

การวิเคราะห์หาค่าปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 & B2 โดยใช้ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำฝน

Analysis of Bias Adjusted Rainfall Estimates Using PRECIS Scenario A2 & B2 in Northeastern with the Data Collected from Rain Gauge Stations

รัชเวช หาญชูวงศ์ วลัยรัตน์ บุญไทย และ ศิริลักษณ์ ชุ่มชื่น

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร 10530

E-mail: rhanchoo Wong@gmail.com

Manuscript received November 11, 2016,

Revised February 2, 2017.

บทคัดย่อ

เนื่องจากการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 มีข้อจำกัดที่มักเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นเนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลองหลายประการ ดังนั้นการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ไปใช้จำเป็นต้องปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดังกล่าวก่อน การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 & B2 เทียบกับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน ที่ผ่านการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลจำนวน 265 สถานี ณ ตำแหน่งเดียวกันที่กระจายตัวครอบคลุมทั่วพื้นที่ศึกษาในพื้นที่ 20 จังหวัด ได้แก่ มหาสารคาม นครพนม ร้อยเอ็ด สกลนคร ศรีสะเกษ นครราชสีมาหนองคาย บึงกาฬ หนองบัวลำภู อำนาจเจริญ อุตรดิตถ์ อุบลราชธานี บุรีรัมย์ ชัยภูมิ มุกดาหาร สุรินทร์ ยโสธร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และ เลย ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 ผลการคัดเลือกวิธีการปรับแก้ที่เหมาะสมพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ระหว่างค่า Root Mean Square Error (RMSE) ของปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปี, รายเดือน และรายวันที่น้อยลงเมื่อเทียบกับค่า RMSE ของปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัด

น้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ที่ไม่ปรับแก้ ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่าค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเป็นค่าการปรับแก้ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 โดยมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 1.05% ส่วนค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 0.02% และ ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายวัน มีความถูกต้องลดลง 21.10% ตามลำดับ สำหรับแบบจำลอง PRECIS Scenario B2 ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเป็นค่าการปรับแก้ที่เหมาะสมที่สุดเช่นเดียวกัน โดยมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 1.08% ส่วนค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปี และ ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายวัน มีความถูกต้องลดลง 0.17%, 18.36% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ปริมาณน้ำฝน, ค่าปรับแก้, ความถูกต้อง

ABSTRACT

Since there are variations in the future rainfall estimates using PRECIS Scenario A2 & B2 due to its limitations, rainfall amount estimates using PRECIS Scenario A2 & B2, then, need to be lowered its variations before being utilized. Thus, the objective of this study is to analyze and find bias adjustments of the rainfall estimates using PRECIS Scenario A2 & B2 comparing to the reliable tested rainfall amount from 265 rain gauge stations at The Royal Irrigation Department, all from the same positions which covers

all study area in 20 Provinces: Maha Sarakham, Nakhon Phanom, Roi Et, Sakon Nakhon, Si Sa Ket, Nakhon Ratchasima, Nong Khai, Bueng Kan, Nong Bua Lam Phu, Amnat Charoen, Udon Thani, Ubon Ratchathani, Buri Ram, Chaiyaphum, Mukdahan, Surin, Yasothorn, Kalasin, Khon Kaen and Loei during the year 1980-2012. The accuracy percentage, between Root Mean Square Error (RMSE) of the rainfall amount from the rain gauge stations and rainfall estimates from PRECIS Scenario A2 & B2 after being bias adjusted with less annual average, monthly average and daily average comparing to non-bias adjusted RMSE of the rainfall amount from the rain gauge stations and rainfall amount estimates from PRECIS Scenario A2 & B2 at the same position, was considered to be an appropriate method of bias adjustment. The study shows that the average monthly bias adjustment is the most suitable for the bias adjustment of the rainfall amount estimates using PRECIS Scenario A2 with 1.05 % increase in the accuracy value whereas average annual bias adjustment with 0.02% increase and average daily bias adjustment is 21.10% less accurate respectively. Additionally, the average monthly bias adjustment is also the most suitable for the bias adjustment for PRECIS Scenario B2 with 1.08% increase in the accuracy value whereas the average annual and daily bias adjustment is 0.17% and 18.36% less accurate respectively.

Keywords: Rainfall, Bias adjustment, Accuracy

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ได้ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นโดยมีหลักฐานบ่งชี้จากอุณหภูมิที่สูงขึ้นของโลกเนื่องจากผลของก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases) หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า “ภาวะโลกร้อน” (Global warming) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกนี้จะส่งผลกระทบต่อ ทรัพยากรน้ำ และการเกิดภัยธรรมชาติ ดังเช่นในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาของฤดูกาลที่แตกต่างไปจากเดิม การเกิดพายุที่มีความรุนแรงมากขึ้นก่อให้เกิดภาวะฝนตกหนักและเกิดอุทกภัย ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิต ทรัพย์สิน และเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะเหตุการณ์มหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในปี 2011 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลจากพายุไซรอน นกเตน และ ไต้ฝุ่น, พายุไต้ฝุ่นเนสาด และ นาลแก ทำให้เกิดฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ดังนั้นการประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อ

ความถี่ของการเกิดอุทกภัยจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วน เพื่อหาแนวทางเตรียมตัว เพื่อรองรับปัญหาหรือลดผลกระทบที่สามารถเกิดขึ้นได้ในอนาคต

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต สามารถทำได้โดยการประยุกต์ใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่จำลองสภาพภูมิอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs) ดังเช่น UKMO [1], GISS [2], [3], UK89 [4], GF01 [5], GFDL-R30 [6], CCCM3 [7], ECHAM4 [8], [9], [10], CGCM2 [11] ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวได้ลอกเลียนแบบกระบวนการหมุนเวียน - การถ่ายเทของมวลและพลังงาน ระหว่างส่วนประกอบของภูมิอากาศโลก แต่เนื่องจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยส่วนใหญ่ที่ดำเนินการในปัจจุบันมีความละเอียดต่ำ โดยมีความละเอียดในทางราบประมาณ 200-300 กม. ดังนั้นผลที่ได้จึงไม่สามารถใช้ในการอธิบายถึงลักษณะสภาพอากาศของภูมิภาคหรือประเทศที่มีขนาดพื้นที่ไม่มากนัก ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาคหรือระดับประเทศ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับขนาดในการคำนวณเพื่อเพิ่มความละเอียดของผลลัพธ์จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก จึงมีการพัฒนาแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค (Regional Climate Models, RCMs) ดังเช่น HadCM3[11], RegCM3[12], MMF [7], PRECIS [10], [13], [14], [15] เป็นแบบจำลองภูมิอากาศที่มีความละเอียดสูง โดยมีความละเอียดในทางราบประมาณ 25-50 กม. สร้างบนพื้นฐานของกระบวนการทางฟิสิกส์ของบรรยากาศที่มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางภูมิอากาศแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคสามารถใช้ประเมินผลกระทบและความอ่อนไหวในระดับภูมิภาคหรือประเทศได้ดีกว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลก ซึ่งแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคประมวลผลโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกเป็นขอบเขต และใช้ปัจจัยที่ซับซ้อนในระดับท้องถิ่นประกอบด้วย เช่น อุณหภูมิ คลื่นลม และ ฝน เป็นต้น ทำให้สามารถคาดการณ์ถึงภัยพิบัติทางภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในท้องถิ่นได้อย่างค่อนข้างแม่นยำกว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกเนื่องจากการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคมีข้อจำกัดที่มักเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นเนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลองหลายประการ ดังนั้นการนำข้อมูลฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคไปใช้จำเป็นที่จะต้องปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลก่อน [16], [17], [18] การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 จาก Southeast Asia START Regional Center (START) โดยเทียบกับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทานที่ผ่านการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลจำนวน 265 สถานี ณ ตำแหน่งเดียวกัน ที่กระจายตัว

ครอบคลุมทั่วพื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 20 จังหวัด ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS ภายใต้สถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงตามข้อกำหนด IPCC (SRES Scenario) ของ Scenario A2 & B2 กับปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนที่กระจายตัวครอบคลุมทั่วพื้นที่ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 20 จังหวัด ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 เพื่อหาค่าปรับแก้ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละช่วงเวลาและพื้นที่ ซึ่งได้รับผลกระทบเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลและลักษณะภูมิประเทศที่ต่างกันส่งผลให้ค่าปรับแก้ในแต่ละช่วงเวลาและแต่ละพื้นที่มีค่าแตกต่างกัน ข้อมูลทั้งสองดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลตามเกณฑ์ที่นำเสนอในหัวข้อที่ 2.1 และ 2.2 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

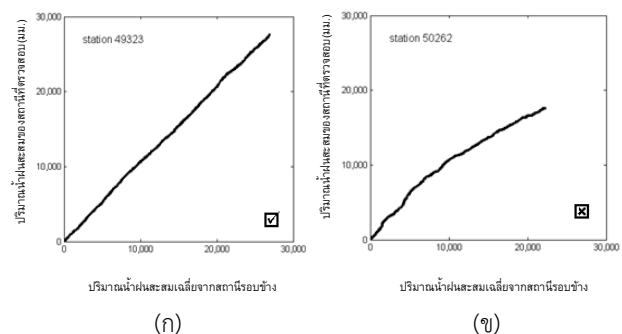
2.1 ตรวจสอบความน่าเชื่อถือปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 จาก Southeast Asia START Regional Center (START) ซึ่งถูกจัดเก็บในรูปแบบของ text file โดยใน 1 ไฟล์ จะจัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝน 1 ปี ของหนึ่ง Scenario (หมายเหตุ : จำนวนวันในรอบปีตาม Climate model PRECIS จะมี 360 วัน เท่านั้น) และมีขนาดของตารางกริดเท่ากับ 20 กม. x 20 กม. ซึ่ง Latitude / Longitude ที่อ้างอิงในแต่ละกริดคือจุดกึ่งกลางของแต่ละกริด โดยพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัด ที่ทำการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศอนาคตมีขอบเขตอยู่ที่ Latitude 14.00 – 18.60°N และ Longitude 100.80°E – 105.80°E ทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ว่ามีความผิดปกติของข้อมูลที่กริดใดหรือไม่ โดยนำปริมาณน้ำฝนรายวันของกริดเซลล์ที่ต้องการตรวจสอบไปเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนรายวันของกริดเซลล์ที่อยู่ข้างเคียงทั้ง 8 กริด โดยปริมาณน้ำฝนรายวันของกริดเซลล์ที่ตรวจสอบจะต้องอยู่ในช่วงระหว่างค่าน้อยที่สุดและค่ามากที่สุดของปริมาณน้ำฝนรายวันของกริดเซลล์ที่อยู่ข้างเคียงทั้ง 8 กริด จึงจะถือว่าปริมาณน้ำฝนรายวันของกริดเซลล์ที่ตรวจสอบสอดคล้องปริมาณน้ำฝนรายวันของ

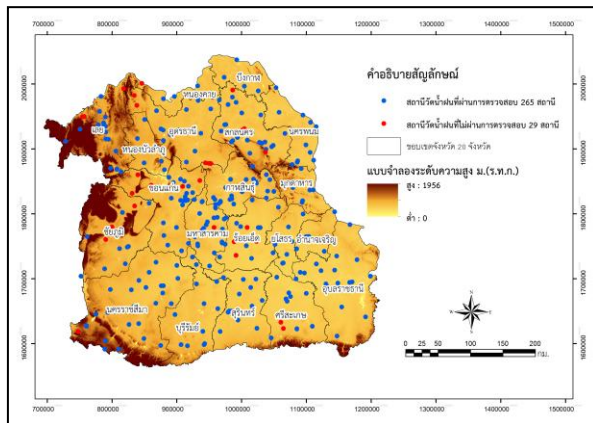
กริดเซลล์ที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่าปริมาณน้ำฝนของกริดเซลล์ที่ตรวจสอบซึ่งอยู่ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัด มีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนรายวันของกริดเซลล์ข้างเคียง

2.2 ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัด ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 จำนวน 294 สถานีถูกนำมาตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธี Double mass curve ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนจะต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีดังกล่าว จึงจะพิจารณานำมาใช้ในการศึกษาวิธี Double mass curve ทำได้โดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนที่เฉลี่ยมาจากสถานีที่อยู่รอบข้างภายในรัศมี 10 กม. ถ้าข้อมูลของสถานีที่ต้องการตรวจสอบพร้อมทั้งสถานีข้างเคียงความลาดชันของเส้นกราฟ Double mass จะต้องไม่เปลี่ยนแปลง จากการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 294 สถานี พบว่ามีสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านการตรวจสอบทั้งหมด 265 สถานี และไม่ผ่านการตรวจสอบทั้งหมด 29 สถานี ตัวอย่างสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านการตรวจสอบและไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลแสดงในรูปที่ 1 ส่วนตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านการตรวจสอบและไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลแสดงดังในรูปที่ 2



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างสถานีวัดน้ำฝน (ก) ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพข้อมูล และ (ข) ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพข้อมูล ด้วยวิธี Double mass curve



รูปที่ 2 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัด ที่ผ่านและไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบความน่าเชื่อถือด้วยวิธี Double mass curve ทั้งหมดจำนวน 265 สถานี ได้ถูกนำมาตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) โดยใช้การทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Shapiro-Wilk ที่ระดับระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p\text{-value} \geq 0.05$) จากผลการทดสอบพบว่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีน้ำฝนที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบความน่าเชื่อถือทั้งหมดจำนวน 265 สถานี มีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดจำนวน 265 สถานี นี้ได้ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 กับปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน เพื่อหาค่าปรับแก้ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ให้มีความคลาดเคลื่อนลดลงก่อนนำไปใช้ประโยชน์

3 การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

การศึกษานี้ได้ทำการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 โดยเทียบกับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนตามช่วงเวลาและตามลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาที่ต่างกัน ขั้นตอนการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนมีดังนี้

1) วิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายปี รายเดือน และรายวันสูงสุดในแต่ละเดือน ที่ได้

จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 และปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกันในแต่ละสถานีที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ โดยใช้ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่แบบกัมเบล (Gumbel distribution) จากสมการ

$$Y = Y_0 - \beta \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right] \quad (1)$$

เมื่อ Y คือ ปริมาณน้ำฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ

Y_0 คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลปริมาณฝน - $(0.45 \times \text{ค่า}$
เบี่ยงเบนมาตรฐานข้อมูลปริมาณฝน)

β คือ $0.78 \times \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานข้อมูลปริมาณฝน}$

T_r คือ รอบปีการเกิดซ้ำ

2) วิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเฉลี่ยรายเดือน และเฉลี่ยรายวัน ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 โดยเทียบกับปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกันในแต่ละสถานี โดยสามารถหาค่าได้จากสมการ

$$(G/P)_{i,j} = \frac{\overline{G_{i,j}}}{P_{i,j}} \quad (2)$$

เมื่อ $(G/P)_{i,j}$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยรายปี,

เฉลี่ยรายเดือน, เฉลี่ยรายวัน ของสถานีวัดน้ำฝน i ณ เวลาปี, เดือน และ วัน j

$\overline{G_{i,j}}$ คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี, เฉลี่ยรายเดือน, เฉลี่ยรายวัน ของสถานีวัดน้ำฝน i ณ เวลาปี, เดือน และ วัน j

$P_{i,j}$ คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี, เฉลี่ยรายเดือน,

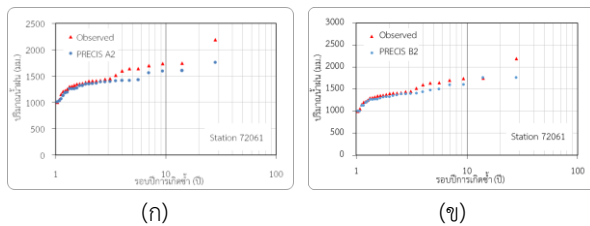
เฉลี่ยรายวันที่ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 & B2 ที่ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน i ณ เวลาปี, เดือน และ วัน j

4 ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

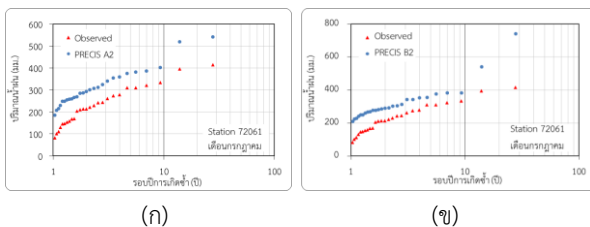
ผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 โดยเทียบกับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝน มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 และปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน

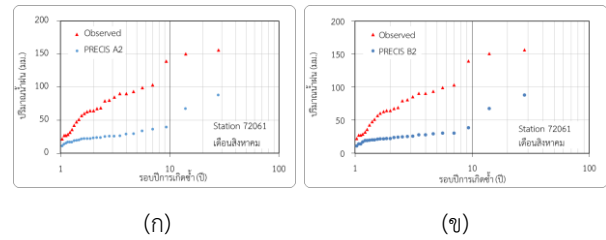
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายปี รายเดือน และปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดในแต่ละเดือน ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 และปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน แสดงตัวอย่างของสถานี 72061 ในรูปที่ 3 ถึง รูปที่ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค RECIS และปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2



รูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายเดือน ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค RECIS และปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2



รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดในแต่ละเดือน ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค RECIS และ ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2

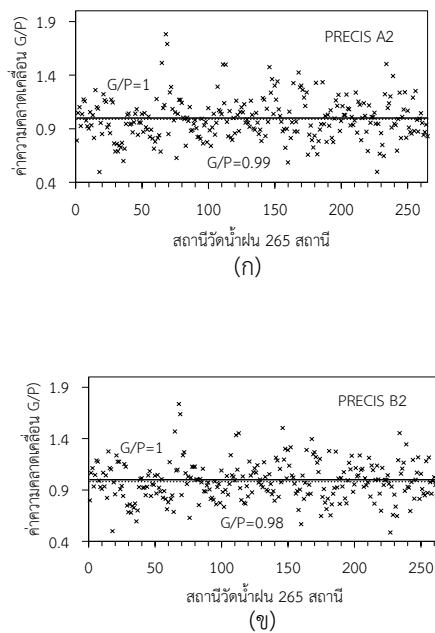
ผลจากกราฟความสัมพันธ์แสดงให้เห็นถึงค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี รายเดือน และปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดในแต่ละเดือน ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 กับปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 265 สถานีในช่วงปี พ.ศ. 2523-2555 ดังนั้นการที่จะนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ไปใช้งานควรมีการปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดังกล่าวก่อน

4.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี เฉลี่ยรายเดือน และเฉลี่ยรายวัน ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

ผลการวิเคราะห์หาค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี, เฉลี่ยรายเดือน และเฉลี่ยรายวัน ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 โดยเทียบกับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานีที่หาค่าได้จากสมการที่ (2) มีดังนี้

- ค่าความคลาดเคลื่อน (G/P) เฉลี่ยรายปี

ผลการวิเคราะห์ค่า G/P เฉลี่ยรายปีระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานีแสดงในรูปที่ 6(ก) และ รูปที่ 6(ข) ตามลำดับ

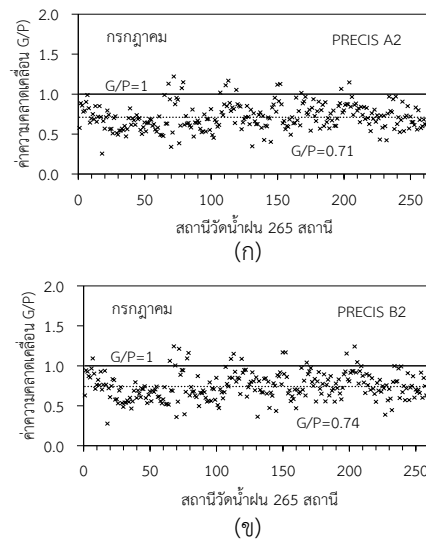


รูปที่ 6 ค่าความคลาดเคลื่อน (G/P) เฉลี่ยรายปีระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS ในช่วงปี พ.ศ. 2523-2555 ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานี (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากอิทธิพลของลักษณะภูมิประเทศที่ต่างกัน ส่งผลให้ค่า G/P เฉลี่ยรายปีในแต่ละสถานีวัดน้ำฝนมีค่าแตกต่างกัน และพบว่าค่า G/P เฉลี่ยรายปีของสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 265 สถานี มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายปีได้มากกว่าปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน

- **ค่าความคลาดเคลื่อน (G/P) เฉลี่ยรายเดือน**

ผลการวิเคราะห์ค่า G/P เฉลี่ยรายเดือนระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานี แสดงตัวอย่างของเดือนกรกฎาคมดังในรูปที่ 7(ก) และรูปที่ 7(ข) ตามลำดับ

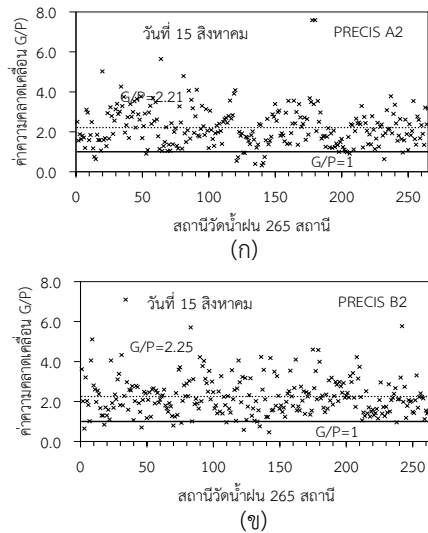


รูปที่ 7 ค่าความคลาดเคลื่อน (G/P) เฉลี่ยเดือนกรกฎาคม ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS ในช่วงปี พ.ศ. 2523-2555 ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานี (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงค่า G/P เฉลี่ยรายเดือนในแต่ละสถานีวัดน้ำฝนมีค่าแตกต่างกัน และค่า G/P เฉลี่ยรายเดือนในฤดูฝนของสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 265 สถานี มีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนได้มากกว่าปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน

- **ค่าความคลาดเคลื่อน (G/P) เฉลี่ยรายวัน**

ผลการวิเคราะห์ค่า G/P เฉลี่ยรายวันระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานี แสดงตัวอย่างของวันที่ 15 สิงหาคม ดังในรูปที่ 8(ก) และ รูปที่ 8(ข) ตามลำดับ



รูปที่ 8 ค่าความคลาดเคลื่อน (G/P) เฉลี่ยวันที่ 15 พ.ค. ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS ในช่วงปี พ.ศ. 2523-2555 ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานี (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงค่า G/P เฉลี่ยรายวันในแต่ละสถานีวัดน้ำฝนมีค่าแตกต่างกัน และค่า G/P เฉลี่ยรายวันของสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 265 สถานี มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายวันได้น้อยกว่าปริมาณน้ำฝนรายวันที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน

5 การวิเคราะห์หาค่าปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

การศึกษาค้างนี้ประยุกต์ใช้ผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน (G/P) เฉลี่ยรายปี รายเดือน และรายวัน ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานี มาใช้วิเคราะห์หาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปี รายเดือน และรายวันในแต่ละสถานีวัดน้ำฝน โดยพิจารณาให้ค่าปรับแก้มีค่าเท่ากับค่าคลาดเคลื่อน (G/P) และพิจารณาหาค่าปรับแก้ที่ผิดปกติ (Outlier) โดยใช้วิธีทางสถิติด้วยกราฟ Boxplot ซึ่งค่าปรับแก้ที่ผิดปกติที่มีค่าสูงมากได้ถูกปรับให้เท่ากับค่าสูงสุดของค่าปรับแก้ที่ไม่ผิดปกติ สำหรับค่าปรับแก้ที่ผิดปกติที่มีค่าต่ำมากจะถูกปรับให้เท่ากับค่าต่ำสุดของค่าปรับแก้ที่ไม่ผิดปกติ ผลการวิเคราะห์ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปี รายเดือน และรายวัน ดังกล่าวถูกนำมาตรวจสอบเพื่อหาค่าปรับแก้ที่เหมาะสม

สำหรับพื้นที่ศึกษาโดยพิจารณาจากค่า Root Mean Square Error (RMSE) ที่หาค่าได้จากสมการที่ 3 [19] ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปี รายเดือน และรายวัน ที่น้อยลงเมื่อเทียบกับค่า RMSE ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ที่ไม่ปรับแก้ ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนเดียวกัน จากสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 265 สถานี โดยวิเคราะห์เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องดังสมการที่ 4 สถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกต้องมีค่าความถูกต้องมากกว่าศูนย์

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N \times N_t} \sum_{t=1}^N \sum_{i=1}^N (P_{i,t} - G_{i,t})^2} \quad (3)$$

เมื่อ $P_{i,t}$ คือ ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปี, รายเดือนหรือรายวัน ที่สถานีวัดน้ำฝน i ณ เวลา j (มม./วัน)
 $G_{i,t}$ คือ ปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝน i ณ เวลา j (มม./วัน)
 N คือ จำนวนสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดที่ใช้
 N_t คือ ช่วงเวลาของปริมาณน้ำฝน (วัน)

$$Accuracy_i = [(RMSE_{before,i} - RMSE_{after,i}) / RMSE_{before,i}] * 100 \quad (4)$$

เมื่อ Accuracy คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำ i (%)
 $RMSE_{before}$ คือ ค่า RMSE ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำ i ก่อนปรับแก้ (มม./วัน)
 $RMSE_{after,i}$ คือ ค่า RMSE ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำ i หลังปรับแก้ (มม./วัน)

6 ผลการวิเคราะห์หาค่าปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

ผลการตรวจสอบเพื่อหาค่าปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษาจากค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องดังสมการที่ 4 พบว่าค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเป็นค่าการปรับแก้ที่เหมาะสม

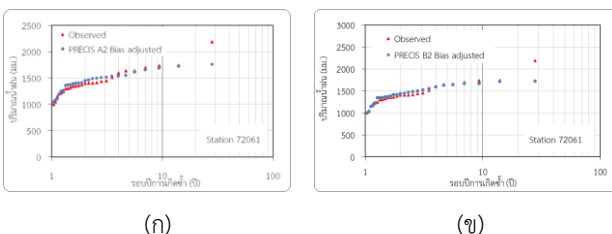
ที่สุดสำหรับใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 โดยมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 1.05% ส่วนค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 0.02% และ ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายวัน มีความถูกต้องลดลง 21.10% ตามลำดับ สำหรับแบบจำลอง PRECIS Scenario B2 ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเป็นค่าการปรับแก้ที่เหมาะสมที่สุดเช่นเดียวกัน โดยมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 1.08% ส่วนค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปี และ ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายวัน มีความถูกต้องลดลง 0.17%, 18.36% ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ [15] ที่ใช้ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนในการปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค Scenario A2 & B2 ในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำโขง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

7 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพค่าปรับแก้ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

การศึกษานี้ได้ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนซึ่งเป็นค่าปรับแก้ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 & B2 โดยพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายปี รายเดือน และ ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้และปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกันในแต่ละสถานี รายละเอียดของผลการศึกษามีดังนี้

● ปริมาณน้ำฝนรายปี

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้และปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน แสดงตัวอย่างของสถานี 72061 ในรูปที่ 9(ก) และ รูปที่ 9(ข) ตามลำดับ

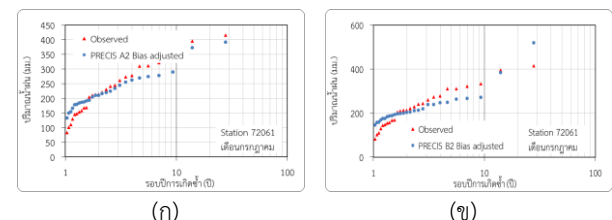


รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS ภายหลังปรับแก้และปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2

ผลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้และปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกันทั้ง 265 สถานีในช่วงปี พ.ศ. 2523-2555 พบว่าปริมาณน้ำฝนรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้มีค่าคลาดเคลื่อนลดลงโดยมีค่าเข้าใกล้ปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนในทุกสถานีวัดน้ำฝน โดยเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีค่าการคาดการณ์ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้มีค่าเท่ากับ 1,215 มม. และ 1,227 มม. ตามลำดับ ขณะที่โดยเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีก่อนปรับแก้ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 มีค่าเท่ากับ 1,278 มม. และ 1,274 มม. ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,193 มม.

● ปริมาณน้ำฝนรายเดือน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ และปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน แสดงตัวอย่างเดือนกรกฎาคมของสถานี 2061 ในรูปที่ 10(ก) และ รูปที่ 10(ข) ตามลำดับ



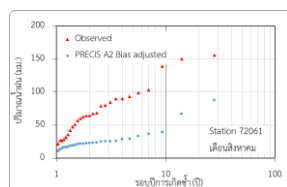
รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS ภายหลังปรับแก้ และปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกันของเดือนกรกฎาคม (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2

ผลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ และปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกันในช่วงปี พ.ศ. 2523-2555 พบว่าในเดือนปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้มีค่าคลาดเคลื่อนลดลงโดยมีค่าเข้าใกล้ปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนในทุกสถานีวัดน้ำฝน

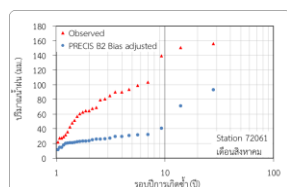
ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถลดความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ได้

- ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือน

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ และปริมาณฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกัน แสดงตัวอย่างเดือนสิงหาคมของสถานี 72061 ในรูปที่ 11(ก) และรูปที่ 11(ข) ตามลำดับ



(ก)



(ข)

รูปที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS และปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือน ที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกันของเดือนสิงหาคม (ก) Scenario A2, (ข) Scenario B2

ผลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Probability ของปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ และปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งเดียวกันในช่วงปี พ.ศ. 2523-2555 พบว่าในทุกเดือนปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้มีค่าคลาดเคลื่อนลดลงโดยมีค่าเข้าใกล้ปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุดเลือกมา 1 วันในแต่ละเดือนที่ตรวจวัดได้จริงจากสถานีวัดน้ำฝนในทุกสถานีวัดน้ำฝน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถลดความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนรายวันที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ได้

8 สรุปผลการศึกษา

ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 มีความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน

2) ค่าปรับแก้ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละสถานีมีค่าแตกต่างกัน เนื่องจากผลกระทบของอิทธิพลของลักษณะภูมิประเทศและช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

3) ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเป็นค่าการปรับแก้ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 โดยมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 1.05% ส่วนค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 0.02% และ ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายวัน มีความถูกต้องลดลง 21.10% ตามลำดับ สำหรับแบบจำลอง PRECIS Scenario B2 ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเป็นค่าการปรับแก้ที่เหมาะสมที่สุดเช่นเดียวกัน โดยมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น 1.08% ส่วนค่าปรับแก้เฉลี่ยรายปี และ ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายวัน มีความถูกต้องลดลง 0.17%, 18.36% ตามลำดับ

4) ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนแล้ว มีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] C.A. Wilson and J.F.B. Mitchell, "A doubling of CO2 Climate Sensitivity Experiment with a Global Climate Model Including a Simple Ocean" Journal of Geophysical Researches, 1987, pp 92: 315-343.
- [2] J. Hansen, I. Fung, A. Lacis, D. Rind, S. Lebedeff, R. Ruedy, G. Russel, P. Stone, "Global Climate Changes as Forecast by Goddard Institute for Space Studies Three-dimensional model" Journal of Geophysical Researches, 1988, pp. 93: 9341 -9364.
- [3] K. Boonpragob, "Climate change in Thailand simulated by General Circulation Models." In Boonpragob K. (ed.) Thailand's country study on climate change 1990, 1999, pp. 10-1 to 10-29.
- [4] J.F.B. Mitchell, C.A. Senior, W.J. Ingram, "CO2 and Climate: A missing Feedback", Nature, 1989, pp. 341: 132-134.
- [5] S. Manabe, K. Bryan, M.D. Spelman, "Transient response of a global ocean-atmosphere model to a doubling of atmospheric carbon dioxide" Journal of Physical Oceanography, 1990, pp. 20: 722-749.
- [6] กณฐรีย์ บุญประกอบ, จิรสรณ์ สันติสิริสมบุญ, จารุทัศน์ สันติสิริสมบุญ, วรณัฐ วงษ์เสรี, พัทธมน แก้วพริก, กัมพล พรหมจิระประวดี, สิทธิรินทร์ เพชรรัตน์, ยอด สุขะมงคล, บัณฑิต อักษรสิงห์ชัย และ ขวัญฤทัย ศรีแสงฉาย, "ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย จากผลของการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลก - GFDL-R30" 2553, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- [7] เจียมใจ เครือสุวรรณ, ชาคิต โชติอมรศักดิ์, อรรถธรณ์ วิรัตน์ เวชยันต์, ภาคภูมิ รัตนจิราญกุล, ธีรชัย อำนวยล่อ-เจริญ และ ปิยะ ผ่านศึก, "ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทยจากผลของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค - MM5", 2553, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

- [8] ศุภกร ชินวรรณโณ, “การคาดการณ์สภาพอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทย: ผลการจำลองสภาพภูมิอากาศโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์”, การประชุมสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 4, 2551, เชียงใหม่, 27 - 28 พฤษภาคม 2551.
- [9] กรมอุตุนิยมวิทยา, “การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต”, 2552, ศูนย์ภูมิอากาศสำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.
- [10] ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, “การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ PRECIS และ ECHAM4”, 2552, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [11] สุจิตร์ คุณธนกุลวงศ์, วิรัช ฉัตรตรงค์, วินัย เขาวนวิวัฒน์, โชคชัย สุทธิธรรมจิต, วิษญาณ เจริญกุล และ วิชุดา เหมเสถียร, “ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทยและผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออก”, 2553, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- [12] สิริธรเทพ เต่าประยุร, เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์, เมกา ออกทาเวียอานี และ กฤตณัย ต่อศรี, “การศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM3 สำหรับประเทศไทย”, 2554, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- [13] ศุภกร ชินวรรณโณ, วิริยะ เหลืองอร่าม, เฉลิมรัฐ แสงมณี และ จุฑาทิพย์ ธนิกิตต์เมธาวุฒิ, “การจัดทำภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทยจากผลของแบบจำลองภูมิอากาศระดับท้องถิ่น PRECIS”, 2553, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [14] โครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, “ศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ”, 2554, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [15] World Bank, “Hydro-Agronomic-Economic Model for Mekong River Basin and Local Adaptation in Thailand”, 2011, Department of water resources.
- [16] G. Lenderink, A. Buishand, and W.V. Deursen, “Estimates of future discharges of the river Rhine using two scenario methodologies: direct versus delta approach” Hydrology and Earth System Sciences, 2007, 11(3), pp. 1145-1159.
- [17] J.M. Themeßl, A. Gobiet, and A. Leuprecht, “Empirical statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models” International Journal of Climatology, 2010, 31(10), pp. 1530-1544.
- [18] C. Teutschbein, and J. Seibert, “Bias correction of regional climate model simulations for hydrological climate change impact studies: Review and evaluation of different methods”, Journal of Hydrology, 2012, pp. 12-29.

- [19] ศิริลักษณ์ ชุ่มชื่น, สาคร มณีสาร, นพดล สุธะหลาน, ธนัท นกเอี้ยงทอง, ธนากร จันทร์ทิพย์, รัชเวช หาญชูวงศ์, สุดาใจ โล่หัวนิชชัย, อนุสรณ์ หอมเมือง, วลัยรัตน์ บุญไทย, สุนันท์พงศ์ สูงสุมาลย์, “แผนงานวิเคราะห์ประเมินผลการปฏิบัติการฝนหลวงกรณีศึกษา : การประเมินปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากการปฏิบัติการฝนหลวง”, 2552, กรมฝนหลวงและการบินเกษตร.



รัชเวช หาญชูวงศ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเกษตร และปริญญาโทสาขา Water Resources Engineering จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น และระดับปริญญาเอกสาขา Civil Engineering จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร



วลัยรัตน์ บุญไทย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และระดับปริญญาโทสาขา Soil Engineering จาก Asian Institute of Technology ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร



ศิริลักษณ์ ชุ่มชื่น สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมชลประทาน จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับปริญญาโท สาขาวิชา Water Resources Development จาก Asian Institute of Technology และระดับปริญญาเอกสาขา Civil and Env. Eng. จาก The University of New South Wales, Australia ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร