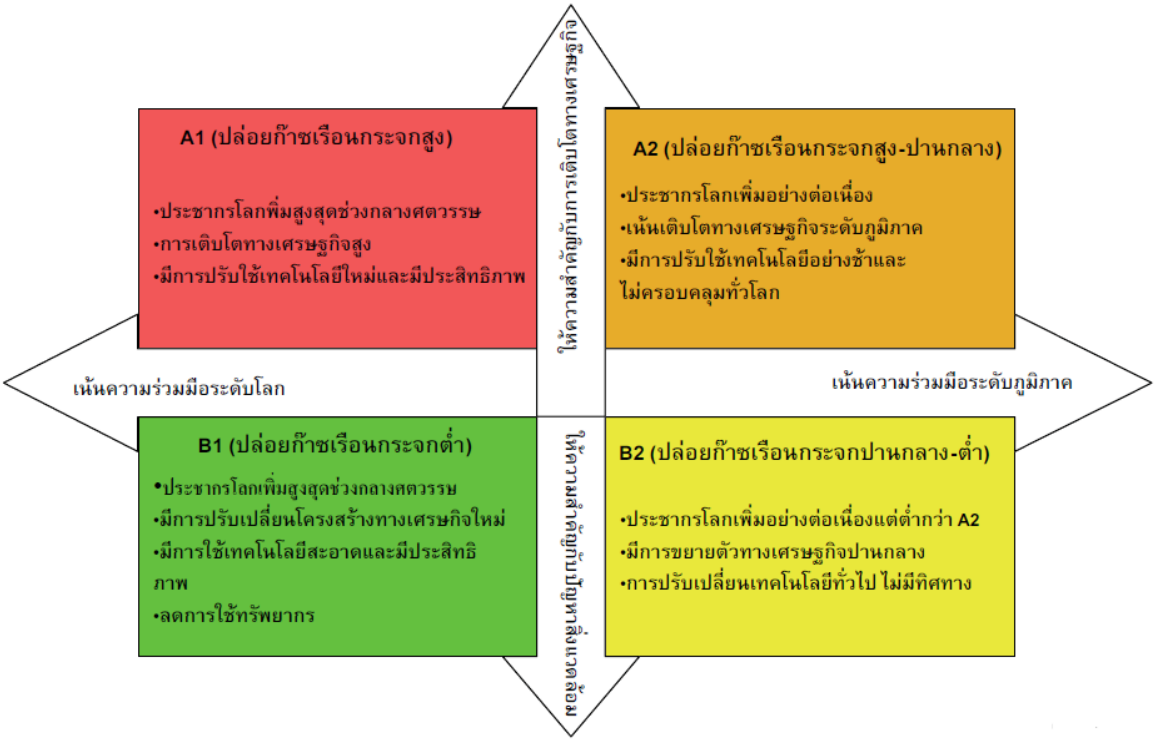
Keywords: Global Climate Circulation, Emission Scenarios A2, B2, Statistical bias correction

Please cite this article as: T. Chaithong and S. Soralump, "Statistical bias correction technique for precipitation data output of global climate circulation under emission scenarios A2 and B2," *The Journal of KMUTNB.*, vol. 26, no. 2, pp. 153–164, May.–Aug. 2016 (in Thai).

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของฝนและปริมาณน้ำฝนรายปีซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตร การเกิดภัยธรรมชาติต่างๆ เช่น ดินถล่ม น้ำท่วม เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการคาดการณ์สภาพอากาศในระยะยาวเพื่อที่จะเตรียมความพร้อมในการปรับตัวและดำรงชีวิตกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต

ปัจจุบันมีการศึกษาและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระยะยาวโดยอาศัย แบบจำลองภูมิอากาศโลก (General Circulation Models: GCMs) ซึ่งใช้หลักการพื้นฐานของ Geophysical Fluid Dynamics การถ่ายโอนการแผ่รังสี และกระบวนการอื่นๆ เพื่อศึกษาความซับซ้อนของระบบภูมิอากาศและเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยาของชั้นบรรยากาศที่เกิดขึ้นบนพื้นโลกและมหาสมุทรโดยแบบจำลองภูมิอากาศโลกจะรวมเอาผลของการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นทั้งพื้นทวีปและมหาสมุทรเข้าไว้ด้วยกัน การสร้างแบบจำลองภูมิอากาศโลกต้องอาศัยภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Scenarios) ที่จะให้ข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคต ปริมาณก๊าซเรือนกระจกอาจจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคตตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในทิศทางต่างๆ กัน ซึ่งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC) ได้กำหนดความเป็นไปได้ของการพัฒนาเป็น 4 รูปแบบหลัก คือ A1, A2, B1 และ B2 ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตจากรายงานของ IPCC (IPCC Special Report on Emission Scenarios หรือ SRES) [1]

แม้ว่าการใช้แบบจำลองภูมิอากาศโลกประสบความสำเร็จในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศของโลก แต่ยังมีข้อจำกัดในการนำผลการคาดการณ์จากแบบจำลองภูมิอากาศโลกมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่มีขนาดเล็กเช่น ในระดับประเทศที่มีขนาดเล็กหรือระดับภูมิภาค เนื่องจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกมีขนาดของความละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 2.5° × 2.5° หรือประมาณ 250 กม. × 250 กม. จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีกระบวนการในการเพิ่มความละเอียดเชิงพื้นที่โดยใช้เทคนิควิธีการลดขนาด (Downscaling Techniques) เพื่อให้เกิดแบบจำลองความละเอียดสูงสำหรับพื้นที่เฉพาะมีชื่อเรียกโดยทั่วไปว่าแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Models: RCMs) แม้ว่า RCMs จะมีประสิทธิภาพในการอธิบายสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาคแต่ยังคงมีผิดพลาดในการคาดการณ์รูปแบบของปริมาณฝนรายวันในพื้นที่ขนาดเล็กที่ขึ้นอยู่กับรายละเอียดเชิงพื้นที่ของแบบจำลองและกระบวนการที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กกว่าขนาดของกริด (Parameterization) อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขโดยใช้ เทคนิคการปรับแต่งข้อมูลซึ่งอาศัยข้อมูลสถิติของภูมิอากาศ (Statistical Bias Correction) ก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

การปรับแต่งความคลาดเคลื่อนมีแนวคิดพื้นฐานคือการปรับผลลัพธ์จากแบบจำลองเพื่อให้มีความสัมพันธ์กับผลการตรวจอากาศในอดีตในช่วงระยะเวลาเดียวกันของพื้นที่ศึกษา โดยอยู่บนสมมุติฐาน 2 ข้อได้แก่

1. ผลการคำนวณจากแบบจำลองภูมิอากาศและผลการตรวจอากาศในช่วงเวลาเดียวกันจะต้องมีการเก็บมายาวนานเพียงพอที่จะนำมาใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ชุด [2], [3]

2. ความสัมพันธ์ระหว่างผลการคำนวณจากแบบจำลองภูมิอากาศและผลการตรวจอากาศในอดีตจน ถึงปัจจุบันจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับในอนาคต [1]

ข้อมูลสำหรับการปรับแต่งข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคประกอบด้วยข้อมูล 3 ชุดคือ 1) ข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศในช่วงปีฐานคือข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลองในช่วงเวลาในอดีต 2) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาในอดีตและเป็นช่วงระยะเวลาเดียวกันกับข้อมูลในชุดที่1 และ 3) ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศในช่วงปีที่คาดการณ์หรือข้อมูลในปีอนาคต

เป้าหมายของการศึกษาเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการปรับแต่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคเพื่อที่จะนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนไปใช้ในการวิเคราะห์หรือคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อไป

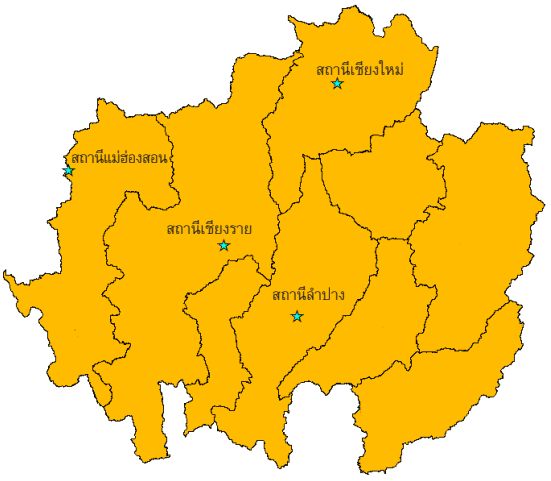
2. ข้อมูลและวิธีการวิจัย

แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (RCM) จัดทำโดยใช้ PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Hadley Centre โดยใช้เงื่อนไข (Initial Condition) และข้อมูลในบริเวณพื้นที่ขอบเขต (Boundary Condition) จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM 4 พัฒนาโดย Max-Planck-Institute for Meteorology และใช้ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบ A2 และ B2 โดยแบ่งช่วงเวลาในการจำลองออกเป็น 2 ช่วงเวลาดังต่อไปนี้ คือ

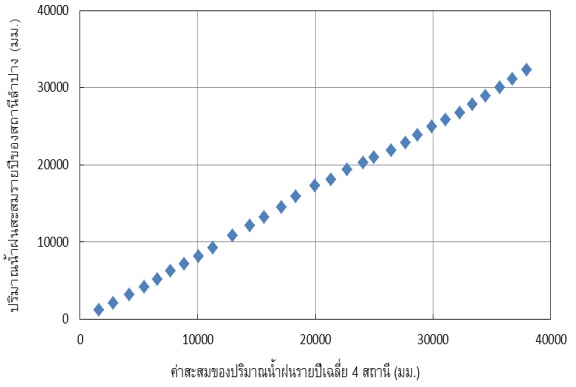
1. การจำลองสภาพภูมิอากาศในช่วงปีฐานเพื่อใช้เปรียบเทียบความถูกต้องกับข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงปี พ.ศ. 2504–2533

2. การจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตในช่วงปี พ.ศ. 2553–2642

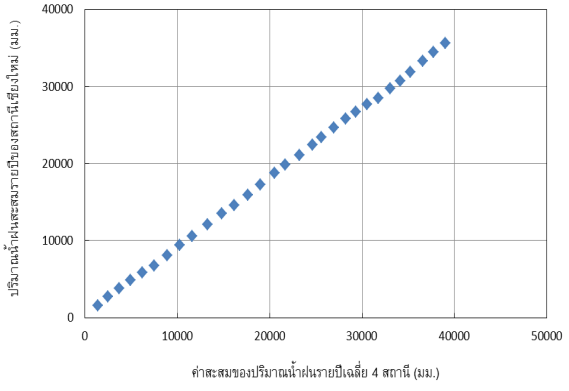
โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 0.22° × 0.22° หรือประมาณ 20 กม. × 20 กม. และความละเอียดเชิงเวลาของแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคเท่ากับรายวัน ซึ่งจัดทำข้อมูลโดย ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia START Regional Center) สำหรับการศึกษาใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง RCM เทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 4 สถานีในพื้นที่ภาคเหนือประกอบด้วย 1) สถานีเชียงใหม่ (48327) 2) สถานีเชียงราย



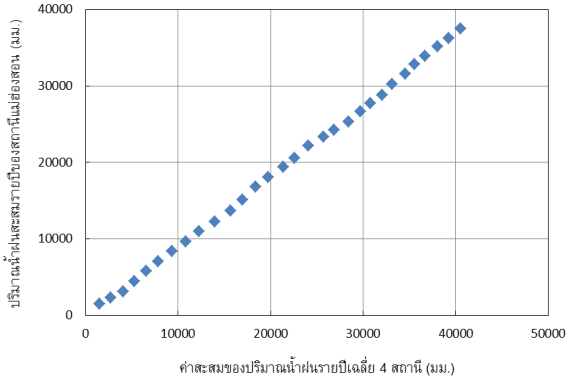
รูปที่ 2 ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 4 แห่ง



รูปที่ 5 Double Mass Curve ของสถานีลำปาง



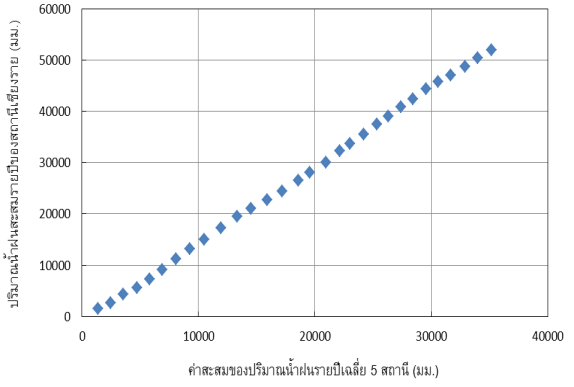
รูปที่ 3 Double Mass Curve ของสถานีเชียงใหม่



รูปที่ 6 Double Mass Curve ของสถานีแม่ฮ่องสอน

(48303) 3) สถานีลำปาง (48328) และ 4) สถานีแม่ฮ่องสอน (48300) ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยาแสดงดังรูปที่ 2

การเลือกใช้สถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 4 สถานีสำหรับการศึกษาในครั้งนี้เนื่องจากในแต่ละสถานีมีข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ถูกตรวจวัดครบถ้วนในช่วงปีฐาน (30 ปี) และข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากทั้ง 4 สถานีถูกตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธี Double Mass Curve ผลการตรวจสอบพบว่าข้อมูลทั้ง 4 สถานีผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพคือผลของ Double Mass Curve มีความเป็นเส้นตรงซึ่งแสดงดังรูปที่ 3–6



รูปที่ 4 Double Mass Curve ของสถานีเชียงราย

การดำเนินงานวิจัยในการปรับความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุดข้อมูลคือ 1) ชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ทำการตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปีฐาน (2504–2533) 2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคในช่วงปีฐาน (2504–2533) 3) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศในปีอนาคต (2553–2642) โดยพิจารณาช่วงระยะเวลาในปีอนาคตออกเป็น 3 ช่วงคือ พ.ศ. 2553–2582, พ.ศ. 2583–2612 และ พ.ศ. 2613–2642 และใช้ช่วงระยะเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2553–2557 เป็นปีสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของผลที่ได้จากการปรับแต่งความคลาดเคลื่อน สำหรับเทคนิคการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนมี 2 วิธีที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

วิธีที่ 1 การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลของแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Adjusting the Mean Base on RCM) [4], [5]

วิธีการนี้ปรับค่าความคลาดเคลื่อนโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะคำนวณมาจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยรายทศวรรษในช่วงปีฐานซึ่งได้จากการตรวจวัดกับผลของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองในช่วงปีฐานดังสมการที่ 1

$$k_i = \frac{\overline{P_{observed,\,base}}}{\overline{P_{simulated,\,base}}} \tag{1}$$

เมื่อ k_i คือค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อน $\overline{P_{simulated,\,base}}$ คือ ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐานเป็นผลจากแบบจำลอง RCM และ $\overline{P_{observed,\,base}}$ คือ ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐานเป็นผลจากการตรวจวัด

ค่าสัมประสิทธิ์นี้ถูกนำไปคูณกับปริมาณฝนรายวันจากแบบจำลองตามสมการ 2 เพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณฝนรายวันที่ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้ว

$$P'_{RCM,\,future} = k_i \times P_{RCM,\,future} \tag{2}$$

เมื่อ $P_{RCM,\,future}$ คือ ปริมาณฝนรายวันจากแบบจำลอง RCM ก่อนปรับลดความคลาดเคลื่อน และ $P'_{RCM,\,future}$ คือ ปริมาณฝนรายวันจากแบบจำลอง RCM หลังปรับลดความคลาดเคลื่อน

วิธีที่ 2 การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลการตรวจวัด (Adjusting the Mean Base on Observation or Delta Method) [6]–[8]

วิธีการนี้ปรับค่าความคลาดเคลื่อนโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากอัตราส่วนระหว่างผลของข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก RCM ในปีอนาคตเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก RCM ในปีฐานดังสมการที่ 3

$$k_i = \frac{\overline{P_{RCM,\,future}}}{\overline{P_{RCM,\,base}}} \tag{3}$$

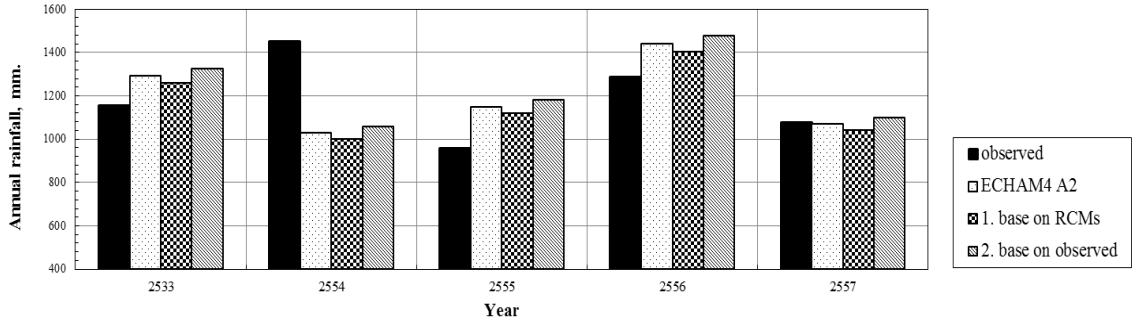
เมื่อ k_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อน $\overline{P_{RCM,\,future}}$ คือ ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีอนาคตเป็นผลจากแบบจำลอง RCM และ $\overline{P_{RCM,\,base}}$ คือ ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐานเป็นผลจากแบบจำลอง RCM

ค่าสัมประสิทธิ์นี้ถูกนำไปคูณกับปริมาณฝนรายวันจากการตรวจวัดในช่วงปีฐานตามสมการ 4 เพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณฝนรายวันที่ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้ว

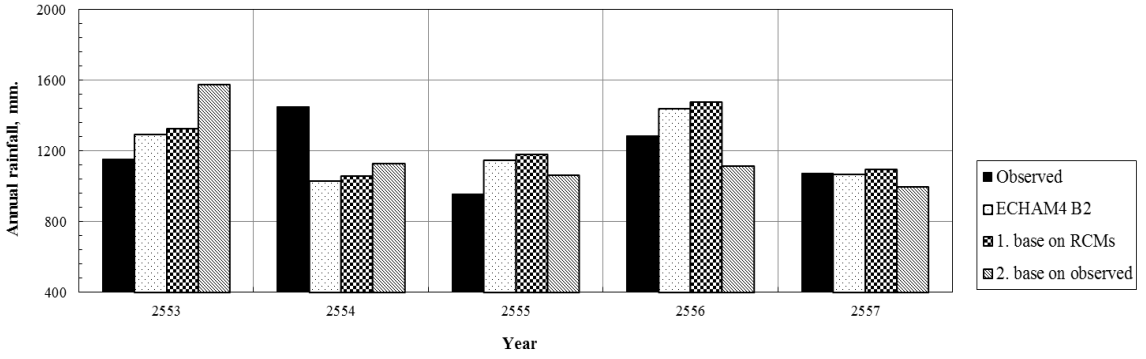
$$P_{new} = P_{observed,\,base} \times k_i \tag{4}$$

เมื่อ P_{new} คือ ปริมาณน้ำฝนรายวันที่ได้หลังจากการปรับความคลาดเคลื่อน และ $P_{observed,\,base}$ คือ ปริมาณน้ำฝนรายวันที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงปีฐาน

การประเมินความแม่นยำของค่าปริมาณน้ำฝนที่หลังการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเทียบกับค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงปี พ.ศ. 2553–2557 ซึ่งใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้วิธี Root Mean Square Error (RMSE) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5 และวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของค่าปรับแก้ในแต่ละสถานีด้วยสมการที่ 6



รูปที่ 7 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดและผลของ RCM ก่อนและหลังการปรับความคาดเคลื่อนทั้ง 2 วิธี สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่สำหรับรูปแบบจำลองก๊าซเรือนกระจก A2



รูปที่ 8 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดและผลของ RCM ก่อนและหลังการปรับความคาดเคลื่อนทั้ง 2 วิธี สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่สำหรับรูปแบบจำลองก๊าซเรือนกระจก B2

$$RMSE = \sqrt{\Sigma \frac{(P_{obs} - P_{RCM,\,corr})^2}{n}} \quad (5)$$

เมื่อ P_{obs} คือปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดในช่วงปีที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้อง $P_{RCM,\,corr}$ คือ ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค และ n คือจำนวนของข้อมูลปริมาณน้ำฝน

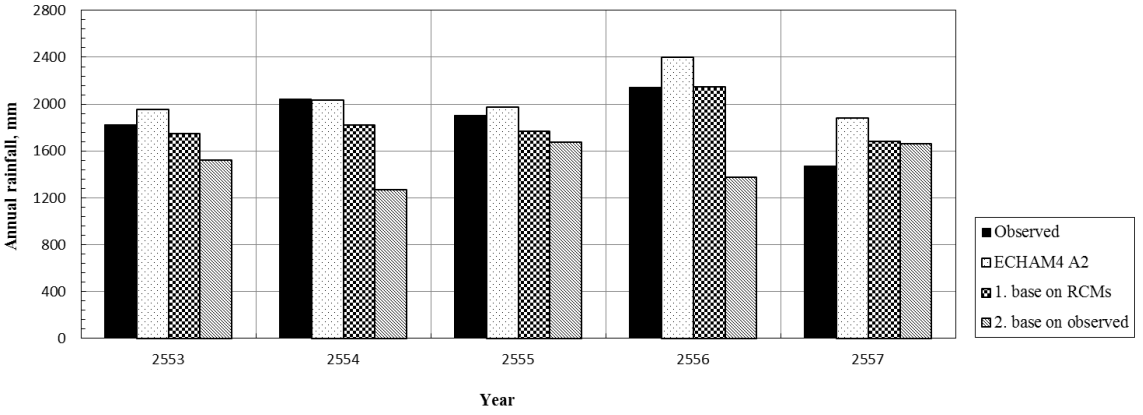
$$Accuracy_i = \left[\frac{RMSE_{before,\,i} - RMSE_{after,\,i}}{RMSE_{before,\,i}} \right] \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ $Accuracy_i$ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ณ ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยา i (%), $RMSE_{before,\,i}$ คือ ค่า RMSE ณ ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยา i ก่อนปรับแก้ $RMSE_{after,\,i}$ คือ ค่า RMSE ณ ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยา i หลังปรับแก้

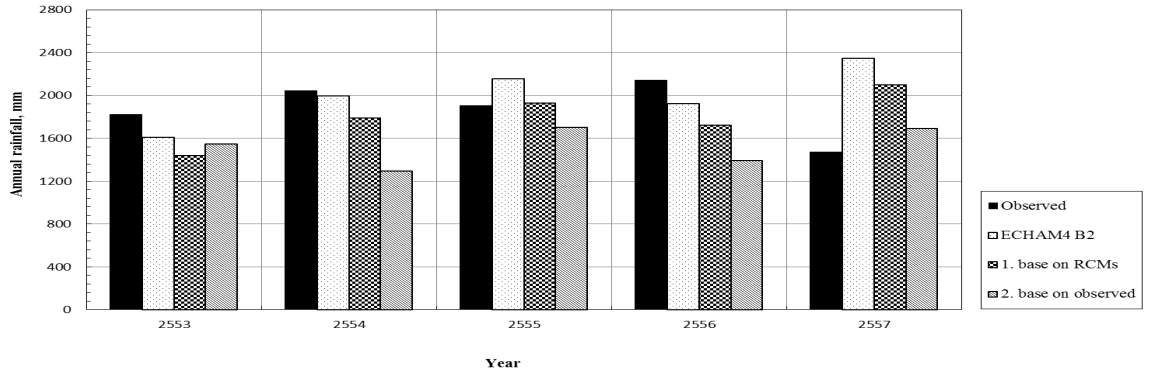
ค่า Accuracy ของแต่ละสถานีควรมีค่ามากกว่าศูนย์ เพราะเมื่อเทียบค่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองหลังการปรับแก้ควรจะมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้มากกว่าค่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองก่อนการปรับแก้

3. ผลการศึกษา

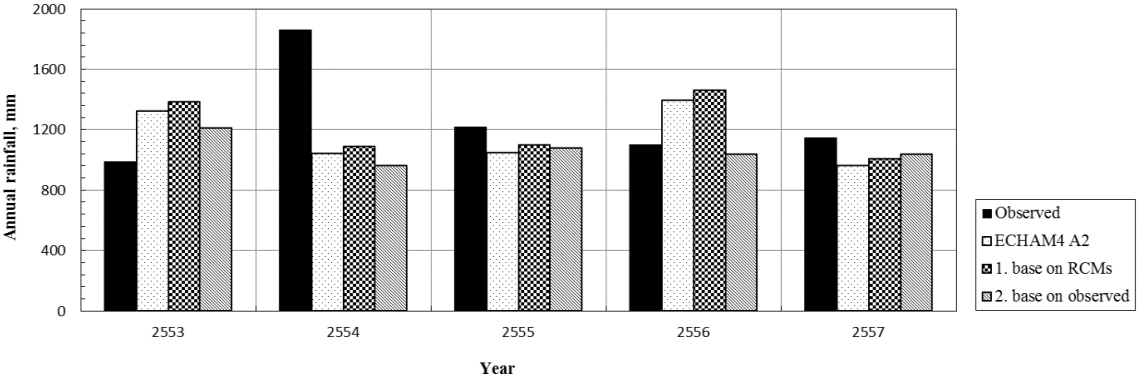
ผลการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (RCM) ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 4 สถานี โดยใช้ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบ A2 และ B2 ตั้งแต่ พ.ศ. 2553–2557 แสดงดังรูปที่ 7–14



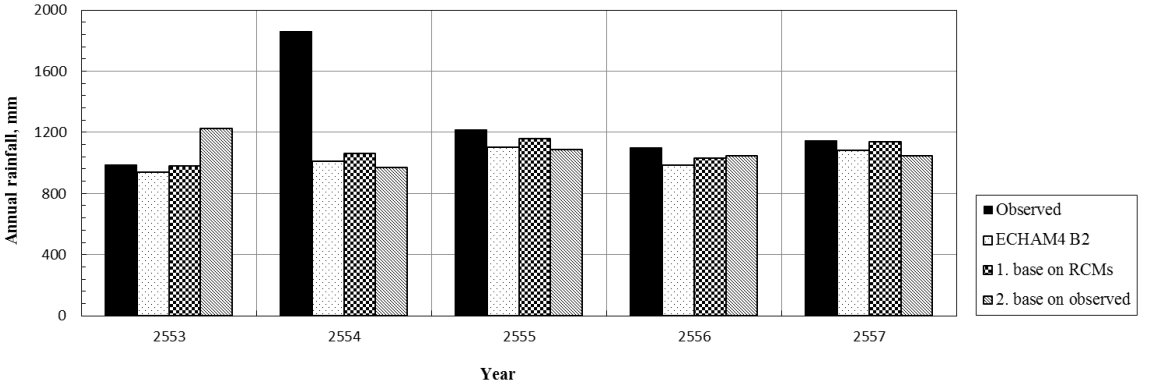
รูปที่ 9 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดและผลของ RCM ก่อนและหลังการปรับความคาดเคลื่อนทั้ง 2 วิธี สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงรายสำหรับรูปแบบจำลองก๊าซเรือนกระจก A2



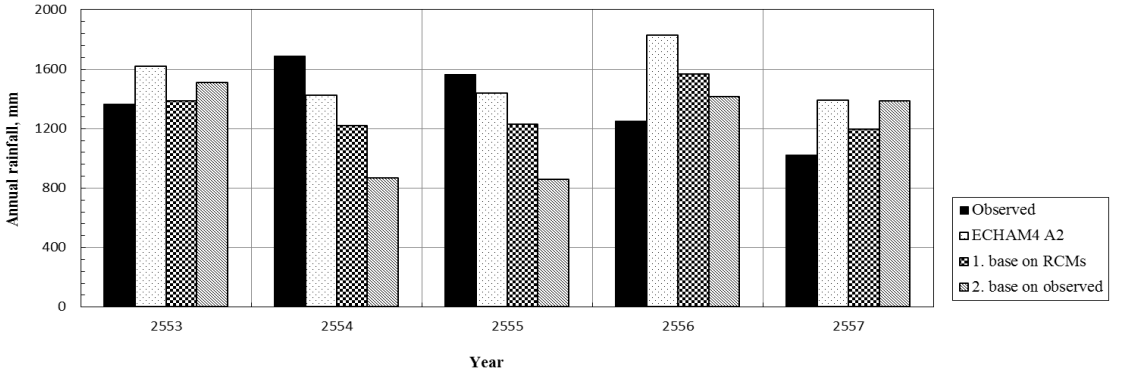
รูปที่ 10 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดและผลของ RCM ก่อนและหลังการปรับความคาดเคลื่อนทั้ง 2 วิธี สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงรายสำหรับรูปแบบจำลองก๊าซเรือนกระจก B2



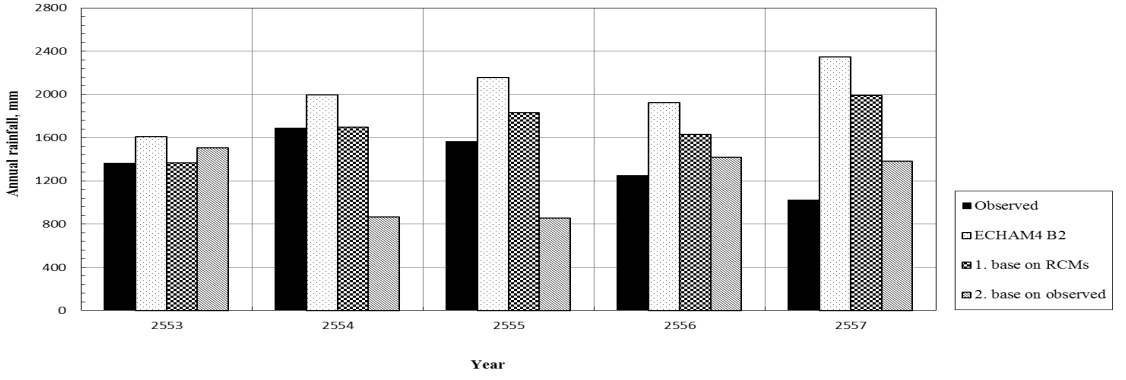
รูปที่ 11 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดและผลของ RCM ก่อนและหลังการปรับความคาดเคลื่อนทั้ง 2 วิธี สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปางสำหรับรูปแบบจำลองก๊าซเรือนกระจก A2



รูปที่ 12 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดและผลของ RCM ก่อนและหลังการปรับความคาดเคลื่อนทั้ง 2 วิธี สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปางสำหรับรูปแบบจำลองก๊าซเรือนกระจก B2



รูปที่ 13 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดและผลของ RCM ก่อนและหลังการปรับความคาดเคลื่อนทั้ง 2 วิธี สถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอนสำหรับรูปแบบจำลองก๊าซเรือนกระจก A2



รูปที่ 14 เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดและผลของ RCM ก่อนและหลังการปรับความคาดเคลื่อนทั้ง 2 วิธี สถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอนสำหรับรูปแบบจำลองก๊าซเรือนกระจก B2

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค

สถานี	วิธี	ค่าสัมประสิทธิ์ A2	ค่าสัมประสิทธิ์ B2
เชียงใหม่	1	0.8950	1.0265
	2 (พ.ศ. 2553–2582)	1.0310	1.0006
	2 (พ.ศ. 2583–2612)	1.0659	1.0343
	2 (พ.ศ. 2613–2642)	1.1602	1.0484
เชียงราย	1	0.8950	0.8950
	2 (พ.ศ. 2553–2582)	1.0310	1.0455
	2 (พ.ศ. 2583–2612)	1.0659	1.0538
	2 (พ.ศ. 2613–2642)	1.1602	1.0934
ลำปาง	1	1.0482	1.0482
	2 (พ.ศ. 2553–2582)	1.0355	1.0414
	2 (พ.ศ. 2583–2612)	1.0651	1.0991
	2 (พ.ศ. 2613–2642)	1.2337	1.1113
แม่ฮ่องสอน	1	0.8569	0.8487
	2 (พ.ศ. 2553–2582)	1.0343	1.0364
	2 (พ.ศ. 2583–2612)	1.0851	1.0850
	2 (พ.ศ. 2613–2642)	1.2097	1.0963

ค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคภายใต้แบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 ของวิธีที่ 1 และ 2 ของ 4 สถานีอุตุนิยมวิทยา แสดงดังตารางที่ 1

ตัวอย่างการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอน

วิธีที่ 1 การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลของแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค

1. ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีเฉลี่ยที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงปีฐาน (พ.ศ. 2504–2533) มีค่าเท่ากับ 1262.4 มม.

2. ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคในช่วงปีฐาน (พ.ศ. 2504–2533) มีค่าเท่ากับ 1473.26 มม.

เพราะฉะนั้นค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ

$$k = \frac{1262.4}{1473.26} = 0.85687$$

วิธีที่ 2 การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลการตรวจวัด

1. ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคในช่วงปีฐาน (พ.ศ. 2504–2533) มีค่าเท่ากับ 1473.26 มม.

2. ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคในช่วงปีอนาคต (พ.ศ. 2553–2583) มีค่าเท่ากับ 1523.74 มม.

เพราะฉะนั้นค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ

$$k = \frac{1523.74}{1473.26} = 1.03426$$

เปรียบเทียบผลความแม่นยำระหว่างปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคทั้งก่อนและหลังการปรับแก้เทียบกับผลจากการตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยา

ตารางที่ 2 ค่า RMSE ก่อนและหลังการปรับค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนทั้ง 4 สถานี

สถานี	RMSE	A2	B2	Accuracy A2,%	Accuracy B2,%
เชียงใหม่	ก่อนปรับแก้	1.18	1.18		
	วิธีที่ 1	4.92	4.92	–316.33	–316.36
	วิธีที่ 2 (พ.ศ. 2553–2582)	3.91	1.09	–231.03	7.48
เชียงราย	ก่อนปรับแก้	20.43	15.21		
	วิธีที่ 1	4.92	9.62	75.78	36.78
	วิธีที่ 2 (พ.ศ. 2553–2582)	44.04	41.56	–115.60	–173.22
ลำปาง	ก่อนปรับแก้	12.66	28.18		
	วิธีที่ 1	6.09	22.36	51.90	20.65
	วิธีที่ 2 (พ.ศ. 2553–2582)	25.57	22.24	–81.34	21.10
แม่ฮ่องสอน	ก่อนปรับแก้	18.57	73.97		
	วิธีที่ 1	7.33	38.20	60.52	48.36
	วิธีที่ 2 (พ.ศ. 2553–2582)	20.62	20.33	–11.04	72.52

โดยใช้ค่า RMSE และเปอร์เซ็นต์ Accuracy แสดงดังตารางที่ 2

หลังการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคพบว่าสถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่ปริมาณน้ำฝนหลังจากการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนสำหรับแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2 มีค่า Accuracy ที่มีค่าติดลบทั้ง 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 ค่า Accuracy มีค่าเท่ากับ –316.33% และวิธีที่ 2 ค่า Accuracy มีค่าเท่ากับ –213.03% ซึ่งหมายความว่าปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศหลังจากปรับแก้ทั้ง 2 วิธีให้ค่าที่ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการตรวจวัดน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าปริมาณน้ำฝนก่อนการปรับแก้และสำหรับปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก B2 วิธีที่ 2 ให้ค่า Accuracy ที่ดีกว่าวิธีปรับแก้วิธีที่ 1 และสำหรับสถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงรายพบว่าวิธีที่ 1 ให้ค่า Accuracy ที่ดีกว่าวิธีที่ 2 ทั้งสองรูปแบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือ 75.78% สำหรับแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2 และ 36.78% สำหรับแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก B2 และสำหรับสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปางและสถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอน พบว่าวิธีที่ 1 ให้ค่า Accuracy ที่เป็นบวกคือ 51.90% และ 60.52% ตามลำดับสำหรับปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2 และในส่วนของปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก B2 พบว่าวิธีที่ 2 ให้ค่า Accuracy ที่มากกว่าวิธีปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนวิธีที่ 1

เมื่อพิจารณาการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนจากรูปแบบการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2 พบว่าปริมาณน้ำฝนที่ปรับแก้โดยวิธีที่ 1 ให้ค่า RMSE ที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่า RMSE ก่อนทำการปรับแก้และค่า RMSE ของวิธีที่ 2 ใน 3 สถานีตรวจวัดคือ สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงราย, สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง และสถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอน และปริมาณน้ำฝนจากรูปแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก B2 วิธีที่ 2 ให้ค่า RMSE ที่ต่ำกว่าค่า RMSE ก่อนทำการปรับแก้ความค่าความคลาดเคลื่อนและค่า RMSE ของวิธีที่ 1 ใน 3 สถานีตรวจวัดคือ สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงใหม่ สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง และสถานีอุตุนิยมวิทยาแม่ฮ่องสอน

4. สรุป

จากการปรับแก้ของมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคจากแบบจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก A2 และ B2 จำนวน 4 สถานี คือ สถานีเชียงใหม่ สถานีเชียงราย สถานีแม่ฮ่องสอน และสถานีลำปาง พบว่าวิธีการปรับแก้วิธีที่ 1 ให้ค่า Accuracy ที่เป็นบวกจำนวน 6 ค่าซึ่งมากกว่าวิธีที่ 2 ที่มีค่า Accuracy ที่เป็นบวกเพียง 3 ค่า ดังนั้นการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกด้วยวิธีที่ 1 (การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลของแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค) เหมาะสมสำหรับการเตรียมข้อมูลปริมาณน้ำฝนเพื่อประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีหรือการคาดการณ์ความเสี่ยงน้ำท่วมหรือพื้นที่เสี่ยงดินถล่มต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Asia START Regional Center) สำหรับการจัดเตรียมข้อมูลภูมิอากาศระดับภูมิภาค และกรมอุตุนิยมวิทยาที่สนับสนุนข้อมูลปริมาณน้ำฝน

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Chinvanno, V. Laung-Aram, C. Sangmanee, and J. Thanakitmetavut, “Future climate projection for Thailand and Mainland Southeast Asia using PRECIS and ECHAM4 climate models,” *Southeast Asia START Regional Center Technical Report*, no. 18, 2009.

[2] S. Eisner, F. Voss, and E. Kynast, “Statistical bias correction of global climate projections–consequences for large scale modeling of flood flows,” *Advances in Geosciences*, no. 31, pp. 75–82, Dec. 11, 2012.

[3] G. P. Weedon, S. Gomes, P. Viterbo, H. Österle, J. C. Adam, N. Bellouin, O. Boucher, and M. Best, “The watch forcing data 1958-2001: A meteorological forcing dataset for land surface and hydrological models,” *WATCH Technical Report*, no. 22, Feb. 2010.

[4] J. Chen, F. P. Brissette, and R. Leconte, “Uncertainty of downscaling method in quantifying the impact of climate change on hydrology,” *Journal of Hydrology*, vol. 401, no. 3–4, pp. 190–202, May 2011.

[5] S. Watanabe, S. Kanae, S. Seto, P. J.-F. Yeh, Y. Hirabayashi, and T. Oki, “Intercomparison of bias-correction methods for monthly temperature and precipitation simulated by multiple climate models,” *Journal of Geophysical Research*, vol. 117, D231114, Dec. 13, 2012.

[6] A. F. Hamlet, E. P. Salathé, and P. Carrasco, “Statistical downscaling techniques for global climate model simulations of temperature and precipitation with application to water resources planning studies,” *Final Report for the Columbia Basin Climate Change Scenarios Project*, 2010

[7] C. Tisseuil, M. Vrac, S. Lek, and A. J. Wade, “Statistical downscaling of river flows,” *Journal of Hydrology*, vol. 385, no.1–4, pp. 279–291, 2010.

[8] J. Ramirez-Villegas and A. Jarvis, “Downscaling global circulation model outputs: the delta method decision and policy analysis working paper No. 1,” *International Center for Tropical Agiculture*, May 2010.