เทคนิคการปรับแต่งผลผลิตทางอุตุนิยมวิทยา จากแบบจำลองภูมิอากาศภายใต้สถานการณ์จำลอง เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับภูมิภาค (A2)

Bias Correction Technique for Meteorological Data of Climate Model Output under the Scenario Focus on Regional Economic Development (A2)

อภันตรี ยุทธพันธ์ และสมชาย ใบม่วง

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000 Email: aphantreey@yahoo.com
กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 10210 Email: somchai.b@mict.go.th

บทคัดย่อ **– การคาดหมายลักษณะอากาศล่วงหน้าในช่วงระยะเวลานานๆ เป็นเรื่องสำคัญ โดยผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อวางแผนล่วงหน้าในกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นความแม่นยำและน่าเชื่อถือของผลลัพธ์จากแบบจำลองภูมิอากาศจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องตระหนัก อย่างไรก็ตามข้อจำกัดในเรื่องของความแม่นยำของผลผลิตจากแบบจำลองนี้ยังมีอยู่ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงได้พยายามศึกษาหาเทคนิคการปรับแต่งผลผลิตทางอุตุนิยมวิทยาที่เหมาะสมจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model: RCM) แบบ A2 คือ ปริมาณฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และรังสีดวงอาทิตย์ ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 8 สถานีในภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทย ได้แก่ ลำปาง สุพรรณบุรี น่าน ศรีสำโรง ตากฟ้า ชัยนาท อู่ทอง และบางนา วิธีการที่ใช้มี 3 วิธีการ คือ วิธีที่ 1 ปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับ RCM วิธีที่ 2 ปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับการตรวจวัด และวิธีที่ 3 Quantile-based Mapping โดยในการเปรียบเทียบวิธีปรับแก้จะใช้ 3 ชุดข้อมูล ได้แก่ ผลการตรวจวัดและผลผลิตจาก RCM ในช่วงเวลาสอบเทียบ และผลผลิตจาก RCM ในช่วงเวลาตรวจสอบความถูกต้อง ผลของการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ปรับแต่งแล้วกับข้อมูลการตรวจวัดใน 6 ตัวแปรอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้ RMSE พบว่า วิธีที่ 2 ได้ค่า RMSE ต่ำกว่าวิธีอื่นๆ ใน 3 ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา ดังนั้นวิธีนี้จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเพิ่มความแม่นยำจากแบบจำลองโดยผลลัพธ์ที่ได้นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านต่างๆ เช่น ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ระบบเตือนภัย และการพยากรณ์ผลผลิตพืชเศรษฐกิจในอนาคตได้**

Abstract **- The projection of future climate is very an essential matter which can be applied for the advance planning in many sectors for a several activities of human being in nowadays. Therefore, the accuracy and reliability of a model output is a major component for the projection. But there are still limitations in the accuracy of the climate model. Then, Bias Correction Technique for Meteorological Data of A2 scenario from Regional Climate Model (RCM) output are applied to some meteorological parameters such as precipitation, maximum-minimum temperature, wind speed, relative humidity and radiation at 8 meteorological stations in northern and central parts of Thailand which are: Lampang, Suphanburi, Nan, Sisamrong, Takfa, Chainat, Uthong and Bangna meteorological stations respectively. For the bias correction processes, there were three methods used which are: method1 adjusting the mean based on RCM, method 2 adjusting the mean based on observation and method 3 Quantile-based Mapping. To compare all methods, three datasets were needed; the**

observed climatic data, RCM outputs of the same calibration period, RCM outputs in validation period. By comparing the corrected and observed data in 6 parameters at validation period using RMSE, it is found that the method 2 provided the lowest RMSE in 3 parameters. It can be concluded that this method is an appropriate technique for improving the accuracy for weather prediction models. These products can also be applied for several studies such as: impact of climate change, early warning system and agricultural yield forecasting.

Keywords – A2 Scenario Climate Model, PRECIS, Bias Correction Techniques

1. บทนำ

ภูมิอากาศเป็นลักษณะอากาศเฉลี่ยของพื้นที่หนึ่ง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและลักษณะอากาศจึงมีความสัมพันธ์กันและกัน ปัจจัยขีดจำกัดที่สำคัญในการพยากรณ์อากาศในช่วงระยะเวลานานๆ ล่วงหน้าคือคุณสมบัติพื้นฐานทางพลวัตรของบรรยากาศและลักษณะอากาศในปัจจุบัน โดยมุมมองทางภูมิอากาศเห็นว่าสถานะของระบบโลกทั้งหมดจะประกอบด้วย บรรยากาศ พื้นดิน มหาสมุทร หิมะ และสิ่งมีชีวิต ฯลฯ ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นเสมือนสภาวะพื้นฐานของโลกในการกำหนดลักษณะอากาศล่วงหน้าในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ยาวนานมาก ไม่ว่าจะเนื่องมาจากการผันแปรตามธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์ การคาดการณ์ภูมิอากาศในอนาคตจะสร้างขึ้นจากพื้นฐานการเปลี่ยนแปลงของพลังงานความร้อนในระบบโลก โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของภาวะเรือนกระจกที่จะกักเก็บความร้อนไว้ในชั้นบรรยากาศใกล้พื้นผิวโลก ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ [1]

ภาพจำลองสถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตที่รู้จักกันมากที่สุด คือ IPCC SRES (Special Report on Emissions Scenarios - SRES) ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงรูปแบบของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและก๊าซตั้งต้นของละอองลอย (Aerosol precursor) ในอนาคตที่สอดคล้องกับสมมุติฐานเกี่ยวกับการใช้พลังงาน การเติบโตของประชากร การพัฒนาเศรษฐกิจ และปัจจัยอื่นๆ โดย IPCC ได้ประเมินภาพจำลองสถานการณ์เป็น 4 แบบหลัก คือ A1, A2, B1 และ B2 ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยผลักดันการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและละอองลอยกับวิวัฒนาการในช่วงศตวรรษที่ 21 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แนวเรื่องของภาพจำลองสถานการณ์ในอนาคต

	มุ่งเน้นเศรษฐกิจ	**มุ่งเน้นสิ่งแวดล้อม**
โลกาภิวัฒน์ (โลกที่เหมือนกัน)	**A1** เศรษฐกิจเติบโตอย่างรวดเร็วและร่วมตัวกันทั่วโลก (กลุ่ม: A1FI; A1B; A1T)	**B1** การพัฒนาอย่างยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมระดับทั่วโลก
ภูมิภาคาภิวัฒน์ (โลกที่แตกต่าง)	**A2** มุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับภูมิภาค	**B2** การพัฒนาอย่างยั่งยืนทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมระดับภูมิภาค

ที่มา : IPCC, 2000 [2]

ผลผลิตจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับโลก (Global Climate Model: GCM) และแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Model: RCM) ของศตวรรษที่ 21 โดยใช้ภาพจำลองสถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและละอองลอย เช่น B1 A1B และ A2 ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น แต่ยังมีปัจจัยข้อจำกัดในการใช้ผลผลิตการคาดหมายภูมิอากาศจาก GCM ในการคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับภูมิภาค เช่น การคาดการณ์ทางอุทกวิทยา ที่ขนาดรายละเอียดเชิงพื้นที่ของผลผลิตจากแบบจำลองภูมิอากาศไม่สอดคล้องกับขนาดที่ใช้สำหรับแบบจำลองทางอุทกวิทยา [3],[4] และแม้ว่า RCM จะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการอธิบายสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาคหรือระดับขนาดที่เล็กกว่าก็ตาม ก็ยังคงมีข้อผิดพลาดในระบบอย่างมาก [5] โดยเฉพาะในการคาดหมายรูปแบบของปริมาณฝนรายวันในพื้นที่ขนาดเล็ก ที่ขึ้นอยู่กับขนาดรายละเอียดเชิงพื้นที่ของแบบจำลองและการประมวลผลปรากฏการณ์บางอย่างที่มีขนาดเล็ก (parameterization) ซึ่งโดยปกติจะไม่สามารถนำมาใช้โดยตรงในการศึกษาประเมินผลกระทบของการ

เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ [6] อย่างไรก็ตาม ปัญหาข้อผิดพลาดนี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้เทคนิคของการปรับแต่งข้อมูล (Bias Correction) ผลผลิตจาก RCM ให้ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง ก่อนนำไปใช้ในการศึกษาประเมินผลกระทบต่อไป

2. การปรับแต่งผลผลิตทางอุตุนิยมวิทยาจากแบบจำลองภูมิอากาศ

แบบจำลองที่ใช้ในการสร้างสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในอนาคตควรที่จะสามารถสร้างภาพเหตุการณ์ภูมิอากาศในอดีตได้ใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง แต่เนื่องจากความรู้ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับขบวนการทางธรณีฟิสิกส์ของการเปลี่ยนแปลงของโลกนำไปสู่ข้อจำกัดในความแม่นยำของ GCM ในการจำลองตัวแปรสภาพภูมิอากาศ และเกิดความแตกต่างระหว่างตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่จำลองและจากการตรวจวัด ซึ่งความแตกต่างนี้ก็คือ ความลำเอียงหรืออคติ (Bias) [7],[8] นอกจากนี้การคาดการณ์ภูมิอากาศจาก GCM ไม่สามารถให้รายละเอียดในเชิงพื้นที่และเวลามากนัก ดังนั้นจึงได้มีการนำเทคนิคและวิธีการของ RCM มาใช้ในการคาดการณ์ภูมิอากาศในอนาคตด้วยเทคนิควิธีการลดขนาด (Downscale) ซึ่งมีทั้งการลดขนาดโดยวิธีทางพลวัตรและสถิติ

แนวคิดในการปรับข้อมูลคือ การปรับแต่งผลผลิตของการคาดการณ์ภูมิอากาศจากแบบจำลอง เพื่อที่จะให้ความสัมพันธ์เป็นนัยสำคัญทางสถิติกับข้อมูลการตรวจวัดในช่วงเวลาเดียวกันของอดีต ในการดำเนินการจะใช้ 3 ชุดข้อมูลในสองช่วงเวลา ประกอบด้วย 1.ข้อมูลการตรวจวัดในช่วงเวลาของอดีต 2.ข้อมูลผลผลิตจากแบบจำลองในช่วงเวลาของอดีต และ 3. ข้อมูลผลผลิตจากแบบจำลองในช่วงเวลาของอนาคต โดยมีแนวทางวิธีการโดยการหาความสัมพันธ์จากข้อมูลชุดที่ 1 และชุดที่ 2 แล้วนำความสัมพันธ์นั้นไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลชุดที่ 3 [9]

สำหรับวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือการหาเทคนิคที่เหมาะสมในการปรับแต่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศหรือตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากแบบจำลองภูมิอากาศ เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่สามารถใช้สำหรับการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต

3. ข้อมูลและวิธีการศึกษา

ในการดำเนินการจะใช้ผลผลิตข้อมูลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตจาก RCM ที่มีชื่อว่า PRECIS (Providing Regional Climates for Impact Studies) ที่ได้มาจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นและเงื่อนไขขอบเขตจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับโลก ECHAM4 ภายใต้สถานการณ์จำลอง A2 ที่สามารถคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอดีตและอนาคตระหว่าง พ.ศ. 2503-2642 มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 50 กิโลเมตร จากศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา การศึกษานี้ใช้ผลผลิตข้อมูลการคาดหมายตัวแปรอุตุนิยมวิทยาที่เป็นผลผลิตจาก PRECIS ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และรังสีดวงอาทิตย์รายวัน ที่สถานีอุตุนิยมวิทยา จำนวน 8 สถานีในภาคเหนือและภาคกลาง ได้แก่ ลำปาง สุพรรณบุรี น่าน ศรีสำโรง ตากฟ้า ชัยนาท อู่ทอง และบางนา รวมทั้งข้อมูลการตรวจวัดของสถานีฯ ระหว่าง พ.ศ. 2514-2553

การดำเนินการเพื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับแต่งข้อมูลจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุดข้อมูลใน 2 ช่วงเวลา คือ ข้อมูลการตรวจวัดและข้อมูลผลผลิตจาก RCM เวลาเดียวกันที่อยู่ในช่วงเวลาสอบเทียบ (Calibration period)และข้อมูลผลผลิตจาก RCM ในช่วงเวลาของการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation period) แต่เนื่องจากเวลาการเริ่มต้นตรวจวัดและรวบรวมตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของสถานีฯ แตกต่างกัน ดังนั้นจึงกำหนดให้ช่วงเวลาสอบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องต่างกัน โดยอุณหภูมิและปริมาณฝนมีช่วงเวลาสอบเทียบระหว่าง พ.ศ. 2514-2533 และช่วงเวลาตรวจสอบความถูกต้องระหว่าง พ.ศ. 2534-2553 ส่วนตัวแปรอุตุนิยมวิทยาอื่นๆ มีช่วงเวลาสอบเทียบระหว่าง พ.ศ. 2524-2538 และช่วงเวลาตรวจสอบความถูกต้องระหว่าง พ.ศ. 2539-2553 สำหรับเทคนิคการปรับแต่งข้อมูล 3 วิธีที่นำมาใช้ในการศึกษา มีดังนี้

วิธีที่ 1 การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับ RCM [10]

วิธีการนี้จะปรับแต่งข้อมูลโดยอาศัยความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างข้อมูล RCM และการตรวจวัดในช่วงเวลาสอบเทียบ ดังสมการ

$$x_{corr} = x_{RCM,\,future} + \left(\overline{x}_{obs,calib} - \overline{x}_{RCM,calib}\right) \quad (1)$$

เมื่อ x_{corr} คือข้อมูลที่ได้ปรับแก้แล้ว $x_{RCM,future}$ คือข้อมูล RCM ในอนาคตหรือช่วงเวลาตรวจสอบความถูกต้อง $\overline{x}_{obs,calib}$ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลการตรวจวัดในช่วงเวลาสอบเทียบ และ $\overline{x}_{RCM,calib}$ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูล RCM ในช่วงเวลาสอบเทียบ วิธีการนี้ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างข้อมูล RCM และการตรวจวัดจะถูกขจัดทิ้ง โดยข้อมูลที่ถูกปรับแก้แล้วจะมีความแปรปรวน (variance) เหมือนกับข้อมูล RCM ในอนาคต

วิธีที่ 2 การปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับการตรวจวัด [11]

วิธีการนี้จะปรับแต่งข้อมูลโดยอาศัยความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูล RCM ในอนาคตและในช่วงเวลาสอบเทียบ ดังสมการ

$$x_{corr} = x_{obs,calib} + \left(\overline{x}_{RCM,future} - \overline{x}_{RCM,calib}\right) \quad (2)$$

เมื่อ $x_{obs,calib}$ คือข้อมูลการตรวจวัดในช่วงเวลาสอบเทียบ $\overline{x}_{RCM,future}$ และ$\overline{x}_{RCM,calib}$ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูล RCM ในอนาคตและในช่วงเวลาสอบเทียบตามลำดับ โดยข้อมูลที่ถูกปรับแก้แล้วจะมีความแปรปรวนเหมือนกับข้อมูลการตรวจวัด

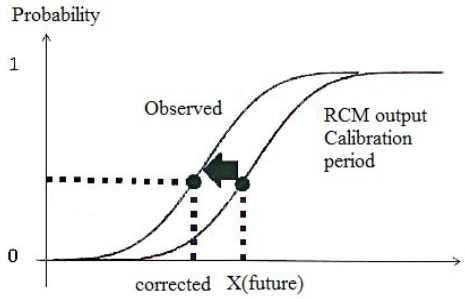
วิธีที่ 3 Quantile-based Mapping [12]

วิธีการนี้จะต้องกำหนดการแจกแจงทางสถิติ (statistical distribution) ของข้อมูล โดยสันนิษฐานการแจกแจงของข้อมูลดังนี้ การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) สำหรับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และรังสีดวงอาทิตย์ การแจกแจงแบบแกมมา (gamma distribution) สำหรับข้อมูลปริมาณฝน และการแจกแจงแบบไวบูลล์ (weibull distribution) สำหรับข้อมูลความเร็วลม การปรับแต่งข้อมูลทำโดยการสร้างฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative distribution function: CDF) สำหรับข้อมูลการตรวจวัดและข้อมูล RCM ในช่วงเวลาสอบเทียบ จากนั้น CDF ของทั้ง RCM และการตรวจวัดจะนำมาสัมพันธ์กันโดยการพิจารณาถึงค่าความน่าจะเป็น โดยข้อมูลที่ปรับแต่งในอนาคตจะได้มาจาก CDF ของการตรวจวัดที่สอดคล้องกับ CDF ของ RCM ดังรูปที่ 1

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการปรับแต่งข้อมูลได้ดำเนินการโดยเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้ปรับแต่งแล้วกับข้อมูลการตรวจวัดในช่วงเวลาตรวจสอบความถูกต้องด้วย Root Mean Square Error (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum\left(x_{corr} - x_{obs}\right)^2} \quad (3)$$

เมื่อ x_{corr} ,x_{obs} และ n คือ ข้อมูลที่ได้ปรับแต่งแล้ว ข้อมูลการตรวจวัด และจำนวนของข้อมูล ตามลำดับ



รูปที่ 1 Quantile-based Mapping

4. ผลลัพธ์ของการศึกษา

การปรับแต่งข้อมูลปริมาณฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และรังสีดวงอาทิตย์รายวันที่ได้จาก RCM ที่สถานีอุตุนิยมวิทยา จำนวน 8 สถานี จาก 3 วิธีข้างต้น ปรากฏตามตัวอย่างของผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวันของสถานีอุตุนิยมวิทยาจากการตรวจวัด ผลผลิตจาก RCM และข้อมูลที่ได้ปรับแต่งแล้วจากทั้ง 3 วิธี

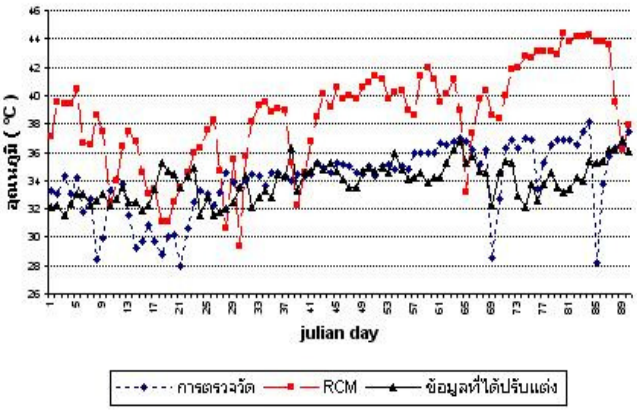
ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายวันจากการตรวจวัด ผลผลิตจากRCM และข้อมูลที่ได้ปรับแต่งที่สถานีอุตุนิยมวิทยาสุพรรณบุรี

วันที่	อุณหภูมิ (°C)				
	การตรวจวัด	RCM	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
1/1/2543	33.1	39.3	35.5	31.5	35.3
2/1/2543	33.0	36.5	32.3	31.3	31.9
3/1/2543	32.6	39.2	34.7	31.2	34.3
4/1/2543	34.0	39.4	34.1	32.2	36.1
5/1/2543	34.3	39.3	34.1	30.7	36.0
6/1/2543	33.5	35.5	30.5	29.5	30.6
7/1/2543	33.5	27.3	23.0	29.0	25.6
8/1/2543	33.2	34.2	30.0	30.1	30.4
9/1/2543	33.0	32.3	27.4	31.1	28.1
10/1/2543	33.8	34.8	30.5	30.9	31.0

สำหรับการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนโดยใช้ RMSE ระหว่างข้อมูลที่ปรับแต่งแล้วในแต่ละวิธีกับข้อมูลการตรวจวัดรายวันของ 6 ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา จำนวน 8 สถานี ดังตารางที่ 3 พบว่าอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และรังสีดวงอาทิตย์ วิธีที่ 2 จะให้ค่า RMSE ต่ำสุด สำหรับปริมาณฝนและความเร็วลม วิธีที่ 1 ส่วนมากให้ค่า RMSE ต่ำสุด ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ วิธีที่ 3 ให้ค่า RMSE ต่ำสุด ซึ่งจากการวิเคราะห์จำนวน 6 ตัวแปรอุตุนิยมวิทยาจะเห็นได้ว่าวิธีที่ 2 ส่วนมากให้ค่า RSME ต่ำกว่าวิธีอื่นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกวิธีที่ 2 ในการปรับแต่งข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในอนาคต และรูปที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลอุณหูมิสูงสุดรายวันที่ได้จากการตรวจวัด ผลผลิตจากRCM และที่ปรับแต่งแล้ว ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาสุพรรณบุรี ระหว่าง มกราคม-มีนาคม 2553

ตารางที่ 3 ค่า RMSE ของการปรับแต่งข้อมูลรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จำนวน 8 สถานี

ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา		สถานี							
		ลำปาง	น่าน	ศรีสำโรง	ตากฟ้า	ชัยนาท	สุพรรณบุรี	อู่ทอง	บางนา
อุณหภูมิสูงสุด (°C)	วิธีที่1	4.8	4.6	4.3	4.4	4.3	4.0	4.1	3.6
	วิธีที่2	3.5	3.4	3.2	3.0	3.0	3.0	3.2	2.5
	วิธีที่3	3.8	3.6	3.4	3.1	3.0	3.1	3.4	2.5
อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	วิธีที่1	2.9	3.1	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.5
	วิธีที่2	2.7	2.9	2.7	2.5	2.4	2.4	2.6	2.5
	วิธีที่3	3.0	3.2	2.9	2.8	2.7	2.6	2.9	2.7
ปริมาณฝน (mm)	วิธีที่1	9.6	10.8	10.7	11.1	9.9	9.7	9.3	12.7
	วิธีที่2	11.6	13.6	13.9	13.7	12.6	13.0	13.3	16.4
	วิธีที่3	9.5	12.6	14.3	12.1	12.4	11.4	12.3	15.4
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	วิธีที่1	17.0	17.2	14.7	18.3	16.0	14.0	14.3	14.4
	วิธีที่2	10.7	10.9	10.4	13.6	10.6	9.8	11.6	10.7
	วิธีที่3	10.4	9.9	10.3	12.0	10.2	9.4	11.3	10.4
ความเร็วลม (m/s)	วิธีที่1	0.8	0.9	1.4	1.2	1.7	1.3	1.5	1.3
	วิธีที่2	0.7	1.2	1.7	1.3	1.8	1.2	1.6	1.3
	วิธีที่3	1.9	1.9	1.7	2.5	2.4	2.5	2.6	2.9
รังสีดวงอาทิตย์ ($kJ/m^2/d$)	วิธีที่1		6883.7	6419.2	6190.7	6118.6		5975.0	5756.2
	วิธีที่2		5738.4	5816.8	5599.5	5618.4		5890.7	5735.1
	วิธีที่3		5649.7	5884.4	5611.5	5714.3		5941.8	5816.6



รูปที่ 2 การเปรียบเทียบข้อมูลอุณหมิสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัด ผลผลิตจาก RCM และปรับแต่งโดยวิธีที่ 2 ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาสุพรรณบุรี ระหว่าง มกราคม-มีนาคม 2553

5. สรุป

จากการเปรียบเทียบข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 6 ตัวแปรซึ่งได้ปรับแต่งแล้วด้วย 3 วิธีกับข้อมูลการตรวจวัดของ 8 สถานีอุตุนิยมวิทยาโดยใช้ RMSE พบว่าในจำนวน 6 ตัวแปรอุตุนิยมวิทยาที่ศึกษา มีจำนวนส่วนมาก คือ 3 ตัวแปรอุตุนิยมวิทยาที่เทคนิคการปรับแต่งข้อมูลวิธีที่ 2 ให้ค่า RMSE ต่ำกว่าวิธีอื่นๆ ดังนั้นการปรับแต่งผลผลิตทางอุตุนิยมวิทยาจากแบบจำลองภูมิอากาศโดยวิธีการปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับการตรวจวัดจึงเป็นเทคนิควิธีการที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนการเตรียมข้อมูล (data assimilation) สำหรับตัวแปรอุตุนิยมวิทยาในอนาคต ซึ่งวิธีนี้สามารถนำไปใช้ปรับปรุงข้อมูลผลผลิตจากแบบจำลองภูมิอากาศให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นจนใกล้เคียงกับข้อมูลการตรวจวัดจริง เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในการวางแผนการล่วงหน้าได้ในระยะรายสัปดาห์ ราย 10 วัน รายเดือน รายฤดู และรายปีตามลักษณะภูมิอากาศในอนาคต ได้แก่ การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตอันใกล้ ระบบเตือนภัยทางอุตุนิยมวิทยา รวมทั้ง การพยากรณ์ผลผลิตพืชเศรษฐกิจเพื่อใช้สำหรับการวางแผนล่วงหน้า

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการ IMPAC-T ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือ บุคลากร การฝึกอบรมดูงานในต่างประเทศ ตลอดจนคำแนะนำที่มีค่ายิ่งจากนักวิจัยของประเทศญี่ปุ่น ที่ร่วมในโครงการ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี จึงขอขอบคุณโครงการ IMPAC-T มา ณ โอกาสนี้ รวมทั้งขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาที่สนับสนุนข้อมูล อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007) . Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

[2] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000) . IPCC Special Report Emissions Scenarios: Summary for Policymakers. Geneva, Switzerland. p 20.

[3] Wilby, R. L., Hay, L. E., Gutowski, W. J. Jr., Arritt, R. W., Takle, E. S., Pan, Z., Leavesley, G. H., and Clark, M. P. (2000). Hydrological Responses to Dynamically and Statistically Downscaled ClimateModel Output. Geophys. Res. Lett.27, 1199–1202.

[4] Wood, A. W., Maurer, E. P., Kumar, A., and Lettenmaier, D. P. (2002). Long Range Experimental Hydrologic Forecasting for the Eastern U.S. J. Geophys. Res.107(D20), 4429.

[5] Themeβl, M. J., Gobiet, A., Leuprecht, A. (2011). Empirical-statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models. Int. J. Climatol. 31, 1530–1544

[6] Fowler H. J, Blenkinsop S, Tebaldi C. (2007). Linking climate change modelling to impact studies : recent advances in downscaling techniques for hydrological modelling. International Journal of Climatology 27, 1547–1578.

[7] Ghosh, S. and Mujumdar, P. P. (2007). Nonparametric methods for modeling GCM and scenario uncertainty in drought a ssessment. Water Resour. Res., 43, W07405.

[8] Salvi, K., Kannan, S. and Ghosh, S. (2011). Statistical Downscaling and Bias Correction for Projections of Indian Rainfall and Temperature in Climate Change Studies. International Conference on Environmental and Computer Science. IPCBEE vol.19(2011). IACSIT Press, Singapore.

[9] Kirono, D. G.C., Hennessy, K., Mpelasoka, F., Kent, D. (2011). Approaches for generating climate change scenarios for use in drought projections - a review. CAWCR Technical Report No. 034, 30

[10] Weedon G P, Gomes S, Viterbo P, Österle H, Adam J C, Bellouin N, Boucher O., Best M. (2010). The WATCH forcing data 1958–2001: A meteorological forcing dataset for land surface and hydrological models. WATCH Technical Report 22, 41

[11] Lehner, B., P. Döll, J. Alcamo, T. Henrichs, and F. Kaspar. (2006). Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: A continental, integrated analysis, Clim. Change, 75(3), 273–299

[12] Panofsky, H. A., and G. W. Brier. (1968). Some Applications of Statistics to Meteorology, Pa. State Coll., University Park.