โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 17/2555

การออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่

Design and Installing of Constant-Water-Table Type Lysimeter

โดย

นายนิวัฒน์ บุญครอบ

นางสาวสุจิตรา ตุลยานนท์

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

กำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2555

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง การออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่

Design and Installing of Constant-Water-Table Type Lysimeter

นามผู้ทำโครงการ นายนิวัฒน์ บุญครอบ

นางสาวสุจิตรา ตุลยานนท์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

.....

(ผศ.ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย)

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

กรรมการ

.....

(ผศ.ดร.พงศธร โสภาพันธุ์)

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

หัวหน้าภาควิชา

.....

(ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

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

บทคัดย่อ

เรื่อง : การออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่

จัดทำโดย : นายนิวัฒน์ บุญครอบ

นางสาวสุจิตรา ตุลยานนท์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ .....

(ผศ.ดร. เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย)

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

โครงงานวิศวกรรมนี้เป็นการออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ ถังวัดการใช้น้ำของพืชนิดนี้เป็นระบบที่ให้น้ำแก่พืชทางใต้ผิวดิน มีการควบคุมระดับน้ำใต้ดินให้คงที่ในโซนต่ำกว่าเขตรากพืช โดยใช้ระบบวาล์วลูกลอย ระบบจะเปิดจ่ายน้ำเมื่อระดับน้ำใต้ดินลดลงจากการใช้ของพืช ปริมาณน้ำที่พืชใช้คำนวณได้จากปริมาตรน้ำที่ลดลงในถังจ่ายน้ำ โครงงานนี้ได้ทำการติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบใต้ดินคงที่ ณ แปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบใต้ดินคงที่ดัดแปลงจากถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบายที่มีอยู่เดิม เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของถังได้ทำการปลูกแตงกวาและวัดปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ค่าการใช้น้ำของพืชจากถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่จากถังทั้ง 2 ใบ มีแนวโน้มการใช้น้ำไปในทางเดียวกัน จากนั้นเปรียบเทียบค่าการใช้น้ำของพืชกับถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบายน้ำ พบว่าค่าที่วัดออกมาได้นั้นมีค่าที่ค่อนข้างต่างกันแต่ก็มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน จากทฤษฎีพบว่าถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่จะให้ค่าที่มีความละเอียด ถูกต้องแม่นยำกว่าถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบาย ดังนั้น ค่าที่วัดได้จากถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่จึงเป็นค่าที่มีความน่าเชื่อถือกว่าถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบาย

ABSTRACT

Title : Design and Installing of Constant-Water-Table Type Lysimeter

By : Mr. Niwat Boonkhrob

Miss Sujitra Tulyanon

Project Advisor : .....

(Assist.Prof.Dr. Ekasit Kositsakulchai)

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

The objectives of this senior project is to design and to install the constant-water-table lysimeter. This type of lysimeter supply water to plant from subsurface. Constant water table below root zone is controlled by floating valve. The storage tanks release water to lysimeters when water tables decrease from crop consumptions. The crop consumptive use of water on volume basis can be calculated from the measured water level in stroge tanks. The new constant-water-table-type lysimeters were installed at the Experimental Plot of Irrigation Engineering Department. The new constant-water-table-type lysimeters were modified from the existing percolation type lysimeters. In order to test the performance of the new lysimeters, cucumber were cultivated and its water use was measured. The crop consumptive use of water from both constant-water-table-type lysimeters had similar tendency. From the comparison between constant-water-table-type lysimeter and percolation-type lysimeter, it was found that the measured results were slightly different but had similar tendency. Theoretically, the constant-water-table-type lysimeter is more accurate than the percolation-type lysimeter. Therefore, the measurements of crop comsumptive use of water from constant-water-table-type lysimeter seems more reliable than those from percolation-type lysimeter.

คำนิยม

โครงงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย ประธานกรรมการที่ปรึกษา และ ผศ.ดร.พงศธร โสภาพันธุ์ กรรมการที่ปรึกษา รวมทั้งท่านอาจารย์บุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมชลประทานและอีกหลายท่านที่ให้คำปรึกษาและคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆในการทำโครงงานตลอดมา ทั้งในการออกแบบและวิธีการดำเนินการ ทำให้การทำโครงงานวิศวกรรมนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่านที่ได้มอบวิชาความรู้ต่างๆให้แก่ข้าพเจ้าจนทำโครงงานวิศวกรรมนี้สำเร็จลุล่วงและประสบความสำเร็จในการศึกษา

นายนิวัฒน์ บุญครอบ

นางสาวสุจิตรา ตุลยานนท์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(ก)
Abstract		(ข)
คำนิยม		(ค)
สารบัญ		(ง)
สารบัญตาราง		(ฉ)
สารบัญภาพ		(ช)
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2	การตรวจเอกสาร	2
	2.1 ประวัติ Lysimeter	2
	2.2 นิยาม	2
	2.3 การใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration)	3
	2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช	3
	2.5 การตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช	4
	2.6 Lysimeter	6
	2.7 ประโยชน์ของ Lysimeter	10
	2.8 ประเภทของถังวัดการใช้น้ำของพืช	11
บทที่ 3	อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
	3.1 สถานที่ตั้ง	16
	3.2 วัสดุและอุปกรณ์	17
	3.3 วิธีดำเนินการ	19
บทที่ 4	ผลและวิจารณ์	24
	4.1 ผลการออกแบบและขั้นตอนการติดตั้ง	24
	4.2 รายการวัสดุ	30
	4.3 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา	31
	4.4 วิจารณ์ผล	39

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	สรุปและข้อเสนอแนะ	44
	5.1 สรุปผลการทดลอง	44
	5.2 ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารอ้างอิง		45
ภาคผนวก ก		46
ภาคผนวก ข		48
ภาคผนวก ค		57

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	รายการประเมินราคาวัสดุก่อสร้าง	30
ตารางที่ 2	ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 1	31
ตารางที่ 3	ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 2	35
ตารางที่ 4	ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ของ การปลูกครั้งที่ 1	41
ตารางที่ 5	ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ของ การปลูกครั้งที่ 2	42
ตารางผนวกที่ 1	สรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 1 จากถาดวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบาย ถังที่ 3	49
ตารางผนวกที่ 2	สรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 1 จากถาดวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบาย ถังที่ 4	51
ตารางผนวกที่ 3	สรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 2 จากถาดวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบาย ถังที่ 3	53
ตารางผนวกที่ 4	สรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 2 จากถาดวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบาย ถังที่ 4	55
ตารางผนวกที่ 5	ค่าระดับที่ลดลงในถังจ่ายน้ำกับปริมาณน้ำ	58

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่	13
ภาพที่ 2	แปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน	16
ภาพที่ 3	ตำแหน่งถังLysimeter	16
ภาพที่ 4	ถังขนาด 80 ลิตร	17
ภาพที่ 5	แกลลอนขนาด 20 ลิตร	17
ภาพที่ 6	ท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว	17
ภาพที่ 7	สายยาง ขนาด 3/8 นิ้ว	17
ภาพที่ 8	สายยาง ขนาด 1/2 นิ้ว	17
ภาพที่ 9	สายยาง ขนาด 1 นิ้ว	17
ภาพที่ 10	เทปวัดระดับ	18
ภาพที่ 11	ชุดลูกลอย	18
ภาพที่ 12	ข้องอ 90° ขนาด 1 นิ้ว	18
ภาพที่ 13	ข้องอ 90° ขนาด 1/2 นิ้ว	18
ภาพที่ 14	ลดเหลี่ยม 1 -1 1/2 นิ้ว	18
ภาพที่ 15	เหล็กฉาก	18
ภาพที่ 16	ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว	19
ภาพที่ 17	ใช้ Auger เจาะดิน	19
ภาพที่ 18	เจาะท่อให้เป็นรูพรุน	19
ภาพที่ 19	ติดสายยาง เพื่อวัดระดับน้ำ	20
ภาพที่ 20	ติดเทปวัดระดับ เพื่ออ่านระดับน้ำ	20
ภาพที่ 21	เปิดปากแกลลอนและเจาะรูด้านข้าง	20
ภาพที่ 22	เจาะรูบริเวณก้นแกลลอน	20
ภาพที่ 23	ติดตั้งลูกลอย	21
ภาพที่ 24	การต่อท่อPVC 1นิ้วจากถังจ่ายน้ำ	21
ภาพที่ 25	ทำการถ่ายระดับ	21
ภาพที่ 26	ติดตั้งถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน	21
ภาพที่ 27	ต่อสายยาง 1 นิ้วจากถังควบคุมระดับ	22
ภาพที่ 28	ต่อสายยาง1นิ้วเข้ากับท่อ 2 นิ้ว	22

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 29	เมล็ดแตงกวาพันธุ์ลูกผสม	22
ภาพที่ 30	การเตรียมแปลงปลูกพืช	22
ภาพที่ 31	แตงกวาที่ปลูกบริเวณทดลอง	23
ภาพที่ 32	การอ่านค่าการใช้น้ำ	23
ภาพที่ 33	บริเวณที่ติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่	24
ภาพที่ 34	ถังจ่ายน้ำเมื่อทำการติดตั้งเสร็จแล้ว	24
ภาพที่ 35	ถังควบคุมระดับน้ำใต้ดินเมื่อทำการติดตั้งเสร็จแล้ว	24
ภาพที่ 36	ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ถังที่ 1 การปลูกครั้งที่ 1 (23 พ.ย. 2555 ถึง 20 ม.ค. 2556)	34
ภาพที่ 37	ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ถังที่ 2 การปลูกครั้งที่ 1 (23 พ.ย. 2555 ถึง 20 ม.ค. 2556)	34
ภาพที่ 38	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ถังที่ 1 การปลูกครั้งที่ 2 (27 ม.ค. 2556 ถึง 17 มี.ค. 2556)	38
ภาพที่ 39	กราฟแสดงปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ถังที่ 2 การปลูกครั้งที่ 2 (27 ม.ค. 2556 ถึง 17 มี.ค. 2556)	38
ภาพที่ 40	เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายวันถังที่ 1 กับ ถังที่ 2	40
ภาพที่ 41	เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายวันถังที่ 1 กับ ถังที่	40
ภาพที่ 42	เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายสัปดาห์ถังที่ 1 กับ ถังที่ 2	41
ภาพที่ 43	เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายสัปดาห์ถังที่ 1 กับ ถังที่ 2	41
ภาพที่ 44	เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ระหว่างถังที่ 1,2,3 และ 4 ในการปลูกครั้งที่ 1	43
ภาพที่ 45	เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ระหว่างถังที่ 1,2,3 และ 4 ในการปลูกครั้งที่ 2	43
ภาพที่ 46	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ลดลงในถังจ่ายน้ำที่ค่าเริ่มต้น 40 ซม. กับปริมาณน้ำที่หายไป	59

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหา

เนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ซึ่งในปัจจุบันมีหลายพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรง ซึ่งเหตุผลหนึ่งคือการบริหารจัดการน้ำที่ยังไม่มีคุณภาพที่ดีพอ ในด้านเกษตรกรรม หลายพื้นที่มีการส่งน้ำมาเกินความต้องการของผู้ใช้น้ำทำให้มีปริมาณน้ำที่ส่งเกินความต้องการสูญเสียไปเป็นจำนวนมาก และไม่ตรงตามความต้องการน้ำของพืชที่เกษตรกรปลูก ดังนั้นเราจึงต้องทำการออกแบบถังวัดการใช้น้ำของพืช เพื่อให้ทราบถึงความต้องการน้ำของพืชในพื้นที่นั้นๆ เพื่อที่จะได้ส่งน้ำได้ตรงตามความต้องการ ถังวัดการใช้น้ำของพืชที่เราจะออกแบบและติดตั้งนั้นคือถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบใต้ดินคงที่โดยจะเป็นการวัดการใช้น้ำเชิงปริมาตรซึ่งเป็นวิธีที่ให้ความละเอียดถูกต้องดี ซึ่งในปัจจุบันถังวัดการใช้น้ำของพืชยังไม่มีแบบมาตรฐานเป็นที่แน่นอนและการอ่านค่าการใช้น้ำของพืชนั้นยังทำได้ยาก ซึ่งหากผู้ที่ทำการอ่านค่านั้นไม่มีความชำนาญหรือมีความรู้ไม่เพียงพอจะทำให้อ่านค่าคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ ที่เราได้ออกแบบจะช่วยทำให้การอ่านปริมาณการใช้น้ำของพืชมีความถูกต้องและง่ายขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. ออกแบบถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ เพื่อนำไปใช้วัดปริมาณการใช้น้ำของพืชให้มีความละเอียดถูกต้องมากขึ้น

2. ติดตั้งและทดสอบใช้ถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ได้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- ออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่
- ใช้ Constant Water Table Type Lysimeter
- เปรียบเทียบผลของ Constant Water Table Type Lysimeter กับ Percolation Type Lysimeter
- พืชที่ใช้ทำการทดสอบ คือ แตงกวา

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ประวัติ Lysimeter

ประวัติของ lysimeter ครอบคลุมช่วงเวลาร่วม 300 ปี ในช่วงเวลากว่า 300 ปีได้มีการเปลี่ยนแปลงในการพัฒนาของ lysimeter เป็น 2 แบบพื้นฐาน คือ weighing lysimeter และ non – weighting lysimeter บางทีเรียก non – weighting ว่า “volumetric”,” drainage” หรือ “compensation” lysimeter สิ่งเหล่านี้จัดทำขึ้นเพื่อหาน้ำส่วนเกินที่ได้จากฝนธรรมชาติ จากการชลประทานจากระดับน้ำใต้ดิน (water table) หรือจากการรวมกันของสิ่งเหล่านี้ weighting lysimeter มีความเกี่ยวข้องต่อน้ำหนักเป็นสำคัญ และมีผลต่อการออกแบบโดยจะเป็นพื้นฐานของ mechanical weighting ด้วยความหลากหลายของมาตราส่วนและความสมดุลหรือใน electronic weighting ด้วยเครื่องมือวัดหน่วยแรงดึง หรือทั้ง 2 แบบ หรือระบบ hydraulic weighting ระบบนี้มี 2 แบบ คือ

1) Hydraulic lysimeter คือประมาณค่าจากการเปลี่ยนแปลงใน Hydraulic Load Cells Pressure

2) Floating lysimeter คือการประมาณค่าจากการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการยกตัวหรือลอยตัว ทุกแบบที่กล่าวมาจะมีความแตกต่างกันดังจะยกตัวอย่างและให้รายละเอียดต่อไป

2.2 นิยาม

Lysimeter มาจากภาษากรีกที่ว่า “lysis” และ “metron” ซึ่งหมายความว่าการจางหายไปและเครื่องวัดตามลำดับ ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะใช้วางแผนสำหรับการศึกษาเรื่องอัตราจำนวนและองค์ประกอบของการซึมผ่านของน้ำ นิยามให้ไว้เป็น “อุปกรณ์หรือแผนการซึ่งบรรจุดินและได้รับฝนธรรมชาติหรือน้ำชลประทาน และเป็นการจัดเตรียมเพื่อการสะสมและวัดการไหลซึม” การไหลซึมเป็นขั้นตอนสำคัญของวงจร hydraulic รับเอาน้ำผิวดินและปล่อยสู่ลำน้ำสำหรับ lysimeter ประกอบด้วย “ดิน 1 block, การเพาะปลูก, ถัง container ที่เหมาะสมและแสดงถึงธรรมชาติรอบๆเพื่อหาค่าบางค่าของสมการ hydrologic เมื่อทราบค่าอื่นๆ

ปัจจุบันการศึกษาการใช้ประโยชน์ของ lysimeter ในทุ่งนา และการใช้น้ำของพืช (ETo) มีความสำคัญมากโดย lysimeters ถูกยอมรับในความสามารถและความถูกต้องแม่นยำโดยรวมแล้ว อาจให้คำจำกัดความของ lysimeterได้ว่าเป็นถัง container ขนาดใหญ่จุด้วยดิน กำหนดเขตในแปลงเพื่อแสดงสภาพแวดล้อม ด้วยการเพาะปลูกที่ผิวดินสำหรับหาค่า การใช้น้ำของพืชและการเจริญเติบโตของพืช หรือค้นคว้าการปลูกพืชคลุมดินหรือเพื่อหาการระเหย

2.3 **การใช้น้ำของพืช** (EVAPOTRANSPIRATION)

"การระเหยคายน้ำ" (evapotranspiration) หมายถึง ปริมาณน้ำที่ระเหยจากพื้นดินและการคายน้ำของพืชไปสู่บรรยากาศ หรือในบางครั้งอาจเรียกเป็น "การคายระเหยน้ำ"

ทางด้านวิศวกรรมชลประทาน evapotranspiration แปลได้เป็น "การใช้น้ำของพืช" ซึ่งใช้ในความหมายเดียวกับคำว่า consumptive use of water หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่สู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ปริมาณดังกล่าวนี้ประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ

- ปริมาณที่พืชดูดไปจากดิน นำไปใช้สร้างเซลล์และเนื้อเยื่อและคายออกทางใบสู่บรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า "การคายน้ำ" (transpiration)
- ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆต้นพืช จากผิวน้ำในขณะให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่ และจากน้ำที่เกาะอยู่คาบใบเนื่องจากฝนหรือการให้น้ำ ซึ่งเรียกว่า "การระเหย" (evaporation)

2.4 **ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช**

2.4.1 ปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศเป็นปัจจัยอันหนึ่งที่กำหนดว่าพืชต้องการใช้น้ำมากน้อยเท่าไร ในที่นี้กำหนดในเทอมของการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ซึ่งเป็นการใช้น้ำของพืชที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ดังนั้น ความแตกต่างของการใช้น้ำของพืชอ้างอิงในแต่ละพื้นที่จึงเป็นผลมาจากความแตกต่างของลักษณะภูมิอากาศเท่านั้นพารามิเตอร์หลักของภูมิอากาศที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืช ได้แก่ พลังงานการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศ ปริมาณความชื้นและความเร็วลม

2.4.2 ปัจจัยทางด้านพืช

สิ่งที่ต้องการพิจารณาเมื่อทำการประเมินปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่เพาะปลูก ประกอบด้วย ชนิดและพันธุ์พืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยความแตกต่างของปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดนั้นเป็นผลมาจากความแตกต่างของสภาพต่างๆของพืช ได้แก่ สภาพความต้านทานต่อการคายน้ำ ความสูงต้นพืชสภาพความสูงต่ำของพืช สภาพการสะท้อนแสง สภาพการปกคลุมผิวดิน คุณลักษณะของรากพืช

2.4.3 สภาพสิ่งแวดล้อมและการจัดการ

นอกจากสภาพภูมิอากาศและลักษณะของพืชแล้ว ความเค็มของดิน การขาดธาตุอาหาร โรคและแมลงสิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นข้อจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและจำกัดปริมาณการใช้น้ำของพืช ปัจจัยอื่นๆที่ต้องพิจารณาในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ได้แก่ สภาพการปกคลุมผิวดิน ความหนาแน่นของพืช และปริมาณความชื้นในดิน โดยความรุนแรงของการขาดน้ำและชนิดของดินเป็นเงื่อนไขหลักที่บ่งชี้ว่าปริมาณความชื้นในดินมี

ผลต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชมากน้อยเพียงใด ในอีกแง่หนึ่งปริมาณน้ำที่มากเกินไปจากสภาพน้ำท่วมขังก็อาจมีผลกระทบต่อรากพืชทำให้ดึงน้ำไปใช้ได้น้อยลง เช่นเดียวกัน

2.5 การตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET measurements)

การตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช อาจแบ่งได้เป็น 2 แนวทาง กล่าวคือ การตรวจวัดโดยตรง (direct measurement) และการตรวจวัดโดยอ้อม (indirect measurement) ตัวอย่างวิธีการตรวจวัดโดยตรง ได้แก่ การใช้ถังวัดการใช้น้ำของพืช (lysimeters) ส่วนการตรวจวัดโดยอ้อมนั้นเป็นการวัดพารามิเตอร์อื่นๆที่เกี่ยวข้องแล้วจึงนำพารามิเตอร์เหล่านั้นมาคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดนการคำนวณอาจใช้วิธีการตามหลักสมดุลน้ำ (water balance) หรือวิธีตามหลักสมดุลพลังงาน (energy balance)

2.5.1 การหาปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง ด้วยสมการ FAO Penman-Monteith

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (ET computed from metrological data) เป็นวิธีการที่ไม่ได้วัดปริมาณน้ำที่ระเหยไปโดยตรง แต่จะใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการระเหยนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์กับการระเหย ซึ่งอาจแบ่งตามชนิดของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่นำมาใช้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- วิธีคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิ (temperature based estimating methods) อาทิ วิธีของ Thornthwaite And Mather (1955) วิธีของ Blaney-Criddle (SCS, 1967, Doorenbos And Pruitt, 1977) วิธีของ Hargreaves (1985)
- วิธีคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ (radiation methods) อาทิ วิธีของ Priestley And Taylor (1972) วิธีของ Makkink (1957) วิธีของ Turc (1961)
- วิธีคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลหลายชนิดร่วมกัน(combination methods) เช่น วิธีของ Penman (1948)

วิธีของ Penman นั้นอาจนับอยู่ในกลุ่มการคำนวณจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาด้วย เนื่องจากในเบื้องต้น Penman ได้ใช้วิธีการทางสถิติคำนวณจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในหลายๆส่วนของสมการ แต่ภายหลัง ได้มีการพัฒนาสมากรเพิ่มเติมโดยได้นำทฤษฎีที่เกี่ยวกับกระบวนการระเหยมาใช้

สำหรับในประเทศไทย วิธีการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตามแนวทางของ Penman เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมใช้มากกว่าวิธีการคำนวณโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิ หรือโดยใช้ข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ ถึงแม้ว่าการหาโดยใช้อุณหภูมิและรังสีแสงอาทิตย์จะต้องการข้อมูลและมีความซับซ้อนในการ

คำนวณน้อยกว่า แต่เนื่องจากวิธีของ Penman ได้รวบรวมองค์ประกอบทุกอย่างที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืชมาอยู่ในสมการ จึงให้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ (วิบูลย์, 2526)

2.5.2 สมการของ FAO Penman – Monteith

สมการของ Penman (เพนแมน) ได้เสนอไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ.1948 โดย Penman ได้พัฒนาสมการโดยการผสมผสานวิธีการคำนวณการระเหยน้ำตามหลักสมดุลพลังงานที่พื้นผิว (surface energy balance) เข้ากับวิธีการคำนวณการระเหยน้ำตามหลักการถ่ายเทมวลสาร (mass transfer) สมการดั้งเดิมของ Penman นั้นพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณการระเหยน้ำจากผิวน้ำ

สมการของ Penman มีการปรับปรุงมาตลอดช่วงเวลากว่า 60 ปีที่ผ่านมา แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้ว หลักการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการระเหยของสมการ Penman ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมมากนัก โดยองค์ประกอบหลักในสมการ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

- สมดุลพลังงานการแผ่รังสี (radiation balance)
- องค์ประกอบด้านการไหลเวียนของมวลอากาศ (aerodynamic term) e_s

สมการ Penman-Montieth

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 u_2)}$$

2.6 Lysimeter

Lysimeter มีวัตถุประสงค์หลัก คือ การใช้ประโยชน์และความถูกต้องแม่นยำในระยะสั้นๆ การวัดการใช้น้ำของพืชควรใช้ weighing lysimeter ที่มีขนาดใหญ่และมีความแม่นยำสูงมีการติดตั้งอย่างดีในปัจจุบันราคาน่าจะเกิน US $ 50,000 ใช้เวลาในการก่อสร้างและติดตั้งเพียงไม่กี่เดือน โดยมีผู้เชี่ยวชาญสำหรับกระบวนการแปลความหมายข้อมูล แบบ mechanical อุปกรณ์ประกอบด้วยเครื่องพิมพ์อัตโนมัติและมีระบบความจำที่ดี ซึ่งแบบนี้จะใช้ในหน่วยงานพิเศษ ประโยชน์ขั้นมูลฐาน คือ ใช้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ สำหรับการวางแผนชลประทาน การออกแบบโครงการ และระบบคำสั่งที่ดีในการจัดการระดับไร่นา ไม่จำเป็นต้องใช้ lysimeter ที่มีความแม่นยำสูงและค่า evapotranspiration รายชั่วโมง ใช้ค่ารายเดือนหรือรายสัปดาห์ก็พอแล้ว ขณะที่ค่ารายวันใช้ในบางกรณีเท่านั้น เช่น ระบบคำนวณน้ำหยด และระบบฉีดฝอยอัตโนมัติ โดยเลือกใช้ระหว่าง “floating” , ” drainage” และ “hydraulic” lysimeter floating lysimeter ซึ่งมีความละเอียดมากกว่า 0.05 มม.

วัดจากการลอยตัวของอากาศอันเกิดจากความร้อน โดยทั่วไปดูจากปฏิกิริยาลม drainage lysimeter วัดจากระดับน้ำใต้ดินคงที่ ซึ่งจะเลือกจากพื้นที่ที่น้ำตื้นซึ่งพบทั่วไปตามทุ่งนา ควรมีการเตรียมพื้นที่ก่อน เมื่อใดก็ตามที่ความชื้นหมดลง หรือแรงดึงที่ผิวดินไปถึงระดับที่กำหนด ถึงแม้จะสามารถสังเกตประจำวันได้ สมดุลของน้ำและค่าevapotranspiration ก็ต้องคำนวณเป็นรายสัปดาห์หรือราย 10 วัน hydraulic lysimeter ซึ่งขนาดเท่าๆกับท่อน้ำขนาดใหญ่ จะให้ค่าเป็น 2 เท่าของ drainage lysimeter แต่ให้ค่า evapotranspiration รายวัน และให้ข้อมูลรายสัปดาห์ได้อย่างดีโดยค่าที่ได้มีความละเอียดถึง 0.5 มม. ระยะวิกฤติและส่วนประกอบที่ไม่มั่นคงของ hydraulic lysimeter ทำให้ต้องเก็บ “water – filled bolsters” ไว้ โดยที่ Bolsters แบบง่ายที่สุดก็ยังคงทำจากยาง และชนิดที่ปรับปรุงเป็นโลหะ ในบางกรณี oil pressure cells ก็ยังคงถูกใช้อยู่ โดยการเข้าไปในถังความดันของ lysimeter ก็ยังคงเป็นปัญหา และการแก้ไขหรือหา Bolsters มาทดแทนก็ยังเป็นเรื่องยุ่งยาก

2.6.1 Contant water table lysimeter

ถังวัดการใช้น้ำ แบบน้ำใต้ดินคงที่ ถังแบบนี้มีการให้น้ำแก่พืช โดยทางใต้ผิวดิน โดยการสร้างน้ำใต้ดินที่มีระดับคงที่ขึ้น ภายในถัง ระดับน้ำใต้ดินดังกล่าวนี้ควบคุมโดยวาล์วลูกลอย ซึ่งจะเปิดจ่ายน้ำจนถึงระดับที่กำหนดไว้เมื่อระดับใต้ดินลดลงโดยการใช้ของพืช ที่ก้นถังจะบรรจุด้วยกรวดและทรายขึ้นมาจนถึงระดับน้ำใต้ดินเพื่อให้การไหลของน้ำใต้ดินไปสู่รากพืชเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ปริมาณน้ำที่พืชใช้คำนวณได้จากปริมาตรที่ลดลงในถังจ่ายน้ำ

ความซับซ้อนของ lysimeter มาจากความยุ่งยากในการวัดปริมาตรความจุของน้ำเข้าและน้ำออกทั้งหมดของถัง ซึ่งแยกมวลดินอย่างชัดเจน หรือพืชผิวดินอัตราของน้ำไหลเข้าและไหลออกสามารถเป็นตัวแทนในสมดุลน้ำ ดังนี้

อัตราของน้ำไหลเข้าและไหลออกสามารถเป็นตัวแทนในสมดุลน้ำ ดังนี้

$$P + I \pm R_0 = ET + D \pm \Delta W$$

อัตราของน้ำไหลเข้าสำหรับช่วงเวลาใดๆแสดงโดย

P = ปริมาณน้ำฝน

I = ปริมาณน้ำชลประทาน

อัตราของน้ำไหลออกแสดงโดย

ET = evapotranspiration ซึ่งประกอบด้วยการระเหย (evaporation) จาก ดินและการคายน้ำ (transpiration) ของพืช

D = ความลึกการซึมหรือการระบายน้ำ

และ ΔW = การเปลี่ยนแปลงความจุน้ำ (W) ของการแยกมวลดินช่วงเวลาใดๆ

R_0 = น้ำผิวดินหรือการไหลออกจาก lysimeter โดยปกติขอบยื่นของ lysimeter จะป้องกันการไหลออกจากระบบการหา evapotranspiration (ET) ค่าต่างๆของสมการสมดุลน้ำต้องวัดให้สอดคล้องกับ

ET = P + I – D ± Δ W ปริมาณน้ำฝน (P) และน้ำชลประทาน (I) สามารถหาได้โดยตรงจากวิธี conventional ซึ่งดูจากเครื่องวัดน้ำฝนมาตรฐานและ calibrated ถังคอนกรีต

การเปลี่ยนแปลงความจุน้ำของมวลดิน (Δw) ซึ่งเป็นการสะสมน้ำในดินหลังได้ น้ำฝน น้ำชลประทาน หรือการสูญเสียน้ำจากดินโดยการใช้น้ำของพืช ซึ่งยุ่งยากต่อการหาใน weighing lysimeter การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก (จากน้ำฝน น้ำชลประทาน และการระบายน้ำ) ทำได้โดยตรงและวัดจากความเปลี่ยนแปลงความจุน้ำ (Δw) อย่างไรก็ตามความยุ่งยากและราคาที่แพงของเครื่องแบบชั่งน้ำหนักทำให้เกิดข้อจำกัดในกรณีของnon-weighing lysimeter ใช้หาการเปลี่ยนแปลงความจุน้ำ Δwโดยการสุ่มตัวอย่างดิน ใช้ tensionmeters,electro-resistance blocksหรือการตรวจ neutron ประโยชน์ของวิธีการตรวจสอบ neutron ได้รับการยอมรับและวัดการเปลี่ยนแปลงความชื้นได้บ่อย น้ำในครั้งหนึ่งๆหาจากช่วงระหว่างการระบายน้ำที่เกิดขึ้น 2 ครั้ง หลังจากระบายน้ำอย่างสมบูรณ์แล้ว มวลดินจะเป็นดินจุความชื้นที่แน่นอน เรียกว่า ‘‘field capacity’’ หลังจากได้น้ำฝนหรือน้ำชลประทานอย่างเพียงพอ การสูญเสียน้ำ จะถูกชดเชยและความจุความชื้นของน้ำจะต้องคาดการณ์อีกครั้งที่ field capacity หลังการระบายน้ำสิ้นสุดลง Δw จะกลายเป็นค่าลบและ Evapotranspiration สามารถหาได้โดยตรงจาก ET = P + I – D

2.6.2 เงื่อนไขสำคัญสำหรับพื้นที่ทดลอง

ระยะห่างและความสูงของพืชใน lysimeter และพื้นที่รอบๆ ควรจะเท่าๆกันเพื่อคาดคะเนความต่างของการคายน้ำ ความต่างมักจะเพิ่มขึ้นเมื่อสภาพแห้งแล้งของอากาศเพิ่มขึ้นและเมื่อความต่างกันของความสูงพืชเพิ่มขึ้น 10 -30% ของค่าevapotranspiration ดูจากหญ้าที่สูงกว่าความสูงปกติ 7 – 10 ซม. เช่นเดียวกันเมื่อความต่าง 35% ดูจากพืชที่มีความสูงต่างกัน 30- 40 ซม. สำหรับขนาดของพื้นที่กันชน บางคนเสนอว่าควรทดสอบ 400 จุดในพื้นที่ที่ศึกษา (พื้นที่ lysimeter) การประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนเป็นเรื่องสำคัญสำหรับพื้นที่ 50 – 100 ม. แรกของพื้นที่กันชนเมื่อผ่าน 200 ม. แล้วก็มองข้ามไปได้ สำหรับการอ้างถึงข้อมูล evapotranspiration ควรใช้พื้นที่กันชน 2-5 hectares และ guard rings มีค่า 0.1 – 0.5 ha ก็นิยมใช้กันทั่วโลก ในบางตัวอย่าง lysimeter ไม่ต้องใช้พื้นที่กันชนสำหรับวัตถุประสงค์หลายๆอย่างแม้ว่าค่า evapotranspiration จะเชื่อถือได้น้อย พื้นที่กันชนควรจะมีน้ำอย่างสม่ำเสมอพอๆ กับ lysimeter การให้น้ำพื้นที่กันชนรายสัปดาห์แทนที่จะให้ทุก 2-3 วัน แบบ lysimeter มักจะให้ค่า evapotranspiration ที่สูงเกินไป 25-35% ในสภาพที่แห้งแล้ง ยกเว้นในการชลประทานน้ำหยด การให้น้ำรายวันไม่จำเป็นและไม่สะดวก และพื้นที่กันชนควรจะปลูกพืช ใส่ปุ๋ย ให้น้ำและมีการจัดการที่ดี tensiometer ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการทำกำหนดการชลประทานของ lysimeter และพื้นที่รอบๆ

2.6.3 การทดลองเพิ่มเติมร่วมกับการประเมินของ lysimeter

Lysimeter ควรถูกใช้งานอย่างน้อย 3ปี ในการใช้ร่วมกับวิธีอื่นเพื่อหาค่า evapotranspiration สิ่งที่รบกวนดินและความผิดพลาดอื่นควรมีให้น้อยที่สุด การหาความชื้นในดินในทุ่งนาและผลการวิเคราะห์ความ

แตกต่างน้ำจืดมีความจำเป็นมากในการสนับสนุนข้อมูล และได้ผลผลิตที่น่าพอใจดังนั้นการจัดเตรียมจึงมีระดับ evapotranspiration สูงสุดและพืชเติบโตได้ดี การทดลองในทุ่งนาพิจารณาประเมินได้จากระดับที่เหมาะสมที่สุดของผลิตภัณฑ์และน้ำที่เหลือในความสัมพันธ์ของวัตถุที่ใส่เข้าไป (E.G. Fertilizers) เมื่อไรก็ตามการเข้าถึงอย่างสมบูรณ์เรื่องภาวะต่อเนื่องของดิน – น้ำ – พืช ควรจะดีกว่านี้ แนวคิดที่เพิ่มในการพัฒนาการลอกเลียนแบบจำลองก่อประโยชน์ต่อการทำงานของ lysimeter ภายใต้แนวคิดที่สมบูรณ์ ขณะที่ควรจะรู้กระบวนการและความก้าวหน้าในการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเรื่อง evapotranspiration

2.6.4 ผนัง Lysimeter

วัสดุที่แตกต่างถูกใช้สำหรับผนัง lysimeter โดยอาจจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก โพลีแอสเตอร์เสริม ไฟเบอร์กลาส เหล็ก หรือพลาสติก ถังวัดการใช้น้ำของพืชโดยวิธีการระบายน้ำอาจจะทำจาก eternit container ซึ่ง container บรรจุดินและหลุมนั้นทำจากท่อคอนกรีตมาตรฐานขนาดใหญ่

Weighing และ floating lysimeter จะมีถังสองถังโดยที่ถังในจะใช้บรรจุดิน ส่วนถังนอกนั้นจะทำหน้าที่เป็นกำแพงกันดินและระหว่างถังทั้งสองจะมีช่องว่างระหว่างกัน โดยที่ weighing lysimeter ช่องว่างระหว่างถังทั้ง 2 จะว่างเปล่า (มีแต่อากาศ) ขณะที่ใน floating lysimeter ถูกเติมด้วยของเหลว (H_2Oหรือ $ZnCl_2$)

พื้นที่ผนัง-ช่องว่าง-ผนัง อาจจะเล็กเพียง 1% ของพื้นที่ดินของถังวัดการใช้น้ำ (drainage lysimeter โลหะ)หรือ 3-4%(weighing lysimeter) และใหญ่ถึง 65%(concreate monolith lysimeter)สำหรับถังแบบ floating lysimeter พื้นที่ผนัง-ช่องว่าง-ผนัง เป็นตัวแทน 5% ของพื้นที่ดินของถังวัดการใช้น้ำสำหรับถังขนาดใหญ่ เมื่อผิวของ lysimeter ไม่ต่อเนื่องกับพื้นที่รอบๆค่า evapotranspiration จะถูกรบกวนโดยผลจากขอบที่ไม่ต่อเนื่องกัน ความผิดพลาดของค่า evapotranspiration อาจจะพิจารณาด้วย lysimeter ขนาดเล็ก

การไหลของน้ำโดยตรงอาจจะเกิดตามผนังโดยเฉพาะการหดตัวของดินในทัศนะเรื่องการเปลี่ยนแปลงการไหลความร้อนซึ่งมีผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของน้ำตามความเหมาะสมในขนาดของการผิดรูปของการไหลความร้อน

2.6.5 พื้นที่ Lysimeter

ในการอ้างอิงถึงพื้นที่ lysimeter การแบ่งแยกสามารถทำได้ดังนี้

- พื้นที่ดินของ lysimeter หมายถึงพื้นที่ของหน้าดินใน lysimeter ซึ่งปลูกพืช
- พื้นที่ lysimeter รวมหมายถึงพื้นที่ดิน lysimeter รวมกับพื้นที่ความหนาผนัง
- ผลกระทบต่อพื้นที่หมายถึง พื้นที่ทุ่งนาถูกรบกวนโดยปริมาณ evapotranspiration

Penmen (1963) ได้อธิบายว่าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งสังเกตโดยใช้ถังวัดการใช้น้ำขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 ซม. มีค่าเป็น 2 เท่าเมื่อพืชในถังวัดการใช้น้ำที่สูงกว่าพืชรอบๆ 15 ซม.

สำหรับการวัดการใช้น้ำของพืช ถังวัดการใช้น้ำที่ใหญ่กว่าต้องการข้อมูลที่เหมาะสม ถังวัดการใช้น้ำที่ดีกว่าราคาก็จะสูงกว่าและการติดตั้งและคำสั่งก็จะยุ่งยากกว่าด้วย

2.6.6 การพิจารณาในการออกแบบ

การกระจายดินถูกคาดการณ์ว่ารอบๆ lysimeter ระหว่างการก่อสร้างและการติดตั้ง และใน filled-in lysimeter จะมีผลของการตรวจสอบดินและกระบวนการที่ทำให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติของผนัง lysimeter และด้านล่าง Lysimeter จะได้รับผลกระทบทางตรงและทางอ้อมโดยน้ำหรือกระแสความร้อนใน lysimeter มีการโครงสร้างดินที่ไม่ต่อเนื่องและขอบเขตที่สร้างขึ้นทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ โดยข้อจำกัดอาจจะไม่ตรงกันระหว่างสภาพแวดล้อม lysimeter และสภาพแวดล้อมรอบๆทุ่งนา
พิจารณาและอธิบายถึงจำนวนของผลกระทบ ดังนี้

- ความไม่ต่อเนื่องของการเพาะปลูกใน lysimeter และรอบๆ
- องค์ประกอบของดินเนื่องจากขนาดที่เล็กของ lysimeter
- ความแตกต่างในระบบระบายน้ำใน lysimeter และในพื้นที่รอบๆ
- การกระจายดินระหว่างการติดตั้ง

สำหรับระดับค่า evapotranspiration ที่ได้มาเน้นถึง 4 ความต้องการในการออกแบบและการสั่งงาน ดังนี้
1.Lysimeter ควรจะใหญ่และลึก เพื่อลดผลกระทบและหลีกเลี่ยงการจำกัดการพัฒนาราก
2.สภาพกายภาพภายในของ lysimeter ต้องเหมือนๆกับภายนอก
3.ความสูงพืช ความหนาแน่นและการจัดการควรจะเหมือนกัน ทั้งภายในและภายนอก lysimeter
4.วงแหวนป้องกันขนาดใหญ่หรือพื้นที่กันชนควรจะล้อมรอบ lysimeter

ความสำคัญของการกระจายน้ำใน lysimeter และผลกระทบของน้ำต่อพืชอากาศในดิน และการปรับอุณหภูมิยังคงมีความเกี่ยวข้องกันมาก มันทำให้รู้สึกว่า monolith tention lysimeters ควรจะปรับปรุงการเป็นตัวแทนของการกระจายน้ำในนา แต่องค์ประกอบของดินภายใต้สภาพธรรมชาติจะเกิดปัญหาขึ้น monolith lysimeters จะเกิดความต้องการพิเศษสำหรับดินกรวดและดินเป็นชั้น filled-in lysimeters อาจจะเพียงพอแล้วในการใช้ดินละเอียดในการสั่งงานในกระบวนการนำดินกลับมาใช้ และความหนาแน่นของดิน lysimeter ที่มีชื่อเสียงหลายๆแบบจะเป็นแบบ filled-in lysimeters และมีการจัดเตรียมค่า evapotranspiration ความต้องการน้ำและแผนการชลประทาน

ควรจะมีการบันทึกค่าในการวัด lysimeter ณ จุดที่ต้องการเพื่อจัดเตรียมค่าที่เป็นตัวแทน evapotranspiration จากทุ่งนาหรือระบบชลประทาน lysimeter ควรจะครอบคลุมระยะทาง 1/3 จากทุ่งนาหรือเขตของระบบ และควรพิจารณาเป็นพิเศษถึงค่าระยะทางจากขอบเขตและค่าความถูกต้องของค่า evapotranspiration

2.7 ประโยชน์ของ Lysimeter ในการวัดความต้องการน้ำของพืชและการศึกษาดิน น้ำ พืช

Lysimeter นำมาใช้ประโยชน์ในด้านวัดการคายระเหย (evapotranspiration) และศึกษาเรื่องการใช้น้ำของพืช ค่าที่ได้จาก lysimeter จะถูกใช้อ้างอิงในการทดสอบสมมติฐานและสูตร semi-empirical evapotranspiration การเปรียบเทียบระหว่างค่าการใช้น้ำที่วัดโดย lysimeter และค่าจากการคำนวณแบบง่ายโดยสูตรการระเหย

Lysimeteer ถูกใช้หลายครั้งในการใช้ร่วมกับวิธีอื่นๆเพื่อหาการใช้น้ำ โดยค่าที่ได้จะต่างกันไปตามวิธีและเทคนิคที่ใช้ จากนั้นค่าที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการศึกษา ดิน น้ำ พืช โดยเฉพาะการศึกษา simulation models

ในการศึกษาความต้องการใช้น้ำของพืช โดยจะเปรียบเทียบระหว่างอัตราการคายระเหยซึ่งวัดได้จาก ส ysimeter ที่มีการปลูกหญ้าปกคลุมที่ผิวดินในถังและการหาแบบง่ายโดยสูตรการระเหย จากนั้นเปรียบเทียบระหว่าง ค่าการคายระเหยของพืช (ETo หรือ ET หญ้า) และค่าการคายระเหยสูงสุด (ET_{max} หรือ ET_{crop}) ซึ่งได้จาก lysimeter ที่ตั้งในพื้นที่เดียวกัน สุดท้ายอ้างจากค่าการคายระเหย (ETo หรือ ET_{max})ที่ดูจากถาดวัดการระเหย

2.7.1 การวัดและการคำนวณการคายระเหยของพืช (Crop evapotranspiration) ระบบชลประทานไร่-นาถูกออกแบบบนพื้นฐานของสมการการคาดคะเนการใช้น้ำ (water use prediction equations) เปรียบเทียบจากค่า crop evapotranspiration (ETo) ที่ได้จาก lysimeter ที่มีการปลูกทดลองด้วยหญ้าซึ่งคำนวณโดยค่าที่ได้จริงหรือสูตร semi-empirical evapotranspiration ซึ่งใช่ในงานการศึกษา evapotranspiration

การเปรียบเทียบระหว่างค่า ETo ซึ่งแสดงลำดับอัตราการคายน้ำจากถาดวัด colorado sunken ซึ่งมีค่าพื้นฐานรายเดือนของความชื้น กึ่งแห้งแล้ง และสภาพแห้งแล้ง สภาพเหล่านี้มีความสำคัญโดยถาดวัดควรจะตั้งในพื้นที่ที่ล้อมรอบด้วยทุ่งนาที่มีการชลประทาน class a pan จะคาดคะเนค่า ETo เกินไปประมาณ 20 – 30 % ภายใต้สภาวะชลประทานที่เหมือนกันในระยะ100 – 200 ม.จะมีอัตราที่สูงเกิน 40 – 50 % ซึ่งพื้นที่โดยรอบเหล่านี้ที่เป็นดินที่แห้ง

2.7.2 . Lysimeter วัด crop evapotranspiration (ETo) และ crop evapotranspiration สูงสุด (ETcrop หรือ ETmax)

Lysimeters ยังคงต้องใช้เครื่องมือในการตรวจสอบสูตร evapotranspiration เครื่องมือ bowen ratio ดิน และ model พืชและการพัฒนาใหม่ๆ ในแผนการ evapotranspiration ดังนั้น สำหรับการหาค่าความต้องการน้ำของพืช การติดตั้งของ lysimeters บางจุดและ drainage lysimeter ง่ายๆภายใต้การตัดหญ้าทั่วทั้งเขตเกษตรกรรมนั้นจะถูกทำอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้รบกวนสภาพแวดล้อมของแปลงเพาะปลูก

2.8 ประเภทของถังวัดการใช้น้ำของพืช

ถังวัดการใช้น้ำของพืชนั้น ถ้าจะเปรียบเทียบกันแล้วก็คือกระถางต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ปลูกด้วยพืชที่ต้องการวัดการใช้น้ำ แล้วตั้งอยู่ในที่ที่ปลูกพืชชนิดเดียวกัน โดยให้มีสภาพทั้งภายในและภายนอกคล้ายคลึงกันกับสภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากที่สุด กระถางดังกล่าวออกแบบให้สามารถวัดปริมาณน้ำที่สูญเสียไปเพื่อจะได้นำมาคำนวณเป็นปริมาณการใช้น้ำของพืชในช่วงระยะเวลาต่างได้

ถังวัดการใช้น้ำของพืชที่มีใช้ในปัจจุบัน อาจแบ่งแยกออกไปตามลักษณะการทำงานของมันเป็น 2 ใหญ่ประเภทคือ

- ประเภทที่วัดโดยไม่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก (Non-weighing lysimeters)
- ประเภทวัดโดยเกี่ยวข้องกับน้ำหนัก (Weighing lysimeters)

2.8.1 ประเภทที่วัดโดยไม่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก (Non-weighing lysimeters)

ถังวัดการใช้น้ำของพืชประเภทนี้จะวัดปริมาตรหรือความลึกของน้ำที่หายไปจากถังแล้วเทียบมาเป็นปริมาณน้ำที่พืชใช้ ถังที่จัดอยู่ในประเภทนี้ก็มี

2.8.1.1. ถังวัดการใช้น้ำแบบระบายน้ำ(Percolation type-lysimeter)

ถังแบบนี้ใช้วัดการใช้น้ำด้วยความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำที่เติมเข้าไปและระบายออกที่ก้นถัง รวมกับความแตกต่างของจำนวนความชื้นของดินในถังเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดระยะเวลาที่ทำการวัด ความละเอียดถูกต้องของถังประเภทนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการคำนวณหาความชื้นของดินในถัง ซึ่งอาจจะทำได้โดยเก็บตัวอย่างดินหรือใช้เครื่องวัดแบบนิวตรอน อย่างไรก็ตาม ถังวัดประเภทนี้มักจะใช้วัดอัตราการใช้น้ำระยะยาว ซึ่งความแตกต่างของความชื้นของดินภายในถังที่เริ่มต้นและสิ้นสุดระยะเวลาที่ทำการวัดมีผลต่อความละเอียดถูกต้องของการวัดน้อยกว่า

ข้อดีและข้อเสีย

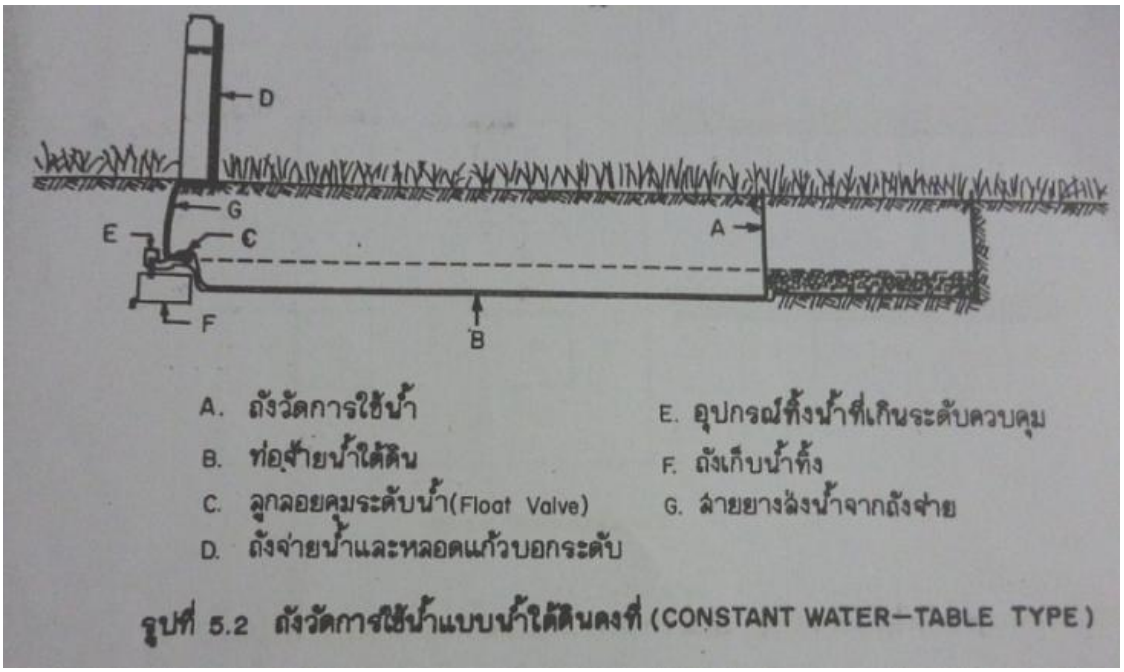
1.ถังก่อสร้างได้ง่ายและมีราคาถูก

2.ไม่มีขีดจำกัดเรื่องขนาด ดังนั้นถังใช้ได้ทั้งพืชไร่และพืชสวน

3.เหมาะสำหรับวัดอัตราการใช้น้ำระยะยาวเท่านั้น ถ้าจะวัดการใช้น้ำระยะสั้นจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับความชื้นของดินในถังด้วย อย่างไรก็ตามไม่ควรใช้ถังวัดแบบนี้วัดอัตราการใช้น้ำสั้นกว่า 1 สัปดาห์

2.8.1.2 ถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่(Constant water table type-lysimeter)

ถังแบบนี้จะให้น้ำแก่พืชที่ปลูกทางใต้ผิวดินโดยการสร้างน้ำใต้ดินที่มีระดับคงที่ขึ้นภายในถัง ระดับน้ำใต้ดินดังกล่าวนี้ควบคุมโดยการใช้วาล์วลูกลอย(Float valve) ซึ่งจะเปิดจ่ายน้ำจนถึงระดับที่กำหนดไว้เมื่อระดับน้ำใต้ดินลดลงโดยการใช้ของพืช ที่ก้นถังจะบรรจุด้วยกรวดและทรายขึ้นมาจนถึงระดับที่น้ำใต้ดินเพื่อให้การไหลของน้ำใต้ดินไปสู่รากพืชเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ปริมาณน้ำที่พืชใช้คำนวณได้จากปริมาตรน้ำที่ลดลงในถังจ่ายน้ำ



ภาพที่ 1 ถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่

ข้อดีและข้อเสีย

1.สร้างได้ง่าย มีราคาถูก และมีความละเอียดถูกต้องดี

2.อาจมีปัญหาอุดตันที่วาล์วลูกลอยได้

3.ควรใช้ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงในระดับเดียวกันกับที่กำหนดไว้ในถัง

4.เพื่อให้การไหลของน้ำจากระดับใต้ดินขึ้นไปหารากพืชเพียงพอกับความต้องการ ชั้นดินเหนือระดับใต้ดินต้องไม่ลึกมาก จึงทำให้ใช้ได้ดีกับพืชรากตื้น

5.อาจมีปัญหาเรื่องการสะสมของเกลือบนผิวดินได้ถ้าหากคุณภาพน้ำใต้ดินไม่ดี

2.8.1.3 ถังวัดการใช้น้ำของนาข้าว(Rice lysimeter)

ถังแบบนี้ออกแบบไว้ใช้สำหรับวัดการใช้น้ำของนาข้าวโดยเฉพาะ คือนอกจากจะวัดการระเหยและการคายน้ำแล้ว ยังสามารถวัดการรั่วซึมในแปลงนา ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งสำหรับปริมาณน้ำที่ต้องจัดหาให้ข้าวด้วย ปกติอุปกรณ์วัดการใช้น้ำแบบนี้ประกอบด้วย ถังขนาดเดียวกัน 4 ถัง โดยที่ 2ถังจะเป็นถังก้นเปิด และอีก 2ถังจะเป็นถังก้นปิด ในแต่ละแบบจะมีอยู่หนึ่งถังที่ไม่ปลูกข้าวคือจะไม่วัดการคายน้ำ ส่วนการสูญเสียน้ำในถังที่เปิดก้นจะมีส่วนหนึ่งที่เป็นการรั่วซึมในแปลงนาด้วย ระดับน้ำในแต่ละถังที่ลดลงจะวัดด้วยตะขอวัดระดับน้ำ (hoog gage) เมื่อนำค่าที่วัดได้ของสองถังที่มีความแตกต่างในการวัดเพียงอย่างเดียวมาลบกันก็จะได้องค์ประกอบของปริมาณน้ำที่ต้องการในนาข้าวได้

ข้อดีและข้อเสีย

1.สร้างได้ง่ายและมีราคาถูก

2.สามารถวัดส่วนประกอบของน้ำที่ต้องการในนาข้าวได้ทุกส่วน

3.ออกแบบไว้สำหรับข้าวและพืชที่ปลูกโดยใช้น้ำขังเท่านั้น

4.อาจมีความผิดพลาดในการวัดได้ถ้าหากดินที่ติดตั้งถังก้นเปิดสองแห่งไม่เหมือนกัน

5.ในขณะต้นข้าวเล็กอยู่ คลื่นและลมอาจทำให้น้ำภายนอกกระฉอกเข้ามาในถังได้

6.ค่าการระเหยที่วัดได้ในถังที่ไม่มีการปลูกข้าวจะมีค่าสูงกว่าการระเหยจากถังที่ปลูกข้าวเนื่องจากได้รับแสงแดดและลมเต็มที่ เมื่อนำค่านี้ไปหักลบกับค่าที่วัดได้ในถังอื่นจะทำให้สัดส่วนของน้ำที่พืชใช้ เช่นการคายน้ำ หรือการรั่วซึมมีค่าน้อยกว่าความเป็นจริง

2.8.2 ประเภทวัดโดยเกี่ยวข้องกับน้ำหนัก (Weighing lysimeters)

ถังวัดการใช้น้ำของพืชโดยการสังเกตน้ำหนักหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก เช่นความดัน หรือความเค้นที่เปลี่ยนไป ชื่อของแต่ละแบบมักเรียกตามอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบหรือวัดค่าดังกล่าว ซึ่งสามารถแบ่งแยกได้เป็น

2.8.2.1 ถังวัดการใช้น้ำแบบชั่งด้วยเครื่องชั่ง(Mechanically weight lysimeter)

เป็นแบบที่วัดน้ำหนักของดินในถังด้วยตาชั่ง แบบที่สร้างขึ้นมาในระยะแรกๆเป็นแบบกระถางเล็กๆที่มีน้ำหนักเบาสามารถยกขึ้นมาชั่งโดยตาชั่ง ธรรมดาได้ ภายหลังได้มีการพัฒนาให้มีขนาดใหญ่และวัดได้ละเอียดถูกต้องดีขึ้น แต่ในการก่อสร้างถังที่มีขนาดใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายสูง

ข้อดีและข้อเสีย

1.มีความละเอียดถูกต้องสูง

2.มีราคาที่แพงมากเพราะต้องออกแบบเครื่องชั่งเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงไม่มีใช้แพร่หลายเหมือนแบบอื่นๆ

เนื่องจากว่าเครื่องชั่งที่ต้องออกแบบใหม่เป็นพิเศษมีราคาแพง จึงได้มีการดัดแปลงโดยใช้ตาชั่งแบบวางกับพื้นที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมารับน้ำหนักทั้งหมดของกระถาง แต่ให้คานของตาชั่งถ่ายน้ำหนักเพียงบางส่วนไปยัง Strain gage load call ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงน้ำหนักของกระถางไปเป็นการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้า การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถเปลี่ยนกลับเป็นความลึกของน้ำ โดยให้ความละเอียดถูกต้องสูงเช่นเดียวกัน

2.8.2.2 ถังวัดการใช้น้ำแบบทุ่นลอย (Float lysimeter)

ถังวัดการใช้น้ำแบบนี้ทำงานโดยอาศัยหลักการทำงานของอาคีเมดีสที่ว่า ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่โดยทุ่นลอยจะผันแปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักของทุ่นลอยนั้น ดังนั้นถ้าให้กระถางที่ปลูกพืชลอยอยู่ในภาชนะที่บรรจุน้ำ น้ำหนักของกระถางที่สูญเสียไปโดยการใช้น้ำของพืชย่อมสามารถวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในภาชนะนั้น จุดสำคัญของถังวัดการใช้น้ำแบบนี้ก็คือ จะต้องทำให้กระถางปลูกพืชลอยน้ำได้

ข้อดีและข้อเสีย

1.มีราคาถูกและเชื่อถือได้พอควร

2.มีการแผ่กระจายของรากพืชค่อนข้างจำกัด เนื่องจากต้องมีกล่องลมภายในกระถางเพื่อให้มีน้ำหนักและลอยน้ำ

3.วัดอัตราการใช้น้ำระยะสั้นได้ถูกต้อง

4.การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในอ่างทำให้มีการวัดผิดพลาดได้เนื่องจากการขยายตัวของน้ำ

5.ความผิดพลาดในการวัดอาจเกิดได้จากการรั่วของถัง ซึ่งถ้ามีขนาดเล็กจะตรวจพบได้ยาก

2.8.2.3 ถังวัดการใช้น้ำแบบไฮดรอลิก (Hydraulic weighing lysimeter)

ถังแบบนี้ใช้วัดการใช้น้ำของพืช โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงความดันของน้ำในหมอนยางที่รองรับน้ำหนักทั้งหมดของกระถาง ที่หมอนยางจะมีท่อขนาดเล็กต่อไปยังอุปกรณ์วัดความดัน เมื่อมีการสูญเสียน้ำโดย

การใช้ของพืช ความดันของน้ำในหมอนยางจะลดลง ความแตกต่างของความดันนี้สามารถเปรียบเทียบให้เป็นความลึกของน้ำที่พืชใช้ไป

ข้อดีและข้อเสีย

1.ราคาไม่แพงและให้ความละเอียดถูกต้องดี

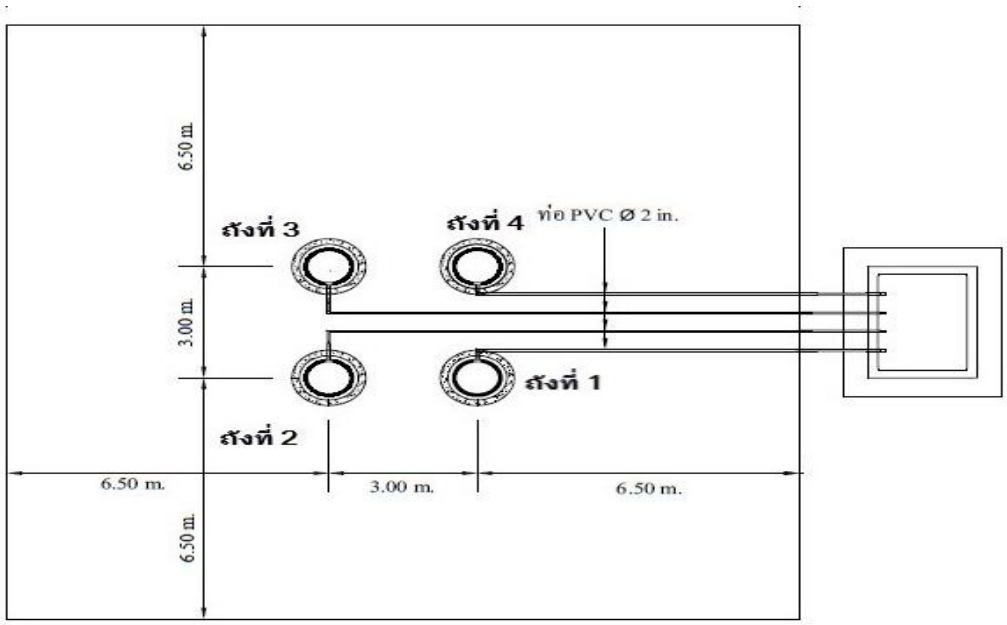
2.การยืดตัวของหมอนยาง และการขยายตัวของน้ำในหมอนเนื่องจากอุณหภูมิอาจทำให้การวัดผิดพลาด

3.การรั่วของหมอนยางและตามข้อต่อต่างๆตรวจพบได้ยาก

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 สถานที่ที่ทำการติดตั้งและทดลองใช้อุปกรณ์

ภาพที่ 2 แปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

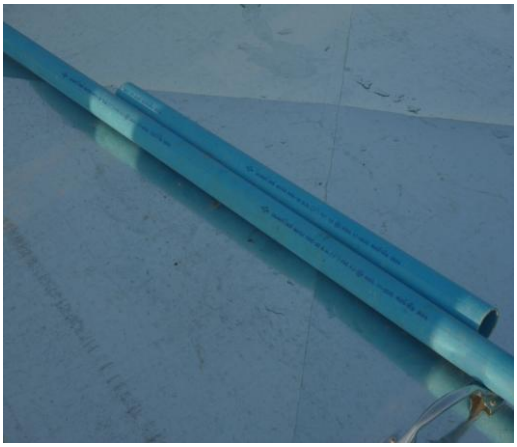


ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งถัง Lysimeter

3.2 **วัสดุและอุปกรณ์**

ภาพที่ 4 ถังขนาด 80 ลิตร

ภาพที่ 5 แกลลอนขนาด 20 ลิตร



ภาพที่ 6 ท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว

ภาพที่ 7 สายยาง ขนาด $\frac{3}{8}$ นิ้ว

ภาพที่ 8 สายยาง ขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว

ภาพที่ 9 สายยาง ขนาด 1นิ้ว

ภาพที่ 10 เทปวัดระดับ

ภาพที่ 11 ชุดลูกลอย

ภาพที่12 ข้องอ90° ขนาด1นิ้ว

ภาพที่ 13 ข้องอ90° ขนาด $\frac{3}{8}$ นิ้ว

ภาพที่14 ลดเหลี่ยม $1\frac{1}{2}$ นิ้ว

ภาพที่ 15 เหล็กฉาก

ภาพที่16 ท่อ PVC ขนาด 2นิ้ว

3.3 วิธีดำเนินงาน

3.3.1 สำรวจและเตรียมพื้นที่

1. ใช้ Auger ขนาด 2 นิ้ว เจาะดินในถัง Lysimeterบริเวณกลางถัง ลึก 160 เซนติเมตร เพื่อที่จะทำการวัดระดับน้ำใต้ดินในถัง Lysimeter ดังภาพที่ 17

2. นำท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว ความยาว 2 เมตร มาทำการเจาะให้เป็นรูพรุน ดังภาพที่ 18 แล้วใส่ลงไปในรูที่เจาะไว้แล้วในถัง Lysimeter

ภาพที่ 17 ใช้ Auger เจาะดิน

ภาพที่ 18 เจาะท่อให้เป็นรูพรุน

3.3.2 ออกแบบและติดตั้ง

1. ทำการออกแบบถังวัดการใช้น้ำแบบน้ำใต้ดินคงที่ โดยใช้ถังขนาด 80 ลิตร เป็นถังจ่ายน้ำและใช้ แกลลอนขนาด 20 ลิตร เป็นถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน

2. กำหนดระดับน้ำในถัง Lysimeter ให้คงที่ในระดับ 55 เซนติเมตร โดยวัดจากปากถัง (เนื่องจาก ความยาวรากแตงกวาจะอยู่ที่ 70-120 เซนติเมตร จึงให้ระดับน้ำคงที่อยู่ที่ 55 เซนติเมตร)

3. ทำการเจาะรูถังจ่ายน้ำบริเวณก้นถังขนาด 1 นิ้ว เพื่อจ่ายน้ำสู่ถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน และเจาะรูด้านข้างถัง 2 รู ขนาด $\frac{3}{8}$ นิ้ว เพื่อใส่สายยางวัดระดับน้ำ

4. ใช้ข้องอขนาด $\frac{3}{8}$ นิ้ว สวมเข้าไปในรูด้านด้านข้างถังจ่ายน้ำทั้ง 2รู แล้วนำสายยางสวมเข้าไป จากนั้นใช้เทปวัดระดับติดเข้าไปกับสายยาง เพื่อใช้ในการวัดระดับน้ำในถังจ่ายน้ำ ดังภาพที่ 19 และ ภาพที่ 20

ภาพที่ 19 ติดสายยาง เพื่อวัดระดับน้ำ

ภาพที่ 20 ติดเทปวัดระดับ เพื่ออ่านระดับน้ำ

5. นำแกลลอนขนาด 20 ลิตร(ถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน) มาเปิดบริเวณด้านบนออก เพื่อทำการติดตั้งลูกลอย ดังภาพที่ 21

6. เจาะรูด้านข้างถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน 1 รู เพื่อรับน้ำจากถังจ่ายน้ำ และเจาะรู ที่ก้นถัง 1 รูเพื่อจ่ายน้ำเข้าสู่ถัง Lysimeter ดังภาพที่ 22

ภาพที่ 21 เปิดปากแกลลอนและเจาะรูด้านข้าง

ภาพที่ 22 เจาะรูบริเวณก้นแกลลอน

7. ติดตั้งระบบลูกลอยในถังควบคุมระดับน้ำใต้ดินในถัง Lysimeter เพื่อควบคุมระดับน้ำให้คงที่ในระดับที่ต้องการ ดังภาพที่ 23

8. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้เป็นระบบ โดยตั้งถังจ่ายน้ำไว้ด้านบนอาคารวัดน้ำ แล้วใช้ท่อ PVC ขนาด1 นิ้ว มาต่อออกจากก้นถังจ่ายน้ำที่ได้เจาะรูไว้แล้วลงไปในอาคารวัดน้ำเพื่อจ่ายน้ำเข้าสู่ถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน ดังภาพที่ 24

ภาพที่23 ติดตั้งลูกลอย

ภาพที่ 24 การต่อท่อPVC 1นิ้วจากถังจ่ายน้ำ

9. ทำการถ่ายระดับจากถัง Lysimeter ไปที่อาคารวัดน้ำเพื่อให้ทราบว่าระดับน้ำที่ต้องการควบคุมในถัง Lysimeter อยู่ในระดับใดในอาคารวัดน้ำ ดังภาพที่ 25

10. ติดตั้งถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน ในอาคารวัดน้ำโดยใช้เหล็กฉากทำเป็นฐานติดเข้ากับผนังของอาคารวัดน้ำ ให้อยู่ตำแหน่งที่ต้องการ แล้วนำถังควบคุมระดับน้ำใต้ดินไปวางไว้บนฐาน ใช้สายยางขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว ต่อจากท่อขนาด 1นิ้ว ที่ต่อมาจากถังจ่ายน้ำเข้าในถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน เพื่อรับน้ำจากถังจ่ายน้ำ ดังภาพที่ 26

ภาพที่ 25 ทำการถ่ายระดับ

ภาพที่ 26 ติดตั้งถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน

11. ใช้สายยางขนาด 1นิ้ว ต่อจากก้นถังควบคุมระดับน้ำใต้ดิน เข้ากับท่อขนาด 2” ซึ่งเป็นท่อระบายน้ำออกจากถัง Lysimeter เพื่อจ่ายน้ำให้กับพืชที่ปลูกในถัง Lysimeter ดังภาพที่27 และภาพที่ 28

ภาพที่ 27 ต่อสายยาง 1 นิ้วจากถังควบคุมระดับ

ภาพที่ 28 ต่อสายยาง1นิ้วเข้ากับท่อ 2 นิ้ว

3.3.3. ทดสอบใช้ถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่

1. พืชที่ใช้ในการทดสอบถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ คือ แตงกวา ดังภาพที่ 29

2. ทำการเตรียมแปลง บริเวณข้างถัง Lysimeter และในถัง Lysimeter ซึ่งใช้ถัง Lysimeter 2 ถัง จากทั้งหมด 4 ถังในการทดสอบ โดยดินที่ใช้ปลูกแตงกว่าเป็นดินร่วนปนดินเหนียว ดังภาพที่ 30

ภาพที่ 29 เมล็ดแตงกวาพันธุ์ลูกผสม

ภาพที่ 30 การเตรียมแปลงปลูกพืช

3. ปลูกแตงกวาทั้งในถัง Lysimeter และบริเวณข้างถัง Lysimeter ดังภาพที่ 31

4. ทำการวัดค่าปริมาณของน้ำที่พืชใช้ไปในแต่ละวัน จากถังจ่ายน้ำ ซึ่งจะทำการวัดค่าทุกๆวัน เวลา 17.00 น. ดังภาพที่ 32

ภาพที่ 31 แตงกวาที่ปลูกบริเวณทดลอง

ภาพที่ 32 การอ่านค่าการใช้น้ำ

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

4.1 การออกแบบและการติดตั้ง

การออกแบบและขั้นตอนการติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่เป็นไปตามหัวข้อ 3.3.2 ซึ่งทำการติดตั้งบริเวณแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ภาพที่ 33 บริเวณที่ติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่

ภาพที่ 34 ถังจ่ายน้ำเมื่อทำการติดตั้งเสร็จแล้ว

ภาพที่ 35 ถังควบคุมระดับน้ำใต้ดินเมื่อทำการติดตั้งเสร็จแล้ว

แบบแปลน

4.2 **รายการวัสดุ**

ตารางที่ 1 รายการประเมินราคาวัสดุก่อสร้าง : ถังวัดการใช้น้ำของพืช แบบน้ำใต้ดินคงที่

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ราคา/หน่วยบาท	รวมราคาบาท	หมายเหตุ
	ค่าวัสดุ					
1	ถังน้ำขนาด 80 ลิตร	2	ใบ	400	800	
2	แกลลอนขนาด 20 ลิตร	2	ใบ	200	400	
3	ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้ว	4	เมตร	18.75	75	
4	ลูกยาง	36	วง	5	180	
5	ลดเหลี่ยม	2	อัน	55	110	
6	เทปวัดระยะ	2	อัน	95	190	
7	ลูกลอย	2	อัน	200	400	
8	เกลียวนอก-เกลียวใน	5	คู่	20	100	
9	สายยาง3/8 นิ้ว	2	เมตร	10	20	
10	เทปพันท่อ	1	ม้วน	10	10	
11	ตัวต่อสายยาง	2	อัน	25	50	
12	ตัวรัดสายยาง	4	อัน	15	60	
13	สายยาง 1 นิ้ว	6	เมตร	22	130	
14	สายยาง ½ นิ้ว	6	เมตร	20	120	
15	ข้องอ ขนาด 1 นิ้ว	8	อัน	10	80	
16	ท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว	12	เมตร	18.75	225	
	รวมค่าวัสดุ				3,000	
	ค่าแรงงาน					
17	ค่าแรงงานติดตั้ง (จ้างเหมา)	-	-	2500	2,500	
	รวมค่าแรงงาน				2,500	
	รวมทั้งสิ้น				5,500	

รวมทั้งสิ้น 17 รายการ

4.3 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา

การทดลองนี้ได้ทำการหาปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา โดยใช้ถังวัดปริมารการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ (Constant Water Table Type-Lysimeter) ซึ่งทำการปลูกแตงกวา 2 ครั้ง คือ Crop 1 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2555 ถึง วันที่ 20 มกราคม 2556 และ Crop 2 วันที่ 27 มกราคม 2556 ถึง วันที่ 17 มีนาคม 2556

ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 1 และการปลูกครั้งที่ 2 วัดค่าเวลา 17.00 น. ของทุกวัน ค่าที่วัดคือปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาที่ใช้ไปใน 1 วัน วัดจากถังจ่ายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.5 เซนติเมตร ค่าที่วัดออกมาเป็นหน่วยมิลลิเมตร แล้วคำนวณปริมาตรออกมาเป็นลิตร และคำนวณปริมาณการใช้น้ำแตงกวาเป็นความลึกในหน่วยมิลลิเมตร (Lysimeter มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.1 เมตร) ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 1 (23 พ.ย. 2555 ถึง 20 ม.ค. 2556)

วันที่	อายุพืช	ปริมาณน้ำที่พืชใช้จากถัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.5 ซม. (มม.)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (ลิตร)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (มม.)	
		ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2
23 พ.ย. 55*	1						
24 พ.ย. 55*	2						
25 พ.ย. 55*	3						
26 พ.ย. 55*	4						
27 พ.ย. 55*	5						
28 พ.ย. 55*	6						
29 พ.ย. 55*	7						
30 พ.ย. 55*	8						
1 ธ.ค. 55*	9						
2 ธ.ค. 55*	10						
3 ธ.ค. 55*	11						
4 ธ.ค. 55*	12						
5 ธ.ค. 55*	13						

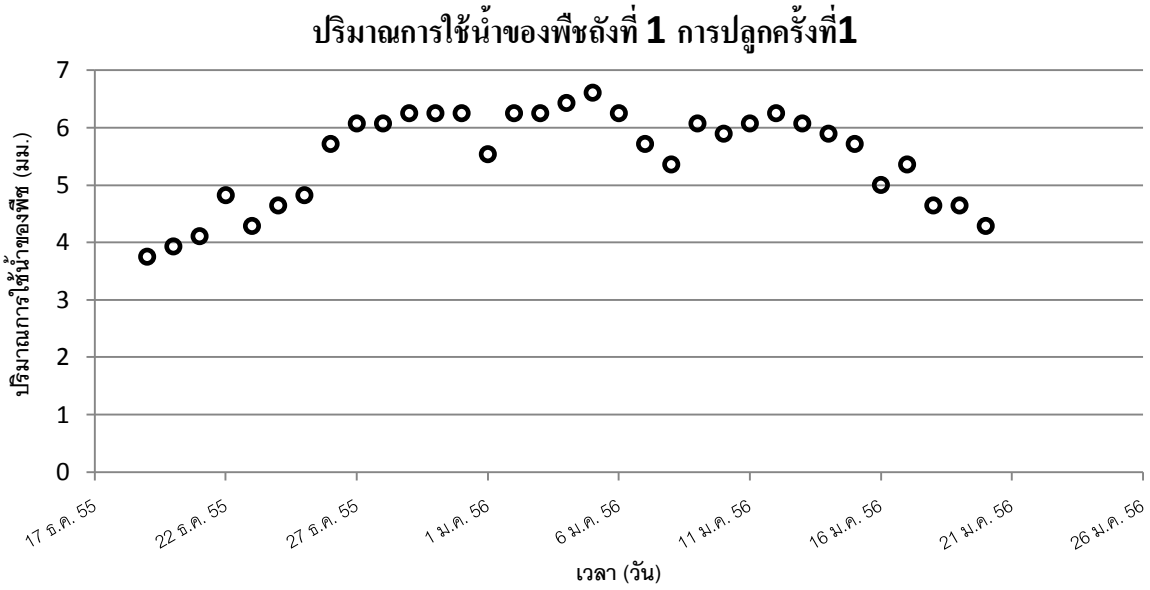
ตารางที่ 2 (ต่อ)

วันที่	อายุพืช	ปริมาณน้ำที่พืชใช้จากถัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.5 ซม. (มม.)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (ลิตร)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (มม.)	
		ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2
6 ธ.ค. 55*	14						
7 ธ.ค. 55*	15						
8 ธ.ค. 55	16	7	13	1.19	2.21	1.25	2.32
9 ธ.ค. 55	17	6	14	1.02	2.38	1.07	2.50
10 ธ.ค. 55	18	7	13	1.19	2.21	1.25	2.32
11 ธ.ค. 55	19	10	9	1.70	1.53	1.79	1.61
12 ธ.ค. 55	20	13	14	2.21	2.38	2.32	2.50
13 ธ.ค. 55	21	17	18	2.89	3.06	3.04	3.22
14 ธ.ค. 55	22	16	15	2.72	2.55	2.86	2.68
15 ธ.ค. 55	23	19	18	3.22	3.06	3.40	3.22
16 ธ.ค. 55	24	18	18	3.06	3.06	3.22	3.22
17 ธ.ค. 55	25	20	20	3.39	3.39	3.57	3.57
18 ธ.ค. 55	26	20	19	3.39	3.22	3.57	3.40
19 ธ.ค. 55	27	21	22	3.56	3.73	3.75	3.93
20 ธ.ค. 55	28	22	22	3.73	3.73	3.93	3.93
21 ธ.ค. 55	29	23	24	3.90	4.07	4.11	4.29
22 ธ.ค. 55	30	27	28	4.58	4.75	4.82	5.00
23 ธ.ค. 55	31	24	22	4.07	3.73	4.29	3.93
24 ธ.ค. 55	32	26	27	4.41	4.58	4.65	4.82
25 ธ.ค. 55	33	27	29	4.58	4.92	4.82	5.18
26 ธ.ค. 55	34	32	32	5.43	5.43	5.72	5.72
27 ธ.ค. 55	35	34	35	5.77	5.94	6.08	6.25
28 ธ.ค. 55	36	34	34	5.77	5.77	6.08	6.08
29 ธ.ค. 55	37	35	35	5.94	5.94	6.25	6.25

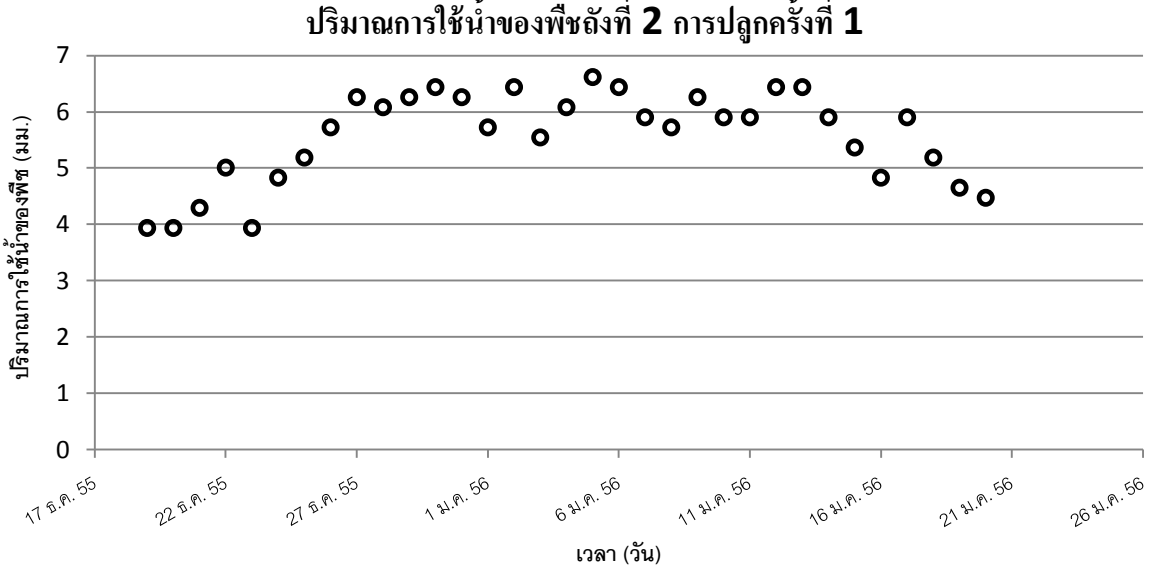
ตารางที่ 2 (ต่อ)

วันที่	อายุพืช	ปริมาณน้ำที่พืชใช้จากถัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.5 ซม. (มม.)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (ลิตร)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (มม.)	
		ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2
30 ธ.ค. 55	38	35	36	5.94	6.11	6.25	6.43
31 ธ.ค. 55	39	35	35	5.94	5.94	6.25	6.25
1 ม.ค. 56	40	31	32	5.26	5.43	5.54	5.72
2 ม.ค. 56	41	35	36	5.94	6.11	6.25	6.43
3 ม.ค. 56	42	35	31	5.94	5.26	6.25	5.54
4 ม.ค. 56	43	36	34	6.11	5.77	6.43	6.08
5 ม.ค. 56	44	37	37	6.28	6.28	6.61	6.61
6 ม.ค. 56	45	35	36	5.94	6.11	6.25	6.43
7 ม.ค. 56	46	32	33	5.43	5.60	5.72	5.90
8 ม.ค. 56	47	30	32	5.09	5.43	5.36	5.72
9 ม.ค. 56	48	34	35	5.77	5.94	6.08	6.25
10 ม.ค. 56	49	33	33	5.60	5.60	5.90	5.90
11 ม.ค. 56	50	34	33	5.77	5.60	6.08	5.90
12 ม.ค. 56	51	35	36	5.94	6.11	6.25	6.43
13 ม.ค. 56	52	34	36	5.77	6.11	6.08	6.43
14 ม.ค. 56	53	33	33	5.60	5.60	5.90	5.90
15 ม.ค. 56	54	32	30	5.43	5.09	5.72	5.36
16 ม.ค. 56	55	28	27	4.75	4.58	5.00	4.82
17 ม.ค. 56	56	30	33	5.09	5.60	5.36	5.90
18 ม.ค. 56	57	26	29	4.41	4.92	4.65	5.18
19 ม.ค. 56	58	26	26	4.41	4.41	4.65	4.65
20 ม.ค. 56	59	24	25	4.07	4.24	4.29	4.47

หมายเหตุ * ในวันที่ 23 – 7 ธ.ค. 2555 เกิดฝนตกน้ำท่วมแปลง ไม่สามารถวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชได้ จึงเริ่มวัดค่าในวันที่ 8 ธ.ค. 2555



ภาพที่ 36 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ถังที่ 1 การปลูกครั้งที่ 1 (23 พ.ย. 2555 ถึง 20 ม.ค. 2556)



ภาพที่ 37 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ถังที่ 2 การปลูกครั้งที่ 1 (23 พ.ย. 2555 ถึง 20 ม.ค. 2556)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 2 (27 ม.ค. 2556 ถึง วันที่ 17 มี.ค. 2556)

วันที่	อายุพืช	ปริมาณน้ำที่พืชใช้จากถัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.5 ซม. (มม.)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (ลิตร)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (มม.)	
		ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2
27 ม.ค. 56	1	5	5	0.85	0.85	0.89	0.89
28 ม.ค. 56	2	10	7	1.70	1.19	1.79	1.25
29 ม.ค. 56	3	6	6	1.02	1.02	1.07	1.07
30 ม.ค. 56	4	5	7	0.85	1.19	0.89	1.25
31 ม.ค. 56	5	5	6	0.85	1.02	0.89	1.07
1 ก.พ. 56	6	6	6	1.02	1.02	1.07	1.07
2 ก.พ. 56	7	6	7	1.02	1.19	1.07	1.25
3 ก.พ. 56	8	5	7	0.85	1.19	0.89	1.25
4 ก.พ. 56	9	4	6	0.68	1.02	0.71	1.07
5 ก.พ. 56	10	4	6	0.68	1.02	0.71	1.07
6 ก.พ. 56	11	5	6	0.85	1.02	0.89	1.07
7 ก.พ. 56	12	5	6	0.85	1.02	0.89	1.07
8 ก.พ. 56	13	7	9	1.19	1.53	1.25	1.61
9 ก.พ. 56	14	8	9	1.36	1.53	1.43	1.61
10 ก.พ. 56*	15						
11 ก.พ. 56	16	6	6	1.02	1.02	1.07	1.07
12 ก.พ. 56	17	6	6	1.02	1.02	1.07	1.07
13 ก.พ. 56	18	8	10	1.36	1.70	1.43	1.79

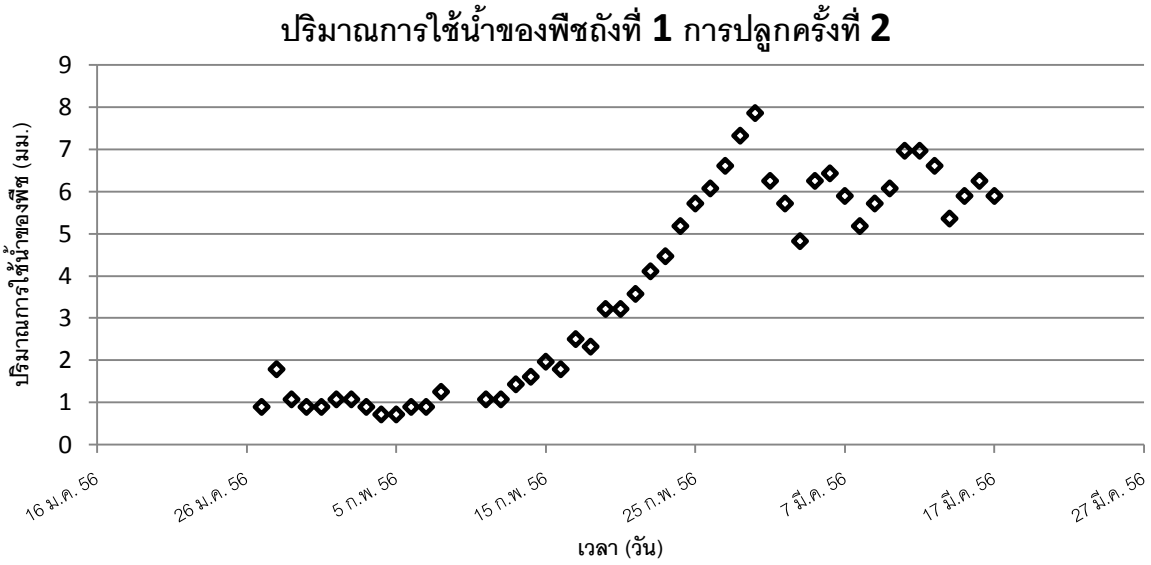
ตารางที่ 3 (ต่อ)

วันที่	อายุพืช	ปริมาณน้ำที่พืชใช้จากถัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.5 ซม. (มม.)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (ลิตร)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (มม.)	
		ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2
14 ก.พ. 56	19	9	11	1.53	1.87	1.61	1.97
15 ก.พ. 56	20	11	10	1.87	1.70	1.97	1.79
16 ก.พ. 56	21	10	10	1.70	1.70	1.79	1.79
17 ก.พ. 56	22	14	12	2.38	2.04	2.50	2.14
18 ก.พ. 56	23	13	14	2.21	2.38	2.32	2.50
19 ก.พ. 56	24	18	16	3.06	2.72	3.22	2.86
20 ก.พ. 56	25	18	17	3.06	2.89	3.22	3.04
21 ก.พ. 56	26	20	18	3.39	3.06	3.57	3.22
22 ก.พ. 56	27	23	22	3.90	3.73	4.11	3.93
23 ก.พ. 56	28	25	25	4.24	4.24	4.47	4.47
24 ก.พ. 56	29	29	27	4.92	4.58	5.18	4.82
25 ก.พ. 56	30	32	30	5.43	5.09	5.72	5.36
26 ก.พ. 56	31	34	32	5.77	5.43	6.08	5.72
27 ก.พ. 56	32	37	35	6.28	5.94	6.61	6.25
28 ก.พ. 56	33	41	40	6.96	6.79	7.33	7.15
1 มี.ค. 56	34	44	44	7.47	7.47	7.86	7.86
2 มี.ค. 56	35	35	34	5.94	5.77	6.25	6.08
3 มี.ค. 56	36	32	30	5.43	5.09	5.72	5.36
4 มี.ค. 56	37	27	26	4.58	4.41	4.82	4.65
5 มี.ค. 56	38	35	37	5.94	6.28	6.25	6.61
6 มี.ค. 56	39	36	36	6.11	6.11	6.43	6.43
7 มี.ค. 56	40	33	34	5.60	5.77	5.90	6.08
8 มี.ค. 56	41	29	27	4.92	4.58	5.18	4.82
9 มี.ค. 56	42	32	30	5.43	5.09	5.72	5.36

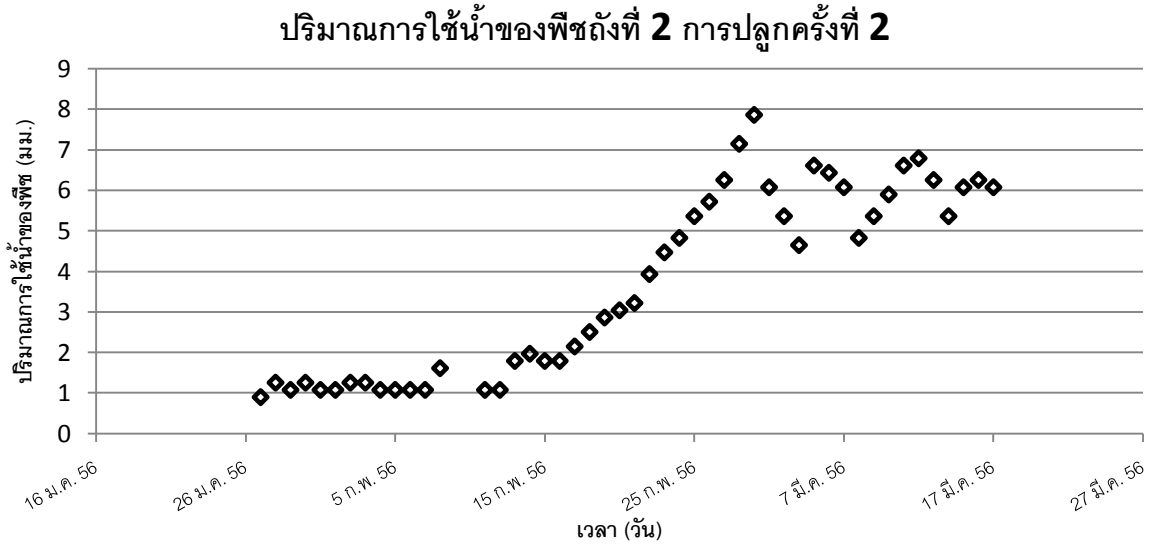
ตารางที่ 3 (ต่อ)

วันที่	อายุพืช	ปริมาณน้ำที่พืชใช้จากถัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.5 ซม. (มม.)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (ลิตร)		ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (มม.)	
		ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 1	ถังที่ 2
10 มี.ค. 56	43	34	33	5.77	5.60	6.08	5.90
11 มี.ค. 56	44	39	37	6.62	6.28	6.97	6.61
12 มี.ค. 56	45	39	38	6.62	6.45	6.97	6.79
13 มี.ค. 56	46	37	35	6.28	5.94	6.61	6.25
14 มี.ค. 56	47	30	30	5.09	5.09	5.36	5.36
15 มี.ค. 56	48	33	34	5.60	5.77	5.90	6.08
16 มี.ค. 56	49	35	35	5.94	5.94	6.25	6.25
17 มี.ค. 56	50	33	34	5.60	5.77	5.90	6.08

หมายเหตุ * ในวันที่ 10 ก.พ. 2556 เกิดฝนตก ไม่สามารถวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชได้ จึงไม่มีค่าแสดงในตาราง



ภาพที่ 38 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ถังที่ 1 การปลูกครั้งที่ 2 (27 ม.ค. 2556 ถึง 17 มี.ค. 2556)



ภาพที่ 39 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา ถังที่ 2 การปลูกครั้งที่ 2 (27 ม.ค. 2556 ถึง 17 มี.ค. 2556)

4.4 วิจารณ์ผล

ในการออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ ซึ่งติดตั้งไว้ 2 ถัง สามารถใช้งานได้จริงทั้ง 2 ถัง ระดับน้ำใต้ดินที่ควบคุมไว้ให้คงที่ในระดับที่ลึกลงไป 50 เซนติเมตร จากผิวดินในถัง Lysimeter นั้น พืชสามารถดูดน้ำมาใช้ได้ดี และถังจ่ายน้ำที่จ่ายน้ำให้แก่พืชมีรูปร่างไม่เป็นทรงกระบอกทั้งหมดสามารถทำการวัดค่าได้เพียงในส่วนที่เป็นทรงกระบอกที่มีเพียงครึ่งเดียวของถัง ทำให้จะต้องเติมน้ำบ่อยครั้งเพื่อที่จะให้น้ำอยู่ในระดับที่สามารถวัดค่าได้ในถังจ่ายน้ำ

จา*กภาพที่ 40* เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายวันถังที่ 1 กับ ถังที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ถังทั้งสองวัดได้ ในการปลูกครั้งที่ 1 มีค่าค่อนข้างนิ่งและใกล้เคียงกัน

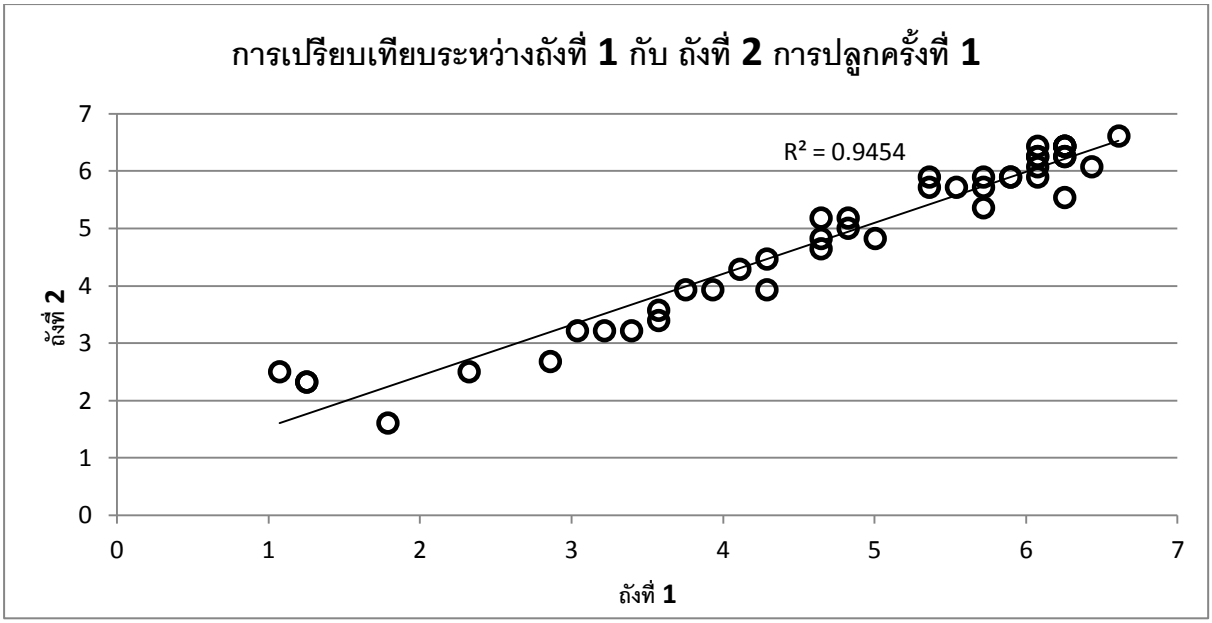
จา*กภาพที่ 41* เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายวันถังที่ 1 กับ ถังที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ถังทั้งสองวัดได้ ในการปลูกครั้งที่ 2 มีค่าค่อนข้างนิ่งและใกล้เคียงกัน

จา*กภาพที่ 42* เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายสัปดาห์ถังที่ 1 กับ ถังที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ถังทั้งสองวัดได้ ในการปลูกครั้งที่ 2 มีค่าค่อนข้างนิ่งและใกล้เคียงกัน

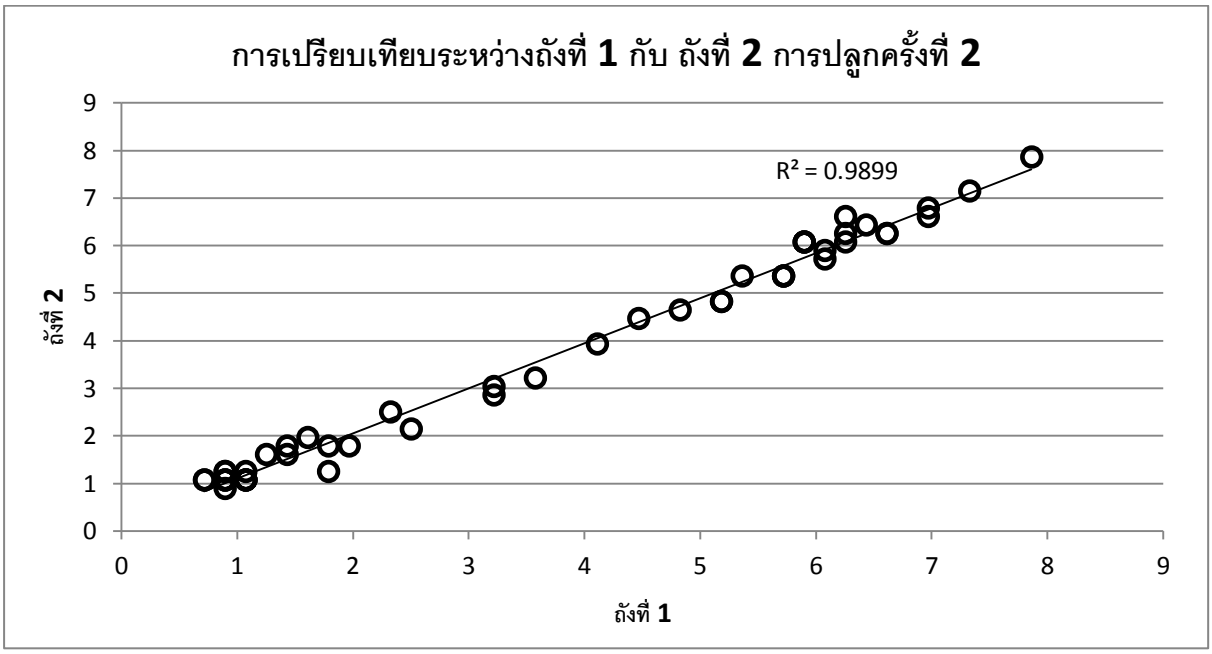
จา*กภาพที่ 43* เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายสัปดาห์ถังที่ 1 กับ ถังที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ถังทั้งสองวัดได้ ในการปลูกครั้งที่ 2 มีค่าค่อนข้างนิ่งและใกล้เคียงกัน

จา*กภาพที่ 44* เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ระหว่างถังที่ 1,2,3 และ 4 ในการปลูก ครั้งที่ 1พบว่าปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาในสัปดาห์ที่ 1 – 3 จะมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน แต่จะมีค่าที่ต่างมากพอสมควร

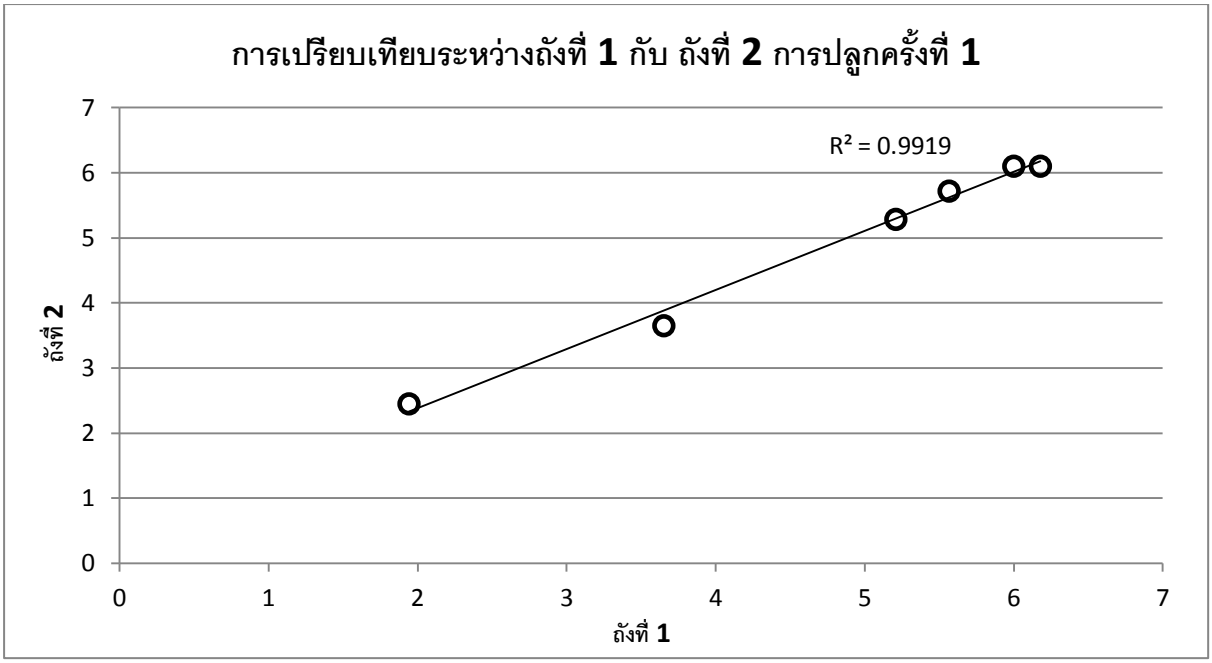
จา*กภาพที่ 45* เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ระหว่างถังที่ 1,2,3 และ 4 ในการปลูก ครั้งที่ 2 พบว่าปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาของถังที่ 1,2 และ 4 จะมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน แต่จะมีค่าที่ต่างมากพอสมควร แต่ในถังที่ 3 จะมีแนวโน้มต่างไปจากถังอื่น



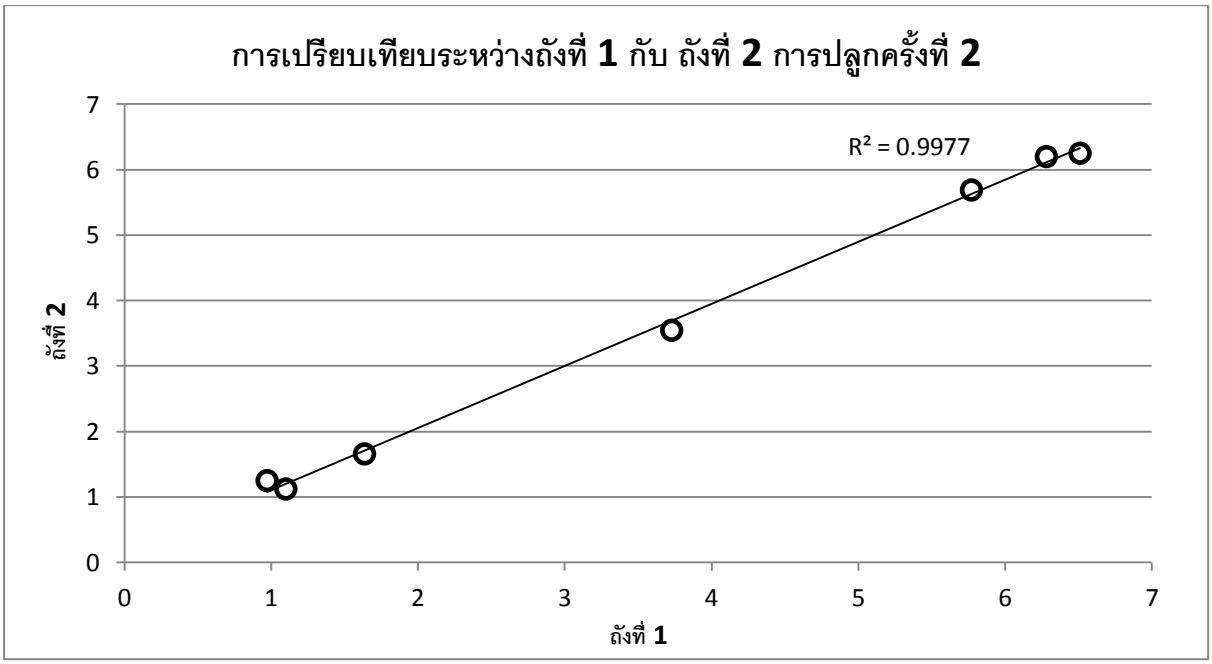
ภาพที่ 40 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายวันถังที่ 1 กับ ถังที่ 2



ภาพที่ 41 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายวันถังที่ 1 กับ ถังที่ 2



ภาพที่ 42 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายสัปดาห์ถังที่ 1 กับ ถังที่ 2



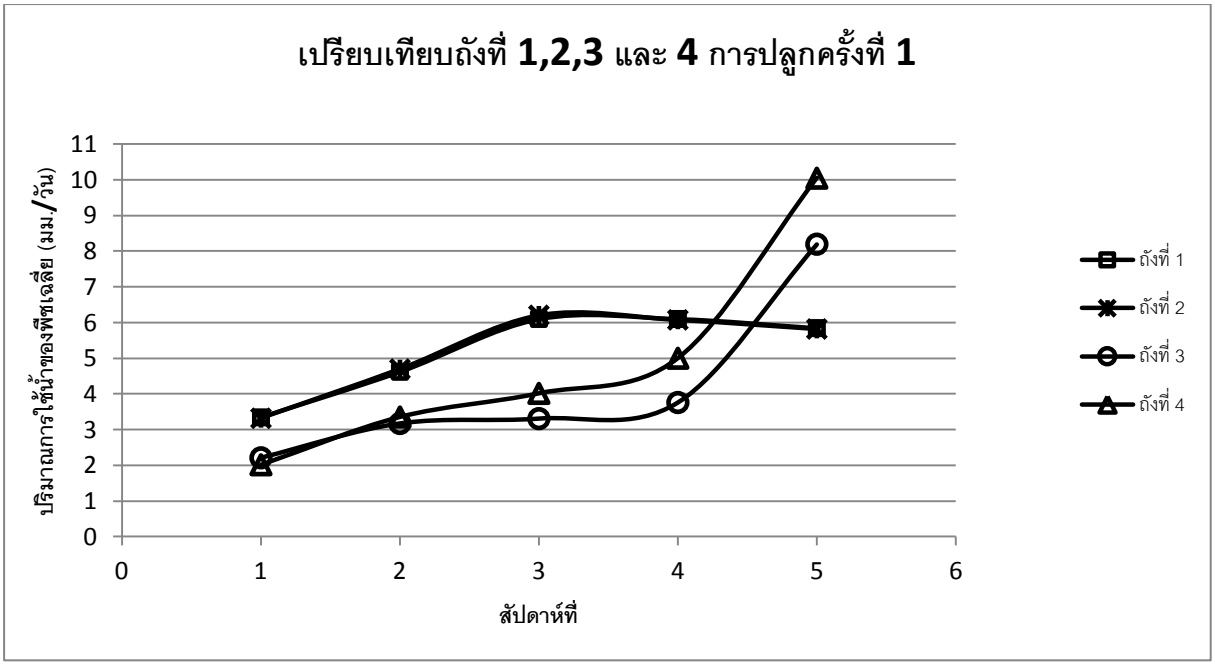
ภาพที่ 43 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเป็นรายสัปดาห์ถังที่ 1 กับ ถังที่ 2

ตารางที่ 4 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ของ การปลูกครั้งที่ 1(13 ธ.ค. 2555 ถึง16 ม.ค. 2556) ซึ่งวัดโดยใช้ถัง Lysimeter 4 ถัง ถังที่ 1 และ ถังที่ 2 เป็นถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ ถังที่ 3 และ ถังที่ 4 เป็นถังวัดการใช้น้ำแบบระบาย (ค่าที่ได้จากถัง 3และ 4 มาจาก โครงงานเรื่องการศึกษาปริมาณการใช้น้ำและการเจริยเติบดตของแตงกวา)

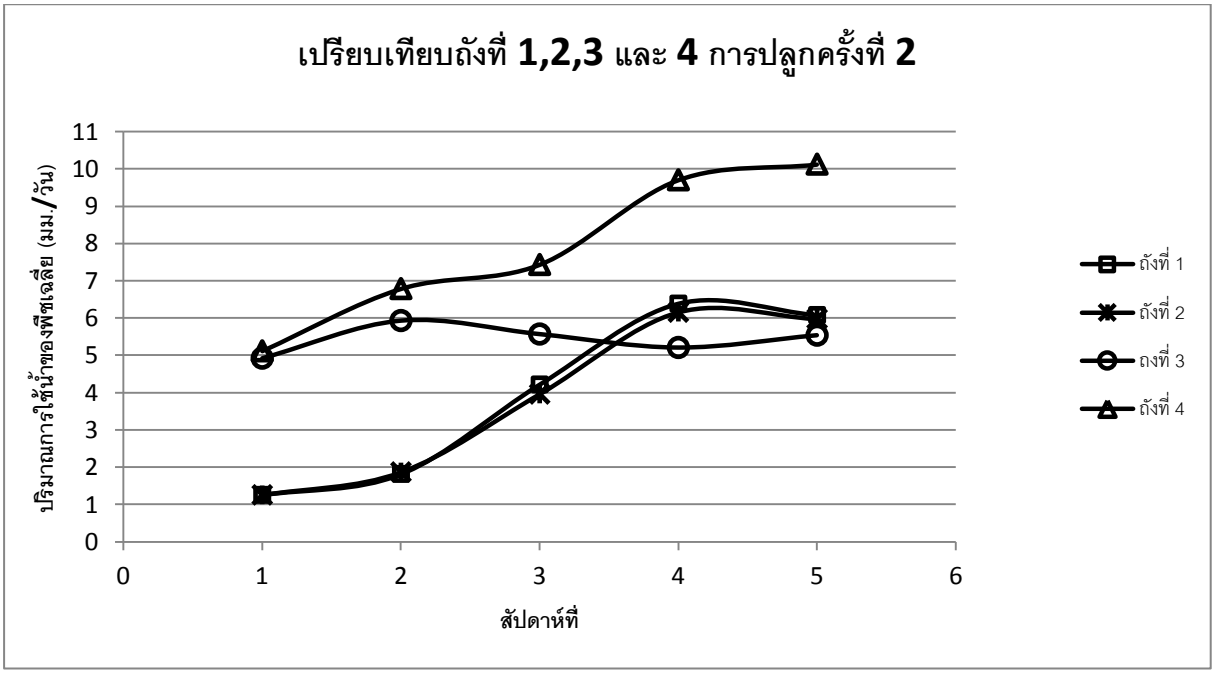
สัปดาห์ที่	ปริมาณน้ำที่พืชใช้เฉลี่ยรายสัปดาห์ (มม./วัน)			
	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 3	ถังที่ 4
1	3.34	3.32	2.21	2.02
2	4.62	4.70	3.17	3.35
3	6.10	6.20	3.31	4.02
4	6.10	6.08	3.76	5.00
5	5.85	5.82	8.20	10.05

ตารางที่ 5 ปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ของการปลูกครั้งที่ 2 (3 ก.พ. 2556 ถึง 11 มี.ค. 2556) วัดโดยใช้ถัง Lysimeter 4 ถัง ถังที่ 1 และ ถังที่ 2 เป็นถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ ถังที่ 3 และ ถังที่ 4 เป็นถังวัดการใช้น้ำแบบระบาย

สัปดาห์ที่	ปริมาณน้ำที่พืชใช้เฉลี่ยรายสัปดาห์ (มม./วัน)			
	ถังที่ 1	ถังที่ 2	ถังที่ 3	ถังที่ 4
1	1.25	1.25	4.92	5.11
2	1.81	1.86	5.93	6.78
3	4.21	3.96	5.56	7.43
4	6.38	6.15	5.20	9.70
5	6.08	5.97	5.53	10.12



ภาพที่ 44 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ระหว่างถังที่ 1,2,3 และ 4 ในการปลูกครั้งที่ 1



ภาพที่ 45 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาเฉลี่ยรายสัปดาห์ระหว่างถังที่ 1,2,3 และ 4 ในการปลูกครั้งที่ 2

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในการออกแบบและติดตั้งถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่จำนวน 2 ถัง ซึ่งได้ทำการดัดแปลงจากถังวัดการใช้น้ำแบบระบายที่มีอยู่ 4 ถังซึ่งตั้งอยู่บริเวณต้นแปลงทดลอง ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน นั้น สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สามารถนำมาใช้งานได้จริงทั้ง 2 ถัง แต่ถังจ่ายน้ำไม่เป็นทรงกระบอกทั้งหมดทำให้สามารถใช้งานได้เพียงครึ่งถังจึงต้องเติมน้ำบ่อยครั้ง สำหรับการทดลองใช้ถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ โดยใช้แตงกวาในการทดลองแล้วเปรียบเทียบกัน ถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่ทั้ง 2 มีค่าค่อนข้างนิ่ง และให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเปรียบกับถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบายค่าที่ได้ออกมาจะต่างกันพอสมควร

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้ถังจ่ายน้ำที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกทั้งถัง เพื่อความถูกต้องในการวัดปริมาณน้ำ

2. ฐานของถังควบคุมระดับน้ำใต้ดินควรทำให้สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ เพื่อที่จะสามารถเปลี่ยนระดับควบคุมให้ได้ตามต้อง เพราะหากมีการใช้กับพืชชนิดอื่นซึ่งจะมีความลึกของเขตรากพืชแตกต่างกันไป

3. ควรมีการเปรียบเทียบกับการวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชแบบอื่นที่มีความน่าเชื่อถืออีก เพื่อความถูกต้องของถังชนิดนี้

เอกสารอ้างอิง

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2526 “หลักชลประทานเบื้องต้น” ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน , นครปฐม

เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. 2552 “การใช้น้ำของพืช (ทฤษฎีและการประยุกต์)” ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน , นครปฐม

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา จากถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบน้ำใต้ดินคงที่

(Constant-Water-Table-Type Lysimeter)

ตัวอย่างการคำนวณ

สมการสมดุลน้ำ

$Wp+Re+Gc = ET+P+Ro+\Delta Sw$

Wp = ปริมาณน้ำชลประทาน ในที่นี้ Wp=0 เนื่องจากถัง Lysimeter ไม่ได้รับน้ำชลประทาน

Re = ฝนใช้การ ในที่นี้ Re =0 เนื่องจากไม่นำค่าฝนใช้การมาคิด

Gc = ปริมาณน้ำใต้ดิน ในที่นี้ Gc=0 เนื่องจากปริมาณน้ำใต้ดินคงที่เพราะถัง lysimeter เป็นถังปิด

ET = ปริมารการใช้น้ำของพืช

P = ปริมาณน้ำที่ไหลซึมเลยเขตรากพืช ในที่นี้ P=0 เนื่องจากปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้จะพอดีไม่เลยเขตรากพืช

Ro = ปริมาณน้ำเลยท้ายแปลง ในที่นี้ Ro =0 เนื่องจากไม่นำปริมาณน้ำเลยท้ายแปลง มาคิด

ΔSw = ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน ในที่นี้ $\Delta Sw = 0$ เนื่องจากเป็นค่าที่มีความยุ่งยากซับซ้อน และไม่ค่อยมีผลต่อ การใช้น้ำของพืช

ปริมาณการใช้น้ำของพืช(ET) วันที่ 12 ธันวาคม 2555 ถังที่ 1 การปลูกครั้งที่ 1

-น้ำที่พืชใช้ไป (วัดจากถังจ่ายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46.5 เซนติเมตร) เท่ากับ 13 มิลลิเมตร

คิดเป็นปริมาตร = $(\frac{\pi}{4} \times 0.465^2) \times 13$

= 2.21 ลิตร

-ปริมาณน้ำที่พืชใช้ไป คิดเป็นความลึก (ถัง Lysimeter มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.1 เมตร)

ปริมาณการใช้น้ำของพืช = $\frac{2.21}{\frac{\pi}{4} \times 1.1^2}$

= 2.32 มิลลิเมตร

ภาคผนวก ข.

ตารางสรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา

จากถังวัดการใช้น้ำของพืชแบบระบาย

(Percolation type Lysimeter)

ถังที่ 3 และ ถังที่ 4

ตารางผนวกที่ 1 สรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่1 จากถาดวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) แบบระบายน้ำถังที่ 3 (4 ธ.ค. 2555 - 21 ม.ค. 2556)

ว/ด/ป	น้ำชลประทาน (ลิตร)	น้ำที่ระบายออกจากถัง (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม)
4/12/2012	30	4.5	25.5	26.85
5/12/2012	30	20	10	10.53
6/12/2012	30	26	4	4.21
7/12/2012	15	16	-1	-1.05
8/12/2012	15	14	1	1.05
9/12/2012	10	9.2	0.8	0.84
10/12/2012	10	8.1	1.9	2.00
11/12/2012	10	6.5	3.5	3.68
12/12/2012	5	6.7	-1.7	-1.79
13/12/2012	5	4.2	0.8	0.84
14/12/2012	5	3.8	1.2	1.26
15/12/2012	5	3.3	1.7	1.79
16/12/2012	5	2.9	2.1	2.21
17/12/2012	5	2.1	2.9	3.05
18/12/2012	5	2	3	3.16
19/12/2012	5	2	3	3.16
20/12/2012	5	2	3	3.16
21/12/2012	5	2	3	3.16
22/12/2012	5	2.1	2.9	3.05
23/12/2012	5	2	3	3.16
24/12/2012	5	2	3	3.16
25/12/2012	5	1.9	3.1	3.26
26/12/2012	5	1.9	3.1	3.26
27/12/2012	5	1.9	3.1	3.26
28/12/2012	5	2.5	2.5	2.63

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ว/ด/ป	น้ำชลประทาน (ลิตร)	น้ำที่ระบายออกจากถัง (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม)
29/12/2012	5	2	3	3.16
30/12/2012	5	1.9	3.1	3.26
31/12/2012	5	2	3	3.16
1/1/2013	5	1.4	3.6	3.79
2/1/2013	5	1.3	3.7	3.90
3/1/2013	5	1.4	3.6	3.79
4/1/2013	5	1.5	3.5	3.68
5/1/2013	5	1.6	3.4	3.58
6/1/2013	5	1.5	3.5	3.68
7/1/2013	5	1.3	3.7	3.90
8/1/2013	5	1.5	3.5	3.68
9/1/2013	5	1.2	3.8	4.00
10/1/2013	5	1.1	3.9	4.11
11/1/2013	5	1.15	3.85	4.05
12/1/2013	5	1.15	3.85	4.05
13/1/2013	7	1.1	5.9	6.21
14/1/2013	10	0	10	10.53
15/1/2013	15	2	13	13.69
16/1/2013	20	6	14	14.74
17/1/2013	20	14	6	6.32
18/1/2013	20	14.6	5.4	5.69
19/1/2013	10	5	5	5.26
20/1/2013	10	5	5	5.26
21/1/2013	10	7	3	3.16

ตารางผนวกที่ 2 สรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 1 จากถาดวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) แบบระบายน้ำถังที่ 4 (4 ธ.ค. 2555 - 21 ม.ค. 2556)

ว/ด/ป	น้ำชลประทาน (ลิตร)	น้ำที่ระบายออกจากถัง (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม)
4/12/2012	30	4.5	25.5	26.85
5/12/2012	30	20	10	10.53
6/12/2012	30	26	4	4.21
7/12/2012	15	16	-1	-1.05
8/12/2012	15	13	2	2.11
9/12/2012	10	9.2	0.8	0.84
10/12/2012	10	8.2	1.8	1.90
11/12/2012	10	6.8	3.2	3.37
12/12/2012	5	7.2	-2.2	-2.32
13/12/2012	5	4.5	0.5	0.53
14/12/2012	5	4.1	0.9	0.95
15/12/2012	5	3.7	1.3	1.37
16/12/2012	5	3.2	1.8	1.90
17/12/2012	5	2.2	2.8	2.95
18/12/2012	5	2	3	3.16
19/12/2012	5	1.9	3.1	3.26
20/12/2012	5	1.8	3.2	3.37
21/12/2012	5	2	3	3.16
22/12/2012	5	1.9	3.1	3.26
23/12/2012	5	1.8	3.2	3.37
24/12/2012	5	1.8	3.2	3.37
25/12/2012	5	1.7	3.3	3.47
26/12/2012	5	1.7	3.3	3.47
27/12/2012	5	1.7	3.3	3.47
28/12/2012	5	1.5	3.5	3.68

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ว/ด/ป	น้ำชลประทาน (ลิตร)	น้ำที่ระบายออกจากถัง (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม)
29/12/2012	5	1.5	3.5	3.68
30/12/2012	5	1.2	3.8	4.00
31/12/2012	5	1	4	4.21
1/1/2013	5	0.8	4.2	4.42
2/1/2013	5	0.6	4.4	4.63
3/1/2013	5	0.5	4.5	4.74
4/1/2013	5	0.5	4.5	4.74
5/1/2013	5	0.2	4.8	5.05
6/1/2013	5	0.2	4.8	5.05
7/1/2013	5	0.15	4.85	5.11
8/1/2013	5	0.1	4.9	5.16
9/1/2013	5	0.1	4.9	5.16
10/1/2013	5	0.1	4.9	5.16
11/1/2013	5	0.09	4.91	5.17
12/1/2013	5	0.01	4.99	5.25
13/1/2013	7	0	7	7.37
14/1/2013	10	0	10	10.53
15/1/2013	15	0	15	15.79
16/1/2013	20	0	20	21.06
17/1/2013	20	0.3	19.7	20.74
18/1/2013	20	1.2	18.8	19.79
19/1/2013	10	1	9	9.48
20/1/2013	10	2	8	8.42
21/1/2013	10	4	6	6.32

ตารางผนวกที่ 3 สรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวาการปลูกครั้งที่ 2 จากถาดวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) แบบระบายน้ำถังที่ 3 (27 ม.ค. 2556 - 16 มี.ค. 2556)

ว/ด/ป	น้ำชลประทาน (ลิตร)	น้ำที่ระบายออกจากถัง (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม)
27/1/2013	10	2.15	7.85	8.26
28/1/2013	10	2.4	7.6	8.00
29/1/2013	10	3	7	7.37
30/1/2013	10	4.9	5.1	5.37
31/1/2013	10	4	6	6.32
1/2/2013	10	4.3	5.7	6.00
2/2/2013	10	4.8	5.2	5.47
3/2/2013	10	3	7	7.37
4/2/2013	10	4.3	5.7	6.00
5/2/2013	10	5.8	4.2	4.42
6/2/2013	10	6	4	4.21
7/2/2013	10	6.1	3.9	4.11
8/2/2013	10	6.2	3.8	4.00
9/2/2013	10	5.9	4.1	4.32
10/2/2013	10	10	0	0.00
11/2/2013	10	14.5	-4.5	-4.74
12/2/2013	10	6	4	4.21
13/2/2013	10	4	6	6.32
14/2/2013	10	3.2	6.8	7.16
15/2/2013	10	3.2	6.8	7.16
16/2/2013	10	4.1	5.9	6.21
17/2/2013	10	5	5	5.26
18/2/2013	10	5.1	4.9	5.16
19/2/2013	10	5.1	4.9	5.16
20/2/2013	10	6.4	3.6	3.79

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ว/ด/ป	น้ำชลประทาน (ลิตร)	น้ำที่ระบายออกจากถัง (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม)
21/2/2013	10	6	4	4.21
22/2/2013	10	5.5	4.5	4.74
23/2/2013	10	3.9	6.1	6.42
24/2/2013	10	3.1	6.9	7.26
25/2/2013	10	3	7	7.37
26/2/2013	10	5	5	5.26
27/2/2013	10	5.1	4.9	5.16
28/2/2013	10	5	5	5.26
1/3/2013	10	5.1	4.9	5.16
2/3/2013	10	5.2	4.8	5.05
3/3/2013	10	5	5	5.26
4/3/2013	10	5	5	5.26
5/3/2013	10	2	8	8.42
6/3/2013	10	5	5	5.26
7/3/2013	10	5	5	5.26
8/3/2013	10	4.9	5.1	5.37
9/3/2013	10	3.8	6.2	6.53
10/3/2013	10	6	4	4.21
11/3/2013	10	6.5	3.5	3.68
12/3/2013	10	5.3	4.7	4.95
13/3/2013	10	5	5	5.26
14/3/2013	10	5	5	5.26
15/3/2013	10	4.5	5.5	5.79
16/3/2013	10	5	5	5.26

ตารางผนวกที่ 4 สรุปการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของแตงกวา การปลูกครั้งที่ 2 จากถาดวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) แบบระบายน้ำถังที่ 4 (27 ม.ค. 2556 - 16 มี.ค. 2556)

ว/ด/ป	น้ำชลประทาน (ลิตร)	น้ำที่ระบายออกจากถัง (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม)
27/1/2013	10	0.5	9.5	10.00
28/1/2013	10	1.6	8.4	8.84
29/1/2013	10	2.75	7.25	7.63
30/1/2013	10	4.8	5.2	5.47
31/1/2013	10	3.6	6.4	6.74
1/2/2013	10	3.3	6.7	7.05
2/2/2013	10	4.2	5.8	6.11
3/2/2013	10	4	6	6.32
4/2/2013	10	3.9	6.1	6.42
5/2/2013	10	5.4	4.6	4.84
6/2/2013	10	5.5	4.5	4.74
7/2/2013	10	5.8	4.2	4.42
8/2/2013	10	5.9	4.1	4.32
9/2/2013	10	5.5	4.5	4.74
10/2/2013	10	10.5	-0.5	-0.53
11/2/2013	10	14.5	-4.5	-4.74
12/2/2013	10	6.2	3.8	4.00
13/2/2013	10	3.5	6.5	6.84
14/2/2013	10	3	7	7.37
15/2/2013	10	2.9	7.1	7.47
16/2/2013	10	2.9	7.1	7.47
17/2/2013	10	3.8	6.2	6.53
18/2/2013	10	2.6	7.4	7.79
19/2/2013	10	3	7	7.37
20/2/2013	10	3.6	6.4	6.74

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ว/ด/ป	น้ำชลประทาน (ลิตร)	น้ำที่ระบายออกจากถัง (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลิตร)	ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม)
21/2/2013	10	3.5	6.5	6.84
22/2/2013	10	3.8	6.2	6.53
23/2/2013	10	2.8	7.2	7.58
24/2/2013	10	2	8	8.42
25/2/2013	10	1.9	8.1	8.53
26/2/2013	10	1	9	9.48
27/2/2013	10	1	9	9.48
28/2/2013	10	1.1	8.9	9.37
1/3/2013	10	0.9	9.1	9.58
2/3/2013	10	0.7	9.3	9.79
3/3/2013	10	0.3	9.7	10.21
4/3/2013	10	0.5	9.5	10.00
5/3/2013	10	0.5	9.5	10.00
6/3/2013	10	0.5	9.5	10.00
7/3/2013	10	0.3	9.7	10.21
8/3/2013	10	0.5	9.5	10.00
9/3/2013	10	0.1	9.9	10.42
10/3/2013	10	0.3	9.7	10.21
11/3/2013	10	0.5	9.5	10.00
12/3/2013	10	0.3	9.7	10.21
13/3/2013	10	0.5	9.5	10.00
14/3/2013	10	0.6	9.4	9.90
15/3/2013	10	0.5	9.5	10.00
16/3/2013	10	0.5	9.5	10.00

ภาคผนวก ค.

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่ลดลงในถังจ่ายน้ำ

กับปริมาณน้ำที่หายไป

ตารางผนวกที่ 5 แสดงค่าระดับที่ลดลงในถังจ่ายน้ำกับปริมาณน้ำ

ค่าที่เทปวัดระดับ (ซม.)	น้ำหนักน้ำ (กรัม)	สะสม (กรัม)	ปริมาตรสะสม (ลิตร)
40	0.0	0.0	0.0
39	1656.2	1656.2	1.7
38	1683.5	3339.7	3.3
37	1794.5	5134.2	5.1
36	1728.5	6862.7	6.9
35	1716.5	8579.2	8.6
34	1749.5	10328.7	10.3
33	1670.8	11999.5	12.0
32	1668.6	13668.1	13.7
31	1805.6	15473.7	15.5
30	1742.8	17216.5	17.2
29	1735.8	18952.3	19.0
28	1712.4	20664.7	20.7
27	1771.6	22436.3	22.4
26	1715.8	24152.1	24.2
25	1673.1	25825.2	25.8
24	1728.1	27553.3	27.6
23	1780.9	29334.2	29.3
22	1681.1	31015.3	31.0
21	1684.0	32699.3	32.7
20	1812.2	34511.5	34.5
19	1669.5	36181.0	36.2
18	1744.3	37925.3	37.9
17	1659.6	39584.9	39.6
16	1850.3	41435.2	41.4

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ค่าที่เทปวัดระดับ (ซม.)	น้ำหนักน้ำ (กรัม)	สะสม (กรัม)	ปริมาตรสะสม (ลิตร)
15	1760.3	43195.5	43.2
14	1787.0	44982.5	45.0
13	1841.6	46824.1	46.8
12	1678.9	48503.0	48.5
11	1809.7	50312.7	50.3
10	1876.3	52189.0	52.2

ภาพที่ 46 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ลดลงในถังจ่ายน้ำที่ค่าเริ่มต้น 40 ซม. กับปริมาณน้ำที่หายไป