# การศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

# A STUDY OF EUTROPHICATION TRENDS IN SAEN SAEP CANAL, NONG CHOK DISTRICT


นางสาวชนัฎ ฮอนบุตร
นางสาวชไมพร พุฒกลั่น
นางสาวสิรินทร์ โลนันท์


โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

# การศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ

# เขตหนองจอก

# A STUDY OF EUTROPHICATION TRENDS IN SAEN SAEP CANAL, NONG CHOK DISTRICT


นางสาวชนัฏ ฮอนบุตร

นางสาวชไมพร พุฒกลั่น

นางสาวสิรินทร์ โลนันท์


โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# A STUDY OF EUTROPHICATION TRENDS IN SAEN SAEP CANAL, NONG CHOK DISTRICT

MISS CHANAD HONBUT

MISS CHAMAIPORN PUTKLUN

MISS SIRIN LONAN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE PEQUIREMRNT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

DEPARTMENT OF CHEMISTRY FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อโครงงานพิเศษ** | การศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก<br>A Study of Eutrophication in Seansaep Canal, Nong Chok Distict |
| **ชื่อนักศึกษา** | นางสาวชนัฏ ฮอนบุตร 57050580<br>นางสาวชไมพร พุฒกลั่น 57050583<br>นางสาวสิรินทร์ โลนันท์ 57050549 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) |
| **ภาควิชา** | เคมี |
| **คณะ** | วิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| **ปีการศึกษา** | 2560 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ |

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) ประจำปีการศึกษา 2560

| คณะกรรมการสอบ | ลายมือชื่อ |
|---|---|
| ผศ. พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย<br>ประธานกรรมการ | |
| ผศ. กรองแก้ว ทิพยศักดิ์<br>กรรมการ | |
| ดร. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์<br>กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา | |

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อโครงงานพิเศษ** | การศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก |
| **ชื่อนักศึกษา** | นางสาวชนัฏ ฮอนบุตร รหัสนักศึกษา 57050580 |
| | นางสาวชไมพร พุฒกลั่น รหัสนักศึกษา 57050583 |
| | นางสาวสิรินทร์ โลนันท์ รหัสนักศึกษา 57050549 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) |
| **ภาควิชา** | เคมี |
| **คณะ** | วิทยาศาสตร์ |
| **มหาวิทยาลัย** | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| **ปีการศึกษา** | 2560 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ |

## บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้เป็นการศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก ประกอบด้วยการเก็บตัวอย่างจาก 7 จุด ได้แก่ โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง สถานีสูบน้ำเขตหนองจอก ตลาดหนองจอก มัสยิดอัลฮุดา หมู่บ้านนันทวัน 10 มูลนิธิดารุสสลาม (หนองจอก) และวัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม เก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 5 ครั้ง (เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2560) และนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยใช้ดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันและเกณฑ์ของ Organization for Economic Cooperation and Development หรือ O.E.C.D มาเป็นเกณฑ์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหาร ผลการทดลองศึกษาพบว่า การประเมินความพบว่าปริมาณสารอาหารของคลองแสนแสบอยู่ในช่วงความอุดมสมบูรณ์สูง (Eutrophic) - ความอุดมสมบูรณ์สูงมาก (Hypertrophic) และจากการศึกษาพบว่า จุดเก็บที่ 1 โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง จุดเก็บที่ 3 ตลาดหนองจอก และจุดเก็บที่ 7 วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษมมีแนวโน้มในการเกิดยูโทรฟิเคชันมากที่สุด เป็นจุดที่ต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากจุดนี้มีกิจกรรมต่างๆที่ส่งผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชันได้ คือ มีลำน้ำสาขาที่มีการทำการเกษตรไหลมาบรรจบที่จุดนี้ ตลอดริมฝั่งคลองมีชุมชนหนาแน่น น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ และน้ำเสียจากชุมชนในตลาด ดังนั้นควรได้รับการป้องกันและแก้ไขโดยการให้ความรู้และประชาสัมพันธ์แก่คนในชุมชน การลดปริมาณธาตุอาหาร และติดตามคุณภาพน้ำตามความเหมาะสม

**คำสำคัญ :** คุณภาพน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหาร คลองแสนแสบ เขตหนองจอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Title** | A Study of Eutrophication Trends in Sean Seap Canal, Nong Chok District |
| **Students** | MS. CHANAD HONBUT Student ID 57050580 |
| | MS. CHAMAIPORN PUTKLUN Student ID 57050583 |
| | MS. SIRIN LONAN Student ID 57050649 |
| **Degree** | Bachelor of Science (B.Sc. Environmental Chemistry) |
| **Department** | Chemistry |
| **Faculty** | Science |
| **University** | King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL) |
| **Academic Year** | 2017 |
| **Advisor** | Dr. Glinsukol Suwannarat |

## Abstract

This special project was studied Eutrophication Trends in Khlong Sean Seap, Nong Chok District. Water sample were collected 5 times (September – November 2017) at 7 stations including Surao Saladaeng school, Nong Chok Pillar Station, Nong Chok Market, Alhuda Mosque, Nuntawan village 10, Darus Salam (Nong Chok) and Wat Supsamosornnikornkasem. Trophic status of canal were using Carlson's index and O.E.C.D as indicator.The result show that the trophic status of San Seap Canal is in eutrophic-hypertrophic range. Station 1 (Surao Saladaeng school), Station 3 (Nong Chock Market), and Station 7 (Watsapsamosonnikonkasem) have highly tend to be eutrophication phenomenon because at these stations have crowded population and many activities such as agricultural area, slaughterhouse and market. To reduce the amount of nutrient value. The water monitoring and providing knowledge are required to reduce the amount of nutriend value in canal.

**Keywords** : Water Quality, Nutrient enrichment, Sean Seap canal, Nongchock Distric

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานพิเศษเรื่อง การศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก สามารถสำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างมากมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบวิชาการค้นคว้าทุกขั้นตอนเป็นอย่างสูงขอกราบขอบพระคุณ ผศ. พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย และ ผศ. กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงการทำโครงงานพิเศษ

ขอกราบขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านของหลักสูตรเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้จัดทำ กราบขอบคุณ ผศ.สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์ ที่ได้ให้ความรู้ความเข้าใจวิชาสถิติที่สามารถนำมาใช้ในการทำโครงการพิเศษครั้งนี้ เจ้าหน้าที่ของคณะวิทยาศาสตร์สาขาเคมีที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ประสานงาน อำนวยความสะดวกด้วยอัธยาศัยไมตรีที่ดียิ่ง และขอขอบคุณเพื่อนร่วมหลักสูตรเคมีสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ชนัฏ ฮอนบุตร
ชไมพร พุฒกลั่น
สิรินทร์ โลนันท์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ช |
| สารบัญรูป | ฌ |
| คำย่อ/สัญลักษณ์ | ญ |
| **บทที่ 1 บทนำ** | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตการวิจัย | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | 3 |
| 2.1 คุณภาพของแหล่งน้ำผิวดิน | 3 |
| 2.2 ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) | 3 |
| 2.2.1 ความหมายของยูโทรฟิเคชัน | 3 |
| 2.2.2 สาเหตุการเกิดยูโทรฟิเคชัน | 3 |
| 2.2.3 ผลกระทบจากการเกิดยูโทรฟิเคชัน | 4 |
| 2.2.4 ปัจจัยที่บ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชัน | 5 |
| 2.2.4.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอหรือผลผลิตขั้นต้น | 5 |
| 2.2.4.2 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชสาหร่ายขนาดใหญ่ที่ปกคลุมผิวน้ำ | 5 |
| 2.2.4.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ | 6 |
| 2.2.4.4 ปริมาณธาตุอาหาร | 6 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า


2.2.4.5 ความโปร่งแสง ........ 6

2.3 ความเป็นมาของคลองแสนแสบ ........ 8

2.4 ข้อมูลพื้นฐานของคลองแสนแสบ เขตหนองจอก ........ 10

2.4.1 ที่ตั้งและอาณาเขต ........ 10

2.5 การศึกษายูโทรฟิเคชันในประเทศไทย ........ 11

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง........ 11

**บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย** ........ 15

3.1 เครื่องมืออุปกรณ์ ........ 15

3.2 สารเคมี ........ 15

3.3 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ........ 17

3.4 การเก็บตัวอย่างน้ำ ........ 19

3.5 การดำเนินการวิจัย ........ 19

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล ........ 20

**บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล** ........ 21

4.1. การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารตามคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี........ 21

4.2 การจัดระดับชั้นของสารอาหารในแหล่งน้ำ........ 25

**บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ**........ 31

5.1 สรุปผลการวิจัย ........ 30

5.2 ข้อเสนอแนะ........ 32

เอกสารอ้างอิง ........ 33

ภาคผนวก ........ 36

ภาคผนวก ก ........ 37

วิธีการวิเคราะห์........ 38

ภาคผนวก ข ........ 44


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ผลการทดลอง .......... 44
ภาคผนวก ค.......... 51
มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน.......... 51
ภาคผนวก ง .......... 56
การเก็บรกษาตัวอย่างน้ำ .......... 56
ภาคผนวก จ .......... 58
การควบคุมคุณภาพ.......... 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**


ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การแบ่งระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำใช้เกณฑ์ของ O.E.C.D. ........ 7

ตารางที่ 2.2 ดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารโดยใช้เกณฑ์ของคาร์ลสัน ..... 8

ตารางที่ 2.3 จำนวนประชากรในพื้นที่คลองแสนแสบ เขตหนองจอก ........ 10

ตารางที่ 2.4 จำนวนครัวเรือนในพื้นที่คลองแสนแสบ เขตหนองจอก ........ 10

ตารางที่ 2.5 คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนิ่งที่สำคัญในประเทศไทย ........ 11

ตารางที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก ........ 17

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมบริเวณคลองแสนแสบ เขตหนองจอก ........ 18

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ........ 20

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ ........ 23

ตารางที่ 4.2 คุณภาพน้ำทางเคมี ........ 24

ตารางที่ 4.3 ดัชนีชี้วัดสถานะความอุดมสมบูรณ์ของคาร์ลสัน ........ 25

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบระดับความอุดมสมบูรณ์สารอาหารโดยใช้ดัชนีชี้วัดของคาร์ลสัน ........ 26

ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การแบ่งระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำใช้เกณฑ์ของ O.E.C.D ........ 27

ตารางที่ 4.6 ตารางเปรียบเทียบระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารโดยใช้เกณฑ์ของ O.E.C.D ........ 28

ตารางที่ ข-1 ความลึกของน้ำ ........ 45

ตารางที่ ข-2 ความสามารถในการส่องผ่านของแสง ........ 45

ตารางที่ ข-3 ความขุ่น ........ 46

ตารางที่ ข-4 อัตราการไหลของน้ำ ........ 46

ตารางที่ ข-5 ความเป็นกรด-ด่าง ........ 46


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|

ตารางที่ ข-6 อุณหภูมิน้ำ ........ 47
ตารางที่ ข-7 อุณหภูมิอากาศ ........ 47
ตารางที่ ข-8 ปริมาณออกซิเจละลายน้ำ ........ 47
ตารางที่ ข-9 บีโอดี ........ 48
ตารางที่ ข-10 ค่าการนำไฟฟ้า ........ 48
ตารางที่ ข-11 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ........ 48
ตารางที่ ข-12 ความเค็ม ........ 49
ตารางที่ ข-13 ทีเคเอ็น ........ 49
ตารางที่ ข-14 ไนเทรตไนโตรเจน ........ 49
ตารางที่ ข-15 ไนโตรเจนทั้งหมด ........ 50
ตารางที่ ข-16 ฟอสฟอรัสทั้งหมด ........ 50
ตารางที่ ข-17 คลอโรฟิลล์ เอ ........ 50
ตารางที่ ค-1 ประเภทมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ........ 52
ตารางที่ ค-2 มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ........ 52
ตารางที่ ง-1 การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ ........ 57
ตารางที่ จ-1 ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนครั้งที่ 4 ........ 59
ตารางที่ จ-2 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดครั้งที่ 4 ........ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 กระบวนการยูโทรฟิเคชันที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ ........................ 5

รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแพลงก์ตอนและความลึกของความโปร่งใสของน้ำที่ตรวจวัดด้วย Secchi disc ในประเทศสหรัฐอเมริกา ... 12

รูปที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก........................................ 18

รูปที่ 3.2 การศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน.................................... 19

รูปที่ 4.1 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในคลองแสนแสบตามดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันโดยพิจารณาจากปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และเกณฑ์ O.E.C.D โดยพิจารณาจากปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด..................................................................................... 29

รูปที่ 4.2 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในคลองแสนแสบตามดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันโดพิจารณาจากปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด.......................................................... 29

รูปที่ 4.3 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในคลองแสนแสบตามดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันโดยพิจารณาความโปร่งแสง และเกณฑ์ O.E.C.D โดยพิจารณาความโปร่งแสงและปริมาณไนโตรเจนทั้งมด.......................................................................... 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คำย่อ/สัญลักษณ์

| คำย่อ/สัญลักษณ์ | คำอธิบาย |
|---|---|
| BOD | ความสกปรกในรูปอินทรีย์ |
| Chl-a | ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ |
| C | องศาเซลเซียส |
| EC | การนำไฟฟ้า |
| $NO_3$-N | ไนเตรท-ไนโตรเจน |
| m | เมตร |
| mg/l | มิลลิกรัมต่อลิตร |
| NTU | หน่วยวัดความขุ่น |
| SD | ความสามารถในการส่องผ่านของแสง |
| pH | ความเป็นกรดและด่าง |
| T | อุณหภูมิ |
| TDS | ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด |
| TKN | ปริมาณเจลดาห์ลไนโตรเจน |
| TN | ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด |
| TP | ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด |
| TSI | ดัชนีชี้วัดสถานะความอุดมสมบูรณ์ |
| µg/l | ไมโครกรัมต่อลิตร |
| µs/cm | ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร |
| DO | ค่าออกซิเจนละลายน้ำ |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญ

คลองในกรุงเทพมหานคร มีจำนวนทั้งหมด 1,161 คลอง เป็นคลองในพื้นที่เขตหนองจอกจำนวน 93 คลอง ซึ่งคลองแสนแสบเป็นหนึ่งในคลองที่สำคัญของเขตหนองจอก มีความยาวประมาณ 12 กิโลเมตร คลองแสนแสบ เขตหนองจอก เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างคลองแสนแสบเขตกรุงเทพมหานครชั้นในกับแม่น้ำบางปะกง (สำนักงานเขตหนองจอก, 2557) กิจกรรมของบริเวณริมคลองประกอบไปด้วยกิจกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรม การทำการเกษตร กิจกรรมจากบ้านเรือน เป็นต้น ปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของประชากร ชุมชนมีการขยายตัว รวมถึงการขยายตัวของภาคการเกษตร อุตสาหกรรม คลองจึงถูกใช้เป็นแหล่งรองรับกิจกรรมดังกล่าว โดยเฉพาะในช่วงฝนตก น้ำฝนจะชะล้างสารอาหารที่ตกค้างจากแปลงเกษตร และชะล้างเศษขยะสิ่งปฏิกูลจากชุมชนลงสู่ลำคลอง ทำให้มีสารอาหารจำพวกไนโตรเจนและฟอสฟอรัสปริมาณมากซึ่งสารอาหารเหล่านี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตสำหรับแพลงก์ตอนพืชและ สาหร่ายอันเป็นแหล่งอาหารขั้นต้นของห่วงโซ่อาหาร ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ซึ่งทำให้เกิด “ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)”แหล่งน้ำที่เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงเกิน กว่าขีดความเข้มข้นสูงสุด แต่ตอนกลางคืนระดับออกซิเจนก็จะลดลงบางแห่ง ลดลงจนอาจถึงศูนย์ ในกรณีเช่นนี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นจนอาจทำให้สัตว์น้ำตายในเวลาเพียงชั่วข้ามคืนเดียว

ที่ผ่านมาคลองแสนแสบ เขตหนองจอก ประสบปัญหาการลดลงของทรัพยากรสัตว์น้ำ เห็นได้จากปลาลอยตายที่ผิวน้ำ ปัญหาน้ำเน่าเสีย และปัญหาการลดลงของออกซิเจนในแหล่งน้ำ เห็นได้จากปลาขึ้นมาหายใจที่ผิวน้ำในตอนเช้า ปัญหาเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนตลอดลำน้ำคลองแสนแสบซึ่งมีระยะทางค่อนข้างยาวประชาชนที่ได้รับผลกระทบในการนำน้ำมาใช้อุปโภคบริโภคจึงมีจำนวนมาก อีกทั้งคลองแสนแสบ เขตหนองจอก มีการทำการเกษตรค่อนข้างมาก ดังนั้นการเกิดยูโทรฟิเคชันจึงเป็นปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญแต่ยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควรทาง คณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชัน รวมทั้งหาจุดที่จะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษเพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน คลองแสนแสบ เขตหนองจอก
2. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี คลองแสนแสบ เขตหนองจอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 5 ครั้ง ทุกๆ 15 วัน โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560

2. จุดเก็บตัวอย่างน้ำคลองแสนแสบ เขตหนองจอก ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 7 จุด ตลอดระยะทางของลำน้ำที่มีความยาว 12 กิโลเมตร

3. ประเมินและตรวจสอบสภาวะยูโทรฟิเคชันของแหล่งน้ำ พารามิเตอร์ที่ชี้วัดสภาวะยูโทรฟิเคชัน ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ การนำไฟฟ้า (EC) ความเค็ม (salinity) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ความสามารถในการส่องผ่านของแสง (SD) ความลึก อัตราการไหลของน้ำ ปริมาณเจลดาห์ลไนโตรเจน (TKN) ไนเตรตไนโตรเจน ($NO_3$-N) ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (TP) และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chl-a)

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบคุณภาพน้ำและสถานการณ์คุณภาพน้ำและระดับสารอาหารที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

2. ทราบแนวโน้มความเป็นไปได้ในการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 คุณภาพของแหล่งน้ำผิวดิน

ตามมาตราที่ 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 บัญญัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นเป้าหมายในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมซึ่งมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมนี้จะต้องอาศัยหลักวิชาการ และหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

## 2.2 ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)

### 2.2.1 ความหมายของยูโทรฟิเคชัน

ยูโทรฟิเคชัน หมายถึง ภาวะการณ์ที่แหล่งน้ำมีอาหารของพืชปริมาณมาก ทำให้สาหร่าย และพืชน้ำเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมลง สาหร่ายที่เพิ่มมากขึ้นทำให้แสงผ่านลงไปในน้ำไม่ได้ และเมื่อสาหร่ายตายลงทำให้น้ำเน่าเสียและออกซิเจนในน้ำลดลง ทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล โดยปกติการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นได้เฉพาะตอนกลางวันส่วนตอนกลางคืนสาหร่ายและพืชสีเขียวจะใช้ออกซิเจนหายใจ และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ดังนั้นในช่วงเวลากลางวัน แหล่งน้ำที่เกิดปรากฏการณ์ ยูโทรฟิเคชันจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงเกินกว่าขีดความเข้มข้นสูงสุด แต่ตอนกลางคืนระดับออกซิเจนก็จะลดลงอย่างมากจนถึงศูนย์ ในกรณีเช่นนี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นตายได้

OSPAR ( 2001 ) ได้ให้ความหมายของคำว่า ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ว่าการเพิ่มธาตุอาหารในรูปสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ลงสู่แหล่งน้ำทำให้เกิดการเจริญเติบโตของสาหร่ายขนาดเล็กและขนาดใหญ่อย่างรวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อสมดุลของสิ่งมีชีวิตอาศัยในแหล่งน้ำและคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำรวมถึงภาวะการปล่อยธาตุอาหารลงสู่แหล่งน้ำที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์โดยเฉพาะจากการเกษตรกรรม

### 2.2.2 สาเหตุการเกิดยูโทรฟิเคชัน

ธาตุอาหารที่มีผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชันที่สำคัญคือไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเพราะเป็นธาตุอาหารหลักของการเจริญเติบโตของผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิ โดยแหล่งกำเนิดของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมาจา 2 แหล่งใหญ่ๆคือ ธรรมชาติโดยเป็นส่วนประกอบของหินและแร่ธาตุและยังมาจากวัฏจักรไนโตรเจน และวัฏจักรฟอสฟอรัสส่วนแหล่งที่สองมาจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์(Harper, 1992) ซึ่งกิจกรรมของมนุษย์นั้นเป็นสาเหตุหลักของการเกิดยูโทรฟิเคชัน เช่น การเกษตร อุตสาหกรรม หรือน้ำทิ้งจากบ้านเรือนการระบายน้ำทิ้งที่มีธาตุอาหารพืชในปริมาณที่สูงจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

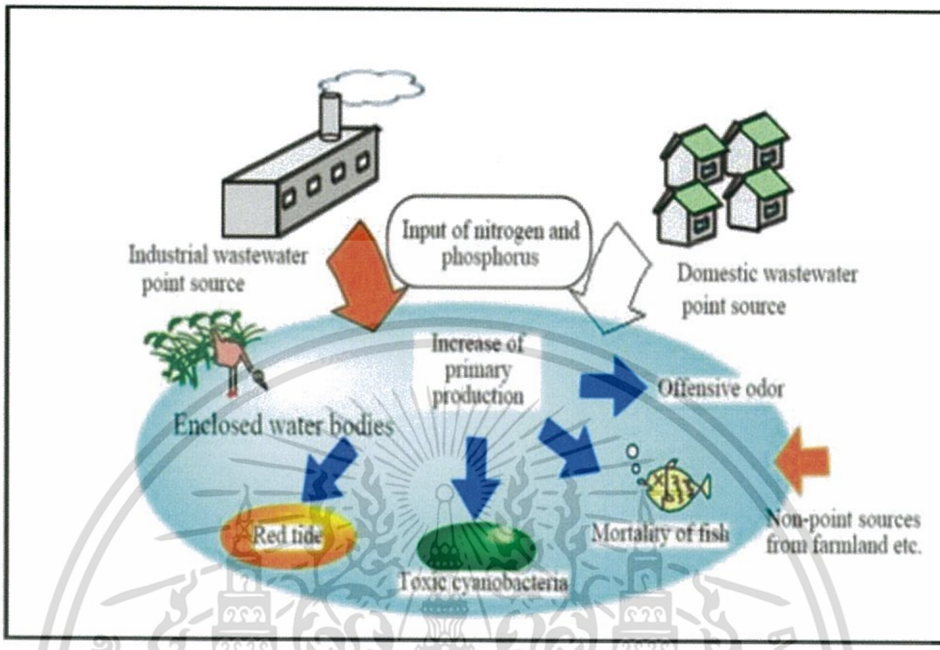
จากแหล่งมลพิษที่ทราบตำแหน่งแน่นอนและไม่ทราบตำแหน่งที่แน่นอน ดังรูปที่ 2.1 นับเป็นสาเหตุหลักความรุนแรงของปัญหายูโทรฟิเคชันในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่าน (Ministry of the Environment, Government of Japan, 2002) และแสดงให้เห็นถึงแหล่งกำเนิดของธาตุอาหารพืช (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของธาตุอาหารพืชในแหล่งน้ำ ซึ่งประกอบด้วย 2 แหล่งหลักคือ แหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้ (point sources) กับแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ (nonpoint sources) แหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้ เป็นแหล่งที่ส่งผลโดยตรงกับแหล่งน้ำโดยธาตุอาหารถูกส่งผ่านเข้าสู่แหล่งน้ำโดยตรงจากแหล่งกำเนิด ซึ่งแหล่งกำเนิดประเภทนี้ส่วนใหญ่ง่ายต่อการกำกับดูแลตัวอย่างแหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้ คือ น้ำทิ้งจากเทศบาลและอุตสาหกรรม น้ำท่วมหรือน้ำชะล้างจากระบบการกำจัดของเสีย น้ำเสียและน้ำแทรกซึมจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น แหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้คือธาตุอาหารที่มาจากแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่ชัดเจนได้ซึ่งธาตุอาหารที่เกิดมาจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้ยากต่อการจัดการควบคุม และมีปริมาณที่แตกต่างกันในเชิงของเวลาฤดูกาล เมื่อธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ทั้งจาก แหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้และแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณที่มากก็จะนำไปสู่การเกิดยูโทรฟิเคชัน สารอาหารเหล่านี้จะไปกระตุ้นให้แพลงก์ตอนพืชเกิด การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนส่งผลให้แหล่งน้ำไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆได้ โดยธรรมชาติแล้ว แหล่งน้ำต่างๆจะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และชีวภาพตามระยะเวลา หรือที่เรียกกันว่า succession โดยแหล่งน้ำจะมีความอุดมสมบูรณ์ (trophic levels) เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จากแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (oligotrophic) ไปเป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic) และกลายเป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (eutrophic) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติดังกล่าวนั้นใช้ระยะเวลานานหลายสิบปีถึงหลายร้อยปี แต่ผลจากการพัฒนาต่างๆ ของมนุษย์ในปัจจุบันส่งผลให้ปัญหายูโทรฟิเคชันเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว บ่อยครั้ง และรุนแรงขึ้น นักวิทยาศาสตร์ประเมินว่าแหล่งน้ำที่เกิดการบลูมของแพลงก์ตอนพืชจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่า 40 ไมโครกรัม/ลิตร และถ้าปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่า 100 ไมโครกรัม/ลิตร โอกาสที่ปลาในแหล่งน้ำจะตายจะมีสูงมากเพราะเกิดปัญหาขาดแคลนออกซิเจน (Florida LakeWatch, 2000)

### 2.2.3 ผลกระทบจากการเกิดยูโทรฟิเคชัน

ปัจจุบันยูโทรฟิเคชัน กำลังเป็นปัญหาสำคัญของแหล่งน้ำทั่วโลกอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร การพัฒนาทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลกระทบอย่างกว้างขวาง ต่อความอุดมสมบรูณ์ของระบบนิเวศและคุณภาพของแหล่งน้ำ รวมทั้งความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดต่อการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ จากระบบนิเวศที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม เมื่อเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำจะส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปเพราะแพลงก์ตอนพืชบางชนิดจะสร้างสารพิษและปล่อยลงสู่แหล่งน้ำปลาและ สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจะกินเข้าไปและสะสมสารพิษไว้และตายในที่สุดซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของแหล่งน้ำนั้นๆ ลดลง และเมื่อมนุษย์นำปลาหรือสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นไปรับประทานก็จะได้รับสารพิษที่สะสมอยู่ในปลาหรือ สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นส่งผลต่อสุขภาพเกิดการเจ็บป่วยต้องเสียเงินในการรักษาซึ่งเป็นการเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น นอกจากนั้นเมื่อแพลงก์ตอนพืชสร้างสารพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้ ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไป (กลิ่นและสีของแหล่งน้ำ) ทำให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย




**รูปที่ 2.1** กระบวนการยูโทรฟิเคชันที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์

(Ministry of the Environment, Government of Japan, 2002.)

### 2.2.4 ปัจจัยที่บ่งชี้การเกิดยูโทรฟิเคชัน

2.2.4.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอหรือผลผลิตขั้นต้น

แหล่งน้ำที่เกิดยูโทรฟิเคชันจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอมากกว่า10 ไมโครกรัม/ลิตร หรือมีผลผลิตขั้นต้นมากกว่า 300 กรัม-คาร์บอน/ตารางเมตร/ปี การใช้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและผลผลิตขั้นต้นบงชี้การเกิดยูโทรฟิเคชันนั้นสามารถใช้ได้ดีกับทุกแหล่งน้ำที่มีความลึกไม่มากเพียง 1 – 2 เมตร เช่น ทะเลสาบสงขลา หรือแหล่งน้ำเปิดขนาดใหญ่ที่มีความลึกหลายสิบเมตร เช่น ทะเลบอลติก เป็นต้น

2.2.4.2 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชสาหร่ายขนาดใหญ่ที่ปกคลุมผิวน้ำ

แหล่งน้ำที่เกิดยูโทรฟิเคชันจะมีผู้ผลิตอยู่หนาแน่นอาจเป็นสาหร่ายขนาดเล็กและขนาดใหญ่ไปจนถึงพวกพืชน้ำ (macrophytes) ปริมาณสาหร่ายขนาดเล็กในแหล่งน้ำหรือแพลงก์ตอนพืชสามารถวัดความหนาแน่นได้โดยวัดจากมวลชีวภาพในรูปคลอโรฟิลล์ เอ หรือจากผลผลิตขั้นต้น ส่วนจากสาหร่ายขนาดใหญ่ หรือพืชน้ำที่คลุมตามผิวน้ำจะใช้วิธีสังเกตได้ง่ายกว่าการใช้คลอโรฟิลล์ เอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ลายน้ำจะลดลงเมื่อแหล่งน้ำนั้นเกิดยูโทรฟิเคชันโดยการลดลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำทำให้สัตว์น้ำตายเป็นบริเวณกว้างไม่ว่าจะเป็นไข่ของสัตว์น้ำที่กำลังฟักตัว ตัวอ่อนของสัตว์น้ำซึ่งเป็นวัยที่ต้องการปริมาณออกซิเจนละลายสูงทำให้อัตราการตายสูงและทำให้จำนวนปลาที่โตเต็มวัยลดลงตามไปด้วย แหล่งน้ำที่ดีควรมีค่าออกซิเจนละลายไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 8 ชั่วโมงจาก 24 ชั่วโมงและไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร ตลอด 24 ชั่วโมง แหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร นานถึง 8-9 ชั่วโมงจะทำให้ปลาเกิดความเครียด (เดชา, 2542)

2.2.4.4 ปริมาณธาตุอาหาร

ธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (นิคมและคณะ, 2547) แหล่งน้ำที่เกิดยูโทรฟิเคชันมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสอนินทรีย์ละลายน้ำมากกว่า 0.168 และ0.062 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (อัศดร, 2553)

2.2.4.5 ความโปร่งแสง

การเกิดยูโทรฟิเคชันมีความสัมพันธ์กับความโปร่งแสงและการส่องผ่านของแสงที่ลงไปในแหล่งน้ำการใช้ความโปร่งแสงเป็นพารามิเตอร์ติดตามตรวจสอบสภาวะยูโทรฟิเคชันทำได้ง่าย โดยแหล่งน้ำที่มีค่าความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 30 – 60 เซนติเมตร (วัดโดย secchi-disc) แสดงว่ามีความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ หากพบว่ามีค่าต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีความขุ่นมากเกินไป หรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป แต่ถ้าสูงกว่า 60 เซนติเมตรแสดงว่าน้ำไม่มีความอุดมสมบูรณ์ (เดชา, 2542)

การเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำมักถูกจำกัดด้วยหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นแสง อุณหภูมิและธาตุอาหารโดยธาตุอาหารนับเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่ถูกใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์แหล่งน้ำเพราะธาตุอาหารพืช เป็นปัจจัยพื้นฐานจำกัดการเจริญเติบโตและการทดแทนที่ของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดโดยในการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดของแพลงก์ตอนพืชในทะเล ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด (Nixon et al., 1996) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณและชนิดของแพลงก์ตอนพืชสามารถอธิบายได้จากความสมดุลระหว่างอัตราส่วนของธาตุอาหาร ซึ่งได้แก่ คารบอน ไนโตรเจน และฟอสเฟต ซึ่งมีพื้นฐานจากความตองการธาตุอาหารของแพลงก์ตอนพืช เรียกว่า Redfield ratio ซึ่งมีอัตราสวนของ C : N : P เท่ากับ 106 : 16 :1 (Redfield et al., 1963) ในสภาวะที่แหล่งน้ำมีปริมาณฟอสฟอรัสจำกัดจะ พบว่า N : P > 22 สภาวะที่ไนโตรเจนมีปริมาณจำกัด N : P < 10 สภาวะที่ทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีโอกาสเป็นปัจจัยจำกัดด้วยกันทั้งสอง N : P อยู่ระหว่าง 10-17 (Dortch and Whitledge, 1992) อย่างไรก็ตาม ปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากสารอาหารก็สามารถจำกัดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชได้ด้วย เช่น ซิลิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น อัตราส่วนของธาตุอาหาร ในน้ำนอกจากจะสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสถานการณ์มลภาวะทางน้ำแล้วยังสามารถใช้คาดการณ์ผลผลิตของแหล่งน้ำซึ่งวัดโดย ปริมาคลอโรฟิลล์เอในแหล่งน้ำนั้นๆ ได้ (De-pauw & Naessens, 1991)

แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงมากมีผลผลิตทางชีวิภาพสูงที่สุดและเกิดการบลูมของแพลงก์ตอนพืชขึ้นบ่อยครั้งน้ำขุ่นมากส่งผลให้ความโปร่งแสงน้อยกว่า 0.91 เมตรมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่า 100 mg/l และมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่า 40 mg/l การบลูมของแพลงก์ตอนพืชส่งผลทำให้เกิด dead zone ในแหล่งน้ำได้ (โซนที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำหรือไม่มีเลย) โดยเฉพาะบริเวณระดับน้ำลึกๆการบลูมของแพลงก์ตอนพืชอาจช่วยให้เกิดการเจือจางทางชีวภาพ (biodilution) ซึ่งเกิดขึ้นโดย แพลงก์ตอนพืชดึงสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้ปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำลดลง แหล่งน้ำประเภทนี้มีปริมาณการกักเก็บน้ำต่ำและแหล่งน้ำตื้นเขิน

เกณฑ์การแบ่งระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำโดยใช้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และค่าความโปร่งแสง ใช้เกณฑ์ของ Organization for Economic Cooperation and Development หรือ O.E.C.D. (1982) มีดังนี้

**ตารางที่ 2.1** เกณฑ์การแบ่งระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำใช้เกณฑ์ของ O.E.C.D.

| ระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์ | ปริมาณ TP (µg/l) | ปริมาณ TN (µg/l) | ค่าความโปร่งแสง (m) |
|---|---|---|---|
| Oligotrophic | ต่ำกว่า 15 | ต่ำกว่า 400 | มากกว่า 3.96 |
| Mesotrophic | อยู่ระหว่าง 15-25 | อยู่ระหว่าง 401-600 | อยู่ระหว่าง 2.44-3.96 |
| Eutrophic | อยู่ระหว่าง 25-100 | อยู่ระหว่าง 601-1,500 | อยู่ระหว่าง 0.91-2.44 |
| Hypereutrophic | สูงกว่า 100 | สูงกว่า 1,500 | สูงกว่า 0.91 |

นอกจากนี้ยังมีดัชนีชี้วัดสถานะความอุดมสมบูรณ์ของคาร์ลสัน ( Carlson's Trophic State Index: TSI ) ซึ่งเป็นดัชนีที่นิยมในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ( US Environmental Protection Agency: USEPA ) โดยใช้ปัจจัยในการคำนวณ ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และความโปร่งแสง ( Secchi disc depth ) โดยทั้ง 3 ปัจจัยนี้ ปัจจัยที่มีความเที่ยงตรงที่สุดในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ การใช้ปริมาณฟอสฟอรัสก็ให้ค่าที่แม่นยำเช่นกันโดยเฉพาะการประเมินในช่วงฤดูร้อนและจะแม่นยำมากถ้าใช้ค่าคลอโรฟิลล์ เอ แทนปริมาณฟอสฟอรัสในฤดูหนาว เพราะในฤดูหนาวปริมาณแพลงก์ตอนพืช มีน้อยเนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย ดัชนีนี้ควรนำไปใช้เฉพาะแหล่งน้ำที่มีพืช น้ำขนาดใหญ่อยู่น้อยและไม่เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่ไม่มีแพลงก์ตอนพืชที่ก่อให้เกิดความขุ่น ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีสถานะความอุดมสมบูรณ์ของคาร์ลสัน ( Carlson and Simpson, 1996 )

$$TSI(SD) = 60 - 14.41 \ln(SD)$$

$$TSI(Chl\text{-}a) = 9.81 \ln(Chl\text{-}a) + 30.6$$

$$TSI(TP) = 14.42 \ln(TP) + 4.15$$

โดยที่ SD = ความลึกของความโปร่งแสง (m)

Chl-a = ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (μg/l)

TP = ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (μg/l)

**ตารางที่ 2.2** ดัชนีชี้วัดสถานะความอุดมสมบูรณ์ของคาร์ลสัน

| ระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์ | $TSI_{TP}$ , $TSI_{TN}$ และ $TSI_{Chl\text{-}a}$ |
|---|---|
| Oligotrophic | ต่ำกว่า 40 |
| Mesotrophic | อยู่ระหว่าง 40 – 50 |
| Eutrophic | อยู่ระหว่าง 50-70 |
| Hypereutrophic | สูงกว่า 70 |

## 2.3 ความเป็นมาของคลองแสนแสบ

คลองแสนแสบเป็นคลองสำคัญที่ได้ถูกขุดขึ้นตามพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 3) เมื่อปี พ.ศ.2380 จึงไม่ใช่ทางน้ำตามธรรมชาติ โดยเป็นคลองขุดที่มีความยาวมากที่สุดของประเทศไทย คือ ยาวประมาณ 72 กิโลเมตร เชื่อมต่อจากคลองมหานาคไปทางทิศตะวันออกจนไปเชื่อมกับคลองบางขนากซึ่งไหลไปลงแม่น้ำบางปะกง ในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยลำคลองช่วยที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร มีความยาวประมาณ 45.5 กิโลเมตร และความกว้างของคลองประมาณ 20-30 เมตร ผ่านเขตปทุมวัน ราชเทวี วัฒนา บางกะปิ วังทองหลาง บึงกุ่ม คันนายาว มีนบุรี คลองสามวา และหนองจอก และลำคลองช่วงที่อยู่นอกเขตกรุงเทพมหานคร มีความยาวประมาณ 26.50 กิโลเมตร ความกว้างของคลองประมาณ 30-40 กิโลเมตร โดยอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา และอำเภอบางน้ำเปรี้ยว เนื่องจากคลองแสนแสบเป็นคลองหลัก ในการคมนาคมระหว่างลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำบางปะกง จึงมีการขุดคลองซอยขึ้นเป็นจำนวนมากถึงประมาณ 101 คลอง โดยมีคลองซอยฝั่งซ้าย (คลองทางฝั่งทิศเหนือ) เช่น คลองเจ้าคุณสิงห์ คลองจั่น คลองกุ่ม คลองบางชัน และคลองสิบสี่ และคลองซอยฝั่งซ้าย เช่น คลองตัน คลองหัวหมาก คลองสี่ (มีนบุรี) คลองนครเนื่องเขต และคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลองแสนแสบเป็นคลองที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนริมฝั่งน้ำมากเพราะเป็นคลองสายสำคัญที่ถูกใช้ประโยชน์ในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นการคมนาคมขนส่งทางน้ำแทนการขนส่งทางถนน ในการเดินทางเชื่อมต่อกรุงเทพมหานครชั้นในออกไปทางตะวันตก ซึ่งในปัจจุบันเป็นเส้นทางที่มีการจราจรติดขัด คลองแสนแสบจึงเป็นทางเลือกในการเดินทางที่ได้รับความนิยมจากชาวกรุงเทพมหานครอย่างมาก คลองแสนแสบยังใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรกรรม โดยจากช่วงปลายของคลองแสนแสบซึ่งอยู่ในเขตมีนบุรีหนองจอกไปจนถึงจังหวัดฉะเชิงเทรา น้ำในลำคลองมีคุณภาพที่ดีกว่าส่วนที่อยู่ในช่วงต้นและกลาง จึงมีการทำการเกษตรกรรมโดยใช้ลำน้ำจากลำคลอง เช่น การทำสวนมะม่วง การทำนา เป็นต้น นอกจากนี้คลองแสนแสบยังเป็นที่ระบายน้ำจากที่ต่างๆ ไม่ว่าเป็นชุมชนริมฝั่งคลอง ร้านค้า ร้านสรรพสินค้าต่างๆ จนไปถึงระบายน้ำที่เกิดจากภาวะน้ำท่วมในช่วงฤดูฝนอีกด้วย (สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์, 2560)

ความหมายของ “ แสนแสบ ” มีที่มาจากสองเรื่องคือ

1. เป็นคำที่ยืมมาจากภาษาเขมรว่า "แสสาบ" เพราะในอดีตคนไทยเคยเรียกทะเลว่า "เส" หรือ "แส" ส่วน คำว่า "สาบ" เป็นภาษาเขมรแปลว่า "จืด" ซึ่งคำว่า "สาบ" นี้คนไทยยืมมาใช้เรียกทะเลน้ำจืดว่า "ทะเลสาบ" อย่างที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้น "แสสาบ" หรือที่แปลว่าทะเลน้ำจืดอาจถูกนำมาใช้เรียกคลองน้ำจืดอันกว้างและยาวแห่งนี้ แล้วเพี้ยนเสียงกลายมาเป็น "แสนแสบ" ตามกาลเวลา ประกอบกับในช่วงต้นกรุงรัตนโกสินทร์ไทยได้กวาดต้อนเชลยศึกชาวเขมรมาตั้งบ้านเรือนอยู่ที่ย่านบางกะปิจำนวนมาก เชลยศึกชาวเขมรที่ถูกต้อนมาจึงอาจเรียกคลองที่ไหลผ่านแหล่งชุมชนของตนด้วยภาษาเขมร แล้วเพี้ยนมาเป็น "แสนแสบ" ในปัจจุบันนั้นเอง

2. อีกหนึ่งข้อสันนิษฐานหนึ่งได้บอกว่า "แสนแสบ" น่าจะเพี้ยนมาจากคำมลายูว่า "เซนแญูป" แปลว่าเงียบสงบ ซึ่งเป็นคำเรียกขานของชาวมุสลิมที่ถูกกวาดต้อนมาจากหัวเมืองภาคใต้ในสมัยรัชกาลที่ 1 ให้มาอยู่ตามแนวคลอง และเนื่องจากชาวมุสลิมเคยอาศัยอยู่ริมคลองใกล้ทะเลกระแสน้ำแรง เมื่อมาอยู่ริมคลองที่น้ำไหลช้า ค่อนข้างนิ่ง จึงเรียกคลองนี้ว่า "สุไหงแซนแญูบ" (สุไหงแปลว่าคลองหรือแม่น้ำ) ซึ่งแปลว่าคลองที่เงียบสงบจาก "เซนแญูป" จึงเรียกเพี้ยนกันไปเป็น "แสนแสบ" ในปัจจุบัน (สรวงศ์, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 ข้อมูลพื้นฐานของคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

### 2.4.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

คลองแสนแสบเขตหนองจอกตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของกรุงเทพมหานครซึ่งติดกับอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นที่ราบลุ่มซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของที่ราบแม่น้ำบางปะกง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555) พื้นที่คลองแสนแสบ เขตหนองจอก ครอบคลุมพื้นที่ปกครอง 4 แขวง ได้แก่ แขวงกระทุ่มราย แขวงหนองจอก แขวงโคกแฝด แขวงคู้ฝั่งเหนือ มีความกว้างของคลอง ประมาณ 40 – 50 เมตร ความยาวประมาณ 11,000 เมตร
(สำนักงานเขตหนองจอก, 2557)

**ตารางที่ 2.3** จำนวนประชากรในพื้นที่คลองแสนแสบ เขตหนองจอก

| แขวง | จำนวนประชากร (คน) |
|---|---|
| กระทุ่มราย | 37,997 |
| หนองจอก | 20,948 |
| โคกแฝด | 33,579 |
| คู้ฝั่งเหนือ | 17,536 |
| **รวม** | 110,060 |

ที่มา:สำนักงานเขตหนองจอก (2560)

**ตารางที่ 2.4** จำนวนครัวเรือนในพื้นที่คลองแสนแสบ เขตหนองจอก

| แขวง | จำนวนครัวเรือน (หลัง) |
|---|---|
| กระทุ่มราย | 15,165 |
| หนองจอก | 7,506 |
| โคกแฝด | 11,209 |
| คู้ฝั่งเหนือ | 5,893 |
| **รวม** | 39,773 |

ที่มา: สำนักงานเขตหนองจอก (2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 การศึกษายูโทรฟิเคชันในประเทศไทย

ประเทศไทยถือเป็นอีกหนึ่งประเทศที่มีการเกิดยูโทรฟิเคชัน อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลเชิงวิชาการทีตีพิมพ์ผลการเกิดยูโทรฟิเคชันตามแหล่งน้ำต่างๆมากนัก สำหรับข้อมูลการเกิดยูโทรฟิเคชันในประเทศไทยที่พอจะรวบรวมได้ มีดังนี้ แหล่งน้ำนิ่งในภาคเหนือ 2 แหล่ง คือ กว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา และบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ แหล่งน้ำนิ่งในภาคใต้ 1 แหล่ง คือ ทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา และแหล่งน้ำนิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ หนองหาน จังหวัดสกลนคร และการตรวจวัดคุณภาพน้ำนิ่งอื่นๆ เช่น ทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง บึงแก่นนคร บึงโคตร และหนองซองแมว จังหวัดขอนแก่นจากตาราง 2.5 จะแสดงข้อมูลการศึกษาวิจัยที่สามารถรวบรวมได้จากแหล่งต่างๆ สำหรับแหล่งน้ำนิ่งทั้ง 4 แหล่งที่สำคัญของประเทศไทยดังที่กล่าวมา (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

**ตารางที่ 2.5** คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนิ่งที่สำคัญในประเทศไทย

| แหล่งน้ำ | คุณภาพน้ำที่สำคัญ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | DO<br>mg/L | คลอโรฟิลล์ เอ<br>µg/L | ฟอสฟอรัสรวม<br>mg/L | ความโปร่งแสง<br>cm |
| กว๊านพะเยา | 6.3-9.7 | 66.90 | 0.02-0.24 | 41-106 |
| บึงบอระเพ็ด | 7.7 | 13.32 | 0.11 | 47 |
| หนองหาน | 6.6-9.2 | 3.11 | 0.05-0.51 | 2900 |
| ทะเลสาบสงขลา | 3.8 | 150-300 | 0.31-0.78 | - |
| ทะเลน้อย | 2.3-10.6 | 4-127.5 | 0.13-2.64 | - |
| บึงแก่นนคร | 9.82 | 238.6 | 0.20 | 17 |
| บึงโคตร | 10.41 | 81.8 | 0.20 | 31 |
| หนองซองแมว | 11.5 | 90.7 | 0.22 | 40 |

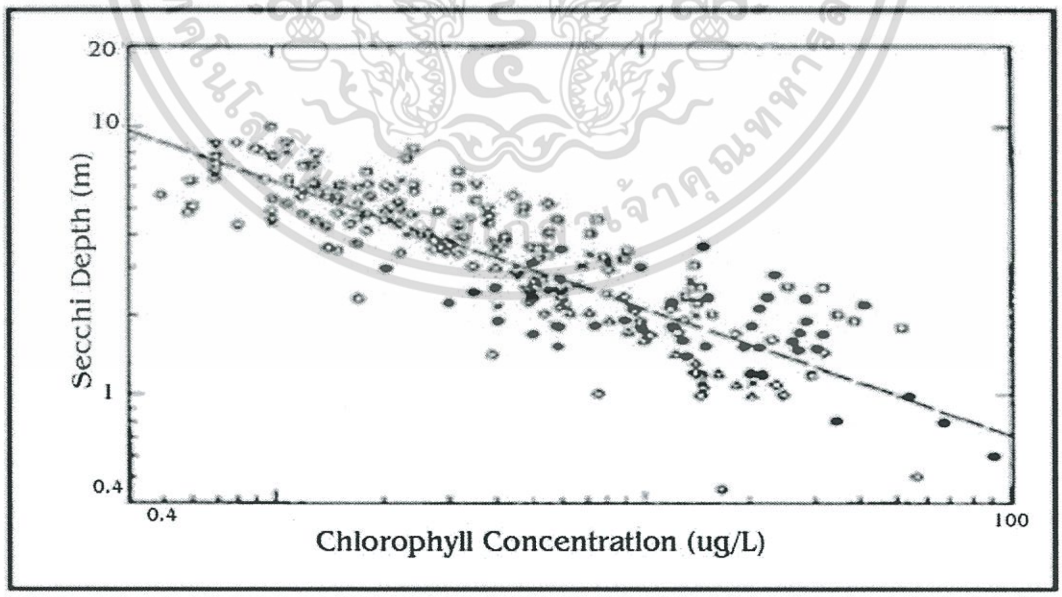
## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jacob Carstensen และคณะ (2006) ศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันที่เดนมาร์กในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมาได้มีมาตรการสำคัญในการลดการปลดปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากเดนมาร์กลง 50% และ 80% ตามลำดับ เป้าหมายของการลดสารอาหารเหล่านี้ปรากฏหลายรูปแบบมาตรการลดลงจะทำได้อย่างเต็มที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลดปล่อยประจุและการลดสารอาหารความเข้มข้นจะเริ่มสังเกตเห็นได้ที่ปากแม่น้ำและช่องแคบเดนมาร์ก ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสได้ลดลง 22% - 57% จากช่วงต้นทศวรรษ 1990 เนื่องจากมีการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียในเขตเมืองและเขตอุตสาหกรรมตามมาตรการการลดแหล่งแพร่กระจายมีขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ การเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของไนโตรเจนบางส่วนอยู่ที่รูปแบบการปล่อยน้ำจืด การตอบสนองต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนในทะเลจะช้ากว่าเมื่อเทียบกับความเข้มข้นที่ลดลงของแม่น้ำเนื่องจากแม่น้ำมีการปลดปล่อยออกมาจากตะกอนดินในแม่น้ำ ความแห้งแล้ง 2 ปีติดต่อกันดูเหมือนจะเป็นกลไกการกระตุ้นให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนลดลง ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาระดับของไนโตรเจนที่ปากอ่าวและน่านน้ำชายฝั่งลดลงถึง 44% เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการปล่อยน้ำจืด เหล่านี้เป็นสัญญาณแรกว่าการฟื้นตัวของสิ่งแวดล้อมที่ชัดที่สุดเกิดขึ้นในบริเวณปากอ่าวและริมชายฝั่งแล้วยังปรากฏอยู่ในน่านน้ำเปิดของช่องแคบแคทีแกต,ช่องแคบซาวด์,ช่องแคบเบลต์ กรณีศึกษานี้เป็นครั้งแรกที่มีการระบุถึงการลดลงของความเข้มข้นของสารอาหารในระดับภูมิภาคที่มีขนาดใหญ่ซึ่งเป็นผลมาจากกลยุทธ์การจัดการที่ใช้งานเพื่อลดสารอาหารจากแหล่งกำเนิดยูโทรฟิเคชันของระบบนิเวศชายฝั่งมาจากสารอาหารที่แพร่กระจาย กับผลกระทบมากมายที่แสดงให้เห็นในการตอบสนองทั้งทางตรงและทางอ้อม แม้ว่าแหล่งที่มาและวิถีของการป้อนสารอาหารเข้าสู่ระบบนิเวศในน้ำ สามารถคาดการณ์ได้แต่ก็เป็นเรื่องยากที่จะทำให้บรรลุการลดลงของสารอาหารในแหล่งต่างๆได้ อย่างไรก็ตามบางระบบนิเวศชายฝั่งก็ประสบกับการลดลงของปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนเป็นหลัก

Sigee (2005) และ Rast and Lee (1978) ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแพลงก์ตอนและความลึกของ ความโปร่งใสของน้ำที่ตรวจวัดด้วย Secchi disc ในแหล่งน้ำหลายร้อยแห่งในประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงในภาพที่ 2.2 พบว่า ความลึกของ Secchi disc มีความสัมพันธ์ทางสถิติเชิงผกผันในรูปของ logarithmic ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของความโปร่งใสของน้ำในกรณีน้ำนิ่งที่สารแขวนลอยในชั้นน้ำ ตกตะกอนสู่ด้านล่าง จะบ่งชี้ถึงปริมาณของแพลงก์ตอนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ ซึ่งแสดงถึงสภาวะของแหล่งน้ำและระดับความรุนแรงของยูโทรฟิเคชัน




**รูปที่ 2.2** กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแพลงก์ตอนและความลึกของความโปร่งใสของน้ำที่ตรวจวัดด้วย Secchi disc ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Rast and Lee,1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิคม และคณะ (2547) ศึกษาสภาวะยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบสงขลาในระหว่างปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ.2546 พบว่า สัดส่วนการเกิดยูโทรฟิเคชันในทะเลหลวงสูงทุกฤดู (มากกว่า 85%) ส่วนในทะเลสาบตอนกลางและทะเลสาบตอนนอกสัดส่วนการเกิดยูโทรฟิเคชั่นเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในฤดูฝนชุก ผลของยูโทรฟิเคชั่นทำให้ค่าออกซิเจนละลายและพีเอชในช่วงกลางวันเพิ่มสูงขึ้น แต่ทำให้ความโปร่งใสของน้ำลดต่ำลง จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า ยูโทรฟิเคชั่นเป็นปัญหาสำคัญของทะเลสาบสงขลา การลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่จะข้าสู่ทะเลสาบสงขลาอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดการเกิดยูโทรฟิเคชั่น

อัศดร (2553) ได้ศึกษาหาแนวทางพัฒนาชุดตรวจสอบยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำจืดอย่างง่าย กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดนครนายก กล่าวว่า ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) เป็นปัญหาที่บ่งชี้ถึงความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำและการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดในประเทศไทย ซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยวิธีการติดตามตรวจสอบยังไม่ได้ศึกษาวิจัยมากนักในการกำหนดและบ่งชี้ระดับความรุนแรง ของยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำ ดังนั้นแนวทางพัฒนาชุดเครื่องมือตรวจสอบสภาวะยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำจืดอย่างง่าย จึงมีความจำเป็นต่อการสนับสนุนและติดตามตรวจสอบปัญหามลพิษในแหล่งน้ำธรรมชาติ การศึกษานี้ได้พัฒนาตัวชี้วัดที่บ่งชี้ถึงสภาวะของแหล่งน้ำจากดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ Oligotrophic, Mesotrophic, Eutrophic และ Hypertrophic โดยได้เลือกแหล่งน้ำที่สำคัญในจังหวัดปทุมธานีและจังหวัดนครนายก จังหวัดละ 25 แห่ง รวมทั้งสิ้น 50 แห่ง เพื่อตรวจวัดและวิเคราะห์ความโปร่งใส ปริมาณคลอโรฟิลด์ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และดัชนีคุณภาพน้ำอื่นๆ เพื่อนำมาพัฒนาตัวชี้วัดที่บ่งชี้ถึงสภาวะของแหล่งน้ำ ผลการศึกษา พบว่า ดัชนีคุณภาพน้ำทั้งหมดที่ตรวจวัด มีความแปรปรวนเชิงพื้นสูง ซึ่งบ่งชี้ถึงสถานะและความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำโดยในภาพรวมแหล่งน้ำในจังหวัดปทุมธานีมีความเสื่อมโทรมและสภาวะยูโทรฟิเคชันสูงกว่าแหล่งน้ำในจังหวัดนครนายก นอกจากนี้ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลด์ซึ่งเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงปริมาณแพลงก์ตอนพืชหรือสภาวะของแหล่งน้ำ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความโปร่งใสของแหล่งน้ำ ($r2=0.52$, $p<0.01$, $n=50$) และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ($r2=0.78$, $p<0.01$, $n=50$) ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อ การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตขั้นปฐมภูมิ โดยพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ มีความเข้มข้นสูงในแหล่งน้ำที่มี ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูง ซึ่งส่งผลให้ความโปร่งใสของแหล่งน้ำลดลง ความสัมพันธ์ดังกล่าว นำไปสู่การพัฒนาสมการพยากรณ์และกราฟแสดงดัชนีชี้วัดสภาวะยูโทรฟิเคชัน ซึ่งเป็นชุดตรวจสอบ ยูโทรฟิเคชันอย่างง่าย สำหรับติดตามตรวจสอบปัญหาแหล่งน้ำในจังหวัดปทุมธานีและจังหวัดนครนายก และสามารถขยายผลการศึกษาเพื่อพัฒนาชุดตรวจสอบยูโทรฟิเคชันสำหรับแหล่งน้ำจืดในประเทศไทย

พงศ์เทพ และกลิ่นสุคนธ์ (2554) ศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง ระหว่าง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึง กันยายน พ.ศ.2552 พบว่าจุดเก็บที่มีแนวการเกิดยูโทรฟิเคชันสูงได้แก่ คลองยาง จุดสูบน้ำประปาเทศบาลนครราชสีมาในอ่างเก็บน้ำลำตะคอง เขื่อนทดน้ำกุดหินบ้านท่ากระสังข์ และเขื่อนทดน้ำกันผมซึ่งเป็นจุดที่ ลำตะคองบรรจบกับลำบริบูรณ์ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำมูลและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำลำตะคอง มีปริมาณสารอาหารไนไตรท์ ไนเตรต และฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าสูงในบริเวณจุดที่ลำน้ำหลักและลำน้ำสาขาไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ พบมีค่าสูงในช่วงเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันยายน พ.ศ. 2552 มีค่าไนไตรท์ อยู่ในช่วง 0.03 - 0.05 mg/l ค่าไนเตรท อยู่ในช่วง 1 – 1.5 mg/l และฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.5 – 0.6 mg/l

คณิน และคณะ (2555) ได้ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในสระมรกต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อศึกษาถึงความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2554 พบแพลงก์ตอนพืช 7 ดิวิชั่น 31 สปีชีส์ จากการใช้โปรแกรม Multivariate Statistical Package ( MVSP ) เวอร์ชั่น 3.1 เพื่อหาชนิดเด่น

การหาค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพกับแพลงก์ตอนพืช พบว่า *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz ) Seenayya & Subba มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความลึกของแหล่งน้ำ และความเป็นกรดด่าง แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิอากาศและน้ำ สำหรับ *Cylindrospermopsis philippinensis* (Taylor) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความลึกของแหล่งน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำ และคลอโรฟิลล์ เอ แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับของแข็งที่ละลายน้ำ ส่วน *Euglena acus* Ehrenberg nach skuja มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเป็นกรดด่าง และปริมาณฟอสเฟสที่ละลายน้ำแต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและ *planktolyngbya contorta* Lemmmermann *planktolyngbya contorta* Lemmmermann มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณ ไนเตรท-ไนโตรเจน ปริมาณฟอสเฟตที่ละลายน้ำ แต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ส่วน *Monoraphidium contortum* (Thuret) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความลึกที่แสงส่องถึง ของแข็งที่ละลายน้ำและ *Cylindrospermopsis philippinensis* (Taylor) เมื่อประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นตาม AARL-PP score ( Appiled Algae Research Labortory Phytoplankton Score ) พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่มีสารอาหารปานกลางถึงสูง และเมื่อประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการ ตาม AARL-PC Score (Appiled Algae Research Labortory Physical and Chemical Properties Score) พบว่าคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดีเมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินสามารถจัดคุณภาพน้ำอยู่ในประเภทที่ 3 สามารถใช้อุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนสามารถนำมาใช้ในการเกษตรได้อีก

ธนาภรณ์ และคณะ (2558) โครงงานพิเศษนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในคลองตะเข้ขบ โดยการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูร้อนมาวิเคราะห์หาลักษณะทางเคมีของน้ำ และทำการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูฝน เพื่อวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ โดยการเก็บตัวอย่าง บริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และท้ายน้ำ โดยใช้ดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันมาเป็นเกณฑ์ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหาร จากผลการทดลองพบว่า ลักษณะน้ำในคลองตะเข้ขบจัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพเสื่อมโทรมมาก ในขณะที่การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารอยู่ในระดับชั้นที่มีความอุดมมบูรณ์มาก (Hypereutrophic) และคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ในระดับชั้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (Mesotrophic) ดังนั้นแหล่งน้ำควรได้รับการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการลดปริมาณสารอาหารทั้งที่มาจากภายนอกและภายในแหล่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

## 3.1 เครื่องมืออุปกรณ์

1. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ภาคสนาม รุ่น sension6 ยี่ห้อ HACH
2. เครื่องวัดภาคสนาม รุ่น HQ40d ยี่ห้อ HACH
3. เครื่องวัดความขุ่น รุ่น HQ40d ยี่ห้อ HACH
4. ชุดเครื่องย่อยสลาย รุ่น KI ยี่ห้อ Gerhardt
5. ชุดเครื่องกลั่นหาแอมโมเนีย รุ่น KI ยี่ห้อ Gerhardt
6. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง รุ่น Newclassic MF ยี่ห้อ Metlertoledo
7. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น UH-5300 ยี่ห้อ Hitachi
8. เตาให้ความร้อน ยี่ห้อ Fisher Hot Plate
9. ชุดเครื่อง centrifuge
10. กระดาษกรอง GF/C
11. ตู้อบสาร ยี่ห้อ Ficher scienctific
12. แผ่นวัดความโปร่งใส
13. ชุดอุปกรณ์ไทเทรต
14. ชุดเครื่องกรองลดความดัน
14. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ สำหรับห้องปฏิบัติการ

## 3.2 สารเคมี

1. น้ำกลั่นปราศจากแอมโมเนีย (Ammonia) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
2. เมธิลเรด (Methy red) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
3. เอธิลแอลกอฮอล์ 95% (Ethyl alcohol; $C_2H_5OH$) เกรด com ผู้ผลิต Erba
4. เมธิลีนบลู (Methyllene blue) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
5. กรดบอริก (Boric acid; $H_3BO_3$) เกรด AR ผู้ผลิต Fisher Apex chemicals
6. โพแทสเซียมซัลเฟต (Potassium Sulfate; $K_2SO_4$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
7. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid; $H_2SO_4$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
8. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper Sulfate; $CuPO_4$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide; NaOH) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
10. โซเดียมไทโอซัลเฟต (Sodium Thiosulfate; $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
11. กรดกลูตามิก (Glutamic acid) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
12. แอนไฮดรัสโพแทสเซียมไนเตรท (anhydrous Potassium nitrate ; $KNO_3$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
13. บลูซีนซัลเฟต (Brucine Sulfate) เกรด AR ผู้ผลิต Acros
14. กรดซัลฟานิลิก (Sulfanilic acid) เกรด AR ผู้ผลิต Fisher
15. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride ; NaCl) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
16. แอนติโมนีโพแทสเซียมทาเทรต (Antimony potassium tartrate ; $KSbO \cdot C_4H_4O_6 \cdot 5H_2O$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
17. แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium molybdate ; $(NH_4)_6MO_7O_{24} \cdot 4H_2O$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
18. กรดแอสคอบิก (Ascorbic Acid) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
19. โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium Di Hydrogen Phosphate ; $KH_2PO_4$)
20. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide ; NaOH) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
21. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid ; HCl) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
22. กรดไนตริก (Nitric acid ; $HNO_3$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
23. แคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride ; $CaCl_2$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
24. เฟอริกคลอไรด์ (Feric Chloride ; $FeCl_2$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba
26. แมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium Sulfate; $MgSO_4$) เกรด AR ผู้ผลิต Carlo Erba

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

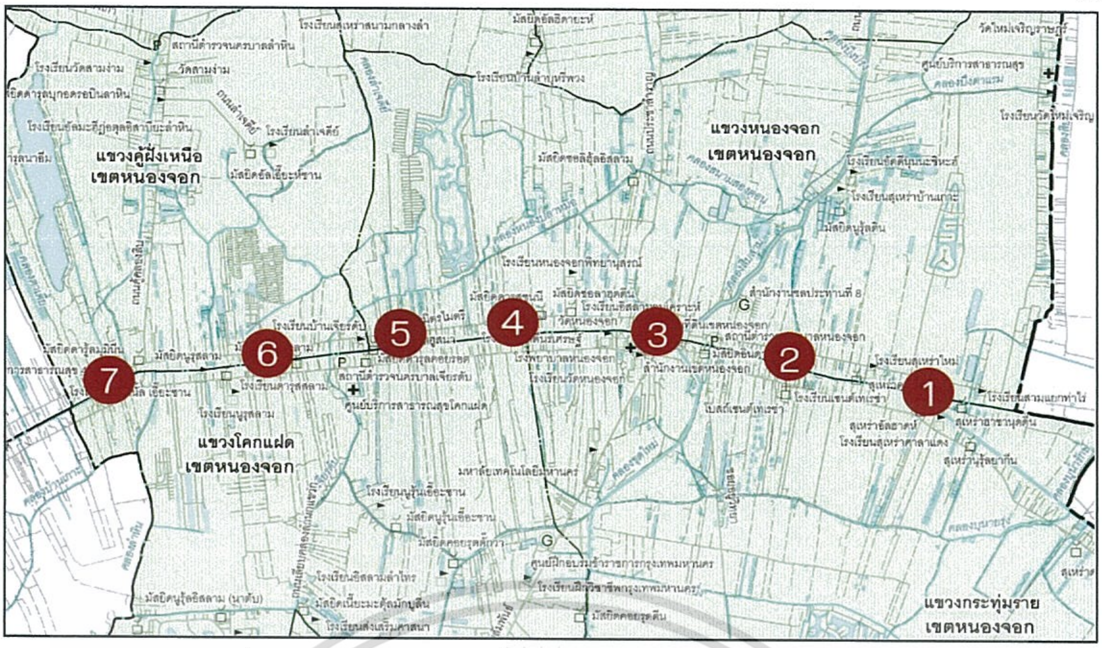
## 3.3 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

สำรวจสภาพโดยทั่วไปของลำคลอง เลือกตำแหน่งเก็บตัวอย่าง 7 จุด เพื่อเป็นตัวแทนของลำคลอง โดยใช้กิจกรรมบริเวณริมคลองเป็นเกณฑ์ในการเลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำ แสดงดังตาราง 3.1 และรูปที่ 3.1

**ตาราง 3.1** จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

| จุดเก็บที่ | สถานที่ | พิกัดทางภูมิศาสตร์ |
|---|---|---|
| 1 | โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 13°50'58.9"N 100°53'48.9"E |
| 2 | สถานีสูบน้ำเขตหนองจอก | 13°51'18.5"N 100°52'22.7"E |
| 3 | ตลาดหนองจอก | 13°51'26.3"N 100°51'48.0"E |
| 4 | มัสยิดอัลฮุดา | 13°51'28.3"N 100°51'24.5"E |
| 5 | หมู่บ้านนันทวัน 10 | 13°51'21.4"N 100°50'01.5"E |
| 6 | มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 13°51'17.1"N 100°49'23.4"E |
| 7 | วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 13°51'03.9"N 100°48'08.9"E |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.1** จุดเก็บตัวอย่างน้ำในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

จากจุดเก็บตัวอย่างทิศทางการไหลของน้ำจะแบ่งออกเป็นสองส่วน เนื่องจากตรงจุดเก็บที่ 2 คือสถานีสูบน้ำหนองจอก มีเขื่อนกั้นกลางคลองเป็นสถานีสูบน้ำเพื่อรักษาระดับของน้ำ โดยส่วนที่ 1 ได้แก่ จุดเก็บที่ 2 สถานีสูบน้ำหนองจอก และจุดเก็บที่ 1 โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง ทิศทางของน้ำจะไหลไปทางทิศตะวันออก และส่วนที่ 2 ได้แก่ จุดเก็บที่ 3-7 คือตลาดหนองจอก มัสยิดอัลฮุดา หมู่บ้านนันทวัน 10 มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) และวัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม ตามลำดับ ทิศทางของน้ำจะไหลไปทางทิศตะวันตก

**ตาราง 3.2** กิจกรรมบริเวณคลองแสนแสบ

| จุดเก็บ | สถานที่ | กิจกรรม |
|---|---|---|
| 1 | โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | โรงเรียน , โรงเชือดสัตว์ปลีก , ลำน้ำสาขามีการทำการเกษตรหนาแน่น |
| 2 | สถานีสูบน้ำ | ชุมชนบ้านเรือนไม่หนาแน่น |
| 3 | ตลาดหนองจอก | ชุมชนตลาด , ลำน้ำสาขามีการทำการเกษตร |
| 4 | มัสยิดอัลฮุดา | ห้างสรรพสินค้า, โรงพยาบาล , มัสยิด |
| 5 | หมู่บ้านนันทวัน 10 | หมู่บ้านจัดสรร, โรงผสมคอนกรีต |
| 6 | มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | โรงเรียน, มัสยิด, ลำน้ำสาขามีการทำการเกษตร |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.4 การเก็บตัวอย่างน้ำ

ในการเก็บตัวอย่างน้ำจะใช้วิธีแบบจ้วง (grab sampling) ที่กึ่งกลางความลึกของลำน้ำ ใส่ขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน โดยเก็บตัวอย่างน้ำครั้งละ 5.6 ลิตร

## 3.5 การดำเนินการวิจัย

### การศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน

ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน เดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน โดยเก็บจำนวน 5 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันประมาณ 15 วัน โดยมีพารามิเตอร์ภาคสนามที่ตรวจวัด ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ การนำไฟฟ้า (EC) ความเค็ม (Salinity) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ความโปร่งแสง (SD) ความลึก และอัตราการไหลของน้ำ  พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณเจลดาห์ลไนโตรเจน (TKN)  ไนเตรต-ไนโตรเจน ($NO_3$-N) ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (TP) ในรูปออร์โธฟอสเฟต ($PO_4$-P) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ  และบีโอดี (BOD) ดังรูปที่ 3.2 และตารางที่ 3.3 ที่แสดงวิธีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์

**รูปที่ 3.2** การศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฎการณ์ยูโทรฟิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.3** พารามิเตอร์ และวิธีที่วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

| พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ | หน่วย | วิธีการวิเคราะห์/เครื่องมือวิเคราะห์ |
|---|---|---|
| ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) | mg/l | DO meter |
| อุณหภูมิน้ำ,อุณหภูมิอากาศ | °C | Thermometer |
| การนำไฟฟ้า (EC) | µs/cm | Conductivity-meter |
| ความเค็ม (Salinity) | % | Conductivity-meter |
| ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) | mg/l | Conductivity-meter |
| ความโปร่งแสง (SD) | m | Secchi disc |
| ปริมาณเจลดาห์ลไนโตรเจน (TKN) | mg/l | วิธีเจลดาห์ล ( Total Kjeldahl Method ) |
| ไนเตรต-ไนโตรเจน ($NO_3$-N) | mg/l | วิธีบลูซีน ( Brucine Method ) |
| ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (TP) | mg/l | ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก และหาปริมาณออร์โธฟอสเฟต ด้วยวิธี ascorbic acid method |
| คลอโรฟิลล์ เอ | µg/l | Trichromatic method |
| บีโอดี (BOD) | mg/l | 5 – Days BOD Test |

แหล่งที่มา: APHA, AWWA and WPCF, 1992

## 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาทำการศึกษาความสัมพันธ์ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ เพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง ทำการคำนวณหาค่าระดับสารอาหาร เพื่อกำหนดสภาวะระดับของยูโทรฟิเคชันตลอดลำน้ำคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

## 4.1 การประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารตามคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ในการศึกษาคุณภาพน้ำในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 7 จุด ได้แก่ โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง สถานีสูบน้ำหนองจอก ตลาดหนองจอก มัสยิดอัลฮุดา หมู่บ้านนันทวัน10 มูลนิธิดารุสลาม (หนองจอก) และวัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม ในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 พารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และบีโอดี (อ้างอิงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน) ผลดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพ พบว่า ระดับความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.77 เมตร ซึ่งมีความลึกค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนมาก ส่วนอุณหภูมิน้ำมีค่าเฉลี่ย 27.55°C ไม่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศ (29.32°C) จึงเป็นไปตามธรรมชาติ ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 412.4 µs/cm พบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงเกิน 300 µs/cm แสดงให้เห็นว่า แหล่งน้ำอาจมีการปนเปื้อนน้ำเสีย มีปริมาณสารอนินทรีย์ละลายในน้ำ (ชาญณรงค์, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดที่พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงถึง 232.12 mg/l โดยปกติสารแขวนลอยในน้ำไม่ควรเกิน 25 mg/l (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) ทั้งนี้ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเกิดจากอนุภาคสารแขวนลอยทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็กๆที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เนื่องจากมีการเก็บน้ำในช่วงฤดูฝน น้ำฝนได้ชะล้างสารอินทรีย์จากผิวหน้าดินลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีปริมาณสูง สำหรับค่าความเค็มมีค่าอยู่ในระดับน้ำกร่อย (brackish) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.202 % โดยปกติแหล่งน้ำกร่อยวัดความเค็มได้ตั้งแต่ 0.05-0.5 % ส่วนค่าความขุ่น พบว่ามีค่าเฉลี่ย 58.32 NTU เกิดจากการปนเปื้อนสารแขวนลอย ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำ ทั้งนี้เมื่อแสงส่องลงไปกระทบกับสารปนเปื้อนดังกล่าว สารกลุ่มนี้สามารถให้แสงบางส่วนส่องผ่านได้ แต่เกิดการหักเหกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบ และแสงบางส่วนถูกดูดซับเอาไว้ จึงทำให้มองเห็นเป็นความขุ่น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความโปร่งแสงที่พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 เมตร โดยอาจเกิดจากการที่น้ำถูกปั่นกวนเนื่องจากฝนตก จึงทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนต่างๆ

จากการศึกษาลักษณะทางเคมีของน้ำ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.11 ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้มีค่าในช่วง 6-8 (นันทวัน, 2539) ขณะที่ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.97 mg/l โดยทุกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในค่ามาตรฐาน (ไม่ต่ำกว่า 2.0 mg/l) โดยค่าเฉลี่ยที่วัดได้จัดอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม สำหรับปริมาณสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช ได้แก่ ฟอสฟอรัสในรูปต่างๆ ปริมาณไนโตรเจนในรูปต่างๆ พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.04 mg/l ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานแหล่งน้ำที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดไว้ไม่เกิน 0.03 mg/l (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) การที่ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าสูง เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดสารอาหารอาหารจากหลายแหล่ง เช่น ผงซักฟอก กิจกรรมต่างๆ ของชุมชนบริเวณโดยรอบ และมาจากปุ๋ย จากกิจกรรมการเกษตร ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมีความสอดคล้องกับปริมาณ เจลดาห์ลไนโตรเจนที่มีค่าเฉลี่ย 2.03 mg/l อีกทั้งยังสอดคล้องกับปริมาณไนเทรตไนโตรเจนที่มีค่าเฉลี่ย 0.34 mg/l ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5 mg/l ปริมาณไนเทรตไนโตรเจนอาจมาจากการที่ชุมชนใช้คลองเป็นที่รองรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมในครัวเรือน ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 2.42 mg/l สำหรับบีโอดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.55 mg/l ทุกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำ ค่าบีโอดีสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด โดยประเภทที่ 4 กำหนดเกณฑ์ไม่เกิน 4.0 mg/l จึงจัดอยู่ในสภาพเสื่อมโทรมมาก จากการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีของคลองแสนแสบ เขตหนองจอก สามารถจัดได้ว่าแหล่งน้ำอยู่ในประเภทที่ 4 ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน และจัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความเสื่อมโทรมมากตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.1** คุณภาพน้ำทางกายภาพ

| พารามิเตอร์ | หน่วย | จุดเก็บตัวอย่างน้ำของคลองแสนแสบ เขตหนองจอก | | | | | | | | | เกณฑ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | จุดที่1 | จุดที่2 | จุดที่3 | จุดที่4 | จุดที่5 | จุดที่6 | จุดที่7 | ช่วงข้อมูล | ค่าเฉลี่ยรวม | |
| ความลึกของน้ำ | m | 2.47 | 2.91 | 2.56 | 2.86 | 2.78 | 2.93 | 2.85 | 2.0-4.0 | 2.77 | - |
| อุณหภูมิน้ำ | °C | 27.8 | 27.5 | 27.72 | 27.7 | 27.5 | 27.1 | 27.8 | 25.0-30.0 | 27.55 | - |
| อุณหภูมิอากาศ | °C | 29.04 | 29.36 | 29.32 | 29 | 29.5 | 29 | 30.04 | 23.0-31.0 | 29.32 | - |
| การนำไฟฟ้า | μs/cm | 232.6 | 307 | 426.4 | 439.4 | 456.4 | 447.2 | 438 | 282.0-409.0 | 412.4 | - |
| ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด | mg/l | 181.51 | 155.49 | 208.12 | 214.12 | 214.82 | 227.3 | 226.28 | 138.2-277.1 | 232.11 | - |
| ความเค็ม | % | 0.17 | 0.15 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.12-0.25 | 0.202 | - |
| ความขุ่น | NTU | 77.5 | 43.66 | 61.96 | 58.86 | 57.68 | 54.84 | 53.74 | 25.6-19.0 | 58.32 | - |
| ความโปร่งแสง | m | 0.19 | 0.26 | 0.21 | 0.24 | 0.22 | 0.21 | 0.23 | 0.15-0.36 | 0.22 | - |

**หมายเหตุ:** - หมายถึง ไม่มีการจัดเกณฑ์คุณภาพน้ำ

**ตารางที่ 4.2** คุณภาพน้ำทางเคมี

| พารามิเตอร์ | หน่วย | จุดเก็บตัวอย่างน้ำของคลองแสนแสบ เขตหนองจอก | | | | | | | | | เกณฑ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | จุดที่1 | จุดที่2 | จุดที่3 | จุดที่4 | จุดที่5 | จุดที่6 | จุดที่7 | ช่วงข้อมูล | ค่าเฉลี่ยรวม | |
| ความเป็นกรด-ด่าง | - | 7.21 | 7.08 | 7.19 | 7.12 | 7.14 | 6.98 | 7.04 | 6.74-7.75 | 7.11 | - |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด | µg/l | 48.21 | 27.13 | 30.15 | 31.57 | 45.49 | 51.20 | 31.53 | 2.30-106.97 | 37.90 | - |
| เจลดาห์ลไนโตรเจน | µg/l | 2090 | 1456 | 2417 | 1717 | 2333 | 1857 | 2137 | 0-4200 | 2001 | - |
| ไนเทรตไนโตรเจน | µg/l | 506 | 314 | 327 | 286 | 265 | 280 | 381 | 134-763 | 337 | - |
| ไนโตรเจนทั้งหมด | µg/l | 2596 | 1770 | 2744 | 2002 | 2598 | 2138 | 2518 | 270-4500 | 2338 | - |
| ออกซิเจนละลายน้ำ | mg/l | 4.14 | 4.3 | 3.91 | 4.4 | 3.85 | 3.45 | 3.74 | 2.61-6.19 | 3.97 | ประเภทที่ 4 |
| บีโอดี | mg/l | 8.99 | 9.34 | 7.64 | 10.53 | 8.42 | 7.59 | 7.33 | 4.16-12.54 | 8.55 | ประเภทที่ 5 |

**หมายเหตุ:** - หมายถึง ไม่มีการจัดเกณฑ์คุณภาพน้ำ

### 4.2 การจัดระดับชั้นของสารอาหารในแหล่งน้ำ

ในงานวิจัยนี้ใช้ดัชนีชี้วัดของคาร์ลสัน (Carlson's Index) และเกณฑ์ของ Organization for Economic Cooperation and Development หรือ O.E.C.D. (1982) เป็นดังตารางที่ 4.4 ตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.1 – 4.3

โดยดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันใช้พารามิเตอร์ ความโปร่งแสง ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และเกณฑ์ของ O.E.C.D ใช้พารามิเตอร์ ความโปร่งแสง ปริมาณ ฟอสฟอรัสทั้งหมดและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

การคำนวณโดยใช้ดัชนีชี้วัดของคาร์ลสัน (Carlson's Index) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$TSI(SD) = 60 - 14.41 \ln(SD)$$

$$TSI(Chl\text{-}a) = 9.81 \ln(Chl\text{-}a) + 30.6$$

$$TSI(TP) = 14.42 \ln(TP) + 4.15$$

โดยที่ SD = ความลึกของความโปร่งแสง (m)

Chl-a = ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (µg/l)

TP = ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (µg/l)

**ตารางที่ 4.3** ดัชนีชี้วัดสถานะความอุดมสมบูรณ์ของคาร์ลสัน

| **ระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์** | $TSI_{TP}$, $TSI_{TN}$ และ $TSI_{Chl\text{-}a}$ |
|---|---|
| Oligotrophic | ต่ำกว่า 40 |
| Mesotrophic | อยู่ระหว่าง 40 – 50 |
| Eutrophic | อยู่ระหว่าง 50-70 |
| Hypereutrophic | สูงกว่า 70 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารโดยใช้ดัชนีชี้วัดของคาร์ลสัน (Carlson's Index) แสดงดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** เปรียบเทียบระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารโดยใช้ดัชนีชี้วัดของคาร์ลสัน

| **จุดเก็บ** | **ดัชนีชี้วัดคาร์ลสัน** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $TSI_{SD}$ (m) | **สถานะ** | $TSI_{TP}$ (μg/l) | **สถานะ** | $TSI_{chl-a}$ (μg/l) | **สถานะ** |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 83.77 | Hypertrophic | 54.72 | Eutrophic | 54.24 | Eutrophic |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 79.83 | Hypertrophic | 47.04 | Mesotrophic | 54.62 | Eutrophic |
| ตลาดหนองจอก | 82.83 | Hypertrophic | 45.99 | Mesotrophic | 54.9 | Eutrophic |
| มัสยิดอัลฮุดา | 81.07 | Hypertrophic | 46.03 | Mesotrophic | 54.64 | Eutrophic |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 82.12 | Hypertrophic | 58.35 | Eutrophic | 54.68 | Eutrophic |
| มูลนิธิดารุสลามหนองจอก | 82.7 | Hypertrophic | 58.92 | Eutrophic | 54.58 | Eutrophic |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 81.39 | Hypertrophic | 53.75 | Eutrophic | 54.31 | Eutrophic |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเกณฑ์การแบ่งระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำโดยใช้เกณฑ์ของ O.E.C.D. (1982) เป็นดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** เกณฑ์การแบ่งระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำใช้เกณฑ์ของ O.E.C.D.

| **ระดับสถานะความอุดมสมบูรณ์** | **ปริมาณ TP (μg/l)** | **ปริมาณ TN (μg/l)** | **ค่าความโปร่งแสง (m)** |
|---|---|---|---|
| Oligotrophic | ต่ำกว่า 15 | ต่ำกว่า 400 | มากกว่า 3.96 |
| Mesotrophic | อยู่ระหว่าง 15-25 | อยู่ระหว่าง 401-600 | อยู่ระหว่าง 2.44-3.96 |
| Eutrophic | อยู่ระหว่าง 25-100 | อยู่ระหว่าง 601-1,500 | อยู่ระหว่าง 0.91-2.44 |
| Hypereutrophic | สูงกว่า 100 | สูงกว่า 1,500 | สูงกว่า 0.91 |

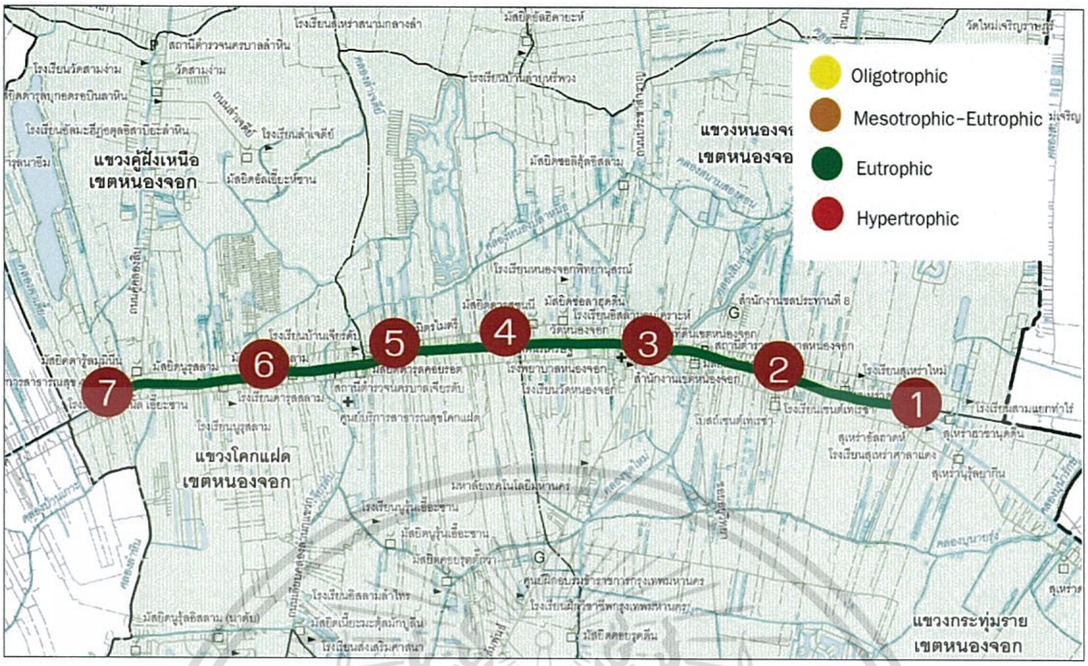
จากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารโดยใช้เกณฑ์ของ O.E.C.D. แสดงดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

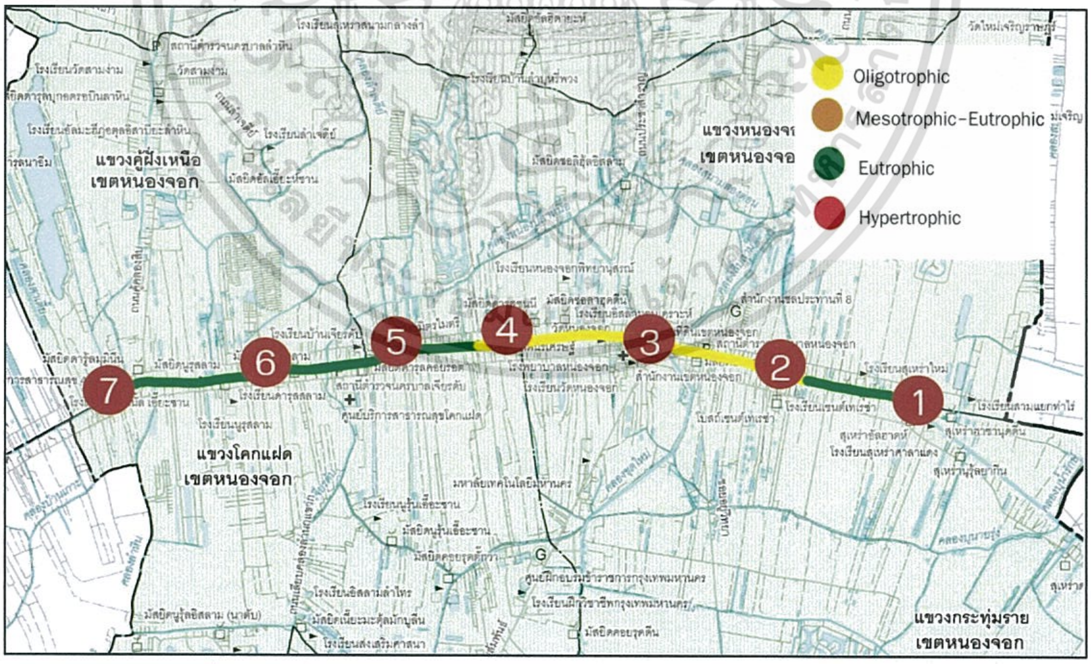
**ตารางที่ 4.6** ตารางเปรียบเทียบระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารโดยใช้เกณฑ์ของ O.E.C.D

| จุดเก็บ | เกณฑ์ O.E.C.D | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความโปร่งแสง (m) | สถานะ | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (μg/l) | สถานะ | ไนโตรเจนทั้งหมด (μg/l) | สถานะ |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 0.19 | Hypertrophic | 48.21 | Eutrophic | 2596 | Hypertrophic |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 0.26 | Hypertrophic | 27.13 | Eutrophic | 1770 | Hypertrophic |
| ตลาดหนองจอก | 0.21 | Hypertrophic | 23.56 | Eutrophic | 2746 | Hypertrophic |
| มัสยิดอัลฮุดา | 0.24 | Hypertrophic | 28.2 | Eutrophic | 2002 | Hypertrophic |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 0.22 | Hypertrophic | 5.49 | Eutrophic | 2598 | Hypertrophic |
| มูลนิธิดารุสสลามหนองจอก | 0.21 | Hypertrophic | 52.39 | Eutrophic | 2138 | Hypertrophic |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 0.23 | Hypertrophic | 31.53 | Eutrophic | 2518 | Hypertrophic |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

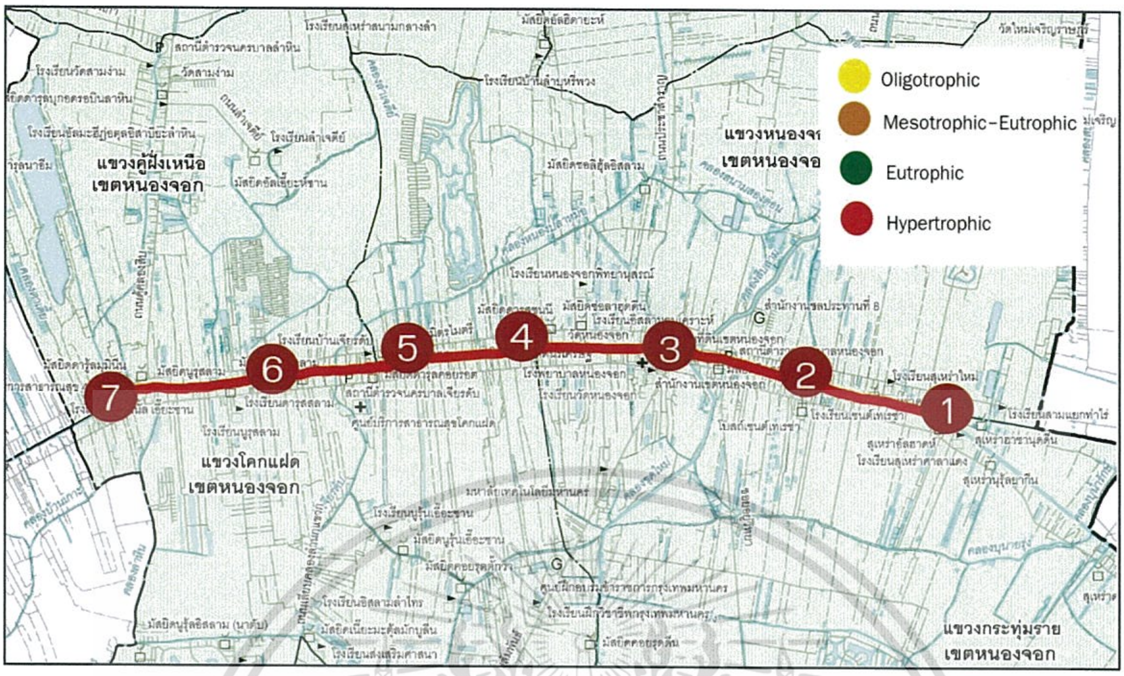



**รูปที่ 4.1** ระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในคลองแสนแสบตามดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันโดยพิจารณาจากปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และเกณฑ์ O.E.C.D โดยพิจารณาจากปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด




**รูปที่ 4.2** ระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในคลองแสนแสบตามดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันโดยพิจารณาจากปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.3** ระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในคลองแสนแสบตามดัชนีชี้วัดของคาร์ลสัน โดยพิจารณาความโปร่งแสง และเกณฑ์ O.E.C.D โดยพิจารณาความโปร่งแสงและปริมาณไนโตรเจนทั้งมด

เมื่อพิจารณาระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารโดยใช้เกณฑ์ดัชนีชี้วัดคาร์ลสันและเกณฑ์ของ O.E.C.D พบว่า คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีระดับสารอาหารอยู่ในเกณฑ์ Eutrophic-Hypertrophic ทั้งนี้ ช่วงที่เก็บตัวอย่างน้ำในเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายนเป็นฤดูฝน น้ำฝนจะไหลผ่านผิวหน้าดินชะล้างสารอาหาร ขยะ และปุ๋ยจากการเกษตรจากพื้นที่โดยรอบลงสู่แหล่งน้ำ รวมถึงสารอาหารภายในแหล่งน้ำที่มาจากการย่อยสลายของดินตะกอน

เมื่อพิจรณาจากคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ควบคู่กับการพิจรณาระดับสารอาหารพบว่า จุดเก็บที่ 1 (โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง) จุดเก็บที่ 3 (ตลาดหนองจอก) และจุดเก็บที่ 7 (วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม) มีแนวโน้มในการเกิดยูโทรฟิเคชันมากที่สุด เป็นจุดที่ต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากจุดนี้มีกิจกรรมต่างๆที่ส่งผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชันได้ คือ มีลำน้ำสาขาที่มีการทำการเกษตรไหลมาบรรจบกันที่จุดนี้ มีกิจกรรมจากชุมชน น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ ดังนั้นควรได้รับการป้องกันและแก้ไขโดยการให้ความรูปและประชาสัมพันธ์แก่คนฝนชุมชน ลดการปล่อยน้ำเสีย และติดตามคุณภาพน้ำตามความเหมาะสมและจากการพิจารณาอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมด (TN/TP ratio) พบว่า มีค่ามากกว่า 22 (การคำนวณดังภาคผนวก ตารางที่ ข-16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาแนวโน้มการเกิดยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ 2560 ได้ทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางกายภาพและทางเคมีตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และสามารถกำหนดประเภทแหล่งน้ำตามการใช้ประโยชน์ พบว่าคลองแสนแสบ เขตหนองจอก จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เพราะว่าค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5-9 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ไม่น้อยกว่า 2 mg/l ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าน้อยกว่า 5 mg/l แต่ค่าบีโอดีนั้นเกิน 4 mg/l เนื่องจากเราทำการศึกษาในช่วงฤดูฝนเป็นไปได้ว่าน้ำฝนได้ชะล้างเอาสิ่งสกปรก เศษซากสิ่งมีชีวิตลงมาในลำคลองซึ่งทำให้จุลินทรีย์มีความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายมากกว่าปกติ และจากการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหาร ตามดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันและเกณฑ์ชี้วัดของ O.E.C.D โดยทำการศึกษาจากพารามิเตอร์ได้แก่ ความโปร่งแสง ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ พบว่าความโปร่งแสง อยู่ในช่วง 0.15-0.36 m ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 270-4500 µg/l ซึ่งจัดอยู่ในระดับชั้น Hypertrophic หรืออยู่ในระดับชั้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารมาก ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อยู่ในช่วง 2.30-106.97 µg/l และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ อยู่ในช่วง 10.50-12.73 µg/l ซึ่งจัดอยู่ในระดับชั้น Eutrophic หรือจัดอยู่ในระดับที่มีสารอาหารมากรองลงมาจาก Hypertrophic ในการศึกษาตามดัชนีชี้วัดของคาร์ลสันและเกณฑ์ชี้วัดของ O.E.C.D พบว่าค่าความโปร่งแสงเป็นค่าที่สามารถตรวจสอบสภาวะการเกิดยูโทรฟิเคชันได้ง่ายที่สุด

จากการศึกษาพบว่า จุดเก็บที่ 1 โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง จุดเก็บที่ 3 ตลาดหนองจอก จุดเก็บที่ 7 วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม มีแนวโน้มในการเกิดยูโทรฟิเคชันมากที่สุด เป็นจุดที่ต้องเฝ้าระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากจุดนี้มีกิจกรรมต่างๆที่ส่งผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชันได้ คือ มีลำน้ำสาขาที่มีการทำการเกษตรไหลมาบรรจบที่จุดนี้ ตลอดริมฝั่งคลองมีชุมชนหนาแน่น น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์น้ำเสียจากชุมชนในตลาด ดังนั้นควรที่จะได้รับการป้องกันและแก้ไขดังนี้

1. การให้ความรู้และประชาสัมพันธ์แก่คนในชุมชน คนในชุมชนยังขาดความรู้ความเข้าใจและขาดความตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำ

2. การลดการปล่อยธาตุอาหารลงสู่แหล่งน้ำ เช่น ควรมีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียจากชุมชน และควรมีการวิจัยเพื่อหาแนวทางหรือวิธีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนของธาตุอาหารในปริมาณมากให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ฤดูกาลละ 1 ครั้งหรือ 3 เดือน 1 ครั้ง เพื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ออกซิเจนที่ละลายน้ำ คลอโรฟิลล์ เอ พีเอช และแพลงก์ตอนพืชซึ่งจะต้องดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบในห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานเพื่อการได้มาของข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ เพื่อเป็นประโยชน์แก่การเฝ้าระวังการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการประเมินสารอาหารในลำคลองควรทำการเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมทุกฤดูกาลหรืออย่างน้อยเป็นระยะเวลา 1 ปี

2. ควรมีการเก็บตัวอย่างดินตะกอน เพื่อใช้ประเมินการปลดปล่อยสารอาหารเข้าสู่ระบบใหม่โดยเฉพาะฟอสฟอรัส

3. ควรมีการจำแนกแพลงก์ตอนพืช ในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

4. ควรมีการวิเคราะห์ค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม เพื่อประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดินทั่วไป ( WQI )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


กรมควบคุมมลพิษ. 2552. **พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535** ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.

กรมควบคุมมลพิษ. 2554. **เอกสารประกอบการสัมมนาทบทวนการกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดินแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ และ พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย. 2544. **ปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเค็มที่เกี่ยวข้องกับความเค็มหน่วยต่างๆ** แหล่งที่มา http://Kasetfusion.lnws.com/article/8/การวัดคุณภาพน้ำกับความเค็มน้ำ

**ข้อมูลพื้นฐานของคลองแสนแสบ เขตหนองจอก.** แหล่งที่มา: สำนักงานเขตหนองจอก, 16 ตุลาคม 2560

คณิณ และคณะ. 2555. **"การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในสระมรกต."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. **เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. ราชกิจจานุเบกษา.** ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 6 ง วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537. (ความเป็นมาของคลองแสนแสบ). แหล่งที่มา http://nwnt.prd.go.th/nnt_th/klongseansab/, 31 สิงหาคม 2560.

ชาญณรงค์ แก้วเล็ก. **2532 สหสัมพันธ์ของสารอาหารบางชนิดและการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง.** ค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การสอบชีววิทยา) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นันทนา คชเสนี. 2544. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด.** พิมพ์ครั้งที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

นิคม ละอองศิริวงศ์ และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2547. **สภาวะยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบสงขลา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: 140.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พงศ์เทพ สุวรรณวารี และ กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์. 2554. **แนวโน้มการเกิดและแนวทางป้องกันปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา.** นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2551. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ภัททิรา เกษมศิริ และ วิภาวี ไทเมืองพล. 2558. **สถานภาพของแหล่งน้ำ บริเวณกระชังเลี้ยงปลานิลของแม่น้ำชีตอนกลาง.** สาขาวิชาการประมง ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. **สมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง.** ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมงกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 37-43, กรุงเทพมหานคร.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2548. **สาหร่ายน้ำจืดในภาคเหนือของประเทศไทย.** โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย : 359

วิไลลักษณ์ กิจจนะพานิช. 2540. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่

สุวัจน์ ธัญรส. 2557. **"มลพิษทางทะเลและชายฝั่ง."** สงขลา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

อัศดร คำเมือง. 2553. **แนวทางพัฒนาชุดตรวจสอบยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำจืดอย่างง่าย:** กรณีศึกษาจังหวัดปทุมธานีและจังหวัดนครนายก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันบัณฑิตบริหารศาสตร์.

APHA. AWWA. And WFF. 2005. **Standard Method for the Examination of water and wastewater.** 21st ed. Woshington, DC: American Public Health Association.

Carlson, R.E. and J. Simpson. 1996. **A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods.** North American Lake Management Society. Pp. 96

De-Pauw, N.and Naessens, F. E. 1991. **Nutrient- induced competition between species of marine diatoms.** Hydrobiological Bulletin 25: 23-28.

Folrida Lakewatch. 2000. **Abbeginneer;s guide to water Management-Nutrients.** University of Florida, Florida

Harper, D. 1992. **Eutrophication of freshwater: Principles problems and resroration.** Chapman of Han, London. Pp. 327

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jacob Carstensen. 2006. **Coastal eutrophication and trend reversal: A Danish case study.** , American Society of Limnology and Oceanography, Inc.

Lee, G.F., Jones-Lee, A. and Rast, W. 1995. **Secci Depth as water Qulity Parameter.** Report of G. Fred Lee & Assosociates, Eaccro, CA

**Ministry of the Environment,** Government of Japan 2002. Teachnology Transfer Manual on Measures against Lake Eutrophication.

Nixon, S.W., Ammenman, J.W., Atkinson, L.P., Berounsky, V.M., Billen, G., Boicourt, W.C., Boynton, W.R., Church, T.M., Di Toro, D.M., Elmgren, R., Garber, J.H., Giblin, A.E., Jahnke, R.A., Owens, N.J.P., Pilson, M.E.G. and Seitzinger, S.P. 1996. **The fate of nitrogen and phosphate at the land-sea margin of the North Atlantic Ocean.** Biogeochemistry. 35: 141-180.

OSPAR, 1999. แหล่งที่มา http://www.ospar.org/eng/html/sap/eutstrat.htm

10 กันยายน 2560

**Organisation for Economic Cooperation and Development (O.E.C.D),** 1982

Eutrophication of water, Monitoring, Assement and Control. OECD, Paris.

Redfield, A. C.1963. **The biological control of chemical factors in the environment.** American Scientist 46: 205-221.

Sigee, D.C. 2005. **Freshwater microbiology.** John Wiley & Sons Ltd., England. Pp. 524.

Winter mans J.F.G.M. and De mots A. 1965. **Spectrophotometric**

**characteristics of chlorophyll a and b and their phaeophytins in ethand.** Biochimica Acta, 109: 448-453.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

# วิธีการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.การวิเคราะห์หาปริมาณทีเคเอ็นไนโตรเจน ( TKN )

### 1.1) การทดลอง

**1.1.1)** เตรียมตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดเจลดาห์ล

**1.1.2)** เติมสารละลายย่อยสลาย ( Digestion reagent ) 50 มิลลิลิตร เขย่าขวด เจลดาห์ลเพื่อให้สารผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำไปย่อยบนเตาย่อยสลาย

**1.1.3)** การย่อยสลาย ( Digestion ) นำไปต้มให้เหลือปริมาตรประมาณ 10-20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

**1.1.4)** นำมาเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

**1.1.5)** เติมสารละลาย $NaOH\text{-}Na_2S_2O_3$ จำนวน 50 มิลลิลิตร ห้ามเขย่าขวด จากนั้นนำไปต่อเข้ากับเครื่องกลั่น ให้สารที่กลั่นออกมาจุ่มอยู่ให้สารละลายกรดบอริก 50 มิลลิลิตร ที่เติมอินดิเคเตอร์ผสมแล้ว 1-2 หยด

**1.1.6)** นำส่วนที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.02 นอร์มัล เมื่อถึงจุดยุติจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงอ่อน

**1.1.7)** ทำแบลงค์เพื่อหาปริมาณไนโตรเจนในน้ำกลั่น โดยทำทุกขั้นตอนเช่นเดียวกับการหาในตัวอย่าง

### 1.2) การคำนวณ

$$\text{TKN ( mg-N/L )} = \frac{(A-B)\times 280}{V}$$

A = ปริมาตรกรดซัลฟิวริกที่ใช้กับตัวอย่างน้ำ ( mL )

B = ปริมาตรกรดซัลฟิวริกที่ใช้กับแบลงค์ ( mL )

V = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ ( mL )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรตไนโตรเจน ด้วยวิธีบลูซีน

### 2.1) การทดลอง

**2.1.1)** เตรียมกราฟมาตรฐาน โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานไนเตรท ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 1,2,3,4 และ 5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร เติมน้ำกลั่นในแต่ละขวดมีปริมาตรครบ 10 มิลลิลิตร ซึ่งแต่ละขวดจะมีความเข้มข้น 2,4,6,8 และ 10 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และทำแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร

**2.1.2)** ปิเปตตัวอย่างน้ำมา 10 มิลลิลิตร นำหลอดตัวอย่างน้ำ แบลงค์ สารละลายมาตรฐานที่จัดเตรียมไว้มาเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 2 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนในหลอดทดลองทุกหลอดให้เข้ากัน

**2.1.3)** นำทุกหลอดมาแช่ในน้ำเย็นจัด เติมซัลฟิวริก 4+1 จำนวน 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ให้เย็น เติม 0.5 มิลลิลิตร ของสารละลายบลูซีน-กรดซัลฟานิลิก เขย่าให้เข้ากัน นำหลอดใส่เครื่องอังน้ำที่มีอุณหภูมิ 95° C เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นจึงนำไปแช่ในน้ำเย็น จนอุณหภูมิของหลอดทดลองเท่ากับอุณหภูมิห้อง

**2.1.4)** นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นเป็นไมโครกรัมกับค่าการดูดกลืนแสง โดยหักค่าแบลงค์ออกจากตัวอย่างน้ำลสารละลายมาตรฐานที่อ่านได้

### 2.2) การคำนวณ

$$\text{ไนเตรทไนโตรเจน ( mg-N/L )} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากกราฟในหน่วยไมโครกรัม}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ } (mL)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

### 3.1) การทดลอง

**3.1.1)** ใส่ตัวอย่างน้ำ 25 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร และกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

**3.1.2)** นำไปย่อยสลายในตู้ดูดควันจนปริมาตรตัวอย่างน้ำเหลือเพียง 1 มิลลิลิตร

**3.1.3)** ทำให้เย็นจนเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ใส่ฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 N จนได้สีชมพูอ่อน ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

**3.1.4)** นำไปวิเคราะห์หาปริมาณออร์โธฟอสเฟต

<u>การหาปริมาณออร์โธฟอสเฟตด้วยวิธีแอสคอบิกแอซิด</u>

**3.1.5)** ปิเปตสารละลายในข้อ 3.1.3) มา 30 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมฟีนอล์ฟทาลีน 1 หยด ถ้าได้สีแดงให้เติมกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัลทีละหยด จนสีแดงหายไป

**3.1.6)** เติมน้ำยารวม 8.0 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

**3.1.7)** เตรียมกราฟมาตรฐาน โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตมา 0,2,6,10,16,24 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยารวม 8.0 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นให้ถึงขีด เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายฟอสเฟตที่มีความเข้มข้น 0,5,15,25,40,60 ไมโครกรัม นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงเช่นเดียวกับ แบลงค์และตัวอย่างน้ำ

**3.1.8)** วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 880 นาโนเมตร

### 3.2) การคำนวณ

$$\text{ฟอสเฟต ( mg-P/L )} = \frac{\text{ค่าที่ได้จากกราฟในหน่วยไมโครกรัม}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ } (mL)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4. การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

### 4.1) การทดลอง

4.1.1) รวมตัวอย่างสาหร่ายโดยการปั่นเหวี่ยง หรือการกรอง

4.1.2) นำกระดาษกรองมาบดใน tissue grinder หรือตัดเป็นชิ้นเล็กๆ เก็บใส่ในหลอดฝาเกลียว แล้วเติม 90% acetone ประมาณ 10 มิลลิลิตร เก็บในที่มืด อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน

4.1.3) นำสารละลายในหลอดเกลียวไปปั่นเหวี่ยง ที่ 4000-5000 rpm ประมาณ 10 นาที เก็บสารละลายส่วนใส ปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร ด้วย acetone

4.1.4) นำไปวัดค่าการดูกลืนแสง โดย spectrophotometer ที่ 664, 647, 630 และ 750 nm โดยใช้acetone บริสุทธิ์เป็นแบลงค์

### 4.2) การคำนวณ

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ 664, 647 และ 630 nm ลบด้วยค่า OD ที่ 750 nm

Chlorophyll a (mg/L) = 11.85E664-1.54E647- 0.08E630

Chlorophyll b (mg/L) = 21.03E647-5.43E664- 2.66E630

Chlorophyll c (mg/L) = 24.52E630-1.67E664- 7.60E647

$$\text{mg Chlorophyll} / m^3 = \frac{C \times v}{V \times 10}$$

v = ปริมาตร acetone ที่ใช้ในการสกัด (ml)

V = ปริมาตรน้ำที่กรอง (L)

C = ปริมาณ Ca, Cb และ Cc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. การวิเคราะห์หาค่าบีโอดีด้วยวิธี 5-day BOD Test

### 5.1) การทดลอง

**5.1.1)** น้ำที่ใช้ในการเจือจาง ชุดควบคุม ( Blank set )

- บรรจุน้ำที่ใช้ในการเจือจางลงขวดบีโอดี 2 ขวด ให้เต็มขวดด้วยวิธีการลักน้ำ และให้ไหลรินลงตามคอขวด ไม่ให้มีฟองอากาศตกค้างในขวด แล้วปิดจุกแก้ว

- ทำการวัดค่าดีโอและอุณหภูมิ ขวดที่ 1 ทันที เป็นค่า $DO_0$ และ $T_0$

- ขวดที่ 2 นำไปบ่มที่ 20° C เป็นเวลา 5 วัน แล้ววัดค่าดีโอเป็น $DO_5$

**5.1.2)** สารละลายมาตรฐานกลูโคสและกรดกลูตามิก

- ใช้วิธีการเจือจางแบบปิเปตโดยตรง ปิเปตสารละลายกลูโคสและกรดกลูตามิก มา 6 ml ลงขวดบีโอดี และเติมน้ำที่ใช้สำหรับการเจือจางลงไปจำนวน 3 ขวด ระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศภายใน เช่นเดียวกับการบรรจุน้ำที่ใช้เจือจาง

- คว่ำ สลับหงายขวดให้เป็นสารละลายเนื้อเดียวกันทั่วทั้งขวด เติมน้ำที่ใช้สำหรับการเจือจางหล่อไว้ที่จุกแก้วด้วย

- วัดค่าดีโอขวดที่ 1 ทันทีเป็นค่า $DO_0$

- ขวดที่ 2 และ 3 นำไปบ่มที่ 20° C เป็นเวลา 5 วัน

- คำนวณหาค่าบีโอดีของสารละลายกลูโคสและกลูตามิก

**5.1.3)** ตัวอย่างน้ำ

กรณีเจือจางน้ำตัวอย่าง ทำการทดลอง 3 ชุดของความเข้มข้น คือ เจือจาง 10% 20% และ 50%

- เติมน้ำที่ใช้สำหรับการเจือจางลงในกระบอกตวงขนาด 1 L ด้วยวิธีกาลักน้ำลงประมาณ 500 ml ปิเปตตัวอย่างน้ำปริมาตร 20.0 ml 50.0 ml และ 100 ml ทั้งหมด 3 ชุดโดยจุ่มปลายปิเปตลงใต้ผิวน้ำ

- ใส่สารอาหาร ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ เฟอริกคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์บัพเฟอร์ฟอสเฟส

- ทำการเติมน้ำสำหรับการเจือจางให้ไหลรินตามข้างกระบอกตวงจนถึง 1 l

- ใช้แท่งแก้วคนขึ้นลงเบาๆ ให้เป็นสารละลายเนื้อเดียวกันแล้วเทลงขวดบีโอดีให้ไหลลงตามคอขวดจนเต็ม และไม่มีฟองอากาศเลย เมื่อปิดจุกต้องมีน้ำหล่อค้างอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5.2) การคำนวณ**

ไม่เติมหัวเชื้อ

$$BOD = \frac{D1-D2}{P}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

# ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลทดลองการศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองแสนแสบ เขตหนองจอก

**ตารางที่ ข-1** ความลึกของน้ำ

| จุดที่เก็บ | ความลึกของน้ำ (m) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 2.65 | 2.50 | 2.50 | 2.70 | 2.00 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 4.00 | 3.90 | 3.90 | 4.00 | 3.75 |
| ตลาดหนองจอก | 2.60 | 2.80 | 2.50 | 2.80 | 2.10 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 3.00 | 2.80 | 3.00 | 3.00 | 2.50 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 2.90 | 2.80 | 2.70 | 3.00 | 2.50 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 2.95 | 3.05 | 3.00 | 3.05 | 2.60 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 2.85 | 3.00 | 2.90 | 3.00 | 2.50 |

**ตารางที่ ข-2** ความสามารถในการส่องผ่านของแสง

| จุดที่เก็บ | ความสามารถในการส่องผ่านของแสง (m) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 0.15 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.20 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 0.26 | 0.28 | 0.21 | 0.23 | 0.36 |
| ตลาดหนองจอก | 0.21 | 0.22 | 0.17 | 0.22 | 0.22 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 0.20 | 0.20 | 0.21 | 0.26 | 0.32 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 0.18 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.25 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 0.25 | 0.24 | 0.18 | 0.20 | 0.23 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 0.23 | 0.23 | 0.26 | 0.19 | 0.23 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข-3** ความขุ่น

| จุดที่เก็บ | ความขุ่น (NTU) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 31.50 | 82.80 | 119.00 | 85.50 | 68.70 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 43.00 | 57.10 | 50.70 | 41.90 | 25.60 |
| ตลาดหนองจอก | 88.00 | 56.70 | 74.60 | 56.40 | 34.10 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 75.00 | 53.70 | 69.40 | 56.60 | 39.60 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 67.00 | 48.10 | 65.40 | 58.70 | 49.22 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 51.00 | 53.40 | 61.00 | 64.10 | 44.70 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 59.00 | 45.90 | 50.20 | 67.00 | 46.6 |

**ตารางที่ ข-4** อัตราการไหลของน้ำ

| จุดที่เก็บ | อัตราการไหลของน้ำ (m/min) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 1.40 | 3.43 | 8.00 | 10.60 | 5.00 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 2.25 | 1.09 | 0.52 | 0.66 | 0.00 |
| ตลาดหนองจอก | 11.40 | 2.33 | 13.33 | 14.40 | 3.75 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 13.65 | 5.50 | 3.25 | 7.50 | 5.00 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 8.96 | 8.72 | 8.73 | 16.00 | 0.22 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 10.00 | 3.06 | 9.23 | 13.33 | 0.20 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 20.00 | 17.14 | 12.00 | 17.40 | 0.22 |

**ตารางที่ ข-5** ความเป็นกรด-ด่าง

| จุดที่เก็บ | ค่าพีเอช | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 7.16 | 7.10 | 7.23 | 7.70 | 6.87 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 7.23 | 7.05 | 7.16 | 7.14 | 6.83 |
| ตลาดหนองจอก | 7.14 | 7.16 | 7.15 | 7.75 | 6.74 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 7.09 | 7.09 | 7.08 | 7.58 | 6.74 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 7.00 | 7.09 | 7.06 | 7.68 | 6.87 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 7.04 | 6.98 | 7.07 | 7.06 | 6.74 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 7.07 | 7.05 | 7.10 | 7.17 | 6.83 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข-6** อุณหภูมิน้ำ

| จุดที่เก็บ | อุณหภูมิน้ำ (°C) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 26.0 | 29.0 | 26.5 | 29.0 | 25.0 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 26.0 | 28.0 | 26.0 | 28.0 | 28.0 |
| ตลาดหนองจอก | 26.0 | 28.5 | 27.0 | 29.5 | 28.0 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 27.0 | 28.0 | 30.0 | 26.0 | 28.5 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 26.0 | 27.5 | 29.0 | 27.5 | 27.0 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 26.0 | 28.0 | 30.0 | 26.5 | 27.0 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 26.0 | 30.0 | 30.0 | 27.0 | 28.0 |

**ตารางที่ ข-7** อุณหภูมิอากาศ

| จุดที่เก็บ | อุณหภูมิอากาศ (°C) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 30.0 | 29.5 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 29.0 | 24.0 | 27.0 | 29.5 | 29.0 |
| ตลาดหนองจอก | 28.0 | 23.0 | 27.0 | 30.9 | 29.0 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 27.0 | 23.0 | 31.0 | 27.0 | 29.0 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 29.0 | 23.0 | 31.0 | 28.5 | 29.0 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 29.0 | 23.0 | 31.0 | 27.0 | 28.5 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 29.0 | 26.0 | 31.0 | 28.0 | 31.0 |

**ตารางที่ ข-8** ออกซิเจนที่ละลายน้ำ

| จุดที่เก็บ | ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 3.96 | 3.72 | 4.64 | 3.49 | 4.90 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 2.61 | 3.45 | 6.19 | 4.46 | 4.80 |
| ตลาดหนองจอก | 4.09 | 3.12 | 3.11 | 4.54 | 4.70 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 5.13 | 3.68 | 4.05 | 4.01 | 5.10 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 5.54 | 2.64 | 2.98 | 3.01 | 5.10 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 3.39 | 2.84 | 3.09 | 3.26 | 4.70 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 3.51 | 3.59 | 3.05 | 3.36 | 5.20 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข-9** บีโอดี

| จุดที่เก็บ | ออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | - | - | 8.43 | 8.69 | 9.86 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | - | - | 8.81 | 8.46 | 10.74 |
| ตลาดหนองจอก | - | - | 4.16 | 6.82 | 11.94 |
| มัสยิดอัลฮุดา | - | - | 10.23 | 9.09 | 12.26 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | - | - | 5.51 | 7.20 | 12.54 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | - | - | 4.97 | 7.44 | 10.35 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | - | - | 4.91 | 6.62 | 10.45 |

**หมายเหตุ:** - หมายถึง ไม่มีผลบีโอดีเนื่องจากเกิดข้อผิดพลาด

**ตารางที่ ข-10** ค่าการนำไฟฟ้า

| จุดที่เก็บ | การนำไฟฟ้า (μs/cm) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 407 | 403 | 378 | 388 | 287 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 330 | 287 | 323 | 313 | 282 |
| ตลาดหนองจอก | 419 | 483 | 425 | 407 | 398 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 468 | 469 | 435 | 418 | 407 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 512 | 480 | 448 | 409 | 433 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 521 | 498 | 481 | 394 | 342 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 521 | 500 | 500 | 308 | 361 |

**ตารางที่ ข-11** ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

| จุดที่เก็บ | ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (mg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 196.3 | 194.1 | 181.9 | 186.1 | 149.1 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 158.1 | 138.2 | 154.7 | 150.0 | 180.5 |
| ตลาดหนองจอก | 201.8 | 233.0 | 205.1 | 195.7 | 205.0 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 226.0 | 227.0 | 209.9 | 201.2 | 210.0 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 247.0 | 232.0 | 215.5 | 197.0 | 277.1 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 252.0 | 241.0 | 232.0 | 189.5 | 218.9 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 251.0 | 242.0 | 242.0 | 182.5 | 231.0 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข-12** ความเค็ม

| จุดที่เก็บ | ความเค็ม (เปอร์เซ็นต์) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.12 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 0.16 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.14 |
| ตลาดหนองจอก | 0.20 | 0.23 | 0.20 | 0.19 | 0.20 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 0.22 | 0.22 | 0.21 | 0.20 | 0.20 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 0.25 | 0.23 | 0.21 | 0.20 | 0.21 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 0.25 | 0.24 | 0.23 | 0.19 | 0.17 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 0.25 | 0.24 | 0.24 | 0.18 | 0.18 |

**ตารางที่ ข-13** ทีเคเอ็น

| จุดที่เก็บ | ทีเคเอ็น (µg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 2333 | 3080 | 4060 | 980 | 0 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 1400 | 1400 | 2100 | 1960 | 420 |
| ตลาดหนองจอก | 1587 | 2800 | 4200 | 1820 | 1680 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 747 | 1820 | 2520 | 1820 | 1680 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 2427 | 1960 | 2800 | 3080 | 1400 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 2707 | 1680 | 2940 | 560 | 1400 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 2987 | 2520 | 2520 | 1260 | 1400 |

**ตารางที่ ข-14** ไนเตรตไนโตรเจน

| จุดที่เก็บ | ไนเตรทไนโตรเจน (µg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 672 | 640 | 440 | 504 | 273 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 149 | 538 | 291 | 383 | 210 |
| ตลาดหนองจอก | 166 | 397 | 149 | 419 | 505 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 378 | 227 | 209 | 362 | 254 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 152 | 227 | 247 | 344 | 354 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 141 | 189 | 198 | 531 | 342 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 134 | 200 | 422 | 763 | 388 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข-15** ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

| จุดที่เก็บ | ไนโตรเจนทั้งหมด (µg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 3010 | 3720 | 4500 | 1480 | 270 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 1550 | 1940 | 2390 | 2340 | 630 |
| ตลาดหนองจอก | 1750 | 3200 | 4350 | 2240 | 2190 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 1120 | 2050 | 2730 | 2180 | 1930 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 2580 | 2190 | 3050 | 3420 | 1750 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 2850 | 1870 | 3140 | 1090 | 1740 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 3120 | 2720 | 2940 | 2020 | 1790 |
| ค่าเฉลี่ย | 2283 | 2527 | 3300 | 2110 | 1471 |

**ตารางที่ ข-16** ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

| จุดที่เก็บ | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (µg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 33.33 | 4.70 | 99.95 | 56.00 | 47.06 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 39.30 | 4.70 | 37.66 | 44.72 | 9.25 |
| ตลาดหนองจอก | 26.37 | 4.70 | 12.36 | 28.31 | 46.07 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 16.42 | 2.30 | 22.09 | 59.08 | 41.09 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 56.22 | 36.83 | 25.01 | 68.31 | 41.09 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 106.97 | 41.63 | 19.17 | 59.08 | 35.12 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 35.32 | 30.12 | 37.66 | 30.36 | 24.18 |
| ค่าเฉลี่ย | 44.85 | 17.86 | 36.27 | 49.41 | 34.84 |
| TN/TP ratio | 50.90 | 141.49 | 90.98 | 42.70 | 42.22 |

**ตารางที่ ข-17** คลอโรฟิลล์ เอ

| จุดที่เก็บ | คลอโรฟิลล์ เอ (µg/l) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 |
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 10.743 | 11.470 | 11.440 | 11.510 | 10.558 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 10.822 | 11.775 | 11.561 | 11.379 | 11.769 |
| ตลาดหนองจอก | 10.496 | 11.467 | 11.184 | 11.388 | 15.594 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 11.407 | 10.924 | 11.445 | 11.812 | 12.456 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 11.126 | 11.425 | 11.525 | 11.463 | 12.729 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 11.482 | 11.408 | 11.698 | 11.474 | 11.571 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 10.681 | 10.998 | 11.489 | 11.437 | 11.448 |

เอกสารนี้ได้รับการจัดเก็บไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค

# มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ประเภทคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน**

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพรบ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินโดยได้แบ่งประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

**ตารางที่ ค-1** ประเภทของมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

| **การกำหนดประเภทแหล่งน้ำผิวดิน** | |
|---|---|
| **ประเภทแหล่งน้ำ** | **การใช้ประโยชน์** |
| ประเภทที่ 1 | ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ<br>(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน<br>(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน<br>(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ |
| ประเภทที่ 2 | ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ<br>(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน<br>(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ<br>(3) การประมง<br>(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ |
| ประเภทที่ 3 | ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ<br>(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน<br>(2) การเกษตร |
| ประเภทที่ 4 | ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ<br>(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน<br>(2) การอุตสาหกรรม |

กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า ดังตารางที่ ค-1

หมายเหตุ : 1/กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ (ต่อ) : 2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ’อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย ต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่าง ต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

Standard Methods for Examination of Water and Wastewater

ซึ่ง APHA : American Public Health Association ,AWWA : American Water Works Association และ WPCF : Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค-2** มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

| ดัชนีคุณภาพน้ำ[1/] | หน่วย | ค่าทางสถิติ | เกณฑ์กำหนดสูงสุด[2/]ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ ประเภท | | | | | วิธีการตรวจสอบ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1.สี กลิ่นและรส (Colour,Odour and Taste) | - | - | ธ | ธ' | ธ' | ธ' | - | - |
| 2.อุณหภูมิ (Temperature) | $^{\circ}$ซ | - | ธ | ธ' | ธ' | ธ' | - | เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) วัดขณะทำการเก็บตัวอย่าง |
| 3.ความเป็นกรดและด่าง (pH) | - | - | ธ | 5-9 | 5-9 | 5-9 | - | เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH meter)ตามวิธีหาค่าแบบ Electrometric |
| 4.ออกซิเจนละลาย (DO)2/ | มก./ล. | P20 | ธ | 6.0 | 4.0 | 2.0 | - | Azide Modification |
| 5.บีโอดี (BOD) | มก./ล. | P80 | ธ | 1.5 | 2.0 | 4.0 | - | Azide Modificationที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน |
| 6.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) | เอ็ม.พี.เอ็น /100 มล. | P80 | ธ | 5,000 | 20,000 | - | - | Multiple Tube Fermentation Technique |
| 7.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bateria) | เอ็ม.พี.เอ็น /100 มล. | P80 | ธ | 1,000 | 4,000 | - | - | Multiple Tube Fermentation Technique |
| 8.ไนเตรต (NO3) ในหน่วยไนโตรเจน | มก./ล. | - | ธ | 5.0 | | | - | Cadmium Reduction |
| 9.แอมโมเนีย (NH3)ในหน่วยไนโตรเจน | มก./ล. | - | ธ | 0.5 | | | - | Distillation Nesslerization |
| 10.ฟีนอล (Phenols) | มก./ล. | - | ธ | 0.005 | | | - | Distillation,4-Amino antipyrene |
| 11.ทองแดง (Cu) | มก./ล. | - | ธ | 0.1 | | | - | Atomic Absorption - Direct Aspiration |
| 12.นิคเกิล (Ni ) | มก./ล. | - | ธ | 0.1 | | | - | Atomic Absorption - Direct Aspiration |
| 13.แมงกานีส (Mn) | มก./ล. | - | ธ | 1.0 | | | - | Atomic Absorption - Direct Aspiration |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 14.สังกะสี (Zn) | มก./ล. | - | ธ | 1.0 | - | Atomic Absorption - Direct Aspiration |
| 15.แคดเมียม (Cd) | มก./ล. | - | ธ | 0.005*<br>0.05** | - | Atomic Absorption - Direct Aspiration |
| 16.โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent) | มก./ล. | - | ธ | 0.05 | - | Atomic Absorption - Direct Aspiration |
| 17.ตะกั่ว (Pb) | มก./ล. | - | ธ | 0.05 | - | Atomic Absorption - Direct Aspiration |
| 18.ปรอททั้งหมด (Total Hg) | มก./ล. | - | ธ | 0.002 | - | Atomic Absorption-Cold Vapour Technique |
| 19.สารหนู (As) | มก./ล. | - | ธ | 0.01 | - | Atomic Absorption - Direct Aspiration |
| 20.ไซยาไนด์ (Cyanide) | มก./ล. | - | ธ | 0.005 | - | Pyridine-Barbituric Acid |
| 21.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)<br>-ค่ารังสีแอลฟา(Alpha)<br>-ค่ารังสีเบตา(Beta) | เบคเคอเรล/ล. | - | ธ | 0.1<br>1.0 | - | Low Background Proportional Counter |
| 22.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิด ที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides) | มก./ล. | - | ธ | 0.05 | - | Gas-Chromatography |
| 23.ดีดีที (DDT) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | 1.0 | - | Gas-Chromatography |
| 24.บีเอชซีชนิดแอลฟ่า (Alpha-BHC) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | 0.02 | - | Gas-Chromatography |
| 25.ดิลดริน (Dieldrin) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | 0.1 | - | Gas-Chromatography |
| 26.อัลดริน (Aldrin) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | 0.1 | - | Gas-Chromatography |
| 27.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlorepoxide) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | 0.2 | - | Gas-Chromatography |
| 28.เอนดริน (Endrin) | ไมโครกรัม/ล. | - | ธ | ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด | - | Gas-Chromatography |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ง

# การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ง-1** การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ

| ค่าที่ต้องการวิเคราะห์ | วิธีการเก็บรักษา | ระยะเวลาที่ยอมให้เก็บ |
|---|---|---|
| บีโอดี | แช่เย็นที่ 4°C | 6 ชั่วโมง (2 วัน) |
| เจลดาห์ลไนโตรเจน | เติม $H_2SO_4$ ให้ pH < 2 , เก็บ 4 °C | 7 วัน (28 วัน) |
| ไนเตรทไนโตรเจน | เติม $H_2SO_4$ ให้ pH < 2 , เก็บ 4 °C | 2 วัน (2 วัน) |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด | เติม $H_2SO_4$ ให้ pH < 2 , เก็บ 4 °C | 24 ชั่วโมง (24 ชั่วโมง) |
| คลอโรฟิลล์ เอ | ใช้กระดาษฟอยล์ห่อ ไม่ให้โดนแสง และแช่เย็นที่4°C | - |

*คาที่อยูในวงเล็บเปนคาที่ยอมใหเก็บไดนานที่สุดจาก Proposed Rules , EPA , Federal Register 44; no 244 , Dec 18,1979 [6] Standard Methods for the Examination of water and wastewater, 16ed., APHA, AWWA, and [7] WPCF, 1985. 7 Recommended Standard Methods for Water and Wastewater Analysis, The Office of the National Environment Board, 1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก จ

# การประกันคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การประกันคุณภาพ

1. การวิเคราะห์ไนเทรตไนโตรเจน

**ตารางที่ จ-1** ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l) ครั้งที่ 4

| จุดที่เก็บ | ไนเตรทไนโตรเจน (mg/l) ครั้งที่ 4 |
|---|---|
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 0.504 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 0.383 |
| ตลาดหนองจอก | 0.419 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 0.362 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 0.344 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 0.531 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 0.763 |

การวิเคราะห์ค่าความถูกต้อง ของผลการทดลอง โดยหา %Recovery ด้วยการเติมสารที่ทราบค่าลงตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ (Spike sample)

$$\%Recovery = \frac{(\text{ความเข้มข้นของ } Spike\ sample - \text{ความเข้มข้นของตัวอย่างเริ่มต้น})\ x\ 100}{\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เติมลงไป}}$$

เกณฑ์การยอมรับ : 90-110%

**จุดเก็บที่** 1 โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง

$$\%Recovery = \frac{(0.603 - 0.504)\ x\ 100}{0.1} = 99\ \%$$

**จุดเก็บที่** 2 สถานีสูบน้ำหนองจอก

$$\%Recovery = \frac{(0.491 - 0.383)\ x\ 100}{0.1} = 108\ \%$$

**จุดเก็บที่** 3 ตลาดหนองจอก

$$\%Recovery = \frac{(0.521 - 0.419)\ x\ 100}{0.1} = 102\ \%$$

**จุดเก็บที่** 4 มัสยิดอัลฮุดา

$$\%Recovery = \frac{(0.470 - 0.362)\ x\ 100}{0.1} = 108\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**จุดเก็บที่** 5 หมู่บ้านนันทวัน 10

$$\%Recovery = \frac{(0.438 - 0.344)\ x\ 100}{0.1} = 94\ \%$$

**จุดเก็บที่** 6 มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก)

$$\%Recovery = \frac{(0.626 - 0.531)\ x\ 100}{0.1} = 95\ \%$$

**จุดเก็บที่** 7 วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม

$$\%Recovery = \frac{(0.871 - 0.763)\ x\ 100}{0.1} = 108\ \%$$

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด

**ตารางที่ จ-2** ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/l) ครั้งที่ 4

| จุดที่เก็บ | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/l) ครั้งที่ 4 |
|---|---|
| โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง | 0.056 |
| สถานีสูบน้ำหนองจอก | 0.045 |
| ตลาดหนองจอก | 0.028 |
| มัสยิดอัลฮุดา | 0.059 |
| หมู่บ้านนันทวัน 10 | 0.068 |
| มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก) | 0.059 |
| วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม | 0.030 |

การวิเคราะห์ค่าความถูกต้อง ของผลการทดลอง โดยหา %Recovery ด้วยการเติมสารที่ทราบค่าลงตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ (Spike sample)

$$\%Recovery = \frac{(\text{ความเข้มข้นของ } Spike\ sample - \text{ความเข้มข้นของตัวอย่างเริ่มต้น})\ x\ 100}{\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เติมลงไป}}$$

เกณฑ์การยอมรับ : 90-110%

**จุดเก็บที่** 1 โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง

$$\%Recovery = \frac{(0.108 - 0.504)\ x\ 100}{0.05} = 104\ \%$$

**จุดเก็บที่** 2 สถานีสูบน้ำหนองจอก

$$\%Recovery = \frac{(0.095 - 0.045)\ x\ 100}{0.05} = 101\ \%$$

**จุดเก็บที่** 3 ตลาดหนองจอก

$$\%Recovery = \frac{(0.074 - 0.028)\ x\ 100}{0.05} = 93.2\ \%$$

**จุดเก็บที่** 4 มัสยิดอัลฮุดา

$$\%Recovery = \frac{(0.112 - 0.059)\ x\ 100}{0.05} = 106\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**จุดเก็บที่ 5** หมู่บ้านนันทวัน 10

$$\%\text{Recovery} = \frac{(0.123 - 0.068)\ x\ 100}{0.05} = 110\ \%$$

**จุดเก็บที่ 6** มูลนิธิดารุสสลาม(หนองจอก)

$$\%\text{Recovery} = \frac{(0.104 - 0.059)\ x\ 100}{0.05} = 90\ \%$$

**จุดเก็บที่ 7** วัดทรัพย์สโมสรนิกรเกษม

$$\%\text{Recovery} = \frac{(0.078 - 0.030)\ x\ 100}{0.05} = 96.2\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้