

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัย ซึ่งเป็นทุนวิจัยหมวดเงินอุดหนุนที่ได้รับการจัดสรรจากรัฐ และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม และ ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่และเครื่องมือต่างๆ สำหรับการศึกษาวิจัย

คณะผู้วิจัย
มีนาคม 2560

บทคัดย่อ

สำหรับประเทศกำลังพัฒนา เครื่องจำลองน้ำฝนขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนที่ได้ นั้นเป็นเครื่องมือที่มีสำคัญเร่งด่วนเพื่อใช้ในการศึกษาหาค่าการดินและอุทกวิทยาชลประทาน ข้อมูลและผลการศึกษาของทั้งสองด้านมีคุณประโยชน์มากต่อการวางแผนการใช้ที่ดินและการจัดการอันตรายทางธรรมชาติและภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ ในงานวิจัยนี้ การออกแบบและสร้างเครื่องจำลองน้ำฝนถูกดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิดที่ทำทนาย 3 ด้านคือ การสร้างด้วยต้นทุนต่ำ เคลื่อนย้ายได้ และเลียนแบบเสมือนลักษณะทางกายภาพของฝนในธรรมชาติให้มากที่สุด เครื่องจำลองน้ำฝนจึงถูกสร้างขึ้นกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร ความสูง 4 เมตร ใช้ปั๊มน้ำไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า ให้แรงดันน้ำสูงสุด 6 บาร์ในสถานะแหล่งน้ำ ส่งน้ำผ่านระบบกรองน้ำไปยังหัวฉีดคู่ที่ตั้งห่างกัน 75 เซนติเมตร โดยเครื่องจำลองน้ำฝนสามารถเปลี่ยนหัวฉีดน้ำได้ 2 รูปแบบคือ หัวฉีด 16 (MODEL: 3/8FBBXPISAF-S303: SIZE 3/8" FEMALE, MAT :S303) และหัวฉีด 26 (MODEL: 1/2MBBXPISBF-S303: SIZE 1/2" MALE, MAT :S303) ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับความเข้มฝนที่ผู้ใช้ต้องการ ขณะเดียวกันระยะห่างจากพื้นของหัวฉีด (125, 150, 1 75, และ 200 เซนติเมตร) รวมทั้งความดันน้ำ (1.00, 1.50 และ 2.00 บาร์) สามารถเลือกใช้ตามระดับความหนักเบาของฝนที่ต้องการให้เกิดในแปลงทดลองขนาด 2 ตารางเมตร (2 เมตร x 1 เมตร) เครื่องจำลองน้ำฝนสามารถสร้างน้ำฝนระดับฝนหนักมากถึงระดับฝนหนักรุนแรง (ปริมาณฝนมากกว่า 10 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) โดยประเมินค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (Christiansen Uniformity coefficient :CU) ได้มากกว่า 80% ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะการจ่ายน้ำความดัน 2.00 บาร์ มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัวในเกณฑ์ตั้งแต่ 82.77% ถึง 94.96%

คำสำคัญ: เครื่องจำลองน้ำฝน หัวฉีด ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว

Abstract

For Developing Countries, a small and portable rainfall simulator is urgent priority equipment for soil erosion and irrigation hydrology studies, data and result of both studies are more benefit to landuse planning and natural hazards and disaster management which can reduce possible damage. In this research, the design and construction of the rainfall simulator was operating encompasses 3 challenges, low cost, portable condition and physical characteristics of natural rainfall duplication. The rainfall simulator with a length of 3 meters, width of 2 meters, and height of 4 meters was establishing. For maximum water pressure of 6 bars was produced by 1 horse power electric pressure pump as the water source which moves water through water filter system to twin nozzles. The best distance between the twin nozzles is 75 centimeters. The rainfall simulator can change a nozzle as Nozzle 16 (MODEL: 3/8FBBXPISAF-S303: SIZE 3/8" FEMALE, MAT :S303) and Nozzle 26 (MODEL: 1/2MBBXPISBF-S303: SIZE 1/2" MALE, MAT :S303) depend on rainfall intensity needed. Meanwhile the falling height of 125 centimeters, 150 centimeters, 175 centimeters and 200 centimeters and the water pressure of 1.00, 1.50 and 2.00 bar were selected for the rainfall rate needed in 2 m² plot size (plot design : 2 meters x 1 meter). The rainfall simulator can generate very heavy rain to extreme rain (rainfall rates exceeding 10 millimeters per hour) with evaluation of the Christiansen Uniformity coefficient (CU) more than 80% (Acceptable values), especially in 2.00 bar of water pressure can also operate high CU (82.77% to 94.96%)

Key words: rainfall simulator, nozzle, Christiansen Uniformity coefficient

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
สารบัญรูป	ช
สารบัญรูปภาคผนวก	ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
2.1 ขนาดเม็ดฝน	4
2.2 ทิศทางการตกกระทบพื้นของเม็ดฝน	5
2.3 ความเร็วสุดท้ายของเม็ดฝน	5
2.4 ความเข้มข้นฝน	6
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัย	9
3.1 งานออกแบบโครงสร้างพร้อมระบบการฉีดน้ำของเครื่องจำลองน้ำฝน	9
3.2 งานสร้างเครื่องจำลองน้ำฝน	9
3.3 งานทดสอบรวมทั้งปรับแก้เครื่องจำลองน้ำฝน	11
บทที่ 4 ผลการวิจัย	12
4.1 ผลด้านการสร้างเครื่องมือวัดน้ำฝนและเครื่องจำลองน้ำฝน	12
4.2 ผลการเก็บข้อมูลความเหมือนจริงของเครื่องจำลองน้ำฝนที่สร้างขึ้น	24
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	35
ภาคผนวก ก คู่มือการสร้าง Microcontroller Rain Simulation	36
ภาคผนวก ข คู่มือการผลิตน้ำฝนของเครื่องจำลองน้ำฝน	40
ภาคผนวก ค แผ่น DVD แบบโครงสร้างเครื่องจำลองน้ำฝน	41
ภาคผนวก ง ประวัติคณะผู้วิจัย	42

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 ความสัมพันธ์ของขนาดเม็ดฝนกับค่าความเร็วสุดท้ายของเม็ดฝนของ Laws	6
ตาราง 2.2 ความสัมพันธ์ของขนาดเม็ดฝนกับค่าความเร็วสุดท้ายของเม็ดฝนของ Gunn และ Kinzer	6
ตาราง 2.3 การศึกษาหัวฉีดเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาการชะล้างการดิน	7
ตาราง 4.1 ค่าตัวกลางขนาดเม็ดฝน ระดับความสูง 200 เซนติเมตรของหัวฉีด 015	24
ตาราง 4.2 ค่าตัวกลางขนาดเม็ดฝน ระดับความสูง 200 เซนติเมตรของหัวฉีด 16	24
ตาราง 4.3 ค่าตัวกลางขนาดเม็ดฝน ระดับความสูง 200 เซนติเมตรของหัวฉีด 26	25
ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 015 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	26
ตาราง 4.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 16 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	26
ตาราง 4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 26 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	26
ตาราง 4.7 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 015 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	27
ตาราง 4.8 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 16 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	27
ตาราง 4.9 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 26 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	28
ตาราง 4.10 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 015 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. เวลา 15 นาที ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	28
ตาราง 4.11 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 16 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. เวลา 15 นาที ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	29
ตาราง 4.12 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 26 ที่ระยะห่างหัวฉีด 75 ซม. เวลา 15 นาที ณ ระดับความสูงแตกต่างและแรงดันน้ำแตกต่าง	29
ตาราง 4.13 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว Christiansen (%) ณ ระดับความสูง 200 เซนติเมตร ความดันน้ำ 2.00 บาร์	30
ตาราง 4.14 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว Christiansen (%) ณ ระดับความสูง 200 เซนติเมตร ความดันน้ำ 1.50 บาร์	30
ตาราง 4.15 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว Christiansen (%) ณ ระดับความสูง 200 เซนติเมตร ความดันน้ำ 1.00 บาร์	31
ตาราง 4.16 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว Christiansen (%) ระยะห่างหัวฉีด 75 เซนติเมตร ณ ระดับความดันน้ำ 2.00 บาร์	31

สารบัญตารางภาคผนวก

	หน้า
ตารางภาคผนวก 2.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 16	40
ตารางภาคผนวก 2.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำของหัวฉีด 26	40
ตารางภาคผนวก 2.3 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว Christiansen (%) ระยะห่างหัวฉีด 75 เซนติเมตร ณ ระดับความดันน้ำ 2.00 บาร์	40

สารบัญรูป

	หน้า
รูป 2.1 กรอบแนวคิดการทำวิจัย	3
รูป 2.2 ความสัมพันธ์ของขนาดเม็ดฝนและรูปร่างของเม็ดฝน	5
รูป 3.1 ตาข่ายดักเก็บขนาดเม็ดฝน	10
รูป 3.2 กรอบพื้นที่ที่ต้องการจัดเก็บและกระบอกเก็บปริมาณน้ำฝน	10
รูป 4.1 เครื่องตรวจจับความเร็วน้ำฝนด้วยเซ็นเซอร์	12
รูป 4.2 เซนเซอร์ตรวจวัดแรงสั่นสะเทือนเมื่อน้ำฝนตกกระทบและเครื่องวัดค่าความสั่นสะเทือน	13
รูป 4.3 เซนเซอร์ตรวจวัดแรงสั่นสะเทือนเมื่อน้ำฝนตกกระทบ	13
รูป 4.4 ทรงกระบอกเก็บข้อมูลปริมาณน้ำ	14
รูป 4.5 การเก็บข้อมูลการกระจายของน้ำฝน	15
รูป 4.6 กล้องกันน้ำของกล้องถ่ายรูปสำหรับถ่ายขนาดเม็ดฝนและแผ่นพลาสติกดำด้าน	15
รูป 4.7 ตาข่ายสำหรับเก็บข้อมูลขนาดเม็ดฝน	16
รูป 4.8 หัวฉีดน้ำพลาสติกรุ่น EG-251	16
รูป 4.9 สปริงเกลอร์พลาสติกใบเขียวโครงหมุนไม่ได้	17
รูป 4.10 สปริงเกลอร์ NIC'S แบบไม่มีติ่ง	18
รูป 4.11 สปริงเกลอร์ 3 ใบพัดแบบปักพื้น TAKARA	18
รูป 4.12 สปริงเกลอร์แบบปรับองศาได้	19
รูป 4.13 หัวฉีด 015	20
รูป 4.14 หัวฉีด 16	20
รูป 4.15 หัวฉีด 26	20
รูป 4.16 ระบบส่งน้ำของเครื่องจำลองน้ำฝน	21
รูป 4.17 โครงสร้างเครื่องจำลองน้ำฝนที่สามารถปรับเปลี่ยนระดับความสูง และป้องกันผลกระทบจากลม	22
รูป 4.18 ระบบควบคุมความเร็วในการสับตของหัวฉีด	22
รูป 4.19 คานเหวี่ยงสับตหัวฉีดและมอเตอร์ควบคุมความเร็วในการสับต	23
รูป 4.20 ระบบติดตั้งหัวฉีดน้ำที่สามารถปรับเปลี่ยนระยะห่างหัวฉีด	23

สารบัญรูปภาคผนวก

	หน้า
รูปภาคผนวก 1.1 Microcontroleer ชนิด Arduino Borad	36
รูปภาคผนวก 1.2 มอเตอร์ควบคุมสหัวสปริงเกลอร์ Servo Moter	36
รูปภาคผนวก 1.3 การต่อมอเตอร์ Servo กับ Arduino board	36
รูปภาคผนวก 1.4 ตัวต้านทานปรับค่าได้	38

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

CU	Christansen Uniformity Coefficient
D ₅₀	Median Drop Size