

การประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยดูออร์โพราไรเซชันแบบซีแบนด์เรดาร์ ตรวจอากาศบริเวณภาคกลาง

กมล พรหมสาขา ณ สกลนคร¹, เศรษฐกาล โปร่งนุช²

¹ส่วนวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์และดาวเทียม สำนักพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา

²สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการประมาณค่าฝนจากเรดาร์ตรวจอากาศดูออร์โพราไรเซชันแบบซีแบนด์เรดาร์เปรียบเทียบกับข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัดจากสถานีอุตุนิยมวิทยา ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลให้มีความถูกต้องเสียก่อน (QC) เพื่อกำจัดข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อมูลสัญญาณฝนออกไป จากนั้นทำการหาการประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Inverse Distance Weighted (IDW) Kriging และ Trend ตามลำดับ แล้วนำปริมาณฝนที่ได้แต่ละวิธีทำการเปรียบเทียบกับปริมาณฝนที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานีอุตุนิยมวิทยาแล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยค่าทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่าวิธีการประมาณค่าฝนด้วยวิธี Kriging เป็นวิธีการประมาณค่าที่ดีที่สุด โดยมีค่าความสัมพันธ์ของการกระจายข้อมูลที่ดี และมีค่าความถูกต้องในการประมาณค่าปริมาณฝนได้แม่นยำกว่าวิธี Inverse Distance Weighted (IDW) และ Trend ตามลำดับ

คำสำคัญ : การประมาณค่าน้ำฝน, เรดาร์ตรวจอากาศดูออร์โพราไรเซชัน, วิธีการแทรก

Estimation of Spatial Rainfall from the Dual Polarization C-Band Radar over the Central of Thailand

Kamol Promasakha na Sakolnakhon¹, Sethakarn Prongnuch²

¹Meteorological Radar and Satellite Data Analysis Division, The Meteorological Department,

²Computer Engineering Department, Faculty of Industrial Technology,
Suan Sunandha Rajabhat University

ABSTRACT

This paper presents the comparison of the estimation of spatial rainfall from the dual polarization c-band radar over the central part of Thailand, radar orbital radar, with rainfall data from meteorological stations. In this study, the data were validated (QC) by eliminating non-rain data, and Inverse Distance Weighted (IDW), Kriging and Trend, respectively, were used to determine the amount of precipitation, compared with the rainfall obtained from the meteorological stations. Statistical analysis was performed. The results show that the Kriging method is the best estimation method, giving a good correlation coefficient, and the accuracy of the estimation of rainfall is better than the Inverse Distance Weighted (IDW) and Trend, respectively.

Keywords : Spatial Rainfall Estimation, Dual Polarization Radar, Interpolation Methods

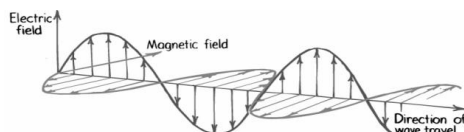
บทนำ

เทคโนโลยีเรดาร์ปัจจุบัน ในกิจการอุตุนิยมวิทยา โดยนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับ เครื่องเรดาร์ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเรดาร์มากยิ่งขึ้น เช่น ใช้ตรวจจับบริเวณที่มี ฝนหรือฝนฟ้าคะนอง รายงานความแรงทิศทาง และความเร็วในการเคลื่อนตัวของกลุ่มฝน ใช้ ตรวจและติดตามการเคลื่อนตัว รวมทั้งหา ศูนย์กลางของพายุหมุน ใช้ตรวจหิมะ ลูกเห็บ เมฆ ใช้วิเคราะห์ทิศทางและความเร็วลมชั้นบนใน ระดับต่าง ๆ ช่วยในการเตือนภัยและเตรียมการ เรดาร์ตรวจอากาศได้ถูกพัฒนาขึ้นนำมาใช้เป็น เครื่องมือปรับปรุงแผนการตรวจวัดตามสถานี ต่างๆ ซึ่งมีข้อจำกัดในการใช้พื้นที่ หลักการของ เรดาร์ตรวจอากาศโดยการปล่อยคลื่นแม่เหล็ก ออกไปและตรวจวัดพลังของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ สะท้อนกลับ ซึ่งปริมาณน้ำในบรรยากาศเป็นไป ตามสมการที่ 1 (S. Koontanakulvong and et al., 2007)

$$P_r = \frac{C|K|^2Z}{r^2} \quad (1)$$

โดยที่ C คือ ค่าคงที่ของเรดาร์ขึ้นอยู่กับ ระยะเวลาในเครื่องพลังงานส่งเสาอากาศ การส่ง พลังงาน เสาอากาศ ความกว้างของลำแสง ระยะเวลาในการเดินของซีฟเวอร์ และผลรวมของ การสูญเสียทั้งหมด r คือ ช่วงเรดาร์ $|K|^2$ คือ ปัจจัย อิเล็กทริกขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพ ของเป้าหมาย Z คือ ปัจจัยที่สะท้อนแสงของเรดาร์

ประเทศไทยได้มีเรดาร์ตรวจอากาศแบบ- ดอปเปอร์โพลาไรเซชัน (Polarization Doppler Weather Radar) พัฒนาจากเรดาร์ตรวจอากาศ แบบดอปเปอร์ สามารถส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่ง ประกอบด้วยคลื่นในแนวนอน และแนวตั้ง แสดง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแนวแกนนอนและ แกนตั้ง ลักษณะการเคลื่อนที่ต่างกันตามแกน
ที่มา : S. Koontanakulvong and et al., 2007.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประมาณปริมาณ น้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ ได้แก่ งานวิจัยเรื่อง แนวทางบูรณาการในการแก้ไขข้อผิดพลาดใน การประมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์แบบเวลาจริง นำเสนอ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย การนำข้อมูล จากเรดาร์ทั้งหมดมาใช้ แปลงค่าข้อมูลที่ได้เป็น ค่าความสัมพันธ์ Z-R และการทำ Bias-Correction (S. Chumchean and et al., 2006) ถัดมางานวิจัย เรื่องการศึกษาผลกระทบของความละเอียดของ มาตรฐานปริมาณน้ำฝนต่อความสัมพันธ์ Z-R (P. P. Mapiam and et al., 2009) และงานวิจัยการ วัดปริมาณฝน จากเครื่องวัด เรดาร์ภาคพื้นดิน และดาวเทียม เหนืออาณาเขตพินาย จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย (Wetchayont, and et al., 2013)

การศึกษาการประมาณปริมาณน้ำฝนด้วย เรดาร์ตรวจอากาศแบบดอปเปอร์โพลาไร-เซชัน ด้วยความสัมพันธ์ Z-R เลือกภูมิอากาศที่เหมาะสม จากข้อมูลหลายเหตุการณ์ จากสถานีตรวจวัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับนำมาใช้เพื่อป้องกัน อุทกภัยในประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ครั้งนี้ เป็นข้อมูลเรดาร์ของสถานีตรวจวัด จังหวัด ชัยนาท เรดาร์ในตำแหน่งนี้เป็นแบบคู่ออร์โพราไร เซชันแบบ Plan Position Indicator (PPI) คือ การตรวจวัดข้อมูลทางแนวระดับโดยใช้มุมเงย เพียงมุมเดียว ซึ่งจะใช้ในการตรวจหากกลุ่มฝนที่ อยู่ในอากาศ และใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนราย 15 นาที ทำการเปรียบเทียบการประมาณค่าของแต่ละ วิธี คือ Inverse Distance Weighted (IDW), Kriging และ Trend เพื่อหาความสัมพันธ์ของแต่ละวิธีกับ

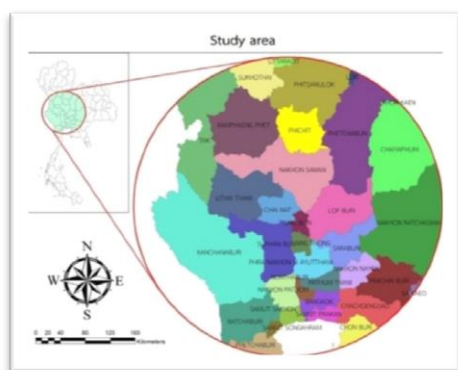
ค่าน้ำฝนที่ได้จากในแต่ละสถานี ที่รัศมีของเรดาร์ครอบคลุม ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการประมาณค่า นำไปประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการประมาณค่าฝนเรดาร์ ตรวจอากาศเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบการประมาณค่าฝนที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์ ด้วยวิธี IDW, Kriging และ Trend กับค่าน้ำฝนที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานีอุตุนิยมวิทยา
3. เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการประมาณค่าของแต่ละวิธี

พื้นที่ศึกษาและข้อมูล

1. พื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษาจากสถานีตรวจอากาศ เรดาร์อุตุนิยมวิทยาชัยนาทตรวจวัด

พื้นที่ศึกษา ตามรัศมีของเรดาร์ตรวจอากาศ ชัยนาท จังหวัดชัยนาท ครอบคลุมพื้นที่ขนาด 240 กิโลเมตร ดังภาพที่ 2 ตั้งแต่ $13.1^{\circ}N$ ถึง $17.9^{\circ}N$ และ $97.6^{\circ}E$ ถึง $102.2^{\circ}E$ ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่มีแนวภูเขาเป็นขอบด้านตะวันออกและตะวันตก ลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นพื้นที่ราบลุ่ม

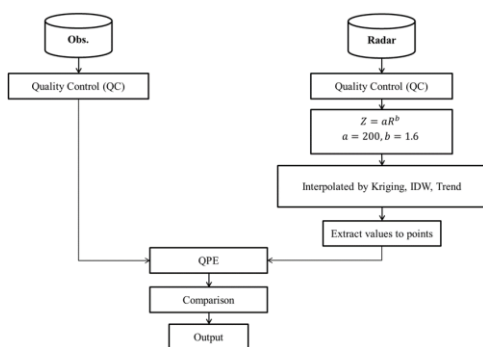
แม่น้ำ ซึ่งครอบคลุมสถานีตรวจวัด 238 สถานี 35 จังหวัด คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 157,331 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 98,333,560.38 ไร่

2. ข้อมูล

สำหรับข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีตรวจวัดฝนอุตุนิยมวิทยาอัตโนมัติชัณนาทครอบคลุมพื้นที่รัศมี 240 กิโลเมตร จากศูนย์กลางที่สถานีเรดาร์ตรวจอากาศชัยนาทตรวจวัดมีจำนวน 238 สถานี และ 2) ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ แบบดูออร์โพรไรเซชันแบบ PPI ที่สถานีตรวจอากาศชัยนาทตำแหน่งละติจูด $16.4^{\circ}N$ และลองจิจูด $99.4^{\circ}E$ สูงจากระดับน้ำทะเล 210 เมตร เป็นการตรวจวัดข้อมูลทางแนวระดับ โดยใช้ 4 มุมยก ได้แก่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.5 แบบซีแบนด์ ซึ่งจะใช้ในการตรวจหากลุ่มฝนที่อยู่ในอากาศ และใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนราย 15 นาที ข้อมูลที่นำมาศึกษาระหว่างวันที่ 26-30 กันยายน 2557

กระบวนการศึกษา

การศึกษารั้งนี้เป็นการบูรณาการด้วยการนำเทคโนโลยีทางด้านภูมิสารสนเทศศาสตร์มาประยุกต์ใช้งานเพื่อทำการเปรียบเทียบ และการประมาณค่า ขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังภาพที่ 3 เริ่มจากเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากจุดสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติและข้อมูลปริมาณน้ำฝนของเรดาร์จากกรมอุตุนิยมวิทยา ต่อมาดำเนินการควบคุมคุณภาพข้อมูลเรดาร์ (Quality Control: QC) ด้วยการเขียนโปรแกรมเพื่อกรองค่าช่วงคลื่นความถี่ที่ไม่ต้องการออก ขั้นตอนสุดท้ายประมาณค่า 3 วิธี คือ 1) IDW 2) Kriging และ 3) Trend และเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์กับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดอัตโนมัติ โดยขั้นตอนในการศึกษาจะสอดคล้องกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 3 ขั้นตอนในการศึกษาการประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. เรดาร์ (Radio Detection And Ranging: Radar) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับจับตำแหน่งและทิศทางการเคลื่อนที่ของเมฆ และพายุ โดยการส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกไปกระทบแล้วสะท้อนกลับมา แล้วคำนวณเปรียบเทียบกับระยะเวลาที่คลื่นเดินทางออกไปแล้วสะท้อนกลับมา ทำให้ทราบว่าเมฆหรือพายุอยู่ห่างออกไปเท่าไร เครื่องรับ-ส่งเรดาร์มักจะถูกติดตั้ง ตำแหน่งที่ตั้งเดียวกัน แม้ว่าสัญญาณเรดาร์ที่สะท้อนกลับที่ถูกดักจับโดยสายอากาศรับสัญญาณมักจะอ่อนมาก แต่สามารถขยายให้มีความเข้มข้นได้โดยเครื่องขยายอิเล็กทรอนิกส์ วิธีการที่ซับซ้อนมากขึ้นจากการประมวลผลสัญญาณยังใช้เพื่อกู้คืนสัญญาณเรดาร์ที่มีประโยชน์ การถูกดูดซับอย่างอ่อน ๆ ของคลื่นวิทยุโดยสื่อตัวกลางที่มันเคลื่อนที่ผ่านเป็นสิ่งที่ช่วยให้ชุดเรดาร์ตรวจจับวัตถุในช่วงระยะสัมผัสที่ยาวขึ้น ช่วงที่ซึ่งเป็นความยาวคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น แสง รังสีอินฟราเรด และ รังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความเข้มมากขึ้นไปให้เงาจริง (S. Koontanakulvong and et al., 2007)

2. ความสัมพันธ์ Z-R (Z-R Relationship) คือ ความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนของเรดาร์

และสภาพอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ โดย $Z = 200R^{1.6}$ เป็นค่าที่ใช้ใน (J.S. Marshall and W.M. Palmer., 1989) และ (N. Areerachakul, et al., 2017) ดังสมการที่ 2

$$Z = aR^b \quad (2)$$

เมื่อ a และ b เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่ขึ้นอยู่กับสถานที่และความแตกต่างของภูมิอากาศ เช่น ฤดูกาล ประเภทของฝน เป็นต้น ค่าสัมประสิทธิ์เหล่านี้เป็นตัวแปรอิสระที่เกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน

3. การแทรก (Interpolation) เป็นการนำค่าให้กับเซลล์ในราสเตอร์ (Raster) จากข้อมูลจุดตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด วิธีการแทรกค่า (Interpolation Methods) มีหลายวิธี ได้แก่ IDW, Natural Neighbors, Spline และ Kriging เพื่อสร้างพื้นผิวผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ในรูปแบบการวิเคราะห์แบบ 3 มิติ ส่วนวิธีการสร้างพื้นผิวแบบ Trend นั้นต้องมีการเขียนโปรแกรมหรือคำสั่งเพื่อเรียกใช้วิธีการแทรกค่า ซึ่งแต่ละวิธี จะทำการสันนิษฐานว่าควรประมาณการค่าใด โดยจะขึ้นอยู่กับข้อมูลจริงที่มีอยู่และการกระจายตัวของจุดตัวอย่าง วิธีการแทรกค่าแต่ละแบบจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพื้นผิวจริงแต่ละลักษณะ และให้ผลลัพธ์ต่างกันจากวิธีการแต่ละแบบด้วย

4. Inverse Distance Weighted (IDW) เป็นวิธีการแทรกค่าโดยทำการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่สามารถส่งผลกระทบไปยังเซลล์ที่ต้องแทรกค่าได้ ซึ่งจะมีผลกระทบลดลงตามระยะทางที่ไกลออกไปจากเซลล์ที่ต้องการแทรกค่า ดังนั้นจุดที่อยู่ใกล้กับเซลล์ที่ต้องการคำนวณค่าจะมีน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไป โดยสามารถเจาะจงจำนวนจุดหรืออาจใช้ทุกจุดที่อยู่ในรัศมีที่กำหนด มาคำนวณทำให้เซลล์ผลลัพธ์ได้วิธีการนี้เหมาะกับกรณีทั่วๆไปที่ใช้ใน

การสร้างแผนที่มีการปรับค่าตามระยะทางจากจุดตัวอย่าง โดยหลักการคำนวณ IDW แสดงดังสมการที่ 3

$$Z_p = \frac{\sum_i (\frac{z_i}{d_{ij}^n})}{\sum_i (\frac{1}{d_{ij}^n})} \quad (3)$$

เมื่อ Z_i เป็นค่าของจุดที่ทราบค่า d_{ij} เป็นระยะทางจากจุดที่ทราบค่า Z_p เป็นจุดที่ไม่ทราบค่า n เป็นเลขยกกำลัง (1, 2, 3, ..., n) ข้อเสียของวิธี IDW เกิดจากการไม่สามารถทราบจำนวนจุดที่มีอิทธิพลต่อการเฉลี่ยค่าในการกระจายแบบสุ่มระยะทางแต่ละจุดที่ไม่เท่ากันของพื้นที่ศึกษา ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้จึงเหมาะกับข้อมูลที่ขึ้นกับระยะทาง (S Eiamprasert, 2011)

5. Kriging วิธีการแทรกนั้มีกนิยมใช้ในกรณีที่ต้องการทราบความสัมพันธ์ของระยะทาง หรือทิศทางที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ซึ่งมักจะใช้ทางปฐพีวิทยาและธรณีวิทยา วิธีการแทรกค่าแบบ Kriging ใช้พื้นฐานจากแบบจำลองทางสถิติต่างๆ และเพิ่มการวิเคราะห์การเกี่ยวพันของข้อมูลโดยอัตโนมัติ (ความสัมพันธ์ทางสถิติของจุดที่วัดได้) เพราะวิธีการนี้มีประสิทธิภาพในการสร้างพื้นผิวล่วงหน้า (Prediction Surface) สามารถกำหนดความแน่นอน หรือความถูกต้องของพื้นผิวที่ทำนาย โดยทั่วไปแล้ว Kriging จะเหมือนกับ IDW ในเรื่องการกำหนดน้ำหนักให้กับจุดตัวอย่างแวดล้อมที่วัดได้ เพื่อสร้างการทำนายให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่า สมการทั่วไปของเครื่องมือแทรกค่าทั้งสองในการหาผลรวมจากค่าน้ำหนักของข้อมูลมีดังสมการที่ 4

$$Z(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i) \quad (4)$$

โดย $Z(s_i)$ คือ ค่าของตำแหน่งที่ได้ ณ ตำแหน่งใดๆ λ_i คือ น้ำหนักที่ยังไม่ทราบค่าจากจุดที่ต้องการวัดค่า ณ ตำแหน่งใด ๆ s_0 คือ ตำแหน่งที่ต้องการทำนายค่า N คือ จำนวนของจุดทั้งหมดที่วัดค่า

6. Trend วิธีการแทรกค่าแบบนี้จะทำการเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ได้ด้วยการระบุลำดับของพหุนาม ให้กับจุดตัวอย่างทั้งหมดที่ต้องนำมาวิเคราะห์ วิธีการนี้ใช้ค่าจากเซลล์สามเหลี่ยมเล็กๆที่ ผ่านมาในการปรับค่าให้พอเหมาะแสดงดังสมการที่ 5

$$Z = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5xy \quad (5)$$

เมื่อ Z คือ ค่าที่จุด x ใด ๆ และ a คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณในสมการถดถอย ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นพื้นผิวที่มีความแปรปรวนต่ำ สมพันธ์กับค่าที่ได้จากจุดตัวอย่างออกมาเป็นพื้นผิวต่อเนื่องกันตามแนวโน้มของข้อมูล โดยที่ความแตกต่างทั้งหมดระหว่างค่าจริงกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (ค่าความแปรปรวน) จะมีค่าน้อยมาก พื้นผิวที่ได้จึงไม่ต่างจากข้อมูลจริงจากจุดตัวอย่างมากนัก วิธีการหาด้วยแนวโน้มหรือ Trend ต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อเรียกใช้ เพราะไม่สามารถเรียกผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ในรูปแบบการวิเคราะห์แบบ 3 มิติได้ (N. Areeerachakul, et al., 2017)

ค่าสถิติตรวจสอบความสัมพันธ์ และความถูกต้องของข้อมูล

วิธีการเปรียบเทียบมาตรฐานสำหรับการประเมินปริมาณน้ำฝนเกี่ยวข้องกับการคำนวณเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง และเหมาะสมมีดังต่อไปนี้

1. Mean Absolute Error (MAE) ใช้วัดค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกันระหว่างการประมาณการ

และสถานีวัดข้อผิดพลาดที่แน่นอนยังคงความแตกต่างในขนาดที่อื่นจะลดลงเนื่องจากความแตกต่างของค่าบวกและค่าลบจะยกเลิกกันในระดับหนึ่งช่วงของ MAE เป็น $0-\infty$ และคะแนนที่เหมาะสมเป็น 0

2. Root Mean Square Error (RMSE) มีความคล้ายคลึงกับ MAE ใช้วัดขนาดความผิดพลาดเฉลี่ยแต่มันทำให้น้ำหนักมากขึ้นข้อผิดพลาดใหญ่เนื่องจากมีตารางความแตกต่างก่อนที่จะรวมแรงค์ของ RMSE เป็น $0-\infty$ และคะแนนสมบูรณ์เป็น 0

3. Correlation Coefficient (CC) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือความสัมพันธ์เพียร์สัน การวัดความแรง และทิศทางของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรทั้งสองกำหนดให้เป็นความแปรปรวนร่วม ซึ่งอาจใช้ค่าใด ๆ ระหว่าง -1.0 และ 1.0

4. Probability of Detection (POD) ความน่าจะเป็นของการตรวจสอบ หรืออัตราส่วนของสังเกต 'ใช่' เหตุการณ์ที่คาดการณ์ไว้ว่าใช่ POD ช่วง 0-1 และให้คะแนน 1 หมายถึง การคาดการณ์ที่สมบูรณ์แบบคะแนนนี้มีความรวดเร็วต่อค่า hit แต่จะละเว้นเตือนที่ผิดพลาดซึ่งมีความสำคัญมากต่อความถี่ภูมิอากาศของเหตุการณ์

5. False Alarm Ratio (FAR) อัตราส่วนสัญญาณผิดพลาดคือการวัดส่วนของคาดการณ์ 'ใช่' เหตุการณ์ที่จริง ยังไม่เกิดขึ้นช่วงนี้คะแนน 0-1 และคะแนน 0 หมายถึงการคาดการณ์ที่สมบูรณ์แบบคะแนนนี้มีความรวดเร็วในการเตือนที่ผิดพลาด แต่ไม่สนใจเหตุการณ์พลาดมันมีความสำคัญมากกับความถี่ภูมิอากาศของเหตุการณ์

6. Probability Of False Detection (POFD) ความน่าจะเป็นของการตรวจจับเท็จหรือ อัตราการแจ้งเตือนที่ผิดพลาดเป็นส่วนของการตั้งข้อสังเกตเหตุการณ์ 'ไม่' ภาพไมโครเวฟ (TMI), เครื่องวัดพลังงานรังสีไมโครเวฟสำหรับระบบ

สังเกตการณ์โลก (AMSR-E), ภาพไมโครเวฟเซนเซอร์พิเศษ (SSM/I), เซ็นเซอร์พิเศษไมโครเวฟที่ไม่ถูกต้องปรับเป็น 'ใช่' คะแนนช่วง 0-1 และคะแนนที่สมบูรณ์แบบเป็น 0 ในขณะที่มีความรวดเร็วต่อการเตือนที่ผิดพลาดจะไม่สนใจ รวมถึงเหตุการณ์เชิงลบที่ถูกต้องในสถานที่ของ hits (in FAR)

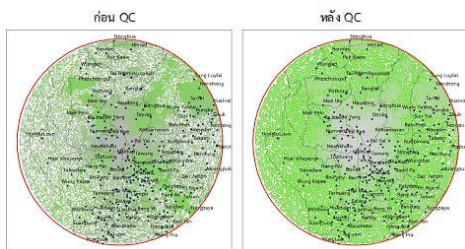
7. คะแนนดัชนีความสำเร็จที่สำคัญ (Critical Success Index: CSI) บอกให้ทราบถึงวิธีที่ดีที่สุดได้คาดการณ์เหตุการณ์ที่ 'ใช่' สอดคล้องกับข้อสังเกตเหตุการณ์ 'ใช่' ช่วงคะแนนนี้ 0-1 โดยที่ 0 บ่งชี้ที่ไม่มีทักษะและ 1 หมายถึงคะแนนที่สมบูรณ์แบบมันเป็นที่สุดถูกต้องเมื่อสิ่งที่ถูกต้องจะถูกเอาออกจากพิจารณา เช่น ดัชนีความสำเร็จเฉพาะเกี่ยวข้องกับการคาดการณ์ที่นับคะแนนนี้มีความรวดเร็วต่อปริมาณขณะให้ค่า miss และ false alarm ดังตารางที่ 1 แสดงชุดของสถิติคะแนนจะถูกคำนวณบนพื้นฐานของตารางฉุกเฉินเด็ดขาดโดยที่เหตุการณ์ 'ใช่' ถูกกำหนดโดยปริมาณน้ำฝนมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด (0.1 มิลลิเมตรต่อวัน) มิฉะนั้นจะเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้ 'ไม่'

ตารางที่ 1 ตารางฉุกเฉินสำหรับการประมาณการประเภทของจุดที่จะชี้เหตุการณ์ ที่ใด a, b, c และ d จำนวนเหตุการณ์ที่สังเกตที่สูงกว่าเกณฑ์

Estimate	Observed		Total
	Yes	No	
Yes	a (hit)	b (false alarm)	$a + b$
No	c (miss)	d (correct rejection)	$c + d$
Total	$a + c$	$b + d$	$a + b + c + d = n$

ผลการศึกษา

1. ผลลัพธ์จากการ QC การทำ QC ทำโดยจัดรูปแบบข้อมูลและเลือกข้อมูลที่เป็นฝนจริง ๆ จากเซ็นเซอร์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ QC แสดงดังภาพที่ 4 คือ ข้อมูลที่ไม่ใช้น้ำฝนจะถูกกำจัดออกไป



ภาพที่ 4 ผลลัพธ์ก่อนและหลังการทำ QC

โดยความแตกต่างกันก่อนและหลังการทำ QC คือ ก่อนการทำ QC ข้อมูลจะเก็บในรูปของ Polygon ซึ่งจะเก็บค่าข้อมูลไว้ ส่วนหลังจากการทำ QC ข้อมูลจะอยู่ในรูปของตาราง ซึ่งต้องทำการสร้างจุดพิกัดขึ้นมาให้อยู่ในรูปแบบ Point โดยแต่ละจุดจะเป็นตำแหน่งเดียวกัน และมีค่าข้อมูลเหมือนกัน ส่วน Attribute ของข้อมูล ก่อนและหลังการทำ QC จะมีความแตกต่างกัน โดยหลังการทำ QC จะทำให้ได้ค่าที่อยู่ในช่วงของค่าน้ำฝนจริง ๆ

2. ผลลัพธ์จากการประมาณค่าข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณค่าข้อมูลด้วยวิธีทั้ง 3 วิธี และหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลด้วยสมการถดถอย มีรายละเอียดดังนี้

ก) Kriging ผลจากการประมาณค่าฝนด้วยวิธี Kriging พบว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์ที่ดี โดยมีค่า $R^2 = 0.7968$ และวิธีตรวจการประมาณค่าฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศกับข้อมูลจากการตรวจวัดที่สถานีด้วยค่าทางสถิติ ได้ค่า $MAE=2.34$, $RMAE=4.48$, และ $CC=0.89$ สำหรับวิธีตรวจการประมาณค่าฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศกับข้อมูลจากการตรวจวัดที่สถานีด้วยค่าโอกาสของการเกิดฝนที่ตรงกัน ได้ค่า $POD = 0.38$, $TS = 0.38$, $FAR = 0.00$ และ $POFD = 0.00$

ข) IDW ผลจากการประมาณค่าฝนด้วยวิธี IDW พบว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์ที่ดี โดยมีค่า $R^2 = 0.5827$ และวิธีตรวจการประมาณ

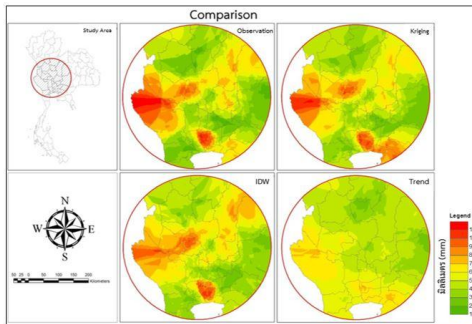
ค่าฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศกับข้อมูลจากการตรวจวัดที่สถานีด้วยค่าทางสถิติมีค่า $MAE=2.80$, $RMAE=6.81$ และ $CC=0.76$ สำหรับวิธีตรวจการประมาณค่าฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศกับข้อมูลจากการตรวจวัดที่สถานีด้วยค่าโอกาสของการเกิดฝนที่ตรงกัน มีค่า $POD = 0.84$, $TS = 0.84$, $FAR = 0.01$ และ $POFD = 0.01$

ค) Trend ผลจากการประมาณค่าฝนด้วยวิธี Trend พบว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์ที่ดี โดยมีค่า $R^2 = 0.5762$ และวิธีตรวจการประมาณค่าฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศกับข้อมูลจากการตรวจวัดที่สถานีด้วยค่าทางสถิติมีค่า $MAE = 4.69$, $RMAE = 7.92$ และ $CC = 0.76$ สำหรับค่าโอกาสของการเกิดฝนที่ตรงกัน มีค่า $POD = 0.40$, $TS = 0.38$, $FAR = 0.09$ และ $POFD = 0.20$

ตารางที่ 2 ค่าทางสถิติจากการประมาณค่า

Interpolation	R^2	MAE	RMAE	CC
Kriging	0.79	2.34	4.98	0.89
IDW	0.58	2.8	7.12	0.76
Trend	0.57	4.69	8.51	0.76

การเปรียบเทียบการประมาณปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศกับสถานีตรวจวัดที่รัศมีเรดาร์ตรวจอากาศชัยนาท จังหวัดชัยนาท แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วนจากการประมาณค่าด้วยวิธี Kriging, IDW และ Trend ได้ผลลัพธ์ที่ได้มีค่า R-Square ในช่วงค่า 0.57 – 0.79 ข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่าในแต่ละวิธี ทำให้ได้ค่าที่ต่างกัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับวิธีในการประมาณค่าของแต่ละวิธีซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณค่าในช่วงวันดังกล่าว แสดงดังภาพที่ 5 และหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงบทสรุป



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนที่ได้จาก สถานีตรวจวัดและการประมาณค่าเป็นรูปแบบ เดียวกัน แสดงเป็นภาพ

สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการประมาณค่าปริมาณฝน ด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ โดยการหาความสัมพันธ์ ปริมาณฝนและความถี่ของคลื่นสะท้อนกลับ ของเรดาร์ตรวจฝน และทำการประมาณค่า ปริมาณค่า ปริมาณฝน เชิงพื้นที่ด้วยวิธี IDW, Kriging และ Trend มาเปรียบเทียบปริมาณฝน ที่ได้กับปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดเพื่อหา ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการประมาณค่าของแต่ละวิธี ผลปรากฏว่า Kriging เป็นวิธีการประมาณ ค่าที่ดีที่สุด โดยมีค่า มีค่า MAE, RMSE, Correlation เท่ากับ 2.336, 4.984, 0.893 ตามลำดับ รองลงมา เป็นการประมาณค่าแบบ IDW และการประมาณ ค่าแบบ Trend เป็นลำดับสุดท้าย ซึ่งสังเกตได้ จากค่า MAE, RMSE ซึ่งยังมีค่าน้อยความถูกต้อง ยิ่งมีมาก และค่า Correlation ซึ่งถ้าค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าใด ความสัมพันธ์ของข้อมูลยิ่งมีมาก

ดังนั้น การประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Kriging เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการ ประมาณค่าฝนบริเวณภาคกลางของประเทศไทย ได้ เพื่อใช้ในการเฝ้าระวัง ติดตาม และพยากรณ์ อากาศระยะสั้น สำหรับใช้ในการบริหารจัดการ การต่อไป

References

- Chumchean, S., A. Sharma, and A. Seed, (2006). **An Integrated Approach to Error Correction for Real-Time Radar-Rainfall Estimation.** J. Atmos. Oceanic Technol., 23, 67–79.
- J.S. Marshall and W.M. Palmer. (1948). **The distribution of Raindrops with Size,** The Journal of Meteorology, 5, 165-166.
- Mapiam, P.P., N. Sriwongsitanon, S. Chumchean, and A. Sharma, (2009). **Effects of Rain Gauge Temporal Resolution on the Specification of a Z-R Relationship.** J. Atmos. Oceanic Technol., 26, 1302–1314.
- N. Areerachakul, S. Prongnuch, and K. P.N. Sakolnakhon. (2017). **The Estimation of Rainfall by Using Radar Data and IDV to Simulate 3D Rainfall Map.** The Journal of Water Sustainability (JWS), 7(2), 183-191.
- Sanchai Eiamprasert (2011). **Comparison of Spatial Daily Rainfall Amount Interpolation Methods by Using Geographic Information System at Chao-Phra-Ya Flood Plain.** Master of Science (Environmental Management), National Institute of Development Administration.
- Sucharit Koontanakulvong and et al. (2007). **Evaluation and Estimation Rainfall Remote data.** Bangkok: Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

Wetchayont, and et al. (2013). Retrieval of Rainfall by Combining Rain Gauge, Ground-Based Radar and Satellite Measurements over Phimai, Thailand. Scientific online letters on the atmosphere: SOLA. 9. 166-169.