

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
<b>บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>5</b>
อุทกภัย.....	5
การพยากรณ์อากาศ.....	7
ทฤษฎีเกี่ยวกับฝน.....	11
การวัดฝนด้วยสถานีวัดน้ำฝน.....	34
เรดาร์วัดฝน.....	38
ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำท่วมกับน้ำท่า.....	49
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	51
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>53</b>
พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา.....	53

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝน.....	55
การคัดเลือกเหตุการณ์ฝน.....	57
เก็บรวบรวมข้อมูลภาพเรดาร์ที่สอดคล้องกับเหตุการณ์ฝนที่เลือก.....	57
วิเคราะห์ข้อมูลภาพเรดาร์.....	60
หาค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่โดยใช้เทคนิค Kriging interpolation.....	61
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่า Z-R และการวิเคราะห์ผลเชิงพื้นที่.....	61
ปรับเทียบ (Calibration) ปริมาณฝนจากเรดาร์และสถานีวัดฝน.....	61
สอบเทียบ (Validation) ปริมาณฝนจากเรดาร์และสถานีวัดฝน กับเหตุการณ์ฝนอื่นในพื้นที่.....	62
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....</b>	<b>63</b>
พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา.....	63
ข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝน.....	65
การคัดเลือกเหตุการณ์ฝน.....	67
เก็บรวบรวมข้อมูลภาพเรดาร์ที่สอดคล้องกับเหตุการณ์ฝนที่เลือก.....	68
วิเคราะห์ข้อมูลภาพเรดาร์.....	68
ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่โดยใช้เทคนิค Kriging interpolation.....	80
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่า Z-R และสังเคราะห์ผล.....	86
การปรับเทียบ (Calibration) ปริมาณฝนจากเรดาร์และสถานีวัดฝน.....	89
การสอบเทียบ (Validation) ปริมาณฝนจากเรดาร์และสถานีวัดฝน.....	92
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>96</b>
สรุปผลการวิจัย.....	96
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	96

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	100
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพเรตาร์.....	101
ประวัติผู้วิจัย.....	131

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การกระจายของเม็ดฝนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด.....	26
2.2	ความแตกต่างของเรดาร์ทั้ง 3 ชนิด.....	41
2.3	ข้อดี – ข้อเสียของเรดาร์ตรวจอากาศชนิดต่าง ๆ.....	41
2.4	การตรวจฝนของเรดาร์ตรวจวัดเป็นความแรง.....	42
3.1	ลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชี ที่มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำมากที่สุดและน้อยที่สุด 5 ลำดับแรก.....	54
3.2	ลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชี ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีสูงสุดและต่ำสุด 5 ลำดับแรก.....	54
3.3	ลักษณะข้อมูลฝนแบบ Text file.....	56
3.4	ลักษณะข้อมูลฝนที่นำมาแปลงเป็นข้อมูลแบบ Excel.....	56
3.5	เหตุการณ์ฝนตกวันที่ 14 มิถุนายน 2557.....	58
3.6	เหตุการณ์ฝนตกวันที่ 22 กรกฎาคม 2557.....	59
3.7	เหตุการณ์ฝนตกวันที่ 27 กรกฎาคม 2557.....	60
4.1	ปริมาณฝนสะสมที่จุดวัดฝนสำหรับเหตุการณ์ฝนตกในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอ ณ วันที่ 14 มิถุนายน 2557.....	65
4.2	ปริมาณฝนสะสมที่จุดวัดฝนสำหรับเหตุการณ์ฝนตกในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอ ณ วันที่ 22 กรกฎาคม 2557.....	66
4.3	ปริมาณฝนสะสมที่จุดวัดฝนสำหรับเหตุการณ์ฝนตกในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอ ณ วันที่ 27 กรกฎาคม 2557.....	67
4.4	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่า Z-R และสังเคราะห์ผล เพื่อหาค่า $R^2$ ที่ให้ค่าสูงสุดของทั้ง 3 เหตุการณ์.....	88
4.5	ค่าเฉลี่ยของ Lag time ค่า $R^2$ และค่าพารามิเตอร์ a, b ของทั้ง 3 เหตุการณ์.....	88

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	สัญลักษณ์สัดส่วนเมฆปกคลุมท้องฟ้า.....	11
2.2	วัฏจักรของน้ำ.....	14
2.3	แกนควบแน่น ละอองน้ำในเมฆ และหยดน้ำฝน.....	15
2.4	“คอนเทรล” เมฆซึ่งเกิดขึ้นจากไอพ่นเครื่องบิน.....	16
2.5	เมฆ “เซอร์คิวมูลัส” (Cirrocumulus).....	17
2.6	เมฆ “เซอร์โรสเตรตัส” (Cirrostratus).....	17
2.7	เมฆ “เซอร์รัส” (Cirrus).....	18
2.8	เมฆ “อัลโตคิวมูลัส” (Alto cumulus).....	18
2.9	เมฆ “อัลโตสเตรตัส” (Altostratus).....	19
2.10	เมฆ “สเตรตัส” (Stratus).....	20
2.11	เมฆ “นิมโบสเตรตัส” (Nimbostratus).....	20
2.12	เมฆ “คิวมูลัส” (Cumulus).....	21
2.13	เมฆ “คิวมูโลนิมบัส” (Cumulonimbus).....	21
2.14	ผังการเรียกชื่อเมฆ.....	22
2.15	รูปแบบการเกิดฝนชนิด Stratiform Rainfall.....	23
2.16	รูปแบบการเกิดฝนชนิด Convective Rainfall.....	23
2.17	ฝนเนื่องจากการพาความร้อน (Convective rain หรือ Thunder storm rain)....	29
2.18	ฝนปะทะภูเขา (Orographic rain).....	30
2.19	การเกิดฝนจากพายุเขตร้อน (Cyclonic rain).....	31
2.20	การเกิดฝนจากแนวปะทะอากาศร้อน (Warm front).....	33
2.21	เครื่องวัดฝนแบบถังกระดก (Tipping-bucket gauge).....	35
2.22	เครื่องวัดฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighting-type gauge).....	36
2.23	เครื่องวัดฝนแบบลูกลอย (Float Recording Gage).....	36
2.24	การสะท้อนของคลื่นไมโครเวฟ.....	44

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.25	ภาพของกลุ่มเมฆฝนที่เรดาร์ตรวจและส่งภาพผลการตรวจออกไป.....	45
2.26	ภาพแสดงจุดที่ทราบค่าเพื่อประมาณค่าจุดที่ยังไม่ทราบค่าในพื้นที่.....	46
2.27	กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูล.....	49
4.1	พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกและจุดวัดฝนในพื้นที่.....	64
4.2	พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกและสถานีวัดฝนบริเวณข้างเคียง.....	64
4.3	การกระจายของฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนด้วยถังวัดน้ำฝน ที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอก ณ วันที่ 14 มิถุนายน 2557 ช่วงเวลา 18:12:01-23:42:15 น.....	69
4.4	การกระจายของฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากการประเมินค่าพลังงานการสะท้อนของเรดาร์ ที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอก ณ วันที่ 14 มิถุนายน 2557 ช่วงเวลา 18:12:01-23:42:15 น.....	70
4.5	การกระจายของฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนด้วยถังวัดน้ำฝน ที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอก ณ วันที่ 22 กรกฎาคม 2557 ช่วงเวลา 00:03:57-05:48:35 น.....	73
4.6	การกระจายของฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากค่าการสะท้อนของเรดาร์ที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่ม น้ำสามหมอก ณ วันที่ 22 กรกฎาคม 2557 ช่วงเวลา 00:03:57-05:48:35 น.....	74
4.7	การกระจายของฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนด้วยถังวัดน้ำฝน ที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอก ณ วันที่ 27 กรกฎาคม 2557 ช่วงเวลา 01:48:34-10:42:01 น.....	76
4.8	การกระจายของฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากค่าการสะท้อนของเรดาร์ที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่ม น้ำสามหมอก ณ วันที่ 27 กรกฎาคม 2557 ช่วงเวลา 01:48:34-10:42:01 น.....	78
4.9	กราฟแสดงผลการวิเคราะห์และประมาณค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง Variogram ของปริมาณน้ำฝนสะสมที่ได้จากถังวัดน้ำฝน สำหรับเหตุการณ์ฝนวันที่ 14 มิถุนายน 2557 ช่วงเวลา 18:12:01-23:42:15 น.....	81

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
4.10	ภาพจากการสร้างพื้นผิวจากจุดด้วยวิธีการ Kriging interpolation ที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนด้วยถังวัดน้ำฝน สำหรับเหตุการณ์ฝนวันที่ 14 มิถุนายน 2557 ช่วงเวลา 18:12:01-23:42:15 น.....	82
4.11	กราฟแสดงผลการวิเคราะห์และประมาณค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง Variogram ที่ได้จากการสะท้อนของเรดาร์ที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอ สำหรับเหตุการณ์ฝนวันที่ 14 มิถุนายน 2557 ช่วงเวลา 18:12:01-23:42:15 น.....	84
4.12	ภาพการสร้างพื้นผิวจากจุดด้วยวิธีการ Kriging interpolation ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าการสะท้อนของเรดาร์ สำหรับเหตุการณ์ฝนวันที่ 14 มิถุนายน 2557 ช่วงเวลา 18:12:01-23:42:15 น.....	85
4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์ ( $\text{mm}^6/\text{mm}^3$ ) กับปริมาณฝนที่ตกจริงที่วัดโดยสถานีวัดน้ำฝน (มม.) วันที่ 14 มิถุนายน 2557.....	89
4.14	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์ ( $\text{mm}^6/\text{mm}^3$ ) กับปริมาณฝนที่ตกจริงที่วัดโดยสถานีวัดน้ำฝน (มม.) วันที่ 22 กรกฎาคม 2557.....	90
4.15	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์ ( $\text{mm}^6/\text{mm}^3$ ) กับปริมาณฝนที่ตกจริงที่วัดโดยสถานีวัดน้ำฝน (มม.) วันที่ 27 กรกฎาคม 2557.....	91
4.16	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์ ( $\text{mm}^6/\text{mm}^3$ ) ปริมาณฝนที่ตกจริงที่วัดโดยสถานีวัดน้ำฝน (มม.) ของทั้ง 3 เหตุการณ์.....	92
4.17	การกระจายของฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนด้วยถังวัดน้ำฝนที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอ ณ วันที่ 31 กรกฎาคม 2557 ช่วงเวลา 02:03:55-05:56:27 น.....	93
4.18	การกระจายของฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากค่าการสะท้อนของเรดาร์ ที่ตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำสามหมอ ณ วันที่ 31 กรกฎาคม 2557 ช่วงเวลา 02:03:55-05:56:27 น.....	94
4.19	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์ ( $\text{mm}^6/\text{mm}^3$ ) กับปริมาณฝนที่ตกจริงที่วัดโดยสถานีวัดน้ำฝน (มม.) ของเหตุการณ์วันที่ 31 กรกฎาคม 2557 ช่วงเวลา 02:03:55-05:56:27 น.....	95

