

โครงสร้างประชาคมเพลงก่ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

วิสิทธิ์ญา อังเจริญสุกาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวาริชศาสตร์

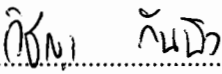
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

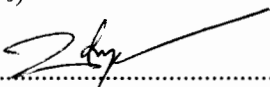
มกราคม 2561

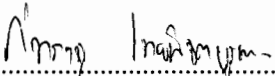
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ วิสิทธิ์ ฐา อึ้งเจริญสุกาน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

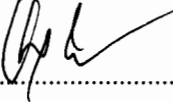
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

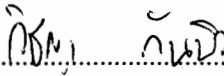
  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร. วิชญา กันบัว)


  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิสาชล อุแก้วมา)

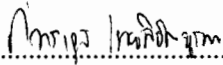
  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร. ภัทรารุช ไทยพิชิตบูรพา)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุกุล บูรณประทีปรัตน์)

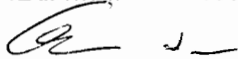
  
..... กรรมการ  
(ดร. วิชญา กันบัว)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิสาชล อุแก้วมา)

  
..... กรรมการ  
(ดร. ภัทรารุช ไทยพิชิตบูรพา)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนวัฒน์ ตันติวารานุรักษ์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

  
..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่...1๐... เดือน...สิงหาคม... พ.ศ. ๒๕๖1

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.วิชญา กันบัว อาจารย์ที่ปรึกษา  
ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียด  
ถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงาน  
วิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ  
ได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของข้าพเจ้าทุกคนที่ให้การช่วยเหลือ สนับสนุนและให้  
กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา

ขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือการทำวิทยานิพนธ์  
ของผู้วิจัยในครั้งนี้

เนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

วิสิทธิ์ญา อึ้งเจริญสุกาน

58910001: สาขาวิชา: วาริชศาสตร์;วท.ม. (วาริชศาสตร์)

คำสำคัญ: แพลงก์ตอน/หนองหาร/สกลนคร

วิทยุทธึฏฐา อึ้งเจริญสุกาน: โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร (PLANKTON COMMUNITY STRUCTURE IN NONG HAN, SAKON NAKHON PROVINCE)  
คณะกรรมการควบคุมวิทยุทธึฏฐานิพนธ์: วิทยุทธึฏฐา กัณบัว, Ph.D.153 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

จากการศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ทั้งหมด 5 ครั้งในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 จำนวนทั้งสิ้น 8 สถานี ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนด้วยการตักน้ำกรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร พร้อมทั้งทำการตรวจวัดพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 65 สกุล 3 ดิวิชัน ได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) 42 สกุล ดิวิชัน Chromophyta (สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง) 12 สกุล และดิวิชัน Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 11 สกุล โดยพบสาหร่ายสีเขียวเป็นกลุ่มเด่น ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชรวมเฉลี่ย 4,726 เซลล์ต่อลิตร ค่าดัชนีความมากชนิดของแพลงก์ตอนพืช มีค่าอยู่ในช่วง 1.62 ถึง 5.57 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอมีค่าอยู่ในช่วง 0.32 ถึง 0.87 และค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าอยู่ในช่วง 1.15 ถึง 3.16 แพลงก์ตอนสัตว์พบทั้งหมด 3 ไฟลัม ได้แก่ ไฟลัม Rotifera (โรติเฟอร์) ไฟลัม Arthropoda (ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โคพีพอด และไรน้ำจืด) และไฟลัม Protozoa (โปรโตซัว) โดยพบโปรโตซัวเป็นกลุ่มเด่น ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์รวมเฉลี่ย 819 ตัวต่อลิตร

เมื่อวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม แต่สามารถอธิบายได้ว่า โดยรวมโครงสร้างของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนครส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันทั้งในแต่ละสถานีและช่วงเวลาที่ทำการศึกษาและพบมีความแตกต่างบางช่วงเวลา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ ออร์โธฟอสเฟต ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า และความเป็นด่าง ที่ส่งผลต่อโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

คุณภาพน้ำส่วนใหญ่จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำ และเมื่อพิจารณาพร้อมกับโครงสร้างของสายใยอาหารในหนองหาร พบว่าระบบนิเวศภายในหนองหารนั้นมีความอุดมสมบูรณ์เนื่องจากพบความหลากหลายของแพลงก์ตอนทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในสายใยอาหาร อีกทั้งยังพบว่าแพลงก์ตอนขนาดเล็กมีบทบาทและความสำคัญในสายใยอาหารเช่นเดียวกับแพลงก์ตอนขนาดใหญ่

58910001: MAJOR: AQUATIC SCIENCE; M.Sc. (AQUATIC SCIENCE)

KEYWORDS: PLANKTON/NONG HAN/SAKON NAKHON

WISITDA UENJAREANSUKARN: PLANKTON COMMUNITY STRUCTURE IN NONG HAN, SAKON NAKHON PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: VICHAYA GUNBUA, Ph.D. 153 P. 2018.

The plankton community structure in Nong Han, Sakon Nakhon province was studied. The 8 samples were collected from 8 stations in 2016 (June, September, December) and 2017 (April and June) by using 20  $\mu\text{m}$  mesh size plankton net. The total of 65 genera, belonging to 3 divisions of phytoplankton were encountered including Division Chlorophyta (Green algae) Chromophyta (Golden-brown algae) and Cyanophyta (Blue-green algae) with 42, 12 and 11 genera, respectively with the most diverse group of Green algae. The average total of phytoplankton density was 4,726 cell  $\text{l}^{-1}$  with the range of richness, evenness and diversity index were 1.62 - 5.57, 0.32 - 0.87 and 1.15 - 3.16, respectively. The 3 groups of zooplankton were recognized, including Phylum Rotifera, Arthropoda and Protozoa in 5 groups: Rotifer, Nauplius, Cladocera, Copepod and Protozoa, respectively which Protozoa was the dominant group. The average total of zooplankton density was 819 individual  $\text{l}^{-1}$ .

The group analysis by Principal Component Analysis (PCA), could have divided into 4 groups, but the similarity of the community structure of plankton in Nong Han, Sakon Nakhon in each station and time of study could be explained. The differences could occasionally be found due to the changes of some water quality parameters such as orthophosphate, total suspended solid, dissolved oxygen, pH, conductivity and alkalinity which could affect the community structure of plankton in Nong Han, Sakon Nakhon.

The water quality was mostly classified as the surface water quality standard of class 2 and suitable for the aquatic animals. When considering with the structure of the planktonic food web, it was found that the ecosystem within the mound was fertile, because of the diversity of plankton (Picoplankton, Nanoplankton and Microplankton) which played the role and importance in food web as well as in Microplankton.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
หนองหาร.....	4
ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดสกลนคร.....	9
เพลงก่ตอน.....	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	29
สถานที่ดำเนินงานวิจัย.....	29
ระยะเวลาการศึกษา.....	29
วิธีการเก็บและศึกษาตัวอย่าง.....	35
การวิเคราะห์ตัวอย่างเพลงก่ตอน.....	36
การศึกษามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ.....	37
การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ.....	38
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	38

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	41
โครงสร้างประชาคมเพลงก่ตอนพีช.....	41
โครงสร้างประชคมเพลงก่ตอนสัตว์.....	59
เพลงก่ตอนขนาดเล็ก (พีโคเพลงก่ตอนและนาโนเพลงก่ตอน).....	68
คุณภาพน้ำ.....	81
มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ.....	93
การวิเคราะห์การจัดกลุ่มของประชาคมสิ่งมีชีวิต.....	95
ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพน้ำกับเพลงก่ตอน.....	99
5 อภิปรายและสรุปผล.....	101
อภิปรายผล.....	101
สรุปผล.....	117
บรรณานุกรม.....	119
ภาคผนวก.....	125
ภาคผนวก ก.....	126
ภาคผนวก ข.....	131
ภาคผนวก ค.....	145
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	153

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	การแบ่งกลุ่มของเพลงก่ต่อน โดยยี่คขนาด..... 12
3-1	สถานีเก็บตัวอย่างการวิจัย..... 30
3-2	การตรวจวัดคุณภาพน้ำ..... 36
3-3	พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ..... 38
4-1	ความหลากหลายของเพลงก่ต่อนพืชที่พบในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 41
4-2	ความหลากหลายของเพลงก่ต่อนพืชที่พบในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา..... 45
4-3	เปรียบเทียบดัชนีความมกชนิด ดัชนีความสมำเสมอ และดัชนี ความหลากหลายของเพลงก่ต่อนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ในแต่ละช่วงเดือนและสถานีที่ทำการศึกษา..... 58
4-4	ความหลากหลายของเพลงก่ต่อนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 60
4-5	ความหลากหลายของฟิโคเพลงก่ต่อนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 68
4-6	ความหนาแน่นของฟิโคเพลงก่ต่อนที่พบในแต่ละสถานี..... 71
4-7	ความหลากหลายของนาโนเพลงก่ต่อนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 71
4-8	ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 83
4-9	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของเพลงก่ต่อนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 94
4-10	ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพน้ำกับความหนาแน่นเพลงก่ต่อนพืช..... 100
4-11	ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพน้ำกับความหนาแน่นเพลงก่ต่อนสัตว์..... 100
5-1	งานวิจัยเพลงก่ต่อนพืชบริเวณต่างๆในประเทศไทย..... 108
5-2	งานวิจัยเพลงก่ต่อนสัตว์บริเวณต่างๆในประเทศไทย..... 110
ก-1	ความหลากหลายของเพลงก่ต่อนพืชที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา..... 127
ก-2	ความหนาแน่นของเพลงก่ต่อนพืชที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา..... 128
ก-3	ความหนาแน่นของเพลงก่ต่อนสัตว์ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา..... 129
ก-4	ความหนาแน่นของนาโนเพลงก่ต่อนที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา..... 130



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3-1	จุดเก็บตัวอย่าง..... 29
3-2	สถานีที่ 1 ด้านหลังศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 (สกลนคร)..... 31
3-3	สถานีที่ 2 บ้านนาดอกไม้ ตำบลหางโฮง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร..... 31
3-4	สถานีที่ 3 บ้านท่าแร่ ตำบลท่าแร่อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร..... 32
3-5	สถานีที่ 4 บ้านโพนบก ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร..... 32
3-6	สถานีที่ 5 เกาะคอนสวรรค์ใหญ่ ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร..... 33
3-7	สถานีที่ 6 บ้านท่าศาลา ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร..... 33
3-8	สถานีที่ 7 บ้านจอมแจ้ง ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร..... 34
3-9	สถานีที่ 8 บ้านดอนยาง ตำบลเหล่าปอแดง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร..... 34
3-10	การเก็บตัวอย่างเพลงก่ตอน..... 35
4-1	ความหนาแน่นเฉลี่ยของเพลงก่ตอนพีชที่พบในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา..... 47
4-2	ความหนาแน่นเฉลี่ยของเพลงก่ตอนพีชที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา..... 49
4-3	สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชทั้ง 8 สถานีในแต่ละช่วงเดือน ที่ทำการศึกษา..... 51
4-4	สัดส่วนเพลงก่ตอนพีชทั้งหมดที่พบในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 52
4-5	สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา..... 53
4-6	สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา..... 54
4-7	ความหนาแน่นเฉลี่ยของเพลงก่ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 61
4-8	สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์จำนวน 8 สถานีในแต่ละช่วงเดือน ที่ทำการศึกษา..... 63
4-9	สัดส่วนรวมทั้งหมดของเพลงก่ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 64
4-10	สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา..... 65
4-11	สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา..... 67
4-12	ความหนาแน่นเฉลี่ยของฟิโคเพลงก่ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 69
4-13	ความหนาแน่นเฉลี่ยของนาโนเพลงก่ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 73

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-14	สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเดือนและ สถานที่ที่ทำการศึกษา..... 76
4-15	สัดส่วนความหนาแน่นรวมของนาโนแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 76
4-16	สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา..... 78
4-17	สัดส่วนของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละสถานที่ที่ทำการศึกษา..... 80
4-18	คุณภาพน้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 90
4-19	สัดส่วนมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืช ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 95
4-20	การจัดกลุ่ม Principal Component Analysis ของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 96
4-21	กลุ่มที่ 1..... 97
4-22	กลุ่มที่ 2..... 97
4-23	กลุ่มที่ 3..... 98
4-24	กลุ่มที่ 4..... 98
5-1	สายใยอาหารในหนองหาร จังหวัดสกลนคร..... 113
ข-1	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559..... 132
ข-2	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559..... 132
ข-3	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559..... 133
ข-4	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560..... 133
ข-5	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560..... 134
ข-6	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559..... 135
ข-7	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559..... 135
ข-8	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559..... 136
ข-9	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560..... 136
ข-10	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560..... 137
ข-11	ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559..... 138
ข-12	ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559..... 138

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ข-13	ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559.....	139
ข-14	ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560.....	139
ข-15	ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560.....	140
ข-16	ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559.....	141
ข-17	ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559.....	141
ข-18	ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559.....	142
ข-19	ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560.....	142
ข-20	ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560.....	143
ข-21	ปริมาตรน้ำกักเก็บในหนองหารปี พ.ศ. 2559.....	144
ค-1	แพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนคิวิชั่น Chlorophyta.....	146
ค-2	แพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนคิวิชั่น Cyanophyta และ Chromophyta.....	147
ค-3	แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบบ่อยในหนองหาร จังหวัดสกลนคร.....	148
ค-4	ฟิโคแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร.....	149
ค-5	นาโนแพลงก์ตอนคิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae.....	150
ค-6	นาโนแพลงก์ตอนคิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae.....	150
ค-7	นาโนแพลงก์ตอนคิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae.....	151
ค-8	นาโนแพลงก์ตอนคิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae.....	151
ค-9	นาโนแพลงก์ตอนคิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae.....	152

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หนองหารเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญในด้านต่าง ๆ แก่ประชาชนชาวจังหวัดสกลนคร โดยมีชุมชนที่อาศัยอยู่รอบหนองหารถึง 11 ตำบล 2 อำเภอคือ อำเภอเมืองและอำเภอโพนนาแก้ว หนองหารมีพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 123 ตารางกิโลเมตร มีลำน้ำพุที่เกิดจากเทือกเขาภูพานเป็นต้นน้ำที่คอยเติมน้ำให้กับหนองหาร และมีลำน้ำก่ำเป็นทางระบายน้ำออกสู่แม่น้ำโขง ประชาชนส่วนใหญ่ใช้น้ำในการอุปโภค บริโภค และเกษตรกรรม เมื่อประชาชนเพิ่มจำนวน การขยายตัวของชุมชนเมืองจึงมากขึ้น การใช้ประโยชน์จากหนองหารจึงมีมากขึ้นเช่นกัน หนองหารในปัจจุบันได้รับผลกระทบจากการใช้ประโยชน์และกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ทั้งการอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม การท่องเที่ยว และปัญหาน้ำทิ้งจากชุมชน โดยปัญหาที่เห็นได้ชัดเจนคือ แหล่งน้ำตื้นเขินจากการสะสมของตะกอน การมีปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้น และการบุกรุกที่ดินรอบหนองหาร (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9, 2554) ซึ่งการใช้ประโยชน์ดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำซึ่งอาจมีผลต่อคุณภาพน้ำทางชีวภาพอาจเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำได้

สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบอันดับแรก ได้แก่ แพลงก์ตอน (Plankton) แพลงก์ตอนหมายถึง สิ่งที่มีชีวิตที่ลอยอยู่ในน้ำสุดแต่เคลื่อนและลมจะพาไป (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) แพลงก์ตอนประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ พบแตกต่างกันหลากหลายกลุ่มในแต่ละแหล่งน้ำ แพลงก์ตอนพืชสามารถสร้างอาหารเองได้ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จัดเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหาร (Primary producer) ในขณะที่แพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์น้ำอื่น ๆ นั้นไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ จึงต้องบริโภคแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารเพื่อดำรงชีพและเจริญเติบโต แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำได้ (ยูดี พิรพรพิศาล, 2549) แพลงก์ตอนสัตว์มีบทบาทในการถ่ายทอดสารอาหารและพลังงานไปยังสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ โดยเป็นอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำในห่วงโซ่อาหารการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในด้านต่าง ๆ อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ และสภาพแวดล้อม ทำให้ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลต่อการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร ทำให้เกิดการเสียดุลของระบบนิเวศขึ้นได้และทำให้โครงสร้างของแพลงก์ตอนมีการเปลี่ยนแปลงไป

เพลงก่ตอนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยเป็นผู้ผลิตขั้นต้นและเป็นดัชนีบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ดังนั้นการศึกษาโครงสร้างของเพลงก่ตอนจึงมีความสำคัญ การศึกษาเพลงก่ตอนในประเทศไทยส่วนมากเน้นไปที่การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น องค์ประกอบชนิด การแพร่กระจาย ความหลากหลายของเพลงก่ตอนพืชขนาดไมโครเพลงก่ตอน (20-200 ไมโครเมตร) และเพลงก่ตอนสัตว์ ขนาดเมโซเพลงก่ตอน (200 ไมโครเมตร-2 มิลลิเมตร) ในสถานที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศไทยทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย ส่วนการศึกษาเพลงก่ตอนขนาดเล็ก (ฟิโคเพลงก่ตอนและนาโนเพลงก่ตอน) ยังมีค่อนข้างน้อย เนื่องจากการศึกษาที่ใช้เทคนิคที่ซับซ้อนและอุปกรณ์มีราคาสูง อีกทั้งเป็นการศึกษาที่ต้องการความละเอียดและความอดทนสูงจึงส่งผลให้มีผู้ทำวิจัยทางด้านนี้จำนวนน้อย จากการศึกษาเพลงก่ตอนขนาดเล็กของวรพร ธารางกูร (2545) และอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ณีฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, อิชฌิกา พรหมทอง และวรพร ธารางกูร (2544) พบว่า เพลงก่ตอนขนาดเล็กมีมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ที่สูงกว่าเพลงก่ตอนพืชขนาดใหญ่ อาจกล่าวได้ว่าในระบบนิเวศนั้นมีเพลงก่ตอนขนาดเล็กเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหาร การศึกษาเพลงก่ตอนขนาดเล็กนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษา เช่นเดียวกับเพลงก่ตอนขนาดใหญ่ เนื่องจากทำให้เราทราบถึงผู้ผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศทางน้ำได้ดีมากยิ่งขึ้น

การทำวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างของเพลงก่ตอนและคุณภาพน้ำบางประการภายในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ผู้จัดทำหวังว่าจะทำให้ทราบถึงโครงสร้างของเพลงก่ตอน และความสัมพันธ์ระหว่างเพลงก่ตอนกับปัจจัยคุณภาพน้ำ และข้อมูลขององค์ประกอบของเพลงก่ตอนขนาดเล็กภายในหนองหาร จังหวัดสกลนคร เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการทรัพยากรในหนองหารต่อไปในอนาคต รวมทั้งสามารถใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับการศึกษาแหล่งน้ำในบริเวณอื่นของประเทศไทยได้

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างของเพลงก่ตอนพืชและเพลงก่ตอนสัตว์ในแต่ละบริเวณ และช่วงเวลาภายในหนองหาร จังหวัดสกลนคร
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเพลงก่ตอนกับปัจจัยคุณภาพน้ำบางประการในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

### สมมติฐานการวิจัย

1. โครงสร้างของเพลงก่ตอนพืช และเพลงก่ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร มีโครงสร้างที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณ และช่วงเวลา
2. ปัจจัยคุณภาพน้ำบางประการมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเพลงก่ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงโครงสร้างของห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศแหล่งน้ำหนองหาร จังหวัดสกลนคร และทราบว่าปัจจัยทางด้านฤดูกาลส่งผลต่อโครงสร้างของเพลงก่ตอนอย่างไร
2. ทราบความสัมพันธ์ของปัจจัยคุณภาพน้ำบางประการกับโครงสร้างของเพลงก่ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ในแต่ละบริเวณ และช่วงเวลา
3. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจัดทำเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาความรู้ทางด้านนิเวศวิทยาของเพลงก่ตอนสำหรับแหล่งน้ำจืดอื่น ๆ ในประเทศไทย
4. นำข้อมูลที่ได้จัดทำแนวทางในการอนุรักษ์พื้นที่และจัดการการใช้ประโยชน์จากหนองหาร จังหวัดสกลนครอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

### ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาโครงสร้างของเพลงก่ตอนเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 1 ปี โดยทำการเก็บตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 5 ครั้ง ในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ภายในหนองหาร จังหวัดสกลนครทั้งหมด 8 สถานี รวมทั้งตรวจวัด และศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ไนโตรที่ ไนเตรท ความเป็นค่า ความกระด้าง ออร์โธฟอสเฟต และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ณ จุดเก็บตัวอย่าง

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. หนองหาร

หนองหาร เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และใหญ่เป็นอันดับสองของประเทศไทย รองจากบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ความกว้างประมาณ 7 กิโลเมตร ยาว 18 กิโลเมตร มีพื้นที่รวมประมาณ 123 ตารางกิโลเมตร หรือ 77,106 ไร่ ระดับน้ำลึกประมาณ 3-6 เมตร (สำนักงานจังหวัดสกลนคร, ม.ป.ป.) ขนาดพื้นที่ผิวน้ำเฉลี่ย 120 ตารางกิโลเมตร มีความจุเฉลี่ย 200 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งขนาดพื้นที่ผิวน้ำและความจุจะแปรผันไปตามระดับน้ำที่กักเก็บอยู่ในหนองหาร โดยที่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเดือนของแต่ละปี (ธีรพล คังคะเกตุ และลือชัย คุรุช้อย, 2541) โดยหนองหารรับน้ำจากลำห้วยต่าง ๆ ประมาณ 21 สาย มีลุ่มน้ำพุซึ่งเกิดจากเทือกเขาภูพานเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญที่สุด และระบายน้ำออกทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปตามลำน้ำก่ำลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม หนองหารครอบคลุมเขตเทศบาลเมืองสกลนคร มีพื้นที่ติดอยู่กับหนองหารถึง 11 ตำบลของอำเภอเมืองสกลนคร และอำเภอโพนนาแก้ว ได้แก่ ตำบลธาตุเชิงชุม ตำบลธาตุนาเวง ตำบลเชียงเครือ ตำบลท่าแร่ ตำบลนาแก้ว ตำบลบ้านแป้น ตำบลม่วงลาย ตำบลเหล่าปอแดง ตำบลจิวดอน ตำบลยางโอง และตำบลดงชน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560)

เดิมหนองหารเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่เป็นระบบปิด ในเขตพื้นที่หนองหารมีเกาะดอนมากกว่า 60 เกาะดอน (สำนักงานจังหวัดสกลนคร, ม.ป.ป.) แต่ปัจจุบันเหลือประมาณ 22 เกาะดอน เกาะดอนที่ใหญ่ที่สุดคือเกาะดอนสวรรค์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560) เมื่อปี พ.ศ. 2484 มีการสำรวจเพื่อการพัฒนาลุ่มน้ำหนองหาร กรมประมงได้ก่อสร้างประตูละบายน้ำระหว่างหนองหารกับลำน้ำก่ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำโขง ห่างจากท้ายหนองหารลงไปประมาณ 4 กิโลเมตร เพื่อควบคุมระดับน้ำในหนองหาร โดยประตูละบายน้ำเป็นแบบชักขึ้นลง ขนาด 4×5 เมตร จำนวน 2 บาน (ธีรพล คังคะเกตุ และลือชัย คุรุช้อย, 2541) ประตูละบายน้ำแล้วเสร็จปี 2496 ชื่อว่า “แนวพัคฆ์คัน” ต่อมา พ.ศ. 2535 ได้ก่อสร้างประตูละบายน้ำใหม่ชื่อว่าประตู “สุรัสวดี” โดยมีระดับเก็บกักน้ำสูงกว่าประตูแนวพัคฆ์คัน 50 เซนติเมตร เก็บกักน้ำได้ประมาณ 198 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่ผิวน้ำ 123 ตารางกิโลเมตร โดยประตูสุรัสวดีมีการออกแบบด้านข้างประตูมีบันไดปลาโจนเพื่อให้ปลาจากแม่น้ำโขงที่เดินผ่านลำน้ำก่ำได้ข้ามมาวางไข่ในหนองหาร แต่ไม่สามารถขึ้นมาได้ทั้งหมดในระยะที่หนองหารมีระดับน้ำลดต่ำลงจนถึงระดับต่ำสุด ทำให้หนองหารเป็นแหล่งเก็บกักน้ำอย่างถาวร

(สำนักงานจังหวัดสกลนคร, ม.ป.ป.) กรมประมงได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ของหนองหารที่ระดับความสูง 158.00 เมตร รทก. ในสถานการณ์ปกติระดับน้ำจะถูกควบคุมโดยประตูระบายน้ำให้อยู่ในระดับ 156.50 เมตร รทก. ซึ่งจะมีความจุของน้ำอยู่ประมาณ 203.60 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่ผิวน้ำ 119.50 ตารางกิโลเมตร เมื่อระดับน้ำสูงเกิน 157.00 เมตร รทก. น้ำจะล้นออกทางฝายกั้นน้ำอีกทางหนึ่ง (ธีรพล คังคะเกตุ และลือชัย คุรุชน้อย, 2541)

จากการสำรวจโดยกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือร่วมกับสำนักงานประมงจังหวัดสกลนครพบว่าพื้นที่ผิวน้ำของหนองหารลดลง เหลือเพียงประมาณ 75 ตารางกิโลเมตร หรือ 47,162 ไร่ สภาพหนองหารบริเวณพื้นที่ติดเทศบาลเมืองสกลนครมีผักตบชวาขึ้นอย่างหนาแน่น เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่หนองหาร ทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต และขยายพันธุ์ปริมาณมาก มีพืชน้ำปกคลุมพื้นที่ผิวน้ำหนองหารอยู่ประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ผิวน้ำ (สำนักงานจังหวัดสกลนคร, ม.ป.ป.) การที่มีพื้นที่ผิวน้ำของหนองหารลดลงนั้น อาจเนื่องมาจากการตื้นเขินของแหล่งน้ำที่เกิดจากตะกอนที่มาจาก การนำเสียของพืชน้ำ และจากตะกอนดินที่ไหลมาพร้อมกับน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำต่าง ๆ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560) เป็นผลทำให้ปริมาตรเก็บกักน้ำลดน้อยลง และแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำลดลงไปด้วย

### 1.1 ลักษณะทางชลศาสตร์และธรณีวิทยาของหนองหาร

หนองหารมีลักษณะทางกายภาพเป็นที่ราบเนินลอนลาดคล้ายแอ่งกระทะแบน พื้นดินเป็นดินทรายและลูกรัง หนองหารมีลักษณะเป็น Headwater Lake กล่าวคือมีลำน้ำสาขา (Tributary Stream) หลายสายและมีทางไหลออกของน้ำเพียงทางเดียว ได้แก่ ลำน้ำก่ำ ซึ่งอยู่ทางด้านท้ายของหนองหารทางด้านทิศตะวันออกช่วงที่แคบที่สุดคือบริเวณท้ายหนองหาร ซึ่งเป็นต้นทางของลำน้ำก่ำ มีความกว้างประมาณ 1 กิโลเมตร (ธีรพล คังคะเกตุ และลือชัย คุรุชน้อย, 2541)

ปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่หนองหารนั้นลำน้ำที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าสู่หนองหารมากที่สุด ได้แก่ ลำน้ำพุง ลำน้ำพุงมีต้นกำเนิดมาจากลำน้ำสายต่าง ๆ ที่มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาภูพาน ซึ่งมีการสร้างเขื่อนน้ำพุงขึ้นเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าและการชลประทาน โดยลำน้ำพุงได้ไหลผ่านอำเภอภูพาน อำเภอเต่างอย และอำเภอโคกศรีสุพรรณ จากนั้นจึงไหลลงสู่หนองหาร มีระยะทางรวมทั้งสิ้นประมาณ 110 กิโลเมตร (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560)

ในบริเวณที่ราบตามบริเวณดินเนินและชายฝั่งหนองหารมีเกลือผิวดินหลายแห่งเรียกว่า ดินเอือด เกิดจากการระเหยของน้ำหนองหารเป็นส่วนหนึ่งของแอ่งสกลนคร รองรับด้วยหินตะกอน ซึ่งเป็นหินดินดาน หินทราย และหินทรายแป้งของหินหมวดมหาสารคามที่มีชั้นเกลือแทรกอยู่ บางแห่งเป็นชั้นหินเกลือหนารองรับอยู่ข้างใต้ การโค้งงอของชั้นหินทำให้ชั้นหินเกลือหนาถูกบีบอัดเคลื่อนตัวขึ้นมาใกล้ผิวน้ำ และถูกน้ำใต้ดินละลายออกไป มีผลให้แผ่นดินบริเวณนั้นทรุดตัว



จนเกิดเป็นแอ่งลึกกว้างใหญ่ บางแห่งคงสภาพเป็นเกาะอยู่กลางน้ำน้ำที่ไหลลงสู่แอ่งมีทางระบายออกทางด้านตะวันออกเฉียงใต้และก้นลึกเป็นทางน้ำลำนน้ำกำไหลลงสู่ลำน้ำโขง ส่วนขอบที่ราบรอบแอ่งเกิดจากระดับน้ำในแอ่งลดลง (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2554)

ลักษณะภูมิประเทศของหนองหารแบ่งออกได้ดังนี้

1) เขตภูเขาสูงทางทิศใต้ คือ แนวเทือกเขาภูพาน ซึ่งเป็นสันปันน้ำของจังหวัดกาฬสินธุ์กับจังหวัดสกลนคร และเป็นสันปันน้ำเข้าสู่พื้นที่ลุ่มน้ำพุง พืชพรรณธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นป่าดิบเขา

2) เขตที่ราบสูง มีลักษณะเป็นที่ราบภูเขา มีการทำลายป่าไม้เพื่อใช้พื้นที่ทำการเกษตร มีการปลูกพืช เช่น มันสำปะหลัง ถั่วฝักยาว มะละกอ ทุเรียน เป็นต้น

3) เขตที่ราบเชิงเขา มีลักษณะเป็นที่ราบลาดเอียงลงทางทิศเหนือสลับกับพื้นที่เนินลูกคลื่นลอนสูง พืชพรรณธรรมชาติถูกทำลายเหลือสภาพพบเห็นเป็นป่าโปร่งและทุ่งหญ้า มีการปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง ถั่วฝักยาว มะละกอ ปอแก้ว พื้นที่ลุ่มระหว่างเนินมีการปลูกข้าวเป็นส่วนใหญ่

4) เขตที่ราบลุ่มรอบหนองหาร มีลักษณะเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงสลับด้วยพื้นที่ลาดเป็นเนินเล็ก ๆ และเป็นบริเวณที่มีการสะสมของตะกอนที่ถูกน้ำฝนชะล้างมาจากที่ราบสูง (ธีรพล คังคะเกตุ และลือชัย คุรุชน้อย, 2541)

### 1.2 การใช้ประโยชน์ของหนองหาร

การใช้ประโยชน์จากหนองหารในอดีต พื้นที่ดั้งเดิมส่วนใหญ่ของหนองหารเป็นที่ราบลุ่มสลับที่ดอน มีหนองน้ำกระจายอยู่ทั่วไป มีลักษณะพื้นที่เป็นป่าดงดิบ ป่าดิบ และป่าในที่ดอน ซึ่งมีพันธุ์ไม้เฉพาะ และพันธุ์ไม้น้ำที่มีลักษณะเฉพาะ อีกทั้งมีการพบสัตว์ป่าชุกชุม ได้แก่ เสือ หมูป่า กระเรียน จระเข้ เป็นต้น อาชีพส่วนใหญ่ของชาวบ้านที่อาศัยอยู่บริเวณหนองหารคือทำนา เป็นอาชีพหลัก มีการจับปลาตามหนองน้ำต่าง ๆ เพื่อบริโภคในครัวเรือน ใช้พื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารในการคมนาคม และใช้ในประเพณีแข่งเรือ (ธีรพล คังคะเกตุ และลือชัย คุรุชน้อย, 2541)

เนื่องจากการเพิ่มจำนวนขึ้นของประชากร การขยายตัวของชุมชนจึงเพิ่มขึ้นตามมา ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากหนองหารมากยิ่งขึ้น โดยการใช้ประโยชน์จากหนองหารในปัจจุบันแบ่งออกได้เป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1) เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรกรรมประชากรในลุ่มน้ำหนองหารโดยได้รับประโยชน์จากน้ำในหนองหารเพื่อการเพาะปลูกโดยเฉพาะในช่วงฝนทิ้งช่วง ส่วนใหญ่ทำการปลูกข้าว ข้าวโพด มะเขือเทศ แตงโม พริก เป็นต้น

2) เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ หนองหารเป็นแหล่งทำประมงน้ำจืด โดยชาวประมงในบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่คือประชากรที่อยู่รอบหนองหาร ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 (สกลนคร) ใช้น้ำจากหนองหารในการเพาะพันธุ์ปลา นำแจกจ่ายให้แก่ประชาชน และปล่อยตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั่วจังหวัดสกลนคร

3) แหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา เนื่องจากหนองหารเป็นแหล่งน้ำจืดขนาดใหญ่และอยู่ใกล้กับชุมชนเมือง สำนักงานประปา จังหวัดสกลนคร ใช้น้ำในหนองหารเป็นแหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา ในอัตราปีละประมาณ 3.6 ล้านลูกบาศก์เมตร นับตั้งแต่ พ.ศ. 2500 เป็นต้นมา (สำนักงานจังหวัดสกลนคร, ม.ป.ป.)

4) เป็นแหล่งท่องเที่ยว เนื่องจากหนองหารมีพื้นที่กว้างใหญ่และมีเกาะใหญ่น้อยต่าง ๆ มีทัศนียภาพที่สวยงามเหมาะแก่การเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ โดยมีสถานที่ท่องเที่ยวและแหล่งพักผ่อนหย่อนใจริมหนองหารที่สำคัญ คือ สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ และเกาะดอนสวรรค์ เป็นต้น

### 1.3 สถานการณ์คุณภาพน้ำในหนองหาร

เมื่อปี พ.ศ. 2550-2552 คุณภาพน้ำของหนองหารจัดอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมถึงดี และพบว่าแนวโน้มจะเสื่อมโทรมมากขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของชุมชนเมือง ต่อมาปี พ.ศ. 2553 คุณภาพน้ำจัดอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมถึงดี มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.89 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 8.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ 1.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแบคทีเรียในรูปโคลิฟอร์มทั้งหมด 52 MPN/100 มิลลิตร ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีโคลิฟอร์ม 10 MPN/100 มิลลิตร และแอมโมเนียมีค่าน้อยกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 และพบปัญหาบริเวณรอบหนองหารคือ หนองหารเป็นที่รองรับน้ำเสียจากเขตอำเภอเมืองและตำบลท่าแร่ ซึ่งพบว่ามีน้ำบางส่วนที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนปล่อยลงสู่หนองหาร และบางส่วนไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนปล่อยลงหนองหาร โดยเฉพาะที่เขตอำเภอเมือง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9, 2553)

ปี พ.ศ. 2554 คุณภาพน้ำจัดอยู่ในเกณฑ์ดีถึงพอใช้ พบการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจรอบพื้นที่หนองหาร เนื่องจากหนองหารอยู่ติดตัวอำเภอเมือง การขยายตัวของชุมชนส่งผลกระทบต่อหนองหารโดยตรงนับวันยังมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น เช่น การระบายน้ำทิ้ง และการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบการบุกรุกที่ดินรอบหนองหาร มีการท่องเที่ยวทางน้ำเพิ่มมากขึ้น และมีการล่านกอย่างหนัก จับปลาตลอดทั้งปี ทำให้นกน้ำไม่สามารถพักพิงอาศัยในหนองหารได้ และทำให้ประชากรปลาลดจำนวนลง ในปี พ.ศ. 2554 สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 จึงได้ดำเนินการ

ติดตามตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนที่เดินระบบจำนวน 2 แห่ง ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร และระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลตำบลท่าแร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร โดยดำเนินการติดตามตรวจสอบ จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 28-29 มีนาคม พ.ศ. 2554 และครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 13-14 มิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยที่ระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond : SP) และบึงประดิษฐ์ (Wetland) ต่ออนุกรมกันจำนวน 2 ชุด ผลคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดทั้ง 2 ครั้ง มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ส่วนระบบบำบัดน้ำเสียของเทศบาลตำบลท่าแร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง และบึงประดิษฐ์ ผลคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลตำบลท่าแร่ ครั้งที่ 1 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน โดยมีพารามิเตอร์ที่มีค่าเกินมาตรฐาน ได้แก่ ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus : TP) มีค่าเท่ากับ 2.94 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร (ค่ามาตรฐานเท่ากับ 2.00 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร) ส่วนผลคุณภาพน้ำทิ้งครั้งที่ 2 มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9, 2554)

เนื่องจากการดำเนินการตรวจสอบและติดตามระบบน้ำเสียอย่างเข้มงวด ทำให้สถานการณ์คุณภาพน้ำของหนองหารในปี พ.ศ. 2555-2557 จัดอยู่ในเกณฑ์ดี คือได้มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ ประมง ว่ายน้ำ กีฬาทางน้ำ และอุปโภคบริโภค) มาโดยตลอด โดยในปี พ.ศ. 2557 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (Water quality index: WQI) ที่พิจารณาจากค่าคุณภาพน้ำ 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO), ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (Biochemical oxygen demand: BOD), ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria: TCB), ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอล โคลิฟอร์ม (Fecal coliform bacteria: FCB) และแอมโมเนียในรูปไนโตรเจน ซึ่งหนองหารมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินอยู่ที่ 73 คะแนน จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำดี (ค่าดัชนีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินจะมีคะแนนอยู่ระหว่าง 0-100 โดยที่คะแนน 91-100 จัดเกณฑ์คุณภาพน้ำดีมาก คะแนน 71-90 ดี คะแนน 61-70 พอใช้ คะแนน 31-60 เสื่อมโทรม และคะแนน 0-30 เสื่อมโทรมมาก) (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

## 2. ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดสกลนคร

### 2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดสกลนครตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เป็นที่ราบสูงล้อมรอบด้วยภูเขาและป่าไม้ ตั้งอยู่ประมาณเส้นรุ้งที่ 160 องศา 45 ลิปดาเหนือ ถึง 180 องศา 15 ลิปดาเหนือ และกับเส้นแวงที่ 103 องศา 15 ลิปดาถึง 104 องศา 30 ลิปดาตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลางประมาณ 172 เมตร มีขนาดพื้นที่ ประมาณ 9,605.76 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 6,003,602 ไร่ ประกอบด้วย 18 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองสกลนคร สว่างแดนดิน วารนาวิาส พรรณานิคม บ้านม่วง อากาศอำนวย วาริชภูมิ พังโคน กุสุมาลย์ เจริญศิลป์ โพนนาแก้ว ภูพาน คำตากล้า โลกศรีสุพรรณ ส่องดาว เต่างอย นิคมน้ำอูน และกุศบาก

ทิศเหนือ	จรดอำเภอเฝ้าไร่ อำเภอโซ่พิสัย จังหวัดหนองคาย อำเภอพรเจริญ อำเภอเซกา จังหวัดบึงกาฬ อำเภอนาทม อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม
ทิศใต้	จรดอำเภอดงหลวงจังหวัดมุกดาหาร อำเภอนาคู อำเภอเขาวง อำเภอสมเด็จ อำเภอกำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ อำเภอวังสามหมอ อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี
ทิศตะวันออก	จรดอำเภอนาหว้า อำเภอโพนสวรรค์ อำเภอเมืองนครพนม อำเภอปลาปาก อำเภอวังยาง อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม
ทิศตะวันตก	จรดอำเภอไชยวานอำเภอหนองหาน อำเภอทุ่งฝน อำเภอบ้านดุง จังหวัดอุดรธานี (สำนักงานจังหวัดสกลนคร, ม.ป.ป.)

### 2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปทางด้านทิศใต้เป็นที่อกเขาสูงจากนั้นจะค่อย ๆ เอียงลาดลงมาทางทิศเหนือและทิศตะวันออก พื้นที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 172 เมตรขนาดพื้นที่ของจังหวัดสกลนครเป็นลำดับ 19 ของประเทศ และลำดับ 8 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะภูมิประเทศแต่ละบริเวณดังนี้

#### 2.2.1 พื้นที่ตอนใต้

สภาพพื้นที่เป็นที่ราบสูงบนเทือกเขาภูพานและที่ราบระหว่างหุบเขา มีสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาดอยู่บริเวณอำเภอกุดบาก มีลำธารและลำห้วยอันเกิดจากเทือกเขาหลายแห่ง มีป่าไม้และทุ่งหญ้า เหมาะสำหรับการเลี้ยงสัตว์

### 2.2.2 พื้นที่ตอนตะวันออกและตะวันตก

ด้านตะวันออกของจังหวัดซึ่งมีเขตติดกับจังหวัดนครพนม มีสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาดรวมถึงบริเวณที่ติดกับอำเภอนาแก จังหวัดนครพนม สำหรับทางด้านตะวันตกติดกับจังหวัดอุรธานี ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสลับกับพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาดเช่นกันเหมาะสำหรับการทำไร่

### 2.2.3 พื้นที่ตอนกลาง

สภาพพื้นที่เป็นที่ราบต่ำเหมาะแก่การทำนาโดยเฉพาะเขตอำเภอเมืองที่มีหนองหารทำให้มีน้ำตลอดปี

### 2.2.4 พื้นที่ตอนเหนือ

ประกอบด้วยพื้นที่ในเขตอำเภอบ้านม่วง อำเภอวานรนิวาส อำเภอคำตากล้า อำเภออากาศอำนวย สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีสภาพเป็นป่าปนไร่ ป่าส่วนใหญ่เป็นพวกป่าแดง โปรง มีไม้เต็ง ไม้รัง พลวง เหนือที่ตั้งอำเภออากาศอำนวยและริมน้ำสงครามบางส่วนเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วม ซึ่งใช้ทำนาได้บางส่วนเท่านั้นส่วนใหญ่จะทิ้งไว้รกร้างว่างเปล่า มีพวกไม้พุ่มเตี้ยและหญ้าขึ้นปกคลุมทั่วไป (สำนักงานจังหวัดสกลนคร, ม.ป.ป.)

## 2.3 ลักษณะภูมิอากาศ

ภูมิอากาศของจังหวัดสกลนคร จัดอยู่ในประเภทอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดูหรือแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีอากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกชุกตลอดฤดู แต่ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือฤดูหนาวจะมีอากาศแห้งแล้งเกือบตลอดฤดู มี 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูหนาว ฤดูร้อน มีลักษณะดังนี้

1) ฤดูฝน โดยทั่วไปจะเริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ฝนที่ตกส่วนมากเป็นฝนที่เกิดจากพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนตัวมาจากทะเลจีนใต้ ส่วนที่เกิดจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีไม่มากนัก ถ้าปีใดพายุดีเปรสชันเข้าบ่อยปีนั้นจะแห้งแล้ง โดยปกติจะมีพายุดีเปรสชันถึงพายุโซนร้อนเข้าเฉลี่ยปีละ 2-3 ครั้ง

2) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ในตอนต้นเดือนตุลาคมนั้นเป็นระยะเปลี่ยนฤดูระหว่างฤดูฝนกับฤดูหนาว อาจจะมีฝนตกได้บ้างวัน มีอากาศแห้งแล้งเกือบตลอดฤดู

3) ฤดูร้อน ตั้งแต่ประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะเวลาฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหมดกำลังลงลมตะวันออกเฉียงใต้จากทะเลจีนใต้ และอ่าวไทยจะพัดมาแทนที่และเป็นระยะหนึ่งที่ประเทศไทยได้รับแสงแดดมากที่สุด ทำให้มีอากาศร้อนและมีพายุฝนฟ้าคะนองเป็นครั้งคราว (สำนักงานจังหวัดสกลนคร, 2560)

### 3. แพลงก์ตอน

#### 3.1 นิยามของแพลงก์ตอน

แพลงก์ตอน (Plankton) มาจากคำภาษากรีก ซึ่งหมายถึงคำภาษาอังกฤษว่า “Drifting” แปลว่า ล่องลอยไปในน้ำสุดแต่คลื่นและลมจะพาไป ฉะนั้น แพลงก์ตอนจึงหมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ ล่องลอยอยู่ในน้ำสุดแต่คลื่นและลมจะพาไป (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) แพลงก์ตอนส่วนใหญ่มีขนาด ที่เล็กมากจนมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า บางชนิดสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าแต่ไม่สามารถแยก ชนิดหรือจำแนกกลุ่มได้ จะสามารถแยกชนิดหรือจำแนกกลุ่มได้ต่อเมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ และ บางชนิดมีขนาดใหญ่มาก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและสามารถแยกชนิดได้ในทันที

แพลงก์ตอนประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ ประชากรของแพลงก์ตอน ประกอบด้วยพืชและสัตว์หลากหลายกลุ่ม จำนวนชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพบแตกต่างกัน ไปตามลักษณะของแหล่งน้ำเช่น องค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนในน้ำจืดจะแตกต่างไปจาก แพลงก์ตอนทะเล เป็นต้น การที่กลุ่มของแพลงก์ตอนพบแตกต่างกันไปตามลักษณะที่อยู่อาศัยนั้น เนื่องมาจากความต้องการของอาหารและสิ่งแวดล้อมของแพลงก์ตอนแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน การศึกษาด้านแพลงก์ตอนวิทยาช่วยบ่งชี้ถึงลักษณะของแหล่งน้ำ ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต รวมทั้ง คุณภาพของน้ำได้ในระดับหนึ่ง โดยพิจารณาข้อมูลจากชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายของ แพลงก์ตอนที่พบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยทางกายภาพและเคมีของน้ำด้วย อาจกล่าวได้ว่าการศึกษา ทางด้านแพลงก์ตอนวิทยาช่วยให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และติดตาม ตรวจสอบสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศแหล่งน้ำได้

#### 3.2 การแบ่งกลุ่มแพลงก์ตอน

สามารถแบ่งกลุ่มของแพลงก์ตอนโดยยึดเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ อ้างอิงจากลัดดา วงศ์รัตน์ (2542) ดังนี้

##### 3.2.1 การแบ่งกลุ่มโดยยึดหลักโภชนาการ แบ่งได้ 2 กลุ่ม

###### 3.2.1.1 แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton)

คือ พืชกลุ่มที่มีสารสีเขียวภายในเซลล์ สามารถนำพลังงานจากแสงและใช้พลังงาน จากแสงร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และสามารถสร้าง สารอินทรีย์ เช่น คาร์โบไฮเดรต แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วยสาหร่ายหรืออัลจี (Algae) มีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ โดยเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น (Primary producer) หรือเป็น จุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร (Food chain)

### 3.2.1.2 แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton)

คือ สัตว์เซลล์เดียวและสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่รวมทั้งระยะเต็มวัยและระยะตัวอ่อน แพลงก์ตอนสัตว์บริโภคแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารและมีแพลงก์ตอนสัตว์บางกลุ่มที่บริโภคแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารด้วย ซึ่งหมายถึงอันดับในห่วงโซ่อาหาร โดยแพลงก์ตอนสัตว์ถูกจัดอยู่ในผู้บริโภคลำดับที่ 2 หรือ 3 (Consumer)

### 3.2.2 การแบ่งกลุ่มโดยยี่ดขนาด

ตารางที่ 2-1 การแบ่งกลุ่มของแพลงก์ตอนโดยยี่ดขนาด

Group	Size (Micrometers)
Picoplankton	< 2
Nanoplankton	2-20
Microplankton	>20-200
Mesoplankton	>200micrometers - 2 millimeters
Macroplankton	> 2 millimeters
Megaloplankton	> 1 centimeter

### 3.2.3 การแบ่งกลุ่มโดยยี่ดหลักระยะในวัฏจักรชีวิต แบ่งได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1) แพลงก์ตอนตลอดชีวิต (Holoplankton) หรือ แพลงก์ตอนถาวร คือ สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนตั้งแต่เกิดจนตาย

2) แพลงก์ตอนชั่วคราว (Meroplankton) คือ ตัวอ่อนของสัตว์พื้นท้องน้ำ (Benthos) ซึ่งระยะนี้จะล่องลอยอยู่ในน้ำพอถึงวัยโตเต็มวัยจึงเกาะอาศัยบนพื้นท้องน้ำ

3) แพลงก์ตอนอุบัติเหตุ (Tychoplankton) สิ่งมีชีวิตในกลุ่มนี้ไม่ได้จัดเป็นแพลงก์ตอน แต่เป็นสิ่งมีชีวิตที่ย้ายที่อยู่จากพื้นท้องน้ำขึ้นมาที่ผิวน้ำ และถูกจับโดยถุงแพลงก์ตอนโดยบังเอิญ

3.2.4 การแบ่งกลุ่มโดยยี่ดหลักการแพร่กระจายตามฤดูกาล (Seasonal distribution) แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

- 1) Summer plankton คือ แพลงก์ตอนที่พบในฤดูร้อน
- 2) Winter plankton คือ แพลงก์ตอนที่พบในฤดูหนาว

### 3.3 การจำแนกหมวดหมู่เบื้องต้น (Preliminary Classification)

การจำแนกหมวดหมู่เบื้องต้นของเพลงก่ตอนพืชในระดับดิวิชันหรือไฟลัม ชั้นหรืออันดับ สามารถใช้หลักเกณฑ์ 5 ประการ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) ดังนี้

#### 3.3.1 ชนิดของสารสีที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง (Type of photosynthetic pigments)

สารสีที่อยู่ภายในเซลล์ของเพลงก่ตอนพืชเป็นตัวที่ทำให้เพลงก่ตอนพืชมีสีที่แตกต่างกันออกไป เช่น สีน้ำตาล สีแดง สีเขียว สีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นต้น สารสีทุกชนิดที่อยู่ในเซลล์พืชจะอยู่ในออร์แกเนลล์ที่เรียกว่า พลาสติค (Plastid) ซึ่งมีรูปร่างที่แน่นอน ยกเว้นสำหรับสีเขียวแกมน้ำเงิน สารสีจะกระจายอยู่ในไซโทพลาสซึม พลาสติคมี 2 ชนิดคือ พลาสติคไม่มีสี คือ ลิวโคพลาสต์ (Leucoplast) และพลาสติคที่มีสี ซึ่งเรียกได้ 2 ชื่อ ถ้ามีสีเขียวเรียกว่า คลอโรพลาสต์ ถ้ามีสีเหลือง ส้ม หรือแดงเรียกว่า โครโมพลาสต์ สารสีหลักมี 3 ชนิดได้แก่

##### 3.3.1.1 คลอโรฟิลล์ (Chlorophylls)

เป็นสารสีเขียว มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ คลอโรฟิลล์ที่พบในเพลงก่ตอนพืชมีประมาณร้อยละ 0.5-1.5 ของน้ำหนักแห้ง คลอโรฟิลล์เป็นตัวยุคสำคัญในการสังเคราะห์แสง มี 4 ชนิดได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และดี (Chlorophyll a, b, c, d) โดยที่คลอโรฟิลล์ เอ เป็นสารสีสำหรับการสังเคราะห์แสงขั้นแรก (Primary photosynthetic pigment) สามารถดูดกลืนแสงได้ด้วยตัวเอง ส่วนคลอโรฟิลล์ชนิดอื่น ๆ จัดเป็นสารสีสำหรับการสังเคราะห์แสงขั้นสอง (Secondary photosynthetic pigment) หรือสารสีประกอบ สามารถดูดพลังงานจากแสงแล้วส่งต่อไปให้คลอโรฟิลล์ เอ

##### 3.3.1.2 แคโรทีนอยด์ (Carotenoids)

เป็นสารสีประกอบ (Accessory pigment) มีสีเหลืองหรือส้ม เป็นสารที่ละลายได้ในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ และละลายได้ดีในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีส่วนในการสังเคราะห์แสง โดยเป็นตัวช่วยในการถ่ายทอดพลังงานแสงที่ได้รับไปยังคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์จะดูดซึมแสงสีน้ำเงิน และสีเขียว และปล่อยแสงสีเหลืองและสีแดงออกมา จึงทำให้มองเห็นเป็นสีเหลือง ส้ม หรือแดง แคโรทีนอยด์แบ่งได้ 2 ชนิด คือแคโรทีน (Carotenes) เป็นสารสีประเภทไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีออกซิเจน (Oxygen-free hydrocarbon) มีสีส้ม แบ่งได้ 3 ชนิดได้แก่ แอลฟา เบตา และเอปซีลอน ( $\alpha$ -,  $\beta$ - และ  $\epsilon$ -carotene) ชนิดที่พบในเพลงก่ตอนพืชทุกชนิดคือ เบตา-แคโรทีนและแซนโทฟิลล์ (Xanthophylls) หรือออกซิแคโรทีน (Oxycarotene) เป็นสารจำพวกอนุพันธ์ที่มีออกซิเจน (Oxygenated derivative) ของแคโรทีน มีสีเหลือง



### 3.3.1.3 ไฟโคบิลิโพรตีน (Phycobiloprotein)

เป็นสารสีประกอบเช่นเดียวกับแคโรทีนอยด์ แต่ไฟโคบิลิโพรตีนเป็นสารประกอบเชิงซ้อน คืออยู่ร่วมกับโปรตีน ทำหน้าที่เป็นตัวถ่ายทอดพลังงานแสงให้แก่คลอโรฟิลล์ เอ สามารถละลายในน้ำได้ พบเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีแดงเท่านั้น

### 3.3.2 ประเภทของอาหารสะสม (Type of reserved product)

อาหารสะสมได้มาจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช โดยได้มาจากการใช้พลังงานแสงเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนให้เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต อาหารสะสมในเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชมีดังนี้

#### 3.3.2.1 แป้ง (Starch)

เป็นโพลีเมอร์ของกลูโคส ประกอบด้วยอะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพคติน (Amylopectin) เป็นอาหารสะสมที่พบในสาหร่ายสีเขียว มีลักษณะกลมใส และไม่มีสี เกิดอยู่ภายในคลอโรพลาสต์ ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะอยู่ในรูปของแป้งไซยาโนไฟซิน (Cyanophycan starch)

#### 3.3.2.2 ไขมัน (Fat)

ลักษณะของไขมันที่พบจะมีลักษณะกลมใสไม่มีสี เป็นอาหารสะสมที่พบมากในไดอะตอม พวกสาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง (Chrysophyceae) ไดโนแฟลกเจลเลต ส่วนสาหร่ายกลุ่มอื่นจะพบในปริมาณน้อย ไขมันจะถูกสะสมไว้ในรูปของโพลีแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ส่วนใหญ่สะสมไว้ที่ผนังเซลล์

### 3.3.3 ประเภทขององค์ประกอบของผนังเซลล์ (Type of cell wall components)

เซลล์ของแพลงก์ตอนพืชมีลักษณะ โครงสร้างคล้ายกับเซลล์พืชทั่วไป คือประกอบด้วย ผนังเซลล์ ไซโตพลาสซึม และนิวเคลียส ผนังเซลล์ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารจำพวกคาร์โบไฮเดรต มี 2 ชั้น ผนังชั้นนอกมีลักษณะอ่อนนุ่ม หรือเป็นเมือกละลายได้ในน้ำ ส่วนผนังชั้นในประกอบด้วยเซลลูโลส ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรงและคงรูปอยู่ได้ แพลงก์ตอนพืชบางชนิดไม่มีผนังเซลล์ที่แท้จริง แต่มีเยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) ทำหน้าที่แทน

### 3.3.4 ลักษณะของหนวด (Characteristic of flagella)

เป็นโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ พบทั้งในเซลล์ปกติ (Vegetative cell) หรือเซลล์สืบพันธุ์ (Reproductive cell) แพลงก์ตอนพืชทุกดิวิชันจะมีหนวด ยกเว้นดิวิชัน Cyanophyta จำนวนของหนวดแต่ละดิวิชันอาจมีไม่เท่ากันแต่ส่วนใหญ่จะมีหนวด 2 เส้นในเซลล์ปกติ ความยาวของหนวดอาจเท่ากันหรือไม่เท่ากัน และจุดตั้งต้นของหนวดแบ่งได้หลายลักษณะ ได้แก่ จุดตั้งต้นของ

หนวดอยู่ด้านบนเซลล์ (Apical origin) อยู่ต่ำกว่าด้านบนสุดเล็กน้อย (Subapical origin) อยู่ด้านข้าง (Lateral origin) อยู่ด้านล่างสุดของเซลล์ (Posterior origin) และอยู่ด้านท้อง (Ventral origin)

### 3.3.5 ลักษณะพิเศษของโครงสร้างของเซลล์ (Special structure of the cell)

ลักษณะพิเศษนี้พบเฉพาะแพลงก์ตอนบางกลุ่มเท่านั้น จึงมีประโยชน์ในการจำแนกเบื้องต้น เช่น ลักษณะพิเศษของไดอะตอมในคลาส Bacillariophyceae เซลล์จะประกอบด้วยฝา 2 ฝารอบกันพอดีผนังเซลล์ประกอบด้วยซิลิกา และมีลวดลายต่าง ๆ บนฝา ไดโนแฟลกเจลเลต เซลล์มีลักษณะแบ่งออกเป็น 2 ซีกชัดเจน (ซีกซ้ายและซีกขวา) ด้วยร่องตามขวางเซลล์ (Girdle) และจุดตั้งต้นของหนวดอยู่ด้านท้อง หรือ เซลล์แบ่งเป็น 2 ซีก (ซีกบนและซีกล่าง) มีจุดตั้งต้นของหนวดอยู่ด้านบนสุดของเซลล์ เป็นต้น

### 3.4 การแบ่งหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนพืช (Classification of Phytoplankton)

การจำแนกหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนของ Christensen (1962, 1966) นักพฤกษศาสตร์ชาวเดนมาร์ก อ้างอิงจาก ลัดดา วงศ์รัตน์ (2542) ได้แบ่งแพลงก์ตอนพืชออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มของพืชชั้นต่ำ (Prokaryotic cell) ได้แก่ ดิวิชัน Cyanophyta ซึ่งดิวิชันนี้มีคลอโรฟิลล์ เอ และไฟโคบิลิโพรตีน และกลุ่มของพืชชั้นสูง (Eucaryotic cell) ได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta มีคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี คลอโรพลาสต์มีลามลลิตี (Lamellae) และดิวิชัน Chromophyta มีคลอโรฟิลล์ เอ บี และซี คลอโรพลาสต์มีลามลลิตี

Division 1 Cyanophyta

Class 1 Cyanophyta

Division 2 Chlorophyta

Class 1 Chlorophyceae มีหนวดมากกว่า 1 เส้น โดยที่ความยาวของหนวดแต่ละเส้นจะเท่ากัน เป็นชนิดหนวดเรียบ (Acronematic) และมีอาหารสะสมอยู่ในคลอโรพลาสต์

Class 2 Prasinophyceae หนวดมีขน (Hair) และมีเกล็ดขนาดเล็กปกคลุมเซลล์ เกล็ดประกอบด้วยสารอินทรีย์ (Organic scale)

Class 3 Euglenophyceae มีหนวด 1-2 เส้น ความยาวของหนวดไม่เท่ากัน เซลล์มีกัลเลท (Gullet) ไม่มีผนังเซลล์ แต่มีเพลลิเคิล (Pellicle) หุ้มอยู่

Division 3 Chromophyta

Class 1 Bacillariophyceae ผนังเซลล์มีซิลิกา เซลล์มีลักษณะคล้ายฝา 2 ฝารอบกันพอดี เซลล์ปกติไม่มีหนวด ยกเว้นเซลล์สืบพันธุ์ อาหารสะสมเป็นแป้งชนิด Chrysolaminarin และน้ำมัน

Class 2 Chrysophyceae มีหนวด 1-2 เส้น หนวดมีความยาวไม่เท่ากัน ชนิดหนวดเรียบ หรือมีขนรอบแกนหนวด

Class 3 Dictyochophyceae มีขนรอบแกนหมวด และหมวดมีปีก (Winged flagellum) สมมาตรของเซลล์เป็นชนิดรัศมี (Radial symmetry) โครงสร้างภายนอกของเซลล์ประกอบด้วย ซิลิกา

Class 4 Prymnesiophyceae (Haptophyceae) มีหมวด 2 เส้น มีความยาวที่เท่ากันทั้ง 2 เส้น เป็นชนิดเรียบ อาจมีหรือไม่มีแสพโตนีมา (Haptonema)

Class 5 Dinophyceae เซลล์แบ่งออกเป็น 2 ซีก มีหมวด 2 เส้น ความยาวหมวดไม่เท่ากัน ชนิดของหมวดเป็นแบบแถบ (Band-shaped) และหมวดเรียบ นิวเคลียสมีขนาดใหญ่

Class 6 Cryptophyceae มีหมวด 2 เส้น ความยาวหมวดไม่เท่ากัน มีขนรอบแกนหมวด ไม่มีผนังเซลล์ แต่มีเพอริพลาสต์ (Periplast) หุ้มอยู่ และมีสารสีประเภทไฟโคบิลโพรตีน

Class 7 Raphidophyceae มีหมวด 2 เส้น ความยาวหมวดไม่เท่ากัน มีขนรอบแกนหมวด หมวด 1 เส้นชี้ขึ้นด้านบน อีก 1 เส้นชี้ลงด้านล่าง (Anterior+Posterior pointing flagella) มีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก

Class 8 Xanthophyceae มีหมวด 2 เส้น ความยาวหมวดไม่เท่ากัน หมวดเส้นยาวมีขนรอบแกนหมวด ส่วนหมวดสั้นชี้ลงด้านล่างเป็นชนิดเรียบ เซลล์มีสีเขียวแกมเหลือง

Class 9 Eustigmatophyceae มีหมวด 2 เส้น ความยาวหมวดไม่เท่ากัน หมวดเส้นยาวชี้ขึ้นด้านบนและมีขนรอบแกนหมวด ส่วนหมวดสั้นชี้ลงด้านล่างเป็นชนิดเรียบ คลอโรพลาสต์เป็นรูปรี

### 3.5 การแบ่งหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนสัตว์ (Classification of Zooplankton)

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตอยู่ใน 2 อาณาจักร ได้แก่ อาณาจักร Protista และ Animalia ตามระบบการจัดหมวดหมู่ของ Whittaker (1969) อ้างอิงจาก ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543) แพลงก์ตอนสัตว์แบ่งได้เป็น 16 ไฟลัม ดังนี้

#### 3.5.1 Phylum Protozoa

โปรโตซัวเป็นสัตว์เซลล์เดียว อาจอยู่เดี่ยว ๆ (Single celled organism) หรืออยู่รวมกันเป็นโคโลนี (Colony) มีขนาดตั้งแต่ 5 ไมครอนถึง 5 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่มีขนาดประมาณ 30-300 ไมครอน รูปร่างของเซลล์มีรูปร่างที่แตกต่างกันมาก เซลล์ทุกชนิดจะใสไม่มีสี ถ้ามีสีจะเกิดจากสีของอาหารที่กินเข้าไป

#### 3.5.2 Phylum Cnidaria

ไฟลัมนี้มีชื่อสามัญว่า แมงกะพรุน (Jellyfish) มีรูปร่างเหมือนระฆัง ร่ม หรือจาน ผนังลำตัวแบ่งออกได้ 3 ชั้น โดยชั้นนอกเรียกว่า Epidermal layer ชั้นกลางเรียกว่า Mesoglea และชั้นในสุดเป็นเซลล์บุผนังช่องว่างทางเดินอาหาร

### 3.5.3 Phylum Ctenophora

ไฟลัมนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า หวีวุ้น โดยหวีวุ้นเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในทะเลเท่านั้น หวีวุ้นไม่มีศูนย์กลางประสาทเช่นเดียวกับแมงกะพรุน แต่ระบบประสาทพัฒนาดีกว่าแมงกะพรุน ในวัฏจักรชีวิตของหวีวุ้นไม่มีระยะใดที่เกาะกับพื้น ลักษณะสำคัญของหวีวุ้นที่ไม่เหมือนกับไฟลัมอื่นคือ มีแผ่นหวี (Comb plate) 8 แผ่นในระยะใดระยะหนึ่งของวัฏจักรชีวิตเสมอ

### 3.5.4 Phylum Platyhelminthes

หนอนตัวแบน จัดเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว ดำเนินชีวิตแบบแพลงก์ตอนเฉพาะระยะตัวอ่อนเท่านั้น ตัวอ่อนเรียกว่า Müller's larva

### 3.5.5 Phylum Nemertinea

ตัวอ่อนของหนอนริบบิ้นจัดเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว ตัวเต็มวัยของหนอนริบบิ้นจะอาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเล บริเวณชอกหินในกลุ่มสาหร่ายหรืออาศัยอยู่ในปลอกที่อยู่ใต้อาณาหรือหาดทราย ตัวอ่อนของหนอนริบบิ้นเรียกว่า Pilidium larva

### 3.5.6 Phylum Rotifera

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำทุกชนิด ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำทะเล ส่วนใหญ่พบในแหล่งน้ำจืดมากกว่าแหล่งอื่น รูปร่างของโรติเฟอร์คล้ายหนอนแต่ลำตัวไม่แบ่งเป็นปล้องด้านบนสุดของลำตัวมีวงขนเรียกว่า Corona หรือ Wheel organ ส่วนด้านล่างสุดมีนิ้วเท้า (Toes) และต่อมสร้างสารเหนียว (Pedal gland)

### 3.5.7 Phylum Chaetognatha

หนอนธนูเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบทั่วโลก ตั้งแต่ น้ำกร่อยบริเวณชายฝั่งจนถึงมหาสมุทร มีลำตัวใส และเรียวยาวคล้ายธนู ลำตัวยาวประมาณ 0.5-12 เซนติเมตร ลำตัวของหนอนธนูแบ่งได้ 3 ส่วน คือ หัว (Head) ลำตัว (Trunk) และหาง (Tail) ลำตัวมีสมมาตรแบบ 2 ข้าง (Bilateral symmetry) หนอนธนูเป็นสัตว์ที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหาร (Carnivorous) ได้แก่ พวกลิฟฟอด ลูกปลา บางครั้งกินพวกเดียวกันเอง

### 3.5.8 Phylum Annelida

สัตว์ในไฟลัมนี้เป็นหนอน มีผนังลำตัวประกอบด้วยผนังที่แบ่งเป็นปล้อง มีกล้ามเนื้อ 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นวง ส่วนชั้นในเป็นกล้ามเนื้อตามยาว บนผนังลำตัวมีหนามแข็ง (Setae) ส่วนหัวมีลักษณะแตกต่างกันตามกลุ่ม หนอนชนิดที่อยู่ในน้ำจะมีตัวอ่อน ตัวอ่อนระยะแรกเรียกว่า Trochophore

### 3.5.9 Phylum Arthropoda

เป็นกลุ่มของครัสตาเซียน เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยทั่วไปส่วนหัวมีระยางค์สำคัญ 5 คู่คือ Antennules, Antennae, Gnathobasic mandibles, Maxillules และ Maxillae จำนวนปล้องของลำตัวแตกต่างกันตามกลุ่ม โดยทั่วไปลำตัวแบ่งออกได้ 3 ส่วน คือ หัว (Head) อก (Thorax) และท้อง (Abdomen) มีตา 2 ประเภท คือ Nauplius eye ซึ่งอยู่กลางหัว 1 ตา และตาประกอบ (Compound eyes) 1 คู่อยู่ที่ด้านข้างของหัว

### 3.5.10 Phylum Phoronida

โดย Phoronids เป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว ตัวอ่อนเรียกว่า Actinotrocha larva ตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่บนพื้นตามชายฝั่งทะเลจนถึงน้ำลึก 400 เมตร ลำตัวอยู่ในปลอก (Tube) ปลอกจะติดอยู่กับพื้นแข็งหรือฝังตัวในแนวตั้งอยู่กับพื้นนุ่ม ๆ โดยทั่วไปมีลำตัวยาว 5-25 เซนติเมตร

### 3.5.11 Phylum Ectoprocta

ตัวเต็มวัยของ Ectoproct หรือ Bryozoans มีลักษณะเป็นโคโลนี พบเกาะอยู่บนท้องทะเลและน้ำจืด หรือเคลื่อนที่ไปตามพันธุ์ไม้น้ำ โคโลนีประกอบด้วยโซออยด์ (Zooids) จำนวนมาก ส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายพืชจึงมีชื่อสามัญว่า Moss animals

### 3.5.12 Phylum Brachiopoda

กลุ่มหอยตะเกียง ตัวอ่อนของหอยตะเกียงจัดเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว ส่วนระยะเต็มวัยจะอาศัยอยู่บนพื้นท้องทะเล อยู่บนหาดทราย หาดโคลน หรือเกาะอยู่บนก้อนหิน มักอยู่เดี่ยว ๆ (Solitary) ลำตัวยาวประมาณ 4-6 เซนติเมตร หอยตะเกียงมีลักษณะคล้ายหอยสองฝา แต่มีสมมาตรต่างจากหอยสองฝาคือ Plane of symmetry จะแบ่งฝาทั้งสองออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ฝาของหอยตะเกียงจะมีลักษณะแบนจากบนลงล่าง ฝาทั้ง 2 ฝาจามีขนาดเท่ากันหรือมีขนาดไม่เท่ากันก็ได้ตามชนิด

### 3.5.13 Phylum Mollusca

กลุ่มหอย เป็นทั้งแพลงก์ตอนถาวร และแพลงก์ตอนชั่วคราวแพลงก์ตอนถาวรในไฟลัมนี้แบ่งได้ 2 Subclasses คือ Opisthobranchia (Pteropods) และ Prosobranchia ส่วนแพลงก์ตอนชั่วคราว ประกอบด้วยตัวอ่อนของหอยและตัวอ่อนของปลาหมึก

### 3.5.14 Phylum Echinodermata

เป็นไฟลัมที่ตัวเต็มวัยเป็นเบนโรสที่อาศัยอยู่ในทะเลทั้งหมด ส่วนตัวอ่อนเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวทั้งหมด ในตัวเต็มวัยแบ่งได้ 5 คลาสโดยที่ทุกคลาสมีลักษณะที่เหมือนกันได้แก่ ลำตัวมีสามมาตรแบบรัศมี ผิวชั้นนอกประกอบด้วย Calcareous ossicle ตัวอ่อนของไฟลัมจะมีแขน (Arm) ซึ่งมีร่องและขอบแขนมีขน รูปร่างของแขนแตกต่างกันไปตามคลา

### 3.5.15 Phylum Hemichordata

ตัวอ่อนของ Acorn worms เรียกว่า Tornaria larva มีรูปร่างที่แตกต่างกันตามแหล่งที่อยู่ ส่วนตัวเต็มวัยจะอาศัยอยู่บนพื้นท้องทะเล ความยาวลำตัวประมาณ 30 เซนติเมตร ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ปลายด้านหน้ามีงวง (Proboscis) ยึดหดได้

### 3.5.16 Phylum Chordata

แพลงก์ตอนในไฟลัมนี้แบ่งออกเป็นแพลงก์ตอนถาวร และแพลงก์ตอนชั่วคราว โดยที่แพลงก์ตอนถาวรประกอบด้วย 2 Classes ได้แก่ Larvacea และ Thaliacea แพลงก์ตอนถาวรมีชื่อสามัญว่า ทูนิเกต (Tunicates) หรือยูโรคอร์ดเต (Urochordates) ตัวอ่อนมีรูปร่างคล้ายตัวอ่อนกบมีชื่อเรียกว่า Tadpole larva ส่วนแพลงก์ตอนชั่วคราวอยู่ใน Subphylum Vertebrata ได้แก่ ไข่ปลาและตัวอ่อนของปลา

## 3.6 ประโยชน์ของแพลงก์ตอน

### 3.6.1 เป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของห่วงโซ่อาหาร (Food chain) ในแหล่งน้ำ

เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชสร้างอาหารเองได้โดยการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้สามารถดำรงชีวิตและเจริญเติบโตได้ ในขณะที่สัตว์น้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ จึงต้องบริโภคอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ความยาวของห่วงโซ่อาหารนั้นจะยาวหรือสั้นขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่แหล่งน้ำนั้น ๆ เช่น แพลงก์ตอนพืชสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสง จึงนับว่าแพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary producer) จากนั้นแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งสร้างอาหารเองไม่ได้ ก็เข้ามากินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 และจากนั้นปลาก็เข้ามากินแพลงก์ตอนสัตว์ จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จนถึงผู้บริโภคลำดับสุดท้าย

### 3.6.2 เป็นตัวชี้วัด (Indicator)

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ โดยการวัดระดับความอุดมสมบูรณ์จากปริมาณคลอโรฟิลล์ วัดจากผลผลิตเบื้องต้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เป็นต้น

### 3.6.3 ชนิดของแพลงก์ตอนเป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ

ยกตัวอย่างหิววันบางชนิด เช่น *Ocyropsis crystalline* และ *Cestum veneris* เป็นตัวชี้วัดที่ดีของกระแสน้ำอุ่นในทะเลเขตร้อนและกึ่งร้อน (Zheng Zhong et al., 1989 อ้างถึงใน ลัดดา วงศ์รัตน์, 2543) และแพลงก์ตอนกลุ่มที่กินแพลงก์ตอนกลุ่มอื่นเป็นอาหาร ลูกปลาแมงกะพรุน หนอนธนู หิววัน เป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งประมงในเชิงลบ เป็นต้น

### 3.6.4 เป็นอาหารสัตว์และอาหารของมนุษย์

มีการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนเพื่อเป็นอาหารสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น คอลเรลลา คีโตเซอโรส สำหรับอนุบาลลูกปลาหรือลูกกุ้งวัยอ่อน แพลงก์ตอนบางชนิดสามารถทำ

เป็นอาหารเสริมในอาหารสัตว์ได้ เช่น สาหร่ายเกลียวทอง นิยมใช้เป็นส่วนผสมในอาหารปลาสวยงาม เพื่อเพิ่มสีส้มให้แก่ปลา และสาหร่ายเกลียวทองอัดเม็ด หรือแคปซูลก็เป็นอาหารเสริมของมนุษย์เช่นเดียวกัน แพลงก์ตอนสัตว์บางกลุ่มเป็นอาหารของมนุษย์โดยตรง เช่น แมงกะพรุน เป็นต้น

### 3.6.5 ใช้ในด้านอุตสาหกรรม

ยกตัวอย่างเช่น หินปูน (Carbonate rock) ที่เกิดจากส่วนของเซลล์ของแพลงก์ตอนที่ตายแล้ว เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ในอันดับ Foraminifera พวกครัสตาเซีย รวมทั้งเปลือกหอยที่ตายแล้วเกิดการทับถมกัน หินปูนนำไปใช้ประโยชน์ในด้านของทำซีเมนต์ ปูน เซรามิก เป็นต้น ในอุตสาหกรรมน้ำมัน แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถสร้างเคโรเจนซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น ไดอะตอม สามารถผลิตไขมันได้ถึงร้อยละ 70 โดยสารประกอบเคโรเจนจะเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำมันปิโตรเลียมโดยขบวนการทางธรรมชาติ

### 3.6.6 ใช้ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

แพลงก์ตอนบางชนิดสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ง่ายในห้องปฏิบัติการ จึงมีการนำมาศึกษาด้านสรีรวิทยา พืชวิทยา การบำบัดน้ำเสีย นำมาสกัดเป็นยารักษาโรค เป็นต้น

## 3.7 ปัจจัยที่มีผลต่อแพลงก์ตอน

### 3.7.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำในแหล่งน้ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิของอากาศ ปริมาณของแสงอาทิตย์และฤดูกาล ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอน แพลงก์ตอนแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนต่อช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน อุณหภูมิเป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการแพร่กระจายแพลงก์ตอน ปริมาณแพลงก์ตอนพืชของอ่างเก็บน้ำห้วยทรายมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิ กล่าวได้ว่าในช่วงที่อุณหภูมิสูงจะพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมีมีความหนาแน่นสูง และในช่วงที่อุณหภูมิต่ำจะพบแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมีมีความหนาแน่นต่ำ (ศุภลักษณ์ โภชนสมบูรณ์, เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม และสุนิรัตน์ เรื่องสมบูรณ์, 2556)

### 3.7.2 ความขุ่นและตะกอนแขวนลอย (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำที่มาจากดินตะกอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์หรือสารแขวนลอยจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การขุดลอกคลองน้ำ เป็นต้น ความเข้มข้นของปริมาณตะกอนแขวนลอยจะแปรผันตามปริมาณน้ำ ปริมาณความหนืดเบาของน้ำฝน กิจกรรมการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ และการใช้ที่ดินบริเวณรอบ ๆ แหล่งน้ำ มีส่วนทำให้ความขุ่นของน้ำเพิ่มมากขึ้น ความขุ่นมีผลต่อปริมาณแสงที่ส่องลงไปใต้น้ำ ถ้าน้ำมีความขุ่นมาก

แสงจะส่องลงไปใต้น้ำได้น้อย ส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช และต่อเนื่องถึงการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชได้ จากการศึกษาของ สิริภรณ์ โพธิ์วิชยานนท์ (2555) พบว่าความขุ่นของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของปริมาณตะกอน ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและความหนักเบาของน้ำฝน ความขุ่นของน้ำมีความขุ่นมากในฤดูฝน และมีความขุ่นน้อยในฤดูแล้ง อีกทั้งปริมาณของน้ำที่ปล่อยออกมาจากเขื่อนก็มีผลต่อปริมาณของตะกอน จากการศึกษาของธนาทิพย์ แผลมคม และวิชาญ แก้วเลื่อน (2544) พบว่าในช่วงฤดูฝนมีการปล่อยน้ำออกจากเขื่อนน้อย จึงมีการสะสมของตะกอนบริเวณหน้าเขื่อนจำนวนมาก ซึ่งตะกอนเหล่านี้ขัดขวางการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช และในฤดูร้อนมีการปล่อยน้ำออกจากตัวเขื่อนทำให้ตะกอนที่สะสมอยู่ถูกพัดพาไปตามน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนพืชสามารถสังเคราะห์แสงได้มากขึ้นและส่งผลให้ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์สูงขึ้น

### 3.7.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO.)

ปริมาณของออกซิเจนในน้ำส่วนมากได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ สาหร่าย และแพลงก์ตอนพืช จึงกล่าวได้ว่าแพลงก์ตอนพืชเป็นส่วนสำคัญในการผลิตออกซิเจนให้แก่แหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำมีปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมาก แพลงก์ตอนพืชจะทำการสังเคราะห์แสง ปริมาณของออกซิเจนที่ถูกผลิตออกมาก็จะมีมากเช่นกัน อีกทั้งปริมาณออกซิเจนในน้ำยังเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำด้วย โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี ดวงสวัสดิ์, 2530) และจากการศึกษาของศุภลักษณ์ โภชนสมบูรณ์, เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม และสุนิรัตน์ เรืองสมบูรณ์ (2556) พบว่า แพลงก์ตอนพืชรวมทั้งของอ่างเก็บน้ำห้วยทรายมีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $r = -0.557, p < 0.05$ ) กล่าวคือในช่วงที่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำจะพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมีมีความหนาแน่นสูง

### 3.7.4 การนำไฟฟ้า (Conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้าเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นแสดงว่าสารที่แตกตัวในน้ำนั้นมีอยู่มาก ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำได้ และมีผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ค่าการนำไฟฟ้าที่สูงเนื่องมาจากความเข้มข้นของสารธาตุที่ละลายในน้ำ (Ionized substances in water) ทำให้มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูง (ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์, อรินทร์ จรกรรม และวิชฌย์ โสมจันทร์, 2551) และค่าการนำไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ของแข็งที่ละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ โดยในแต่ละพื้นที่จะมีค่าแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำด้วย เช่น ลักษณะทางเคมีของดิน สภาพภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน



เป็นต้น การศึกษาของ ชไมพร แก้วศรีทอง, เสาวคนธ์ รุ่งเรือง, สุวิมล สีหิรัญวงศ์, ศราวุธ เจะโสภา และจิรนนท์ อุไรประสิทธิ์ (2554) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในพรุควนเคร็ง พบว่า บางจุดสำรวจมีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงเนื่องจากบริเวณนั้นมีลักษณะของดินที่มีสภาพเป็นสนิมเหล็ก หรือดินเป็นกรด เมื่อเกิดการชะล้างหน้าดินหรือเมื่อระดับน้ำของพรุควนเคร็งลดต่ำลง จึงทำให้มีการแตกตัวหรือมีความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำมาก ซึ่งสอดคล้องกับ ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ (2528) ที่กล่าวว่าค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงไป โดยขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำโดยเฉพาะหากมีค่าสูงกว่า 9 หรือต่ำกว่า 5

### 3.7.5 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นค่าที่แสดงปริมาณหรือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ (Hydrogen or hydronium ion;  $H^+$  or  $H_3O^+$ ) ซึ่งเกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้อนุโมลกรด ( $H^+$ ) หรือด่าง ( $OH^-$ ) ได้ ความเป็นกรดด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดยถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 7 หมายถึงน้ำมีสภาพเป็นกรด ถ้ามีค่ามากกว่า 7 หมายถึงน้ำมีสภาพเป็นด่าง และถ้ามีค่าเท่ากับ 7 หมายถึงน้ำมีสภาพเป็นกลาง ในช่วงความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 6-9 ปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ถ้าความเป็นกรดด่างมีค่าสูงหรือต่ำเกินไปจะสร้างความเครียดให้กับสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ (มันสิน ดันฑกุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา, 2536) ค่าความเป็นกรด-ด่างในแหล่งน้ำแต่ละแหล่งมีค่าแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน การใช้ประโยชน์จากที่ดินและแหล่งน้ำ ถุกูด เป็นต้น จากการศึกษาของ เบญจมาภรณ์ รุจิตร, สิริแข พงษ์สวัสดิ์, อัญชลี ทองกำเนิด และสุทธวรรณ สุพรรณ (2557) ทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชที่พิพิธภัณฑน์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่า แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria limosa* C. Agardh ex Gomont มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าความเป็นกรด-ด่าง แสดงถึงแพลงก์ตอนชนิดนี้แปรผกผันกับค่าความเป็นกรด-ด่าง

### 3.7.6 ความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) และความกระด้างของน้ำ (Hardness)

ความเป็นด่างคือความสามารถของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำส่วนใหญ่เกิดจากคาร์บอเนตไอออน ( $CO_3^{2-}$ ) ไบคาร์บอเนต ( $HCO_3^-$ ) และไฮดรอกไซด์ไอออน ( $OH^-$ ) ค่าความเป็นด่างมีความสำคัญต่อการควบคุมการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของแหล่งน้ำ ส่วนความกระด้างของน้ำเกิดจากปริมาณของเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติความกระด้างและความเป็นด่างมีความสัมพันธ์กัน โดยน้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำควรมีค่าความกระด้างและความเป็นด่างอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528) จากการศึกษาของเบญจมาภรณ์ รุจิตร และคณะ (2557)

พบว่า แพลงก์ตอนพืชสกุล *Nitzschia* sp. และ *Gymnodinium* มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเป็น  
 ต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 3.7.7 สารอาหาร (Nutrient)

แพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดต้องการสารอาหารที่แตกต่างกันออกไป สารอาหารเป็น  
 ปัจจัยจำกัดของแพลงก์ตอนพืช โดยจำกัดมวลชีวภาพและอัตราการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช  
 สารอาหารหลักที่แพลงก์ตอนใช้ในการเจริญเติบโตคือ ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และซิลิกอนโดยที่  
 ไนโตรเจนในแหล่งน้ำจะพบอยู่ในรูปของแอมโมเนีย ไนเตรท และไนไตรท์ แพลงก์ตอนพืชจะใช้  
 สารประกอบไนโตรเจนในรูปแบบของแอมโมเนีย ไนเตรท และไนไตรท์ในการสังเคราะห์เป็น  
 กรดอะมิโนและโปรตีน ซึ่งในแหล่งน้ำทั่วไปจะพบสารประกอบไนโตรเจนในรูปแบบแอมโมเนียและ  
 ไนเตรทมากกว่าไนไตรท์ ส่วนฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟต  
 ได้แก่ สารประกอบโพลีฟอสเฟต และสารประกอบออร์โธฟอสเฟต แพลงก์ตอนพืชนำฟอสเฟต  
 ไปใช้ในการสังเคราะห์สารต่าง ๆ และสร้างโพรโทพลาสซึม เซลล์ของแพลงก์ตอนพืชสามารถ  
 สะสมฟอสเฟตได้มากเมื่อระดับของสารอินทรีย์ในน้ำสูง ฟอสเฟตที่สะสมนี้จะถูกนำมาใช้ในช่วงที่  
 ฟอสฟอรัสในน้ำขาดแคลนฟอสฟอรัสรวมเป็นปัจจัยที่ควบคุมปริมาณของแพลงก์ตอนพืช  
 (Limiting factor) ในแหล่งน้ำ จากการศึกษาของ ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ และคณะ (2551) พบว่า  
 ในฤดูฝนมีปริมาณสารอาหารสูง ซึ่งส่งผลให้มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมากตามไปด้วย

## 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนาทิพย์ แหลมคม และวิชาญ แก้วเลื่อน (2544) ศึกษาความหลากหลายของ  
 แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนปากมูล ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน  
 เป็นระยะเวลา 1 ปี พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดในเดือนกันยายน (ฤดูฝน) และ  
 ต่ำสุดในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีการปล่อยน้ำออกจากตัวเขื่อนน้อยจึงมีการสะสมตะกอน  
 เกิดขึ้นพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 ดิวิชัน 71 สกุล 221 ชนิด ได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta,  
 Chromophyta และ Cyanophyta ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์พบ 3 ไฟลัม 29 สกุล 77 ชนิด ได้แก่  
 ไฟลัม Rotifera, Arthropoda และ Protozoa

ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์, อภิชาติ สองเมืองสุข, วิษมัย โสมจันทร์ และสุญานี  
 ชัยชนะภักดิ์ (2551) ทำการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ พบ  
 แพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 5 ไฟลัม ได้แก่ Rotifera, Arthropoda, Porifera, Coelenterata และ Bryozoa  
 จำแนกชนิดได้ 135 ชนิด โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ประกอบด้วยโรติเฟอร์ร้อยละ 80

รองลงมาได้แก่ ไรขาวรื้อยละ 16 และไรแดงรื้อยละ 4 และพบว่าในฤดูหนาวมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ฤดูแล้ง และฤดูฝน ตามลำดับ

นพรัตน์ สิทธิวงศ์ (2557) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 4 ครั้งในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงสิงหาคม 2556 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 8 ดิวิชัน 109 ชนิด โดยพบความหลากหลายในดิวิชัน Chlorophyta มากที่สุด 51 ชนิด แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบตลอดการศึกษา คือ *Microcystis aeruginosa* Kützing, *Pseudanabaena limnetica* Lemmermann และ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszyńska) Seenayya & Subba Raju จัดอยู่ในดิวิชัน Cyanophyta ผลของคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหารส่วนใหญ่จัดอยู่ในระดับ Oligo-mesotrophic status คือมีสารอาหารน้อยถึงปานกลางและคุณภาพน้ำจากการประเมินแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นด้วย AARL-PP Score พบว่าแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มที่บ่งบอกคุณภาพน้ำปานกลางถึงค่อนข้างไม่ดี

เนติ เงินแพथย์ (2546) ทำการติดตามตรวจสอบการเจริญของสาหร่ายพิษสีเขียวแกมน้ำเงิน *Microcystis aeruginosa* Kützing และสาหร่ายพิษชนิดอื่น ๆ ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบสาหร่ายพิษและแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 83 ชนิด ดิวิชัน Cyanophyta มีปริมาณชีวภาพสูงสุดและพบแพลงก์ตอนชนิด *Oscillatoria* sp.1 และ *Oscillatoria* sp.2 เป็นชนิดเด่นจากการศึกษารุ่นนี้พบปริมาณสาหร่ายพิษ *M. aeruginosa* ในปริมาณที่น้อยมาก แต่พบสาหร่ายพิษชนิดอื่น ๆ ที่มีปริมาณชีวภาพมากเป็นชนิดเด่น และพบว่าบริเวณบ่อบำบัดน้ำคูหามากเสีย มีสาหร่ายพิษ *M. aeruginosa* เจริญอยู่เกือบตลอดทั้งปีควรเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในบริเวณนี้อาจมีการปนเปื้อนลงสู่หนองหารได้

เบญจมาภรณ์ รุจิตร และคณะ (2557) ทำการศึกษาคความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อน้ำพื้นที่พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 6 หมวด 56 ชนิด ได้แก่ Chlorophyta 17 ชนิด Euglenophyta 15 ชนิด Bacillariophyta 10 ชนิด Cyanophyta 9 ชนิด Pyrrhophyta 3 ชนิด และ Cryptophyta 2 ชนิด คุณภาพน้ำในบ่อน้ำพื้นที่พิพิธภัณฑ์บัวอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำไม่ดี (Eutrophic status) และพบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyta พวก *Oscillatoria limosa* เป็นชนิดที่มีปริมาณชีวภาพมากที่สุด

ปริญญา ตั้งปัญญาพร (2546) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของไรน้ำนางฟ้าและแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำชั่วคราว 181 แหล่งในเขตจังหวัดสกลนครและจังหวัดนครพนม จากการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบอาศัยในแหล่งเดียวกันกับไรน้ำนางฟ้าพบ Rotifera 20 สกุล 60 ชนิดพบ Copepod กลุ่มกาลานอยด์ 7 สกุล 16 ชนิดพบ Copepod กลุ่มไซโคลพอยด์ 2 สกุล 4 ชนิด และพบ Cladocera 13 สกุล 19 ชนิด และพบว่าชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์มีแนวโน้ม

มีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า โดยพบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดที่สามารถอาศัยอยู่ได้ในช่วงที่มีค่าการนำไฟฟ้ากว้างจะพบบ่อยได้บ่อยมากกว่าชนิดอื่น ๆ

พงษ์พันธุ์ ลิพท์เกรียงไกร และทัตพร คุณประดิษฐ์ (2557) ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำที่วิทยาเขตสะลงง มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 อ่างเก็บน้ำ เดือนละ 1 ครั้งเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำทั้ง 3 แห่งมีระดับของสารอาหารอยู่ในระดับน้อย-ปานกลาง และคุณภาพน้ำอยู่ในระดับดีถึงปานกลาง แพลงก์ตอนพืชพบชนิดเด่นคือ *Trachelomonas oblonga*, *Pediastrum simplex*, *Dictyosphaetium tetrachotomum*, *Peridiniopsis* sp.1 และ *Staurastrum smithii* ส่วนสัตว์หน้าดินวงศ์เด่นที่พบคือ Palacmonidae, Chironomidae, Baetidae, Thiaridae และ Notonectidae

วิภาวี ไทเมืองพล, ภัททิรา เกษมศิริ, เมธาวิ รอดมงคลดี, ร่วมฤดี พานจันทร์ และสุภานี สิมดี (2556) ศึกษาชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณกระชังเลี้ยงปลานิลในลุ่มน้ำชีตอนกลาง บริเวณจังหวัดมหาสารคาม เก็บตัวอย่างทุก 1 เดือนเป็นเวลา 4 เดือน พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 คิวชั้น 19 สกุล ได้แก่ Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, Euglenophyta และ Cryptophyta โดยสาหร่ายสีเขียว (Chlorophyta) มีองค์ประกอบชนิดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละเดือนพบว่าปริมาณของแพลงก์ตอนพืชจะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่ทำการเลี้ยงปลานิล และพบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นคือ *Pediastrum* sp. โดยแพลงก์ตอนพืชสกุล *Pediastrum* sp. นี้จัดอยู่ในกลุ่มของแพลงก์ตอนที่ไม่สามารถสร้างสารพิษหรือก่อให้เกิดโทษโดยตรงต่อสัตว์น้ำ และสามารถชี้บ่งชี้คุณภาพน้ำได้ว่ามีคุณภาพต่ำและมีการปนเปื้อนของปริมาณธาตุอาหารสูง

วรพร ธารางกูร (2545) ทำการศึกษาความชุกชุมและมวลชีวภาพของฟิโคแพลงก์ตอน (Picoplankton) บริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคกลน จังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการศึกษา 4 สถานี ในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 ถึงเมษายน พ.ศ. 2555 พบฟิโคแพลงก์ตอน 3 กลุ่มใหญ่คือ Heterotrophic picoplankton, Phototrophic picoplankton และ Picoeukaryotes โดย Heterotrophic picoplankton มีสัดส่วนความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ในขณะที่คลอโรฟิลล์ เอ ของนาโนแพลงก์ตอน (Nanoplankton) มีสัดส่วนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 84.41 และไมโครแพลงก์ตอน (Microplankton) มีสัดส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 7.71 ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสายใยอาหารในป่าชายเลนคลองโคกลนเริ่มต้นจากแพลงก์ตอนขนาดเล็ก (Picoplankton และ Nanoplankton)

วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย (2544) ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำจืด 7 ประเภท ได้แก่ แม่น้ำ ลำธาร อ่างเก็บน้ำ ฝ่ายทอน้ำ หนองน้ำ บึง และนาข้าว

ในจังหวัดกาญจนบุรี พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 69 สกุล 141 ชนิด ได้แก่ Rotifera 33 สกุล 88 ชนิด Cladocera 19 สกุล 28 ชนิด Protozoa 13 สกุล 21 ชนิด และ Copepod 4 สกุล 4 ชนิด โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Rotifera มีจำนวนชนิดมากที่สุดในทุกแหล่งน้ำ และพบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ผันแปรชนิดตามฤดูกาลในรอบปี โดยมีจำนวนชนิดสูงที่สุดในฤดูฝน

ศุภลักษณ์ โกชนสมบุรณ์ และคณะ (2556) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชในระบบเครือข่ายอ่างเก็บน้ำอ่าวพวง ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างตามฤดูกาลในรอบปี คือฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว พบว่าในแต่ละฤดูกาลมีการกระจายของแพลงก์ตอนพืชที่แตกต่างกัน พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 คิวชั้น 46 สกุล ได้แก่ Cyanophyta 6 สกุล Chlorophyta 27 สกุล และ Chromophyta 19 สกุล แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบในการศึกษาคั้งนี้คือ *Microcystis*, *Oscillatoria* และ *Pediastrum* ค่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และศิริลักษณ์ วลัยชัยเพียร (2557) ศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำอิง แบ่งการศึกษาตามฤดูกาลในรอบปีคือ ฤดูแล้ง ต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และฤดูหนาว พบว่าคุณภาพน้ำมีความผันแปรตามสถานที่และฤดูกาล ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์ไปในทางบวกกับค่าความเป็นด่าง ความกระด้าง ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ (BOD) ออร์โทฟอสเฟต และการนำไฟฟ้า พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 คิวชั้น 55 ชนิด ได้แก่ Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Chrysophyta, Chromophyta และ Pyrrophyta แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่พบคือ *Coelastrum cambricum*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii* และ *Microcystis incerta*

อนุชา เพียรชนะ, นันทพร มณีรัตน์, จุฑารัตน์ ไชยสนาม และอรพรรณ วงศรีแก้ว (2555) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การใช้แพลงก์ตอนชนิดเด่นในการชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง ทำการเก็บตัวอย่างแบ่งตามฤดูกาลในรอบปีคือ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน พบว่าทั้ง 3 ฤดูกาลพบแพลงก์ตอนพืชคิวชั้น Chlorophyta มากที่สุด รองลงมาคือ คิวชั้น Euglenophyta ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่พบบ่อยมากที่สุดคือ ไฟลัม Rotifera รองลงมาคือ ไฟลัม Protozoa คุณภาพน้ำของแม่น้ำมูลตอนล่างในทุกฤดูกาลอยู่ในสภาพเตือนภัยถึงสถานภาพสมดุล

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์ และคณะ (2544) ทำการศึกษาความสำคัญของแพลงก์ตอนพืชที่มีผลต่อการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศชายฝั่งในอ่าวไทย ผลการศึกษามวลชีวภาพในรูปของ

คลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไมโครแพลงก์ตอน (มีขนาดใหญ่กว่า 20 ไมโครเมตร) และกลุ่มฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน (มีขนาดเล็กกว่า 20 ไมโครเมตร) พบว่าแพลงก์ตอนขนาดเล็กมีมวลชีวภาพอยู่ในช่วงพิสัยเท่ากับร้อยละ 60-90 ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ซึ่งมีมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่ โดยมวลชีวภาพของฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนจะผันแปรตามถิ่นที่อยู่อาศัย คือ ฟิโคแพลงก์ตอนจะมีบทบาทสูงในระบบนิเวศที่มีปริมาณสารอาหารต่ำและมีน้ำค่อนข้างใส ส่วนนาโนแพลงก์ตอนพบเป็นกลุ่มเด่นในบริเวณที่มีสารอาหารพอเพียงและน้ำมีความขุ่นสูง กล่าวได้ว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กเป็นผู้ผลิตหลักในระบบนิเวศตลอดทั้งปี ยกเว้นในช่วงที่มีปริมาณสารอาหารอุดมสมบูรณ์ และจากการศึกษาพบว่าในระบบนิเวศที่มีแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กเป็นผู้ผลิตหลักนั้นส่งผลให้จำนวนของ Trophic levels มากขึ้น ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารลดลง และยังมีผลกระทบต่อชนิดและปริมาณของผู้บริโภคลำดับสูงในห่วงโซ่อาหารอีกด้วย

อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ปิยะรัตน์ เชื้อเชื้อ, อธิฉนิกา พรหมทอง และกมลทิพย์ ภูษิตกิตติคุณ (2545) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประชาคมแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำตราด โดยเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนจาก 2 ฤดูกาลคือฤดูแล้งและฤดูฝน ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนทั้งหมด 81 สกุล โดยไดอะตอมเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายชนิดสูงสุด จำนวนสกุลของไมโครแพลงก์ตอนในฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้ง ส่วนความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนทั้ง 2 ฤดูกาลมีค่าใกล้เคียงกัน และองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนมีความแตกต่างกันในระหว่างฤดูกาล กลุ่มไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นที่พบในฤดูแล้ง กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นกลุ่มเด่นที่พบในฤดูฝน ส่วนแพลงก์ตอนขนาดเล็กคือนาโนแพลงก์ตอน พบว่าองค์ประกอบและความชุกชุมไม่แตกต่างกันระหว่าง 2 ฤดูกาล พบสาหร่ายสีเขียวเป็นกลุ่มเด่น และสรุปได้ว่าความหนาแน่นของไมโครแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนในทั้ง 2 ฤดูกาลมีค่าใกล้เคียงกัน

Garcia et al. (2002) ทำการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนในอ่างเก็บน้ำ Valle de Bravo ประเทศเม็กซิโก ทำการเก็บตัวอย่างเดือนละครั้งเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มของโรติเฟอร์เป็นกลุ่มที่พบความหลากหลายมากที่สุด โดยสายพันธุ์ที่พบมากที่สุดที่พบตลอดทั้งปี ได้แก่ *Keratella chochlearis*, *Polyarthra vulgaris*, *Trichocerca capucina*, *Trichocerca similis*, *Asplanchna priodonta* และ *Synchaeta pectinata*

Kumar and Khare (2015) ทำการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำ Yumana ประเทศอินเดีย ทำการเก็บตัวอย่างเดือนละครั้งเป็นระยะเวลา 1 ปีจากการศึกษาพบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 22 ชนิด ได้แก่ Protozoa (3 ชนิด) Rotifera (12 ชนิด) Cladocera (5 ชนิด)

และ Copepoda (2 ชนิด) พบโรติเฟอร์เป็นกลุ่มเด่น ส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ตามฤดูกาลพบว่า ฤดูร้อนมีค่าสูงสุด รองลงมาคือฤดูหนาว และต่ำสุดในฤดูฝน

Shinde, Pathan, and Sonawane (2012) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชเป็นระยะเวลา 1 ปีในเขื่อน Harsool-Savandi ประเทศอินเดีย แบ่งช่วงของการเก็บตัวอย่างตามฤดูกาลได้ 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม) ฤดูฝน (มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน) และฤดูหนาว (ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม) ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 4 ดิวิชัน 35 จีนัส ดังนี้ Chlorophyceae (15 genera) Bacillariophyceae (7 genera) Cyanophyceae (7 genera) และ Euglenophyceae (6 genera) พบสาหร่ายสีเขียวมีความหลากหลายและมีความหนาแน่นมากที่สุด และพบแพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นสูงในฤดูร้อน รองลงมาคือฤดูหนาวและฤดูฝน ตามลำดับ ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Pandey, Siddhartha, and Tanti (2014) ที่ทำการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในบึง Purnia ประเทศอินเดีย การศึกษาของ Kumar and Khare (2015) ที่ทำการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำ Yamana เมือง Jalaun ประเทศอินเดีย และ Baleta and Bolanos (2016) ที่ทำการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนในอ่างเก็บน้ำ Magat ประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งทำการศึกษาในแหล่งน้ำจืดคล้ายกัน และพบว่าแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นคือ ดิวิชัน Chlorophyta

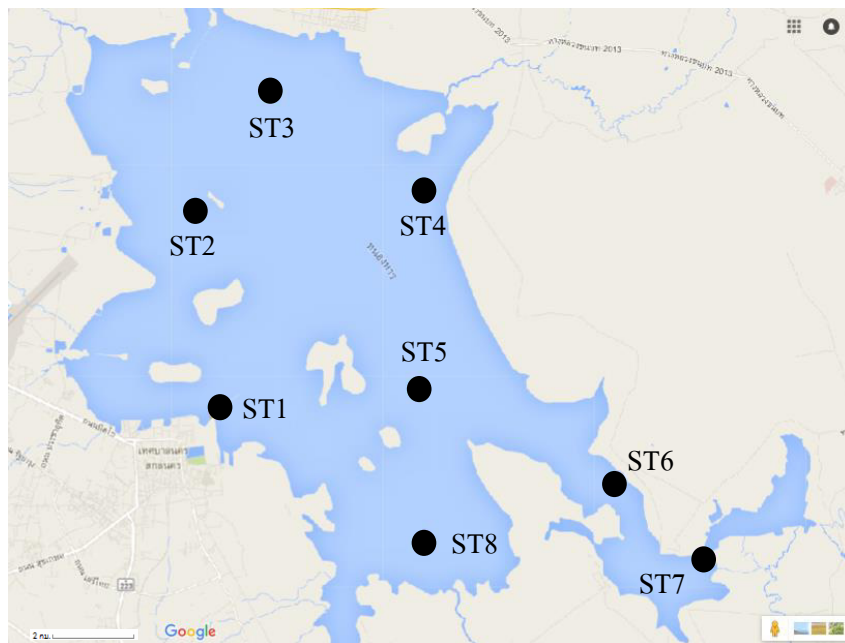
จากการสำรวจเอกสารพบว่า การศึกษาแพลงก์ตอนในน้ำจืดส่วนใหญ่พบแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chlorophyta เป็นดิวิชันที่มีความหลากหลายมากที่สุด ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์พบไฟลัม Rotifera มีความหลากหลายมากที่สุด ปัจจัยทางด้านฤดูกาลมีผลทำให้เกิดความแตกต่างขององค์ประกอบของแพลงก์ตอน เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นในฤดูฝน และปริมาณสารอาหารที่เพิ่มขึ้นจากการชะล้างอินทรีย์สารจากแผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำ ระดับน้ำที่ลดต่ำลงในฤดูแล้งทำให้ปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำมีความเข้มข้นสูงขึ้น อีกทั้งความแตกต่างของสภาพพื้นที่ในแต่ละจุดสำรวจก็มีผลต่อการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนด้วย ในส่วนของแพลงก์ตอนขนาดเล็ก (ฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน) พบว่า แพลงก์ตอนขนาดเล็กมีมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่าแพลงก์ตอนขนาดใหญ่ในบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยและป่าชายเลน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสายใยอาหารในระบบนิเวศนั้นเริ่มต้นจากแพลงก์ตอนขนาดเล็ก และการศึกษาแพลงก์ตอนขนาดเล็กในประเทศไทยยังไม่พบการศึกษาในแหล่งน้ำจืดมาก่อน ทางผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญและมีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึง โครงสร้างของแพลงก์ตอนทั้งแพลงก์ตอนขนาดใหญ่และแพลงก์ตอนขนาดเล็ก เพื่อให้ทราบถึงจุดเริ่มต้นของผู้ผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศภายในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. สถานที่ดำเนินงานวิจัย

ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนและตัวอย่างน้ำครอบคลุมพื้นที่ 2 อำเภอ ได้แก่ อำเภอ โพนนาแก้ว และอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร จำนวนทั้งสิ้น 8 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 3-1 และ ตารางที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 จุดเก็บตัวอย่าง (อ้างอิงจาก Google map)

### 2. ระยะเวลาการศึกษา

ทำการศึกษาแพลงก์ตอนและคุณภาพน้ำภายในหนองหาร จังหวัดสกลนคร กำหนดจุดเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด จำนวนทั้งสิ้น 8 สถานี โดยทำการแบ่งจำนวนครั้งในการเก็บตัวอย่างตามช่วงเวลา ได้แก่ เดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560



ตารางที่ 3-1 สถานีเก็บตัวอย่างการวิจัย

Station	Area	Geographic Coordinates	Note
1	ด้านหลังศูนย์วิจัยและพัฒนา ประมงน้ำจืด เขต 3 (สกลนคร)	17°10'31.8"N 104°09'32.6"E	สูบน้ำดิบเพื่อผลิต น้ำประปาไว้ใช้ใน เขตอำเภอเมือง และ มีการทำประมง
2	บ้านนาดอกไม้ ตำบลสาบโสม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร	17°12'58.3"N 104°09'18.2"E	มีการทำประมง และ ปศุสัตว์
3	บ้านท่าแร่ ตำบลท่าแร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร	17°14'20.4"N 104°10'16.0"E	มีการทำประมง
4	บ้านโพนบก ตำบลบ้าน แป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร	17°13'12.7"N 104°12'10.8"E	มีการทำประมง และ สูบน้ำเพื่อผลิต น้ำประปาหมู่บ้าน
5	ด้านหน้าเกาะดอนสวรรค์ ใหญ่ ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร	17°10'50.0"N 104°12'02.8"E	มีการทำประมง และ การท่องเที่ยว
6	บ้านท่าศาลา ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัด สกลนคร	17°09'43.0"N 104°14'32.7"E	เป็นแหล่งชุมชน มีการทำประมง และ สูบน้ำเพื่อผลิต น้ำประปาหมู่บ้าน
7	บ้านจอมแจ้ง ตำบลบ้าน แป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร	17°08'51.5"N 104°15'38.8"E	มีการทำประมง และ เป็นแหล่งชุมชน
8	บ้านดอนยาง ตำบลเหล่าปอ แดง อำเภอเมือง จังหวัด สกลนคร	17°09'01.9"N 104°12'10.8"E	มีการทำประมงและ และเป็นแหล่งน้ำ หลักที่เข้าสู่ หนองหาร (ลำน้ำพุง)



ภาพที่ 3-2 สถานีที่ 1 ด้านหลังศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 (สกลนคร)  
(17°10'31.8"N 104°09'32.6"E)



ภาพที่ 3-3 สถานีที่ 2 บ้านนาดอกไม้ ตำบลยางโอง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร  
(17°12'58.3"N 104°09'18.2"E)



ภาพที่ 3-4 สถานีที่ 3 บ้านท่าแร่ ตำบลท่าแร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร  
(17°14'20.4"N 104°10'16.0"E)



ภาพที่ 3-5 สถานีที่ 4 บ้านโพนบก ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร  
(17°13'12.7"N 104°12'10.8"E)



ภาพที่ 3-6 สถานีที่ 5 เกาะดอนสวรรค์ใหญ่ ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร  
(17°10'50.0"N 104°12'02.8"E)



ภาพที่ 3-7 สถานีที่ 6 บ้านท่าศาลา ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร  
(17°09'43.0"N 104°14'32.7"E)



ภาพที่ 3-8 สถานีที่ 7 บ้านจอมแจ้ง ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพธิ์นาแก้ว จังหวัดสกลนคร  
(17°08'51.5"N 104°15'38.8"E)



ภาพที่ 3-9 สถานีที่ 8 บ้านดอนยาง ตำบลเหล่าปอแดง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร  
(17°09'01.9"N 104°12'10.8"E)



### 3. วิธีการเก็บและศึกษาตัวอย่าง

#### 3.1 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน

##### 3.1.1 การเก็บแพลงก์ตอนขนาดใหญ่ (มากกว่า 20 ไมโครเมตร)

ทำการรวบรวมตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ โดยการตักน้ำปริมาตร 20 ลิตรที่ระดับผิวน้ำ กรองน้ำผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร และเก็บน้ำตัวอย่างจากกระเปาะของถุงกรองแพลงก์ตอนใส่ขวดพลาสติก จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างแพลงก์ตอนด้วยน้ำยาฟอรัมาลินที่ถูกปรับสภาพให้เป็นกลาง (Buffer formalin) 10 เปอร์เซ็นต์ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสถานีละ 3 ซ้ำ

##### 3.1.2 การเก็บแพลงก์ตอนขนาดเล็ก (เล็กกว่า 20 ไมโครเมตร)

ทำการรวบรวมตัวอย่างแพลงก์ตอนขนาดเล็ก โดยการสูมตักน้ำที่ผ่านถุงกรองขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร (น้ำที่ผ่านจากการกรองแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่) ใส่ขวดพลาสติก จากนั้นเก็บรักษาด้วยน้ำยาฟอรัมาลินที่ถูกปรับสภาพให้เป็นกลาง 10 เปอร์เซ็นต์ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสถานีละ 3 ซ้ำ



แพลงก์ตอนขนาดใหญ่

แพลงก์ตอนขนาดเล็ก

ภาพที่ 3-10 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน

### 3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและศึกษาคุณภาพน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับใต้ผิวน้ำน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ สถานีละ 3 ซ้ำ แล้วนำตัวอย่างน้ำกรองผ่านกระดาษกรอง GF/C น้ำที่ได้จากการกรองนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ โดยมีพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดดังนี้ความเป็นค่า ความกระด้าง ไนโตรเจน ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต ส่วนกระดาษกรอง GF/C ที่ทำการกรองน้ำแล้ว นำไปวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ พร้อมทั้งทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการในแต่ละสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

ตารางที่ 3-2 การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

Parameter (Unit)	Measurement Tool
Depth (Meter)	Plummet and tape
Transparency (Meter)	Secchi disc
Temperature (°C)	Multiparameter รุ่น 8602 Handheld IP67
pH	Multiparameter รุ่น 8602 Handheld IP67
Conductivity (µS/cm)	Multiparameter รุ่น 8602 Handheld IP67
Dissolved Oxygen (mg/l)	Multiparameter รุ่น 8602 Handheld IP67

## 4. การวิเคราะห์ตัวอย่างแพลงก์ตอน

### 4.1 แพลงก์ตอนขนาดใหญ่ (มากกว่า 20 ไมโครเมตร)

การวิเคราะห์ตัวอย่างแพลงก์ตอนขนาดใหญ่ทำในห้องปฏิบัติการ โดยการเขย่าขวด ตัวอย่างเบา ๆ หรือเอียงไปมาเพื่อให้ตัวอย่างกระจายทั่วขวด จากนั้นสุ่มตัวอย่างมา 1 มิลลิตร ใส่ใน Sedgwick-Rafter slide เพื่อทำการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้เอกสารอ้างอิงของลัดดา วงศ์รัตน์ (2542), ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543) ยุวดี พิรพรพิศาล (2556) และบพิช จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์ (2549) ตามลำดับ และนับจำนวนของแพลงก์ตอนเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณแพลงก์ตอนจากสมการ

$$\text{ปริมาณของแพลงก์ตอน (เซลล์ต่อลิตร)} = NV_2 / V_1$$

เมื่อ  $N$  = ค่าเฉลี่ยของจำนวนแฟลงก์ตอนที้นับได้ในน้ำ 1 มิลลิลิตร

$V_1$  = ปริมาณน้ำที่กรองผ่านถุงแฟลงก์ตอน (ลิตร)

$V_2$  = ปริมาตรตัวอย่างแฟลงก์ตอนในขวดตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

#### 4.2 แฟลงก์ตอนขนาดเล็ก (เล็กกว่า 20 ไมโครเมตร)

การวิเคราะห์ตัวอย่างแฟลงก์ตอนขนาดเล็กทำในห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ การวิเคราะห์แฟลงก์ตอนขนาดพิโคแฟลงก์ตอน (0.2-2 ไมโครเมตร) และการวิเคราะห์แฟลงก์ตอนขนาดนาโนแฟลงก์ตอน (มากกว่า 2-20 ไมโครเมตร)

##### 4.2.1 การวิเคราะห์แฟลงก์ตอนขนาดพิโคแฟลงก์ตอน

นำตัวอย่างแฟลงก์ตอนปริมาตร 1-10 มิลลิลิตร มากรองด้วยกระดาษกรองโพลีคาร์บอเนตที่มีพื้นสีดำ ขนาดตา 0.2 ไมโครเมตร ทำการย้อมเซลล์ด้วยสีย้อมเรืองแสง 4'-6-diamidino-2-phenylindole (DAPI) ตามวิธีของ Porter and Feig (1980) จากนั้นทำการจำแนกกลุ่มและนับจำนวนเซลล์ของแฟลงก์ตอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ Epifluorescence นับจำนวนเซลล์แฟลงก์ตอนของกลุ่มที่พบเป็นกลุ่มเด่นจนถึง 400 เซลล์ (Kirchman et al., 1982)

##### 4.2.2 การวิเคราะห์แฟลงก์ตอนขนาดนาโนแฟลงก์ตอน

นำตัวอย่างแฟลงก์ตอนปริมาตร 1-10 มิลลิลิตร มากรองด้วยกระดาษกรองโพลีคาร์บอเนต ขนาดตา 1.2 ไมโครเมตร เตรียมตัวอย่างตามวิธี Filter-Transfer-Freeze technique (Hewes & Holm-Hansen, 1983) จากนั้นทำการจำแนกกลุ่มและนับจำนวนเซลล์ของแฟลงก์ตอนด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้เอกสารประกอบการจำแนกกลุ่มของลัดดา วงศ์รัตน์ (2542), ลัดดา วงศ์รัตน์ (2543) ยุวดี พิรพรพิศาล (2556) และบพิช จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์ (2539)

### 5. การศึกษามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ

การวิเคราะห์มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ใช้วิธีการกรองแยกส่วน (Size fraction) ตามขนาดของแฟลงก์ตอนพืช โดยแบ่งตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองด้วยถุงกรองขนาด 20 ไมโครเมตร แล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วน น้ำส่วนที่ 1 นำมากรองด้วยกระดาษกรอง GF/C (แผ่นแรก) สำหรับการสกัดเพื่อหามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแฟลงก์ตอนพืชทุกขนาด น้ำส่วนที่ 2 นำมากรองด้วยถุงกรองขนาด 20 ไมโครเมตร และกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C อีกครั้ง (แผ่นที่สอง) เพื่อหามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแฟลงก์ตอนพืชกลุ่มพิโคแฟลงก์ตอนและนาโนแฟลงก์ตอน แ่กระดาษกรองแต่ละแผ่นด้วยอะซิโตนร้อยละ 90 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงในที่มืดและเย็น จากนั้นนำไปปั่นตกตะกอนด้วยเครื่อง Centrifuge ที่



ความเร็ว 2700 รอบต่อวินาที และทำการวิเคราะห์ห่มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ของลัดดา วงศ์รัตน์ และ โสภณา บุญญาภิวัฒน์ (2546)

## 6. การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับใต้ผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตรในแต่ละสถานี ปริมาตร 1000 มิลลิลิตรจำนวนสถานีละ 3 ซ้ำ นำน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C มาวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของมนัส ตัณฑุเวศน์ และ มั่นรัก ตัณฑุเวศน์ (2551) ดังนี้

ตารางที่ 3-3 พารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

Parameter (Unit)	Method
Alkalinity (mg/l)	Indicator method
Hardness (mg/l)	EDTA titrimetric method
Nitrite ( $\mu\text{g/l}$ )	Colorimetric method
Nitrate ( $\mu\text{g/l}$ )	Cadmium reduction method
Orthophosphates ( $\mu\text{g/l}$ )	Ascorbic acid method
Total suspended solid (mg/l)	Dry at 103-105 °C method
Chlorophyll a ( $\text{mg/m}^3$ )	Spectrophotometry

## 7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 ค่าดัชนีความชุกชุมหรือดัชนีความมากชนิด (Richness index)

บอกถึงจำนวนของชนิดและจำนวนที่พบของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่หนึ่งในสังคม มีค่าตั้งแต่ ศูนย์ถึงอนันต์ ซึ่งค่าที่สูงแสดงว่าสิ่งมีชีวิตในสังคมนั้นมีความมากชนิดมาก มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$R = (S-1) / \ln(n)$$

โดย R = ค่าดัชนีความมากชนิด  
S = จำนวนชนิดที่พบทั้งหมด  
ln = natural logarithm  
n = จำนวนตัวทั้งหมดที่พบ

7.2 ดัชนีความสม่ำเสมอหรือความเท่าเทียม (Evenness index หรือ Equitability index) บ่งบอกถึงการกระจายของชนิดที่พบในสังคมนั้น ถ้าหากสังคมใดมีการกระจายสม่ำเสมอหรือมีจำนวนในแต่ละชนิดพันธุ์ใกล้เคียงกันดัชนีความสม่ำเสมอจะมีค่าสูง และค่าดัชนีความสม่ำเสมอลดลงเมื่อความสัมพันธ์ของการกระจายของแต่ละชนิดพันธุ์ในสังคมนั้นแตกต่างกัน ค่าดัชนีความสม่ำเสมอมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยที่ค่ามากที่สุดคือ 1 หมายความว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่พบมีจำนวนตัวเท่ากันหรือเรียกว่ามีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ

$$E = H/\ln S \text{ หรือ } H/H_{\max}$$

โดย  $E$  = ค่าดัชนีความเท่าเทียม

$H$  = ค่าดัชนีความหลากหลาย

$S$  = จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบในจุดสำรวจนั้น

$H_{\max}$  = ค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุด

7.3 ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Diversity index)

เป็นดัชนีที่ใช้บอกความหลากหลายของสังคมสิ่งมีชีวิตในพื้นที่หนึ่ง ๆ Shannon and Weaver (1949) ได้เสนอวิธีประเมินความหลากหลายแนวทางหนึ่ง โดยใช้ค่า Shannon Wiener's Index of Diversity ( $H$ ) ซึ่งค่า  $H$  จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึงค่าอนันต์ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนที่พบ ถ้าบริเวณใดมีค่าสูง แสดงว่ามีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสูง ตรงกันข้ามหากพบว่ามีค่าต่ำ หมายถึงพื้นที่ดังกล่าวมีค่าความหลากหลายของแพลงก์ตอนต่ำ โดยทั่วไปในการศึกษาทางระบบนิเวศดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 3.5 โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

โดย  $H$  = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์

$s$  = ผลรวมของจำนวนสิ่งมีชีวิตทุกชนิด

$P_i$  = สัดส่วนของจำนวนเซลล์ของชนิดที่  $i$  ต่อจำนวนเซลล์ทั้งหมด

7.4 การวิเคราะห์การจัดกลุ่มของประชาคมสิ่งมีชีวิต (Cluster analysis) โดยจำแนกและแสดงลักษณะการจัดกลุ่มความหลากหลายและความชุกชุมของประชาคมสิ่งมีชีวิตที่สำรวจพบ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA)

7.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนกับคุณภาพน้ำ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของดัชนีคุณภาพน้ำระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างและในแต่ละช่วงเวลา เก็บตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละสถานี และช่วงเวลา นำมาหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) โดยใช้โปรแกรม Minitab 17

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 1. โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนพืช

##### 1.1 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ทั้งหมด 5 ครั้งในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายนและเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 จำนวนทั้งสิ้น 8 สถานี ด้วยถุงกรองแพลงก์ตอนขนาด 20 ไมโครเมตร พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 65 สกุลใน 3 ดิวิชั่น ได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) แบ่งออกได้เป็นคลาส Chlorophyceae และคลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) ได้แก่ คลาส Cyanophyceae และดิวิชั่น Chromophyta (สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง) แบ่งออกได้เป็นคลาส Chrysophyceae คลาส Dinophyceae และคลาส Bacillariophyceae (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 ความหลากหลาย และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในหนองหาร จังหวัดสกลนคร (เซลล์ต่อลิตร)

PHYTOPLANKTON	Jun.-16	Sep.-16	Dec.-16	Apr.-17	Jun.-17
<b>Division Chlorophyta</b>					
Class Chlorophyceae					
<i>Ankistrodemus</i>	91	96	12	40	56
<i>Chlamydomonas</i>	88	520	524	120	194
<i>Chlorella*</i>	0	0	0	8	0
<i>Closterium</i>	336	130	62	72	74
<i>Coelastrum</i>	74	164	22	80	88
<i>Coenochloris*</i>	435	1,416	426	956	392
<i>Cosmarium</i>	4,183	866	104	308	130
<i>Cosmocladium</i>	0	378	60	0	12
<i>Crucigenia*</i>	30	60	6	0	12
<i>Desmidium</i>	1,354	2,424	44	2,202	234

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

	Jun.-16	Sep.-16	Dec.-16	Apr.-17	Jun.-17
<b>Division Chlorophyta</b>					
Class Chlorophyceae					
<i>Dicellula</i>	134	178	0	0	0
<i>Dictyosphaerium</i>	0	28	0	20	8
<i>Dimorphococcus</i>	13	4	2	28	0
<i>Elakatothrix</i>	20	4	0	14	10
<i>Euastrum</i>	40	24	0	32	10
<i>Eudorina</i>	531	626	80	366	310
<i>Golenkinia</i>	0	10	8	18	20
<i>Gonatozygon</i>	26	114	244	74	92
<i>Kirchneriella*</i>	218	178	130	82	14
<i>Micrasterias</i>	524	54	6	448	42
<i>Mougeotia</i>	44	38	42	212	64
<i>Nephrocytium</i>	14	24	8	38	16
<i>Oocystis</i>	135	146	36	70	86
<i>Pandorina</i>	39	154	12	30	152
<i>Pediastrum</i>	84	80	12	24	20
<i>Planktoshaeria</i>	11	16	40	2	10
<i>Pleurotaenium</i>	0	0	0	0	6
<i>Scenedesmus</i>	264	904	16	150	418
<i>Selenastrum</i>	6	234	8	0	0
<i>Sphaerocystis</i>	89	300	534	702	352
<i>Spondylosium</i>	150	108	32	914	18
<i>Staurastrum</i>	1,455	232	46	378	72
<i>Stauroidesmus</i>	189	98	18	38	18
<i>Tetraedron</i>	166	98	28	72	16
<i>Ulothrix</i>	58,800	4	1,352	926	72

## ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

	Jun.-16	Sep.-16	Dec.-16	Apr.-17	Jun.-17
<b>Division Chlorophyta</b>					
Class Chlorophyceae					
<i>Volvox</i>	42	98	38	32	18
<i>Xanthidium</i>	10	12	0	8	4
<b>Division Chlorophyta</b>					
Class Euglenophyceae					
<i>Euglena</i>	1,146	738	998	544	858
<i>Lepocinclis</i>	274	594	1,364	1,144	408
<i>Phacus</i>	716	106	268	766	162
<i>Trachelomonas</i>	1,527	7,554	1,108	2,358	1,826
<i>Strombomonas</i>	70	14	0	0	52
<b>Division Cyanophyta</b>					
Class Cyanophyceae					
<i>Anabaena</i>	881	42	26	34	6
<i>Anacystis</i>	4	0	20	74	34
<i>Aphanocapsa</i>	936	1,094	562	4,208	356
<i>Aphanothece</i>	1,942	1,336	256	310	166
<i>Coelomoron</i>	186	26	6	44	28
<i>Chroococcus</i>	618	50	20	46	60
<i>Merismopedia</i>	0	70	2	0	6
<i>Microcystis</i>	1,225	296	182	176	82
<i>Oscillatoria</i>	10,389	344	1,214	2,320	412
<i>Pseudonabaena</i>	82	12	24	16	6
<i>Spirulina</i>	0	20	0	2	1,134

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

	Jun.-16	Sep.-16	Dec.-16	Apr.-17	Jun.-17
<b>Division Chromophyta</b>					
Class Chrysophyceae					
<i>Centrtractus</i>	20	2	26	326	4
<i>Dinobryon</i>	374	124	648	394	48
<i>Isthmochloron</i>	111	24	6	8	12
<b>Division Chromophyta</b>					
Class Dinophyceae					
<i>Ceratium</i>	1,526	546	2,192	1,840	1,160
<i>Peridinium</i>	1,151	10,206	1,234	404	8,184
<b>Division Chromophyta</b>					
Class Bacillariophyceae					
<i>Aulacoseira</i>	452	2	170	218	86
<i>Melosira</i>	0	0	4	10	0
<i>Navicula</i>	0	2	0	110	40
<i>Nitzschia</i>	0	0	0	48	16
<i>Rhopalodia</i>	37	0	4	24	2
<i>Surirella</i>	5,300	0	28	860	6
<i>Synedra</i>	13	62	44	46	24

Note \* Mean counts as colonies

#### 1.1.1 ความผันแปรความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงเดือน ที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนคร (ตารางที่ 4-2) พบความหลากหลายสูงสุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 (60 สกุล) และความหลากหลายต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 (54 สกุล) โดยดัชนี Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสูงสุด ในการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนครครั้งนี้

ตารางที่ 4-2 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

	Jun.-16	Sep.-16	Dec.-16	Apr.-17	Jun.-17
Class Cyanophyceae	9	10	10	10	11
Class Chlorophyceae	32	35	30	32	33
Class Euglenophyceae	5	5	4	4	5
Class Chrysophyceae	3	3	3	3	3
Class Dinophyceae	2	2	2	2	2
Class Bacillariophyceae	4	3	5	7	6
<b>SUM (genus)</b>	<b>55</b>	<b>58</b>	<b>54</b>	<b>58</b>	<b>60</b>

เมื่อพิจารณาความหลากหลายในแต่ละช่วงเดือนได้ผลสรุปดังนี้ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 55 สกุล สถานที่ที่พบความหลากหลายสูงสุด ได้แก่ สถานีที่ 1 (หลังศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 สกลนคร) และสถานีที่ 8 (บ้านคอนยาง ตำบลเหล่าปอแดง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร) พบจำนวน 38 สกุล และสถานที่ที่พบความหลากหลายต่ำสุด ได้แก่ สถานีที่ 3 (บ้านท่าแร่ ตำบลท่าแร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร) พบจำนวน 11 สกุล

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 58 สกุล สถานที่ที่พบความหลากหลายสูงสุด ได้แก่ สถานีที่ 8 พบจำนวน 42 สกุล และสถานที่ที่พบความหลากหลายต่ำสุด ได้แก่ สถานีที่ 5 (เกาะดอนสวรรค์ใหญ่ ตำบลธาตุเชิงชุม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร) พบจำนวน 18 สกุล

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 54 สกุล เป็นเดือนที่พบความหลากหลายน้อยที่สุด สถานที่ที่พบความหลากหลายสูงสุด ได้แก่ สถานีที่ 8 พบจำนวน 43 สกุล และสถานที่ที่พบความหลากหลายต่ำสุด ได้แก่ สถานีที่ 4 (บ้านโพนบก ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร) พบจำนวน 15 สกุล

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 58 สกุล สถานที่ที่พบความหลากหลายสูงสุด ได้แก่ สถานีที่ 7 (บ้านจอมแจ้ง ตำบลบ้านแป้น อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร) พบจำนวน 43 สกุล และสถานที่ที่พบความหลากหลายต่ำสุด ได้แก่ สถานีที่ 5 พบจำนวน 15 สกุล



และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 60 สกุล เป็นเดือนที่พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชสูงที่สุดสถานที่ที่พบความหลากหลายสูงสุด ได้แก่ สถานที่ที่ 8 พบจำนวน 45 สกุล และสถานที่ที่พบความหลากหลายต่ำสุด ได้แก่ สถานที่ที่ 3 พบจำนวน 21 สกุล

1.1.2 ความผันแปรของความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานที่ทำการศึกษา

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี (ตารางภาคผนวก ก-1) พบว่าในสถานีที่ 1 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 57 สกุล โดยจำแนกได้ดังนี้ คลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสูงสุดพบ 33 สกุล รองลงมาได้แก่ คลาส Cyanophyceae 11 สกุล คลาส Euglenophyceae 5 สกุล คลาส Bacillariophyceae 4 สกุล คลาส Chrysophyceae และคลาส Dinophyceae 2 สกุล ตามลำดับ

สถานีที่ 2 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 47 สกุล โดยจำแนกได้เป็น คลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสูงสุดพบ 26 สกุล รองลงมาได้แก่ คลาส Cyanophyceae 11 สกุล คลาส Euglenophyceae 4 สกุล คลาส Bacillariophyceae 4 สกุล และคลาส Dinophyceae 2 สกุล ตามลำดับ ไม่พบคลาส Chrysophyceae

สถานีที่ 3 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 34 สกุล ซึ่งเป็นสถานที่ที่พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุด โดยจำแนกได้เป็นคลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสูงสุดพบ 20 สกุล รองลงมาได้แก่ คลาส Cyanophyceae 7 สกุล คลาส Euglenophyceae 4 สกุล คลาส Dinophyceae 2 สกุล และ คลาส Bacillariophyceae 1 สกุล ตามลำดับ ไม่พบคลาส Chrysophyceae

สถานีที่ 4 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 50 สกุล โดยจำแนกได้เป็นคลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสูงสุดพบ 31 สกุล รองลงมาได้แก่ คลาส Cyanophyceae 10 สกุล คลาส Euglenophyceae 5 สกุล คลาส Dinophyceae 2 สกุล และคลาส Chrysophyceae 2 สกุล ตามลำดับ ไม่พบคลาส Bacillariophyceae

สถานีที่ 5 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 43 สกุล โดยจำแนกได้เป็น คลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสูงสุดพบ 23 สกุล รองลงมาได้แก่ คลาส Cyanophyceae 8 สกุล คลาส Bacillariophyceae 5 สกุล คลาส Euglenophyceae 4 สกุล คลาส Dinophyceae 2 สกุล และ คลาส Chrysophyceae 1 สกุล ตามลำดับ

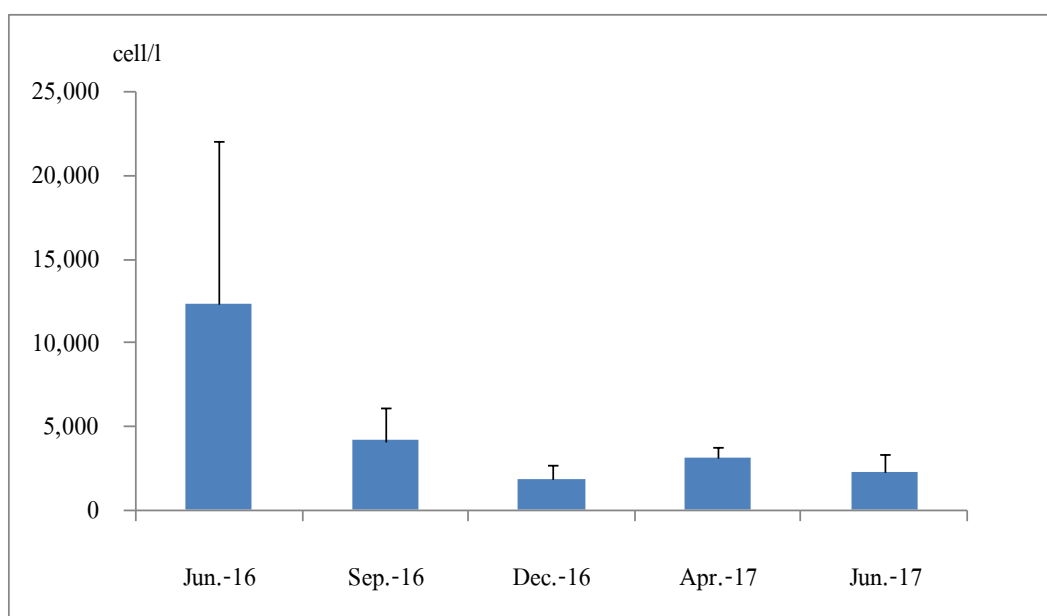
สถานีที่ 6 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 56 สกุล โดยจำแนกได้เป็นคลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสูงสุดพบ 31 สกุล รองลงมาได้แก่ คลาส Cyanophyceae 9 สกุล คลาส Bacillariophyceae 7 สกุล คลาส Euglenophyceae 4 สกุล คลาส Chrysophyceae 3 สกุล และ คลาส Dinophyceae 2 สกุล ตามลำดับ

สถานีที่ 7 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 58 สกุล โดยจำแนกได้เป็น คลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสกุลสูงสุดพบ 33 สกุล รองลงมาได้แก่ คลาส Cyanophyceae 9 สกุล คลาส Bacillariophyceae 7 สกุล คลาส Euglenophyceae 4 สกุล คลาส Dinophyceae 2 สกุล และ คลาส Chrysophyceae 2 สกุล ตามลำดับ

สถานีที่ 8 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 59 สกุล ซึ่งเป็นสถานีที่พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชสูงที่สุด โดยจำแนกได้เป็นคลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสกุลสูงสุดพบ 31 สกุล รองลงมาได้แก่ คลาส Cyanophyceae 11 สกุล คลาส Bacillariophyceae 7 สกุล คลาส Euglenophyceae 5 สกุล คลาส Chrysophyceae 3 สกุล และคลาส Dinophyceae 2 สกุล ตามลำดับ

จากการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่างในหนองหาร จังหวัดสกลนครพบว่า สถานีที่ 8 มีความหลากหลายสกุลสูงสุด และสถานีที่ 3 มีความหลากหลายต่ำสุด โดยแพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta หรือสาหร่ายสีเขียว คลาส Chlorophyceae มีความหลากหลายสกุลสูงสุดและพบได้ในสถานีที่ 2 (บ้านนาดอกไม้ ตำบลยางโสม อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร) และสถานีที่ 3 ไม่พบแพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae และในสถานีที่ 4 ไม่พบแพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae

### 1.2 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช



ภาพที่ 4-1 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนครทั้งหมด 5 ครั้งในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 จำนวนทั้งสิ้น 8 สถานี (ภาพที่ 4-1) พบว่า แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 4,726 เซลล์ต่อลิตร โดยในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด (12,322 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 (4,136 เซลล์ต่อลิตร) เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 (3,099 เซลล์ต่อลิตร) เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 (2,277 เซลล์ต่อลิตร) และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 (1,795 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ

1.2.1 ความผันแปรของความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา พบว่าเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (ภาพภาคผนวก ข-1) มีความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดเท่ากับ 98,575 เซลล์ต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี โดยเรียงลำดับสถานีที่พบมากไปน้อยได้ดังนี้ สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นสูงสุด (80,240 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 6 (8,905 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (4,788 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 1 (2,366 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (674 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 5 (594 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 2 (530 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 3 (478 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ

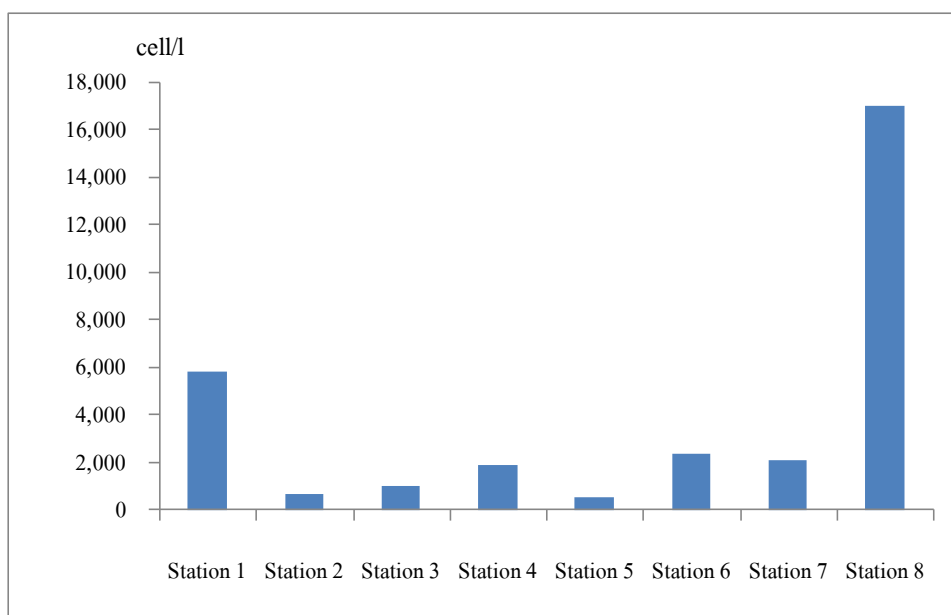
เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 33,086 เซลล์ต่อลิตร สถานีที่ 1 มีความหนาแน่นสูงสุด (18,020 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 8 (4,384 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (4,146 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (2,510 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (1,376 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 6 (1,102 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 2 (922 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 5 (626 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-2)

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 14,358 เซลล์ต่อลิตร สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นสูงสุด (7,966 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 3 (1,732 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (1,182 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 1 (1,128 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 6 (688 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 5 (498 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (488 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 2 (676 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-3)

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 24,794 เซลล์ต่อลิตร สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นสูงสุด (6,732 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 1 (4,190 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (3,850 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (3,806 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 6 (2,742 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (1,666 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 2 (1,046 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 5 (762 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-4)

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 18,218 เซลล์ต่อลิตร สถานีที่ 1 มีความหนาแน่นสูงสุด (9,240 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 8 (3,006 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (1,706 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (942 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 6 (918 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (864 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 5 (816 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 2 (726 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-5)

1.2.2 ความผันแปรของความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละสถานี (ภาพที่ 4-2) พบว่าสถานีที่ 8 มีความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชสูงที่สุด (17,055 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 1 (5,824 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 6 (2,393 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (2,076 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (1,926 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (1,032 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 2 (650 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 5 (549 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ



ภาพที่ 4-2 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

สถานีที่ 1 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 34,944 เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืชคิวิชั้น Chlorophyta คลาส Dinophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ คิวิชั้น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae คิวิชั้น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae คิวิชั้น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae คิวิชั้น Chromophyta คลาส Chrysophyceae และคิวิชั้น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ตามลำดับ

สถานีที่ 2 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 3,900 เซลล์ต่อลิตร โดยพบ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สีน้ำเงิน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Dinophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae และสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ตามลำดับ และไม่พบ แพลงก์ตอนพืชสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Chrysophyceae

สถานีที่ 3 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 6,194 เซลล์ต่อลิตร โดยพบ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Dinophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สีน้ำเงิน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae และสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ตามลำดับ และไม่พบ แพลงก์ตอนพืชสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Chrysophyceae

สถานีที่ 4 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 11,558 เซลล์ต่อลิตร โดยพบ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สีน้ำเงิน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Dinophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae และสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ และไม่พบ แพลงก์ตอนพืชสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Bacillariophyceae

สถานีที่ 5 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 3,296 เซลล์ต่อลิตร โดยพบ แพลงก์ตอนพืชสีน้ำเงิน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Dinophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae สีน้ำเงิน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ

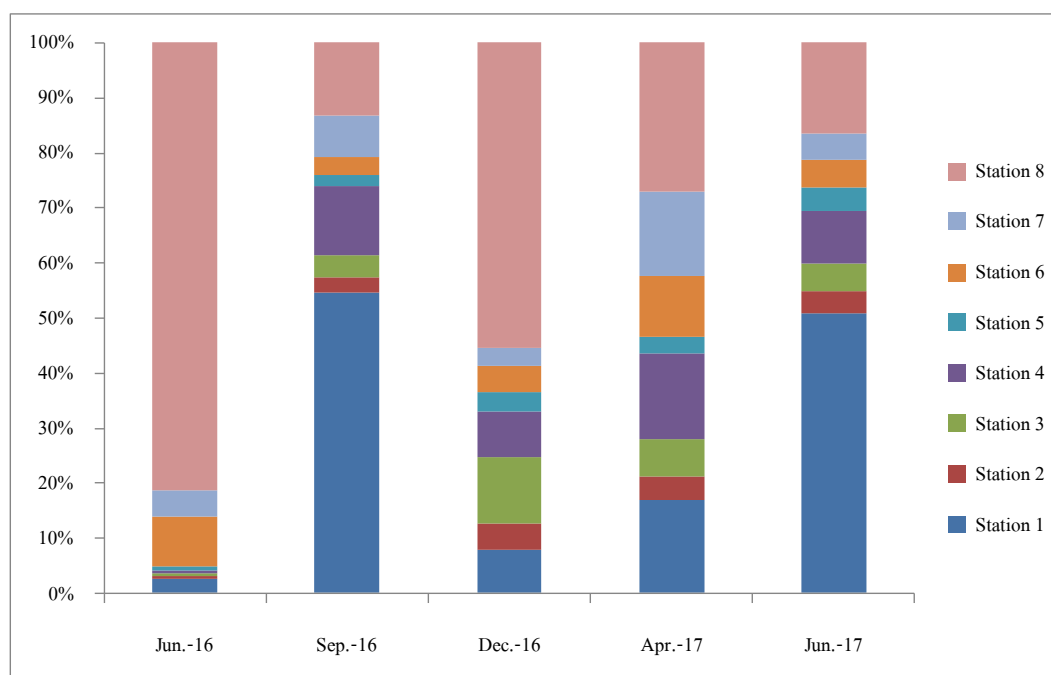
สถานีที่ 6 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 14,355 เซลล์ต่อลิตร โดยพบ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สีน้ำเงิน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Dinophyceae สีน้ำเงิน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ

สถานีที่ 7 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 12,454 เซลล์ต่อลิตร โดยพบ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สีน้ำเงิน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Dinophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae สีน้ำเงิน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ

สถานีที่ 8 แพลงก์ตอนพืชมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 102,328 เซลล์ต่อลิตร โดยพบ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae สีน้ำเงิน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae สีน้ำเงิน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Dinophyceae และสีน้ำเงิน Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ (ตารางภาคผนวก ก-2)

### 1.3 สัดส่วนความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืช

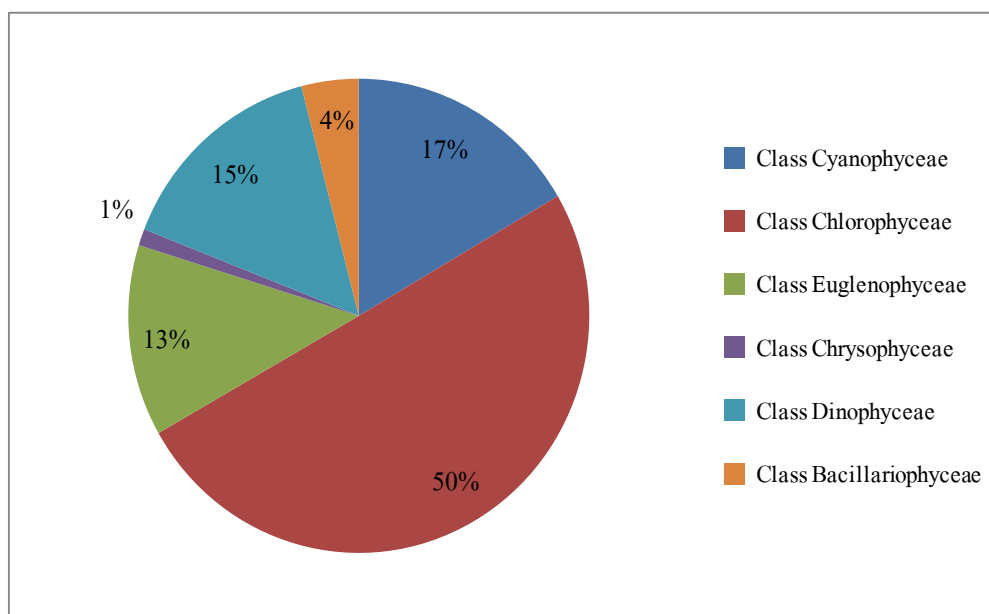
เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ทั้งในแต่ละสถานี และแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษามาจัดเรียงได้ดังภาพที่ 4-3 จากภาพจะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพบสูงในสถานีที่ 1 และสถานีที่ 8 มากกว่าสถานีอื่น ๆ



ภาพที่ 4-3 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชทั้ง 8 สถานีในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดที่พบในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ประกอบด้วย สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาได้แก่ สีน้ำเงิน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae สีน้ำเงิน Chromophyta คลาส Dinophyceae สีน้ำเงิน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae สีน้ำเงิน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และสีน้ำเงิน Chromophyta คลาส Chrysophyceae คิดเป็นร้อยละ 17, 15, 13, 4 และ 1 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-4) จึงกล่าวได้ว่า

ดิวิชั่น Chlorophyta หรือสาหร่ายสีเขียวเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นที่พบความหนาแน่นสูงในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

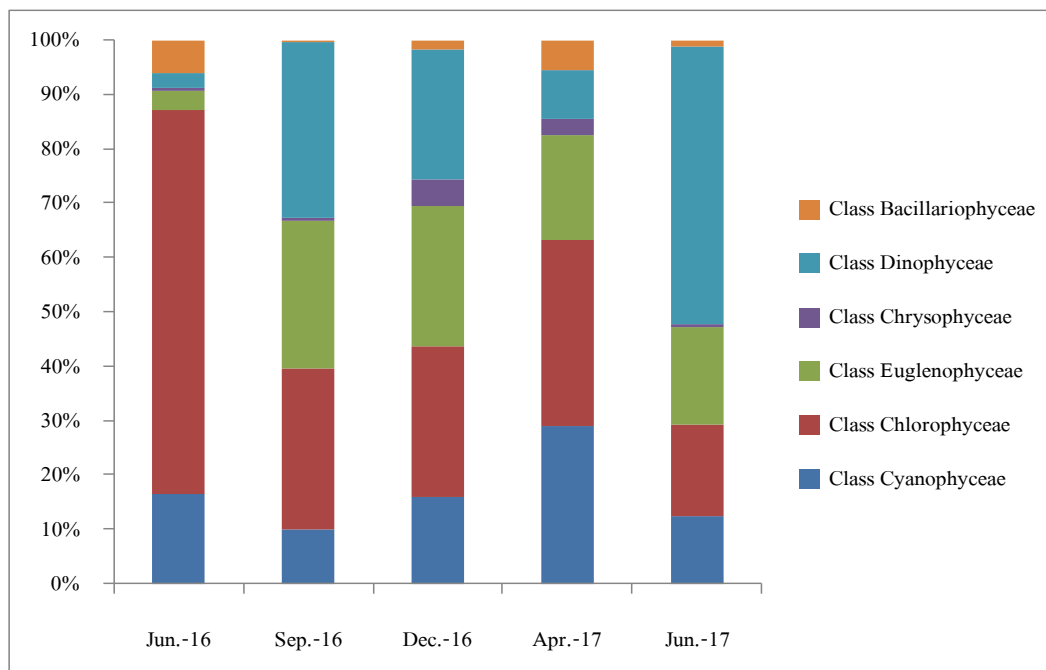


ภาพที่ 4-4 สัดส่วนแพลงก์ตอนพืชทั้งหมดที่พบในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

### 1.3.1 ความผันแปรของสัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-5) สามารถสรุปได้ว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชประกอบด้วย ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae พบความหนาแน่นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 71 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae และ ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae คิดเป็นร้อยละ 16, 6, 4 และ 3 ตามลำดับ

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วย ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae พบความหนาแน่นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 33 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae และ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae คิดเป็นร้อยละ 30, 27 และ 10 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-5 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วย ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae พบความหนาแน่นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 27 รองลงมา ได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae และ ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae คิดเป็นร้อยละ 26, 24, 16, 5 และ 2 ตามลำดับ

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วย ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae พบความหนาแน่นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 34 รองลงมา ได้แก่ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และ ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae คิดเป็นร้อยละ 29, 20, 9, 5 และ 3 ตามลำดับ

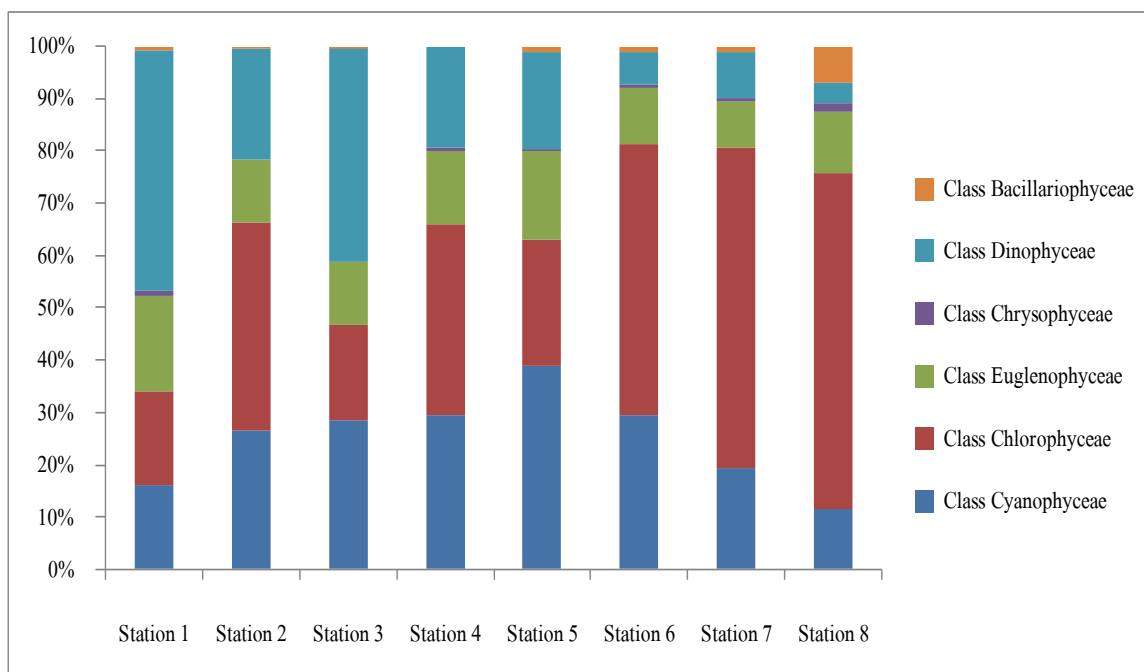
และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วย ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae พบความหนาแน่นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 51 รองลงมา ได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae และ ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae คิดเป็นร้อยละ 18, 17, 13 และ 1 ตามลำดับ



จากการศึกษาสัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละช่วงเดือน พบว่าสัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเดือน โดยพบแพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Cholorophyceae เป็นกลุ่มเด่นที่มีสัดส่วนความหนาแน่นสูงสุดในเดือนมิถุนายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 และพบแพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae เป็นกลุ่มเด่นที่มีสัดส่วนความหนาแน่นสูงสุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบสัดส่วนความหนาแน่นน้อยที่สุดได้แก่ ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae และดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae

### 1.3.2 ความผันแปรของสัดส่วนความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี

เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษสามารถสรุปได้ว่า สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษานั้นมีสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป (ภาพที่ 4-6)



ภาพที่ 4-6 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

โดยพบว่าในสถานีที่ 1 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วย ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชั่น

Cyanophyta คลาส Cyanophyceae และดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae คิดเป็นร้อยละ 19, 18, 16 และ 1 ตามลำดับ

สถานที่ 2 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วยดิวิชั่น

Chlorophyta คลาส Chlorophyceae พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae คิดเป็นร้อยละ 27, 21 และ 12 ตามลำดับ

สถานที่ 3 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วยดิวิชั่น

Chromophyta คลาส Dinophyceae พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae คิดเป็นร้อยละ 28, 19 และ 12 ตามลำดับ

สถานที่ 4 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วยดิวิชั่น

Chlorophyta คลาส Chlorophyceae พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae และดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae คิดเป็นร้อยละ 30, 19, 14 และ 1 ตามลำดับ

สถานที่ 5 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วยดิวิชั่น

Cyanophyta คลาส Cyanophyceae พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae และดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae คิดเป็นร้อยละ 24, 19, 17 และ 1 ตามลำดับ

สถานที่ 6 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วยดิวิชั่น

Chlorophyta คลาส Chlorophyceae พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และ ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae คิดเป็นร้อยละ 29, 11, 6, 1 และ 1 ตามลำดับ

สถานที่ 7 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วยดิวิชั่น

Chlorophyta คลาส Chlorophyceae พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61 รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และ ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae คิดเป็นร้อยละ 19, 9, 9, 1 และ 1 ตามลำดับ

สถานีที่ 8 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ประกอบด้วยดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64 รองลงมาได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ดิวิชัน Chromophyta คลาส Dinophyceae และ ดิวิชัน Chromophyta คลาส Chrysophyceae คิดเป็นร้อยละ 12, 12, 7, 4 และ 1 ตามลำดับ

#### 1.4 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่น

แพลงก์ตอนพืชที่พบสม่ำเสมอทุกสถานีและทุกครั้งที่ทำการศึกษได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสกุล *Oscillatoria* และ *Aphanocapsa*

##### 1.4.1 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นที่พบในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูงในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสกุล *Oscillatoria*, *Trachelomonas* และ *Ceratium* เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสกุล *Peridinium*, *Trachelomonas* และ *Coenochloris* เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูงได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสกุล *Ceratium*, *Oscillatoria* และ *Aphanocapsa* เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูงได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสกุล *Aphanocapsa*, *Trachelomonas* และ *Oscillatoria* และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 โดยแพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสกุล *Peridinium*, *Trachelomonas* และ *Euglena*

##### 1.4.2 แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

สถานีที่ 1 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ *Peridinium*, *Trachelomonas* และ *Aphanocapsa* สถานีที่ 2 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ *Ceratium*, *Coenochloris* และ *Eudorina* สถานีที่ 3 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ *Ceratium*, *Aphanocapsa* และ *Trachelomonas* สถานีที่ 4 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ *Aphanocapsa*, *Ceratium* และ *Oscillatoria* สถานีที่ 5 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูงได้แก่ *Trachelomonas*, *Oscillatoria* และ *Ceratium* สถานีที่ 6 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ *Cosmarium*, *Trachelomonas* และ *Oscillatoria* สถานีที่ 7 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ *Desmidium*, *Aphanocapsa* และ *Ceratium* สถานีที่ 8 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ *Oscillatoria*, *Peridinium* และ *Euglena*

### 1.5 ดัชนีความหลากหลายของแมลงก่ต่อนพืช

#### 1.5.1 ค่าดัชนีความมากชนิดหรือดัชนีความชุกชุม (Richness index)

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความมากชนิดของแมลงก่ต่อนพืชที่พบในหนองหารจังหวัดสกลนคร พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.62 ถึง 5.57 (ตารางที่ 4-3) ค่าดัชนีความมากชนิดมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 6 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 และค่าต่ำสุดพบในสถานีที่ 3 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 เมื่อพิจารณาจากในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษาพบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.62 ถึง 4.76 โดยมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 1 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 3 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ในช่วง 2.64 ถึง 4.89 โดยมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 8 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 5 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.98 ถึง 4.70 โดยมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 1 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 4 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบมีค่าอยู่ในช่วง 2.11 ถึง 5.18 โดยมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 6 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 5 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบมีค่าอยู่ในช่วง 2.92 ถึง 5.57 โดยมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 6 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 3

#### 1.5.2 ดัชนีความสม่ำเสมอหรือความเท่าเทียม (Evenness index หรือ

Equitability index)

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแมลงก่ต่อนพืชที่พบในหนองหารจังหวัดสกลนคร พบมีค่าอยู่ในช่วง 0.32 ถึง 0.87 (ตารางที่ 4-3) ค่าดัชนีความสม่ำเสมอมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 7 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 และค่าต่ำสุดพบในสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษาพบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ในช่วง 0.32 ถึง 0.80 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 2 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 8 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ในช่วง 0.49 ถึง 0.80 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 5 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 7 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ในช่วง 0.52 ถึง 0.83 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 6 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 3 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบมีค่าอยู่ในช่วง 0.52 ถึง 0.76 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 1 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 3 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบมีค่าอยู่ในช่วง 0.39 ถึง 0.87 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 7 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 1

#### 1.5.3 ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของแมลงก่ต่อนพืช (Diversity index)

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงก่ต่อนพืชที่พบในหนองหารจังหวัดสกลนคร พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.15 ถึง 3.16 (ตารางที่ 4-3) ค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 7 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 และค่าต่ำสุดพบในสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษาพบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.15 ถึง 2.52 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 7 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 8 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ใน

ในช่วง 1.79 ถึง 2.75 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 2 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 7 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.52 ถึง 2.63 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 6 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 3 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.54 ถึง 2.83 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 1 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 3 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.30 ถึง 3.16 มีค่าสูงสุดในสถานีที่ 7 และค่าต่ำสุดในสถานีที่ 1

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบดัชนีความมากมาย ดัชนีความสม่ำเสมอ และดัชนีความหลากหลายของแมลงก้นดอในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ในแต่ละช่วงเดือนและสถานีที่ทำการศึกษา

Month	Station	Richness index	Evenness index	Diversity index
Jun.-16	1	4.76	0.61	2.23
	2	3.19	0.80	2.43
	3	1.62	0.59	1.42
	4	2.46	0.75	2.13
	5	2.35	0.73	2.03
	6	3.08	0.62	2.10
	7	4.01	0.71	2.52
	8	3.28	0.32	1.15
Sep.-16	1	3.67	0.53	1.91
	2	4.69	0.79	2.75
	3	2.91	0.73	2.26
	4	4.56	0.70	2.57
	5	2.64	0.80	2.30
	6	2.86	0.70	2.14
	7	4.73	0.49	1.79
	8	4.89	0.53	1.99
Dec.-16	1	4.70	0.64	2.27
	2	3.53	0.70	2.22
	3	2.41	0.52	1.52

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

Month	Station	Richness index	Evenness index	Diversity index
Dec.-16	4	1.98	0.60	1.63
	5	2.74	0.71	2.06
	6	3.52	0.83	2.63
	7	3.88	0.78	2.49
	8	4.68	0.67	2.53
Apr.-17	1	4.92	0.76	2.83
	2	3.45	0.74	2.39
	3	2.43	0.52	1.54
	4	2.18	0.53	1.55
	5	2.11	0.57	1.56
	6	5.18	0.70	2.62
	7	5.09	0.61	2.28
	8	3.40	0.75	2.57
Jun.-17	1	3.07	0.39	1.30
	2	3.64	0.75	2.40
	3	2.92	0.63	1.93
	4	3.63	0.61	2.05
	5	4.77	0.78	2.71
	6	5.57	0.79	2.88
	7	5.47	0.87	3.16
	8	5.37	0.62	2.34

## 2. โครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์

### 2.1 ความหลากหลายแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 3 ไฟลัม ได้แก่ ไฟลัม Rotifera ไฟลัม Arthropoda และไฟลัม Protozoa โดยจำแนกออกเป็น

5 กลุ่ม คือ โรติเฟอร์ (Rotifer) ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ (Nauplius) โคพีพอด (Copepod) โปรโตซัว (Protozoa) และไรน้ำจืด (Cladocera) ดังแสดงในตารางที่ 4-4

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละช่วงเดือนและในแต่ละสถานี พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้ง 5 กลุ่มทุกครั้งที่ทำการศึกษา โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์มีความหลากหลายมากที่สุด

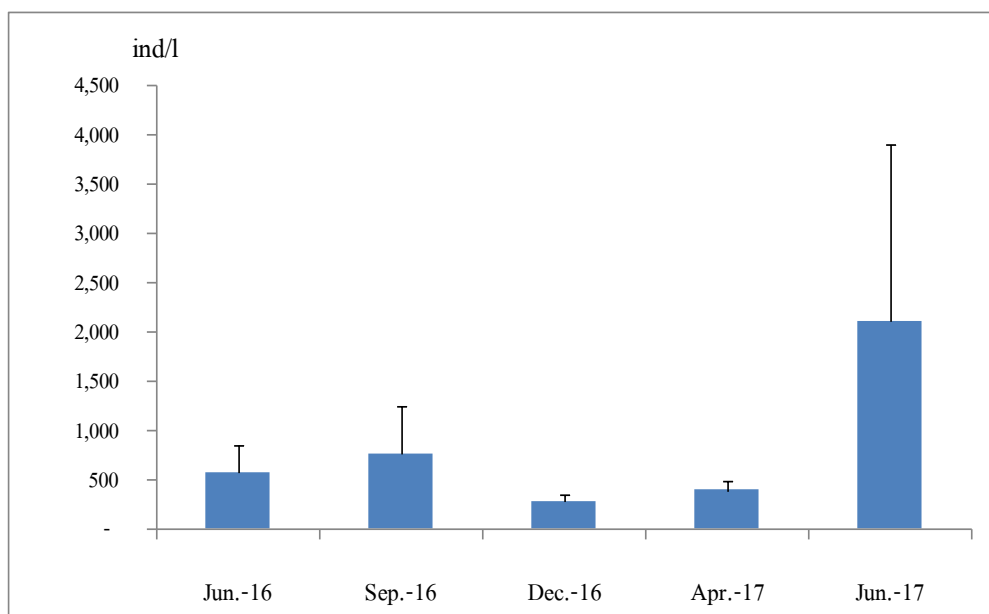
ตารางที่ 4-4 ความหลากหลาย และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร (ตัวต่อลิตร)

ZOOPLANKTON	Jun.-16	Sep.-16	Dec.-16	Apr.-17	Jun.-17
<b>Phylum Arthropoda</b>					
Class Crustacea					
Nauplius	795	726	810	932	338
Subclass Branchiopoda					
Order Diplostraca					
Suborder Cladocera					
Cladocera	64	150	46	144	20
Subclass Copepoda					
Copepod	158	84	130	158	40
<b>Phylum Protozoa</b>					
Protozoa	1,471	2,912	472	466	14,722
<b>Phylum Rotifera</b>					
Rotifer	2,036	2,176	730	1,426	1,768

## 2.2 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร จำนวน 5 ครั้งในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 รวมทั้งสิ้น 8 สถานี (ภาพที่ 4-7) พบความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 819 ตัวต่อลิตร โดยในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด (2,111 ตัวต่อลิตร) รองลงมาได้แก่

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 (756 ตัวต่อลิตร) เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (566 ตัวต่อลิตร) เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 (390 ตัวต่อลิตร) และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 (274 ตัวต่อลิตร) ตามลำดับ



ภาพที่ 4-7 ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

### 2.2.1 ความผันแปรของความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละช่วงเดือน ที่ทำการศึกษา

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา พบว่า ในแต่ละช่วงเดือนมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่แตกต่างกัน โดยในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (ภาพภาคผนวก ข-6) พบความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนสัตว์เท่ากับ 4,524 ตัวต่อลิตร สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นสูงสุด (2,440 ตัวต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 1 (823 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 7 (317 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 6 (300 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 4 (250 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 3 (198 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 2 (148 ตัวต่อลิตร) และสถานีที่ 5 (48 ตัวต่อลิตร) ตามลำดับ

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนสัตว์เท่ากับ 6,048 ตัวต่อลิตร สถานีที่ 1 มีความหนาแน่นสูงสุด (4,110 ตัวต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 8 (1,084 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 4 (214 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 3 (192 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 2 (140 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 6 (138 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 7 (118 ตัวต่อลิตร) และสถานีที่ 5 (52 ตัวต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-7)



เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมของเพลงก่ต้อนสัตว์เท่ากับ 2,188 ตัวต่อลิตร ซึ่งเป็นเดือนที่มีความหนาแน่นของเพลงก่ต้อนสัตว์ต่ำที่สุด โดยสถานีที่ 1 มีความหนาแน่นสูงสุด (666 ตัวต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 1 (602 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 6 (286 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 3 (154 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 7 (142 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 2 (126 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 5 (110 ตัวต่อลิตร) และสถานีที่ 4 (102 ตัวต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-8)

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นรวมของเพลงก่ต้อนสัตว์เท่ากับ 3,122 ตัวต่อลิตร สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นสูงสุด (960 ตัวต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 6 (590 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 1 (490 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 7 (356 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 3 (208 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 2 (206 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 4 (166 ตัวต่อลิตร) และสถานีที่ 5 (146 ตัวต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-9)

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นรวมของเพลงก่ต้อนสัตว์เท่ากับ 16,886 ตัวต่อลิตร ซึ่งเป็นเดือนที่มีความหนาแน่นของเพลงก่ต้อนสัตว์สูงที่สุด โดยสถานีที่ 1 มีความหนาแน่นสูงสุด (14,644 ตัวต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 4 (644 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 8 (542 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 3 (326 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 2 (288 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 7 (168 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 5 (146 ตัวต่อลิตร) และสถานีที่ 6 (128 ตัวต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-10)

#### 2.2.2 ความผันแปรของความหนาแน่นเพลงก่ต้อนสัตว์ในแต่ละสถานี

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของเพลงก่ต้อนสัตว์ที่พบในแต่ละสถานี (ตารางภาคผนวก ก-3) พบว่าสถานีที่ 1 มีความหนาแน่นเฉลี่ยของเพลงก่ต้อนสัตว์สูงที่สุด (4,147 ตัวต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 8 (1,126 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 6 (288 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 4 (275 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 7 (220 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 3 (217 ตัวต่อลิตร) สถานีที่ 2 (182 ตัวต่อลิตร) และสถานีที่ 5 (100 ตัวต่อลิตร) ตามลำดับ

สถานีที่ 1 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 20,733 ตัวต่อลิตร โดยพบเพลงก่ต้อนสัตว์กลุ่มโปรโตซัวมากที่สุด รองลงมาได้แก่ กลุ่มของโรติเฟอร์ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ ไรน้ำจืด และโคพีพอด ตามลำดับ

สถานีที่ 2 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 908 ตัวต่อลิตร โดยพบเพลงก่ต้อนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โคพีพอด โปรโตซัว และไรน้ำจืด ตามลำดับ

สถานีที่ 3 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1,084 ตัวต่อลิตร โดยพบเพลงก่ต้อนสัตว์กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำมากที่สุด รองลงมาได้แก่ โรติเฟอร์ โคพีพอด โปรโตซัว และไรน้ำจืด ตามลำดับ

สถานีที่ 4 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1,376 ตัวต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโรติเฟอร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ โปรโตซัว ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โคพีพอด และไรน้ำจืด ตามลำดับ

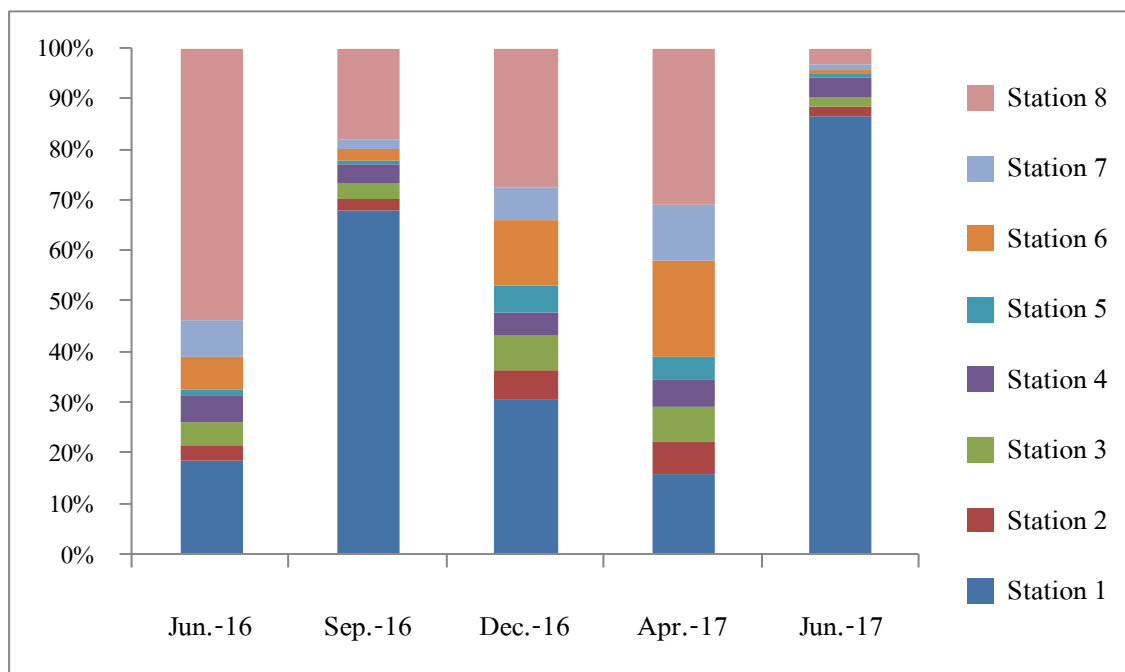
สถานีที่ 5 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 502 ตัวต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโรติเฟอร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โคพีพอด โปรโตซัว และไรน้ำจืด ตามลำดับ

สถานีที่ 6 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1,442 ตัวต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโรติเฟอร์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โปรโตซัว โคพีพอด และไรน้ำจืด ตามลำดับ

สถานีที่ 7 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1,099 ตัวต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโรติเฟอร์ รองลงมาได้แก่ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โปรโตซัว โคพีพอด และไรน้ำจืด ตามลำดับ

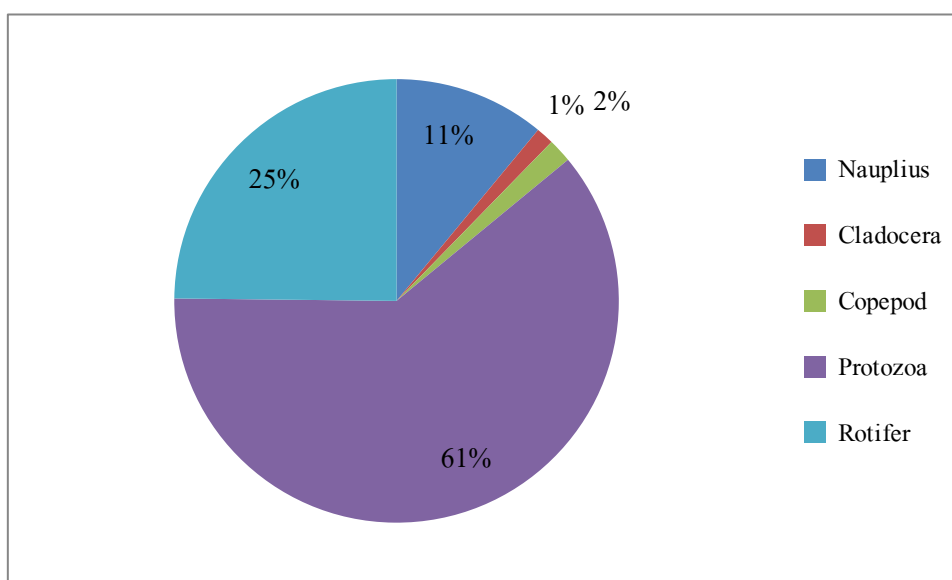
สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 5,628 ตัวต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโรติเฟอร์ รองลงมาได้แก่ โปรโตซัว ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ ไรน้ำจืด และโคพีพอด ตามลำดับ

### 2.3 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์



ภาพที่ 4-8 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์จำนวน 8 สถานีในแต่ละช่วงเดือน ที่ทำการศึกษา

เมื่อพิจารณาสัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในหนองหารในแต่ละสถานี และแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษามีการจัดเรียงได้ดังภาพที่ 4-8 จากภาพจะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์พบสูงในสถานีที่ 1 และสถานีที่ 8 มากกว่าสถานีอื่น ๆ เช่นเดียวกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช โดยพบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์สูงในสถานีเดียวกันคือ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (สถานีที่ 8) เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 (สถานีที่ 1) เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 (สถานีที่ 8) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 (สถานีที่ 1)



ภาพที่ 4-9 สัดส่วนรวมทั้งหมดของแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ประกอบด้วยกลุ่มของโปรโตซัวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61 รองลงมาได้แก่ กลุ่มของโรติเฟอร์ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โคพีพอด และไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 25, 11, 2 และ 1 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-9) จึงกล่าวได้ว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโปรโตซัว เป็นแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบความหนาแน่นสูงในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

### 2.3.1 ความผันแปรของสัดส่วนความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

เมื่อพิจารณาสัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร แต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-10) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์

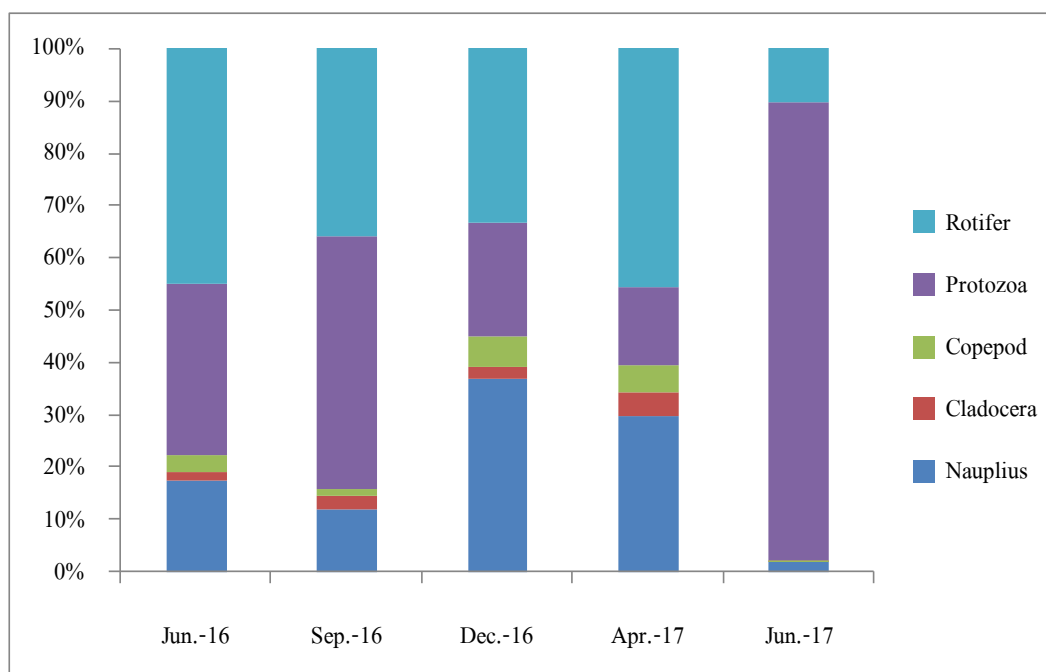
พบดังนี้ กลุ่มของ โรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45 รองลงมาได้แก่ โพรโตซัว ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โคพีพอด และไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 33, 18, 3 และ 1 ตามลำดับ

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์พบดังนี้ กลุ่มของโพรโตซัว มีความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมาได้แก่ โรติเฟอร์ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โคพีพอด และไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 36, 12, 3 และ 1 ตามลำดับ

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์พบดังนี้ กลุ่มของตัวอ่อนของสัตว์น้ำมีความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37 รองลงมาได้แก่ โรติเฟอร์ โพรโตซัว โคพีพอด และไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 33, 22, 6 และ 2 ตามลำดับ

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์พบดังนี้ กลุ่มของโรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาได้แก่ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โพรโตซัว โคพีพอด และไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 30, 15, 5 และ 4 ตามลำดับ

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์พบดังนี้ กลุ่มของโพรโตซัวมีความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 87 รองลงมาได้แก่ โรติเฟอร์ และตัวอ่อนของสัตว์น้ำ คิดเป็นร้อยละ 11 และ 2 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-10 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาสัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ที่พบในแต่ละช่วงเดือนพบว่าสัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเดือน เช่นเดียวกับเพลงก่ตอนพืช โดยพบเพลงก่ตอนสัตว์กลุ่ม โรติเฟอร์ โปโรโตซัว และตัวอ่อนของสัตว์น้ำ เป็นกลุ่มที่มีสัดส่วนความหนาแน่นสูงสุดในแต่ละช่วงเดือนดังนี้ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (โรติเฟอร์) เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 (โปโรโตซัว) เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 (ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ) เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 (โรติเฟอร์) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 (โปโรโตซัว) และสัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์กลุ่มของไรน้ำจืดเป็นกลุ่มที่มีสัดส่วนต่ำที่สุดในทุกเดือนที่ทำการศึกษา

### 2.3.2 ความผันแปรของสัดส่วนความหนาแน่นเพลงก่ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-11) สามารถสรุปได้ว่า ในสถานีที่ 1 สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ ประกอบด้วยกลุ่มโปโรโตซัวพบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 84 รองลงมาได้แก่ กลุ่มโรติเฟอร์ กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ กลุ่มโคฟีพอด และกลุ่มไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 9, 5, 1 และ 1 ตามลำดับ

สถานีที่ 2 สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ ประกอบด้วยกลุ่มโรติเฟอร์พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมาได้แก่ กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ กลุ่มโคฟีพอด กลุ่มโปโรโตซัว และกลุ่มไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 33, 7, 6 และ 2 ตามลำดับ

สถานีที่ 3 สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ ประกอบด้วยกลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมาได้แก่ กลุ่มโรติเฟอร์ กลุ่มโคฟีพอด กลุ่มโปโรโตซัว และกลุ่มไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 30, 12, 10 และ 6 ตามลำดับ

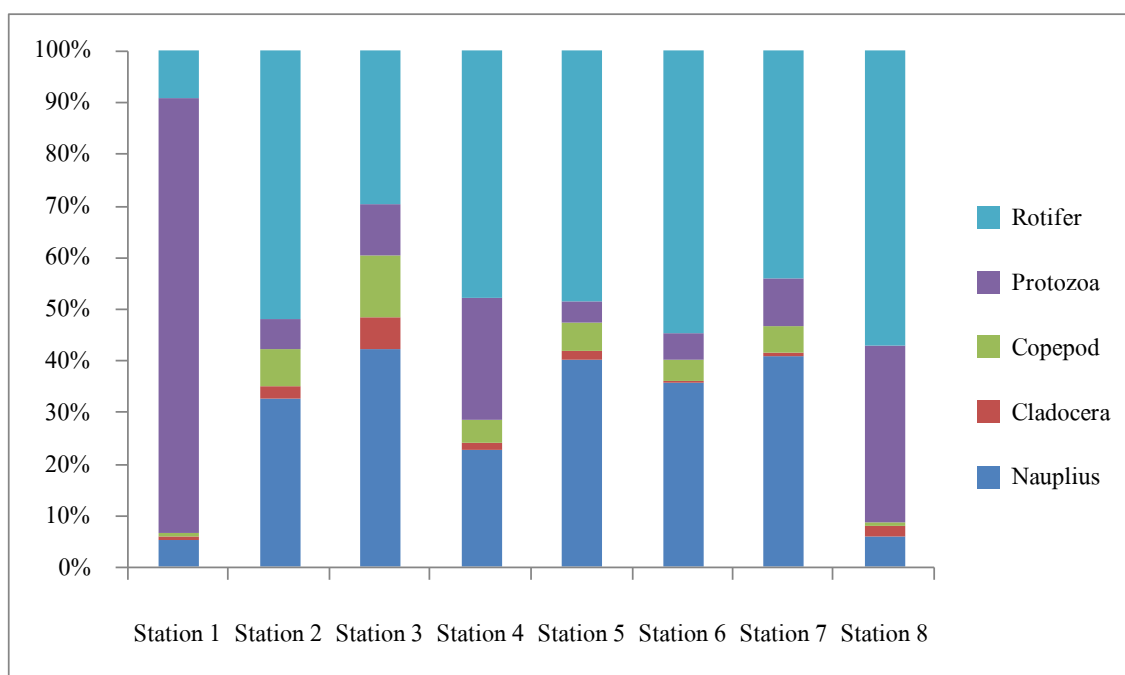
สถานีที่ 4 สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ ประกอบด้วยกลุ่มโรติเฟอร์พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 48 รองลงมาได้แก่ กลุ่มโปโรโตซัว กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ กลุ่มโคฟีพอด และกลุ่มไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 24, 23, 4 และ 1 ตามลำดับ

สถานีที่ 5 สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ ประกอบด้วยกลุ่มโรติเฟอร์พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49 รองลงมาได้แก่ กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ กลุ่มโคฟีพอด กลุ่มโปโรโตซัว และกลุ่มไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 40, 5, 4 และ 2 ตามลำดับ

สถานีที่ 6 สัดส่วนความหนาแน่นของเพลงก่ตอนสัตว์ ประกอบด้วยกลุ่มโรติเฟอร์พบความหนาแน่นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาได้แก่ กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ กลุ่มโปโรโตซัว และกลุ่มโคฟีพอด คิดเป็นร้อยละ 36, 5 และ 4 ตามลำดับ

สถานีที่ 7 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ประกอบด้วยกลุ่มโรติเฟอร์ พบความหนาแน่นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 44 รองลงมา ได้แก่ กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ กลุ่มโปรโตซัว กลุ่มโคพีพอด และกลุ่มไรน้ำจืด คิดเป็นร้อยละ 41, 9, 5 และ 1 ตามลำดับ

สถานีที่ 8 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ประกอบด้วยกลุ่มโรติเฟอร์ พบความหนาแน่นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 57 รองลงมา ได้แก่ กลุ่มโปรโตซัว กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ กลุ่มไรน้ำจืด และกลุ่มโคพีพอด คิดเป็นร้อยละ 34, 6, 2 และ 1 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-11 สัดส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

#### 2.4 แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น

แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบสม่ำเสมอในทุกสถานีและทุกครั้งที่ทำการศึกษา ได้แก่ กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำ

##### 2.4.1 แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

แพลงก์ตอนสัตว์สกุลเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูงในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ได้แก่ Copepod nauplii และโรติเฟอร์สกุล *Testudinella* เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ได้แก่ โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* และ Copepod nauplii เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ได้แก่ Copepod nauplii และโรติเฟอร์สกุล *Ascomorpha* เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ได้แก่ Copepod nauplii, โรติเฟอร์สกุล

*Polyarthra* และอโทโทรฟโปรโตซัว และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ได้แก่ อโทโทรฟโปรโตซัว, โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* และ Copepod nauplii

#### 2.4.2 แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

สถานีที่ 1 แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูง ได้แก่ อโทโทรฟโปรโตซัว, Copepod nauplii และ โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* สถานีที่ 2 ได้แก่ Copepod nauplii, โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* และ โรติเฟอร์สกุล *Testudinella* สถานีที่ 3 ได้แก่ Copepod nauplii, โคพีพอด Calanoida และอโทโทรฟโปรโตซัว สถานีที่ 4 ได้แก่ อโทโทรฟโปรโตซัว, Copepod nauplii และ โรติเฟอร์สกุล *Testudinella* สถานีที่ 5 ได้แก่ Copepod nauplii และ โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* สถานีที่ 6 ได้แก่ Copepod nauplii, โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* และ โรติเฟอร์สกุล *Keratella* สถานีที่ 7 ได้แก่ Copepod nauplii, โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* และ โรติเฟอร์สกุล *Testudinella* และสถานีที่ 8 ได้แก่ โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra*, อโทโทรฟโปรโตซัว และโรติเฟอร์สกุล *Keratella*

### 3. แพลงก์ตอนขนาดเล็ก (ฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน)

#### 3.1 ฟิโคแพลงก์ตอน

##### 3.1.1 ความหลากหลายของฟิโคแพลงก์ตอน

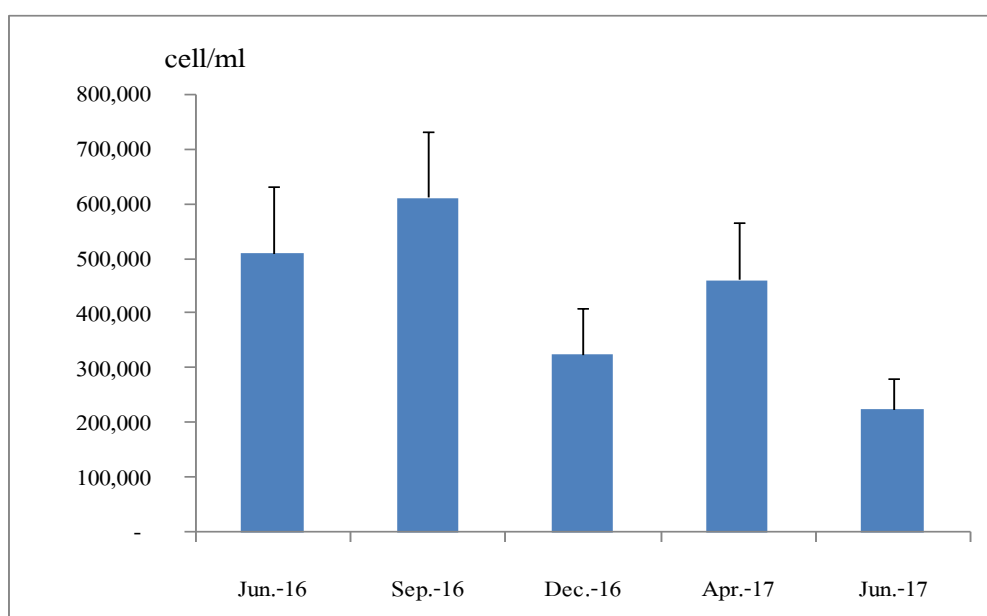
ทำการจัดจำแนกกลุ่มของฟิโคแพลงก์ตอนได้ 2 กลุ่มคือ Heterotrophic picoplankton และ Autotrophic picoplankton (ตารางที่ 4-5) จากการศึกษาฟิโคแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนครในครั้งนี้พบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ไม่พบฟิโคแพลงก์ตอนกลุ่ม Autotrophic picoplankton

ตารางที่ 4-5 ความหลากหลาย และความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

	Jun.-16	Sep.-16	Dec.-16	Apr.-17	Jun.-17
Heterotrophic picoplankton	4,084,061	4,871,551	2,567,587	3,636,200	3,524,176
Autotrophic picoplankton	0	25,781	32,697	65,742	71,510

### 3.1.2 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอน

จากการศึกษาความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบว่าฟิโคแพลงก์ตอนมีความหนาแน่นที่สูงกว่าไมโครแพลงก์ตอนมาก โดยในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ  $6.12 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นเดือนที่มีความหนาแน่นสูงสุด รองลงมาได้แก่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ( $5.10 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ( $4.62 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ( $3.25 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ( $2.24 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ (ภาพที่ 4-12)



ภาพที่ 4-12 ความหนาแน่นเฉลี่ยของฟิโคแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

#### 3.1.2.1 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในแต่ละเดือน พบว่าเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (ภาพภาคผนวก ข-11) ความหนาแน่นรวมเท่ากับ  $4.08 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยในสถานีที่ 6 มีความหนาแน่นสูงสุด ( $1.10 \times 10^6$  เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 7 ( $9.49 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 1 ( $5.56 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 8 ( $4.64 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 2 ( $3.07 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 3 ( $2.99 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 4 ( $2.16 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และสถานีที่ 5 ( $1.86 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ความหนาแน่นรวมเท่ากับ  $4.89 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยในสถานีที่ 1 มีความหนาแน่นสูงสุด ( $1.27 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 2



( $9.16 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 8 ( $7.23 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 3 ( $5.77 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 6 ( $4.06 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 5 ( $3.67 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 4 ( $3.44 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และสถานีที่ 7 ( $2.84 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-12)

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมเท่ากับ  $2.60 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยในสถานีที่ 8 มีความหนาแน่นสูงสุด ( $8.85 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 7 ( $4.55 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 1 ( $2.51 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 6 ( $2.15 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 5 ( $2.11 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 4 ( $2.04 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 2 ( $1.99 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และสถานีที่ 3 ( $1.75 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-13)

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นรวมเท่ากับ  $3.70 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยในสถานีที่ 1 มีความหนาแน่นสูงสุด ( $1.02 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 8 ( $8.12 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 3 ( $3.69 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 7 ( $3.24 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 2 ( $3.20 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 6 ( $3.13 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 4 ( $3.13 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และสถานีที่ 5 ( $2.20 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-14)

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ  $1.79 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นเดือนที่พบความหนาแน่นต่ำที่สุด โดยในสถานีที่ 3 มีความหนาแน่นสูงสุด ( $4.92 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 4 ( $4.19 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 5 ( $3.19 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 2 ( $1.64 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 7 ( $1.51 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 1 ( $1.02 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 6 ( $0.91 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และ สถานีที่ 8 ( $0.54 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-15)

### 3.1.1.2 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละสถานี พบว่าสถานีที่ 1 มีความหนาแน่นรวมของฟิโคแพลงก์ตอนสูงที่สุด ( $1.68 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 8 ( $1.49 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 3 ( $1.20 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 7 ( $1.15 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 6 ( $1.11 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 2 ( $1.03 \times 10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) สถานีที่ 4 ( $9.59 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และสถานีที่ 5 ( $8.13 \times 10^5$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ โดยพบว่าฟิโคแพลงก์ตอนกลุ่ม Heterotrophic picoplankton มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่ม Autotrophic picoplankton ในทุกสถานีที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 4-6)

ตารางที่ 4-6 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

	<b>Heterotrophic picoplankton</b>	<b>Autotrophic picoplankton</b>	<b>SUM (cell/ml)</b>
Station 1	3,283,369	33,045	3,316,414
Station 2	2,050,935	22,405	2,073,340
Station 3	2,380,174	27,111	2,407,285
Station 4	1,900,659	18,333	1,918,993
Station 5	1,589,398	36,769	1,626,167
Station 6	2,208,839	14,609	2,223,449
Station 7	2,301,038	16,942	2,317,980
Station 8	2,969,163	26,515	2,995,678

### 3.2 นาโนแพลงก์ตอน

#### 3.2.1 ความหลากหลายของนาโนแพลงก์ตอน

จากการศึกษานาโนแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ทั้งหมด 5 ครั้งในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 จำนวน 8 สถานี ดังแสดงในตารางที่ 4-7 จำแนกนาโนแพลงก์ตอนได้เป็น 2 กลุ่มคือ Autotrophic nanoplankton และ Heterotrophic nanoplankton

ตารางที่ 4-7 ความหลากหลาย และความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร (เซลล์ต่อลิตร)

	<b>Jun.-16</b>	<b>Sep.-16</b>	<b>Dec.-16</b>	<b>Apr.-17</b>	<b>Jun.-17</b>
<b>AUTOTROPHIC NANOPLANKTON</b>					
<b>Nanophytoplankton</b>					
Division Cyanophyta					
Class Cyanophyceae	125,947	17,250	46,983	61,611	66,422
Division Chlorophyta					
Class Chlorophyceae	12,958	26,744	4,222	17,678	72,333
Class Euglenophyceae	13,798	61,661	7,100	30,783	68,622

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

	Jun.-16	Sep.-16	Dec.-16	Apr.-17	Jun.-17
<b>AUTOTROPHIC NANOPLANKTON</b>					
<b>Nanophytoplankton</b>					
Division Chromophyta					
Class Dinophyceae	395	1,422	200	1,617	14,378
Class Bacillariophyceae	6,883	1,089	3,322	5,672	25,356
Class Chrysophyceae	33	33	100	272	200
<b>Nanozooplankton</b>					
Phylum Protozoa					
Autotroph protozoa	0	100	0	200	35,511
<b>HETEROTROPHIC NANOPLANKTON</b>					
Phylum Rotifera					
<i>Polyarthra</i>	0	217	50	200	133

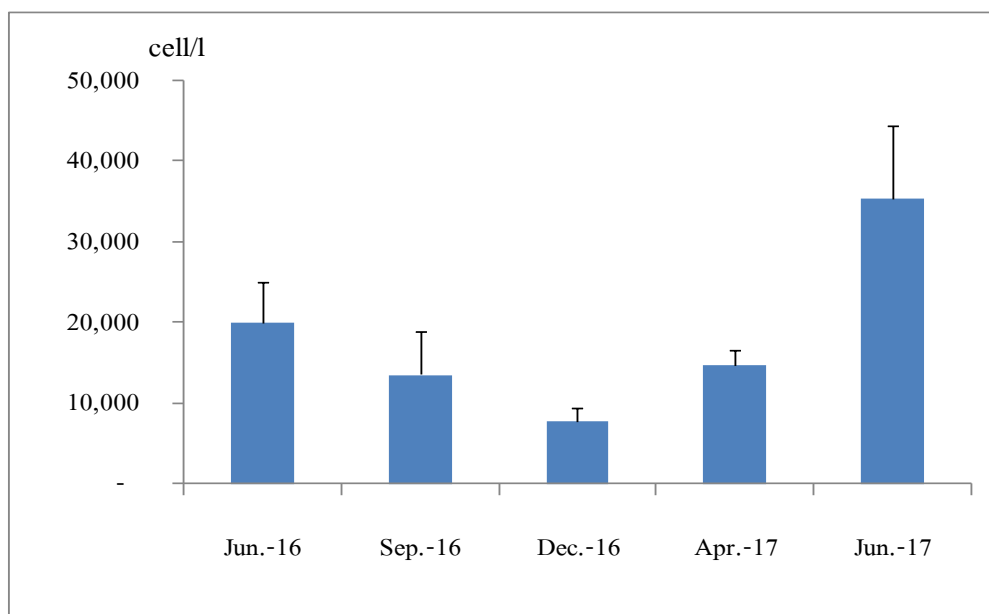
### 3.2.2 ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอน

จากการศึกษาความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร จำนวน 5 ครั้ง ทั้งหมด 8 สถานี พบความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 18,287 เซลล์ต่อลิตร โดยในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560 มีความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนเฉลี่ยสูงสุด (35,369 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (20,002 เซลล์ต่อลิตร) เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 (14,754 เซลล์ต่อลิตร) เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 (13,565 เซลล์ต่อลิตร) และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 (7,747 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพที่ 4-13)

#### 3.2.2.1 ความผันแปรของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเดือน

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเดือนที่ ทำการศึกษา (ภาพภาคผนวก ข-16) พบว่า เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมเท่ากับ  $1.60 \times 10^5$  เซลล์ต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละสถานี โดยเรียงลำดับสถานีที่พบมากไปน้อยได้ดังนี้ สถานีที่ 5 มีความหนาแน่นสูงสุด (42,620 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 6 (35,933 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (27,067 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 8

(20,875 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (9,937 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (9,500 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 2 (9,150 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 1 (4,933 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ



ภาพที่ 4-13 ความหนาแน่นเฉลี่ยของนาโนแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมเท่ากับ  $1.08 \times 10^5$  เซลล์ต่อลิตร สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นสูงสุด (47,050 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 1 (23,656 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 6 (10,700 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 2 (7,867 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 5 (5,717 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (5,533 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (5,178 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 7 (2,817 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-17)

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมเท่ากับ 61,978 เซลล์ต่อลิตร สถานีที่ 6 มีความหนาแน่นสูงสุด (16,850 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 5 (11,317 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (8,233 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 2 (6,533 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 8 (6,433 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (5,617 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (3,950 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 1 (3,044 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-18)

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นรวมเท่ากับ  $1.18 \times 10^5$  เซลล์ต่อลิตร สถานีที่ 6 มีความหนาแน่นสูงสุด (21,517 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 5 (18,817 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 1 (18,800 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (13,900 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (13,600 เซลล์ต่อลิตร)

ต่อลิตร) สถานีที่ 8 (13,583 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 2 (13,167 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 3 (4,600 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-19)

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นรวมเท่ากับ  $2.82 \times 10^5$  เซลล์ต่อลิตร สถานีที่ 1 มีความหนาแน่นสูงสุด (87,911 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 8 (58,000 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (35,911 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (29,378 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (22,689 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 5 (21,489 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 6 (15,844 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 2 (11,733 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ (ภาพภาคผนวก ข-20)

### 3.2.2.2 ความผันแปรของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละสถานี

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละสถานี (ตารางภาคผนวก ก-4) พบว่า สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด (18,243 เซลล์ต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 1 (17,293 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 6 (12,606 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 5 (12,495 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 7 (8,980 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 3 (7,972 เซลล์ต่อลิตร) สถานีที่ 4 (7,793 เซลล์ต่อลิตร) และสถานีที่ 2 (6,056 เซลล์ต่อลิตร) ตามลำดับ

สถานีที่ 1 มีความหนาแน่นรวม  $1.38 \times 10^5$  เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ออโทโทรฟโปรโตซัว ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae และโรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* ตามลำดับ

สถานีที่ 2 มีความหนาแน่นรวม 48,450 เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Dinophyceae และดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* และดิวิชั่น Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ

สถานีที่ 3 มีความหนาแน่นรวม 63,778 เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae และดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Dinophyceae และออโทโทรฟโปรโตซัว ตามลำดับ

สถานีที่ 4 มีความหนาแน่นรวม 62,342 เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ดิวิชั่น Chromophyta

คลาส Bacillariophyceae ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชัน Chlorophyta  
 คลาส Euglenophyceae ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Dinophyceae ออโทโทรฟโพรโตซัว และดิวิชัน  
 Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ

สถานีที่ 5 มีความหนาแน่นรวม 99,959 เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช  
 ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta  
 คลาส Euglenophyceae ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชัน Chlorophyta  
 คลาส Dinophyceae ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ออโทโทรฟโพรโตซัว และ  
 โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* ตามลำดับ ไม่พบดิวิชัน Chromophyta คลาส Chrysophyceae

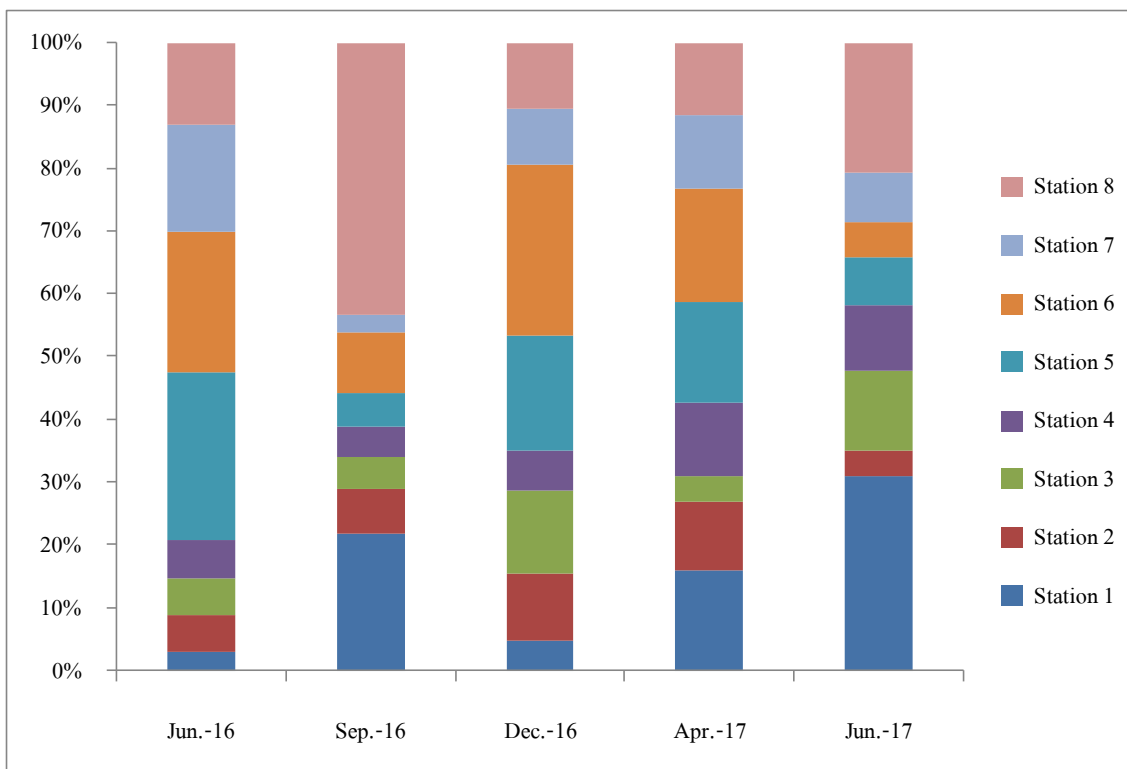
สถานีที่ 6 มีความหนาแน่นรวม  $1.00 \times 10^7$  เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช  
 ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta  
 คลาส Euglenophyceae ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ดิวิชัน Chromophyta  
 คลาส Bacillariophyceae ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Dinophyceae ออโทโทรฟโพรโตซัว โรติเฟอร์  
 สกุล *Polyarthra* และดิวิชัน Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ

สถานีที่ 7 มีความหนาแน่นรวม 71,839 เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช  
 ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta  
 คลาส Chlorophyceae ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae ดิวิชัน Chromophyta  
 คลาส Bacillariophyceae ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Dinophyceae ออโทโทรฟโพรโตซัว โรติเฟอร์  
 สกุล *Polyarthra* และดิวิชัน Chromophyta คลาส Chrysophyceae ตามลำดับ

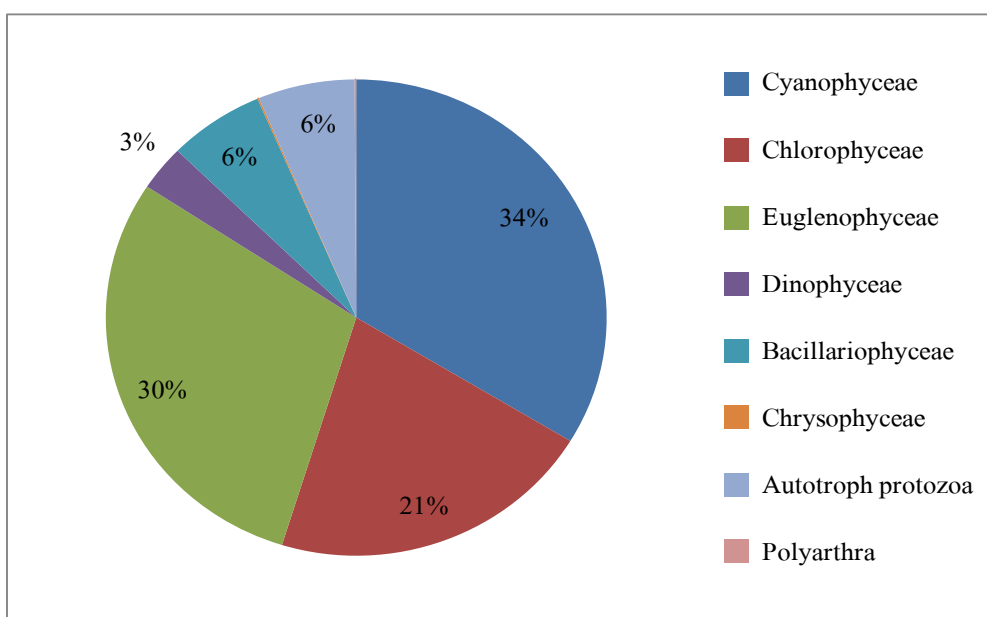
สถานีที่ 8 มีความหนาแน่นรวม  $1.45 \times 10^7$  เซลล์ต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนพืช  
 ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta  
 คลาส Chlorophyceae ดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ดิวิชัน Chromophyta  
 คลาส Bacillariophyceae ออโทโทรฟโพรโตซัว ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Dinophyceae ดิวิชัน  
 Chromophyta คลาส Chrysophyceae และ โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* ตามลำดับ

### 3.2.3 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอน

เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนความหนาแน่นรวมของนาโนแพลงก์ตอนที่พบในหนองหาร  
 จังหวัดสกลนครแต่ละช่วงเดือนและสถานี สามารถจัดเรียงได้ดังภาพที่ 4-14 จะเห็นได้ว่าในแต่ละ  
 ช่วงเดือนที่ทำการศึกษามีสัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนที่แตกต่างกัน เนื่องจากมี  
 ความผันแปรของความหนาแน่นนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละสถานี



ภาพที่ 4-14 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเดือนและสถานีที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 4-15 สัดส่วนความหนาแน่นรวมของนาโนแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

สัดส่วนรวมของนาโนแพลงก์ตอนทั้งหมด ประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชสีเขียว  
Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34 รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืช  
สีเขียว Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส  
Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส Bacillariophyceae ออโทโทรฟ  
โปรโตซัว และแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Dinophyceae คิดเป็นร้อยละ 30, 21, 6, 6  
และ 3 ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่า แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae เป็น  
นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบในหนองหาร จังหวัดสกลนครในการศึกษาครั้งนี้ (ภาพที่ 4-15)

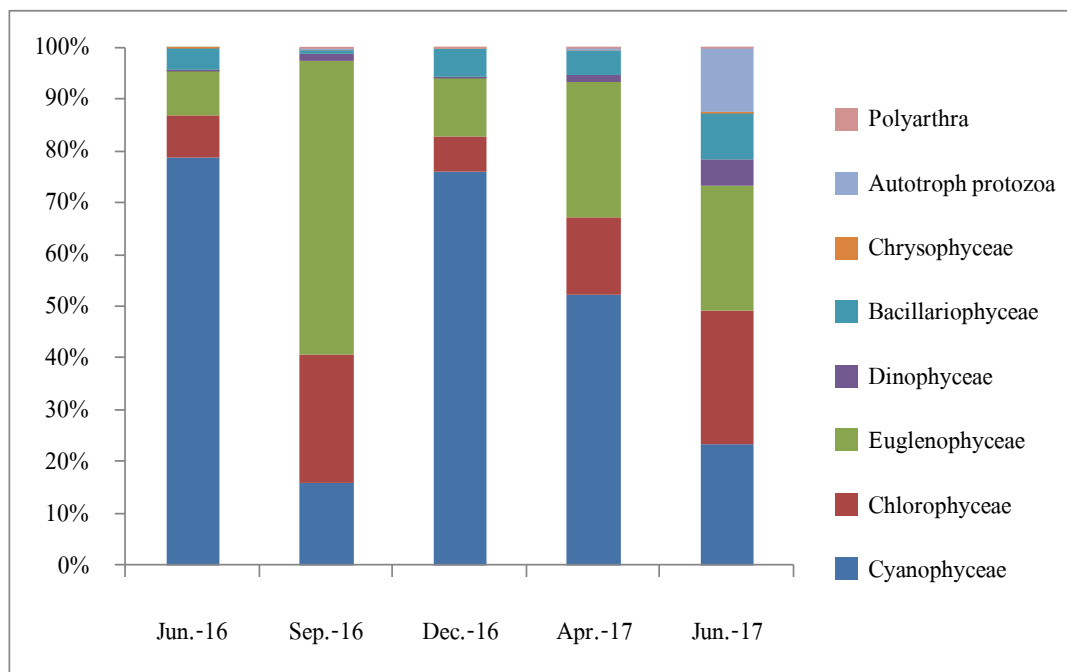
3.2.3.1 ความผันแปรของสัดส่วนความหนาแน่นรวมของนาโนแพลงก์ตอน  
ในแต่ละช่วงเดือน

เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเดือนที่  
ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-16) พบว่า ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 สัดส่วนความหนาแน่น ประกอบ  
ด้วยแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 79 รองลงมา  
ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว  
Chlorophyta คลาส Chlorophyceae และแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส  
Bacillariophyceae คิดเป็นร้อยละ 9, 8 และ 4 ตามลำดับ

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอน  
ประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Euglenophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ  
57 รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว  
Cyanophyta คลาส Cyanophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Bacillariophyceae  
และแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Dinophyceae คิดเป็นร้อยละ 25, 16, 1 และ 1  
ตามลำดับ

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอน  
ประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 76  
รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืช  
สีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae และแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta  
คลาส Bacillariophyceae คิดเป็นร้อยละ 12, 7 และ 5 ตามลำดับ





ภาพที่ 4-16 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 สัดส่วนความหนาแน่น ประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืช  
 ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมาได้แก่  
 แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta  
 คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และ  
 แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Dinophyceae คิดเป็นร้อยละ 26, 15, 5 และ 2 ตามลำดับ

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอน  
 ประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26  
 รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืช  
 ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ออโทโทรฟโปรโตซัว แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น  
 Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Dinophyceae คิดเป็นร้อยละ  
 24, 23, 13, 9 และ 5 ตามลำดับ

3.2.3.2 ความผันแปรของสัดส่วนความหนาแน่นรวมของนาโนแพลงก์ตอน  
 ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละสถานีที่  
 ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-17) พบว่าในสถานีที่ 1 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอน  
 ประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ

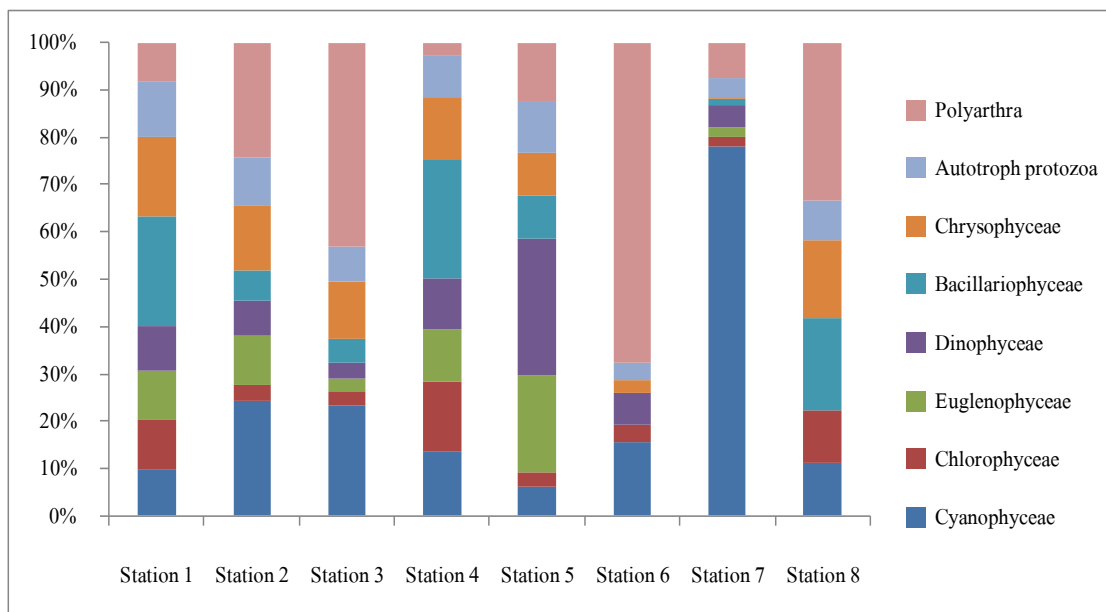
30 รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ออโทโทรฟโพรโตซัว แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Dinophyceae คิดเป็นร้อยละ 24, 22, 20, 2 และ 2 ตามลำดับ

สถานที่ที่ 2 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69 รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Dinophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และออโทโทรฟโพรโตซัว คิดเป็นร้อยละ 11, 10, 5, 3 และ 2 ตามลำดับ

สถานที่ที่ 3 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส Bacillariophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Dinophyceae และออโทโทรฟโพรโตซัว คิดเป็นร้อยละ 22, 14, 8, 3 และ 1 ตามลำดับ

สถานที่ที่ 4 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49 รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส Bacillariophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Euglenophyceae และแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Dinophyceae และออโทโทรฟโพรโตซัว คิดเป็นร้อยละ 19, 16, 10, 3 และ 3 ตามลำดับ

สถานที่ที่ 5 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 73 รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Dinophyceae และแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส Bacillariophyceae คิดเป็นร้อยละ 9, 9, 5 และ 4 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-17 สัดส่วนของนาโนแพลงก์ตอนในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

สถานีที่ 6 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมา ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และแพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chlorophyta คลาส Dinophyceae คิดเป็นร้อยละ 22, 18, 4 และ 2 ตามลำดับ

สถานีที่ 7 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมา ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chlorophyta คลาส Dinophyceae และอโทโทรฟโพรโตซัว คิดเป็นร้อยละ 19, 19, 6, 2 และ 2 ตามลำดับ

สถานีที่ 8 สัดส่วนความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมา ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae แพลงก์ตอนพืชสีเขียวชั้น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae และ อโทโทรฟโพรโตซัว คิดเป็นร้อยละ 22, 18, 4 และ 2 ตามลำดับ

### 3.2.4 นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่น

นาโนแพลงก์ตอนที่พบทุกเดือนและทุกสถานีที่ทำการศึกษาได้แก่ แพลงก์ตอนพืช  
ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae และดิวิชั่น Chromophyta คลาส Bacillariophyceae

#### 3.2.4.1 นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา

นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูงสุดในเดือนมิถุนายน  
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 คือ แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Cyanophyta  
คลาส Cyanophyceae เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 คือ แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta  
คลาส Euglenophyceae และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 คือ แพลงก์ตอนพืชดิวิชั่น Chlorophyta  
คลาส Chlorophyceae

#### 3.2.4.2 นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

สถานีที่ 1 และ 8 นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบความถี่และความหนาแน่นสูงสุด  
คือ ดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Euglenophyceae

สถานีที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 นาโนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นที่พบความถี่และ  
ความหนาแน่นสูงสุด คือ ดิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae

## 4. คุณภาพน้ำ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร จำนวน 8 สถานี รวมทั้งสิ้น  
5 ครั้งในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน  
พ.ศ. 2560 แสดงในตารางที่ 4-8

### 4.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ในระหว่างการศึกษาคุณภาพน้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร  
พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 22.60 ถึง 30.90 องศาเซลเซียส โดยค่าสูงสุด (30.90 องศาเซลเซียส) พบใน  
สถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 และค่าต่ำสุด (22.60 องศาเซลเซียส) ในสถานีที่ 1 เดือน  
ธันวาคม พ.ศ. 2559

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 a) พบว่าในเดือนมิถุนายน  
พ.ศ. 2559 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.98 องศาเซลเซียส อุณหภูมิค่าสุด 29.30 องศาเซลเซียสพบใน  
สถานีที่ 1 และอุณหภูมิสูงสุด 30.70 องศาเซลเซียสพบในสถานีที่ 6

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 29.56 องศาเซลเซียส อุณหภูมิค่าสุด  
28.10 องศาเซลเซียสในสถานีที่ 1 และอุณหภูมิสูงสุด 30.20 องศาเซลเซียสในสถานีที่ 6

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 23.29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด 22.60 องศาเซลเซียสในสถานีที่ 1 และอุณหภูมิสูงสุด 23.80 องศาเซลเซียสในสถานีที่ 5 และ 7  
เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.89 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด 26.00 องศาเซลเซียสในสถานีที่ 2 และอุณหภูมิสูงสุด 27.40 องศาเซลเซียสในสถานีที่ 4, 6 และ 7  
และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 30.31 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด 28.70 องศาเซลเซียสในสถานีที่ 1 และอุณหภูมิสูงสุด 30.90 องศาเซลเซียสในสถานีที่ 8

#### 4.2 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.90 ถึง 10.70 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุด (10.70 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 5 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (0.90 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 1 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 b) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 5.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยต่ำสุด 4.10 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 1 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุด 6.60 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 3 และ 8

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 8.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยต่ำสุด 0.90 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 1 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุด 10.70 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 5 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 6.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยต่ำสุด 4.40 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 1 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุด 7.00 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 3

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 5.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยต่ำสุด 5.10 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 6 และ 8 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุด 6.60 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 3

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 5.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยต่ำสุด 3.80 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 1 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงสุด 6.30 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 5 เมื่อวิเคราะห์ค่าที่พบในแต่ละช่วงเดือนและสถานี พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมักมีค่าสูงในสถานีที่ 3 และ 5 และมีค่าต่ำสุดในสถานีที่ 1

ตารางที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

	<b>Jun.-16</b>	<b>Sep.-16</b>	<b>Dec.-16</b>	<b>Apr.-17</b>	<b>Jun.-17</b>
	Min - Max (Aver.)	Min - Max (Aver.)	Min - Max (Aver.)	Min - Max (Aver.)	Min - Max (Aver.)
Temperature (°C)	29.30-30.70 (29.98)	28.10-30.20 (29.56)	22.60-23.80 (23.29)	26.00-27.40 (26.89)	28.70-30.90 (30.31)
Dissolved Oxygen (mg/l)	4.10-6.60 (5.54)	0.90-10.70 (8.09)	4.40-7.00 (6.21)	5.10-6.60 (5.80)	3.80-6.30 (5.35)
pH	7.05-8.56 (7.78)	6.93-8.48 (7.37)	6.90-7.65 (7.32)	7.09-7.80 (7.48)	6.61-7.94 (7.29)
Conductivity (µS/cm)	84.50-248.00 (154.31)	40.20-135.90 (90.58)	91.20-173.20 (115.50)	117.30-242.00 (142.83)	50.00-148.00 (112.25)
Depth (m.)	1.00-3.50 (1.99)	1.00-5.00 (2.54)	1.50-3.50 (2.56)	2.00-4.00 (2.71)	1.50-3.50 (2.56)
Transparency (m.)	0.50-1.70 (0.99)	0.50-2.50 (1.56)	0.70-3.00 (1.34)	0.50-3.50 (2.13)	0.20-2.00 (1.26)
TSS (mg/l)	0.33-16.42 (3.75)	0.40-7.71 (1.76)	0.53-8.87 (2.24)	0.20-9.78 (1.74)	0.53-60.67 (10.32)
Nitrite (µg/l)	4.28-7.20 (5.40)	N.D.-1.65 (0.96)	2.33-4.28 (3.06)	0.02-0.20 (0.11)	0.04-0.18 (0.06)
Nitrate (µg/l)	3.05-7.54 (5.38)	0.43-31.76 (6.92)	2.90-9.46 (5.92)	0.21-0.35 (0.28)	0.19-3.00 (0.81)
Orthophosphates (µg/l)	56.39-69.89 (60.36)	4.77-34.15 (14.79)	7.23-15.49 (8.97)	0.09-0.63 (0.32)	0.76-1.49 (1.00)
Alkalinity (mg/l)	53.33-88.67 (67.17)	17.33-35.55 (26.42)	31.33-42.67 (34.75)	33.33-44.67 (38.67)	25.33-40.00 (31.08)
Hardness (mg/l)	30.00-60.67 (39.58)	26.67-50.00 (35.42)	52.00-67.33 (59.83)	32.67-47.33 (38.75)	26.67-37.33 (32.33)

Note Aver. = Average and N.D. = Non detected

#### 4.3 ความเป็นกรด - ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าอยู่ระหว่าง 6.61 ถึง 8.56 โดยค่าสูงสุด (8.56) พบในสถานีที่ 4 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (6.61) พบในสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 c) ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2559 ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 7.78 ค่าต่ำสุด 7.05 พบในสถานีที่ 1 และ 7 ค่าสูงสุด 8.56 พบในสถานีที่ 4 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 7.37 ค่าต่ำสุด 6.93 ในสถานีที่ 1 ค่าสูงสุด 8.48 ในสถานีที่ 5

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 7.32 ค่าต่ำสุด 6.90 ในสถานีที่ 7 ค่าสูงสุด 7.65 ในสถานีที่ 3

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 7.48 ค่าต่ำสุด 7.09 ในสถานีที่ 7 ค่าสูงสุด 7.80 ในสถานีที่ 3

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 7.29 ค่าต่ำสุด 6.61 ในสถานีที่ 8 ค่าสูงสุด 7.94 ในสถานีที่ 5

#### 4.4 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 40.20 ถึง 248.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยค่าสูงสุด (248.00) พบในสถานีที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (40.20) พบในสถานีที่ 4 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 เมื่อเปรียบเทียบค่าในแต่ละช่วงเดือนและสถานี พบว่าค่าสูงสุดมักพบในสถานีที่ 1

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 d) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 154.31 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 84.50 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรพบในสถานีที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด 248.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรพบในสถานีที่ 1

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 90.58 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 40.20 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในสถานีที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด 135.90 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในสถานีที่ 5

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 115.50 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 91.20 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในสถานีที่ 7 ค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด 173.20 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในสถานีที่ 1

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 142.83 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 117.30 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในสถานีที่ 7 ค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด 242.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในสถานีที่ 1

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 112.25 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด 50.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในสถานีที่ 8 ค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด 148.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรในสถานีที่ 1

#### 4.5 ความลึก

ค่าความลึก มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 5 เมตร โดยค่าสูงสุด (5 เมตร) พบในสถานีที่ 5 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (1 เมตร) พบในสถานีที่ 4 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 และสถานีที่ 1 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 เมื่อเปรียบเทียบค่าในแต่ละช่วงเดือนและสถานี พบว่าในสถานีที่ 5 มีความลึกสูงสุด

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 e) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ความลึกเฉลี่ย 1.99 เมตร ความลึกต่ำสุด 1 เมตรพบในสถานีที่ 4 และความลึกสูงสุด 3.50 เมตรพบในสถานีที่ 5

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ความลึกเฉลี่ย 2.54 เมตร ความลึกต่ำสุด 1 เมตรในสถานีที่ 1 และความลึกสูงสุด 5 เมตรในสถานีที่ 5

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ความลึกเฉลี่ย 2.56 เมตร ความลึกต่ำสุด 1.50 เมตรในสถานีที่ 3 และความลึกสูงสุด 3.50 เมตรในสถานีที่ 1 และ 5

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ความลึกเฉลี่ย 2.71 เมตร ความลึกต่ำสุด 2 เมตรในสถานีที่ 8 และความลึกสูงสุด 4 เมตรในสถานีที่ 5

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ความลึกเฉลี่ย 2.56 เมตร ความลึกต่ำสุด 1.50 เมตรในสถานีที่ 4 และความลึกสูงสุด 3.50 เมตรในสถานีที่ 1 และ 5

#### 4.6 ความโปร่งแสง

ค่าความโปร่งแสง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 3.50 เมตร โดยค่าสูงสุด (3.50 เมตร) พบในสถานีที่ 5 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 และค่าต่ำสุด (0.20 เมตร) พบในสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ (ภาพที่ 4-18 f) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ความโปร่งแสงเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 เมตร ความโปร่งแสงต่ำสุด 0.50 เมตรในสถานีที่ 8 และความโปร่งแสงสูงสุด 1.70 เมตรในสถานีที่ 5

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ความโปร่งแสงเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 เมตร ความโปร่งแสงต่ำสุด 0.50 เมตรในสถานีที่ 8 และความโปร่งแสงสูงสุด 2.50 เมตรในสถานีที่ 5



เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ความโปร่งแสงเฉลี่ยเท่ากับ 1.34 เมตร ความโปร่งแสงต่ำสุด 0.70 เมตรในสถานีที่ 8 และความโปร่งแสงสูงสุด 3.00 เมตรในสถานีที่ 5

เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 ความโปร่งแสงเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 เมตร ความโปร่งแสงต่ำสุด 0.50 เมตรในสถานีที่ 8 และความโปร่งแสงสูงสุด 3.50 เมตรในสถานีที่ 5

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ความโปร่งแสงเฉลี่ยเท่ากับ 1.26 เมตร ความโปร่งแสงต่ำสุด 0.20 เมตรในสถานีที่ 8 และความโปร่งแสงสูงสุด 1.70 เมตรในสถานีที่ 5

#### 4.7 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ

ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 60.67 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุด (60.67 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 และค่าต่ำสุด (0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 3 และ 4 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 g) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำต่ำสุด 0.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 4 และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงสุด 16.42 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำต่ำสุด 0.40 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 2 และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงสุด 7.17 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำต่ำสุด 0.53 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 5 และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงสุด 8.87 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.74 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำต่ำสุด 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 3 และ 4 และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงสุด 9.78 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 10.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำต่ำสุด 0.53 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 3 และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงสุด 60.67 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

#### 4.8 ไนโตรที่

ค่าไนโตรที่ มีค่าอยู่ระหว่างตั้งแต่ตรวจวัดไม่ได้ถึง 7.20 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุด (7.20 ไมโครกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (Non detected) พบในสถานีที่ 5 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 h) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ค่าไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 5.40 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรเจนต่ำสุด 4.28 ไมโครกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 4 ค่าไนโตรเจนสูงสุด 7.20 ไมโครกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 1

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ค่าไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรเจนต่ำสุด N.D. ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 5 ค่าไนโตรเจนสูงสุด 1.65 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ค่าไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 3.06 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรเจนต่ำสุด 2.33 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 3, 5 และ 6 ค่าไนโตรเจนสูงสุด 4.28 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 1

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ค่าไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 0.11 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรเจนต่ำสุด 0.02 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8 ค่าไนโตรเจนสูงสุด 0.20 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 3

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ค่าไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรเจนต่ำสุด 0.02 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 2 และ 3 ค่าไนโตรเจนสูงสุด 0.18 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

#### 4.9 ไนเตรต

ค่าไนเตรต มีค่าอยู่ระหว่าง 0.19 ถึง 31.76 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุด (31.76 ไมโครกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 8 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (0.19 ไมโครกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 4 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 i) พบว่าในเดือนมิถุนายน ค่าไนเตรตเฉลี่ยเท่ากับ 5.38 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรตต่ำสุด 3.05 ไมโครกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 8 ค่าไนเตรตสูงสุด 7.54 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 2

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ค่าไนเตรตเฉลี่ยเท่ากับ 6.92 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรตต่ำสุด 0.43 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 4 ค่าไนเตรตสูงสุด 31.76 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ค่าไนเตรตเฉลี่ยเท่ากับ 5.92 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรตต่ำสุด 2.90 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8 ค่าไนเตรตสูงสุด 9.46 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 6

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ค่าไนเตรตเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรตต่ำสุด 0.21 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 6 และ 8 ค่าไนเตรตสูงสุด 0.35 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 3

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ค่าไนเตรตเฉลี่ยเท่ากับ 0.81 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรตต่ำสุด 0.27 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 5 ค่าไนเตรตสูงสุด 3.00 ไมโครกรัมต่อลิตรใน

## สถานีที่ 8

### 4.10 ค่าออร์โธฟอสเฟต

ค่าออร์โธฟอสเฟต มีค่าอยู่ระหว่าง 0.09 ถึง 69.89 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุด (69.89 ไมโครกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (0.09 ไมโครกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 3 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 j) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ค่าออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยเท่ากับ 60.36 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าออร์โธฟอสเฟตต่ำสุด 56.39 ไมโครกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 3 ค่าออร์โธฟอสเฟตสูงสุด 69.89 ไมโครกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 1

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ค่าออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยเท่ากับ 14.79 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าออร์โธฟอสเฟตต่ำสุด 4.77 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 5 ค่าออร์โธฟอสเฟตสูงสุด 34.15 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 1

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ค่าออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยเท่ากับ 8.97 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าออร์โธฟอสเฟตต่ำสุด 7.23 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 4 ค่าออร์โธฟอสเฟตสูงสุด 15.49 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 1

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ค่าออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าออร์โธฟอสเฟตต่ำสุด 0.09 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 3 ค่าออร์โธฟอสเฟตสูงสุด 0.63 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 4

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ค่าออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าออร์โธฟอสเฟตต่ำสุด 0.80 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 3 ค่าออร์โธฟอสเฟตสูงสุด 1.49 ไมโครกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8

### 4.11 ค่าความเป็นด่าง

ค่าความเป็นด่าง มีค่าอยู่ระหว่าง 17.33 ถึง 88.67 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุด (88.67 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (17.33 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 4 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 k) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ค่าความเป็นด่างเฉลี่ยเท่ากับ 67.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่างต่ำสุด 53.33 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 5 และ 8 และค่าความเป็นด่างสูงสุด 88.67 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 1

เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ค่าความเป็นต่างเฉลี่ยเท่ากับ 26.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นต่างต่ำสุด 17.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 4 และค่าความเป็นต่างสูงสุด 35.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 1

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ค่าความเป็นต่างเฉลี่ยเท่ากับ 34.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นต่างต่ำสุด 31.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 6 และค่าความเป็นต่างสูงสุด 42.67 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 2

เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ค่าความเป็นต่างเฉลี่ยเท่ากับ 38.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นต่างต่ำสุด 33.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 5 และค่าความเป็นต่างสูงสุด 44.67 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 1

และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ค่าความเป็นต่างเฉลี่ยเท่ากับ 31.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นต่างต่ำสุด 25.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8 และค่าความเป็นต่างสูงสุด 40.00 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 1

#### 4.12 ค่าความกระด้าง

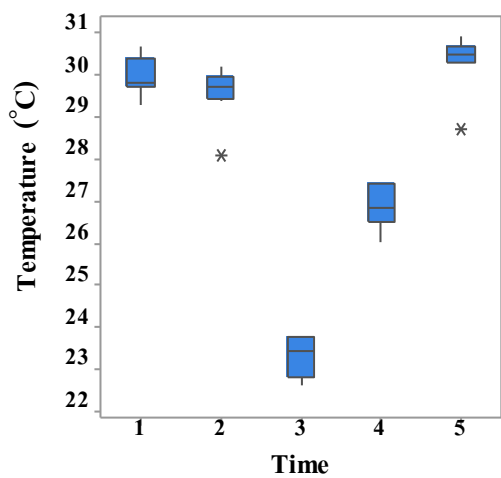
ค่าความกระด้าง มีค่าอยู่ระหว่าง 26.67 ถึง 67.33 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยค่าสูงสุด (67.33 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 6 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 และค่าต่ำสุด (26.67 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบในสถานีที่ 4 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 และสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560

เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-18 I) พบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ค่าความกระด้างเฉลี่ยเท่ากับ 39.58 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างต่ำสุด 30.00 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 8 และค่าความกระด้างสูงสุด 60.67 มิลลิกรัมต่อลิตรพบในสถานีที่ 1

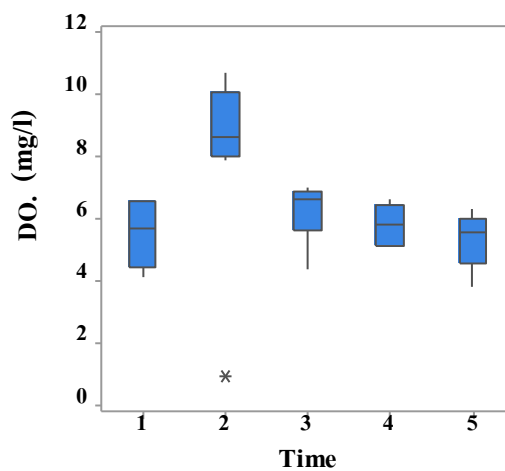
เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ค่าความกระด้างเฉลี่ยเท่ากับ 35.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างต่ำสุด 26.67 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 4 และค่าความกระด้างสูงสุด 50.00 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 1

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ค่าความกระด้างเฉลี่ยเท่ากับ 59.83 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างต่ำสุด 52.00 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 2 และค่าความกระด้างสูงสุด 67.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 6

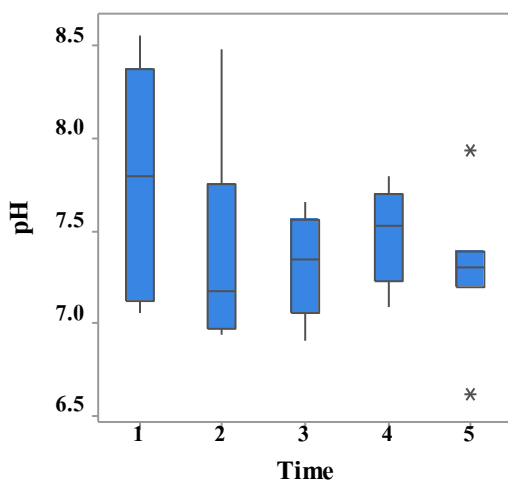
เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 ค่าความกระด้างเฉลี่ยเท่ากับ 38.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างต่ำสุด 32.67 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8 และค่าความกระด้างสูงสุด 47.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 3 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ค่าความกระด้างเฉลี่ยเท่ากับ 32.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างต่ำสุด 26.67 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 8 และค่าความกระด้างสูงสุด 37.33 มิลลิกรัมต่อลิตรในสถานีที่ 1



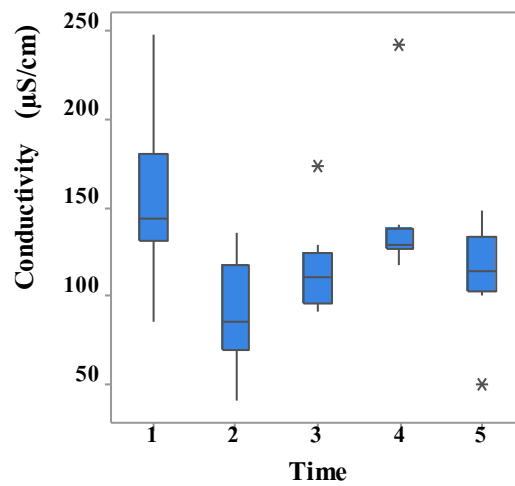
(a)



(b)



(c)



(d)

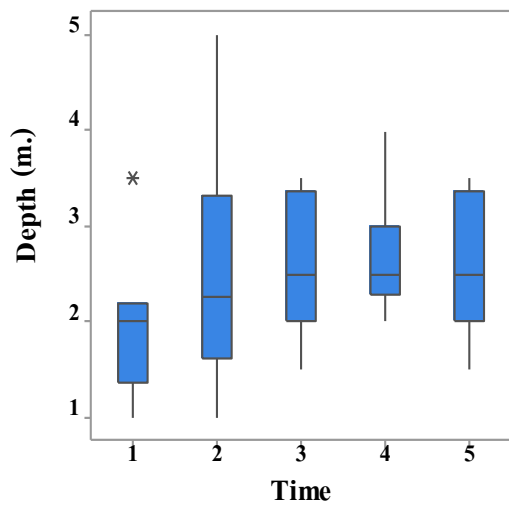
ภาพที่ 4-18 คุณภาพน้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

(a) อุณหภูมิ

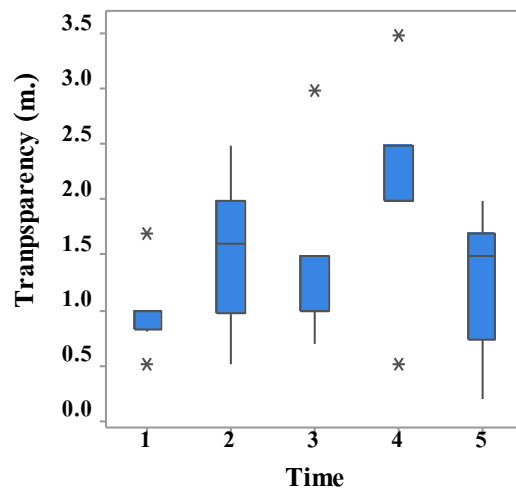
(b) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

(c) ความเป็นกรด-ด่าง

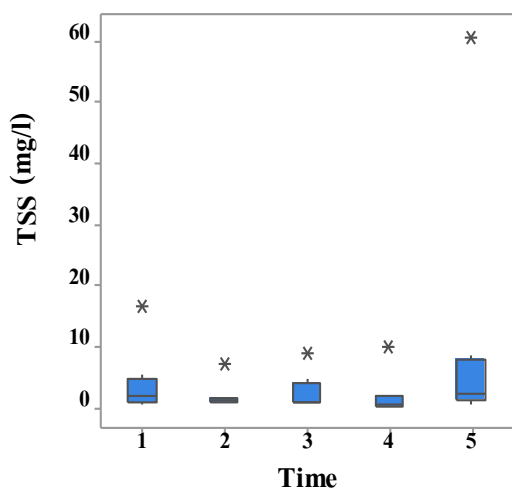
(d) การนำไฟฟ้า



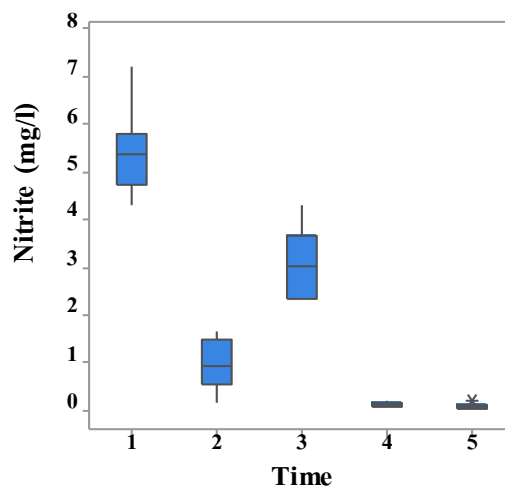
(e)



(f)



(g)



(h)

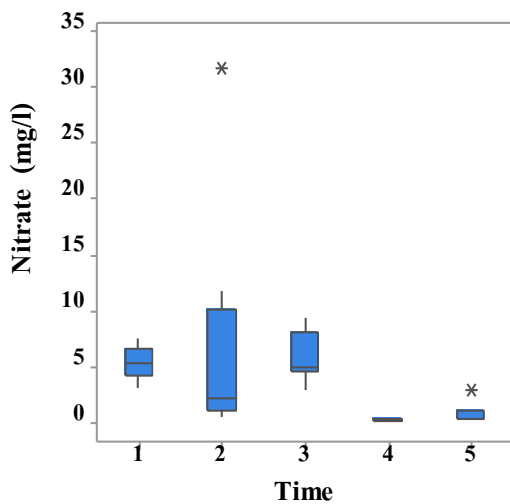
ภาพที่ 4-18 คุณภาพน้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร (ต่อ)

(e) ความลึก

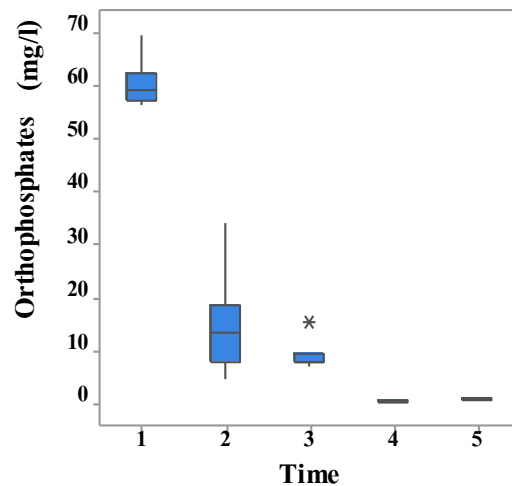
(f) ความโปร่งแสง

(g) ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ

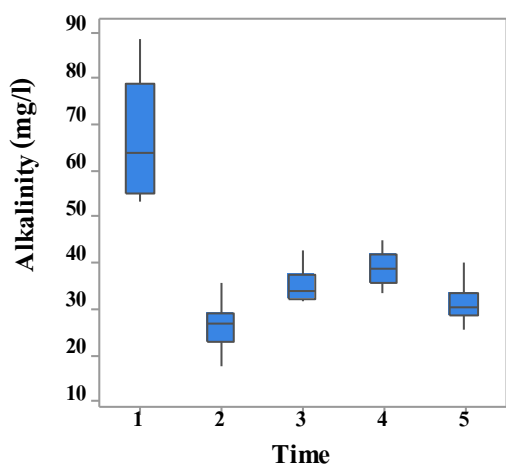
(h) ไนไตรท์



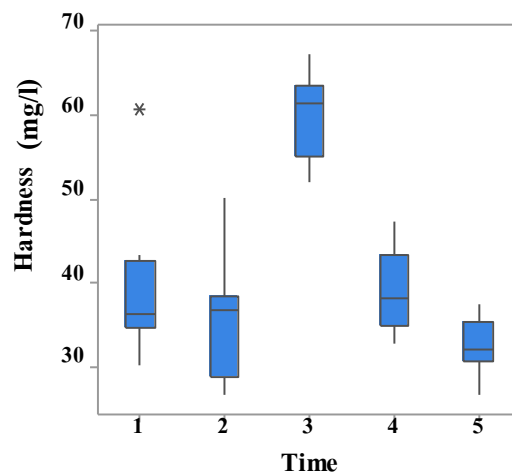
(i)



(j)



(k)



(l)

ภาพที่ 4-18 คุณภาพน้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร (ต่อ)

(i) ไนเตรท

(h) ออร์โธฟอสเฟต

(k) ความเป็นด่าง

(l) ความกระด้าง

Note Time 1 = June 2016, Time 2 = September 2016, Time 3 = December 2016,

Time 4 = April 2017 and Time 5 = June 2017

## 5. มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืช

การวิเคราะห์มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ใช้วิธีการกรองแยกส่วน (Size fraction) ตามขนาดของแพลงก์ตอนพืช โดยแบ่งตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองด้วยถุงกรองขนาด 20 ไมโครเมตร แล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วน น้ำส่วนที่ 1 นำมากรองด้วยกระดาษกรอง GF/C (แผ่นแรก) สำหรับการสกัดเพื่อหามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชทุกขนาด น้ำส่วนที่ 2 นำมากรองด้วยถุงกรองขนาด 20 ไมโครเมตร และกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C อีกครั้ง (แผ่นที่สอง) เพื่อหามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน

### 5.1 มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่ (ไมโครแพลงก์ตอน)

จากการวิเคราะห์มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ด้วยวิธีการกรองแยกส่วน (Size fraction) ตามขนาดของแพลงก์ตอนพืช โดยค่ามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่ (ตารางที่ 4-9) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 2.59 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 1 มีค่าสูงสุด (19.56 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ย 2.34 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 1 มีค่าสูงสุด (15.17 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ย 1.63 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 8 มีค่าสูงสุด (6.37 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 มีค่าเฉลี่ย 0.79 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 8 (6.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ย 0.43 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 8 (1.42 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ

เมื่อคิดเป็นสัดส่วนมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่ ไมโครแพลงก์ตอน (ภาพที่ 4-19) พบว่า เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 มีสัดส่วนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 33 รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 คิดเป็นร้อยละ 30 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 คิดเป็นร้อยละ 21 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 คิดเป็นร้อยละ 10 และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 คิดเป็นร้อยละ 6

### 5.2 มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก (ฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน)

จากการวิเคราะห์มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ด้วยวิธีการกรองแยกส่วน (Size fraction) ตามขนาดของแพลงก์ตอนพืช โดยค่ามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของ



แพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก (ตารางที่ 4-9) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.13 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3.78 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 1 (5.60 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ย 2.86 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 8 (4.41 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ย 1.72 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 8 (5.87 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 มีค่าเฉลี่ย 14.0 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 8 (3.20 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 มีค่าเฉลี่ย 0.89 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในสถานีที่ 8 (4.59 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ

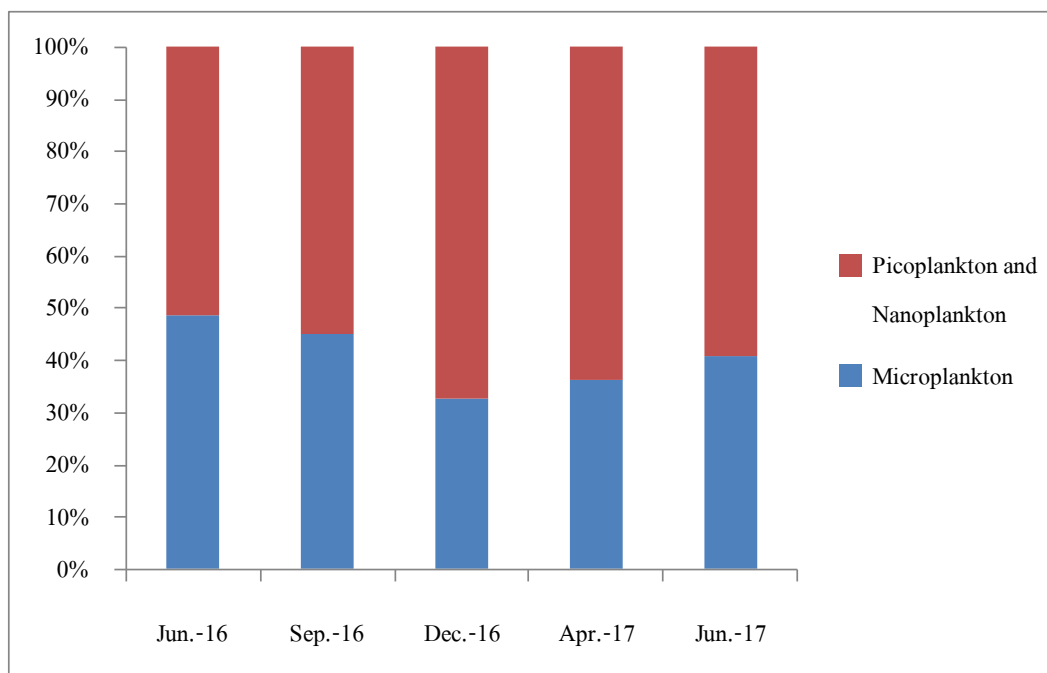
ตารางที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

	Microplankton (mg/m <sup>3</sup> )	Picoplankton and Nanoplankton (mg/m <sup>3</sup> )	ToTal Chlorophyll-a (mg/m <sup>3</sup> )
	Chl-a (%)	Chl-a (%)	
Jun.-16	1.63 (49)	1.72 (51)	3.35
Sep.-16	2.34 (45)	2.86 (55)	5.20
Dec.-16	0.43 (32)	0.89 (68)	1.32
Apr.-17	0.79 (36)	1.40 (64)	2.19
Jun.-17	2.59 (41)	3.78 (59)	6.37

เมื่อคิดเป็นสัดส่วนมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก (ภาพที่ 4-19) พบว่า เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 มีสัดส่วนสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมาได้แก่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 คิดเป็นร้อยละ 27, 16, 13 และ 8 ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลของมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชทั้งสองขนาดแล้ว พบว่ามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่โดยพบค่ามวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชทั้งสองขนาดมีค่าสูงในสถานีที่ 1 และ 8 ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

ขนาดไมโครแพลงก์ตอน และแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก (พืโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน) ที่มักพบความหนาแน่นสูงในสถานีที่ 1 และ 8 เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 4-19 สัดส่วนมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

## 6. การวิเคราะห์การจัดกลุ่มของประชาคมสิ่งมีชีวิต (Cluster analysis)

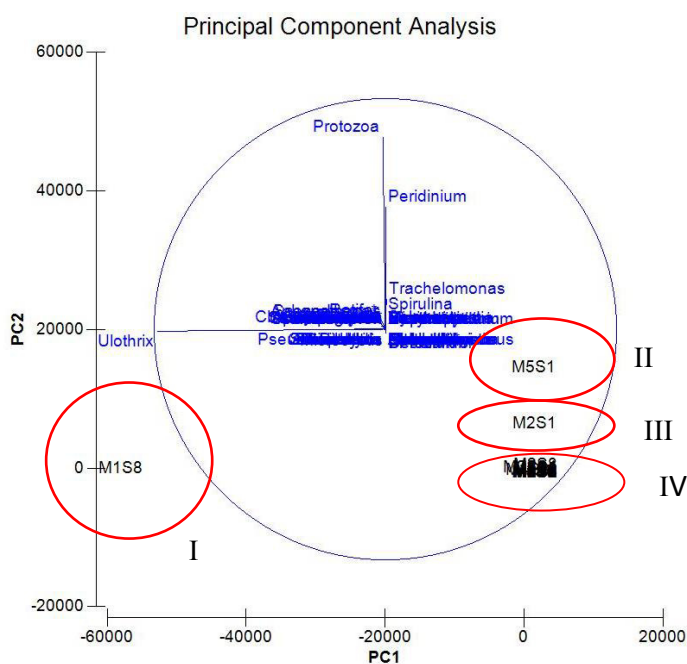
โดยใช้การวิเคราะห์ Principal Component Analysis (PCA) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในพื้นที่หนึ่ง ๆ โดยเป็นการจัดกลุ่มอย่างง่ายเพื่อศึกษาความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของแพลงก์ตอนที่พบกับพื้นที่และช่วงเวลา ที่ศึกษาว่า ในแต่ละสถานีและช่วงเวลาที่ทำการศึกษาพบความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของแพลงก์ตอนแต่ละสกุลที่พบอย่างไร ซึ่งจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ (ภาพที่ 4-20)

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 โดยกลุ่มนี้พบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* มีความหนาแน่นสูงมากกว่าสถานีและเดือนอื่น ๆ (ภาพที่ 4-21)

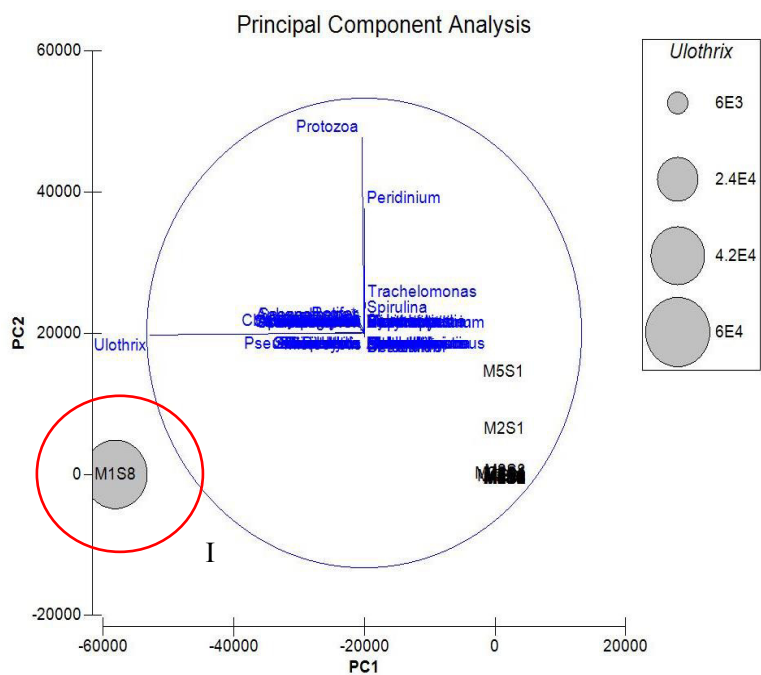
กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สถานีที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ไฟลัมโปรโตซัว และแพลงก์ตอนพืชสกุล *Spirulina* มีความหนาแน่นสูงมากกว่าสถานีและเดือนอื่น ๆ (ภาพที่ 4-22)

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สถานีที่ 1 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 โดยพบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Peridinium* มีความหนาแน่นสูงมากกว่าสถานีและเดือนอื่น ๆ (ภาพที่ 4-23)

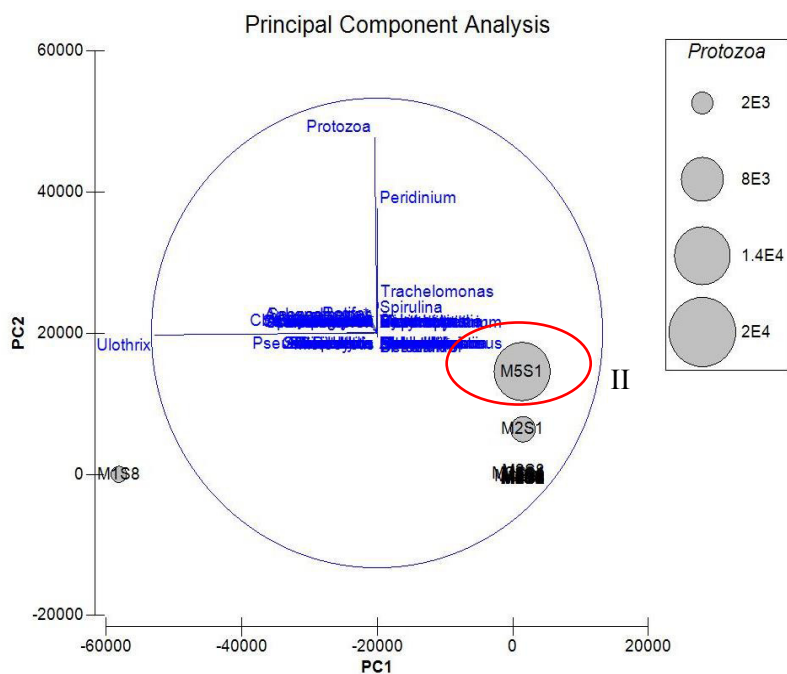
และกลุ่มที่ 4 ได้แก่ สถานีที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 สถานีที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 สถานีที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 สถานีที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 และสถานีที่ 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ถูกจัดกลุ่มอยู่ด้วยกันอาจเนื่องมาจากสถานีต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้มีโครงสร้างของแพลงก์ตอนที่คล้ายคลึงกัน (ภาพที่ 4-24)



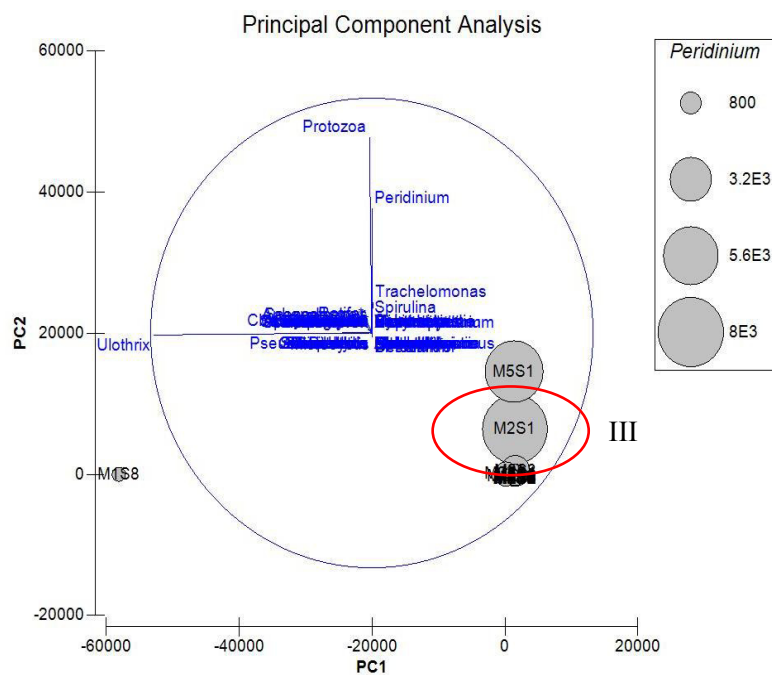
ภาพที่ 4-20 การจัดกลุ่ม Principal Component Analysis ของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร



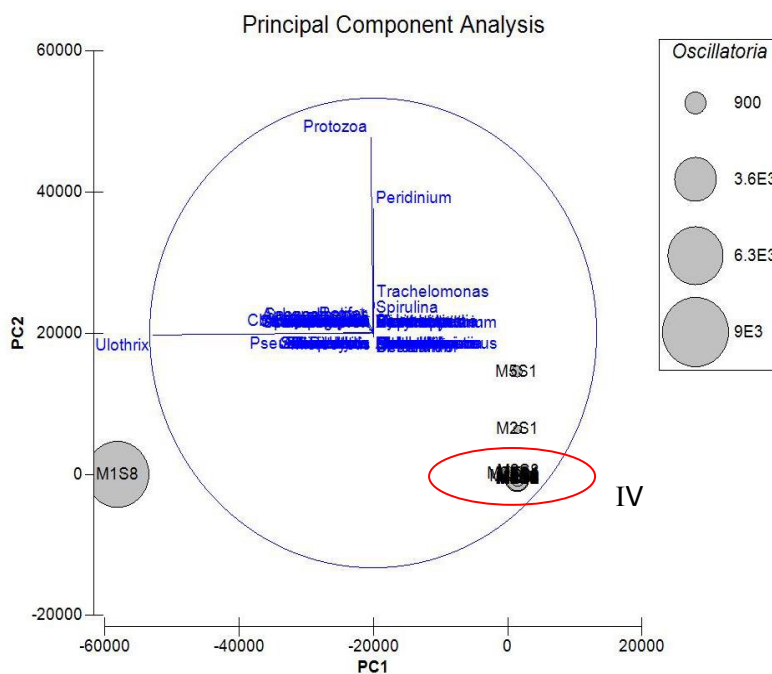
ภาพที่ 4-21 กลุ่มที่ 1 (I)



ภาพที่ 4-22 กลุ่มที่ 2 (II)



ภาพที่ 4-23 กลุ่มที่ 3 (III)



ภาพที่ 4-24 กลุ่มที่ 4 (IV)

## 7. ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรวมของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร กับพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่ทำการตรวจวัด ดังแสดงในตารางที่ 4-10 พบว่า แพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมดของดิวิชัน Chromophyta คลาส Dinophyceae มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ( $r = -0.499, p < 0.01$ ) กล่าวคือในช่วงที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในน้ำสูง จะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chromophyta คลาส Dinophyceae มีความหนาแน่นต่ำ

แพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมดของดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มีความสัมพันธ์กับค่าออร์โธฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าออร์โธฟอสเฟต ( $r = 0.346, p < 0.05$ ) กล่าวคือในช่วงที่มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตสูงจะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนพืชของดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae มีความหนาแน่นสูง

แพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมดของดิวิชัน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ( $r = 0.324, p < 0.05$ ) กล่าวคือในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงจะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae มีความหนาแน่นสูง และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ( $r = -0.339, p < 0.05$ ) และค่าความเป็นกรด-ด่าง ( $r = -0.339, p < 0.05$ ) กล่าวคือในช่วงที่มีออกซิเจนที่ละลายในน้ำในน้ำ และค่าความเป็นกรด-ด่างสูง จะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนพืชดิวิชัน Chlorophyta คลาส Euglenophyceae มีความหนาแน่นต่ำ

แพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมดของดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มีความสัมพันธ์กับค่าออร์โธฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าออร์โธฟอสเฟต ( $r = 0.323, p < 0.05$ ) กล่าวคือในช่วงที่มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตสูงจะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนพืชของดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae มีความหนาแน่นสูง

ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ (ตารางที่ 4-11) รวมทั้งหมดไฟลัม Arthropoda กลุ่มไรน้ำจืด มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ( $r = -0.507, p < 0.01$ ) กล่าวคือ ในช่วงที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในน้ำสูง จะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มไรน้ำจืด มีความหนาแน่นต่ำ

แพลงก์ตอนสัตว์รวมทั้งหมดไฟลัม Arthropoda กลุ่มโรติเฟอร์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ

( $r = 0.365, p < 0.05$ ) กล่าวคือ ในช่วงที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงจะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโรติเฟอร์มีความหนาแน่นสูง และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความเป็นกรด-ด่าง ( $r = -0.345, p < 0.05$ ) กล่าวคือ ในช่วงที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงจะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโรติเฟอร์มีความหนาแน่นต่ำ

แพลงก์ตอนสัตว์รวมทั้งหอยไฟลัม Arthropoda กลุ่มโคพิพอดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับค่าการนำไฟฟ้า ( $r = 0.328, p < 0.05$ ) และค่าความเป็นด่าง ( $r = 0.349, p < 0.05$ ) กล่าวคือ ในช่วงที่มีค่าการนำไฟฟ้า และความเป็นกรด-ด่างสูงจะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโคพิพอดมีความหนาแน่นสูง และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ( $r = -0.356, p < 0.05$ ) กล่าวคือในช่วงที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงจะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโคพิพอดมีความหนาแน่นต่ำ

ตารางที่ 4-10 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพน้ำกับความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืช

	Dissolved Oxygen	pH	Total Suspended Solids	Orthophosphates
Class Cyanophyceae	-0.123	0.022	0.154	0.346*
Class Chlorophyceae	0.007	-0.046	0.205	0.323*
Class Euglenophyceae	-0.339*	-0.375*	0.324*	0.082
Class Dinophyceae	-0.499**	-0.219	0.079	0.022

Note \* Significantly different  $p < 0.05$  and \*\* Significantly different  $p < 0.01$

ตารางที่ 4-11 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพน้ำกับความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์

	Dissolved Oxygen	pH	Conductivity	Total Suspended Solids	Alkalinity
Cladocera	-0.507**	-0.193	0.114	0.001	0.096
Copepoda	-0.356*	0.077	0.328*	-0.141	0.349*
Rotifer	-0.270	-0.354*	-0.112	0.365*	0.030

Note \* Significantly different  $p < 0.05$  and \*\* Significantly different  $p < 0.01$

## บทที่ 5

### อภิป्रायและสรูปผล

#### อภิป्राยผล

จากการศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 65 สกุล 3 ดิวิชัน แบ่งได้เป็นดิวิชัน Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) ได้แก่ คลาส Chlorophyceae 37 สกุล และคลาส Euglenophyceae 5 สกุล ดิวิชัน Chromophyta (สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง) ได้แก่ คลาส Bacillariophyceae 7 สกุล คลาส Chrysophyceae 3 สกุล และคลาส Dinophyceae 2 สกุล และดิวิชัน Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) ได้แก่ คลาส Cyanophyceae 11 สกุล โดยพบสาหร่ายสีเขียวมีความหลากหลายมากที่สุด พบว่าลักษณะของโครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชคล้ายกับการศึกษาแพลงก์ตอนในแหล่งน้ำจืดทั่วประเทศไทย (ชนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ และคณะ, 2551; เสาวคนธ์ รุ่งเรือง, ชไมพร แก้วศรีทอง, อภิชาติ สองเมืองสุข, วรณนัท หิรัญชูปพะ และสุวรรณดี ขวัญเมือง, 2554; ศุภลักษณ์ โกชนสมบุรณ์ และคณะ, 2556; นพรัตน์ สิทธิวงศ์, 2557; สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล และคณะ, 2557; นพมาศ เจียวตั้ง, นัยน์ปพร ศาลาแก้ว และกฤษณา เขามีทอง, 2558; นพมาศ เจียวตั้ง และปรางทิพย์ ประเสริฐวัฒน์, 2558; รัชดา ไชยเจริญ, 2559) ลักษณะของแหล่งน้ำที่กล่าวมาข้างต้นมีลักษณะที่คล้ายกันคือเป็นแหล่งน้ำจืดจึงทำให้พบโครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชที่คล้ายกัน เนื่องจากกลุ่มสาหร่ายสีเขียวเป็นสาหร่ายที่พบได้ทั่วไปประมาณร้อยละ 90 เป็นสาหร่ายน้ำจืด และร้อยละ 10 เป็นสาหร่ายทะเล (ยูดี พิรพรพิศาล, 2546) และสาหร่ายสีเขียวเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายมากที่สุด (Bellinger & Sigeo, 2015) ส่วนโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 3 ไฟลัม ได้แก่ ไฟลัม Rotifera ไฟลัม Arthropoda และไฟลัม Protozoa โดยจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม คือ โรติเฟอร์ (Rotifer) ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ (Nauplius) โคพีพอด (Copepod) โปรโตซัว (Protozoa) และไรน้ำจืด (Cladocera) โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์มีความหลากหลายมากที่สุดโรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่งในแหล่งน้ำจืดซึ่งพบน้อยในน้ำกร่อยและน้ำทะเล (ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์, 2546) จากการศึกษาของนพมาศ เจียวตั้ง และปรางทิพย์ ประเสริฐวัฒน์ (2558) นพมาศ เจียวตั้ง และคณะ (2558) และรัชดา ไชยเจริญ (2559) ได้ทำการจำแนกแพลงก์ตอนสัตว์แก่ 2 ไฟลัมคือ ไฟลัม Rotifera และไฟลัม Arthropoda เท่านั้น จึงทำให้พบโครงสร้างของแพลงก์ตอนสัตว์ที่แตกต่างกับงานวิจัยในครั้งนี้



จากการศึกษาในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบว่าโครงสร้างของแพลงก์ตอนมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา โดยเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 เป็นช่วงต้นฤดูฝนที่ในปีนี้มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปีอื่น ๆ ปริมาณน้ำฝนสะสมอยู่ที่ 524.70 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559 ก) มีปริมาณน้ำกักเก็บประมาณร้อยละ 50 (ภาพภาคผนวก ข-21) ไม่มีการเปิดประตูน้ำเพื่อระบายน้ำจากหนองหารสู่ลำน้ำก่ำตลอดทั้งเดือน ทำให้มีสารอาหารสะสมอยู่ปริมาณมาก จึงพบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูงสุด (98,575 เซลล์ต่อลิตร) โดยร้อยละ 71 เป็นสาหร่ายสีเขียว ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์พบโรติเฟอร์มีสัดส่วนสูงสุด เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 เป็นช่วงฤดูฝน มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น ปริมาณน้ำฝนสะสมอยู่ที่ 1,276.60 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559 ข) ปริมาณน้ำกักเก็บสูงขึ้น (ร้อยละ 89) (ติดต่อด้านตัวผ่านทางศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 สกลนคร) ปริมาณไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟตลดลง แต่ปริมาณไนเตรทสูงขึ้น พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชลดลงจากเดือนที่แล้ว (33,086 เซลล์ต่อลิตร) สัดส่วนกลุ่มเด่นเปลี่ยนจากสาหร่ายสีเขียวเป็นแพลงก์ตอนพืชคิวิชั้น Chromophyta คลาส Dinophyceae อีกทั้งสัดส่วนกลุ่มเด่นของแพลงก์ตอนสัตว์เปลี่ยนจากโรติเฟอร์เป็นกลุ่มของโปรโตซัว เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เป็นช่วงฤดูหนาว อุณหภูมิน้ำพบต่ำสุดในทุกเดือนที่ทำการศึกษาค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 23 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำกักเก็บในหนองหารพบสูงสุดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 80 (ติดต่อด้านตัวผ่านทางศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 สกลนคร) มีความกระด้างของน้ำสูงสุด (59 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ต่ำสุด สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชพวกยูกลีโนยด์เพิ่มมากขึ้นเกือบเท่าคลาส Chlorophyceae ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มตัวอ่อนของสัตว์น้ำพบสัดส่วนสูงสุด เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 เป็นฤดูร้อน ปริมาณน้ำกักเก็บลดลง ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นจากเดือนธันวาคม ความโปร่งแสงมีค่าสูงสุด มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มมากขึ้น และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 เข้าสู่ฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนสูงกว่าปีที่แล้ว โดยมีปริมาณน้ำฝนสะสมอยู่ที่ 1,055.40 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560) พบปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำสูงสุด ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชลดลง สัดส่วนกลุ่มเด่นของแพลงก์ตอนพืชเปลี่ยนไปจากคิวิชั้น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae เป็นคิวิชั้น Chromophyta คลาส Dinophyceae แต่พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุด โดยพบถึง 16,886 ตัวต่อลิตร สัดส่วนกลุ่มเด่นได้แก่ออโทโทรฟโปรโตซัว

เมื่อพิจารณาสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นพบว่า ในแต่ละพื้นที่มีสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชที่แตกต่างกันออกไป โดยสัดส่วนกลุ่มเด่นของแพลงก์ตอนพืชในหนองหารจังหวัดสกลนครในการศึกษาคั้งนี้คือ แพลงก์ตอนพืชคิวิชั้น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae

ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ (ชนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ และคณะ, 2551) และอ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี (รัชดา ไชยเจริญ, 2559) ที่พบแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Cyanophyta เป็นกลุ่มเด่น และพืชมอลลัสกา Chrysophyta เป็นกลุ่มเด่น ความแตกต่างของสัดส่วนกลุ่มเด่นแพลงก์ตอนพืชที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากแพลงก์ตอนแต่ละชนิด มีแหล่งที่อยู่อาศัยและช่วงของเวลาทนทานต่อสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน อีกทั้งมีความต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกันออกไป โดยแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก (Eutrophic) หรือมีสารอินทรีย์สูง มักพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือสาหร่ายยูกลีโนอยด์ (ยูดี พีรพรพิศาล, 2546) ส่วนความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์พบทั้ง 5 กลุ่มในทุกสถานีและทุกช่วงเดือนที่ทำการศึกษานี้ เนื่องมาจากองค์ประกอบหลักของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในแหล่งน้ำจืดทั่วโลก ได้แก่ โปรโตซัว โรติเฟอร์ คลาโดเซอรา โคพีพอด (ละอองศรี เสนาะเมือง, 2545)

ในการศึกษานี้พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 65 สกุล โดยแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษามีความหลากหลายที่แตกต่างกันไม่มากนัก เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 มีความหลากหลายสูงสุด (60 สกุล) และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 มีความหลากหลายต่ำสุด (54 สกุล) แพลงก์ตอนพืชที่มีความหลากหลายมากที่สุดในทุกเดือนยังคงเป็นแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chlorophyta คลาส Chlorophyceae เช่นเดิม เมื่อพิจารณาถึงความหลากหลายสกุลในแต่ละสถานี พบว่าสถานีที่มีความหลากหลายสูงสุด ได้แก่ สถานีที่ 8 บ้านดอนยาง ตำบลเหล่าปอแดง อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร (59 สกุล) พบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมในสถานีนี้มากกว่าสถานีอื่น ๆ อาจเนื่องมาจากลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างที่แตกต่างจากสถานีอื่น บริเวณนี้มีน้ำจากลำน้ำพุงไหลเข้าสู่นองหารตลอดทั้งปี ซึ่งได้พัดพาตะกอนแขวนลอยในน้ำเข้ามาสู่นองหารด้วย สถานีที่มีความหลากหลายต่ำสุด ได้แก่ สถานีที่ 3 บ้านท่าแร่ ตำบลท่าแร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร (34 สกุล) ลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างเป็นแหล่งน้ำนิ่ง มีความโปร่งแสงมากกว่าสถานีอื่น โดยมีความโปร่งแสงเกือบเท่าความลึกของน้ำ อีกทั้งมีปริมาณไนเตรทเฉลี่ยต่ำที่สุด (1.48 ไมโครกรัมต่อลิตร) จึงทำให้พบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชต่ำ เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความมากชนิดพบค่าต่ำสุดในสถานีที่ 3 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ซึ่งหมายความว่าแพลงก์ตอนพืชในสถานีที่ 3 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 มีความหลากหลายของจำนวนสกุลแพลงก์ตอนพืชต่ำที่สุดหรือมีความอุดมสมบูรณ์ของแพลงก์ตอนพืชน้อยกว่าสถานีและช่วงเดือนอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา พบจำนวนสกุล (11 สกุล) และจำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชต่ำที่สุดในการศึกษานี้ (478 เซลล์ต่อลิตร) เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในการศึกษานี้กับการศึกษาของนพมาศ เจียวตั้ง และปรางทิพย์ ประเสริฐวัฒน์ (2558) ที่ศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัด

สกกลนครในปี พ.ศ. 2552 โดยพบเพลงก่ตอนพีชทั้งหมด 3 ดิวซ์ัน 86 สกกุล และการศึกษาของธนาภรณ์ จิตตปาลพงส์ และคณะ (2551) ที่ศึกษาประชาคมเพลงก่ตอนพีชในบึงบอระเพ็ดจังหวัดนครสวรรค์ โดยพบเพลงก่ตอนพีชทั้งหมด 6 ดิวซ์ัน 73 สกกุล ซึ่งความหลากหลายสกกุลของเพลงก่ตอนพีชมากกว่าในการศึกษาครั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของวิธีการเก็บตัวอย่างเพลงก่ตอน ซึ่งการเก็บด้วยวิธีการลากด้วยถุงกรองและเก็บตัวอย่างตามระดับความลึก ทำให้พบความหลากหลายสกกุลของเพลงก่ตอนมากกว่า

จากการศึกษาความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชในหนองหาร จังหวัดสกกลนคร จำนวน 8 สถานี รวมทั้งสิ้น 5 ครั้งในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบความหนาแน่นเฉลี่ย 4,726 เซลล์ต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชจากการศึกษาในครั้งนี้กับจากการศึกษาของนพมาศ เจียวตั้ง และปรางทิพย์ ประเสริฐวิฒณะ (2558) ที่ศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของเพลงก่ตอนในหนองหาร จังหวัดสกกลนคร ในปี พ.ศ. 2552 พบความหนาแน่นเฉลี่ย 74,890 เซลล์ต่อลิตร มากกว่าการศึกษาในครั้งนี้เนื่องจากจำนวนสถานีที่ทำการศึกษามีมากกว่า และการศึกษาของธนาภรณ์ จิตตปาลพงส์ และคณะ (2551) ศึกษาประชาคมเพลงก่ตอนพีชในบึงบอระเพ็ดจังหวัดนครสวรรค์ พบความหนาแน่นเฉลี่ย 277,000 เซลล์ต่อลิตร ซึ่งพบความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชที่สูงกว่าในการศึกษาครั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการเก็บตัวอย่างเพลงก่ตอนที่ครอบคลุมมากกว่าด้วยการเก็บตามระดับความลึก อีกทั้งมีปริมาณฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตรที่สูงกว่าในการศึกษาครั้งนี้ (0.017 มิลลิกรัมต่อลิตร) และค่าการนำไฟฟ้าที่แสดงถึงความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ละลายในน้ำ (Ionized substances in water) เพื่อให้เพลงก่ตอนพีชได้นำไปช่วยในการสังเคราะห์แสงพบค่าสูงสุดอยู่ที่ 337.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งมีค่าที่สูงกว่าในการศึกษาครั้งนี้เช่นเดียวกัน (154.31 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) จากการศึกษาความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชในหนองหาร จังหวัดสกกลนครพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเดือน โดยในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 มีความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชเฉลี่ยสูงสุด (12,322 เซลล์ต่อลิตร) อาจเนื่องมาจากปริมาณสารอาหารที่สูงกว่าเดือนอื่น ๆ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (154.31 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) ไนโตรท์ (5.40 ไมโครกรัมต่อลิตร) และออร์โธฟอสเฟต (60.36 ไมโครกรัมต่อลิตร) และปริมาณน้ำในหนองหารมีปริมาณน้อย โดยมีน้ำกักเก็บประมาณร้อยละ 50 อีกทั้งไม่มีการเปิดประตูน้ำเพื่อระบายน้ำลงสู่ลำน้ำท่าตลอดทั้งเดือน (ติดต่อกันส่วนตัวผ่านทางศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 สกกลนคร) กล่าวคือเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำน้อย และมีสารอาหารที่ละลายน้ำมีความเข้มข้นสูง จึงพบความหนาแน่นของเพลงก่ตอนพีชสูงกว่าเดือนอื่นที่ทำการศึกษาร่วมในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบความหนาแน่นรวมของเพลงก่ตอนพีชต่ำที่สุด (14,358 เซลล์

ต่อลิตร) เป็นช่วงฤดูหนาว มีอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยต่ำมากกว่าเดือนอื่น ๆ (23.29 องศาเซลเซียส)ซึ่งใน ฤดูหนาวอุณหภูมิน้ำต่ำจึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (แสงอรุณ เนื่องสิทธิ์ และจารึก นาชัยเพิ่ม, 2548) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารอาหารที่ละลายน้ำกับความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชพบว่า แพลงก์ตอนพืชรวมทั้งหมดของคิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae ( $r = 0.346, p < 0.05$ ) และคิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae ( $r = 0.323, p < 0.05$ ) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าออร์โธฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติกล่าวคือในช่วงที่มีปริมาณออร์โธฟอสเฟตสูงจะพบปริมาณรวมของแพลงก์ตอนพืชของ คิวิชั่น Cyanophyta คลาส Cyanophyceae และคิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae จะมีความหนาแน่นสูงตามไปด้วย ส่วนความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ในแต่ละสถานีพบว่าแต่ละสถานีมีความหนาแน่นที่แตกต่าง พบว่าสถานีที่ 8 (บ้านดอนยาง ตำบลเหล่าปอแดง อำเภอเมือง จังหวัด สกลนคร) และสถานีที่ 1 (หลังศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 สกลนคร) มีความหนาแน่น สูงกว่าสถานีอื่น ๆ เห็นได้ชัดเจน โดยสถานีที่ 8 มีความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชสูงสุด (102,328 เซลล์ต่อลิตร) พบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* มีความหนาแน่นมากที่สุด ซึ่งชนิดของ แพลงก์ตอนพืชที่พบสอดคล้องกับสภาพของพื้นที่เก็บตัวอย่างกล่าวคือ บริเวณสถานีที่ 8 เป็น บริเวณที่ลำน้ำพุงไหลเข้าสู่หนองหาร เป็นสถานีเดียวที่มีกระแสน้ำไหลตามธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา แพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* จะพบในแหล่งน้ำไหล (ยูดี พีรพรพิศาล, 2546) เนื่องจาก แพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* พบความหนาแน่นสูงในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 มากกว่าสถานีและ เดือนอื่น ๆ จึงทำให้การวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) นั้นจึง ถูกจัดกลุ่มแยกออกมาจากสถานีและเดือนอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 4-21) เมื่อวิเคราะห์ดัชนี ความสม่ำเสมอ พบค่าต่ำสุดคือ 0.32 ในสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ซึ่งหมายความว่าสถานี ที่ 8 ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชสกุลต่าง ๆ ที่มีจำนวนแตกต่างกัน และมีการกระจายตัวที่แตกต่าง อาจเนื่องมาจากความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* ที่พบสูงมาก และดัชนีความหลากหลาย พบค่าต่ำสุดคือ 1.15 ในสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 เช่นเดียวกัน กล่าวได้ว่าสถานีที่ 8 ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 นี้มีความหลากหลายของ แพลงก์ตอนพืชต่ำสุด เนื่องจากพบการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืชในสกุลต่าง ๆ แตกต่างกัน และพบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* ปริมาณมาก อาจกล่าวได้ว่าพบการบลูมของแพลงก์ตอนพืช สกุล *Ulothrix* เกิดขึ้น และสถานีที่ 1 มีความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชรองลงมาเป็นอันดับ ที่ 2 (34,944 เซลล์ต่อลิตร) พบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Peridinium* มีความหนาแน่นมากที่สุด โดย พบว่าในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ในบริเวณสถานีที่ 1 นี้มีการขูดลอกผักตบชวาตลอดเดือนเพื่อ เตรียมการแข่งเรือประจำปี น้ำขุ่นมีเศษใยของผักตบชวาและก้อนขี้กิ้งกิ้งเหม็น เนื่องจากการนำ

ของผักตบชวา ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำพบต่ำสุดในการศึกษาครั้งนี้ (0.90 มิลลิกรัมต่อลิตร) สอดคล้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนกับพารามิเตอร์คุณภาพน้ำที่พบว่าแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส Dinophyceae มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $r = -0.499, p < 0.01$ ) กล่าวคือในช่วงที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูง จะพบแพลงก์ตอนพืชสีเขียว Chromophyta คลาส Dinophyceae มีความหนาแน่นต่ำ และเมื่อวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) พบว่าสถานีที่ 1 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ถูกจัดกลุ่มแยกออกมาจากสถานีและเดือนอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 4-23) ส่วนสถานีอื่น ๆ พบว่าสภาพพื้นที่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่เพียงเล็กน้อยตามการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ ดัชนีความสม่ำเสมอในสถานีที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเดือนไม่มากนัก จึงถูกจัดกลุ่มด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (ภาพที่ 4-24) และสถานีที่ 1 และ 8 มีช่วงของดัชนีความสม่ำเสมอที่ค่อนข้างแตกต่างกันในแต่ละช่วงเดือนมากกว่าสถานีอื่น ๆ (ตารางที่ 4-3) กล่าวคือ สถานีที่ 1 และ 8 มีการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืชสกุลต่าง ๆ ที่ค่อนข้างจะแตกต่างกัน ซึ่งจากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ส่งผลต่อการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืช ส่วนดัชนีความสม่ำเสมอสูงสุดพบในสถานีที่ 7 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 (0.87) หมายความว่า สถานีที่ 7 ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 นี้ประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชสกุลต่าง ๆ ที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน และมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ อีกทั้งยังพบว่าดัชนีความหลากหลายที่สูงสุด (3.16) คือมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดด้วย โดยสภาพพื้นที่จะมีทางแยกของลำน้ำเข้าสู่ลำน้ำเก่า ซึ่งมี 2 ลำน้ำ (ลำเก่าและลำใหม่) มีการทำการประมงโดยใช้เครื่องมือประมงพื้นบ้านมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ในหนองหามีพรรณไม้น้ำอยู่หลากหลายชนิด เมื่อมีการเปิดประตูน้ำเพื่อระบายน้ำจากหนองหารลงสู่ลำน้ำเก่า บริเวณนี้จะเป็นแหล่งน้ำไหล แต่เมื่อมีการปิดประตูน้ำ บริเวณนี้จะเป็นแหล่งน้ำนิ่ง เมื่อวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จากการศึกษาครั้งนี้พบมีค่าอยู่ในช่วง 1.15-3.16 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของนพมาศ เจริญตั้ง และปรางทิพย์ ประเสริฐวัฒน์ (2558) ที่ศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนครในปี พ.ศ. 2552 มีค่าอยู่ในช่วง 1.43-3.04 อาจกล่าวได้ว่าความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในหนองหามีค่าค่อนข้างคงที่เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำค่อนข้างปิดทำให้มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบว่าความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนสัตว์สูงสุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 (16,886 ตัวต่อลิตร)

โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโพรโตซัวเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะของสภาพของพื้นที่ ในสถานีที่ 1 มีกระแสน้ำนิ่ง น้ำขุ่น มีเศษใยของผักตบชวาจำนวนมาก เป็นสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของโพรโตซัว (บพิช จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์, 2549) ส่งผลให้ในสถานีที่ 1 มีความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนสัตว์สูงมากกว่าสถานีอื่น ๆ เมื่อวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วย Principal Component Analysis (PCA) ก็พบว่าสถานีที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 นี้ถูกจัดแยกกลุ่มออกมาจากสถานีและเดือนอื่น ๆ (ภาพที่ 4-22) โดยพบสัดส่วนกลุ่มเด่นในสถานีนี้คือ กลุ่มของโพรโตซัว มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 84 และในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบว่าความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนสัตว์ต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่ต่ำในเดือนนี้ เช่นเดียวกัน อาจเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารโดยตรงของแพลงก์ตอนสัตว์ การที่ปริมาณแพลงก์ตอนพืชน้อยลงจึงทำให้พบปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์น้อยลงตามไปด้วยการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในหนองหาร จังหวัดสกลนครครั้งนี้ พบความหนาแน่นเฉลี่ย 819 ตัวต่อลิตร โดยเราทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ด้วยการตักน้ำบริเวณผิวน้ำกรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร พบปริมาณความหนาแน่นสูงกว่าการศึกษาของ นพมาศ เกียวตั้ง และปรางทิพย์ ประเสริฐวัฒน์ (2558) พบความหนาแน่นเฉลี่ย 110 ตัวต่อลิตร และนพมาศ เกียวตั้ง และคณะ (2558) พบความหนาแน่นเฉลี่ย 58.25 ตัวต่อลิตร อาจเนื่องมาจากการศึกษาในครั้งนี้ทำการนับรวมไฟลัม Protozoa และใช้ขนาดช่องตาของถุงกรองที่เล็กกว่าจึงพบความหนาแน่นที่สูงกว่า จากการศึกษาประชามแพลงก์ตอนสัตว์ในบึงบอระเพ็ด จังหวัด นครสวรรค์ (ชนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ และคณะ, 2551) พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 5 ไฟลัม ได้แก่ Porifera, Coelenterata, Rotifera, Arthropoda และ Protozoa สามารถจำแนกได้ถึง 135 ชนิด ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนสัตว์ 859 ตัวต่อลิตร โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์มีสัดส่วนมากที่สุด (ร้อยละ 80) ซึ่งพบความหลากหลายและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์มากกว่าหนองหารในการศึกษาครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากวิธีการเก็บตัวอย่างที่ละเอียดและครอบคลุมมากกว่าโดยใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 100 ไมโครเมตรลากแนวตั้งเพื่อดูความหลากหลายของชนิด ส่วนความหนาแน่นใช้วิธีการเก็บตามระดับความลึก

จากการศึกษาโครงสร้างประชามของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบว่าความแตกต่างของวิธีการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน ลักษณะของพื้นที่ในเก็บตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากฤดูกาล ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำ การไหลของน้ำ การกระทำของมนุษย์และปริมาณสารอาหารที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเดือน มีผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนทั้งแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ทำให้พบความหนาแน่น และสัดส่วนความหนาแน่นของที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งส่งผลต่อความแตกต่างของโครงสร้างของแพลงก์ตอนที่พบด้วย

ตารางที่ 5-1 งานวิจัยแพลงก์ตอนพืชบริเวณต่าง ๆ ในประเทศไทย

Research/Place	Phytoplankton	Method
ชนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ และคณะ (2551) สถานที่: บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์	Cholophyta 93 species Euglenophyta 35 species Cyanophyta 25 species Bacillariophyta 21 species Pyrrhophyta 4 species Chrysophyta 3 species	ใช้ถุงลากแพลงก์ตอนขนาด 10 ไมโครเมตร ลากแนวตั้งดูชนิด ถ้าน้ำลึกมากกว่า 3 เมตรเก็บ 3 ระดับ เพื่อดูความหนาแน่นเก็บ 4 สถานี 3 ครั้ง (ธันวาคม พ.ศ. 2544 มีนาคม และกันยายน พ.ศ. 2545)
เสาวคนธ์ รุ่งเรือง และคณะ (2554) สถานที่: พรุควนเค็ริง จังหวัดนครศรีธรรมราช	Chlorophyta 36 genus Bacillariophyta 14 genus Euglenophyta 5 genus chrysophyta 5 genus Pyrrhophyta 4 genus Cyanophyta 2 genus	กรองน้ำด้วยถุงกรองขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร จำนวน 7 สถานี ทั้งหมด 3 ครั้ง (พฤศจิกายน พ.ศ.2549 มีนาคม และ สิงหาคม พ.ศ. 2550)
ศุภลักษณ์ โภชนสมบูรณ์ และคณะ (2556) สถานที่: ระบบเครือข่าย อ่างเก็บน้ำ (อ่าวพวง) จังหวัดเพชรบุรี	Chlorophyta 27 genus Chromophyta 19 genus Cyanophyta 6 genus	กรองน้ำด้วยถุงกรองขนาดช่องตา 21 ไมโครเมตร 3 อ่างเก็บน้ำ จำนวน 3 ครั้ง (เมษายน สิงหาคม และ ธันวาคม พ.ศ. 2554)
นพรัตน์ สิทธิวงศ์ (2557) สถานที่: หนองหาร จังหวัดสกลนคร	Chlorophyta 51 species Cyanophyta 9 species Bacillariophyta 19 species Euglenophyta 12 species Pyrrhophyta 4 species Xanthophyta 2 species Chrysophyta 1 species Cryptophyta 1 species	กรองน้ำด้วยถุงกรองขนาดช่องตา 10 ไมโครเมตร 5 สถานี จำนวน 4 ครั้ง (กุมภาพันธ์ เมษายน มิถุนายน และสิงหาคม พ.ศ. 2556)

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

Research/Place	Phytoplankton	Method
สันติวัฒน์ พิทักษ์พล และคณะ (2557) สถานที่: แม่น้ำอิง	Chlorophyta 24 species	กรองน้ำด้วยถุงกรองขนาดช่องตา
	Cyanophyta 13 species	10 ไมโครเมตร 9 สถานี
	Euglenophyta 8 species	จำนวน 4 ครั้ง (พฤษภาคม กรกฎาคม
	Bacillariophyta 6 species	กันยายน พ.ศ. 2555 และกุมภาพันธ์
	Chrysophyta 2 species	พ.ศ. 2556)
	Chromophyta 1 species	
นพมาศ เจียวตั้ง และคณะ (2558) สถานที่: บึงโขงหลง จังหวัดบึงกาฬ	Chlorophyceae 30 genus	ใช้ถุงลากลากขนาดช่องตา 20
	Bacillariophyceae 15 genus	ไมโครเมตร ทำการลากในแนวตั้ง
	Cyanophyceae 8 genus	8 สถานี จำนวน 4 ครั้ง
	Chrysophyceae 4 genus	(ธันวาคม พ.ศ. 2552 มีนาคม
	Euglenophyceae 4 genus	มิถุนายน และกันยายน พ.ศ. 2553)
	Dinophyceae 2 genus	
นพมาศ เจียวตั้ง และ ปรานทิพย์ประเสริฐวัฒนะ (2558) สถานที่: หนองหาร จังหวัดสกลนคร	Silicolagellates 1 genus	
	Chlorophyceae 38 genus	กรองน้ำด้วยถุงกรองขนาดช่องตา
	Bacillariophyceae 23 genus	20 ไมโครเมตร 2 ถึง 3 ระดับความลึก
	Cyanophyceae 9 genus	11 สถานี จำนวน 4 ครั้ง
	Dinophyceae 6 genus	(มกราคม เมษายน กรกฎาคม และ
	Chrysophyceae 5 genus	ตุลาคม พ.ศ. 2552)
รัชดา ไชยเจริญ (2559) สถานที่: อ่างเก็บน้ำ บางพระ จังหวัดชลบุรี	Euglenophyceae 4 genus	
	Silicolagellates 1 genus	
	Chlorophyta 15 genus	กรองน้ำด้วยถุงกรองขนาดช่องตา
	Cyanophyta 11 genus	20 ไมโครเมตร 10 สถานี จำนวน
	Bacillariophyta 3 genus	5 ครั้ง (กุมภาพันธ์ มิถุนายน ตุลาคม
Euglenophyta 2 genus	ธันวาคม พ.ศ. 2556 และกุมภาพันธ์	
Pyrrhophyta 1 genus	พ.ศ. 2557)	



ตารางที่ 5-2 งานวิจัยแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณต่าง ๆ ในประเทศไทย

Research/Place	Zooplankton	Method
ชนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ และคณะ (2551) สถานที่: บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์	Rotifera, Coelenterata, Porifera, Arthropoda และ Byozoa	ใช้ถุงลากขนาดช่องตา 100 ไมโครเมตรลากในแนวตั้งเพื่อศึกษา ชนิด และถุงลากขนาดช่องตา 150 ไมโครเมตร ลากในแนวตั้งดูจำนวน ชนิด รวม 4 สถานี จำนวน 3 ครั้ง (ธันวาคม พ.ศ. 2544 มีนาคม และ กันยายน พ.ศ. 2545)
เสาวคนธ์ รุ่งเรือง และคณะ (2554) สถานที่: พรุควนเค็ง จังหวัดนครศรีธรรมราช	Arthropoda, Rotifer, Protozoa และ Bryozoa	ใช้ถุงลากขนาดช่องตา 100 ไมโครเมตร 7 สถานี จำนวน 3 ครั้ง (พฤศจิกายน พ.ศ.2549 มีนาคม และ สิงหาคม พ.ศ. 2550)
นพมาศ เจียวตั้ง และคณะ (2558) สถานที่: บึงโขงหลง จังหวัดบึงกาฬ	Copepod, Rotifer, Cladocera และ Ostracod	ใช้ถุงลากขนาดช่องตา 100 ไมโครเมตร 8 สถานี จำนวน 4 ครั้ง (ธันวาคม พ.ศ. 2552 มีนาคม มิถุนายน และกันยายน พ.ศ. 2553)
นพมาศ เจียวตั้ง และ ปรานทิพย์ประเสริฐวัฒน์ (2558) สถานที่: หอนงหาร จังหวัดสกลนคร	Copepod, Rotifer, Cladocera และ Ostracod	ใช้ถุงลากขนาดช่องตา 100 ไมโครเมตร 11 สถานี จำนวน 4 ครั้ง (มกราคม เมษายน กรกฎาคม และ ตุลาคม พ.ศ. 2552)
รัชดา ไชยเจริญ (2559) สถานที่: อ่างเก็บน้ำ บางพระ จังหวัดชลบุรี	Copepod, Rotifer และ Cladocera	กรองน้ำด้วยถุงกรองขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร 10 สถานี จำนวน 5 ครั้ง (กุมภาพันธ์ มิถุนายน ตุลาคม ธันวาคม พ.ศ. 2556 และกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557)

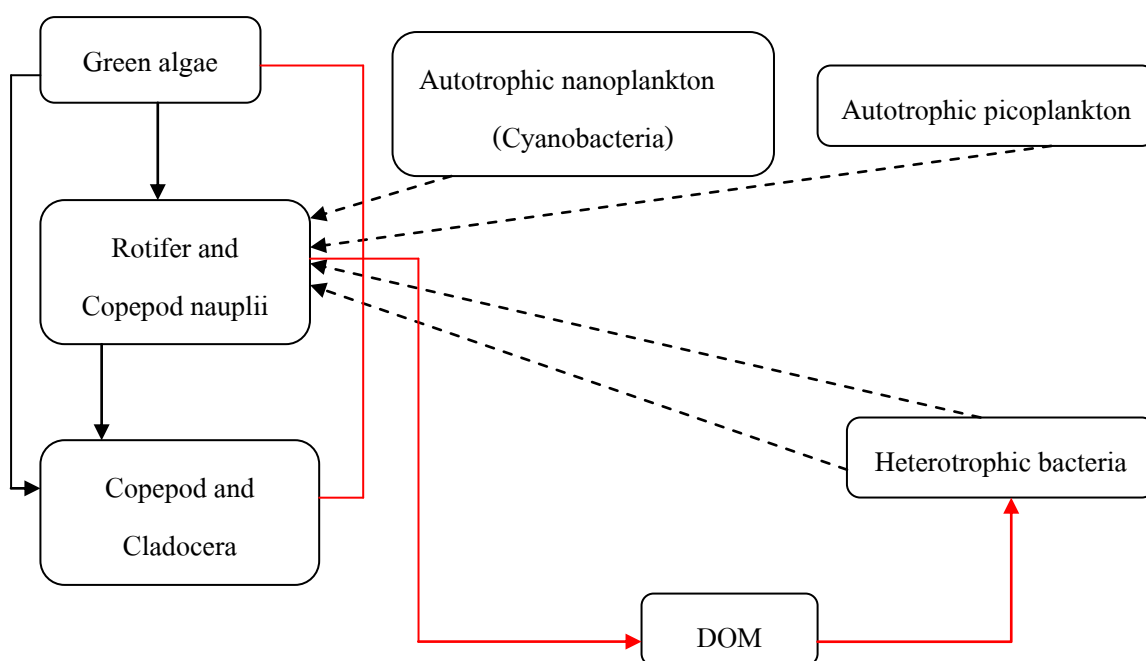
จากการศึกษาโครงสร้างของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนในหนองหาร พบว่ากลุ่มเด่น ได้แก่ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว ซึ่งขนาดของเซลล์กลุ่มสาหร่ายสีเขียวที่พบนั้นมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ขนาดเซลล์ประมาณ 20-100 ไมโครเมตร ส่วนโครงสร้างของแพลงก์ตอนสัตว์พบแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก ได้แก่ โรติเฟอร์ และตัวอ่อนของโคฟีพอด เป็นกลุ่มเด่นมากกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ (โคฟีพอดตัวโตเต็มวัย และไรน้ำจืด) โดยโรติเฟอร์ที่พบมีขนาดเซลล์ประมาณ 20-100 ไมโครเมตร และตัวอ่อนของโคฟีพอด มีขนาดเซลล์ประมาณ 100-300 ไมโครเมตร เมื่อกล่าวถึงการบริโภคอาหารของแพลงก์ตอนตามลำดับชั้นในสายใยอาหาร พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น (ผู้บริโภค) ที่พบนั้นมีขนาดที่ใกล้เคียงกับแพลงก์ตอนพืช (ผู้ผลิต) อาจเป็นไปได้ว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มนี้บริโภคอาหารที่มีขนาดเล็กกว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน อ้างอิงจากอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ (2544) กล่าวว่าแพลงก์ตอนสัตว์พวกโรติเฟอร์สามารถกินอาหารที่มีขนาดเล็กกว่าตัวมันได้ (เล็กกว่า 20-30 เท่า) จึงกล่าวได้ว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบในการศึกษาครั้งนี้ น่าจะบริโภคพวกฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนเป็นอาหาร จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กกว่า 20 ไมโครเมตรที่มีการศึกษาไม่มากนักในประเทศไทยพบว่า แพลงก์ตอนพืชขนาดนาโนแพลงก์ตอนและฟิโคแพลงก์ตอนนั้นมีมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ที่สูงกว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณชายฝั่งและปากแม่น้ำหลายแห่งในประเทศไทย (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2544) และการศึกษาของวรพร ธารางกูร (2545) ทำการศึกษาความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณป่าชายเลนคลองโคกลน จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าสัดส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของนาโนแพลงก์ตอนมีสัดส่วนสูงสุดรองลงมาได้แก่ กลุ่มของฟิโคแพลงก์ตอน (Phototrophic picoplankton) และกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอน โดยมีสัดส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คิดเป็นร้อยละ 84.41, 7.88 และ 7.71 ของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด กล่าวได้ว่าแพลงก์ตอนขนาดเล็กมีบทบาทในสายใยอาหารเช่นเดียวกับแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่ เมื่อวิเคราะห์มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก (ฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน) มีสัดส่วนอยู่ในช่วงร้อยละ 51-68 ซึ่งสูงกว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 4-9)

จากการศึกษาฟิโคแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร ได้ทำการจัดจำแนกกลุ่มของฟิโคแพลงก์ตอนออกเป็น 2 กลุ่มคือ Heterotrophic picoplankton และ Autotrophic picoplankton โดยพบว่าฟิโคแพลงก์ตอนกลุ่ม Heterotrophic picoplankton มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่ม Autotrophic picoplankton ในทุกสถานีและทุกเดือนที่ทำการศึกษา กล่าวได้ว่ากลุ่ม

Heterotrophic picoplankton เป็นกลุ่มเด่น ส่วนนาโนแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบ Autotrophic nanoplankton ทั้งหมด 3 ดิวิชัน ได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta หรือสาหร่ายสีเขียว ดิวิชัน Chromophyta หรือสาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง ดิวิชัน Cyanophyta หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นกลุ่มเด่น ส่วน Heterotrophic nanoplankton พบ โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* เพียงกลุ่มเดียว เมื่อกล่าวถึงบทบาทของแพลงก์ตอนขนาดเล็กในห่วงโซ่อาหารหรือ Microbial food web คือสายใยอาหารที่มีแพลงก์ตอนขนาดเล็ก (ฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน) ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตหลัก โดยฟิโคแพลงก์ตอนกลุ่ม Heterotrophic picoplankton เป็นผู้ผลิตขั้นต้น ใช้สารอาหารที่ละลายในน้ำเป็นอาหาร ซึ่งจะถูกกินโดย Bacterivorous protists หรือพวกนาโนแฟลกเจลเลตและซิติเอตขนาดเล็ก (Sherr & Sherr, 2000 อ้างถึงใน อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2544) จากนั้นจะถูกผู้บริโภครูปที่มีขนาดใหญ่กว่า เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ ลูกปลา ปลา มาบริโภคต่อเนื่องเป็นลำดับขั้นต่อเนื่องไปในสายใยอาหาร จึงกล่าวได้ว่าแพลงก์ตอนขนาดเล็กมีบทบาทในการเป็นผู้ผลิตขั้นต้น อีกทั้งยังเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดสารอาหารหรือพลังงานในสายใยอาหาร มีความสำคัญต่อระบบนิเวศเช่นเดียวกับแพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่

งานวิจัยเกี่ยวกับแพลงก์ตอนขนาดเล็กในประเทศไทยนั้นมีเพียงการศึกษาระดับปริญญาโท ปริญญาเอก ชายฝั่งและปากแม่น้ำ ยังไม่พบการศึกษาแพลงก์ตอนขนาดเล็กในแหล่งน้ำจืด ข้อมูลที่ได้จากผลการศึกษานี้ประกอบกับข้อมูลที่ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับแพลงก์ตอนทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ได้ทำการจำลองสายใยอาหารในระบบนิเวศทางน้ำของหนองหาร จังหวัดสกลนคร ได้ดังแสดงในภาพที่ 5-1 โดยมีผู้ผลิตที่แตกต่างกัน 3 กลุ่มคือ ฟิโคแพลงก์ตอน (Autotrophic picoplankton) นาโนแพลงก์ตอน (Autotrophic nanoplankton) และไมโครแพลงก์ตอนพืช (Microphytoplankton) สร้างอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง อีกทั้งแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก ได้แก่ โรติเฟอร์ และตัวอ่อนของสัตว์น้ำสามารถบริโภคฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอนได้โดยตรง ไมโครแพลงก์ตอนพืชถูกแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่บริโภคเป็นอาหาร (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2544) แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กคือกลุ่มของโรติเฟอร์ และตัวอ่อนของสัตว์น้ำนั้นจะกินอาหารขนาดนาโนแพลงก์ตอนได้มากกว่าขนาดไมโครแพลงก์ตอน (Alongi, 1998 อ้างถึงใน วรพร ธารางกูร, 2545) ในการศึกษาครั้งนี้พบแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กเป็นกลุ่มเด่น อาจกล่าวได้ว่ากลุ่มของโรติเฟอร์ และตัวอ่อนของสัตว์น้ำนี้เป็นผู้ล่าที่สำคัญในสายใยอาหารนี้ และอาจมีผู้บริโภครูปลำดับที่สูงขึ้นบริโภคต่อเนื่องขึ้นไปในห่วงโซ่อาหาร เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ขนาดใหญ่ (โคฟีพอดตัวโตเต็มวัย และไรน้ำจืด) ที่สามารถบริโภคแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนและแพลงก์ตอนสัตว์บางชนิด เช่น โรติเฟอร์ เป็นอาหาร (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2544) ของเสียที่ปล่อยออกมาจากแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์น้ำนั้น พืชแพลงก์ตอนกลุ่ม Heterotrophic picoplankton สามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นสารอนินทรีย์ในแหล่งน้ำได้ แพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่ ไมโครแพลงก์ตอนหรือพืชน้ำสามารถนำเอาสารอนินทรีย์นี้ไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ อาจกล่าวได้ว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กนั้นมีบทบาทในการถ่ายทอดพลังงานหรือสารอาหารไปสู่ผู้บริโภค อีกทั้งยังสามารถหมุนเวียนสารอาหารให้กลับมาใช้ในระบบนิเวศได้อีกครั้ง



ภาพที่ 5-1 สายใยอาหารในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

เส้นทึบ แสดงเส้นทางของการบริโภคในสายใยอาหาร (Food web) ของแพลงก์ตอนขนาดใหญ่

เส้นประ แสดงเส้นทางของการบริโภคแบบ Microbial loop ของแพลงก์ตอนขนาดเล็ก  
เส้นสีแดง แสดงเส้นทางที่สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (DOM) ถูกปล่อยออกมาจากแพลงก์ตอน

กล่าวได้ว่าการศึกษาโครงสร้างของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนครในครั้งนี้พบสาหร่ายสีเขียวเป็นกลุ่มเด่นของไมโครแพลงก์ตอนพืช พบโปรโตซัวเป็นกลุ่มเด่นของแพลงก์ตอนสัตว์ อีกทั้งพบว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก (พืโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน)

นั้นมียาบำบัดสำคัญในระบบนิเวศน้ำจืด โดยแพลงก์ตอนแต่ละกลุ่มมีหน้าที่หรือบทบาทที่ต่างกันในสายใยอาหาร อีกทั้งยังพบว่าโครงสร้างของแพลงก์ตอนมีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นในแต่ละช่วงเดือน ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาในรอบปี ซึ่งทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่เก็บตัวอย่าง คือ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณสารอาหาร ปริมาณน้ำกักเก็บ ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน ทำให้พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนที่แตกต่างกันไปในแต่ละสถานีส่งผลต่อเนื้อหาให้พบกลุ่มเด่นที่ต่างกันในแต่ละช่วงเดือน โดยพบว่าสถานีที่ 1 และ 8 มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่เก็บตัวอย่างค่อนข้างชัดเจนมากกว่าสถานีอื่น ๆ โดยสถานีที่ 1 ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 มีการตัดฝักตบชวาและชุดลอร่องน้ำ ทำให้สภาพพื้นที่เก็บตัวอย่างมีเศษใยของฝักตบชวาอยู่มาก น้ำเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็น และปริมาณออกซิเจนลดต่ำลง อีกทั้งสถานีที่ 1 เป็นสถานีที่มีการใช้ประโยชน์จากหนองหารค่อนข้างมากกว่าบริเวณอื่น โดยเป็นทั้งจุดสูบน้ำดิบจากหนองหารเพื่อผลิตน้ำประปาให้แก่ชาวอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร เป็นที่ตั้งของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 (สกลนคร) ที่ทำการสูบน้ำจากหนองหารเพื่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นจุดจอดเรือเพื่อการท่องเที่ยวและตกปลาภายในหนองหาร โดยพบค่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ ได้แก่ การนำไฟฟ้า (186.08 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) ไนโตรที่ (2.55 ไมโครกรัมต่อลิตร) ออร์โธฟอสเฟต (24.26 ไมโครกรัมต่อลิตร) ความเป็นด่าง (47.60 มิลลิกรัมต่อลิตร) และความกระด้าง (49.87 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และพบค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (3.68 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทำให้การจัดกลุ่มด้วย PCA ถูกจัดกลุ่มแยกออกมาอย่างเห็นได้ชัดเจนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 (ภาพที่ 4-23) และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 (ภาพที่ 4-22) สอดคล้องกับค่าดัชนีความหลากหลายที่มีค่าต่ำ (1.91 และ 1.30) และส่งผลให้ดัชนีความสม่ำเสมอที่พบมีค่าต่ำไปด้วย (0.53 และ 0.39) ดังแสดงตารางที่ 4-3 จากค่าดัชนีความสม่ำเสมอที่พบค่าต่ำนั้นกล่าวได้ว่าจำนวนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสกุลที่พบมีค่าแตกต่างกัน โดยมีแพลงก์ตอนพืชบางสกุลที่มีความหนาแน่นสูงมากกว่าสกุลอื่น ๆ อย่างชัดเจน แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นที่มีความหนาแน่นสูงในสถานีที่ 1 ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชสกุล *Peridinium*, *Trachelomonas* และ *Spirulina* โดยแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำได้ว่าอยู่ในช่วงที่มีสารอาหารปานกลางถึงค่อนข้างสูง (ยูดี ฟิรพรพิศาล, 2548) และแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโปรโตซัว โดยแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของโปรโตซัว (บพิช จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์, 2549) ส่วนสถานีที่ 8 มีน้ำจากลำน้ำพุงไหลเข้าสู่หนองหารตลอดทั้งปีมีปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ (20.58 มิลลิกรัมต่อลิตร) และค่าไนเตรท

(8.19 ไมโครกรัมต่อลิตร) เฉลี่ยสูงที่สุดมากกว่าสถานีอื่น ๆ โดยในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่หนองหารมากกว่าฤดูอื่น ๆ (ติดต่อกับส่วนตัวผ่านทางศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด เขต 3 สกลนคร) ซึ่งมีตะกอนแขวนลอยในน้ำถูกพัดพาเข้าสู่หนองหารด้วย จึงทำให้พบสีของน้ำแตกต่างจากสถานีอื่นอย่างเห็นได้ชัดเจน และพบความโปร่งแสงของน้ำมีค่าต่ำที่สุดสุด (0.48 เมตร) จากการศึกษาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* มีความหนาแน่นสูงสุด ซึ่งพบในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 สอดคล้องกับการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วย PCA ที่พบว่าสถานีที่ 8 ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ถูกจัดกลุ่มแยกออกมาจากสถานีอื่น ๆ (ภาพที่ 4-21) และค่าดัชนีความหลากหลายที่พบว่าสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 มีค่าต่ำสุดในการศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 4-3) สามารถบอกได้ว่าในช่วงนี้เกิดการบลูมของแพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* ขึ้น

คุณภาพน้ำภายในหนองหาร จังหวัดสกลนครพบว่า อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และไนเตรทจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 หมายถึง แหล่งน้ำที่สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำการประมง การว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำ และต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนการอุปโภคและบริโภค (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ความเป็นด่างและความกระด้างมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งเหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528) ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำมีค่าอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองสัตว์น้ำจืด (ไมตรี ดวงสวัสดิ์, 2530) และมีบางพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้าที่พบว่ามีเฉลี่ยที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไปคือ 150-300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528) และมีค่าความโปร่งแสงที่มากเกือบเท่าค่าความลึกของแหล่งน้ำ แสดงให้เห็นว่าน้ำมีความใสค่อนข้างมากบ่งชี้ถึงการมีปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำน้อยสอดคล้องกับค่าออร์โธฟอสเฟตที่พบมีค่าต่ำ โดยแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ในแง่อาหารธรรมชาติที่เหมาะสมควรมีปริมาณฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.02-0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528) อีกทั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าจัดอยู่ในระดับ Oligotrophic หรือแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อย (Chapra, 1997 อ้างถึงใน Weysi et al., 2014) จากการศึกษาพบปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชที่ค่อนข้างต่ำ (4,726 เซลล์ต่อลิตร) จากการวิเคราะห์ดัชนีความสม่ำเสมอซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการกระจายตัวของสกุลแพลงก์ตอนพืชที่พบในพื้นที่ศึกษา ถ้าค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าแพลงก์ตอนสกุลต่าง ๆ มีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน และมีการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ ในการศึกษานี้พบค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.64-0.68 ซึ่งบอกได้ว่าในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการศึกษาแพลงก์ตอนพืชมีการกระจายตัวใกล้เคียงกันหรือมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก และการวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายพบค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง

2.00-2.35 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่บอกสภาพของแหล่งน้ำได้ว่า น้ำได้รับมลพิษเล็กน้อย (Whitton, 1975) ในภาพรวมอาจกล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของช่วงเดือนในรอบปีส่งผลต่อพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ ทำให้พบกลุ่มเด่นของแพลงก์ตอนแตกต่างกันออกไปในแต่ละครั้งที่ทำการศึกษา คุณภาพน้ำโดยรวมถูกจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำซึ่งสรุปได้ว่าหนองหารนั้นเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ยังมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ โครงสร้างกลุ่มเด่นของแพลงก์ตอนที่เปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเกิดเนื่องจากการปรับตัวตามธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลที่เกิดขึ้นในรอบปี

## สรุปผล

จากการศึกษาโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนครในครั้งนี้ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 65 สกุล 3 ดิวิชัน ได้แก่ ดิวิชัน Chlorophyta คลาส Chlorophyceae และ คลาส Euglenophyceae ดิวิชัน Chromophyta คลาส Bacillariophyceae คลาส Chrysophyceae และ คลาส Dinophyceae และดิวิชัน Cyanophyta คลาส Cyanophyceae โดยพบสาหร่ายสีเขียวเป็น กลุ่มเด่น แพลงก์ตอนสัตว์พบทั้งหมด 3 ไฟลัม จำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ ไฟลัม Rotifera (โรติเฟอร์) ไฟลัม Arthropoda (ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โคพีพอด และไรน้ำจืด) และไฟลัม Protozoa (โปรโตซัว) โดยพบโปรโตซัวเป็นกลุ่มเด่นการศึกษาแพลงก์ตอนขนาดเล็ก ได้แก่ พิโคแพลงก์ตอน และนาโนแพลงก์ตอนสามารถจำแนกพิโคแพลงก์ตอนออกเป็น 2 กลุ่มคือ Heterotrophic picoplankton และ Autotrophic picoplankton ส่วนนาโนแพลงก์ตอนแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ Autotrophic nanoplankton และ Heterotrophic nanoplankton โดยพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นกลุ่มเด่น สายใยอาหารในหนองหาร จังหวัดสกลนครพบว่า สาหร่ายสีเขียวเป็นผู้ผลิตขั้นต้น แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์ และตัวอ่อนของสัตว์น้ำ เป็นผู้ผลิตโภคลำดับที่ 1 (ปฐมภูมิ) ต่อด้วย แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโคพีพอด และไรน้ำจืด จัดเป็นผู้ผลิตโภคลำดับที่สอง (ทุติยภูมิ) และพบว่า แพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กเป็นผู้ผลิตที่มีความสำคัญในสายใยอาหารเช่นเดียวกัน จากการศึกษา มวลชีวภาพในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนขนาดเล็กอยู่ในช่วงร้อยละ 51-68 ของ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าแพลงก์ตอนขนาดใหญ่แพลงก์ตอน

เมื่อวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี Principal Component Analysis (PCA) นั้นพบว่า โดยรวมโครงสร้างของแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนครส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันทั้ง ในแต่ละสถานีและในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (กลุ่มที่ 4) ยกเว้นสถานีที่ 8 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 (กลุ่มที่ 1) ที่พบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulothrix* มีความหนาแน่นสูงมากกว่าสถานีและ ช่วงเวลาอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา สถานีที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 (กลุ่มที่ 2) พบแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มโปรโตซัว และแพลงก์ตอนพืชสกุล *Spirulina* มีความหนาแน่นสูงมากกว่าสถานีและช่วงเวลา อื่น ๆ ที่ทำการศึกษา และสถานีที่ 1 เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 (กลุ่มที่ 3) พบแพลงก์ตอนพืชสกุล *Peridinium* มีความหนาแน่นสูงมากกว่าสถานีและช่วงเวลาอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา และพบว่า การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างประชาคมแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนครในแต่ละช่วงเดือน ที่ทำการศึกษาอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ ออร์โธฟอสเฟต ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ การนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง และความเป็นด่าง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย คุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนที่พบที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแพลงก์ตอนพืช



คลาส Cyanophyceae คลาส Chlorophyceae คลาส Euglenophyceae และคลาส Dinophyceae และ  
แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มไรน้ำจืด โรติเฟอร์ และโคพีพอด

คุณภาพน้ำส่วนใหญ่จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2  
และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำ เมื่อพิจารณาพร้อมกับโครงสร้างของสายใยอาหาร  
สรุปได้ว่าระบบนิเวศภายในหนองหารนั้นมีความอุดมสมบูรณ์ อันเนื่องมาจากความหลากหลาย  
ของแพลงก์ตอนทั้งแพลงก์ตอนขนาดเล็ก (ฟิโคแพลงก์ตอนและนาโนแพลงก์ตอน) และ  
แพลงก์ตอนขนาดใหญ่ (ไมโครแพลงก์ตอน) ซึ่งมีบทบาทในการเป็นผู้ผลิตขั้นต้น ส่วน  
แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์ และตัวอ่อนของสัตว์น้ำ จัดเป็นผู้บริโภคลำดับแรก และแพลงก์ตอน  
สัตว์กลุ่มโคพีพอด และไรน้ำจืด จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่สองภายในสายใยอาหารของหนองหาร  
จังหวัดสกลนคร โครงสร้างกลุ่มเด่นของแพลงก์ตอนที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเดือนเกิดขึ้น  
เนื่องจากการปรับตัวตามธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาในรอบปี

## บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2558). *(ร่าง) รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2557*.  
กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2559 ก). *สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559*. เข้าถึงได้จาก  
<https://www.tmd.go.th/programs/uploads/monthlySummary\มิถุนายน59.pdf>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2559 ข). *สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนกันยายน พ.ศ. 2559*. เข้าถึงได้จาก  
<https://www.tmd.go.th/programs/uploads/monthlySummary\กันยายน59up.pdf>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2560). *สภาวะอากาศประเทศไทย เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560*. เข้าถึงได้จาก  
<https://www.tmd.go.th/aboutus/structure.php>
- การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (2554). *ทรัพยากรการท่องเที่ยวไทย ชุมภาคอีสาน สกลนคร*.  
กรุงเทพฯ: ฝ่ายส่งเสริมสินค้าการท่องเที่ยว.
- ชไมพร แก้วศรีทอง, เสาวคนธ์ รุ่งเรือง, สุวิมล สิริรัญวงศ์, ศราวุธ เจ๊ะ โส๊ะ และจิรนนท์  
อุไรประสิทธิ์. (2554). *คุณภาพน้ำบางประการในพुरुควนเคิ่ง*. เอกสารวิชาการฉบับ  
ที่ 22. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์.
- ชนาทิพย์ แผลมคม และวิชาญ แก้วเลื่อน. (2545). การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช  
และแพลงก์ตอนสัตว์ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำของเขื่อนปากมูล. ใน *การประชุมทางวิชาการ  
ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร* (หน้า  
70-79). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กระทรวงศึกษาธิการ. กระทรวงเกษตร  
และสหกรณ์. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ชนาภรณ์ จิตตपालพงศ์, อภิชาติ สองเมืองสุข, วิษมัย โสมจันทร์ และสุญานี ชัยชนะกลีกรรม.  
(2551). *ประชาคมแพลงก์ตอนสัตว์ในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์*. เอกสารวิชาการ  
ฉบับที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตร  
และสหกรณ์.
- ชนาภรณ์ จิตตपालพงศ์, อรินทร์ จรกรรม และวิษมัย โสมจันทร์. (2551). *ประชาคมแพลงก์ตอนพืช  
ในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 57. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัย  
และพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- ธีรพล คังคะเกตุ และถิอชัย คุรุชน้อย. (2541). ผลการจัดการการใช้ที่ดินที่มีผลต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ: กรณีศึกษาหนองหาร จังหวัดสกลนคร. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพมาศ เจียวตั้ง, นัยน์ปพร ศาลาแก้ว และกฤษณา เขามีทอง. (2558). รายงานประจำปี 2558 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดหนองคาย. กรุงเทพฯ: กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นพมาศ เจียวตั้ง และปรางทิพย์ ประเสริฐวัฒน์. (2558). รายงานประจำปี 2558 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดหนองคาย. กรุงเทพฯ: กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นพรัตน์ สิทธิวงศ์. (2557). คุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในหนองหาร จังหวัดสกลนคร. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, 9(2), 119-130.
- เนติ เงินแพทย์. (2546). การติดตามตรวจสอบสาหร่ายพิษสีเขียวแกมน้ำเงิน *Microcystis spp.* และคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำหนองหาร จังหวัดสกลนครปี 2543-2544. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บพิช จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. (2549). โพรโตซัวในแหล่งน้ำจืด (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เบญจมาภรณ์ รุจิตร, สิริแข พงษ์สวัสดิ์, อัญชลี ทองกำเนิด และสุทธวรรณ สุพรรณ. (2557). ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและการประยุกต์ใช้ในการตรวจติดตามคุณภาพน้ำในบ่อน้ำพื้นที่พิพิธภัณฑน์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 19(1), 47-60.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พุทธศักราช 2537. (2537, 24 กุมภาพันธ์). ราชกิจจานุเบกษา. หน้า 234-240.
- ปริญดา ตั้งปัญญาพร. (2546). การแพร่กระจายของไร่น้ำนางฟ้าและแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดสกลนครและจังหวัดนครพนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พงษ์พันธุ์ สิทธิเกรียงไกร และทัตพร คุณประดิษฐ์. (2557). คุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำที่วิทยาเขตสะलग มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 15(1), 87-97.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2560). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาความเป็นไปได้ของการพัฒนาหนองหารเพื่อความเป็นอยู่ที่ดีอย่างยั่งยืน. สกลนคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร.

- มันสิน ตันกุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. (2536). *การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ตันกุลเวศม์ และมันรัก ตันกุลเวศม์. (2551). *คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์. (2530). *เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 75. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจรรุวรรณ สมศิริ. (2528). *คุณภาพน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง*. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง.
- ยุวดี พิรพรพิศาล. (2546). *สาหร่ายวิทยา*. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยุวดี พิรพรพิศาล. (2548). *สาหร่ายน้ำจืดในภาคเหนือของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย.
- ยุวดี พิรพรพิศาล. (2549). *สาหร่ายวิทยา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยุวดี พิรพรพิศาล. (2556). *สาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รัชดา ไชยเจริญ. (2559). ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำบางพระ. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 21(3), 58-72.
- ละออศรี เสนาะเมือง. (2545). *แพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด: คาลานอยด์โคพีพอดในประเทศไทย*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. (2543). *แพลงก์ตอนสัตว์ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. (2542). *แพลงก์ตอนพืช*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. (2546). *วิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรพร ธารางกูร. (2545). *การแปรผันของความชุกชุมและมวลชีวภาพในรอบปีของฟิโคแพลงก์ตอนบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคลน จังหวัดสมุทรสงคราม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย.

วิภาวี ไทเมืองพล, กัททิรา เกษมศิริ, เมธวี รอดตมกคดี, ร่วมฤดี พานจันทร์ และสุภาณี สิมดี.

(2556). องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณกระซังเลี้ยง  
ปลานิลในลุ่มน้ำชีตอนกลาง กรณีศึกษาบริเวณจังหวัดมหาสารคาม. *วารสารวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, (ฉบับพิเศษ), 440-452.

วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย. (2544). *ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี*.

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะประมง,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภลักษณ์ โภชนสมบุรณ์, เสาวนีย์ วิจิตร โกสุม และสุนิรัตน์ เรืองสมบุรณ์. (2556). ความสัมพันธ์  
ระหว่างคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชในระบบเครือข่ายอ่างเก็บน้ำ (อ่าวพวง) บริเวณ  
ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. ใน *การ  
ประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 6* (หน้า 77-89). เชียงใหม่:  
โรงแรมดิเอ็มเพรส.

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และศิริลักษณ์ วัลย์ชัยเพียร. (2557). คุณภาพน้ำ  
และความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำอิง. *วารสารแก่นเกษตร*, 42(1),  
778-784.

สิราภรณ์ โพธิ์วิชานนท์. (2555). *รายงานการวิจัย การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และ  
ชีวภาพในบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช อพ.สช. เขื่อนน้ำพุง จังหวัดสกลนคร*.  
นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยสุรนารี.

แสงอรุณ เนื่องสิทธิ์ และจารึก นาชัยเพิ่ม. (2548). *คุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอน  
ในแม่น้ำชี*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด,  
กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานจังหวัดสกลนคร. (2560). *บรรยายสรุปจังหวัดสกลนคร*. เข้าถึงได้จาก

<http://www.sakonnakhon.go.th/dataprovince/sakon.doc>

สำนักงานจังหวัดสกลนคร. (ม.ป.ป.). *แผนพัฒนาจังหวัดสกลนคร 4 ปี พ.ศ. 2557-2560*. เข้าถึงได้

จาก <http://www.sakonnakhon.go.th/officeprovince/plan/plan/plan.php>

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9. (2553). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมปี 2554 ภาคที่ 9  
ลุ่มน้ำโขง เลย อุดรธานี หนองคาย บึงกาฬ สกลนคร นครพนม*. อุดรธานี: กระทรวง  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9. (2554). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมปี 2554 ภาคที่ 9  
 ลุ่มน้ำโขง เลย อุดรธานี หนองคาย บึงกาฬ สกลนคร นครพนม. อุดรธานี: กระทรวง  
 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- เสาวคนธ์ รุ่งเรือง, ชไมพร แก้วศรีทอง, อภิชาติ สองเมืองสุข, วรณนัท หิรัญชูปพะ และสุวรรณี  
 ขวัญเมือง. (2554). ชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในพুকวนเครีง.  
 เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 29. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง,  
 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อนุชา เพียรชนะ, นันทพร มณีรัตน์, จุฑารัตน์ ไชยสนาม และอรพรรณ วงศรีแก้ว. (2555). การใช้  
 แพลงก์ตอนชนิดเด่นในการชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำมูลตอนล่าง. ใน *การประชุม  
 วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50* (หน้า 457-464). กรุงเทพฯ: สำนักงาน  
 กองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ณิชฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, อิชฌมิกา พรหมทอง และวพร ธารางกูร. (2544).  
 ผลของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบขนาดของแพลงก์ตอนพืชต่อการถ่ายทอดพลังงาน  
 ในระบบนิเวศชายฝั่ง. ใน *การประชุมวิชาการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ เรื่องการ  
 จัดการและการใช้ประโยชน์อย่างบูรณาการ* (หน้า 181-189). กรุงเทพฯ:  
 สถาบันทรัพยากรทางน้ำ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, ปิยะรัตน์ เชื้อชี, อิชฌมิกา พรหมทอง และกมลทิพย์ ภูษิตกิตติคุณ. (2545).  
 อิทธิพลของน้ำจืดต่อองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชบริเวณเอสทูรีปากแม่น้ำตราด. ใน  
*การสัมมนา ระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 12* (หน้า 1-7). กรุงเทพฯ:  
 คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติชายเลนแห่งชาติ, สำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติ.
- Baleta, F. N., & Bolaños, J. M. (2016). Phytoplankton identification and water quality monitoring  
 along the fish-cage belt at Magat dam reservoir, Philippines. *International Journal of  
 Fisheries and Aquatic Studies*, 4(3), 254-260.
- Bellinger, G. E., & Sigeo, C. D. (2015). *Freshwater algae: identification, enumeration  
 and use as bioindicators* (2<sup>nd</sup> ed.). United States: Wiley Blackwell.
- García, R. P., Nandini, S., Sarma, S.S.S., Valderrama, R. E., Cuesta, I., & Hurtado, D. M.  
 (2002). Seasonal variations of zooplankton abundance in the freshwater reservoir  
 Valle de Bravo (Mexico). *Hydrobiologia*, 467, 99-108.

- Hewes, C.D., & Holm-Hansen, O. (1983). A method for recovering nanoplankton from filter for identification with the microscope: The filter-transfer-freeze (FTF) technique. *Limnology Oceanography*, 28(1), 389-394.
- Kirchman, D., Sigda, J., Kapuscinski, R., & Mitchell, R. (1982). Statistical analysis of the direct count method for enumerating bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 44(3), 376-382.
- Kumar, M., & Khare, P.K. (2015). Diversity of plankton and their seasonal variation of density in the Yamuna river at Kalpi, district Jalaun (U.P.) India. *Journal of global Biosciences*, 4(7), 2720-2729.
- Pandey, B. N., Siddhartha, R., & Tanti, K. D. (2014). Phytoplanktonic diversity and their relationships with certain physico-chemical properties of swamp of Purnia, Bihar (India). *Annals of Experimental Biology*, 2(1), 17-27.
- Porter, K.G., & Feig, Y.S. (1980). The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnology Oceanography*, 25, 943-948.
- Shannon, C.E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Community*. Urbana: University Illinois Press.
- Shinde, S.E., Pathan, T.S., & Sonawane, D.L. (2012). Seasonal variations and biodiversity of phytoplankton in Harsool-Savangi dam, Aurangabad, India. *Journal of Environmental Biology*, 33, 643-647.
- Weysi, K., Nourmoradi, H., Samarghandi, M.R., & Samadi, M.T. (2014). Investigation on the Trophic Status of Ekbatan Reservoir: A Drinking Water Supply Reservoir in Iran. *Journal of Research in Health Sciences*, 14(1), 67-71.
- Whittaker, R.H. (1969). New concepts of kingdoms of organisms. *Science*, 163, 150-160.
- Whitton, B.A. (1975). *River ecology*. London: Blackwell scientific.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

ข้อมูลตาราง

ตารางภาคผนวก ก-1 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>SUM</b>
	<b>Cyanophyceae</b>	<b>Chlorophyceae</b>	<b>Euglenophyceae</b>	<b>Chrysophyceae</b>	<b>Dinophyceae</b>	<b>Bacillariophyceae</b>	<b>(genus)</b>
Station 1	11	<u>33</u>	5	2	2	4	57
Station 2	11	<u>26</u>	4	0	2	4	47
Station 3	7	<u>20</u>	4	0	2	1	34
Station 4	10	<u>31</u>	5	2	2	0	50
Station 5	8	<u>23</u>	4	1	2	5	43
Station 6	9	<u>31</u>	4	3	2	7	56
Station 7	9	<u>33</u>	4	2	2	7	57
Station 8	11	<u>31</u>	5	3	2	7	<u>59</u>

ตารางภาคผนวก ก-2 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>Class</b>	<b>SUM (cell/l)</b>
	<b>Cyanophyceae</b>	<b>Chlorophyceae</b>	<b>Euglenophyceae</b>	<b>Chrysophyceae</b>	<b>Dinophyceae</b>	<b>Bacillariophyceae</b>	
	Number (%)	Number (%)	Number (%)	Number (%)	Number (%)	Number (%)	
Station 1	5,556 (16)	6,264 (18)	6,480 (19)	310 (1)	16,160 (46)	174	<u>34,944</u>
Station 2	1,036 (27)	1,554 (40)	472 (12)	0	828 (21)	10	3,900
Station 3	1,754 (28)	1,148 (19)	732 (12)	0	2,558 (41)	2	6,194
Station 4	3,410 (30)	4,218 (36)	1,628 (14)	64 (1)	2,238 (19)	0	11,558
Station 5	1,282 (39)	794 (24)	570 (17)	2	618 (19)	30 (1)	3,296
Station 6	4,209 (29)	7475 (52)	1,535 (11)	125 (1)	877 (6)	134 (1)	14,355
Station 7	2,394 (19)	7,668 (61)	1,072 (9)	82 (1)	1,118 (9)	120 (1)	12,454
Station 8	11,744 (11)	65,750 (64)	12,106 (12)	1,544 (2)	4,046 (4)	7,138 (7)	<u>102,328</u>

ตารางภาคผนวก ก-3 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

	<b>Nauplius</b>	<b>Cladocera</b>	<b>Copepod</b>	<b>Protozoa</b>	<b>Rotifer</b>	<b>SUM (cell/l)</b>	<b>Aver. (cell/l)</b>
	Number (%)	Number (%)	Number (%)	Number (%)	Number (%)		
Station 1	1,043 (5)	196 (1)	120 (1)	17,438 (84)	1,936 (9)	20,733	<u>4,147</u>
Station 2	296 (33)	20 (2)	68 (7)	50 (6)	474 (52)	908	182
Station 3	456 (42)	68 (6)	128 (12)	110 (10)	322 (30)	1,084	217
Station 4	310 (23)	18 (1)	62 (4)	328 (24)	658 (48)	1,376	275
Station 5	202 (40)	8 (2)	28 (5)	20 (4)	244 (49)	502	100
Station 6	512 (36)	6	62 (4)	73 (5)	789 (55)	1,442	288
Station 7	446 (41)	10 (1)	54 (5)	102 (9)	487 (44)	1,099	220
Station 8	336 (6)	98 (2)	46 (1)	1,922 (34)	3,226 (57)	5,628	1,126

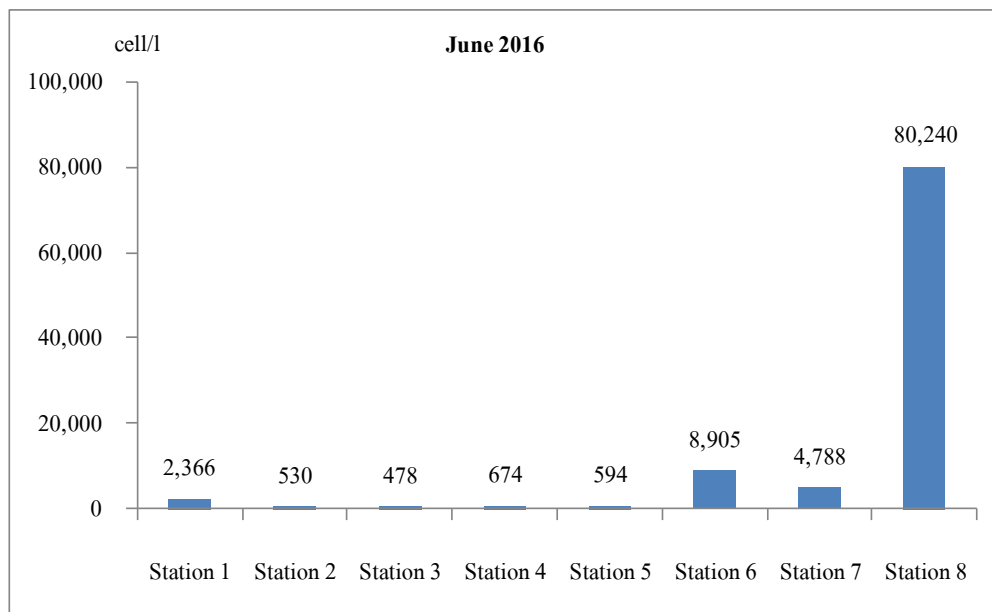
Note Aver. = Average

ตารางภาคผนวก ก-4 ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนที่พบในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา

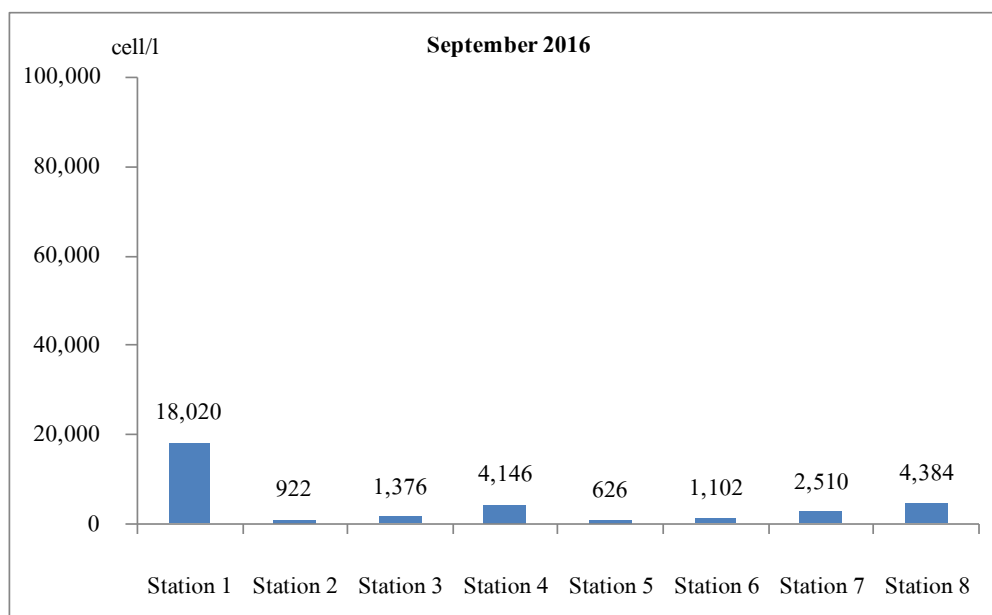
	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6	Station 7	Station 8
Class Cyanophyceae	30,689	33,600	33,351	30,269	73,027	54,083	37,361	25,833
Class Chlorophyceae	32,367	4,600	13,971	10,019	8,671	18,400	13,550	32,358
Class Euglenophyceae	42,050	5,533	5,024	6,278	9,216	21,889	13,250	78,725
Class Dinophyceae	2,456	2,633	1,978	1,956	4,570	2,328	1,583	508
Class Bacillariophyceae	2,628	1,261	8,698	12,177	3,826	3,917	4,533	5,283
Class Chrysophyceae	100	22	0	44	0	17	22	433
Autotroph protozoa	27989	733	756	1,600	533	111	1,489	2,600
Polyarthra	67	67	0	0	117	100	50	200
Aver. (cell/l)	17,293	<u>6,056</u>	7,972	7,793	12,495	12,606	8,980	<u>18,243</u>
SUM (cell/l)	138,344	<u>48,450</u>	63,778	62,342	99,959	100,844	71,839	<u>145,942</u>

ภาคผนวก ข

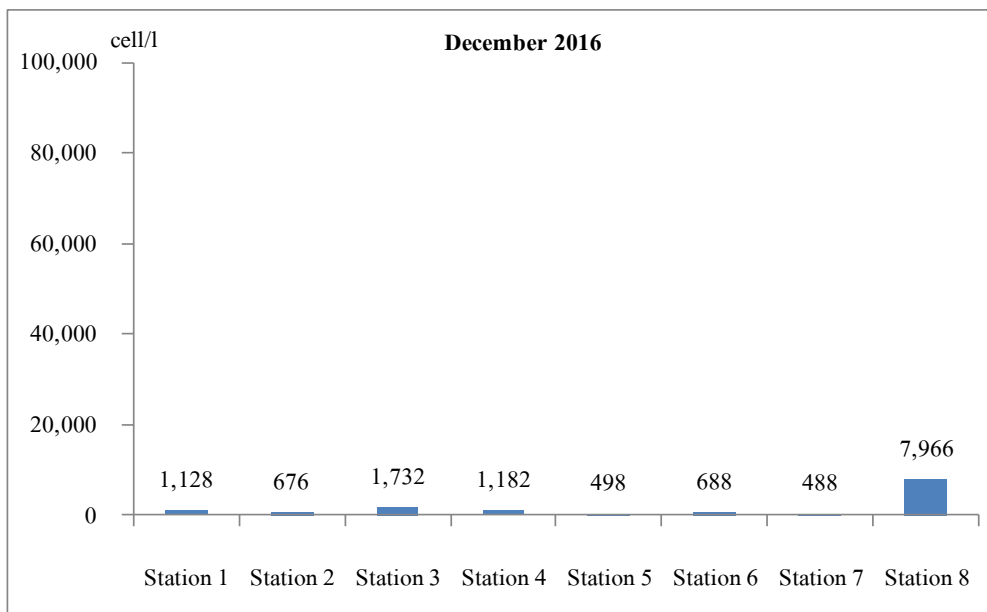
ข้อมูลภาพ



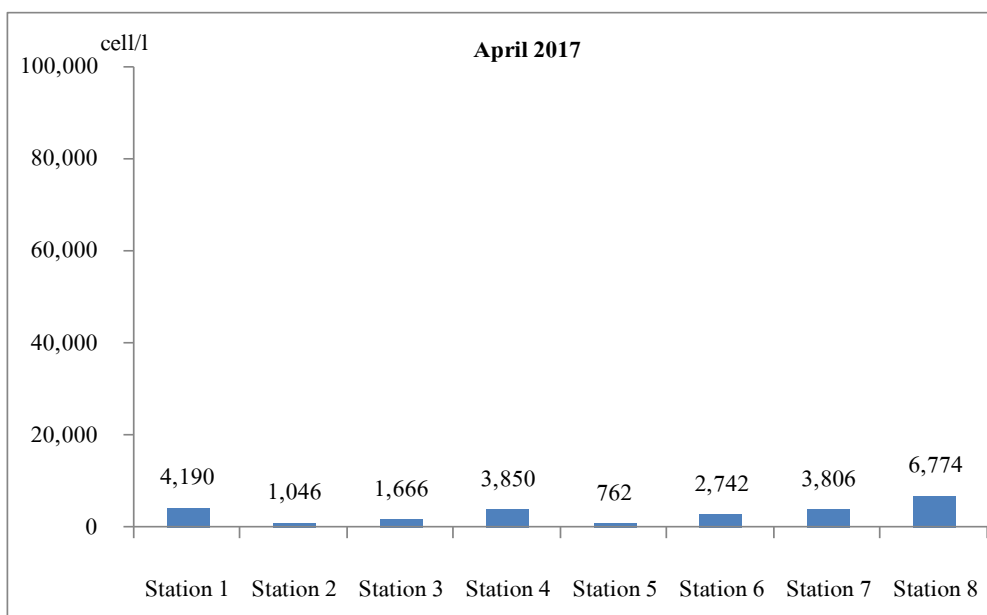
ภาพภาคผนวก ข-1 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559



ภาพภาคผนวก ข-2 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559

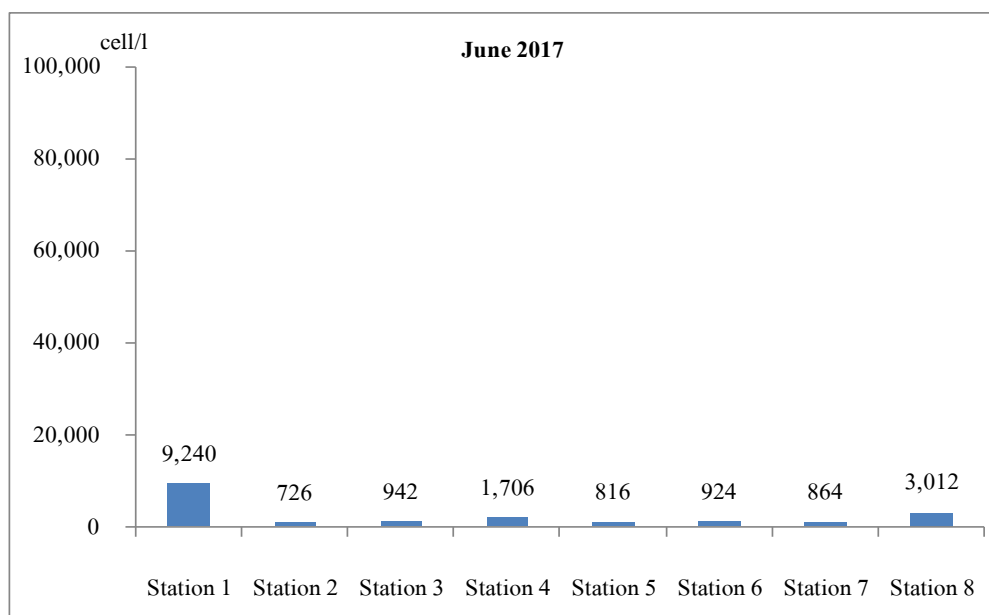


ภาพภาคผนวก ข-3 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

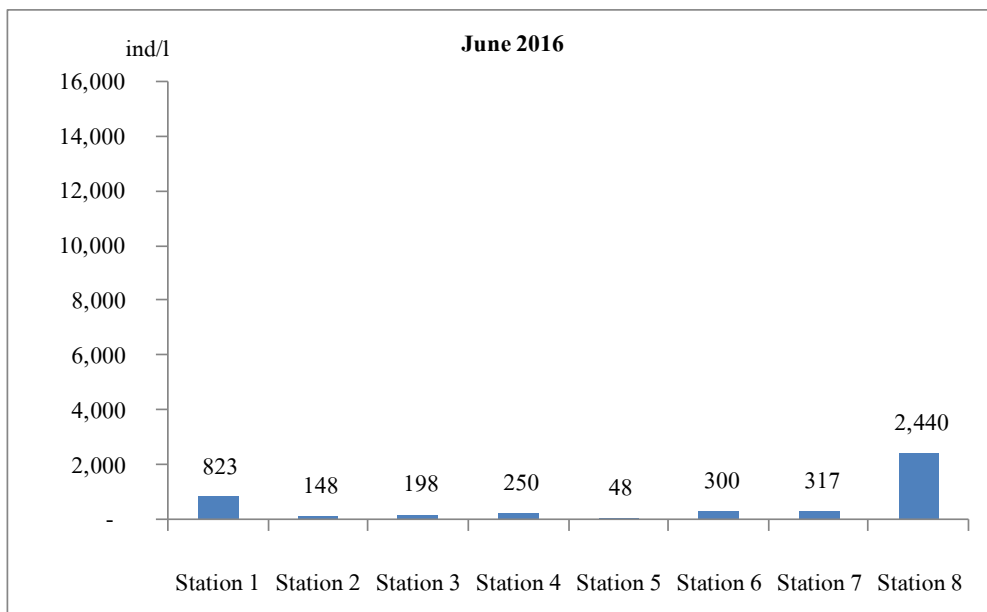


ภาพภาคผนวก ข-4 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560

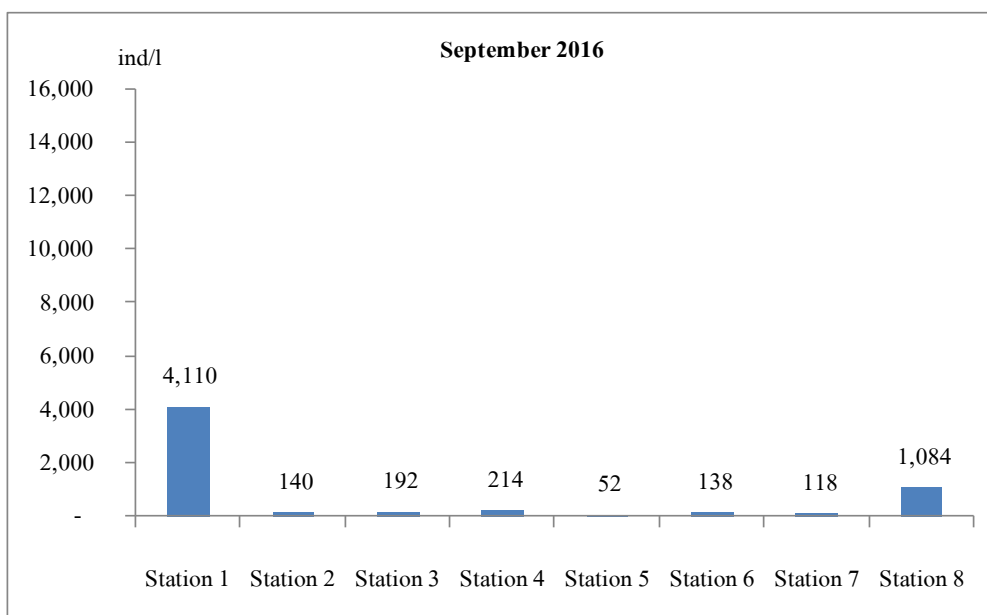




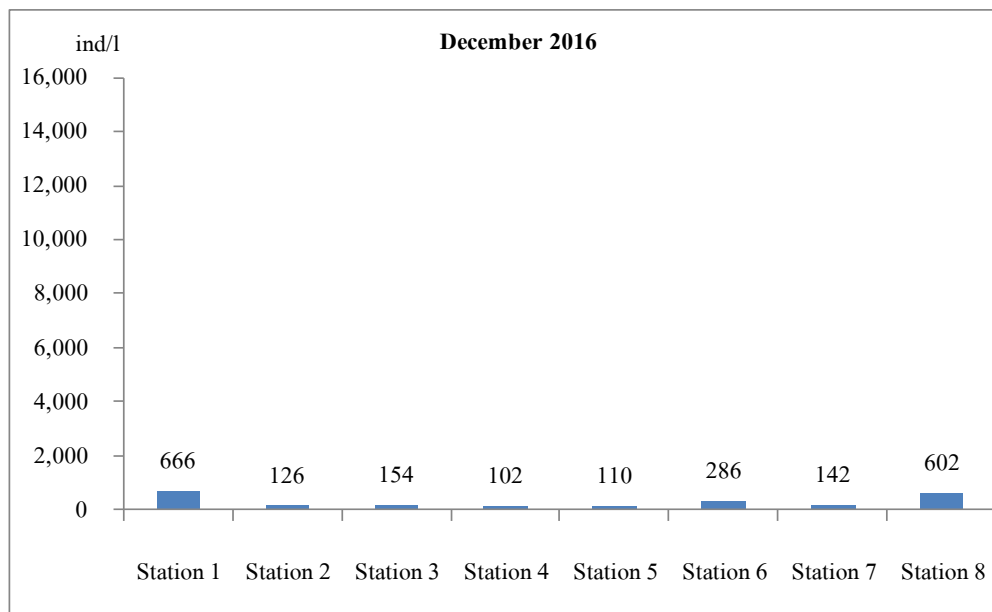
ภาพภาคผนวก ข-5 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพีชในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560



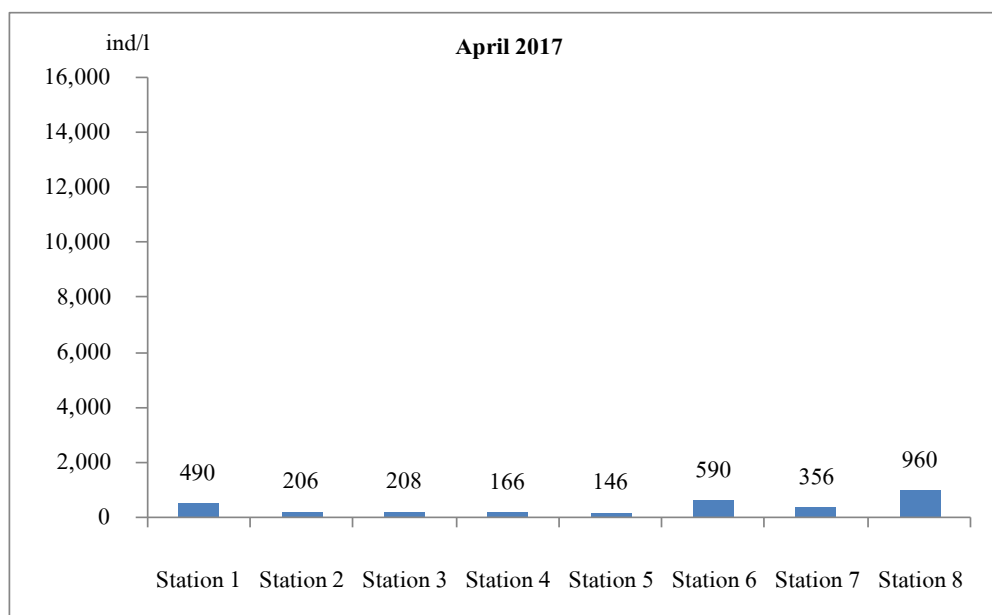
ภาพภาคผนวก ข-6 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559



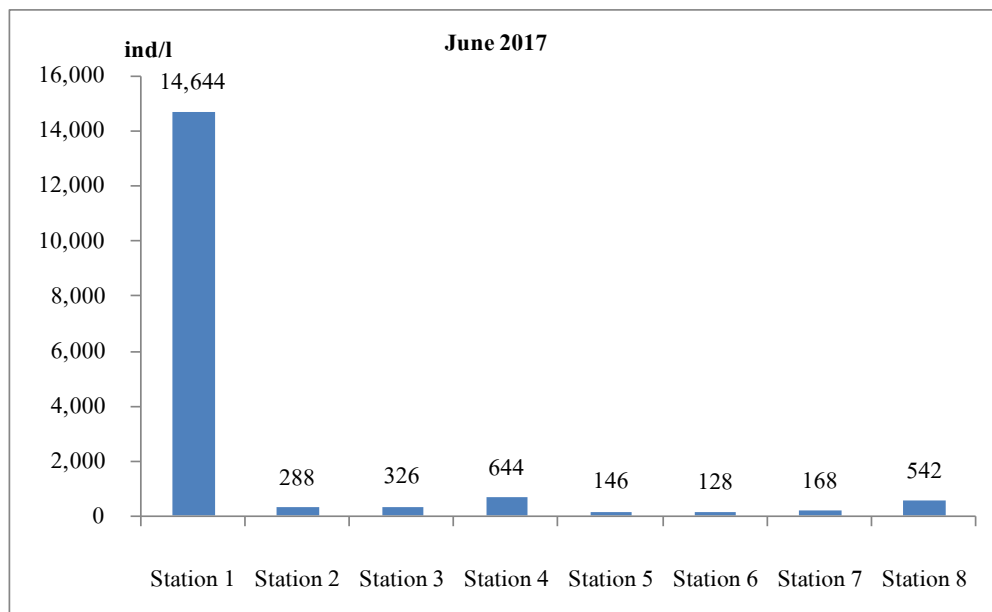
ภาพภาคผนวก ข-7 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559



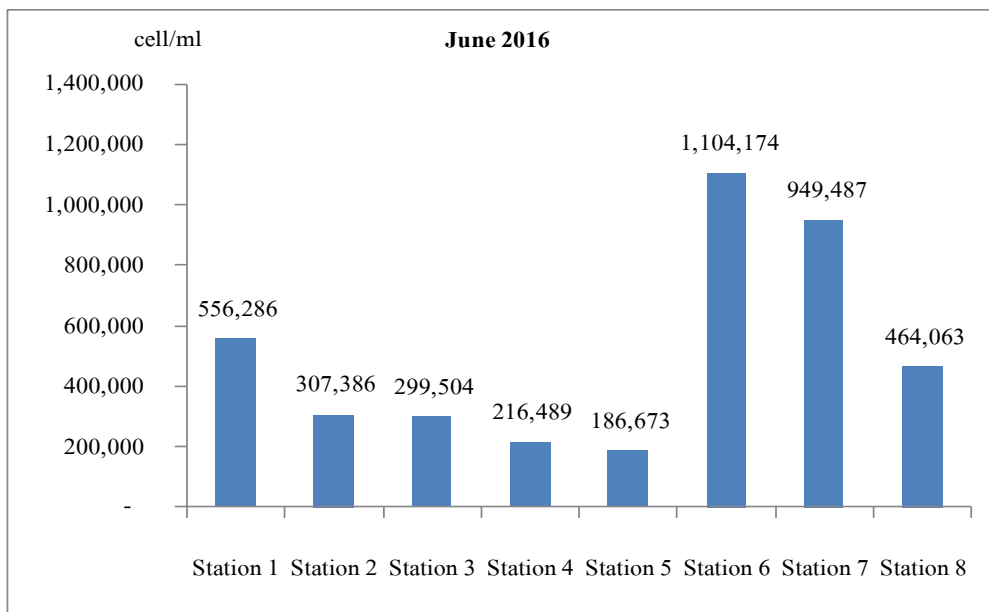
ภาพภาคผนวก ข-8 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559



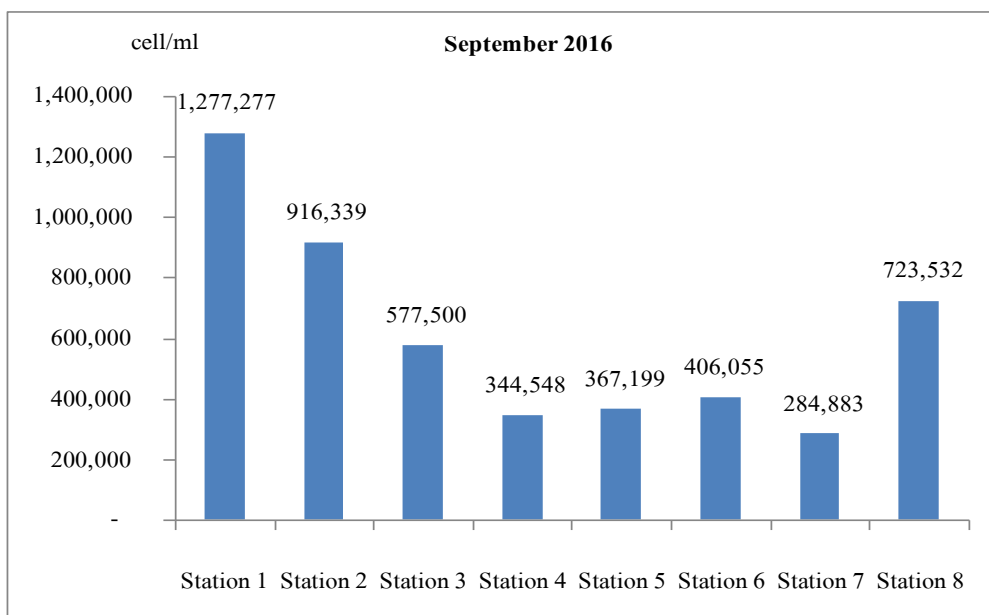
ภาพภาคผนวก ข-9 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560



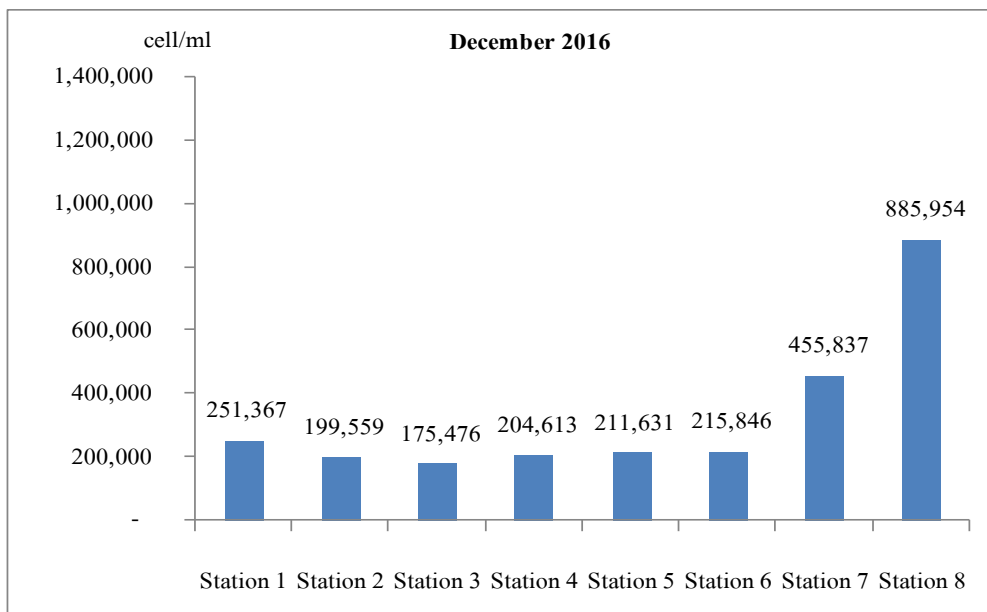
ภาพภาคผนวก ข-10 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560



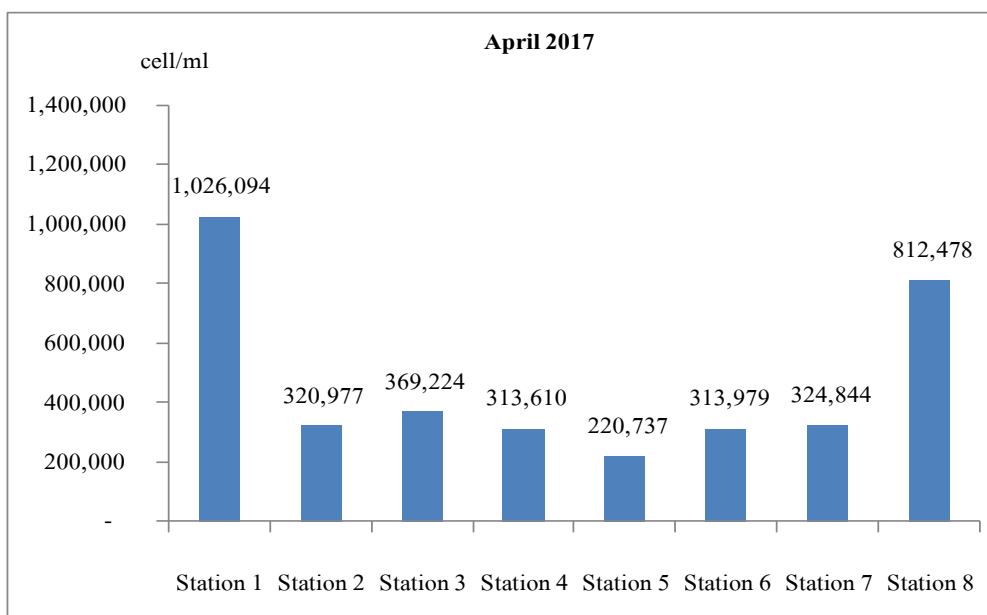
ภาพภาคผนวก ข-11 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559



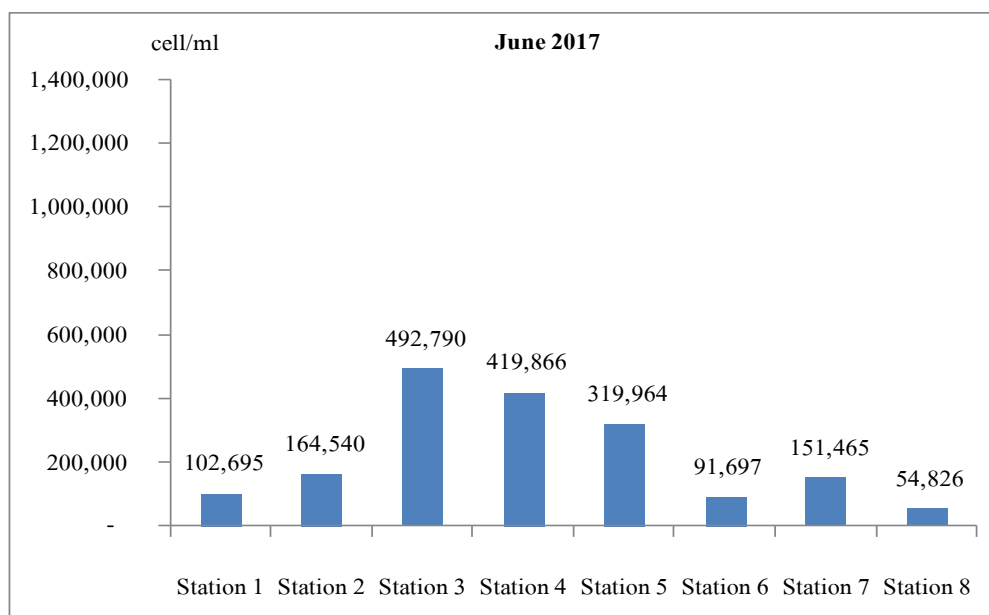
ภาพภาคผนวก ข-12 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559



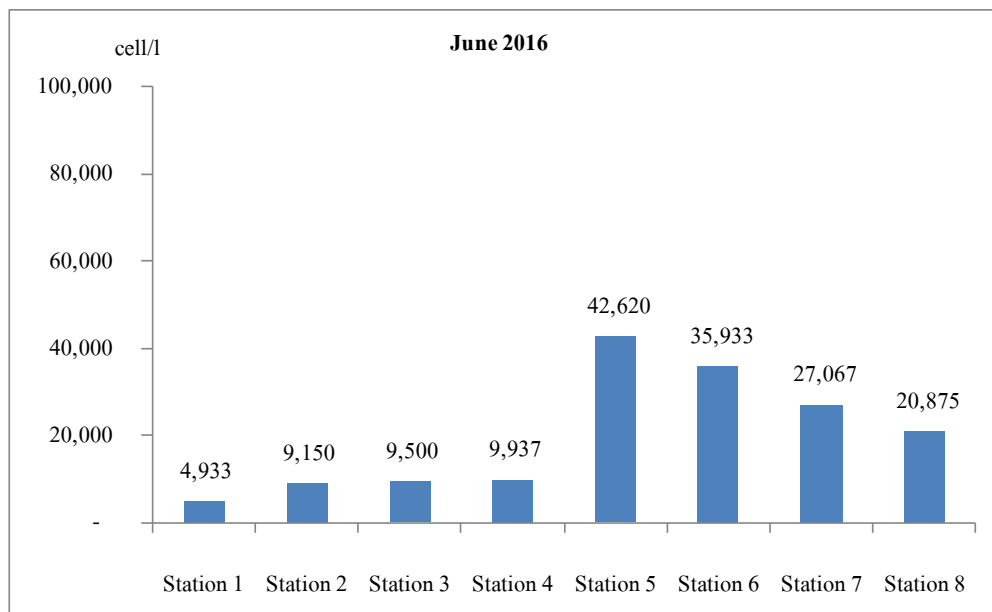
ภาพภาคผนวก ข-13 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559



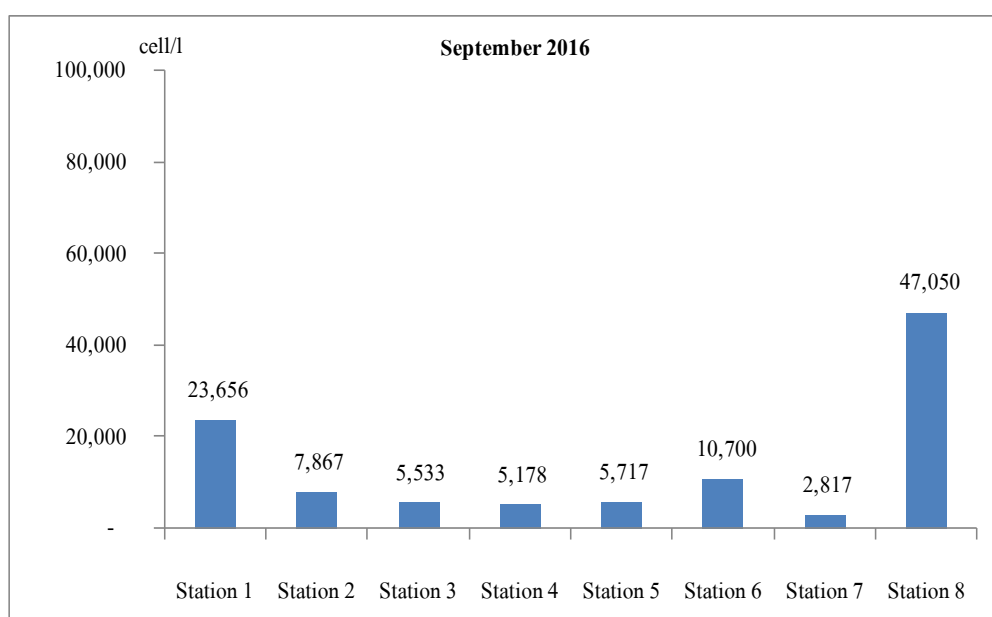
ภาพภาคผนวก ข-14 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560



ภาพภาคผนวก ข-15 ความหนาแน่นของฟิโคแพลงก์ตอนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560

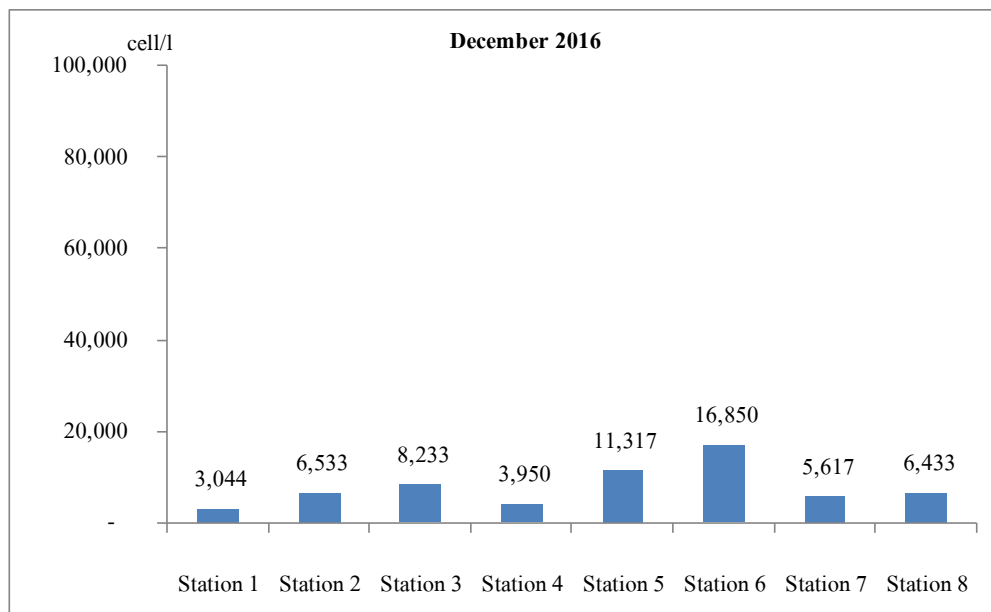


ภาพภาคผนวก ข-16 ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559

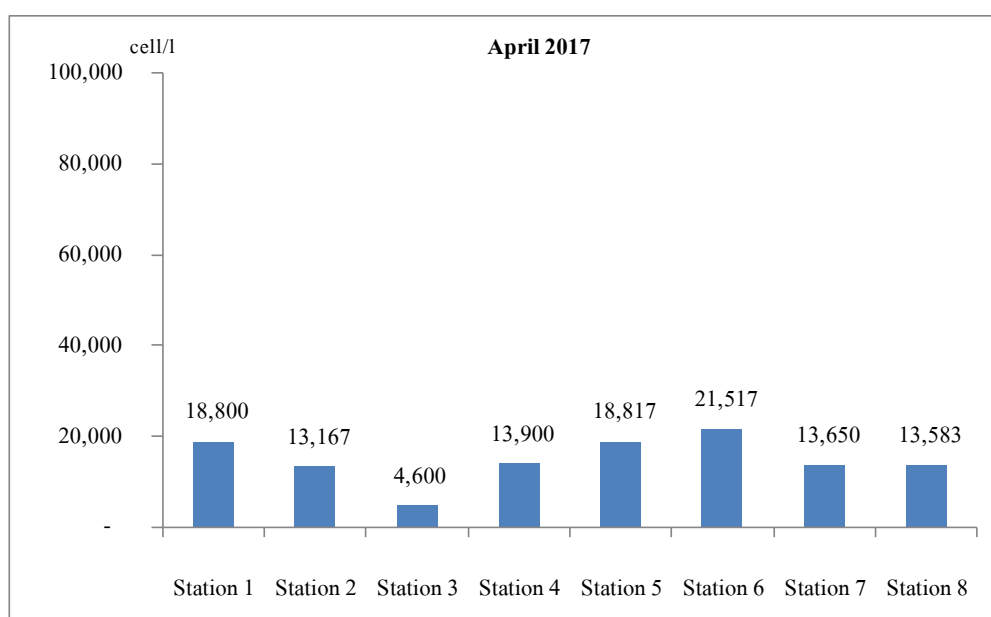


ภาพภาคผนวก ข-17 ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559

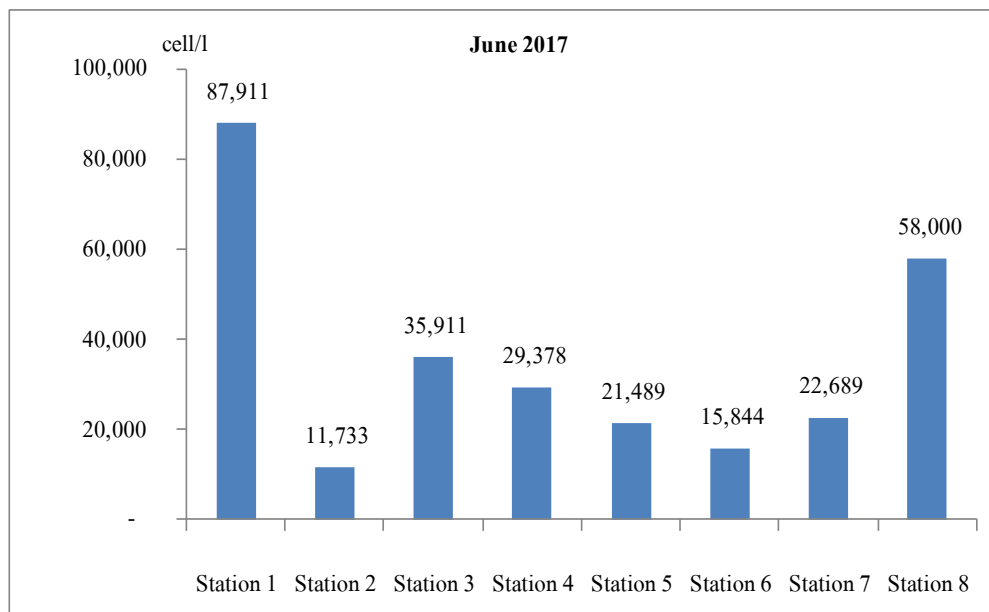




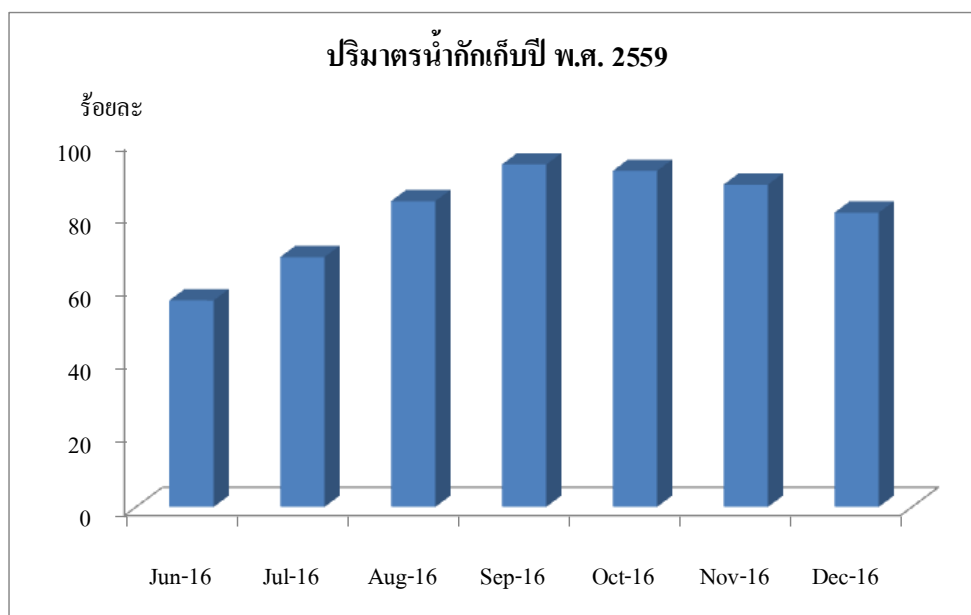
ภาพภาคผนวก ข-18 ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559



ภาพภาคผนวก ข-19 ความหนาแน่นของนาโนแพลงก์ตอนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560

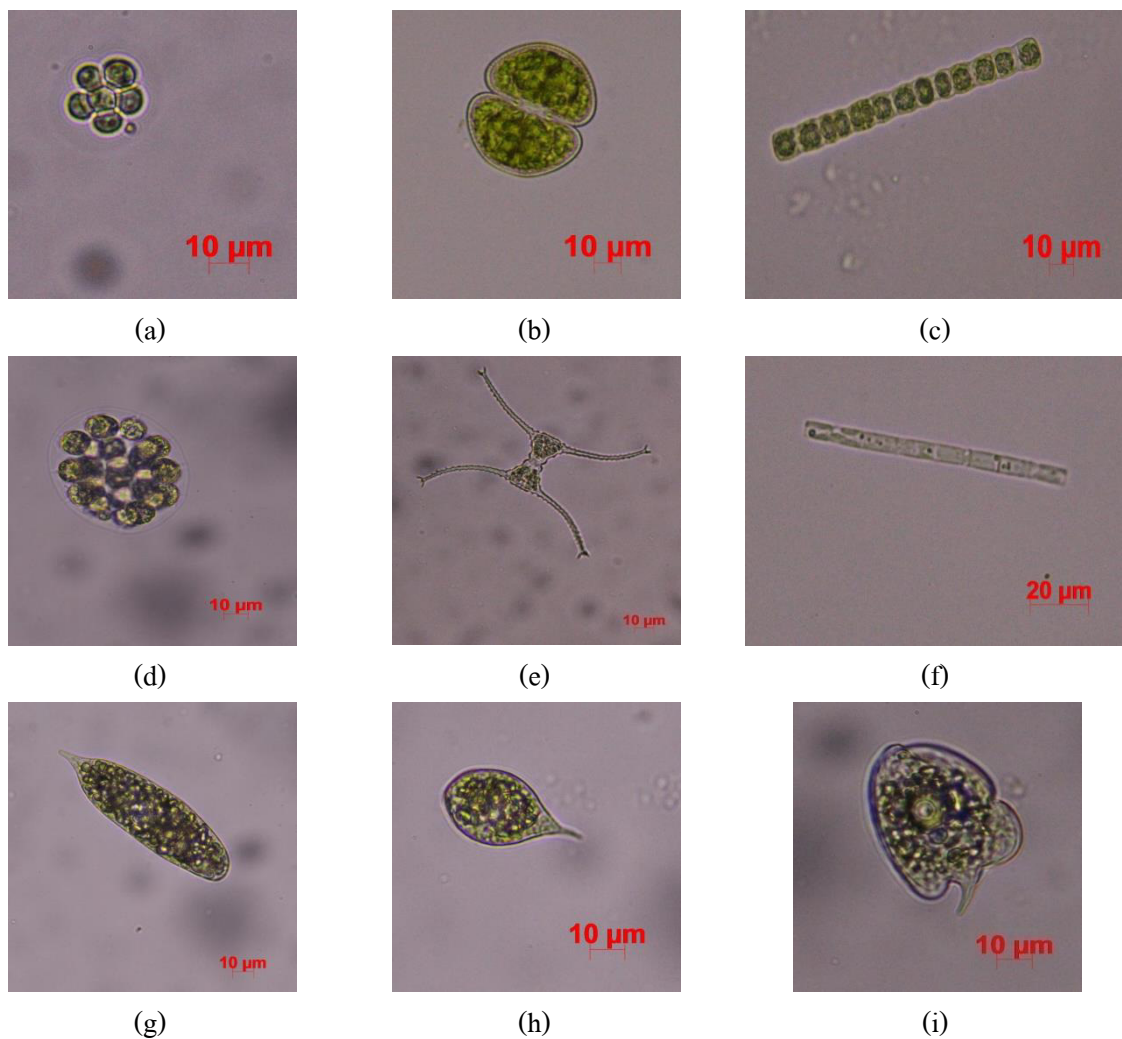


ภาพภาคผนวก ข-20 ความหนาแน่นของนาโนแฟล่งก์ตอนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560



ภาพภาคผนวก ข-21 ปริมาณน้ำกักเก็บในหนองหารปี พ.ศ. 2559

ภาคผนวก ค  
ภาพเพลงก็่ตอนในหนองหาร



ภาพภาคผนวก ค-1 แพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนดิวิชั่น Chlorophyta

a แพลงก์ตอนพืชสกุล *Coenochloris*

b แพลงก์ตอนพืชสกุล *Cosmarium*

c แพลงก์ตอนพืชสกุล *Desmidium*

d แพลงก์ตอนพืชสกุล *Eudorina*

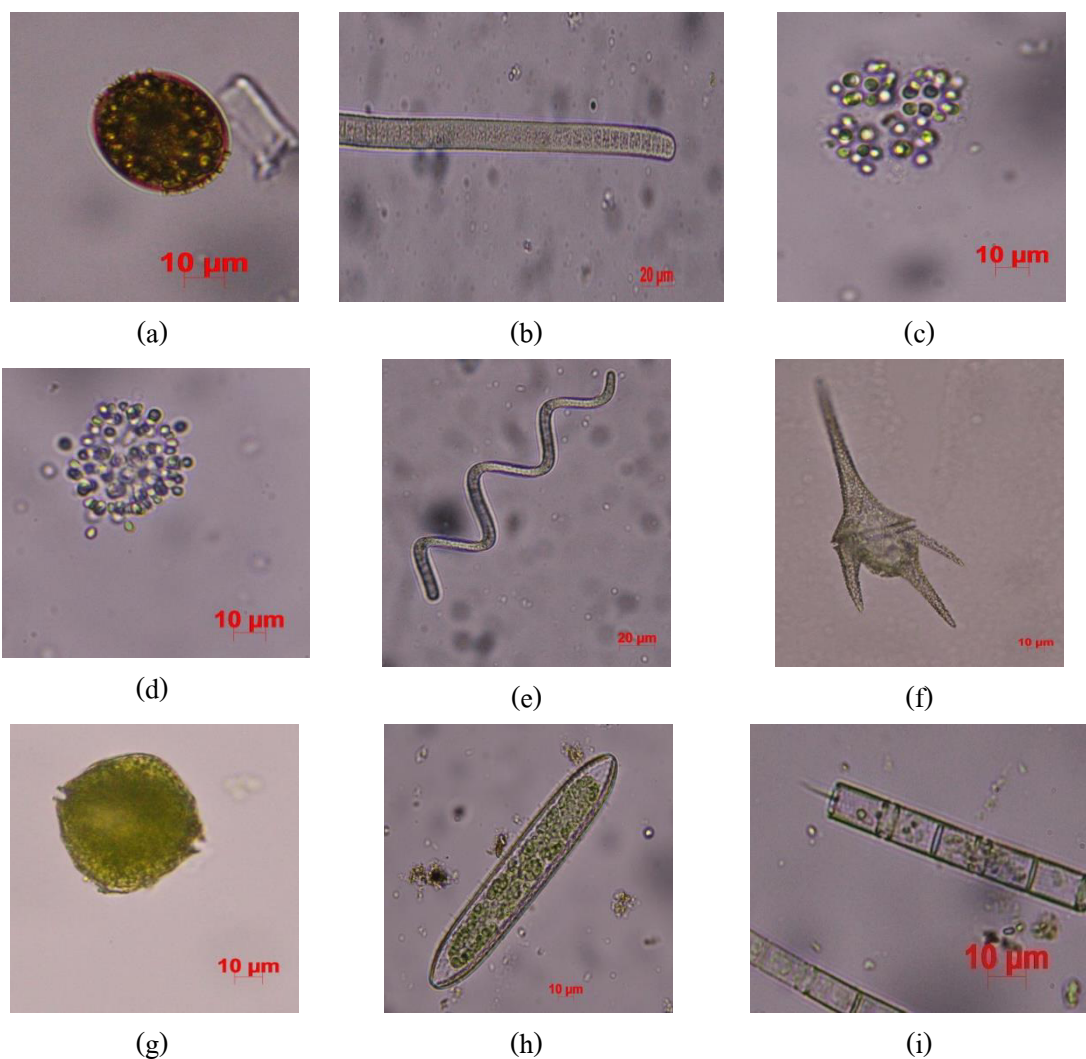
e แพลงก์ตอนพืชสกุล *Staurastrum*

f แพลงก์ตอนพืชสกุล *Ulotrix*

g แพลงก์ตอนพืชสกุล *Euglena*

h แพลงก์ตอนพืชสกุล *Lepocinclis*

i แพลงก์ตอนพืชสกุล *Phacus*



ภาพภาคผนวก ก-2 แพลงก์ตอนพืชขนาดใหญ่ ไมโครแพลงก์ตอนสีเขียว Cyanophyta

และสีเขียว Chromophyta

a แพลงก์ตอนพืชสกุล *Trachelomonas*

b แพลงก์ตอนพืชสกุล *Oscillatoria*

c แพลงก์ตอนพืชสกุล *Aphanocapsa*

d แพลงก์ตอนพืชสกุล *Aphanothece*

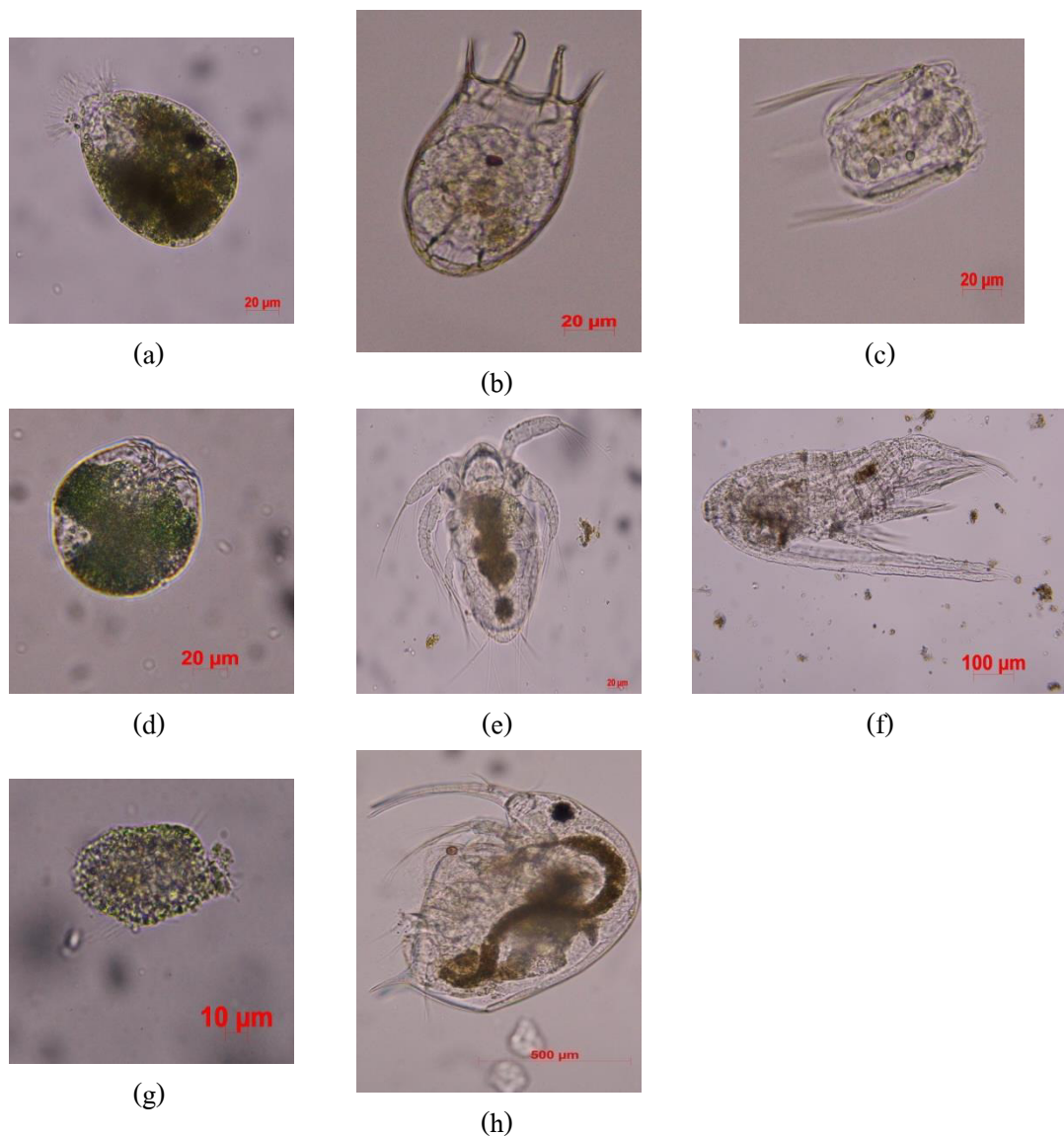
e แพลงก์ตอนพืชสกุล *Spirulina*

f แพลงก์ตอนพืชสกุล *Ceratium*

g แพลงก์ตอนพืชสกุล *Peridinium*

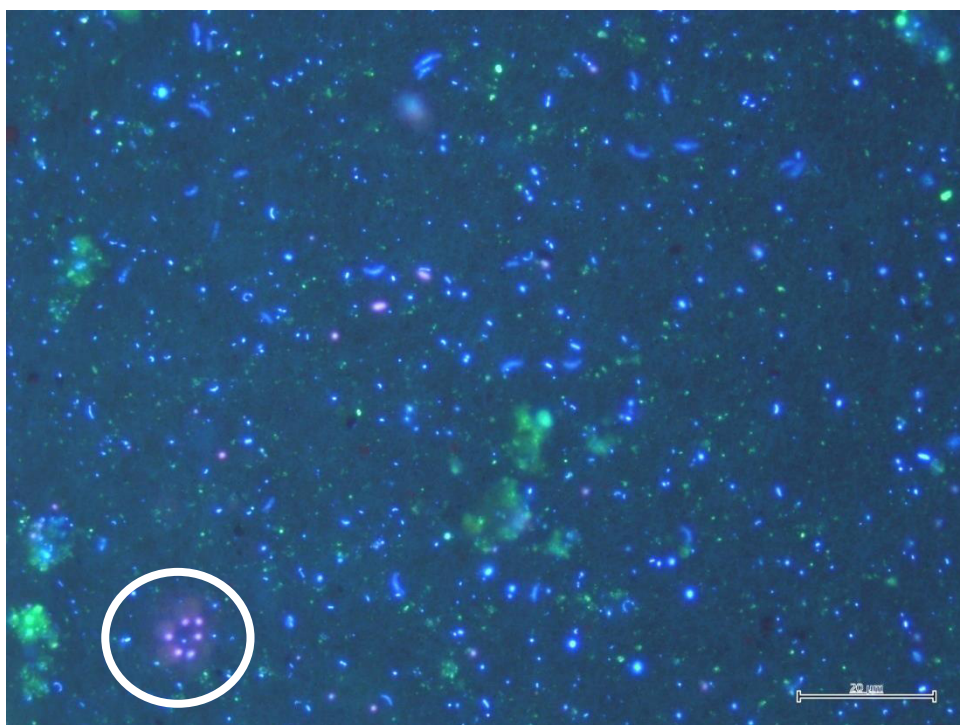
h แพลงก์ตอนพืชสกุล *Surirella*

I แพลงก์ตอนพืชสกุล *Aulacoseira*



ภาพภาคผนวก ก-3 แพลงก์ตอนสัตว์ที่พบบ่อยในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

- a โรติเฟอร์สกุล *Ascomorpha*
- b โรติเฟอร์สกุล *Keratella*
- c โรติเฟอร์สกุล *Polyarthra*
- d โรติเฟอร์สกุล *Testudinella*
- e ตัวอ่อนสัตว์น้ำ (Copepod nauplii)
- f โคพีพอดตัวเต็มวัย
- g ออโทโทรฟโปรโตซัว
- h ไรน้ำจืด



ภาพภาคผนวก ค-4 พิโคแพลงก์ตอนในหนองหาร จังหวัดสกลนคร

ในวงกลมเซลล์สีแดงคือ Autotrophic picoplankton ส่วนเซลล์สีฟ้าคือ Heterotrophic picoplankton

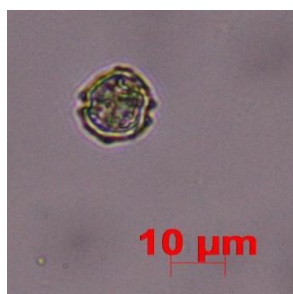




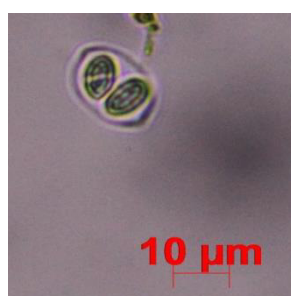
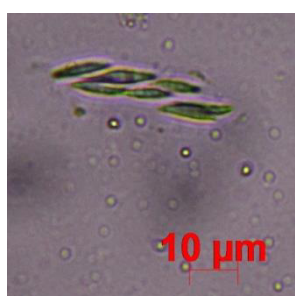
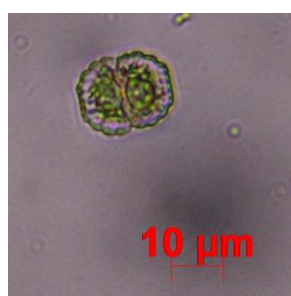
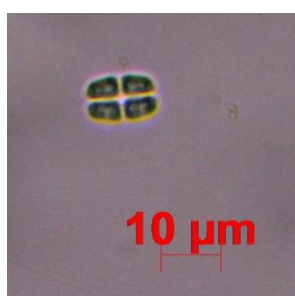
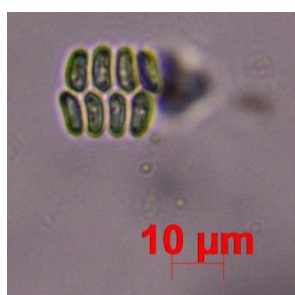
ภาพภาคผนวก ค-5 นาโนแพลงก์ตอนสีเขียว Cyanophyta คลาส Cyanophyceae



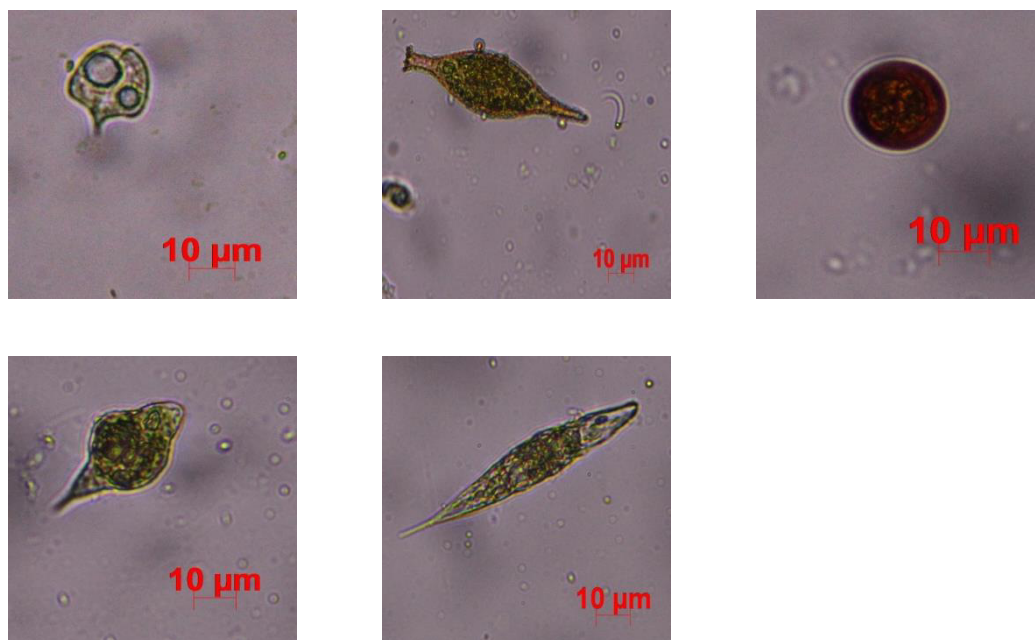
ภาพภาคผนวก ค-6 นาโนแพลงก์ตอนสีน้ำตาล Chromophyta คลาส Bacillariophyceae



ภาพภาคผนวก ค-7 นาโนแพลงก์ตอนดิวิชั่น Chromophyta คลาส Dinophyceae



ภาพภาคผนวก ค-8 นาโนแพลงก์ตอนดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae



ภาพภาคผนวก ค-9 นาโนแฟลจก็ตอนดิวิชั่น Chlorophyta คลาส Chlorophyceae