

บทที่ 6

ผลกระทบของชนิดเมฆฝนต่อการประมาณปริมาณน้ำฝนรายชั่วโมง

6.1 ผลกระทบของชนิดของเมฆในประมาณปริมาณน้ำฝน

จากบทที่ 1 ที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าฝนที่เกิดในประเทศไทยเกิดขึ้นได้จาก 3 ลักษณะ คือ ฝนเกิดจากการพาความร้อน ฝนภูเขา และฝนแนวปะทะอากาศ ซึ่งฝนแต่ละชนิดจะมีความหนาแน่นและการกระจายตัวของเม็ดน้ำในอากาศแตกต่างกัน เม็ดน้ำเมื่อรวมตัวกันมากขึ้นจะทำให้เกิดเป็นกลุ่มของเม็ดน้ำ ซึ่งเราเรียกอีกอย่างว่า เมฆ (Cloud) เม็ดน้ำของเมฆแต่ละชนิดก็มีขนาดแตกต่างกันออกไป ซึ่งจากการศึกษาของ Tokay และ Short (1995) และ อนุสรณ์ (2551) ได้ทำการจำแนกชนิดของเมฆโดยพิจารณาจากการกระจายตัวของเม็ดน้ำภายในเมฆ โดยที่เม็ดน้ำในเมฆ ขนาดใหญ่ กลาง เล็ก จะมีลักษณะการกระจายตัวปะปนกัน ลักษณะการตกของฝนก็ขึ้นอยู่กับชนิดของเมฆ เช่น การตกของฝนแบบ Convective จะตกรุนแรงในช่วงเวลาสั้น ๆ ในช่วงแรก หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดความรุนแรงแล้วแปรเปลี่ยนไปเป็นฝนแบบ Stratiform ที่ตกแบบสม่ำเสมอ เป็นต้น

จากการศึกษาของ อนุสรณ์ (2551) ได้เสนอเกณฑ์ในการคัดแยกชนิดของเหตุการณ์ฝน โดยพิจารณาจากลักษณะความแตกต่างในแนวราบและความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ของเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆชนิดคิวมูลัส, คิวมูโลนิมบัส และนิมโบสเตรทัส ซึ่งเกณฑ์การจำแนกฝนได้เสนอแนะโดยใช้ข้อมูลภาพเรดาร์ PPI ที่ตรวจวัดได้จากสถานีเรดาร์ฝนหลวงพิมาย

ตารางที่ 6.1 เกณฑ์วิธีการจำแนกกลุ่มเมฆฝนตามรูปแบบกลุ่มเมฆฝน

ลำดับ ที่	ชนิดกลุ่มเมฆฝน เกณฑ์การจำแนก	คิวมูลัส	คิวมูโลนิมบัส	นิมโบสเตรตัส
1.	พื้นที่ฝนปกคลุม : (ตร.กม.)	< 5,200	≥ 5,200	≥ 3,000
2.	การเคลื่อนที่ของกลุ่มฝน : (ม./วินาที)	≥ 3	≥ 3	< 3
3.	วงจรชีวิตของกลุ่มฝน : (นาทีก)	< 100	≥ 100	≥ 120
4.	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ของความเข้มฝน	> 0.23	> 0.20	≤ 0.20
5.	ค่าการสะท้อนกลับเฉลี่ย ของเรดาร์ : (dBZ)	> 23	≥ 21	< 21

(ที่มา : อนุสรณ์ 2551)

ในบทนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีการคัดแยกชนิดกลุ่มเมฆฝนดังกล่าวเพื่อคัดแยกชนิดของเหตุการณ์ฝนที่ตรวจวัดได้จากเรดาร์ภาคีเจริญ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของชนิดกลุ่มเมฆฝนต่อการประมาณปริมาณน้ำฝนเรดาร์

6.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

เนื่องจากฝนที่เกิดในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากเมฆชนิดคิวมูลัสและคิวมูโลนิมบัส (บัญชา, 2546) ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงพิจารณาแบ่งเหตุการณ์ฝนออกเป็น 2 ชนิด ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2550 ถึง 20 กันยายน พ.ศ. 2550 จำนวน 13 เหตุการณ์ รายละเอียดของเหตุการณ์ทั้งหมดแสดงในตารางที่ 6.2 โดยแบ่ง

เหตุการณ์ออกตามชนิดของเมฆฝนตามเกณฑ์การพิจารณาในแนวนอน โดยใช้สายตาจำแนกภาพตามเกณฑ์การจำแนกชนิดของเหตุการณ์ฝนที่เสนอแนะโดย อนุสรณ์ (2551) ได้เสนอไว้

ตารางที่ 6.2 เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์เริ่มตั้งแต่ 19 มีนาคม – 20 กันยายน 2550

เหตุการณ์	ชนิดของเมฆ	เริ่มต้น		สิ้นสุด		ช่วงเวลา นาทีก	จำนวนสถานี วัดน้ำฝน	ค่าฝนเฉลี่ย มม./ชม.
		วันเดือนปี	เวลา	วันเดือนปี	เวลา			
19 มี.ค. 50	คิวมูลัส	19 มี.ค. 50	06:01	19 มี.ค. 50	07:41	100	17	1.2
20 มี.ค. 50	คิวมูลัส	20 มี.ค. 50	03:11	20 มี.ค. 50	05:41	150	26	15.73
9 พ.ค. 50	คิวมูโลนิมบัส	9 พ.ค. 50	11:01	9 พ.ค. 50	13:21	140	25	34.26
10 พ.ค. 50	คิวมูโลนิมบัส	10 พ.ค. 50	09:31	10 พ.ค. 50	13:21	230	27	7.88
14 พ.ค. 50	คิวมูลัส	14 พ.ค. 50	16:41	14 พ.ค. 50	19:21	160	37	14.84
16 ก.ค. 50	คิวมูโลนิมบัส	16 ก.ค. 50	15:01	16 ก.ค. 50	21:51	350	46	24.2
20 ก.ค. 50	คิวมูโลนิมบัส	20 ก.ค. 50	17:01	20 ก.ค. 50	21:11	250	28	5.28
23 ก.ค. 50	คิวมูลัส	23 ก.ค. 50	11:21	23 ก.ค. 50	13:51	150	29	8.39
25 ก.ค. 50	คิวมูลัส	25 ก.ค. 50	11:51	25 ก.ค. 50	16:01	260	37	28.64
10 ก.ย. 50	คิวมูโลนิมบัส	10 ก.ย. 50	19:31	10 ก.ย. 50	21:21	110	41	18.86
11 ก.ย. 50	คิวมูโลนิมบัส	11 ก.ย. 50	18:11	11 ก.ย. 50	19:41	90	44	15.8
17 ก.ย. 50	คิวมูโลนิมบัส	17 ก.ย. 50	00:01	17 ก.ย. 50	03:01	180	37	17.97
20 ก.ย. 50	คิวมูโลนิมบัส	20 ก.ย. 50	20:21	20 ก.ย. 50	21:41	80	38	11.44

6.3 ผลกระทบของชนิดของเมฆฝนต่อการประมาณปริมาณน้ำฝนเรดาร์

ในการเปลี่ยนค่าสะท้อนกลับของเรดาร์ไปเป็นปริมาณน้ำฝนนั้น ทำได้โดยใช้สมการความสัมพันธ์ $Z-R$ $Z=aR^b$ ซึ่ง a และ b คือ พารามิเตอร์ที่มีค่าขึ้นอยู่กับการกระจายของขนาดเม็ดน้ำที่ทำการตรวจวัด เนื่องจากความแตกต่างของการกระจายขนาดเม็ดน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของฝนที่เกิดขึ้นว่าเป็นฝนชนิดใด (Battan, 1973; Tokay and Shot, 1996; Atlas et al., 1999; Chumchean, 2003) ซึ่งจะก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในผลการประมาณน้ำฝนเรดาร์ได้ถ้าใช้

สมการความสัมพันธ์ $Z-R$ ที่ไม่เหมาะสมในการแปลงค่าสะท้อนกลับของเรดาร์ให้เป็นปริมาณความชื้นฝน ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวสามารถลดลงได้ถ้าใช้สมการความสัมพันธ์ $Z-R$ ที่มีความเหมาะสมสำหรับชนิดของเหตุการณ์ฝน (Joss and Waldvogel, 1987; Rogers, 1971; Battan, 1973; Klazura, 1981; Austin, 1987; Rosenfeld et al., 1992; Rosenfeld et al., 1993; Chumchean et al, 2003) ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องในการประมาณปริมาณความชื้นฝนเรดาร์จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ $Z-R$ ที่เหมาะสมสำหรับเมฆฝนชนิดต่างๆ (Chumchean et al., 2008)

6.4 การวิเคราะห์ชนิดของเมฆฝนกับช่วงเวลาภาพข้อมูลเรดาร์ห่างกัน 2 ภาพ

ในการวิเคราะห์แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ วิเคราะห์ส่วนที่เป็นเมฆฝนแบบคิวมูลัส และ ส่วนที่เป็นเมฆฝนแบบคิวมูโลนิมบัส

6.4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

6.4.1.1 เมฆฝนชนิดคิวมูลัส

เหตุการณ์ฝนในตารางที่ 6.2 เป็นเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆชนิดเมฆคิวมูลัสจำนวน 5 เหตุการณ์ ในการวิเคราะห์ได้แบ่งเป็นเหตุการณ์ฝนเป็นสองส่วน คือ ส่วนเหตุการณ์ที่นำมาใช้ในการสอบเทียบ 3 เหตุการณ์ คือ เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2550, วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 และ วันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 และส่วนเหตุการณ์ฝนที่นำมาใช้ในการทวนสอบเพื่อทดสอบความเชื่อมั่นของสมการความสัมพันธ์ $Z-R$ ที่วิเคราะห์ได้ 2 เหตุการณ์ คือ เหตุการณ์ฝนวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2550 และวันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ. 2550

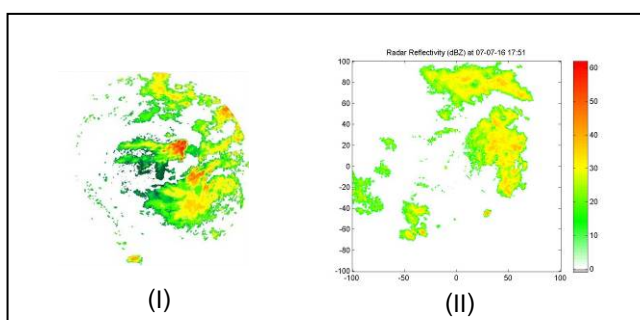
6.4.1.2 เมฆฝนชนิดคิวมูโลนิมบัส

เหตุการณ์ฝนในตารางที่ 6.2 เป็นเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆชนิดคิวมูโลนิมบัสจำนวน 8 เหตุการณ์ ในการวิเคราะห์ได้แบ่งเหตุการณ์ฝนออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นเหตุการณ์ฝนที่นำมาใช้ในการสอบเทียบ 4 เหตุการณ์ คือ เหตุการณ์ฝนวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2550, วันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2550, วันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2550 และ วันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2550 ส่วนที่สอง จำนวน 4 เหตุการณ์ คือ เหตุการณ์ฝนที่นำมาใช้ในการทวนสอบเพื่อทดสอบความเชื่อมั่นของสมการความสัมพันธ์ $Z-R$ ที่ได้จากการวิเคราะห์ ได้แก่ เหตุการณ์วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2550, วันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 วันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 และวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2550

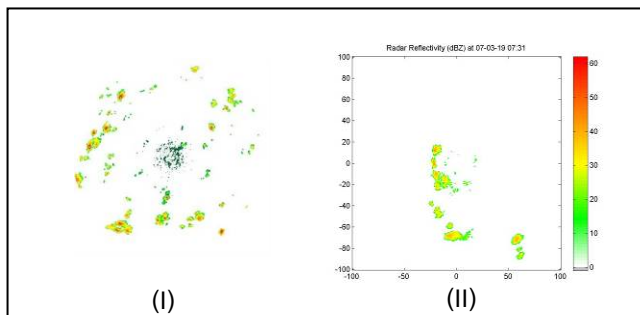
6.4.2 วิธีดำเนินการ

6.4.2.1 แปลงข้อมูล Volume scan 3 มิติ (พิกัดโพลาไร) ของสถานีเรดาร์ภาชี เจริญที่ทำการตรวจวัดทุก ๆ 10 นาที ให้เป็น 2 มิติในพิกัดฉาก x, y

6.4.2.2 แยกชนิดของเมฆด้วยการพิจารณาลักษณะแนวราบโดยใช้เกณฑ์การ จำแนกชนิดเมฆฝนที่เสนอโดย อนุสรณ์ (2551) ดังภาพที่ 6.1 แสดงตัวอย่างเหตุการณ์ฝนที่เกิดจาก เมฆชนิดเมฆคิวมูโลนิมบัส



ภาพที่ 6.1 ตัวอย่างเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส; (I) คือ ลักษณะเหตุการณ์ฝน ที่เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส;(II) คือ ภาพเหตุการณ์ฝนวันที่ 16 กรกฎาคม 2550



ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆคิวมูลัส; (I) ลักษณะเหตุการณ์ฝน ที่เกิดจากเมฆคิวมูลัส (II) คือ ภาพเหตุการณ์ฝนวันที่ 19 มีนาคม 2550

6.4.2.3 สังเคราะห์ภาพเรดาร์ใหม่ด้วยวิธี MVA โดยสังเคราะห์ข้อมูลค่าสะท้อน กลับเรดาร์ด้วยความถี่ 1, 2, 3, 5 และ 7 นาที

6.4.2.4 วิเคราะห์หาคู่ Z-R ณ ตำแหน่งพิกเซลที่สอดคล้องกันแต่ละช่วงเวลา

6.4.2.5 วิเคราะห์หาค่าสะท้อนกลับเรดาร์รายชั่วโมงของเหตุการณ์ฝนจากคู่ Z-R ที่สอดคล้องกันที่หาได้จากข้อ 5 โดยการแปลงค่าสะท้อนกลับของเรดาร์ให้เป็นปริมาณของฝนเรดาร์ด้วยสมการความสัมพันธ์ $Z=200R^{1.6}$ (Marshall and Palmer, 1948) จากนั้นหาค่าปริมาณน้ำฝนเรดาร์สะสมรายชั่วโมง แล้วแปลงค่าปริมาณน้ำฝนเรดาร์สะสมรายชั่วโมงให้เป็นค่าสะท้อนกลับรายชั่วโมงของเรดาร์

6.4.2.6 นำคู่ Z-R ทั้งหมดของเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ a โดยที่กำหนดให้พารามิเตอร์ $b=1.5$ แล้วหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม a ด้วยการ Minimize ค่า RMSE ระหว่างฝนเรดาร์และฝนจากสถานีวัดน้ำฝน

6.4.2.7 นำสมการความสัมพันธ์ที่หาได้ไปทดสอบความเชื่อมั่นกับเหตุการณ์ที่ไม่ได้ใช้ในการสอบเทียบ

6.4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าสมการความสัมพันธ์ Z-R ที่เหมาะสม

6.4.3.1 เมฆฝนชนิดคิวมูลัส

ค่าพารามิเตอร์ ' a ' หาได้จากการรวมเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆคิวมูลัส ดังแสดงในตารางที่ 6.3 ค่าพารามิเตอร์ ' a ' ที่ได้จากข้อมูลในแต่ละชุดข้อมูลดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.3 ได้ถูกนำมาใช้ในการแปลงค่าสะท้อนกลับของเรดาร์ของแต่ละชุดกลุ่มข้อมูลที่สอดคล้องกันให้เป็นความเข้มฝน หลังจากนั้นจึงคำนวณค่า RMSE ระหว่างฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณฝนเรดาร์ที่คำนวณได้จากแต่ละชุดข้อมูล ดังแสดงผลในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสอบเทียบเหตุการณ์เมฆคิวมูลัส ($Z=aR^{1.5}$) และค่า RMSE ระหว่างปริมาณฝนจากเรดาร์และปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝน

ชุดข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์	พารามิเตอร์ ' a '	RMSE $Z=aR^{1.5}$ มม./ชม.	RMSE $Z=200R^{1.6}$ มม./ชม.
ข้อมูลตรวจวัดทุก 10 นาที	40.5	6.18	7.65
ข้อมูลความถี่ทุก 7 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	41.2	2.4	2.75
ข้อมูลความถี่ทุก 5 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	37.8	2.01	2.29
ข้อมูลความถี่ทุก 3 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	43.37	2.5	2.84
ข้อมูลความถี่ทุก 2 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	34.23	2.72	3.08
ข้อมูลความถี่ทุก 1 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	33.4	3.2	3.79

จากผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 6.3 จะพบว่า ค่า RMSE ระหว่างฝนเรดาร์กับฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ของช่วงเวลา 5 นาที มีค่าต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรณี อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งของผลการศึกษาค้างนี้ คือ ประยุกต์ใช้สมการ $Z=200R^{1.6}$ กับข้อมูลที่สังเคราะห์โดยวิธี MVA จะให้ค่า RMSE ต่ำกว่าการใช้สมการ $Z-R$ ที่เหมาะสม (Climatological calibrated $Z-R$) กับข้อมูลที่ตรวจวัดทุก ๆ 10 นาที ซึ่งผลที่ได้ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้วิธี MVA ในการเพิ่มความถูกต้องของการประมาณปริมาณน้ำฝนเรดาร์รายชั่วโมง ดังนั้นสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมสำหรับเมฆฝนคิวมูโลนิมบัส คือ $Z=37.8R^{1.5}$ เมื่อนำสมการความสัมพันธ์ของเมฆฝนคิวมูโลนิมบัสมาทำการทดสอบความเชื่อมั่นกับเหตุการณ์ฝนที่ไม่ได้ใช้ในการสอบเทียบ พบว่าการใช้สมการความสัมพันธ์ $Z=37.8R^{1.5}$ กับชุดข้อมูลที่มีการวิเคราะห์โดยวิธี MVA ด้วยความถี่ทุก ๆ 5 นาที จะให้ค่า RMSE ต่ำกว่ากรณีอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบ RMSE ของเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆฝนคิวมูโลนิมบัสสำหรับเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการทวนสอบ

เหตุการณ์	RMSE (มม./ชม.)		
	$Z=40.5R^{1.5}$ (Calibrated climatological $Z-R$)	$Z=200R^{1.6}$ (Marshall and Palmer)	$Z=37.8R^{1.5}$ (Calibrated cumulus $Z-R$)
20 มี.ค. 50	2.64	3.24	2.61
23 ก.ค. 50	2.16	2.35	1.89
RMSE เฉลี่ย	2.4	2.8	2.25

หมายเหตุ RMSE ระหว่างปริมาณฝนจากเรดาร์และปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกับข้อมูลเรดาร์ (รายชั่วโมง)

6.4.3.2. เมฆฝนชนิดคิวมูโลนิมบัส

ค่าพารามิเตอร์ 'a' หาได้จากการรวมเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส ดังแสดงในตารางที่ 6.5 ค่าพารามิเตอร์ 'a' ที่ได้จากข้อมูลในแต่ละชุดข้อมูลดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.5 ได้ถูกนำมาใช้ในการแปลงค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ของแต่ละชุดกลุ่มข้อมูลที่สอดคล้องกันให้เป็นความเข้มฝนหลังจากนั้นจึงคำนวณค่า RMSE ระหว่างฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณฝนเรดาร์ที่คำนวณจากแต่ละชุดข้อมูล ดังแสดงผลในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสอบเทียบเหตุการณ์เมฆคิวมูโลนิมบัส ($Z=aR^{1.5}$)

ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์	พารามิเตอร์ 'a'	RMSE $Z=aR^{1.5}$ มม./ชม.	RMSE $Z=200R^{1.6}$ มม./ชม.
ข้อมูลตรวจวัดทุก 10 นาที	42.2	3.97	7.92
ข้อมูลความถี่ทุก 7 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	47.53	3.82	5.02
ข้อมูลความถี่ทุก 5 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	55.14	3.55	3.73
ข้อมูลความถี่ทุก 3 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	59.12	3.95	5.23
ข้อมูลความถี่ทุก 2 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	58.18	3.92	4.21
ข้อมูลความถี่ทุก 1 นาที จากการสังเคราะห์โดยวิธี MVA	58.12	3.87	5.09

จากผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 6.4 จะพบว่า ค่า RMSE ระหว่างฝนเรดาร์กับฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ของช่วงเวลา 5 นาที มีค่าต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกรณี อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งของผลการศึกษาค้างนี้ คือ ประยุกต์ใช้สมการ $Z=200R^{1.6}$ กับข้อมูลที่สังเคราะห์โดยวิธี MVA จะให้ค่า RMSE ต่ำกว่าการใช้สมการ $Z-R$ ที่เหมาะสม (Climatological calibrated $Z-R$) กับข้อมูลที่ตรวจวัดทุก ๆ 10 นาที ซึ่งผลที่ได้ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้วิธี MVA ในการเพิ่มความถูกต้องของการประมาณปริมาณน้ำฝนเรดาร์รายชั่วโมง ดังนั้นสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมสำหรับเมฆฝนคิวมูโลนิมบัส คือ $Z=55.14R^{1.5}$ เมื่อนำสมการความสัมพันธ์ของเมฆฝนคิวมูโลนิมบัสมาทำการทดสอบความเชื่อมั่นกับเหตุการณ์ฝนที่ไม่ได้ใช้ในการสอบเทียบ พบว่าการใช้สมการความสัมพันธ์ $Z=55.14R^{1.5}$ กับชุดข้อมูลที่มีการวิเคราะห์โดยวิธี MVA ด้วยความถี่ทุก ๆ 5 นาที จะให้ค่า RMSE ต่ำกว่ากรณีอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 เปรียบเทียบ RMSE ของเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆฝนคิวมูโลนิมบัส
สำหรับเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการทวนสอบ

เหตุการณ์	RMSE (มม./ชม.)		
	$Z=42.2R^{1.5}$	$Z=200R^{1.6}$	$Z=55.14R^{1.5}$
10 พ.ค. 2550	2.12	2.16	2.04
16 ก.ค.2550	5.27	5.37	5.24
20 กค..2550	2.76	2.84	2.42
11 ก.ย.2550	2.5	2.7	2.44
RMSE เฉลี่ย	3.16	3.27	3.04

หมายเหตุ RMSE ระหว่างปริมาณฝนจากเรดาร์และปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในตำแหน่ง
ที่สอดคล้องกับข้อมูลเรดาร์ (รายชั่วโมง)

6.5 สรุปผลการศึกษาผลกระทบของชนิดเมฆฝนต่อการประมาณปริมาณน้ำฝน

ผลการศึกษาผลกระทบของชนิดเมฆฝนต่อการประมาณปริมาณน้ำฝนสามารถสรุปได้
ดังนี้

1. การคัดแยกกลุ่มเมฆฝนโดยใช้ลักษณะการกระจายตัวของฝนที่ได้จากข้อมูลภาพ
เรดาร์ PPI พบว่าฝนที่เกิดในบริเวณกรุงเทพมหานครในช่วงปี 2550 เกิดจากเมฆฝน 2 ชนิด คือ
คิวมูโลนิมบัส และคิวมูลัส โดยเป็นฝนที่เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส 61.53% และ เมฆคิวมูลัส
38.47%

2. ในกลุ่มเมฆคิวมูลัส สมการความสัมพันธ์ $Z-R$ ของกลุ่มฝนคิวมูลัสที่มีการเพิ่ม
ความถี่ข้อมูลทุก ๆ 5 นาทีโดยวิธี MVA คือ $Z=37.8R^{1.5}$ ค่า RMSE ระหว่างฝนจากสถานีวัด
น้ำฝนและฝนเรดาร์ที่ได้จากการใช้ข้อมูลสังเคราะห์ที่ช่วงเวลา 5 นาทีโดยวิธี MVA และสมการ
 $Z=37.8R^{1.5}$ จะมีค่าต่ำสุด เมื่อเทียบกับการใช้ข้อมูลสังเคราะห์ที่ช่วงเวลา 1, 2, 3 และ 7 หรือการใช้
ข้อมูลการตรวจวัดทุก 10 นาที กรณีสอบเทียบหาสมการ $Z-R$ ที่เหมาะสมกับข้อมูลการตรวจวัดทุก
ๆ 10 นาที จะพบว่า RMSE ลดลงจาก 6.18 มม./ชม. เป็น 2.01 มม./ชม. คิดเป็น 67.47% สำหรับ
เหตุการณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบ และ ลดลงจาก 2.4 มม./ชม. เป็น 2.25 มม./ชม. คิดเป็น 6.25%
สำหรับเหตุการณ์ที่ใช้ในการทวนสอบ เมื่อเทียบกับวิธีการประเมินน้ำฝนที่ใช้ในสถานีเรดาร์ภาชี

เจริญในปัจจุบัน (ใช้ Climatological Z-R, $Z = 40.5R^{1.5}$ ในการแปลงข้อมูลตรวจวัด ทุก ๆ 10 นาที เป็นความเข้มฝน)

3. ในกลุ่มเมฆคิวมูโลนิมบัส สมการความสัมพันธ์ Z-R ของกลุ่มฝนคิวมูโลนิมบัส ที่มีการเพิ่มความถี่ข้อมูลทุก ๆ 5 นาทีโดยวิธี MVA คือ $Z=55.14R^{1.5}$ ค่า RMSE ระหว่างฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและฝนเรดาร์ที่ได้จากการใช้ข้อมูลสังเคราะห์ที่ช่วงเวลา 5 นาทีโดยวิธี MVA และสมการ $Z=55.14R^{1.5}$ จะมีค่าต่ำสุด เมื่อเทียบกับการใช้ข้อมูลสังเคราะห์ที่ช่วงเวลา 1, 2, 3 และ 7 หรือการใช้ข้อมูลการตรวจวัดทุก 10 นาที กรณีสอบเทียบหาสมการ Z-R ที่เหมาะสมกับข้อมูลการตรวจวัดทุก ๆ 10 นาที จะพบว่า RMSE ลดลงจาก 3.97 มม./ชม. เป็น 3.55 มม./ชม. คิดเป็น 10.58% สำหรับเหตุการณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบ และ ลดลงจาก 3.10 มม./ชม. เป็น 3.04 มม./ชม. คิดเป็น 1.94% สำหรับเหตุการณ์ที่ใช้ในการทวนสอบ

4. จากเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการประยุกต์ใช้วิธี MVA เพื่อเพิ่มความถี่ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ของเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆคิวมูลัสจะสามารถลดเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของปริมาณฝนรายชั่วโมงได้มากกว่ากรณีประยุกต์ใช้วิธี MVA เพื่อเพิ่มความถี่ของเหตุการณ์ฝนที่เกิดจากเมฆคิวมูโลนิมบัส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุการณ์ฝนคิวมูลัสที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะการก่อตัว/สลายตัวตลอดจนการเคลื่อนตัวค่อนข้างชัดเจน ทำให้ผลการวิเคราะห์หาสนามความเร็วระหว่างภาพเรดาร์ 2 ภาพ โดยวิธี MVA ได้ผลค่อนข้างถูกต้อง ส่งผลทำให้ข้อมูลภาพเรดาร์ที่สังเคราะห์ใหม่มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าเหตุการณ์ฝนที่เกิดเมฆคิวมูโลนิมบัสที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้วิธี MVA เพื่อเพิ่มความถี่ข้อมูลเรดาร์สามารถเพิ่มความถูกต้องของปริมาณฝนเรดาร์รายชั่วโมงได้มากกว่าการใช้วิธีที่ใช้ในการประมาณปริมาณฝนเรดาร์ภาคีเจริญในปัจจุบันไม่ว่าเหตุการณ์ฝนจะเกิดฝนจะเกิดจากเมฆคิวมูลัสหรือคิวมูโลนิมบัส