การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบชลประทานแบบฉีดฝอย

นาย อลงกรณ์ โสภาพันธุ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-179-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012757
i10292238

A STUDY OF COMPUTER CONTROLLED SPRINKLER IRRIGATION SYSTEM

Mr. Alongkorn Sopapant

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirments

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-568-179-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบชลประทานแบบฉีดฝอย
โดย	นาย อลงกรณ์ โสภาพันธุ์
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เสถียร ชลาชีวะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ จักรี จัตุทะศรี)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบชลประทานแบบฉีดฝอย
ชื่อนิสิต นาย อลงกรณ์ โสภาพันธุ์
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ปัญหาการให้น้ำแก่พืชของการเกษตรในประเทศปัญหาหนึ่งคือ การให้น้ำจนเกินความต้องการของพืช ทำให้มีประสิทธิภาพในการให้น้ำต่ำ เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ส่งให้โดยระบบชลประทาน ซึ่งเป็นการลงทุนที่สูงและมีปริมาณน้ำอย่างจำกัด

ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงศึกษาถึงการให้น้ำแก่พืชให้ประหยัดขึ้น โดยใช้หลักเกณฑ์การให้น้ำแก่พืชให้สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำของพืช โดยมีระบบควบคุมอัตโนมัติควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมการใช้น้ำของพืชที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันเอาไว้ให้สามารถจัดสรรน้ำตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ได้ ศึกษาใช้งานร่วมกับระบบชลประทานแบบฉีดฝอย ซึ่งเป็นระบบให้น้ำที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพสูง และยังสามารถดัดแปลงให้ปุ๋ยและยาแก่พืชในระบบเดียวกันได้อีกด้วย โดยศึกษาเปรียบเทียบกับการให้น้ำที่ควบคุมโดยคน ตามหลักการชลประทานตามปกติ

การศึกษาขั้นแรกทำการออกแบบระบบชลประทานแบบฉีดฝอยพร้อมระบบให้ปุ๋ยและยา ศึกษาระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถรับสัญญาณเข้าได้ 1 ช่องทาง ส่งสัญญาณควบคุมได้ 8 ช่องทาง คำสั่งและโปรแกรมต่าง ๆ เก็บไว้ที่หน่วยความจำถาวรของระบบสามารถควบคุมการให้น้ำได้ 2 วิธีคือใช้ Probe ควบคุมและไม่ใช้ Probe ควบคุม แล้วนำระบบทั้งหมดมาประกอบร่วมกันทดสอบการใช้งานแล้วนำไปทดลองในแปลงเพาะปลูกพืชอีกครั้งหนึ่ง

ผลการศึกษาโดยการทดลองปลูกพืช (ต้นหอมแดง) บนแปลงเพาะปลูก โดยใช้การให้น้ำที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ Probe เปรียบเทียบกับการให้น้ำที่ควบคุมโดยคนพบว่าการให้น้ำทั้ง 2 วิธีสามารถให้น้ำได้อย่างประหยัด สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำของพืชและปริมาณความชื้นในดิน การให้น้ำที่ควบคุมโดยไม่ใช้ Probe มีเวลาที่ออกแบบไว้ใกล้เคียงกับเวลาของการให้น้ำที่ควบคุมโดยใช้ Probe และการให้ปุ๋ยและยาสามารถใช้งานได้

กล่าวโดยสรุป การให้น้ำแก่พืชโดยใช้ระบบชลประทานแบบฉีดฝอยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถให้น้ำได้ใกล้เคียงกับความต้องการของพืชและสอดคล้องกับความชื้นในดิน ทำให้การให้น้ำประหยัดขึ้น สามารถลดแรงงานและเวลาของคนในการให้น้ำลงได้ อาจมีผลให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้บ้าง อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาพัฒนาระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ให้ใช้งานได้สะดวก ยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ศึกษากับพื้นที่เพาะปลูกที่ใหญ่ขึ้น ระบบชลประทานที่ซับซ้อนขึ้น จุดคุ้มทุน ผลกระทบในด้านต่าง ๆ ก็จะสามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้งาน พัฒนาการเกษตรและชลประทานในประเทศให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไปในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	A Study of Computer Controlled Sprinkler Irrigation System
Name	Mr. Alongkorn Sopapant
Thesis Advisor	Professor Thamrong Prempridi
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Suravuth Pradithanon, Ph.D.
Department	Civil Engineering
Academic Year	1986

ABSTRACT

One problem about the irrigation in the Country is that more than sufficient amount of water are given to plant leading to a low irrigation efficiency contrasted with the water delivered by irrigation system being high investment and limiting availability of water.

Therefore in this research, a more efficient method of irrigation was studied adhering to a principle of giving just sufficient amount of water to plant to satisfy its requirement. The system is computerized controlled so that the watering is programmed to distribute water to plant according to the age of the plant. The irrigation system studied was the sprinkler irrigation which is an efficient system using small amount of water. It can also be modified to give fertilizers and insecticides at the same time of watering by mixing them with water before giving it to plants. Comparison of results is made with the mormal irrigation given to plant manually.

The preliminary study consisted of designing the sprinkler irrigation system completed with the fertilizer and insecticide injecting system, controlled by a computer with one channel of input

signal and eight channels of output signals. Instruction and programs were stored in the ROM of the controlled system which was capable of controlling the water distribution by a probe or a non-probe method. The system components were assembled and employed in an experimental planting area.

From the results of the research where red onions were planted in an experiment plot and the water distribution controlled by computer with probe, it was found that the amount of water distributed to plant equaled to the amount of water used by plant and corresponded with the available moisture in the soil. Moreover the amount of water distributed to plant with a non-probe method i.e. without checking the soil moisture also worked equally well thus suggesting that the designed watering time is sufficiently accurate. The fertilizer and insecticide injector system also worked well.

In conclusion the computerized control sprinkler irrigation system can efficiently distribute water to plant at the rate very close to the plant requirement and take into account the soil moisture condition. Thus it makes possibility to save water, labour and time of the manually operating system of irrigation. This could possibly lead to the reduction of cost in agricultural production. However it is recommended that more study should be made to develop the computerized control system further so that it can easily be applied with more elasticity and higher efficiency. More studies on larger planting areas with a more complex irrigation system, feasibility study and the effect upon other factors in the agricultural production system should also be made to ensure that they can be applied to further the efficient development of agriculture and irrigation in Thailand in the future.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ศาสตราจารย์ชำรง เปรมปรีดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะแนวทางในการศึกษา ทดลอง เรียบเรียงแก้ไขข้อความต่าง ๆ รวมทั้งให้ทุนการศึกษา ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์เสถียร ชลาชีวะ ศาสตราจารย์จักรี จัตุทะศรี ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำเพิ่มเติม เพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ไพบูลย์ ไชยนิล และคุณชำรงค์ แจงเชื้อ ที่กรุณาออกแบบระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณคุณชงชัย สิงหสังวรณ์ ที่กรุณาช่วยออกแบบระบบชลประทานแบบฉีดฝอยและระบบให้ปุ๋ยและยา ขอขอบคุณห้างหุ้นส่วนจำกัด Problems' Center ที่กรุณาอนุเคราะห์อุปกรณ์เครื่องมือในหลาย ๆ ด้านในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณคุณบุษบา บุญยศักดิ์เสรี ที่กรุณาพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน น้อง ๆ และคุณสรวงสุดา ภูมิฐานนท์ ที่กรุณาเป็นกำลังใจและช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายอันพึงได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่บิดา-มารดา และครู-อาจารย์ ทุกท่าน ที่ได้ให้การศึกษาและอบรมแก่ผู้วิจัยตลอดมา

อลงกรณ์ โสภาพันธุ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฒ
บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา 3
1.3 ขอบข่ายของการศึกษา 3
1.4 ผลการศึกษาในอดีต 5
1.5 แผนการดำเนินการศึกษา 8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา 9

2. ทฤษฎีที่นำมาใช้เพื่อการศึกษา 10

2.1 การใช้น้ำของพืช 10
2.2 การให้น้ำแก่พืช 18
2.3 ระบบชลประทานแบบฉีดฝอย 27
2.4 ระบบชลประทานแบบฉีดฝอยชนิดท่อเจาะรู 56
2.5 ระบบให้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และยาปราบโรคพืชร่วมกับ ระบบชลประทานแบบฉีดฝอย..... 58
2.6 ระบบควบคุมระบบชลประทานแบบฉีดฝอย 60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

3. การออกแบบระบบที่ใช้ในการศึกษา 64

3.1 การออกแบบระบบชลประทานแบบฉีดฝอย 64
3.2 การออกแบบระบบให้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลงและยาปราบโรคพืช 88
3.3 การออกแบบระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 93
3.4 การประกอบเครื่องมือร่วมกันของระบบชลประทานแบบฉีดฝอย ระบบให้ปุ๋ยและระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 114
3.5 การใช้งานของระบบรวม 117

4. การศึกษาจากแปลงเพาะปลูกพืช 120

4.1 สภาพของแปลงเพาะปลูก 120
4.2 สภาพดินที่ใช้เพาะปลูก 122
4.3 สภาพพืชที่ใช้เพาะปลูก 133
4.4 การทดลองปลูกพืชทดสอบค่าอัตราการใช้น้ำของพืช 144
4.5 การหาอัตราการให้น้ำแก่พืชโดยวิธีการให้น้ำแบบขั้นบันได 152
4.6 การทดลองปลูกพืชโดยใช้ระบบชลประทานแบบฉีดฝอยพร้อมระบบควบคุม..... 153
4.7 การทดลองปลูกพืชเปรียบเทียบโดยการให้น้ำที่ควบคุมโดยคน 157
4.8 ผลการทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชโดยใช้ระบบชลประทานแบบฉีดฝอย พร้อมระบบควบคุมกับการให้น้ำที่ควบคุมโดยคน..... 159

5. วิจารณ์ผลการศึกษา 168

5.1 ระบบชลประทานแบบฉีดฝอย 168
5.2 ระบบให้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และยาปราบโรคพืช 169
5.3 ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 170
5.4 การทำงานของระบบรวม 172
5.5 สภาพของแปลงเพาะปลูก 172

บทที่ หน้า

5.6 สภาพดินที่ใช้เพาะปลูก 172
5.7 สภาพพืชที่ใช้เพาะปลูก 173
5.8 การทดสอบปลูกพืชทดสอบอัตราการใช้น้ำของพืช 174
5.9 การหาอัตราการให้น้ำแก่พืชโดยใช้วิธีให้น้ำแบบขั้นบันได 174
5.10 การทดลองปลูกพืชโดยใช้ระบบชลประทานแบบฉีดฝอยพร้อมระบบควบคุม 175
5.11 การทดลองปลูกพืชเปรียบเทียบการทดลองให้น้ำที่ควบคุมโดยคน .. 176
5.12 ผลการทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชโดยใช้ระบบชลประทานแบบฉีดฝอยพร้อมระบบควบคุมกับการให้น้ำที่ควบคุมโดยคน 176

6. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 178

6.1 สรุปผลการศึกษา 178
6.2 ข้อเสนอแนะ 183

เอกสารอ้างอิง 187

ภาคผนวก 190

ก CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1951-1980 191
ข โปรแกรมการทำงานของ CPU 192
ค โปรแกรมหน่วงเวลาและวิธีหาข้อมูลในโปรแกรมหน่วงเวลา 202
ง ตัวเลขฐานสิบหกที่ตรงกับเลขฐานสิบ 207

ค่าใช้จ่ายในการทำวิทยานิพนธ์ 209

ระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ 210

ประวัติผู้เขียน 211

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2–1 ค่าสูญเสียแรงดันของน้ำ (ฟุตต่อ 100 ฟุต) ในท่อสายซอยอลูมิเนียม ยาว 30 ฟุต ชนิดเคลื่อนย้ายได้พร้อม Minor Losses คำนวณจากสูตรของ Scobey 46

2–2 ค่าองค์ประกอบตัวคูณ (Multiplying Factor) F ใช้ในการหาค่าสูญเสียแรงดันของน้ำจากสูตรของ Scobey 47

3–1 ค่าสัมประสิทธิ์ของอัตราการไหลของสายน้ำผ่านรูเจาะ 67

3–2 ผลการวิเคราะห์ค่า C_x, C_z, k_x และ k_z โดย ดร.วิบูลย์ และคณะ (2527) 68

3–3 ผลการวิเคราะห์รูเจาะบนผนังท่อเมื่อใช้ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 6 เซนติเมตร และรูเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.119 เซนติเมตร (3/64 นิ้ว) 70

3–4 ผลการออกแบบรูเจาะซึ่งจะนำไปใช้ในการเจาะรู 71

3–5 การคำนวณสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอในการให้น้ำ (C_u) และอัตราการให้น้ำเฉลี่ยบริเวณด้านซ้ายของท่อเจาะรู 76

3–6 การคำนวณสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอในการให้น้ำ (C_u) และอัตราการให้น้ำเฉลี่ยบริเวณด้านขวาของท่อเจาะรู 76

3–7 การคำนวณสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอในการให้น้ำ (C_u) และอัตราการให้น้ำเฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้านของท่อเจาะรู 77

3–8 สรุปคุณสมบัติของท่อเจาะรูที่ใช้ในการทดลอง 78

3–9 ค่าสัมประสิทธิ์ C ของสูตร Hazen-Williams สำหรับท่อชนิดต่าง ๆ . 80

3–10 รายละเอียดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบชลประทานแบบฉีดฝอย 83

3–11 รายละเอียดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบให้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลงและยาปราบโรคพืช 90

ตารางที่ หน้า

3–12 ผลการออกแบบเวลาที่จะใช้ในการให้น้ำแต่ละชั้น 100
4–1 การหาค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏของดินที่ใช้ในการทดลองปลูกพืช .. 123
4–2 ข้อมูลการวัดอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน โดยวิธีแบบถังก้นเปิด 124
4–3 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราการซึมผ่านผิวดิน โดยอาศัยข้อมูลจาก ตารางที่ 4–2 125
4–4 การหาค่า Field Capacity ของดินที่ใช้ในการทดลองปลูกพืช 131
4–5 สรุปสภาพดินที่ใช้เพาะปลูก 133
4–6 การหาค่าความชื้นในดินจากการเก็บตัวอย่างดินครั้งแรกในการหาค่า อัตราการใช้น้ำของต้นหอม 140
4–7 การหาค่าความชื้นในดินจากการเก็บตัวอย่างดินครั้งหลังในการหาค่า อัตราการใช้น้ำของต้นหอม 141
4–8 ปริมาณน้ำที่ให้เพิ่มแก่ดิน (W_a) และปริมาณฝนที่ตกลงบนกระถาง เพาะปลูก (R_e) ในการหาค่าอัตราการใช้น้ำของต้นหอม 142
4–9 ผลการคำนวณค่าอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของต้นหอมจากข้อมูลในตาราง ที่ 4–6, 4–7 และ 4–8 143
4–10 สรุปสภาพพืชที่ใช้เพาะปลูก 145
4–11 การหาค่าความชื้นในดินจากการเก็บตัวอย่างดินครั้งแรกในการทดสอบ ค่าอัตราการใช้น้ำของต้นหอม 146
4–12 การหาค่าความชื้นในดินจากการเก็บตัวอย่างดินครั้งหลังในการทดสอบ ค่าอัตราการใช้น้ำของต้นหอม 147
4–13 ผลการคำนวณการทดสอบค่าอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของต้นหอมตั้งแต่ เริ่มปลูก 148
4–14 ผลการคำนวณการทดสอบค่าอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของต้นหอม ในแต่ละช่วง 149
4–15 ค่าปริมาณการใช้น้ำของต้นหอมตลอดอายุการเพาะปลูกเทียบกับ ปริมาณน้ำที่ให้ 151

ตารางที่ หน้า

4–16 อัตราการให้น้ำแก่ต้นหอมโดยวิธีให้น้ำแบบขั้นบันได 152
4–17 การออกแบบเวลาในการให้น้ำแก่ต้นหอมของระบบชลประทานแบบฉีดฝอยพร้อมระบบควบคุมโดยไม่ใช้ Probe 156
4–18 ข้อมูลการให้น้ำโดยใช้ Probe ของระบบชลประทานแบบฉีดฝอยพร้อมระบบควบคุม พร้อมผลการคำนวณอื่น ๆ 158
4–19 การออกแบบเวลาในการให้น้ำแก่ต้นหอมโดยการให้น้ำที่ควบคุมโดยคน 161
4–20 การให้น้ำแก่ต้นหอมหนึ่งแปลงที่ควบคุมโดยคนในทางปฏิบัติพร้อมผลคำนวณอื่น ๆ 162
4–21 การหาความชื้นในดินเปรียบเทียบก่อนการทดลอง 163
4–22 การหาความชื้นในดินเปรียบเทียบหลังการทดลอง 164
4–23 การเปรียบเทียบอัตราการให้น้ำแก่แปลงเพาะปลูกและอัตราการใช้น้ำของต้นหอม 165
4–24 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในต้นหอม (เมื่อมีอายุ 50 วัน) 166
ก–1 CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1951-1980 191

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

1–1 การให้น้ำแก่พืชโดยระบบชลประทานแบบฉีดฝอยในต่างประเทศ 4

1–2 ระบบชลประทานแบบฉีดฝอยใช้ในการรดน้ำสนามหญ้า 6

2–1 แผนภาพโดยย่อของการสังเคราะห์แสง 11

2–2 ความสัมพันธ์ของอัตราการสังเคราะห์แสงกับความเข้มของแสงและคาร์บอนไดออกไซด์ 11

2–3 เซลขนรากที่อยู่ในดิน 12

2–4 โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง 12

2–5 ภาพถ่ายผิวใบแสดงปากใบ 14

2–6 อัตราการใช้น้ำของพืชที่ได้จากการศึกษาในต่างประเทศ 17

2–7 การจำแนกชนิดของดินตามส่วนผสมของทราย ตะกอนทราย และดินเหนียว 21

2–8 ลักษณะการอุ้มน้ำของดินชนิดต่าง ๆ 22

2–9 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้นของดินกับความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ . 24

2–10 องค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบชลประทานแบบฉีดฝอย 31

2–11 การเคลื่อนย้ายท่อแบบต่าง ๆ ในระบบชลประทานแบบฉีดฝอย ที่ย้ายที่ได้ 35

2–12 หัวฉีดน้ำลักษณะต่าง ๆ 38

2–13 คุณสมบัติของหัวฉีดน้ำชนิดหนึ่ง 40

2–14 การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์ของความสม่ำเสมอของการให้น้ำ 41

2–15 ข้อต่อชนิดต่าง ๆ ในงานชลประทานแบบฉีดฝอย 43

2–16 องค์ประกอบต่าง ๆ ในการออกแบบเครื่องสูบน้ำ และภาพบนเป็นตัวอย่าง Characteristic Curve ของเครื่องสูบน้ำชนิดหนึ่ง ๆ ... 51

รูปที่ หน้า

2–17 ระบบชลประทานแบบฉีดฝอยแบบท่อเจาะรูในต่างประเทศ 55

2–18 ตัวอย่างระบบควบคุม ซึ่งใช้กับระบบชลประทานแบบฉีดฝอยชนิดถาวร .. 61

3–1 อาณาเขตพื้นที่เพาะปลูกและแนววางท่อเจาะรู 65

3–2 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของสายน้ำจากรูเจาะ 66

3–3 การเจาะรูบนตัวท่อ 72

3–4 ลักษณะรูเจาะบนตัวท่อเมื่อเจาะเสร็จแล้ว 73

3–5 ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ในกระป๋องเก็บน้ำที่เก็บได้จากการทดสอบให้น้ำเป็นเวลา 1 นาที 74

3–6 รูปแบบการกระจายของน้ำที่ได้จากท่อเจาะรูโดยใช้ผลการทดลองจากรูปที่ 3–5 75

3–7 การประกอบระบบชลประทานฉีดฝอยที่ใช้ (ก) 84

3–8 โครงสร้างของระบบชลประทานแบบฉีดฝอยที่ใช้ 86

3–9 หลักการทำงานของระบบชลประทานแบบฉีดฝอยที่ใช้ 87

3–10 การประกอบระบบให้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลงและยาปราบโรคพืช 91

3–11 โครงสร้างของเครื่องควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 94

3–12 วงจร Oscillate 60 HZ ในการวิจัย 94

3–13 วงจรตรวจสภาพความชื้น 96

3–14 ผลการทดสอบความไวของวงจรตรวจสภาพความชื้น 98

3–15 วงจร Input และ Output ของ MPF-I 102

3–16 วงจรการต่อ Z80 CTC และ Z80 PIO ของ MPF-I 103

3–17 วงจร CPU และหน่วยความจำของ MPF-I 104

3–18 วงจรขับรีเลย์ 1 105

3–19 วงจรขับรีเลย์ 2 ร่วมกับ 1 ที่ 1 ช่องทางของการควบคุม 106

3–20 ผังการทำงานของ CPU 107

3–21 ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 108

3–22 แผนผังการประกอบระบบชลประทานแบบฉีดฝอย ระบบให้ปุ๋ยและระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 115

รูปที่ หน้า

3–23 ผลของการประกอบระบบรวม (ก) 116
3–24 ระบบขณะให้น้ำ 118
4–1 สภาพแปลงเพาะปลูกที่ใช้ในการทดลอง 121
4–2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินกับเวลาที่ให้น้ำ 127
4–3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของพืชกับค่าความชื้นในดิน . 129
4–4 การปลูกหอมแดง 134
4–5 กระถางดินเผาก้นปิดที่ใช้ในการทดลองหาค่าอัตราการใช้น้ำของต้นหอม 138
4–6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้น้ำของต้นหอมในแปลงเพาะปลูกกับอายุการเจริญเติบโต 150
4–7 การทดลองปลูกพืชโดยใช้ระบบชลประทานแบบฉีดฝอยพร้อมระบบควบคุม 154
4–8 สภาพต้นหอมที่ปลูกโดยระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (ซ้าย) และควบคุมโดยคน (ขวา) 167

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย