

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ทฤษฎีเกี่ยวกับฝน.....	4
ชนิดของฝนในประเทศไทย.....	8
การพยากรณ์อากาศ.....	9
ทฤษฎีของฟัซซีเซต (Fuzzy set).....	15
อัลกอริธึมแบบอาณานิคมมด (Ant-Colony Optimization, ACO).....	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	33
ตัวแปรอุตุณิยมวิทยา.....	33
ประยุกต์ใช้ฟัซซีเซตเพื่อพยากรณ์น้ำฝน.....	33

	หน้า
การปรับเทียบแบบจำลอง.....	34
การประเมินประสิทธิภาพ.....	36
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล.....	38
ผลการประยุกต์ใช้ Fuzzy-ACO ในการหาค่าปริมาณน้ำฝนแบบล่วงหน้า.....	38
ผลการประยุกต์ใช้ Fuzzy-ACO ในการหาค่าปริมาณน้ำฝนโดยพิจารณา	
4 ตัวแปร โดยใช้ข้อมูลฝนแบบต่อเนื่องเป็นช่วง ๆ.....	55
การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง Fuzzy-ACO.....	57
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	60
สรุปผลการวิจัย.....	60
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	61
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก ตัวอย่างชุดคำสั่ง Fuzzy.....	67
ประวัติผู้วิจัย.....	69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่าดัชนีการแบ่งสภาพท้องฟ้า.....	9
4.1	ค่า R^2 ที่สูงที่สุดของแบบจำลอง Fuzzy-ACO เพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับหาปริมาณน้ำฝนโดยพิจารณา 2 ตัวแปร.....	47
4.2	ค่า R^2 ที่สูงที่สุดของแบบจำลอง Fuzzy-ACO เพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับหาปริมาณน้ำฝนโดยพิจารณา 3 ตัวแปร.....	52
4.3	ค่า R^2 ที่สูงที่สุดของแบบจำลอง Fuzzy-ACO เพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับหาปริมาณน้ำฝนโดยพิจารณา 4 ตัวแปร.....	54

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	ตำแหน่งสถานีวัดอยู่ที่ตำแหน่งทศนิยม..... 6
2.2	แสดงการเขียนเส้นน้ำฝนที่เท่ากัน (Isohyetal contour)..... 7
2.3	การหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน โดยวิธีเฉลี่ยไทเซน (Theissen method)..... 7
2.4	(ก) สถานีวัดสภาพท้องฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ข) ผังการติดตั้งเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล..... 12
2.5	ความแตกต่างระหว่าง (ก) ตรรกศาสตร์แบบเดิม (Boolean logic) กับ (ข) ฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic)..... 16
2.6	แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของอุนหมูมิ (ก) เซตแบบเดิม (Classical set) และ (ข) ฟัซซีเซต (Fuzzy set)..... 17
2.7	การดำเนินการ Union, Intersection, และ Complement ของฟัซซีเซต A, B 19
2.8	ลักษณะฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในแบบต่าง ๆ..... 20
2.9	การควบคุมการตัดสินใจแบบฟัซซีลอจิก..... 21
2.10	ค่าความเป็นสมาชิก (Membership value) ของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ..... 22
2.11	Graphical Mamdani (Max-min) inference method..... 24
2.12	Graphical Max-product implication method..... 24
2.13	กระบวนการ Output ของฟัซซี (ก) ส่วนที่ 1 ของ Output (ข) ส่วนที่ 2 ของ Output (ค) Union ของทั้งสองส่วน 25
2.14	เส้นทางของมด..... 27
2.15	โค้ดเทียมของอัลกอริธึม Ant System..... 29
2.16	การเลือกเส้นทางเดินของมด..... 30
3.1	แสดงการหาค่าตัวแปรออกกรณีตัวแปรเข้า 3 ตัว..... 35
3.2	รูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่เปลี่ยนตามค่า X_1-X_9 35
3.3	ผังแสดงแผนงานการดำเนินงานวิจัย..... 37

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.1	ค่า R^2 ของการพิจารณา 2 ตัวแปร คือ ความเร็วลม อุณหภูมิ.....	39
4.2	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 5 นาทีของ ความเร็วลม และอุณหภูมิ.....	39
4.3	ค่า R^2 ของการพิจารณา 2 ตัวแปร ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์.....	40
4.4	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 1 ชั่วโมงของ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์.....	40
4.5	ค่า R^2 ของการพิจารณา 2 ตัวแปร ความเร็วลม ความส่องสว่างท้องฟ้า.....	41
4.6	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 30 นาทีของ ความเร็วลม และความส่องสว่างท้องฟ้า.....	42
4.7	ค่า R^2 ของการพิจารณา 2 ตัวแปร อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์.....	43
4.8	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 2 ชั่วโมงของ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์.....	43
4.9	ค่า R^2 ของการพิจารณา 2 ตัวแปร อุณหภูมิ ความส่องสว่างท้องฟ้า.....	44
4.10	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 30 นาทีของ อุณหภูมิและความส่องสว่างท้องฟ้า.....	44
4.11	ค่า R^2 ของการพิจารณา 2 ตัวแปร ความชื้นสัมพัทธ์ ความส่องสว่างท้องฟ้า.....	45
4.12	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 10 นาทีของ ความชื้นสัมพัทธ์และความส่องสว่างท้องฟ้า.....	46
4.13	ค่า R^2 ของการพิจารณา 3 ตัวแปร ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์.....	47
4.14	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 12 ชั่วโมงของ ความเร็วลม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์.....	48
4.15	ค่า R^2 ของการพิจารณา 3 ตัวแปร ความเร็วลม อุณหภูมิ ความส่องสว่างท้องฟ้า.....	49
4.16	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 9 ชั่วโมงของ ความเร็วลม อุณหภูมิและความส่องสว่างท้องฟ้า.....	49

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.17	ค่า R^2 ของการพิจารณา 3 ตัวแปร ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ ความส่องสว่าง ท้องฟ้า.....	50
4.18	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 5 นาทีของ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์และความส่องสว่างท้องฟ้า.....	50
4.19	ค่า R^2 ของการพิจารณา 3 ตัวแปร อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความส่องสว่าง ท้องฟ้า.....	51
4.20	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลา ล่วงหน้า 2 ชั่วโมงของ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความส่องสว่างท้องฟ้า.....	52
4.21	ค่า R^2 ของการพิจารณา 4 ตัวแปร ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความส่องสว่างท้องฟ้า.....	53
4.22	ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนจริงและปริมาณฝนจากแบบจำลองที่เวลาล่วงหน้า 1 ชั่วโมงของ ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความส่องสว่างท้องฟ้า.....	54
4.23	ค่า R^2 ของฝนช่วงสั้น.....	55
4.24	ค่า R^2 ของฝนช่วงกลาง.....	56
4.25	ค่า R^2 ของฝนช่วงยาว.....	57
4.26	ความแตกต่างของฝนช่วงสั้น.....	58
4.27	ความแตกต่างของฝนช่วงกลาง.....	58
4.28	ความแตกต่างของฝนช่วงยาว.....	59