



# การประเมินชุดข้อมูลปริมาณฝนกริดเพื่อการประยุกต์ ทางอุทกวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย Evaluation of Grid Precipitation data Products for Hydrological Application over Upper Northern Part of Thailand

เทิดทศน์ ภุริธรรมวิวัฒน์ และ ดนัยปภ มณี\*

Terdas Phurithammawiwat and Donpapob Manee\*

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

\*E-mail: donpapob.m@ku.th, Tel.: 02-797-0999

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและเปรียบเทียบชุดข้อมูลระหว่างปริมาณฝนกริดจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทั่วโลก จำนวน 7 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์น้ำฝน GPCC - First Guess Monthly, PERSIANN - CCS, PERSIANN - CDR, GSMaP - MVK, GPM - 3IMERGM v06, TRMM - 3B43 และ TRMM - 3B42 กับฝนสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินจำนวน 90 สถานีของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2014 - 2020 โดยเป็นการเปรียบเทียบเชิงจุด จากนั้นตรวจสอบค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ME) ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (RB) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) จากผลการศึกษาและวิเคราะห์พบว่าปริมาณฝนมีความแตกต่างกันในด้านปริมาณของแต่ละผลิตภัณฑ์ ในการวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่า R มีค่าอยู่ระหว่าง 0.68 - 0.86 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลฝนกริดทุกผลิตภัณฑ์ มีความสัมพันธ์โดยตรงสอดคล้องกับชุดข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัด และค่า ME และ RB มีค่าอยู่ระหว่าง -12.31 - 17.19 มม. และ -10.2 - 24.46 % ส่วนค่า RMSE มีค่าอยู่ระหว่าง 54.73 - 69.53 มม. เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางสถิติกับค่าระดับความสูงเชิงดิจิทัล (ASTER DEM) ของสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินพบว่าผลิตภัณฑ์ฝนกริดมีการประเมินปริมาณฝนที่คลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นตามค่าระดับความสูง

**คำสำคัญ:** ฝนกริด; ฝนสถานี; ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate and compare the datasets between 7 global gridded precipitation products including rainfall product GPCC - First Guess Monthly, PERSIANN - CCS, PERSIANN - CDR, GSMaP - MVK, GPM - 3IMERGM v06, TRMM - 3B43 and TRMM - 3B42 with the 90 rain gauged stations of

the Royal Irrigation Department and the Meteorological Department in the upper northern region of Thailand in 2014 – 2020, as a point comparison. The statistical values such as correlation coefficient (R), mean error (ME), relative bias (RB), and square root mean squared error (RMSE) were analyzed. According to the investigation and analysis, there were differences in the amount of rainfall of each product, In statistical analysis, the R value is between 0.68 - 0.86, indicated that the gridded precipitation data of all products has a direct correlation with the station data, ME and RB values were between -12.31 - 17.19 mm and -10.2 - 24.46 %, while the RMSE values were between 54.73 - 69.53 mm. When analyzing the correlation between the statistical values and the digital elevation values (ASTER DEM) of the rain gauged stations, it was found that the grid products were estimated to increase the inaccurate rainfall with the elevation value.

**Keywords:** Gridded Precipitation; Rain Gauge; Upper Northern Part of Thailand

## 1. บทนำ

ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเป็นข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นในการวิเคราะห์ในการวางแผนและจัดการด้านทรัพยากรน้ำ รวมถึงการออกแบบโครงสร้างอาคารทางด้านชลศาสตร์ ซึ่งข้อมูลฝนของประเทศไทยในปัจจุบัน มีข้อจำกัดคือ มีข้อมูลไม่ครอบคลุมในทุกพื้นที่และการเก็บข้อมูลที่ไม่ยาวนานพอเนื่องจากการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝน และการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนเป็นแบบจุดในแต่ละสถานีอุปสรรคในเรื่องของการติดตั้งในพื้นที่สูงชันและงบประมาณในการดำเนินการติดตั้งทำให้ไม่ครอบคลุมพื้นที่ ที่จะทำการวิเคราะห์

ข้อมูลฝนกริด เช่น ฝนดาวเทียม จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ และในปัจจุบันในพื้นที่ประเทศไทยมีฝนดาวเทียมที่มีหลากหลายผลิตภัณฑ์ในอดีตที่ผ่านมายังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบจึงเป็นที่มาในการศึกษาการเปรียบเทียบชุดข้อมูลระหว่างปริมาณฝนกริดจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ กับฝนสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน

จากการศึกษาที่ผ่านมา ทิพย์กาญจน์และคณะ [1] พบว่าผลิตภัณฑ์ฝนดาวเทียม PERSIAN CCS มีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝนเพิ่มมากขึ้นตามค่าระดับความสูง แต่ผลิตภัณฑ์ฝนกริดไม่ได้มีเพียงผลิตภัณฑ์เดียวและพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยมีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีสภาพความสูงต่ำของพื้นที่ พื้นที่

ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจึงเป็นพื้นที่ที่ใช้ศึกษาในการวิเคราะห์ในครั้งนี้

ในการศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบชุดข้อมูลระหว่างปริมาณฝนกริดจำนวน 7 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ 1) ชุดผลิตภัณฑ์น้ำฝน Global Precipitation Climatology Center (GPCC - First Guess Monthly) ดำเนินการโดย Deutscher Wetterdienst (DWD, กรมอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติของเยอรมนี), 2) ชุดผลิตภัณฑ์ Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks -Cloud Classification System (PERSIANN - CCS), 3) ชุดผลิตภัณฑ์ Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks - Climate Data Record (PERSIANN CDR) พัฒนาโดยศูนย์อุทกอุตุนิยมวิทยาและการสำรวจระยะไกล (CHRS) ที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย เออร์ไวน์ (UCI), 4) ชุดผลิตภัณฑ์ Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP - MVK) ซึ่งปัจจุบันอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 5) ชุดผลิตภัณฑ์ The Global Precipitation Measurement (GPM-3IMERGM v06) ริเริ่มโดย NASA และ Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 6) ชุดผลิตภัณฑ์ The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM - 3B43) และ 7) The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM - 3B42) เป็นโครงการร่วมมือระหว่าง National

Aeronautics Space Administration (NASA) และ Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) ดังรายละเอียดตารางที่ 1 กับฝนสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินจำนวน 90 สถานีของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยาพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ในปี ค.ศ. 2014 – 2020 (7 ปี) เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลและเป็นแนวทางในการเลือกใช้ของแหล่งข้อมูลปริมาณฝน สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนสำหรับวางแผนโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในชุดที่ไม่มีข้อมูลตรวจวัดต่อไป

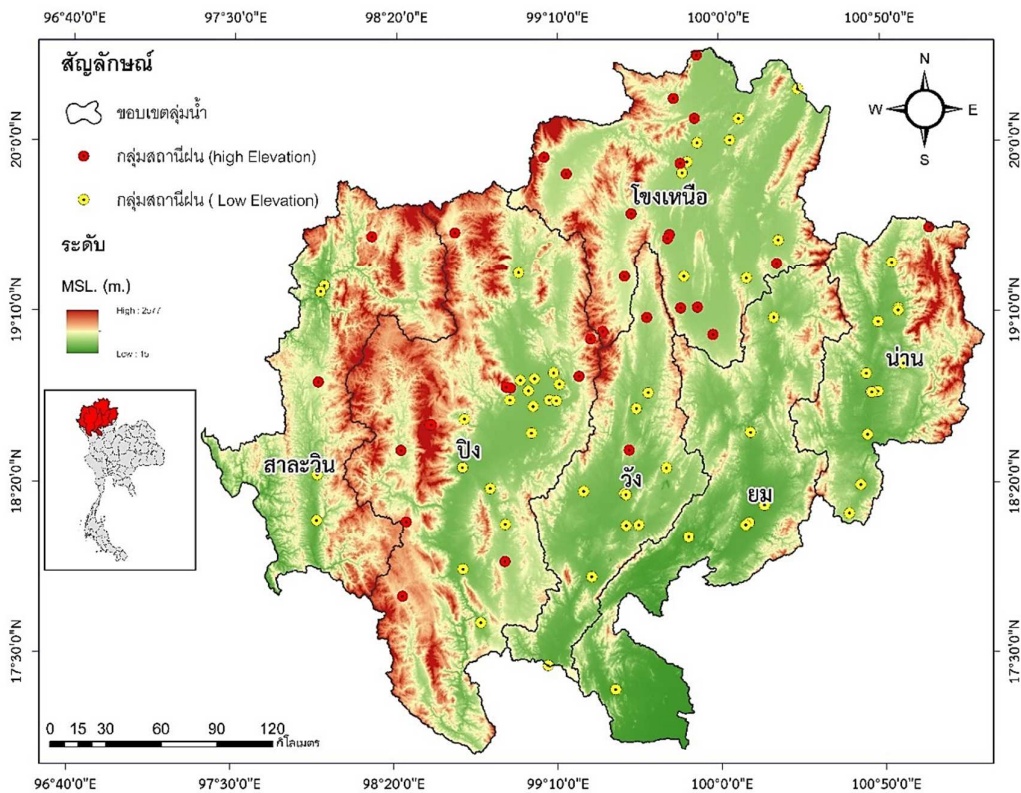
## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 พื้นที่ศึกษา

ภาคเหนือตอนบน ประกอบด้วยจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน ตาก

และ สุโขทัย รวม 10 จังหวัด มีพื้นที่รวม 55.7 ล้านไร่ หรือประมาณ ร้อยละ 53 ของพื้นที่ภาคเหนือ ดังแสดงในรูปที่ 1

ภาคเหนือตอนบน ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นป่า ภูเขาสูง และทิวเขาสูงสลับหุบเขาครอบคลุมพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศของภาคเหนือประกอบด้วยภูเขา เทือกเขาสลับกับที่ราบระหว่างหุบเขา และเทือกเขาสูงทอดตัวยาวในแนวเหนือ ใต้ แนวเทือกเขาเหล่านี้ต่อเนื่องมาจากเทือกเขาในมณฑลยูนนานประเทศจีน ภาคเหนือเป็นแหล่งต้นน้ำขนาดใหญ่ของประเทศถึงประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ลุ่มน้ำของภาคเหนือที่มีความสำคัญมากสำหรับภาคเหนือ และภาคกลาง คือ ปิง วัง ยม น่าน โขงเหนือ และสาละวิน [2]

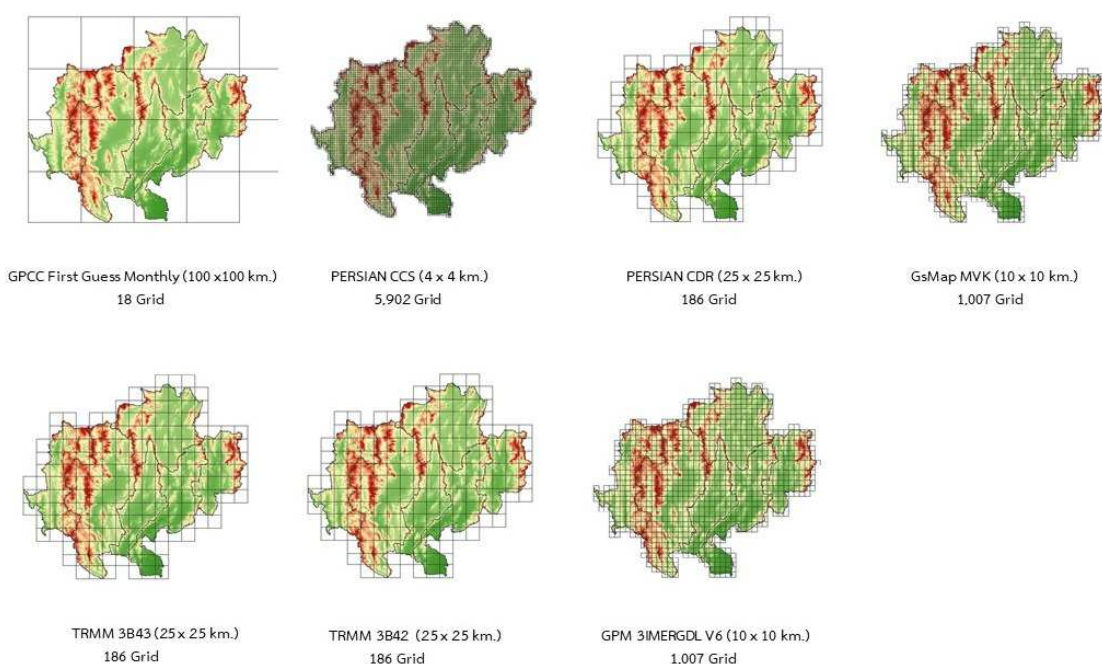


## 2.2 ข้อมูลและวิธีการวิจัย

### ก) การรวบรวมข้อมูลฝนสถานี

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายเดือนจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา ในช่วงปีข้อมูล ค.ศ. 2014 - 2020 พบว่ามีจำนวน 90 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน แนวเส้นรุ้ง (Latitude) แนวเส้นแวง (Longitude) และ ปริมาณน้ำฝนรายวัน โดยทำการคัดเลือกข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนที่ขาดหายไปทั้งปีหรือมีค่าผิดปกติออก พบว่าข้อมูลที่

ขาดหายไปนับเป็น 3.12% ของข้อมูลที่ใช้ทั้งหมด จากนั้นทำการวิเคราะห์ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนด้วยวิธีการฟัททวิ (Double Mass Curve) [3] โดยเปรียบเทียบปริมาณฝนสะสมรายเดือนของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนจากสถานีบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง โดยมีความน่าเชื่อถือของข้อมูลร้อยละ 97.5 จากจำนวน 40 สถานีที่อยู่โดยรอบสถานีข้างเคียงมาประเมินตรวจสอบ



รูปที่ 2 ความละเอียดเชิงพื้นที่ของชุดข้อมูลฝนกริดแต่ละผลิตภัณฑ์

### ข) การรวบรวมข้อมูลฝนกริด

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลฝนรายเดือนจากผลิตภัณฑ์ฝนกริดจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จำนวน 7 ผลิตภัณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 1 ช่วงระหว่างปี ค.ศ.2014 - 2020 ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยผลิตภัณฑ์ฝนกริดที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 7 ผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม [4] เกณฑ์การแบ่งผลิตภัณฑ์แบ่งจากแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ตรวจวัด ผลิตภัณฑ์กลุ่มแรกคือ ผลิตภัณฑ์น้ำฝนที่ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นทั่วโลก (Global Gauge-

Based Products) โดยการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีทั่วโลก ที่จัดทำโดยหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาระดับชาติ เช่น องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ผลิตภัณฑ์กลุ่มที่สอง คือ ผลิตภัณฑ์น้ำฝนที่ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม (Satellite-Related Precipitation Products) โดยใช้หลักการการปลดปล่อยพลังงาน (Emission) การดูดซับ (Absorption) และการสะท้อนกลับ (Reflection) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความยาวคลื่นหรือความถี่ต่าง ๆ จากสิ่งกีดขวางในอากาศ หลักการทำงานของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

จะคล้ายกับสถานีเรดาร์ตรวจอากาศภาคพื้นดิน แต่จะแตกต่างกันเรื่องตำแหน่งเครื่องตรวจวัด และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ดาวเทียมรับได้จะถูกส่งมายังเครื่องรับที่

ภาคพื้นดินเพื่อนำไปประมวลผลและนำไปใช้งาน [5] ผลิตภัณฑ์ทั้งสองกลุ่มมีความละเอียด แหล่งที่มา และเวลาที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริดและแหล่งที่มาของข้อมูล

| ชุดข้อมูล                                                                                | รุ่น                   | ความละเอียด<br>(องศา) | แหล่งที่มา          | ช่วงเวลา<br>(ค.ศ.) | จำนวนกริดตามพื้นที่ลุ่มน้ำ |          |       |     |       |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|----------|-------|-----|-------|------|
|                                                                                          |                        |                       |                     |                    | สาละวิน                    | โขงเหนือ | ปิง   | วัง | ยม    | น่าน |
| ผลิตภัณฑ์น้ำฝนที่ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นทั่วโลก<br>(Global Gauge-Based Products) |                        |                       |                     |                    |                            |          |       |     |       |      |
| GPCC                                                                                     | First Guess<br>Monthly | 1.00° x 1.00°         | SYNOP Data<br>(DWD) | 2004 to 2020       | 6                          | 4        | 7     | 5   | 6     | 4    |
| ผลิตภัณฑ์น้ำฝนที่ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม<br>(Satellite-Related Precipitation Products)      |                        |                       |                     |                    |                            |          |       |     |       |      |
| PERSIANN                                                                                 | CCS                    | 0.04° x 0.04°         | CHRS                | 2003 to 2020       | 954                        | 1,219    | 1,746 | 721 | 1,027 | 712  |
| PERSIANN                                                                                 | CDR                    | 0.25° x 0.25°         | CHRS                | 1983 to 2020       | 39                         | 43       | 62    | 31  | 40    | 28   |
| GSMaP                                                                                    | VMK (v7)               | 0.10° x 0.10°         | JAXA/EORC           | 2014 to 2020       | 177                        | 219      | 311   | 134 | 199   | 131  |
| GPM                                                                                      | 3IMERGM v06            | 0.10° x 0.10°         | GPM (Giovanni)      | 2000 to 2020       | 177                        | 219      | 311   | 134 | 199   | 131  |
| TRMM                                                                                     | 3B43 v7                | 0.25° x 0.25°         | TRMM (Giovanni)     | 1998 to 2019       | 39                         | 43       | 62    | 31  | 40    | 28   |
| TRMM                                                                                     | 3B42 Daily v7          | 0.25° x 0.25°         | TRMM (Giovanni)     | 1998 to 2019       | 39                         | 43       | 62    | 3   | 40    | 28   |

### ค) การเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณฝน

นำข้อมูลฝนรายเดือนจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มาประเมินเปรียบเทียบกับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดของกรมชลประทานและแลกรมอุตุฯ โดยเป็นการเปรียบเทียบเชิงจุด Pixel เดียวกับสถานีตรวจวัดจุดต่อจุด

เริ่มโดยกำหนดให้ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดแต่ละสถานีเป็นตัวแทนของข้อมูลฝนครอบคลุมพื้นที่ขนาดเทียบเท่ากับพื้นที่จุดภาพของข้อมูล โดยใช้เครื่องมือในโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ ในการดึงข้อมูลปริมาณฝนเข้าหาพิภพของแต่ละสถานีตรวจวัดน้ำฝนภาคพื้นดินที่ทำการศึกษา (Extraction Multivalue to Point) และจัดข้อมูลปริมาณฝนของแต่ละผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ เปรียบเทียบทุกสถานี (90 สถานี) และแบบแบ่งเกณฑ์ความสูงของสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ระดับค่าเฉลี่ยของข้อมูลความสูงดิจิทัล (ASTER DEM) ของ NASA [6] มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 90 สถานี ซึ่งเท่ากับ 400 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม Low Elevation คือกลุ่มสถานีที่มีความสูงต่ำกว่า 400 เมตรจากระดับทะเลปานกลางและกลุ่ม High Elevation คือกลุ่ม

สถานีที่มีความสูงมากกว่า 400 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ดังรายละเอียดของรูปที่ 1

### ง) การตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติของข้อมูล

ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติของข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ จำนวน 4 สมการ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, R) ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error, ME) ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias, RB) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error, RMSE) ดังสมการที่ (1) - (4)

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (G_i - \bar{G})(S_i - \bar{S})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (G_i - \bar{G})^2 \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}} \quad (1)$$

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - G_i) \quad (2)$$

$$RB = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - G_i)}{\sum_{i=1}^n G_i} \times 100\% \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - G_i)^2} \quad (4)$$

โดยที่  $n$  คือ จำนวนสถานีตรวจวัด

$G_i$  คือ ปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัด

$S_i$  คือ ปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ฝนกริดแต่ละชนิด

$\bar{G}$  คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัด

$\bar{S}$  คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ข้อมูลฝนกริดแต่ละชนิด

หลังจากนั้นจึงกำหนดความหมายและเกณฑ์ความพึงพอใจของแต่ละสมการดังต่อไปนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $R$ ) เป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวที่เป็นอิสระต่อกันโดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าระหว่าง  $-1 < r < 1$  กล่าวคือคือค่า  $R$  เป็นลบ แสดงว่าปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดและปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ฝนกริดมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม แต่ถ้าค่า  $R$  เป็นบวก แสดงว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน [7]

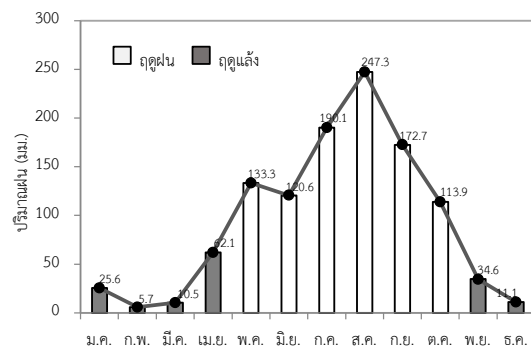
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ME) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าจากปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดและปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ฝนกริด กล่าวคือ เมื่อ ME มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ค่าปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ฝนกริดมากกว่าค่าจากปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัด แต่ถ้า ME มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ค่าปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ข้อมูลฝนกริดมีค่าต่ำกว่าค่าจากปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัด [8]

ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (RB) เป็นวิธีการหาค่าความเบี่ยงเบนของชุดข้อมูลทั้งหมด ระหว่างชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดและปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ฝนกริด ค่าที่ได้จะแสดงถึงความเบี่ยงเบนของข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ฝนกริดกล่าวคือเมื่อ RB มีค่าเท่ากับ 0 ถือว่าไม่มีความเบี่ยงเบนเลย และ RB ที่มีค่าเป็นบวก แสดงว่าชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ฝนกริดมีค่ามากกว่าชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัด แต่ถ้า RB มีค่าเป็นลบแสดงว่าชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริดมีค่าต่ำกว่าชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัด [9]

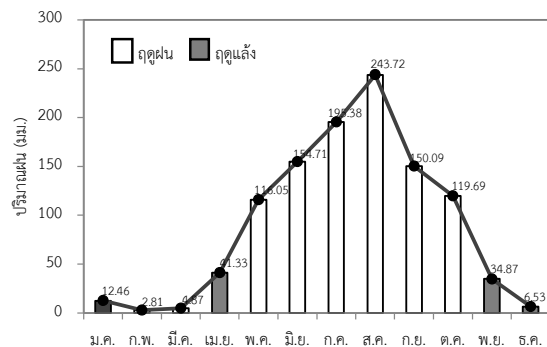
ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) เป็นวิธีการหาค่าระหว่างชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดและปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ข้อมูลฝนกริด หากค่า RMSE มีค่าน้อย แสดงว่า ค่าปริมาณน้ำฝนจากผลิตภัณฑ์ข้อมูลฝนกริดมีค่าใกล้เคียงกับค่าปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัด [10]

### 3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

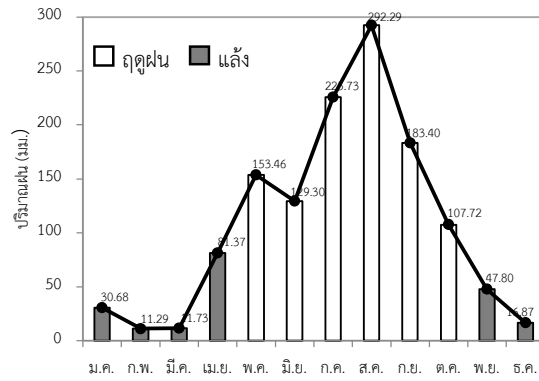
จากการประเมินเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณของฝนจากสถานีตรวจวัดของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวน 90 สถานี ช่วงปี ค.ศ.2014 - 2020 พบว่าพื้นที่ศึกษามีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,127.59 มม. โดยปริมาณฝนเฉลี่ยช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม - ตุลาคม) เท่ากับ 977.92 มม. หรือประมาณร้อยละ 86.72 ของปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปี และมีการกระจายตัวของฝนเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน และแต่ละลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3 (ก) - (ข)



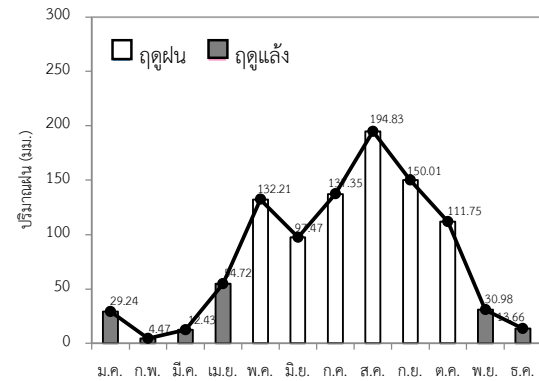
รูปที่ 3 (ก) ภาคเหนือตอนบน



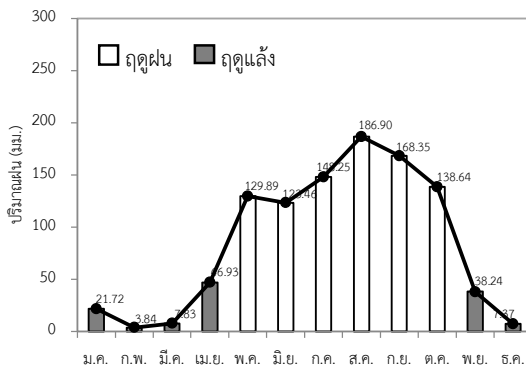
รูปที่ 3 (ข) ลุ่มน้ำสาละวิน



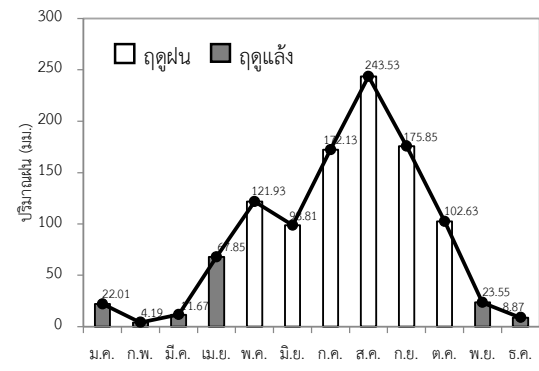
รูปที่ 3 (ค) กลุ่มน้ำโขงเหนือ



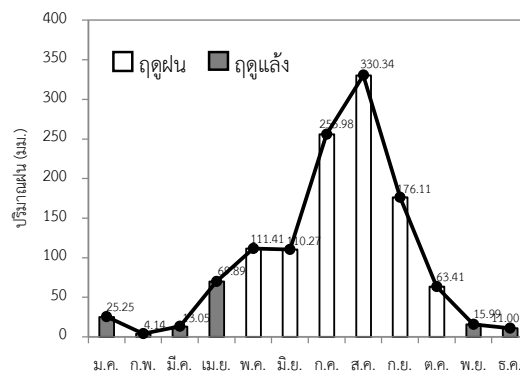
รูปที่ 3 (จ) กลุ่มน้ำวัง



รูปที่ 3 (ง) กลุ่มน้ำปิง



รูปที่ 3 (ฉ) กลุ่มน้ำยม

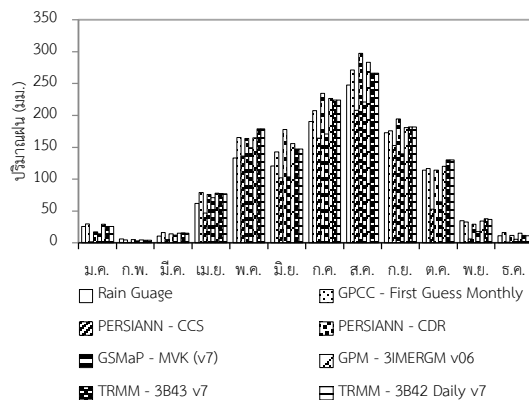


รูปที่ 3 (ซ) กลุ่มน้ำน่าน

รูปที่ 3 แสดงการกระจายตัวของฝนเฉลี่ยรายเดือนแต่ละกลุ่มน้ำ

**ก) การเปรียบเทียบเชิงจุดระหว่างสถานีตรวจวัดทุกสถานี (90 สถานี) กับกลุ่มชุดข้อมูลฝนกริด 7 ผลิตภัณฑ์**  
**การเปรียบเทียบรายเดือน**

จากการเปรียบเทียบเชิงจุดของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด จำนวน 7 ผลิตภัณฑ์พบว่าโดยส่วนใหญ่มีลักษณะการตกของฝนรายเดือนใกล้เคียงกับข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัด และในเชิงปริมาณส่วนใหญ่มีค่าปริมาณฝนสูงกว่าฝนสถานีตรวจวัดแต่มีผลิตภัณฑ์ฝนกริดจาก PERSIANN - CCS และ GSMaP - MVK (v7) ที่มีค่าต่ำกว่าค่าจากการตรวจวัดจริงดังรูปที่ 4 โดยผลิตภัณฑ์ PERSIANN - CCS มีค่าแตกต่างมากที่สุดโดยมีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่าง -93% - 2% ดังรูปที่ 6



**รูปที่ 4** การเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของชุดข้อมูลฝนสถานีทุกสถานี (90 สถานี) กับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด

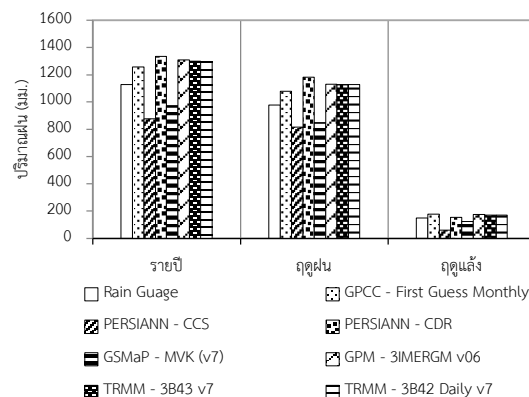
**การเปรียบเทียบรายปี**

การเปรียบเทียบเชิงจุดของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด จำนวน 7 ผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 5 พบว่าผลิตภัณฑ์ฝนกริดจาก GPCP - First Guess Monthly มีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าฝนเฉลี่ยรายปีของสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1,256.93 มม. มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ 10.47% ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฝน

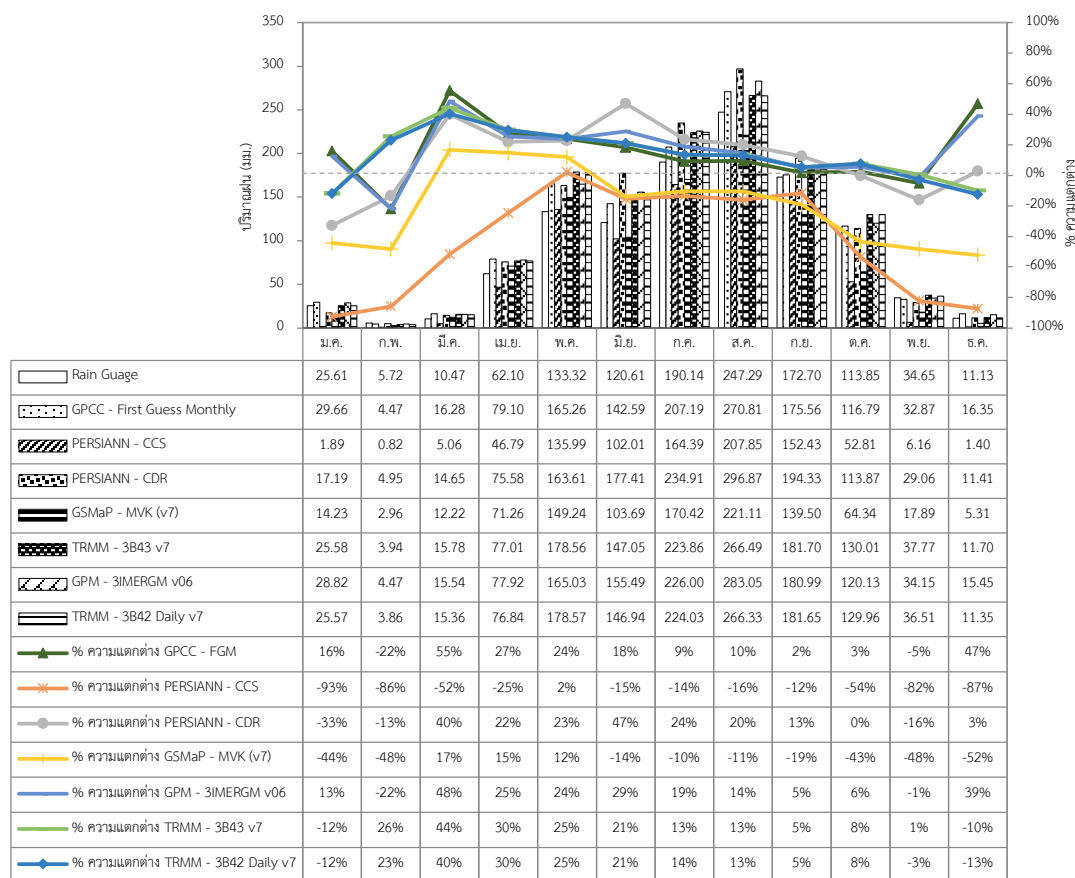
กริด PERSIANN - CCS มีค่าฝนเฉลี่ยรายปีแตกต่างกันมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 877.61 มม. มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ -22.17%

**การเปรียบเทียบรายฤดูกาล**

การเปรียบเทียบเชิงจุดของปริมาณฝนเฉลี่ยรายฤดูกาลกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด จำนวน 7 ผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 5 พบว่าผลิตภัณฑ์ฝนกริด GPCP - First Guess Monthly มีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าฝนเฉลี่ยรายฤดูของสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1,078.21 มม. มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ 10.26% ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฝนกริด PERSIANN - CDR มีค่าฝนเฉลี่ยรายปีแตกต่างกันมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1,181.00 มม. มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ 20.77% ส่วนฤดูแล้งมีค่าฝนเฉลี่ยผลิตภัณฑ์ฝนกริด PERSIANN - CDR มีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าฝนเฉลี่ยรายฤดูของสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 152.86 มม. มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ 2.13% ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ฝนกริด PERSIANN - CCS มีค่าฝนเฉลี่ยรายปีแตกต่างกันมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 62.12 มม. มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่ 58.45%



**รูปที่ 5** ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของชุดข้อมูลฝนสถานีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริดแบบแยกตามฤดูกาล



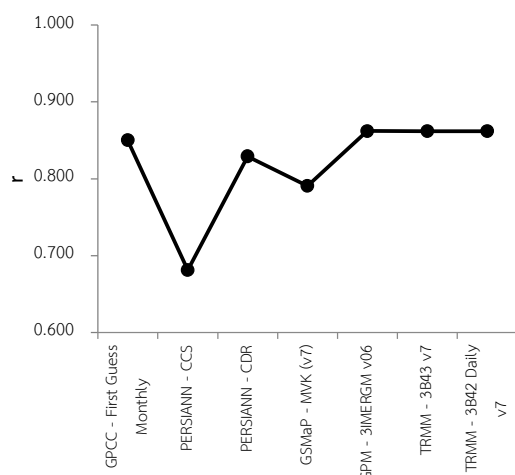
รูปที่ 6 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของชุดข้อมูลฝนสถานีทุกสถานี (90 สถานี) กับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด

#### การตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติของข้อมูลรายปี

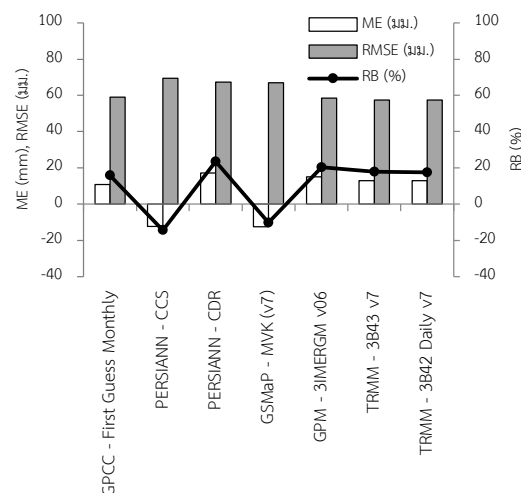
ในส่วนการคำนวณทางสถิติในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลรายปีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริดทั้ง 7 ผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 2 ผลของค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  $r$  โดยส่วนใหญ่ในทุก ๆ ผลิตภัณฑ์มีค่ามากกว่า 0.791 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลฝนจากทั้ง 7 ผลิตภัณฑ์ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลฝนตรวจวัดภาคพื้นดิน

เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์ PERSIANN - CCS และ GSMaP - MVK (v7) ค่า ME และ RB มีค่าเป็นลบ แสดงให้เห็นว่าค่าการประมาณที่ได้ต่ำกว่าค่าความเป็นจริง และผลของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

(RMSE) มีค่าอยู่ระหว่างระหว่าง 57.49 ถึง 69.53 มม. เมื่อพิจารณาค่าที่น้อยที่สุดแสดงให้เห็นว่าข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝนกริด TRMM 3B43 v7 และ TRMM 3B42 Daily v7 มีค่าใกล้เคียงค่าฝนเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดมากที่สุด ค่าสถิติในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแสดงในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 7 แสดงค่า  $r$  ของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีระหว่างข้อมูลฝนสถานีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด



รูปที่ 8 แสดงค่า ME RB และ RMSE ของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีระหว่างชุดข้อมูลฝนสถานีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยทางสถิติของข้อมูลปริมาณฝนรายปี

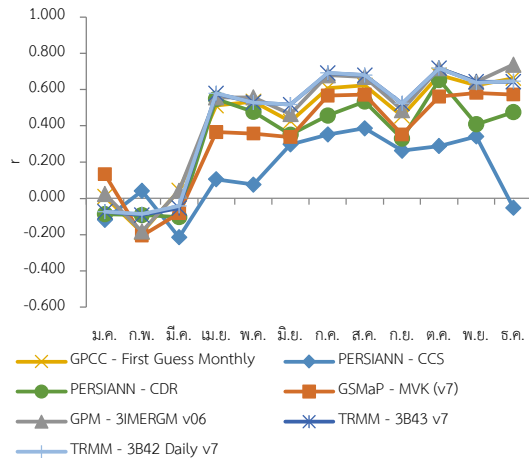
|             |            | ผลิตภัณฑ์น้ำฝนที่ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นทั่วโลก |           |           | ผลิตภัณฑ์น้ำฝนที่ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม |             |           |               |
|-------------|------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|-------------|-----------|---------------|
| ชุดข้อมูล   |            | GPCC                                                    | PERSIANN  | PERSIANN  | GSMaP                                 | GPM         | TRMM      | TRMM          |
| รุ่น        |            | First Guess Monthly                                     | CCS       | CDR       | MVK (v7)                              | 3IMERGM v06 | 3B43 v7   | 3B42 Daily v7 |
| ช่วงเวลา    |            | 2014-2020                                               | 2014-2020 | 2014-2020 | 2014-2020                             | 2014-2020   | 2014-2019 | 2014-2019     |
| ค่าทางสถิติ | $r$        | 0.850                                                   | 0.681     | 0.829     | 0.791                                 | 0.862       | 0.862     | 0.862         |
|             | ME (มม.)   | 10.78                                                   | -12.31    | 17.19     | -12.48                                | 14.96       | 13.02     | 12.82         |
|             | RB (%)     | 15.85                                                   | -14.44    | 23.47     | -10.20                                | 20.39       | 17.78     | 17.55         |
|             | RMSE (มม.) | 59.07                                                   | 69.53     | 67.28     | 66.94                                 | 58.54       | 57.49     | 57.49         |

### การตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติของข้อมูลรายเดือน

จากกราฟค่าทางสถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ME) ค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (RB) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของกลุ่มชุดข้อมูลฝนสถานีตรวจวัดทุกสถานี (90 สถานี) ดังรูปที่ 9 ถึงรูปที่ 12

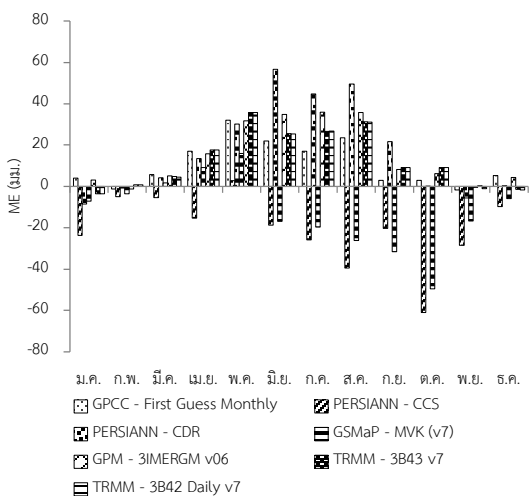
พบว่ากราฟค่าทางสถิติในแต่ละเดือน รูปแบบไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 7 ผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ กราฟค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) ของข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน ดังรูปที่ 9 พบว่าช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) มีค่าเป็นลบซึ่งหมายความว่าตัวแปรทั้งสอง

ตัวมีความสัมพันธ์กันในเชิงตรงกันข้ามกับข้อมูลฝนภาคพื้นดิน ส่วนช่วงฤดูฝน (พ.ค. – ก.ย.) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) มีค่าเป็นบวก แสดงว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลฝนตรวจวัดภาคพื้นดิน



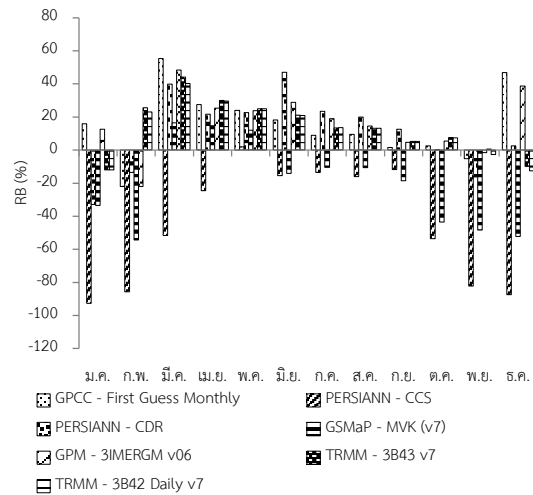
รูปที่ 9 แสดงค่า  $r$  ของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างชุดข้อมูลฝนสถานีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด

กราฟค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error) ดังรูปที่ 10 พบว่าโดยส่วนใหญ่มีค่าเป็นบวก แต่มี 2 ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าเป็นลบคือ ผลิตภัณฑ์ PERSIANN - CCS และ GSMaP - MVK (v7) หมายความว่า ค่าการประมาณที่ได้มีค่าที่สูงกว่าค่าจริง



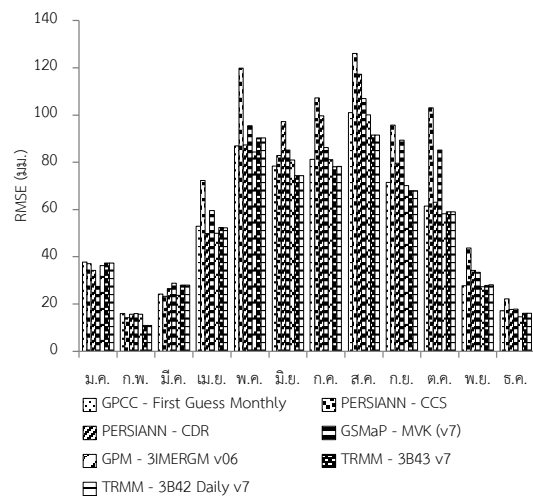
รูปที่ 10 แสดงค่า ME ของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างชุดข้อมูลฝนสถานีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด

กราฟค่าความเอนเอียงสัมพัทธ์ (Relative Bias) ของข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน ดังรูปที่ 11 พบว่าส่วนใหญ่มีค่าเชิงบวกแต่มีอยู่ 2 ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าเชิงลบคือ ผลิตภัณฑ์ PERSIANN - CCS และ GSMaP - MVK (v7) แสดงให้เห็นว่าค่าการประมาณที่ได้สูงกว่าค่าความเป็นจริง



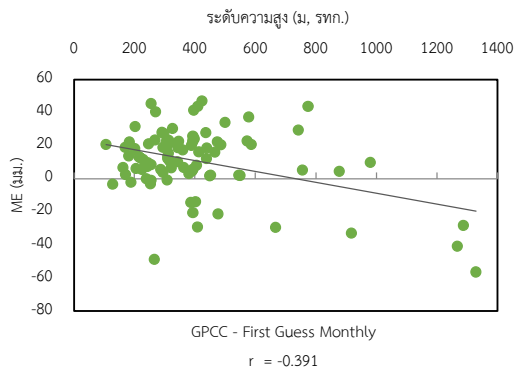
รูปที่ 11 แสดงค่า RB ของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างชุดข้อมูลฝนสถานีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด

ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ดังรูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของทุก ๆ ผลิตภัณฑ์มีค่าสูงต่ำกันไปในแต่ละเดือนจึงไม่สามารถบอกได้ว่าผลิตภัณฑ์ไหนมีค่าน้อยที่สุด และจะสังเกตได้ว่าในทุก ๆ ผลิตภัณฑ์ในช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.) ค่าทางสถิติจะมีค่าที่ต่ำกว่าช่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)

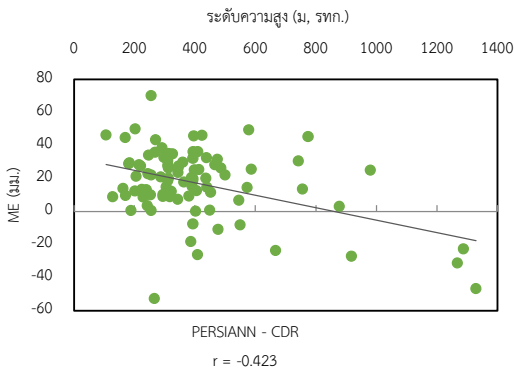


รูปที่ 12 แสดงค่า RMSE ของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนระหว่างชุดข้อมูลฝนสถานีกับชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริด

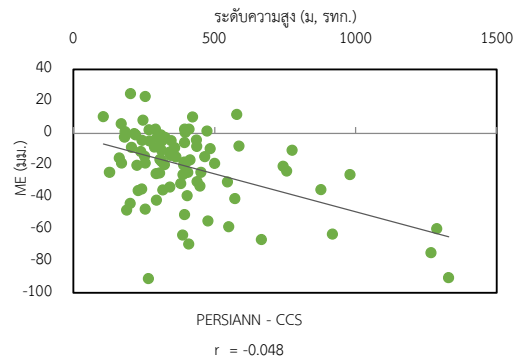
จากการวิเคราะห์ค่า ME ร่วมกับค่าความสูงของสถานี ตรวจวัดภาคพื้นดินทั้งหมด 90 สถานีของทั้ง 7 ผลัดภัยดัง รูปที่ 13 (ก) – 13 (ข) พบว่าโดยรวมค่า ME มีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ ค่า R มีค่าระหว่าง -0.048 ถึง -0.519 เมื่อแยกชุดข้อมูลแบ่งตามค่าระดับความสูงที่ระดับ 400 ม.(รทก.) พบว่ากลุ่ม Low Elevation มีค่าความสัมพันธ์ที่ดีกว่ากลุ่ม High Elevation แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝน ของทั้ง 7 ผลัดภัยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามค่าระดับความสูง



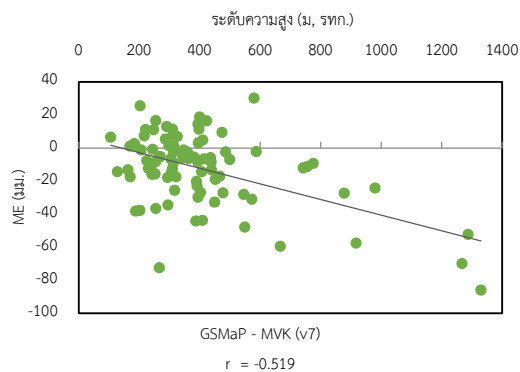
รูปที่ 13 (ก) GPCC - First Guess Monthly



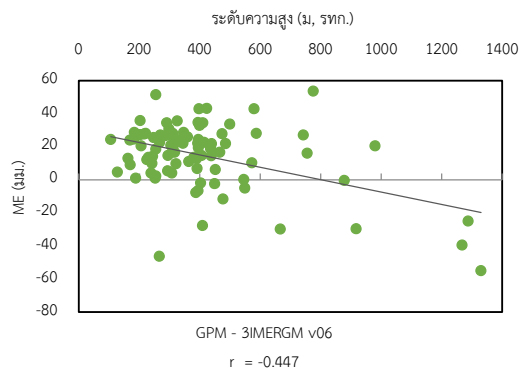
รูปที่ 13 (ข) PERSIAN – CDR



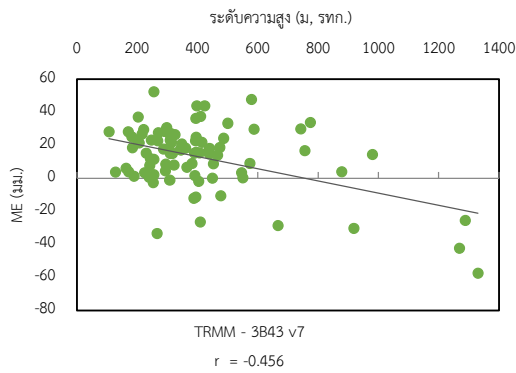
รูปที่ 13 (ค) PERSIAN – CCS



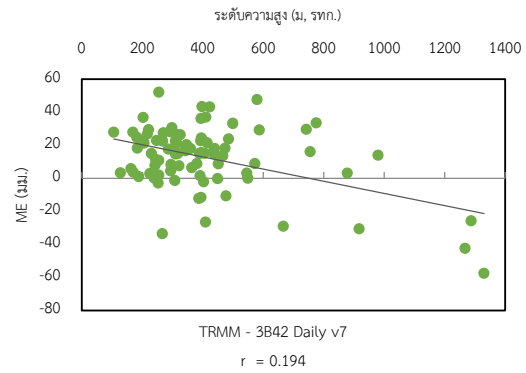
รูปที่ 13 (ง) GSMaP - MVK (v7)



รูปที่ 13 (จ) GPM - 3IMERGM v06



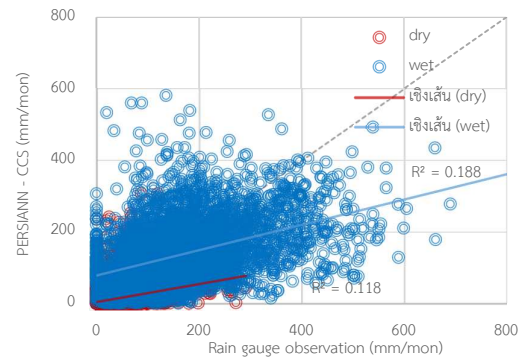
รูปที่ 13 (ฉ) TRMM - 3B43 v7



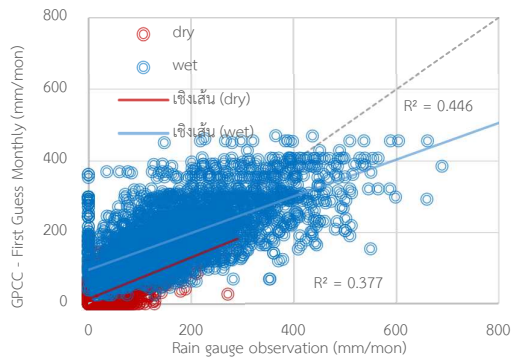
รูปที่ 13 (ช) TRMM - 3B42

รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางสถิติและค่าระดับความสูงของผลิตภัณฑ์ฝนกริด

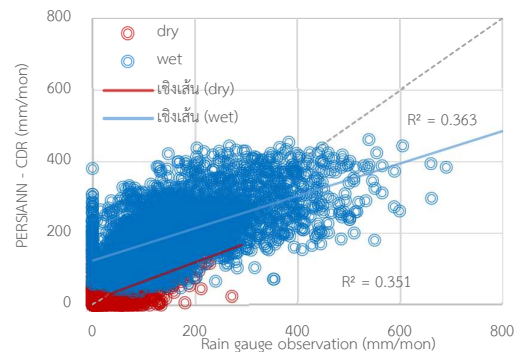
จากกราฟความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้ง 7 ผลิตภัณฑ์ ในการเปรียบเทียบเชิงจุดในรูปที่ 14 (ก) – 14 (ข) เพื่อดู การกระจายตัวของข้อมูลว่าไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ผลที่ได้คือ ชุดข้อมูลแยกฤดูฝน-ฤดูแล้ง โดยทั้งหมดฤดูฝนจะ มีความสัมพันธ์ที่ดีกว่าฤดูแล้งและผลิตภัณฑ์ที่มีค่า ความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ดีที่สุดคือผลิตภัณฑ์ GPM - 3IMERGM v06 โดยค่า  $r^2$  มีค่าเท่ากับ 0.487 ในฤดูฝนและ ค่า  $r^2$  มีค่าเท่ากับ 0.407 ในฤดูแล้ง



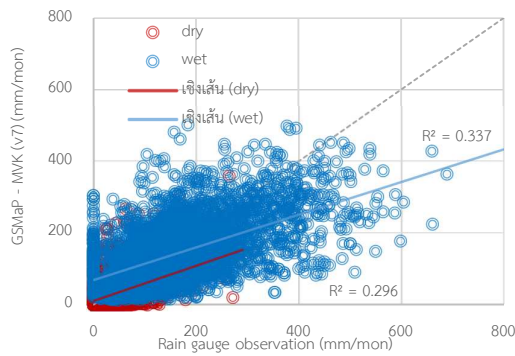
รูปที่ 14 (ข) PERSIAN - CCS



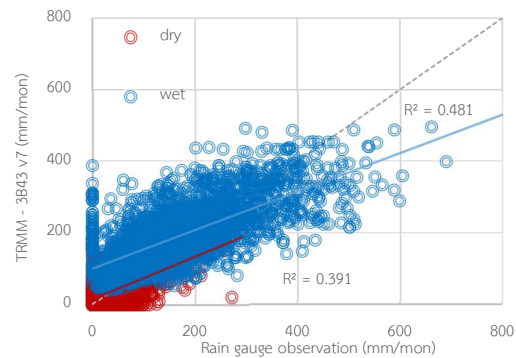
รูปที่ 14 (ก) GPCC – First Guess Monthly



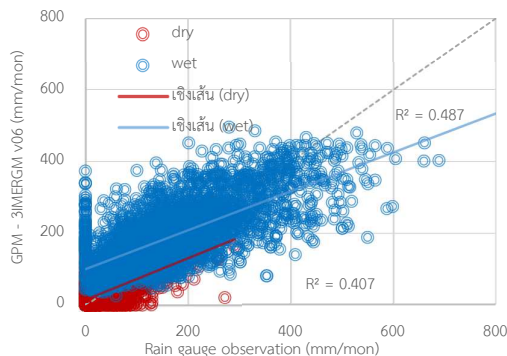
รูปที่ 14 (ค) PERSIAN – CDR



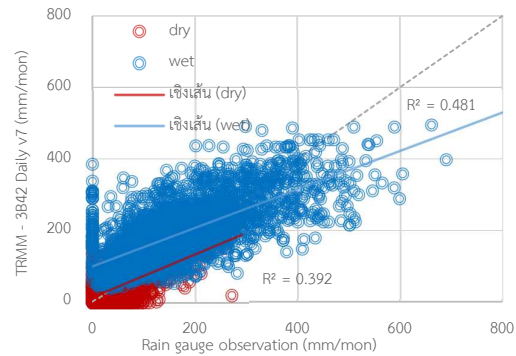
รูปที่ 14 (ง) GSMaP - MVK



รูปที่ 14 (ฉ) TRMM - 3B43



รูปที่ 14 (จ) GPM - 3IMERGM v06



รูปที่ 14 (ช) TRMM - 3B42 Daily v7

รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณฝนกริดและสถานีตรวจวัดฝน

#### 4. สรุป

งานศึกษานี้เป็นการประเมินเปรียบเทียบข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝนกริดจำนวน 7 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ GPCC - First Guess Monthly, APHRODITE - V1901, PERSIANN - CCS, PERSIANN - CDR, GSMaP - MVK, GPM - 3IMERGM v06, TRMM - 3B43 และ TRMM - 3B42 กับข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 90 สถานี ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พบว่าข้อมูลฝนกริดทุกผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์โดยตรงสอดคล้องกับข้อมูลฝนกริดจากสถานีตรวจวัด แต่ในด้านของปริมาณก็มีความแตกต่างกันในแต่ละผลิตภัณฑ์ซึ่งมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องคือ แหล่งที่มาของแต่ละผลิตภัณฑ์ ความละเอียดของข้อมูล ความยาวนานของข้อมูล

ความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝน และความสูงของสถานีวัดน้ำฝน ซึ่งประสิทธิภาพของแต่ละผลิตภัณฑ์ฝนกริด มีประสิทธิภาพที่ต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์ฝนกริดที่ให้ค่าที่ใกล้เคียงฝนจากสถานีมากที่สุด คือ GPCC First Guess Monthly อาจเป็นความละเอียดเชิงพื้นที่ที่น้อยและขนาดของกริดที่มากที่สุดคือ  $1.00^{\circ} \times 1.00^{\circ}$  จึงไม่เหมาะสำหรับการวางแผนโครงการขนาดเล็กที่มีพื้นที่รับน้ำไม่มาก และใน 3 ชุดข้อมูล ได้แก่ กลุ่มข้อมูลสถานีทุกสถานี กลุ่ม Low Elevation และกลุ่ม High Elevation ให้ค่าทางสถิติ Me และ RB ที่สอดคล้องกัน คือโดยส่วนมากมีค่าเป็นบวกซึ่งหมายความว่า ค่าการประมาณที่ได้มากกว่าความเป็นจริง ข้อมูลจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้เหมาะสำหรับการเตือนภัยต่าง ๆ อีกทั้งควรมีข้อระวังในการนำข้อมูลไปวางแผนโครงการ อาคารชลศาสตร์ เพราะการออกแบบจะส่งผลให้โครงสร้างใหญ่

เกินความจำเป็น และผลิตภัณฑ์ที่ให้ค่าเป็นลบในทุก ๆ กลุ่มข้อมูล ได้แก่ PERSIANN – CSS และ GSMap - MVK (v7) แต่ทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์นี้มีข้อดีคือ ขนาดกริดที่มีความละเอียดและมีการเก็บบันทึกข้อมูลที่ระยะเวลายาวนานกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดยในการศึกษานี้เมื่อวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 7 ผลิตภัณฑ์ในภาพรวมได้เสนอผลิตภัณฑ์ GPM - 3IMERGM v06 เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาประยุกต์ใช้งานทดแทนข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน เนื่องด้วยผลิตภัณฑ์ GPM - 3IMERGM v06 มีค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นดีที่สุดทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง มีขนาดความละเอียดเชิงพื้นที่ที่มากัดรองมาจากผลิตภัณฑ์ PERSIANN – CCS โดยมีขนาดกริด  $0.10^\circ \times 0.10^\circ$  มีการเก็บข้อมูลที่ยาวนานและยังมีการเผยแพร่ข้อมูลอยู่ถึงปัจจุบัน ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มข้อมูลตามค่าความสูงพบว่า กลุ่ม High Elevation มีค่า RMSE ที่มากกว่ากลุ่ม Low Elevation นั้นหมายความว่าค่าการประมาณที่ได้มีความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ [1] ที่ได้ศึกษาการประเมินปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากดาวเทียม PERSIANN CCS โดยใช้สถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน จึงจำเป็นอย่างยิ่ง

ที่ ต้องศึกษาวิจัยเพิ่มเติม กระบวนการปรับแก้ลดข้อผิดพลาดจากความสูงของภูมิประเทศ และในการศึกษานี้ยังไม่ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์ฝนกริดครอบคลุมทั้งหมด อาทิ กลุ่มผลิตภัณฑ์น้ำฝนที่ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นทั่วโลก ยังมีอีกหลายผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ GPCC PRIM, NCDC และ Daymet Version 3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ Daymet Version 3 ที่มีความละเอียดเพียง 1 กม. X 1 กม. ซึ่งมีความละเอียดของข้อมูลที่ค่อนข้างมากซึ่งอาจจะเหมาะสมกับการศึกษางานโครงการขนาดเล็กและมีช่วงข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 ถึงปัจจุบัน แต่ข้อมูลยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย เป็นอีกผลิตภัณฑ์หนึ่งที่น่าสนใจ ที่อาจจะนำไปศึกษาต่อยอดเพิ่มเติมได้กรณีขยายพื้นที่ครอบคลุมทั่วโลก

## 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยาที่ใช้ในการทำวิจัย และคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำในการวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ทิพย์กาญจน์ บุญชุ่ม, วิษุวัฒน์ แต่สมบัติ และ ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์, “การประเมินปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากดาวเทียม PERSIANN-CCS โดยใช้สถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน,” วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, ปีที่ 23, ฉบับที่ 3, หน้า 41-50, 2563.
- [2] สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, ยุทธศาสตร์ การวิจัย (พ.ศ. 2555-2559): ภาคเหนือ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2554.
- [3] J. K. Searcy and C. H. Hardison, “Double Mass Curves. Manual of hydrology: Part 1. General Surface Water Techniques,” US Geological Survey, Water-Supply Paper 1541-B., 1960.
- [4] S. Qiaohong, M. Chiyuan, D.Qingyun, A. Hamed S.Soroosh and H. Kuo-Lin, “A review of global precipitation data sets: Data sources, estimation, and intercomparisons,” Reviews of Geophysics, Reviews of Geophysics, Vol. 56, no. 1, Mar., pp. 79-107, 2018.
- [5] The ASTER Project, “The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer,” [asterweb.jpl.nasa.gov](https://asterweb.jpl.nasa.gov/), [Online]. Available: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/>, [Accessed Nov. 5, 2020].

- [6] สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์ และคณะ, การประเมินและพยากรณ์น้ำฝนจากข้อมูลระยะไกล. กรุงเทพฯ: หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550
- [7] ชูศรี วงศ์รัตน์, เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- [8] ธเนศร์ สมบูรณ์, การวิเคราะห์ค่าฝนเชิงพื้นที่จากข้อมูลฝนตรวจวัดภาคพื้นดินและภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับข้อมูลภูมิประเทศ กรณีศึกษาภาคใต้ของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2561.