

การประเมินฝนจากเรดาร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัด

Radar rainfall estimation in ungauged catchment

ทณงค์ดี เพ็งเพชร¹

อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง²

สหลาภ หอมวุฒิพงศ์³

สุตารัตน์ คำปลิว⁴

บทคัดย่อ

ปริมาณน้ำฝนมีความสำคัญต่อการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งในภาวะน้ำหลากและภาวะแห้งแล้ง หากทราบปริมาณน้ำฝนที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงและทันเวลา จะช่วยในการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำและสามารถบรรเทาอุทกภัยได้ในระดับหนึ่ง เรดาร์ตรวจอากาศเป็นเครื่องมือตรวจวัดข้อมูลระยะไกลที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างและให้รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ค่อนข้างสูง ด้วยข้อเด่นนี้จึงได้มีการประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดปริมาณน้ำในบรรยากาศและนำมาประเมินเป็นปริมาณน้ำฝนโดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์และความเข้มฝนในพื้นที่ที่ขาดแคลนสถานีวัดน้ำฝน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการประเมินปริมาณน้ำฝนและความแม่นยำในการประเมินปริมาณน้ำฝนที่ได้จากภาพเรดาร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีสถานีวัดน้ำฝน ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย เหตุการณ์ฝน ภาพเรดาร์และปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่ติดตั้งอยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา ภาพเรดาร์ที่ได้รวบรวมจากสถานีเรดาร์พิมาย อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา โดยคัดเลือกเหตุการณ์ฝนตกหนักในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 จำนวน 4 เหตุการณ์มาใช้ในการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การประเมินฝนจากภาพเรดาร์โดยการประมวลผลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทำให้เห็นการกระจายตัวของฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำสอดคล้องกับการกระจายตัวของฝนจากโครงข่ายสถานีวัดน้ำฝน ความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนของเรดาร์และสภาพอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ที่ศึกษาคือ $Z=240.66 R^{0.72}$ ให้ค่าความสัมพันธ์ในการปรับเทียบ (R^2) เท่ากับ 0.95 และเมื่อนำความสัมพันธ์ $Z-R$ ทดสอบกับเหตุการณ์ฝน ให้ความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 77.85

คำสำคัญ : ความสัมพันธ์ $Z-R$, การประเมินปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์, สถานีเรดาร์พิมาย, ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

^{2,3,4} คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

Abstract

Rainfall is important for water resources management in the catchment for flood and drought conditions. If the obtained rainfall is near the ground rainfall and real time, it will be a decision support data for water management and can mitigate the water disaster. Weather radar is an instrument for remote sensing that potentially covers a large area and provides a high resolution spatial and temporal rainfall. With its advantages, so can be applied in areas with insufficient rainfall stations. Weather radar measures the rainfall depth by using an empirical relationship between the reflectivity (Z) and rainfall rate (R), called the Z-R relationship ($Z = AR^b$). In this study, the objective research was to find a suitable climatological Z-R relationship for the Huai Sam Moh catchment where is ungauged rainfall station. Four rainfall events, radar products with the reflectivity data and rainfall were collected in this study. The reflectivity data between June and August in 2004 at the Pimai radar station located in Nakhonratchasima Province, couple with the rainfall depths at six rainfall stations around the catchment during the same periods were used. A climatological Z-R relationship in the form $Z = 240.66 R^{0.72}$ showed acceptable statistical indicators making both the coefficient of determination; $R^2 = 0.95$ and the accuracy of verification was 77.85%, it was suitable for radar rainfall estimation for the Huai Sam Moh catchment.

Keywords : Z-R relationship, radar rainfall estimation, Pimai radar station,
Huai Sam Moh Catchment

บทนำ

ปริมาณน้ำฝนเป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่มีความสำคัญกับงานหลายกิจกรรม อาทิ งานด้านเกษตรกรรม และการดำเนินกิจกรรมในการวางแผนด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเฉพาะการเตือนภัยน้ำหลากและน้ำท่วมให้ทันเวลา ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใกล้เคียงกับปริมาณฝนที่ตกจริงในพื้นที่และเวลามากกว่าข้อมูลน้ำฝนเฉพาะจุดใดจุดหนึ่ง (Seed et al. 1996) การตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในปัจจุบันเป็นการตรวจวัดข้อมูลน้ำฝนที่ประเมินได้จากถังวัดน้ำฝนซึ่งเป็นข้อมูลเชิงจุด (local point data) ซึ่งยังมีข้อจำกัดในการติดตั้งของเครื่องวัดน้ำฝน อาทิ บริเวณภูเขา ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำและค่อนข้างมีฝนตกชุก ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของปริมาณน้ำฝนที่ตกจริงในบริเวณพื้นที่ นอกจากนี้โครงข่ายของสถานีวัดน้ำฝนที่ติดตั้งแล้วมีการกระจายตัวไม่ครอบคลุมพื้นที่ ดังนั้น หากทราบข้อมูลปริมาณและการกระจายของฝนเชิงพื้นที่แบบทันเวลาจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน จึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงและให้ความสำคัญค่อนข้างสูง ในปัจจุบันได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้หลักการรับรู้ระยะไกลในการศึกษาเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยา เรดาร์ตรวจอากาศได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านนี้ เนื่องจากให้ข้อมูลและรายละเอียดของฝนได้ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างภายใต้รัศมีของเรดาร์ สามารถทำการตรวจวัดได้

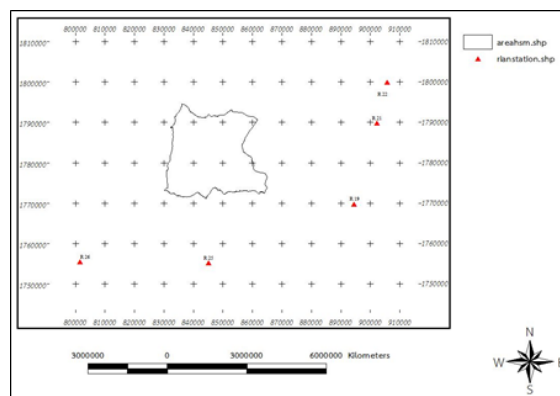
อย่างต่อเนื่องและเป็นข้อมูลแบบทันเวลา (Real Time) ซึ่งเป็นการจัดซื้อจำกัดหรือข้อต่อของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ด้วยคุณสมบัติเด่นเช่นนี้ทำให้เรดาร์เป็นเครื่องมืออีกอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดปริมาณความเข้มของฝน อาทิงงานวิจัยของ Joss and Walvogel (1990) ; Collier (1996) ; Krajewski and Smith (2002) ในประเทศไทย ได้นำเรดาร์ตรวจอากาศมาใช้นำนายปริมาณน้ำฝนในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลจากสถานีเรดาร์ดอนเมือง ในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2547 พบว่า การใช้ข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัดจากเรดาร์ย้อนหลังจากปัจจุบัน 120 นาที จะให้ค่าปริมาณฝนจากเรดาร์ใกล้เคียงกับฝนจากสถานีวัดฝนภาคพื้นดินมากที่สุด ได้ประยุกต์ใช้เรดาร์ตรวจอากาศ สถานีเรดาร์ฝนหลวงและการบินเกษตรอำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ประเมินปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำชี โดยใช้ภาพเรดาร์แบบ CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) กับปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติ และอุณหภูมิยอดเมฆจากภาพถ่ายดาวเทียม GSM-5 รายชั่วโมง โดยใช้ข้อมูลในช่วงปี พ.ศ.2543-2544 วิธีการที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย การตรวจสอบข้อมูลฝนเรดาร์โดยวิธี Simple scaling และ Quality control การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์กับความเข้มของฝน (Z-R relation) การเปรียบเทียบปริมาณฝนจากเรดาร์ อุณหภูมิยอดเมฆ และสถานีวัดน้ำฝน เชิงเวลาและพื้นที่ (Temporal and spatial rainfall) การสร้าง radar-intensity coincident frequency และการประยุกต์ฝนเรดาร์รายชั่วโมงในแบบจำลองอุทกวิทยา VfloTM และ HEC-HMS ผลการศึกษาพบว่า ค่าการสะท้อนของเรดาร์กับความเข้มฝน (Z-R relation) คือ $Z=294^{R1.33}$ ปริมาณฝนสะสมจากเรดาร์ (Cumulative radar rainfall) มีค่าต่ำกว่า (Under estimated) ปริมาณฝนสะสมจากสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติมีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน ความแม่นยำของฝนเรดาร์ในการทำนายฝนตก มีค่าร้อยละ 70-80 ปริมาณฝนจากเรดาร์มีความสัมพันธ์ในระดับนัยสำคัญที่ 0.95 กับปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่เวลาเหลื่อมกัน (Time lag) ประมาณ 2-3 ชั่วโมง และปริมาณฝนจากเรดาร์ให้ค่าชลภาพ (Hydrograph) ใกล้เคียงกับชลภาพที่ได้จากการตรวจวัดในสนามและสอดคล้องกับชลภาพที่ประเมินจากฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝน Punpim and Nuchanart (2008) ได้ประยุกต์ใช้เรดาร์ตรวจอากาศ สถานีเรดาร์อมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ศึกษาค่าที่เหมาะสมของสมการ Z-R สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยใช้ข้อมูลฝนรายวันจำนวน 55 สถานี พบว่าค่าการสะท้อนกับความเข้มฝนที่เหมาะสมสำหรับเรดาร์สถานีอมก๋อย คือ $Z=74^{R1.6}$ และการประเมินฝนครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าสำหรับการทำนายน้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบนได้

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การประยุกต์ใช้เรดาร์ในการประเมินปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่ เป็นการประเมินค่าการสะท้อนของเรดาร์กับความเข้มของฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีสถานีตรวจวัด และข้อมูลฝนในอดีตที่มีการตรวจวัดไว้ แต่ยังไม่มีการประเมินปริมาณฝนแบบทันเวลา (Real time) งานวิจัยนี้ จึงได้นำเสนอวิธีประเมินปริมาณฝนโดยเรดาร์ตรวจอากาศและสอบเทียบกับข้อมูลฝนจากสถานีวัดฝนภาคพื้นดินที่อยู่ในรัศมีของเรดาร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยของความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์กับปริมาณความเข้มของฝนเฉลี่ย (Z-R Relationship) ในบริเวณลุ่มน้ำห้วยสามหมอก ลุ่มน้ำสาขาย่อยของลุ่มน้ำชี ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำฝนตั้งอยู่

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

เหตุผลที่คัดเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์ในพื้นที่ที่ไม่มีสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนและตำแหน่งพื้นที่ที่มีสถานีวัดน้ำฝน กอปรกับลุ่มน้ำห้วยสามหมอกเป็นพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำชี พื้นที่ต้นน้ำของลำน้ำห้วยสามหมอกเป็นภูเขาสูงและมักเกิดอุทกภัยซ้ำซากแต่ไม่มีสถานีวัดน้ำฝนติดตั้งในลุ่มน้ำ อย่างไรก็ตาม พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกอยู่ในรัศมีการตรวจวัดของเรดาร์พิมาย 240 กิโลเมตร (Radar umbrella) ดังนั้นการประเมินฝนด้วยเรดาร์ จึงเป็นข้อมูลในการเตือนภัยน้ำหลาก ซึ่งคาดว่าจะจะเป็นประโยชน์สำหรับชุมชน การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อประเมินความแม่นยำของการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาย่อยตอนบนของลุ่มน้ำชีและอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัดคือ อำเภอดอกพะอี่ไซ จังหวัดขอนแก่น อำเภอคอนสวรรค์ อำเภอแก้งคร้อ และอำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ มีขนาดพื้นที่รับน้ำ 774 ตารางกิโลเมตร หรือ 455,625 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 1.47 ของลุ่มน้ำชี ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำห้วยสามหมอก ด้านทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำชีเยว ด้านทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำชีส่วนที่ 2 ด้านทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำชีส่วนที่ 3 ลักษณะลุ่มน้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่ในช่วง 100-800 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และลาดต่ำไปในแนวทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปบรรจบลำน้ำชี ลักษณะข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา สภาพภูมิอากาศได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,110 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณฝนสูงสุดมักเกิดในช่วงเดือนกันยายน อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน 27.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนร้อยละ 69 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 149 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่ศึกษาและสถานีวัดน้ำฝนข้างเคียง 6 สถานี แสดงไว้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกและสถานีวัดฝนบริเวณข้างเคียง

2. วิธีการศึกษา ในการศึกษาวิจัย มีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

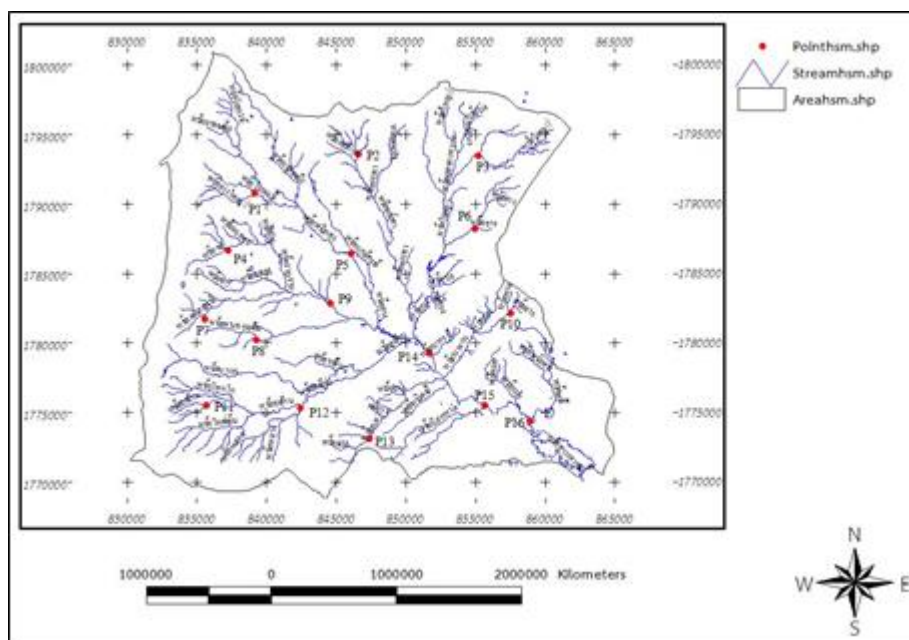
1) คัดเลือกเหตุการณ์ฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก จากเหตุการณ์ฝนที่ตกในลุ่มน้ำชี ระหว่าง พ.ศ. 2543–2550

2) รวบรวมข้อมูลภาพเรดาร์ จากสถานีเรดาร์ ของสำนักฝนหลวงและการบินเกษตร อำเภอฟิมาย จังหวัดนครราชสีมา ในช่วง พ.ศ. 2543–2550 และรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดฝนที่ติดตั้งอยู่ในลุ่มน้ำชี จากสำนักฝนหลวงและการบินเกษตร กรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา ในช่วงเวลาที่สอดคล้องกัน

3) ตรวจสอบข้อมูลและคัดแยกชนิดของฝน โดยแบ่งเป็นฝนเบา ฝนปานกลาง และฝนหนัก และมีความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลของภาพเรดาร์และข้อมูลฝนจากสถานีวัดฝน คัดเลือกเหตุการณ์ฝนที่มีข้อมูลสมบูรณ์ที่สุด จำนวน 4 เหตุการณ์ คือ 1) เหตุการณ์ฝนตกวันที่ 14 มิถุนายน 2547 2) เหตุการณ์ฝนตกวันที่ 22 กรกฎาคม 2547 3) เหตุการณ์ฝนตกวันที่ 27 กรกฎาคม 2547 4) เหตุการณ์ฝนตกวันที่ 31 กรกฎาคม 2547 และวันที่ 20 สิงหาคม 2547

4) แปลงภาพเรดาร์ เนื่องจากภาพเรดาร์ที่ได้จากสถานีเรดาร์ของสำนักฝนหลวงและการบินเกษตร อำเภอฟิมาย จังหวัดนครราชสีมา เป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .gif (Graphic interchange format) ซึ่งเป็นไฟล์ที่ถูกบีบอัดให้เล็กลงเป็นภาพซึ่งใช้สีจำกัด การนำไปใช้กับระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จะมีความคลาดเคลื่อนสูง ในการวิจัยนี้จึงได้ใช้โปรแกรมการจัดการรูปภาพแปลงชนิดของไฟล์ข้อมูลภาพเรดาร์เป็นนามสกุล .tif (Tagged image file format) ซึ่งเป็นไฟล์ที่มีความยืดหยุ่นและคุณภาพสูงสุด สามารถแสดงผลความละเอียดของภาพได้ทุกระดับตั้งแต่ภาพขาวดำไปจนถึงภาพสี ซึ่งสามารถนำไปใช้กับระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

5) ในการศึกษาได้ตั้งสมมุติฐานในการกำหนดจุดตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนเทียมโดยการแบ่งตารางกริดให้สอดคล้องกับตำแหน่งจุดบรรจบของลำน้ำสาขากับลุ่มน้ำห้วยสามหมอก กำหนดจุดในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก จำนวน 16 จุด เพื่อเป็นสถานีวัดน้ำฝนเทียมวัดค่าปริมาณฝนจากสถานีวัดฝนบริเวณข้างเคียง และวัดค่าพลังงานการสะท้อนของเรดาร์ โดยลงตำแหน่งพิกัดละติจูด และลองจิจูด แล้วสร้าง Shape file และบันทึกเป็นภาพชนิด JPEG ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงในภาพที่ 2 และข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสม 16 สถานี แสดงในตาราง 1



ภาพที่ 2 พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนเทียม

ตาราง 1 ปริมาณฝนสะสมที่สถานีวัดน้ำฝนเทียมสำหรับเหตุการณ์ฝนตกในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอก ณ วันที่ 14 มิถุนายน 2547, 22 กรกฎาคม 2547 และ 27 กรกฎาคม 2547

ตำแหน่งจุด วัดปริมาณ น้ำฝน	พิกัด		ปริมาณฝนรวม (มม.)		
	ละติจูด (UTM)	ลองจิจูด (UTM)	เหตุการณ์ฝน 14 มิ.ย. 47	เหตุการณ์ฝน 22 ก.ค. 47	เหตุการณ์ฝน 27 ก.ค. 47
P 1	839193.00	1790743.00	31.640	28.842	16.656
P 2	846617.00	1793569.00	33.640	27.312	29.417
P 3	855260.00	1793458.00	46.530	33.371	36.699
P 4	837254.00	1786644.00	59.640	29.503	12.098
P 5	846119.00	1786422.00	31.640	28.031	17.263
P 6	854983.00	1788195.00	51.640	57.060	27.932
P 7	835569.00	1781701.00	11.640	26.773	12.037
P 8	839304.00	1780217.00	11.640	28.672	15.944

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ตำแหน่งจุด วัดปริมาณ น้ำฝน	พิกัด		ปริมาณฝนรวม (มม.)		
	ละติจูด (UTM)	ลองจิจูด (UTM)	เหตุการณ์ฝน 14 มิ.ย. 47	เหตุการณ์ฝน 22 ก.ค. 47	เหตุการณ์ฝน 27 ก.ค. 47
P 9	844623.00	1782821.00	23.640	26.523	14.874
P 10	857532.00	1782101.00	61.640	22.511	25.281
P 11	835703.00	1775508.00	11.640	29.830	11.930
P 12	842462.00	1775286.00	11.640	22.381	15.405
P 13	847393.00	1773125.00	47.640	28.430	15.158
P 14	851714.00	1779275.00	45.640	23.161	21.409
P 15	855703.00	1775508.00	37.640	25.271	18.517
P 16	858917.00	1774344.00	55.640	26.612	23.314

6) วิเคราะห์ข้อมูลภาพเรดาร์ วิเคราะห์ข้อมูลความเข้มของฝนเชิงพื้นที่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอกจากการประเมินค่าพลังงานการสะท้อนของเรดาร์ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลเชิงภาพ (Image processing) ในการแปลงภาพเรดาร์ให้อยู่ในรูปของตัวเลข Digital และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนที่ได้จากโครงข่ายสถานีวัดน้ำฝน (Rain gauge network)

7) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์กับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการประมาณค่า (interpolation) จากเส้นชั้นความสูงปริมาณน้ำฝนจากสถานีใกล้เคียง ณ เวลาเดียวกัน (Z-R Relationship) และการวิเคราะห์แบบห่าเลื่อนเวลา (Time lag) ณ ตำแหน่งพิกัดเดียวกัน

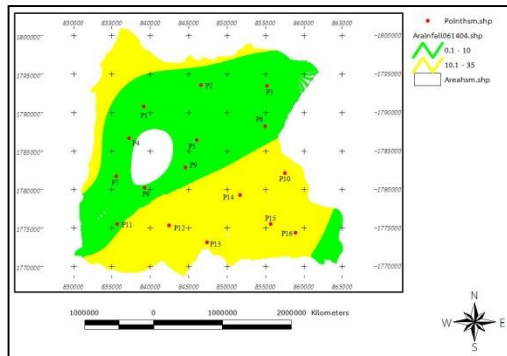
8) เปรียบเทียบการกระจายตัวของฝนเชิงพื้นที่ในพื้นที่ลุ่มน้ำระหว่างฝนที่ได้จากค่าการสะท้อนของเรดาร์กับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการประมาณค่าเส้นชั้นความสูงปริมาณน้ำฝนจากสถานีใกล้เคียง

ผลการวิจัย

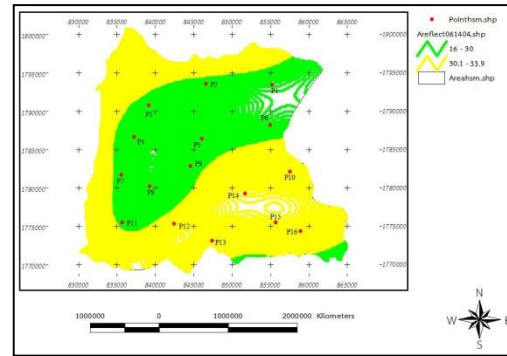
ผลการวิจัยพบว่า

1) จากการเปรียบเทียบฝนเชิงพื้นที่จากค่าการสะท้อนของเรดาร์และเส้นชั้นน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนข้างเคียง พบว่า ทั้ง 3 เหตุการณ์แสดงการกระจายฝนเชิงพื้นที่สอดคล้องกัน คิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ อีกประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ให้ปริมาณแตกต่างกัน เนื่องจากเรดาร์จะตรวจจับปริมาณน้ำในบรรยากาศและจะสะท้อนในรูปของกลุ่มฝน ขณะที่สถานีวัดน้ำฝนวัดความลึกของปริมาณน้ำฝนที่ตกเท่านั้น จากการสังเกตพบว่า กรณีฝนตกหนัก ภาพการกระจายตัวของกลุ่มฝนทั้ง 2

แหล่งให้ผลสอดคล้องกัน กรณีฝนตกเบา ปริมาณฝนจากเครื่องวัดน้ำฝนจะไม่ปรากฏกลุ่มฝน ดังการเปรียบเทียบการกระจายตัวของฝนในภาพที่ 3-5

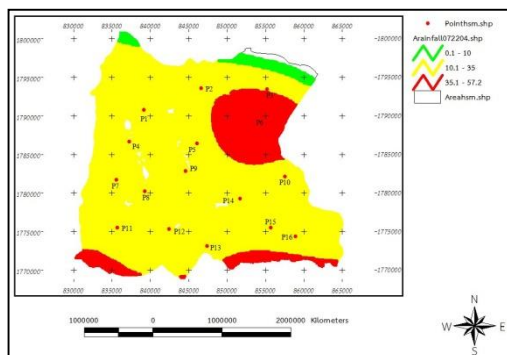


(ก) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่จากสถานีวัดน้ำฝนข้างเคียง

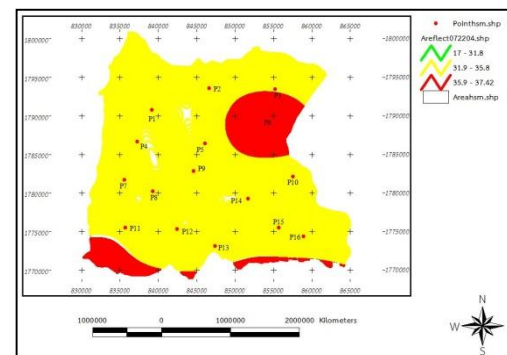


(ข) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่จากค่าการสะท้อนของเรดาร์

ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบการกระจายตัวของปริมาณฝนระหว่างการประเมินจากสถานีวัดข้างเคียง และค่าการสะท้อนของเรดาร์ ของเหตุการณ์ฝนวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2547 ช่วงเวลา 18:12:01-23:42:15 น.

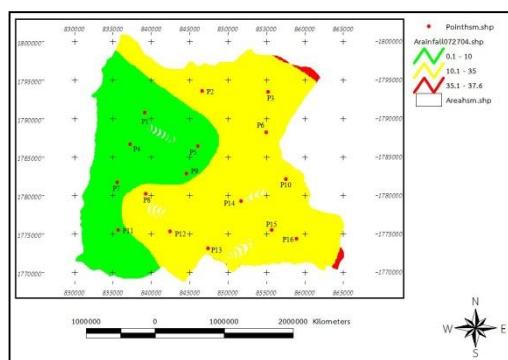


(ก) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่จากสถานีวัดน้ำฝนข้างเคียง

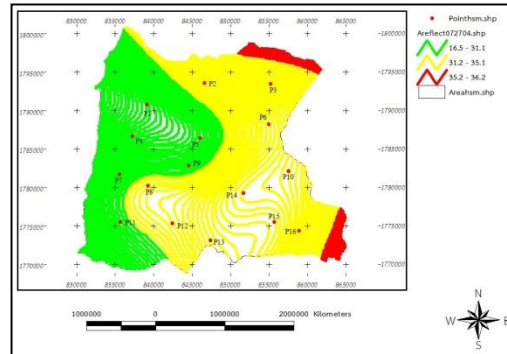


(ข) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่จากค่าการสะท้อนของเรดาร์

ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบการกระจายตัวของปริมาณฝนระหว่างการประเมินจากสถานีวัดข้างเคียง และค่าการสะท้อนของเรดาร์ ของเหตุการณ์ฝนวันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 ช่วงเวลา 00:03:57-05:48:35 น.



(ก) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่จากสถานีวัดน้ำฝนข้างเคียง

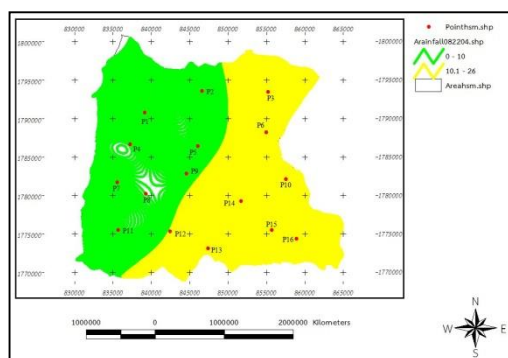


(ข) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่จากค่าการสะท้อนของเรดาร์

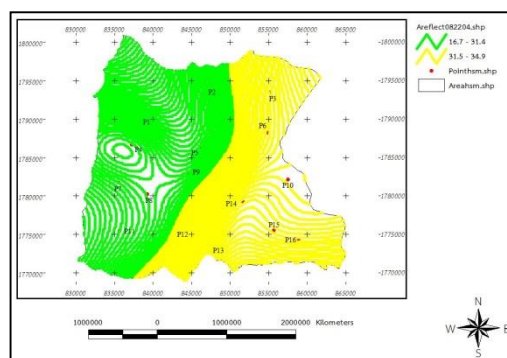
ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบการกระจายตัวของปริมาณฝนระหว่างการประเมินจากสถานีวัดข้างเคียง และ ค่าการสะท้อนของเรดาร์ ของเหตุการณ์ฝนวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 ช่วงเวลา 01:48:34-10:42:01 น.

2) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าสะท้อนของเรดาร์ (Z) และปริมาณน้ำฝน (R) ณ พิกัดเดียวกัน ใน เวลาเดียวกัน และแบบเหลื่อมเวลา พบว่า ความสัมพันธ์ Z-R เฉลี่ยที่ได้จาก 3 เหตุการณ์ คือ $Z=240.66$ $R=0.72$ ให้ค่าความสัมพันธ์ในการปรับเทียบ(R^2) เท่ากับ 0.95

3) เมื่อนำความสัมพันธ์ Z-R เฉลี่ยทดสอบกับเหตุการณ์ฝนวันที่ 31 กรกฎาคม 2547 และ วันที่ 20 สิงหาคม 2547 ให้ความแม่นยำเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.85 ดังแสดงในภาพที่ 6



(ก) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่จากสถานีวัดน้ำฝนข้างเคียง



(ข) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่จากค่าการสะท้อนของเรดาร์

ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบการกระจายตัวของปริมาณฝนระหว่างการประเมินจากสถานีวัดข้างเคียง และ ค่าการสะท้อนของเรดาร์ ของเหตุการณ์ฝนทดสอบวันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2547 ช่วงเวลา 01:48:34-10:42:01 น.

4) จากการวิเคราะห์แบบห่อหุ้มเวลาพบว่า กลุ่มฝนที่ปรากฏในภาพเรดาร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณฝนที่ตกจริงในพื้นที่ ที่ 2 ชั่วโมง (1 ชั่วโมง 52 นาที) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Siriluk and Thomas (2005) ที่นำเรดาร์ตรวจอากาศมาใช้นำมาประมาณน้ำฝนในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลจากสถานีเรดาร์ดอนเมือง ในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ.2547 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2547 ซึ่งพบว่า การใช้ข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัดจากเรดาร์ย้อนหลังจากปัจจุบัน 120 นาที จะให้ค่าปริมาณฝนจากเรดาร์ใกล้เคียงกับปริมาณฝนที่วัดจากสถานีวัดฝนภาคพื้นดินมากที่สุด

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

1) จากการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์กับปริมาณความเข้มของฝนเฉลี่ยรายชั่วโมง ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก พบว่าค่าการสะท้อนของเรดาร์ที่เลือกใช้มีค่าอยู่ระหว่าง 16.0–37.42 DBz ให้สมการความสัมพันธ์ $Z=240.66 R^{0.723}$ ลักษณะฝนของเหตุการณ์ที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นฝนแบบ Tropic convective rainfall โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์ a เท่ากับ 240.66 และค่าสัมประสิทธิ์ b เท่ากับ 0.723 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในประเทศไทยและต่างประเทศ ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เฉลี่ย (R^2) เท่ากับ 0.950

2) จากการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของฝนที่ประเมินได้จากเรดาร์จะกลายมาเป็นฝนที่ตกจริงในพื้นที่ เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง (1 ชั่วโมง 52 นาที) ช่วงเวลานี้สามารถที่จะนำไปคาดคะเนปริมาณฝนตกจริงในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกหรือบริเวณลุ่มน้ำชีตอนบนได้ หากทราบช่วงเวลาและค่าการสะท้อนของเรดาร์

3) ผลจากการนำสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์กับความเข้มของฝนเฉลี่ยไปประยุกต์ใช้ในการคาดคะเนปริมาณฝนสำหรับเหตุการณ์ฝนที่เลือกพบว่ามีค่าความแม่นยำในเชิงปริมาณคิดเป็นร้อยละ 77.85 ($R^2=0.779$) หมายความว่าอีกร้อยละ 22.15 ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษาในครั้งนี้ และช่วงเวลาที่ฝนตกจริงค่อนข้างใกล้เคียง 2 ชั่วโมง เมื่อทราบช่วงเวลาการสะท้อนของเรดาร์

4) ปริมาณฝนเชิงพื้นที่ที่ประเมินจากภาพเรดาร์มีแนวโน้มไปในทิศทางที่สอดคล้องกันกับปริมาณฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนสำหรับฝนหนักและฝนปานกลาง ในส่วนของปริมาณฝนตกเล็กน้อย ให้ค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ค่อนข้างแตกต่างกัน ถึงแม้ว่ามีฝนตกเล็กน้อย อย่างไรก็ตามเรดาร์ยังสามารถตรวจวัดกลุ่มฝนได้ ขณะที่สถานีวัดน้ำฝนอาจจะไม่สามารถตรวจวัดปริมาณน้ำฝนได้เลย เนื่องจากฝนอาจตกไม่ตรงตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝน และอาจมีอิทธิพลของลมเข้ามาเกี่ยวข้อง

5) ปริมาณฝนสะสมทั้ง 4 เหตุการณ์ พบว่า ที่ระยะเวลาการตกของฝนต่ำกว่า $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง ให้ปริมาณฝนสะสมจากเรดาร์และสถานีวัดน้ำฝนใกล้เคียงกัน แต่เมื่อระยะเวลาการตกของฝนนานกว่า $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง ปริมาณน้ำฝนสะสมจากสถานีวัดน้ำฝนมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำฝนสะสมจากเรดาร์ มีเพียง 1 เหตุการณ์ฝน วันที่ 27 กรกฎาคม 2547 ที่ให้ค่าปริมาณฝนสะสมสอดคล้องกัน ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเหตุการณ์ฝนวันที่ 27 กรกฎาคม 2547 เป็นเหตุการณ์ฝนตกหนักและกระจายครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การประเมินฝนเรดาร์มีความถูกต้องยิ่งขึ้น มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- 1) การคาดคะเนปริมาณฝนด้วยเรดาร์สำหรับพื้นที่ที่ไม่มีสถานีวัดฝนภาคพื้นดิน ควรติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝนภาคพื้นดินในพื้นที่ศึกษา หรือรวบรวมข้อมูลที่มีสถิติการตรวจวัดน้ำฝนเป็นระยะเวลาค่อนข้างยาว ครอบคลุมหลาย ๆ เหตุการณ์ของการเกิดฝน เพื่อให้การสอบเทียบความสัมพันธ์ Z-R มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น
- 2) หากนำค่าพารามิเตอร์จากงานวิจัยนี้ไปใช้ในพื้นที่อื่น ควรปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะของฝนในแต่ละพื้นที่
- 3) ควรมีการศึกษาการใช้ค่าการสะท้อนของเรดาร์จากโครงข่ายเรดาร์ตรวจอากาศหลายสถานี ที่อยู่ภายใต้รัศมีการตรวจวัดครอบคลุมกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการตรวจวัดปริมาณฝนด้วยเรดาร์ในแต่ละสถานี
- 4) เทคนิคการหาปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ ควรมีการตรวจสอบวิธีที่เหมาะสมในพื้นที่นั้น ๆ เพื่อเป็นตัวแทนในการประเมินปริมาณน้ำฝนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 5) ควรมีการศึกษาเทคนิคการกรองข้อมูลค่าการสะท้อนของเรดาร์ก่อนนำข้อมูลไปปรับเทียบ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการประเมินปริมาณฝนที่ตกจริงในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

- Collier, C. G. (1996). **Applications of Weather Radar System: A Guide to Use of Radar in Meteorology and Hydrology**. New York: John Wiley & Sons.
- Joss, J. and Waldvogel, A. (1990). Precipitation measurement and hydrology. In Atlas, D.(ed), **Radar in Meteorology**, (577–606). Amer. Meteor. Soc.
- Krajewski, W. F., and Smith, J. A. (2002). Radar hydrology: Rainfall estimation. **Adv. Water Resour.** 25, pp.1387–1394.
- Punpim and Nuchanart. (2008). Climatological Z–R relationship for radar rainfall estimation in the upper Ping river basin. **Science Asia**. 34, pp. 215–222.
- Seed, A. W., Nicol, J., Austin, G. L., Stow, C. D. and Bradley, S. G. (1996). The impact of radar and rain gauge sampling errors when calibrating a weather radar. **Meteorol. Appl.** 3, pp. 43–52.