การประยุกต์ใช้วัสดุทางกายภาพและชีวภาพปกคลุมผิวน้ำเพื่อลดอัตราการระเหยของน้ำในแหล่งกักเก็บน้ำขนาดเล็ก

เกศวรา สิทธิโชค[1*] และ ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์[2]

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

** Corresponding Author: fengkrs@ku.ac.th*

[1] อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ :
รับเพื่อพิจารณา : 22 มีนาคม 2563
แก้ไข : 30 พฤศจิกายน 2563
ตอบรับ : 5 มกราคม 2564

คำสำคัญ :
การลดอัตราการระเหย /
การปกคลุมแหล่งน้ำทางกายภาพ /
การปกคลุมแหล่งน้ำทางชีวภาพ

บทคัดย่อ

การระเหยเป็นกระบวนการหลักที่ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่มีอยู่มากในประเทศไทย ดังนั้น การศึกษาแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการลดอัตราการระเหยจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้การสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นในแต่ละปีมีปริมาณลดลง แนวทางหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้คือการปกคลุมผิวน้ำด้วยวัสดุต่างๆ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการลดอัตราการระเหยจากแหล่งกักเก็บน้ำขนาดเล็กโดย 2 วิธีหลัก ได้แก่ วิธีการทางกายภาพ โดยใช้วัสดุประเภทลอยน้ำ ได้แก่ ลูกบอลพลาสติกและขวดพลาสติกเหลือใช้ และวิธีการทางชีวภาพ ได้แก่ การใช้แหนปกคลุมผิวน้ำ การศึกษาเริ่มจากการก่อสร้างบ่อซีเมนต์จำนวน 3 บ่อ ทำการทดลอง 3 ครั้งซึ่งในทุกครั้งจะมีบ่อควบคุมที่ไม่มีวัสดุปกคลุม 1 บ่อ การทดลองครั้งที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบอัตราการระเหยระหว่างการใช้ลูกบอลพลาสติกปกคลุมผิวน้ำทั้งหมดและปกคลุมร้อยละ 70 ของพื้นที่ผิวน้ำ ครั้งที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบการใช้ลูกบอลพลาสติกและการใช้แหนปกคลุมผิวน้ำ และครั้งที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างการใช้ลูกบอลพลาสติกและการใช้ขวดพลาสติกปกคลุมผิวน้ำ ผลการศึกษาพบว่าการใช้ขวดพลาสติกมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดอัตราการระเหย (64%) รองลงมาคือการใช้ลูกบอลพลาสติกปกคลุมผิวน้ำทั้งหมด (55%) การใช้แหนมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด (18%) โดยบ่อที่ใช้ขวดพลาสติกลดอัตราการระเหยเฉลี่ยต่อวันได้ 3.25 มม./วัน หรือเท่ากับ 1,185.34 มม./ปี อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาต้นทุนวัสดุที่ใช้ในการลดอัตราการระเหย พบว่าการใช้ลูกบอลปกคลุมผิวน้ำมีต้นทุนสูงสุด 584 บาท/ตร.ม. รองลงมาคือขวดพลาสติกซึ่งมีประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยมีต้นทุนเท่ากับ 15 บาท/ตร.ม. ในขณะที่แหนจะไม่มีค่าต้นทุนในส่วนของวัสดุ แต่จะมีต้นทุนในส่วนของค่าแรงงานที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องมีการเปลี่ยนแหนที่ใช้ในการปกคลุมผิวน้ำเป็นระยะๆ

Use of Physical and Biological Covers for Decreasing Evaporation Loss from Small-Scale Water Storage

Ketvara Sittichok[1*] and Chaiyapong Thepprasit[2]
Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaengsaen, Nakhonpathom 73140

* *Corresponding Author: fengkrs@ku.ac.th*

[1] *Lecturer, Irrigation Engineering Department, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen Campus.*

[2] *Assistant Professor, Irrigation Engineering Department, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen Campus.*

Article Info

Article History:
Received: March 22, 2020
Revised: November 30, 2020
Accepted: January 5, 2021

Keywords:
Evaporation Reduction /
Physical Cover /
Biological Cover

Abstract

Evaporation is one main factor leading to water loss, especially in the case of small ponds located in various areas of Thailand. A study on effective methods to reduce the rate of evaporation is necessary to reduce the water loss. Covering the surface of water is a widely used method to decrease the rate of evaporation. The objective of this study was to investigate two techniques utilizing physical and biological covers to reduce evaporation loss from small-scale water storage. Floating covers, i.e., plastic balls and reused plastic bottles, were selected as the physical covers, whereas duckweed was used as the biological cover. Three concrete ponds were constructed for the study. Three experiments were then conducted; each experiment consisted of a pond with no surface covering, which served as the control pond. In the first experiment, evaporation reduction via complete coverage of the pond with plastic balls was compared with that via 70% coverage using the same plastic balls. Uses of plastic balls and duckweed covers were compared in the second experiment. Finally, plastic balls and reused plastic bottles were used to fully cover the water surface. Results revealed that reused plastic bottles exhibited the highest efficiency (64%) for evaporation reduction. Use of plastic balls with 100% coverage showed the efficiency of 55%. Duckweed coverage exhibited the lowest efficiency of only 18%. Use of reused plastic bottles could reduce the evaporation rate by about 3.25 mm/day or 1,185.34 mm/year. However, study on material costs for evaporation reduction revealed that plastic balls presented the highest cost of 584 Baht/m2; this was followed by reused plastic bottles, with the cost of 15 Baht/m2. There was no cost of duckweed itself but the labour cost for occasionally changing duckweed needed to be considered.

1. บทนำ

ปัญหาภัยแล้งเป็นปัญหาหลักด้านการจัดการทรัพยากรน้ำที่ประเทศไทยกำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงโดยการกระทำของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงทั้งในเรื่องของรูปแบบและปริมาณของการเกิดฝนรวมถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่ส่งผลให้เกิดภัยแล้งในหลายพื้นที่ ผลของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการคายระเหยของน้ำในแหล่งกักเก็บน้ำต่างๆ อัตราการระเหยที่เพิ่มขึ้นเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สูญเสียน้ำที่มีอยู่ไปอย่างไร้ประโยชน์

ในการศึกษาการระเหยของน้ำในประเทศไทยช่วงปี 2544-2553 พบว่าการระเหยของน้ำบริเวณประเทศไทยตอนบนมีค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณพื้นที่อื่นของประเทศ และช่วงเดือนที่มีการระเหยของน้ำในปริมาณสูงอยู่ในช่วงเดือนมีนาคม – พฤษภาคม โดยเดือนเมษายนมีปริมาณการระเหยของน้ำสูงที่สุดในรอบปี [1] นอกจากนั้นในบริเวณบางพื้นที่ของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังพบว่ามีอัตราส่วนน้ำฝนในรอบปีต่อการระเหยและการคายน้ำมีค่าต่ำกว่า 0.5 ซึ่งพื้นที่ที่มีค่าที่ต่ำกว่า 0.5 ได้ถูกจัดเป็นพื้นที่เขตกึ่งแห้งแล้ง [2]

ปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นได้ส่งผลกระทบเป็นวงกว้างในหลายด้าน ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ เกิดผลกระทบจากการสูญเสียหรือการลดน้อยลงของผลผลิตทางด้านการเกษตรและการประมง ด้านสิ่งแวดล้อม มีผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ และด้านสังคม ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพอนามัย เนื่องจากการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค รวมถึงปัญหาความขัดแย้งระหว่างชุมชนจากการใช้น้ำ

สำหรับแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและการชลประทานในช่วงที่ประเทศไทยประสบปัญหาภัยแล้งนั้นมีหลากหลายแนวทาง เช่น การลดความต้องการน้ำโดยการปรับโครงสร้างการเกษตรให้มีการเพาะปลูกพืชใช้น้ำน้อยในฤดูแล้ง การเคลื่อนย้ายน้ำจากการเพาะปลูกมูลค่าต่ำไปยังการเพาะปลูกมูลค่าสูง การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยลดการสูญเสียน้ำไปอย่างไร้ประโยชน์ รวมไปถึงการลดการสูญเสียน้ำอันเนื่องมาจากการระเหย [3] การระเหยของน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำอย่างไร้ประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิภาคเขตร้อนซึ่งมีค่าการอัตราการระเหยที่สูง ดังนั้นการหาแนวทางเพื่อลดการระเหยของน้ำจากแหล่งกักเก็บน้ำจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ควรได้รับการศึกษาและพัฒนา วิธีการหลักของการลดการสูญเสียน้ำ ได้แก่ การควบคุมการระเหยของน้ำจากผิวน้ำโดยตรง ซึ่งอัตราการระเหยของน้ำในแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์กับปัจจัยหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิของผิวน้ำ ความเร็วของลม รวมถึงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้จึงได้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงวัสดุที่จะนำมาใช้ปกคลุมผิวน้ำเพื่อลดอัตราการระเหยของน้ำโดยการควบคุมการระเหยจากผิวน้ำโดยตรง ซึ่งเน้นการศึกษาเพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมที่จะใช้ในการปกคลุมผิวน้ำสำหรับแหล่งกักเก็บน้ำขนาดเล็ก ซึ่งวัสดุดังกล่าวควรจะเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องตลาด มีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก และสามารถใช้เพื่อลดอัตราการระเหยของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้น ยังเน้นในส่วนของวิธีการที่จะนำวัสดุดังกล่าวมาใช้งาน ผลลัพธ์ของการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อลดการอัตราการระเหยสำหรับแหล่งน้ำขนาดเล็ก เช่น สระเก็บน้ำ และอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น เพื่อเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำต้นทุนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้ง นอกจากนั้น ยังสามารถใช้เป็นโครงการต้นแบบในการศึกษาหาความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้วัสดุอื่นอีกหลายประเภทที่สามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ มีราคาต้นทุนที่ไม่สูง เพื่อนำมาใช้ปกคลุมผิวน้ำเพื่อลดอัตราการระเหยต่อไปได้ในอนาคต

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยในเรื่องของการลดอัตราการระเหยโดยการปกคลุมผิวน้ำโดยตรงนั้นได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ โดยการทดสอบถึงประเภทของวัสดุที่จะนำมาใช้เพื่อลดอัตราการระเหย วิธีการที่ใช้ในการปกคลุม รวมถึงความคุ้มทุนที่เกิดขึ้น ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการปกคลุมผิวน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีหลักได้แก่ วิธีการทางกายภาพ (Physical method) วิธีการทางชีวภาพ (Biological method) และวิธีการทางเคมี (Chemical method) ได้มีการศึกษาของ Youssef และ Khodzinskaya [4] ซึ่งทำการรวบรวมประสิทธิภาพของการใช้แนวทางต่างๆ ข้างต้นเพื่อลดอัตราการระเหยโดยการปกคลุมผิวน้ำ โดยมีการเปรียบเทียบวิธีการทางกายภาพ 2 วิธี ได้แก่ การใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำโดยการลอยน้ำ (Floating covers) ซึ่งเป็นการนำวัสดุต่างๆ มาลอยบนผิวน้ำโดยตรง ตัวอย่างเช่น Aquacaps ซึ่งเป็นวัสดุประเภท polypropylene

และ high density polyethylene ตัวอย่างดังรูปที่ 1 และการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำโดยมีการยึดเกาะ (Suspended covers) ซึ่งเป็นการนำวัสดุมาปกคลุมผิวน้ำโดยจะมีการยึดเกาะกับแกนหรือตัวยึดเกาะโดยที่วัสดุจะไม่ได้สัมผัสกับผิวน้ำโดยตรง ตัวอย่างดังรูปที่ 2 (3) และเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเป็นชั้นฟิล์มปกคลุมผิวน้ำซึ่งอยู่ในกระบวนการของวิธีการทางเคมี ตัวอย่างดังรูปที่ 3 และการใช้พืชปกคลุมผิวน้ำ (Biological covers) โดยการนำพืชน้ำหรือพืชประเภทต่างๆ มาปกคลุมผิวน้ำ

รูปที่ 1 วัสดุปกคลุมผิวน้ำโดยการลอยน้ำ [4]

รูปที่ 2 วัสดุปกคลุมผิวน้ำ โดยการยึดเกาะ [10]

รูปที่ 3 วัสดุปกคลุมผิวน้ำ โดยการใช้สารเคมี [5]

ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวัสดุปกคลุมผิวน้ำแต่ละประเภทดังกล่าวข้างต้นพบว่าการใช้วิธีการทางกายภาพทั้งในรูปแบบของการลอยน้ำและการปกคลุมโดยมีการยึดเกาะมีประสิทธิภาพสามารถลดอัตราการระเหยได้มากถึง 70-95% สำหรับการใช้วัสดุปกคลุมประเภทสารเคมีจะมีการลดอัตราการระเหยได้ต่ำกว่าประเภทแรก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 20-40% นอกจากนั้นการใช้สารเคมียังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ เป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับการใช้วัสดุอื่นปกคลุมผิวน้ำ เช่น ความเร็วลม รวมถึงอุณหภูมิ เนื่องจากจะส่งผลให้ฟิล์มที่เกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีฉีกขาดได้ง่าย สำหรับการใช้พืชปกคลุมเพื่อลดอัตราการระเหยจะช่วยลดอัตราการระเหยได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการใช้พืชปกคลุมพื้นผิวน้ำควรคำนึงถึงการที่พืชเองต้องใช้น้ำอีกด้วย [4]

วัสดุปกคลุมผิวน้ำแต่ละประเภทยังได้ถูกศึกษาโดย Craig และคณะ [5] ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่นำมาใช้เพื่อลดอัตราการระเหย 5 ประเภท ได้แก่ การใช้แผ่นพลาสติกปกคลุม (Continuous plastic sheet) การใช้วัสดุปกคลุมโดยการลอยน้ำ การปกคลุมโดยการยึดเกาะ การปกคลุมแบบแยกส่วน (Modular cover) และการใช้วัสดุทางเคมี (Polyacrylamide) โดยทำการศึกษาทั้งในเรื่องของประสิทธิภาพของการใช้เทคโนโลยีแต่ละประเภท โดยจากผลการศึกษาพบว่าการปกคลุมโดยการลอยน้ำแสดงประสิทธิภาพการลด

อัตราการระเหยสูงสุด

วัสดุแบบลอยน้ำยังคงได้รับการยืนยันในเรื่องของประสิทธิภาพจากงานวิจัยของ Assouline และคณะ [6] ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงการลดอัตราการระเหยโดยการใช้วัสดุปกคลุมแบบลอยหลายรูปแบบเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุแบบที่มีการยึดเกาะ ซึ่งผลที่ได้พบว่าวัสดุประเภทลอยน้ำมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าการใช้วิธีการแบบยึดเกาะ และจากการศึกษาของ Alvarez และคณะ [7] ได้มีการประยุกต์ใช้วัสดุตาข่ายปกคลุมผิวน้ำ (Shading meshes) เพื่อลดอัตราการระเหย โดยมีการเปรียบเทียบวัสดุของตาข่ายปกคลุมผิวน้ำที่แตกต่างกัน โดยจากผลการศึกษาพบว่า การใช้วัสดุตาข่ายประเภท Aluminized screen สามารถลดอัตราการระเหยได้ 50% และการลดอัตราการระเหยเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้วัสดุตาข่ายประเภท Coloured-polyethylene

นอกจากนั้นยังได้มีการประยุกต์ใช้ Thermocal sheet แสดงดังรูปที่ 4 เพื่อลดอัตราการระเหยในพื้นที่เก็บน้ำเพื่อการเกษตร ประเทศอินเดีย โดยเปรียบเทียบกับบ่อที่ไม่ได้มีการปกคลุมด้วย Thermocal sheet ผลการศึกษาในช่วงฤดูร้อนระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคม จำนวนทั้งสิ้น 93 วัน พบว่าสามารถเพิ่มอัตราการเก็บน้ำได้ 32% เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่ได้มีการปกคลุม [8] นอกจากการใช้วัสดุที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ในการลดอัตราการระเหยแล้ว ยังได้มีการศึกษาโดยการนำวัสดุจากธรรมชาติมาใช้เพื่อลดอัตราการระเหย ซึ่งได้ทำการศึกษาในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยนำใบจากต้นปาล์ม (Palm fronds) มาใช้ปกคลุมผิวน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำเป็นเวลา 9 เดือน โดยผลการศึกษาพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เก็บน้ำที่ไม่ได้มีการปกคลุมจะสามารถลดอัตราการระเหยของน้ำได้ประมาณ 47% เมื่อทำการปกคลุมผิวน้ำด้วยใบของต้นปาล์ม 1 ชั้น และหากทำการปกคลุม 2 ชั้น สามารถเพื่อการลดอัตราการระเหยได้เป็น 58% [9]

Yao และคณะ [10] ได้มีการระบุถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการลดปริมาณการระเหยโดยการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำได้แก่ ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการปกคลุมผิวน้ำ รวมถึงลักษณะ และสีของวัสดุ รวมไปถึงลักษณะทางด้านอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ เช่น ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดอัตราการระเหย นอกจากนั้นข้อควรระวังในการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำ ได้แก่ ผลกระทบเรื่องของคุณภาพน้ำ เช่น ผลกระทบในเรื่องของการถ่ายเทออกซิเจนในแหล่งน้ำ การสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ เป็นต้น

รูปที่ 4 วัสดุปกคลุมผิวน้ำโดยการใช้ Thermocal sheet [8]

3. วิธีการศึกษา

3.1 การก่อสร้างบ่อทดลองและการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด

เพื่อให้การตรวจสอบปริมาณการระเหยมีค่าความถูกต้อง และป้องกันการสูญเสียน้ำที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการรั่วซึม การศึกษาครั้งนี้จึงได้มีการก่อสร้างบ่อคอนกรีตเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำลงสู่ชั้นใต้ดิน โดยบ่อคอนกรีตที่ก่อสร้างจะมีจำนวนทั้งสิ้น 3 บ่อ มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 2 x 2.5 x 1.2 เมตร เท่ากันทุกบ่อ และบริเวณบ่อจะมีการติดตั้งมาตรวัดระดับน้ำ เพื่อใช้ในการวัดระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง

ไป และมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของน้ำทุกบ่อ

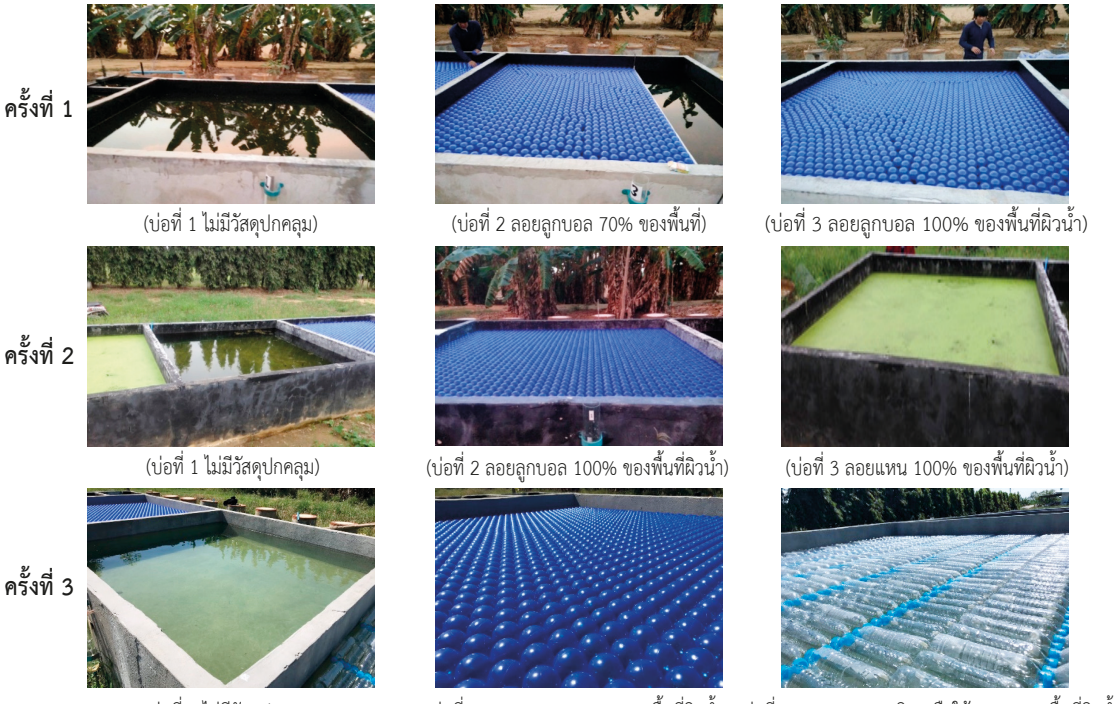
3.2 การวางแผนการทดลอง

เนื่องด้วยได้มีการยืนยันจากหลายงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นถึงประสิทธิภาพของการใช้วัสดุลอยน้ำในการลดอัตราการระเหยซึ่งมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทอื่น ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้มีการทดสอบประสิทธิภาพโดยวิธีการทางกายภาพในรูปแบบของการใช้วัสดุลอยน้ำ 2 ประเภท ได้แก่ การใช้ลูกบอลพลาสติก และการใช้ขวดพลาสติก นอกจากนั้นยังมีการนำพืช ได้แก่ แหน มาใช้ในการปกคลุมผิวน้ำเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการลดอัตราการระเหยโดยวิธีการทางชีวภาพเพิ่มเติม โดยในการทดสอบแต่ละครั้งจะใช้ระยะเวลาประมาณ 80-90 วัน ในช่วงฤดูแล้งซึ่งอยู่ระหว่างช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน – ต้นเดือนพฤษภาคม ในการเริ่มการทดลองแต่ละครั้งจะมีการตรวจสอบสภาพความสมบูรณ์ของบ่อและทดสอบการรั่วซึมของบ่อประมาณ 1 เดือนก่อนจะดำเนินการทดลองจริง โดยรายละเอียดการทดลองแต่ละครั้งแสดงดังนี้

ครั้งที่ 1: ทำการทดสอบความแตกต่างของอัตราการระเหยเมื่อมีการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำประเภทเดียวกันในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยบ่อที่ 1 เป็นบ่อควบคุมที่ไม่มีการปกคลุมผิวน้ำ บ่อที่ 2 เป็นบ่อที่มีการใช้ลูกบอลพลาสติกปกคลุมร้อยละ 70 ของพื้นผิวน้ำ และบ่อที่ 3 มีการใช้ลูกบอลพลาสติกปกคลุมพื้นผิวผิวน้ำทั้งหมด

ครั้งที่ 2: ทำการทดสอบความแตกต่างของการใช้ลูกบอลพลาสติกและการใช้พืชในการปกคลุมผิวน้ำเพื่อลดอัตราการระเหย โดยบ่อที่ 1 จะยังคงเป็นบ่อควบคุมที่ไม่มีการปกคลุมพื้นผิวน้ำด้วยวัสดุใดๆ บ่อที่ 2 เป็นการใช้ลูกบอลพลาสติกปกคลุมผิวน้ำทั้งหมด และบ่อที่ 3 เป็นการใช้แหนปกคลุมผิวน้ำทั้งหมดเช่นเดียวกัน

ครั้งที่ 3: ทำการทดสอบการลดอัตราการระเหยโดยการใช้วัสดุเหลือใช้ ได้แก่ ขวดพลาสติกใสเปรียบเทียบกับการใช้ลูกบอลพลาสติก โดยบ่อที่ 1 จะเป็นบ่อควบคุมที่ไม่มีการปกคลุมพื้นผิวน้ำด้วยวัสดุใดๆ บ่อที่ 2 เป็นการใช้ลูกบอลพลาสติกปกคลุมผิวน้ำทั้งหมด และบ่อที่ 3 เป็นการใช้ขวดพลาสติกปกคลุมพื้นผิวน้ำ รูปที่ 5 แสดงการทดลองในแต่ละครั้ง



รูปที่ 5 การทดสอบการลดอัตราการระเหยโดยการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำในแต่ละครั้ง

3.3 การตรวจวัดระดับน้ำและอุณหภูมิ

ในการทดสอบแต่ละครั้งจะมีการตรวจวัดระดับน้ำที่สูญเสียไปรายวันตลอดช่วงระยะเวลาที่ศึกษา นอกจากนั้นยังได้มีการนำผลการตรวจวัดอัตราการระเหยจากสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับแปลงทดลองมาใช้เพื่อตรวจสอบข้อมูลการระเหยที่เกิดขึ้นเพื่อเปรียบเทียบกับอัตราการระเหยที่เกิดขึ้นภายในบ่อทดลอง

3.4 วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของวัสดุปกคลุมผิวน้ำในการลดอัตราการระเหย

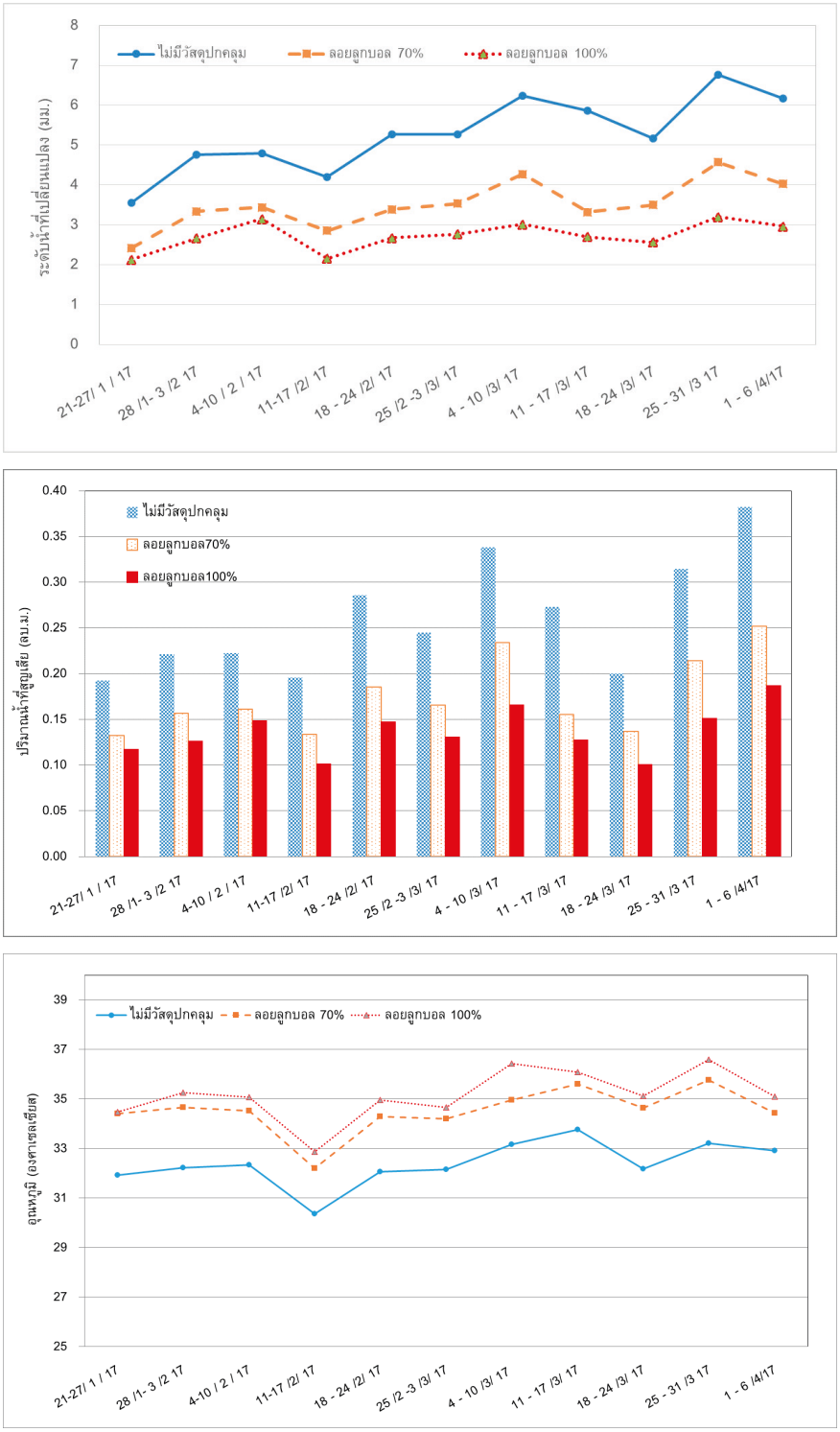
เมื่อทำการทดลองทั้ง 3 ครั้งเสร็จสิ้น ปริมาณการระเหยของน้ำในแต่ละบ่อทดลองที่มีการปกคลุมผิวน้ำที่แตกต่างกันจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินถึงระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป และปริมาตรน้ำที่สูญเสียในแต่ละบ่อทดลอง จากนั้นจึงจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้วัสดุแต่ละประเภท รวมถึงการประเมินถึงต้นทุนวัสดุที่ใช้ ข้อดีและข้อเสียของการใช้วัสดุที่แตกต่างกัน

4. ผลการศึกษา

4.1 การลดอัตราการระเหยโดยการใช้ลูกบอลปกคลุมผิวน้ำ

จากการทดลองการลดอัตราการระเหยโดยใช้วัสดุต่างๆ นั้น ได้มีการทำการตรวจวัดระดับน้ำ และอุณหภูมิและทำการบันทึกผลในทุกวัน อย่างไรก็ตามการทดลองในแต่ละครั้งอาจมีช่วงเวลาที่ไม่ต่อเนื่องกันเนื่องจากประสบกับปัญหาฝนที่ตกในบางครั้ง รวมถึงความจำเป็นในการตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือในบางช่วงเวลา แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองแต่ละครั้งได้มีการกำหนดบ่อควบคุมเพื่อทำการเปรียบเทียบการระเหย ณ ปัจจุบันกับการใช้วัสดุลอยน้ำเพื่อลดอัตราการระเหย เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ในการลดอัตราการระเหยในการทดลอง

ผลการเปรียบเทียบอัตราการระเหยที่เกิดขึ้นโดยการใช้ลูกบอลปกคลุมผิวน้ำในรูปแบบที่แตกต่างกันพบว่า มีการลดลงของระดับน้ำในแต่ละสัปดาห์ในทุกบ่อทดลอง และเมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำที่มีการลอยลูกบอลทั้ง 2 บ่อ กับบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมจะพบว่าบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมจะมีระดับน้ำที่ลดลงอยู่ระหว่าง 3.54-6.77 มม. โดยมีค่าเฉลี่ยรายวันอยู่ที่ 4.96 มม. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจากถาดระเหยข้างเคียงพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 มม. โดยมีค่าความแตกต่าง Percent Bias อยู่ที่ 3% และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการลอยลูกบอลในบ่อเพียง 70% ของพื้นที่ผิวน้ำกับการลอยลูกบอลเต็มพื้นที่ผิวน้ำพบว่า บ่อที่มีการลอยลูกบอลเพียง 70% จะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่มากกว่าบ่อที่มีการลอยลูกบอลเต็มพื้นที่ในทุกสัปดาห์ โดยค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่เกิดขึ้นของบ่อที่มีการลอยลูกบอล 70% มีค่าอยู่ระหว่าง 2.41-4.57 มม. และบ่อที่มีการลอยลูกบอล 100% มีค่าอยู่ระหว่าง 2.13-3.20 มม. ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงจากการลอยลูกบอลสามารถนำมาประเมินถึงปริมาตรน้ำที่สูญเสียจากแหล่งกักเก็บน้ำได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรน้ำในแต่ละสัปดาห์จะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่เกิดขึ้น โดยจากผลการศึกษาพบว่าหากไม่มีการปกคลุมแหล่งน้ำสำหรับการทดลองครั้งนี้จะมีการสูญเสียน้ำจากการระเหยโดยเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.26 ลบ.ม. และรวมเวลาจากการทดลองทั้งสิ้น 10 สัปดาห์จะสูญเสียน้ำจากการระเหยรวม 2.87 ลบ.ม. โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการลอยลูกบอลในบ่อเพื่อปกคลุมผิวน้ำพบว่ามีการสูญเสียปริมาณน้ำจากการระเหยเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.18 ลบ.ม. และ 0.14 ลบ.ม. และมีปริมาณน้ำสูญเสียโดยรวมในช่วงระหว่างการทดลองเท่ากับ 1.93 ลบ.ม. และ 1.50 ลบ.ม. สำหรับบ่อที่มีการลอยลูกบอล 70% และ 100 % ตามลำดับ นอกจากนั้นจากการตรวจวัดอุณหภูมิพบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของทั้ง 3 บ่อมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งถึงแม้ว่าบ่อที่มีวัสดุปกคลุมจะมีอัตราการระเหยที่น้อยกว่าบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุม แต่เมื่อวัดอุณหภูมิของน้ำจะพบว่าบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมจะมีอุณหภูมิของน้ำที่ต่ำกว่าบ่อที่มีวัสดุปกคลุม เนื่องจากสามารถระบายความร้อนออกได้ดีกว่าบ่อที่มีวัสดุปกคลุมซึ่งจะมีการเก็บกักความร้อนเอาไว้ รูปที่ 6 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ปริมาตรน้ำ และอุณหภูมิรายสัปดาห์ ของการทดลองครั้งที่ 1

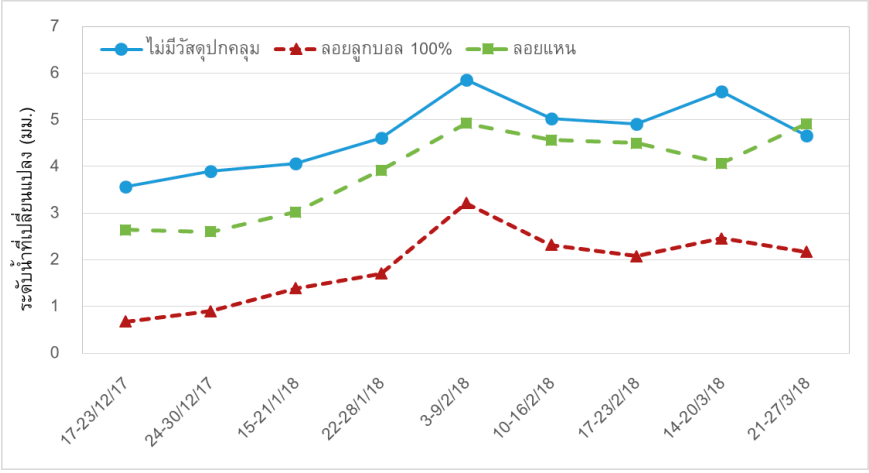


รูปที่ 6 ผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ปริมาตรน้ำ และอุณหภูมิรายสัปดาห์ของการทดลองครั้งที่ 1

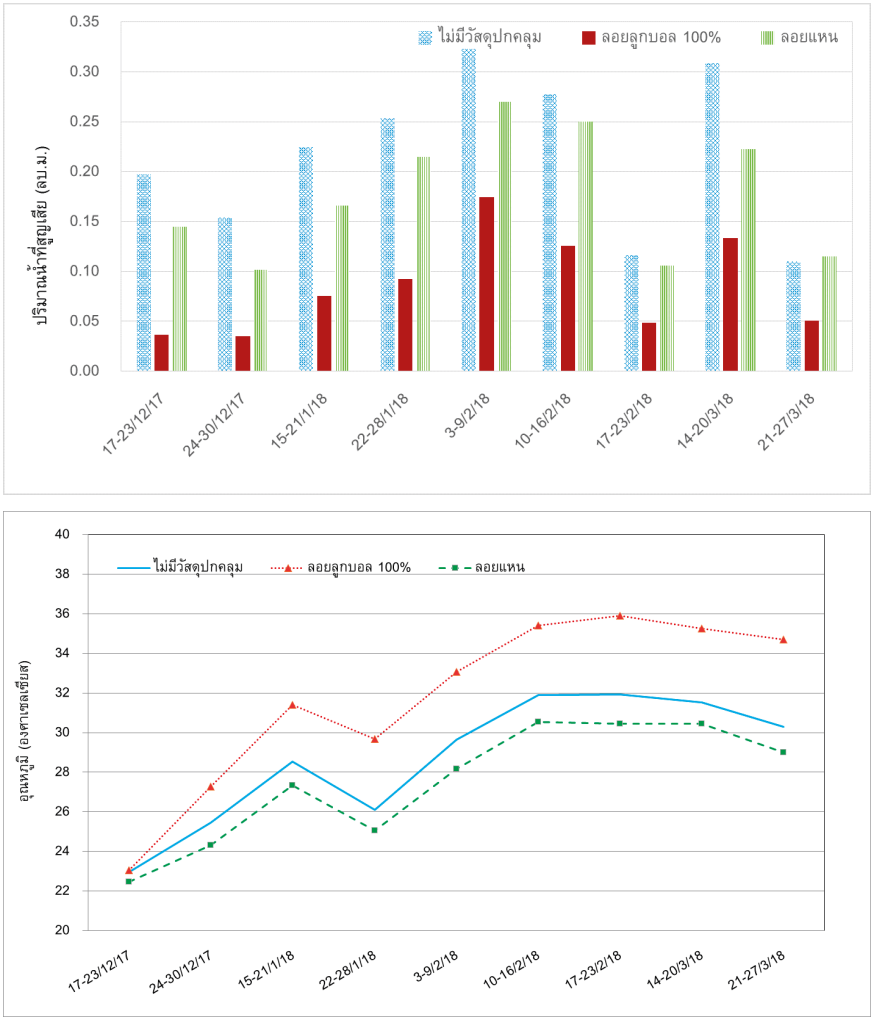
4.2 การลดอัตราการระเหยโดยการใช้แหนเปรียบเทียบกับการใช้ลูกบอลปกคลุมผิวน้ำ

จากผลการทดลองครั้งที่ 1 แสดงให้เห็นว่า การใช้ลูกบอลพลาสติกลอยปกคลุมผิวน้ำทั้งหมดสามารถช่วยลดอัตราการระเหยได้ดีกว่าการปกคลุมเพียงบางส่วน การลอยลูกบอลปกคลุมเต็มพื้นที่ผิวน้ำซึ่งเป็นวิธีการทางกายภาพได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับการใช้วิธีการทางชีวภาพได้แก่การใช้แหนในการปกคลุมผิวน้ำในการทดลองครั้งที่ 2 ผลจากการตรวจวัดระดับน้ำในการทดลองครั้งนี้พบว่าระดับน้ำในแต่ละสัปดาห์นั้นลดลงในทุกบ่อจากเริ่มต้น โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในบ่อที่มีวัสดุปกคลุมและไม่มีวัสดุปกคลุมจะพบว่าบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมจะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่สูงกว่าเช่นเดียวกับการทดลองก่อนหน้าเนื่องจากเกิดการระเหยที่มากขึ้น และเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุปกคลุมผิวน้ำที่แตกต่างกันพบว่าการใช้ลูกบอลปกคลุมพื้นผิวน้ำทั้งหมดจะได้ค่าการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่ต่ำกว่าการใช้แหนปกคลุมผิวน้ำ โดยบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมผิวน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 3.8 – 5.8 มม. โดยมีค่าเฉลี่ยรายวันอยู่ที่ 4.83 มม. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจากถาดระเหยข้างเคียงพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 มม. โดยมีค่าความแตกต่าง Percent Bias อยู่ที่ 2% ในขณะที่บ่อที่มีลูกบอลปกคลุมผิวน้ำและบ่อที่มีแหนปกคลุมผิวน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอยู่ระหว่าง 0.8-3.2 มม. และ 2.7-5.0 มม. ตามลำดับ

เมื่อนำผลของระดับที่เปลี่ยนแปลงมาประเมินถึงปริมาตรน้ำที่สูญเสียจากแหล่งกักเก็บน้ำจะพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรน้ำในแต่ละสัปดาห์จะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่เกิดขึ้น โดยจากผลการศึกษาพบว่าหากไม่มีการปกคลุมแหล่งน้ำสำหรับการทดลองครั้งนี้จะมีการสูญเสียน้ำจากการระเหยโดยเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.23 ลบ.ม. และรวมเวลาจากการทดลองทั้งสิ้นจะมีปริมาณน้ำที่สูญเสียรวมทั้งสิ้น 2.26 ลบ.ม. และสำหรับบ่อที่มีการลอยลูกบอลและแหนจะมีปริมาณน้ำที่สูญเสียเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 0.11 และ 0.19 ลบ.ม. โดยจะมีปริมาณน้ำที่สูญเสียรวมทั้งหมดเท่ากับ 1.07 และ 1.89 ลบ.ม. ตามลำดับ และจากการตรวจวัดอุณหภูมิพบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของทั้ง 3 บ่อมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยที่บ่อที่มีการปกคลุมลูกบอลทั้งพื้นที่ผิวน้ำยังคงมีอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อที่มีการลอยแหนและบ่อที่ไม่มีการลอยลูกบอล ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดลองก่อนหน้า โดยที่บ่อที่ลอยแหนจะมีอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดและต่ำกว่าบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมผิวน้ำ รูปที่ 7 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ปริมาตรน้ำ และอุณหภูมิรายสัปดาห์ของการทดลองครั้งที่ 2



รูปที่ 7 ผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ปริมาตรน้ำ และอุณหภูมิรายสัปดาห์ของการทดลองครั้งที่ 2



รูปที่ 7 ผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ปริมาตรน้ำ และอุณหภูมิรายสัปดาห์ของการทดลองครั้งที่ 2 (ต่อ)

4.3 การลดอัตราการระเหยโดยการใช้ขวดพลาสติกเปรียบเทียบกับการใช้ลูกบอล

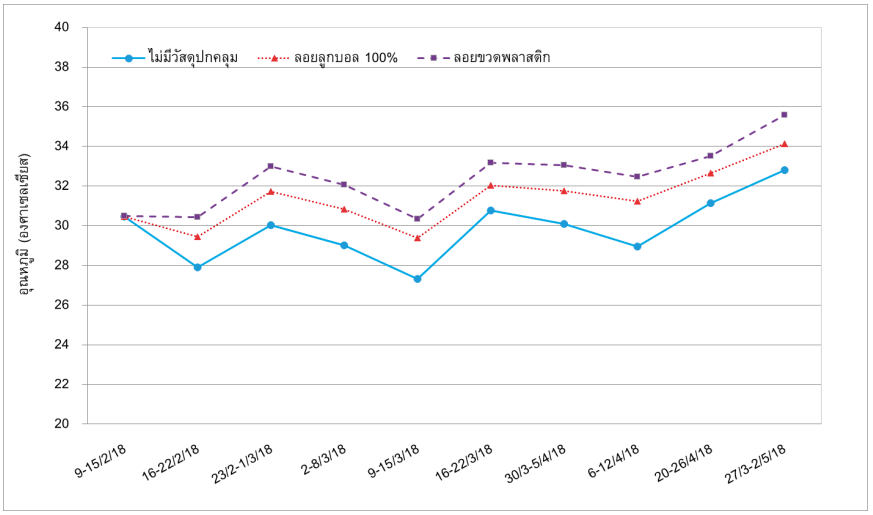
ผลจากการทดลองครั้งที่ 2 พบว่าการใช้ลูกบอลพลาสติกแสดงถึงประสิทธิภาพในการลดอัตราการระเหยได้ดีกว่าการใช้พืช ได้แก่ แหน ดังนั้นการทดลองครั้งที่ 3 จึงได้มีการนำลูกบอลพลาสติกมาเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุเหลือใช้ ได้แก่ ขวดพลาสติกในการลดอัตราการระเหย พบว่าระดับน้ำในแต่ละสัปดาห์นั้นลดลงในทุกบ่อจากเริ่มต้นเช่นเดียวกันกับการทดลองใน 2 ครั้งที่ผ่านมา โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในบ่อที่มีวัสดุปกคลุมและไม่มีวัสดุปกคลุมจะยังคงพบว่าบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมจะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่สูงกว่าเช่นเดียวกับการทดลองก่อนหน้าเนื่องจากเกิดการระเหยที่มากขึ้น และเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุปกคลุมผิวน้ำที่แตกต่างกันพบว่าการใช้ลูกบอลปกคลุมพื้นผิวน้ำทั้งหมดจะได้ค่าการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่สูงกว่าการใช้ขวดพลาสติกปกคลุมผิวน้ำเล็กน้อย โดยบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมผิวน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 2.36 – 4.70 มม. โดยมีค่าเฉลี่ยรายวันอยู่ที่ 4.23 มม. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจากถาดระเหยข้างเคียงพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 มม. โดยมีค่าความแตกต่าง Percent Bias อยู่ที่ 3.5% ในขณะที่บ่อ

ที่มีลูกบอลปกคลุมผิวน้ำและบ่อที่มีขวดพลาสติกปกคลุมผิวน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอยู่ระหว่าง 0.71-2.25 มม. และ 0.60-1.93 มม. ตามลำดับ

เมื่อนำระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงมาประเมินถึงปริมาตรน้ำที่สูญเสียจากแหล่งกักเก็บน้ำจะพบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรน้ำในแต่ละสัปดาห์จะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่เกิดขึ้น โดยจากผลการศึกษาพบว่าหากไม่มีการปกคลุมแหล่งน้ำสำหรับการทดลองครั้งนี้จะมีการสูญเสียน้ำจากการระเหยโดยเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 0.22 ลบ.ม. และรวมเวลาจากการทดลองทั้งสิ้น 10 สัปดาห์จะมีปริมาณน้ำที่สูญเสียรวมทั้งสิ้น 2.22 ลบ.ม. และสำหรับบ่อที่มีการลอยลูกบอลและขวดพลาสติกจะมีปริมาณน้ำที่สูญเสียเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 0.09 และ 0.08 ลบ.ม. โดยจะมีปริมาณน้ำที่สูญเสียรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.94 และ 0.80 ลบ.ม. ตามลำดับ

นอกจากนั้นจากการตรวจวัดอุณหภูมิพบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของทั้ง 3 บ่อยังคงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยในครั้งนี้บ่อที่มีอุณหภูมิผิวน้ำสูงสุด ได้แก่ บ่อที่มีการลอยขวดพลาสติกปกคลุมผิวน้ำ รองลงมาคือบ่อที่มีการลอยลูกบอลปกคลุมผิวน้ำและบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมผิวน้ำเพื่อป้องกันการระเหย ผลแสดงให้เห็นว่าขวดพลาสติกใสนั้นแสงและรังสีความร้อนสามารถทะลุผ่านลงมายังผิวน้ำและกักเก็บความร้อนไว้ได้มากกว่าลูกบอลพลาสติก ที่แสงอาจผ่านลงมาได้ยากและช่องว่างระหว่างลูกบอลพลาสติกมีขนาดที่น้อย รูปที่ 8 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ปริมาตรน้ำ และอุณหภูมิรายสัปดาห์ ของการทดลองครั้งที่ 3

รูปที่ 8 ผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ปริมาตรน้ำ และอุณหภูมิรายสัปดาห์ของการทดลองครั้งที่ 3



รูปที่ 8 ผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ปริมาตรน้ำ และอุณหภูมิรายสัปดาห์ของการทดลองครั้งที่ 3 (ต่อ)

4.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและต้นทุนการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำที่ต่างกัน

จากการดำเนินการทดลองในการเลือกใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำที่แตกต่างกันได้แก่ ลูกบอลพลาสติกปกคลุมผิวน้ำ 100 % ลูกบอลพลาสติกปกคลุมผิวน้ำ 70% แหน และขวดน้ำพลาสติก พบว่าการใช้ขวดพลาสติกมีประสิทธิภาพในการลดอัตราการระเหยที่เกิดขึ้นได้สูงที่สุด (ตารางที่ 1) โดยมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 63.99% รองลงมาคือการใช้ลูกบอลพลาสติกที่มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 55.14% และสำหรับการใช้ลูกบอลพลาสติกลอยบนพื้นผิวน้ำบางส่วน (70% ของพื้นผิวน้ำ) จะมีประสิทธิภาพในการลดอัตราการระเหยอยู่ที่ประมาณ 32.57% โดยการใช้แหนเป็นการลดอัตราการระเหยที่มีประสิทธิภาพต่ำสุดคือมีค่าเพียง 17.86%

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำแต่ละประเภท

	ค่าประสิทธิภาพของประเภทวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ (%)			
	ลูกบอล 100%	ลูกบอล 70%	แหน	ขวดพลาสติก
ค่าต่ำสุด	33.06	27.56	9.13	46.00
ค่าสูงสุด	81.31	42.95	33.81	69.81
ค่าเฉลี่ย	55.14	32.57	17.86	63.99

จากการประเมินประสิทธิภาพดังกล่าวข้างต้นเมื่อนำไปคำนวณถึงต้นทุนตั้งต้นในการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำแต่ละประเภท จะพบว่าการใช้แหนจะไม่มีต้นทุนตั้งต้นแต่อย่างไร เนื่องจากเป็นการนำแหนจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ ยกเว้นค่าแรงงานในการนำแหนจากแหล่งน้ำมาปกคลุมผิวน้ำในบ่อ ในขณะที่ต้นทุนการใช้ลูกบอลพลาสติกและขวดพลาสติกมีราคาที่แตกต่างกันโดยเมื่อเปรียบเทียบวัสดุ 2 ประเภทนี้กับค่าแรงงานที่เท่ากัน จะพบว่าการใช้ลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินจะมีต้นทุนต่อตาราง-

เมตรอยู่ที่ 584 บาท (ราคาลูกบอลพลาสติกสีน้ำเงินมีราคาลูกละ 2 บาท) ในขณะที่ต้นทุนขวดพลาสติกซึ่งเป็นขวดพลาสติกเหลือใช้มีราคาต่อตารางเมตรเท่ากับ 15 บาท (ราคาขวดพลาสติกใช้แล้วมีราคา 11.55 บาทต่อกิโลกรัม)

เมื่อประเมินปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากการที่บ่อกักเก็บน้ำไม่มีวัสดุปกคลุม และมีวัสดุปกคลุมแต่ละประเภทจะพบว่าปริมาณน้ำที่สูญเสียเฉลี่ยรายวันหากไม่มีการปกคลุมผิวน้ำจะมีค่าเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 4.66 มม. คิดเป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียรวมรายปีเท่ากับ 1,699.52 มม. ในขณะที่การปกคลุมผิวน้ำด้วยแหนจะลดปริมาณน้ำที่สูญเสียลงเล็กน้อย โดยจะมีปริมาณน้ำที่สูญเสียเฉลี่ยรายวัน และปริมาณน้ำที่สูญเสียรวมรายปีเท่ากับ 3.91 มม. และ 1,426.78 มม. สำหรับการใช้ลูกบอลและขวดพลาสติกปกคลุมผิวน้ำสามารถลดปริมาณการสูญเสียน้ำได้สูงกว่าการใช้แหน ซึ่งปริมาณน้ำสูญเสียเฉลี่ยรายวันและรวมรายปีของการใช้ลูกบอลพลาสติกมีค่าเท่ากับ 1.75 มม. และ 640.43 มม. ตามลำดับ และปริมาณน้ำที่สูญเสียเฉลี่ยรายวันและรวมรายปีของการใช้ขวดพลาสติกมีค่าเท่ากับ 1.41 มม. และ 514.18 มม. ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 2

นอกจากนั้นในปัจจุบันกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้มีโครงการแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน ซึ่งได้มีการดำเนินงานมาอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 9) และในปีงบประมาณ 2561 โครงการดังกล่าวได้มีเป้าหมายในการขุดสระน้ำในไร่นาขนาด 1,260 ลบ.ม. เพื่อเป็นการบรรเทาปัญหาภัยแล้ง การขาดแคลนน้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำในพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกร จำนวนทั้งสิ้น 45,000 บ่อ (ขนาดบ่อไม่น้อยกว่า 20x20x2.1 เมตร) [11] ซึ่งหากโครงการดังกล่าวเสร็จสิ้นและอ้างอิงจากข้อมูลการศึกษาครั้งนี้จะสามารถประมาณการเบื้องต้นถึงปริมาตรน้ำที่สูญเสียรวมของทั้งหมดหากไม่มีการป้องกันในเรื่องของการระเหยจะมีค่าเท่ากับ 1,019.71 ลบ.ม./ปี/1 บ่อ ในขณะที่การใช้แหน ลูกบอลพลาสติกและขวดพลาสติกปกคลุมผิวน้ำจะมีค่าปริมาณการสูญเสียน้ำเท่ากับ 856.07, 384.26 และ 308.51 ลบ.ม./ปี/1 บ่อ ตามลำดับ (รายละเอียดดังตารางที่ 2)

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันกรมชลประทานจะมีการเรียกเก็บค่าชลประทานเพื่อการเกษตรในอัตราค่อนข้างต่ำ คืออยู่ที่ไม่เกินไร่ละ 5 บาทต่อปี และมีการเรียกเก็บอัตราค่าชลประทานสำหรับการใช้น้ำเพื่อกิจกิจการโรงงานการประปาหรือกิจการอื่นได้ไม่เกินลูกบาศก์เมตรละห้าสิบสตางค์ ซึ่งระบุในพระราชบัญญัติกรมชลประทานหลวง พ.ศ. 2485 แต่หากนำอัตราการเก็บค่าชลประทานดังกล่าว (0.50 บาท/ลบ.ม.) มาประเมินถึงมูลค่าของปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากการระเหยสำหรับแหล่งกักเก็บน้ำขนาดเล็กซึ่งสามารถใช้เพื่อกิจการเกษตรหรือกิจการอื่นๆ ได้ จะพบว่าปริมาณน้ำที่สูญเสียไปต่อปีมีค่าเท่ากับ 510 บาทต่อปีต่อหนึ่งบ่อ ซึ่งจากจำนวนทั้งสิ้น 45,000 บ่อหากไม่มีการป้องกันการระเหยที่เกิดขึ้น มูลค่าการสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นจะมากกว่า 20 ล้านบาทต่อปี ในขณะที่หากมีการใช้ขวดพลาสติกซึ่งมีต้นทุนต่ำประสิทธิภาพที่ใช้ในการป้องกันการระเหยสูงสุดมูลค่าการสูญเสียน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 6 ล้านบาทต่อปี

รูปที่ 9 ตัวอย่างบ่อจากโครงการแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 2 การประเมินค่าการสูญเสียน้ำและต้นทุนในการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำ

	รายละเอียดของแต่ละประเภทวัสดุ			
	ไม่มีวัสดุปกคลุม	ลูกบอล	แหน	ขวดพลาสติก
ต้นทุนต่อพื้นที่ผิวน้ำ	-	584 บาท/ตร.ม.	-	15 บาท/ตร.ม.
จากการศึกษาครั้งนี้				
ปริมาณน้ำที่สูญเสียเฉลี่ยรายวัน (มม.)	4.66	1.75	3.91	1.41
ปริมาณน้ำที่สูญเสียรวมต่อปี (มม.)	1,699.52	640.43	1,426.78	514.18
ปริมาตรน้ำสูญเสียรวมต่อปี (ลบ.ม.)	13.17	10.02	11.16	4.02
ขนาดบ่อของกรมพัฒนาที่ดิน (600 ตร.ม.)				
ปริมาตรน้ำสูญเสียรวมต่อปี (ลบ.ม./บ่อ)	1019.71	384.26	856.07	308.51

5. สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดปริมาณน้ำเนื่องจากการระเหยสำหรับแหล่งน้ำขนาดเล็กโดยการใช้วิธีการลดอัตราการระเหยโดยการปกคลุมผิวน้ำ 2 วิธีหลัก ได้แก่ วิธีทางกายภาพ (Physical method) และวิธีการทางชีวภาพ (Biological method) โดยสำหรับวิธีการทางกายภาพได้เลือกใช้วิธีการใช้วัสดุลอยน้ำ (Floating covers) ซึ่งมีการเลือกใช้วัสดุ 2 ประเภท ได้แก่ ลูกบอลพลาสติก และการใช้ขวดพลาสติกเหลือใช้ สำหรับวิธีการทางชีวภาพได้มีการเลือกใช้แหนปกคลุมผิวน้ำ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการใช้วัสดุประเภทลอยน้ำนั้นมีประสิทธิภาพในการลดอัตราการระเหยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุปกคลุมประเภทอื่นๆ [5-6] ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการก่อสร้างบ่อคอนกรีตกักเก็บน้ำเพื่อทำการทดสอบการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำดังกล่าวและทำการทดลองการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งในแต่ละครั้งที่ทดสอบจะมีบ่อควบคุมซึ่งเป็นบ่อที่ไม่มีการปกคลุมด้วยวัสดุใดๆ เป็นบ่อเปรียบเทียบ และในช่วงเวลาที่ทดลองจะมีการวัดระดับน้ำที่สูญเสียไปจากการระเหย และการตรวจวัดอุณหภูมิ โดยผลจากการศึกษาพบว่าวัสดุที่สามารถช่วยลดอัตราการระเหยได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้แก่ การใช้ขวดพลาสติก รองลงมาได้แก่ การใช้ลูกบอลพลาสติก และการใช้แหนตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ขวดพลาสติกจะมีลักษณะใสและแสงสามารถผ่านได้แต่คุณสมบัติและลักษณะของขวดพลาสติกสามารถช่วยลดปริมาณการระเหยได้ดีกว่าลูกบอลพลาสติก สำหรับแหนจะมีคุณสมบัติที่ช่วยลดอัตราการระเหยได้ไม่ดีเท่าขวดพลาสติกและลูกบอลพลาสติกเนื่องจากผลกระทบจากลมจะส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของแหนในแหล่งน้ำได้ง่ายกว่าวัสดุอีก 2 ประเภท นอกจากนั้นแหนยังมีช่วงอายุในการเกิดและการตายส่งผลให้ปริมาณแหนที่ใช้ในการปกคลุมผิวน้ำนั้นจะมีปริมาณที่ลดลงโดยแหนจะค่อยๆ ตายลงเมื่อมีอายุประมาณ 14 วัน และเมื่อมีการตรวจวัดอุณหภูมิพบว่าบ่อที่มีวัสดุปกคลุมผิวน้ำ ได้แก่ ลูกบอลพลาสติกและขวดพลาสติกจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าบ่อที่ไม่มีการปกคลุมเนื่องจากวัสดุเหล่านั้นจะทำการเก็บกักความร้อนไว้ แต่วัสดุนั้นก็ยังคงเป็นตัวที่ช่วยเก็บกักความชื้นลดการระเหยออกไปจากผิวน้ำ แต่สำหรับอุณหภูมิน้ำที่ปกคลุมด้วยแหนจะเห็นได้ว่ามีอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบ่ออื่นๆ นอกจากนั้นจากการทดลองยังสามารถสังเกตได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแต่ละสัปดาห์ของทั้ง 3 การทดลองจะมีค่าที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับบ่อที่ไม่มีวัสดุปกคลุมจะมีค่าที่แตกต่างกันมาก ความแตกต่างของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละสัปดาห์เนื่องมาจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา เช่น ความเร็วลม รังสีแสงอาทิตย์ ความชื้น และความดันอากาศ เป็นต้น

และเมื่อนำปริมาณการสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อไม่มีการปกคลุมผิวน้ำด้วยวัสดุต่างๆ เปรียบเทียบกับการปกคลุมผิวน้ำด้วยขวดพลาสติกเหลือใช้ซึ่งจากการทดลองพบว่าเป็นวัสดุที่มี

ประสิทธิภาพในการลดการระเหยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับลูกบอลพลาสติกและแหน พบว่าจะสามารถลดปริมาณการสูญเสียน้ำในแหล่งน้ำได้เท่ากับ 1,185.34 มม./ปี

เนื่องด้วยการทดสอบการลดอัตราการระเหยโดยการใช้วัสดุปกคลุมประเภทต่างๆ ในประเทศไทยยังคงไม่แพร่หลายนัก การศึกษาครั้งนี้จึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการลดอัตราการระเหยของแหล่งกักเก็บน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับแหล่งกักเก็บน้ำขนาดเล็กเพื่อช่วยลดการสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นจากการระเหย โดยการศึกษาในอนาคตต่อไปควรดำเนินการทดสอบการลดอัตราการระเหยโดยการเลือกใช้วัสดุปกคลุมในรูปแบบอื่นๆ เช่นการใช้วัสดุประเภทสารเคมีเพื่อปกคลุมผิวน้ำ (Chemical covers) หรือการใช้วัสดุประเภทยึดติดเพื่อปกคลุมผิวน้ำ (Suspended covers) เป็นต้น และควรที่จะมีการคำนึงถึงคุณภาพน้ำในแหล่งกักเก็บน้ำที่มีการปกคลุมด้วยวัสดุต่างๆ เพื่อป้องกันการระเหย เนื่องจากการใช้วัสดุปกคลุมผิวน้ำอาจมีผลต่อเนื่องถึงคุณภาพน้ำทั้งในเรื่องของอุณหภูมิ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนจากการที่ผิวน้ำสัมผัสกับอากาศ เป็นต้น นอกจากนั้นการประยุกต์วิธีการลดอัตราการระเหยในการศึกษาครั้งนี้ หรือการศึกษาอื่นเพิ่มเติมกับแหล่งกักเก็บน้ำที่มีการใช้งานเพื่อกักเก็บน้ำจริง จะสามารถประเมินปริมาณการระเหย และมูลค่าการสูญเสียน้ำที่เกิดขึ้นได้อย่าชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก The Coordinating Center for Thai Government Science and Technology Scholarship Students (CSTS), National Science and Technology Development Agency

7. เอกสารอ้างอิง

1. KhongBoriruk, P. and Suebsuk, K., 2011, “Evaporation in Thailand for 10 Year (2001-2010),” Thai Meteorological Department, Ministry of Information and Communication. (In Thai)

2. Anuluxtipun, Y. and Thianpopirug, S., 2003, “Drought Hazard and Desertification in Thailand,” Research Report, Office of Land Management Research and Development, Land Development Department (In Thai)

3. Thailand Research Fund, 2011, “How to Manage Water Resources in Drought Situation in Thailand?” TRF Policy Brief, Vol. 2 19/2554.

4. Youssef, Y.W. and Khodzinskaya, A., 2019, “A Review of Evaporation Reduction Methods from Water Surfaces,” *E3S Web of Conferences 97*, 05044.

5. Craig, I, Green, A., Scobie, M. and Schmidt, E., 2005, Controlling Evaporation Loss from Water Storages, National Centre for Engineering in Agriculture Publication 1000580/1, USQ, Toowoomba.

6. Assouline, S., Narkis, K. and Or, D., 2011, “Evaporation Suppression from Water Reservoirs: Efficiency Considerations of Partial Covers,” *Water Resources Research*, 47, W07506.

7. Alvarez, V.M., Baille, A., Molina Martinez, J.M. and Gonzalez-Real, M.M., 2006, “Efficiency of Shading Materials in Reducing Evaporation from Free Water Surfaces,” *Agricultural Water Management*, 84, pp. 229-239.

8. Chaudhari, N. and Chaudhari, N.D., 2015, “Use of Thermocal Sheet as Floating Cover to Reduce Evaporation Loss in Farm Pond,” *HYDRO 2015 INTERNATIONAL, 20th International Conference on Hydraulics, Water Resources and River Engineering,* 17-19 December 2015.

9. Alam, S. and Alshaikh, A.A., 2013, “Use of Palm Fronds as Shaded Cover for Evaporation Reduction to Improve Water Storage Efficiency,” *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 25 (1), pp 55-58.

10. Yao, X., Zhang, H., Lemckert, C., Brook, A. and Schouten, P., 2010, “Evaporation Reduction by Suspended and Floating Covers: Overview, Modelling and Efficiency,” Urban Water Security Research Alliance Technical Report NO.28.

11. Land Development Department, 2018, Water Storage for Agricultural Fields in Rainfed Area Project [Online], Available: http://www.ldd.go.th/ WEB_Water/Index.html. (In Thai) [25 February 2020]