

แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในอนาคตที่ คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลัง ปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่โดยวิธี Kriging

Trend of Future Rainfall Estimates Using PRECIS Scenario A2 & B2 in Northeastern After Being Bias Adjusted with Spatial Monthly Average by Kriging Method

รัชเวช หาญชูวงศ์ วลัยรัตน์ บุญไทย และ ศิริลักษณ์ ชุ่มชื่น

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จ.กรุงเทพฯ 10530

E-mail: rhanchuowong@gmail.com

Manuscript received November 11, 2016,

Revised December 2, 2016.

บทคัดย่อ

เนื่องจากการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ยังคงมีความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนตามช่วงเวลาและพื้นที่ ซึ่งเป็นผลเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลและลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่รายกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ในแต่ละเดือน โดยประยุกต์ใช้ผลการวิเคราะห์ค่าปรับแก้รายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน 265 สถานี ในบทความ “การวิเคราะห์หาค่าปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 & B2 โดยใช้ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำฝน” มาใช้วิเคราะห์หาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่รายกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ในแต่ละเดือน โดยวิธี Simple Kriging, Ordinary Kriging, Universal Kriging, Co-Simple Kriging, Co-Ordinary Kriging และ Co- Universal Kriging ตามลำดับ ผลการคัดเลือกวิธีการปรับแก้ที่เหมาะสมพิจารณาจาก

ผลการ Cross-validation พบว่าปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 วิธี Simple Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน มกราคม และ กุมภาพันธ์ วิธี Ordinary Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน เมษายน วิธี Universal Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน กรกฎาคม วิธี Co- Simple Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน สิงหาคม พฤศจิกายน และ ธันวาคม, วิธี Co- Ordinary Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายนและ ตุลาคม วิธี Co- Universal Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน มีนาคม ขณะที่แบบจำลอง PRECIS Scenario B2 วิธี Simple Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน พฤศจิกายน และ ธันวาคม วิธี Ordinary Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน กรกฎาคม และ กันยายน, วิธี Co- Simple Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน กุมภาพันธ์ สิงหาคม และ ตุลาคม วิธี Co- Ordinary Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน มกราคม เมษายน และ มิถุนายน, วิธี Co- Universal Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน มีนาคม และ พฤษภาคม ตามลำดับ ผลของค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่รายกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ในแต่ละเดือน ถูก

ใช้ในการปรับแก้ปริมาณน้ำฝนในอนาคตช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ในพื้นที่ศึกษา 20 จังหวัด ได้แก่ มหาสารคาม นครพนม ร้อยเอ็ด สกลนคร ศรีสะเกษ นครราชสีมาหนองคาย บึงกาฬ หนองบัวลำภู อ่างทอง อุตรดิตถ์ อุบลราชธานี บุรีรัมย์ ชัยภูมิ มุกดาหาร สุรินทร์ ยโสธร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และ เลย เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนในอนาคต ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี, ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง เพิ่มขึ้น 7%, 8%, และ 5% ตามลำดับ ส่วน Scenario B2 เพิ่มขึ้น 10%, 12% และลดลง 1% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

คำสำคัญ: ปริมาณน้ำฝน, ค่าปรับแก้เชิงพื้นที่, คลิกกิง

ABSTRACT

Since there are variations in the future rainfall estimates using the regional climate model PRECIS Scenario A2 & B2 comparing to measured rainfall from rain gauge stations at a certain time and area due to seasonal influence and different geography in each area, hence, the objective of this study is to analyze and find spatial monthly average of bias adjustment with 1 km x 1 km grid cell in each month and to apply the analyzed monthly bias adjustments of 265 rain gauge stations located at the same position in the article "Analysis of Bias Adjusted Rainfall Estimates Using PRECIS Scenario A2 & B2 in Northeastern with the Data Collected from Rain Gauge Stations" to analyze and find spatial monthly average of bias adjustment with 1 km x 1 km grid cell in each month using Simple Kriging, Ordinary Kriging, Universal Kriging, Co-Simple Kriging, Co-Ordinary Kriging and Co-Universal Kriging respectively. The Cross-validation result is used to select the appropriate bias adjustment and it shows that the rainfall estimates using PRECIS Scenario A2 is suitable with Simple Kriging method for bias adjustment in January and February, Ordinary Kriging method is suitable for bias adjustment in April, Universal Kriging method is suitable for bias adjustment in July, Co-Simple Kriging method is suitable for bias adjustment in August, November and December, Co-Ordinary Kriging method is suitable for bias adjustment in May, June, September and October,

Co-Universal Kriging method is suitable for bias adjustment in March whereas the rainfall estimates using PRECIS Scenario B2 is suitable with Simple Kriging method for bias adjustment in November and December, Ordinary Kriging method is suitable for bias adjustment in July and September, Co-Simple Kriging is suitable for bias adjustment in February, August and October, Co-Ordinary Kriging is suitable for bias adjustment in January, April and June and Co-Universal Kriging is suitable for bias adjustment in March and May respectively. The result of spatial monthly average of bias adjustment with 1 km x 1 km grid cell in each month has been used for bias adjustment of future rainfall amount during the year 2013-2069 from the regional climate model PRECIS Scenario A2 & B2 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, Yasothon, Kalasin, Khon Kaen and Loei in order to analyze the trend of future rainfall amount. The study finds that the future rainfall estimates using PRECIS during the year 2013-2069 tend to have an increase in annual rainfall average, rainy season rainfall average and dry season rainfall average by 7%, 8% and 5% respectively for A2 scenario whereas B2 scenario has been increased by 10%, 12% and decreased by 8% respectively comparing to the base year 1970-2012.

Keywords: Rainfall, Spatial bias adjustment, Kriging

1. บทนำ

ประเทศไทยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเมื่ออัตราการเกิดภัยธรรมชาติต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ในช่วงสองถึงสามปีที่ผ่านมาสามารถสังเกตได้ถึงความไม่ปกติของฤดูกาล และความแปรปรวนของอากาศ ที่เห็นได้เด่นชัดคือตั้งแต่ปี 2553 เกิดอุทกภัย 21 จังหวัด ภาคกลางและภาคอีสาน มาจนถึงตลอดปี 2554 ประเทศไทยเจอวิกฤตด้านอุทกภัยต่อเนื่องและยาวนาน ในช่วงต้นปีซึ่งเป็นหน้าแล้งกลับเจออากาศหนาว และฝนตกหนักสลับกัน ทำให้เกิดอุทกภัยในภาคใต้ ช่วงต้นปี และในที่ราบลุ่มภาคเหนือกับภาคกลางในช่วงกลางปี เริ่มจากอิทธิพลของพายุไหหม่า (Haima) เข้าเมืองไทยเมื่อ 26 มิถุนายน 2554 แลวจังหวัดน่าน นกเต็น (Nok-Ten) ปลายเดือนกรกฎาคม 2554 ต่อมาประเทศไทยยังได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนอีก 3 ลูก คือ พายุโซนร้อนไห่ถาง (Haitang) ซึ่งเคลื่อนเข้าปกคลุมภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทยในวันที่ 28 กันยายน 2554 ได้ฝุ่นเ็นสาต (Nesat) และพายุโซนร้อนนาลแก (Nalgae) เข้าสู่ประเทศไทยเมื่อต้นตุลาคม 2554 ส่งผลให้ประเทศไทยตอนบนมีฝนตกชุกหนาแน่นโดยอุทกภัยครั้งนี้เป็นครั้งที่มึระดับความรุนแรงสูงสุด พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมีมากที่สุดในด้านปริมาณน้ำและจำนวนผู้ที่ประสบภัยมากที่สุด นักวิชาการได้สรุปว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเหล่านี้เป็นผลกระทบมาจากปรากฏการณ์ลานินยา (La Niña) [1] จากหลักฐานการศึกษาที่ผ่านมาในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ตลอดจนใช้สมมติฐานของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission scenarios) และกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในการประเมินผลที่แตกต่างกันของ [2], [3] และ [4] พบว่าในอนาคตประเทศไทยมีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเพิ่มสูงขึ้นในทุกภาค ดังนั้นการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อความถี่ของการเกิดอุทกภัยจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วน เพื่อหาแนวทางเตรียมตัว เพื่อรองรับปัญหาหรือลดผลกระทบที่สามารถเกิดขึ้นได้ในอนาคต การศึกษครั้งนี้จึงได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS ซึ่งจำลองภูมิอากาศอนาคตโดยใช้ข้อมูลตั้งต้นจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ECHAM4 โดยคัดเลือกภาพฉายภูมิอากาศภายใต้สถานการณ์ที่ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงตามข้อกำหนด IPCC (SRES Scenario) ในอนาคต 2 รูปแบบ ได้แก่ A2 และ B2 ซึ่งทำการศึกษาโดย Southeast Asia START Regional Center (START) ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555 และในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 ในพื้นที่ศึกษา 20 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่เนื่องจากการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ยังคงมีความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนตามช่วงเวลาและพื้นที่ ซึ่งเป็นผลเนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาลและลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ การศึกษครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่รายกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ที่เหมาะสมผลของค่าปรับแก้เชิงพื้นที่รายกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ถูกใช้ในการปรับแก้ปริมาณน้ำฝนในอนาคตช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612

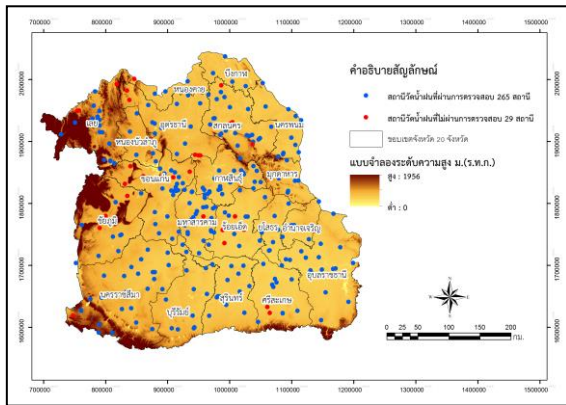
จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ในพื้นที่ศึกษา 20 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนในอนาคต

2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ผลการวิเคราะห์ค่าปรับแก้รายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน 265 สถานี ของ [5] มาใช้วิเคราะห์หาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่รายกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ในแต่ละเดือนโดยใช้วิธีสถิติเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Kriging ผลของค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่รายกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ในแต่ละเดือน ถูกใช้ในการปรับแก้ปริมาณน้ำฝนในอนาคตช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณน้ำฝนในอนาคตในพื้นที่ศึกษา 20 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ข้อมูลที่ใช้สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 ปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษา 20 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 จำนวน 294 สถานีถูกนำมาตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลปริมาณน้ำฝนด้วยวิธี Double mass curve ผลการตรวจสอบพบว่ามิสถานีวัดน้ำฝน 265 สถานีที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธี Double mass curve แสดงในรูปที่ 1 และจากการตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) โดยใช้การทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Shapiro-Wilk ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p\text{-value} \geq 0.05$) ของปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบความน่าเชื่อถือทั้งหมดจำนวน 265 สถานีนี้ พบว่าปริมาณน้ำฝนมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 265 สถานีนี้ได้ถูกนำไปใช้หาค่าปรับแก้ที่เหมาะสมสำหรับใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 เช่นเดียวกับ [5]



รูปที่ 1 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัด ที่ผ่านและไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลปริมาณน้ำฝน

2.2 ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 และในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 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 วันเท่านั้น) และมีความหนาของตารางกริดเท่ากับ 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 ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่าปริมาณน้ำฝนของกริดเซลล์ที่ตรวจสอบซึ่งอยู่ในพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัด มีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนรายวันของกริดเซลล์ข้างเคียง

3 การคัดเลือกค่าปรับแก้ (G/P) เฉลี่ยรายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการหาค่าปรับแก้เชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

การศึกษารุ่นนี้ทำการคัดเลือกค่าปรับแก้ (G/P) เฉลี่ยรายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่มีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นภายหลังการปรับแก้ โดยพิจารณาจากค่า Root Mean Square Error (RMSE) ที่หาค่าได้จากสมการที่ 1 [6] ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้ (G/P) เฉลี่ยรายเดือนที่น้อยลงเมื่อเทียบกับค่า RMSE ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ที่ไม่ปรับแก้ ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนเดียวกัน โดยวิเคราะห์เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องดังสมการที่ 2 สถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกต้องมีค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นมากกว่าศูนย์

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

เมื่อ $P_{i,t}$ คือ ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้ (G/P) เฉลี่ยรายปี, 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)

$$Accuracy_i = [(RMSE_{before,i} - RMSE_{after,i}) / RMSE_{before,i}] * 100 \quad (2)$$

เมื่อ Accuracy คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ณ ตำแหน่ง

สถานีวัดน้ำ i (%)

$RMSE_{before,i}$ คือ ค่า RMSE ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำ i

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

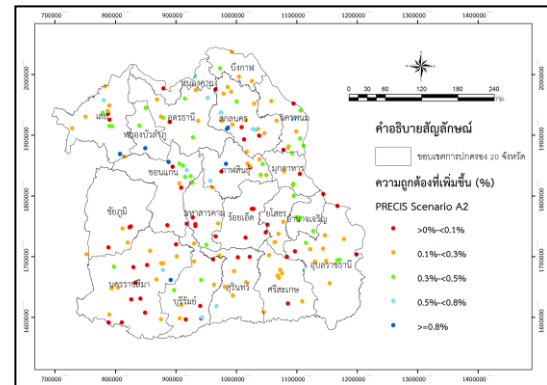
4 ผลการคัดเลือกค่าปรับแก้ (G/P) เฉลี่ยรายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการหาค่าปรับแก้เชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

ผลการคัดเลือกค่าปรับแก้ (G/P) เฉลี่ยรายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการหาค่าปรับแก้เชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 พบว่าสถานีวัดน้ำฝนที่ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนแล้วมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นมีจำนวน 183 สถานี โดยในแต่ละสถานีมีค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 2 สำหรับแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 พบว่าสถานีวัดน้ำฝนที่ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนแล้วมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นมีจำนวน 216 สถานี โดยในแต่ละสถานีมีค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 3 ผลการศึกษาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 183 และ 216 สถานี ของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 จะถูกใช้ในการคำนวณหาค่าปรับแก้เชิงพื้นที่โดยการประยุกต์ใช้วิธีสถิติเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Kriging ในการคำนวณหาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนในแต่ละกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. เพื่อใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612

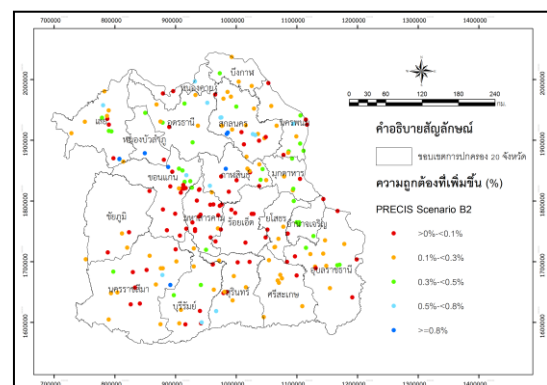
5 การวิเคราะห์หาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

การศึกษาค้นคว้าได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎี Kriging ร่วมกับแบบจำลอง Semivariogram model (i.e. Circular, Spherical, Tetraspherical, Pentaspherical, Exponential, Gaussian, Rational quadratic, Hole effect, K-bessel, J-bessel and Stable) ในการหาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่สำหรับ

แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 จากข้อมูลค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 183 และ 216 สถานี ของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 สำหรับทฤษฎีและสมมติฐานของวิธี Kriging มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2 สถานีวัดน้ำฝนที่ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนแล้วมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นจำนวน 183 สถานีจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2



รูปที่ 3 สถานีวัดน้ำฝนที่ภายหลังปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนแล้วมีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นจำนวน 216 สถานีจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2

[7] กล่าวถึงหลักการของวิธี Kriging มีสมมติฐานของสมการที่ใช้ในการทำนายค่าคล้ายคลึงกับสมการ Linear regression ดังในสมการที่ 3

$$\hat{Z}_{SK}(u) = m + \sum_{\alpha=1}^{n(u)} \lambda_{\alpha}^{SK}(u) [Z(u_{\alpha}) - m] \quad (3)$$

เมื่อ u คือ ตำแหน่งของจุดที่ต้องการทำนาย, u_{α} คือ ตำแหน่งของจุดที่อยู่รอบข้างกับจุดที่ต้องการทำนาย, m คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา, $n(u)$ คือ จำนวนข้อมูลที่อยู่รอบข้างทั้งหมดที่จะนำมาใช้ในการทำนาย ค่า $\hat{Z}_{SK}(u)$, $\lambda_{\alpha}^{SK}(u)$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ของจุดที่อยู่รอบข้างทั้งหมด $Z(u_{\alpha})$ ที่จะนำมาใช้ในการทำนายค่า ณ ตำแหน่ง (u) ซึ่งสามารถหาค่าได้จากสมการที่ 4

$$\sum_{\beta=1}^{n(u)} \lambda_{\beta}^{SK}(u) C(u_{\alpha} - u_{\beta}) = C(u_{\alpha} - u) \quad \alpha = 1, \dots, n(u) \quad (4)$$

เมื่อ $C(u_{\alpha} - u_{\beta})$ คือ ค่า Covariance ระหว่างจุดที่อยู่รอบข้างที่จะนำมาใช้ในการทำนาย, $C(u_{\alpha} - u)$ คือ ค่า Covariance ระหว่างจุดที่อยู่รอบข้างกับจุดที่ต้องการทำนาย โดยสมการที่ 4 สามารถทำให้อยู่ในรูป Matrix ได้ดังนี้

$$\lambda_{SK} = K^{-1}k \quad (5)$$

เมื่อ λ_{SK} คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ของจุดที่อยู่รอบข้างทั้งหมดที่ $Z(u_{\alpha})$ จะนำมาใช้ในการทำนายค่าในรูป Matrix, K คือ ค่า Covariance ระหว่างจุดที่อยู่รอบข้างที่จะนำมาใช้ในการทำนายในรูป Matrix, ดังเช่น ตัวอย่าง $K_{r,y} = C(u_r - u_y)$ คือ ค่า Covariance ระหว่างจุดที่อยู่รอบข้าง ที่ตำแหน่ง r และ y , k คือ ค่า Covariance ระหว่างจุดที่อยู่รอบข้างกับจุดที่ต้องการทำนายในรูป Matrix, ดังเช่น ตัวอย่าง $k_r = C(u_r - u)$ คือ ค่า Covariance ระหว่างจุดที่อยู่รอบข้าง ที่ตำแหน่ง r กับจุดที่ต้องการทำนายที่

ตำแหน่ง u , ซึ่งค่า Covariance K และ k สามารถหาค่าได้จากสมการ

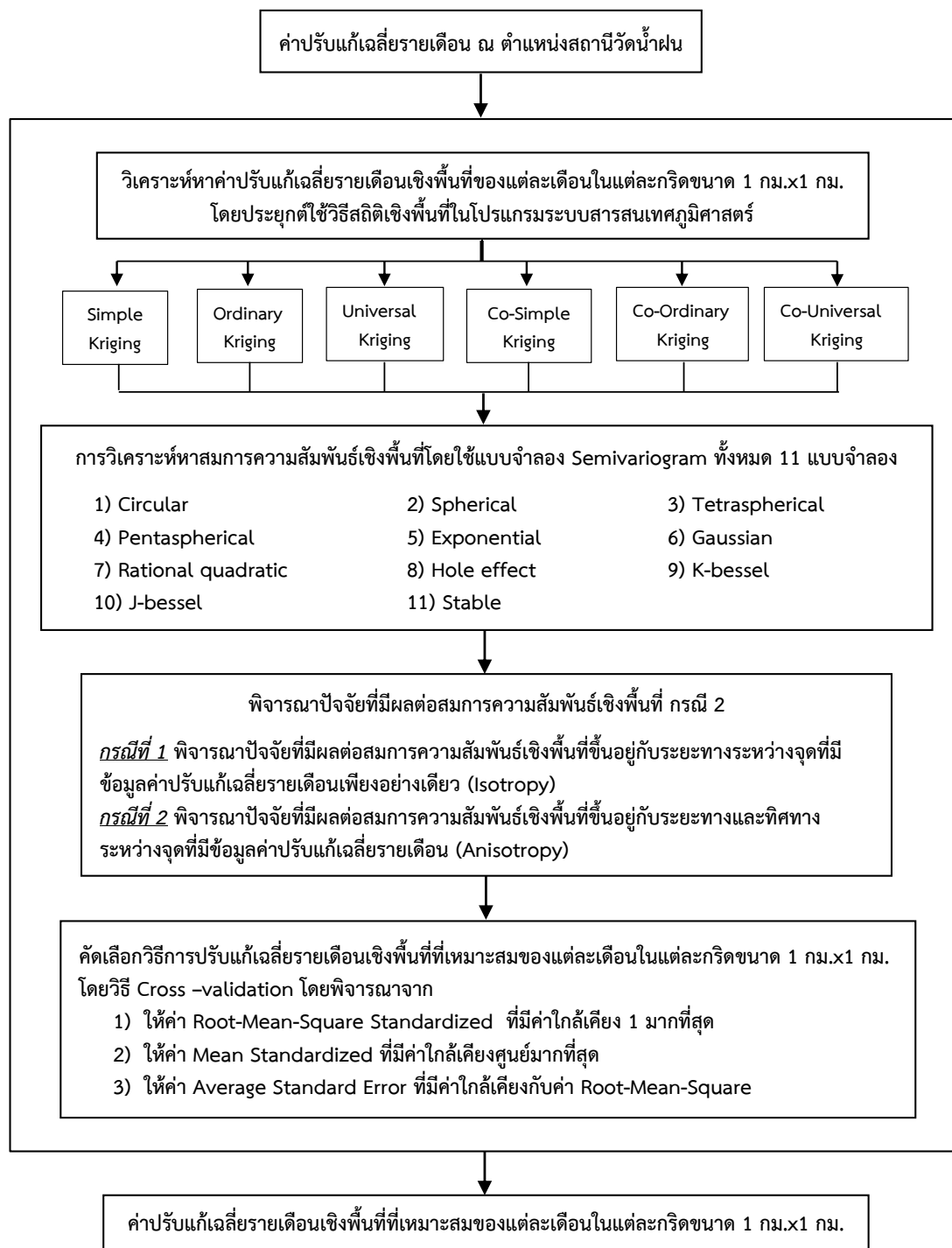
$$C(h) = Sill - \gamma(h) \quad (6)$$

เมื่อ $C(h)$ คือ ค่า Covariance ระหว่างจุดที่พิจารณาที่ระยะห่างกันเท่ากับ h , $\gamma(h)$ คือ ค่า Semivariance ที่ระยะทางเท่ากับ h ซึ่งหาค่าได้จากแบบจำลอง Semivariogram model (i.e. Circular, Spherical, Tetraspherical, Pentaspherical, Exponential, Gaussian, Rational quadratic, Hole effect, K-bessel, J-bessel and Stable) และ Sill คือ ค่า Semivariance ที่มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะทางแม้ระยะทางจะเพิ่มมากขึ้น

ขั้นตอนการหาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 จากข้อมูลค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือน ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 183 และ 216 สถานี ของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 โดยใช้วิธี Kriging มีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 4

6 ผลการวิเคราะห์หาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2

ผลการคัดเลือกวิธีการปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมของแต่ละเดือนในแต่ละกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. โดยวิธี Cross-validation ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 5 ของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 4 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ของแต่ละเดือนในแต่ละกริดขนาด 1 กม. x 1 กม.

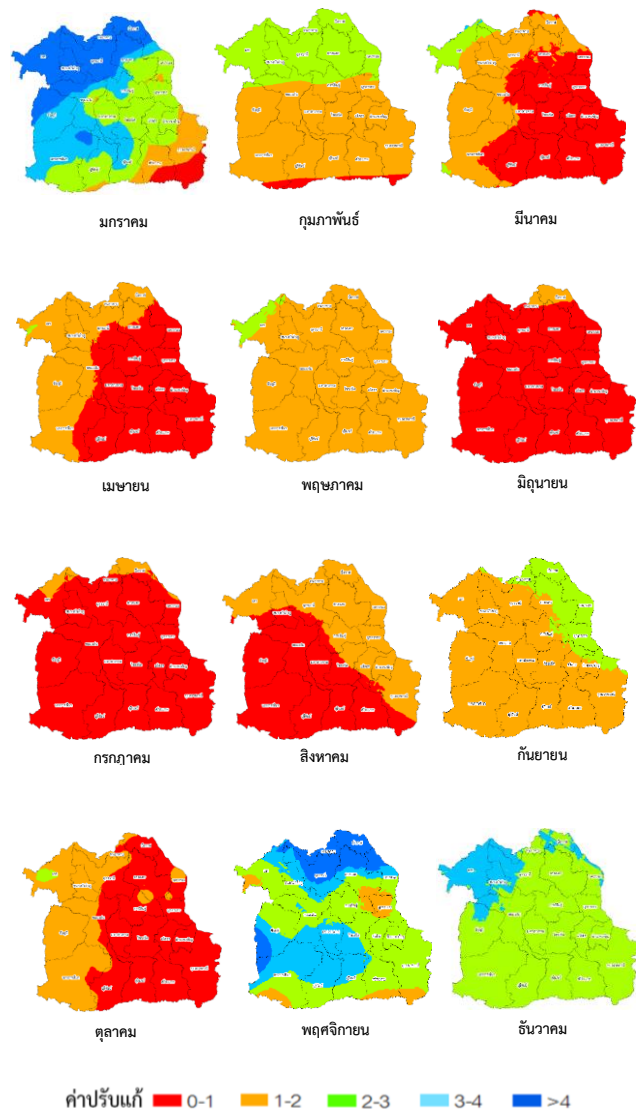
ตารางที่ 1 วิธีการปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมในแต่ละเดือนเพื่อใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2

เดือน	Kriging	Semivariogram	ปัจจัยที่ผลต่อความสัมพันธ์
มกราคม	Simple Kriging	Spherical	Isotropy
กุมภาพันธ์	Simple Kriging	Tetraspherical	Anisotropy
มีนาคม	Co-Universal Kriging	K-Bessel	Isotropy
เมษายน	Ordinary Kriging	J-Bessel	Isotropy
พฤษภาคม	Co-Ordinary Kriging	Stable	Isotropy
มิถุนายน	Co-Ordinary Kriging	Rational Quadratic	Isotropy
กรกฎาคม	Universal Kriging	Pentaspherical	Isotropy
สิงหาคม	Co-Simple Kriging	J-Bessel	Anisotropy
กันยายน	Co-Ordinary Kriging	Hole Effect	Anisotropy
ตุลาคม	Co-Ordinary Kriging	Spherical	Anisotropy
พฤศจิกายน	Co-Simple Kriging	J-Bessel	Isotropy
ธันวาคม	Co-Simple Kriging	Rational Quadratic	Isotropy

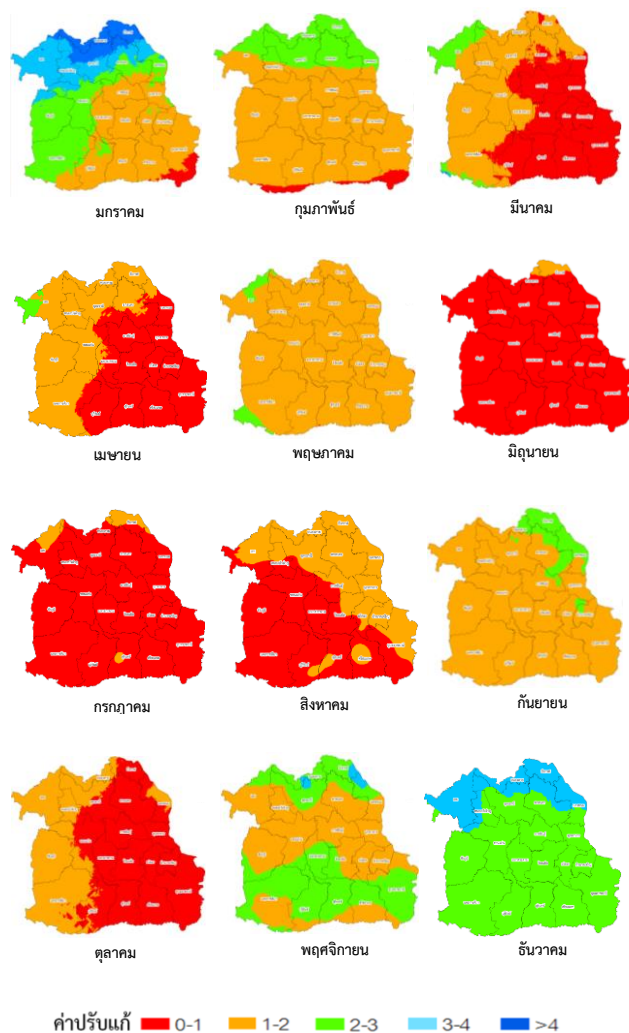
ตารางที่ 2 วิธีการปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมในแต่ละเดือนเพื่อใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2

เดือน	Kriging	Semivariogram	ปัจจัยที่ผลต่อความสัมพันธ์
มกราคม	Co-Ordinary Kriging	Hole effect	Anisotropy
กุมภาพันธ์	Co-Simple Kriging	J-Bessel	Anisotropy
มีนาคม	Co-Universal Kriging	J-Bessel	Anisotropy
เมษายน	Co-Ordinary Kriging	Gaussian	Isotropy
พฤษภาคม	Co-Universal Kriging	Rational Quadratic	Isotropy
มิถุนายน	Co-Ordinary Kriging	Pentaspherical	Isotropy
กรกฎาคม	Ordinary Kriging	Spherical	Isotropy
สิงหาคม	Co-Simple Kriging	Rational Quadratic	Isotropy
กันยายน	Ordinary Kriging	Tetraspherical	Isotropy
ตุลาคม	Co-Simple Kriging	Circular	Anisotropy
พฤศจิกายน	Simple Kriging	Circular	Isotropy
ธันวาคม	Simple Kriging	Gaussian	Isotropy

ประยุกต์ใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดสร้างแผนที่แสดงค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ในแต่ละกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ตามวิธีที่แสดงในตารางที่ 1 ของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 แสดงในรูปที่ 5 และตามวิธีที่แสดงในตารางที่ 2 ของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5 แผนที่ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ของเดือน ม.ค.-ธ.ค. ในแต่ละกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. สำหรับใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ในช่วงปีอนาคตรหว่างปี พ.ศ. 2556-2612



รูปที่ 6 แผนที่ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่ของเดือน ม.ค.-ธ.ค. ในแต่ละกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. สำหรับใช้ปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612

7 ผลการวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555

ผลการวิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่ได้จาก

แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555 แสดงในรูปแบบที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน และเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง การศึกษานี้ได้ทำการแบ่งช่วงเวลาสำหรับจัดทำแผนที่ออกเป็น 6 ช่วงช่วงละ 10 ปี ได้แก่ ช่วงที่ 1) ปี พ.ศ. 2556-2565, ช่วงที่ 2) ปี พ.ศ. 2566-2575, ช่วงที่ 3) ปี พ.ศ. 2576-2585, ช่วงที่ 4) ปี พ.ศ. 2586-2595, ช่วงที่ 5) ปี พ.ศ. 2596-2605 และ ช่วงที่ 6) ปี พ.ศ. 2606-2612 (7 ปี) เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลา และได้จัดทำแผนที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในภาพรวม 57 ปี (พ.ศ. 2556-2612) โดยมีรายละเอียดดังนี้

7.1 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

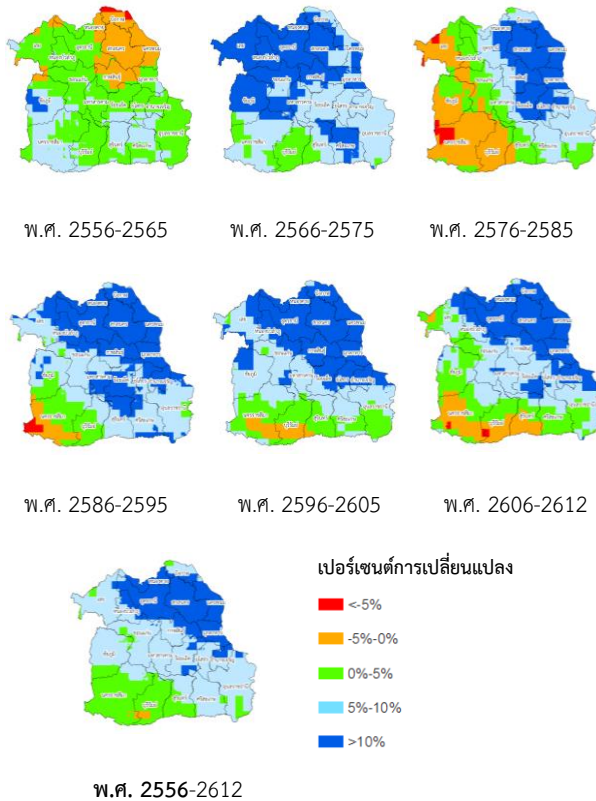
● แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2

ผลการจัดทำแผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555 ของช่วงที่ 1 ถึง 6 และในภาพรวม 57 ปี แสดงในรูปแบบที่ 7

ผลลัพธ์แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในบางพื้นที่ แต่ในบางพื้นที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัดพบว่าในช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2556 - 2565) ช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2566 - 2575) ช่วงที่ 3 (พ.ศ. 2576 - 2585) ช่วงที่ 4 (พ.ศ. 2586 - 2595) ช่วงที่ 5 (พ.ศ. 2596-2605) และ ช่วงที่ 6 (พ.ศ. 2606 - 2612) มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้น 3%, 10%, 5%, 10%, 10% และ 8% ตามลำดับ สำหรับในภาพรวม 57 ปี (พ.ศ. 2556 - 2612) พบว่ามีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้น 7% เมื่อเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555

● แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค *PRECIS Scenario B2*

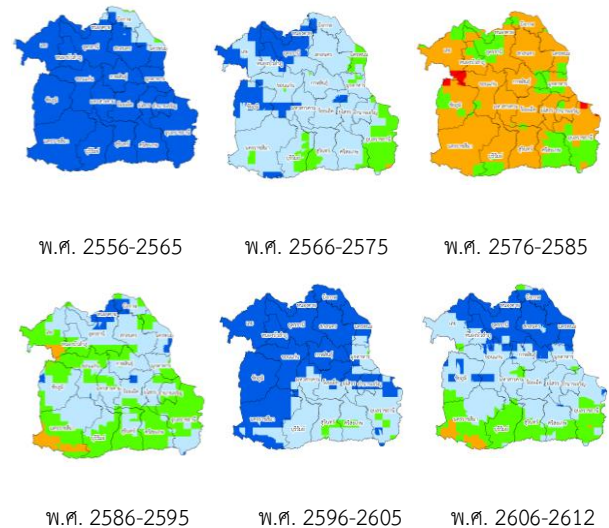
ผลการจัดทำแผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค *PRECIS Scenario B2* ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556 - 2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555 ของช่วงที่ 1 ถึง 6 และในภาพรวม 57 ปี แสดงในรูปที่ 8



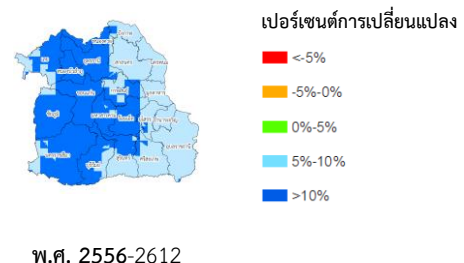
รูปที่ 7 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค *PRECIS Scenario A2* ในช่วงปีอนาคตเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555

ผลลัพธ์แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค *PRECIS Scenario B2* ในรูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในบางพื้นที่ แต่ในบางพื้นที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัดพบว่า

ในช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2556 - 2565), ช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2566 - 2575), ช่วงที่ 4 (พ.ศ. 2586 - 2595), ช่วงที่ 5 (พ.ศ. 2596 - 2605) และ ช่วงที่ 6 (พ.ศ. 2606 - 2612) มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้น 30%, 8%, 5%, 12% และ 8% ตามลำดับ ส่วนในช่วงที่ 3 (พ.ศ. 2576-2585) มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีลดลง 1% สำหรับในภาพรวม 57 ปี (พ.ศ. 2556-2612) พบว่ามีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้น 10% เมื่อเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555



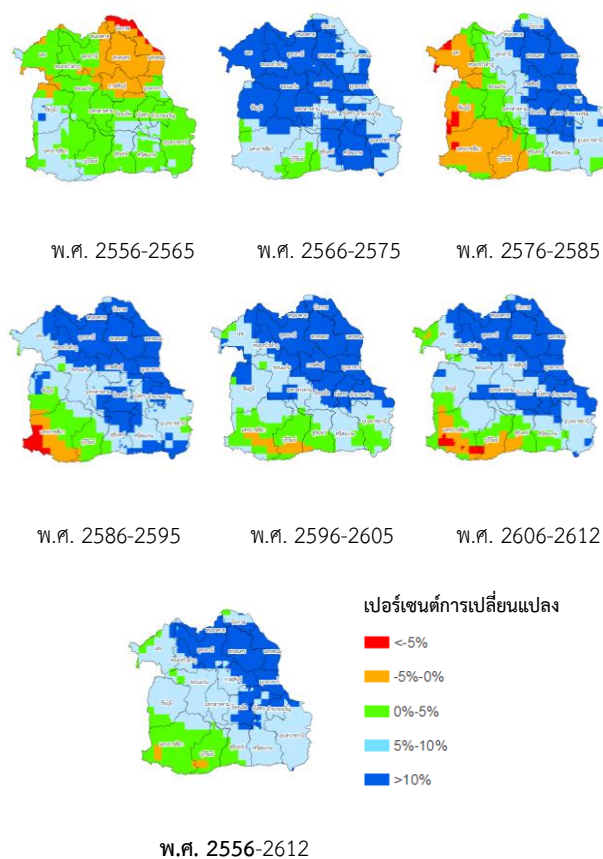
รูปที่ 8 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค *PRECIS Scenario B2* ในช่วงปีอนาคตเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555 (ต่อ)



รูปที่ 9 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค *PRECIS Scenario B2* ในช่วงปีอนาคตเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555

7.2 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

- แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ผลการจัดทำแผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 ของช่วงที่ 1 ถึง 6 และในภาพรวม 57 ปี แสดงในรูปที่ 9



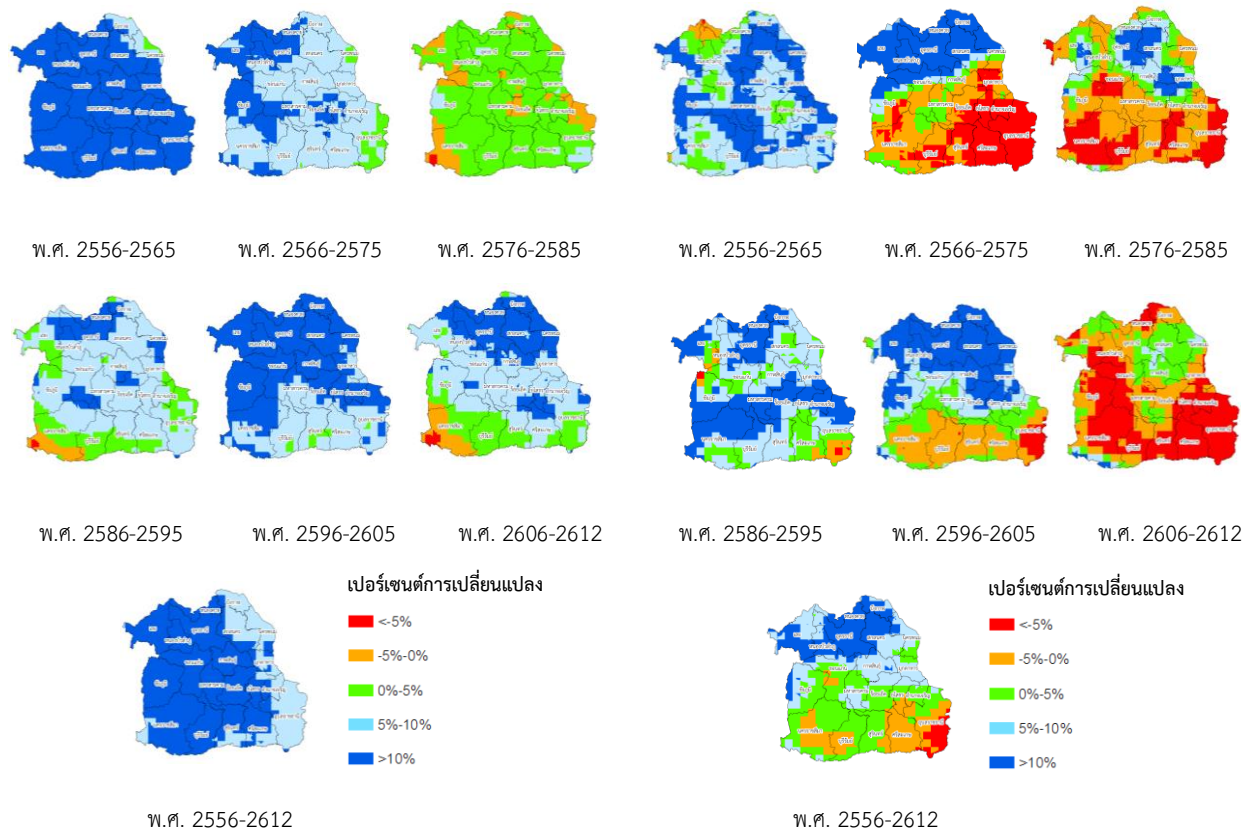
รูปที่ 9 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ในช่วงปีอนาคตเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 - 2555

ผลลัพธ์แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ในรูปที่ 9 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในบางพื้นที่ แต่ในบางพื้นที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัดพบว่าในช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2556 - 2565) ช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2566 - 2575) ช่วงที่ 3 (พ.ศ. 2576 - 2585) ช่วงที่ 4 (พ.ศ. 2586 - 2595) ช่วงที่ 5 (พ.ศ. 2596 - 2605) และ ช่วงที่ 6 (พ.ศ. 2606 - 2612) มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนเพิ่มขึ้น 2%, 11%, 5%, 9%, 10% และ 9% ตามลำดับ สำหรับในภาพรวม 57 ปี (พ.ศ. 2556 - 2612) พบว่ามีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนเพิ่มขึ้น 8% เมื่อเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

- แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2

ผลการจัดทำแผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 ของช่วงที่ 1 ถึง 6 และในภาพรวม 57 ปี แสดงในรูปที่ 10

ผลลัพธ์แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 ในรูปที่ 10 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในบางพื้นที่ แต่ในบางพื้นที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัดพบว่าในช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2556 - 2565), ช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2566 - 2575), ช่วงที่ 3 (พ.ศ. 2576 - 2585) ช่วงที่ 4 (พ.ศ. 2586 - 2595) ช่วงที่ 5 (พ.ศ. 2596 - 2605) และ ช่วงที่ 6 (พ.ศ. 2606 - 2612) มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนเพิ่มขึ้น 33%, 9%, 1%, 7%, 12% และ 7% ตามลำดับ สำหรับในภาพรวม 57 ปี (พ.ศ. 2556-2612) พบว่ามีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนเพิ่มขึ้น 12% เมื่อเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555



รูปที่ 10 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 ในช่วงปีอนาคตเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 – 2555

7.3 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 & B2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

● แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2

ผลการจัดทำแผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 ของช่วงที่ 1 ถึง 6 และในภาพรวม 57 ปี แสดงในรูปที่ 11

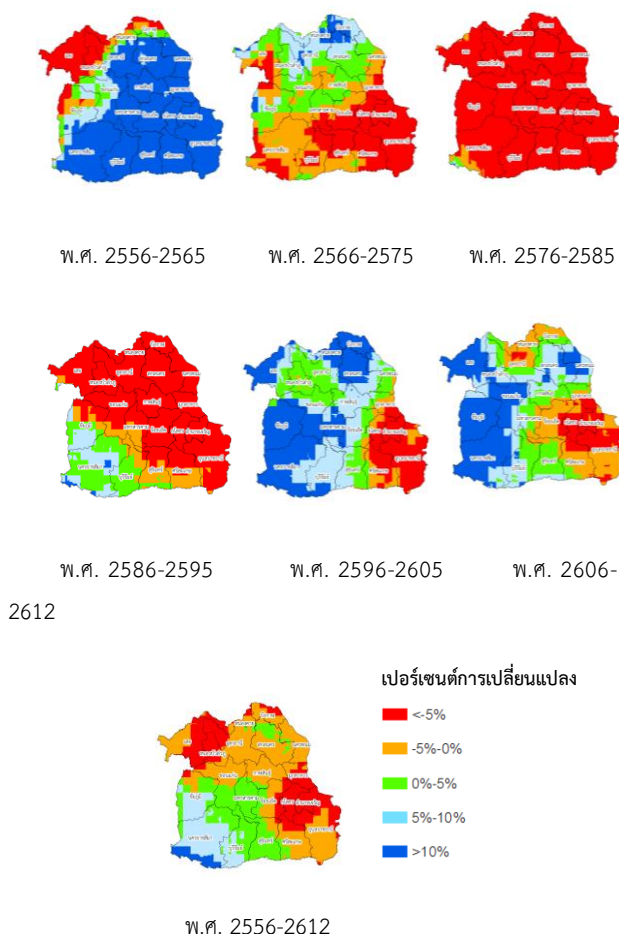
รูปที่ 11 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ในช่วงปีอนาคตเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523 – 2555

ผลลัพธ์แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario A2 ในรูปที่ 11 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในบางพื้นที่ แต่ในบางพื้นที่มีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัดพบว่าในช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2556 - 2565) ช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2566 - 2575), ช่วงที่ 4 (พ.ศ. 2586 - 2595), และช่วงที่ 5 (พ.ศ. 2596-2605) มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งเพิ่มขึ้น 9%, 7%, 9%, และ 7% ตามลำดับ ส่วนในช่วงที่ 3 (พ.ศ. 2576-2585) และ ช่วงที่ 6 (พ.ศ. 2606-2612) มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งลดลง 0.3% และ 5% ตามลำดับ สำหรับในภาพรวม 57 ปี (พ.ศ. 2556-2612)

พบว่ามีความโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งเพิ่มขึ้น 5% เมื่อเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

- แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2

ผลการจัดทำแผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 ภายหลังปรับแก้ในช่วงปีอนาคตระหว่างปีพ.ศ. 2556-2612 เทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555 ของช่วงที่ 1 ถึง 6 และในภาพรวม 57 ปี แสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 ในช่วงปีอนาคตเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

ผลลัพธ์แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS Scenario B2 ในรูปที่ 12 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งในอนาคตมีความโน้มเพิ่มขึ้นในบางพื้นที่ แต่ในบางพื้นที่มีความโน้มลดลง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาทั้ง 20 จังหวัดพบว่าในช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2556-2565), ช่วงที่ 5 (พ.ศ. 2596-2605) และ ช่วงที่ 6 (พ.ศ. 2606-2612) มีความโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งเพิ่มขึ้น 15%, 7% และ 6% ตามลำดับ ส่วนในช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2566-2575), ในช่วงที่ 3 (พ.ศ. 2576-2585) และ ช่วงที่ 4 (พ.ศ. 2586-2595) มีความโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งลดลง 2%, 21% และ 8% ตามลำดับ สำหรับในภาพรวม 57 ปี (พ.ศ. 2556-2612) พบว่ามีความโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งลดลง 1% เมื่อเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

8 สรุปผลการศึกษา

ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ค่าปรับแก้เฉลี่ยรายเดือนเชิงพื้นที่รายกริดขนาด 1 กม. x 1 กม. ในแต่ละเดือนที่เหมาะสมของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 วิธี Simple Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน มกราคม และ กุมภาพันธ์, วิธี Ordinary Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน เมษายน, วิธี Universal Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน กรกฎาคม, วิธี Co-Simple Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน สิงหาคม พฤศจิกายน และ ธันวาคม, วิธี Co- Ordinary Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน พฤษภาคม มิถุนายน กันยายนและ ตุลาคม, วิธี Co-Universal Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน มีนาคม ขณะที่แบบจำลอง PRECIS Scenario B2 วิธี Simple Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน พฤศจิกายน และ ธันวาคม, วิธี Ordinary Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน กรกฎาคม และ กันยายน, วิธี Co-Simple Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน กุมภาพันธ์ สิงหาคม และ ตุลาคม, วิธี Co-Ordinary Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน มกราคม เมษายน และ มิถุนายน, วิธี Co-Universal Kriging เหมาะสำหรับการใช้ปรับแก้เดือน มีนาคม และ พฤษภาคม

2) โดยเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในช่วงปีอนาคต (พ.ศ. 2556-2612) ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิอากาศ PRECIS Scenario A2 & B2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับในช่วงปีฐาน (พ.ศ. 2523-2555)

3) ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2 ในช่วงปีอนาคตระหว่างปี พ.ศ. 2556-2612 มีแนวโน้มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี, ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง เพิ่มขึ้น 7%, 8%, และ 5% ตามลำดับ ส่วน PRECIS Scenario B2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี, ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 10% และ 12% ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มลดลง 1% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับในช่วงปีฐานระหว่างปี พ.ศ. 2523-2555

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมทรัพยากรน้ำ, “โครงการความเป็นไปได้และความถี่ของการเกิดอุทกภัย/ดินถล่มจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ภาวะโลกร้อน: พื้นที่ศึกษาภาคเหนือ”, 2557, กรุงเทพฯ.
- [2] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, “โครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, ศึกษาด้านผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคตและการปรับตัวของภาคส่วนที่สำคัญ”, 2554, กรุงเทพฯ.
- [3] ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, “การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ PRECIS และ ECHAM4”, 2552, กรุงเทพฯ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [4] กันตธีร์ บุญประกอบ จิรสรณ์ สันติสิริสมบุรณ์ จารุทัศน์ สันติสิริสมบุรณ์ วรวิญญู วงษ์เสรี พัทธมน แก้วแพรก กัมพล พรหมจรรย์ประวิติ สิริวิรินทร์ เพชรรัตน์ ยอด สุขะมงคล ปวันรัตน์ อักษรสิงห์ชัย ขวัญฤทัย ศรีแสงฉาย, “ภาพฉายอนาคตการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย จากผลของการย่อยส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลก GFDL-R30”, 2553, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- [5] รัชเวช หาญชูวงศ์, วลัยรัตน์ บุญไทย, ศิริลักษณ์ ชุ่มชื่น, “การวิเคราะห์หาค่าปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง PRECIS Scenario A2&B2 โดยใช้ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำฝน”, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 20, 2558, วันที่ 8-10 กรกฎาคม 2558 จ.ชลบุรี.

- [6] ศิริลักษณ์ ชุ่มชื่น, สาคร มณีสาร, นพดล สุขะหลาน, ธนัท ทนอึ้งทอง, ธนากร จันทร์ทิพย์, รัชเวช หาญชูวงศ์ สุดาใจ โล่ห์วนิชชัย, อนุสรณ์ หอมเมือง, วลัยรัตน์ บุญไทย, สุนทรพงศ์ สูงสุมาลย์, “แผนงานวิเคราะห์ประเมินผลการปฏิบัติการฝนหลวงกรณีศึกษา : การประเมินปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากการปฏิบัติการฝนหลวง”, 2552, กรมฝนหลวงและการบินเขตร.
- [7] P. Goovaerts. Geostatistics for Natural Resources Evaluation, Oxford, New York, N.Y., 1997, pp. 483.



รัชเวช หาญชูวงศ์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเกษตร และระดับปริญญาโทสาขาวิชา Water Resources Engineering จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น และระดับปริญญาเอกสาขา Civil Engineering จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร



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



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