โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 16/2554

เรื่อง

การศึกษาและปรับปรุงการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์:กรณีศึกษาหมู่บ้านหลักเมตร ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

Study and Improve on Sprinkler Irrigation System: Case Study of Lak Metre Village, Tambon Thung Kwang,Amphoe Kamphaeng Saen,Nakhon Pathom Province.

โดย

นายวรพล เกตุตรง

นางสาวณัฐธยาน์ นามอินทร์

นายวัชรินทร์ โสภาพ

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2554

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรื่อง การศึกษาและปรับปรุงการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์: กรณีศึกษาหมู่บ้านหลักเมตร ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

Study and Improve on Sprinkler Irrigation System: Case Study of Lak Metre Village, Tambon Thung Kwang,Amphoe Kamphaeng Saen,Nakhon Pathom Province.

นามผู้ทำโครงการ นายวรพล เกตุตรง

นางสาวณัฐธยาน์ นามอินทร์

นายวัชรินทร์ โสภาพ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(อาจารย์ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์)

...../...../.....

กรรมการ .....

(ผศ.บุญมา ป้านประดิษฐ์)

...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา .....

(รศ.สันติ ทองพำนัก)

...../...../.....

บทคัดย่อ

เรื่อง การศึกษาและปรับปรุงการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์: กรณีศึกษาหมู่บ้านหลักเมตร ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

โดย นายวรพล เกตุตรง
นางสาวณัฐธยาน์ นามอินทร์
นายวัชรินทร์ โสภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

.....
(อาจารย์ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์)
...../..... /.....

โครงงานวิศวกรรมชลประทานนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอ ร์ของเกษตรกรหมู่บ้านหลักเมตร โดยได้ตรวจสอบความสม่ำเสมอของการกระจายน้ำ (CU) ค่าการแผ่กระจายน้ำ (DU) และปรับปรุงระบบการให้น้ำและเวลาการให้น้ำใหม่ที่เหมาะสม จากการศึกษาแปลงตัวอย่างที่ได้ทำการทดลองขนาด 0.5- 3 ไร่ จำนวน 5 แปลง พบว่า แปลงตัวอย่างจำนวน 2 แปลง ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อยึดอยู่กับที่ และเลือกใช้หัวจ่ายน้ำที่เหมาะสมกับขนาดของท่อ จะมีค่า CU และ DU ผ่านมาตรฐานที่กำหนดคือ 84% และ 75% ส่วนอีก 3 แปลง ที่มีอุปกรณ์ประกอบท่อ ที่สามารถรื้อถอนได้ และเลือกใช้ท่อที่มีขนาดเล็กซึ่งทำให้เกิดปัญหาท่อแตก ท่อหลุ ด อันเนื่องมาจากความดันในท่อสูงเกินความต้องการ จะมีค่า CU และ DU ไม่ผ่านมาตรฐานที่กำหนด

โครงงานนี้จึงได้ทดลองปรับปรุงระบบให้น้ำจากแปลงสาธิตจำนวน 1 แปลง โดยเลือกใช้หัวจ่ายน้ำใหม่ในขณะที่ใช้ท่อและเครื่องสูบน้ำเดิมของเกษตรกร รวมทั้งคำนวณเวลาการให้น้ำที่ เหมาะสม ตลอดจนเพิ่มวาล์วสำหรับ ควบคุมแรงดันน้ำและการระบายตะกอนในท่อ พบว่า ระบบที่ปรับปรุงใหม่ สามารถควบคุมน้ำที่จ่ายให้กับแปลงเพาะปลูกให้มีปริมาณที่เหมาะสม และความดันคงที่ทั้งระบบ ซึ่งจากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำพบว่า ค่า CU และ DU ก่อนการปรับปรุงระบบมีค่าเท่ากับ 67.86% และ 58.81% เพิ่มขึ้นเป็น 79.34% และ 67.43% ภายหลังปรับปรุงระบบแล้วซึ่งถือว่า ผ่านมาตรฐาน รวมทั้งสามารถลดระยะเวลาในการให้น้ำพืชจากเดิม 20 นาที เหลือเพียง 14 นาที

ABSTRACT

Title: Study and Improve on Sprinkler Irrigation System: Case study of Lak Metre Village, Tambon Thung Kwang,Amphoe Kamphaeng Saen,Nakhon Pathom Province.

By: Mr. Warapon Kedtrong
Miss Nuttaya Namin
Mr. Wacharin Sophab

Project Advisor : ……
(Mr. Chuphan Chompuchan)
……/……. /…….

This irrigation engineering project aimed to study sprinkler irrigation system of farmers in Lak Metre village. The coefficient of uniformity (CU) and distribution uniformity (DU) were evaluated and sprinkler irrigation system and runtime were improved. The 5 plots, which size from 0.5 to 9 Rai were selected; it was found that 2 of 5, which have permanent installation of pipe system and other instrument also use appropriate emitters to the pipe size, have the acceptable CU and DU standard (84% and 75%). While other plots, were unacceptable in CU and DU standard and also have often in pipe system problems as result of small pipe that effect excess water pressure.

Also this project selected the demonstration plot to improve the sprinkler irrigation system and determine runtime by using the new emitters, while the same pipes and pump were used. The additional valves were installed to bypass water for control pressure in pipe and drained sediment as well. The results showed that these improvements could control appropriate irrigation water volume and obtain pressure constant. Also, the higher uniformity demonstrates that the improved system gain standard qualification as follow; the CU and DU before improved were 67.86% and 58.81%, whereas after improved were 79.34% and 67.43%. Moreover, the runtime was decreased from 20 minutes to 14 minutes.

คำนิยม

โครงงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และอาจารย์บุญมา ป้านประดิษฐ์ ที่ให้คำปรึกษา และชี้แนวทางในการดำเนินงานมาโดยตลอด

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณสุรพล เจริญชีพ, นางฉวี สวนแก้ว และชาวบ้านหลักเมตรทุกๆท่านที่ให้การช่วยเหลือเรื่องการใช้แปลงทดลอง จนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ประโยชน์และความดีทั้งหลายอันพึงจะได้รับจากโครงงานวิศวกรรมนี้ ผู้จัดทำขอมอบให้แก่ ครอบครัว บิดา มารดา ผู้มีพระคุณตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำ จนประสบความสำเร็จในการศึกษาได้ ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ทีนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย IV

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ(Abstract) IV

คำนิยม IV

สารบัญ IV

สารบัญรูป IV

สารบัญตาราง IV

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 คำนำ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

บทที่ 2 การตรวจเอกสารและรวบรวมข้อมูล 3

2.1 การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ (sprinkler Irrigation) 3

2.2 การออกแบบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ 7

1 การคำนวณอัตราการใช้น้ำของพืช 7

2 การคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องให้ 7

3 การเลือกหัวจ่ายน้ำ 8

4 การคำนวณเวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง 9

5 การออกแบบท่อแขนง,ท่อประธานย่อย,ท่อประธาน 9

6 การเลือกขนาดเครื่องสูบน้ำ 13

2.3 วิธีการตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพระบบชลประทาน 14

2.5.1 การคำนวณค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ(DU) 14

2.5.2 การคำนวณการแผ่กระจายของน้ำ(CU) 14

2.4 การตรวจวัดความชื้นของดินโดยตรงด้วยวิธีการ อบดิน 15

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ 16

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบ 16

3.2 วิธีการ 20

บทที่ 4 ผลการทดลอง 26
4.1 ผลการทดลองประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกร 26
4.2 ผลการออกแบบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ 28
4.3 ผลการทดสอบเวลาการให้น้ำของพืชด้วยระบบสปริงเกลอร์ที่เหมาะสม 33

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 36
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ 36
5.2 ข้อเสนอแนะ 38
เอกสารอ้างอิง **39**
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก 40
ภาคผนวก ข 65
ภาคผนวก ค 79
ภาคผนวก ง 109
ภาคผนวก จ 119

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 1 ระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์ 4

รูปที่ 2 หัวจ่ายน้ำรูปแบบต่างๆของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ 6

รูปที่ 3 ถาดวัดการระเหยชนิด Class A 7

รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับการกำหนดการให้น้ำแก่พืช 15

รูปที่ 5 ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ 17

รูปที่ 6 หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 17

รูปที่ 7 หัวจ่ายน้ำที่เกษตรกรใช้ 17

รูปที่ 8 Pressure gate 17

รูปที่ 9 ข้อต่อ PVC 17

รูปที่ 10 บอลวาล์วจ่ายน้ำ 17

รูปที่ 11 แก้ววัดปริมาณน้ำ 18

รูปที่ 12 ขาตั้งแก้ว 18

รูปที่ 13 กระบอกตวงวัดปริมาตรน้ำ 18

รูปที่ 14 นาฬิกาจับเวลา 18

รูปที่ 15 Cylinder ขนาด 100 มิลลิลิตร 18

รูปที่ 16 ถังน้ำวัดอัตราการไหล 18

รูปที่ 17 ตู้อบดิน 19

รูปที่ 18 เครื่องมือเจาะตัวอย่างดิน 19

รูปที่ 19 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล 19

รูปที่ 20 กระป๋องอบดิน 19

รูปที่ 21 ชุดทดสอบธาตุอาหารในดินแบบรวดเร็ว 19

รูปที่ 22 การเตรียมแปลงและ วางระบบจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์ 22

รูปที่ 23 ติดตั้งท่อแขนง, ท่อ riser และ ติดตั้งหัวชลประทาน 1 22

รูปที่ 24 ต่อท่อด้านท้ายแปลงให้เชื่อมหากันเป็นวงจร และทำประตูระบายน้ำท้ายแปลงเพื่อใช้ระบายตะกอนออกจากระบบจ่ายน้ำ 23
รูปที่ 25 การวัดอัตราการไหลที่ออกจากเครื่องสูบน้ำ และการวัดอัตราการไหลจากหัวจ่ายน้ำ 23
รูปที่ 26 ทำท่อจ่ายน้ำแยกออกมาจากท่อส่งน้ำเดิม เพื่อใช้เป็นส่วนควบคุมปริมาณน้ำและความดันที่จะจ่ายให้ในระบบจ่ายน้ำ 24
รูปที่ 27 การทดสอบการกระจายของน้ำ โดยวิธี Can Test 25
รูปที่ 28 ปูฟางเพื่อคลุมหน้าดิน เพื่อใช้ในการหว่านเมล็ดพันธุ์ 25
รูปที่ 29 การหว่านเมล็ดพันธุ์พืชและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก รอการเก็บผลผลิต 25
รูปที่ 30 เปรียบเทียบลักษณะการกระจายน้ำระหว่างหัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกรตรา“เกษตรไทย” กับ หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1” 27
รูปที่ 31 รูปแบบการวางระบบจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์เดิมของเกษตรกร กับ รูปแบบการวางระบบจ่ายน้ำตามที่ได้ทำการออกแบบใหม่ของ แปลงที่ 2 31
รูปที่ 32 การเปรียบเทียบ การทดสอบวัดความดันที่ท่อตั้งหัวจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์ ระหว่าง(ก)ระบบการให้น้ำแบบเดิมของเกษตรกร กับ (ข)ระบบการให้น้ำใหม่ที่ออกแบบโดยการต่อระบบเป็นโครงข่ายท่อ 32
รูปที่ 33 ลักษณะดินหลังจากการให้น้ำนาน จนน้ำขังในแปลงปลูกพืช 33
รูปที่ 34 ผลการทดสอบหาความชื้นในดิน ของแปลงทดลอง ทั้ง 5 แปลง 35

ภาคผนวก ก

รูปที่ 1 แปลงที่1 กระชาย นางสมศรี สวนแก้ว และระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร 42
รูปที่ 2 เครื่องสูบน้ำ แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว 43
รูปที่ 3 แหล่งน้ำ แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว **43**
รูปที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร) 44
แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว 44
รูปที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1)แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว 47
รูปที่ 6 แปลงที่ 2 ผักกาด นางฉวี สวนแก้วและระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร 48
รูปที่ 7 เครื่องสูบน้ำ แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว 48

รูปที่ 8 แหล่งน้ำ แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว 48
รูปที่ 9 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร)
แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว 49
รูปที่10 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1)
แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว 49
รูปที่ 11 แปลงที่ 3 กระเพรานายวัฒนา กงศี และระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร 52
รูปที่ 12 เครื่องสูบน้ำ แปลงกระเพรา พี่วัฒนา กงศี 53
รูปที่ 13 แหล่งน้ำ แปลงกระเพรา พี่วัฒนา กงศี 53
รูปที่ 14 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร)
แปลงกระเพรา พี่วัฒนา กงศี 54
รูปที่ 15 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1)
แปลงกระเพรา พี่วัฒนา กงศี 54
รูปที่ 16 แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง และระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร 57
รูปที่ 17 เครื่องสูบน้ำ แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง 58
รูปที่ 18 แหล่งน้ำ แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง 58
รูปที่ 19 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร)
แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง 59
รูปที่ 20 แปลงโหระพา นางสุลักษณา ยิ้มเชิง และระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร 62
รูปที่ 21 เครื่องสูบน้ำ แปลงโหระพา นางสุลักษณา ยิ้มเชิง 63
รูปที่ 22 แหล่งน้ำแปลงโหระพา นางสุลักษณา ยิ้มเชิง 63
รูปที่ 23 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร)
แปลงโหระพา นางสุลักษณา ยิ้มเชิง 64

ภาคผนวก ข

รูปที่ 1 แปลงผักกาดนางฉวี สวนแก้ว และระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่ ใช้หัวจ่ายน้ำ
ชลประทาน 1 72
รูปที่ 2 แปลงผักกาดนางฉวี สวนแก้ว และระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่ ใช้หัวจ่ายน้ำเดิมของ
เกษตรกร 78

ภาพผนวก จ

รูปที่ 1 เดินสุ่มเก็บตัวอย่างดิน 120
รูปที่ 2 การเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุด 120
รูปที่ 3 คลุกเคล้าดินในกระป๋องให้เข้ากันได้ แบ่งดินออกเป็น 4 ส่วน 121
รูปที่ 4 การสกัด (การละลาย) ธาตุอาหารพืชในดิน 122
รูปที่ 5 การวัดค่าไนเตรต 123
รูปที่ 6 การวัดค่าฟอสฟอรัส 123
รูปที่ 7 การวัดค่าโพแทสเซียม 124
รูปที่ 8 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง 127

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 ข้อดีและข้อจำกัดของการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ 3
ตารางที่ 2 องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบรองของระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์ 4
ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการให้น้ำ (%) ของระบบการให้น้ำแบบต่างๆ 8
ตารางที่ 4 ข้อดีและข้อด้อยของท่อจ่ายน้ำชนิด PVC 9
ตารางที่ 5 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อแต่ละขนาด 10
ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การลดลงเพื่อชดเชยปริมาณการไหลภายในท่อ 13
ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) และค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) ของระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร 28
ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกรกับระบบการให้น้ำใหม่ที่ออกแบบใหม่สำหรับ แปลงที่ 2 29
ตารางที่ 9 การประเมินผลระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกรกับระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่ ของแปลงที่ 2 31

ตารางผนวก ข

ตารางที่ 1 อัตราการระเหยจากถาดวัดการระเหย Class –A สำหรับจังหวัดนครปฐม (มม/วัน) 65
ตารางที่ 2 อัตราการไหล และรัศมีการฉีดน้ำของหัวสปริงเกลอร์ที่เกษตรกรใช้ ณ ความดันที่ได้จากการทดสอบ 66
ตารางที่ 3 อัตราการไหล และรัศมีการฉีดน้ำของหัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 ณ ความดันที่ได้จากการทดสอบ 66

ตารางผนวก ค

ตารางที่ 1 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 1 ระบบเดิม 79
ตารางที่ 2 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 2 ระบบเดิม 80
ตารางที่ 3 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 3 ระบบเดิม 81

ตารางที่ 4 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 4 ระบบเดิม 83
ตารางที่ 5 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 5 ระบบเดิม 84
ตารางที่ 6 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 1 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 86
ตารางที่ 7 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่2 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 87
ตารางที่ 8 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่3 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 88
ตารางที่ 9 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 90
ตารางที่ 10 แสดงการหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำเดิม ของเกษตรกร 92
ตารางที่ 11 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 1 ระบบเดิม 94
ตารางที่ 12 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่2 ระบบเดิม 96
ตารางที่ 13 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 3 ระบบเดิม 97
ตารางที่ 14 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 4 ระบบเดิม 98
ตารางที่ 15 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 5 ระบบเดิม 100
ตารางที่ 16 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 1 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 101
ตารางที่ 17 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 2 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 103
ตารางที่ 18 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่3 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 104
ตารางที่ 19 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 106
ตารางที่ 20 แสดงการหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่2 ระบบใหม่ ใช้หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร 107

ตารางผนวก ง

ตารางที่ 1 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่1 กระชาย นางสมศรี สวนแก้ว 109
ตารางที่ 2 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่1 กระชาย นางสมศรี สวนแก้ว 110
ตารางที่ 3 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่2 ผักกาด นางฉวี สวนแก้ว 111
ตารางที่ 4 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่2 ผักกาด นางฉวี สวนแก้ว 112
ตารางที่ 5 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่3 นายวัฒนา กงศี 113
ตารางที่ 6 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่3 นายวัฒนา กงศี 114
ตารางที่ 7 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่4 นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง 115
ตารางที่ 8 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่4 นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง 116

ตารางที่ 9 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่5 นางสาวสุลักษณา ยิ้มเชิง 117
ตารางที่ 10 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่5 นางสาวสุลักษณา ยิ้มเชิง 118

ตารางผนวก จ

ตารางที่ 1 ค่าสหสัมพันธ์ของแอมโมเนียมไนเตรต ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมระหว่างการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการกับการใช้ชุดตรวจสอบฯ 126
ตารางที่ 2 ปูนที่ใช้แก้ความเป็นกรด 127
ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบปริมาณ เอ็น-พี-เค ในดินของแปลงทดลอง 128

บทที่ 1
บทนำ

1.1 คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรหมู่บ้านหลักเมตรนอกเหนือจากการทำนาและปลูกพืชไร่แล้ว ยังพบเห็นการปลูกพืชผักโดยทั่วไป อาทิ ผักกาดขาว กระชาย ตะไคร้ หน่อไม้ฝรั่ง บางรายปลูกเป็นอาชีพหลัก บางรายปลูกเป็นอาชีพเสริม ระบบการให้น้ำส่วนใหญ่ที่พบเห็น คือระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ การติดตั้งระบบให้น้ำสปริงเกลอร์นั้น ค่าลงทุนจะประกอบด้วยค่าหัวจ่ายน้ำสปริงเกลอร์ เครื่องกรองน้ำ อุปกรณ์ติดตั้งท่อ ค่าเครื่องสูบน้ำและค่าเชื้อเพลิง โดยมีลักษณะการใช้งานของหัวสปริงเกลอร์ ปั๊ม ลักษณะการวางท่อที่แตกต่างกันออกไป แหล่งน้ำที่ใช้มาจากคลองชลประทานและบ่อน้ำตื้นที่ขุดเจาะกันเอง อย่างไรก็ตาม เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงไม่ทราบวิธีการติดตั้งระบบที่ถูกต้องตามหลักการชลประทาน เกษตรกรส่วนใหญ่ติดตั้งระบบจากประสบการณ์หรือการเรียนรู้จากเพื่อนบ้าน อาจมีทั้งที่ใกล้เคียงและไม่ใกล้เคียงค่าที่ควรจะเป็น ทำให้การลงทุนมีมากขึ้นและประสิทธิภาพออกมาไม่เต็มที่ นอกจากนี้เกษตรกรยังขาดวิธีการวางระบบและคำนวณระยะเวลาในการให้น้ำพืชที่ถูกต้องอีกด้วย

โครงงานวิศวกรรมนี้ จะทำการศึกษาประเมินความสม่ำเสมอการกระจายน้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกรที่มีอยู่เดิม และปรับปรุงระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ขึ้นมาใหม่ตามหลักการชลประทาน รวมทั้ง คำนวณระยะเวลาในการให้น้ำที่เหมาะสม เพื่อเป็นการแนะนำทางเลือกที่ดีขึ้น ให้กับเกษตรกรต่อไป ผลจากการศึกษาดังกล่าวจะสามารถปรับปรุงแก้ไขระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกรหมู่บ้านหลักเมตรให้มีประสิทธิภาพการให้น้ำที่ดีขึ้น รวมทั้งการให้น้ำพืชด้วยระยะเวลาที่เหมาะสมนั้น จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตพืชผักของเกษตรกรหมู่บ้านหลักเมตรลงได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อประเมินความสม่ำเสมอการกระจายน้ำระบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกรหมู่บ้านหลักเมตร
2. เพื่อศึกษาและปรับปรุงระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นกับระบบการให้น้ำที่เกษตรกรหมู่บ้านหลักเมตรใช้อยู่เดิมและคำนวณช่วงเวลาในการให้น้ำที่เหมาะสมของการให้น้ำชลประทานแบบสปริงเกลอร์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกผักในเขตพื้นที่ หมู่บ้านหลักเมตร ต. ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม ในช่วงเวลา เดือนตุลาคม – มีนาคม

บทที่ 2
การตรวจเอกสารและรวบรวมข้อมูล

2.1 การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ (sprinkler Irrigation)

มนตรี(2535) กล่าวว่า"เป็นวิธีการให้น้ำแก่พืชโดยน้ำจากแหล่งน้ำจะถูกสูบผ่านท่อไปยังพื้นที่เพาะปลูกด้วยแรงดันสูง และให้ฉีดพ่นเป็นฝอยออกทางหัวฉีด แล้วให้ฉีดน้ำแผ่กระจายตกลงมายังพื้นที่เพาะปลูกโดยมีรูปทรงกระจายสม่ำเสมอ เมื่อวางหัวทับซ้อนกันแล้วจะได้อัตราการไหลของน้ำที่ตกลงพื้นสม่ำเสมอ อัตราการไหลของน้ำที่ไหลลงพื้นจะต้องน้อยกว่า อัตราซึมของน้ำที่เข้าไปในดิน"

ในการเลือกใช้การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์นั้นสามารถใช้ได้กับดินและพืชทุกชนิด แต่เนื่องจากค่าลงทุนสูงมากจึงเลือกใช้เฉพาะดินที่ไม่เหมาะสมกับการชลประทานแบบอื่นได้ จึงมีการรวบรวม ทั้งข้อดีและข้อจำกัดของการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์สรุปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อดีและข้อจำกัดของการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

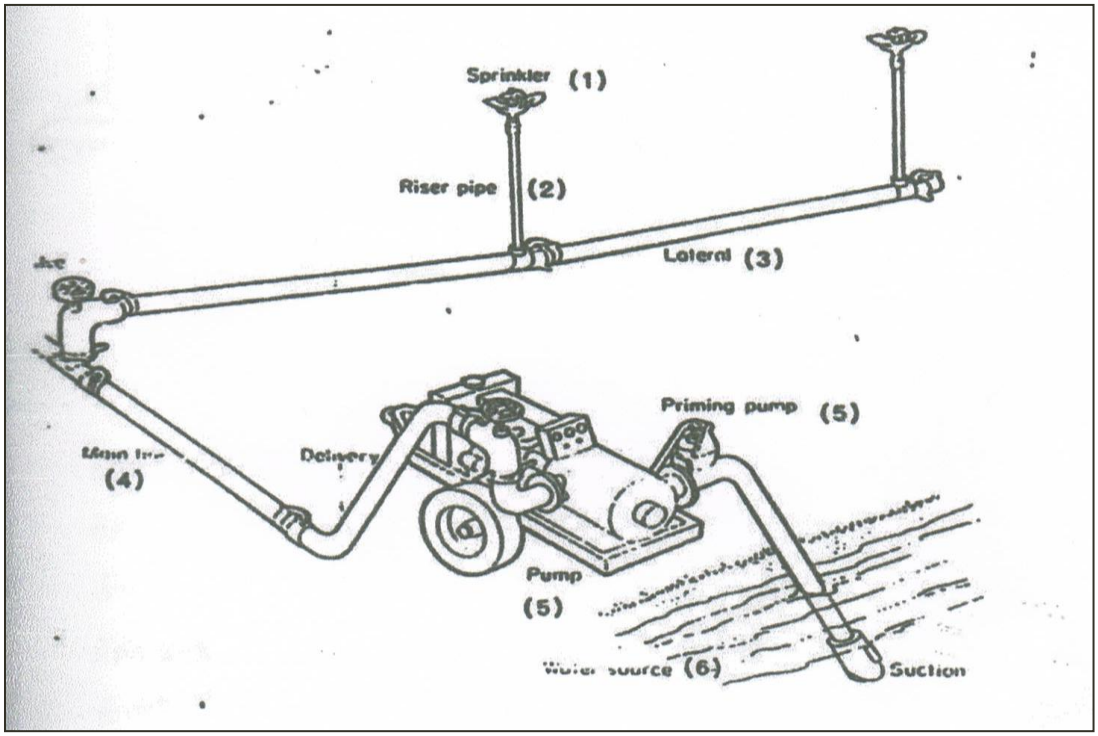
ข้อดี	ข้อจำกัด
1.การวัดปริมาณน้ำทำได้ง่ายและสะดวก จึงควบคุมการให้น้ำได้ถูกต้องและประสิทธิภาพการให้น้ำสูง	1. ค่าลงทุนครั้งแรกสูงมาก และต้องระวังเรื่องการลักขโมยอุปกรณ์
2.สามารถที่จะออกแบบระบบการให้น้ำให้มีความกระทบกระเทือนต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่เพาะปลูกได้น้อยกว่าการให้น้ำแบบอื่น	2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมักสูงกว่าการให้น้ำแบบอื่น เพราะต้องใช้เครื่องสูบน้ำ จะเสียค่าเชื้อเพลิงหรือค่าไฟฟ้าและค่าบำรุงรักษาอยู่เป็นประจำอีกด้วย
3.ในกรณีที่ต้องสูบน้ำขึ้นมาจากคลองส่งน้ำหรือบ่อบาดาลอยู่แล้ว การให้น้ำแบบฉีดฝอยจะไม่ต้องลงทุนเพื่อเพิ่มความดันของน้ำที่หัวฉีด	3. การเคลื่อนย้ายท่อหลังจากการให้น้ำลำบากเพราะดินจะเป็นโคลน โดยเฉพาะดินเหนียว
5. สามารถใช้ท่อส่งน้ำร่วมกันได้ถ้ามีการใช้น้ำเพื่อวัตถุประสงค์อย่างอื่น เช่น ใช้เลี้ยงสัตว์หรือใช้ในบ้าน	4. ลักษณะของเม็ดน้ำเหมือนฝนโปรยตามธรรมชาติ จึงต้องมีการกำจัดวัชพืชมากกว่าปกติ
6. ถ้าหากสามารถส่งน้ำซึ่งมีแรงดันสูงพอ ไปยังพื้นที่เพาะปลูกโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลกได้ด้วยแล้ว การให้น้ำด้วยวิธีนี้ก็จะน่าใช้มากยิ่งขึ้น เพราะสามารถลดค่าเชื้อเพลิงลงได้มาก	5. ต้องใช้ยาฆ่าแมลงหลังจากการให้น้ำแล้วเท่านั้น ไม่เช่นนั้นน้ำที่ให้จากหัวจ่ายจะชำระยาฆ่าแมลงที่ให้เกือบทั้งหมด
7. สามารถให้น้ำครั้งน้อยๆและบ่อยครั้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับพืชที่มีรากตื้น และต้องการให้ดินมีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ	6. จะสูญเสียน้ำจากการระเหยมากกว่าปกติ
8. ระบบการให้น้ำแบบนี้อาจจะใช้ให้ปุ๋ยและสารเคมีแก่พืชในขณะเดียวกันกับให้น้ำได้ด้วย	7. ลม เป็นอุปสรรคอย่างยิ่งของการแผ่กระจายของน้ำ
	8. ถ้าอุปกรณ์มีน้อย อาจไม่สะดวกในการย้ายเพื่อไปใช้ในแปลงอื่น
	9. อุปกรณ์ต่างๆในระบบ เช่นหัวจ่ายน้ำ อาจมีการชำรุดเสียหายอยู่เสมอ ต้องดูแลเป็นพิเศษ
	10.คุณภาพน้ำที่ใช้ ถ้ามีความเค็ม จะเป็นเหตุให้เกลือดูดซึมเข้าไปในพืชบางชนิดทำให้ใบไหม้เป็นอันตรายได้

องค์ประกอบหลักของระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์

ระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์ ประกอบขึ้นด้วยองค์ประกอบหลัก และองค์ประกอบรองดังแสดงไว้ในรูปที่ 1 โดยมีองค์ประกอบหลักและองค์ประกอบรอง สรุปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบหลักและองค์ประกอบรองของระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบรอง
1. หัวจ่ายน้ำ	1. ส่วนประกอบของท่อ
2. ท่อตั้งหัวจ่ายน้ำ	2. ที่ยึดท่อตั้งหัวจ่ายน้ำ
3. ท่อแขนง	
4. ท่อประธานและท่อประธานย่อย	
5. เครื่องสูบน้ำ	
6. แหล่งน้ำ	



รูปที่ 1 ระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์

ที่มา: บุญมา (2546)

หัวจ่ายน้ำรูปแบบต่างๆของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

หัวจ่ายน้ำที่นิยมใช้ในระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามการใช้งานของเกษตรกรเอง สามารถจำแนกหลักๆได้ดังนี้

1. หัวจ่ายน้ำแบบน้ำหยด (Drip)

เป็นหัวจ่ายน้ำที่มีอัตราการจ่ายน้ำน้อยมาก ประมาณ 1-20 ลิตร/ชม. จ่ายน้ำออกมาในลักษณะเป็นหยด หรือถ้าอัตราการจ่ายน้ำสูงก็จะไหลเป็นสายน้ำ เหมาะสำหรับผู้ที่มีประสบการณ์ในการให้น้ำสูง เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่จะก่อให้เกิดการอุดตันได้ง่าย พืชที่เหมาะแก่การใช้หัวจ่ายน้ำแบบน้ำหยด ได้แก่ การปลูกพืชระยะสั้น พืชผัก ไม้ดอก ไม้กระถาง เป็นต้น ไม่เหมาะกับการปลูกผลไม้ เพราะอายุการใช้งานสั้นไม่เหมาะกับการลงทุน

2. หัวจ่ายน้ำแบบพ่นฝอย (mini Spray)

เป็นหัวจ่ายน้ำที่พ่นกระจายน้ำเป็นฝอยละอองขนาดเล็ก หรือเป็นเส้นรัศมีการกระจายน้ำใกล้ๆ ระยะประมาณไม่เกิน 1.5 เมตร เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการรัศมีการพ่นน้อย เช่น แปลงผัก ต้นไม้ หรือพุ่มไม้เล็กๆ ไม้ผล ไม้ยืนต้นที่ทรงพุ่มไม่ใหญ่มาก เป็นต้น

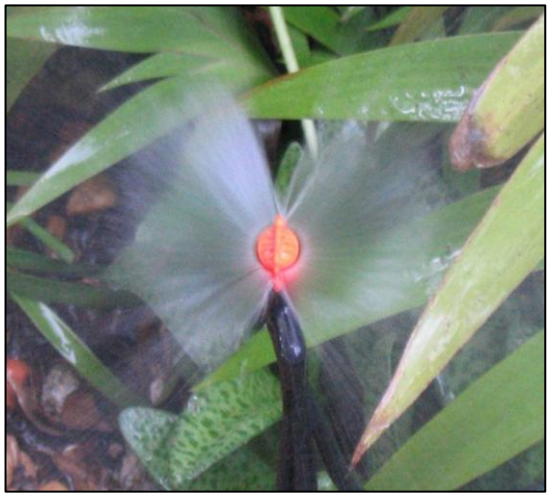
3. หัวจ่ายน้ำแบบมินิสปริงเกลอร์ (mini Sprinkler)

เป็นหัวจ่ายน้ำที่เหมาะสำหรับไม้ผล เนื่องจากมีการกระจายน้ำให้เลือกหลากหลาย ครอบคลุมการใช้งาน ตั้งแต่เล็กจนโตเต็มที่ หัวจ่ายน้ำแบบมินิสปริงเกลอร์จะใช้งานที่แรงดันประมาณ 15-20 เมตร มีอัตราการจ่ายน้ำหลายขนาด การเลือกอัตราการจ่ายน้ำน้อยๆ มีข้อดีที่ใช้ขนาดท่อส่งน้ำและเครื่องสูบน้ำเล็กได้ แต่มีข้อเสียคือ ต้องให้น้ำนานมากกว่าหัวจ่ายน้ำมินิสปริงเกลอร์ที่มีอัตราการจ่ายน้ำสูง รวมทั้งหัวจ่ายน้ำมีการอุดตันได้มากกว่า

4. หัวจ่ายน้ำแบบ rotor

หัวจ่ายน้ำแบบนี้ ลักษณะการจ่ายน้ำฉีดออกจากหัวจ่ายและหมุนรอบตัวหรือองศาที่กำหนดไว้รัศมีการฉีดน้ำตั้งแต่ 6 เมตรขึ้นไปถึง 15-20เมตรเหมาะกับพื้นที่ขนาดใหญ่เช่นสนามหญ้าสวนสาธารณะ เป็นต้น

(ก) หัวจ่ายน้ำแบบน้ำหยด (Drip)



(ข) หัวจ่ายน้ำแบบพ่นฝอย (mini Spray)

(ค) หัวจ่ายน้ำแบบมินิสปริงเกลอร์ (mini Sprinkler)

(ง) หัวจ่ายน้ำแบบ rotor

รูปที่ 2 หัวจ่ายน้ำรูปแบบต่างๆของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

ที่มา: www.**sprinkler-thai**.com

2.2 การออกแบบระบบการให้น้ำแบบ สปริงเกลอร์

(1.) <u>การคำนวณอัตราการใช้น้ำของพืช</u>

การคำนวณค่าอัตราการใช้น้ำของพืช มีวิธีการหาได้หลายอย่าง ขึ้นอยู่กับความละเอียด ถูกต้อง และข้อมูลที่มีแต่ที่นิยมหาได้ง่ายโดยเปรียบเทียบกับค่าระเหยที่วัดได้จากถาดวัดการระเหยของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังภาพที่ 2 ถาดวัดการระเหยชนิด Class A (มนตรี, 2543)

รูปที่ 3 ถาดวัดการระเหยชนิด Class A
ที่มา: บุญมา (2546)

- สำหรับพืชสวนทั่วๆไป
  อัตราการใช้น้ำ = 0.75 x Ep (ม.ม. / วัน) ม.ม. / วัน …… สมการที่ 1
- **สำหรับพืชผัก**
  อัตราการใช้น้ำ = 0.85 x Ep (ม.ม. / วัน) ม.ม. / วัน …… สมการที่ 2
- สำหรับพืชไร่
  อัตราการใช้น้ำ = 0.70 x Ep (ม.ม. / วัน) ม.ม. / วัน …… สมการที่ 3
  เมื่อ Ep = เป็นค่าอัตราการระเหยจากถาดวัด ม.ม. / วัน

(2.) <u>การคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องให้</u>

เนื่องจากวิธีการให้น้ำแก่พืช เราไม่สามารถจะนำน้ำไปให้แก่ดินบริเวณรากพืชโดยไม่มีการสูญเสียระหว่างทางได้เลย การที่น้ำจะสูญเสียมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าเราจะนำน้ำไปให้แก่แปลงเพาะปลูกวิธีไหน หรือที่เราเรียกว่าประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำ ซึ่งการให้น้ำพืชด้วยวิธีต่างๆจะมีประสิทธิภาพการให้น้ำแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 ถ้าระบบที่เราเลือก มีการสูญเสียน้ำน้อยประสิทธิภาพที่ออกมาก็จะสูง ถ้าระบบที่เราเลือกมีการสูญเสียน้ำมากประสิทธิภาพก็ลดลง ฉะนั้นปริมาณน้ำที่เราจะต้องให้แต่ละครั้งจะต้องเผื่อการสูญเสียด้วยเสมอ ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องให้ แสดงดังสมการที่ 4

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการให้น้ำ (%) ของระบบการให้น้ำแบบต่างๆ

วิธีการให้น้ำ	ประสิทธิภาพการให้น้ำ (%)
1. แบบร่องคู	55
2.แบบสปริงเกลอร์	75
3.แบบน้ำหยด	90
4.แบบฉีดละออง	85
5.แบบไมโครสปริงเกลอร์	80

$$\text{ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องให้}(\text{ม.ม.}) = \frac{\text{อัตราการให้น้ำของพืช (ม.ม.)}}{\text{ประสิทธิภาพชลประทาน}} \quad \ldots\ldots \text{ สมการที่ 4}$$

(3.) <u>การเลือกหัวจ่ายน้ำ</u>

การเลือกใช้หัวสปริงเกลอร์นั้นจะต้องมีรายละเอียดในการทำงานของหัวสปริงเกลอร์แต่ละแบบแต่ละขนาด ซึ่งรายละเอียดในการทำงานของหัวสปริงเกลอร์ก็มักจะแสดงรายละเอียดดังนี้

- ขนาดและจำนานของหัวฉีด
- ช่วงความดันที่ใช้งาน
- ปริมาณการไหลของน้ำในแต่ละความดันของน้ำและแต่ละขนาดของหัวฉีด

- อัตราความลึกเฉลี่ยของการให้น้ำในแต่ละความดันของน้ำและแต่ละขนาดรูหัวฉีด
- ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่ที่ฉีดน้ำ ในแต่ละความดันของน้ำ และแต่ละขนาดของรูหัวฉีด

$$\text{อัตราความลึกของน้ำที่จ่ายจากหัว}(\text{ม.ม./ชั่วโมง}) = \frac{\text{อัตราการจ่ายน้ำจากหัวจ่ายน้ำ}(\text{ลิตร/ชั่วโมง})}{\text{ระยะห่างระหว่างหัวจ่ายน้ำ}(\text{ม}) \times \text{ระยะห่างระหว่างท่อ}(\text{ม})} \quad \text{..... สมการที่ 5}$$

(4.) <u>การคำนวณเวลาการให้น้ำแต่ละครั้ง</u>

ปกติในการออกแบบในพื้นที่ขนาดเล็กมักจะกำหนดเวลาในการให้น้ำโดยพิจารณาให้น้ำแก่พืชทุกวัน เพราะจะทำให้สามารถแบ่งเป็นแปลงย่อยได้หลายแปลง การจะหาเวลาในการให้น้ำได้นั้น จะต้องทราบความต้องการน้ำของพืชสูงสุดต่อวันและอัตราการจ่ายน้ำของหัวจ่ายและจะต้องคิดถึงประสิทธิภาพในกรให้น้ำของระบบด้วย

$$\text{เวลาการให้น้ำในแต่ละครั้ง}(\text{ชั่วโมง}) = \frac{\text{อัตราการจ่ายน้ำจากหัว}(\text{ม.ม.})}{\text{อัตราการจ่ายน้ำ}(\text{ม.ม./ชม})} \quad \text{..... สมการที่ 6}$$

(5.) <u>การออกแบบท่อแขนง, ท่อประทานย่อย, ท่อประทาน</u>

การพิจารณาเลือกใช้ท่อในขั้นตอนนี้เป็นส่วนสำคัญมากเพราะท่อเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของระบบและใช้ในการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำไปยังจุดที่ต้องการให้น้ำจนถึงขั้นสุดท้ายโดยชนิดของท่อที่นิยมนำมาใช้ คือ ท่อพีวีซี ซึ่งมีข้อดีและข้อด้อย สรุปดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 ข้อดีและข้อด้อยของท่อจ่ายน้ำชนิด PVC

ข้อดี	ข้อด้อย
1. ราคาถูก หาซื้อง่าย มีน้ำหนักเบา 2. เชื่อมต่อง่ายมีทั้งชนิดกาวและแหวนยาง 3. ไม่ต้องใช้ช่างฝีมือสูงหรือเครื่องมือพิเศษในการติดตั้ง 4. สามารถต่อกับท่ออื่นๆด้วยข้อต่อพิเศษ 5. ไม่เป็นสนิม และทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีและปุ๋ย	1. เมื่อโดนแดดเป็นเวลานานทำให้อายุการใช้งานต่ำลง 2. แตกหักง่าย ถ้ามีน้ำหนักมากๆ มากดทับ หรือถูกกระแทกตอนขนส่งหรือขนย้าย

ท่อพีวีซีผลิตในประเทศไทย ผลิตตามมาตรฐาน ม.อ.ก. 17-2523 มีความยาวมาตรฐานท่อนละ 4 เมตร มีระดับทนความดัน 3 ระดับชั้นคือชั้น 5 (บาง) 8.5(ปานกลาง) 13.5 (หนา) หน่วยที่ใช้บอกว่า ทนความดัน 5, 8.5 และ 13.5 กก.ต่อ ซม^2 ตามลำดับ

ปกติโดยทั่วไปเกษตรกรจะใช้ท่อหนาปานกลางคือชั้น 8.5 แต่ถ้าต้องการประหยัดอาจใช้ท่อบางชั้น 5 ซึ่งก็พอใช้ได้ แต่ต้องระวังไม่ให้ถูกกระแทก แล้วควรฝังใต้ผิวดิน 20-30 ซม.ท่อพีวีซีผลิตเป็น 3 สี สีฟ้าสำหรับน้ำประปาและนิยมใช้มากทางการเกษตร สีเหลืองสำหรับร้อยสายโทรศัพท์และสีเทาสำหรับท่อระบายน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อชั้นต่าง ๆ จะไม่เท่ากัน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อแต่ละขนาด

ชื่อขนาด ม.ม. (นิ้ว)	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก ม.ม.	ท่อ พี.วี.ซี. ชั้น 5		ท่อ พี.วี.ซี. ชั้น 8.5		ท่อ พี.วี.ซี. ชั้น 13.5	
		เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ม.ม.	ความหนา ม.ม.	เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ม.ม.	ความหนา ม.ม.	เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน ม.ม.	ความหนา ม.ม.
18(1/2)	22 $\pm$ 0.15			18.20	1.9 $\pm$ 0.20	17.00	2.5 $\pm$ 0.20
20(3/4)	26 $\pm$ 0.15			22.00	2.0 $\pm$ 0.20	21.00	2.5 $\pm$ 0.20
25(1)	34 $\pm$ 0.15			30.00	2.0 $\pm$ 0.20	28.00	3.0 $\pm$ 0.25
35(11/4)	42 $\pm$ 0.15	39.00	1.5 $\pm$ 0.15	38.00	2.0 $\pm$ 0.20	35.80	3.1 $\pm$ 0.25
40(11/2)	48 $\pm$ 0.15	45.00	1.5 $\pm$ 0.15	43.40	2.3 $\pm$ 0.20	41.00	3.5 $\pm$ 0.25
55(2)	60 $\pm$ 0.15	56.40	1.8 $\pm$ 0.20	54.20	2.9 $\pm$ 0.25	51.40	4.3 $\pm$ 0.30
65(21/2)	76 $\pm$ 0.20	71.60	2.2 $\pm$ 0.20	69.00	3.5 $\pm$ 0.25	65.20	5.4 $\pm$ 0.35
80(3)	89 $\pm$ 0.20	84.00	2.5 $\pm$ 0.20	80.80	4.1 $\pm$ 0.30	76.20	6.4 $\pm$ 0.40
100(4)	114 $\pm$ 0.30	107.60	3.2 $\pm$ 0.25	103.60	5.2 $\pm$ 0.35	97.80	8.1 $\pm$ 0.50
125(5)	140 $\pm$ 0.30	132.20	3.9 $\pm$ 0.30	127.20	6.4 $\pm$ 0.40	120.20	9.9 $\pm$ 0.55
150(6)	165 $\pm$ 0.40	155.20	4.6 $\pm$ 0.30	150.00	7.5 $\pm$ 0.45	1471.60	11.7 $\pm$ 0.65
200(8)	216 $\pm$ 0.50	205.20	5.4 $\pm$ 0.35	198.40	8.8 $\pm$ 0.50	188.60	13.7 $\pm$ 0.75
250(10)	267 $\pm$ 0.70	253.80	6.6 $\pm$ 0.40	245.20	10.9 $\pm$ 0.60	233.20	16.9 $\pm$ 0.90
300(12)	318 $\pm$ 0.80	302.40	7.8 $\pm$ 0.45	292.20	12.9 $\pm$ 0.70	277.80	20.1 $\pm$ 1.05

(ที่มา: มนตรี, 2543)

5.1 การวางท่อแขนง

ท่อแขนงคือท่อที่มีหัวจ่ายน้ำติดอยู่ที่ระยะเท่า ๆ กัน จะวางไปตามแถวที่ปลูกต้นไม้หรือร่องที่ปลูกพืชตามระยะห่างของแถว ปลายท่อแขนงยึดโดยการพับที่ปลายท่อด้วยการใช้ห่วงรัดเพื่อเป็นการสะดวกในการเปิดล้างที่ปลายท่อเพราะมักจะมีตะกอนมาสะสมอยู่ ขนาดและความยาวของท่อแขนงที่วางได้ยาวที่สุดนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาด และอัตราการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำ และระยะห่างของหัวที่ติดตั้งบนท่อ ตามข้อกำหนดทั่ว ๆ ไป อัตราการใช้น้ำของหัวมาที่สุดและน้อยที่สุดในการเปิดให้น้ำในแต่ละครั้ง แตกต่างกันได้ไม่ควรเกิน 10 % ซึ่งก็คือจะยอมให้ความดันที่หัวจ่ายน้ำ ตัวที่มากที่สุด และน้อยที่สุด แตกต่างกันไม่เกิน 20% ของความดันที่ใช้ที่หัวจ่ายน้ำ

5.2 การวางท่อประธานย่อย

ท่อประธานย่อยคือท่อที่มีท่อแขนงหลายสายมาต่อแยกออก เพื่อแบ่งเป็นแปลงย่อยมีการควบคุมแต่ละแปลงด้วยประตูน้ำ ความยาวของท่อประธานย่อยจะขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงย่อย ควรจะมีประตูน้ำที่สามารถเปิดล้างออกที่จุดปลายท่อประธานย่อยได้ หรือที่จุดต่ำ ๆ ที่จะเปิดน้ำล้างออกได้

5.3 การวางท่อประธาน

ควรจะวางให้ท่อประธานให้สั้นที่สุด และถ้าเป็นไปได้ควรวางเข้ากลางแปลงเพื่อการกระจายน้ำจะได้สมดุล การพิจารณาขนาดของท่อนั้น จะต้องใช้อัตราการจ่ายน้ำสูงสุดที่ให้ต่อระบบ ถ้าเลือกขนาดท่อใหญ่ก็จะสูญเสียความดันน้อยทำให้ประหยัดพลังงาน แต่ค่าลงทุนท่อแพงกว่า ถ้าใช้ท่อขนาดเล็กเกินไปก็จะสูญเสียความดันมาก ซึ่งเปลืองพลังงานแต่ประหยัดราคาท่อ ฉะนั้นการเลือกขนาดที่พอเหมาะจะทำให้ประหยัดพลังงานและลงทุนค่าท่อต่ำในระบบขนาดเล็กที่ไม่แตกต่างกันมาก นิยมกำหนดความเร็วของท่อไม่เกิน 1.5 เมตร/วินาที ซึ่งจะทำให้ไม่สูญเสียความดันมากไป และเป็นอันตรายต่อการกระแทกของน้ำเวลาเปิด – ปิด ไม่มากนัก

5.4 การสูญเสียความดันเนื่องจากความฝืดของผิวท่อ

น้ำที่ไหลในท่อ มักมีแรงต้านขณะที่เคลื่อนที่ แรงต้านนี้คือ แรงต้านที่เกิดจากความฝืดหรือการเสียดทานระหว่างน้ำและผิวท่อที่มันไหลผ่านนั้นเอง ความดันลดผ่านท่อจะขึ้นอยู่กับความเร็วของน้ำที่ไหลในท่อ ขนาดท่อ ความราบเรียบของผิวในท่อและความยาว การคำนวณความดันลดนั้นไม่เพียงแต่จะคำนึงถึงท่อเท่านั้น ยังคิดรวมความดันลดที่เกิดจากประตูน้ำข้อต่อ อุปกรณ์อื่นๆ สำหรับการชลประทาน

ทั่วไปแล้ว ท่อจะทำจากวัสดุพวกพลาสติกทั้งท่อแขนง ท่อประธานย่อย และท่อประธาน

สูตรทั่วไปสำหรับการคำนวณการสูญเสียความดันในท่อที่นิยมใช้กันคือ สมการของ Hazen-Williams ดังนี้

$$Hf_{100} = \frac{K(\frac{Q}{C})^{1.852}}{D^{4.87}} \quad \text{..... สมการที่ 7}$$

เมื่อ Hf = ค่าการสูญเสียเฮดหน่วยเป็นเมตรต่อ 100 เมตร

C = สัมประสิทธิ์ความต้านทานตามคุณลักษณะของวัสดุที่ทำท่อ

= 140-150 สำหรับท่อพลาสติก

Q = อัตราการไหลหน่วยเป็น ลิตรต่อวินาที

K = ค่าคงที่ตามหน่วยที่ใช้

= 1,045 สำหรับ Q เป็นแกลลอนต่อนาที, D เป็นนิ้ว

= 473 สำหรับ Q เป็นฟุต^3 ต่อ วินาที, D เป็นฟุต

= 1.22×10^{12} สำหรับ Q เป็นลิตรต่อวินาที , D เป็นมิลลิเมตร

สำหรับท่อแขนง ซึ่งเป็นท่อที่มีหัวจ่ายน้ำติดตั้งอยู่ด้วยระยะห่างที่เท่าๆกัน และมีน้ำจ่ายออกด้วยอัตราที่ใกล้เคียงกัน ทำให้น้ำไหลในท่อแขนงจะมีอัตราการจ่ายน้ำสูงที่ต้นทาง และลดลงเรื่อยๆ จนถือว่าที่ปลายท่ออัตราการจ่ายน้ำเป็นศูนย์

การคำนวณหาค่าการสูญเสียความดันในท่อแขนงจะลดลงน้อยกว่าในท่อทั่วๆไป ที่น้ำเข้าต้นทางออกปลายทางตามจำนวนหัวจ่ายน้ำที่จ่ายออก คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์การลดลงเพื่อชดเชยปริมาณการไหลในท่อ (F) (มนตรี, 2543)

$$H_f = F \times Hf \quad \text{..... สมการที่ 8}$$

เมื่อ; F = สัมประสิทธิ์การลดลงเพื่อชดเชยปริมาณการไหลภายในท่อ ซึ่งขึ้นกับจำนวนจ่ายออกของหัวจ่ายน้ำ ในท่อแขนง หรือจำนวนท่อแขนงที่จ่ายออกจากท่อประธานย่อยตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การลดลงเพื่อชดเชยปริมาณการไหลภายในท่อ

จำนวนของทางน้ำออก	F	จำนวนทางน้ำออก	F
1	1	8 - 9	0.41
2	0.64	10 - 11	0.4
3	0.54	12 - 15	0.39
4	0.49	16 - 20	0.38
5	0.46	21 - 30	0.37
6	0.44	31 - 70	0.36
7	0.43	>70	0.36

(ที่มา: มนตรี, 2543)

(6.) การเลือกขนาดเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอันดับหนึ่งของระบบการให้น้ำแบบประหยัดน้ำเพื่อทำหน้าที่สูบน้ำจากแหล่งน้ำ เช่น ลำน้ำธรรมชาติ สระ บ่อ หรือน้ำบาดาล เข้าสู่ระบบท่อประธานผ่านท่อประธานย่อย และท่อแขนง ไปสู่หัวจ่ายน้ำออกสู่พื้นที่เพาะปลูก พลังงานที่เครื่องสูบน้ำใช้จะต้องมาพอที่จะส่งน้ำ ให้กับระดับพื้นที่แตกต่างของพื้นที่ และเนื่องจากความฝืดในระบบท่อตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ และที่สำคัญต้องให้น้ำที่หัวจ่ายด้วยน้ำด้วยความดันที่ออกแบบ

ดังนั้นการเลือกขนาดเครื่องสูบน้ำจะต้องทราบอัตราการสูบน้ำที่พืชต้องการ และความดันในระบบการให้น้ำเป็นหลักโดยการหาขนาดของต้นกำลังที่จะใช้ว่าประมาณกี่แรงม้าสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{แรงม้า} = \frac{Q \times H}{273 \times Eff} \qquad \text{..... สมการที่ 9}$$

เมื่อ ; Q = อัตราการจ่ายน้ำ ($ม^3$/ชม.)

H = ความดันรวมทั้งหมด เมตร

Eff = ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำและต้นกำลัง

2.3 วิธีตรวจสอบและประเมินผลระบบชลประทาน

การประเมินผลระบบชลประทานเป็นการประเมินผลด้านเทคนิคในการตรวจสอบระบบชลประทาน เพื่อที่จะทราบว่าระบบชลประทานที่กำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะยังสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่โดยจะทำการทดสอบที่เรียกว่า " Can Test " ดังแสดงในรูปที่ คือใช้กระป๋องวางเป็นตารางระหว่างหัวฉีดฝอย 4 หัว ด้วยระยะเท่ากันทุก 50 หรือ 100 ซม. แล้ววัดความสม่ำเสมอในการตกของเม็ดน้ำดังนี้ (มนตรี, 2543)

<u>การคำนวณค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ(DU)</u>

$$DU = \frac{\bar{d}_{lq}}{\bar{d}} \times 100 \quad \text{..... สมการที่ 10}$$

เมื่อ

$\bar{d}_{lq}$ = ค่าเฉลี่ยของความลึกน้ำที่มีค่าต่ำ จำนวน1 ใน 4 ค่า

$\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยจากค่าความลึกน้ำทั้งหมด

โดย Du ควรจะมากกว่า 75% ระบบจึงจะสม่ำเสมอ

<u>การคำนวณการแผ่กระจายของน้ำ(CU)</u>

$$C_u = 100\left|1 - \frac{\sum x}{m.n}\right| \quad \text{..... สมการที่ 11}$$

เมื่อ Cu = สัมประสิทธิ์ของการแผ่กระจายของน้ำเป็น %

x = ผลต่างระหว่างค่าความลึกของน้ำที่วัดได้แต่ละจุดกับค่าเฉลี่ยของความลึกของน้ำทุกๆจุด ซึ่งเรียกว่าค่าเบี่ยงเบน

m = ค่าความลึกของน้ำที่วัดได้แต่ละจุด

n = จำนวนจุดที่วัดจากความลึกของน้ำทั้งหมด

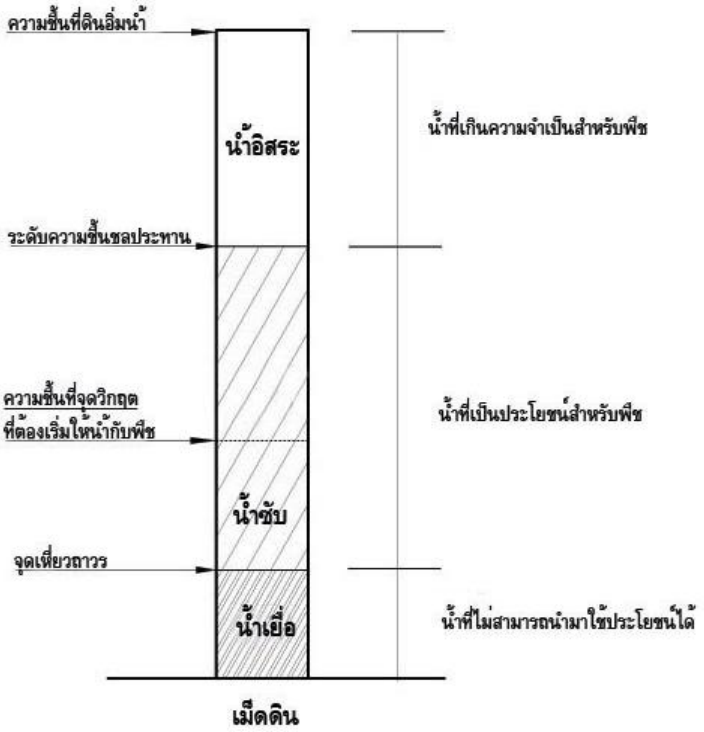
โดย Cu ควรจะมากกว่า 84% ระบบจึงจะสม่ำเสมอ

2.4 การตรวจวัดความชื้นของดินโดยตรงด้วยวิธีการ อบดิน

ความชื้นในดิน เป็นสัดส่วนระหว่างมวลของน้ำในดินกับมวลของดินแห้ง การวัดความชื้นในดินแสดงถึงความสามารถในการอุ้มน้ำหรือไหลผ่านของน้ำในดินที่เกิดจากการไหลของน้ำใต้ดิน การไหลของน้ำผิวดิน และการคายน้ำและระเหยของน้ำออกสู่บรรยากาศและยังใช้อธิบายความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารและน้ำสู่พืชซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของพืช

<u>วิธีการอบดิน</u> โดยการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 10,20 และ 30 เซนติเมตร ในเขตรากที่จุดต่างๆในพื้นที่เพาะปลูก จากนั้นก็นำมาชั่งแล้วอบให้แห้งในเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของดินไม่ลดลงอีก แล้วนำมาชั่งอีกครั้ง น้ำหนักดินที่หายไปในการชั่งทั้งสองครั้งจะเป็นน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในดินในขณะที่เก็บตัวอย่าง น้ำดังกล่าวจะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินแห้ง โดยแสดงสูตรการหาค่าความชื้นดังสมการที่ 12

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100 \ \% \quad \text{..... สมการที่ 12}$$

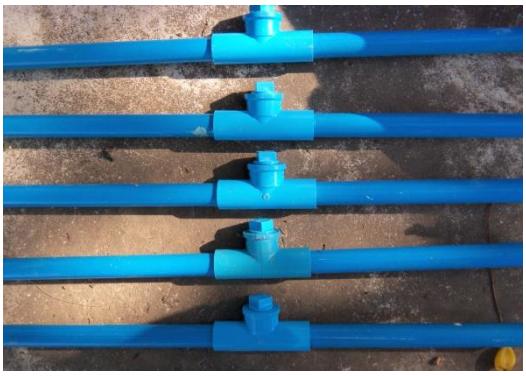


รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับการกำหนดการให้น้ำแก่พืช
ที่มา: บุญมา (2546)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

1) ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ
2) หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1
3) หัวจ่ายน้ำที่เกษตรกรใช้
4) Pressure Gate
5) กระป๋องวัดปริมาณน้ำ
6) ไม้ตั้งกระป๋องวัดน้ำ
7) กระบอกตวงวัดปริมาตรน้ำ
8) นาฬิกาจับเวลา
9) Cylinder ขนาด 100 มิลลิลิตร
10) ถังน้ำวัดอัตราการไหล
11) ตู้อบดิน
12) เครื่องมือเจาะตัวอย่างดิน
13) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล
14) กระป๋องอบดิน
15) ชุดทดสอบธาตุอาหารในดินแบบรวดเร็ว



รูปที่ 5 ท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ

รูปที่ 6 หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1”

รูปที่ 7 หัวจ่ายน้ำที่เกษตรกรใช้

รูปที่ 8 Pressure Gate

รูปที่ 9 ข้อต่อ PVC

รูปที่ 10 บอลวาล์วจ่ายน้ำ

รูปที่ 11 แก้ววัดปริมาณน้ำ

รูปที่ 12 ขาตั้งแก้ว

รูปที่ 13 กระบอกตวงวัดปริมาตรน้ำ

รูปที่ 14 นาฬิกาจับเวลา

รูปที่ 15 Cylinder ขนาด 100 มิลลิลิตร

รูปที่ 16 ถังน้ำวัดอัตราการไหล

รูปที่ 17 ตู้อบดิน

รูปที่ 18 เครื่องมือเจาะตัวอย่างดิน

รูปที่ 19 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล

รูปที่ 20 กระป๋องอบดิน

รูปที่ 21 ชุดทดสอบธาตุอาหารในดินแบบรวดเร็ว

3.2 วิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลในสนาม

1.1 เลือกแปลงสาธิต จำนวน 5 แปลง

1.2 สำรวจข้อมูลของแปลงเพาะปลูกเกี่ยวกับ การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จากแบบสำรวจที่จัดทำขึ้นมา

- ข้อมูลพื้นฐานเจ้าของแปลงเพาะปลูก
- ข้อมูลทางเกษตรกรรม (ชนิดพืช, ลักษณะดิน)
- รูปแสดง แปลงเพาะปลูก พร้อมแหล่งน้ำที่ใช้
- ข้อมูลลักษณะ, วิธีการให้น้ำ,ช่วงเวลา ,ความถี่ในการให้น้ำ
- ข้อมูลที่มาของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการให้น้ำ
- ข้อมูลชนิดแหล่งน้ำ และระดับที่ใช้

1.3 การทดสอบในสนาม

- ทดสอบหาค่าประสิทธิภาพการให้น้ำ และ ความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ(Cu, Du) โดยวิธี Can Test
- หาความชื้นในดิน โดยวิธีอบดินหาความชื้น
- หาความลึกรากพืช (ขุดแล้ววัดความยาว)
- หาอัตราการไหลจากหัวจ่ายน้ำ, รัศมีการฉีดน้ำ ,ความดันที่หัวจ่าย

2. ศึกษาและออกแบบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ตามหลักการทางชลประทาน

2.1 ออกแบบระบบ

- หาอัตราการใช้น้ำของผัก (หน่วย mm/day)
- หาปริมาณน้ำที่ต้องให้ (หน่วย mm/day)
- หาอัตราการจ่ายน้ำจากหัวจ่ายน้ำ คิดเป็นความลึกของน้ำ (หน่วย mm/hr)
- หาเวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง (หน่วย hr)
- หาจำนวนแปลงย่อย
- หาขนาดท่อแขนง และค่าการสูญเสียความดันที่ท่อแขนง
- หาขนาดท่อประธานย่อย และค่าการสูญเสียความดัน
- หาขนาดท่อประธานและค่าการสูญเสียความดัน
- หาความดันรวมที่เครื่องสูบ

- เลือกขนาดเครื่องสูบน้ำ (ส่วนใหญ่มีอยู่แล้ว)

2.2 เลือกแปลงสาธิต 1 แปลง ลงมือปรับแก้ไขระบบ ตามที่ได้ออกแบบไว้

- ใช้หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 แทนหัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร
- วางท่อจ่ายน้ำตามขนาดที่ถูกต้องตามการออกแบบ
- ติดตั้งวาล์วเพื่อเป็นการปรับแรงดันในระบบได้
- ต่อระบบให้วงจรการไหลของน้ำภายในระบบเชื่อมถึงกัน เพื่อแรงดันที่สม่ำเสมอมากยิ่งขึ้น

2.3 ทดสอบในสนาม

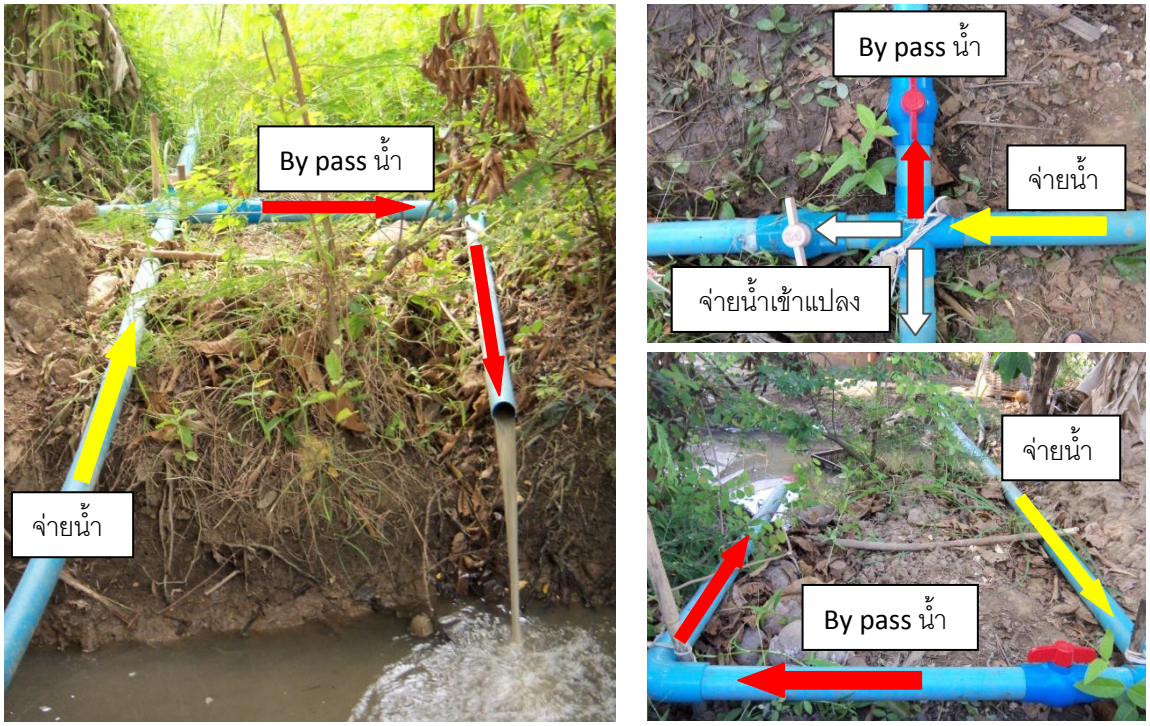
2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ได้ ระหว่างระบบที่เกษตรกรมีอยู่เดิมกับระบบที่ได้ทำการปรับปรุงและออกแบบมาใหม่

รูปที่ 22 การเตรียมแปลงและ วางระบบจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์

รูปที่ 23 การติดตั้งท่อแขนง, ท่อ riser และ ติดตั้งหัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1”

รูปที่ 24 การต่อท่อด้านท้ายแปลงให้เชื่อมหากันเป็นวงจร และติดตั้งวาล์วระบายน้ำท้ายแปลงเพื่อระบายตะกอน

รูปที่ 25 การวัดอัตราการไหลที่ออกจากเครื่องสูบน้ำ และการวัดอัตราการไหลจากหัวจ่ายน้ำ



รูปที่ 26 การติดตั้งท่อจ่ายน้ำแยกออกมาจากท่อส่งน้ำเดิม (by pass) เพื่อใช้เป็นส่วนควบคุมปริมาณน้ำและความดันที่จะจ่ายให้ในระบบจ่ายน้ำ

รูปที่ 27 การทดสอบการกระจายของน้ำ โดยวิธี Can Test

รูปที่ 28 ปูฟางเพื่อคลุมหน้าดิน เพื่อใช้ในการหว่านเมล็ดพันธุ์

รูปที่ 29 การหว่านเมล็ดพันธุ์พืช และ การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกรอการเก็บผลผลิต

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกร

จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามพบว่า ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกรหมู่บ้านหลักเมตร โดยส่วนมากนิยมใช้ท่อ PVC ชั้น 8.5 ต่อจากเครื่องสูบน้ำแล้วติดตั้งหัวจ่ายน้ำ สูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร ติดตั้งกันเป็นจุดๆตลอดแปลงผัก ระยะห่างระหว่างหัวและระยะห่างระหว่างท่อส่งน้ำเท่ากับ 4 เมตร ตามความยาวมาตรฐานของท่อ โดยใช้แหล่งน้ำจากคลองชลประทานและบ่อน้ำตื้น

หัวจ่ายน้ำที่เกษตรกรหมู่บ้านหลักเมตรใช้ส่วนใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 30 (ก) คือ หัวจ่ายน้ำ ยี่ห้อ “เกษตรไทย” แบบใบพัดเหวี่ยงสแตนเลส ที่มีจำหน่ายตามร้านขายอุปกรณ์การเกษตรทั่วไป ใช้ได้กับพืชที่ปลูกระยะชิดและห่าง ลักษณะการกระจายเป็นเม็ดน้ำขนาดใหญ่ออกจากหัวจ่ายทุกทิศทางไม่สม่ำเสมอ ไม่มีหลักฐานแสดงค่าความดันใช้การและรัศมีการฉีดน้ำ ราคาถูก ประมาณหัวละ 4-5 บาท ใช้ได้นานหลายปี แต่มักพบปัญหาใบพัดชำรุด, ขึ้นสนิม หรือ จ่ายน้ำไม่ตรงตำแหน่งที่ต้องการเป็นต้น

การประเมินผลระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ เป็นการประเมินผลด้านเทคนิคในการตรวจสอบระบบการให้น้ำที่ใช้งานในปัจจุบันว่าสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยจะทำการทดสอบที่เรียกว่า “Can Test” คือใช้กระป๋องวางเป็นตารางระหว่างหัวสปริงเกลอร์ 4 หัว ด้วยระยะเท่ากันทุกๆ 50 ซม.แล้ววัดความสม่ำเสมอในการตกของเม็ดน้ำโดยมีเกณฑ์มาตรฐานดังนี้ ค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) ควรจะมากกว่า 75% และค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) ควรจะมากกว่า 84 % จึงจะถือว่าประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์มีความสม่ำเสมอ

จากตารางที่ 7 สรุปได้ว่า จากการทดสอบประสิทธิภาพระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร จำนวน 5 แปลง มีจำนวนแปลงที่ค่า DU และค่า CU ผ่านมาตรฐานจำนวน 2 แปลง คือแปลงที่ 4 และ 5 ซึ่งทั้งสองแปลงเป็นระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ที่มีอุปกรณ์ประกอบท่อทุกอย่างยึดอยู่กับที่ มีการติดกาวอย่างหนาแน่น ไม่มีปัญหาท่อหลุดระหว่างการให้น้ำ ส่วนแปลงที่มีค่า DU และ CU ที่ไม่ผ่านมาตรฐานจำนวน 3 แปลง คือแปลงที่ 1, 2 และ 3 พบว่าทั้ง 3 แปลงนั้น อุปกรณ์ประกอบท่อบางส่วน หรือ ทั้งหมดสามารถรื้อถอนออกจากแปลงได้ตลอดเวลา ไม่มีการใช้กาวหรือเศษพลาสติกยึดติดเพื่อการประกอบท่อให้แน่นขึ้น จึงเกิดปัญหาท่อหลุดขณะทำการให้น้ำบ่อยมาก ทำให้ต้องหยุดเครื่องสูบน้ำกะทันหันเพื่อต่อท่อช่วงที่หลุดให้กลับมาให้น้ำได้เหมือนเดิม

จากนั้น ได้ทำการทดลองใช้หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1” ดังแสดงในภาพที่ 30 (ข) ซึ่งเป็นหัวจ่ายน้ำที่มีความประหยัด และไม่ต้องใช้ระบบกรอง เพราะหัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 สามารถถอดหัวออกทำความสะอาดและปรับแรงดันได้ตามความต้องการ รัศมีการฉีด 4-6 เมตร เหมาะสำหรับพืชผักเพราะลักษณะเม็ดน้ำที่ได้คล้ายฝนโปรย มีสมรรถนะในการจ่ายน้ำที่พอดีกับการใช้น้ำของพืช โดยได้ทดลองใช้งานในแปลงที่ 1, 2 และ 3 โดยยังคงใช้ระบบการให้น้ำแบบเดิมของเกษตรกร ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 7 สรุปได้ว่าทั้ง 3 แปลงมีค่า DU และ CU ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องมาจาก หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 จะใช้งานได้ดีในช่วงความดัน 0.5- 1 bar แต่ระบบจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกรทั้ง 3 แปลง มีความดันที่น้อยกว่า 0.5 bar และมากกว่า 1 bar จึงทำให้การใช้หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 แทนหัวจ่ายน้ำในระบบจ่ายน้ำเดิม ไม่สามารถทำให้ค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) และค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

(ก) หัวจ่ายน้ำ “เกษตรไทย”

(ข) หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1”

รูปที่ 30 เปรียบเทียบลักษณะการกระจายน้ำระหว่างหัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกรตรา “เกษตรไทย” กับ หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1”

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) และค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) ของระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร

แปลง	พืชที่ปลูก / เกษตรกร	หัวจ่ายน้ำที่เกษตรกรใช้ ตรา เกษตรไทย		หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1”	
		DU	CU	DU	CU
1	แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว	47.70	56.98	32.48	55.22
2	แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว	58.81	67.86	39.45	56.48
3	แปลงกระเพรา นายวัฒนา กงศี	72.17	82.19	43.45	61.78
4	แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง	80.11	87.30	ไม่ทำการทดสอบหัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1”	
5	แปลงโหระพา นางสาวสุลักษณา ยิ้มเชิง	76.58	84.11	ไม่ทำการทดสอบหัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1”	

4.2 ผลการออกแบบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ ซึ่งพบว่าแปลงที่ 1,2 และ 3 ไม่เกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้น จึงได้เลือกแปลงที่ 2 เพื่อใช้ออกแบบและปรับระบบการให้น้ำใหม่ โดยระบบการให้น้ำแบบเดิมของแปลงที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 30(ก) ท่อประธานเป็นท่อ PVC ขนาด 2.5 นิ้ว ท่อแขนง ขนาด 1 นิ้ว ปั๊มขนาด 3 แรงม้า โดยระยะห่างระหว่างแถวของท่อแขนงไม่สม่ำเสมอ ระบบท่อแขนงมีความยาวแต่ละสายที่ไม่เท่ากัน ทำให้หัวจ่ายน้ำไม่สามารถจ่ายน้ำจนถึงพืชที่ปลูกท้ายแปลงได้ อัตราการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำของเกษตรกร คือ 853.450 ลิตร/ชั่วโมง มีความลึกของน้ำที่จ่ายออกจากหัวจ่ายน้ำ เท่ากับ 53.34 ม.ม./ชั่วโมง เกษตรกรให้น้ำเป็นเวลา 20 นาที หรือมากกว่านั้น

ในการออกแบบระบบการให้น้ำใหม่แต่ใช้หัวจ่ายน้ำที่เกษตรกรใช้อยู่เดิม สรุปดังตารางที่ 8 จะได้ว่าควรมีท่อประธานขนาด 2.5 นิ้ว ท่อแขนงขนาด 2 นิ้ว ปั๊มขนาด 2 แรงม้า อัตราการจ่ายน้ำจากหัวจ่ายน้ำคือ 1,083 ลิตร/ชั่วโมง ที่ความดัน 0.8 บาร์ เวลาการให้น้ำพืชตามการคำนวณคือ 6.6 นาที ซึ่งพบว่าเวลาการให้น้ำของเกษตรกรในระบบเดิมใช้เวลาการให้น้ำที่มากจนเกินไป ทำให้น้ำไหลเลยเขตรากพืช สูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์

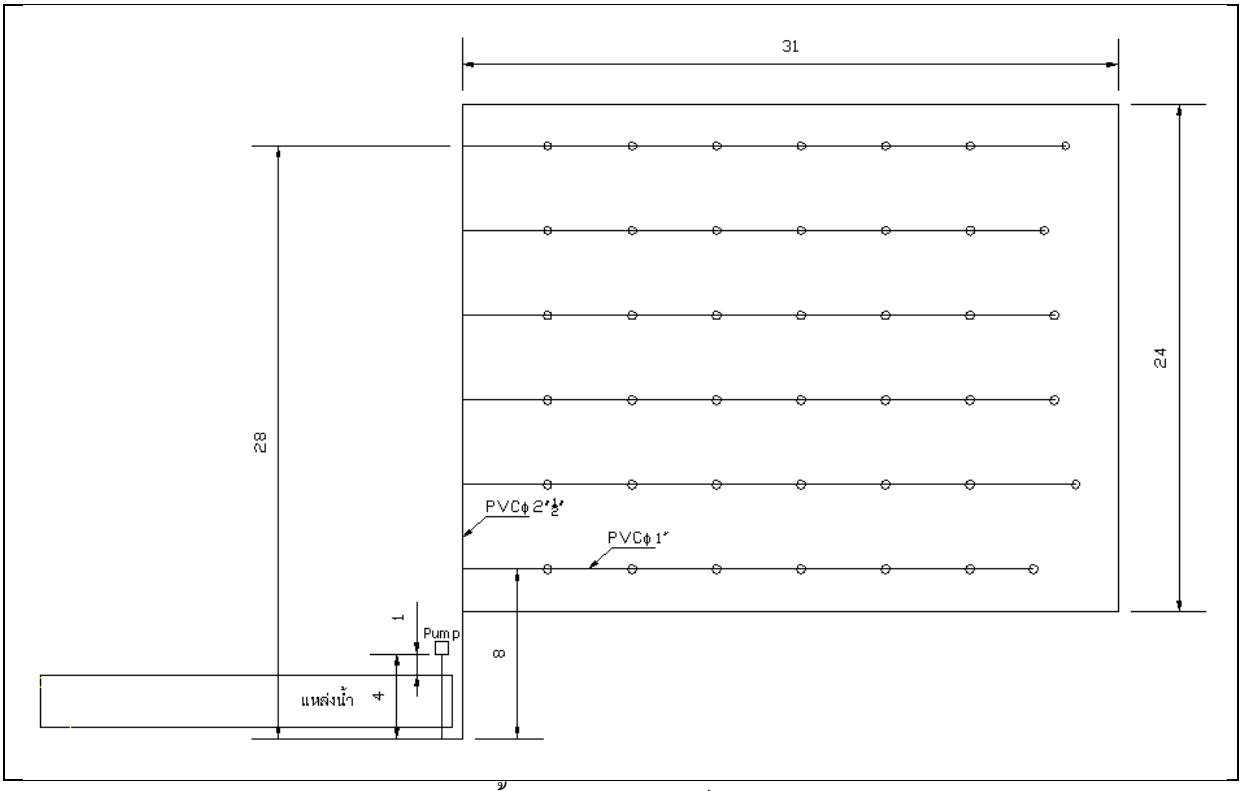
สำหรับการออกแบบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์โดยใช้หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 ในการจ่ายน้ำแทนหัวจ่ายน้ำเดิม จากตารางที่ 8 พบว่า ระบบการจ่ายน้ำจะใช้ท่อประธานขนาด 2 นิ้ว ท่อแขนงขนาด 1 นิ้ว ปั๊มขนาด 1 แรงม้า อัตราการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำที่ได้คือ 520 ลิตร/ชั่วโมง ความลึกของน้ำที่จ่ายออกจากหัวจ่ายน้ำเท่ากับ 32.5 ม.ม./ชั่วโมง เวลาในการให้น้ำของหัวจ่ายน้ำชลประทาน 1ที่ได้จากการคำนวณคือ 14 นาที เม็ดน้ำที่ได้ จะมีขนาดเล็ก ไม่สามารถกัดเซาะผิวดินจนทำให้รากพืชลอย จนส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ในการคำนวณจะใช้ขนาดเครื่องสูบน้ำเพียง 1 แรงม้า แต่เกษตรกรใช้ถึง 3 แรงม้า ซึ่งเป็นการใช้ขนาดเครื่องสูบน้ำที่มากเกินความจำเป็น สูญเสียค่าลงทุนและเชื้อเพลิงมากเกินความจำเป็น สำหรับโครงงานนี้ได้ใช้การวางระบบ ดังแสดงในรูปที่ 30(ข) โดยใช้ท่อประธานเป็นท่อ PVC ชั้น 5 (สีฟ้า) ขนาด 2 นิ้ว ส่วนท่อแขนงก็ใช้ท่อเพื่อการเกษตรสีเทา ขนาด 1 นิ้ว ที่สามารถรับแรงดันในระบบได้ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการติดตั้งระบบลดลง

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกรกับระบบการให้น้ำใหม่ที่ออกแบบใหม่สำหรับ แปลงที่ 2

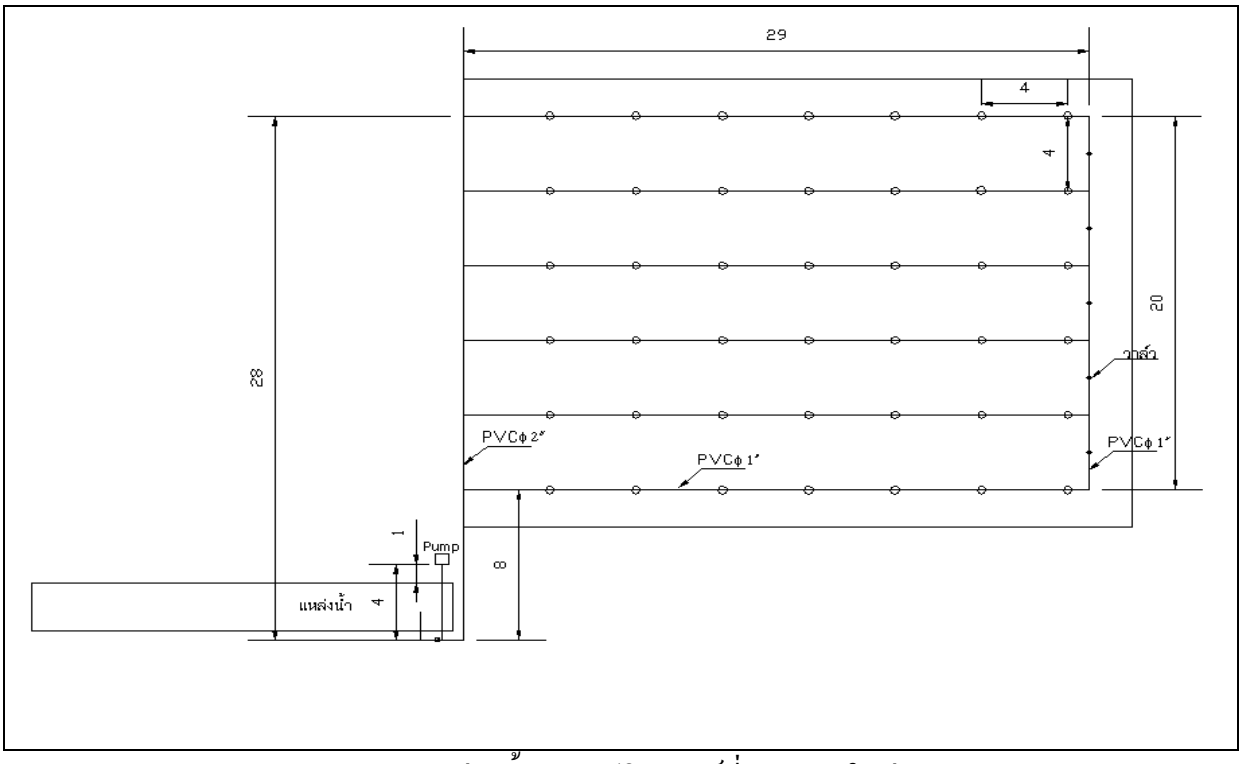
ระบบการให้น้ำ	ระบบของเกษตรกร	ระบบที่ออกแบบใหม่	ระบบที่ออกแบบใหม่
หัวจ่ายน้ำ	หัวจ่ายน้ำ “เกษตรไทย”	หัวจ่ายน้ำ “เกษตรไทย”	หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1”
ขนาดปั๊ม(แรงม้า)	3 แรงม้า	2 แรงม้า	1 แรงม้า
ขนาดท่อประธาน(นิ้ว)	2.5	2.5	2
ขนาดท่อแขนง(นิ้ว)	1	2	1
อัตราการจ่ายน้ำของหัวจ่ายน้ำ (ลิตร/ชั่วโมง)	853.45 วัดในแปลงเพาะปลูก ความดัน 0.5 bar	1,083.00 จากรายงานการทดสอบ ความดัน 0.8 bar	520.00 จากรายงานการทดสอบ ความดัน 1 bar
ความลึกของน้ำที่จ่ายจากหัวจ่ายน้ำ (ม.ม./ชั่วโมง)	53.34	67.68	32.50
เวลาการให้น้ำ (นาที)	20.0	6.6	14.0

จากการวัดความดันที่หัวจ่ายน้ำในแปลงแต่ละสาย ดังแสดงในรูปที่ 31(ก) พบว่า ในระบบสปริงเกลอร์แบบเดิมที่เกษตรกรติดตั้ง ที่ท่อแขนงความดันที่หัวจ่ายน้ำจะมีความดันมากที่สุดที่ต้นทางแล้วลดลงเรื่อยๆตามความยาวของท่อ เฉลี่ยแรงดันทั้งระบบเท่ากับ 0.50 บาร์ ส่งผลให้มีอัตราการไหลในระบบน้อย ความสม่ำเสมอของหัวจ่ายน้ำมีค่าที่ต่ำลง สำหรับโครงงานนี้ได้ทดลองการต่อระบบเป็นโครงข่ายท่อ (pipe networks) ทำให้ระบบมีการกระจายความดันในท่อที่เท่ากันทั้งโครงข่าย ดังแสดงในภาพที่ 31(ข) ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยแรงดันทั้งระบบเท่ากับ 0.62 บาร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าแรงดันในระบบเดิมของเกษตรกร ดังนั้นการต่อระบบเป็นโครงข่ายท่อ จะทำให้เกิดการไหลภายในเส้นท่อที่สม่ำเสมอ ระบบมีอัตราการไหลที่มากขึ้น นอกจากนี้ยังได้ติดตั้งวาล์วระบายน้ำตรงปลายท่อท้ายแปลง เพื่อระบายตะกอนออกจากระบบท่อซึ่งจะช่วยลดปัญหาการตกตะกอนที่อาจเกิดขึ้นภายในท่อเนื่องจากเกษตรกรไม่มีการติดตั้งกรองน้ำก่อนจ่ายเข้าระบบ

นอกจากนี้ จากการที่เกษตรกรใช้ปั๊มขนาดใหญ่ ทำให้แรงดันในระบบมากเกินความต้องการ ส่งผลให้ระหว่างการให้น้ำ เกิดปัญหาท่อแตก ท่อหลุด ระหว่างการให้น้ำเสมอ สำหรับระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่จึงได้ติดตั้งท่อจ่ายน้ำแยกออกมาจากท่อส่งน้ำเดิม (by pass) เพื่อใช้เป็นส่วนควบคุมปริมาณน้ำและความดันที่จะจ่ายให้ในระบบจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์ ดังแสดงในภาพที่ 25 นั้น พบว่า เกษตรกรสามารถควบคุมปริมาณน้ำที่จะจ่ายในระบบการให้น้ำได้เป็นอย่างดี โดยเปลี่ยนจากการให้น้ำพร้อมกันทั้ง 6 สาย มาเป็นให้น้ำครั้งละ 2 สายแทน จะทำให้แรงดันในระบบจ่ายน้ำมีค่าที่เหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำกระแทกจนข้อต่อท่อต่างๆหลุด หรือท่อแตกเนื่องจากแรงดันในระบบที่มากเกินไป หรือ น้ำจ่ายไม่ถึงท้ายแปลงจากการที่แรงดันในระบบมีน้อยจนเกินไป ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อหัวจ่ายน้ำ และปั๊ม ที่จะทำให้อายุการใช้งานและประสิทธิภาพการทำงานต่ำลง ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม ดูแลรักษา หรือ เปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าวใหม่เพื่อทดแทนของเดิมที่เสียหาย

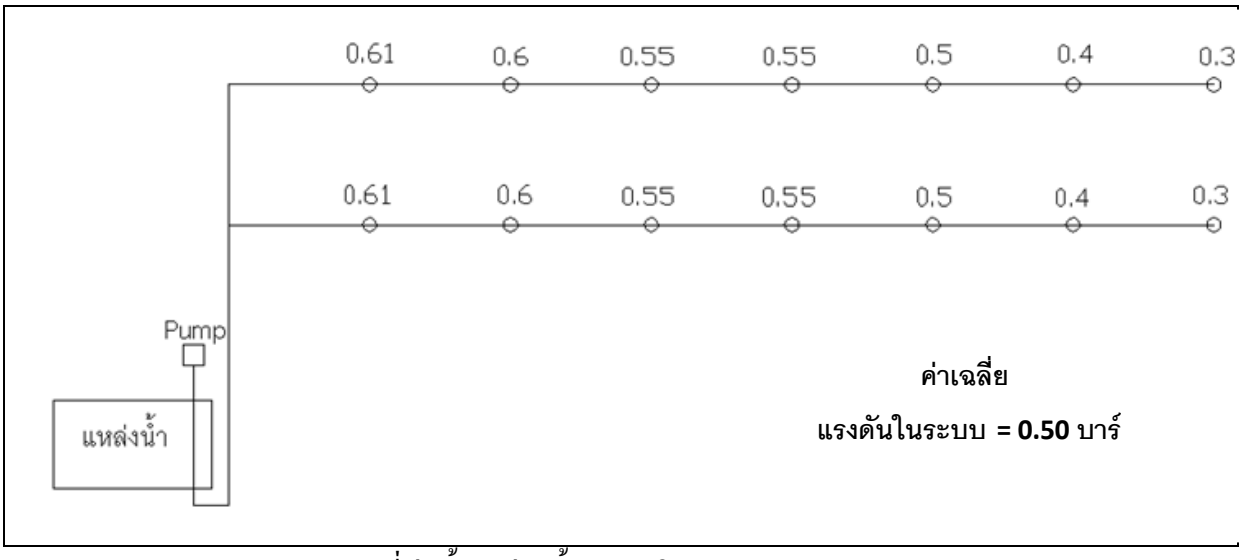


(ก.)ระบบจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์เดิมของ เกษตรกร

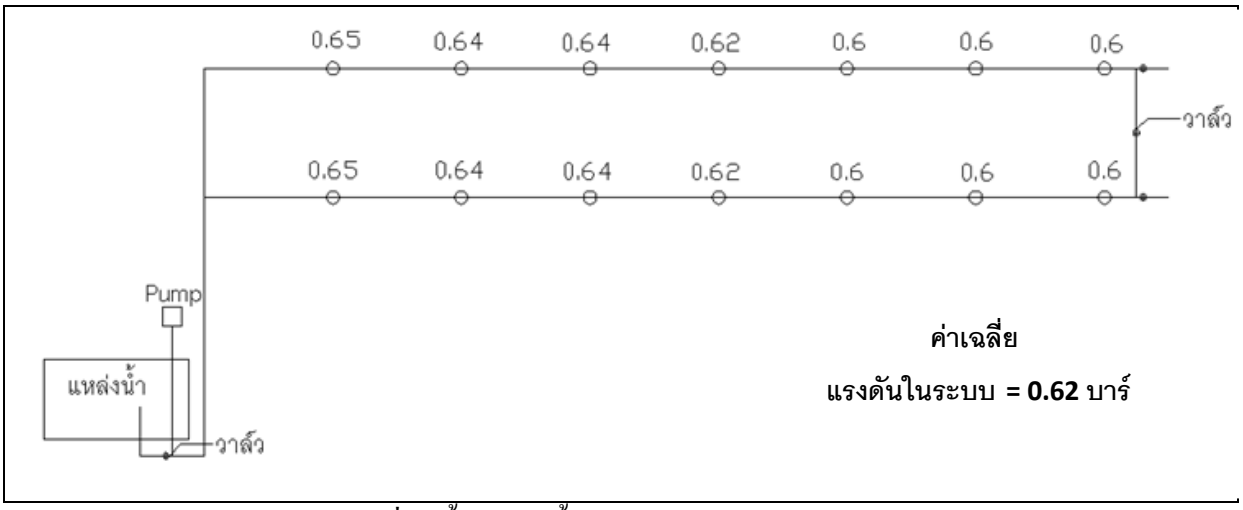


(ข.)ระบบจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์ที่ออกแบบใหม่

รูปที่ 31 รูปแบบการวางระบบจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์เดิมของเกษตรกร กับ รูปแบบการวางระบบจ่ายน้ำตามที่ได้ทำการออกแบบใหม่ของ แปลงที่ 2



(ก) ผลการทดสอบความดันที่ท่อตั้งหัวจ่ายน้ำ แบบ เดิมของเกษตรกร



(ข) ผลการทดสอบความดันที่ท่อตั้งหัวจ่ายน้ำ แบบ ต่อโครงข่ายท่อ และวาล์วควบคุมอัตราการไหล และความดัน เพิ่มเติม

รูปที่ 32 การเปรียบเทียบ การทดสอบวัดความดันที่ท่อตั้งหัวจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์ ระหว่าง(ก)ระบบการให้น้ำแบบเดิมของเกษตรกร กับ (ข)ระบบการให้น้ำใหม่ที่ออกแบบโดยการต่อระบบเป็นโครงข่ายท่อ

จากตารางที่ 9 พบว่าในการทดสอบหาประสิทธิภาพระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกรกับระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่โดยต่อเป็นโครงข่ายท่อเพิ่มเข้าไปด้วย ของแปลงที่ 2 ปลูกผักกาด นางฉวี สวนแก้ว มีเพียงระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่โดยใช้หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1” เท่านั้น ที่มีค่า DU และ CU ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยมีค่าเท่ากับ 77.28 และ 84.12 ตามลำดับ ทำให้ทราบได้ว่า ในการปรับปรุงการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์นั้น การเลือกเปลี่ยนแต่หัวจ่ายน้ำโดยไม่มีการออกแบบระบบการให้น้ำใหม่ที่ถูกต้องนั้น ไม่สามารถทำให้ระบบจ่ายน้ำดังกล่าวมีความสม่ำเสมอมากกว่าเดิมได้

ตารางที่ 9 การประเมินผลระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกรกับระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่ ของแปลงที่ 2

ระบบการให้น้ำ	**ระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร**		**ระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่**	
หัวจ่ายน้ำ	“เกษตรไทย”	“ชลประทาน 1”	“เกษตรไทย”	“ชลประทาน 1”
ค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU)	58.81	39.45	67.43	77.28
ค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU)	67.86	56.48	79.34	84.12

4.3ผลการทดสอบเวลาการให้น้ำของพืชด้วยระบบสปริงเกลอร์ที่เหมาะสม

เกษตรกรจะใช้เวลาในการให้น้ำแต่ละแปลงย่อยประมาณ 20 นาที หรือมากกว่านั้น ส่งผลให้ดินแฉะ จนเกิดน้ำขังบริเวณร่องระหว่างแปลงและไหลเลยท้ายแปลงโดยไม่เกิดประโยชน์ ดังแสดงในรูปที่ 32 ซึ่งผลการทดสอบหาความชื้นในดิน ทั้ง 5 แปลง โดยการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 10, 20 และ 30 เซนติเมตร ตลอดช่วงระยะเวลาให้น้ำดังแสดงในรูปที่ 33 พบว่า ความชื้นในดินก่อนการให้น้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 5 ถึง 15 % และเมื่อเริ่มให้น้ำความชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นและจะเริ่มถึงจุดอิ่มตัวด้วยน้ำเมื่อให้น้ำเป็นระยะเวลา 10 นาทีขึ้นไป สังเกตได้จากลักษณะกราฟที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันคงที่ทั้ง 3 ระดับความลึก ซึ่งสอดคล้องกับ เวลาการให้น้ำจากการคำนวณที่ได้จากการออกแบบระบบการให้น้ำใหม่โดยใช้หัวจ่ายน้ำ “ชลประทาน 1” ตามตารางที่ 8 คือ 14 นาที ซึ่งถือว่าเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำที่ทำให้ดินมีความชื้นเพียงพอตลอดความลึกในเขตรากพืช รวมทั้งยังเป็นเวลาที่เหมาะสมกับความเคยชินของเกษตรกร ทำให้น้ำไม่ไหลเลยเขตรากพืชและไม่เกิดการสูญเสียน้ำโดยเปล่าประโยชน์

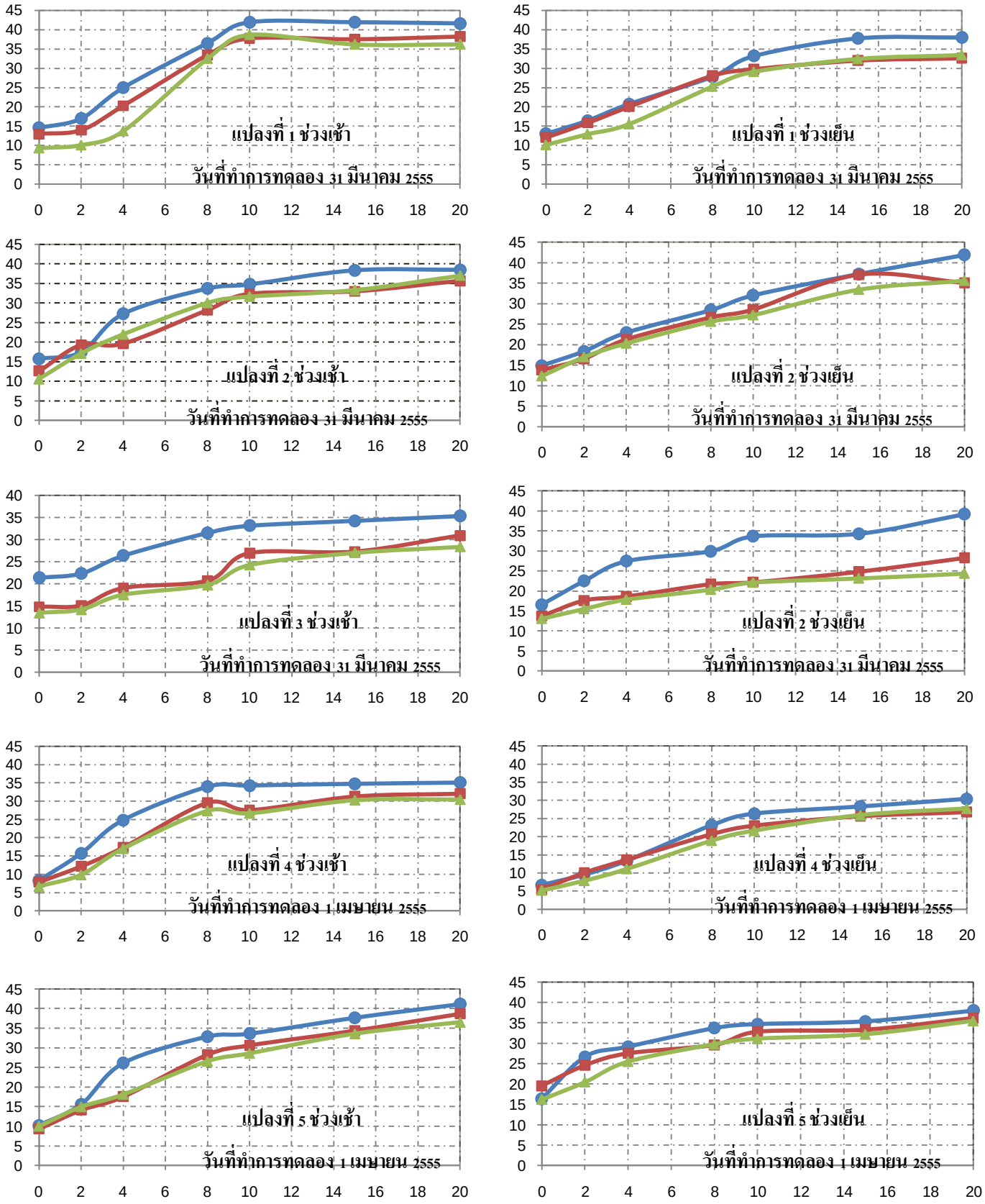
ดินในแปลงที่ทดสอบส่วนใหญ่ เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ลักษณะของดินที่ความลึก 10 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆละเอียด เนื่องมาจากการพรวนดินดูแลรักษาขณะปลูกพืชของเกษตรกรเอง และจากการตกกระทบของเม็ดน้ำจากการให้น้ำในแต่ละครั้ง ส่วนดินที่ความลึก 20 และ 30 เซนติเมตร

มีลักษณะเนื้อดิน ไม่ค่อยละเอียด จับตัวเป็นก้อนใหญ่ ดังนั้นเมื่อดินมีความชื้นถึงจุดอิ่มตัว จะสังเกตว่าดินชั้นบนที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร จะมีความชื้นที่สูงกว่าดินชั้นล่าง เมื่อทำให้น้ำในช่วงเช้าผ่านไป ความชื้นในดินที่จุดอิ่มตัว จะค่อยๆลดลง จนกระทั่งในช่วงเย็น ความชื้นในดินลดลงจนเกือบเท่าความชื้นที่มีในดินก่อนให้น้ำในตอนเช้า เกษตรกรจึงทำการให้น้ำอีกครั้งในช่วงเย็นของทุกๆวัน

(ก) ลักษณะดินหลังจากให้น้ำเป็นเวลา 20 นาที

(ข) น้ำขังในร่องจากการให้น้ำ 20 นาที

รูปที่ 33ลักษณะดินหลังจากการให้น้ำนาน จนน้ำขังในแปลงปลูกพืช



หมายเหตุ แกนนอน = เวลา (นาที) แกนตั้ง = ค่าความชื้นในดิน (%)

สัญลักษณ์ = ความลึกดิน 10 เซนติเมตร, = ความลึกดิน 20 เซนติเมตร, = ความลึกดิน 30 เซนติเมตร

รูปที่ 34 ผลการทดสอบหาความชื้นในดิน ของแปลงทดลอง ทั้ง 5 แปลง

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาพบว่า แปลงตัวอย่างที่ได้ทำการทดลองมีขนาด 0.5- 3 ไร่ เมื่อทำการประเมินผลระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์จำนวน 5 แปลงพบว่า มีจำนวนแปลงที่ค่า CU และ DU ผ่านมาตรฐาน 2 แปลง โดยที่ทั้ง 2 แปลงเป็นการติดตั้งระบบแบบยึดติดอยู่กับที่อย่างหนาแน่น ส่วนอีก 3 แปลง มีค่า CU และ DU ไม่ผ่านมาตรฐาน โดยที่ทั้ง3 แปลงเป็นการติดตั้งระบบที่สามารถเคลื่อนย้ายออกจากแปลงบางส่วนหรือทั้งหมด ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ จะไม่นิยมติดตั้งระบบแบบติดอยู่กับที่ เพราะไม่สะดวกในการปฏิบัติงานของตนเองและเครื่องจักรทางการเกษตร สิ้นเปลืองแรงงานในการวางและรื้อถอนในกรณีที่จะเตรียมแปลงเพาะปลูกครั้งใหม่

ในการลงมือติดตั้งระบบสปริงเกลอร์นั้น เกษตรกรมักจะไม่มีการออกแบบระบบล่วงหน้า โดยจะไปซื้ออุปกรณ์ประกอบท่อต่างๆที่ร้านจำหน่ายอุปกรณ์ทางการเกษตรมีหรือแนะนำขายให้ จนทำให้ระบบที่ติดตั้งมีขนาดท่อหรือเครื่องสูบน้ำที่สูงเกินความจำเป็น ถ้าเกษตรกรมีการวางแผนและออกแบบระบบการให้น้ำที่ถูกต้องโดยไม่ว่าจะใช้หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 หรือ หัวจ่ายน้ำยี่ห้ออื่นที่จำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ระบบจ่ายน้ำที่ได้จะมีประสิทธิภาพในการแผ่กระจายน้ำ (CU) และ ความสม่ำเสมอการกระจาย (DU) ของระบบที่มากขึ้น จะทำให้เกษตรกรลดต้นทุนในเรื่องราคาของท่อ ที่เปลี่ยนจาก PVC ชั้น 8.5 มาเป็น PVC ชั้น 5 ก็เพียงพอต่อความดันในระบบแล้ว ขนาดของปั๊มก็ไม่ต้องซื้อขนาดที่ใหญ่มากจนเกินไป ทำให้สูญเสียค่าลงทุนและเชื้อเพลิงโดยไม่จำเป็น

เมื่อติดตั้งระบบเสร็จแล้วเกษตรกรมักจะเกิดปัญหาในการให้น้ำ เช่น ที่ท้ายแปลงหัวจ่ายน้ำมักจ่ายน้ำได้น้อย ไม่คงที่, เกิดตะกอนสะสมในท่อค่อนข้างมากจนทำให้น้ำออกมาจากท่อได้น้อยลง และ น้ำกระแทกเข้าท่ออย่างรุนแรงจนท่อแตก หรือ หลุด ก่อให้เกิดอันตรายต่อปั๊มจนอาจเสียหายได้ ดังนั้นถ้าเกษตรกรจึงควรมีการติดตั้งท่อจ่ายน้ำแยกออกมาจากท่อส่งน้ำเดิม เพื่อใช้เป็นส่วนควบคุมปริมาณน้ำและความดันที่จะจ่ายให้ในระบบเพิ่มเติม รวมทั้งการต่อระบบให้น้ำเป็นโครงข่ายท่อเชื่อมหากันเพื่อ แล้วทำ

วาล์วระบายตะกอนติดท้ายแปลง ซึ่งอาจจะใช้ท่อมากขึ้นเล็กน้อย แต่เกษตรกรจะสามารถปฏิบัติงานในการให้น้ำในแปลงปลูกพืชได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เกษตรกรมักใช้เวลาในการให้น้ำที่ค่อนข้างนาน ประมาณ 20 นาที หรือมากกว่านั้น ต่อแปลงย่อย1 แปลง จนดินบริเวณที่ปลูกพืชชื้นแฉะมากจนเกินไป เกิดน้ำขังบริเวณร่องระหว่างแปลงปลูกพืช อาจส่งผลอันตรายต่อรากพืช และธาตุอาหารในดินที่ถูกชะล้างออกไป ดังนั้นการคำนวณการให้น้ำที่ถูกต้องเหมาะสมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรควรนำไปปฏิบัติ เพราะนอกจากพืชจะได้รับน้ำอย่างเพียงพอแล้ว ยังช่วยประหยัดเชื้อเพลิงพลังงานไฟฟ้า จากการสูบน้ำ ในการให้น้ำแต่ละครั้งอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกรนั้น หากเกษตรกรมีความต้องการที่จะให้ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำ จะต้องมีการศึกษาถึงชนิดของปุ๋ยที่ใช้ ว่าจะต้องสามารถละลายน้ำได้ทั้งหมด ไม่มีการตกตะกอนภายในท่อ อันจะทำให้เกิดปัญหาในระบบการให้น้ำต่อไปได้

5.2.2 การติดตั้งท่อจ่ายน้ำแยกออกมาจากท่อส่งน้ำเดิม เพื่อใช้เป็นส่วนควบคุมปริมาณน้ำและความดันที่จะจ่ายให้ในระบบจ่ายน้ำแบบสปริงเกลอร์ ถ้าต้องการนำน้ำที่เราจ่ายคืนสู่แหล่งน้ำไปใช้ประโยชน์ต่ออาจจะทำท่อสูบขึ้นไปไว้บนแทงก์ เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองหรือใช้สำหรับระบบน้ำหยดต่อไปได้

5.2. ดินแต่ละชนิดมีความสามารถในการเก็บน้ำได้มากน้อยแตกต่างกัน ในการทดลองหาความชื้นในดิน ควรทำการทดสอบในทุกๆชั่วโมงหลังจากการให้น้ำ เพื่อเป็นข้อมูลบ่งบอกได้ว่า พืชใช้น้ำทั้งหมดที่ดินกักเก็บไว้ภายในเวลาเท่าใดเพื่อที่จะสามารถบ่งบอกช่วงเวลาการให้น้ำและวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมต่อไปได้

5.2.4 กรณีเกษตรกรมีปัญหาการอุดตันของหัวจ่ายน้ำ ควรถอดหัวจ่ายน้ำออกจากระบบ แล้วตรวจสอบว่าหัวจ่ายน้ำนั้นตันเพราะอะไร เช่น รูพลาสติกสึกหรอ ใบพัดหัก หรือบิ่น หรือมีเศษดินไปอุดตัน ให้ทำความสะอาดโดยใช้เส้นลวดเล็กๆสอดทำความสะอาด หรือเปลี่ยนหัวใหม่ทันที

5.2.5 กรณีเกษตรกรใช้งานระบบการให้น้ำแล้วประมาณ 3-4 เดือน ควรทำการล้างท่อ โดยการเปิดวาล์วจากด้านท้ายแปลงให้ให้น้ำกับระบบจนกว่า เศษดินต่างๆที่อยู่ในระบบออกจนหมด โดยแรงดันน้ำที่สูงจะล้างตะกอนออกได้ดียิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการจัดทำโครงการวิศวกรรมชลประทาน
เรื่อง การศึกษาลักษณะการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกร หมู่บ้านหลักเมตรตำบลทุ่งขวาง
จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2554

ส่วนที่1 ข้อมูลเจ้าของแปลงเพาะปลูก

ชื่อ-นามสกุล นางสมศรี สวนแก้ว

ที่อยู่ บ้านเลขที่ บ้านเลขที่ 28/1 หมู่ 1 ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

คุณวุฒิการศึกษาของเจ้าของแปลง

☒ ระดับประถมศึกษา ☐ ระดับมัธยมศึกษา ☐ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

☐ ระดับปริญญาตรี ☐ ระดับสูงกว่าปริญญาตรี

ประกอบอาชีพเกษตรกร มาเป็นเวลา 4-5 ปี

รายได้หลักของครอบครัวคือเกษตรกรรม☐ ใช่ ☒ ไม่ใช่เป็นอาชีพเสริม

ส่วนที่2 ข้อมูลทางด้านการเกษตรของพื้นที่

2.1 ชนิดของพืชที่ปลูก กระชาย

จำนวน 1 ไร่

ระยะห่างต้นพืช ยกร่อง ห่างกัน 4 เมตร

2.2 ระยะเวลาการปลูก

ครั้งที่ 1 เดือนที่เริ่มปลูก ธันวาคม เดือนที่เก็บเกี่ยว กุมพาพันธ์

ผลผลิต กิโลกรัมละ 25 บาท จำหน่ายโดย มีคนมารับ (ส่งนอก) ราคาตามตลาด

ครั้งที่ 2 เดือนที่เริ่มปลูก ปลายกุมพาพันธ์ จำหน่ายโดย มีคนมารับ(ส่งนอก) ราคาตามตลาด

ครั้งที่ 3 เดือนที่เริ่มปลูก - เดือนที่เก็บเกี่ยว -

ผลผลิต - จำหน่ายโดย -

2.3 ชนิดของดินบริเวณเพาะปลูก ดินร่วนปนดินเหนียว

2.4 ขนาดของพื้นที่เพาะปลูก 1.5 ไร่

2.5 ลักษณะการปลูกพืช

☒ ยกร่อง ขนาด กว้าง 4 เมตร ☐ อื่นๆ

2.6 ลักษณะของแปลงเพาะปลูก

☒ ที่ราบเรียบสม่ำเสมอ ☐ ที่ไม่ราบเรียบ ลุ่มๆดอนๆ ☐ ที่มีความลาดเอียงสูง

2.7 ปัญหาเกี่ยวกับดินตามความเข้าใจของเกษตรกรผู้เพาะปลูก

1. ท่อตั้งหัวสปริงเกลอร์ไม่เท่ากัน
2. น้ำออกไม่ทั่วแปลง บางหัวออกมาก บางหัวออกน้อย
3. ไม่เข้าใจระบบว่าติดตั้งอย่างไร
4. เกิดปัญหาท่อหลุดเป็นประจำ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการให้น้ำและลักษณะการให้น้ำ

3.1 ความสูงของหัวสปริงเกลอร์เมื่อวัดจากผิวดิน 1 เมตร

3.2 ลักษณะหัวสปริงเกลอร์ที่เกษตรกรใช้ปัจจุบัน หมุนใบพัดแกนกลาง

3.3 อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จาก spac 1083 ลิตร/ชั่วโมง

อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จากการวัดจริง 1,540.3 ลิตร /ชั่วโมง

3.4 ขนาดท่อตั้งของหัวสปริงเกลอร์ ½ นิ้ว

ขนาดท่อประธาน 2 นิ้ว

ขนาดท่อแขนง 1 นิ้ว

3.5 ระยะห่างระหว่างท่อรองประธาน 4 เมตร

ระยะห่างระหว่างหัวสปริงเกลอร์ 4 เมตร

3.6 เวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง ครั้งละ ___ ต่อ _____ แถว

3.7 รอบเวลาของการให้น้ำ 3 วันครั้ง

3.8 วิธีการพิจารณา ว่าถึงเวลาการให้น้ำพืชแล้ว

ดูจากดินที่เปียกมากๆ

3.9 ปัญหาเกี่ยวกับการให้น้ำที่เกิดขึ้นบ่อยๆ

น้ำในแหล่งน้ำมักแห้งขอด ขณะทำการให้น้ำ เนื่องจากแหล่งน้ำตื้นเขินเป็นเวลานาน

3.10 รายละเอียดของตัวกรองที่ใช้

-

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำและแหล่งน้ำ

4.1 ขนาดเครื่องสูบน้ำตาม spac ที่ระบุ ปั๊ม 3 แรง ยี่ห้อ - รุ่น -

อัตราการสูบ - ลิตร/ชั่วโมง เฮด - เมตร

อัตราการสูบที่วัดจริง 35303.125 ลิตร /ชั่วโมง

4.2 ขนาดท่อดูดของเครื่องสูบน้ำ 2 นิ้ว

ขนาดท่อจ่ายของเครื่องสูบน้ำ 2 นิ้ว

4.3 ระดับผิวน้ำในสระ(บ่อบาดาล) โดยเฉลี่ย ต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำ 1 เมตร

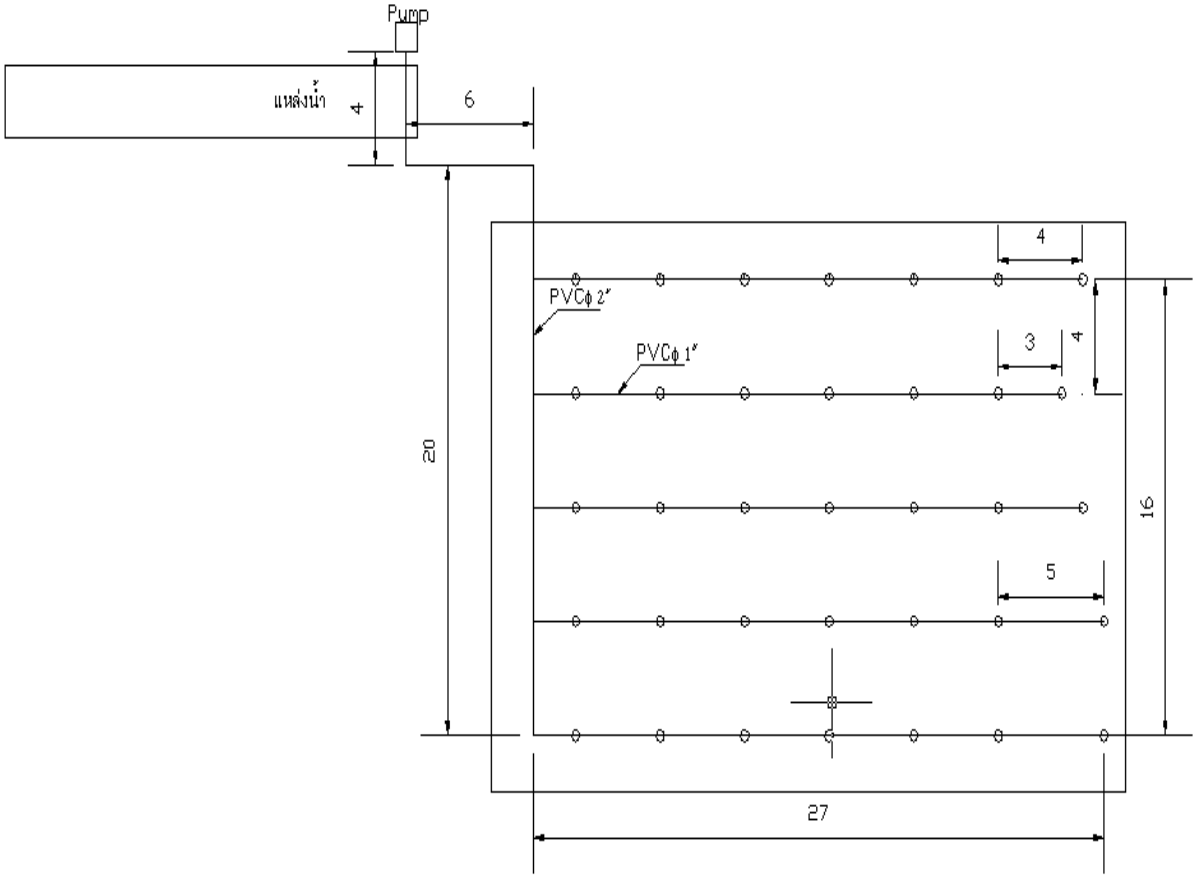
4.4 ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำที่เกิดขึ้นบ่อย

1. มีเสียงดัง ตลอดเวลา ใช้มานาน
2. มีเศษใบไม้ ติดอยู่ในใบพัด
3. -

ส่วนที่ 5 ภาพแปลงเพาะปลูก

-ขนาดกว้างยาวของแปลง ตำแหน่งการวางแนวท่อสายหลัก สายซอย พร้อมขาดท่อ และระยะต่างๆ

-ตำแหน่งแหล่งน้ำ ตำแหน่งเครื่องสูบน้ำ



ภาพผนวก ก-1 แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว และระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร

ภาพผนวก ก-2 เครื่องสูบน้ำ แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว

ภาพผนวก ก-3 แหล่งน้ำ แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว

ภาพผนวก ก-4 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร) แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว

ภาพผนวก ก-5 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1) แปลงกระชาย นางสมศรี สวนแก้ว

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการจัดทำโครงการวิศวกรรมชลประทาน
เรื่อง การศึกษาลักษณะการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกร หมู่บ้านหลักเมตรตำบลทุ่งขวาง
จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2554

ส่วนที่1 ข้อมูลเจ้าของแปลงเพาะปลูก

ชื่อ-นามสกุล นางฉวี สวนแก้ว

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 28/1 หมู่ 1 ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

คุณวุฒิการศึกษาของเจ้าของแปลง

☒ ระดับประถมศึกษา ☐ ระดับมัธยมศึกษา ☐ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

☐ ระดับปริญญาตรี ☐ ระดับสูงกว่าปริญญาตรี

ประกอบอาชีพเกษตรกร มาเป็นเวลา มากกว่า 10 ปี

รายได้หลักของครอบครัวคือเกษตรกรรม ☒ ใช่ ☐ ไม่ใช่

ส่วนที่2 ข้อมูลทางด้านการเกษตรของพื้นที่

2.1 ชนิดของพืชที่ปลูก ข้าว , ผัก (ผักกาด, ผักบุ้ง, ผักคะน้า)

จำนวน 3 ไร่

ระยะห่างต้นพืช ยกร่อง ห่างกัน 4 เมตร

2.2 ระยะเวลาการปลูก

ครั้งที่ 1 เดือนที่เริ่มปลูก(ผักกาด) ธันวาคม (ปลายเดือน) เดือนที่เก็บเกี่ยว กุมภาพันธ์

ผลผลิต กิโลกรัมละ 4 บาท จำหน่ายโดย มีคนมารับที่บ้าน

ครั้งที่ 2 เดือนที่เริ่มปลูก เดือนที่เก็บเกี่ยว

ผลผลิต - จำหน่ายโดย

ครั้งที่ 3 เดือนที่เริ่มปลูก เดือนที่เก็บเกี่ยว

ผลผลิต - จำหน่ายโดย

2.3 ชนิดของดินบริเวณเพาะปลูก ดินร่วนปนดินเหนียว

2.4 ขนาดของพื้นที่เพาะปลูก 3 ไร่

2.5 ลักษณะการปลูกพืช

☒ ยกร่อง ขนาด 4 เมตร ☐ อื่นๆ

2.6 ลักษณะของแปลงเพาะปลูก

☐ ที่ราบเรียบสม่ำเสมอ ☒ ที่ไม่ราบเรียบ ลุ่มๆดอนๆ ☐ ที่มีความลาดเอียงสูง

2.7 ปัญหาเกี่ยวกับดินตามความเข้าใจของเกษตรกรผู้เพาะปลูก

1. ดินน่าจะมีธาตุอาหารปกติ, พืชเจริญเติบโตดี

2. ไม่ทราบเวลาการให้น้ำที่ถูกต้อง

3. วิธีการต่อระบบสปริงเกลอร์ที่ถูกต้อง

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการให้น้ำและลักษณะการให้น้ำ

3.1 ความสูงของหัวสปริงเกลอร์เมื่อวัดจากผิวดิน 1 เมตร

3.2 ลักษณะหัวสปริงเกลอร์ที่เกษตรกรใช้ปัจจุบัน หมุนใบพัดแกนกลาง

3.3 อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จาก spac 980 ลิตร/ชั่วโมง

อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จากการวัดจริง 540 ลิตร/ ชั่วโมง

3.4 ขนาดท่อตั้งของหัวสปริงเกลอร์ ½ นิ้ว

ขนาดท่อประธาน 2 นิ้ว

ขนาดท่อรองประธาน - นิ้ว

3.5 ระยะห่างระหว่างท่อรองประธาน 4 เมตร

ระยะห่างระหว่างหัวสปริงเกลอร์ 4 เมตร

3.6 เวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง ครั้งละ 20 นาที ต่อ 4 แถว

3.7 รอบเวลาของการให้น้ำ ทุกๆวัน เช้า-เย็น

3.8 วิธีการพิจารณา ว่าถึงเวลาการให้น้ำพืชแล้ว

- ดูจากดินที่เปียก

3.9 ปัญหาเกี่ยวกับการให้น้ำที่เกิดขึ้นบ่อยๆ

- หัวสปริงเกลอร์จ่ายน้ำได้ไม่ดี หมุนบ้าง ไม่หมุนบ้าง

3.10 รายละเอียดของตัวกรองที่ใช้

- ไม่มีตัวกรอง

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำและแหล่งน้ำ

4.1 ขนาดเครื่องสูบน้ำตาม spac ที่ระบุ ปั๊ม 3 แรง ยี่ห้อ - รุ่น -

อัตราการสูบ - ลิตร/ชั่วโมง เฮด - เมตร

อัตราการสูบที่วัดจริง 10800 ลิตร /ชั่วโมง

4.2 ขนาดท่อดูดของเครื่องสูบน้ำ 2 นิ้ว

ขนาดท่อจ่ายของเครื่องสูบน้ำ 2 นิ้ว

4.3 ระดับผิวน้ำในสระ(บ่อบาดาล) โดยเฉลี่ย ต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำ 0.8 เมตร

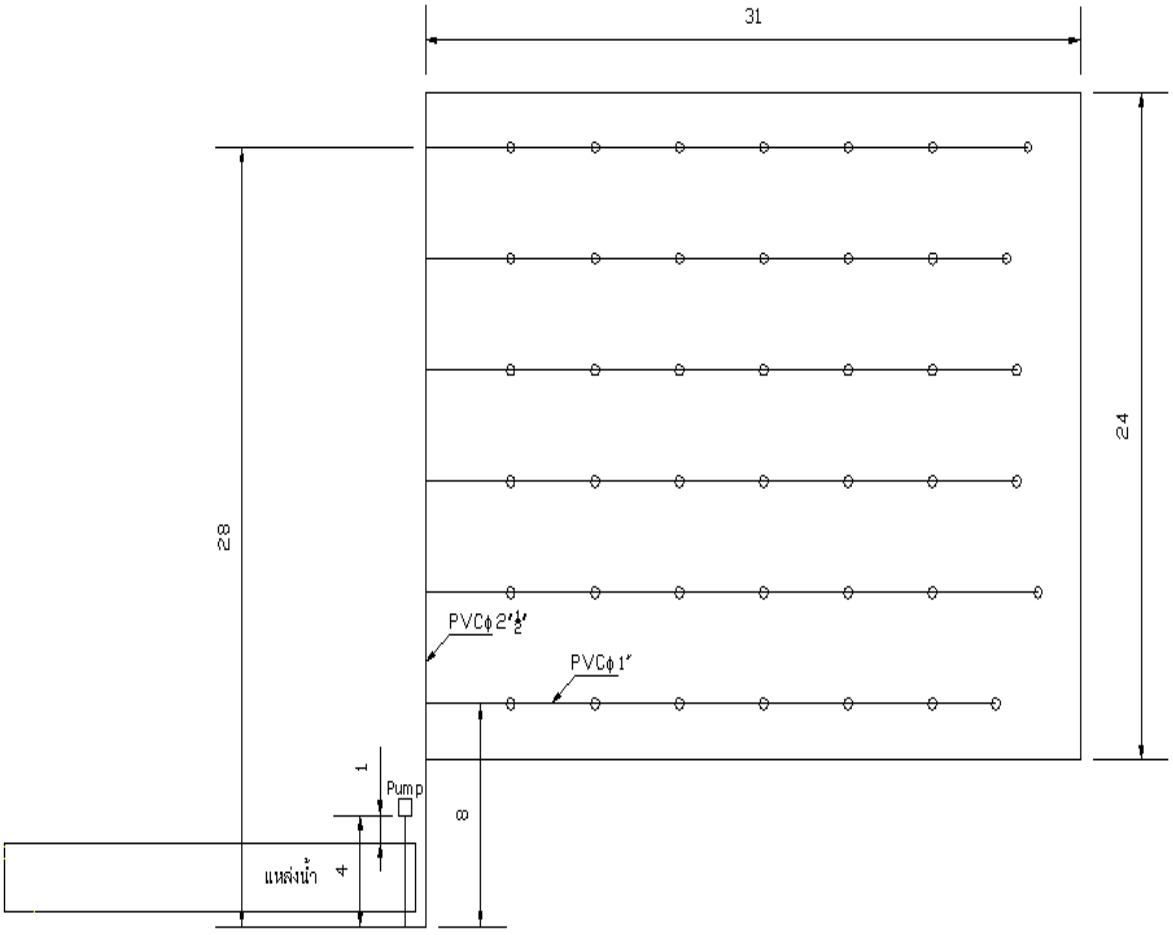
4.4 ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำที่เกิดขึ้นบ่อย

1. ปั๊มมีเสียงดัง
2. น้ำที่ออกจากปั๊มมากกว่าน้ำที่ต้องการให้ในแปลง
3. -

ส่วนที่ 5 ภาพแปลงเพาะปลูก

-ขนาดกว้างยาวของแปลง ตำแหน่งการวางแนวท่อสายหลัก สายซอย พร้อมขาดท่อ และระยะต่างๆ

-ตำแหน่งแหล่งน้ำ ตำแหน่งเครื่องสูบน้ำ



ภาพผนวก ก-6 แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้วและระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร

ภาพผนวก ก-7 เครื่องสูบน้ำ แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว

ภาพผนวก ก-8 แหล่งน้ำ แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว

ภาพผนวก ก-9 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร) แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว

ภาพผนวก ก-10 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1) แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการจัดทำโครงการวิศวกรรมชลประทาน
เรื่อง การศึกษาลักษณะการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกร หมู่บ้านหลักเมตรตำบลทุ่งขวาง
จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2554

ส่วนที่1 ข้อมูลเจ้าของแปลงเพาะปลูก

ชื่อ-นามสกุล นายวัฒนา กงศี

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 172 ม.1 ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

คุณวุฒิการศึกษาของเจ้าของแปลง

☐ ระดับประถมศึกษา ☒ ระดับมัธยมศึกษา ☐ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

☐ ระดับปริญญาตรี ☐ ระดับสูงกว่าปริญญาตรี

ประกอบอาชีพเกษตรกร มาเป็นเวลา 4-5 ปี

รายได้หลักของครอบครัวคือเกษตรกรรม ☒ ใช่ ☐ ไม่ใช่

ส่วนที่2 ข้อมูลทางด้านการเกษตรของพื้นที่

2.1 ชนิดของพืชที่ปลูก กระเพา โหระพา

จำนวน 1.5 งาน

ระยะห่างต้นพืช ยกร่อง ไม่สูงมาก

2.2 ระยะเวลาการปลูก

ครั้งที่ 1 เดือนที่เริ่มปลูก พฤศจิกายน เดือนที่เก็บเกี่ยว 8 เดือน บำรุง 25 วัน เก็บได้ตลอด

ผลผลิต เก็บทุกวันวันละ 5-10 กิโลกรัม จำหน่ายโดย มีคนมารับ ราคาตามตลาด

2.3 ชนิดของดินบริเวณเพาะปลูก ดินร่วนปนดินทราย

2.4 ขนาดของพื้นที่เพาะปลูก 1.5 งาน

2.5 ลักษณะการปลูกพืช

☒ ยกร่อง ไม่สูงมาก ☐ อื่นๆ

2.6 ลักษณะของแปลงเพาะปลูก

☒ ที่ราบเรียบสม่ำเสมอ ☐ ที่ไม่ราบเรียบ ลุ่มๆดอนๆ ☐ ที่มีความลาดเอียงสูง

2.7 ปัญหาเกี่ยวกับดินตามความเข้าใจของเกษตรกรผู้เพาะปลูก

1. ต้องดูแล พรวนดินตลอด

2. ใส่ปุ๋ยบำรุงธาตุอาหารในดินสม่ำเสมอ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการให้น้ำและลักษณะการให้น้ำ

3.1 ความสูงของหัวสปริงเกลอร์เมื่อวัดจากผิวดิน 1 เมตร

3.2 ลักษณะหัวสปริงเกลอร์ที่เกษตรกรใช้ปัจจุบัน หมุนใบพัดแกนกลาง

3.3 อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จาก spac 1083 ลิตร/ชั่วโมง

อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จากการวัดจริง 654.72 ลิตร /ชั่วโมง

3.4 ขนาดท่อตั้งของหัวสปริงเกลอร์ ½ นิ้ว

ขนาดท่อประธาน 2 นิ้ว

ขนาดท่อแขนง 1 นิ้ว

3.5 ระยะห่างระหว่างท่อรองประธาน 4 เมตร

ระยะห่างระหว่างหัวสปริงเกลอร์ 4 เมตร

3.6 เวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง ครั้งละ 20 ต่อ 4 แถว

3.7 รอบเวลาของการให้น้ำ ทุกๆวัน ช่วงเย็น

3.8 วิธีการพิจารณา ว่าถึงเวลาการให้น้ำพืชแล้ว

ดูจากดินที่เปียกมากๆ

3.9 ปัญหาเกี่ยวกับการให้น้ำที่เกิดขึ้นบ่อยๆ

ขณะการให้น้ำ ท่อหลุด กะทันหันบ่อยมาก

3.10 รายละเอียดของตัวกรองที่ใช้

-

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำและแหล่งน้ำ

4.1 ขนาดเครื่องสูบน้ำตาม spac ที่ระบุ ปั๊ม 1.5 แรง ยี่ห้อ ASUNO รุ่น -

อัตราการสูบ 400 ลิตร/นาที เฮด 28 เมตร

อัตราการสูบที่วัดจริง 7580 ลิตร/ชั่วโมง

4.2 ขนาดท่อดูดของเครื่องสูบน้ำ 2 นิ้ว

ขนาดท่อจ่ายของเครื่องสูบน้ำ 2 นิ้ว

4.3 ระดับผิวน้ำในสระ(บ่อบาดาล) โดยเฉลี่ย ต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำ 3 เมตร

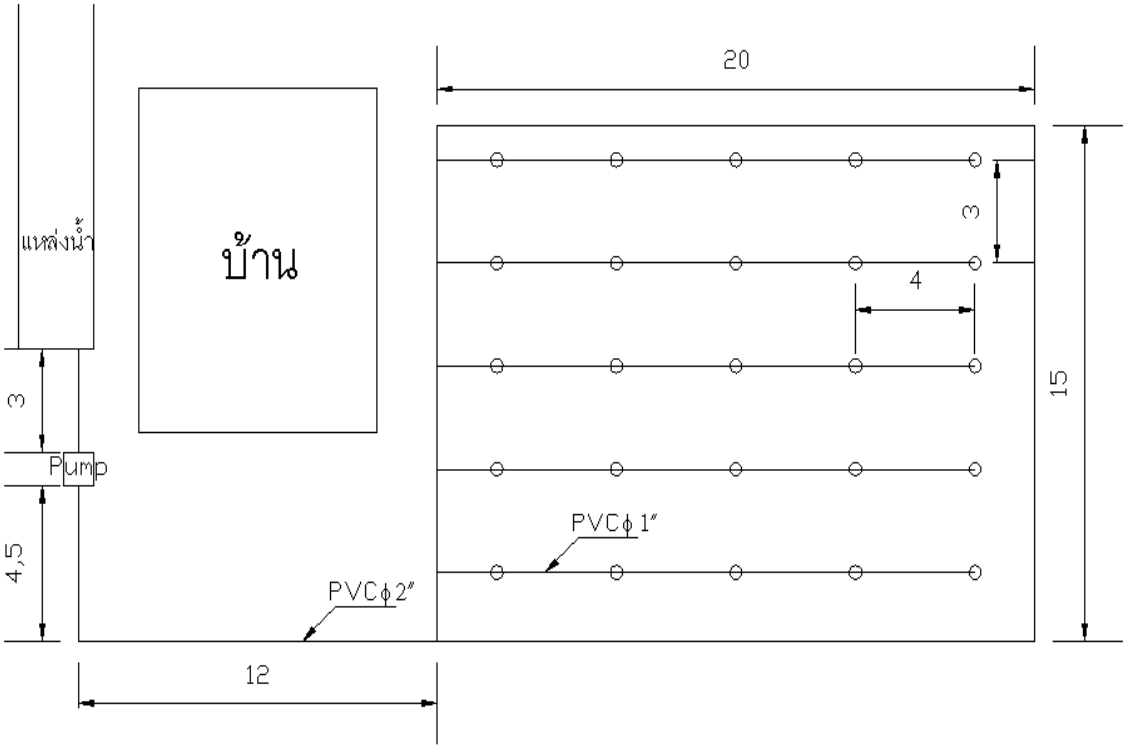
4.4 ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำที่เกิดขึ้นบ่อย

1. เครื่องสูบน้ำให้น้ำมากจนเกินไป ทำให้ท่อหลุด บ่อย
2. เครื่องสูบน้ำมีเสียงดัง น้ำไม่ค่อยออก
3. –

ส่วนที่ 5 ภาพแปลงเพาะปลูก

-ขนาดกว้างยาวของแปลง ตำแหน่งการวางแนวท่อสายหลัก สายซอย พร้อมขาดท่อ และระยะต่างๆ

-ตำแหน่งแหล่งน้ำ ตำแหน่งเครื่องสูบน้ำ



ภาพผนวก ก-11 แปลงกระเพรานายวัฒนา กงศี และระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร

ภาพผนวก ก-12 เครื่องสูบน้ำ แปลงกระเพรา พี่วัฒนา กงศี

ภาพผนวก ก-13 แหล่งน้ำ แปลงกระเพรา พี่วัฒนา กงศี

ภาพผนวก ก-14 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร) แปลงกระเพรา พี่วัฒนา กงศี

ภาพผนวก ก-15 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1) แปลงกระเพรา พี่วัฒนา กงศี

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการจัดทำโครงการวิศวกรรมชลประทาน
เรื่อง การศึกษาลักษณะการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกร หมู่บ้านหลักเมตรตำบลทุ่งขวาง
จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2554

ส่วนที่1 ข้อมูลเจ้าของแปลงเพาะปลูก

ชื่อ-นามสกุล นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 46 ม.1 ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

คุณวุฒิการศึกษาของเจ้าของแปลง

☒ ระดับประถมศึกษา ☐ ระดับมัธยมศึกษา ☐ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

☐ ระดับปริญญาตรี ☐ ระดับสูงกว่าปริญญาตรี

ประกอบอาชีพเกษตรกร มาเป็นเวลา มากกว่า 10 ปี

รายได้หลักของครอบครัวคือเกษตรกรรม ☒ ใช่ ☐ ไม่ใช่

ส่วนที่2 ข้อมูลทางด้านการเกษตรของพื้นที่

2.1 ชนิดของพืชที่ปลูก ตะไคร้ ผักสวนครัวต่างๆ

จำนวน 3 งาน

ระยะห่างต้นพืช ยกร่อง ห่างกัน 4 เมตร -

2.2 ระยะเวลาการปลูก

ครั้งที่ 1 เดือนที่เริ่มปลูก พฤศจิกายน เดือนที่เก็บเกี่ยว 45-60 วัน

ผลผลิต ตามราคาตลาด จำหน่ายโดย มีคนมารับที่บ้าน

ปลูกตลอดทั้งปี ปลูกพืชสลับวนเวียนกัน

2.3 ชนิดของดินบริเวณเพาะปลูก ดินร่วนปนดินเหนียว

2.4 ขนาดของพื้นที่เพาะปลูก 3 งาน

2.5 ลักษณะการปลูกพืช

☒ ยกร่อง สูงจากพื้น 40-50 เซนติเมตร ☐ อื่นๆ

2.6 ลักษณะของแปลงเพาะปลูก

☒ ที่ราบเรียบสม่ำเสมอ ☐ ที่ไม่ราบเรียบ ลุ่มๆดอนๆ ☐ ที่มีความลาดเอียงสูง

2.7 ปัญหาเกี่ยวกับดินตามความเข้าใจของเกษตรกรผู้เพาะปลูก

1. ดินดี ไม่มีปัญหาอะไร
2. วัชพืชขึ้นมากเวลาให้น้ำบ่อยๆ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการให้น้ำและลักษณะการให้น้ำ

3.1 ความสูงของหัวสปริงเกลอร์เมื่อวัดจากผิวดิน 1 เมตร

3.2 ลักษณะหัวสปริงเกลอร์ที่เกษตรกรใช้ปัจจุบัน หมุนใบพัดแกนกลาง

3.3 อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จาก spac 1083 ลิตร/ชั่วโมง

อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จากการวัดจริง 546.2 ลิตร /ชั่วโมง

3.4 ขนาดท่อตั้งของหัวสปริงเกลอร์ ½ นิ้ว

ขนาดท่อประธาน 2 ½ นิ้ว

ขนาดท่อแขนง 2 นิ้ว

3.5 ระยะห่างระหว่างท่อรองประธาน 4 เมตร

ระยะห่างระหว่างหัวสปริงเกลอร์ 4 เมตร

3.6 เวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง ครั้งละ 30 ต่อ 4 แถว

3.7 รอเวลาของการให้น้ำ ทุกวัน ตอนเย็น

3.8 วิธีการพิจารณา ว่าถึงเวลาการให้น้ำพืชแล้ว

ครบ 30 นาที ก้อปิดการให้น้ำ

3.9 ปัญหาเกี่ยวกับการให้น้ำที่เกิดขึ้นบ่อยๆ

น้ำออกน้อย

3.10 รายละเอียดของตัวกรองที่ใช้

-

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำและแหล่งน้ำ

4.1 ขนาดเครื่องสูบน้ำตาม spac ที่ระบุ ปั๊ม 3 แรง ยี่ห้อ BALENO รุ่น -

อัตราการสูบ 400 ลิตร/ชั่วโมง เฮด 28-30 เมตร

อัตราการสูบที่วัดจริง ติดถาวร ลิตร /ชั่วโมง

4.2 ขนาดท่อดูดของเครื่องสูบน้ำ 2 ½ นิ้ว

ขนาดท่อจ่ายของเครื่องสูบน้ำ 2 ½ นิ้ว

4.3 ระดับผิวน้ำใน(บ่อบาดาล) โดยเฉลี่ย ต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำ 3 เมตร

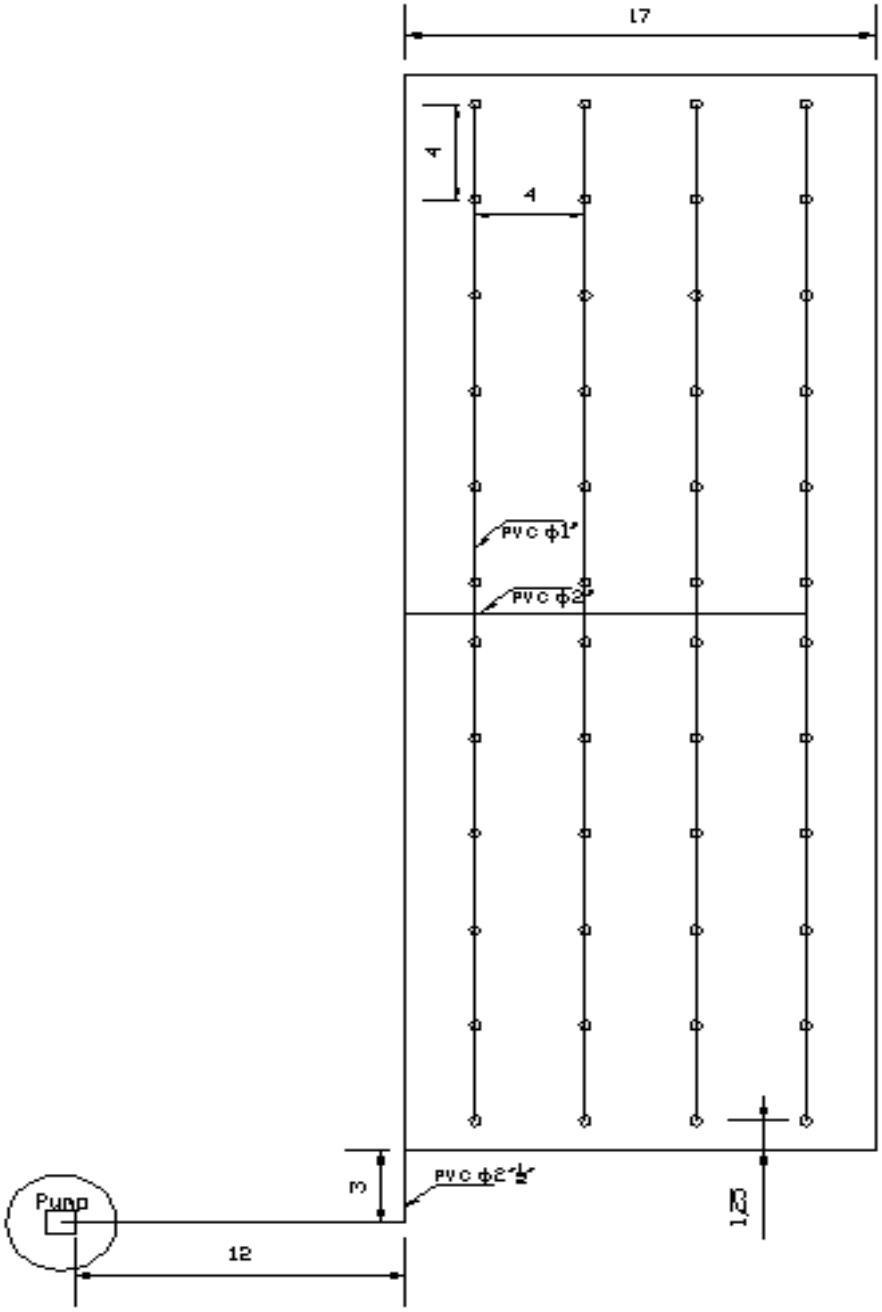
4.4 ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำที่เกิดขึ้นบ่อย

1. น้ำออกมาในระบบน้อย

ส่วนที่ 5 ภาพแปลงเพาะปลูก

-ขนาดกว้างยาวของแปลง ตำแหน่งการวางแนวท่อสายหลัก สายซอย พร้อมขาดท่อ และระยะต่างๆ

-ตำแหน่งแหล่งน้ำ ตำแหน่งเครื่องสูบน้ำ



ภาพผนวก ก-16 แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง และระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร

ภาพผนวก ก-17 เครื่องสูบน้ำ แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง

ภาพผนวก ก-18 แหล่งน้ำ แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง

ภาพผนวก ก-19 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร) แปลงตะไคร้ นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง

แบบสอบถามข้อมูลประกอบการจัดทำโครงการวิศวกรรมชลประทาน
เรื่อง การศึกษาลักษณะการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของเกษตรกร หมู่บ้านหลักเมตรตำบลทุ่งขวาง
จังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2554

ส่วนที่1 ข้อมูลเจ้าของแปลงเพาะปลูก

ชื่อ-นามสกุล นางสาวสุลักษณา ยิ้มเชิง

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 58 ม 1 ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

คุณวุฒิการศึกษาของเจ้าของแปลง

☐ ระดับประถมศึกษา ☐ ระดับมัธยมศึกษา ☒ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

☐ ระดับปริญญาตรี ☐ ระดับสูงกว่าปริญญาตรี

ประกอบอาชีพเกษตรกร มาเป็นเวลา นานแล้ว

รายได้หลักของครอบครัวคือเกษตรกรรม ☐ ใช่ ☒ ไม่ใช่เป็นอาชีพเสริม

ส่วนที่2 ข้อมูลทางด้านการเกษตรของพื้นที่

2.1 ชนิดของพืชที่ปลูก โหระพา หอม กระเทียม ตะไคร้ ยี่หรา

จำนวน 1 ไร่ 2 งาน

ระยะห่างต้นพืช ยกร่อง ห่างกัน 4 เมตร

2.2 ระยะเวลาการปลูก

ครั้งที่ 1 เดือนที่เริ่มปลูก ธันวาคม เดือนที่เก็บเกี่ยว กุมพาพันธ์

ผลผลิต เก็บผลผลิตได้เรื่อยๆ จำหน่ายโดย มีคนมารับราคาตามตลาด

2.3 ชนิดของดินบริเวณเพาะปลูก ดินร่วนปนดินทราย

2.4 ขนาดของพื้นที่เพาะปลูก 1 ไร่2 งาน

2.5 ลักษณะการปลูกพืช

☒ ยกร่อง ขนาด กว้าง 4 เมตร ☐ อื่นๆ

2.6 ลักษณะของแปลงเพาะปลูก

☐ ที่ราบเรียบสม่ำเสมอ ☐ ที่ไม่ราบเรียบ ลุ่มๆดอนๆ ☒ ที่มีความลาดเอียงสูง

2.7 ปัญหาเกี่ยวกับดินตามความเข้าใจของเกษตรกรผู้เพาะปลูก

1. ดินดี ไม่มีปัญหาอะไร

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการให้น้ำและลักษณะการให้น้ำ

3.1 ความสูงของหัวสปริงเกลอร์เมื่อวัดจากผิวดิน 1 เมตร

3.2 ลักษณะหัวสปริงเกลอร์ที่เกษตรกรใช้ปัจจุบัน หมุนใบพัดแกนกลาง

3.3 อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จาก spac 1080 ลิตร/ชั่วโมง

อัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ จากการวัดจริง 980 ลิตร /ชั่วโมง

3.4 ขนาดท่อตั้งของหัวสปริงเกลอร์ ½ นิ้ว

ขนาดท่อประธาน 2 นิ้ว

ขนาดท่อแขนง 1 นิ้ว

3.5 ระยะห่างระหว่างท่อรองประธาน 4 เมตร

ระยะห่างระหว่างหัวสปริงเกลอร์ 4 เมตร

3.6 เวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง ครั้งละ 20 นาที ต่อ 2 แถว

3.7 รอบเวลาของการให้น้ำ ช่วงเช้าและเย็นของทุกวัน

3.8 วิธีการพิจารณา ว่าถึงเวลาการให้น้ำพืชแล้ว

ดูจากดินที่เปียกมากๆ

3.9ปัญหาเกี่ยวกับการให้น้ำที่เกิดขึ้นบ่อยๆ

น้ำในแหล่งน้ำแห้ง

3.10 รายละเอียดของตัวกรองที่ใช้

-

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำและแหล่งน้ำ

4.1 ขนาดเครื่องสูบน้ำตาม spac ที่ระบุ ปั๊ม 3 แรง ยี่ห้อ BERALA รุ่น-

อัตราการสูบ 480 ลิตร/ชั่วโมง เฮด 22 เมตร

อัตราการสูบที่วัดจริง ติดถาวร ลิตร/ชั่วโมง

4.2 ขนาดท่อดูดของเครื่องสูบน้ำ 2 นิ้ว

ขนาดท่อจ่ายของเครื่องสูบน้ำ 2 นิ้ว

4.3 ระดับผิวน้ำในสระ(บ่อบาดาล) โดยเฉลี่ย ต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำ 1 เมตร

4.4 ปัญหาเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำที่เกิดขึ้นบ่อย

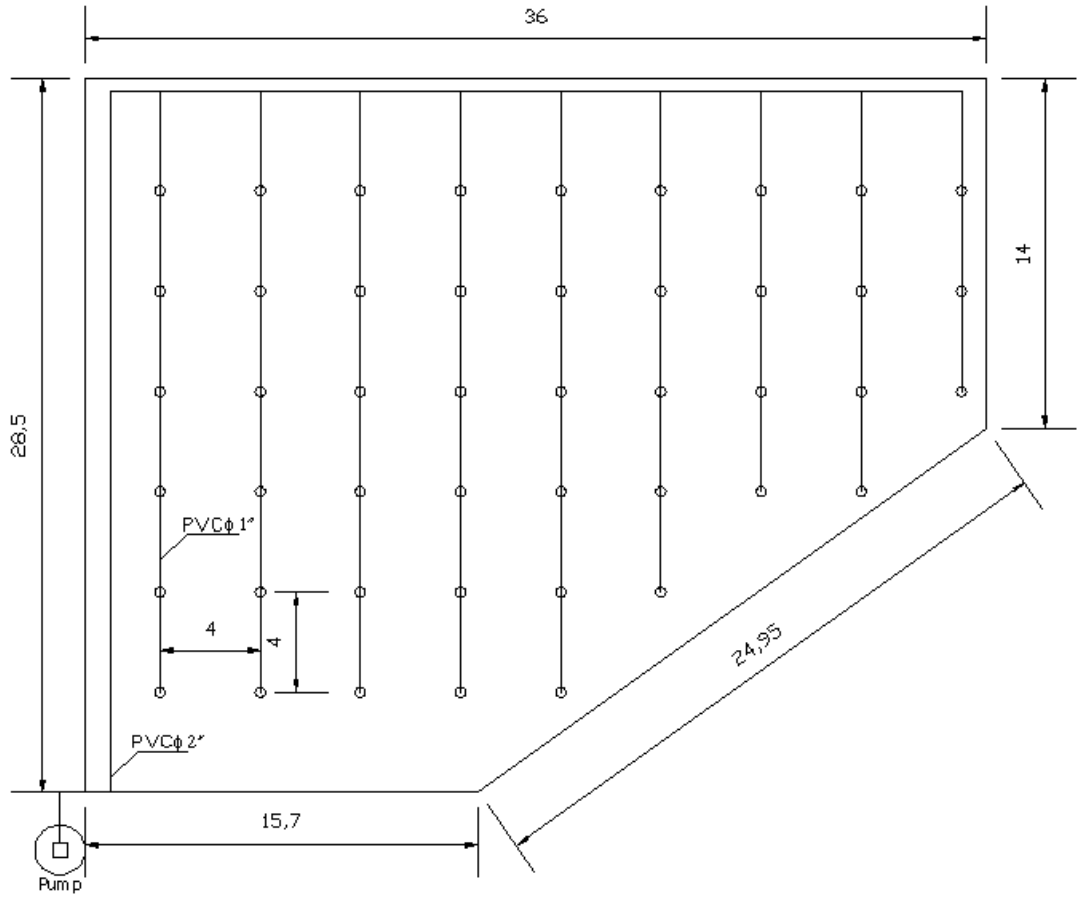
1. มีเสียงดัง ตลอดเวลา ใช้มานาน

2. -

ส่วนที่ 5 ภาพแปลงเพาะปลูก

-ขนาดกว้างยาวของแปลง ตำแหน่งการวางแนวท่อสายหลัก สายซอย พร้อมขาดท่อ และระยะต่างๆ

-ตำแหน่งแหล่งน้ำ ตำแหน่งเครื่องสูบน้ำ



ภาพผนวก ก-20 แปลงโหระพา นางสุลักษณา ยิ้มเชิง และระบบการให้น้ำเดิมของเกษตรกร

ภาพผนวก ก-21 เครื่องสูบน้ำ แปลงโหระพา นางสุลักษณา ยิ้มเชิง

ภาพผนวก ก-22 แหล่งน้ำแปลงโหระพา นางสุลักษณา ยิ้มเชิง

ภาพผนวก ก-23 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบสปริงเกลอร์ (หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร) แปลงโหระพา นางสุลักษณา ยิ้มเชิง

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงค่าต่างๆที่ใช้ในการออกแบบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

ตารางผนวก ข-1 อัตราการระเหยจากถาดวัดการระเหย Class –A สำหรับจังหวัดนครปฐม (มม/วัน)

Date	Evaporation (mm)											
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	3.6	2.9	4.1	4.1	6.9	5.1	6.3	2.18	5.35	Full	4	4.8
2	4.3	3.3	6	4.6	5.2	5.3	4.9	4.62	1.7	3.48	4.9	6
3	3.7	5.7	4.6	4.9	4.3	6.4	4.1	2.53	5.58	3.81	5.7	4.1
4	3.3	3	4	5.7	4.1	5.4	7.6	3.53	6.42	4.49	4.7	3.5
5	3.8	3	4	4.3	3.3	5.5	5.4	3.39	3.38	3.33	4.9	4.9
6	3.7	5.1	3.4	6.6	2.1	5.5	5.1	4.14	5.76	2.28	4.6	3.7
7	3.5	Full	4	6.6	4.4	2.8	3.2	5.43	3.61	3.62	4.6	5
8	3.4	1.8	5.8	5.9	3.5	3	Full	5.43	2.46	4.01	4.4	4.5
9	3.5	4.4	4.4	5.2	4.4	2.9	4.8	5.31	3.77	3.05	5.2	3.9
10	2.4	3.8	5.5	4.9	5.8	2.9	2.7	3.44	1.79	3.89	3.9	4.2
11	1.4	3.2	3.6	5.5	4.9	2.9	3.9	4.66	3.69	2.79	5.4	4.6
12	1	5.9	4.6	5.8	4.3	4.1	3.8	5.64	4.32	3.51	3.4	5.4
13	3.2	3.9	4.3	6.1	4.3	5.1	5.7	5.7	2.53	3.39	5.4	3.6
14	2.3	5.4	5.6	7.1	3.2	2.8	5.1	4.14	5.63	2.85	5.5	3.4
15	3.1	2.7	4.1	6.5	5.1	1.9	5.6	2.97	4.56	3.66	4.2	3.4
16	3.36	4.1	4.9	7.1	5.7	3.7	8.5	5.21	4.08	3.72	2.1	4.2
17	3.2	3.9	5	8.7	3.3	4.1	7.7	6.16	2.29	4.52	4.9	3
18	3.2	2.3	4	7.1	5.8	2.5	7.7	5.17	4.71	4.2	5.1	3.9
19	4.9	2.9	6.5	6.6	5	1.9	7.2	2.68	3.63	4.32	4.2	5.2
20	3.3	3.8	4.6	5.4	1.1	2.5	6.3	4.25	3.55	3.58	5.9	2.75
21	3	3.6	3.7	5.5	Full	4.9	4.6	3.71	1.47	4.45	4.3	4.1
22	2.2	4.7	5.5	7.2	4.8	5.8	3.9	5.74	5.01	5.62	6	2.3
23	3.3	4.5	6.7	7.1	6	4.4	5.5	6.07	4.8	5.43	5.7	3.3
24	4	5.3	8.6	4.9	5.6	5.5	5	6.26	4.37	4.93	5.8	3.1
25	4.2	3.9	6.6	6.7	4.2	3.9	4.2	4.94	4.2	4.53	4.3	3.6
26	2.2	4.9	5.4	5.9	3.6	5	3.5	6.32	4.3	5.03	4.3	3.9
27	3.5	5.3	4.9	6.1	5.6	5.1	5.4	3.76	2.7	5.05	4.8	2.5
28	5.2	5.2	6	1.5	3.1	5.3	3.3	2.11	5	3.9	4.5	4.3
29	2.9	7	5.6	5.4	6.1	6.1	4.9	5.86	3.65	5.51	3.8	3.3
30	2.6	-	5.6	4.7	5.8	5.3	6	3.24	1.77	4.9	4.3	3.7
31	4.9	-	5.7	-	6	-	6.7	4.71	-	6.86	-	4.5
Total	102.1	114.5	157.3	173.7	137.5	127.6	158.6	139.3	116.1	124.7	140.4	122.6
Mean	3.3	4.1	5.1	5.8	4.6	4.3	5.3	4.5	3.9	4.2	4.7	4

FULL = Error data because of heavy rainfall

(ที่มา: สถานีอุตุนิยมวิทยา อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม)

ตารางผนวก ข- 2 อัตราการไหล และรัศมีการฉีดน้ำของหัวสปริงเกลอร์ที่เกษตรกรใช้ ณ ความดันที่ได้จากการทดสอบ

ความดัน (บาร์)	อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง)	รัศมีการฉีดน้ำ (เมตร)
1	1190	6
0.8	1083	3
0.6	980	2

(ที่มา: โครงงานวิศวกรรมชลประทาน ที่ 2/2547)

ตารางผนวก ข-3 อัตราการไหล และรัศมีการฉีดน้ำของหัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 ณ ความดันที่ได้จากการทดสอบ

การปรับ (รอบ)	ความดัน (เมตร)	อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง)	รัศมีการฉีดน้ำ (เมตร)
2	5	360	3.0
3	5	480	3.5
2	10	520	3.5
3	10	660	4.0
2	15	640	4.0
3	15	850	4.5

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการออกแบบติดตั้งระบบให้น้ำแบบประหยัด, กองส่งเสริมเทคโนโลยีกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม)

<u>การออกแบบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์(หัวจ่ายน้ำชลประทาน1)</u>

<u>แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว</u>

1.หาอัตราการใช้น้ำของผัก

จากสมการที่ 2 อัตราให้น้ำของผัก = 0.85xEp

= 0.85 x 6.86

= 5.831 ม.ม. /วัน

2. หาปริมาณน้ำที่ต้องให้ต่อวัน

ประสิทธิภาพของระบบให้น้ำร้อยละ 75

จากสมการที่ 4 ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องให้ $= \frac{\text{อัตราการให้น้ำของพืช(มม.)}}{\text{ประสิทธิภาพชลประทาน}}$

$= \frac{5.831}{0.75} = 7.77$ ม.ม.ต่อวัน

3. หาความลึกของน้ำที่จ่ายจากหัวจ่ายน้ำชลประทาน 1

เลือกปรับหัว 2 รอบ ความดัน 10 เมตร อัตราการจ่ายน้ำ 520 ลิตร/ชั่วโมง รัศมีการฉีด 3.5 เมตร

ศูนย์กลางฉีดน้ำ = 7 เมตร ระยะห่างของหัวที่วางคิดประมาณร้อยละ50-60 (เลือกร้อยละ 55)

ดังนั้น ระยะห่างของหัวที่วาง = $\frac{55}{100} \times 7$ = 3.85 เมตร ประมาณ 4 เมตร

จากสมการที่ 5 อัตราการความลึกของน้ำที่จ่ายจากหัว

$= \frac{\text{อัตราการจ่ายน้ำจากหัว(ลิตร/ชั่วโมง)}}{\text{ระยะห่างระหว่างหัว(ม)} \times \text{ระยะห่างระหว่างท่อ(ม)}}$

$= \frac{520}{4 \times 4}$ ลิตร/ชั่วโมง

= 32.5 ม.ม./ชั่วโมง

4. หาเวลาการให้น้ำแต่ละครั้ง หรือ แปลงย่อย

จากสมการที่ 6 ระยะเวลาการให้น้ำ $= \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ต้องให้แต่ละครั้ง (มม.)}}{\text{อัตราการจ่ายน้ำ (มม./ชม.)}}$

$= \frac{7.77}{32.5}$

= 0.235 ชั่วโมง

= 14 นาที

จากภาพผนวก ก- แปลงเพาะปลูกเนื่องจากพื้นที่กว้าง กว้าง 25 เมตร ยาว 30 เมตร
ท่อแขนงว่างห่างกัน 4 เมตร ได้วางท่อแขนง แบ่งออกเป็น 6 สาย ดังภาพประกอบ
กำหนดเวลาการให้น้ำต่อวัน ไม่เกิน 1 ช.ม. ต่อวัน

ดังนั้นจำนวนแปลงย่อยมากที่สุด $= \frac{\text{กำหนดเวลาในการให้น้ำต่อวัน}}{\text{เวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง}} = \frac{1 \text{ ช.ม./วัน}}{0.235 \text{ ช.ม./ครั้ง}} = 4$ แปลง

หาจำนวนท่อแขนงที่ใช้ ต่อ 1 แปลงย่อย $= \frac{\text{จำนวนท่อแขนงทั้งสิ้น}}{\text{จำนวนแปลงย่อยมากที่สุด}} = \frac{6}{4} = 2$ สาย/แปลง

5) หาขนาดท่อแขนงและการสูญเสียความดันที่ท่อแขนง

ท่อแขนงยาว 35 เมตร ระยะห่างของหัว 4 เมตร

ดังนั้นจำนวนหัวจ่ายน้ำต่อ 1 ท่อแขนง $= \frac{30}{4} = 7$ หัว

อัตราการจ่ายน้ำของท่อแขนง = 7 หัว x520ลิตร/ชั่วโมง

= 3,640ลิตร/ชั่วโมง = 1.01 ลิตร/วินาที

จากสมการที่ 7หาขนาดท่อโดยประมาณจาก $hf_{100} = \frac{K(Q/C)^{1.852}}{D^{4.87}}$

Hf_{100} ได้จากแรงดันใช้การที่หัวสปริงเกลอร์ที่เลือกไว้มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของด้านหัวและท้ายท่อแขนงไม่เกิน 20%

ความดัน 1.0 atm = 1.0 x 10 =10 เมตร (mH_2O)

0.2 x 10 = 2 เมตร

จากการคำนวณ 7 หัว มีความยาวระหว่างหัว 6 ช่วง ช่วงละ 4 เมตร

ดังนั้นท่อแขนงยาวทั้งหมด 6 x 4 = 24 เมตร

ความยาว 24 เมตร มีความดัน 2 เมตร

ถ้าความยาว 100 เมตร มีความดัน = $\frac{100\times2}{24}$ = 8.33 เมตร

แสดงว่าถ้าหัวแปลงมีความดัน 10 เมตร ด้านท้ายแปลงควรมีความดัน 10-2 = 8 เมตร

จากสมการที่ 7 จะได้ $8.33 = \frac{(1.22\times10^{12})(1.01/150)^{1.852}}{D^{4.87}}$D

= 29.29 ม.ม. = 1.13 นิ้ว

ดังนั้นเลือกใช้ท่อขนาด 1 นิ้ว

จากตารางที่ 1 แสดงขนาดของท่อพีวีซี เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ = 30 ม.ม.

หาการสูญเสียความดันภายในเส้นท่อใหม่จากเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ

จากสมการที่ 7 $Hf_{100} = \frac{(1.22\times10^{12})(1.01/150)^{1.852}}{30^{4.87}}$ = 7.42

ถ้าระยะท่อ 28 เมตร $hf_{total} = \frac{7.42\times24}{100}$ = 1.78 เมตร

hf_{max} = 2.0 เมตร

ดังนั้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างหัวแปลงและท้ายแปลงแตกต่างกัน

$\frac{1.78\times100}{10}$ = 17.8 %

ดังนั้นความดันด้านท้ายแปลง 10 – 1.78 = 8.22 เมตร

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ F สำหรับหาค่าการสูญเสียความดันในเส้นท่อที่มีการกระจายน้ำออก

ระหว่างทาง เนื่องจากมีจุดออก 7 จุด F = 0.43

จากสมการที่ 8 Hf = F x hf = 0.41 x 1.78 = 0.73 เมตร

6. หาขนาดท่อประธานและการสูญเสียความดันที่ท่อประธาน

จากภาพผนวก ข- ท่อประธานยาว 32 เมตร ระยะห่างของหัว 4 เมตร

จำนวนท่อแขนง = 6 สาย

เลือกให้น้ำครั้งละ = 2 สาย

อัตราการไหลท่อประธาน = 2 สาย x 1.01 ลิตร/วินาที = 0.00202 $ม^3$/วินาที

จาก Q = AV (เมื่อ V = 1.5 เมตร/วินาที)

$0.00202 = \frac{\pi}{4}\times D^2\times1.5$

D = 0.0414 m, D = 2 นิ้ว

ดังนั้นเลือกใช้ท่อขนาด 2 นิ้ว

จากตารางที่ 1 แสดงขนาดของท่อพีวีซี เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อคือ 54.2 ม.ม.

หาค่าการสูญเสียความดันในเส้นท่อใหม่จากเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ

จากสมการที่ 7 $hf_{100} = \frac{K(Q/C)^{1.852}}{D^{4.87}}$

$= \frac{(1.22\times10^{12})(2.019/150)^{1.852}}{54.2^{4.87}}$

. = 1.50 เมตร

จากภาพผนวก ข- ระยะท่อ 32 เมตร $hf_{total} = \frac{1.5\times32}{100}$

= 0.48 เมตร

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ F สำหรับหาค่าการสูญเสียความดันในเส้นท่อที่มีการกระจายน้ำออกระหว่างทาง

จากสมการที่ 8 เนื่องจากมีจุดออก 1 จุด F = 1.00 , Hf = F x hf = 1.00 x 0.48 = 0.48 เมตร

7. การหาความดันรวมที่เครื่องสูบน้ำและขนาดเครื่องสูบน้ำ

<u>หาแรงดันรวม</u>

1.หาแรงดันที่ต้องการหัวจ่ายน้ำ	10	เมตร
2.หาการสูญเสียความดันที่ท่อแขนง	0.73	เมตร
3.ค่าการสูญเสียความดันที่ท่อประธานย่อย	0	เมตร
4.ค่าการสูญเสียความดันที่ท่อประธาน	0.48	เมตร
5.ค่าการสูญเสียความดันจากข้อต่อต่างๆคิด 10% ของ 2+3+4 =	0.121	เมตร
6.ความลึกของผิวน้ำ	1	เมตร
7.ความต่างระดับของพื้นที่	0	เมตร
8.ค่าการสูญเสียความดันที่อุปกรณ์ต้นทาง	0	เมตร
รวม	11.33	เมตร
9.เผื่อขาด 15%	1.699	เมตร
ความดันรวม	13.029	เมตร

หาอัตราการจ่ายน้ำของระบบ 0.00202 ม^3/วินาที หรือ 7.272 ม^3/ชั่วโมง เผื่อ 10%

ดังนั้น อัตราการจ่ายน้ำของระบบ = 7.272 + [0.1 x 7.272] = 7.999 ม^3/ชั่วโมง

<u>เลือกขนาดเครื่องสูบน้ำ</u>

ความดันรวม = 13.029 เมตร

อัตราการไหล = 7.999 ม.^{3}/ชั่วโมง

จากสมการที่ 9 แรงม้า $= \frac{Q \times H}{273 \times \text{Eff}}$

$= \frac{7.999 \times 13.029}{273 \times 0.4}$

= 0.95 = 1 แรงม้า

สรุป เกษตรกร

-ให้น้ำครั้งละ 6 แถว ต่อ 20 นาที

-ขนาดท่อ ท่อแขนง 1 นิ้ว

-ขนาดท่อประธาน 2.5 นิ้ว

-ขนาดเครื่องสูบน้ำ 3 แรงม้า

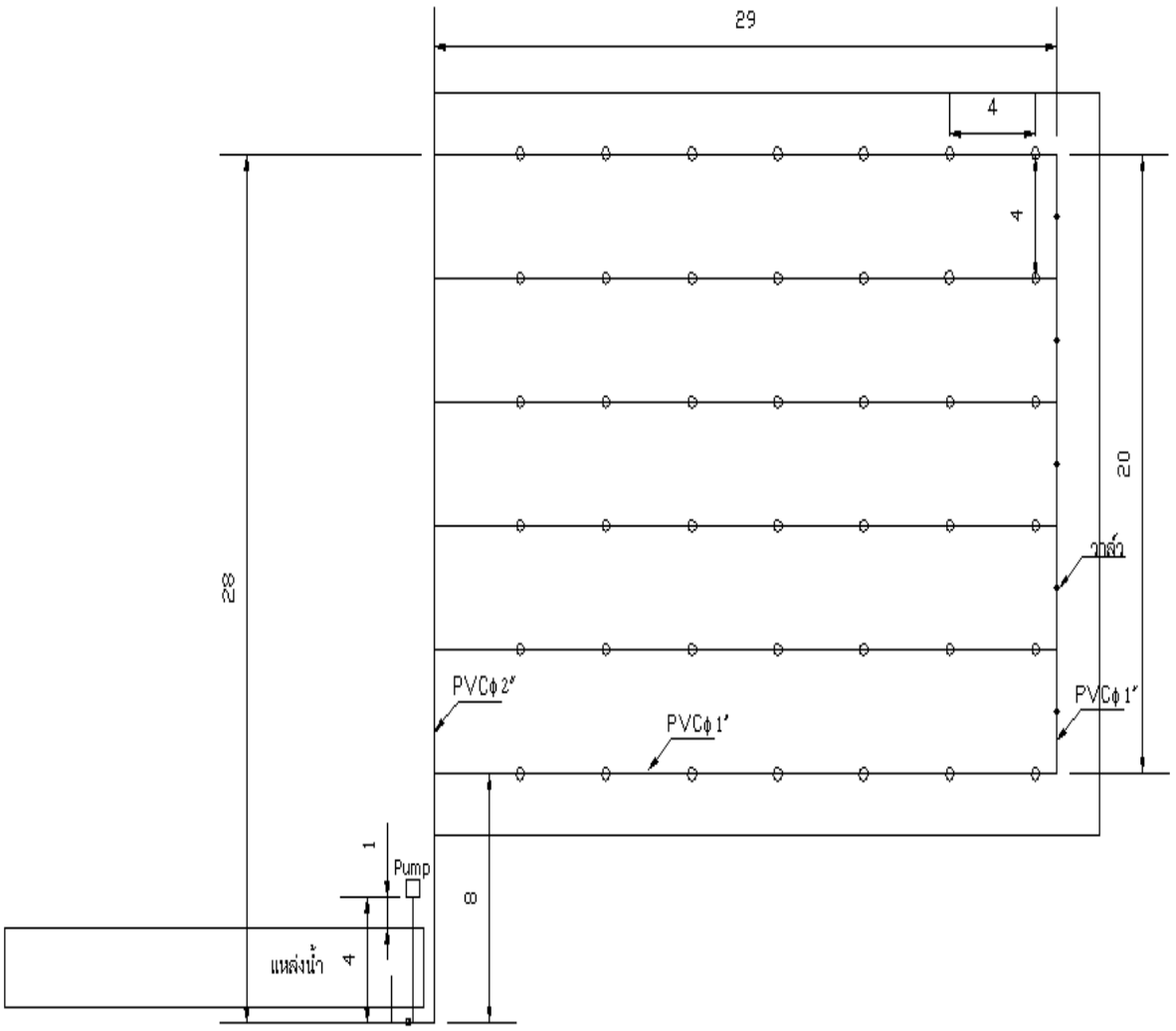
ออกแบบ

-ให้น้ำครั้งละ 2 แถว ต่อ 14 นาที

-ขนาดท่อ ท่อแขนง 1 นิ้ว

-ขนาดท่อประธาน 2 นิ้ว

-ขนาดเครื่องสูบน้ำ 1 แรงม้า



ภาพผนวก ข-1 แปลงผักกาดนางฉวี สวนแก้ว และระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่ ใช้หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1

การออกแบบระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์(หัวเกษตรไทย)

<u>แปลงผักกาด นางฉวี สวนแก้ว</u>

1.หาอัตราการใช้น้ำของผัก

จากสมการที่ 2 อัตราให้น้ำของผัก = 0.85xEp

= 0.85 x 6.86

= 5.831 ม.ม. /วัน

2. หาปริมาณน้ำที่ต้องให้ต่อวัน

ประสิทธิภาพของระบบให้น้ำร้อยละ 75

จากสมการที่ 4 ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องให้ $= \frac{\text{อัตราการให้น้ำของพืช(มม.)}}{\text{ประสิทภาพชลประทาน}}$

$= \frac{5.831}{0.75} = 7.77$ ม.ม.ต่อ วัน

3. หาความลึกของน้ำที่จ่ายจากหัวจ่ายน้ำที่เกษตรกรใช้

เลือกอัตราการจ่ายน้ำจากหัวสปริงเกลอร์ที่ความดัน 8 เมตร อัตราการจ่ายน้ำ 1080 ลิตร/ชั่วโมง

รัศมีการฉีด 3 เมตร ศูนย์กลางฉีดน้ำ 6 เมตร (จากการทดสอบ)

จากสมการที่ 5 อัตราการความลึกของน้ำที่จ่ายจากหัว

$= \frac{\text{อัตราการจ่ายน้ำจากหัว(ลิตร/ชั่วโมง)}}{\text{ระยะห่างระหว่างหัว(ม)} \times \text{ระยะห่างระหว่างท่อ(ม)}}$

$= \frac{1083}{4 \times 4}$ ลิตร/ชั่วโมง

= 67.68 ม.ม. /ชั่วโมง

4. หาเวลาการให้น้ำแต่ละครั้ง หรือ แปลงย่อย

จากสมการที่ 6 ระยะเวลาการให้น้ำ $= \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ต้องให้แต่ละครั้ง(มม.)}}{\text{อัตราการจ่ายน้ำ(มม./ชม.)}}$

$= \frac{7.77}{67.68} = 0.11$ ชั่วโมง = 6.6 นาที

จากภาพผนวก ก- แปลงเพาะปลูกเนื่องจากพื้นที่กว้าง กว้าง 25 เมตร ยาว 30 เมตร
ท่อแขนงว่างห่างกัน 4 เมตร ได้วางท่อแขนง แบ่งออกเป็น 6 สาย ดังภาพประกอบ
กำหนดเวลาการให้น้ำต่อวัน ไม่เกิน 1 ช.ม. ต่อวัน

ดังนั้นจำนวนแปลงย่อยมากที่สุด $= \frac{\text{กำหนดเวลาในการให้น้ำต่อวัน}}{\text{เวลาในการให้น้ำแต่ละครั้ง}} = \frac{1 \text{ ช.ม./วัน}}{0.11 \text{ ช.ม./ครั้ง}} = 9$ แปลง

หาจำนวนท่อแขนงที่ใช้ ต่อ 1 แปลงย่อย $= \frac{\text{จำนวนท่อแขนงทั้งสิ้น}}{\text{จำนวนแปลงย่อยมากที่สุด}} = \frac{6}{9} =$ 1 สาย/แปลง

5) หาขนาดท่อแขนงและการสูญเสียความดันที่ท่อแขนง

ท่อแขนงยาว 30 เมตร ระยะห่างของหัว 4 เมตร

ดังนั้นจำนวนหัวจ่ายน้ำต่อ 1 ท่อแขนง $= \frac{30}{4} = 7$ หัว

อัตราการจ่ายน้ำของท่อแขนง = 7 หัว x1083ลิตร/ชั่วโมง

=7581 ลิตร/ชั่วโมง = 2.11 ลิตร/วินาที

จากสมการที่ 7หาขนาดท่อโดยประมาณจาก $hf_{100} = \frac{K(Q/C)^{1.852}}{D^{4.87}}$

Hf_{100} ได้จากแรงดันใช้การที่หัวสปริงเกลอร์ที่เลือกไว้มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของด้านหัวและท้ายท่อแขนงไม่เกิน 20%

ความดัน 0.8 atm = 0.8 x 10 =8 เมตร (mH_2O)

0.2 x 8 = 1.6 เมตร

จากการคำนวณ 7 หัว มีความยาวระหว่างหัว 6 ช่วง ช่วงละ 4 เมตร

ดังนั้นท่อแขนงยาวทั้งหมด 6 x 4 = 24 เมตร

ความยาว 24 เมตร มีความดัน 1.6 เมตร

ถ้าความยาว 100 เมตร มีความดัน $= \frac{100 \times 1.6}{24} = 6.67$ เมตร

แสดงว่าถ้าหัวแปลงมีความดัน 10 เมตร ด้านท้ายแปลงควรมีความดัน 10-1.6 = 8.4 เมตร

จากสมการที่ 7 จะได้ $6.67 = \frac{(1.22 \times 10^{12})(2.11/150)^{1.852}}{D^{4.87}}$

D = 40.58 ม.ม.

= 1.58 นิ้ว

ดังนั้นเลือกใช้ท่อขนาด 2 นิ้ว

จากตารางที่ 1 แสดงขนาดของท่อพีวีซี เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ = 54.2 ม.ม.

หาการสูญเสียความดันภายในเส้นท่อใหม่จากเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ

จากสมการที่ 7 $Hf_{100} = \frac{(1.22\times10^{12})(2.11/150)^{1.852}}{54.2^{4.87}} = 1.63$

ถ้าระยะท่อ 28 เมตร $hf_{total} = \frac{1.63\times24}{100} = 0.39$ เมตร

$hf_{max} = 1.6$ เมตร

ดังนั้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างหัวแปลงและท้ายแปลงแตกต่างกัน

$\frac{0.39\times100}{10} = 3.9\ \%$

ดังนั้นความดันด้านท้ายแปลง 8 – 0.39 = 7.61 เมตร

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ F สำหรับหาค่าการสูญเสียความดันในเส้นท่อที่มีการกระจายน้ำออกระหว่างทาง เนื่องจากมีจุดออก 7 จุด F = 0.43

จากสมการที่ 8 Hf = F x hf = 0.41 x 0.39 = 0.16 เมตร

6. หาขนาดท่อประธานและการสูญเสียความดันที่ท่อประธาน

จากภาพผนวก ข- ท่อประธานยาว 32 เมตร ระยะห่างของหัว 4 เมตร

จำนวนท่อแขนง = 6 สาย

เลือกให้น้ำครั้งละ = 2 สาย

อัตราการไหลท่อประธาน = 2 สาย x 2.11 ลิตร/วินาที = 0.00422$ม^3$/วินาที

จาก Q = AV (เมื่อ V = 1.5 เมตร/วินาที)

$0.00422 = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 1.5$

D = 0.06 mD = 2.5 นิ้ว

ดังนั้นเลือกใช้ท่อขนาด 2.5 นิ้ว

จากตารางที่ 1 แสดงขนาดของท่อพีวีซี เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อคือ69 ม.ม.

หาค่าการสูญเสียความดันในเส้นท่อใหม่จากเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ

จากสมการที่ 7 $hf_{100} = \frac{K(Q/C)^{1.852}}{D^{4.87}}$

$= \frac{(1.22\times10^{12})(4.22/150)^{1.852}}{69^{4.87}} = 1.82$ เมตร

จากภาพผนวก ข- ระยะท่อ 32 เมตร $hf_{total} = \frac{1.82\times32}{100} = 0.58$ เมตร

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ F สำหรับหาค่าการสูญเสียความดันในเส้นท่อที่ทีการกระจายน้ำออกระหว่างทาง

จากสมการที่ 8 เนื่องจากมีจุกออก 1 จุด F = 1.00, Hf = F x hf = 1.00 x 0.58 = 0.58 เมตร

7. การหาความดันรวมที่เครื่องสูบน้ำและขนาดเครื่องสูบน้ำ

<u>หาแรงดันรวม</u>

1.หาแรงดันที่ต้องการหัวจ่ายน้ำ	8	เมตร
2.หาการสูญเสียความดันที่ท่อแขนง	0.16	เมตร
3.ค่าการสูญเสียความดันที่ท่อประธานย่อย	0	เมตร
4.ค่าการสูญเสียความดันที่ท่อประธาน	0.58	เมตร
5.ค่าการสูญเสียความดันจากข้อต่อต่างๆคิด 10% ของ 2+3+4 =	0.074	เมตร
6.ความลึกของผิวน้ำ	1	เมตร
7.ความต่างระดับของพื้นที่	0	เมตร
8.ค่าการสูญเสียความดันที่อุปกรณ์ต้นทาง	0	เมตร
รวม	9.814	เมตร
9.เผื่อขาด 15%	1.472	เมตร
ความดันรวม	11.286	เมตร

หาอัตราการจ่ายน้ำของระบบ 0.00422 $ม^3$/วินาที หรือ 15.192 $ม^3$/ชั่วโมง เผื่อ 10%

ดังนั้น อัตราการจ่ายน้ำของระบบ = 15.192 + [0.1 x 15.192] = 16.711 $ม^3$/ชั่วโมง

<u>เลือกขนาดเครื่องสูบน้ำ</u>

ความดันรวม = 11.286 เมตร

อัตราการไหล = 16.711 ม.^{3}/ชั่วโมง

จากสมการที่ 9 แรงม้า $= \frac{Q \times H}{273 \times \text{Eff}}$

$= \frac{16.711 \times 11.286}{273 \times 0.4}$

= 2 แรงม้า

สรุป เกษตรกร

-ให้น้ำครั้งละ 6 แถว ต่อ 20 นาที

-ขนาดท่อ ท่อแขนง 1 นิ้ว

-ขนาดท่อประธาน 2.5 นิ้ว

-ขนาดเครื่องสูบน้ำ 3 แรงม้า

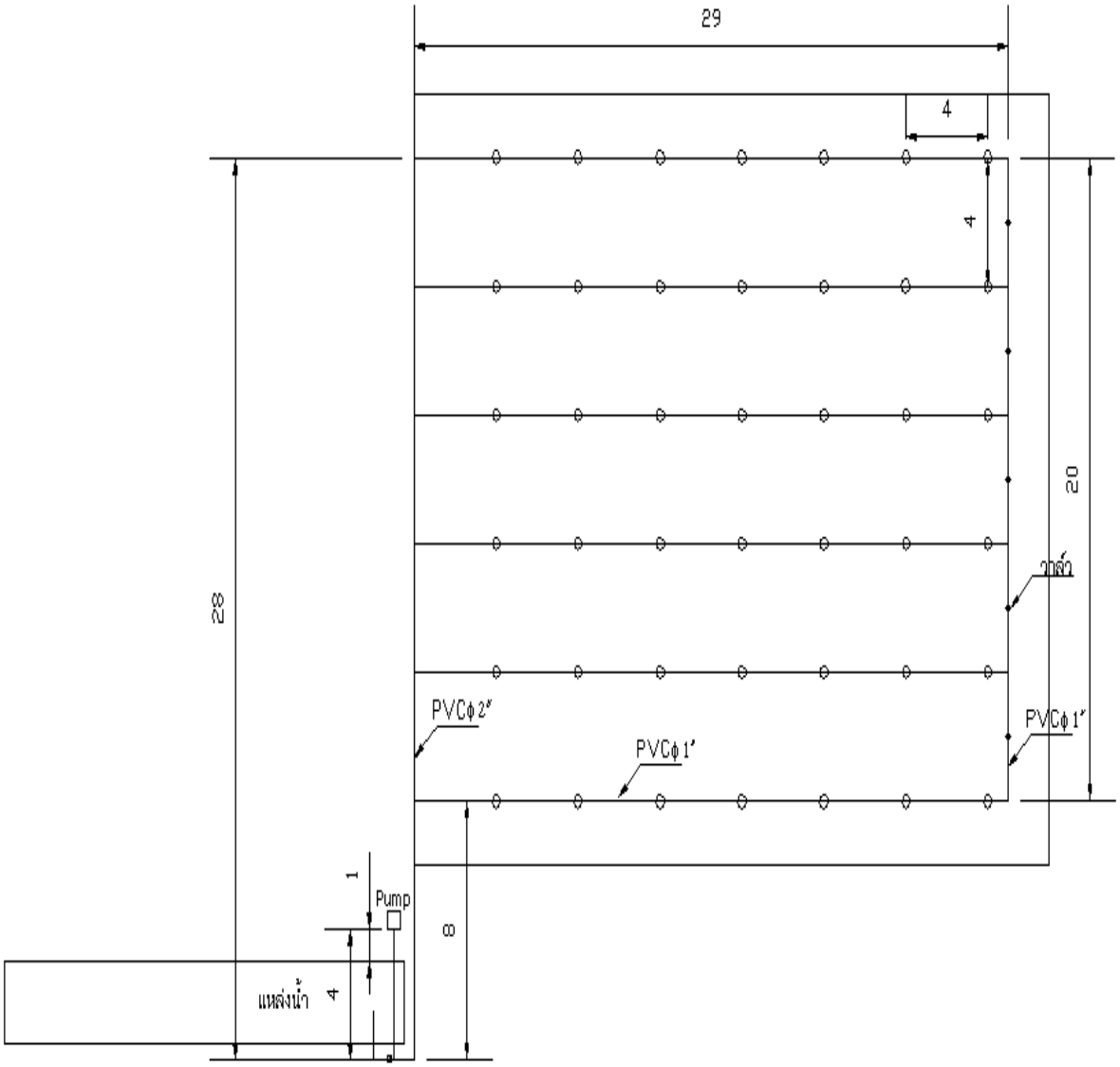
ออกแบบ

-ให้น้ำครั้งละ 2 แถว ต่อ 6.6 นาที

-ขนาดท่อ ท่อแขนง 2 นิ้ว

-ขนาดท่อประธาน 2.5 นิ้ว

-ขนาดเครื่องสูบน้ำ 2 แรงม้า



ภาพผนวก ข-1 แปลงผักกาดนางฉวี สวนแก้ว และระบบการให้น้ำที่ได้ออกแบบใหม่ ใช้หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร

ผนวก ค

การตรวจสอบและประเมินผลระบบชลประทานแบบสปริงเกลอร์

ตารางผนวก ค-1 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 1 ระบบเดิม

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	334	6.68	21	48	0.96	41	30	0.6
2	85	1.7	22	48	0.96	42	30	0.6
3	83	1.66	23	46	0.92	43	30	0.6
4	80	1.6	24	46	0.92	44	30	0.6
5	79	1.58	25	45	0.9	45	28	0.56
6	75	1.5	26	44	0.88	46	26	0.52
7	72	1.44	27	44	0.88	47	26	0.52
8	70	1.4	28	42	0.84	48	26	0.52
9	64	1.28	29	41	0.82	49	26	0.52
10	63	1.26	30	40	0.8	50	25	0.5
11	62	1.24	31	40	0.8	51	24	0.48
12	60	1.2	32	37	0.74	52	24	0.48
13	54	1.08	33	36	0.72	53	23	0.46
14	53	1.06	34	35	0.7	54	21	0.42
15	53	1.06	35	34	0.68	55	20	0.4
16	53	1.06	36	33	0.66	56	18	0.36
17	50	1	37	32	0.64	57	18	0.36
18	50	1	38	32	0.64	58	18	0.36
19	49	0.98	39	31	0.62	59	14	0.28
20	49	0.98	40	30	0.6			

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 55.58 มิลลิเมตร

$\bar{d} = 0.942$

$\bar{d}_{lq} = 0.449$

$DU = 47.7\%$

ตารางผนวก ค-2 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 2 ระบบเดิม

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	45	0.9	24	23	0.46	47	15	0.3
2	42	0.84	25	23	0.46	48	15	0.3
3	42	0.84	26	23	0.46	49	15	0.3
4	37	0.74	27	22	0.44	50	15	0.3
5	35	0.7	28	22	0.44	51	15	0.3
6	32	0.64	29	22	0.44	52	15	0.3
7	30	0.6	30	20	0.4	53	15	0.3
8	30	0.6	31	20	0.4	54	14	0.28
9	30	0.6	32	20	0.4	55	13	0.26
10	28	0.56	33	19	0.38	56	13	0.26
11	28	0.56	34	19	0.38	57	13	0.26
12	27	0.54	35	19	0.38	58	13	0.26
13	27	0.54	36	18	0.36	59	13	0.26
14	27	0.54	37	18	0.36	60	12	0.24
15	26	0.52	38	17	0.34	61	12	0.24
16	26	0.52	39	17	0.34	62	12	0.24
17	26	0.52	40	17	0.34	63	11	0.22
18	25	0.5	41	16	0.32	64	10	0.2
19	24	0.48	42	16	0.32	65	10	0.2
20	24	0.48	43	16	0.32	66	10	0.2
21	24	0.48	44	16	0.32	67	10	0.2
22	24	0.48	45	16	0.32	68	10	0.2
23	24	0.48	46	15	0.3	69	10	0.2

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 28.16 มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 0.408$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.24$$

$$DU = 58.81\%$$

ตารางผนวก ค-3 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 3 ระบบเดิม

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	55	1.1	21	40	0.8	41	34	0.68
2	53	1.06	22	38	0.76	42	34	0.68
3	50	1	23	38	0.76	43	33	0.66
4	48	0.96	24	38	0.76	44	33	0.66
5	47	0.94	25	37	0.74	45	33	0.66
6	46	0.92	26	37	0.74	46	33	0.66
7	46	0.92	27	37	0.74	47	33	0.66
8	45	0.9	28	37	0.74	48	33	0.66
9	45	0.9	29	36	0.72	49	33	0.66
10	44	0.88	30	36	0.72	50	32	0.64
11	43	0.86	31	36	0.72	51	32	0.64
12	43	0.86	32	36	0.72	52	32	0.64
13	43	0.86	33	35	0.7	53	32	0.64
14	43	0.86	34	35	0.7	54	32	0.64
15	43	0.86	35	35	0.7	55	31	0.62
16	42	0.84	36	35	0.7	56	31	0.62
17	41	0.82	37	35	0.7	57	30	0.6
18	41	0.82	38	35	0.7	58	30	0.6
19	40	0.8	39	34	0.68	59	30	0.6
20	40	0.8	40	34	0.68	60	29	0.58

ตารางผนวก ค-3 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 3 ระบบเดิม (ต่อ)

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
61	29	0.58	68	26	0.52	75	24	0.48
62	28	0.56	69	25	0.5	76	23	0.46
63	28	0.56	70	25	0.5	77	23	0.46
64	27	0.54	71	25	0.5	78	23	0.46
65	27	0.54	72	25	0.5	79	20	0.4
66	26	0.52	73	24	0.48	80	20	0.4
67	26	0.52	74	24	0.48			

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 55.2 มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 0.69$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.498$$

$$DU = 72.17\%$$

ตารางผนวก ค-4 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 4 ระบบเดิม

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	58	1.16	24	45	0.9	47	40	0.8
2	56	1.12	25	45	0.9	48	40	0.8
3	56	1.12	26	45	0.9	49	40	0.8
4	55	1.1	27	45	0.9	50	40	0.8
5	55	1.1	28	45	0.9	51	40	0.8
6	55	1.1	29	45	0.9	52	39	0.78
7	54	1.08	30	44	0.88	53	37	0.74
8	52	1.04	31	44	0.88	54	37	0.74
9	52	1.04	32	44	0.88	55	36	0.72
10	52	1.04	33	44	0.88	56	36	0.72
11	51	1.02	34	44	0.88	57	35	0.7
12	50	1	35	43	0.86	58	35	0.7
13	49	0.98	36	42	0.84	59	35	0.7
14	49	0.98	37	42	0.84	60	35	0.7
15	49	0.98	38	42	0.84	61	35	0.7
16	48	0.96	39	42	0.84	62	35	0.7
17	47	0.94	40	41	0.82	63	34	0.68
18	47	0.94	41	41	0.82	64	34	0.68
19	47	0.94	42	41	0.82	65	33	0.66
20	47	0.94	43	41	0.82	66	32	0.64
21	46	0.92	44	40	0.8	67	31	0.62
22	46	0.92	45	40	0.8	68	30	0.6
23	46	0.92	46	40	0.8			

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 58.82 มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 0.865$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.693$$

$$DU = 80.11\%$$

ตารางผนวก ค-5 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 5 ระบบเดิม

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	32	0.64	21	27	0.54	41	23	0.46
2	32	0.64	22	26	0.52	42	23	0.46
3	32	0.64	23	26	0.52	43	23	0.46
4	32	0.64	24	26	0.52	44	23	0.46
5	31	0.62	25	26	0.52	45	22	0.44
6	31	0.62	26	26	0.52	46	22	0.44
7	31	0.62	27	25	0.5	47	22	0.44
8	31	0.62	28	25	0.5	48	22	0.44
9	31	0.62	29	25	0.5	49	22	0.44
10	30	0.6	30	25	0.5	50	22	0.44
11	30	0.6	31	25	0.5	51	21	0.42
12	30	0.6	32	25	0.5	52	21	0.42
13	30	0.6	33	25	0.5	53	21	0.42
14	28	0.56	34	24	0.48	54	21	0.42
15	28	0.56	35	24	0.48	55	21	0.42
16	28	0.56	36	24	0.48	56	21	0.42
17	28	0.56	37	24	0.48	57	20	0.4
18	27	0.54	38	24	0.48	58	20	0.4
19	27	0.54	39	24	0.48	59	20	0.4
20	27	0.54	40	24	0.48	60	20	0.4

ตารางผนวก ค-5 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 5 ระบบเดิม (ต่อ)

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
61	20	0.4	68	18	0.36	75	16	0.32
62	20	0.4	69	18	0.36	76	15	0.3
63	20	0.4	70	18	0.36	77	14	0.28
64	19	0.38	71	18	0.36			
65	19	0.38	72	17	0.34			
66	19	0.38	73	17	0.34			
67	19	0.38	74	17	0.34			

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 36.6 มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 0.475$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.364$$

$$DU = 76.58\%$$

ตารางผนวก ค-6 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 1 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	280	5.6	21	76	1.52	41	49	0.98
2	227	4.54	22	75	1.5	42	46	0.92
3	145	2.9	23	74	1.48	43	45	0.9
4	134	2.68	24	72	1.44	44	42	0.84
5	126	2.52	25	71	1.42	45	36	0.72
6	119	2.38	26	71	1.42	46	36	0.72
7	116	2.32	27	70	1.4	47	35	0.7
8	110	2.2	28	70	1.4	48	34	0.68
9	100	2	29	69	1.38	49	31	0.62
10	100	2	30	69	1.38	50	26	0.52
11	97	1.94	31	66	1.32	51	22	0.44
12	95	1.9	32	65	1.3	52	17	0.34
13	87	1.74	33	62	1.24	53	17	0.34
14	87	1.74	34	62	1.24	54	16	0.32
15	86	1.72	35	61	1.22	55	15	0.3
16	85	1.7	36	61	1.22	56	15	0.3
17	82	1.64	37	57	1.14	57	15	0.3
18	80	1.6	38	54	1.08	58	14	0.28
19	80	1.6	39	50	1	59	13	0.26
20	77	1.54	40	49	0.98			

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 82.82 มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 1.404$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.456$$

$$DU = 32.48\%$$

ตารางผนวก ค-7 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่2 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	58	1.16	24	30	0.6	47	18	0.36
2	57	1.14	25	28	0.56	48	16	0.32
3	50	1	26	27	0.54	49	15	0.3
4	49	0.98	27	26	0.52	50	14	0.28
5	48	0.96	28	26	0.52	51	13	0.26
6	45	0.9	29	26	0.52	52	13	0.26
7	45	0.9	30	25	0.5	53	13	0.26
8	42	0.84	31	25	0.5	54	13	0.26
9	40	0.8	32	24	0.48	55	12	0.24
10	40	0.8	33	24	0.48	56	12	0.24
11	39	0.78	34	23	0.46	57	12	0.24
12	37	0.74	35	22	0.44	58	11	0.22
13	36	0.72	36	22	0.44	59	11	0.22
14	36	0.72	37	21	0.42	60	10	0.2
15	35	0.7	38	20	0.4	61	10	0.2
16	33	0.66	39	20	0.4	62	10	0.2
17	33	0.66	40	20	0.4	63	10	0.2
18	32	0.64	41	20	0.4	64	10	0.2
19	32	0.64	42	20	0.4	65	10	0.2
20	31	0.62	43	19	0.38	66	10	0.2
21	30	0.6	44	19	0.38	67	3	0.06
22	30	0.6	45	19	0.38	68	2	0.04
23	30	0.6	46	18	0.36	69	1	0.02

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 33.62มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 0.192$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.487$$

$$DU = 39.45\%$$

ตารางผนวก ค-8 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่3 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	164	3.28	21	85	1.7	41	62	1.24
2	158	3.16	22	85	1.7	42	62	1.24
3	157	3.14	23	85	1.7	43	60	1.2
4	146	2.92	24	84	1.68	44	60	1.2
5	130	2.6	25	83	1.66	45	60	1.2
6	125	2.5	26	83	1.66	46	58	1.16
7	110	2.2	27	83	1.66	47	57	1.14
8	105	2.1	28	82	1.64	48	56	1.12
9	100	2	29	78	1.56	49	55	1.1
10	100	2	30	77	1.54	50	55	1.1
11	100	2	31	77	1.54	51	55	1.1
12	98	1.96	32	73	1.46	52	54	1.08
13	97	1.94	33	70	1.4	53	53	1.06
14	95	1.9	34	68	1.36	54	53	1.06
15	93	1.86	35	66	1.32	55	52	1.04
16	91	1.82	36	65	1.3	56	52	1.04
17	90	1.8	37	65	1.3	57	51	1.02
18	89	1.78	38	64	1.28	58	50	1
19	88	1.76	39	63	1.26	59	50	1
20	86	1.72	40	62	1.24	60	50	1

ตารางผนวก ค-8 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่3 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 (ต่อ)

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
61	45	0.9	68	34	0.68	75	22	0.44
62	45	0.9	69	33	0.66	76	22	0.44
63	41	0.82	70	30	0.6	77	19	0.38
64	40	0.8	71	28	0.56	78	16	0.32
65	40	0.8	72	27	0.54	79	15	0.3
66	36	0.72	73	27	0.54	80	10	0.2
67	35	0.7	74	23	0.46			

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 108.26 มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 1.353$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.588$$

$$DU = 43.45\%$$

ตารางผนวก ค-9 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	56	1.12	21	51	1.02	41	44	0.88
2	56	1.12	22	51	1.02	42	44	0.88
3	56	1.12	23	51	1.02	43	44	0.88
4	55	1.1	24	49	0.98	44	43	0.86
5	55	1.1	25	49	0.98	45	43	0.86
6	55	1.1	26	49	0.98	46	43	0.86
7	55	1.1	27	49	0.98	47	43	0.86
8	54	1.08	28	48	0.96	48	42	0.84
9	54	1.08	29	48	0.96	49	42	0.84
10	54	1.08	30	48	0.96	50	42	0.84
11	54	1.08	31	48	0.96	51	41	0.82
12	53	1.06	32	47	0.94	52	41	0.82
13	53	1.06	33	47	0.94	53	41	0.82
14	53	1.06	34	47	0.94	54	41	0.82
15	53	1.06	35	47	0.94	55	40	0.8
16	52	1.04	36	46	0.92	56	40	0.8
17	52	1.04	37	46	0.92	57	40	0.8
18	52	1.04	38	46	0.92	58	39	0.78
19	52	1.04	39	46	0.92	59	39	0.78
20	51	1.02	40	44	0.88	60	38	0.76

ตารางผนวก ค-9 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 (ต่อ)

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
61	38	0.76	68	33	0.66	75	24	0.48
62	37	0.74	69	32	0.64	76	23	0.46
63	37	0.74	70	31	0.62	77	21	0.42
64	36	0.72	71	30	0.6			
65	36	0.72	72	29	0.58			
66	35	0.7	73	28	0.56			
67	34	0.68	74	27	0.54			

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 67.86.มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 0.681$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.881$$

$$DU = 77.28\%$$

ตารางผนวก ค-10 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
1	56	1.12	21	46	0.92	41	38	0.76
2	55	1.1	22	44	0.88	42	38	0.76
3	55	1.1	23	44	0.88	43	37	0.74
4	54	1.08	24	43	0.86	44	37	0.74
5	53	1.06	25	43	0.86	45	36	0.72
6	53	1.06	26	43	0.86	46	36	0.72
7	52	1.04	27	42	0.84	47	36	0.72
8	52	1.04	28	42	0.84	48	36	0.72
9	52	1.04	29	41	0.82	49	35	0.7
10	51	1.02	30	41	0.82	50	35	0.7
11	51	1.02	31	41	0.82	51	35	0.7
12	51	1.02	32	41	0.82	52	35	0.7
13	49	0.98	33	41	0.82	53	35	0.7
14	49	0.98	34	41	0.82	54	34	0.7
15	48	0.96	35	40	0.8	55	34	0.68
16	47	0.94	36	40	0.8	56	34	0.68
17	47	0.94	37	40	0.8	57	34	0.68
18	47	0.94	38	39	0.78	58	34	0.68
19	46	0.92	39	39	0.78	59	33	0.66
20	46	0.92	40	39	0.78	60	33	0.66

ตารางผนวก ค-10 การหาค่าความสม่ำเสมอการกระจายน้ำ (DU) แปลงที่ 2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำเดิมของเกษตรกร (ต่อ)

แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)	แก้วที่	ปริมาตร (ม.ล.)	ความลึก (ม.ม.)
61	32	0.64	68	28	0.56	75	15	0.3
62	32	0.64	69	23	0.46	76	13	0.26
63	32	0.64	70	18	0.36	77	12	0.24
64	31	0.62	71	18	0.36			
65	30	0.6	72	16	0.32			
66	30	0.6	73	16	0.32			
67	28	0.56	74	15	0.3			

รวมความลึกน้ำทั้งหมด = 58.78 มิลลิเมตร

$$\bar{d} = 0.515$$

$$\bar{d}_{lq} = 0.763$$

$$DU = 67.43\%$$

ตารางผนวก ค-11 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 1 ระบบเดิม

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
6.68	1	6.68	5.737966	5.737966	
1.7	1	1.7	0.757966	0.757966	
1.66	1	1.66	0.717966	0.717966	
0.28	1	0.28	0.662034	0.662034	
1.6	1	1.6	0.657966	0.657966	
1.58	1	1.58	0.637966	0.637966	
0.36	3	1.08	0.582034	1.746102	
1.5	1	1.5	0.557966	0.557966	
0.4	1	0.4	0.542034	0.542034	
0.42	1	0.42	0.522034	0.522034	
1.44	1	1.44	0.497966	0.497966	
0.46	1	0.46	0.482034	0.482034	
0.48	2	0.96	0.462034	0.924068	
1.4	1	1.4	0.457966	0.457966	
0.5	1	0.5	0.442034	0.442034	
0.52	4	2.08	0.422034	1.688136	
0.56	1	0.56	0.382034	0.382034	
0.6	5	3	0.342034	1.710169	
1.28	1	1.28	0.337966	0.337966	
0.62	1	0.62	0.322034	0.322034	
1.26	1	1.26	0.317966	0.317966	
0.64	2	1.28	0.302034	0.604068	
1.24	1	1.24	0.297966	0.297966	
0.66	1	0.66	0.282034	0.282034	
0.68	1	0.68	0.262034	0.262034	
1.2	1	1.2	0.257966	0.257966	
0.7	1	0.7	0.242034	0.242034	
0.72	1	0.72	0.222034	0.222034	

ตารางผนวก ค-11 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 1 ระบบเดิม (ต่อ)

0.74	1	0.74	0.202034	0.202034	
0.8	2	1.6	0.142034	0.284068	
1.08	1	1.08	0.137966	0.137966	
0.82	1	0.82	0.122034	0.122034	
1.06	3	3.18	0.117966	0.353898	
0.84	1	0.84	0.102034	0.102034	
0.88	2	1.76	0.062034	0.124068	
1	2	2	0.057966	0.115932	
0.9	1	0.9	0.042034	0.042034	
0.98	2	1.96	0.037966	0.075932	
0.92	2	1.84	0.022034	0.044068	
0.96	2	1.92	0.017966	0.035932	
	N=59	M*N=55.58		$\sum x = 29.91$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{55.58}{59} = 0.942$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{29.91}{55.58}\right) \times 100 = 56.98\%$$

ตารางผนวก ค-12 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่2 ระบบเดิม

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
0.9	1	0.9	0.9	0.9	
0.84	2	1.68	0.84	1.68	
0.74	1	0.74	0.74	0.74	
0.7	1	0.7	0.7	0.7	
0.64	1	0.64	0.64	0.64	
0.6	3	1.8	0.6	1.8	
0.56	2	1.12	0.56	1.12	
0.54	3	1.62	0.54	1.62	
0.52	3	1.56	0.52	1.56	
0.5	1	0.5	0.5	0.5	
0.48	5	2.4	0.48	2.4	
0.46	3	1.38	0.46	1.38	
0.44	3	1.32	0.44	1.32	
0.4	3	1.2	0.4	1.2	
0.38	3	1.14	0.38	1.14	
0.36	2	0.72	0.36	0.72	
0.34	3	1.02	0.34	1.02	
0.32	5	1.6	0.32	1.6	
0.3	8	2.4	0.3	2.4	
0.28	1	0.28	0.28	0.28	
0.26	5	1.3	0.26	1.3	
0.24	3	0.72	0.24	0.72	
0.22	1	0.22	0.22	0.22	
0.2	6	1.2	0.2	1.2	
	N=69	M*N=28.16		$\sum x = 9.049$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{28.16}{69} = 0.408$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{9.049}{28.16}\right) \times 100 = 67.86\%$$

ตารางผนวก ค-13 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 3 ระบบเดิม

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
1.1	1	1.1	1.1	1.1	
1.06	1	1.06	1.06	1.06	
1	1	1	1	1	
0.96	1	0.96	0.96	0.96	
0.94	1	0.94	0.94	0.94	
0.92	2	1.84	0.92	1.84	
0.9	2	1.8	0.9	1.8	
0.88	1	0.88	0.88	0.88	
0.86	5	4.3	0.86	4.3	
0.84	1	0.84	0.84	0.84	
0.82	2	1.64	0.82	1.64	
0.8	3	2.4	0.8	2.4	
0.76	3	2.28	0.76	2.28	
0.74	4	2.96	0.74	2.96	
0.72	4	2.88	0.72	2.88	
0.7	6	4.2	0.7	4.2	
0.68	4	2.72	0.68	2.72	
0.66	7	4.62	0.66	4.62	
0.64	5	3.2	0.64	3.2	
0.62	2	1.24	0.62	1.24	
0.6	3	1.8	0.6	1.8	
0.58	2	1.16	0.58	1.16	
0.56	2	1.12	0.56	1.12	

ตารางผนวก ค-13 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 3 ระบบเดิม (ต่อ)

0.54	2	1.08	0.54	1.08	
0.52	3	1.56	0.52	1.56	
0.5	4	2	0.5	2	
0.48	3	1.44	0.48	1.44	
0.46	1	0.46	0.46	0.46	
0.44	2	0.88	0.44	0.88	
0.4	1	0.4	0.4	0.4	
0.34	1	0.34	0.34	0.34	
	N=80	M*N=55.1		$\sum x = 5.814$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{55.1}{80} = 0.689$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{5.814}{55.1}\right) \times 100 = 82.19\%$$

ตารางผนวก ค-14 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 4 ระบบเดิม

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
1.16	1	1.16	1.16	1.16	
1.12	2	2.24	1.12	2.24	
1.1	3	3.3	1.1	3.3	
1.08	1	1.08	1.08	1.08	
1.04	3	3.12	1.04	3.12	
1.02	1	1.02	1.02	1.02	
1	1	1	1	1	
0.98	3	2.94	0.98	2.94	
0.96	1	0.96	0.96	0.96	
0.94	4	3.76	0.94	3.76	
0.92	3	2.76	0.92	2.76	
0.9	6	5.4	0.9	5.4	
0.88	5	4.4	0.88	4.4	

ตารางผนวก ค-14 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 4 ระบบเดิม (ต่อ)

0.86	1	0.86	0.86	0.86	
0.84	4	3.36	0.84	3.36	
0.82	4	3.28	0.82	3.28	
0.8	8	6.4	0.8	6.4	
0.78	1	0.78	0.78	0.78	
0.74	2	0	0.74	0	
0.74		1.48	0.74	1.48	
0.72	2	0	0.72	0	
0.72	6	1.44	0.72	1.44	
0.7	2	4.2	0.7	4.2	
0.68	1	1.36	0.68	1.36	
0.66	1	0.66	0.66	0.66	
0.64	1	0.64	0.64	0.64	
0.62	1	0.62	0.62	0.62	
0.6		0.6	0.6	0.6	
	N=68	M*N=58.82		$\sum x = 7.46$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{58.82}{68} = 0.865$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{7.46}{58.82}\right) \times 100 = 87.3\%$$

ตารางผนวก ค-15 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 5 ระบบเดิม

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
0.64	4	2.56	0.64	2.56	
0.62	5	3.1	0.62	3.1	
0.6	4	2.4	0.6	2.4	
0.56	4	2.24	0.56	2.24	
0.54	4	2.16	0.54	2.16	
0.52	5	2.6	0.52	2.6	
0.5	7	3.5	0.5	3.5	
0.48	7	3.36	0.48	3.36	
0.46	4	1.84	0.46	1.84	
0.44	6	2.64	0.44	2.64	
0.42	6	2.52	0.42	2.52	
0.4	7	2.8	0.4	2.8	
0.38	4	1.52	0.38	1.52	
0.36	4	1.44	0.36	1.44	
0.34	3	1.02	0.34	1.02	
0.32	1	0.32	0.32	0.32	
0.3	1	0.3	0.3	0.3	
0.28	1	0.28	0.28	0.28	
	N=77	M*N=36.6		$\sum x = 5.814$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{36.6}{77} = 0.475$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{5.814}{36.6}\right) \times 100 = 84.11\%$$

ตารางผนวก ค-16 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 1 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
5.6	1	5.6	5.6	5.6	
4.54	1	4.54	4.54	4.54	
2.9	1	2.9	2.9	2.9	
2.68	1	2.68	2.68	2.68	
2.52	1	2.52	2.52	2.52	
2.38	1	2.38	2.38	2.38	
2.32	1	2.32	2.32	2.32	
2.2	1	2.2	2.2	2.2	
2	2	4	2	4	
1.94	1	1.94	1.94	1.94	
1.9	1	1.9	1.9	1.9	
1.74	2	3.48	1.74	3.48	
1.72	1	1.72	1.72	1.72	
1.7	1	1.7	1.7	1.7	
1.64	1	1.64	1.64	1.64	
1.6	2	3.2	1.6	3.2	
1.54	1	1.54	1.54	1.54	
1.52	1	1.52	1.52	1.52	
1.5	1	1.5	1.5	1.5	
1.48	1	1.48	1.48	1.48	
1.44	1	1.44	1.44	1.44	
1.42	2	2.84	1.42	2.84	
1.4	2	2.8	1.4	2.8	
1.38	2	2.76	1.38	2.76	
1.32	1	1.32	1.32	1.32	
1.3	1	1.3	1.3	1.3	
1.24	2	2.48	1.24	2.48	
1.22	2	2.44	1.22	2.44	

ตารางผนวก ค-16 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 1 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1 (ต่อ)

1.14	1	1.14	1.14	1.14	
1.08	1	1.08	1.08	1.08	
1	1	1	1	1	
0.98	2	1.96	0.98	1.96	
0.92	1	0.92	0.92	0.92	
0.9	1	0.9	0.9	0.9	
0.84	1	0.84	0.84	0.84	
0.72	2	1.44	0.72	1.44	
0.68	1	0.7	0.7	0.7	
0.62	1	0.68	0.68	0.68	
0.52	1	0.62	0.62	0.62	
0.44	1	0.52	0.52	0.52	
0.34	1	0.44	0.44	0.44	
0.32	2	0.68	0.34	0.68	
0.3	1	0.32	0.32	0.32	
0.28	3	0.9	0.3	0.9	
0.26	1	0.28	0.28	0.28	
0.7	1	0.26	0.26	0.26	
	N=59	M*N=82.82		$\sum x = 37.086$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{82.82}{59} = 1.404$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{37.086}{82.82}\right) \times 100 = 55.22\%$$

ตารางผนวก ค-17 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 2 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
1.16	1	1.16	1.16	1.16	
1.14	1	1.14	1.14	1.14	
1	1	1	1	1	
0.98	1	0.98	0.98	0.98	
0.96	1	0.96	0.96	0.96	
0.9	2	1.8	0.9	1.8	
0.84	1	0.84	0.84	0.84	
0.8	2	1.6	0.8	1.6	
0.78	1	0.78	0.78	0.78	
0.74	1	0.74	0.74	0.74	
0.72	2	1.44	0.72	1.44	
0.7	1	0.7	0.7	0.7	
0.66	2	1.32	0.66	1.32	
0.64	2	1.28	0.64	1.28	
0.62	1	0.62	0.62	0.62	
0.6	4	2.4	0.6	2.4	
0.56	1	0.56	0.56	0.56	
0.54	1	0.54	0.54	0.54	
0.52	3	1.56	0.52	1.56	
0.5	2	1	0.5	1	
0.48	2	0.96	0.48	0.96	
0.46	1	0.46	0.46	0.46	
0.44	2	0.88	0.44	0.88	
0.42	1	0.42	0.42	0.42	
0.4	5	2	0.4	2	
0.38	3	1.14	0.38	1.14	
0.36	2	0.72	0.36	0.72	
0.32	1	0.32	0.32	0.32	

ตารางผนวก ค-17 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่3 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1**(ต่อ)**

0.3	1	0.3	0.3	0.3	
0.28	1	0.28	0.28	0.28	
0.26	4	1.04	0.26	1.04	
0.24	3	0.72	0.24	0.72	
0.22	2	0.44	0.22	0.44	
0.2	7	1.4	0.2	1.4	
0.06	1	0.06	0.06	0.06	
0.04	1	0.04	0.04	0.04	
0.02	1	0.02	0.02	0.02	
	N=69	M*N=33.62		$\sum x = 14.631$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{33.62}{69} = 0.487$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{14.631}{33.62}\right) \times 100 = 56.48\%$$

ตารางผนวก ค-18 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่3 ระบบเดิมใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
1.12	3	3.36	0.238701	0.716104	
1.1	4	4.4	0.218701	0.874805	
1.08	4	4.32	0.198701	0.794805	
1.06	4	4.24	0.178701	0.714805	
1.04	4	4.16	0.158701	0.634805	
1.02	4	4.08	0.138701	0.554805	
0.98	4	3.92	0.098701	0.394805	
0.96	4	3.84	0.078701	0.314805	
0.94	4	3.76	0.058701	0.234805	
0.92	4	3.68	0.038701	0.154805	

0.88	4	3.52	0.001299	0.005195	
0.86	4	3.44	0.021299	0.085195	
0.84	3	2.52	0.041299	0.123896	
0.82	4	3.28	0.061299	0.245195	
0.8	3	2.4	0.081299	0.243896	
0.78	2	1.56	0.101299	0.202597	
0.76	2	1.52	0.121299	0.242597	
0.74	2	1.48	0.141299	0.282597	
0.72	2	1.44	0.161299	0.322597	
0.7	1	0.7	0.181299	0.181299	
0.68	1	0.68	0.201299	0.201299	
0.66	1	0.66	0.221299	0.221299	
0.64	1	0.64	0.241299	0.241299	
0.62	1	0.62	0.261299	0.261299	
0.6	1	0.6	0.281299	0.281299	
0.58	1	0.58	0.301299	0.301299	
0.56	1	0.56	0.321299	0.321299	
0.54	1	0.54	0.341299	0.341299	
0.48	1	0.48	0.401299	0.401299	
0.46	1	0.46	0.421299	0.421299	
0.42	1	0.42	0.461299	0.461299	
	N=80	M*N=108.26		$\sum x = 41.379$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{108.26}{80} = 1.353$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{41.379}{108.26}\right) \times 100 = 61.78\%$$

ตารางผนวก ค-19 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่ 2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำ ชป.1

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
1.12	3	3.36	0.238701	0.716104	
1.1	4	4.4	0.218701	0.874805	
1.08	4	4.32	0.198701	0.794805	
1.06	4	4.24	0.178701	0.714805	
1.04	4	4.16	0.158701	0.634805	
1.02	4	4.08	0.138701	0.554805	
0.98	4	3.92	0.098701	0.394805	
0.96	4	3.84	0.078701	0.314805	
0.94	4	3.76	0.058701	0.234805	
0.92	4	3.68	0.038701	0.154805	
0.88	4	3.52	0.001299	0.005195	
0.86	4	3.44	0.021299	0.085195	
0.84	3	2.52	0.041299	0.123896	
0.82	4	3.28	0.061299	0.245195	
0.8	3	2.4	0.081299	0.243896	
0.78	2	1.56	0.101299	0.202597	
0.76	2	1.52	0.121299	0.242597	
0.74	2	1.48	0.141299	0.282597	
0.72	2	1.44	0.161299	0.322597	
0.7	1	0.7	0.181299	0.181299	
0.68	1	0.68	0.201299	0.201299	
0.66	1	0.66	0.221299	0.221299	
0.64	1	0.64	0.241299	0.241299	
0.62	1	0.62	0.261299	0.261299	
0.6	1	0.6	0.281299	0.281299	
0.58	1	0.58	0.301299	0.301299	
0.56	1	0.56	0.321299	0.321299	
0.54	1	0.54	0.341299	0.341299	

ตารางผนวก ค-19 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำเดิม**ของเกษตรกร**

0.48	1	0.48	0.401299	0.401299	
0.46	1	0.46	0.421299	0.421299	
0.42	1	0.42	0.461299	0.461299	
	N=77	M*N=67.86		$\sum x = 10.779$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{67.87}{77} = 0.881$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{10.779}{67.86}\right) \times 100 = 84.112\%$$

ตารางผนวก ค-20 การหาค่าการแผ่กระจายของน้ำ (CU) แปลงที่2 ระบบใหม่ใช้หัวจ่ายน้ำเดิม**ของเกษตรกร**

ความลึกน้ำ (ม.ม.)	จำนวนกระป๋อง (ใบ)	ความลึกน้ำรวม (ม.ม.)	ผลต่างจากค่าเฉลี่ย	ผลต่างรวม	หมายเหตุ
1.12	1	1.12	1.12	1.12	
1.1	2	2.2	1.1	2.2	
1.08	1	1.08	1.08	1.08	
1.06	2	2.12	1.06	2.12	
1.04	3	3.12	1.04	3.12	
1.02	3	3.06	1.02	3.06	
0.98	2	1.96	0.98	1.96	
0.96	1	0.96	0.96	0.96	
0.94	3	2.82	0.94	2.82	
0.92	3	2.76	0.92	2.76	
0.88	2	1.76	0.88	1.76	
0.86	3	2.58	0.86	2.58	
0.84	2	1.68	0.84	1.68	
0.82	6	4.92	0.82	4.92	
0.8	3	2.4	0.8	2.4	
0.78	3	2.34	0.78	2.34	

0.76	2	1.52	0.76	1.52	
0.74	2	1.48	0.74	1.48	
0.72	4	2.88	0.72	2.88	
0.7	6	4.2	0.7	4.2	
0.68	4	2.72	0.68	2.72	
0.66	2	1.32	0.66	1.32	
0.64	3	1.92	0.64	1.92	
0.62	1	0.62	0.62	0.62	
0.6	2	1.2	0.6	1.2	
0.56	2	1.12	0.56	1.12	
0.46	1	0.46	0.46	0.46	
0.36	2	0.72	0.36	0.72	
0.32	2	0.64	0.32	0.64	
0.3	2	0.6	0.3	0.6	
0.26	1	0.26	0.26	0.26	
0.24	1	0.24	0.24	0.24	
	N=77	M*N=58.78		$\sum x = 12.166$	

$$\mu = \frac{m \times n}{n} = \frac{58.78}{77} = 0.763$$

$$CU = \left(1 - \frac{\sum x}{m \times n}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{12..166}{58.78}\right) \times 100 = 79.302\%$$

ภาคผนวก ง

การคำนวณการหาความชื้นในดิน

ตารางผนวก ง-1 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่1 กระชาย นางสมศรี สวนแก้ว

เวลาให้น้ำ	ความลึกเซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้ %
0 นาที	10	56.2	52.53	27.36	0.145808502	14.58085022
	20	43.9	42.1	28.27	0.130151844	13.01518438
	30	54.3	52	27.36	0.093344156	9.334415584
2 นาที	10	44	41.56	27.21	0.170034843	17.00348432
	20	34.9	34.1	28.38	0.13986014	13.98601399
	30	42.35	41.03	27.98	0.101149425	10.11494253
4 นาที	10	44.25	41	27.98	0.249615975	24.96159754
	20	51.87	47.9	28.33	0.202861523	20.28615227
	30	50.44	47.63	27.18	0.137408313	13.7408313
8 นาที	10	53.24	46.28	27.21	0.364971159	36.49711589
	20	44.32	40.23	28	0.334423549	33.44235487
	30	51.77	46	28.24	0.324887387	32.48873874
10 นาที	10	47.65	41.8	27.83	0.418754474	41.87544739
	20	51.05	44.52	27.21	0.37723859	37.72385904
	30	45.96	41	28.17	0.38659392	38.65939205
15 นาที	10	52.45	45.34	28.36	0.418727915	41.87279152
	20	46.58	41.57	28.21	0.375	37.5
	30	56.82	49.11	27.81	0.361971831	36.1971831
20 นาที	10	45.25	40.21	28.09	0.415841584	41.58415842
	20	50.12	44.12	28.41	0.381922342	38.19223425
	30	45.54	40.96	28.31	0.362055336	36.2055336

ตารางผนวก ง-2 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่1 กระชาย นางสมศรี สวนแก้ว

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้ %
0 นาที	10	37.2	36.05	27.23	0.130385488	13.03854875
	20	48.4	46.11	27.2	0.121099947	12.10999471
	30	44.6	43	27.29	0.101845958	10.1845958
2 นาที	10	50.6	47.3	27.27	0.164752871	16.47528707
	20	43.5	41.4	28.18	0.158850227	15.88502269
	30	46.3	44.12	27.3	0.12960761	12.960761
4 นาที	10	35.87	34.5	27.9	0.207575758	20.75757576
	20	45.04	42.2	28.05	0.200706714	20.07067138
	30	51.22	48.1	28.06	0.155688623	15.56886228
8 นาที	10	46.75	42.7	28.13	0.277968428	27.79684283
	20	40.03	37.4	28.03	0.280683031	28.06830309
	30	47.32	43.5	28.39	0.252812707	25.28127068
10 นาที	10	44.51	40.34	27.77	0.331742243	33.17422434
	20	46.66	42.43	28.22	0.297677692	29.76776918
	30	51.2	46.01	28.17	0.290919283	29.09192825
15 นาที	10	38.01	35.21	27.79	0.377358491	37.73584906
	20	48.12	43.23	27.95	0.320026178	32.0026178
	30	52.82	46.55	27.21	0.324198552	32.41985522
20 นาที	10	36.49	34.2	28.17	0.379767828	37.97678275
	20	42.6	39.1	28.36	0.325884544	32.58845438
	30	55.4	48.59	28.21	0.334151129	33.41511286

ตารางผนวก ง-3 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่2 ผักกาด นางฉวี สวนแก้ว

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้ %
0 นาที	10	47.83	45.1	27.81	0.157894737	15.78947368
	20	49.12	46.76	28.09	0.126405999	12.64059989
	30	48.97	47	28.41	0.105970952	10.59709521
2 นาที	10	46.23	43.56	28.31	0.175081967	17.50819672
	20	57.98	53	27.23	0.193247963	19.32479627
	30	39.31	37.54	27.2	0.171179884	17.11798839
4 นาที	10	40.17	37.41	27.29	0.272727273	27.27272727
	20	37.84	36.12	27.36	0.196347032	19.6347032
	30	45.39	42.3	28.27	0.220242338	22.02423378
8 นาที	10	35.37	33.35	27.36	0.337228715	33.72287145
	20	41.3	38.2	27.21	0.282074613	28.20746133
	30	47.03	42.72	28.38	0.30055788	30.05578801
10 นาที	10	41.7	38.21	28.17	0.347609562	34.76095618
	20	53.21	47	27.79	0.323269131	32.32691307
	30	47.91	43.11	27.95	0.316622691	31.66226913
15 นาที	10	35.54	33.23	27.21	0.38372093	38.37209302
	20	38.17	35.7	28.21	0.329773031	32.97730307
	30	41.45	38.04	27.81	0.333333333	33.33333333
20 นาที	10	44.85	40.18	28.05	0.384995878	38.4995878
	20	36.81	34.15	28.06	0.356589147	35.65891473
	30	40.64	37.26	28.13	0.3702008105	37.02081051

ตารางผนวก ง-4 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่2 ผักกาด นางฉวี สวนแก้ว

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้, %
0 นาที	10	35.12	34.2	28.03	0.14910859	14.910859
	20	37.86	36.71	28.39	0.138221154	13.82211538
	30	35.67	34.8	27.77	0.123755334	12.37553343
2 นาที	10	47.27	44.31	28.22	0.183965196	18.39651958
	20	45.87	43.35	28.17	0.166007905	16.60079051
	30	41.2	39.25	27.79	0.170157068	17.01570681
4 นาที	10	32.45	31.61	27.95	0.229508197	22.95081967
	20	32.45	31.53	27.21	0.212962963	21.2962963
	30	37.22	35.69	28.17	0.203457447	20.34574468
8 นาที	10	47.45	43.22	28.36	0.284656797	28.46567968
	20	41.56	38.75	28.21	0.266603416	26.66034156
	30	46.23	42.47	27.81	0.256480218	25.64802183
10 นาที	10	50.87	45.34	28.09	0.32057971	32.05797101
	20	53.98	48.3	28.41	0.285570639	28.55706385
	30	53.21	47.88	28.31	0.272355646	27.23556464
15 นาที	10	34.67	32.65	27.23	0.372693727	37.26937269
	20	38.22	35.24	27.2	0.370646766	37.06467662
	30	39.78	36.65	27.29	0.334401709	33.44017094
20 นาที	10	45.23	39.95	27.36	0.419380461	41.93804607
	20	44.14	40.02	28.27	0.350638298	35.06382979
	30	41.79	38	27.36	0.356203008	35.62030075

ตารางผนวก ง-5 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่3 นายวัฒนา กงศี

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง,กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้, %
0 นาที	10	57.92	52.53	27.36	0.214143822	21.4143822
	20	59.7	55.65	28.27	0.147918188	14.79181885
	30	59.44	55.65	27.36	0.133969601	13.39696006
2 นาที	10	41.76	39.1	27.21	0.22371741	22.37174096
	20	59.67	55.58	28.38	0.150367647	15.03676471
	30	47.75	45.3	27.98	0.141454965	14.14549654
4 นาที	10	45.07	41.5	27.98	0.264053254	26.40532544
	20	53.67	49.62	28.33	0.190230155	19.0230155
	30	52.47	48.7	27.18	0.175185874	17.51858736
8 นาที	10	41.68	38.21	27.21	0.315454545	31.54545455
	20	46.68	43.48	28	0.206718346	20.67183463
	30	52.86	48.8	28.24	0.197470817	19.74708171
10 นาที	10	54.97	48.21	27.83	0.331697743	33.16977429
	20	51.86	46.63	27.21	0.26930999	26.93099897
	30	67.85	60.1	28.17	0.242718447	24.27184466
15 นาที	10	49.9	44.4	28.36	0.342892768	34.28927681
	20	46.78	42.8	28.21	0.272789582	27.27895819
	30	67.69	59.2	27.81	0.270468302	27.0468302
20 นาที	10	41.79	38.21	28.09	0.353754941	35.37549407
	20	47.58	43.05	28.41	0.30942623	30.94262295
	30	52.95	47.5	28.31	0.284002084	28.40020844

ตารางผนวก ง-6 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่3 นายวัฒนา กงศี

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง ,กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้, %
	10	38.4	36.81	27.23	0.165970772	16.59707724
	20	49.49	46.8	27.2	0.137244898	13.7244898
0 นาที	30	48.78	46.3	27.29	0.130457654	13.04576539
	10	53.21	48.45	27.27	0.224740321	22.47403211
	20	48.56	45.51	28.18	0.175995384	17.59953837
2 นาที	30	50.48	47.37	27.3	0.154957648	15.49576482
	10	40.49	37.78	27.9	0.274291498	27.4291498
	20	45.07	42.4	28.05	0.186062718	18.60627178
4 นาที	30	54.68	50.65	28.06	0.178397521	17.8397521
	10	47.45	43	28.13	0.299260256	29.92602555
	20	41.66	39.23	28.03	0.216964286	21.69642857
8 นาที	30	47.56	44.32	28.39	0.203389831	20.33898305
	10	44.14	40.02	27.77	0.336326531	33.63265306
	20	49.72	45.82	28.22	0.221590909	22.15909091
10 นาที	30	55.71	50.72	28.17	0.221286031	22.1286031
	10	37.78	35.23	27.79	0.342741935	34.27419355
	20	45.86	42.3	27.95	0.248083624	24.80836237
15 นาที	30	52.96	48.12	27.21	0.231468197	23.1468197
	10	36.2	33.94	28.17	0.391681109	39.16811092
	20	43.11	39.86	28.36	0.282608696	28.26086957
20 นาที	30	56.69	51.11	28.21	0.243668122	24.36681223

ตารางผนวก ง-7 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่4 นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง ,กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้, %
0 นาที	10	45.5	44.1	27.21	0.082889284	8.28892836
	20	43.2	42.12	28.38	0.07860262	7.860262009
	30	37.55	36.95	27.98	0.066889632	6.688963211
2 นาที	10	50.25	47.23	27.98	0.156883117	15.68831169
	20	50.88	48.4	28.06	0.121927237	12.1927237
	30	50.12	48.14	28.13	0.098950525	9.895052474
4 นาที	10	50.56	46.08	28.03	0.248199446	24.8199446
	20	51.77	48.31	28.39	0.173694779	17.36947791
	30	40.33	38.5	27.77	0.17054986	17.05498602
8 นาที	10	33.55	32.2	28.22	0.33919598	33.91959799
	20	34.43	33	28.17	0.296066253	29.60662526
	30	50.1	45.3	27.79	0.274129069	27.41290691
10 นาที	10	41.98	38.4	27.95	0.342583732	34.25837321
	20	41.79	38.67	27.36	0.275862069	27.5862069
	30	40.6	38	28.27	0.2672148	26.72147996
15 นาที	10	45.87	41.1	27.36	0.347161572	34.71615721
	20	46.86	42.21	27.36	0.313131313	31.31313131
	30	41.08	38.1	28.27	0.303153611	30.31536114
20 นาที	10	55.41	48.13	27.36	0.350505537	35.05055368
	20	55.99	49	27.21	0.320789353	32.07893529
	30	57.9	51	28.38	0.305039788	30.50397878

ตารางผนวก ง-8 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่4 นางบุญส่ง วงษ์เลี้ยง

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง ,กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้, %
0 นาที	10	37.55	37.55	27.98	0.066889632	6.688963211
	20	34.64	34.64	27.98	0.053797468	5.379746835
	30	31.98	31.98	28.33	0.051873199	5.187319885
2 นาที	10	50.12	50.12	27.18	0.095510984	9.551098376
	20	51.68	51.68	27.21	0.100269784	10.02697842
	30	50.11	50.11	28	0.078536585	7.853658537
4 นาที	10	40.1	40.1	28.24	0.133843212	13.38432122
	20	45.07	45.07	27.83	0.136453527	13.64535267
	30	44.42	44.42	27.21	0.11103938	11.10393802
8 นาที	10	50.01	50.01	28.17	0.231810491	23.18104907
	20	52.31	52.31	28.36	0.207157258	20.71572581
	30	53.44	53.44	28.21	0.188972667	18.89726673
10 นาที	10	37.21	37.21	27.81	0.26344086	26.34408602
	20	35.24	35.24	28.09	0.230636833	23.0636833
	30	35.21	35.21	28.41	0.216457961	21.64579606
15 นาที	10	41.77	41.77	28.31	0.283126787	28.31267874
	20	42.84	42.84	27.23	0.2568438	25.68438003
	30	42.06	42.06	27.2	0.259322034	25.93220339
20 นาที	10	55.93	55.93	27.29	0.304189435	30.41894353
	20	44.3	44.3	27.27	0.26805659	26.80565897
	30	46.98	46.98	28.18	0.277173913	27.7173913

ตารางผนวก ง-9 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เช้า) แปลงที่5 นางสาวสุลักษณา ยิ้มเชิง

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง ,กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้, %
0 นาที	10	31.1	30.85	28.41	0.102459016	10.24590164
	20	34.75	34.2	28.31	0.093378608	9.337860781
	30	32.7	32.2	27.23	0.100603622	10.06036217
2 นาที	10	31.2	30.66	27.2	0.156069364	15.60693642
	20	32.21	31.6	27.29	0.141531323	14.15313225
	30	33.5	32.7	27.36	0.149812734	14.98127341
4 นาที	10	34.11	32.9	28.27	0.261339093	26.13390929
	20	37.4	35.9	27.36	0.175644028	17.56440281
	30	36.65	35.2	27.21	0.181476846	18.14768461
8 นาที	10	32.3	31.33	28.38	0.328813559	32.88135593
	20	31.34	30.6	27.98	0.282442748	28.24427481
	30	35.6	34	27.98	0.265780731	26.57807309
10 นาที	10	37.6	35.2	28.06	0.336134454	33.61344538
	20	38.11	35.77	28.13	0.306282723	30.62827225
	30	38.15	35.9	28.03	0.285895807	28.58958069
15 นาที	10	30.4	29.85	28.39	0.376712329	37.67123288
	20	32.11	31	27.77	0.343653251	34.36532508
	30	31.8	30.9	28.22	0.335820896	33.58208955
20 นาที	10	33.11	31.67	28.17	0.411428571	41.14285714
	20	33.78	32.11	27.79	0.386574074	38.65740741
	30	32.25	31.1	27.95	0.365079365	36.50793651

ตารางผนวก ง-10 การคำนวณหาความชื้นในดิน (เย็น) แปลงที่5 นางสาวสุลักษณา ยิ้มเชิง

เวลาให้น้ำ	ความลึก ,เซนติเมตร	น.น.ดินเปียก+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.ดินแห้ง+ กระป๋อง ,กรัม	น.น.กระป๋อง ,กรัม	ความชื้นในดินที่ได้	ความชื้นในดินที่ได้, %
0 นาที	10	32.32	31.6	27.21	0.164009112	16.40091116
	20	34.5	33.5	28.38	0.1953125	19.53125
	30	35.76	34.7	28.17	0.162327718	16.23277182
2 นาที	10	34.11	32.78	27.79	0.266533066	26.65330661
	20	38.6	36.5	27.95	0.245614035	24.56140351
	30	40.21	38	27.21	0.204819277	20.48192771
4 นาที	10	42.3	39.12	28.21	0.29147571	29.14757104
	20	56.8	50.55	27.81	0.274846086	27.48460862
	30	37.4	35.5	28.05	0.255033557	25.5033557
8 นาที	10	35.6	33.7	28.06	0.336879433	33.68794326
	20	36.9	34.9	28.13	0.295420975	29.54209749
	30	40.32	37.5	28.03	0.297782471	29.7782471
10 นาที	10	35.11	33.38	28.39	0.346693387	34.66933868
	20	46.4	41.8	27.77	0.327868852	32.78688525
	30	36.1	34.23	28.22	0.311148087	31.11480865
15 นาที	10	45.86	41.24	28.17	0.353481255	35.34812548
	20	46.93	42.15	27.79	0.332869081	33.28690808
	30	44.78	40.68	27.95	0.322073841	32.20738413
20 นาที	10	37.82	34.9	27.21	0.379713914	37.97139142
	20	34.31	32.68	28.17	0.361419069	36.14190687
	30	35.73	33.8	28.36	0.354779412	35.47794118

ภาคผนวก จ
การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช

1.หลักการ

(1) ตัวอย่างดินต้องเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่จะตรวจสอบธาตุอาหารพืช เพื่อให้ได้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของดินในพื้นที่นั้น

(2) อุปกรณ์และภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินต้องสะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ต้องระมัดระวังการปนเปื้อนของปุ๋ย

(3) ตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีความสม่ำเสมอ และขนาดของพื้นที่ไม่ควรเกิน 25 ไร่(ตัวอย่าง 1 ตัวอย่างเป็นตัวแทนของพื้นที่ไม่เกิน 25 ไร่) แต่ถ้าพื้นที่ที่ไม่สม่ำเสมอ สังเกตได้จากการเจริญเติบโตของวัชพืชหรือพืชที่ปลูก พื้นที่มีความลาดเทต่างกัน ประวัติการใช้ที่ดินต่างกัน ปลูกพืชต่างชนิดกัน หรือเคยใช้ปุ๋ยต่างกัน ต้องแบ่งพื้นที่นั้นออกเป็นแปลงย่อยๆ แล้วเก็บตัวอย่างดิน เพื่อให้ได้ตัวแทนของแต่ละแปลงย่อย กล่าวคือ ตัวอย่างดิน 1 ตัวอย่างใช้เป็นตัวแทนของแต่ละแปลงย่อย

(4) การเก็บตัวอย่างดิน ควรเก็บตัวอย่างดินก่อนการปลูกพืช เพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารพืชในดินที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

2. อุปกรณ์และวิธีการ

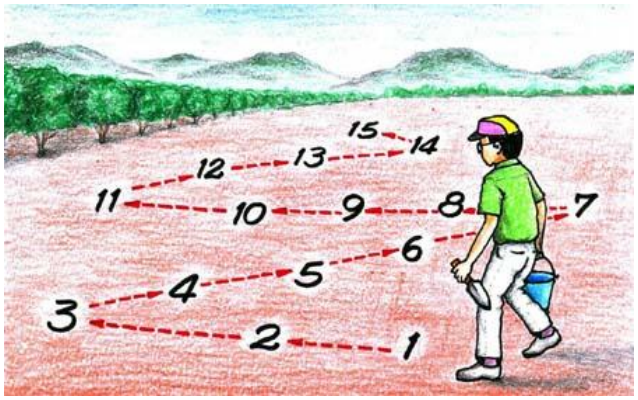
2.1 อุปกรณ์

เสียม, จอบ, พลั่ว, ที่ตักดิน

2.2 วิธีการ

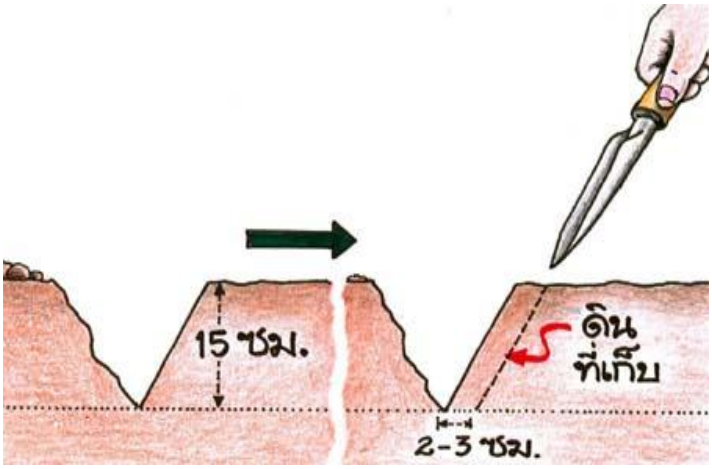
(1) ถ้าขนาดของพื้นที่เกิน 25 ไร่ หรือ พื้นที่ที่มีความไม่สม่ำเสมอให้แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยๆ แล้วกำหนดหมายเลขแปลงย่อยเหล่านั้น

(2) เดินสุ่มเก็บตัวอย่างดิน 15 – 20 จุด ให้ทั่วในแต่ละแปลงย่อย



ภาพผนวก จ-1 เดินสุ่มเก็บตัวอย่างดิน

(3) การเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุด ใช้พลั่วหรือจอบขุดดินเป็นหลุมรูปคมขวาน หรือรูปลิ่ม ในกรณีของพืชไร่ทั่วๆไป เช่น ข้าวโพด ให้มีความลึกประมาณ 15 เซนติเมตร แต่ข้าวใช้ความลึกเพียง 10 เซนติเมตร เพราะมีระบบรากตื้นกว่าข้าวโพด จากนั้นใช้พลั่วแซะดินด้านหนึ่งของหลุมให้ได้ดินเป็นแผ่นหนา 2-3 เซนติเมตร แบ่งดินตามแนวดิ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน จะได้ดินที่มีรูปร่างเหมือนเส้นก๋วยเตี๋ยว 3 เส้น ใช้เฉพาะส่วนกลาง (เส้นกลาง) ซึ่งมีความลึกตั้งแต่ผิวดินลงไปถึงก้นหลุม ตัวอย่างดินที่ได้นับเป็นตัวแทนของดิน 1 จุด แล้วนำตัวอย่างดินใส่รวมกันในกระป๋องพลาสติก สำหรับไม้ผลและไม้ยืนต้น ให้เก็บดินที่บริเวณรัศมีของทรงพุ่มใน 2 ระดับความลึก คือ 0 – 20 ซม. (ดินบน) และ 30 – 50 ซม. (ดินล่าง) โดยแยกตัวอย่างดินบนและดินล่างออกจากกันคนละกระป๋อง และควรวิเคราะห์ใบด้วย



ภาพผนวก จ-2 การเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุด

(4) คลุกเคล้าดินในกระป๋องให้เข้ากันได้ เทลงบนผ้าพลาสติก คลุกเคล้าดินให้เข้ากันอีกครึ่งหนึ่ง ถ้าดินเปียก ตากในที่ร่ม ห้ามตากแดด เพราะจะทำให้ผลการวิเคราะห์ดินคลาดเคลื่อน ย่อยดินให้เป็นก้อนๆ กองดินเป็นรูปฝาชี แบ่งดินออกเป็น 4 ส่วน เก็บดินไว้เพียง ส่วนเดียว ทำซ้ำจนเหลือดินหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม สำหรับใช้ในการวิเคราะห์

ภาพผนวก จ-3 คลุกเคล้าดินในกระป๋องให้เข้ากันได้ แบ่งดินออกเป็น 4 ส่วน

(5) ถ้าดินยังเปียกอยู่ให้ตากในที่ร่มต่อไป แล้วบดให้ละเอียด โดยใช้ขวดแก้วที่สะอาด จากนั้นเก็บใส่ถุง และเขียนหมายเลขกำกับไว้

3. การตรวจสอบปริมาณ เอ็น – พี - เค ในดินแบบรวดเร็ว

การตรวจสอบปริมาณ เอ็น-พี-เคในดินทำได้2วิธี คือวิธีวิเคราะห์อย่างละเอียด ต้องทำในห้องปฏิบัติการ ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีและใช้เวลาหลายวัน ต้องใช้นักวิชาการที่มีความชำนาญและประสบการณ์สูง

อีกวิธีหนึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบแบบรวดเร็ว เป็นวิธีทางเคมีเหมือนกับวิธีแรก แต่ถูกดัดแปลงให้ทำได้ง่ายและรวดเร็ว ค่าใช้จ่ายน้อย ใช้เวลาเพียงไม่กี่นาที และเกษตรกรรมสามารถตรวจสอบได้ด้วยตนเอง ผลที่วัดได้จึงเป็นค่าโดยประมาณ แต่มีความถูกต้องเพียงพอสำหรับใช้ในการให้คำแนะนำปุ๋ย

<u>1.การสกัด (การละลาย) ธาตุอาหารพืชในดิน</u>

ตวงตัวอย่างดิน โดยใช้ช้อนตวงที่ให้ไว้ เคาะเบาๆ กับฝ่ามือ 3ครั้งให้ดินยุบตัว ใช้แผ่นเหล็กปาดดินส่วนที่เกินออกแล้วใส่ดินลงในขวดพลาสติก เติมน้ำยาสกัดเบอร์ 1 ลงไป 20 มล.ให้เทน้ำยาสกัดลงในถ้วยพลาสติกก่อน แล้วจึงเทลงในกระบอกตวง ปิดฝาขวด เขย่าให้ดินทำปฏิกิริยากับน้ำสกัดประมาณ 5 นาที กรองสารละลายดินโดยใช้กระดาษกรองที่เตรียมไว้ จากนั้นนำสิ่งที่กรองได้ไปตรวจสอบปริมาณ เอ็น -พี-เค ในดินต่อไป

ภาพผนวก จ-4 การสกัด (การละลาย) ธาตุอาหารพืชในดิน

ข้อควรระวัง : เนื่องจากธาตุไนโตรเจนที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ในดินนาแ ละดินไร่อยู่ในรูปที่แตกต่างกัน ถ้าเป็นดินนา ให้วิเคราะห์ “เอ็น” ที่อยู่ในรูปของ**แอมโมเนียม** ส่วนดินไร่ให้วิเคราะห์ “เอ็น” ที่อยู่ในรูป **ไนเตรต**

2. การตรวจสอบ เอ็น-พี-เค ในสารละลายดิน

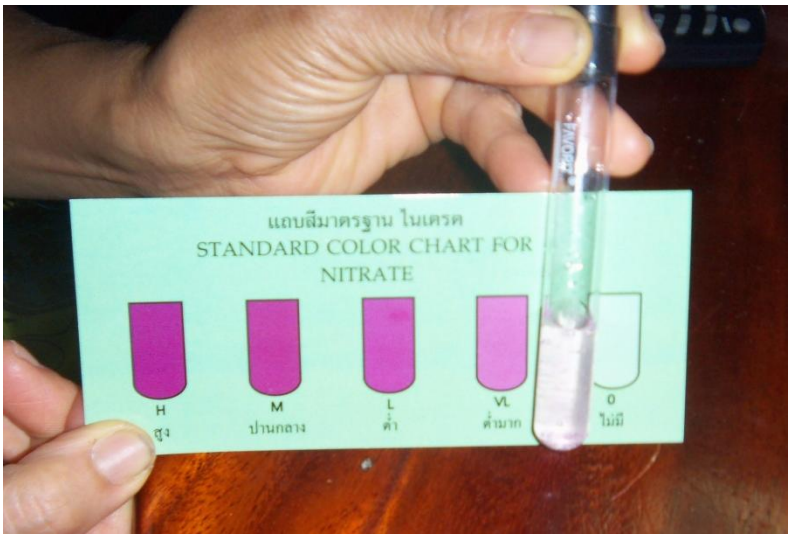
2.1 แอมโมเนียม

- ดูดน้ำที่กรองได้จากขวดรองรับ 2.5 มล.ใส่ลงในหลอดแก้ว
- เติมผงเบอร์ 2 หนึ่งช้อนเล็ก
- เติมน้ำยาเบอร์ 3 ลงไป 5 หยด
- ปิดฝาหลอดแก้วด้วยจุกยาง
- เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 5 นาที
- อ่านค่า “แอมโมเนียม” โดยเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน
  - โดยถ้าเกิดโทนสีฟ้า ใช้ “แถบสีแผ่นที่ 1”
  - แต่ถ้าเกิดโทนสีเขียว ใช้ “แถบสีแผ่นที่ 2”

2.2 ไนเตรต

- ดูดน้ำที่กรองได้จากขวดรองรับ 2.5 มล.ใส่ลงในหลอดแก้ว
- เติมน้ำยาเบอร์ 4 ลงไป 0.5 มล เติมผงเบอร์ 5 หนึ่งช้อนเล็ก ปิดฝาหลอดแก้วด้วยจุกยาง

- เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 5 นาที อ่านค่า “ไนเตรต” โดยเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน



ภาพผนวก จ-5 การวัดค่าไนเตรต

2.3 ฟอสฟอรัส

- ดูดน้ำที่กรองได้จากขวดรองรับ 2.5 มล.ใส่ลงในหลอดแก้ว เติมน้ำยาเบอร์ 6 ลงไป 0. 5 มล.

- เติมผงเบอร์ 7 ครึ่งช้อนเล็ก ปิดฝาหลอดแก้วด้วยจุกยาง เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 5 นาที

- อ่านค่า “ฟอสฟอรัส” โดยเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐาน

ภาพผนวก จ-6 การวัดค่าฟอสฟอรัส

2.4 โพแทสเซียม

ก่อนตรวจสอบปริมาณโพแทสเซียม ต้องเตรียม “น้ำยาเบอร์ 9 ” ก่อน โดยดูดน้ำกรองจากขวดที่ให้ไว้ 3 มล. ใส่ลงในขวดเบอร์ 9 ที่มีผงเคมีบรรจุอยู่เขย่าให้เข้ากัน 5 นาที จนผงเคมีละลายหมด จะได้สารละลายสีน้ำตาลส้ม เมื่อใช้แล้ว เก็บในตู้เย็นช่องธรรมดาจะอยู่ได้ถึง 3 เดือน หากเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องปกติจะอยู่ได้เพียง 7 วัน ผงเคมีในขวดที่ยังไม่ได้ผสมน้ำ เก็บไว้ใช้ได้ตลอดไป

- ดูดน้ำที่กรอง ได้จากขวดรองรับ 0.8 มล. ใส่ลงในหลอดแก้ว
- เติมน้ำยาเบอร์ 8 ลงไป 2.0 มล. (ห้ามเขย่า)
- เติมน้ำยาเบอร์ 9A ลงไป 1 หยด (ห้ามเขย่า)
- เติมน้ำยาเบอร์ 9 ลงไป 2 หยด (ห้ามเกิน)
- ปิดฝาหลอดแก้วด้วยจุกยาง
- เขย่าให้เข้ากัน แล้วอ่านค่า “โพแทสเซียม” ทันที

- ถ้ามี “ตะกอน” อ่านว่า “เค” สูง
- ถ้ามี “ฝ้าขาว” อ่านว่า “เค” ปานกลาง
- ถ้าไม่มีทั้ง “ตะกอน” และ “ฝ้าขาว” อ่านว่า “เค” ต่ำ

ภาพผนวก จ-7 การวัดค่าโพแทสเซียม

3. ข้อควรระวัง

(1) น้ำยาและสารเคมีส่วนใหญ่ที่ใช้วิเคราะห์ดินมีทั้งที่เป็นกรดและด่างต้องระวังอย่าให้ถูกผิวหนัง กระเด็นเข้าตา หรือสูดดมไอระเหยโดยตรง ถ้ามีปัญหาเกิดขึ้น ให้ล้างน้ำสะอาดทันที หลังจากใช้งานแล้ว ปิดฝาขวดน้ำยาและสารเคมีให้แน่น ล้างอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยน้ำสบู่อ่อนๆ และน้ำ สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วเก็บเข้ากล่อง ควรเก็บชุดตรวจสอบฯ ในที่ร่ม แห้งและพ้นมือเด็ก

(2) ควรทำการวิเคราะห์ดินพร้อมกันหลายๆ ตัวอย่าง (20-25 ตัวอย่าง) เพราะน้ำยาเบอร์ 9 เก็บไว้ได้ไม่นาน (เสื่อมง่าย) และต้องล้างหลอดดูด (เข็มฉีดยา) ด้วยน้ำสะอาดทุกครั้งก่อนนำ ไปใช้ดูดน้ำที่กรองได้จากขวดรองรับของตัวอย่างใหม่

(3) วิธีการวัดปริมาตรน้ำยาสกัดด้วยกระบอกตวง หรือวัดปริมาตรน้ำที่กรองได้จากขวดรองรับด้วยหลอดดูด (เข็มฉีดยา) ให้ยกกระบอกตวงหรือหลอดดูดมาอยู่ในระดับสายตา แล้วจึงปรับปริมาตรให้ระดับผิวน้ำส่วนที่เว้าต่ำสุดมาอยู่ตรงกับขีดปริมาตรที่ต้องการ นอกจากนี้ ต้องใช้หลอดดูดขนาด 3 มล. สำหรับ “เอ็น” และ“พี” ส่วน “เค” ใช้หลอดดูดขนาด 1 มล.

(4) การอ่านค่า “เอ็น” และ “พี” จากแผ่นสีมาตรฐาน ในกรณีสีของสารละลายอยู่ระหว่าง 2 ระดับสี ให้อ่านค่าระดับสีที่ต่ำกว่าเสมอ เช่น ถ้าอยู่ระหว่างระดับสี “ต่ำ” กับ “ปานกลาง” ให้อ่านว่า “ต่ำ” หรือถ้าอยู่ระหว่าง “ปานกลาง” กับ “สูง” ให้อ่านว่า “ปานกลาง” เพื่อให้ได้คำแนะนำปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอกับความต้องการของพืช

(5) การอ่านค่าปริมาณธาตุโพแทสเซียม ถ้า “ตกตะกอน” แสดงว่ามี “เค” สูง ซึ่งดูได้ง่าย แต่ถ้าสารละลายเป็น “ฝ้าขาว” อาจดูค่อนข้างยาก แนะนำให้ทาบหลอดแก้วบนกระดาษสีขาวที่มี “ตัวหนังสือ” อยู่ด้วย แล้วอ่านตัวหนังสือนั้นผ่านหลอดแก้วในส่วนที่มีสารละลาย ถ้ามองเห็นตัวหนังสือไม่ชัดเจนหรือพล่ามัว แสดงว่าสารละลายเป็น “ฝ้าขาว” อ่านค่า “เค” ปานกลาง

(6) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ค่าวิเคราะห์ดินที่ได้จากชุดตรวจสอบฯ มีความถูกต้องเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น ถึงแม้ว่าการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการจะได้ค่าวิเคราะห์ที่ละเอียดกว่า แต่ต้องนำค่าวิเคราะห์ดินเหล่านั้นมาใช้กับฐานข้อมูลคำแนะนำปุ๋ยอันเดียวกัน จึงได้คำแนะนำปุ๋ยเหมือนกัน แต่การใช้ชุดตรวจสอบฯ ประหยัดและรวดเร็วกว่าหลายเท่าตัว

ตารางผนวก จ-1 ค่าสหสัมพันธ์ของแอมโมเนียม ไนเตรต ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ระหว่างการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการกับการใช้ชุดตรวจสอบฯ

	ดินกรด			ดินด่าง	
	ทราย	ร่วน	เหนียว	ทราย	เหนียว
แอมโมเนียม					
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	0.96**	0.87**	0.54**	0.94**	0.79**
จำนวนตัวอย่างดิน	51	55	138	8	33
ไนเทรต					
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	0.99**	0.98**	0.80**	0.93**	0.86**
จำนวนตัวอย่างดิน	51	55	138	8	33
ฟอสฟอรัส					
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	0.77**	0.54**	0.48**	0.83**	0.50**
จำนวนตัวอย่างดิน	51	55	138	8	33
โพแทสเซียม					
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	0.75**	0.60**	0.73**	0.67**	0.89**
จำนวนตัวอย่างดิน	51	55	138	8	33

<u>การตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของดิน</u>

สภาพความเป็นกรด -ด่างของดินนิยมแสดงด้วยค่าพีเอช (pH) มีค่าอยู่ระหว่าง 1-14 โดยมีค่ากึ่งกลางอยู่ที่ 7 ซึ่งบอกถึงความเป็นกลาง ค่าพีเอชยิ่งต่ำกว่า 7 มากเท่าไหร่ ความเป็นกรดยิ่งรุนแรง ส่วนค่าพีเอชสูงกว่า 7 บอกสภาพความเป็นด่าง ความเป็นกรด-ด่างของดินเกี่ยวข้องกับระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน เช่น ในดินที่มีค่าพีเอชต่ำ กว่า 5.5 หรือสูงกว่า 8.5 พืชอาจแสดงอาการขาดแคลเซียมและแมกนีเซียม รวมทั้งโพแทสเซียม หรือในดินที่ค่าพีเอชต่ำกว่า 5.0 เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตลงไปพืชอาจใช้ประโยชน์ได้เพียงร้อยละ 10 ของส่วนที่ควรเป็นประโยชน์ต่อพืช ฟอส เฟตในดินจะถูกตรึงน้อยที่สุดระดับพีเอช 6-7 นอกจากนี้ ความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุในดินก็ขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่างของดินอย่างมาก

-ใส่ดินลงหลุมพลาสติก ประมาณครึ่งหลุม โดยใช้ช้อนตักดิน

- หยดน้ำยาเบอร์ 10 ลงไป จนดินอิ่มตัวด้วยน้ำยา แล้วเพิ่มน้ำยาอีก 2 หยด

- เอียงหลุมพลาสติกไปมา เพื่อให้น้ำยา าทำปฏิกิริยากับดินอย่างทั่วถึง ถ้าดินเหนียว ดินจะเกาะกันเป็นก้อนให้ใช้ปลายช้อนเขี่ยเบาๆ ระวัง! อย่าให้น้ำยาขุ่น

-ทิ้งไว้ 1 นาที เปรียบเทียบสีของน้ำยาที่บริเวณขอบหลุมกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน

ภาพผนวก จ-8การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ดินที่เป็นกรดรุนแรง (pH 4.0-5.0) แนะนำให้แก้ไขด้วยการใช้ปูน เช่น หินปูนบดละเอียด ปูนมาร์ล ปูนโดโลไมต์ เปลือกหอยเผา และปูนขาว ปริมาณหินปูน ($CaCO_3$) บดละเอียดที่แนะนำให้ใช้การแก้ไขความเป็นกรดของดิน เพื่อยกระดับพีเอชให้ได้ 7.0

ตารางผนวก จ-2 ปูนที่ใช้แก้ความเป็นกรด

ค่าพีเอชเดิม (pH)	หินปูนบดละเอียด (กก.ต่อไร่)			
	ดินทราย	ดินร่วน ร่วนปนทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว ร่วนเหนียว
5.0	200	300	400	500
4.5	700	800	1,000	1,100
4.0	1,100	1,300	1,800	2,100
3.5	1,600	2,000	2,500	3,000

<u>หมายเหตุ</u> : ปูนที่ใช้แก้ความเป็นกรดมีหลายชนิด ถ้าไม่ใช้หินปูนบดละเอียด ให้ใช้ค่าต่อไปนี้ในการคำนวณปริมาณปูนชนิดที่ต้องการนำมาใช้แทน

1.ปูนขาว ($Ca(OH_2)$) = ตัวเลขในตาราง x0.74 กก./ไร่

2.หินปูนเผา (CaO) หรือเปลือกหอยเผา = ตัวเลขในตาราง x0.56 กก./ไร่

3.ปูนโดโลไมต์ ($CaMg(CO_3)_2$) = ตัวเลขในตาราง x0.92 กก./ไร่

4.ปูนมาร์ล = ตัวเลขในตาราง x1.25 กก./ไร่

ตารางผนวก จ-3 ผลการตรวจสอบปริมาณ เอ็น-พี-เค ในดินแของแปลงทดลอง

	การตรวจสอบปริมาณ เอ็น-พี-เค ในดินแบบรวดเร็ว		
แปลงที่ทดสอบ	เอ็น(ไนเตรต)	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
แปลงที่ 1	ต่ำมาก	ต่ำ L	ต่ำ
แปลงที่ 2	ต่ำมาก	สูงมาก VH	สูง
แปลงที่ 3	ต่ำมาก	สูงมาก VH	ต่ำ
แปลงที่ 4	ต่ำมาก	ต่ำมาก	ปานกลาง
แปลงที่ 5	ไม่มี	สูงมาก	ปานกลาง

จากตารางที่ พบว่าปริมาณ เอ็น-พี-เค ของแปลงที่ทดสอบทั้ง 5 แปลง มีการขาดธาตุอาหารหลักบางตัวหรือมีจำนวนน้อยจนเกินไป เนื่องมาจาก การสูญเสียธาตุอาหารหลักในดินจากพืชที่เก็บเกี่ยวไป หรือจากการถูกชะล้างธาตุอาหารออกไปจากบริเวณรากพืช โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่ละลายน้ำง่ายมาก หากมีการสะสมของน้ำระหว่างรากพืชเนื่องจากการให้น้ำนานจนเกินไป ก้อส่งผลให้ ธาตุอาหารหลักไนโตรเจนมีค่าน้อยลงตามตารางข้าง

เอกสารอ้างอิง

ชนิดา บุญทอง,วีณา แก้วก่องมา.2547.การประเมินสภาพระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ของ
เกษตรผู้ปลูกผัก.โครงงานวิศวกรรมชลประทาน,นครปฐม.128 หน้า

บุญมา ป้านประดิษฐ์.2546.หลักการชลประทาน ทฤษฎีและการประยุกต์ ภาควิชาวิศวกรรม
ชลประทานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม
.69 หน้า

บุญรอด ต่วนชัย .2548.การศึกษาระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกลอร์ สำหรับการปลูกข้าวล้ม
ตอซัง.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,นครปฐม. น.1- 46 .

มนตรี ค้ำชู .2543.วิศวกรรมชลประทานแบบฉีดฝอย.ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม . 85 หน้า

วิบูรณ์ บุญยธโรกุล.2526.หลักชลประทาน.ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร .274 หน้า