**โครงการ**

# การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

**ชื่อโครงการ** สังคมแมลงน้ำใน mesocosm บ่อน้ำที่มีความซับซ้อนระดับขั้นการบริโภคที่ต่างกัน

Aquatic insect community in pond mesocosm under different tropic complexity

**ชื่อนิสิต** นายกัลป์ชนม์ ดิลกนรนารถ **เลประจำตัว** 5932005723

**ภาควิชา** ชีววิทยา

**ปีการศึกษา** 2562

**คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

# สังคมแมลงน้ำใน mesocosm บ่อน้ำที่มีความซับซ้อนระดับขั้นการบริโภคที่ต่างกัน

# Aquatic insect community in pond mesocosm under different tropic complexity

นายกัลป์ชนม์ ดิลกนรนารถ

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล

โครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562

โครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก
โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| | |
|---|---|
| ชื่อโครงการ | : สังคมแมลงน้ำใน mesocosm บ่อน้ำที่มีความซับซ้อนระดับขั้นการบริโภคที่ต่างกัน |
| นิสิตผู้ดำเนินโครงการ | : นายกัลป์ชนม์ ดิลกนรนารถ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาลใจ ซื่อกุล |
| ภาควิชา | : ชีววิทยา |


**บทคัดย่อ**

บ่อน้ำเป็นระบบนิเวศแหล่งน้ำ (aquatic ecosystem) ที่มีการสร้างโดยมนุษย์ เป็นแหล่งอาศัยของแมลงน้ำหลายชนิดรวมทั้งเป็นเพาะพันธุ์ที่สำคัญของยุงที่เป็นศัตรูทางการแพทย์ต่อมนุษย์ซึ่งทำให้มีการใช้สารฆ่าแมลงในการควบคุมมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่เป้าหมาย การจัดการแหล่งน้ำที่เหมาะสมจะช่วยในการใช้ศัตรูธรรมชาติมาควบคุมยุงได้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาแบบจำลองระบบนิเวศหรือ mesocosm แหล่งน้ำขนาด 66 ลิตร ที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สำคัญของยุง โดยมีปัจจัยที่แตกต่างในแต่ละชุดการทดลองคือ ผู้ผลิต (สาหร่ายหางกระรอก) และผู้ล่า (ปลาหางนกยูง) เพื่อเปรียบเทียบสังคมของแมลงน้ำระหว่าง มกราคม-มีนาคม พ.ศ.2563 ในพื้นที่เมือง ผลการศึกษาพบว่ามีแมลงน้ำทั้งหมดจาก 4 อันดับ 9 วงศ์ 9 ชนิด วงศ์ที่มีจำนวนตัวมากที่คือ Chironomidae ที่ 94 ตัว/mesocosm คิดเป็น 40.8% ของแมลงน้ำทั้งหมด พบจำนวนตัวของแมลงน้ำมากที่สุดในกลุ่มควบคุม (1,133 ตัว จาก 3,682 ตัว) และพบลูกน้ำยุงมากที่สุดในชุดที่มีทั้งผู้ผลิตและผู้ล่า (15.5 ตัว/mesocosm)ในขณะที่ชุดผู้ล่ามีลูกน้ำยุงน้อยที่สุด (2.5 ตัว/mesocosm) ชุดที่มีทั้งผู้ผลิตและผู้ล่ามีดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-ไวเนอร์สูงที่สุดที่ 1.700 ส่วนชุดควบคุมมีค่าน้อยที่สุดที่ 1.416 ผลจากการศึกษานี้สรุปได้ว่าองค์ประกอบในระบบนิเวศคือปัจจัยของผู้ผลิตและผู้ล่ามีผลต่อสังคมแมลงน้ำทั้งด้านความหลากหลายและความชุกชุม ดังนั้นการจัดการปัจจัยผู้ผลิตและผู้ล่าในแหล่งน้ำให้เหมาะสมจึงสามารถช่วยการควบคุมจำนวนของยุงและรักษาสมดุลของระบบนิเวศแหล่งน้ำให้ยั่งยืนต่อไป



**คำสำคัญ:** แบบจำลองระบบนิเวศ, ยุง, ระบบนิเวศแหล่งน้ำ, สังคมแมลงน้ำ

| | |
|---|---|
| Research Title | : Aquatic insect community in pond mesocosm under different tropic complexity |
| Student name | : Mr. Kulchon Diloknorranart |
| Advisor | : Assistant Professor Chatchawan Chaisuekul, Ph.D. |
| Department of | : Biology |


## Abstract


Pond is a man-made quatic ecosystem serves as a habitat for many aquatic insects as well as breeding site for several mosquitoes which can be serious medical pests. Chemical control of mosquitoes by using insecticides could affect non-target organisms. Therefore, this study aimed to elucidate the roles of a producer (waterthyme) and a vertebrate predator (guppy) to aquatic insect community in 66 liter pond mesocosms in urban setting from Janurary-March 2020. There were 9 aquatic insect species from 9 families of 4 orders found during the study period. The most abundant aquatic insects were from family Chironomidae at 94 individuals/mesocosm and 40.8% of all aquatic insects. Most aquatic insects were found in the control mesocosms (1,133 from 3,682 individuals) while most mosquito larvae were found in the mesocosms with both producer and vertebrate predator (15.5 individuals/mesocosm) and least mosquito larvae were found in the only-predator mesocosms (2.5 individuals/mesocosm). The highest Shannon-Weiner diversity index was found from the mesocosms with both producer and predator at 1.700 while the lowest was from the control mesocosms at 1.416. In conclusion, the ecological factors of producer and vertebrate predator are found to influence the diversity and the abundance of aquatic insects in aquatic ecosystem. The suitable management of these factors is required to successfully control mosquitoes and sustainably maintain the ecological equilibrium of the aquatic ecosystem.



**Keywords**: aquatic ecosystem, aquatic insect community, mesocosm and mosquito

# กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ชัชวาล ใจซื่อกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือ การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ฉัตรทิพย์ รอดทัศนา ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในการการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า และอาจารย์ ดร.เกรียง กาญจนวตี อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2562 ที่ให้คำแนะนำในองค์ประกอบของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พงชัย ดำรงโรจน์วัฒนา ที่สอนการใช้โปรแกรม Microsoft office word 2016 ในการพิมพ์และติดตามส่งข่าวสารในการส่งรูปเล่มโครงการให้นิสิตชั้นปีศึกษาปีที่ 4 ภาควิชาชีววิทยา ปีการศึกษา 2562

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2562 ที่ให้คอยคำปรึกษาการทำรูปเล่มโครงการและแบ่งปันข้อมูลของความเคลื่อนไหวของรายวิชาโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2562

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัวและเพื่อนเก่าทุกคนที่เป็นกำลังใจและคอยรับฟัง รวมทั้งสนับสนุนทุกอย่างที่ผ่านมา

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญภาพ ..... ซ
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ ..... 1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ ..... 2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม ..... 3
2.1 ระบบนิเวศแหล่งน้ำ ..... 3
2.2 สังคมแมลงน้ำ ..... 3
2.3 บทบาทของพืชต่อแมลงน้ำ ..... 4
2.4 บทบาทของปลาต่อแมลงน้ำ ..... 4
2.5 Mesocosm ..... 4
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน ..... 5
3.1 การเตรียม mesocosm บ่อน้ำ ..... 5
3.2. การจัดชุดการทดลอง ..... 5
3.2.1 ชุดควบคุม ..... 5
3.2.2 ชุดผู้ล่า ..... 5
3.2.3 ชุดผู้ผลิต ..... 5
3.2.4 ชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต ..... 6
3.3 การเก็บข้อมูล ..... 6
3.3.1 ปัจจัยกายภาพ ..... 6
3.3.1.1 อุณหภูมิ ..... 6
3.3.1.2 ความเข้มแสง ..... 6
3.3.1.3 ค่า pH ของน้ำ ..... 6
3.3.2 ปัจจัยชีวภาพ ..... 6
3.3.2.1 จำนวนและชนิดของแมลงน้ำ ..... 6

3.3.2.2 จำนวนปลาหางนกยูง ..... 7
3.3.2.2 ชั่งน้ำหนักของสาหร่ายหางกระรอกก่อนเริ่มการทดลอง ..... 7
3.4 วิเคราะห์ข้อมูล ..... 7
3.4.1 ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ ..... 7
3.4.1.1 Simpson Diversity Index ..... 7
3.4.1.2 Shannon-Wiener Diversity Index ..... 8
3.4.1.3 Margalef Richness Index ..... 8
3.4.2 โครงสร้างสังคมของแมลงน้ำ ..... 8
3.4.3 Gantt table ของวงศ์แมลงน้ำ ..... 8
3.4.4 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS v.22 (for window) ..... 8
บทที่ 4 ผลการศึกษา ..... 10
4.1 ความหลากหลายของวงศ์แมลงน้ำที่พบตลอดการศึกษา ..... 10
4.2 จำนวนแมลงน้ำในแต่ละวงศ์และบทบาทเชิงระบบนิเวศ ..... 11
4.3 สภาพความชุกชุมของวงศ์แมลงน้ำ ..... 13
4.4 การเข้าใช้ของวงศ์แมลงน้ำแต่ละสัปดาห์ ..... 15
4.4 ค่าดัชนีความหลากหลายของแต่ละชุดการทดลอง ..... 17
4.5 อุณหภูมิของน้ำ ความเข้มแสง และ pH ของน้ำ ..... 17
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา ..... 19
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ ..... 23
6.1 สรุปผลการศึกษา ..... 23
6.2 ข้อเสนอแนะ ..... 23
6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ ..... 23
6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต ..... 23
เอกสารอ้างอิง ..... 24
ภาษาไทย ..... 24
ภาษาอังกฤษ ..... 24
ภาคผนวกที่ 1 ตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูล ..... 28
ภาคผนวกที่ 2 ทดสอบข้อสอบด้วย Kruskal-Wallis ..... 28
ภาคผนวกที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับ วงศ์ของแมลงน้ำอื่นทั้งหมด ..... 28
ภาคผนวกที่ 4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับ จำนวนของแมลงน้ำอื่น ..... 29

ภาคผนวกที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับ แมลงน้ำวงศ์ Coengrionidae 29
ภาคผนวกที่ 6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับ แมลงน้ำวงศ์ Baetidae..... 29

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4-1 อันดับและวงศ์ของแมลงน้ำที่พบทั้งหมด..... 10
ตารางที่ 4-2 จำนวนแมลงน้ำในแต่ละวงศ์และบทบาทเชิงระบบนิเวศ..... 12
ตารางที่ 4-3 RELATIVE ABUNDANCE และ DOMINANT STATUS แต่ละวงศ์ของแมลงน้ำของชุดควบคุมและชุดผู้ล่า..... 13
ตารางที่ 4-4 RELATIVE ABUNDANCE และ DOMINANT STATUS แต่ละวงศ์ของแมลงน้ำของชุดผู้ผลิตและชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต..... 14
ตารางที่ 4-5 การเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆในแต่ละสัปดาห์ของชุดควบคุม..... 15
ตารางที่ 4-6 การเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆในแต่ละสัปดาห์ของชุดผู้ล่า..... 15
ตารางที่ 4-7 การเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆในแต่ละสัปดาห์ของชุดผู้ผลิต..... 16
ตารางที่ 4-8 การเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆในแต่ละสัปดาห์ของชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต..... 16
ตารางที่ 4-9 ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำแต่ละชุดการทดลอง..... 17
ตารางที่ 4-10 อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย ความเข้มแสงเฉลี่ย และ PH ของน้ำเฉลี่ย..... 17

# สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 3-1 พื้นที่จัดวาง MESOCOSM และการจัดวาง MESOCOSM ที่ใส่ปัจจัยแล้ว .....5
รูปที่ 3-2 การค้นหาแมลงน้ำเพื่อระบุจำนวนและชนิดของแมลงน้ำจาก MESOCOSM.....7
รูปที่ 4-1 ตัวอย่างวงศ์แมลงน้ำที่พบ..... 11

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ

น้ำเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดรวมถึงมนุษย์ในการดำรงชีวิตดังนั้นสภาพสังคมเมืองมีแหล่งน้ำมากมายเนื่องจากเอาไว้สำหรับใช้สำรองกักเก็บน้ำสำหรับการเกษตรกรรม การเดินทางสัญจรทางน้ำ สำหรับอุปโภคหรือบริโภค หรือเป็นสถานที่ท่องเที่ยวและการพักผ่อน ซึ่งแหล่งน้ำเหล่านี้ต่างกระจายอยู่ในจุดต่างๆ ภายในและบริเวณรอบเมือง ซึ่งรวมถึงภายในจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัยเช่นกัน แหล่งน้ำภายในจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัยมีหลายรูปแบบเช่น บ่อน้ำ คูน้ำ เป็นต้น มีไว้สำหรับระบายหรือกักเก็บน้ำเวลาที่ฝนตก รวมทั้งเพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศร่มรื่น นอกจากนี้แหล่งน้ำเหล่ายังเป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำหลายชนิดอีกด้วยเช่น สาหร่าย พืชน้ำ และสัตว์น้ำ ซึ่งสัตว์น้ำที่พบได้ในแหล่งน้ำเหล่านี้มีทั้งปลา เต่าน้ำ ตะพาบ นกกระยาง รวมทั้งแมลงน้ำต่างๆ

แมลงน้ำคือแมลงที่มีช่วงใดช่วงหนึ่งของวงจรชีวิตที่อาศัยในน้ำหรืออาศัยในน้ำตลอดช่วงชีวิต แมลงน้ำอันดับสำคัญได้แก่ Hermiptera, Colleoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Tricoptera, Diptera และ Odonata (Prommi and Payakka, 2015) ซึ่งบทบาทของแมลงน้ำมีหลายบทบาททางโซ่อาหารของระบบนิเวศน้ำทั้งเป็นผู้ล่าและผู้ถูกล่า หรือกำจัดซากพืช ซากสัตว์ แล้วแต่ชนิดของแมลงน้ำที่อยู่ในแหล่งน้ำ ผู้ล่า เช่น ตัวอ่อนแมลงปอ มวนน้ำ และด้วงน้ำ เป็นต้น จะช่วยควบคุมจำนวนสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและกำจัดซากสิ่งมีชีวิตที่อาจทำให้น้ำเน่าเสีย และแมลงน้ำเหล่านี้ยังเป็นอาหารให้กับสัตว์น้ำขนาดใหญ่เช่น ปลา หรือ นก เป็นต้น นอกจากนี้แมลงน้ำยังมีสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำได้อีกด้วย โดยแมลงน้ำ 3 กลุ่มสำคัญได้แก่ ตัวอ่อนชีปะขาว (Ephemeroptera) หนอนปลอกน้ำ (Tricoptera) และตัวอ่อนของแมลงเกาะหิน (Plecoptera) ซึ่งจะอาศัยอยู่ในเฉพาะแหล่งน้ำที่มีออกซิเจนมากและไม่มีมลพิษ แต่แมลงน้ำบางชนิดก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพ เช่น ยุง เป็นต้น เนื่องจากยุงมีระยะตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำก่อนที่จะเป็นตัวโตเต็มวัย

ยุง เป็นแมลงในอันดับ Diptera วงศ์ Culicidae โดยเฉพาะยุงในสกุล *Aedes* หรือยุงลายที่ก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพต่อมนุษย์ วงจรชีวิตของยุงเป็นแบบเปลี่ยนรูปร่างสมบูรณ์ โดยประกอบไปด้วย ไข่ ลูกน้ำ ตัวโม่งและตัวโตเต็มวัย โดยปกติยุงจะกินน้ำหวานเป็นอาหาร แต่เมื่อผสมพันธุ์ยุงตัวเมียจะกินเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพื่อเป็นอาหารเสริมบำรุงให้กับไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ โดยปกติยุงจะวางไข่ในแหล่งน้ำนิ่งหรือแหล่งน้ำขัง ซึ่งแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็นบ่อหรือสระภายในเมืองหรือสถานที่ต่าง ๆ จึงเป็นแหล่งแพร่พันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับยุง ในทุกๆปีมีคนตายตายจากยุงมากกว่า 1 ล้านคนต่อปีจากรายงานขององค์กรอนามัยโลกในปี 2017 โดยสาเหตุเนื่องจากยุงเป็นพาหนะของโรค

มาลาเรีย ไข้เลือดออก ไข้สมองอักเสบ และโรคชิคุนกุนยา ในปัจจุบันนักวิจัยกำลังศึกษาวิธีการต่าง ๆ เพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดในการกำจัดลูกน้ำ (Naseem, Professor, Faheem and Talhat, 2016) เพื่อยับยั้งการแพร่ระบาดของยุง การใช้สารเคมีกำจัดยุง สามารถกำจัดยุงได้รวดเร็วและเห็นผลได้ชัดมากที่สุด แต่สารเคมีก็ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเช่นกันชนิดอื่นเช่นกัน รวมถึงมนุษย์ด้วย ดังนั้นการเลี้ยงสัตว์ที่เป็นผู้ล่าของยุงเช่น ปลาหางนกยูงหรือมวนกรรเชียง (จุฑาภรณ์ อัมระปาล, 2552) ในการกำจัดลูกน้ำ และการจัดการสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำอาจเป็นทางออกในการควบคุมปริมาณยุงในระยะยาว (Wynn and Paradise, 2001) และส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ในการศึกษาปัจจัยของสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำที่มีระดับขั้นความซับซ้อนของการบริโภคที่แตกต่างกันต่อสังคมของแมลงน้ำ โดยการจำลองสภาพแวดล้อมใน mesocosm และมีปัจจัยที่แตกต่างกัน ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอกผู้ผลิตและผู้ล่าที่เป็นปลา ซึ่งมีผลต่อความชุกชุมและความหลากหลายของแมลงน้ำ เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงนิเวศวิทยาที่มีผลต่อความชุกชุมของลูกน้ำยุงลายอันจะนำไปสู่การจัดการลูกน้ำยุงลายอย่างยั่งยืนได้

**1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ**

เพื่อศึกษาผลปัจจัยชีวภาพจากผู้ผลิตและผู้ล่าต่อสังคมแมลงน้ำใน mesocosm บ่อน้ำ
เพื่อนำผลการศึกษาไปช่วยจัดการสภาพแหล่งน้ำที่อาจเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง

# บทที่ 2
# ทบทวนวรรณกรรม

## 2.1 ระบบนิเวศแหล่งน้ำ

ระบบนิเวศแหล่งน้ำคือ ความสัมพันธ์ที่เป็นระบบของสังคมสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำหรือบริเวณแหล่งน้ำกับสิ่งแวดล้อมเป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันภายในระบบ ซึ่งระบบนิเวศแหล่งน้ำเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศแหล่งน้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักโดยใช้ค่าความเค็มเป็นเกณฑ์กำหนด ได้แก่ ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด (freshwater ecosystem) ระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็ม (marine ecosystem) (Irfan, S. and Alatawi, A.M.M, 2019) โดยระบบนิเวศแหล่งน้ำมีบทบาทที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมากเช่น หมุนเวียนสารอาหารในธรรมชาติ บำบัดน้ำ ป้องกันภัยธรรมชาติ เติมน้ำใต้ดิน และเป็นแหล่งที่อยู่ให้กับสิ่งมีชีวิต สภาพของระบบนิเวศแหล่งน้ำจะลดลงเมื่อถูกรบกวนโดยปัจจัยภาพนอกมากเกินไป โดยปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำอาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเคมีหรือชีวภาพของสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพรวมถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำ การไหลของน้ำและแสงที่ส่องถึง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของอัตราการรับสารอาหารทางชีวภาพ ปริมาณออกซิเจนและสารพิษ การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพเช่น การรุกรานของสายพันธุ์ต่างถิ่น รวมถึงประชากรมนุษย์

## 2.2 สังคมแมลงน้ำ

สังคมแมลงน้ำมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำเนื่องจากเป็นตัวช่วยหมุนเวียนวัฏจักรสารและถ่ายทอดพลังงาน รวมทั้งการทำความเข้าใจรูปการกระจายตัวของสังคมแมลงน้ำยังช่วยบ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำได้อีกด้วย แมลงน้ำที่ถูกใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพแหล่งที่สำคัญได้แก่ แมลงน้ำในอันดับ Ephemeroptera Plecoptera และ Tricoptera ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความสะอาด มีการหมุนเวียนของออกซิเจนสูงและไม่มีสารพิษเจือปน (Gaugin and Tarzwell, 1952) เนื่องจากสามารถรับรู้กาเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว บทบาทของแมลงน้ำทางระบบนิเวศเป็นทั้งผู้ล่าและผู้ถูกล่าเช่น แมลงน้ำในอันดับ Odonata Hemiptera และ Coleoptera ที่จะกินสิ่งมีชีวิตในน้ำชนิดอื่นเป็นอาหาร ซึ่งเป็นการสร้างสมดุลของสังคมสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและกำจัดซากสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ที่สำคัญแมลงน้ำยังเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำ

**2.3 บทบาทของพืชต่อแมลงน้ำ**

พืชน้ำมีบทบาทที่สำคัญต่อแมลงน้ำเป็นอย่างมาก โดยเป็นแหล่งวางไข่ แหล่งอนุบาลตัวอ่อน และที่อาศัยหรือที่ลบภัยอันตรายจากผู้ล่า รวมทั้งเป็นแหล่งอาหารให้กับแมลงน้ำและสัตว์น้ำหลายชนิดอีกด้วย Masahiro Takagi และคณะ (1996) ศึกษาผลการปกคลุมของต้นข้าวจะต่อความหนาของลูกน้ำยุงกับแมลงน้ำชนิดอื่น พบว่าแปลงที่มีการปลูกต้นข้าวมีความหนาของลูกน้ำยุงและแมลงน้ำชนิดอื่นมากกว่าแปลงที่ไม่มีการปลูกต้นข้าวอย่างมีนัยสำคัญ จึงแสดงให้เห็นว่าพืชส่งผลต่อจำนวนและชนิดของแมลงน้ำที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับจำนวนและชนิดของพืชที่อยู่ในระบบนิเวศนั้นต่อสิ่งมีชีวิตด้วย

**2.4 บทบาทของปลาต่อแมลงน้ำ**

ปลาเป็นสัตว์เป็นรกระดูกสันหลังที่พบมากที่สุดในระบบนิเวศแหล่งน้ำ จึงนับได้ว่าเป็นผู้บริโภคลำดับสูงที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยปกติปลาจะบริโภคแบบไม่เจาะจง แต่ก็บางชนิดมีบางชนิดที่บริโภคแบบเจาะจง จากการศึกษาของ Peter Koetsier (1989) พบว่าการบริโภคของปลามีผลต่อจำนวนและชนิดของแมลงน้ำ เนื่องจากแมลงน้ำหลายชนิดเป็นอาหารที่สำคัญของปลา แต่ปลาบางชนิดก็เป็นอาหารของแมลงน้ำอีกด้วย ซึ่งส่งผลให้ระบบนิเวศแหล่งน้ำแต่ละแหล่งมีสิ่งมีชีวิตที่เป็นเอกลักษณ์ เนื่องจากบริโภคของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น ซึ่งหากมีการเสียสมดุลของจำนวนหรือชนิดของสิ่งมีวิตก็จะส่งผลแบบลูกโซ่ต่อระบบนิเวศนั้น

**2.5 Mesocosm**

Mesocosm คือเครื่องมือของนักนิเวศวิทยาถูกใช้ในการศึกษาระบบนิเวศ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมระหว่างการศึกษาในห้องปฏิบัติการณ์กับสภาพแวดล้อมจริง (Eugene P. Odum, 1984) โดยการจำลองสภาพแวดล้อมและปัจจัยที่ต้องการศึกษาในภาชนะหรือพื้นที่ ทำให้ผลการศึกษาที่ได้ใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมจริงมากที่สุดเนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆให้เสถียรภาพได้และสามารถทำซ้ำเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาสำหรับการศึกษาที่ไม่สามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการณ์ ปัจจุบันมีการให้ความสำคัญต่อทรัพยากรธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ดังนั้น mesocosm จึงเป็นแบบจำลองสภาพแวดล้อมที่สำคัญเพื่อศึกษารูปแบบของสังคมสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ รวมทั้งผลของปัจจัยกายภาพได้แก่ ผลของอุณหภูมิ ผลของแสงสว่าง การไหลของน้ำ ผลของสารเคมี และปัจจัยชีวภาพที่ส่งผลต่อระบบนิเวศ ซึ่งผลของการศึกษาสามารถนำไปปรับปรุง แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม หรือเป็นต่อยอดการศึกษาสำหรับผู้ที่สนใจในอนาคต Alon Silberbush และคณะ (2005) ใช้ mescosm เพื่อศึกษาสังคมของแมลงน้ำบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำของ dead sea พบว่าระดับความเค็มของน้ำเป็นหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อโครงสร้างสังคมของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำ

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงาน

## 3.1 การเตรียม mesocosm บ่อน้ำ

จัดวางกล่องพลาสติกอเนกประสงค์ขนาด 66 ลิตร 16 กล่อง ที่บริเวณหน้าตึกชีววิทยา 1 ทางทิศตะวันตก ใส่น้ำประปาสูง เซนติเมตร ไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วใส่ปัจจัยที่ศึกษาลงใน mesocosm โดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลองที่มีปัจจัยแตกต่างกัน แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ จัดวาง 4 แถว แถวละ 4 กล่อง โดยแต่ละแถวจะมีครบทุกชุดการทดลองและวางตาข่ายพลาสติกข้างบน ตำแหน่งในการวางเป็นดังรูปที่ 3-1

**รูปที่ 3-1** พื้นที่จัดวาง mesocosm และการจัดวาง mesocosm ที่ใส่ปัจจัยแล้ว (ข)

## 3.2. การจัดชุดการทดลอง

### 3.2.1 <u>ชุดควบคุม</u>

มีเฉพาะน้ำ

### 3.2.2 <u>ชุดผู้ล่า</u>

ใส่ปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*) เพศผู้จำนวน 10 ตัว ลงใน mesocosm

### 3.2.3 <u>ชุดผู้ผลิต</u>

ใส่สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillata*) ลงใน mesocosm โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยของสาหร่ายที่ประมาณ 220 กรัม

**3.2.4 <u>ชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต</u>**

ใส่ปลาหางนกยูง Poecilia reticulata เพศผู้จำนวน 10 ตัว และสาหร่ายหางกระรอกที่มีน้ำหนักเฉลี่ยที่ประมาณ 220 กรัม

**3.3 การเก็บข้อมูล**

เก็บข้อมูลสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทุกๆวันศุกร์ ตั้งแต่วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึง วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2563 โดยจะเก็บข้อมูลตามดังหัวข้อต่อไปนี้

**3.3.1 <u>ปัจจัยกายภาพ</u>**

**3.3.1.1 <u>อุณหภูมิ</u>**

เก็บอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่ความลึกประมาณ 5 เซนติเมตร ของแต่ละชุดการทดลองโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แก้วในหน่วยองศาเซลเซียส

**3.3.1.2 <u>ความเข้มแสง</u>**

เก็บความเข้มแสงที่ตกใส่ชุดการทดลองที่ความสูงประมาณ 1 เมตร ของแต่ละชุดการทดลองโดยใช้ Lux meter รุ่น TM-204 ในหน่วยลักซ์

**3.3.1.3 <u>ค่า pH ของน้ำ</u>**

เก็บค่า pH ของน้ำชุดการทดลอง pH meter (pH Pen) รุ่น HANNA-Checker1

**3.3.2 <u>ปัจจัยชีวภาพ</u>**

**3.3.2.1 จำนวนและชนิดของแมลงน้ำ**

โดยใช้สวิงตักตามควาวามยาวของ mesocosm ที่ผิวน้ำ, กลางกล่อง และที่พื้นกล่องอย่างละ 3 ครั้ง ใส่กะลามังพลาสติกสีขาวขนาด 20 ลิตร ตรวจเอกลักษณ์ของแมลงแต่ละกลุ่มในระดับ วงศ์ (family) โดยใช้คู่มือการจัดจำแนกชนิดของ Yule and Sen (2004) นับจำนวนและบันทึกผลแล้วเฉลี่ยจำนวนที่พบของแต่ละซ้ำทุกชุดการทดลองในสัปดาห์

**รูปที่ 3-2** การค้นหาแมลงน้ำเพื่อระบุจำนวนและชนิดของแมลงน้ำจาก mesocosm

**รูปที่ 3-3** การค้นหาแมลงน้ำเพื่อระบุจำนวนและชนิดของแมลงน้ำจาก mesocosm

**รูปที่ 3-4** การค้นหาแมลงน้ำเพื่อระบุจำนวนและชนิดของแมลงน้ำจาก mesocosm

**รูปที่ 3-5** การค้นหาแมลงน้ำเพื่อระบุจำนวนและชนิดของแมลงน้ำจาก mesocosm

**3.3.2.2 จำนวนปลาหางนกยูง**

จดบันทึกจำนวนปลาหางนกยูงของชุดการทดลองผู้ล่าและชุดการทดลองผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิตในแต่ละสัปดาห์

**3.3.2.2 ชั่งน้ำหนักของสาหร่ายหางกระรอกก่อนเริ่มการทดลอง**

จดบันทึกน้ำหนักของสาหร่ายหางกระรอกชุดการทดลองผู้ผลิตและชุดการทดลองผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิตก่อนการทดลอง

## 3.4 วิเคราะห์ข้อมูล

### 3.4.1 <u>ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ</u>

3.4.1.1 Simpson Diversity Index

โดยใช้สูตรคำนวณ $D = \frac{\sum_i n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$

โดยที่ D ; Simpson Index

$n_i$ ; จำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิด i

N ; จำนวนของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

**3.4.1.2 Shannon-Wiener Diversity Index**

โดยใช้สูตรคำนวณ $H = -\sum_i (\frac{n_i}{N} * \ln(\frac{n_i}{N}))$

โดยที่ H ; Shanon-Wiener Diversity Index

$n_i$ ; จำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิด i

N ; จำนวนของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

**3.4.1.3 Margalef Richness Index**

โดยใช้สูตรคำนวณ $R = \frac{S-1}{\ln N}$

โดยที่ R ; Margalef Richness Index

S ; จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิต

N ; จำนวนของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด

ln ; natural logarithm

**3.4.2 <u>โครงสร้างสังคมของแมลงน้ำ</u>**

ตรวจสอบ relative abundance และ dominance status ของแมลงน้ำ โดยใช้ Engelmann's scale (Engelmann, 1973)

**3.4.3 <u>Gantt table ของวงศ์แมลงน้ำ</u>**

สร้าง Gantt table ของแมลงน้ำแต่ละวงศ์ทั้ง 8 สัปดาห์ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ในสัปดาห์ที่พบวงศ์ของแมลงน้ำนั้นและเครื่องหมาย - หากไม่พบวงศ์ของแมลงน้ำนั้นในสัปดาห์ที่จดบันทึก

**3.4.4 <u>การวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS v.22 (for window)</u>**

การวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลหากกระจายตัวแบบปกติใช้ paramethic test หากพบว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติใช้ non paramethic test

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae

กับจำนวนวงศ์ของแมลงน้ำชนิดอื่นทั้งหมดและระหว่างจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์อื่นแต่ละชนิด

# บทที่ 4
# ผลการศึกษา

จากการศึกษา mesocosm บ่อน้ำที่มีปัจจัยที่แตกต่างกันของระบบนิเวศต่อสังคมของแมลงน้ำตั้งแต่วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึง วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2563 รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ได้ผลการศึกษาซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

## 4.1 ความหลากหลายของวงศ์แมลงน้ำที่พบตลอดการศึกษา

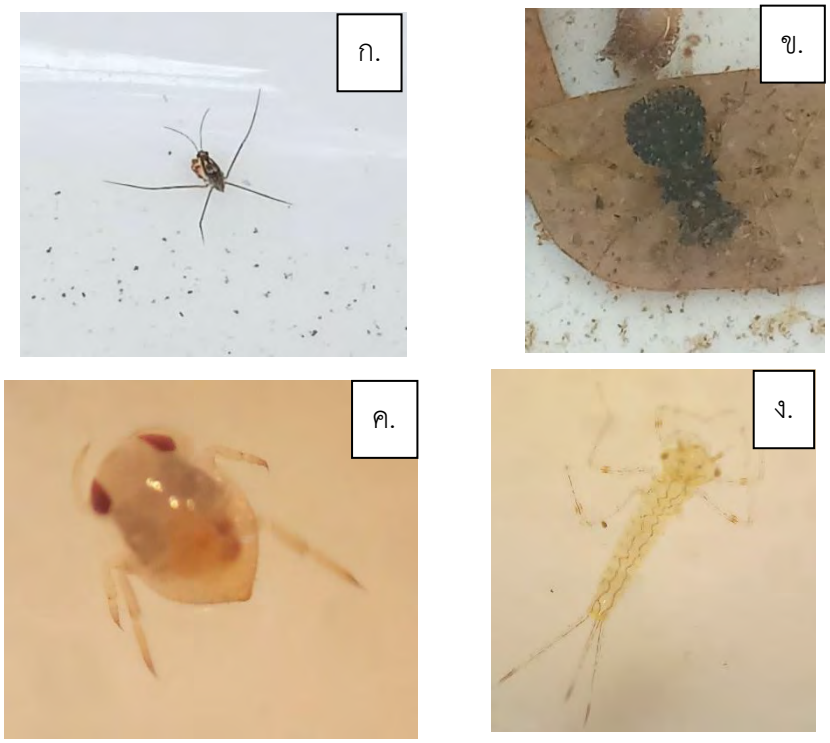
พบแมลงน้ำทั้งหมด 4 อันดับ 9 วงศ์ 9 ชนิด (ตารางที่ 4-1)

**ตารางที่ 4-1** อันดับและวงศ์ของแมลงน้ำที่พบทั้งหมด

| อันดับ | วงศ์ | ชนิดเชิงสัณฐานวิทยา | ลักษณะทางสัณฐานวิทยา | บริเวณที่พบ |
|---|---|---|---|---|
| **Diptera** | Chironomidae | Chironomidae-1 | ตัวหนอนสีแดงยาว | พื้นน้ำ |
| | Culicidae | Culicidae-1 | สีตัวขาวขุ่น<br>มีขนข้างลำตัว | ใกล้ผิวน้ำ |
| | Ephydridae | Ephydridae-1 | ตัวหนอนสีขาวเรียวแหลม | ใกล้ผิวน้ำ |
| **Ephemeroptera** | Baetidae | Baetidae-1 | ตัวเรียวเล็กมีขา 3 คู่ หาง 3 หาง<br>มีเหงือกรูปใบพายตลอดส่วนท้อง | พื้นน้ำ |
| **Hemiptera** | Gerridae | Gerridae-1 | ตัวเรียวแหลมสีน้ำตาลเข้มถึงดำ<br>ขนาดปานกลาง<br>ปากแบบเจาะดูด ขายาวเรียว | บนผิวน้ำ |
| | Mesoveliidae | Mesoveliidae-1 | ตัวเรียวสีเขียว ขนาดเล็ก<br>ปากแบบเจาะดูด ขายาวเรียว | บนผิวน้ำ |
| | Pleidae | Pleidae-1 | ตัวเล็กกลมมน มีตาโตสีแดง<br>ตัวสีเหลืองถึงน้ำตาล หลังโค้งสูง | พื้นน้ำ |
| **Odonata** | Coenagrionidae | Coenagrionidae-1 | ตัวเรียวยาว มีขา 3 คู่ ส่วนท้องยาว<br>ที่หางมีเหงือกรูปใยพาย 2-3 อัน | พื้นน้ำ |

**ตารางที่ 4-1 (ต่อ)** อันดับและวงศ์ของแมลงน้ำที่พบทั้งหมด

| อันดับ | วงศ์ | ชนิดเชิงสัณฐานวิทยา | ลักษณะทางสัณฐานวิทยา | บริเวณที่พบ |
|---|---|---|---|---|
| **Odonata** | Libellulidae | Libellulidae-1 | ตัวสั้นป้อม มีตาโต มีขา 3 คู่ ส่วนท้องมีรอยหยักที่ด้านท้าย | พื้นน้ำ |




**รูปที่ 4-4** ตัวอย่างวงศ์แมลงน้ำที่พบ Gerridae (ก) Libellulidae (ข) Pleidae (ค) Coenagrionidae (ง)

### 4.2 จำนวนแมลงน้ำในแต่ละวงศ์และบทบาทเชิงระบบนิเวศ

ในแต่ละชุดการทดลอง mesocosm บ่อน้ำที่มีปัจจัยการศึกษาแตกต่างกันตลอดช่วงการศึกษานั้นพบว่าจำนวนและวงศ์ของแมลงน้ำ พร้อมทั้งบทบาททางระบบนิเวศได้ดังตาราง 4-2 และสภาพความชุกชมของแต่ละชุดการทดลองตั้งแต่ตาราง 4-3 ถึง ตาราง 4-4 จากการทดสอบข้อมูลด้วย Kruskal-Wallis test เนื่องจากข้อมูลจำนวนตัวของแมลงน้ำมีการกระจายแบบไม่ปกติ พบว่าจำนวนของแมลงน้ำทั้งหมดและจำนวนของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae ที่พบในแต่ละ treatment มีจำนวนไม่แตกต่างกัน (Asymp. Sig. = 0.392, p = 0.05) และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 897 และ 39 ตัว ตามลำดับ

จำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae ไม่มีสหสัมพันธ์กับจำนวนของวงศ์แมลงน้ำอื่นๆ เช่นเดียวกับจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์อื่นทั้งหมดที่พบในชุดการทดลอง แต่พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Baetidae มีค่า r = 0.699 (p = 0.003) และระหว่างจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae มีความสัมพันธ์เชิงลบกับจำนวนตัวของแมลงน้ำวงศ์ Coenagrionidae โดยค่า r = -0.504 (p = 0.047)

**ตารางที่ 4-2** จำนวนแมลงน้ำในแต่ละวงศ์และบทบาทเชิงระบบนิเวศ

| **วงศ์ของแมลงน้ำ** | **รูปแบบการผู้บริโภค** | **บทบาทเชิงระบบนิเวศแหล่งน้ำ** | **จำนวนที่พบ (ตัว)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | **ชุดควบคุม** | **ชุดผู้ล่า** | **ชุดผู้ผลิต** | **ชุดผสม** |
| Chironomidae | omnivore | ผู้ล่าและเหยื่อ | 604 | 300 | 288 | 312 |
| Gerridae | carnivore | ผู้ล่า | 1 | 2 | 14 | 4 |
| Coenagrionidae | carnivore | ผู้ล่า | 124 | 196 | 184 | 216 |
| Pleidae | carnivore | ผู้ล่าและเหยื่อ | 116 | 120 | 184 | 158 |
| Ephydridae | detritivore | เหยื่อ | 88 | 16 | 24 | 60 |
| Baetidae | herbivore | เหยื่อ | 164 | 76 | 120 | 128 |
| Culicidae | carnivore | ผู้ล่าและเหยื่อ | 32 | 10 | 52 | 62 |
| Mesoveliidae | carnivore | ผู้ล่า | 4 | 6 | 4 | 12 |
| Libellulidae | carnivore | ผู้ล่า | 0 | 1 | 0 | 0 |

**4.3 สภาพความชุกชุมของวงศ์แมลงน้ำ**

ระดับความชุกชุมของวงศ์แมลงน้ำจาก mesocosm ทั้ง 4 ชุดการทดลอง มี 1 วงศ์ที่เป็น Eudominant นั้นคือ Chironomidae และ 3 วงศ์ที่เป็น Dominant ได้แก่ Coenagrionidae, Pleidae และ Baetidae โดยที่อีก 5 วงศ์ที่เหลือมีระดับความชุกชุมแตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง

**ตารางที่ 4-3** Relative abundance และ Dominant status แต่ละวงศ์ของแมลงน้ำของชุดควบคุมและชุดผู้ล่า

| วงศ์ของแมลงน้ำ | ชุดควบคุม | | ชุดผู้ล่า | |
|---|---|---|---|---|
| | Relative abundance (%) | Dominant status | Relative abundance (%) | Dominant status |
| **Chironomidae** | 53.31 | Eudominant | 41.27 | Eudominant |
| **Gerridae** | 0.09 | Subrecedent | 0.28 | Subrecedent |
| **Coenagrionidae** | 10.94 | Dominant | 26.96 | Dominant |
| **Pleidae** | 10.24 | Dominant | 16.51 | Dominant |
| **Ephydridae** | 7.77 | Subdominant | 2.20 | Recedent |
| **Baetidae** | 14.47 | Dominant | 10.45 | Dominant |
| **Culicidae** | 2.82 | Recedent | 1.38 | Recedent |
| **Mesoveliidae** | 0.35 | Subrecedent | 0.83 | Subrecedent |
| **Libellulidae** | - | - | 0.14 | Subrecedent |

RA<1=Subrecedent; 1.1-3.1%= Recedent; 3.2-10%=Subdominant; 10.1-31.6=Dominant and >31.7%=Eudominant

**ตารางที่ 4-4** Relative abundance และ Dominant status แต่ละวงศ์ของแมลงน้ำของชุดผู้ผลิตและชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต

| วงศ์ของแมลงน้ำ | ชุดผู้ผลิต | | ชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต | |
|---|---|---|---|---|
| | Relative abundance (%) | Dominant status | Relative abundance (%) | Dominant status |
| **Chironomidae** | 33.10 | Eudominant | 32.77 | Eudominant |
| **Gerridae** | 1.61 | Recedent | 0.42 | Subrecedent |
| **Coenagrionidae** | 21.15 | Dominant | 22.69 | Dominant |
| **Pleidae** | 21.15 | Dominant | 16.60 | Dominant |
| **Ephydridae** | 2.76 | Recedent | 6.30 | Subdominant |
| **Baetidae** | 13.79 | Dominant | 13.45 | Dominant |
| **Culicidae** | 5.98 | Subdominant | 6.51 | Subdominant |
| **Mesoveliidae** | 0.46 | Subrecedent | 1.26 | Recedent |
| **Libellulidae** | - | - | - | - |

RA<1=Subrecedent; 1.1-3.1%= Recedent; 3.2-10%=Subdominant; 10.1-31.6=Dominant and >31.7%=Eudominant

**4.4 การเข้าใช้ของวงศ์แมลงน้ำแต่ละสัปดาห์**

ข้อมูลวงศ์แมลงน้ำที่พบแต่ละสัปดาห์ทำเป็นตารางการเข้าใช้ของแมลงน้ำได้ผลดังตารางที่ 4-5 ถึง 4-9

**ตารางที่ 4-5** การเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆในแต่ละสัปดาห์ของชุดควบคุม

| ชุดควบคุม | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Family** | **week1** | **week2** | **week3** | **week4** | **week5** | **week6** | **week7** | **week8** |
| Chironomidae | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Gerridae | - | - | - | ✓ | - | - | - | - |
| Coenagrionidae | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Pleidae | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ephydridae | - | - | - | - | ✓ | ✓ | - | ✓ |
| Baetidae | - | - | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Culicidae | - | - | - | - | - | - | - | ✓ |
| Mesoveliidae | - | - | - | - | - | - | - | ✓ |
| Libellulidae | - | - | - | - | - | - | - | - |

**ตารางที่ 4-6** การเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆในแต่ละสัปดาห์ของชุดผู้ล่า

| ชุดผู้ล่า | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Family** | **week1** | **week2** | **week3** | **week4** | **week5** | **week6** | **week7** | **week8** |
| Chironomidae | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Gerridae | - | - | - | ✓ | - | - | - | - |
| Coenagrionidae | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Pleidae | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ephydridae | - | - | - | - | ✓ | - | ✓ | - |
| Baetidae | - | - | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Culicidae | - | - | - | - | - | - | - | ✓ |
| Mesoveliidae | - | - | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Libellulidae | - | - | - | - | ✓ | - | - | - |

**ตารางที่ 4-7** การเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆในแต่ละสัปดาห์ของชุดผู้ผลิต

| ชุดผู้ผลิต | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Family** | **week1** | **week2** | **week3** | **week4** | **week5** | **week6** | **week7** | **week8** |
| Chironomidae | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Gerridae | - | ✓ | ✓ | ✓ | - | - | - | - |
| Coenagrionidae | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Pleidae | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ephydridae | - | - | - | - | ✓ | ✓ | - | - |
| Baetidae | - | - | - | - | - | - | ✓ | ✓ |
| Culicidae | - | - | - | - | - | - | - | ✓ |
| Mesoveliidae | - | - | - | - | - | - | - | ✓ |
| Libellulidae | - | - | - | - | - | - | - | - |

**ตารางที่ 4-8** การเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆในแต่ละสัปดาห์ของชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต

| ชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Family** | **week1** | **week2** | **week3** | **week4** | **week5** | **week6** | **week7** | **week8** |
| Chironomidae | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Gerridae | - | ✓ | ✓ | - | - | - | - | - |
| Coenagrionidae | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Pleidae | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Ephydridae | - | - | - | - | ✓ | - | - | ✓ |
| Baetidae | - | - | - | - | - | ✓ | ✓ | - |
| Culicidae | - | - | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| Mesoveliidae | - | - | - | - | - | - | - | ✓ |
| Libellulidae | - | - | - | - | - | - | - | - |

**4.4 ค่าดัชนีความหลากหลายของแต่ละชุดการทดลอง**

เมื่อนำข้อมูลจำนวนชนิดและจำนวนตัวของแมลงน้ำมาคำนวณค่าดัชนีความหลายหลากซึ่งได้แก่ Simpson Diversity Index, Shanon-Wiener Diversity Index และ Margalef Richness Index ของชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 0.3339, 2.043 และ 0.9954 ตามลำดับถัดมาชุดผู้ล่ามีค่าดัชนีตามลำดับดังนี้ 0.2809, 1.460 และ 1.214 ชุดผู้ผลิตมีค่าความหลากหลายตามดัชนีข้างต้นตามลำดับดังนี้ 0.2218, 1.655 และ 1.034 สุดท้ายชุดผสมมีค่าดัชนีความหลากหลายแต่ละค่าคือ 0.2121, 1.700 และ 1.021 ดังตารางที่ 4-9

**ตารางที่ 4-9** ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงน้ำแต่ละชุดการทดลอง

| ชุดการทดลอง | ค่าดัชนีความหลากหลาย | | |
|---|---|---|---|
| | Simpson Diversity Index | Shanon-Wiener Diversity Index | Margalef Richness Index |
| **ชุดควบคุม** | 0.334 | 1.416 | 0.995 |
| **ชุดผู้ล่า** | 0.281 | 1.460 | 1.214 |
| **ชุดผู้ผลิต** | 0.222 | 1.655 | 1.034 |
| **ชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิต** | 0.212 | 1.700 | 1.021 |

**4.5 อุณหภูมิของน้ำ ความเข้มแสง และ pH ของน้ำ**

ตลอดระยะการศึกษามีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 32°C ในสัปดาห์ที่ 7 และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ 28°C ในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 5 มีความเข้มแสงเฉลี่ยสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 มีค่าเท่ากับ 66,000 Lux และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 38,800 ในสัปดาห์ที่ 1 และสุดท้ายมีค่า pH ของน้ำเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 8.64 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 8.15 ในสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของน้ำ ความเข้มแสง และ pH ของน้ำในแต่ละสัปดาห์ดังตารางที่ 4-10

**ตารางที่ 4-10** อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย ความเข้มแสงเฉลี่ย และ pH ของน้ำเฉลี่ย

| สัปดาห์ที่ | อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย (°C) | ความเข้มแสงเฉลี่ย (Lux) | pH ของน้ำเฉลี่ย |
|---|---|---|---|
| 1 | 31 | 38,800 | 8.20 |
| 2 | 29 | 43,253 | 8.22 |
| 3 | 28 | 66,000 | 8.64 |

**ตารางที่ 4-10 ต่อ** อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย ความเข้มแสงเฉลี่ย และ pH ของน้ำเฉลี่ย

| สัปดาห์ที่ | อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย (°C) | ความเข้มแสงเฉลี่ย (Lux) | pH ของน้ำเฉลี่ย |
|---|---|---|---|
| 4 | 30 | 65,000 | 8.15 |
| 5 | 28 | 48,400 | 8.22 |
| 6 | 30 | 48,700 | 8.33 |
| 7 | 32 | 54,500 | 8.24 |
| 8 | 29 | 54,300 | 8.29 |

# บทที่ 5
# อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษา mesocosm ที่มีระดับขั้นบริโภคที่แตกต่างกัน 4 ชุดได้แก่ ชุดควบคุมซึ่งมีเฉพาะน้ำ ชุดผู้ล่าที่มีปลาหางนกยูง 10 ตัว ชุดผู้ผลิตมีสาหร่ายหางกระรอก และชุดผสมระหว่างผู้ล่าและผู้ผลิตที่มีทั้งปลาหางนกยูงและสาหร่ายหางกระรอก พบว่ามีแมลงน้ำทั้งหมด 4 อันดับ 9 วงศ์ 9 ชนิด วงศ์ที่พบได้แก่ Chironomidae, Gerridae, Coenagrionidae, Pleidae, Ephydridae, Baetidae, Culicidae, Mesoveliidae และ Libellulidae โดยมี 3 ชุดการทดลองที่พบแมลงน้ำ 8 ชนิดคือชุดควบคุม ชุดผู้ผลิต และชุดผสม ส่วนชุดการทดลองที่พบแมลงน้ำ 9 ชนิดคือชุดผู้ล่า มีแมลงน้ำทั้งหมด 3682 ตัว โดยปกติแล้วปัจจัยที่ส่งผลต่อสังคมแมลงน้ำนั้นแบ่งได้ออกเป็น 2 ปัจจัยได้แก่ ปัจจัยกายภาพเช่น อุหณภูมิของน้ำ ค่า pH ของน้ำและความเข้มแสงเป็นต้น ส่วนปัจจัยชีวภาพเช่น สังคมพืชน้ำ สังคมสิ่งมีชีวิตในน้ำและปัจจัยความเฉพาะเจาะจงของวงศ์แมลงน้ำ ซึ่งจะส่งผลต่องสังคมแมลงน้ำในแหล่งน้ำด้านความหลากหลายและลำดับการเข้าใช้แหล่งน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม (Rogers, Schmidt, Dabney, Hladik, Mahler and Metre, 2016) โดยแมลงน้ำวศ์แรกที่เริ่มเข้าใน mesocosm และมีจำนวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับแมลงน้ำวงศ์อื่นๆ คือ Chironomidae ซึ่งแมลงวงศ์นี้มีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมสูง (Abhijna, Ratheesh and Kumar, 2013) และเป็นอาหารสำคัญของสังคมสิ่งมีชีวิตในน้ำที่ส่งผลต่อห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศ มีจำนวนทั้งหมด 1504 ตัวโดยคิดเป็น 40.85% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Radja และ Šantić (2014) ที่พบแมลงวงศ์ Chironomidae จำนวนมาก ซึ่งหากดูจากการเข้าใช้ของแมลงน้ำวงศ์ต่างๆ จะเห็นได้ว่าในสัปดาห์ที่ 1 ยังไม่มีการเข้าใช้ของแมลงน้ำแต่ว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ที่มีวงศ์ Chironomidae เข้ามาก็พบแมลงน้ำกลุ่มอื่นเข้ามาใช้เรื่อยๆ และวงศ์แมลงน้ำที่พบน้อยที่สุดคือวงศ์ Libellulidae พบเพียง 1 ตัวโดยคิดเป็น 0.03%

เมื่อพิจารณาความชุกชุมวงศ์ Chironomidae มีค่า relative abundance มากกว่า 31.6% ในทุกชุดการทดลองเนื่องจากว่าแมลงน้ำในวงศ์ Chironomidae มีความอดทนต่อสภาวะแวดล้อมมาก (Abhijna al et., 2013) ทำให้สามารถพบได้ในแหล่งน้ำนิ่งเกือบทุกแหล่งและในน้ำหลากหลายคุณภาพ แมลงน้ำที่มีสภาพความชุกชุมมากเป็นอันดับ 2 มีทั้งหมด 3 วงศ์ด้วยกันเรียงจากจำนวนมากไปน้อยคือวงศ์ Coenagrionidae, วงศ์ Pleidae และ วงศ์ Baetidae ตามอันดับโดยมีค่า relative abundance อยู่ที่ 10.1-31.6% แมลงน้ำในวงศ์เหล่าต่างก็อาศัยอยู่บริเวณพื้นน้ำทั่วไปที่ไม่ลึกมากและที่มีเศษใบไม้ทับทมกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงน้ำในวงศ์ Coenagrionidae เป็นผู้ล่าที่ดักซุ่มโจมตีเหยื่อใต้เศษใบไม้ (Williams and Feltmate, 1992) ต่อมาคือแมลงที่มีสภาพความชุกชุมแตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง วงศ์แรกคือ Gerridae ซึ่งของค่า relative abundance ของ 3

ชุดการทดลอง น้อยกว่า 1% ยกเว้นชุดผู้ผลิตที่มีค่า relative abundance อยู่ที่ 1.61% เพราะว่าแมลงน้ำในวงศ์ Gerridae แม้ว่าจะเป็นผู้ล่าแต่ก็เป็นอาหารของสัตว์ผู้ล่าชนิดอื่นด้วยเช่น ปลาหรือแมลงน้ำชนิดอื่นเป็นต้น (Stonedahl and Lattin, 1982) ซึ่งในชุดการทดลองผู้ล่าและชุดการทดลองผสมที่มีปลาหางนกยูงอยู่จึงส่งผลต่อความชุกชุมของแมลงน้ำชนิดนี้ แมลงน้ำวงศ์ถัดมาคือ Ephydridae ที่ค่า relative abundance ของชุดควบคุมและชุดผสมในช่วง 3.2-10.0% แต่ในmesocosm ชุดผู้ล่าและผู้ผลิตมีค่า relative abundance อยู่ที่ช่วง 1.0-3.1% เพราะแมลงในวงศ์ Ephydridae มีการบริโภคที่หลากหลายเป็นทั้งแมลงผู้ล่าและแมลงกินซากพืช (Keiper, Walton and Foote, 2002) ซึ่งตัวอ่อนของแมลงวงศ์นี้เป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตในน้ำเช่นกัน ทำให้แมลงน้ำวงศ์นี้สามารถพบได้หลากหลายพื้นที่ วงศ์ถัดมาคือ Culicidae มีค่า relative abundance อยู่ที่ช่วง 1.0-3.1% ในชุดควบคุมและชุดผู้ล่า แต่มีค่าอยู่ 3.2-10% ในชุดผู้ผลิตและชุดผสม ความชุกชุมแมลงน้ำวงศ์ Culcidae ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เนื่องจากอุณหภูมิส่งผลต่ออัตราการอยู่ของแมลงน้ำวงศ์นี้เป็นอย่างมาก (Chamnarn Apiwathnasorn, 2012) เมื่อพิจารณาการเข้าใช้ของแมลงน้ำจะเห็นได้ว่าเริ่มพบวงศ์ Culcidae ในช่วงสัปดาห์ที่ 6 ในชุดการทดลองผสมเป็นต้นไปและพบในอีก 3 ชุดที่สัปดาห์ที่ 8 ตรงกับช่วงปลายเดือนมีนาคมซึ่งเป็นฤดูร้อน แมลงน้ำ 2 วงศ์สุดท้ายที่พบคือวงศ์ Mesoveliidae ที่มี relative abundance น้อยกว่า 1% 3 ชุดการทดลองยกเว้นชุดผสมที่มีค่าอยู่ที่ 1.26% แมลงวงศ์ Mesoveliidae เป็นกึ่งแมลงน้ำโดยปกติจะอาศัยอยู่บริเวณริมแหล่งน้ำนิ่งที่มีพืชน้ำให้ยึดเกาะหรือแหล่งน้ำที่มีเศษซากพืชบนผิวน้ำ (Henry T.J., 2009) สามารถเคลื่อนที่บนน้ำได้เหมือนแมลงน้ำในวงศ์ Gerridae และวงศ์สุดท้าย Libellulidae ซึ่งพบเฉพาะในชุดการทดลองผู้ล่าเท่านั้นมีค่า relative abundance เท่ากับ 0.03% จากการศึกษาของ Thorp และ Rogers (2011) พบว่าโดยปกติแมลงน้ำวงศ์ Libellulidae จะพบได้ในแหล่งจืดถาวรหรือกึ่งถาวรที่มีพืชน้ำหรือการเศษซากพืชและเป็นผู้ล่าระดับสูงในแหล่งน้ำที่ไม่มีปลา แต่ในการศึกษานี้กลับพบแมลงน้ำวงศ์ Libellulidae ที่มีปลาแต่ไม่พบในชุดการทดลองอื่น ซึ่งอาจเป็นผลของปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่ปัจจัยชีวภาพ

เมื่อพิจาณาค่าดัชนีความหลากหลายจะเห็นได้ว่าชุดควบคุมมีค่า Simpson Diversity Index สูงที่สุดแต่มีค่า Shanon-Wiener Diversity Index และ Margalef Richness Index น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องตารางความชุกชุมแม้ว่าชุดควบคุมจะมีจำนวนมากที่สุดแต่ชุดควบคุมมีจำนวนชนิดเด่นมากอยู่เพียง 1 ชนิดคือ Chironomidae ซึ่งจำนวนมากกว่า 50% ของจำนวนตัวที่พบในชุดการทดลองนี้และอีก 3 ชนิดที่เด่นใกล้เคียงกัน ส่วนชุดผู้ล่ามีค่า Margalef Richness Index มากที่สุดเพราะมีจำนวนชนิดมากที่สุดแต่มีจำนวนตัวทั้งหมดน้อยที่สุดและชุดผู้ล่ากับชุดผสมมีแน้มโน้มที่จะไปในทิศทางเดียวกันเมื่อเทียบจากค่าดัชนีความหลากหลาย

ฤดูกาลมีบทบาทสำคัญมากต่อความหลากหลายและจำนวนของแมลงน้ำ โดยในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงฤดูร้อนซึ่งมีอุณหภูมิฉลี่ยทั้งอากาศและในน้ำสูงสุดของปีและมีปริมาณน้ำฝนน้อยทำให้

น้ำในแหล่งน้ำที่เป็นที่อยู่อาศัยของสังคมแมลงน้ำลดลงส่งผลต่อความความหลากหลายและความชุกชุมของแมลงน้ำ จากการเก็บข้อมูลของการศึกษาครั้งนี้พบว่าแมลงน้ำวงศ์ Chironomidae เป็นแมลงน้ำที่มีความชุกชุมมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Santana และคณะ (2015) และงานวิจัยของ Nasirian และ Salehzadeh (2019) ที่พบแมลงน้ำวงศ์ Chironomidae ได้เกือบตลอดทั้งปีเพราะความอดทนต่อสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย และยังสรุปไว้อีกว่าแน้วโน้มความชุกชุมแมลงน้ำในฤดูฝนส่วนใหญ่จะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากแหล่งน้ำอยู่เป็นอาศัยและระดับความสูงของน้ำที่เพิ่มมากขึ้นเหมาะสมสำหรับแมลงน้ำบางชนิด (Thornton et al., 1990; Esteves, 1998) อย่างเช่นจำนวนของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae ที่เพิ่มมากขึ้นในฤดูฝนเนื่องจากแหล่งน้ำขังที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เพิ่มมากขึ้น หรือแมลงน้ำในอันดับ Odonata เป็นต้นแล้วเริ่มลดลงในฤดูหนาว เนื่องจากอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมส่งผลต่ออัตราการ metabolism และอัตราการเจริญเติโตของแมลง ซึ่งอาจจะร่วมกับวัฏจักรวงชีวิตของแมลงด้วยที่ทำให้ความชุกชุมของแมลงน้ำในแต่ละฤดูไม่เท่ากัน

ความหนาแน่นของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae ไม่มีสหสัมพันธ์กับ mesocosm ทั้ง 4 ชุดการทดลองและจำนวนตัวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง เนื่องจากว่าแมลงวงศ์ Culicidae แพร่พันธุ์ได้ในแหล่งน้ำขังเกือบทุกแหล่งโดยไม่สนใจว่าจะเป็นแหล่งน้ำขังธรรมชาติหรือแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น (Hanafi-Bojd, Soleimani-Ahmadi, Doosti and Azari-Hamidian, 2017) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบแมลงน้ำวงศ์ Culicidae ที่พบใน mesocosm ทุกชุดการทดลอง ปัจจัยจำกัดทางกายภาพของแมลงน้ำวงศ์นี้มีเพียงอุณหภูมิของน้ำและค่าความเค็มที่ส่งผลต่อการกระจายและความหลากหลายในแต่ละพื้นที่ ส่วนค่า pH ของน้ำยังไม่สรุปได้ว่าเป็นปัจจัยจำกัดหรือไม่ (Hanafi-Bojd al et., 2017) ดังนั้นการควบคุมความหนาแน่นของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae ในแหล่งน้ำจึงต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแห่งนั้น เพราะตัวอ่อนของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae เป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตหลากชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยพบว่ามีสหสัมพันธ์เชิงลบกับแมลงน้ำวงศ์ Coenagrionidae เนื่องจากแมลงน้ำวงศ์ Coenagrionidae เป็นแมลงผู้ล่าของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae ที่สำคัญในธรรมชาติทั้งในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัย แต่มีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับแมลงน้ำวงศ์ Baetidae เพราะแมลงน้ำวงศ์นี้รับรู้ถึงการเปลี่ยนของสภาพแวดล้อมได้รวดเร็ว ซึ่งความสัมพันธ์นี้อาจเกี่ยวข้องกับการเลือกแหล่งน้ำเพื่อแพร่พันธุ์ของแมลงน้ำวงศ์ Culicidae เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาความสัมพันธ์ของแมลงน้ำทั้ง 2 ชนิดนี้

ในการศึกษาครั้งนี้พบแมลงน้ำที่เป็นแหล่งอาหารสำคัญของระบบนิเวศแหล่งน้ำ 2 วงศ์ด้วยกันคือ Chironomidae และ Culicidae ซึ่ง Culicid ในสกุล *Aedes* และ *Culex* เป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตในน้ำหลายชนิดที่เป็นฐานสำคัญของห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นแล้วการที่มี Chironomid และ Culicid ในแหล่งน้ำเดียวกันอาจส่งผลต่อการเลือกกินเหยื่อของผู้ล่าทั้ง 2 ชนิดนี้ แต่จากการศึกษาของ PRAMANIK และคณะ (2017) พบว่าการมีของตัวอ่อนของ Chironomidae

และ ตัวอ่อนของ Culicidae ในแหล่งเดียวกันไม่ส่งผลมากต่อการเลือกกินเหยื่อของผู้ล่า โดยจะกินตัวอ่อน Chironomid ด้วยแต่จำนวนไม่เยอะเท่ากับการกินจำนวนของตัวอ่อน Culicid เนื่องจากสารอาหารที่อยู่ภายในตัวอ่อน Culicid มีมากกว่า (Amalraj, Sivagnaname and Das, 2005) แม้ว่าจำนวนตัวอ่อนในแหล่งน้ำจะเท่ากันก็ตาม แต่ก็มีโอกาสที่ผู้ล่าจะเลือกกินตัวอ่อน Chironomidae มากกว่าตัวอ่อน Culicidae ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งน้ำและทรัพยากรที่จำเป็นในการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องของผู้ล่า

การศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางระบบนิเวศจะถูกใช้ในการศึกษาระบบนิเวศต่างๆแล้วแต่สิ่งที่ผู้ศึกษาสนใจ โดยปกติจะแบ่งออกเป็นอิทธิผลหรือผลกระทบของสารเคมีกับสภาพภูมิอากาศต่อระบบนิเวศและการจำลองผลกระทบของระบบนิเวศต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งการใช้แบบจำลอจะต้องคำนึงสภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศที่จะจำลอง รวมทั้งมิติและความสัมพันธ์ของเวลาให้เหมาะสมกับขนาด (Kangas and Adey., 2008) ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับและมีข้อดีกับข้อเสียแตกต่างกัน ระดับที่ 1 คือ microcosm มีขนาดเส้นผ่านศูนกลางย์อยู่ที่น้อยยกว่า 1 เมตร ข้อดีคือมีขนาดเล็ก สามารถจำลองสภาพแวดล้อมได้ง่ายและทำได้หลายซ้ำ แต่ก็จะมีจุดบอดที่สำคัญคือจะขาดความสมจริงเมื่อต้องการใช้อ้างอิงในระบบที่ใหญ่ ระดับที่ 2 คือ mesocosm ที่ถูกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 1-10 เมตร มีความสมจริงมากกว่า microcosm ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้อ้างอิงในระบบที่ใหญ่ได้ แต่การจำลองซ้ำทำได้ยากและถูกจำกัด เนื่องจากจะควบคุมตัวแปรต่างๆได้ยากขึ้น และระดับสุดท้ายคือ ระบบนิเวศจำลองที่ให้ข้อมูลได้สมจริงมากที่สุดแต่มีค่าใช้จ่ายมากทั้งในด้านงบประมาณและเวลา จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำข้อมูลมาอ้างอิงกับแหล่งที่มีขนาดไม่ใหญ่มากเช่นคูน้ำหรือบ่อน้ำ เพื่อใช้ปรับปรุงและพัฒนาแหล่งน้ำให้มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้นรวมทั้งจำกัดจำนวนของแมลงในวงศ์ Culicidae ที่เป็นปัญหาสุขภาพสำคัญของมนุษย์ในการลดความเสี่ยงต่ออันตราย โดยการจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำให้เหมาะสมต่อสังคมแมลงน้ำเป็นการใช้ bio control ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์น้อยกว่าการใช้สารเคมีกำจัดที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์เป็นวงกว้าง

# บทที่ 6
# สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

## 6.1 สรุปผลการศึกษา

สังคมของแมลงน้ำเป็นส่วนสำคัญในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศแหล่งน้ำ ทั้งในด้านบทบาททางระบบนิเวศหรือลำดับในห่วงโซ่อาหาร สังคมของแมลงน้ำในแต่ละพื้นที่ถูกกำหนดโดยสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศทั้งปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพ ปัจจัยทางกายภาพได้แก่ อุณหภูมิ คุณภาพของแหล่งน้ำ รวมถึงการไหลของน้ำอีกด้วย ปัจจัยทางชีวภาพได้แก่สังคมสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำเช่นพืชน้ำ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สัตว์มีกระดูกสันหลังเป็นต้น หากเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงเล็กน้อยก็จะส่งผลต่อสังคมแมลงน้ำทั้งในด้านความหลากหลายของชนิดและความชุกชุมของแต่ละชนิด โดยพบว่าช่วงแรกของการศึกษายังไม่มีการเข้าใช้ของแมลงน้ำแต่เมื่อมีแมลงผู้บุกเบิกคือแมลงน้ำวงศ์ Chironomidae ในสัปดาห์ถัดไปก็มีแมลงชนิดอื่นเรื่อยๆ ซึ่งแมลงที่พบมีทั้งแมลงน้ำที่เป็นประโยชน์และแมลงน้ำที่ก่อให้ปัญหา แต่ในธรรมชาติก็จะสร้างสมดุลของสังคมสิ่งมีชีวิตเพราะในธรรมชาติจะมีผู้ล่าที่คอยจำกัดจำนวนของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆไว้ให้เหมาะสม ดังนั้นการรักษาและพัฒนาระบบนิเวศของธรรมชาติเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อลดจำนวนแมลงที่อาจจะก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพที่สำคัญ

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

### 6.2.1 <u>ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์</u>

สามารถนำไปประยุกต์ใช้ปรับปรุงพัฒนาแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อลดความชุกชุมของยุงที่ก่อให้ปัญหาสุขภาพที่สำคัญของมนุษย์และเป็นฐานข้อมูลการศึกษาในอนาคตเพื่อต่อยอดพัฒนาความรู้

### 6.2.2 <u>ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต</u>

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาในช่วงต้นฤดูแล้งเป็นเวลาเพียง 8 สัปดาห์และเก็บข้อมูลสัปดาห์ละครั้งเท่านั้นหากการศึกษาใช้ระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น เก็บข้อมูลถี่มากขึ้นและศึกษาในช่วงเวลาอื่นอาจพบความเปลี่ยนของสังคมแมลงน้ำและที่สำคัญการศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้วิเคราะห์ปัจจัยทางกายที่ส่งผลต่อสังคมแมลงน้ำรวมทั้งการเก็บข้อมูลเศษใบไม้ที่ร่วงลงมา ซึ่งหากวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพร่วมกับปัจจัยชีวภาพจะทำให้เห็นภาพรวมของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อสังคมแมลงน้ำมากยิ่งขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพัฒนาระบบนิเวศหล่งน้ำให้ยั่งยืนต่อไป

# เอกสารอ้างอิง


**ภาษาไทย**

จุฑาภรณ์ อัมระปาล (2552) ความเป็นไปได้ในการใช้มวนกรรเชียงจิ๋ว *Micronecta grisea* แทนการใช้เทมีฟอสในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แตงอ่อน พรหมมิ (2554) ความหลากหลายทางชีวภาพและโครงสร้างชุมชนของแมลงน้ำในบ่อน้ำาจืดที่มีน้ำาขังตลอดเวลาVeridian E-Journal SU Vol.4. ค้นเมื่อ 27 พฤษภาคม 2563, ออนไลน์: https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/27010/22932

**ภาษาอังกฤษ**

Abhijna, U & Ratheesh, R & Kumar, Biju. (2013). Distribution and diversity of aquatic insects of Vellayani lake in Kerala. Journal of environmental biology / Academy of Environmental Biology, India. 34, 605-611.

Amalraj, D.D., Sivagnaname, S. and Das, P.K. 2005. Effect of food on immature development, consumption rate, and relative growth rate of *Toxorhynchites splendens* (Diptera: Culicidae), a predator of container breeding mosquitoes. Mem Inst Oswaldo Cruz. 100(8) : 893–902.

Chamnarn Apiwathnasorn. (2012) Climate Change and Mosquito Vectors. J Trop Med Parasitol. 35, 78-85.

Eugene P. Odum. (1984) The Mesocosm. BioScience. 34, 558–562

Esteves, FA., 1998. Fundamentos em limnologia. Rio de Janeiro: Interciência. 602.

Gaugin, A. R. and Tarzwell. C. M. (1952). Aquatic invertebrates as indicators of stream Pollution. Public Health Reports 67. 57-64.

Irfan, S. and Alatawi, A.M.M. (2019) Aquatic Ecosystem and Biodiversity. A Review. Open Journal of Ecology. 9, 1-13.

Kangas P.C. and Adey W.H. (2008). Mesocosm Management. Encyclopedia of Ecology 1, 2308-2313

Keiper, Joe & Walton, William & Foote, Benjamin. (2002). Biology and ecology of higher Diptera from freshwater wetlands. Annual review of entomology. 47, 207-232.

Koetsier, P. 1989. The effects of fish predation and algal biomass on insect community structure in an Idaho stream. Journal of Freshwater Ecology 5, 187-196.

Hanafi-Bojd, Ahmad-Ali & Soleimani-Ahmadi, Moussa & Doosti, Sara & Azari-Hamidian, Shahyad. (2017). Larval habitats, affinity and diversity indices of Culicinae (Diptera: Culicidae) in southern Iran. International Journal of Mosquito Research. 4. 27-38.

Henry T.J. Foottit R.G., Adler P.H., eds (2009). Insect biodiversity: Science and society. Oxford: Wiley-Blackwell, 223-263.

Naseem, Sana & Professor, Malik & Munir, Talhat. (2016). Mosquito management: A review. 73, 73-79.

Nasirian H, Salehzadeh A (2019) Effect of seasonality on the population density of wetland aquatic insects: A case study of the Hawr Al Azim and Shadegan wetlands, Iran, Veterinary World, 12(4): 584-592.

Prommi, T. & Payakka, Ampon. (2015). Aquatic Insect Biodiversity and Water Quality Parameters of Streams in Northern Thailand. Sains Malaysiana. 44, 707-717.

Pramanik, Soujita & Banerjee, Sampa & Saha, Goutam & Aditya, Gautam. (2017). Observations on the predation of mosquito in presence of chironomid prey by *Toxorhynchites splendens* Wiedemann, 1898 (Diptera: Culicidae): implications in biological control of mosquito. 23, 2163-2168.

Radja B, Šantić M. (2014). Community structure of aquatic insects in the karstic Jadro River in Croatia. Journal of Insect Science 14 (54). Available online: http://www.insectscience.org/14.54

Rogers, Holly & Schmidt, Travis & Dabney, Brittanie & Hladik, Michelle & Mahler, Barbara & Van Metre, Peter. (2016). Bifenthrin Causes Trophic Cascade and Altered Insect Emergence in Mesocosms: Implications for Small Streams. Environmental Science & Technology. 50, 11974-11983.

Santana, HS, Silva, LCF, Pereira, CL., Simião-Ferreira, J., & Angelini, R.. (2015). The rainy

season increases the abundance and richness of the aquatic insect community in a Neotropical reservoir. Brazilian Journal of Biology, 75(1), 144-151.

Silberbush, Alon & Blaustein, Leon & Margalith, Yoel. (2005). Influence of Salinity Concentration on Aquatic Insect Community Structure: A Mesocosm Experiment in the Dead Sea Basin Region. Hydrobiologia. 548, 1-10.

Shaalan, Essam & Canyon, Deon. (2009). Aquatic insect predators and mosquito control. Tropical biomedicine. 26, 223-261.

Stonedahl, G., & Lattin, J. (1987). The Gerridae or water striders of Oregon and Washington (Hemiptera: Heteroptera). Corvallis : Agricultural Experiment Station, Oregon State University. Available online:https://andrewsforest. oregonstate0.edu/sites/default/files/lter/pubs/pdf/pub2016.pdf

Takagi, Masahiro & Sugiyama, Akira & Maruyama, Katsumi. (1996). Effect of Rice Plant Covering on the Density of Mosquito Larvae and Other Insects in Rice Fields. Applied Entomology and Zoology. 31, 75-80.

Thornton, KW., Kimmel, BL. and Payene, FE., 1990. Reservoir limnology: ecological perspectives. New York: A Wiley – Interscience Publication. 246.

Thorp, A. & Rogers, D Christopher. (2011). Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America. Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America, 191-197.

Williams, D.D. and Feltmate, B.W. (1992). Aquatic Insects. New York: CAB International Trowbridge, Redwood Books

Wynn, G., Paradise, C.J. (2001). Effects of microcosm scaling and food resources on growth and survival of larval *Culex pipiens*. BMC Ecol 1, 3 Avialable online https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11527507/

Yule, C.M. and Sen, Y.H. (2004). Freshwater invertebrates of the Malaysian region. Aura Productions Sdn. Bhd. Selangor, Malaysia.

# ภาคผนวก

**ภาคผนวกที่ 1** ตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูล

**Tests of Normality**

| | | Kolmogorov-Smirnov[a] | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | treatment | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| number | treament control | .309 | 9 | .013 | .676 | 9 | .001 |
| | treatment predator | .285 | 9 | .034 | .794 | 9 | .018 |
| | treatment producer | .224 | 9 | .200* | .868 | 9 | .117 |
| | treament mix (predator&producer) | .214 | 9 | .200* | .898 | 9 | .240 |

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**ภาคผนวกที่ 2** ทดสอบข้อสอบด้วย Kruskal-Wallis

**Independent-Samples Kruskal-Wallis Test Summary**

| | |
|---|---|
| Total N | 4 |
| Test Statistic | 3.000[a,b] |
| Degree Of Freedom | 3 |
| Asymptotic Sig.(2-sided test) | .392 |

a. The test statistic is adjusted for ties.

b. Multiple comparisons are not performed because the overall test does not show significant differences across samples.

**ภาคผนวกที่ 3** ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับ วงศ์ของแมลงน้ำอื่นทั้งหมด

**Correlations**

| | | | Culicidae | other_family_insect |
|---|---|---|---|---|
| Spearman's rho | Culicidae | Correlation Coefficient | 1.000 | -.258 |
| | | Sig. (2-tailed) | . | .742 |
| | | N | 4 | 4 |
| | other_family_insect | Correlation Coefficient | -.258 | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .742 | . |
| | | N | 4 | 4 |

**ภาคผนวกที่ 4** ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับ จำนวนของแมลงน้ำอื่น

**Correlations**

| | | | Culicidae | number_other_insect |
|---|---|---|---|---|
| Spearman's rho | Culicidae | Correlation Coefficient | 1.000 | .400 |
| | | Sig. (2-tailed) | . | .600 |
| | | N | 4 | 4 |
| | number_other_insect | Correlation Coefficient | .400 | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .600 | . |
| | | N | 4 | 4 |

**ภาคผนวกที่ 5** ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับ แมลงน้ำวงศ์ Coengrionidae

**Correlations**

| | | | Culicidae | Coenagrionidae |
|---|---|---|---|---|
| Spearman's rho | Culicidae | Correlation Coefficient | 1.000 | -.504* |
| | | Sig. (2-tailed) | . | .047 |
| | | N | 16 | 16 |
| | Coenagrionidae | Correlation Coefficient | -.504* | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .047 | . |
| | | N | 16 | 16 |

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**ภาคผนวกที่ 6** ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำวงศ์ Culicidae กับ แมลงน้ำวงศ์ Baetidae

**Correlations**

| | | | Culicidae | Baetidae |
|---|---|---|---|---|
| Spearman's rho | Culicidae | Correlation Coefficient | 1.000 | .699** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | .003 |
| | | N | 16 | 16 |
| | Baetidae | Correlation Coefficient | .699** | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .003 | . |
| | | N | 16 | 16 |

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).