

## การสร้างฝนกริดแบบรายเดือนสำหรับประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลฝนจาก สถานีตรวจวัดและผลิตภัณฑ์การรับรู้จากระยะไกล

### Development of Monthly Grid Rainfall for Thailand using Gauged Rainfall data and Remote Sensing Rainfall Product

กมลพัฒน์ ตันตีสุนิษฐ์กุล<sup>1</sup> นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
Corresponding author; E-mail address: tonosk128@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างฝนกริดแบบรายเดือนสำหรับประเทศไทยในช่วงเวลา 31 ปี (2528-2558) โดยใช้ข้อมูลฝนรายเดือนของสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 1,896 สถานี ในขั้นต้นได้ทำการตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของสถานีเหล่านี้และในกรณีที่เกิดความผิดพลาดได้ทำการย้ายตำแหน่งให้มีความถูกต้องมากขึ้น จากนั้นจึงใช้ Double Mass Curve (DMC) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลฝนรายเดือนสำหรับแต่ละสถานีกับสถานีที่ตั้งอยู่โดยรอบ ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลฝนรายเดือนที่ไม่น่าเชื่อถือที่ควรตัดทิ้งคิดเป็น 4% ของข้อมูลฝนทั้งหมด รวมทั้งสถานีที่ถูกตัดข้อมูลตัดทิ้งทั้งสถานีจำนวน 5 สถานี ทำให้ค่า Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) ของ DMC เพิ่มขึ้นจาก 0.774 เป็น 0.845 (เพิ่มขึ้น 9%) นอกจากนี้แล้ว ในการศึกษานี้ได้นำผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS แบบรายเดือนที่ได้จากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลมาปรับแก้ความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบกับฝนแบบกริด (Gridded Gauged Rainfall, GGR) ที่สร้างขึ้นจากข้อมูลฝนตรวจวัดที่ผ่านการตรวจสอบข้อมูลแล้ว โดยการสร้างแฟคเตอร์การปรับแก้ฝน CHIRPS ในช่วงเวลา 21 ปี (70% ของข้อมูลทั้งหมด) ให้มีค่าที่สอดคล้องกับ GGR ในแต่ละจุดภาพโดยใช้สมการพหุนามเมียร์ลลำดับสอง จากนั้นจึงนำค่าการปรับแก้ที่ได้ไปปรับฝน CHIRPS ของข้อมูลที่เหลือจำนวน 10 ปี (30% ของข้อมูลทั้งหมด) และนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลฝน GGR ในช่วงเวลาเดียวกัน ผลการเปรียบเทียบพบว่า ความสอดคล้องกันระหว่างของ CHIRPS หลังการปรับแก้มีค่าเพิ่มขึ้นจนมีความสัมพันธ์ในระดับสูง (NSE = 0.755, เพิ่มขึ้น 52%) แสดงว่าแฟคเตอร์การปรับแก้ที่สร้างขึ้นได้รับการพิสูจน์ว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ปรับแก้ฝน CHIRPS ในอนาคต ดังนั้น ข้อมูลฝน CHIRPS ที่ผ่านการปรับแก้แล้วสามารถนำมาใช้เป็นอีกแนวทางหนึ่งจากข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัดซึ่งต้องการงบประมาณสูงและเวลาที่ใช้มากในการตรวจวัด

คำสำคัญ: ฝนกริดแบบรายเดือน, ฝนจากสถานีตรวจวัด, ฝนจากผลิตภัณฑ์ CHIRPS, วิธีโค้งทับทวี

#### Abstract

This study aims to create 31 years of monthly gridded rainfall (1985-2015) for Thailand using gauged rainfall data at 1,896 stations. The locations of these stations were validated for their accuracy and some of them were relocated to the more accurate locations. Double Mass Curve (DMC) was subsequently applied to check the consistency of rainfall data by comparing data of the station of interest with data from surrounding. The results suggested that 4% of the original rainfall data set should be eliminated including the entire dataset at 5 stations to improve the Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) of the DCM from 0.774 to 0.845 (9% increased). Furthermore, monthly CHIRPS rainfall product from remote sensing technique were verified for their accuracy by comparing them to Gridded Gauged Rainfall (GGR) which were created from the validated gauged rainfall dataset. Bias correction factors for 21 years (70 % of data) at each pixel were calculated to adjust CHIRPS rainfall to be corresponded to the GGR using the second order polynomial equation. The bias corrections were later applied to the remaining 10 years (30 % of data) of CHIRPS rainfall and compared to the GGR. The correlations of the original CHIRPS compared to the biased CHIRPS increased to the high accuracy level (NSE = 0.755, 52% increased). These bias correction factors were proved to be suitable to be applied for future monthly CHIRPS rainfall to be used as an alternative to the gauged rainfall data which required high cost and time consuming.

Keywords: Monthly Grid Rainfall, Gauged Rainfall, CHIRPS, Double Mass Curve

## 1. คำนำ

ปริมาณฝนนับว่าเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญมากปัจจัยหนึ่งในวัฏจักรทางอุทกวิทยา จึงจำเป็นต้องติดตั้งสถานีตรวจวัดฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม ในการนำข้อมูลฝนมาใช้งานจำเป็นต้องทำการประเมินความลึกฝนเชิงพื้นที่โดยใช้วิธีการประมาณค่าในระหว่างด้วยเทคนิคต่าง ๆ อาทิเช่น เทคนิค Geostatistical Kriging, Inverse Distance Weighted (IDW), Thin Plate Spline (TPS) และ Thiessen Polygon [1-3] เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ความลึกฝนเชิงพื้นที่ คือ ความถูกต้องของข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนที่เป็นผลมาจากกระบวนการเก็บข้อมูลและปัจจัยจากสภาพภูมิประเทศ

ในหลาย ๆ ภูมิภาคทั่วโลกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนา พบว่าสถานีตรวจวัดปริมาณฝนจะมีอยู่อย่างจำกัดและไม่มีการกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงซึ่งโดยปกติจะมีฝนตกมากกว่าบริเวณพื้นที่ราบแต่กลับมีความหนาแน่นของสถานีตรวจวัดที่น้อยมาก เนื่องจากความไม่สะดวกในการจัดเก็บข้อมูล ดังนั้น ความหนาแน่นของสถานีตรวจวัดที่น้อยจึงเป็นข้อจำกัดสำคัญที่ส่งผลต่อความถูกต้องของผลการประเมินปริมาณฝนเชิงพื้นที่ [4-6] จากข้อจำกัดของการตรวจวัดฝนจากสถานีตรวจวัดภาคสนาม เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ฝนที่ได้จากการรับรู้จากระยะไกลได้รับความนิยมในการนำมาใช้เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์ฝนที่ได้จากการรับรู้จากระยะไกลนั้น เป็นการตรวจวัดปริมาณฝนในเชิงพื้นที่โดยทางอ้อม กล่าวคือ เป็นการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ อุณหภูมิยอดเมฆ และค่าการสะท้อนกลับจากพื้นผิวของช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ จากนั้นข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาประมวลผลรวมกันเพื่อประเมินเป็นปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ [7] ทั้งนี้ พื้นฐานที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ฝนที่ได้จากการรับรู้จากระยะไกล คือ เป็นกระบวนการเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติและเป็นการเก็บข้อมูลจากทุกจุดภาพโดยไม่ต้องพึ่งพามนุษย์ในการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล อย่างไรก็ตาม การนำข้อมูลปริมาณฝนจากผลิตภัณฑ์การรับรู้จากระยะไกลมาใช้ทดแทนข้อมูลจากการตรวจวัดโดยตรงไม่ใช่วิธีการที่เหมาะสม จากการศึกษาของ Becker et al. (2013) [8] ได้แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของข้อมูลฝนจากการรับรู้จากระยะไกลจะเพิ่มขึ้นเมื่อทำการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ โดยขั้นตอนการตรวจพิสูจน์ปริมาณฝนจากผลิตภัณฑ์จากการรับรู้จากระยะไกลจะต้องอาศัยข้อมูลจากการตรวจวัดฝนภาคสนามเป็นตัวอ้างอิง อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากภาคสนามซึ่งจะต้องใช้ในการอ้างอิงมักถูกละเลยในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

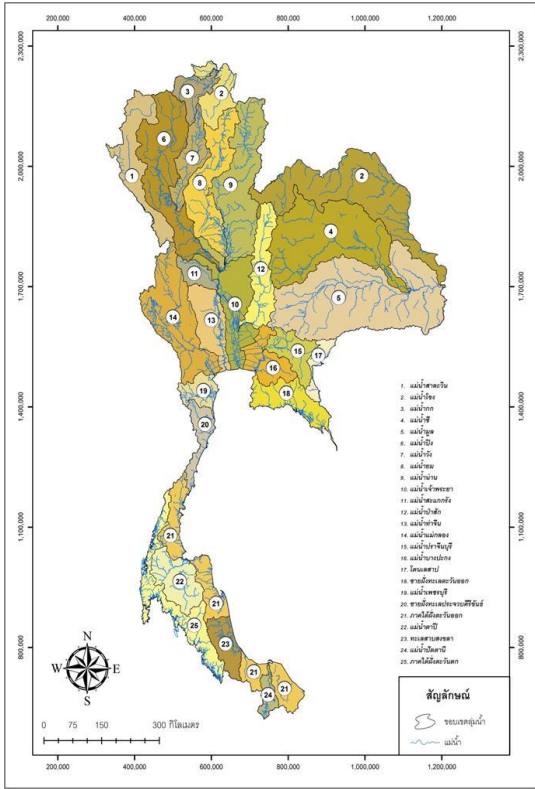
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนากระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการประเมินฝนกริดแบบรายเดือนสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทย โดยจะดำเนินการในช่วงเวลา 31 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2528-2558 โดยการผนวกเอาข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดกับข้อมูลปริมาณฝนจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรับรู้จากระยะไกลเข้าด้วยกัน โดยผลิตภัณฑ์ฝนจากการรับรู้จากระยะไกลที่เลือกนำมาใช้ คือ ผลิตภัณฑ์ CHIRPS ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการนำไปประยุกต์ใช้ในหลายภูมิภาคทั่วโลก สำหรับกระบวนการในการพัฒนาฝนกริดแบบรายเดือน จะเริ่มต้นตั้งแต่

กระบวนการตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัด เมื่อพบความผิดพลาดจะทำการปรับแก้ตำแหน่งที่ตั้งให้ถูกต้อง ต่อจากนั้นจะทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่สถานีตรวจวัดทั่วประเทศในช่วงเวลา 31 ปี ด้วยวิธีโค้งทับทวี (Double mass curves, DMC) เมื่อพบว่าข้อมูลช่วงใดของสถานีใดมีความผิดพลาดจะทำการตัดข้อมูลช่วงนั้นออกไป เมื่อมั่นใจว่าข้อมูลฝนที่สถานีตรวจวัดภาคสนามมีความถูกต้องแล้ว จะนำข้อมูลดังกล่าวสร้างเป็นข้อมูลฝนเชิงพื้นที่ โดยวิธี Inverse Distance Square (IDS) เพื่อให้ได้ข้อมูลฝนแบบกริดแบบรายเดือนในช่วงเวลา 31 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2528-2558 สำหรับใช้เป็นต้นแบบของฝนในประเทศไทยเพื่อสนับสนุนงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศให้มีความถูกต้องมากขึ้น จากนั้นจะทำการปรับแก้ข้อมูลความลึกฝนเชิงพื้นที่ของผลิตภัณฑ์ CHIRPS ให้เข้ากับข้อมูลฝนแบบกริดที่สร้างขึ้น เพื่อนำกระบวนการปรับแก้ไปเข้ากับข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ CHIRPS ในอนาคตเพื่อสร้างข้อมูลอีกประเภทหนึ่งซึ่งสามารถให้เป็นทางเลือกหรือใช้ประกอบกับข้อมูลฝนแบบกริดเพื่อเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องซึ่งกันและกัน หรือสำหรับใช้ในกรณีที่ข้อมูลฝนกริดอาจมีความผิดพลาดที่เกิดจากจำนวนสถานีตรวจวัดภาคสนามมีจำนวนไม่เพียงพอจากข้อจำกัดที่เกิดจากสภาพภูมิประเทศ ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเป็นการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบันมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศต่อไป

## 2. พื้นที่ศึกษาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาสำหรับงานวิจัย คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำหลัก ของประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่บนคาบสมุทรอินโดจีนและมลายู ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประเทศไทยมีพื้นที่โดยประมาณ 514,049 ตารางกิโลเมตร โดยในแต่ละภูมิภาคมีลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลาย ทั้งนี้ในภาคเหนือเป็นพื้นที่ภูเขาสูงสลับซับซ้อนและปกคลุมไปด้วยป่าไม้อันเป็นต้นน้ำที่สำคัญของประเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสภาพดินค่อนข้างแห้งแล้งและไม่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ภาคกลางมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำและมีความอุดมสมบูรณ์ที่สุดในประเทศ รวมทั้งเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ภาคใต้เป็นส่วนหนึ่งของคาบสมุทรไทย-มาเลย์ ซึ่งมีอ่าวไทยและทะเลอันดามันขนานทั้งสองด้าน ส่วนภาคตะวันตกเป็นหุบเขาและแนวเทือกเขาซึ่งพาดตัวมาจากทางตะวันตกของภาคเหนือในปี พ.ศ. 2550 สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ ได้ดำเนินการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำของประเทศไทยออกเป็น 25 ลุ่มน้ำหลัก ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำมาตรฐานการแบ่งลุ่มน้ำหลักของประเทศไทยให้มีมาตรฐานสากลและเป็นมาตรฐานเดียวกันสำหรับมาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 โดยอ้างอิงหมุดหลักฐาน WGS84 UTM Zone47N ดังนั้น ในการศึกษาจะยึดขอบเขตและรายละเอียดของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ได้รับการยอมรับครั้งล่าสุดเป็นข้อมูลอ้างอิง



รูปที่ 1 ขอบเขต 25 ลุ่มน้ำหลัก ของประเทศไทย

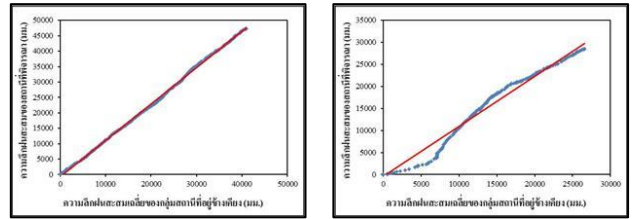
## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 ผลិតภันท์ CHIRPS

ผลิตภันท์ฝนที่ได้จากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ คือ ผลิตภันท์ฝน CHIRPS ซึ่งย่อมาจาก Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data โดยเป็นผลิตภันท์ฝนแบบกริดที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 0.05° หรือประมาณ 500 เมตร และมีช่วงเวลาของข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2524 จนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้ผลิตภันท์ฝน CHIRPS ได้รับการพัฒนาจากผลิตภันท์ฝน CHIRP โดยการปรับแก้ความถูกต้องกับข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดทั่วโลกจำนวน 2 ชุดคือ (1) ชุดข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศเกษตร (Agromet Group) ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (The Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) จำนวน 27,453 สถานี และ (2) ชุดข้อมูลจาก Global Historical Climate Network (GHCN) จำนวน 20,591 สถานี หลังจากนั้นนำข้อมูลฝนภาคสนามมาใช้ในการปรับแก้โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามส่วนกลับของระยะทาง (Modified inverse distance weight algorithm) ได้เป็นผลิตภันท์ CHIRPS ทั้งนี้ผลิตภันท์ CHIRP สร้างจากข้อมูลอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared, TIR) และช่วงเวลาของเมฆเย็น (Cold Cloud Duration, CCD) และถูกสอบเทียบกับความลึกฝนจากผลิตภันท์ TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) ซึ่งเป็นฝนที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Multi-Satellite Precipitation Analysis เวอร์ชัน 7 (TMPA 3B42v7) [9]

### 2.2.2 โค้งทับทิวแบบรายเดือน (Monthly Double Mass Curve)

ข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัดภาคสนามอาจเกิดความผิดพลาดเนื่องจากหลายสาเหตุ อาทิเช่น วิธีการเก็บข้อมูล อุปกรณ์ที่ใช้เก็บข้อมูล ตำแหน่งที่ตั้ง และสภาพแวดล้อมของสถานีตรวจวัด เป็นต้น ก่อนนำข้อมูลฝนมาใช้งานจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องในการศึกษานี้ได้นาวีวิธีโค้งทับทิว (Double Mass Curve, DMC) [10] มาใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลฝนทั้ง 1,896 สถานี แบบรายเดือน ซึ่งดำเนินการโดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสะสมของกลุ่มสถานีที่อยู่ข้างเคียง ในกรณีที่ข้อมูลทั้งสองชุดมีความสอดคล้องกันจะได้กราฟความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับเส้นตรง (รูปที่ 2ก) และในกรณีที่ข้อมูลฝนของสถานีที่พิจารณามีความแตกต่างจากสถานีโดยรอบจะได้กราฟเบี่ยงเบนจากเส้นตรง (รูปที่ 2ข) ซึ่งในกรณีดังกล่าว จะพิจารณาตัดข้อมูลฝนรายเดือนของสถานีที่พิจารณาที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเบี่ยงเบนจากกราฟเส้นตรงจากมากไปหาน้อย จนทำให้กราฟความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับเส้นตรงที่ยอมรับได้ ซึ่งในการศึกษานี้จะใช้ค่าทางสถิติ Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency (NSE) เป็นดัชนีบ่งชี้ความเข้ากันได้ของข้อมูลฝนทั้งสองชุด



(ก) ความสัมพันธ์ที่ยอมรับได้

(ข) ความสัมพันธ์ที่ต้องปรับแก้

รูปที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลฝนแบบรายเดือนโดยวิธี Double mass curve

### 2.2.3 วิธีการประเมินค่าส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (Inverse Distance Square, IDS)

วิธีการประเมินค่าส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (Inverse Distance Square, IDS) เป็นวิธีการวิเคราะห์ความลึกฝนเชิงพื้นที่ โดยการถ่วงน้ำหนักจากอัตราส่วนกลับของระยะทางระหว่างศูนย์กลางของลุ่มน้ำที่พิจารณาถึงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนยกกำลังสองหารด้วย อัตราส่วนกลับดังกล่าวของทุกสถานีวัดน้ำฝน สูตรที่ใช้ในการคำนวณแสดงดังสมการที่ (1) และ สำหรับสมการที่ (2) เป็นการวิเคราะห์ค่าความลึกฝนที่ศูนย์กลางของลุ่มน้ำที่พิจารณาจากผลรวมของผลคูณระหว่างค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละสถานีวัดน้ำฝนกับความลึกฝนที่ตรวจวัดได้ ณ สถานีวัดน้ำฝนที่พิจารณา

$$W_i = \frac{\frac{1}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}} \quad (1)$$

$$P = \sum_{i=1}^n p_i \times W_i \quad (2)$$

เมื่อ  $W_i$  = ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละสถานีวัดน้ำฝน (i)

$d_i$  = ระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของลุ่มน้ำที่พิจารณาถึงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝน

$p_i$  = ความลึกฝนที่ตรวจวัดได้ ณ สถานีวัดน้ำฝนที่พิจารณา

- $P$  = ความลึกฝนเชิงพื้นที่ที่จุดศูนย์กลาง  
ของลุ่มน้ำที่พิจารณา
- $n$  = จำนวนสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำที่พิจารณา

### 2.2.1 ค่าดัชนีทางสถิติ

Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) [11] คืออัตราที่นิยมใช้ในการบอกความแม่นยำของวิธีการประเมินปริมาณที่ต้องการ โดยค่า NSE เข้าใกล้ 1 แสดงว่า วิธีการประเมินมีประสิทธิภาพที่ดีมาก สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่า NSE แสดงดังในสมการที่ 3 สำหรับการศึกษานี้ใช้ค่า NSE เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพสำหรับการประเมินผลใน 3 ขั้นตอนหลัก คือ (1) การตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูลฝนแบบรายเดือนโดยใช้ Double Mass Curve ( $NSE_{DMC}$ ) (2) การเปรียบเทียบความเข้ากันได้ระหว่างข้อมูลฝนกริด (GGR) กับข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS ( $NSE_{CHIRPS}$ ) และ (3) การปรับแก้ข้อมูลความลึกฝนเชิงพื้นที่ของผลิตภัณฑ์ CHIRPS ให้เข้ากับข้อมูลฝนกริด (GGR) ที่สร้างขึ้น ( $NSE_{BIAS}$ )

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3)$$

- เมื่อ  $Y_i$  = ค่าที่ได้จากการตรวจวัด (Observed Value) ที่  $i$  ในเมื่อ  $i$  คือจำนวนข้อมูล
- $\hat{Y}_i$  = ปริมาณที่ต้องการเปรียบเทียบ
- $\bar{Y}$  = ค่าเฉลี่ยของ  $Y_i$

## 3. ขั้นตอนการศึกษา

งานวิจัยเรื่องการสร้างฝนกริดแบบรายเดือนสำหรับประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดและผลิตภัณฑ์การรับรู้จากระยะไกล มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

(1) รวบรวมข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝนทั่วประเทศ ในช่วงเวลา 31 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2528-2558 จากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และหน่วยงานอื่น ๆ และข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS แบบรายวัน ในระหว่างปี พ.ศ. 2528-2558 จาก Climate Hazards Group

(2) ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนทั่วประเทศที่รวบรวมได้ และในกรณีที่เกิดการความคลาดเคลื่อนจะทำการปรับแก้ให้ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริง ทั้งนี้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำตำแหน่งพิกัดของสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 1,896 สถานี ที่ระบุไว้ในรายงานของกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [12] ซึ่งแสดงสถานีวัดน้ำฝนของทุกหน่วยงานมาลงตำแหน่งในแผนที่ภูมิประเทศ โดยใช้โปรแกรม ArcGIS จากนั้นตรวจสอบว่าตำแหน่งที่ตั้งของสถานีซึ่งมีการระบุรายละเอียดต่าง ๆ อาทิเช่น ชื่อสถานี อำเภอ และจังหวัด นั้นตรงกับพิกัดที่ระบุไว้หรือไม่ ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อนในระดับอำเภอ จะทำการปรับแก้ให้เกิดความถูกต้องโดยใช้โปรแกรม Google Earth ที่สร้างขึ้นโดย Google Inc

(3) ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูลฝนแบบรายเดือนสำหรับทุกสถานีวัดน้ำฝนที่ทำการรวบรวมได้ทั่วประเทศ ในช่วงเวลา 31 ปี

ระหว่างปี พ.ศ. 2528-2558 โดยวิธี Double Mass Curve (DMC) และตัดข้อมูลความลึกฝนรายเดือนของสถานีที่พิจารณาที่แตกต่างจากสถานีรอบๆ จากมากไปหาน้อย ทั้งนี้ ในการตรวจสอบความสอดคล้องกันของข้อมูลฝน ณ สถานีที่พิจารณา กับสถานีโดยรอบได้เลือกใช้ดัชนี NSE เป็นตัวแปรทางสถิติที่ใช้ตัดสิน โดยในการศึกษานี้ เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ค่า NSE ของ DMC ( $NSE_{DMC}$ ) สำหรับสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 1,896 สถานี ก่อนที่จะทำการตัดข้อมูลที่ผิดพลาดออกไป จากนั้น ทำการกำหนดเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ของค่า  $NSE_{DMC}$  ที่ยอมรับได้ อาทิเช่น 0.60 และดำเนินการตัดข้อมูลที่ผิดพลาดของทุกสถานีที่มีค่า  $NSE_{DMC}$  ต่ำกว่าเกณฑ์ต่ำสุด จากนั้นพิจารณาเพิ่มเกณฑ์ต่ำสุดของ  $NSE_{DMC}$  ที่ละ 0.05 ไปเป็น 0.65 จนถึง 1.0 รวมทั้งทำการประเมินข้อมูลฝนรายเดือนที่ถูกตัดออกสำหรับแต่ละสถานีที่ทำให้ได้ค่า  $NSE_{DMC}$  ตามเกณฑ์ต่ำสุดที่กำหนดไว้ เพื่อนำไปหาค่าเกณฑ์ต่ำสุดของ  $NSE_{DMC}$  ที่เหมาะสมที่ไม่เป็นการตัดข้อมูลฝนรายเดือนที่ผิดพลาดมากเกินไปจนความจำเป็น

(4) นำผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS แบบรายเดือน ที่ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยในช่วงเวลาที่ศึกษามาเปรียบเทียบกับข้อมูลฝนรายเดือนที่ตรวจวัดได้ที่สถานีวัดน้ำฝนที่รวบรวมได้ทั้ง 1,896 สถานี ทั้งในกรณีที่ไม่มี การตัดข้อมูลฝนรายเดือนออกจากอนุกรมฝนของแต่ละสถานี รวมทั้งในทุกกรณีที่มีการตัดข้อมูลฝนรายเดือนเพื่อการเพิ่มค่า  $NSE_{DMC}$  จาก 0.60 จนถึง 1.0 โดยในการตรวจสอบความเข้ากันได้ของความลึกฝนที่สถานีตรวจวัดกับผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS แบบรายเดือนได้ใช้ค่าดัชนี NSE เช่นกันในการตรวจสอบ โดยในที่นี้เรียกว่า  $NSE_{CHIRPS}$  เพื่อแยกให้เห็นความแตกต่างจากค่า  $NSE_{DMC}$

(5) สร้างข้อมูลฝนกริด (Gridded Gauged Rainfall, GGR) แบบรายเดือนโดยการเฉลี่ยเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Inverse Distance Square จากข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดที่ผ่านการตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งของสถานีและผ่านการตัดข้อมูลฝนที่ไม่ถูกต้องออกจากอนุกรมฝนในบางสถานี

(6) เปรียบเทียบความเข้ากันได้ระหว่างข้อมูลฝนกริด (GGR) กับข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS โดยใช้ดัชนี  $NSE_{CHIRPS}$  ปรับแก้ข้อมูลความลึกฝนเชิงพื้นที่ของผลิตภัณฑ์ CHIRPS ให้เข้ากับข้อมูลฝนกริด (GGR) ที่สร้างขึ้น เพื่อนำกระบวนการปรับแก้ไปใช้กับข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS ในอนาคต ทั้งนี้ กระบวนการปรับแก้ที่เลือกใช้คือสมการ Second-Order-Polynomial Equation ที่สร้างจากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนจำนวน 70% ของทั้งสองประเภทในแต่ละจุดภาพ จากนั้นนำสมการที่สร้างขึ้นมาประเมินข้อมูลฝน GGR โดยใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS ที่เหลืออีก 30% เป็นข้อมูลด้านเข้า เพื่อนำผลของข้อมูลฝน GGR ที่สร้างขึ้นจากสมการดังกล่าวไปเปรียบเทียบความถูกต้องกับข้อมูลฝน GGR ที่สร้างขึ้นมาจากข้อมูลภาคสนามที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและผ่านการตัดข้อมูลที่ผิดพลาดออกแล้ว

## 4. ผลการศึกษาและอภิปราย

### 4.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝน

สำหรับผลการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 1,896 สถานี พบว่า สถานีที่ตำแหน่งคลาดเคลื่อนไปจาก

ข้อมูลที่ระบุไว้ในระดับอำเภอมีจำนวนทั้งหมด 58 สถานี ซึ่งได้ทำการปรับแก้ตำแหน่งที่ถูกต้องของสถานีดังกล่าวเข้าสู่ตำแหน่งอำเภอที่ถูกต้องก่อนนำไปใช้งานในขั้นตอนถัดไป

#### 4.2 ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนโดยวิธี Double Mass Curve (DMC)

ผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือได้ของข้อมูลฝนแบบรายเดือนสำหรับสถานีวัดน้ำฝนทั่วประเทศจำนวน 1,896 สถานี ในช่วงเวลา 31 ปี โดยวิธี DMC และผลการตัดข้อมูลความลึกฝนรายเดือนของสถานีที่พิจารณาที่แตกต่างจากสถานีรอบๆ จากมากไปหาน้อย แสดงดังในตารางที่ 1 จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ในกรณีที่ไม่มี การตัดข้อมูลฝนออกจากอนุกรมฝนของทุกสถานีจะทำให้ค่า  $NSE_{DMC}$  มีค่าเท่ากับ 0.744 และเมื่อต้องการเพิ่มเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ของค่า  $NSE_{DMC}$  ของทุกสถานีขึ้นเป็น 0.60 จำเป็นต้องตัดข้อมูลฝนเท่ากับ 0.03% ของข้อมูลฝนทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ค่า  $NSE_{DMC}$  เพิ่มขึ้นจาก 0.744 เป็น 0.786 และสำหรับในกรณีที่ต้องการเพิ่มเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ของค่า  $NSE_{DMC}$  ของทุกสถานีขึ้นเป็น 0.65 จำเป็นต้องตัดข้อมูลฝนเท่ากับ 0.50% ของข้อมูลฝนทั้งหมด รวมทั้งต้องตัดข้อมูลฝนทั้งหมดของสถานีวัดน้ำฝน 1 สถานี ทำให้เหลือจำนวนสถานีวัดน้ำฝนเท่ากับ 1,895 สถานี ซึ่งจะทำให้ค่า  $NSE_{DMC}$  เพิ่มขึ้นจาก 0.775 เป็น 0.792 โดยการวิเคราะห์ทำเช่นไปเรื่อย ๆ โดยการเพิ่มเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ของค่า  $NSE_{DMC}$  จนถึง 1.0 ซึ่งจะเป็นผลให้ต้องตัดข้อมูลฝนเท่ากับ 97.6% ของข้อมูลฝนทั้งหมด รวมทั้งต้องตัดข้อมูลฝนทั้งหมดของสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 1,609 สถานี ทำให้เหลือจำนวนสถานีวัดน้ำฝนเท่ากับ 287 สถานี ซึ่งจะทำให้ค่า  $NSE_{DMC}$  เพิ่มขึ้นจาก 0.796 เป็น 1.0 อย่างไรก็ตาม การตัดข้อมูลในปริมาณมากดังกล่าวไม่เหมาะสม ดังนั้น จำเป็นต้องประเมินความเหมาะสมตามผลการศึกษาในขั้นตอนถัดไป

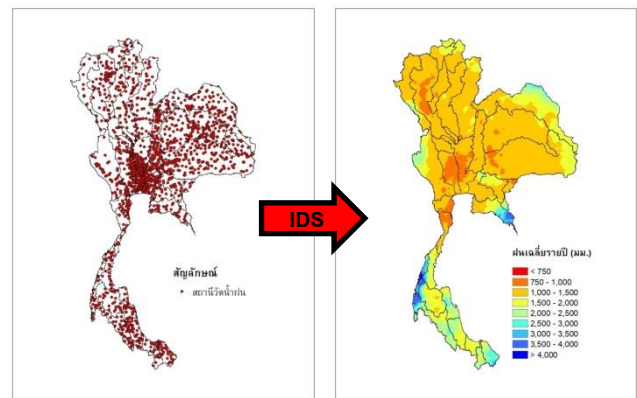
#### 4.3 ผลการตรวจสอบความเข้ากันได้ของข้อมูลฝนรายเดือนที่ได้จากการตรวจวัดกับผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS

ผลการตรวจสอบความเข้ากันได้ของข้อมูลฝนรายเดือนที่ได้จากการตรวจวัดกับผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS ทั้งในกรณีที่ไม่มี การตัดข้อมูลฝนรายเดือนออกจากอนุกรมฝนของแต่ละสถานี รวมทั้งในทุกกรณีที่มีการตัดข้อมูลฝนรายเดือนเพื่อการเพิ่มค่า  $NSE_{DMC}$  จาก 0.60 จนถึง 1.0 แสดงดังในตารางที่ 1 เช่นกัน โดยในตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ในกรณีที่ไม่มี การตัดข้อมูลฝนออกจากอนุกรมฝนของทุกสถานีจะทำให้ค่า  $NSE_{CHIRPS}$  ซึ่งแสดงความเข้ากันได้ของข้อมูลฝนแบบรายเดือนที่ได้จากการตรวจวัดกับผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS มีค่าเท่ากับ 0.570 และเมื่อเพิ่มเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ของค่า  $NSE_{DMC}$  ของทุกสถานีขึ้นเป็น 0.60 จำเป็นต้องตัดข้อมูลฝนเท่ากับ 0.03% ของข้อมูลฝนทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ค่า  $NSE_{CHIRPS}$  เพิ่มขึ้นจาก 0.570 เป็น 0.585 และสำหรับในกรณีที่ต้องการเพิ่มเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ของค่า  $NSE_{DMC}$  ของทุกสถานีขึ้นเป็น 0.65 จำเป็นต้องตัดข้อมูลฝนเท่ากับ 0.50% ของข้อมูลฝนทั้งหมด รวมทั้งต้องตัดข้อมูลฝนทั้งหมดของสถานีวัดน้ำฝน 1 สถานี ซึ่งจะทำให้ค่า  $NSE_{CHIRPS}$  เพิ่มขึ้นจาก 0.570 เป็น 0.585 และเมื่อคำนวณไปเรื่อย ๆ โดยการเพิ่มเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ของค่า  $NSE_{DMC}$  จนถึง 1.0 ซึ่งจะเป็นผลให้ต้องตัดข้อมูลฝนเท่ากับ 97.6%

ของข้อมูลฝนทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ค่า  $NSE_{CHIRPS}$  ลดลง 0.595 เป็น 0.291 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การตัดข้อมูลฝนภาคสนามในปริมาณมากดังกล่าวไม่เหมาะสม กล่าวคือ ทำให้ข้อมูลฝนภาคสนามไม่เป็นตัวแทนฝนที่เพียงพอ จึงเป็นผลให้ค่า  $NSE_{CHIRPS}$  ลดลงอย่างมาก จากในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ค่าเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ของค่า  $NSE_{DMC}$  ที่ทำให้เกิดความเข้ากันได้ของข้อมูลฝนแบบรายเดือนที่ได้จากการตรวจวัดกับผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS มากที่สุดคือ ในกรณีที่ค่าเกณฑ์ต่ำสุดของ  $NSE_{DMC}$  เท่ากับ 0.82 ซึ่งเป็นผลให้ค่า  $NSE_{CHIRPS}$  มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.574 เป็น 0.594 ซึ่งเป็นค่า  $NSE_{CHIRPS}$  ที่สูงที่สุด โดยเป็นกรณีที่ตัดข้อมูลฝนเท่ากับ 3.7% ของข้อมูลฝนทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ค่า  $NSE_{DMC}$  เพิ่มขึ้นจาก 0.775 เป็น 0.845 รวมทั้งต้องตัดข้อมูลฝนทั้งหมดของสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 5 สถานี ทำให้เหลือจำนวนสถานีวัดน้ำฝนเท่ากับ 1,891 สถานี ซึ่งนับว่าเป็นกรณีที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยจะนำผลดังกล่าวไปใช้เพื่อการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

#### 4.4 ผลการสร้างข้อมูลฝนกริดแบบรายเดือน

จากผลการตรวจสอบความน่าเชื่อถือได้ของข้อมูลฝนแบบรายเดือนโดยวิธี Double Mass Curve และผลการตรวจสอบความเข้ากันได้ของข้อมูลฝนรายเดือนที่ได้จากการตรวจวัดกับผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS ดังแสดงในข้อที่ (4.1) และ (4.2) ตามลำดับ ทำให้สามารถสรุปได้ว่า สถานีวัดน้ำฝนที่เหลืออยู่จากการตัดข้อมูลฝนที่ผิดพลาดออกไป 3.7% ของข้อมูลฝนทั้งหมด และตัดข้อมูลฝนทั้ง 5 สถานี ออกไป ซึ่งประกอบด้วยสถานีวัดน้ำฝน 250872, 370042, 570042, 610352 และ 610412 ซึ่งตั้งอยู่ในลุ่มน้ำมูล, ลุ่มน้ำเพชรบุรี, ลุ่มน้ำมูล, ลุ่มน้ำตาปี และ ลุ่มน้ำตาปี ตามลำดับ จะทำให้เหลือจำนวนสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 1,891 สถานี และเมื่อนำข้อมูลฝนรายเดือนของสถานีเหล่านี้ในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2528-2558 ไปเฉลี่ยเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Inverse Distance Square จะได้ข้อมูลฝนกริด (Gridded Gauges Rainfall, GGR) ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,448 มิลลิเมตร



รูปที่ 4 ที่ตั้งของสถานีตรวจวัดน้ำฝนและปริมาณฝนกริดรายปีเฉลี่ยของประเทศไทยที่คำนวณด้วยวิธี Inverse Distance Square ในระหว่างปี พ.ศ. 2528-2558

ตารางที่ 1 ผลจากการตัดข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝน 1,896 สถานี สำหรับเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold) ต่าง ๆ

เกณฑ์ต่ำสุด (Threshold)	DOUBLE MASS CURVE			CHIRPS			จำนวน ข้อมูล ที่ตัดออก (%)
	จำนวน สถานี ที่ผ่านเกณฑ์	NSE (ก่อนตัด ข้อมูล)	NSE (หลังตัด ข้อมูล)	จำนวน สถานี ที่ผ่านเกณฑ์	NSE (ก่อนตัด ข้อมูล)	NSE (หลังตัด ข้อมูล)	
ก่อนตัดข้อมูล	1,896	0.774	-	1,896	0.570	-	0.0
0.60	1,896	0.774	0.786	1,896	0.570	0.585	0.3
0.65	1,896	0.775	0.792	1,896	0.571	0.587	0.5
0.70	1,895	0.775	0.800	1,895	0.571	0.588	0.8
0.75	1,894	0.775	0.813	1,894	0.571	0.589	1.4
0.80	1,892	0.775	0.834	1,892	0.574	0.590	2.8
0.81	1,891	0.775	0.840	1,891	0.574	0.593	3.3
<b>0.82</b>	<b>1,891</b>	<b>0.775</b>	<b>0.845</b>	<b>1,891</b>	<b>0.574</b>	<b>0.594</b>	<b>3.7</b>
0.83	1,891	0.775	0.851	1,891	0.574	0.592	4.3
0.84	1,890	0.775	0.858	1,890	0.574	0.591	4.9
0.85	1,890	0.775	0.864	1,890	0.574	0.589	5.6
0.90	1,843	0.777	0.904	1,843	0.576	0.582	11.8
0.95	1,801	0.780	0.951	1,801	0.584	0.579	26.0
1.00	287	0.796	1.000	287	0.595	0.291	97.6

หมายเหตุ : 0.82 คือ เกณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือก

#### 4.5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนกริด (GGR) กับ ข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS

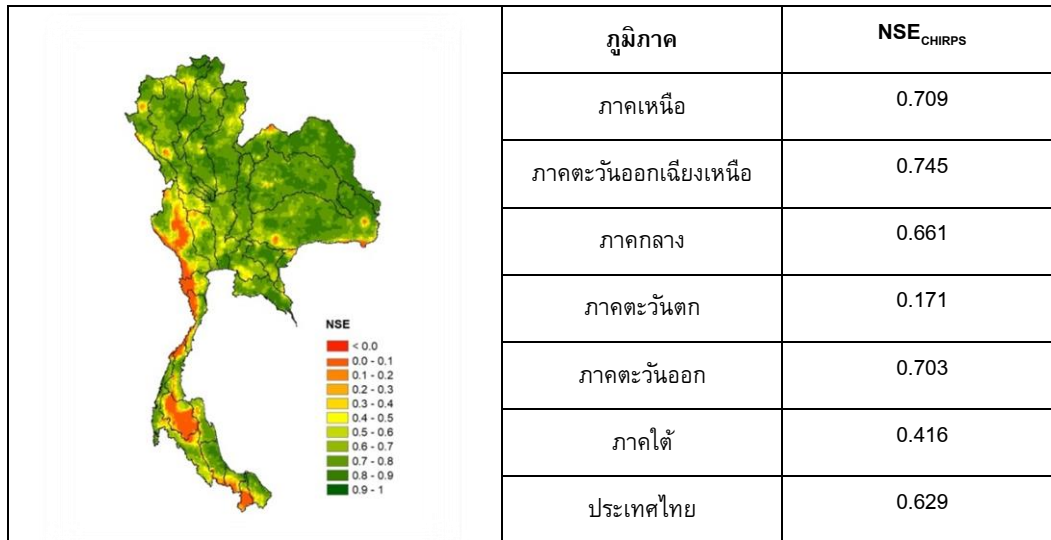
ผลการเปรียบเทียบข้อมูลฝนกริด (GGR) กับ ข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS แบบรายเดือนสำหรับ 6 ภูมิภาคของประเทศไทยในช่วงปี 2528-2558 แสดงดังรูปที่ 5 โดยผลการศึกษาพบว่าค่า  $NSE_{CHIRPS}$  เฉลี่ยทุกภูมิภาคของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 0.629 ซึ่งมีภูมิภาคที่มีค่า  $NSE_{CHIRPS}$  สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศจำนวน 4 ภูมิภาค โดยมีลำดับเรียงจากมากไปหาน้อยคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออก และภาคกลาง โดยมีค่า  $NSE_{CHIRPS}$  เท่ากับ 0.745 , 0.709 , 0.703 และ 0.661 ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงแสดงว่า ข้อมูลฝนใน 4 ภูมิภาคดังกล่าวของข้อมูลฝนกริด (GGR) กับ ข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS มีความสอดคล้องกัน ส่วนภูมิภาคที่มีค่า  $NSE_{CHIRPS}$  ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศคือ ภาคใต้ และภาคตะวันตก โดยมีค่า  $NSE$  เท่ากับ 0.416 และ 0.171 ตามลำดับ ซึ่งนับว่าเป็นค่า  $NSE_{CHIRPS}$  ที่ต่ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับในภาคตะวันตก

#### 4.6 ผลการปรับแก้ข้อมูลความลึกฝนเชิงพื้นที่ของผลิตภัณฑ์ CHIRPS ให้เข้ากับข้อมูลฝนกริด (GGR)

ผลการปรับแก้ข้อมูลความลึกฝนเชิงพื้นที่ของผลิตภัณฑ์ CHIRPS ให้เข้ากับข้อมูลฝนกริด (GGR) แสดงตารางที่ 2 โดยตารางดังกล่าว

เป็นผลจากนำสมการ Second-Order-Polynomial Equation ของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนจำนวน 70% ของทั้งสองประเภทในแต่ละจุดภาพ มาใช้ในการประเมินข้อมูลฝน GGR โดยใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS ที่เหลืออีก 30% เป็นข้อมูลด้านเข้า จากนั้นนำผลของข้อมูลฝน GGR ที่สร้างขึ้นในแต่ละจุดภาพไปเปรียบเทียบกับความถูกต้องกับข้อมูลฝน GGR ที่สร้างขึ้นมาจากข้อมูลภาคสนามที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและผ่านการตัดข้อมูลที่ผิดพลาดออกแล้ว โดยในตารางดังกล่าวเป็นการสรุปผลในแต่ 25 กลุ่มน้ำหลัก ของประเทศไทย โดยแสดงให้เห็นว่า ในกรณีก่อนการปรับแก้จะได้ค่าเฉลี่ยของดัชนี  $NSE_{unbias}$  เท่ากับ 0.497 โดยมีค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.772 และ -2.249 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำกก และ ลุ่มน้ำปัตตานี ตามลำดับ และเมื่อผ่านการปรับแล้วจะทำให้ค่าเฉลี่ยของดัชนี  $NSE_{bias}$  เพิ่มขึ้นเป็น 0.755 โดยมีค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.820 และ 0.403 ซึ่งเกิดขึ้นในลุ่มน้ำบางปะกง และ ลุ่มน้ำปัตตานี ตามลำดับ โดยคิดเป็นการเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยทั้งประเทศเท่ากับ 52% สำหรับรูปที่ 6 แสดงปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยของข้อมูลฝน GGR ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,417 มม. เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณฝนจากผลิตภัณฑ์ CHIRPS พบว่า ผลิตภัณฑ์ CHIRPS ก่อนปรับแก้มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมากกว่าคิดเป็น 22% แต่เมื่อทำการปรับแก้ข้อมูลทำให้ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยแตกต่างกันลดลงเหลือเพียง 6 %

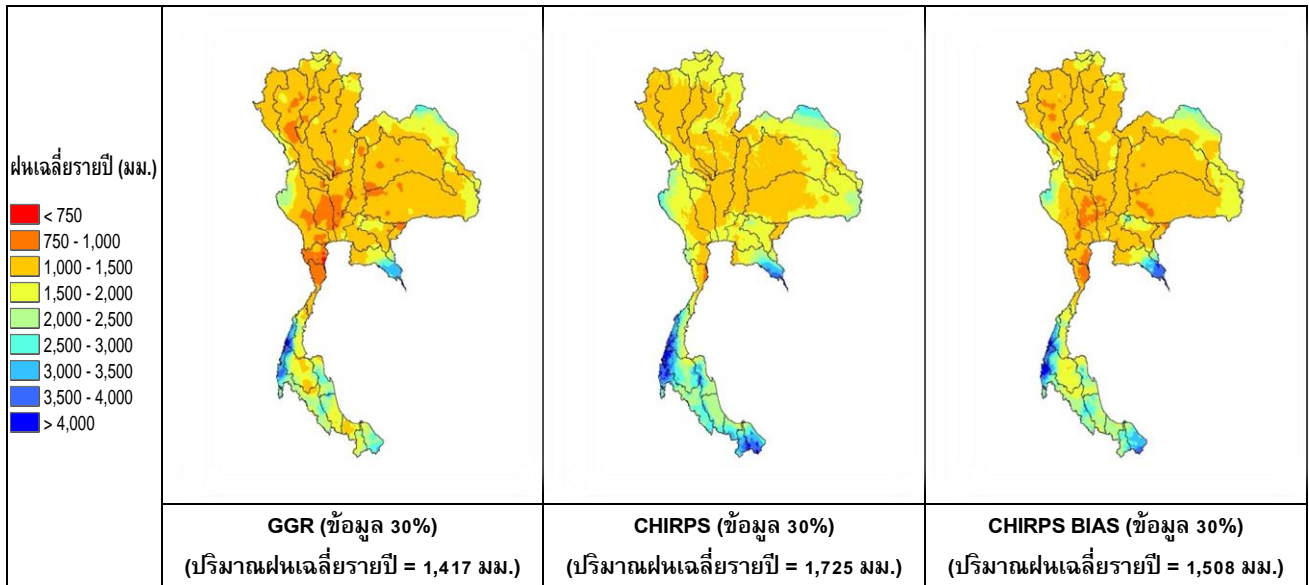




รูปที่ 5 ค่า NSE ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลฝนกริด (GGR) กับ ข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS (30%) ก่อนและหลังปรับแก้ กับ ข้อมูลฝนกริด (GGR) โดยสมการ Second-Order-Polynomial Equation

รหัสลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	พื้นที่ (ตร.กม.)	ข้อมูลผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS (30%)	
			$NSE_{unbias}$	$NSE_{bias}$
01	ลุ่มน้ำสาละวิน	19,106	0.589	0.745
02N	ลุ่มน้ำโขง (ภาคเหนือ)	10,034	0.713	0.809
02NE	ลุ่มน้ำกก	47,155	0.772	0.798
03	ลุ่มน้ำปิง	7,300	0.706	0.817
04	ลุ่มน้ำวัง	49,130	0.760	0.788
05	ลุ่มน้ำยม	71,072	0.714	0.791
06	ลุ่มน้ำน่าน	34,499	0.677	0.783
07	ลุ่มน้ำโขง (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	10,794	0.710	0.803
08	ลุ่มน้ำชี	23,948	0.670	0.802
09	ลุ่มน้ำมูล	34,908	0.675	0.785
10	ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	20,266	0.636	0.804
11	ลุ่มน้ำสะแกกรัง	5,056	0.425	0.757
12	ลุ่มน้ำป่าสัก	15,623	0.698	0.781
13	ลุ่มน้ำท่าจีน	13,492	0.544	0.766
14	ลุ่มน้ำแม่กลอง	30,181	0.100	0.724
15	ลุ่มน้ำเพชรบุรี	9,672	0.735	0.794
16	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	10,701	0.757	0.782
17	ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	4,086	0.666	0.772
18	ลุ่มน้ำบางปะกง	13,093	0.772	0.820
19	ลุ่มน้ำโตนเลสาป	6,260	-1.381	0.646
20	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	7,133	-0.789	0.589
21	ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	26,068	-0.019	0.562
22	ลุ่มน้ำตาปี	13,562	-0.963	0.621
23	ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	8,481	0.454	0.616
24	ลุ่มน้ำปัตตานี	3,655	-2.249	0.403
25	ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	18,776	0.264	0.661
-	ประเทศไทย	514,049	0.497	0.755



รูปที่ 6 ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่ของข้อมูลฝนกริด (GGR) ข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS และข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS BIAS

## 5. บทสรุป

ในการศึกษานี้ได้ดำเนินการสร้างฝนกริดแบบรายเดือนสำหรับประเทศไทยในระหว่างปี พ.ศ. 2528-2558 จำนวน 2 ชุด คือ ฝนกริดจากข้อมูลฝนที่ได้จากสถานีตรวจวัดทั่วประเทศจำนวน 1,896 สถานี และข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS โดยในการศึกษาได้เริ่มด้วยการสร้างฝนกริดจากข้อมูลฝนที่ได้จากสถานีตรวจวัดทั่วประเทศซึ่งมีความถูกต้องมากกว่าผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS อย่างไรก็ตาม ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดมีความผิดพลาดของตำแหน่งที่ตั้งซึ่งจำเป็นต้องทำการปรับแก้ให้มีความถูกต้องมากขึ้น จากนั้นจึงนำวิธีการ Double Mass Curve มาใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลฝนรายเดือนสำหรับทุกสถานีวัดน้ำฝน เพื่อเลือกตัดข้อมูลฝนที่มีความแตกต่างจากความลึกฝนของสถานีที่อยู่ข้างเคียง อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ได้เสนอแนะแนวทางในการเลือกตัดข้อมูลฝนอย่างสมเหตุสมผลโดยการนำข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัดที่เหลืออยู่จากการตัดข้อมูลในแต่ละกรณีศึกษามาเปรียบเทียบกับข้อมูลฝนที่ได้จากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS จากนั้นจึงเลือกตัดข้อมูลที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดมีความเข้ากันได้มากที่สุดกับข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS จากนั้นจึงนำข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดที่เหลืออยู่มาสร้างข้อมูลฝนกริด (GGR) แบบรายเดือนในช่วงเวลาดังกล่าว ต่อจากนั้นจึงนำข้อมูลฝน GGR ที่สร้างขึ้นมาใช้เพื่อปรับแก้ข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์ฝน CHIRPS ให้มีความถูกต้องมากขึ้น เพื่อนำกระบวนการปรับแก้ที่ได้ไปใช้ในการปรับแก้ฝน CHIRPS ในอนาคต ซึ่งจะเป็อีกแนวทางหนึ่งในการประเมินฝนแบบกริดโดยใช้ข้อมูลจากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยง่าย ไม่เสียค่าใช้จ่าย รวมทั้งข้อมูลที่ได้จะครอบคลุมพื้นที่ทุกจุดภาพของประเทศไทย นอกจากนั้นแล้ว ยังมีความเป็นไปได้ที่จะนำข้อมูลฝนที่ได้จากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลที่ประเมินได้ในบริเวณพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมที่จะติดตั้งสถานีตรวจวัด อาทิเช่น พื้นที่บริเวณภูเขาสูงและพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึง เป็นต้น มาช่วยเพิ่มความถูกต้อง

ให้กับข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งจะเป็นการนำเอาเทคโนโลยีขั้นสูงมาช่วยเสริมสร้างความถูกต้องให้กับข้อมูลฝนภาคสนามที่ต้องการทรัพยากรมนุษย์และค่าใช้จ่ายที่สูงมาก

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตรมหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยเพื่อดำเนินงานของศูนย์วิจัยการรับรู้จากระยะไกลเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (Remote Sensing Research Centre for Water Resources Management; SENSWAT) รวมทั้งกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่ใช้ในการศึกษา รวมทั้งขอขอบคุณ Climate Hazards Group ที่ทำการเผยแพร่ผลิตภัณฑ์ CHIRPS ที่สามารถนำมาสนับสนุนงานวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Chappell, A., Renzullo, L.J., Raupach, T.H., Haylock, M. (2013). Evaluating geostatistical methods of blending satellite and gauge data to estimate near real-time daily rainfall for Australia. *J. Hydrol.* 493, pp. 105–114.
- [2] Taesombat, W., Sriwongsitanon, N. (2009). Areal rainfall estimation using spatial interpolation techniques. *ScienceAsia*. Pp. 268-275.
- [3] Yoo, C. (2000). On the sampling errors from raingauges and microwave attenuation measurements. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.* 14, pp. 69–77.
- [4] Dutton, M., Jenkins, T. (2008). A Heated Aerodynamic Universal Precipitation Gauge. Environmental Measurements Limited, Sunderland, UK.



- [5] Sevruk, B. (1996). Adjustment of tipping-bucket precipitation gauge measurements. *Atmos. Res.* 42, pp. 237–246.
- [6] Ren, Z., Li, M. (2007). Errors and correction of precipitation measurements in China. *Advances in Atmospheric Sciences.* 24(3), pp. 449–458.
- [7] Huffman et al. (2007). The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. *J. Hydrometeorology.* 8, pp. 38-55.
- [8] Becker, A., P. Finger, A. Meyer-Christoffer, B. Rudolf, K. Schamm, U. Schneider, Ziese, M. (2013). A description of the global land-surface precipitation data products of the Global Precipitation Climatology Centre with sample applications including centennial (trend) analysis from 1901–present, *Earth Syst. Sci. Data*, 5, pp. 71-99.
- [9] Peterson, T. C. & Vose, R. S. (1997). An overview of the Global Historical Climatology Network temperature database. *B Am Meteorol. Soc.* 78, pp. 2837–2849.
- [10] Searcy, J. K., Hardison, C. H. (1960). "Double Mass Curves. Manual of hydrology: Part 1. General Surface Water Techniques," US Geological Survey, Water-Supply Paper 1541-B.
- [11] Nash, J.E., J.V.Sutcliffe (1970), River Flow Forecasting Through Conceptual Models, Part 1: A Discussion of Principles, *Journal of Hydrology* 10(3), pp. 282-290.
- [12] Hydrology Division Office of Water Management and Hydrology Royal Irrigation Department (2015). List of Rainfall Station Up to year 2015.