

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

(207499)

ที่

15/2560

เรื่อง

การศึกษาการลดอัตราการระเหยของน้ำในแหล่งน้ำ
Decreasing Evaporation Loss in Water Resources

โดย

นายณัฐวุฒิ
นายปรัชญ์

ไวยไอรส
จรัสชวนะเพท

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

(วิศวกรรมโยธา – ชลประทาน) พุทธศักราช 2561

ใบรับรองโครงการวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาการลดอัตราการระเหยของน้ำในแหล่งน้ำ

(Decreasing Evaporation Loss in Water Resources)

นามผู้ทำโครงการ นายณัฐวุฒิ ไวยไอรส

นายปรัชญ์ จรัสขนะเพท

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(อ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์)

..... / /

กรรมการ

(อ.ดร. เกศวรา สิทธิโชค)

..... / /

หัวหน้าภาค

(ผศ.นิมิตร เจริญนันทพัฒน์)

..... / /

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง การศึกษาการลดอัตราการระเหยของน้ำในแหล่งน้ำ

โดย นายณัฐวุฒิ ไวยโอรส
นายปรัชญ์ จรัสชวณะเพท

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(อ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์)

..... / /

การวิจัยการลดอัตราการระเหยของน้ำในแหล่งน้ำ โดยใช้วัสดุทึบแสงคือลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน และ แก้ว ในบ่อซีเมนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดอัตราการระเหยจากผิวน้ำ และเพื่อเปรียบเทียบ อัตราการระเหยที่ต่างกันจากการใช้ลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน กับ แก้ว ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาในการศึกษา 5 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน โดยใช้บ่อซีเมนต์ทั้งหมด 3 บ่อ ซึ่งบ่อที่ 1 มีการลอมลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินปกคลุมผิวน้ำปริมาณ ร้อยละ 100 บ่อที่ 2 เป็นบ่อควบคุมการทดลอง ไม่มีการลอมวัสดุบนผิวน้ำ และบ่อที่ 3 มีการลอมแก้ว ปกคลุมผิวน้ำปริมาณร้อยละ 100 และทำการเก็บค่า ระดับน้ำในบ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ ถ้าวัดการระเหยแบบมาตรฐาน อุณหภูมิในบ่อซีเมนต์ และปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน ซึ่งในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดอัตราการระเหย จะทำการเปรียบเทียบโดย วัดจากระดับน้ำในบ่อซีเมนต์ แล้วนำค่าระดับน้ำในบ่อที่ลอมลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน กับบ่อที่ลอมแก้ว ไปเปรียบเทียบกับบ่อที่ไม่มีลอมวัสดุ ผลการศึกษาพบว่า บ่อซีเมนต์ที่ลอมลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน สามารถช่วยลดอัตราการระเหยได้มากที่สุด คือ 61.22 เปอร์เซ็นต์ และบ่อซีเมนต์ที่ลอมแก้ว สามารถช่วยลดอัตราการระเหยได้ 17.69 เปอร์เซ็นต์ ในเรื่องของอุณหภูมิ พบว่า บ่อซีเมนต์ที่ลอมแก้ว มีอุณหภูมิของน้ำน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับบ่อซีเมนต์ที่ลอมลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน ซึ่งมีอุณหภูมิของน้ำมากที่สุด เนื่องจากมีลูกบอลพลาสติกปกคลุมอยู่เต็มพื้นที่ผิวน้ำทำให้น้ำไม่สามารถคายความร้อนออกสู่บรรยากาศได้ดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับอาจารย์ ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์ ที่ได้คำปรึกษา
เสนอแนะแนวทางในการทำงานวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยเสร็จ
สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.เกษรรา สิริโชค ที่ได้ให้ความรู้และให้คำปรึกษา ทำให้
งานวิจัยนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณนิสิตเก่าจากภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน พีจิรายุทธ กองแก้ว ที่ได้ให้
คำปรึกษาเสนอแนะแนวทางและให้ข้อมูลในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนเป็น
อย่างดีมาโดยตลอด รวมถึงบุคลากรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและ
ให้คำแนะนำต่างๆ

นายณัฐวุฒิ ไวยโอรส
นายปรัชญ์ จรัสชนะเพท
มิถุนายน 2561

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	
Abstract	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	
2.1 ลักษณะทั่วไป	3
2.1.1 ขนาดและที่ตั้ง	3
2.2.2 ภูมิประเทศ	3
2.1.3 สภาพภูมิอากาศ	4
2.1.4 อุณหภูมิ	5
2.2 ที่ตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดนครปฐม	5
2.3 ทรัพยากรน้ำ	5
2.3.1 ความสำคัญของทรัพยากรน้ำ	5
2.3.2 ประโยชน์ของน้ำ	6
2.3.3 ปัญหาทรัพยากรน้ำ	6
2.4 การเกิดการระเหย	7
2.4.1 กระบวนการระเหย	7
2.4.2 การคายระเหย	8
2.5 แหน	9
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 อุปกรณ์	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 วิธีการดำเนินการศึกษา	13
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	
4.1 ผลการศึกษา	18
บทที่ 5 สรุปวิจารณ์ผลและเสนอแนะ	
5.1 สรุปและวิจารณ์	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	45
ภาคผนวก ข	49

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนธันวาคม	19
2	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนมกราคม	20
3	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนกุมภาพันธ์	21
4	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนมีนาคม	22
5	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนเมษายน	23
6	ระดับน้ำที่หายไปเดือนธันวาคม	25
7	ระดับน้ำที่หายไปเดือนมกราคม	26
8	ระดับน้ำที่หายไปเดือนกุมภาพันธ์	27
9	ระดับน้ำที่หายไปเดือนมีนาคม	28
10	ระดับน้ำที่หายไปเดือนเมษายน	29
11	ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนธันวาคม	31
12	ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนมกราคม	32
13	ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนกุมภาพันธ์	33
14	ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนมีนาคม	34
15	ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนเมษายน	35

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการการระเหย	7
2	การแบ่งแยกระหว่างกระบวนการระเหยกับการคายน้ำ	9
3	วงศ์สีกูด Lemnaceae	10
4	ลักษณะทางกายภาพของแหวน	11
5	การเจริญเติบโตของแหวน	11
6	พื้นที่บ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ	13
7	การปรับปรุงบ่อซีเมนต์	14
8	การติดตั้งอุปกรณ์	14
9	บ่อที่มีการลอยลูกบอล ควบคุม และแหวน	15
10	แบบฟอร์มการจดบันทึกข้อมูล	16
11	แผนการทดลอง	17
12	ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือน	23
13	การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแต่ละเดือน	30
14	ปริมาณน้ำที่หายไปรายเดือน	36
15	อุณหภูมิของน้ำในบ่อซีเมนต์	37
16	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยและอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 1	38
17	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยและอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 2	39
18	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยและอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 3	39
19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการระเหย	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

การรักษาทรัพยากรน้ำทางธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้มีอยู่อย่างเพียงพอต่อการใช้งาน และการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เป็นสิ่งสำคัญ โดยสาเหตุหลักๆของการสูญเสียน้ำตามธรรมชาติ เกิดจากการระเหยของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นการสร้างความสูญเสียแก่น้ำเก็บกักในแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก ทำให้ต้องมีการคิดค้น ทดลอง วิธีการรักษาทรัพยากรน้ำไว้เพื่อลดการสูญเสียน้ำเหล่านี้ และให้มีปริมาณมากพอต่อการใช้งาน เมื่อเกิดความสูญเสียของน้ำก็เก็บในแหล่งน้ำจะทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา คือ เกิดการขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง เมื่อฤดูแล้งไม่มีน้ำเก็บกักไว้เพื่อ นำมาใช้ในการจะส่งผลกระทบต่อหลายๆด้าน เช่น การเกษตรกรรม การรักษาสภาพแวดล้อม อุตสาหกรรม และการอุปโภค-บริโภค เป็นต้น ดังนั้น การศึกษาถึงวิธีการที่ทำให้สามารถลดการระเหยของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคุ้มค่าในการลงทุน จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาของการขาดแคลนน้ำได้อย่างมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการลดอัตราการระเหยของน้ำโดยใช้วัสดุทึบแสง คือลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน
- 2) เพื่อศึกษาการลดอัตราการระเหยของ น้ำโดยใช้แหวน
- 3) เพื่อเปรียบเทียบอัตราการระเหยโดยใช้ลูกบอลพลาสติกกับแหวน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1) ตรวจสอบอัตราการระเหยของน้ำ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิของน้ำ
- 2) ศึกษาโดยใช้ บ่อซีเมนต์ ถาดวัดการระเหยแบบมาตรฐาน เครื่องวัดน้ำฝนแบบแก้วดวง ลูกบอลทึบ แสงสีน้ำเงิน แหน
- 3) พื้นที่ศึกษาบริเวณ แปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ข้อมูลอัตราการระเหย ปริมาณน้ำฝน สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุน ในการดำเนิน โครงการ ที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านชลประทานในพื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- 2) สามารถลดอัตราการระเหยของน้ำ เมื่อใช้ลูกบอลทึบแสงสีน้ำเงิน
- 3) สามารถลดอัตราการระเหยของน้ำ เมื่อใช้แหน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

2.1.1 ขนาดและที่ตั้ง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตั้งอยู่ที่ ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัด นครปฐม ซึ่งอำเภอกำแพงแสนนั้นตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดนครปฐม มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	มีพื้นที่ติดกับอำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี
ทิศใต้	มีพื้นที่ติดกับอำเภอเมืองนครปฐม และอำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี
ทิศตะวันออก	มีพื้นที่ติดกับอำเภอบางเลนและอำเภอดอนตูม
ทิศตะวันตก	มีพื้นที่ติดกับอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

2.1.2 ภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครปฐมโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นที่ราบถึงค่อนข้างราบเรียบ ไม่มีภูเขาและป่าไม้ ระดับความแตกต่างของความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 2-10 เมตร เนื้อระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่โดยทั่วไปลาดจากทิศเหนือสู่ทิศใต้ และตะวันตกสู่ตะวันออกมีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ พื้นที่ทางตอนเหนือและทางตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นที่ดอน ส่วนพื้นที่ทางตอนกลางของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่ม มีที่ดอนกระจายเป็นแห่งๆ และมีแหล่งน้ำกระจาย สำหรับพื้นที่ด้านตะวันออกและด้านใต้เป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำท่าจีน มีคลองธรรมชาติและคลองขุดที่ขุดขึ้นเพื่อการเกษตรและคมนาคมอยู่มาก พื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 2-4 เมตร

2.1.3 สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะอากาศของจังหวัดนครปฐม ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของลมมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล 2 ชนิด คือ ลม มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนปกคลุมประเทศไทย ในช่วงฤดูหนาว ทำให้จังหวัดนครปฐมมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป กับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะพัดพามวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรปกคลุมประเทศไทยในช่วงฤดูฝน ทำให้จังหวัดนครปฐมมีฝนตกทั่วไป พิจารณาตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย แบ่งฤดูกาลของจังหวัดนครปฐม ออกเป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูร้อน เริ่มเมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือสิ้นสุดลง คือประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ในระยะนี้จะมีหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทย ตอนบน ทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวมากที่สุดในรอบปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดปกคลุมประเทศไทย ร่องความกดอากาศต่ำที่พาดผ่านบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยจะเลื่อนขึ้นมา พาดผ่านบริเวณภาคกลางและภาคเหนือเป็นลำดับในระยะนี้ ทำให้มีฝนตกชุกขึ้นตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม เป็นต้นไป โดยเดือนที่มีฝนตกชุกมากที่สุดในรอบปีและเป็นช่วงที่มีความชื้นสูงคือเดือนกันยายน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่มีคุณสมบัติเย็นและแห้งจะแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยในช่วงนี้ แต่เนื่องจากจังหวัดนครปฐมอยู่ในภาคกลางอิทธิพลของบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมในช่วงฤดูหนาวจะช้ากว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีอากาศหนาวเย็นช้ากว่าสองภาคดังกล่าว โดยเริ่มมีอากาศหนาวประมาณกลางเดือนพฤศจิกายน เป็นต้นไป และเดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนธันวาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

2.1.4 อุณหภูมิ

เนื่องจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตั้งอยู่จังหวัดนครปฐม ซึ่งอยู่ในภาคกลางลึกเข้ามาในแผ่นดิน จึงมีอุณหภูมิก่อนข้างสูงเกือบตลอดทั้งปี อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี อยู่ระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน อากาศร้อนอบอ้าว อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32-34 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศร้อนที่สุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม ซึ่งเคยตรวจวัดอุณหภูมิสูงสุดได้ 41.1 องศาเซลเซียส ส่วนในฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็นโดยทั่วไป อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.3 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศหนาวที่สุดในเดือนธันวาคม ซึ่งเคยตรวจอุณหภูมิต่ำที่สุดได้ 6.5 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

2.2 ที่ตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดนครปฐม

ละติจูด $14^{\circ} 01'$ เหนือ ลองจิจูด $99^{\circ} 58'$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 7 เมตร ซึ่งทำการตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ต.รางพิบูล อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

2.3 ทรัพยากรน้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อชีวิตคน พืช และสัตว์มากที่สุดแต่ก็มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย

2.3.1 ความสำคัญของทรัพยากรน้ำ

1. ใช้สำหรับการบริโภคและอุปโภค เพื่อดื่มกิน ประกอบอาหาร ชำระร่างกาย ทำความสะอาด ฯลฯ
2. ใช้สำหรับการเกษตร ได้แก่ การเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์
3. ด้านอุตสาหกรรม ต้องใช้น้ำในกระบวนการผลิต ล้างของเสีย หล่อเครื่องจักร ฯลฯ
4. น้ำเป็นแหล่งพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า
5. เป็นสถานที่ท่องเที่ยว ทัศนียภาพของริมฝั่งทะเล และแหล่งน้ำที่ใสสะอาดเป็นสถานที่ท่องเที่ยวของมนุษย์

2.3.2 ประโยชน์ของน้ำ

น้ำเป็นแหล่งกำเนิดชีวิตของสัตว์และพืชคนเรามีชีวิตอยู่โดยขาดน้ำได้ไม่เกิน 3 วัน และน้ำยังมีความจำเป็นทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศ ประโยชน์ของน้ำ ได้แก่

- น้ำเป็นสิ่งจำเป็นที่เราใช้สำหรับการดื่มกิน การประกอบอาหาร ชำระร่างกาย ฯลฯ
- น้ำมีความจำเป็นสำหรับการเพาะปลูกเลี้ยงสัตว์ แหล่งน้ำเป็นที่อยู่อาศัยของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ซึ่งคนเราใช้เป็นอาหาร
- ในการอุตสาหกรรม ต้องใช้น้ำในขบวนการผลิตใช้ล้างของเสียใช้หล่อเครื่องจักรและระบายความร้อน ฯลฯ
- การทำนาเกลือโดยการระเหยน้ำเค็มจากทะเล
- น้ำเป็นแหล่งพลังงาน พลังงานจากน้ำใช้ทำระหัด ทำเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้าได้
- แม่น้ำ ลำคลอง ทะเล มหาสมุทร เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งที่สำคัญ
- ทักษิณภาพของริมฝั่งทะเลและน้ำที่ใสสะอาดเป็นแหล่งท่องเที่ยวของมนุษย์

2.3.3 ปัญหาทรัพยากรน้ำ

1. เพิ่มปริมาณความต้องการใช้น้ำ ในปัจจุบันนอกจากการใช้น้ำเพื่อการบริโภคซึ่งเพิ่มขึ้นแล้ว ประมาณ 30% ถึง 40% ในการผลิตอาหารของโลกจำเป็นต้องใช้น้ำจากการชลประทานภายในระยะเวลาประมาณ 15-20 ปีข้างหน้า บริเวณพื้นที่ชลประทานจะต้องเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของปริมาณ พื้นที่ในปัจจุบัน เพื่อที่จะผลิตอาหารให้ได้เพียงพอแก่จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น
2. การกระจายน้ำไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่ไม่เท่าเทียมกัน ในบางพื้นที่ของโลกเกิดฝน ตกหนัก บ้านเรือนไร่นาเสียหาย แต่ในบางพื้นที่ก็แห้งแล้งขาดแคลนน้ำเพื่อการบริโภค และเพื่อการเพาะปลูก
3. การเพิ่มมลพิษในน้ำ เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย รวมทั้งมนุษย์ เมื่อจำนวนประชากรมนุษย์เพิ่มมากขึ้น มนุษย์เป็นตัวละครสำคัญที่เพิ่มมลพิษให้กับแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยการปล่อยน้ำเสีย คราบน้ำมัน จากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม การทิ้งขยะมูลฝอยลงไปในแหล่ง เป็นต้น

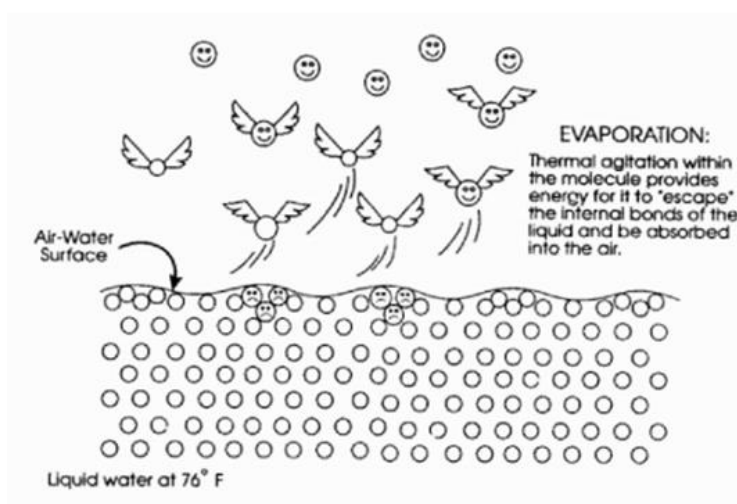
2.4 การเกิดการระเหย

2.4.1 กระบวนการระเหย (Evaporation Process)

การระเหยเกิดขึ้นเมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ การเปลี่ยนสถานะนี้ ต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่ง เรียกว่า ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (latent heat of vaporization) ในธรรมชาติ แหล่งพลังงานอันนี้ได้แก่ รังสีแสงอาทิตย์ ถ้าพิจารณาภาชนะปิดที่มีน้ำใส่อยู่ครึ่งหนึ่ง หากมีแหล่งพลังงานเพียงพอ ในช่วงแรก น้ำจะระเหยได้ดีแต่เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งการระเหยจะหยุดลง ปรากฏการณ์ลักษณะนี้อธิบาย ได้ว่า ขณะที่ทำการปิดภาชนะใหม่ๆ ปริมาณไอน้ำในอากาศที่อยู่ในภาชนะยังมีปริมาณน้อยทำให้น้ำระเหยไปในอากาศได้ง่าย เมื่อเวลาผ่านไป ความหนาแน่นของโมเลกุลของน้ำในอากาศจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้อัตราการระเหยลดลงจนหยุดในที่สุด การระเหยจะหยุดลงเมื่อปริมาณไอน้ำในอากาศถึงจุดอิ่มตัว หรือ ความดันไอน้ำใน อากาศเท่ากับความดันไอน้ำอิ่มตัว (saturated vapor pressure: e_s) หากต้องการให้การระเหย เกิดขึ้นต่อไป จำเป็นต้องมีกลไกบางอย่างที่เคลื่อนย้ายไอน้ำที่ระเหยจากผิวน้ำออกไปในสภาพธรรมชาติ การเคลื่อนที่ของอากาศหรือลม เป็นกลไกหลักที่เคลื่อนย้ายไอน้ำที่ระเหยจากผิวน้ำออกไป ทำให้กระบวนการระเหยเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง (วิญวัฒน์, 2555)

กล่าวโดยสรุป การระเหยจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีเงื่อนไข สองประการ (ดูภาพที่ 1) คือ

- 1) ต้องมีแหล่งพลังงานเพียงพอสำหรับน้ำที่จะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ
- 2) ต้องมีกลไกที่เคลื่อนย้ายไอน้ำ



ภาพที่ 1 กระบวนการการระเหย ที่มา: Ward and Elliot (1995)

การระเหยจากผิวน้ำเปิด การระเหยจากผิวน้ำเปิดโล่ง (evaporation from an open water surface) อาทิ ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ บ่อน้ำ หรือ ถาดวัดการระเหย สามารถศึกษาได้ง่ายกว่าการระเหยจาก พื้นผิวที่มีดินหรือพืชปกคลุมซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพเมื่อเวลาผ่านไป ลักษณะของผิวน้ำจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก การระเหยจากผิวน้ำเป็นการระเหยอันเนื่องมาจากปัจจัยทาง ภูมิอากาศเป็นหลัก

การระเหยจากผิวดิน การระเหยจากผิวดินเปล่าๆ (evaporation from a soil surface) มีลักษณะคล้ายกับ กระบวนการระเหยจากผิวน้ำในขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ แต่เมื่อดินแห้งลงกระบวนการระเหยจะซับซ้อนขึ้น เนื่องจากน้ำที่ระเหยมาจากดินที่ลึกลงไปเคลื่อนที่ขึ้นมาสู่บรรยากาศ อัตราการ ระเหยจากผิวดินจะแบ่งได้เป็นสองช่วง กล่าวคือ

1) ช่วงแรกขณะดินค่อนข้างอิ่มตัวด้วยน้ำ การระเหยจะเกิดขึ้นตามปริมาณของ พลังงานที่ได้รับ ซึ่งเป็นปัจจัยของภูมิอากาศเป็นหลัก

2) ช่วงที่สองเกิดขึ้นเมื่อผิวดินเริ่มแห้ง น้ำที่ระเหยจะมาจากดินที่ลึกลงไป อัตราการการระเหยจะถูกควบคุมโดยอัตราการแพร่ของน้ำขึ้นสู่ผิวดินอันเป็นปัจจัยที่ขึ้นกับลักษณะดิน อาทิ การนำน้ำของดิน (hydraulic conductivity)

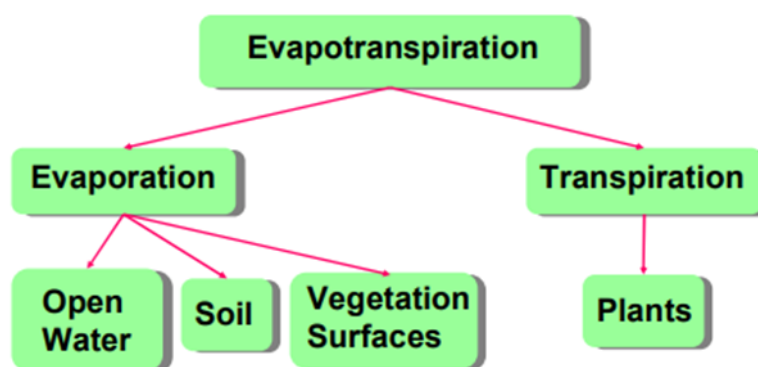
2.4.2 การคายระเหย (evapotranspiration)

การคายระเหยหรือในตำราทางวิศวกรรมชลประทานจะเรียกเป็นปริมาณการใช้น้ำของพืช เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียดังกล่าวนี้ประกอบขึ้นด้วยสองส่วนหลัก (อภิชาติ และคณะ, 2524) คือ

1) ปริมาณที่พืชดูดไปจากดิน นำไปใช้สร้างเซลล์และเนื้อเยื่อ และคายออกทางใบสู่บรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า การคายน้ำ (transpiration)

2) ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะที่ให้น้ำหรือ ขณะที่มิให้น้ำอยู่ และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบเนื่องจากฝนหรือการให้น้ำ ซึ่งเรียกว่า การระเหย (evaporation)

จากนิยามข้างต้น เห็นได้ว่าการคายน้ำ (transpiration) นั้นเป็นส่วนหนึ่งของน้ำที่ระเหย ไปทั้งหมดนั่นเอง โดยน้ำส่วนนี้ระเหยสู่บรรยากาศจากดินโดยผ่านต้นพืช ส่วนการระเหย (evaporation) เป็นกระบวนการที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอจากผิวน้ำ ผิวดิน หรือผิวของพืชพรรณ และคำว่า การคายระเหย (evapotranspiration) เป็นคำที่เรียกรวมของ กระบวนการทั้งสอง (รูปภาพที่ 2) (วิษุวัฒน์, 2555)



ภาพที่ 2 การแบ่งแยกระหว่างกระบวนการระเหยกับการคายน้ำ
ที่มา: Ward and Elliot (1995)

2.5 แหน (Duckweed)

แหน (Duckweed) เป็นพืชลอยน้ำขนาดเล็ก เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ดีในน้ำนิ่ง เช่น หนอง บึง หรือสระน้ำทั่วไป ที่มีธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุอุดมสมบูรณ์ ค่าความเป็น กรด-เบส (pH) ของน้ำค่อนข้างเป็นกลาง (เต็ม , 2553)

แหนที่พบในประเทศไทย จัดอยู่ในวงศ์ Lemnaceae มี 3 สกุล (ภาพที่ 3) ได้แก่

1) สกุล **Lemna** มี 3 ชนิด คือ

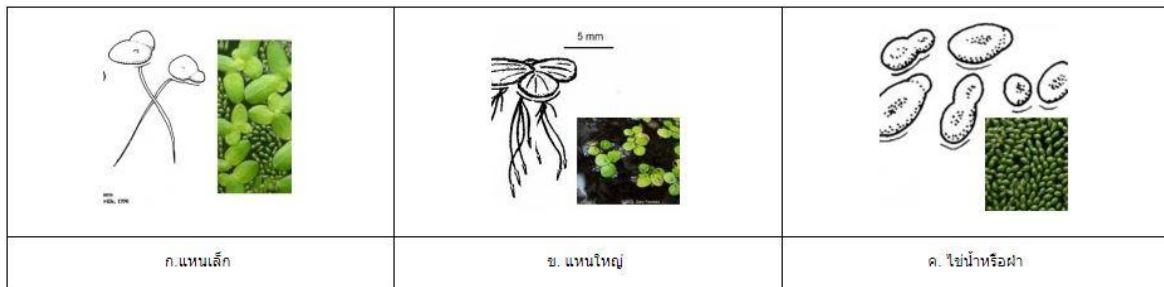
- Lemna minor L. แหนเล็ก (กลาง)
- Lemna perpusilla Torr. กาแหน (เหนือ) แหน (กลาง,เหนือ) มีชื่อสามัญเรียกว่า Lesser duckweed
- Lemna trisulca L. จอกแหน (ใต้)

2) สกุล *Spirodela* มี 1 ชนิด คือ

Spirodela polyrrhiza (L.) Schleid. กาแหน (เหนือ) แหนแดง (กทม.,เหนือ) แหนใหญ่ (กลาง)มีชื่อสามัญเรียกว่า Large duckweed.

3) สกุล *Wolffia* มี 1 ชนิด คือ

Wolffia globosa (Roxb.) Hartog & Plas ไข่น้ำ (กทม.) ไข่นาแหน (ราชบุรี) ผำ (เหนือ) มีชื่อสามัญเรียกว่า Water meal



ภาพที่ 3 วงศ์สกุล Lemnaceae

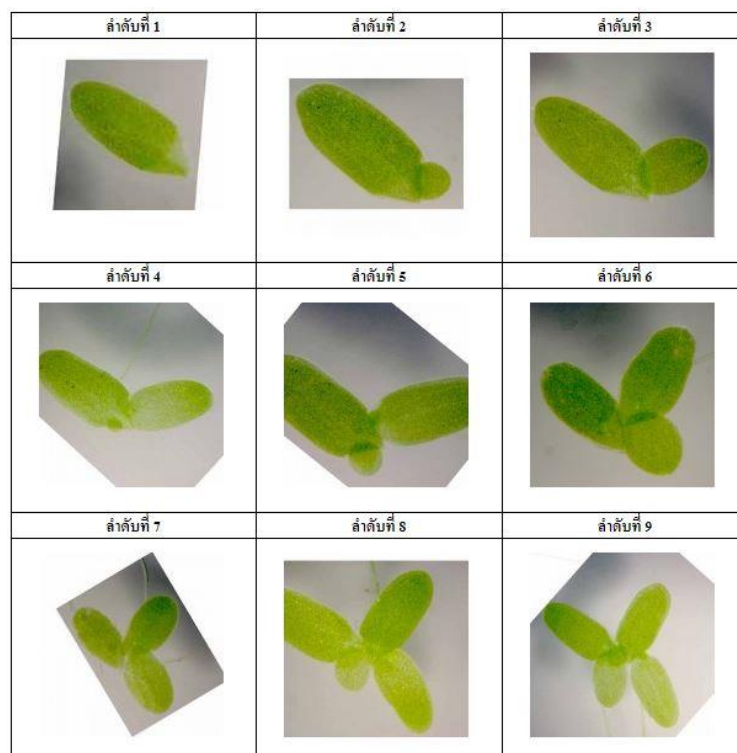
ที่มา: Identification Technology Program

แหนเป็นพืชที่ไม่มีรากลำต้นและใบที่แท้จริง ใบมีรูปรีเป็นเกล็ดเล็กประมาณ 0.2 ซม. สีเขียวเป็นมันวาว อยู่เดี่ยวๆ หรือเชื่อมติดกันเป็น กระจุก 2 – 4 ใบ ใต้ ใบมีรากฝอยเล็กๆ ดอกออกเป็นช่อเกิดอยู่ในช่องตรงขอบใบและมีเยื่อบางล้อมรอบช่อดอกไว้ (ภาพที่ 4) แหนขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ แต่ส่วนใหญ่จะขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อหรือแตกแผ่นใบใหม่ (ภาพที่ 5) ทำให้เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของแห่น

ที่มา: Identification Technology Program



ภาพที่ 5 การเจริญเติบโตของแห่น

ที่มา: Identification Technology Program

Lemna minor L. แหน่เล็ก หรือเรียกโดยทั่วไปว่าแหนเป็ดเล็กจัดเป็นวัชพืชที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนประมาณ 20-40 % ใยประมาณ 4-6 % และยังเป็นพืชที่มีกรดไขมันอิสระอยู่อย่างสมบูรณ์ นิยม นำไปตากแห้งทำเป็นปุ๋ย เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์หรือผสมในอาหารของสัตว์ เช่น อาหารของเป็ด ห่าน ปลา ไก่ นกกระทา และสุกร เป็นต้น เนื่องจากแหนเป็ดเล็กเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้รวดเร็วจึงมีผู้ศึกษา ประสิทธิภาพในการใช้บำบัดน้ำเสีย เช่น การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเป็ด พบว่า ในระยะเวลา 100 วัน สามารถดูดซับค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ได้สูงสุดถึง 49.10% ดังนั้นจึงนิยมนำแหนเป็ดเล็กมาใช้เป็นอาหาร โปรตีนราคาถูกสำหรับเลี้ยงเป็ดเทศ

นอกจากนี้มีการศึกษาประสิทธิภาพของในการดูดซับโลหะหนักจำพวกตะกั่วและแคดเมียม ของแหนเป็ดเล็กจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าที่ค่า pH3.5 สามารถดูดซับตะกั่วได้สูงสุด 11.834 มิลลิกรัม/กรัมแหนเป็ด และมีจุดอิ่มตัวในการดูดซับที่ 20 นาที ส่วนแคดเมียมพบว่าที่ค่า pH 4 แหน่เป็ดเล็กสามารถดูดซับได้สูงสุด 6.779 มิลลิกรัม/กรัมแหนเป็ด และมีจุดอิ่มตัวในการดูดซับที่ 3 นาที

2.6 การศึกษาการลดการระเหยของน้ำในสระเก็บน้ำขนาดเล็กโดยใช้ลูกบอลพลาสติก (Decreasing Evaporation Loss in Water Resources Using the Plastic Ball)

จากงานวิจัยของ จิรภานนท์ ภัทรพงศ์ธาริน และ จรายุทธ กองแก้ว ได้ทำการวิจัยการลดอัตราการระเหยโดยใช้ลูกบอลพลาสติก โดยได้ทำการทดลองลอยลูกบอลในบ่อซีเมนต์จำนวน 3 บ่อ โดยบ่อที่ 1 เป็นบ่อควบคุมการทดลอง บ่อที่ 2 มีการลอยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินคลุมพื้นที่ผิวน้ำร้อยละ 100 และบ่อที่ 3 มีการลอยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินปกคลุมผิวน้ำ ปริมาตรร้อยละ 70 และได้ทำการตรวจวัด อัตราการระเหยรายวันของน้ำในแต่ละบ่อ รวมถึงการวัดอัตราการระเหยในพื้นที่ทดลองจากถาดวัดการระเหย นอกจากนี้ยังได้มีการวัดปริมาณน้ำฝน และวัดอุณหภูมิของน้ำในบ่อ จากการทดลองพบว่า บ่อที่ 2 ซึ่งมีการลอยลูกบอลพลาสติกปกคลุมผิวน้ำในปริมาตรร้อยละ 100 มีการระเหยของน้ำน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับบ่อที่ 1 ซึ่งเป็นบ่อควบคุมการทดลอง และบ่อที่ 3 ซึ่งมีการลอยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินปกคลุมผิวน้ำเป็นปริมาตรร้อยละ 70 และจากการทดลองพบว่า บ่อที่ 2 มีอุณหภูมิสูงกว่าบ่ออื่นๆเนื่องจากการลอยลูกบอลปกคลุมผิวน้ำนั้น ลูกบอลได้ทำการดูดซับพลังงานความร้อนและถ่ายเทลงสู่น้ำในขณะที่เดียวกันน้ำได้ถูกลูกบอลขัดขวางการถ่ายเทพลังงานความร้อนสู่อากาศทำให้น้ำมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

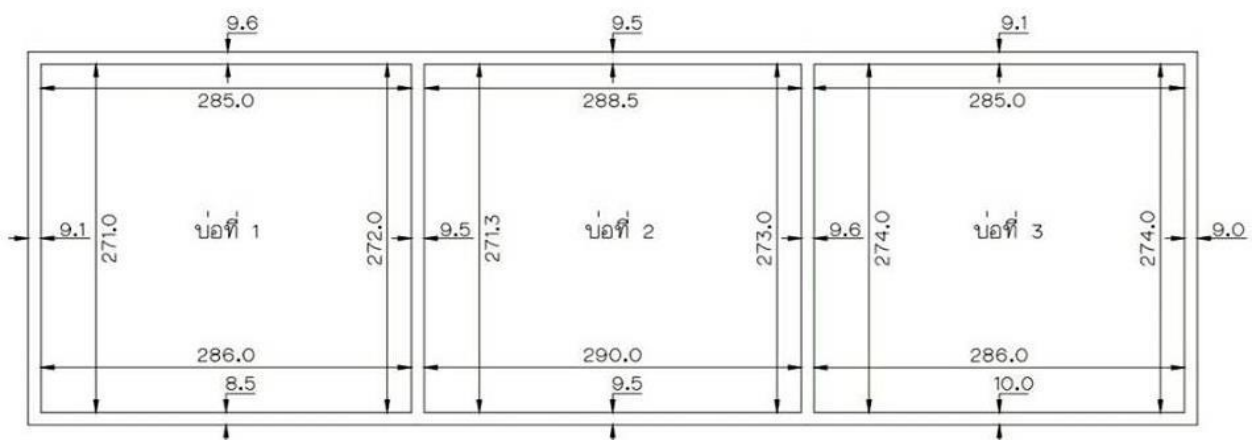
- 1) ลูกบอลพลาสติก
- 2) แหน
- 3) กระบอกรับปริมาณน้ำฝน
- 4) ถาดวัดการระเหยแบบมาตรฐาน
- 5) เทอร์โมมิเตอร์

3.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

1) จัดเตรียมพื้นที่ทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ ได้มีการจัดเตรียมพื้นที่ทดลองโดยการก่อสร้างบ่อซีเมนต์ จำนวนทั้งสิ้น 3 บ่อ โดยทั้ง 3 บ่อ มีความกว้างxยาวxสูง ประมาณ 3x3x0.8 เมตร แสดงดังภาพที่ 6 จากนั้นได้มีการปรับปรุงบ่อซีเมนต์เพื่อลดอัตราการรั่วซึม แสดงดังภาพที่ 7

เมื่อจัดเตรียมพื้นที่ทำการทดลองเสร็จสิ้น ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้ง 3 บ่อ ได้แก่ อุปกรณ์การตรวจวัดระดับน้ำ และเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำ พร้อมกันนี้ ได้ติดตั้งถาดวัดการระเหยและกระบอกวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาโดยการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด แสดงดังภาพที่ 8

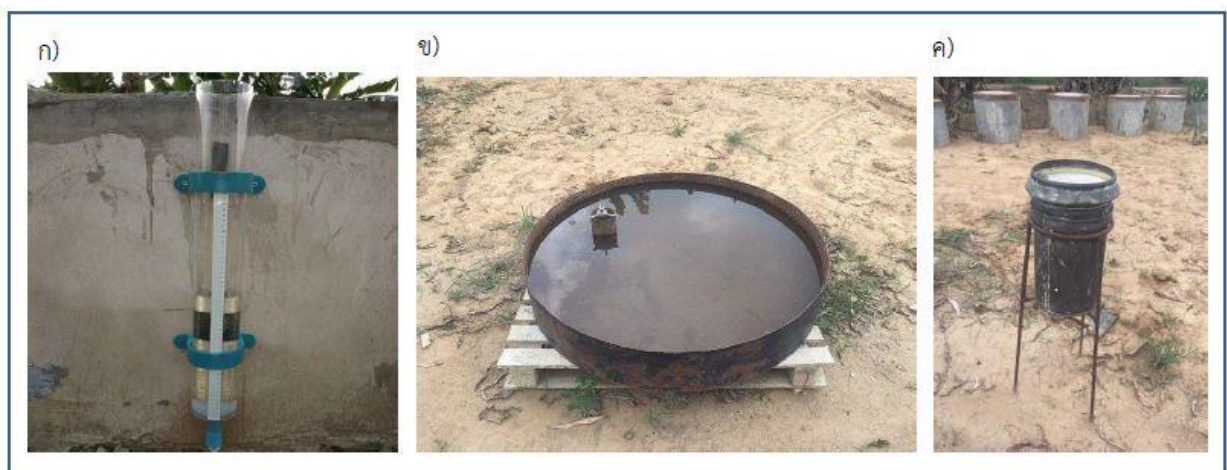


ภาพที่ 6 พื้นที่บ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ



ภาพที่ 7 การปรับปรุงบ่อซีเมนต์

ก) บ่อซีเมนต์ที่ยังไม่ได้ปรับปรุง ข) บ่อซีเมนต์ที่ปรับปรุงแล้ว



ภาพที่ 8 การติดตั้งอุปกรณ์ ก) อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำ ข) ถาดวัดการระเหย ค) กระบอกวัดปริมาณน้ำฝน

เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จสิ้น จึงทำการใส่น้ำในบ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ และปกคลุมพื้นผิวน้ำด้วยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินในบ่อที่ 1 และปกคลุมพื้นผิวน้ำด้วยแหนในบ่อที่ 3 ภาพที่ 9 แสดงการปกคลุมพื้นผิวน้ำด้วยลูกบอลพลาสติกและแหน ในบ่อที่ 1 และ 3 ตามลำดับ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

- บ่อที่ 1 ลอยลูกบอลร้อยละ 100 ของพื้นที่
- บ่อที่ 2 ใช้เป็นบ่อควบคุมการทดลอง
- บ่อที่ 3 ลอยแหนร้อยละ 100 ของพื้นที่



ภาพที่ 9 บ่อที่มีการลอยลูกบอล ควบคุม และ แหน

(บ่อที่ 1 ลอยลูกบอล 100%ของพื้นที่)

(บ่อที่ 2 ไม่ลอยลูกบอล)

(บ่อที่ 3 ลอยแหน 100%ของพื้นที่)

2) ตรวจวัดข้อมูลจากแปลงทดลองและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่ต้องทำการตรวจวัด

การศึกษาครั้งนี้ ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ทดลอง โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่ช่วงเดือน ธันวาคม – เมษายน ปี พ.ศ. 2561 ซึ่งข้อมูลที่ทำกรตรวจวัดสำหรับการทดลองรวมถึงช่วงความถี่ของการตรวจวัดมีรายละเอียดดังนี้

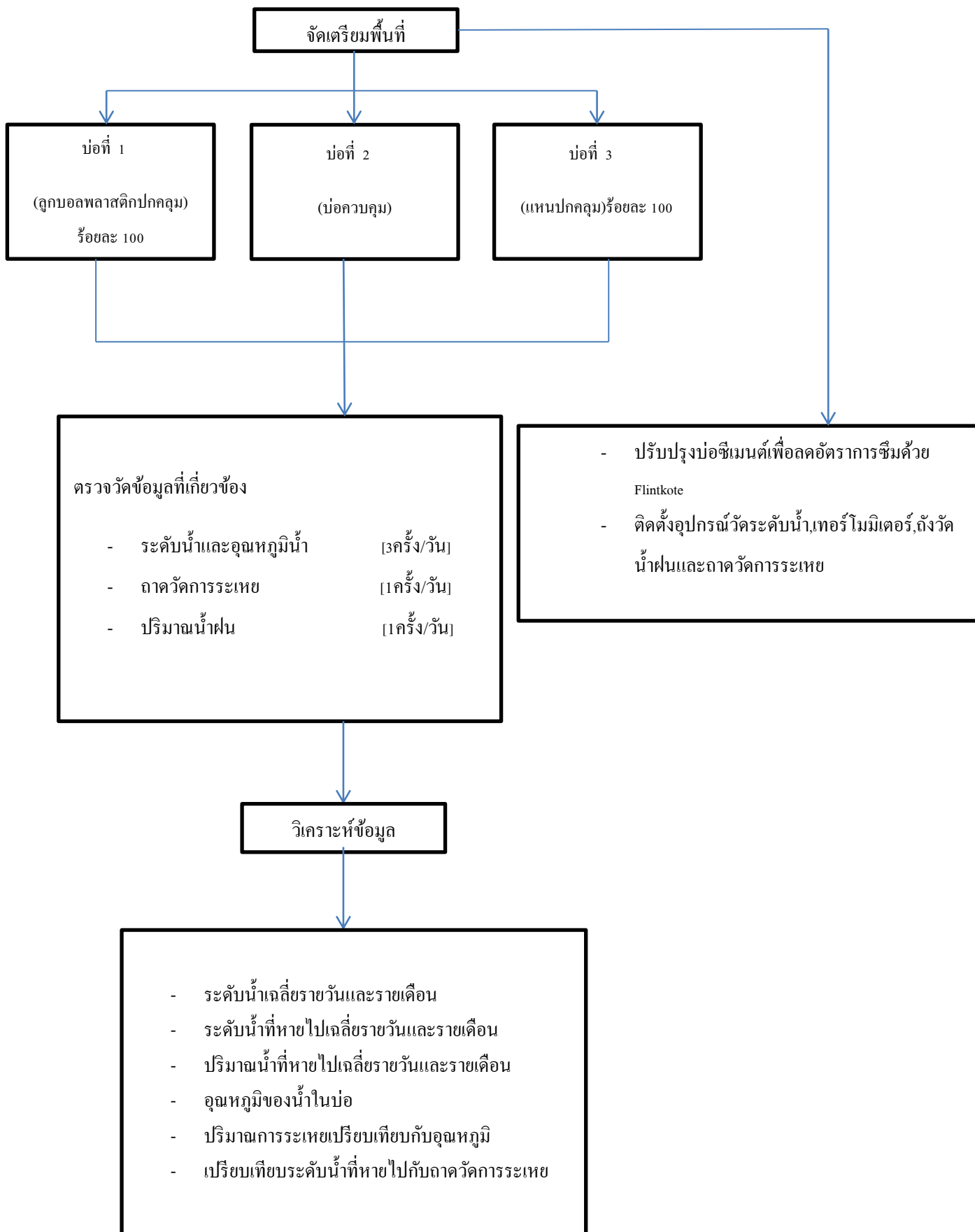
- ระดับน้ำในบ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อโดยการตรวจวัด 3 ครั้งต่อวัน
- อุณหภูมิของน้ำในบ่อซีเมนต์โดยการตรวจวัด 3 ครั้งต่อวัน
- อัตราการระเหยจากผิวดาดการระเหยโดยการตรวจวัด 1 ครั้งต่อวัน
- ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวันจากกระบอกวัดปริมาณน้ำฝน โดยการตรวจวัด 1 ครั้งต่อวัน

3) วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจวัดเพื่อนำมาประเมินกับตัวแปร ซึ่งจะใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพในการใช้ลูกบอลพลาสติกปกคลุมผิวน้ำและแหน เพื่อลดอัตราการระเหยของน้ำ โดยมีตัวแปรทั้งหมด 4 ตัวแปร

3.1) ระดับน้ำและปริมาณน้ำที่คงเหลืออยู่ในบ่อซีเมนต์

จากผลการเก็บรวบรวมระดับน้ำในแต่ละวันของบ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ และข้อมูลของระดับน้ำเริ่มต้นในการทดลอง สามารถนำไปหาระดับน้ำที่ยังคงเหลืออยู่ในบ่อซีเมนต์ได้ โดยนำระดับน้ำตั้งต้น มาลบกับผลต่างของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน จะได้เป็นระดับน้ำที่คงเหลืออยู่ในบ่อซีเมนต์ในวันที่พิจารณา และนำไปสร้างกราฟของระดับน้ำที่ยังคงเหลืออยู่ในบ่อซีเมนต์ จากการเก็บรวบรวมระดับน้ำในแต่ละวันของบ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ และข้อมูลของพื้นที่ผิวน้ำในบ่อซีเมนต์และความสูงของระดับน้ำเริ่มต้น



ภาพที่ 11 แผนการทดลอง

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการศึกษา

จากการวิจัยการลดอัตราการระเหยของน้ำจากการใช้ลูกบอลพลาสติกทึบแสงและแหวนพบว่า ระดับน้ำในแต่ละเดือนนั้นลดลง แต่เนื่องจากการลอยลูกบอลพลาสติกทึบแสงและแหวน ที่ผิวน้ำในปริมาณที่ปกคลุมผิวน้ำทั้งหมดพอดีในแต่ละบ่อ จึงทำให้มีการระเหยที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยบ่อวิจัยบ่อที่ 1 บ่อซีเมนต์ที่ลอยลูกบอลพลาสติกทึบแสง ร้อยละ 100 มีระดับน้ำลดลงน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับระดับน้ำบ่อที่ 2 ซึ่งเป็นบ่อที่ไม่มีการลอยวัสดุ และบ่อที่ 3 บ่อที่มีการลอยแหวน ร้อยละ 100 จึงทำให้เป็นไปตามที่สันนิษฐานไว้ว่าลูกบอลพลาสติกทึบแสงช่วยลดการระเหยของน้ำได้ดีกว่าแหวน

1) ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันและรายเดือน

การทดลองทำให้พบว่าระดับน้ำทั้ง 3 บ่อ ในแต่ละวัน มีค่าระดับน้ำที่ลดลงใกล้เคียงกันทั้ง 3 บ่อ ในกรณีที่ยังไม่มีการลอยวัสดุลดการระเหย และมีอุณหภูมิในน้ำใกล้เคียงกัน ในช่วงเดือนธันวาคม จากตารางที่ 1 ตารางแสดงผลระดับน้ำเฉลี่ยรายวัน

ตารางที่ 1 ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนธันวาคม

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวัน(ซม.)			หมายเหตุ
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม้ลอย)	บ่อ3 (แหน)	
16/12/2560	43.00	43.00	43.00	ไม่มีการ ลอยวัสดุ
17/12/2560	42.40	42.50	42.40	
18/12/2560	41.73	41.75	41.72	
19/12/2560	40.98	41.02	40.97	
20/12/2560	40.37	40.37	40.37	
21/12/2560	39.88	39.88	39.87	
22/12/2560	39.57	39.58	39.57	
23/12/2560	39.20	39.23	39.20	
24/12/2560	38.92	38.97	38.97	
25/12/2560	38.48	38.55	38.48	
เฉลี่ยรายเดือน ธ.ค.	40.67	40.70	40.67	

การทดลองในช่วงเดือน มกราคม มีการนำวัสดุมาใช้ลดการระเหยของน้ำ ในบ่อที่ 1 มีการลอยลูกบอลพลาสติก และในบ่อที่ 3 มีการลอยแหวน จะทำให้เห็นถึงระดับน้ำเฉลี่ยรายวันที่แตกต่างกันในแต่ละบ่อ จากตารางที่ 2 ตารางแสดงผลระดับน้ำเฉลี่ยรายวันของเดือนมกราคม

ตารางที่ 2 ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนมกราคม

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวัน(ซม.)		
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม่ลอย)	บ่อ3 (แหวน)
14/1/2561	43.40	43.00	43.20
15/1/2561	43.30	42.68	43.00
16/1/2561	43.25	42.30	42.70
17/1/2561	43.25	42.18	42.58
18/1/2561	43.21	41.68	42.30
19/1/2561	43.13	41.33	42.00
20/1/2561	42.98	40.90	41.63
21/1/2561	42.93	40.50	41.35
22/1/2561	42.82	40.18	41.05
23/1/2561	42.73	39.83	40.78
24/1/2561	42.60	39.00	40.50
25/1/2561	42.55	38.9	40.325
26/1/2561	42.48	38.55	40.05
เฉลี่ยรายเดือน ม.ค.	42.97	40.85	41.65

การทดลองในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ มีการนำวัสดุมาใช้ลดการระเหยของน้ำ ในบ่อที่ 1 มีการลอยลูกบอลพลาสติก และในบ่อที่ 3 มีการลอยแหน จะทำให้เห็นถึงระดับน้ำเฉลี่ยรายวันที่แตกต่างกันในแต่ละบ่อ จากตารางที่ 3 ตารางแสดงผลระดับน้ำเฉลี่ยรายวันของเดือนกุมภาพันธ์

ตารางที่ 3 ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนกุมภาพันธ์

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวัน(ซม.)		
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม่ลอย)	บ่อ3 (แหน)
2/2/2561	43.40	43.00	43.20
3/2/2561	43.26	42.46	42.80
4/2/2561	43.13	42.09	42.53
5/2/2561	42.98	41.62	42.20
6/2/2561	42.78	41.30	41.95
7/2/2561	42.66	40.78	41.60
8/2/2561	42.58	40.45	41.34
9/2/2561	42.43	40.15	41.08
10/2/2561	42.29	39.76	40.71
11/2/2561	42.05	39.35	40.35
12/2/2561	41.90	38.73	39.88
13/2/2561	41.715	38.255	39.445
14/2/2561	41.57	37.89	39.09
15/2/2561	41.38	37.33	38.65
16/2/2561	41.23	36.93	38.34
17/2/2561	40.99	36.45	37.88
เฉลี่ยรายเดือน ก.พ.	42.27	39.78	40.69

การทดลองในช่วงเดือน มีนาคม มีการนำวัสดุมาใช้ลดการระเหยของน้ำ ในบ่อที่ 1 มีการลอยลูกบอลพลาสติก และในบ่อที่ 3 มีการลอยแหวน จะทำให้เห็นถึงระดับน้ำเฉลี่ยรายวันที่แตกต่างกันในแต่ละบ่อ จากตารางที่ 4 ตารางแสดงผลระดับน้ำเฉลี่ยรายวันของเดือนมีนาคม

ตารางที่ 4 ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนมีนาคม

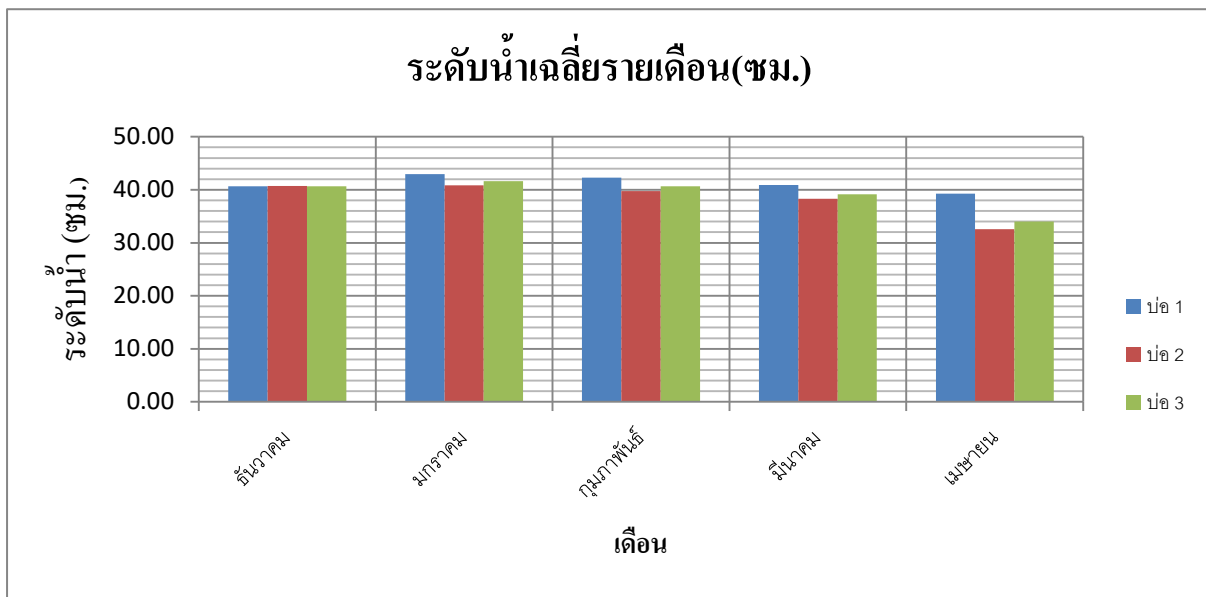
วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวัน(ซม.)		
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม่ลอย)	บ่อ3 (แหวน)
13/3/2561	43.40	43.00	43.20
14/3/2561	43.20	42.65	42.98
15/3/2561	42.70	42.05	42.43
16/3/2561	42.28	41.40	41.85
17/3/2561	42.00	40.75	41.35
18/3/2561	41.68	40.05	40.80
19/3/2561	41.40	39.58	40.35
20/3/2561	41.15	38.90	39.75
21/3/2561	40.90	38.35	39.20
22/3/2561	40.48	37.60	38.60
23/3/2561	40.35	37.28	38.30
24/3/2561	40.225	36.95	37.975
25/3/2561	39.95	36.55	37.35
26/3/2561	39.83	36.03	37.03
27/3/2561	39.53	35.38	36.55
28/3/2561	39.50	35.08	36.25
29/3/2561	39.30	34.50	35.60
30/3/2561	38.90	33.90	35.20
เฉลี่ยรายเดือน มี.ค.	40.93	38.33	39.15

การทดลองในช่วงเดือน เมษายน มีการนำวัสดุมาใช้ลดการระเหยของน้ำ ในบ่อที่ 1 มีการลอยลูกบอลพลาสติก และในบ่อที่ 3 มีการลอยแหวน จะทำให้เห็นถึงระดับน้ำเฉลี่ยรายวันที่แตกต่างกันในแต่ละบ่อ จากตารางที่ 5 ตารางแสดงผลระดับน้ำเฉลี่ยรายวันของเดือนเมษายน

ตารางที่ 5 ระดับน้ำเฉลี่ยรายวันเดือนเมษายน

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำเฉลี่ยรายวัน(ซม.)		
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม่ลอย)	บ่อ3 (แหวน)
1/4/2561	40.53	35.40	36.03
2/4/2561	40.00	34.45	35.75
3/4/2561	39.80	33.90	35.38
4/4/2561	39.63	33.45	35.03
5/4/2561	39.40	33.02	34.48
6/4/2561	39.33	32.70	34.23
7/4/2561	39.13	32.05	33.83
8/4/2561	38.80	31.48	33.18
9/4/2561	38.58	31.05	32.73
10/4/2561	38.43	30.60	32.20
11/4/2561	38.15	30.08	31.70
เฉลี่ยรายเดือน เม.ย.	39.25	32.56	34.05

จากข้อมูลที่ได้เก็บบันทึกระดับน้ำเฉลี่ยรายวันและรายเดือน ในแต่ละเดือนทำให้น้ำมาวิเคราะห์แสดงผลในรูปแบบกราฟได้ดังภาพที่ 12 ทำให้ทราบว่า ในช่วงเดือนธันวาคม ที่ยังไม่มีการลอยวัสดุลดการระเหยของน้ำในผิวน้ำ มีระดับน้ำเฉลี่ยรายวันและรายเดือนใกล้เคียงกันในบ่อที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับ และในช่วงเดือน มกราคม-เมษายน ปี พ.ศ.2561 มีการนำวัสดุมาช่วยลดการระเหย ในบ่อที่ 1 และ 3 พบว่าระดับน้ำเฉลี่ยรายวันและรายเดือน ในบ่อที่ 2 มีระดับน้ำเฉลี่ยน้อยกว่าในบ่อที่ 1 และบ่อที่ 3



ภาพที่ 12 ระดับน้ำเฉลี่ยรายเดือน

2) ระดับน้ำที่หายไปเฉลี่ยรายวันและรายเดือน

การทดลองทำให้พบว่าระดับน้ำทั้ง 3 บ่อ ในแต่ละวัน มีค่าระดับน้ำที่หายไปเฉลี่ยรายวันและรายเดือน ในช่วงเดือน ธันวาคม ที่ยังไม่มีการลอยวัสดุตกการระเหยของน้ำ พบว่ามีค่าระดับที่หายไปใกล้เคียงกันในแต่ละบ่อ และในช่วงเดือน มกราคม-เมษายน ปี พ.ศ.2561 มีการลอยวัสดุตกการระเหยในบ่อที่ 1 และ บ่อที่ 3 พบว่ามีค่าระดับน้ำที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนในแต่ละบ่อ

เดือน ธันวาคม

จากผลการทดลองพบว่าค่าระดับน้ำที่หายไปในช่วงเดือนธันวาคม เป็นช่วงที่ยังไม่มีการลอยวัสดุช่วยลดการระเหย มีค่า 45.17 , 44.50 , 45.17 มิลลิเมตร สำหรับบ่อที่ 1 , 2 , 3 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 5.02 , 4.94 , 5.02 มิลลิเมตรต่อเดือน สำหรับบ่อที่ 1, 2, 3 ตามลำดับ จากตารางที่ 6 ตารางแสดงผลระดับน้ำที่หายไปเฉลี่ยรายวันและรายเดือน

ตารางที่ 6 ระดับน้ำที่หายไปเดือนธันวาคม

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำที่หายไป (มม./วัน)			หมายเหตุ
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม่ลอย)	บ่อ3 (แหน)	
17/12/2560	6.00	5.00	6.00	ไม่มีการลอยวัสดุ
18/12/2560	6.67	7.50	6.77	
19/12/2560	7.50	7.33	7.57	
20/12/2560	6.17	6.50	6.00	
21/12/2560	4.83	4.83	5.00	
22/12/2560	3.17	3.00	3.00	
23/12/2560	3.67	3.50	3.67	
24/12/2560	2.83	2.67	2.33	
25/12/2560	4.33	4.17	4.83	
การระเหยรวม	45.17	44.50	45.17	
เฉลี่ยต่อเดือน	5.02	4.94	5.02	mm./month

เดือน มกราคม

จากผลการทดลองพบว่าค่าระดับน้ำที่หายไป ในช่วงเดือน มกราคม มีการลอยวัสดุช่วยลดการระเหย มีค่า 9.25 , 44.50 , 31.50 มิลลิเมตร สำหรับบ่อที่ 1 , 2 , 3 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยรายเดือน เท่ากับ 0.77, 3.71 , 2.63 มิลลิเมตรต่อเดือน สำหรับบ่อที่ 1, 2, 3 ตามลำดับ จากตารางที่ 7 ตารางแสดงผลระดับน้ำที่หายไปเฉลี่ยรายวันและรายเดือน

ตารางที่ 7 ระดับน้ำที่หายไปเดือนมกราคม

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำที่หายไป (มม./วัน)			หมายเหตุ
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม้ลอย)	บ่อ3 (แหน)	
15/1/2561	1.00	3.25	2.00	
16/1/2561	0.50	3.75	3.00	
17/1/2561	0.00	1.25	1.25	
18/1/2561	0.43	5.00	2.75	
19/1/2561	0.73	3.50	3.00	
20/1/2561	1.50	4.25	3.75	
21/1/2561	0.58	4.00	2.75	
22/1/2561	1.08	3.25	3.00	
23/1/2561	0.92	3.50	2.75	
24/1/2561	1.25	8.25	2.75	
25/1/2561	0.50	1.00	1.75	
26/1/2561	0.75	3.50	2.75	
การระเหยรวม	9.25	44.50	31.50	mm.
เฉลี่ยต่อเดือน	0.77	3.71	2.63	mm./month

เดือน กุมภาพันธ์

จากผลการทดลองพบว่าค่าระดับน้ำที่หายไป ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ มีการลอยวัสดุช่วยลดการระเหย มีค่า 24.10 , 65.50 , 53.20 มิลลิเมตร สำหรับบ่อที่ 1 , 2 , 3 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยรายเดือน เท่ากับ 1.61, 4.37 , 3.55 มิลลิเมตรต่อเดือน สำหรับบ่อที่ 1, 2,3 ตามลำดับ จากตารางที่ 8 ตารางแสดงผลระดับน้ำที่หายไปเฉลี่ยรายวันและรายเดือน

ตารางที่ 8 ระดับน้ำที่หายไปเดือนกุมภาพันธ์

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำที่หายไป (มม./วัน)			หมายเหตุ
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม่ลอย)	บ่อ3 (แหน)	
3/2/2561	1.40	5.40	4.00	
4/2/2561	1.35	3.75	2.75	
5/2/2561	1.50	4.70	3.25	
6/2/2561	1.95	3.15	2.50	
7/2/2561	1.20	5.20	3.55	
8/2/2561	0.80	3.30	2.60	
9/2/2561	1.55	3.00	2.55	
10/2/2561	1.40	3.95	3.75	
11/2/2561	2.35	4.05	3.55	
12/2/2561	1.50	6.25	4.75	
13/2/2561	1.85	4.70	4.30	
14/2/2561	1.45	3.65	3.60	
15/2/2561	1.95	5.65	4.35	
16/2/2561	1.45	4.00	3.15	
17/2/2561	2.40	4.75	4.55	
การระเหยรวม	24.10	65.50	53.20	mm.
เฉลี่ยต่อเดือน	1.61	4.37	3.55	mm./month

เดือน มีนาคม

จากผลการทดลองพบว่าค่าระดับน้ำที่หายไป ในช่วงเดือน มีนาคม มีการลอยวัสดุช่วยลดการระเหย มีค่า 45 , 91 , 80 มิลลิเมตร สำหรับบ่อที่ 1 , 2 , 3 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยรายเดือน เท่ากับ 2.65, 5.35 , 4.71 มิลลิเมตรต่อเดือน สำหรับบ่อที่ 1, 2, 3 ตามลำดับ จากตารางที่ 9 ตารางแสดงผลระดับน้ำที่หายไป เฉลี่ยรายวันและรายเดือน

ตารางที่ 9 ระดับน้ำที่หายไปเดือนมีนาคม

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำที่หายไป (มม./วัน)			หมายเหตุ
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม่ลอย)	บ่อ3 (แหน)	
14/3/2561	2.00	3.50	2.25	
15/3/2561	5.00	6.00	5.50	
16/3/2561	4.25	6.50	5.75	
17/3/2561	2.75	6.50	5.00	
18/3/2561	3.25	7.00	5.50	
19/3/2561	2.75	4.75	4.50	
20/3/2561	2.50	6.75	6.00	
21/3/2561	2.50	5.50	5.50	
22/3/2561	4.25	7.50	6.00	
23/3/2561	1.25	3.25	3.00	
24/3/2561	1.25	3.25	3.25	
25/3/2561	2.75	4.00	6.25	
26/3/2561	1.25	5.25	3.25	
27/3/2561	3.00	6.50	4.75	
28/3/2561	0.25	3.00	3.00	
29/3/2561	2.00	5.75	6.50	
30/3/2561	4.00	6.00	4.00	
การระเหยรวม	45.00	91.00	80.00	mm.
เฉลี่ยต่อเดือน	2.65	5.35	4.71	mm./month

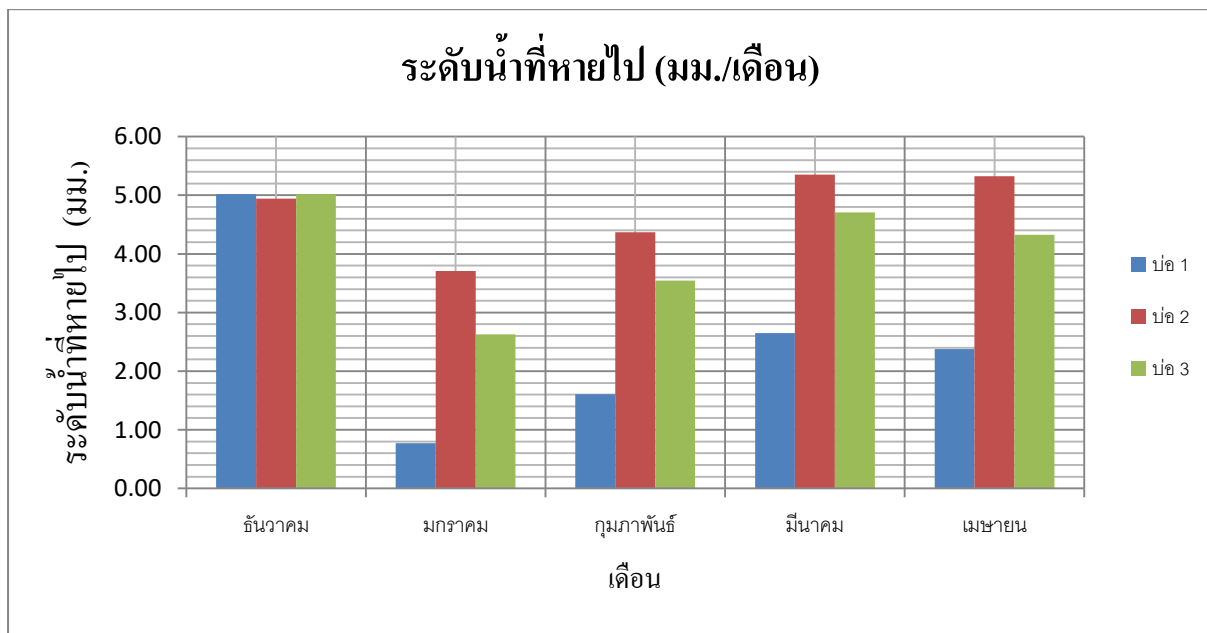
เดือน เมษายน

จากผลการทดลองพบว่าค่าระดับน้ำที่หายไป ในช่วงเดือน เมษายน มีการลอยวัสดุช่วยลดการระเหย มีค่า 23.75, 53.25 , 43.25 มิลลิเมตร สำหรับบ่อที่ 1 , 2 , 3 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยรายเดือน เท่ากับ 2.37, 5.33 , 4.33 มิลลิเมตรต่อเดือน สำหรับบ่อที่ 1, 2,3 ตามลำดับ จากตารางที่ 10 ตารางแสดงผลระดับน้ำที่หายไปเฉลี่ยรายวันและรายเดือน

ตารางที่ 10 ระดับน้ำที่หายไปเดือนเมษายน

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำที่หายไป (มม./วัน)			หมายเหตุ
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม่ลอย)	บ่อ3 (แหน)	
2/4/2561	5.25	9.50	2.75	
3/4/2561	2.00	5.50	3.75	
4/4/2561	1.75	4.50	3.50	
5/4/2561	2.25	4.30	5.50	
6/4/2561	0.75	3.20	2.50	
7/4/2561	2.00	6.50	4.00	
8/4/2561	3.25	5.75	6.50	
9/4/2561	2.25	4.25	4.50	
10/4/2561	1.50	4.50	5.25	
11/4/2561	2.75	5.25	5.00	
การระเหยรวม	23.75	53.25	43.25	mm.
เฉลี่ยต่อเดือน	2.375	5.33	4.33	mm./month

จากผลการทดลองเป็นระยะเวลา 54 วัน จะพบว่า บ่อที่ 2 มีอัตราการระเหยรวม 18.76 มิลลิเมตร คิดเป็น 0.35 มิลลิเมตรต่อวัน บ่อที่ 3 มีอัตราการระเหย 15.22 มิลลิเมตร คิดเป็น 0.28 มิลลิเมตรต่อวัน บ่อที่ 1 มีอัตราการระเหยรวม 7.4 มิลลิเมตร คิดเป็น 0.14 มิลลิเมตรต่อวัน



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแต่ละเดือน

3) ปริมาณน้ำที่ระเหยไป

เดือน ธันวาคม

จากผลการทดลองจะพบว่า บ่อที่ 2 มีปริมาณการระเหยรวม 3.50 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.39 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 3 มีปริมาณการระเหยรวม 3.53 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.39 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 1 มีปริมาณการระเหยรวม 3.50 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.39 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จากตารางที่ 11 แสดงปริมาณน้ำที่ระเหยไป

ตารางที่ 11 ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนธันวาคม

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำที่ระเหย (ลบ.ม.)			หมายเหตุ
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม้ลอย)	บ่อ3 (แหน)	
17/12/2560	0.47	0.39	0.47	ไม่มีการลอยวัสดุ
18/12/2560	0.52	0.59	0.53	
19/12/2560	0.58	0.58	0.59	
20/12/2560	0.48	0.51	0.47	
21/12/2560	0.37	0.38	0.39	
22/12/2560	0.25	0.24	0.23	
23/12/2560	0.28	0.28	0.29	
24/12/2560	0.22	0.21	0.18	
25/12/2560	0.34	0.33	0.38	
ปริมาณน้ำระเหยรวม	3.50	3.50	3.53	
น้ำระเหยเฉลี่ย	0.39	0.39	0.39	

เดือน มกราคม

จากผลการทดลองจะพบว่า บ่อที่ 2 มีปริมาณการระเหยรวม 3.50 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.29 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 3 มีปริมาณการระเหยรวม 2.46 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.21 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 1 มีปริมาณการระเหยรวม 0.72 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.06 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จากตารางที่ 12 แสดงปริมาณน้ำที่ระเหยไป

ตารางที่ 12 ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนมกราคม

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำที่ระเหย (ลบ.ม.)		
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม้ลอย)	บ่อ3 (آهن)
15/1/2561	0.08	0.26	0.16
16/1/2561	0.04	0.30	0.23
17/1/2561	0.00	0.10	0.10
18/1/2561	0.03	0.39	0.22
19/1/2561	0.06	0.28	0.23
20/1/2561	0.12	0.33	0.29
21/1/2561	0.05	0.31	0.22
22/1/2561	0.08	0.26	0.23
23/1/2561	0.07	0.28	0.22
24/1/2561	0.10	0.65	0.22
25/1/2561	0.04	0.08	0.14
26/1/2561	0.06	0.28	0.22
ปริมาณน้ำระเหยรวม	0.72	3.50	2.46
น้ำระเหยเฉลี่ย	0.06	0.29	0.21

เดือน กุมภาพันธ์

จากผลการทดลองจะพบว่า บ่อที่ 2 มีปริมาณการระเหยรวม 5.16 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.34 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 3 มีปริมาณการระเหยรวม 4.16 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.28 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 1 มีปริมาณการระเหยรวม 1.87 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.12 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จากตารางที่ 13 แสดงปริมาณน้ำที่ระเหยไป

ตารางที่ 13 ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนกุมภาพันธ์

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำที่ระเหย (ลบ.ม.)		
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม้ลอย)	บ่อ3 (แหน)
3/2/2561	0.11	0.43	0.31
4/2/2561	0.10	0.30	0.22
5/2/2561	0.12	0.37	0.25
6/2/2561	0.15	0.25	0.20
7/2/2561	0.09	0.41	0.28
8/2/2561	0.06	0.26	0.20
9/2/2561	0.12	0.24	0.20
10/2/2561	0.11	0.31	0.29
11/2/2561	0.18	0.32	0.28
12/2/2561	0.12	0.49	0.37
13/2/2561	0.14	0.37	0.34
14/2/2561	0.11	0.29	0.28
15/2/2561	0.15	0.44	0.34
16/2/2561	0.11	0.31	0.25
17/2/2561	0.19	0.37	0.36
ปริมาณน้ำระเหยรวม	1.87	5.16	4.16
น้ำระเหยเฉลี่ย	0.12	0.34	0.28

เดือน มีนาคม

จากผลการทดลองจะพบว่า บ่อที่ 2 มีปริมาณการระเหยรวม 7.16 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.42 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 3 มีปริมาณการระเหยรวม 6.26 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.37 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 1 มีปริมาณการระเหยรวม 3.49 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.21 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จากตารางที่ 14 แสดงปริมาณน้ำที่ระเหยไป

ตารางที่ 14 ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนมีนาคม

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำที่ระเหย (ลบ.ม.)		
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม้ลอย)	บ่อ3 (آهن)
14/3/2561	0.16	0.28	0.18
15/3/2561	0.39	0.47	0.43
16/3/2561	0.33	0.51	0.45
17/3/2561	0.21	0.51	0.39
18/3/2561	0.25	0.55	0.43
19/3/2561	0.21	0.37	0.35
20/3/2561	0.19	0.53	0.47
21/3/2561	0.19	0.43	0.43
22/3/2561	0.33	0.59	0.47
23/3/2561	0.10	0.26	0.23
24/3/2561	0.10	0.26	0.25
25/3/2561	0.21	0.31	0.49
26/3/2561	0.10	0.41	0.25
27/3/2561	0.23	0.51	0.37
28/3/2561	0.02	0.24	0.23
29/3/2561	0.16	0.45	0.51
30/3/2561	0.31	0.47	0.31
ปริมาณน้ำระเหยรวม	3.49	7.16	6.26
น้ำระเหยเฉลี่ย	0.21	0.42	0.37

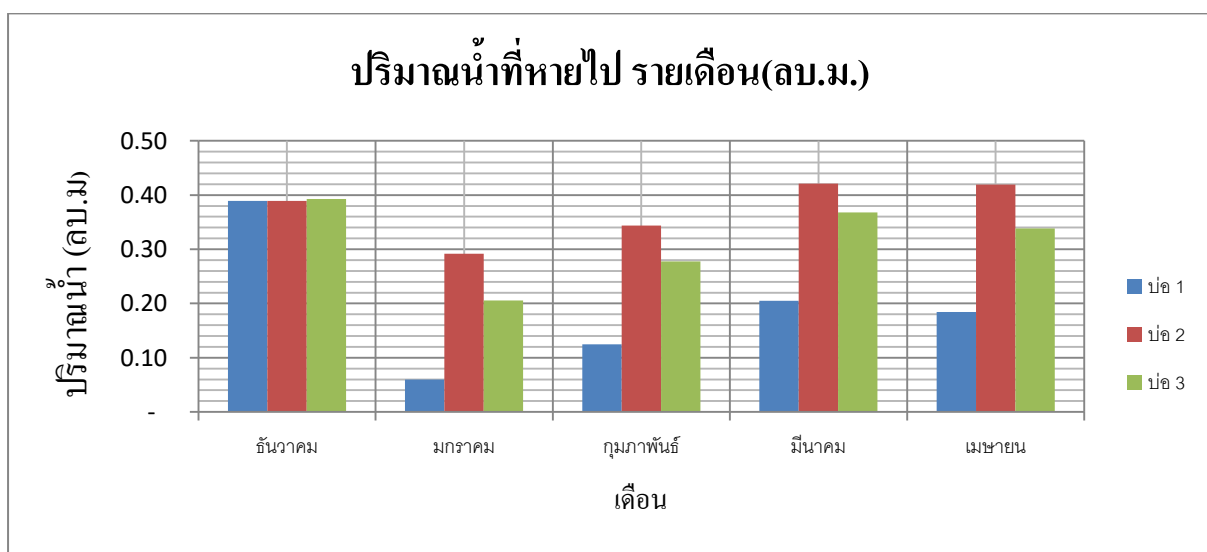
เดือน เมษายน

จากผลการทดลองจะพบว่า บ่อที่ 2 มีปริมาณการระเหยรวม 4.19 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.42 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 3 มีปริมาณการระเหยรวม 3.38 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.34 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน บ่อที่ 1 มีปริมาณการระเหยรวม 1.84 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.18 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จากตารางที่ 15 แสดงปริมาณน้ำที่ระเหยไป

ตารางที่ 15 ปริมาณน้ำที่ระเหยไปเดือนเมษายน

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณน้ำที่ระเหย (ลบ.ม.)		
	บ่อ1 (ลูกบอล)	บ่อ2 (ไม้ลอย)	บ่อ3 (แหน)
2/4/2561	0.41	0.75	0.22
3/4/2561	0.16	0.43	0.29
4/4/2561	0.14	0.35	0.27
5/4/2561	0.17	0.34	0.43
6/4/2561	0.06	0.25	0.20
7/4/2561	0.16	0.51	0.31
8/4/2561	0.25	0.45	0.51
9/4/2561	0.17	0.33	0.35
10/4/2561	0.12	0.35	0.41
11/4/2561	0.21	0.41	0.39
ปริมาณน้ำระเหยรวม	1.84	4.19	3.38
น้ำระเหยเฉลี่ย	0.18	0.42	0.34

จากการทดลองการลดอัตราการระเหยของน้ำจากการใช้ลูกบอลพลาสติกทึบแสงและแหวน พบว่า ข้อมูล ระดับน้ำที่ระเหยลดลงไปในแต่ละเดือน และพื้นที่ผิวของน้ำที่ทำการลดลูกบอลพลาสติกทึบแสง และแหวน จะสามารถนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำที่หายไปในแต่ละเดือนได้ และเมื่อเทียบปริมาณน้ำที่หายไป ในแต่ละเดือน จะพบว่า บ่อที่ 1 บ่อซีเมนต์ที่ลดลูกบอลพลาสติกทึบแสงร้อยละ 100 มีปริมาณน้ำที่หายไป ในแต่ละเดือนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ ปริมาณน้ำที่ระเหยไปในแต่ละเดือนของบ่อที่ 2 และ 3 ทำให้ทราบได้ว่าลูกบอลพลาสติกทึบแสงจะช่วยลดการระเหยของน้ำได้ดีกว่าแหวน



ภาพที่ 14 ปริมาณน้ำที่หายไปรายเดือน

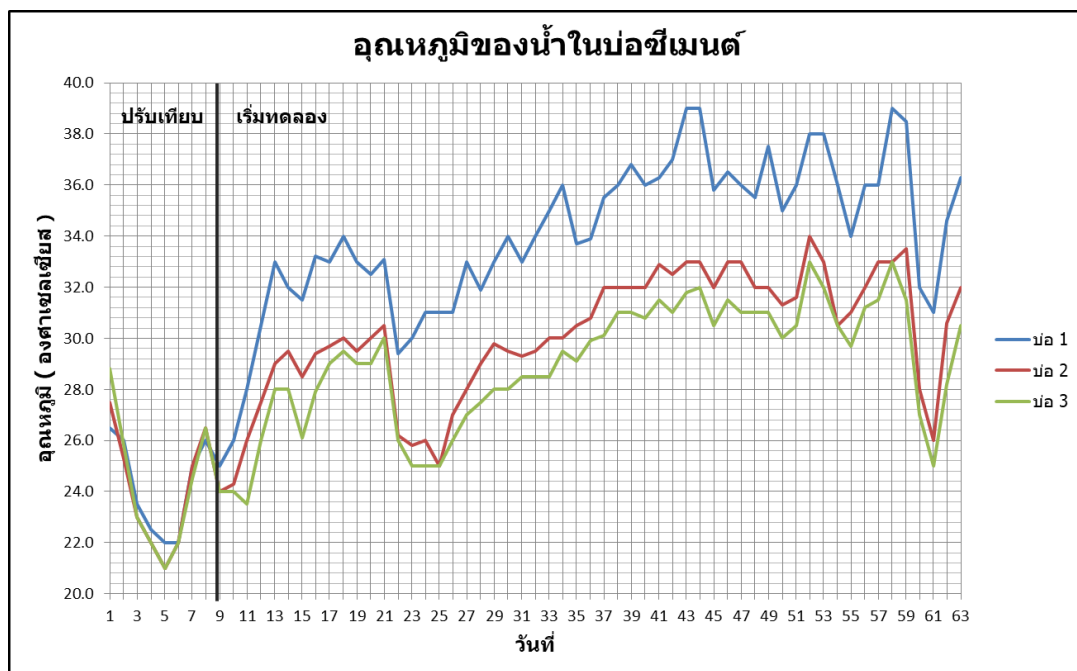
4) อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำในบ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ ที่ทำการเก็บค่าในแต่ละวัน โดยค่าของอุณหภูมิที่นำมาสร้างกราฟนั้น จะใช้ค่าอุณหภูมิที่มากที่สุดในแต่ละวัน จากการทดลองพบว่า

บ่อที่ 1 ซึ่งลอยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน มีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 26-39 องศาเซลเซียส หรือ มีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 34.2 องศาเซลเซียส

บ่อที่ 2 ซึ่งไม่ได้ลอยวัสดุอะไรเลย มีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 24.3-34.0 องศาเซลเซียส หรือ มีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 30.21 องศาเซลเซียส

บ่อที่ 3 ซึ่งลอยแหน มีค่าอุณหภูมิ มีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 23.5-33.0 องศาเซลเซียส หรือ มีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 29.06 องศาเซลเซียส

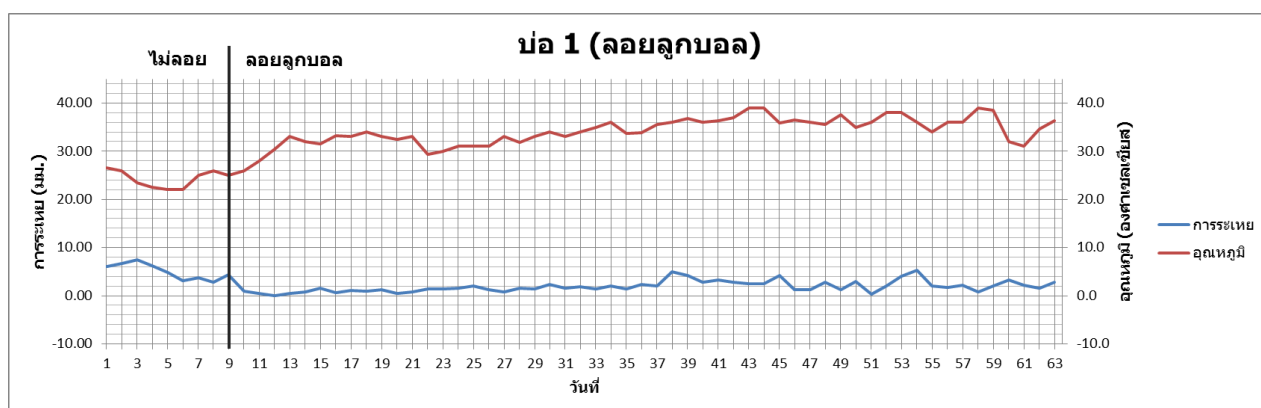


ภาพที่ 15 อุณหภูมิของน้ำในบ่อซีเมนต์

5) ปริมาณการระเหยเปรียบเทียบกับอุณหภูมิตลอดในแต่ละบ่อ

บ่อที่ 1 ลอยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน

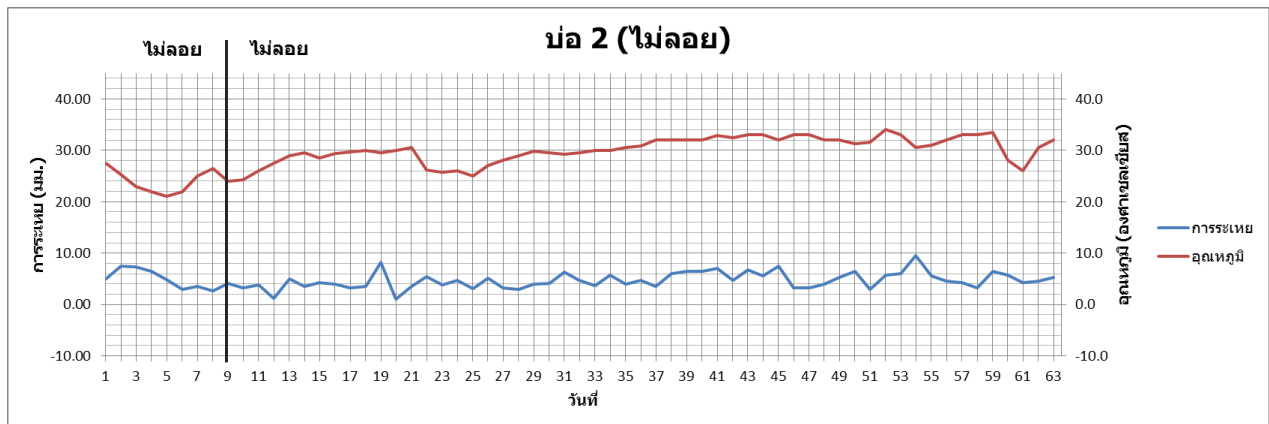
จากการทดลองพบว่า ในบ่อที่ 1 ซึ่งทำการลอยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน มีอัตราการระเหยอยู่ในช่วง 0-5.25 มิลลิเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยของอัตราการระเหย เท่ากับ 1.89 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 1 ซึ่งมีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 26-39 องศาเซลเซียส หรือ มีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 34.2 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระเหยและอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 1

บ่อที่ 2 ไม่มีการลอยวัสดุ (เป็นบ่อควบคุม)

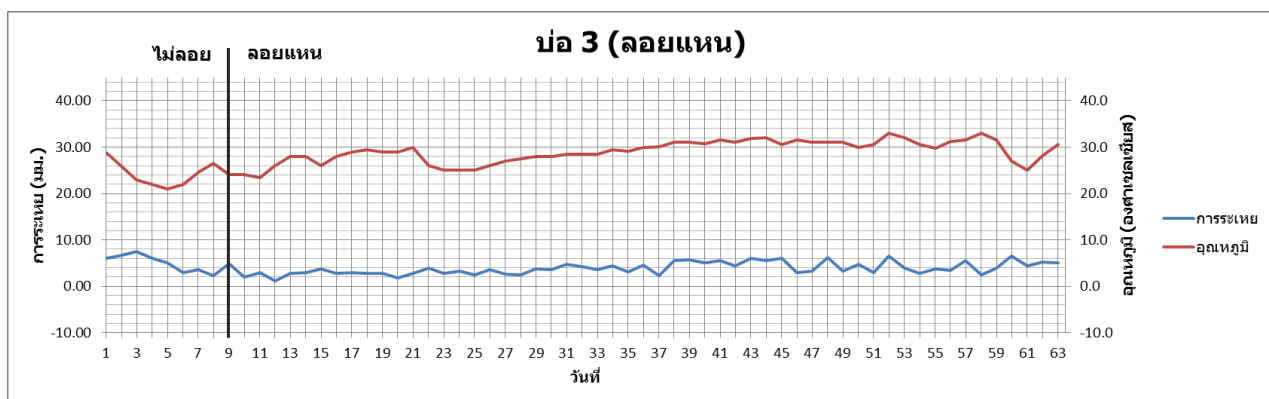
จากการทดลองพบว่า ในบ่อที่ 2 ซึ่งทำการลอยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน มีอัตราการระเหยอยู่ในช่วง 1.00-9.50 มิลลิเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยของอัตราการระเหย เท่ากับ 1.89 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 2 ซึ่งมีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 24.3-34.0 องศาเซลเซียส หรือ มีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 30.21 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยและอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 2

บ่อที่ 3 ลอยแหวน

จากการทดลองพบว่า ในบ่อที่ 3 ซึ่งทำการลอยลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงิน มีอัตราการระเหยอยู่ในช่วง 1.25-6.50 มิลลิเมตร หรือมีค่าเฉลี่ยของอัตราการระเหย เท่ากับ 3.85 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 3 ซึ่งมีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 23.5-33.0 องศาเซลเซียส หรือ มีอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย เท่ากับ 29.06 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 18

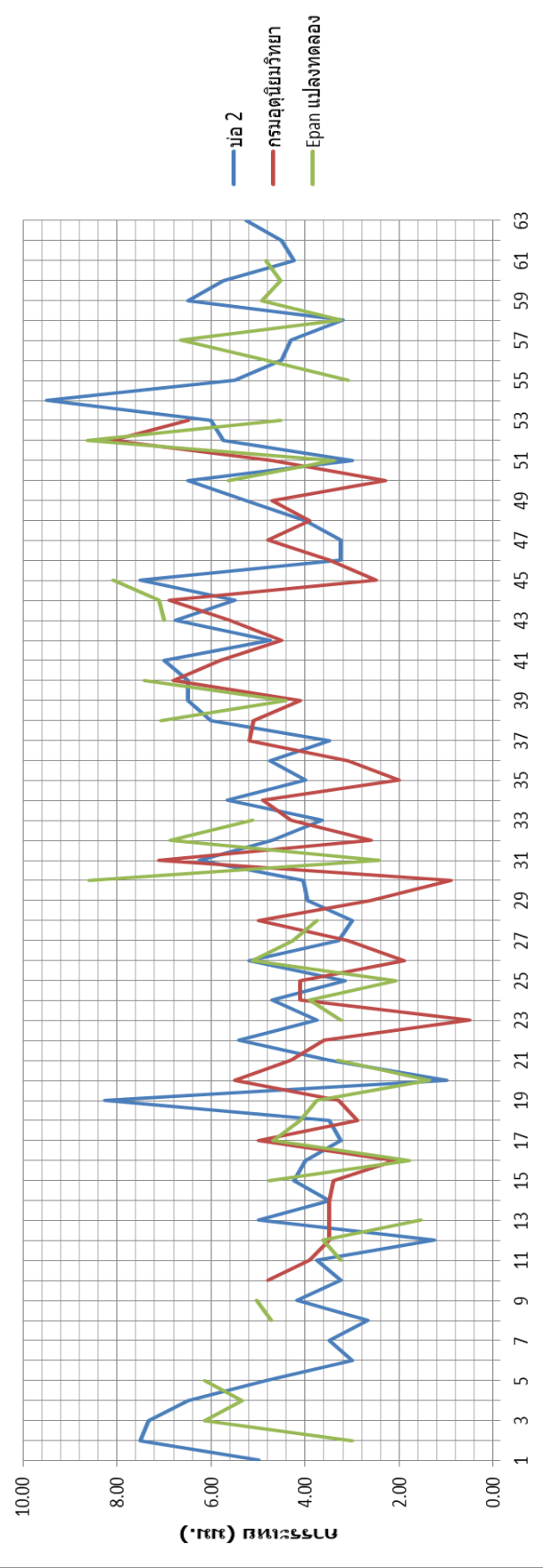


ภาพที่ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระเหยและอุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ 3

6) เปรียบเทียบระดับน้ำที่หายไปกับถาดวัดการระเหย

จากการทดลองเปรียบเทียบการระเหยของ บ่อที่ 2 ถาดวัดการระเหยในแปลงทดลอง และ ถาดวัดการระเหยของสถานีอุตุนิยมวิทยา นครปฐม พบว่าค่าการระเหยของ บ่อที่ 2 และ ถาดวัดการระเหยในแปลงทดลอง มีการระเหยที่สอดคล้องกันมากกว่าค่าการระเหยในถาดการระเหยของสถานีอุตุนิยมวิทยา นครปฐม เนื่องจาก สถานที่ทำการทดลองและสถานีอุตุนิยมวิทยา นครปฐม มีที่ตั้งที่ห่างไกลกัน และมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องในการระเหย คือ แสงแดด เมฆ ลม ความชื้นสัมพัทธ์ และอุปกรณ์ที่ต่างชนิดกัน เป็นต้น

เปรียบเทียบการระเหยในบ่อควบคุม



ภาพที่ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการระเหย

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผล

โครงการนิศวรรกรรมชลประทานเล่มนี้ได้ศึกษาการลดอัตราการระเหยของน้ำในแหล่งน้ำ โดยทำการทดลองในบ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ จากการใช้ลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินและแหวนช่วยลดการระเหยของน้ำ จากผลการศึกษาทั้งหมดทำให้ทราบถึงแนวโน้มการระเหยของน้ำในแต่ละบ่อที่มีการลอยวัสดุที่แตกต่างกัน โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

การระเหยในบ่อซีเมนต์ทั้ง 3 บ่อ ที่มีการลอยลูกบอลพลาสติกในบ่อที่ 1 ร้อยละ 100 ของพื้นที่บ่อ และลอยแหวนในบ่อที่ 3 ร้อยละ 100 ของพื้นที่บ่อ จากการทดลองพบว่า ในบ่อที่ 1 มีอัตราการระเหยรวมในบ่อทดลองน้อยที่สุด คือ 7.4 มิลลิเมตร คิดเป็น 0.14 มิลลิเมตรต่อวัน มีปริมาณการระเหยรวม 0.57 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.0106 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และสามารถช่วยลดปริมาณการระเหยได้ 61.22 เปอร์เซ็นต์ และบ่อที่ 3 มีอัตราการระเหยรวม 15.35 มิลลิเมตร คิดเป็น 0.28 มิลลิเมตรต่อวัน มีปริมาณการระเหยรวม 1.21 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.0224 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และสามารถช่วยลดปริมาณการระเหยได้ 17.69 เปอร์เซ็นต์ และ เมื่อเทียบกับบ่อที่ 2 เป็นบ่อควบคุมการทดลอง มีอัตราการระเหยรวม 18.76 มิลลิเมตร คิดเป็น 0.35 มิลลิเมตรต่อวัน มีปริมาณการระเหยรวม 1.47 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.0272 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

อุณหภูมิในน้ำของแต่ละบ่อ จากการทดลองพบว่า ในบ่อที่ 1 เป็นบ่อที่มีการระเหยน้อยที่สุดแต่ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นอีกด้วย เนื่องจากมีลูกบอลพลาสติกปกคลุมที่ผิวน้ำเต็มพื้นที่ทำให้น้ำไม่สามารถระเหย อุณหภูมิออกสู่อากาศได้ แสดงว่า การใช้ลูกบอลปกคลุมผิวน้ำช่วยลดอัตราการระเหยได้จริง แต่จะเหมาะกับการนำมาใช้ในแหล่งน้ำขนาดเล็กที่มีน้ำนิ่งจะได้ไม่มีความเสียหายเกิดขึ้นกับลูกบอลเมื่อมีการเคลื่อนที่

เมื่อนำบ่อที่ปกคลุมด้วยแหวนมาเทียบกับบ่อที่ปกคลุมด้วยลูกบอลพลาสติกพบว่า อุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ปกคลุมด้วยแหวนมีค่าน้อยที่สุด แต่แหวนจะช่วยลดอัตราการระเหยได้น้อยกว่าบ่อที่ปกคลุมด้วยลูกบอลพลาสติก แสดงให้เห็นว่า การใช้แหวนปกคลุมผิวน้ำช่วยลดอัตราการระเหยได้เหมือนกับลูกบอลพลาสติกแต่จะให้ผลลัพธ์ได้ไม่ดีเท่าลูกบอลพลาสติกในเรื่องของการช่วยลดอัตราการระเหย เนื่องจากแหวนมีช่วงอายุในการเกิด และตาย จะทำให้ปกคลุมผิวน้ำบางลง โดยแหวนจะค่อยๆ ตายลงเมื่อมีอายุประมาณ 14 วัน

และเมื่อนำบ่อที่ปกคลุมด้วยแหวนมาเทียบกับบ่อที่ปกคลุมด้วยลูกบอลพลาสติกพบว่า ราคาของลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินมีราคาถูกลง 2 บาท โดยในบ่อทดลองใช้ลูกบอลทั้งหมด 1,748 ลูก คิดเป็นราคา 3,496 บาท เทียบกับ ราคาของแหวนซึ่งในการทดลองผู้ศึกษาทดลองได้ใช้แหวนจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งไม่มีค่าใช้จ่าย

ข้อเสนอแนะ

1. ถ้าผู้ที่ต้องการศึกษาสนใจเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ ควรมีการศึกษา ตรวจสอบคุณภาพน้ำ ก่อน – หลังการทดลอง
2. พืชน้ำตามธรรมชาติมีหลายชนิดหากผู้ที่ต้องการศึกษาสนใจสามารถเปลี่ยนชนิดของพืชได้ตามความต้องการ
3. ลูกบอลพลาสติกเหมาะกับการใช้ในบ่อ อ่างเก็บน้ำ ที่มีลักษณะเป็นน้ำนิ่ง เพื่อลดความเสียหายแก่ลูกบอล
4. การใช้พืชน้ำธรรมชาติจะมีค่าใช้จ่ายในการจ่ายแรงงานในการ คั่นหา รวบรวม

เอกสารอ้างอิง

อรุณรัตน์ ดวงตา.2557. **เครื่องมือทางภูมิศาสตร์**.สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

วิษุวัตก์ แต่สมบัติ.2555.**อุทกวิทยาทางวิศวกรรม Engineering Hydrology**

(เอกสารประกอบการสอน). ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุนิยมวิทยา.2560.**ภูมิอากาศจังหวัดนครปฐม**. กรมอุตุนิยมวิทยา

วิลาส รัตนานุกูล.2553.**แห่น (Duckweed)**. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จิรภานนท์ ภัทรพงศ์ธาริน และคณะ.2559.**การศึกษาการลดการระเหยของน้ำในสระเก็บน้ำขนาดเล็กโดยใช้**

ลูกบอลพลาสติก.ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน

Brian Clark Howard. (2015). **Why Did L.A .Drop 96 Million 'Shade Balls 'Into Its Water'?**.

May 18, 2018, from library ku kps

ตารางผนวกที่ ก

ข้อมูลระดับน้ำ อุณหภูมิของถัง ระดับน้ำจากถาดวัดการระเหย และปริมาณน้ำฝน

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำบ่อซีเมนต์ (ซ.ม.)/ อุณหภูมิ																		E-Pan	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	
	บ่อ 1 (ลูกบอล)						บ่อ 2 (คววม)						บ่อ 3 (จอกแหน)								เข้า/กลางวัน
เวลา	เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า		กลางวัน		เย็น		ระดับน้ำ (นิ้ว)		
	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซ.ม.)	อุณหภูมิ C°			
16/12/2560					43.00							43.00						43.00		2	0
17/12/2560	42.50	25.80	42.50	26.50	42.20	26.00	42.60	26.20	42.60	27.00	42.30	27.50	42.50	28.00	42.50	28.20	42.20	28.80	1.96	0	
18/12/2560	41.90	23.40	41.80	25.20	41.50	26.00	41.90	23.90	41.85	25.20	41.50	25.30	41.90	23.50	41.80	25.00	41.47	25.80	1.84	0	
19/12/2560	41.15	21.90	41.00	23.00	40.80	23.50	41.20	21.50	41.05	23.00	40.80	23.00	41.10	21.30	41.05	22.80	40.75	23.00	1.60	0	
20/12/2560	40.50	20.00	40.40	22.50	40.20	22.00	40.50	19.50	40.40	22.00	40.20	21.80	40.50	19.30	40.40	22.00	40.20	21.80	1.39	0	
21/12/2560	40.00	20.00	39.90	21.00	39.75	22.00	40.00	19.50	39.90	21.00	39.75	21.00	40.00	19.50	39.90	21.00	39.70	21.00	1.15	0	
22/12/2560	39.70	22.00	39.60	22.00	39.40	22.00	39.70	21.00	39.60	22.00	39.45	22.00	39.70	21.00	39.60	22.00	39.40	22.00	0.10	0	
23/12/2560	39.20	21.00	39.30	25.00	39.10	22.00	39.25	20.20	39.30	25.00	39.15	24.50	39.20	20.50	39.30	24.50	39.10	24.50	1.96	0	
24/12/2560	38.95	23.00	39.00	26.00	38.80	26.00	38.95	23.00	39.10	26.50	38.85	25.50	39.00	23.00	39.10	26.50	38.80	25.50	1.77	0	
25/12/2561	38.65	24.00	38.50	24.00	38.30	25.00	38.70	23.00	38.55	23.50	38.40	24.00	38.65	23.00	38.50	23.50	38.30	24.00	1.58	0	
14/01/2561					43.40						43.00						43.20		2.00	0	
15/01/2561	43.25	24.00	43.35	26.00	42.90	24.00	42.70	21.50	42.75	23.50	42.60	24.30	43.05	20.50	43.10	21.50	42.90	24.00	1.99	0	
16/01/2561	43.20	25.00	-	-	43.30	28.00	42.40	22.00	-	-	42.30	26.00	42.80	21.00	-	-	42.70	23.50	1.86	0	
17/01/2561	43.20	-	43.40	30.00	43.30	30.50	42.10	-	42.15	27.00	42.20	27.50	42.50	-	42.65	25.00	42.50	26.00	1.72	0	
18/01/2561	43.12	27.50	43.30	29.00	43.20	33.00	41.70	25.50	41.75	27.50	41.60	29.00	42.25	23.50	42.40	25.00	42.20	28.00	1.66	0	
19/01/2561	43.10	28.00	43.20	31.00	43.10	32.00	41.40	25.50	41.40	29.50	41.25	29.00	42.05	24.00	42.10	28.00	41.90	27.10	1.96	0	
20/01/2561	42.95	28.00	43.00	30.30	43.00	31.50	41.00	26.00	40.95	28.00	40.85	28.50	41.65	24.20	41.70	26.10	41.55	25.50	1.77	0	
21/01/2561	42.85	28.80	42.95	30.00	42.90	33.20	40.60	26.10	40.55	28.50	40.45	29.40	41.35	25.00	41.45	26.20	41.25	27.90	1.70	0	
22/01/2561	42.80	29.20	42.85	31.10	42.80	33.00	40.20	26.80	40.20	29.70	40.15	29.50	41.05	25.20	41.10	27.50	41.00	29.00	1.51	0	
23/01/2561	42.70	30.00	42.75	31.40	42.70	34.00	39.90	27.00	39.85	29.20	39.80	30.00	40.80	26.00	40.85	27.20	40.70	29.50	1.35	0	
24/01/2561	42.60	29.00	-	-	41.30	33.00	39.60	26.00	-	-	39.00	29.50	40.50	26.00	-	-	40.10	29.00	1.20	0	
25/01/2561	42.50	32.60	42.60	32.00	42.55	32.50	39.25	27.00	39.00	29.50	38.80	30.00	40.30	26.00	40.40	29.00	40.25	29.00	1.35	0	
26/01/2561	-	-	42.50	33.00	42.45	33.10	-	-	38.60	30.50	38.50	30.10	-	-	40.150	29.00	39.95	30.00	0.02	0	

ตารางผนวกที่ ก (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำบ่อซีเมนต์ (ซ.ม.) / อุณหภูมิ																		E-Pan	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	
	บ่อ 1 (ลูกบอล)						บ่อ 2 (ควมคุม)						บ่อ 3 (จอกแหน)								เข้า/กลางวัน
	เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า		กลางวัน		เย็น				
ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (นิ้ว)			
2/02/2561					43.40							43.00					43.20		2.000	0	
3/02/2561	43.35	29.40	-	-	43.26	29.20	42.75	26.20	-	-	42.46	26.10	43.05	26.00	-	-	42.80	25.30	1.956	0	
4/02/2561	43.15	27.20	43.15	28.00	43.10	30.00	42.26	24.00	42.12	25.20	42.05	25.80	42.50	23.20	42.60	24.20	42.45	25.00	1.828	0	
5/02/2561	42.95	27.30	43.00	29.00	42.95	31.00	41.80	24.20	41.68	25.80	41.55	26.00	42.30	23.20	42.30	24.30	42.10	25.00	1.674	0	
6/02/2561	42.80	27.00	-	-	42.78	31.00	41.30	24.00	-	-	41.80	25.00	41.95	22.50	-	-	41.80	25.00	1.592	0	
7/02/2561	-	-	42.70	31.00	42.62	30.60	-	-	39.85	27.00	41.71	27.00	-	-	41.70	26.00	41.49	25.80	1.390	0	
8/02/2561	-	-	42.61	29.80	42.55	33.00	-	-	40.55	27.40	40.45	28.00	-	-	41.42	25.30	41.25	27.00	1.222	0	
9/02/2561	42.35	28.00	42.45	29.60	42.40	31.90	40.20	25.00	40.22	27.30	40.10	29.00	41.05	24.00	41.18	25.20	40.98	27.50	1.074	0	
10/02/2561	-	-	42.37	31.80	42.20	33.00	-	-	39.82	29.00	39.69	29.80	-	-	40.82	27.00	40.59	28.00	1.908	0	
11/02/2561	-	-	-	-	42.05	34.00	-	-	-	-	39.35	29.50	-	-	-	-	40.35	28.00	1.570	0	
12/02/2561	-	-	42.00	33.00	41.80	33.00	-	-	38.85	29.00	38.60	29.30	-	-	40.05	28.50	39.70	28.00	1.474	0	
13/02/2561	-	-	41.78	31.80	41.65	34.00	-	-	38.31	29.10	38.20	29.50	-	-	39.57	27.20	39.32	28.50	1.204	0	
14/02/2561	-	-	41.65	35.00	41.49	33.30	-	-	38.00	30.00	37.78	29.70	-	-	39.25	28.50	38.92	28.10	1.002	0	
15/02/2561	-	-	41.45	33.00	41.30	36.00	-	-	37.40	30.00	37.25	30.00	-	-	38.80	28.00	38.50	29.50	-	0	
16/02/2561	-	-	41.30	33.30	41.16	33.70	-	-	37.00	30.00	36.85	30.50	-	-	38.50	28.00	38.17	29.10	1.978	0	
17/02/2561	-	-	-	-	40.99	33.90	-	-	-	-	36.45	30.80	-	-	-	-	37.88	29.90	-	0	

ตารางผนวกที่ ก (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำบ่อซีเมนต์ (ซ.ม.)/ อุณหภูมิ																		E-Pan	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)
	บ่อ 1 (ลูกบอล)						บ่อ 2 (ควมคุม)						บ่อ 3 (จอกแหน)							
เวลา	เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า/กลางวัน (นิ้ว)	
	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°		
13/03/2561					43.40						43.00						43.20		2.000	0
14/03/2561	-	-	43.20	33.40	42.90	35.50	-	-	42.80	32.00	42.50	32.00	-	-	43.15	30.10	42.80	30.00	1.982	0
15/03/2561	-	-	42.80	34.00	42.60	36.00	-	-	42.20	31.80	41.90	32.00	-	-	42.60	30.00	42.25	31.00	1.704	0
16/03/2561	-	-	42.40	36.80	42.15	36.20	-	-	41.60	31.50	41.20	32.00	-	-	42.00	30.50	41.70	31.00	1.530	0
17/03/2561	-	-	42.10	35.40	41.90	36.00	-	-	40.90	31.90	40.60	32.00	-	-	41.50	30.00	41.20	30.80	1.238	0
18/03/2561	-	-	41.80	36.00	41.55	36.30	-	-	43.50	32.90	40.05	32.50	-	-	40.90	31.50	40.70	31.50	2.000	0
19/03/2561	-	-	41.50	35.50	41.30	37.00	-	-	39.75	32.50	39.40	32.00	-	-	40.35	30.50	40.15	31.00	1.906	0
20/03/2561	-	-	41.25	35.50	41.05	39.00	-	-	39.05	32.00	38.75	33.00	-	-	39.90	30.00	39.60	31.80	1.630	0
21/03/2561	-	-	41.05	38.50	40.75	39.00	-	-	38.50	33.00	38.20	33.00	-	-	39.40	32.00	39.00	32.00	1.350	0
22/03/2561	-	-	40.50	34.00	40.45	35.80	-	-	37.70	30.00	37.50	32.00	-	-	38.70	29.00	38.50	30.50	1.032	0
23/03/2561	-	-	40.35	35.00	40.35	36.50	-	-	37.30	31.50	37.25	33.00	-	-	38.35	30.00	38.25	31.50	-	0
24/03/2561	-	-	40.25	33.20	40.20	36.00	-	-	37.00	30.50	36.90	33.00	-	-	38.10	28.50	37.85	31.00	-	0
25/03/2561	-	-	39.95	33.00	39.95	35.50	-	-	36.70	30.00	36.40	32.00	-	-	38.55	28.50	37.35	31.00	2.000	0
26/03/2561	-	-	39.90	34.20	39.75	37.50	-	-	36.15	32.00	35.90	32.00	-	-	37.15	29.50	36.90	31.00	1.906	0
27/03/2561	-	-	39.55	33.50	39.50	35.00	-	-	35.40	30.50	35.35	31.30	-	-	36.65	29.50	36.45	30.00	1.684	0
28/03/2561	-	-	39.50	34.50	39.50	36.00	-	-	35.15	31.00	35.00	31.60	-	-	36.40	30.50	36.10	30.50	1.550	0
29/03/2561	-	-	39.40	38.00	39.20	36.50	-	-	34.60	34.00	34.40	32.00	-	-	35.80	33.00	35.40	31.00	1.210	0
30/03/2561	-	-	38.95	37.00	38.85	38.00	-	-	34.00	33.00	33.80	33.00	-	-	35.35	31.00	35.05	32.00	1.032	0

ตารางผนวกที่ ก (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	ระดับน้ำบ่อซีเมนต์ (ซ.ม.)/ อุณหภูมิ																			E-Pan	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)
	บ่อ 1 (ลูกบอล)						บ่อ 2 (ควบคุม)						บ่อ 3 (จอกแหน)						เข้า/กลางวัน		
เวลา	เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า		กลางวัน		เย็น		เช้า		กลางวัน		เย็น			ระดับน้ำ (นิ้ว)	
	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°	ระดับน้ำ (ซม.)	อุณหภูมิ C°			
1/04/2561	-	-	41.00	33.00	40.05	36.00	-	-	34.60	30.50	36.20	30.50	-	-	36.05	29.00	36.00	30.50	1.046	48	
2/04/2561	-	-	40.00	33.00	40.00	34.00	-	-	34.55	31.00	34.35	30.00	-	-	35.80	29.70	35.70	29.00	1.934	0	
3/04/2561	-	-	39.85	33.00	39.75	36.00	-	-	33.95	31.00	33.85	32.00	-	-	35.45	29.50	35.30	31.20	1.812	0	
4/04/2561	-	-	39.70	36.00	39.55	36.00	-	-	33.55	33.00	33.35	32.00	-	-	35.15	31.50	34.90	31.00	1.622	0	
5/04/2561	-	-	39.40	39.00	39.40	36.50	-	-	33.04	33.00	33.00	32.00	-	-	34.55	33.00	34.40	31.00	1.360	0	
6/04/2561	-	-	39.40	38.50	39.25	38.00	-	-	32.80	33.50	32.60	32.00	-	-	34.30	31.50	34.15	31.00	1.232	0	
7/04/2561	-	-	39.15	32.00	39.10	31.50	-	-	32.15	28.00	31.95	27.00	-	-	33.75	27.00	33.90	26.50	1.038	0	
8/04/2561	-	-	38.80	30.50	38.80	31.00	-	-	31.55	25.50	31.40	26.00	-	-	33.30	24.50	33.05	25.00	0.860	0	
9/04/2561	-	-	38.60	32.00	38.55	34.60	-	-	31.10	28.50	31.00	30.60	-	-	32.85	26.50	32.60	28.20	0.670	0	
10/04/2561	-	-	38.45	34.00	38.40	36.30	-	-	30.70	31.00	30.50	32.00	-	-	32.30	29.00	32.10	30.50	2.000	0	
11/04/2561	-	-	38.20	36.50	38.10	39.00	-	-	30.15	32.00	30.00	33.00	-	-	31.80	30.50	31.60	32.00	1.830	0	

ตารางผนวกที่ ข

เลือกค่าอุณหภูมิ เพื่อนำค่าอุณหภูมิที่มากที่สุดในแต่ละวันไปใช้

วัน/เดือน/ ปี	อุณหภูมิของน้ำในบ่อ (องศาเซลเซียส)											
	บ่อ 1 (ลูกบอล)				บ่อ 2 (บ่อควบคุม)				บ่อ 3 (แหน)			
เวลา	เช้า	กลางวัน	เย็น	max	เช้า	กลางวัน	เย็น	max	เช้า	กลางวัน	เย็น	max
17/12/2560	25.80	26.50	26.00	26.50	26.20	27.00	27.50	27.50	28.00	28.20	28.80	28.80
18/12/2560	23.40	25.20	26.00	26.00	23.90	25.20	25.30	25.30	23.50	25.00	25.80	25.80
19/12/2560	21.90	23.00	23.50	23.50	21.50	23.00	23.00	23.00	21.30	22.80	23.00	23.00
20/12/2560	20.00	22.50	22.00	22.50	19.50	22.00	21.80	22.00	19.30	22.00	21.80	22.00
21/12/2560	20.00	21.00	22.00	22.00	19.50	21.00	21.00	21.00	19.50	21.00	21.00	21.00
22/12/2560	22.00	22.00	22.00	22.00	21.00	22.00	22.00	22.00	21.00	22.00	22.00	22.00
23/12/2560	21.00	25.00	22.00	25.00	20.20	25.00	24.50	25.00	20.50	24.50	24.50	24.50
24/12/2560	23.00	26.00	26.00	26.00	23.00	26.50	25.50	26.50	23.00	26.50	25.50	26.50
25/12/2560	24.00	24.00	25.00	25.00	23.00	23.50	24.00	24.00	23.00	23.50	24.00	24.00
15/01/2561	24.00	26.00	24.00	26.00	21.50	23.50	24.30	24.30	20.50	21.50	24.00	24.00
16/01/2561	25.00	-	28.00	28.00	22.00	-	26.00	26.00	21.00	-	23.50	23.50
17/01/2561	-	30.00	30.50	30.50	-	27.00	27.50	27.50	-	25.00	26.00	26.00
18/01/2561	27.50	29.00	33.00	33.00	25.50	27.50	29.00	29.00	23.50	25.00	28.00	28.00
19/01/2561	28.00	31.00	32.00	32.00	25.50	29.50	29.00	29.50	24.00	28.00	27.10	28.00
20/01/2561	28.00	30.30	31.50	31.50	26.00	28.00	28.50	28.50	24.20	26.10	25.50	26.10
21/01/2561	28.80	30.00	33.20	33.20	26.10	28.50	29.40	29.40	25.00	26.20	27.90	27.90
22/01/2561	29.20	31.10	33.00	33.00	26.80	29.70	29.50	29.70	25.20	27.50	29.00	29.00
23/01/2561	30.00	31.40	34.00	34.00	27.00	29.20	30.00	30.00	26.00	27.20	29.50	29.50
24/01/2561	29.00	-	33.00	33.00	26.00	-	29.50	29.50	26.00	-	29.00	29.00
25/01/2561	32.60	32.00	32.50	32.60	27.00	29.50	30.00	30.00	26.00	29.00	29.00	29.00
26/01/2561	-	33.00	33.10	33.10	-	30.50	30.10	30.50	-	29.00	30.00	30.00

ตารางผนวกที่ ข (ต่อ)

วัน/เดือน/ ปี	อุณหภูมิของน้ำในบ่อ (องศาเซลเซียส)											
	บ่อ 1 (ลูกบอล)				บ่อ 2 (บ่อควบคุม)				บ่อ 3 (แหน)			
เวลา	เช้า	กลางวัน	เย็น	max	เช้า	กลางวัน	เย็น	max	เช้า	กลางวัน	เย็น	max
03/02/2561	29.40	-	29.20	29.40	26.20	-	26.10	26.20	26.00	-	25.30	26.00
04/02/2561	27.20	28.00	30.00	30.00	24.00	25.20	25.80	25.80	23.20	24.20	25.00	25.00
05/02/2561	27.30	29.00	31.00	31.00	24.20	25.80	26.00	26.00	23.20	24.30	25.00	25.00
06/02/2561	27.00	-	31.00	31.00	24.00	-	25.00	25.00	22.50	-	25.00	25.00
07/02/2561	-	31.00	30.60	31.00	-	27.00	27.00	27.00	-	26.00	25.80	26.00
08/02/2561	-	29.80	33.00	33.00	-	27.40	28.00	28.00	-	25.30	27.00	27.00
09/02/2561	28.00	29.60	31.90	31.90	25.00	27.30	29.00	29.00	24.00	25.20	27.50	27.50
10/02/2561	-	31.80	33.00	33.00	-	29.00	29.80	29.80	-	27.00	28.00	28.00
11/02/2561	-	-	34.00	34.00	-	-	29.50	29.50	-	-	28.00	28.00
12/02/2561	-	33.00	33.00	33.00	-	29.00	29.30	29.30	-	28.50	28.00	28.50
13/02/2561	-	31.80	34.00	34.00	-	29.10	29.50	29.50	-	27.20	28.50	28.50
14/02/2561	-	35.00	33.30	35.00	-	30.00	29.70	30.00	-	28.50	28.10	28.50
15/02/2562	-	33.00	36.00	36.00	-	30.00	30.00	30.00	-	28.00	29.50	29.50
16/02/2562	-	33.30	33.70	33.70	-	30.00	30.50	30.50	-	28.00	29.10	29.10
17/02/2562	-	-	33.90	33.90	-	-	30.80	30.80	-	-	29.90	29.90

ตารางผนวกที่ ข (ต่อ)

วัน/เดือน/ ปี	อุณหภูมิของน้ำในบ่อ (องศาเซลเซียส)											
	บ่อ 1 (ลูกบอล)				บ่อ 2 (บ่อควบคุม)				บ่อ 3 (แหน)			
เวลา	เช้า	กลางวัน	เย็น	max	เช้า	กลางวัน	เย็น	max	เช้า	กลางวัน	เย็น	max
14/03/2561	-	33.40	35.50	35.50	-	32.00	32.00	32.00	-	30.10	30.00	30.10
15/03/2561	-	34.00	36.00	36.00	-	31.80	32.00	32.00	-	30.00	31.00	31.00
16/03/2561	-	36.80	36.20	36.80	-	31.50	32.00	32.00	-	30.50	31.00	31.00
17/03/2561	-	35.40	36.00	36.00	-	31.90	32.00	32.00	-	30.00	30.80	30.80
18/03/2561	-	36.00	36.30	36.30	-	32.90	32.50	32.90	-	31.50	31.50	31.50
19/03/2561	-	35.50	37.00	37.00	-	32.50	32.00	32.50	-	30.50	31.00	31.00
20/03/2561	-	35.50	39.00	39.00	-	32.00	33.00	33.00	-	30.00	31.80	31.80
21/03/2561	-	38.50	39.00	39.00	-	33.00	33.00	33.00	-	32.00	32.00	32.00
22/03/2561	-	34.00	35.80	35.80	-	30.00	32.00	32.00	-	29.00	30.50	30.50
23/03/2561	-	35.00	36.50	36.50	-	31.50	33.00	33.00	-	30.00	31.50	31.50
24/03/2561	-	33.20	36.00	36.00	-	30.50	33.00	33.00	-	28.50	31.00	31.00
25/03/2561	-	33.00	35.50	35.50	-	30.00	32.00	32.00	-	28.50	31.00	31.00
26/03/2561	-	34.20	37.50	37.50	-	32.00	32.00	32.00	-	29.50	31.00	31.00
27/03/2561	-	33.50	35.00	35.00	-	30.50	31.30	31.30	-	29.50	30.00	30.00
28/03/2561	-	34.50	36.00	36.00	-	31.00	31.60	31.60	-	30.50	30.50	30.50
29/03/2561	-	38.00	36.50	38.00	-	34.00	32.00	34.00	-	33.00	31.00	33.00
30/03/2561	-	37.00	38.00	38.00	-	33.00	33.00	33.00	-	31.00	32.00	32.00

วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิของน้ำในบ่อ (องศาเซลเซียส)											
	บ่อ 1 (ลูกบอล)				บ่อ 2 (บ่อควบคุม)				บ่อ 3 (แหน)			
เวลา	เช้า	กลางวัน	เย็น	max	เช้า	กลางวัน	เย็น	max	เช้า	กลางวัน	เย็น	max
01/04/2561	-	33.00	36.00	36.00	-	30.50	30.50	30.50	-	29.00	30.50	30.50
02/04/2561	-	33.00	34.00	34.00	-	31.00	30.00	31.00	-	29.70	29.00	29.70
03/04/2561	-	33.00	36.00	36.00	-	31.00	32.00	32.00	-	29.50	31.20	31.20
04/04/2561	-	36.00	36.00	36.00	-	33.00	32.00	33.00	-	31.50	31.00	31.50
05/04/2561	-	39.00	36.50	39.00	-	33.00	32.00	33.00	-	33.00	31.00	33.00
06/04/2561	-	38.50	38.00	38.50	-	33.50	32.00	33.50	-	31.50	31.00	31.50
07/04/2561	-	32.00	31.50	32.00	-	28.00	27.00	28.00	-	27.00	26.50	27.00
08/04/2561	-	30.50	31.00	31.00	-	25.50	26.00	26.00	-	24.50	25.00	25.00
09/04/2561	-	32.00	34.60	34.60	-	28.50	30.60	30.60	-	26.50	28.20	28.20
10/04/2561	-	34.00	36.30	36.30	-	31.00	32.00	32.00	-	29.00	30.50	30.50
11/04/2561	-	36.50	39.00	39.00	-	32.00	33.00	33.00	-	30.50	32.00	32.00