จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เงินอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน

รายงานผลการวิจัย

ผลการจัดการการใช้ที่ดินที่มีต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ : กรณีศึกษาหนองหาร จังหวัดสกลนคร

โดย

นายธีรพล ค้งคะเกตุ
นายลือชัย ครุธน้อย

พ
วล 15
010106

ตุลาคม 2541

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เงินอุดหนุนงบประมาณแผ่นดิน

รายงานผลการวิจัย

ผลการจัดการการใช้ที่ดินที่มีต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ : กรณีศึกษาหนองหาร จังหวัดสกลนคร

โดย

นายธีรพล คังคะเกตุ

นายลือชัย ครุธน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตุลาคม 2541

27 ก.ย. 2543

I18966214

ชื่อโครงการวิจัย	ผลการจัดการการใช้ที่ดินที่มีต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ : กรณีศึกษา หนองหาร จังหวัดสกลนคร
ชื่อผู้วิจัย	นายธีรพล คังคะเกตุ นายลือชัย ครุธน้อย
เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ	ตุลาคม 2541

บทคัดย่อ

หนองหารเป็นทะเลสาบน้ำจืดตามธรรมชาติที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในภาคอีสาน หนองหารตั้งอยู่ในเขตเทศบาลเมืองจังหวัดสกลนคร มีขนาดพื้นที่ผิวน้ำเฉลี่ย 120 ตารางกิโลเมตร มีความลึกเฉลี่ย 1.3 เมตร ความจุเฉลี่ย 200 ล้านลูกบาศก์เมตร หนองหารเป็นแหล่งน้ำดิบสำคัญสำหรับการทำประปาของเทศบาลเมืองสกลนคร สุขาภิบาลท่าแร่ รวมทั้งเป็นแหล่งน้ำชลประทานให้กับหมู่บ้านที่อยู่โดยรอบ การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของหนองหาร คือ การแพร่กระจายของพืชน้ำและการตื้นเขินขึ้นของหนองหาร ซึ่งเป็นผลมาจากการระบายสารอาหาร และดินตะกอนลงสู่หนองหารในอัตราเร่งอันเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์บนพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหาร แหล่งกำเนิดมลภาวะบนพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารมีอยู่ 2 แหล่ง จำแนกเป็นแหล่งกำเนิดแบบถาวร และแหล่งกำเนิดแบบกระจายโดยธรรมชาติหนองหารมีลักษณะเป็นแหล่งน้ำที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงต่อการกลายสภาพเป็นหนองน้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำและเป็นแผ่นดินในที่สุด เนื่องจากเป็นทะเลสาบที่ตื้น (ความลึกน้อยกว่า 10 เมตร) และมีอัตราส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำต่อพื้นที่ผิวน้ำค่อนข้างสูง (14:1 ถึง 17:1) ดังนั้นถ้าขาดการจัดการกับแหล่งกำเนิดมลภาวะบนพื้นที่ลุ่มน้ำอย่างเหมาะสมและถูกต้อง ก็อาจส่งผลให้เกิดอัตราเร่งต่อกระบวนการแปรสภาพตามธรรมชาติ และอาจทำให้ต้องสูญเสียหนองหารในฐานะแหล่งน้ำดิบสำคัญไปได้ในที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abstract

Nong Han is the largest natural lake located in the Northeastern of Thailand, within the Sakon-Nakon municipality area. Nong Han surface area is approximately 120 $km.^2$, depth is around 1.3 m. and, its capacity is about $200x10^6$ m^3. Nong Han serves as major water resource for domestic uses, agricultural uses and also acts as receiving water body (receives wastes mainly in the from of wastewater and run-off fore the watershed). The source of pollution could be classified as point source (domestic wastewater from municipality) and diffuse source (CSO, urban run-off, agricultural run-off etc). There are many types of pollutants found in wastewater and run-off such as organic matter (biodegradable), nutrients, solids and pathogens, etc. Among These pollutants, only nutrients and sediments are two major pollutants responsible for the spread of aquatic weeds over Nong Han and the increase in shallowness (decrease in water depth) which will lead to the acceleration of the aging process, the physical change of lake to become swamp, wetland and, finally land. Nong Han is a shallow lake and has relatively high watershed area –to- surface area ratio (14:1 to 17:1), conditions that is favorable to aging process. Therefore, the sources of pollution in the watershed should be manipulated or managed cleverly and properly so as to reduce the input of nutrients and sediments into Nong Han. It should be established that the primary aim in managing Nong Han, and also the watershed, is to keep Nong Han as a major water resource, especially for domestic uses, as long as possible.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		
ภาษาไทย		(2)
ภาษาอังกฤษ		(3)
สารบัญรูป		(6)
สารบัญตาราง		(7)
บทที่ 1	บทนำ	1-1
	1.1 เหตุผลและความจำเป็น	1-1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1-2
	1.3 วิธีการศึกษา	1-2
บทที่ 2	หนองหาร	2-1
	2.1 สภาพทั่วไป	2-1
	2.2 การอนุรักษ์หนองหาร	2-1
	2.3 สภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ	2-3
	2.4 ประวัติความเป็นมา	2-3
	2.5 การใช้ประโยชน์จากหนองหารของชุมชนในอดีต	2-7
	2.6 ลักษณะทางชลศาสตร์ของหนองหาร	2-8
	2.7 การใช้ประโยชน์ของหนองหารในปัจจุบัน	2-9
บทที่ 3	การศึกษาคุณภาพน้ำ	3-1
	3.1 คุณภาพน้ำในหนองหาร	3-1
	3.1.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง	3-1
	3.1.2 ลักษณะคุณภาพน้ำที่ศึกษา	3-1
	3.1.3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์	3-5
	3.1.4 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในหนองหาร	3-5
	3.2 ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำทิ้งชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร	3-44

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

			หน้า
	3.2.1	การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียและวัดอัตราการไหล	3-44
	3.2.2	การเก็บตัวอย่างน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร	3-45
	3.2.3	การวัดอัตราการไหลของชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร	3-45
	3.2.4	ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร	3-47
	3.2.5	ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหนองสนม	3-50
3.3	สรุปการศึกษาคุณภาพน้ำ		3-52
	3.3.1	คุณภาพน้ำหนองหาร	3-52
	3.3.2	น้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร	3-53
บทที่ 4	**การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำ**		4-1
4.1	ทฤษฎีการเกิด Lake Succession		4-1
4.2	ลักษณะรูปร่างของหนองหาร		4-3
4.3	ลักษณะการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำ		4-5
4.4	ชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหาร		4-6
	4.4.1	เทศบาลเมืองสกลนคร	4-6
	4.4.2	สุขาภิบาลท่าแร่	4-15
	4.4.3	ชุมชนอื่นๆ	4-15
4.5	สรุปการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำ		4-15
บทที่ 5	**การจัดการหนองหาร**		5-1
5.1	ความสำคัญของหนองหาร		5-1
5.2	ลักษณะรูปร่างของหนองหารต่อแนวโน้มของการเกิดปัญหาความเสื่อมโทรม		5-3
5.3	ปัญหาความเสื่อมโทรมของหนองหาร		5-4
5.4	การเปลี่ยนสภาพของหนองหารเนื่องจากปัญหาความเสื่อมโทรม		5-5
5.5	การจัดการหนองหาร		5-8
	5.5.1	การจัดการในเรื่องการกัดเซาะดินตะกอน	5-9

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
5.5.2	การจัดการน้ำเสีย	5-10
5.5.3	การดึงสารอาหารและดินตะกอนออกจากหนองหาร	5-12
5.5.4	การจัดทำพื้นที่กันชน	5-12
5.5.5	การกำหนดนโยบายอนุรักษ์หนองหาร	5-13

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ 6-1

บรรณานุกรม บ-1

ภาคผนวก ผ-1

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร และลำน้ำสาขาที่ไหลลงสู่หนองหาร	2-2
2-2	แผนที่แสดงลำน้ำสาขาต่าง ๆที่ไหลลงสู่หนองหาร	2-4
2-3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเก็บกักน้ำในหนองหารกับพื้นที่ผิวน้ำ และความจุของหนองหาร	2-10
2-4	ระดับน้ำในหนองหารในปีที่มีสภาพการณ์ปกติ ปีที่มีน้ำมากและปีที่มีน้ำน้อย	2-11
3-1	แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-3
3-2	กราฟแท่งแสดงค่าความนำไฟฟ้าเฉลี่ยและค่าของแข็งละลายทั้งหมดของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-21
3-3	กราฟแท่งแสดงค่าออกซิเจนในน้ำเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-22
3-4	กราฟแท่งแสดงค่าความขุ่นเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-23
3-5	กราฟแท่งแสดงค่าคลอไรด์และค่าโซเดียมเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-24
3-6	กราฟแท่งแสดงค่าแคลเซียม แมกนีเซียมและความกระด้างทั้งหมดของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-25

เลขหมู่ จส
ล15
เลขทะเบียน 010106
วัน.เดือน.ปี 7 ก.ค.43

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3-7	กราฟแท่งแสดงค่าบีโอดีของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-40
3-8	กราฟแท่งแสดงค่าฟอสเฟต ฟอสฟอรัสทั้งหมดของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-41
3-9	กราฟแท่งแสดงค่าเหล็กของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-42
3-10	กราฟแท่งแสดงค่าโคลิฟอร์มของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร	3-43
3-11	ผังแสดงลักษณะการไหลของน้ำเสียภายในพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนคร (พื้นที่เดิม) และจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียและวัดอัตราการไหล	3-46
4-1	ภาพจำลองการเกิด Lake Succession	4-4
4-2	การเปลี่ยนแปลงระดับความลึกของหนองหารในรอบ 40 ปี (พ.ศ. 2484-2524)	4-7
4-3	การแบ่งชั้นคุณภาพน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร	4-8
4-4	แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในเขตเทศบาลเมืองสกลนคร	4-14

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหารและวัน / เวลาที่เก็บตัวอย่าง	3-2
3-2	ระดับความลึกของน้ำของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในหนองหาร	3-6
3-3	วิธีการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ (Sample Preservation) และวิธีการวิเคราะห์หรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์	3-7
3-4	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำของหนองหาร ระหว่างวันที่ 23 ถึง 25 พฤษภาคม 2534	3-9
3-5	คุณภาพน้ำดื่ม – Guidelines for Drinking Water Quality (WHO , 1984)	3-12
3-6	คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพตามปกติของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ตามข้อกำหนดของสภาพยุโรป (EU) ประเทศแคนาดาและประเทศสหรัฐอเมริกา (EPA)	3-13
3-7	คุณภาพน้ำของหนองหาร จังหวัดสกลนคร เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 23-25 พ.ค. 2534	3-32
3-8	ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนม เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 17 ถึง 22 พฤษภาคม 2534	3-55

3-9	ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองลงสู่หนองหาร ผ่านคูหมากเสื่อสนม เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 24 ถึง 28 พฤษภาคม 2534	3-57
3-10	ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากหนองสนม ก่อนไหลลงสู่หนองหารโดยผ่านห้วยโมง เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 18 ถึง 22 พฤษภาคม 2534	3-59
4-1	การแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร	4-9
4-2	สภาพป่าไม้ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร ปี พ.ศ. 2537	4-10
4-3	การใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่งของลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร	4-11
4-4	รายชื่อชุมชนที่ตั้งอยู่โดยรอบหนองหารในระยะ 1 กิโลเมตร ของที่ดิน	4-12
4-5	ค่าบีโอดี (5 วัน) ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) และค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TN) ของแหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญในเขตเทศบาลเมืองสกลนคร	4-13
5-1	พื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดสกลนครที่มีอยู่ในปีต่างๆ ตั้งแต่ พ.ศ. 2504 ถึง 2536	5-6
ผ-1	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนม ในรอบ 24 ชั่วโมง (17 – 18 พฤษภาคม 2534)	ผ-1
ผ-2	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนม ในรอบ 24 ชั่วโมง (18 – 19 พฤษภาคม)	ผ-2
ผ-3	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนม ในรอบ 24 ชั่วโมง (19 – 20 พฤษภาคม)	ผ-3
ผ-4	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนม ในรอบ 24 ชั่วโมง (20 – 21 พฤษภาคม)	ผ-4
ผ-5	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนม ในรอบ 24 ชั่วโมง (21 – 22 พฤษภาคม)	ผ-5
ผ-6	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองหาร ผ่านคูหมากเสื่อ (24 – 25 พฤษภาคม 2534)	ผ-6
ผ-7	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลง สู่หนองหารผ่านคูหมากเสื่อ (25 – 26 พฤษภาคม 2534)	ผ-7
ผ-8	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่ หนองหารผ่านคูหมากเสื่อ (26 – 27 พฤษภาคม 2534)	ผ-8
ผ-9	อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่ หนองหารผ่านคูหมากเสื่อ (27 – 28 พฤษภาคม 2534)	ผ-9

บทที่ 1
บทนำ

1.1 เหตุผลและความจำเป็น

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ปัญหามลพิษทางน้ำนั้น มีความสำคัญอย่างมากต่อการจัดการทรัพยากรน้ำ การจัดการทรัพยากรน้ำนั้นไม่ได้มองแค่เพียงในเรื่องของปริมาณน้ำอย่างเดียวเท่านั้น แต่ต้องมองควบคู่พร้อมกันไปกับเรื่องของคุณภาพน้ำด้วย น้ำได้ถูกใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ อันจำเป็นต่อการดำรงชีพและความเป็นอยู่ทั้งทางตรงและทางอ้อมของมนุษย์ และในขณะเดียวกันก็จะมีน้ำเสียเกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมนั้นๆ แล้วน้ำเสียนั้นก็จะถูกระบายออกทิ้งกลับลงสู่แหล่งน้ำ อันเป็นผลทำให้คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลง และทำให้ไม่สามารถนำทรัพยากรน้ำมาใช้ประโยชน์ได้อีกดังเดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม

ปริมาณและคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำต่างๆนั้น มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับลักษณะการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำของแหล่งน้ำนั้นๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็น Impounded water ดังเช่น ทะเลสาบ หนอง และ บึง เป็นต้น ทะเลสาบถือได้ว่าเกิดขึ้นจาก geological event ทั้งกรณีที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ หรือเกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด ในขณะเดียวกันเมื่อเกิดขึ้นแล้วทะเลสาบก็จะมีพัฒนาการในตัวของมันเอง จนในที่สุดความเป็นทะเลสาบก็อาจหมดไป แล้วกลายเป็นแผ่นดินได้ในที่สุด (Lake Succession) แต่อย่างไรก็ตามนี่เป็นความจริงในกรณีหนึ่งเท่านั้น การแปรสภาพของทะเลสาบยังขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ อีกด้วย เช่น ขนาดรูปร่าง และความลึก เป็นต้น ทะเลสาบที่ตื้น (Shallow Lake) มีโอกาสในการแปรสภาพได้สูง และก็จะเปลี่ยนสภาพถึงระดับ Climax ได้ง่ายกว่าทะเลสาบที่มีขนาดใหญ่ และลึก

หนองหารเป็นแหล่งน้ำจืดขนาดใหญ่หนึ่งในสามแห่งของประเทศไทยและมีขนาดใหญ่ที่สุดของภาคอีสาน หนองหารมีลักษณะเป็น Headwater lake กล่าวคือ มีลำน้ำสาขา (Tributary Stream) หลายสาย และมีทางไหลออกของน้ำเพียงทางเดียว ริมหนองหารทางด้านทิศใต้เป็นที่ตั้งของเมืองสกลนคร และหนองหารก็เป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญสำหรับการผลิตน้ำประปาเพื่อจ่ายไปยังชุมชนในเขตเทศบาลเมืองสกลนครมาเกือบ 40 ปี แล้ว ปัจจุบันความเสื่อมโทรมของหนองหารและคุณภาพน้ำในหนองหารได้เกิดขึ้นจนสามารถสังเกตเห็นได้ชัด เช่น ความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำบริเวณชายน้ำ การตื้นเขินและการแพร่กระจายของวัชพืช เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาให้ชัดเจนถึงสภาพการณ์ที่เกิดขึ้น และดังได้กล่าวถึงไว้แล้วในวรรคก่อนว่าลักษณะการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำของแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดต่อการจัดการทรัพยากรน้ำทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ด้วยเหตุนี้ในการศึกษาครั้งนี้จึงประกอบด้วยการศึกษาในปัจจัยหลัก 2 ประเด็น คือ ในด้านคุณภาพน้ำและลักษณะการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินสภาพคุณภาพน้ำของหนองหาร การศึกษาลักษณะการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำและปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมและการแปรสภาพของหนองหารอันเป็นผลทำให้คุณค่าการใช้ประโยชน์ของหนองหารต้องสูญเสียไปหรือลดลงไปจากเดิมหรือจากที่ควรจะเป็น

1.3 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาจะครอบคลุมถึงการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำและลักษณะการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยการศึกษาด้านคุณภาพน้ำจะทำการเก็บข้อมูลแบบปฐมภูมิเป็นหลัก ซึ่งรวมถึงการศึกษาคุณภาพน้ำในหนองหารและน้ำทิ้งชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร สำหรับการศึกษาด้านลักษณะการใช้ที่ดินจะใช้ข้อมูลทุติยภูมิเป็นหลัก องค์ประกอบของการศึกษาประกอบด้วย

(1) การสืบค้นข้อมูลและตรวจเอกสาร

(2) การวางแผนออกภาคสนามเพื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร และน้ำทิ้งชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร การสำรวจสภาพทั่วไปของหนองหารและลักษณะการใช้ที่ดินโดยรวม

(3) การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

(4) การวิเคราะห์และแปรผลข้อมูล

(5) สรุปผลการศึกษาและจัดทำรายงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
หนองหาร

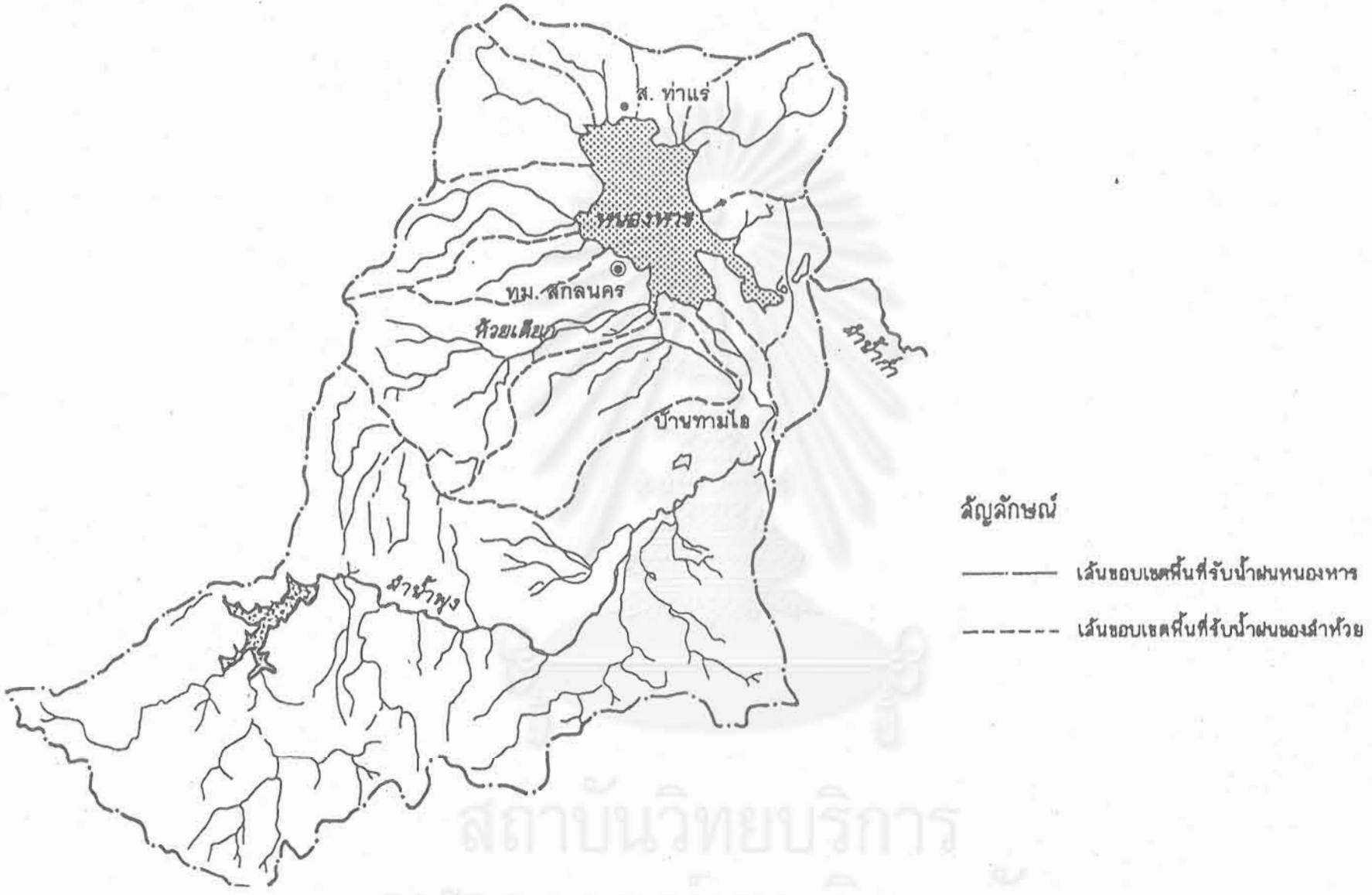
2.1 สภาพทั่วไป

หนองหารเป็นแหล่งน้ำนิ่ง (Impounded Water) ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของภาคอีสาน ตั้งอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร หนองหารเป็นทะเลสาบที่ค่อนข้างตื้นมาก มีความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.3 เมตร มีรูปร่างค่อนไปทางวงรี (Elongate shape) มีลักษณะเป็นทะเลสาบต้นน้ำ (Head water Lake) กล่าวคือ ประกอบด้วยลำน้ำสาขาถึง 14 สาย และมีทางระบายน้ำออกเพียงสายเดียว คือ ลำน้ำก่ำ ซึ่งอยู่ทางท้ายของหนองหารทางทิศตะวันออก ลำน้ำก่ำไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม มีความยาวประมาณ 24 กิโลเมตร ชุมชนที่ตั้งอยู่ภายในระยะหนึ่งกิโลเมตรรอบๆ หนองหารมีประมาณ 70 แห่ง ในบรรดาชุมชนเหล่านี้มีอยู่ 2 แห่งที่เป็นชุมชนขนาดใหญ่ คือ เทศบาลเมืองสกลนคร และ สุขาภิบาลท่าแร่

หนองหารมีขนาดพื้นที่ผิวน้ำประมาณ 120 ตารางกิโลเมตร (ที่ระดับน้ำ 156.5 เมตร รทก.) และมีความจุประมาณ 200 ล้านลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ดีขนาดพื้นที่ผิวน้ำและความจุจะแปรผันไปตามระดับน้ำที่กักเก็บอยู่ในหนองหาร ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนในแต่ละช่วงเดือนของแต่ละปี หนองหารมีพื้นที่รับน้ำหรือพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment or Watershed area) คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 1600 ตารางกิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็น 2 ลุ่มน้ำใหญ่ คือ ลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร ซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 853 และ 792 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ (ดูรูปที่ 2-1)

2.2 การอนุรักษ์หนองหาร

หนองหารได้รับการประกาศให้เป็นแหล่งธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ของท้องถิ่นพร้อมกับแหล่งน้ำธรรมชาติอื่นอีก 283 แห่งในประเทศไทย ตามมติ ครม. รัฐมนตรี เมื่อวันที่ 7 พฤศจิกายน 2532 ซึ่งระบุไว้ว่าการพัฒนาใดๆ ที่จะเกิดขึ้นจะต้องมีแนวทางและมีมาตรการที่เหมาะสมและชัดเจน นอกจากนี้ได้มีการประกาศบังคับใช้ผังเมืองรวมที่ตำบลธาตุนาเวง ตำบลธาตุเชิงชุม ตำบลพังขว้าง ตำบลตามะไฟ ตำบลงิ้วอ่อน และตำบลห้วยยาง อำเภอเมืองสกลนคร ตามกฎกระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 82 (พศ. 2533) ออกตามความในพระราชบัญญัติการผังเมือง พศ. 2518 โดยกำหนดไว้ว่า พื้นที่โดยรอบหนองหารในระยะ 200 เมตร จากชายฝั่งเป็นพื้นที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 2 - 1	แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร และลำน้ำสาขาที่ไหลลงสู่หนองหาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 สภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิอากาศของหนองหารจัดอยู่ในเขตอากาศแบบทุ่งหญ้าซาวันนา (Savanna Climate) ซึ่งลักษณะอากาศแบบนี้จะมีฤดูฝนและฤดูแล้ง แบ่งให้เห็นได้ชัดประมาณ อย่างละครึ่งปี โดยฤดูฝนจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน) ทำให้มีความชื้นและฝนตกตลอดฤดู จากนั้นในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ก็จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้อากาศแห้ง และมีอุณหภูมิลดลง

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารอาจแบ่งออกได้ ดังนี้

(1) เขตภูเขาสูงทางทิศใต้ คือ แนวเทือกเขาภูพาน ซึ่งเป็นสันปันน้ำของจังหวัดกาฬสินธุ์กับจังหวัดสกลนครและเป็นสันปันน้ำที่แบ่งน้ำเข้าสู่พื้นที่ลุ่มน้ำพุง พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าดิบเขา

(2) เขตที่ราบสูง มีลักษณะเป็นที่ราบบนภูเขา มีการทำลายป่าไม้เพื่อใช้พื้นที่ทำการเกษตร มีการปลูกพืชที่สำคัญคือ มันสำประหลัง กล้วย มะละกอ ละหุ่ง

(3) เขตที่ราบเชิงเขา มีลักษณะเป็นที่ราบลาดเอียงลงทางทิศเหนือ สลับกับพื้นที่เนินลูกคลื่น ลอนสูง พืชพรรณธรรมชาติถูกทำลายเหลือสภาพเป็นป่าโปร่งและทุ่งหญ้า มีการปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง กล้วย มะละกอ ปอแก้ว พื้นที่ลุ่มระหว่างเนินใช้ทำนาข้าว เป็นส่วนใหญ่

(4) เขตที่ราบลุ่มรอบๆ หนองหาร มีลักษณะเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง ทั้งยังเป็นบริเวณที่มีการสะสมของตะกอนที่ถูกน้ำฝนชะล้างมาจากที่ราบสูง สลับด้วยพื้นที่ลาดมากเป็นเนินเล็กๆ

อาจกล่าวได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นที่ราบ และเนินลอนลาด มีความลาดชันของพื้นที่ประมาณ 0.0005-0.0015 มีพื้นที่ภูเขาเฉพาะบริเวณเขตเทือกเขาภูพานที่อยู่ทางทิศตะวันตกและทิศใต้ของพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณต้นน้ำของลำน้ำสายต่างๆ จะมีความสูงตั้งแต่ 200 เมตร รทก. ขึ้นไป ลำน้ำสาขาของหนองหารอาจแบ่งออกได้ 2 พวก คือ ลำน้ำพุง ซึ่งเป็นลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี และลำน้ำอื่นๆ ที่เหลือได้แก่ ห้วยเดียก ห้วยโมง ห้วยสมอ ห้วยชิน ห้วยน้ำลาก ซึ่งมีน้ำไหลไม่ตลอดปีและมีพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของแต่ละลำน้ำสาขาน้อยกว่า 50 ตารางกิโลเมตร (ดูรูปที่ 2-2)

2.4 ประวัติความเป็นมา

หนองหารเป็นแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่มีมาแต่โบราณ แต่จะมีอายุเท่าใดนั้น ไม่มีการศึกษาไว้ แต่อนุมานได้ว่ามีอายุมานานนับพันปีตามหลักฐานทางโบราณคดี และตามตำนานที่มีกล่าวถึงไว้ในอุรังคนิทาน (ผูก ๒-๓) ว่ามีการตั้งเมืองหนองหารหลวงขึ้นริมหนองหาร ตั้งแต่สมัยองค์สมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้ายังมีพระชนม์ชีพอยู่ โดยมีหลักฐานประวัติศาสตร์ที่กล่าวอ้างถึง คือ รอยพระพุทธบาท 4 รอย ที่วัดพระธาตุเชิงชุม พระธาตุนารายณ์เจงเวง และพระธาตุภูเพ็ก ซึ่งเป็นสถานที่

รูปที่ 2 - 2	ลำน้ำสาขาต่าง ๆ ที่ไหลลงสู่หนองหาร

ประดิษฐานพระอังคาร เป็นต้น มีการกล่าวถึงความเป็นมาของลำน้ำก่ำ (ชื่อเดิมตามตำนานคือ ลำน้ำกรรม) ซึ่งเป็นทางน้ำออกเพียงสายเดียวของหนองหาร ตามตำนานยังกล่าวถึงเมืองหนองหารน้อย ซึ่งปัจจุบันพบว่าอยู่ในท้องที่อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี ต่อมาเกิดฝนแล้งติดต่อกัน 7 ปี ชาวเมืองจึงอพยพออกและกลายเป็นเมืองร้าง

ประวัติศาสตร์หมู่บ้านรอบหนองหาร เกิดขึ้นมาเป็นเวลานับพันปีล่วงมาแล้ว จากหลักฐานโบราณคดีที่ขุดพบโครงกระดูกมนุษย์ ภาชนะเครื่องปั้นดินเผาชนิดลายเชือกทาบอย่างหยาบๆ เครื่องประดับสำริด ลูกปัดแก้ว และเครื่องมือเหล็กในระดับลึกจากพื้นดิน 1.50 เมตร ที่หมู่บ้านรอบๆหนองหาร เช่น บ้านหนองสระ บ้านกกส้มโฮง บ้านท่าวัด บ้านนาดอกไม้ ทำให้เชื่อว่าในบริเวณดังกล่าวได้มีการอพยพของผู้คนจากแหล่งต่างๆ เช่น แหล่งบ้านแวง บ้านสร้างดู่ เข้ามาทำมาหากินรอบๆ หนองหารตั้งแต่เวลานั้นเป็นต้นมา

ประมาณพุทธศตวรรษที่ 7 เป็นช่วงเวลาที่พุทธศาสนอิทธิพลทวาราวดี ได้แพร่หลายจากลุ่มแม่น้ำชี ผ่านเข้ามายังดินแดนแถบนี้ ชุมชนรอบๆ หนองหารจึงได้รับวัฒนธรรมแบบทวาราวดี ดังปรากฏหลักฐานในเสมาหินสลักแกนนูนเป็นองค์สถูปกลางใบเสมาหินตามหมู่บ้านต่างๆ รอบหนองหาร เช่น บ้านท่าวัด และได้มีผู้เก็บมาไว้เป็นจำนวนมากที่รอบอุโบสถวัดพระธาตุเชิงชุม นอกจากนี้มีพระพุทธรูปแบบทวาราวดี อิทธิพลคุปตะที่วัดริมท่า หนองหาร ลูกปัดแก้วแบบทวาราวดีที่บ้านหนองปลาน้อย หลักฐานเหล่านี้เป็นที่เชื่อได้ว่าหมู่บ้านหลายแห่งรอบๆ หนองหารเป็นชุมชนที่พัฒนาเข้าสู่สมัยทวาราวดีจนถึงก่อนที่ที่มีการสร้างเมืองหนองหารหลวงแบบขอมขึ้นที่ริมหนองหารในเวลาต่อมา โดยแพร่ผ่านหนองหาร กุมภวาปี เข้าในสกลนคร อิทธิพลขอมได้เข้ามาครอบงำความเชื่อของผู้คนในแถบนี้ จนถึงพุทธศตวรรษที่ 16 ซึ่งถือว่าเป็นสมัยที่มีการรับวัฒนธรรมขอมสูงสุด ดังปรากฏหลักฐานโบราณสถานหลายแห่ง เช่น ปราสาทขอมที่บ้านธาตุดุม ปรางขอมที่วัดพระธาตุนารายณ์เจงเวง และเทวสถานที่อยู่ภายในองค์พระธาตุเชิงชุม นอกจากนี้ยังจารึกอักษรขอมหน้าประตูอุโมงค์เข้าภายในองค์พระธาตุ นอกจากอิทธิพลขอมตามหลักฐานดังกล่าว ตำนานอุรังคนิทาน นิทานเรื่องผาแดงนางไอ่ ยังกล่าวถึงการปกครองบ้านเมืองและเหตุการณ์ต่างๆ ในสมัยพระเจ้าสุวรรณภิงคาระ พระนางนารายณ์เจงเวง ฯลฯ ซึ่งล้วนเป็นพญาขอมทั้งสิ้น เนื้อหาสาระของเรื่องราวกล่าวถึงบ้านเมืองริมฝั่งหนองน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งชาวบ้านเชื่อว่าหมายถึงหมู่บ้านริมหนองหารนั่นเอง

อย่างไรก็ดี อำนาจของขอมในเขตสกลนครก็เสื่อมอำนาจลง หลังจากสิ้นรัชสมัยพระเจ้าชัยวรมันที่ 7 พ.ศ. 1724-1762 ศูนย์กลางอำนาจแห่งใหม่เกิดขึ้นที่อาณาจักรล้านช้าง คือที่หลวงพระบางและเวียงจันท์ในเวลาต่อมา ได้มีกษัตริย์ล้านช้างหลายพระองค์ขยายอำนาจทางการเมืองควบคู่กับการเผยแพร่พุทธศาสนาแบบหินยานเข้าสู่บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงแถบอีสานในระยะที่อำนาจทางการเมืองของอาณาจักรอยุธยายังแผ่ขยายเข้าไม่ถึง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ชุมชนรอบหนองหารเกิดศาสนสถานเนื่องในคติพุทธศาสนาขึ้น บางแห่งสร้างขึ้นครอบโบราณสถานเดิมของขอม เช่น การสร้าง

เจดีย์วัดพระธาตุเชิงชุมเป็นต้น เป็นที่น่าเสียดายว่าวัดวาอารามหลายแห่งได้ถูกกระแสน้ำหนองหาร เซาะกร่อนพังหายไป ที่ยังเหลือเป็นวัดร้างมีไม่กี่แห่ง นอกจากหลักฐานที่เป็นศาสนสถานแล้ว ยังมีศิลาจารึกขนาดใหญ่ จารึกด้วยอักษรไทยน้อยซึ่งเก็บรักษาไว้ที่วัดเหนือ บ้านท่าวัด ตำบลดงชน ข้อความในศิลาจารึกแผ่นนี้กล่าวถึงการสร้างวัดแห่งหนึ่งที่ริมหนองหาร ชื่อวัดกลางเชียงใหม่หนองหาร คามเขต พ.ศ. 2179 โดยผู้สร้างชื่อพระมหาพรหมเทโวโพธิสัตว์ เพื่ออุทิศผลบุญให้แก่พระเจ้าโพธิสาราช

อย่างไรก็ตาม หลังจากรัชสมัยพระเจ้าสุริยวงศาธรรมิกราช เป็นต้น อาณาจักรล้านช้าง ก็เข้าสู่ยุคเสื่อม นับแต่ พ.ศ. 2233 ได้มีการแย่งชิงราชสมบัติในหมู่พระบรมวงศานุวงศ์ ยังผลให้เกิดการแตกแยกเป็นศูนย์อำนาจเล็กๆ ขึ้น 3 แห่ง คือ หลวงพระบาง เวียงจันทน์ และจำปาศักดิ์ ในเวลาต่อมา ในช่วงที่เกิดความวุ่นวายภายในนครเวียงจันทน์ ท้าวโสมพมิตร ได้นำไพร่พลหนีออกจากเวียงจันทร์ เช่นเดียวกับกลุ่มพระครูโพนเสม็ด และกลุ่มพระวอพระตา ซึ่งอพยพไพร่พลออกมาแล้วกลุ่มท้าวโสมพมิตรได้มาอาศัยเจ้าอุปชาที่บ้านปะขาว บ้านพันนา บ้านทรายมูล ในเขตอำเภอสว่างแดนดินในปัจจุบัน เมื่อทราบว่ากองทัพเวียงจันทน์โจมตีกองทัพกลุ่มพระวอแตกพ่ายไปแล้ว จึงพากันอพยพมาตั้งมั่นที่บ้านธาตุเชิงชุมริมหนองหารชั่วคราว พร้อมกับส่งผู้ใกล้ชิดไปหาแหล่งตั้งเมืองใหม่ที่ริมฝั่งน้ำปาวตั้งเป็นเมืองกาฬสินธุ์ขึ้นในเวลาต่อมา

การเมืองในกลุ่มท้าวโสมพมิตรได้เกิดปัญหาขึ้นหลังจากท้าวโสมพมิตรถึงแก่กรรม เมื่อพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้า ทรงแต่งตั้งท้าวหมาแพงซึ่งมิใช่บุตรท้าวโสมพมิตรขึ้นเป็นเจ้าเมือง ทำให้ท้าวหมาป้อง ท่าวหมาฟอง พร้อมด้วยพระยาบ้านเว่อ และพระภิกษุหลักคำ พาไพร่พลจำนวนหนึ่งอพยพมาตั้งบ้านเรือนที่หน้าวัดพระธาตุเชิงชุม ในเวลาต่อมาพระบาทสมเด็จพระพุทธฟ้าทรงแต่งตั้งให้พระยาบ้านเว่อมีตำแหน่งพระธานี เจ้าเมืองสกลทวาปี ท้าวหมาป้องเป็นอุปฮาด ท้าวหมาฟองเป็นราชวงศ์ นับเป็นครั้งแรกที่ชุมชนหมู่บ้านธาตุเชิงชุมได้รับการยกฐานะขึ้นเป็นเมืองขึ้นต่อกรุงเทพฯ

อย่างไรก็ดี เมื่อเกิดศึกเจ้าอนุวงศ์เป็นกบฏต่อราชสำนักกรุงเทพฯ เมื่อ พ.ศ. 2369 กลุ่มบุตรหลานท้าวโสมพมิตรกลับฝักใฝ่เวียงจันทร์ จึงถูกกล่าวหาเป็นกบฏด้วยเหตุที่ไม่ขัดขวางเจ้าอุปราชดิสสะที่ยกกองทัพผ่านไปตีเมืองกาฬสินธุ์ และซ้ำยังให้ที่พักอาศัยเมื่อยกทัพกลับ นอกจากนี้ยังมีความผิดที่ไม่เตรียมไพร่พล เสบียงอาหาร กระสุนดินดำเพื่อสนับสนุนกองทัพไทย เมื่อพระยาราชสุภาวดียกกองทัพมาถึงเมืองมุกดาหาร เมืองนครพนม พระธานีเจ้าเมืองในขณะนั้นจึงถูกสั่งประหารชีวิตที่บ้านหนองทรายขาว ซึ่งอยู่ไม่ห่างจากหนองหาร แล้วกวาดต้อนผู้คนจำนวนมากไปไว้ที่ประจันตคาม จึงทำให้หมู่บ้านรอบๆ หนองหารซบเซาลงระยะหนึ่ง

การปราบปรามเจ้าอนุวงศ์ได้มีผลสืบต่อมาเป็นเวลาหลายปี ทำให้บรรดาท้าวเพี้ยอุปฮาด ราชวงศ์ บางคนเข้ามามอบตัวต่อแม่ทัพไทย และได้รับการแต่งตั้งให้เป็นเจ้าเมืองต่างๆ ในภาค

อีสานหลายเมือง ต่อมาเจ้าเมืองเหล่านี้ได้ขออาสากลับไปเกลี้ยกล่อมผู้คนจากเมืองต่างๆ เข้ามาตั้งบ้านเรือนและยกขึ้นเป็นเมืองจำนวนมาก นโยบายการตั้งเมืองเช่นนี้ดำเนินมาเป็นเวลานานนับจากรัชสมัย พระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว จนถึงรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ซึ่งมีปัญหาชาวจีนฮ่อยกกองทัพเข้าตีเมืองทางฝั่งซ้าย การอพยพผู้คนจากเมืองต่างๆ ทางฝั่งซ้ายให้เข้ามาตั้งบ้านเรือนอยู่ทั่วไป คนเหล่านี้มีทั้งพูดภาษาย้อ กะเลิง ภูไท ข่า โดยเฉพาะในบริเวณรอบๆ หนองหารซึ่งเป็นแหล่งน้ำสมบูรณ์ตลอดปี จึงมีผู้คนมาตั้งบ้านเรือนมากขึ้นตามลำดับ

หมู่บ้านริมหนองหารนับเป็นแหล่งรวมผู้คนที่อพยพมาจากเมืองต่างๆ ทางฝั่งซ้าย เช่น เมืองมหาชัยกองแก้ว เมืองภูวนากะแด้ง เมืองวังคำ ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีกลุ่มที่อพยพมาจากเขตต่างๆ ของเมืองอุบลราชธานีที่แห้งแล้งทำนาไม่ได้ผล เข้ามาจับจองที่ทำมาหากินก่อให้เกิดวัฒนธรรมแบบลาวผสมชนพื้นเมืองดั้งเดิมซึ่งเป็นย้อหรือกะเลิง

จากประวัติศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าเมืองหนองหารนั้น มีมานานแล้วและที่ตั้งก็เป็นบริเวณเดียวกับที่ตั้งของเมืองในปัจจุบัน อย่างไรก็ดีสังเกตได้ว่า เมืองหนองหารมีเกิดขึ้นและร้างราไปหลายครั้งด้วยเหตุธรรมชาติ (คือ ความแห้งแล้ง) และเหตุจากสงครามและการเมือง

ประวัติการก่อตั้งชุมชนรอบๆ หนองหารเริ่มชัดเจนในระยะประมาณสองร้อยปีหรือในระยะเวลาเดียวกันกับที่มีการตั้งกรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวง สังเกตได้ว่าชุมชนมักก่อตัวและตั้งบ้านเรือนในบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของหนองหารหรือเขตอำเภอเมืองในปัจจุบัน

2.5 การใช้ประโยชน์จากหนองหารของชุมชนในอดีต

จากการศึกษาประวัติศาสตร์ของชุมชนบริเวณริมหนองหารในรอบสองร้อยปีที่ผ่านมา (อาจกล่าวได้ว่าเป็นอดีตการตั้งถิ่นฐานครั้งล่าสุดต่อมาจนถึงปัจจุบัน) พื้นที่ที่มีการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโดยมากอยู่ในบริเวณพื้นที่ตำบลธาตุเชิงชุม (เทศบาลเมืองสกลนคร) ตำบลธาตุนาเวง ตำบลงิ้วด่อน และตำบลดงชน ซึ่งทั้งหมดอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง

ปัจจัยสำคัญของการตั้งถิ่นฐานของชุมชนสมัยก่อนพอสรุปได้ดังนี้

(1) มีที่ราบเหมาะแก่การทำนา

(2) เป็นที่ดอนน้ำท่วมไม่ถึงในหน้าน้ำ

(3) ใกล้แหล่งน้ำ ส่วนใหญ่เป็นหนองน้ำที่มีกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป (ไม่ใช่หนองหาร)

พื้นที่ดั้งเดิมส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มสลับที่ดอน มีหนองน้ำกระจายอยู่ทั่วไป มีลักษณะเป็นป่าดงดิบ ป่าทึบ และป่าในที่ดอนซึ่งมีพันธุ์ไม้เฉพาะ ซึ่งสังเกตได้จากชื่อหมู่บ้านซึ่งจะตั้งตามพันธุ์ไม้ที่ขึ้นหนาแน่นในที่ที่ตั้งของชุมชน ตัวอย่างเช่น ป่ากล้วย (บ้านป่ากล้วย) ต้นมะแวง (บ้านเหล่ามะแวง) ต้นแคน (บ้านหนองแคน) ไม้แดง (บ้านหนองแดง) ไม้มะเกลือ (บ้านหนองมะเกลือ) ไม้ละโมง

(บ้านเหล่าละโมง) ต้นปอหู (บ้านโพนปอหู) ต้นยาง (บ้านดอนยาง) ต้นแพง (บ้านป่าแพง) ต้นมะม่วง (บ้านดอนม่วง) ป่าไผ่ ป่าหญ้าคา

นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ไม้น้ำที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น ต้นผือ (บ้านเหล่าพังผือ - ชาวบ้านนำมาทอเสื่อ) บัวหลวง (บ้านหนองบัวใหญ่) หลักฐานสนับสนุนอีกประการ คือ การพบสัตว์ป่าชุกชุม ได้แก่ เสือ หมูป่า (บ้านคอกหมู) กระเล็น จระเข้ (บ้านกุดเข้) เป็นต้น

อาชีพส่วนใหญ่อาศัยการทำนาเป็นหลัก (อาศัยน้ำฝน) มีการจับปลาตามหนองน้ำต่างๆ ที่มีกระจายอยู่ทั่วไป และเป็นที่ตั้งของชุมชนต่างๆ ไม่ปรากฏหลักฐานว่าชุมชนต่างๆ ได้ใช้ประโยชน์จากหนองหารมากน้อยเพียงใด มีแต่เพียงชุมชนที่ตั้งอยู่ริมหนองหารก็จะใช้ประโยชน์ในแง่ของการจับปลา ประโยชน์อีกประการหนึ่งที่ชุมชนใช้ก็คือ เกี่ยวกับประเพณีการแข่งเรือ และการคมนาคม (กรณีที่ติดต่อกันระหว่างชุมชนที่อยู่คนละฟากฝั่ง)

มีการบันทึกไว้ว่าเกิดฝนแล้งชาวบ้านทำนาไม่ได้ 2 ครั้ง ครั้งแรกใน พ.ศ. 2407 ชาวบ้านต้องแบ่งปันข้าวกัน และอาศัยของป่า เช่น ขุดหัวกลอย เผือก มันและลูกขวย ครั้งที่สองเกิดฝนแล้งติดต่อกัน 2 ปี (พ.ศ. 2445-2446) นาทุ่งนาดอนเสียหายมาก ทั้งสองครั้งนี้ประชาชนได้อาศัยทำนาแซงบริเวณหนองหาร พอประทังความอดอยากไปได้

สรุปได้ว่า ก่อนที่จะมีการตั้งตัวเมืองสกลนคร ดังปัจจุบันชาวบ้านอาศัยประโยชน์จากหนองหารไม่มากนักต่อการดำรงชีพ การใช้ประโยชน์มีเพียง

(1) การจับปลา (ใช้บริโภคในครัวเรือน)

(2) การคมนาคม (ระหว่างชุมชนคนละฟากหนองหาร)

(3) ประเพณีการแข่งเรือราวๆ เดือนสิบสองหลังออกพรรษา

(4) ทำนาแซง (เฉพาะกรณีที่เกิดภาวะแห้งแล้ว)

2.6 ลักษณะทางชลศาสตร์ของหนองหาร

ปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่หนองหารนั้น หนึ่งในสามมาจากลำน้ำพุง ลำน้ำพุงมีต้นกำเนิดจากลำน้ำสาขาสายต่างๆ ที่กำเนิดจากเทือกเขาภูพานทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของหนองหาร ได้มีการสร้างเขื่อนน้ำพุงเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและเพื่อการชลประทานที่บ้านคำเพิ่ม อำเภอกุดบาก จังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นเขื่อนเอนกประสงค์ที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ลำน้ำพุงบริเวณใต้เขื่อนไหลผ่านกิ่ง อ. ภูพาน อ. เต่างอย และ อ. โคกศรีสุพรรณ จากนั้นไหลลงสู่หนองหาร รวมระยะทาง 100 กิโลเมตร

ในปี พ.ศ. 2484 กรมประมงได้ก่อสร้างประตูระบายน้ำบนลำน้ำก่ำ ห่างจากท้ายหนองหารลงไปประมาณ 4 กิโลเมตร เพื่อควบคุมระดับน้ำในหนองหารเป็นประตูระบายน้ำแบบบานชักขึ้น-ลง ขนาด 4.0x5.0 ม. จำนวน 2 บาน แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2496 การก่อสร้างล่าช้าเนื่องจาก

ติดช่วงเวลาสงครามโลกครั้งที่สอง เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จมีผลทำให้สามารถเก็บกักน้ำในหนองหารไว้ได้ตลอดปี ต่อมาเมื่อประตูระบายน้ำเดิมชำรุดทรุดโทรมลงจึงได้ทำการก่อสร้างขึ้นใหม่ (ประตูระบายน้ำสุรัสวดี) และปรับปรุงเพื่อให้กักเก็บน้ำได้ดีขึ้นและมีขีดความสามารถในการระบายน้ำได้ดีขึ้น เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมในกรณีฝนตกหนัก ประตูน้ำที่สร้างขึ้นใหม่ประกอบด้วย

(1) ประตูระบายน้ำแบบบานชักขึ้น-ลง ขนาด 8.0 x 5.0 เมตร 3 บาน

(2) ฝายกั้นน้ำขนาดสันฝายกว้าง 5 เมตร และยาว 200 เมตร โดยมีความสูงของสันฝาย (ระดับสันฝาย) 157.0 เมตร รทก.

(3) บันไดปลาโจน เพื่อให้ปลาว่ายทวนน้ำจากลำน้ำก่ำขึ้นไปยังหนองหารได้

กรมประมงได้กำหนดขอบเขตพื้นที่ของหนองหารที่ระดับความสูง 158.0 เมตร รทก. ในสภาพการณ์ปกติ ระดับน้ำในหนองหารจะถูกควบคุมให้อยู่ที่ระดับ 156.5 เมตร รทก. โดยประตูระบายน้ำ และเมื่อระดับน้ำขึ้นสูงเกิน 157.0 เมตร รทก. น้ำก็จะระบายไหลล้นออกทางฝายกั้นน้ำอีกทางหนึ่ง

ที่ระดับเก็บกัก 156.5 ม. รทก. หนองหารจะมีความจุ 203.6 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่ผิวน้ำ 119.5 ตารางกิโลเมตร (ดูรูปที่ 2-3)

ในปีที่น้ำมีสภาพการณ์ปกติจะมีน้ำไหลล้นข้ามฝายกันน้ำในราวเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม แต่ในปีที่มีน้ำมากน้ำระบายล้นข้ามฝายในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ส่วนในปีที่มีน้ำน้อยจะไม่มีน้ำระบายไหลล้นออกทางฝายกั้นน้ำ (ดูรูปที่ 2-4)

2.7 การใช้ประโยชน์ของหนองหารในปัจจุบัน

ปัจจุบันหนองหารได้ถูกใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ดังนี้

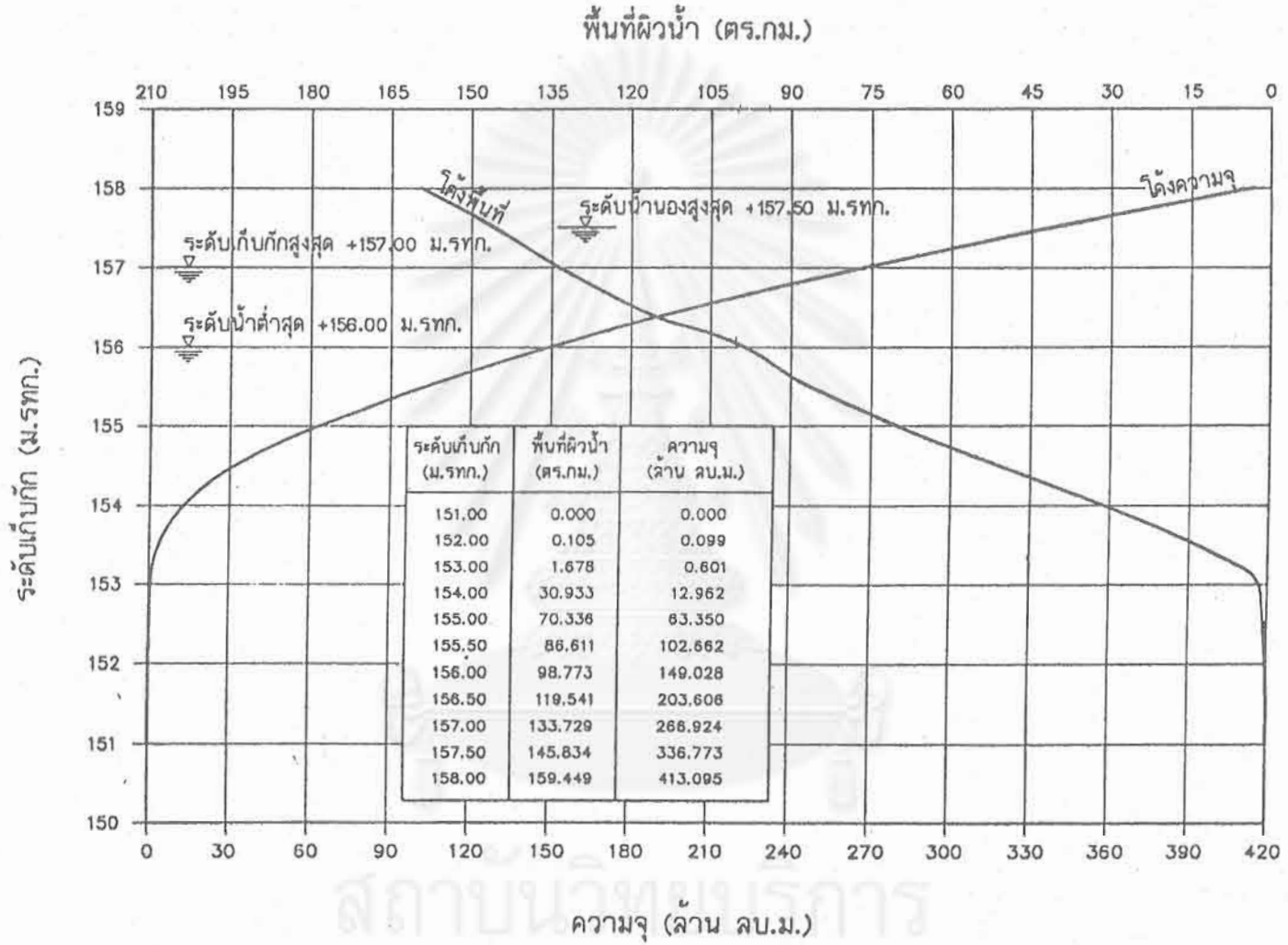
(1) แหล่งน้ำดิบ เพื่อการประปา หรือบริโภค-อุปโภคของชุมชน ได้แก่

- เทศบาลเมืองสกลนคร (ดำเนินการโดยการประปาภูมิภาค)
- สุขาภิบาลท่าแร่ (ดำเนินการโดยสุขาภิบาลท่าแร่)
- ประปาหมู่บ้าน เช่น บ้านโพนบก (ดำเนินการโดยคณะกรรมการหมู่บ้าน)

(2) แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร มีทั้งที่ชาวบ้านสูบใช้เองและดำเนินการโดยส่วนราชการ เช่น โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าของกรมส่งเสริมและพัฒนาพลังงานที่สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าบ้านท่าศาลา (พื้นที่ชลประทาน 4,250 ไร่) บ้านท่าวัด (พื้นที่ชลประทาน 3,600 ไร่) และบ้านโพนท่างาม (พื้นที่ชลประทาน 3,250 ไร่)

(3) แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำของกรมประมง

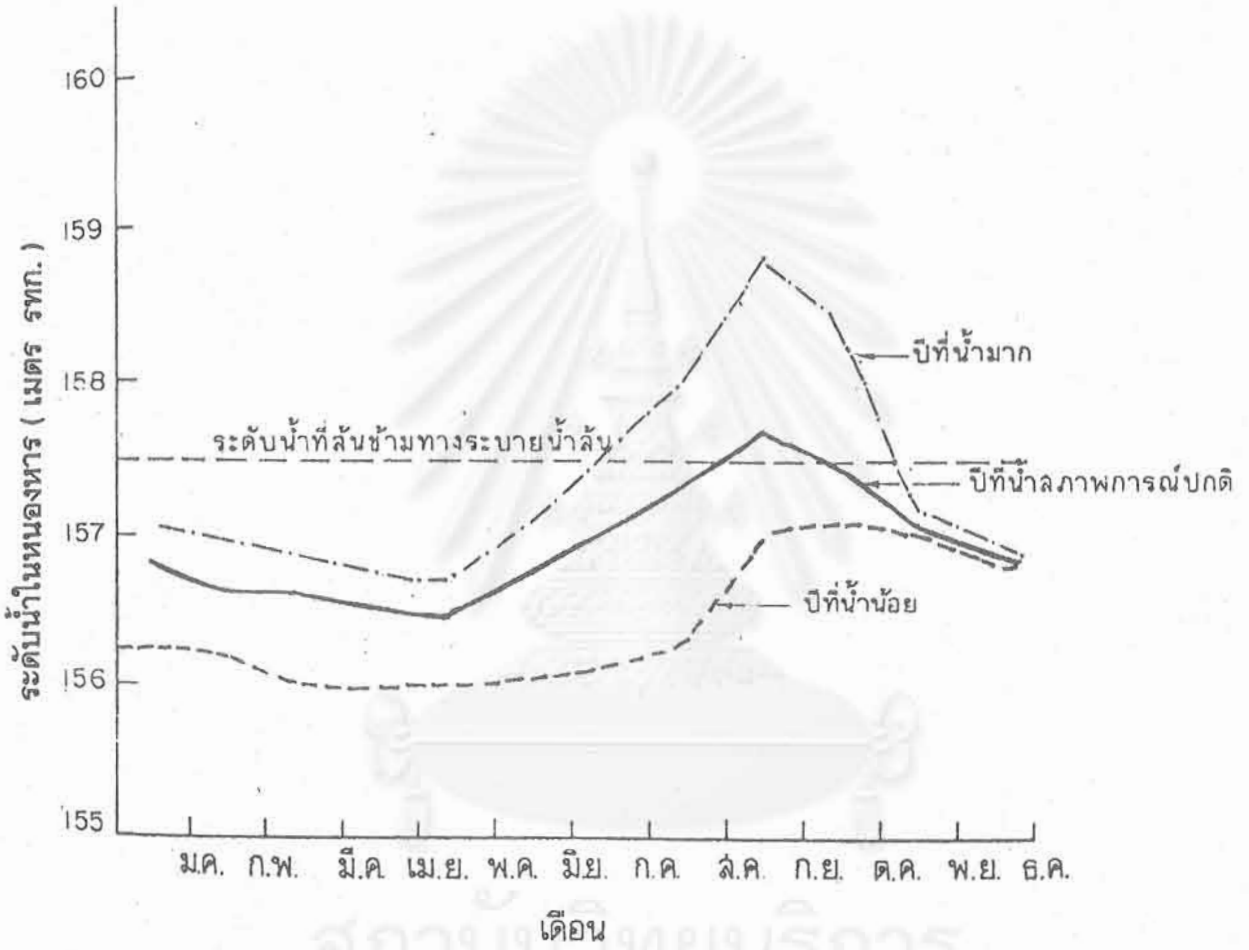
(4) การประมงและการจับสัตว์น้ำ



ระดับเก็บกัก (ม.รทก.)	พื้นที่ผิวน้ำ (ตร.กม.)	ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)
151.00	0.000	0.000
152.00	0.105	0.099
153.00	1.678	0.601
154.00	30.933	12.962
155.00	70.336	63.350
155.50	86.611	102.662
156.00	98.773	149.028
156.50	119.541	203.606
157.00	133.729	266.924
157.50	145.834	336.773
158.00	159.449	413.095

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2 - 3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับเก็บกักน้ำในหนองหารกับพื้นที่ผิวน้ำ และความจุของหนองหาร



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2 - 4	ระดับน้ำในหนองหารในปีที่น้ำสภาพการณ์ปกติปีที่น้ำมาก และปีที่น้ำน้อย

(5) การพักผ่อนหย่อนใจและสันทนาการ เช่น ประเพณีแข่งเรือในหนองหารบริเวณหน้าสระพังทอง การไปเที่ยวเกาะดอนสวรรค์ใหญ่ เป็นต้น

(6) การระบายน้ำทิ้งจากชุมชน ซึ่งในปัจจุบันมีเพียงเทศบาลเมืองสกลนคร แต่ในอนาคตอันใกล้ เมื่อสุขาภิบาลท่าแร่จัดทำระบบรวบรวมและระบายน้ำเสร็จก็จะมีการระบายน้ำทิ้งลงสู่หนองหารต่อไป

นอกจากนี้ในยามหน้าแล้ง ชาวบ้านนิยมต้อนสัตว์เลี้ยง เช่น โค และกระบือมาปล่อยเลี้ยงไว้ตามดอนต่างๆ (ซึ่งอุดมด้วยหญ้า) โดยสามารถต้อนให้สัตว์เดินลุยลงมาในหนองหารและขึ้นไปยังดอนต่างๆ ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การศึกษาคุณภาพน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งงานศึกษาคุณภาพน้ำออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ (1) การศึกษาคุณภาพน้ำในหนองหาร และ (2) การศึกษาปริมาณ ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบของน้ำเสีย และน้ำทิ้งของเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองหาร

3.1 คุณภาพน้ำในหนองหาร

การศึกษาคุณภาพน้ำในหนองหารประกอบด้วยขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

(1) การสำรวจเบื้องต้นจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและจากแผนที่ภูมิประเทศ 1: 50,000 (กรมแผนที่ทหาร)

(2) การวางแผนและเตรียมการสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำ การนำส่งตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติ (สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม) และการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ

(3) การออกสำรวจภาคสนาม และ เก็บตัวอย่างน้ำรวมทั้งการวิเคราะห์ในภาคสนาม

(4) การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในห้องปฏิบัติการ

3.1.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในหนองหารรวม 11 สถานี เป็นสถานีชายฝั่ง 10 สถานี (ห่างจากฝั่ง 500-1000 เมตร) และสถานีกลางหนองหาร (อยู่ระหว่างดอนสวรรค์ใหญ่ และดอนทรายพอ) 1 สถานี การกำหนดสถานีคำนึงถึงลำน้ำสาขาและบริเวณที่มีชุมชนตั้งอยู่ริมฝั่งหนองหาร รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างและวันเวลาที่เก็บตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 3-1 ตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 3-1

3.1.2 ลักษณะคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษา ลักษณะคุณภาพน้ำหรือพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาประกอบด้วย 6 กลุ่มหลัก ดังนี้

(1) ลักษณะทางเคมีและกายภาพทั่วไป ประกอบด้วย

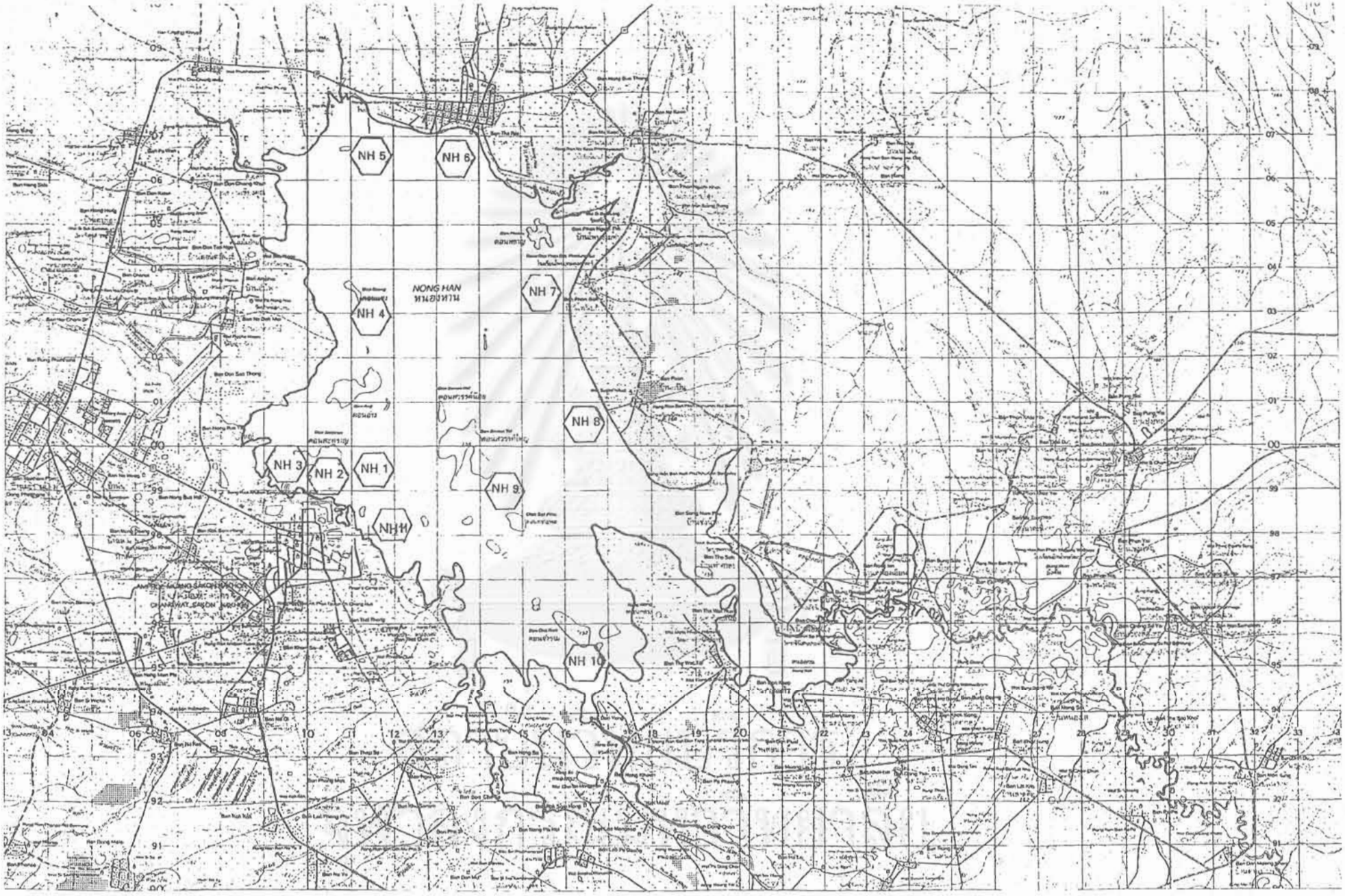
- อุณหภูมิ (Temperature)
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- ความนำไฟฟ้า (Conductivity)
- ออกซิเจนในน้ำ (Dissolved oxygen)
- ความเสถียรต่อกรด (Total Alkalinity)

ตารางที่ 3 - 1 รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหารและวัน / เวลาที่เก็บตัวอย่าง

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ	รหัสตัวอย่าง	23 พ.ค. 34	24 พ.ค. 34	25 พ.ค. 34
		เวลา	เวลา	เวลา
จุดสูบน้ำประปา	NH1	9:14	9:40	9:25
โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล	NH2	9:30	9:53	9:32
ห้วยโมง	NH3	9:45	10:07	9:42
ดอนแซง (บ้านนาดอกไม้)	NH4	-	10:37	10:05
ห้วยขิน	NH5	11:00	11:00	10:24
บ้านท่าแร่	NH6	11:25	-	10:43
ดอนผลาญ (บ้านโพนบก)	NH7	11:50	11:30	11:05
บ้านแป้น	NH8	12:20	11:57	11:25
ดอนทรายพอ / สวรรค์ใหญ่	NH9	14:20	12:20	11:48
น้ำพุง	NH10	13:05	-	12:06
สำนักสงฆ์ดอนกะโจ	NH11	13:20	12:55	12:17

หมายเหตุ

ในการเลือกสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร ได้คำนึงถึงคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งโดยรอบหนองหาร เนื่องจากเป็นบริเวณที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบในทางใดทางหนึ่งจากชุมชนที่อยู่โดยรอบ และเป็นบริเวณที่มีการนำน้ำจากหนองหารมาใช้ประโยชน์ ทั้งนี้ชุมชนที่อยู่โดยรอบก็มีลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจต่างกัน และความต่างกันของลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจย่อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในหนองหารด้วยกัน เช่น ชุมชนเมืองเช่นเทศบาลเมืองสกลนคร สุขาภิบาลท่าแร่ เป็นต้น มีลักษณะเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียแบบ Point Source ชุมชนเกษตร เช่น หมู่บ้านต่างๆ ที่อยู่รอบหนองหารเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียแบบ Non-Point Source สถานี NH-1 เป็นจุดสูบน้ำดิบเพื่อการประปา ดังนั้นจึงจำเป็นสำหรับการศึกษาครั้งนี้ สถานี NH-9 เป็นบริเวณกลางหนองหาร และคาดว่าจะไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียต่างๆ และสามารถใช้เป็นสถานีอ้างอิงคุณภาพน้ำได้ สถานี NH-10 เป็นบริเวณที่อยู่ปากลำน้ำพุง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำขนาดใหญ่และมีน้ำไหลตลอดปี ต่างจากลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ ของหนองหาร



รูปที่ 3 - 1 แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH)

- ความขุ่น (Turbidity)
- ของแข็งละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)
- ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)
- ความกระด้าง (Hardness)

(2) อิออนหลัก (Major ions : cation and anion)

- คลอไรด์ (Cl^-)
- ซัลเฟต (SO_4^{-2})
- คาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต (CO_3^{-2} and HCO_3^-)
- โซเดียม (Na)
- โปแตสเซียม (K)

(3) อินทรีย์สาร

- บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)

  ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)

(4) สารอาหาร

- แอมโมเนีย (NH_3-N)
- ไนไตรต์ (NO^-_2- N)
- ไนเตรต (NO^-_3-N)
- อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic N)
- ฟอสเฟต (PO_4^{-3})
- ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)

(5) โลหะ (Trace elements and heavy metals)

- แคดเมียม (Cd)
- โครเมียม (Cr)
- ทองแดง (Cu)
- เหล็ก (Fe)
- แมงกานิส (Mn)
- ตะกั่ว (Pb)
- นิคเกิ้ล (Ni)
- ซิลิคอน (SiO_2)
- สังกะสี (Zn)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(6) แบคทีเรีย

- โคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform)
- โคลิฟอร์มจากการขับถ่าย (Fecal Coliform)

3.1.3 **วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์** ตัวอย่างน้ำทุกสถานีเก็บที่ระดับกึ่งกลางความลึก ยกเว้น โคลิฟอร์มแบคทีเรียเก็บที่ระดับ 1 ฟุตจากผิวน้ำ ความลึกของแต่ละสถานี แสดงไว้ในตารางที่ 3-2 พารามิเตอร์บางรายการ เช่น อุณหภูมิ ออกซิเจนในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ความนำไฟฟ้า จะทำการวัดพร้อมกันในขณะเก็บตัวอย่าง พารามิเตอร์บางรายการจะตรวจวัดเมื่อกลับมาถึงฝั่งแล้ว เช่น ความขุ่น ความเสถียรต่อกรด พารามิเตอร์ที่เหลือก็จะถูกเก็บรักษาแล้วนำส่งไปยังกรุงเทพมหานครโดยใช้รถทัวร์ภายในวันเดียวกัน ตัวอย่างน้ำก็จะถูกส่งไปถึงห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น ซึ่งก็จะทำการวิเคราะห์บางพารามิเตอร์ทันที ประกอบด้วย บีโอดี โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟอสเฟต ส่วนพารามิเตอร์ที่เหลือก็จะวิเคราะห์ในวันถัดไป ตารางที่ 3-3 แสดงวิธีการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ ระยะเวลาที่เก็บและ วิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างได้เก็บแบบ Grab sample (เก็บแบบครั้งคราว) และทำการเก็บติดต่อกัน 3 วัน เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยที่เป็นตัวแทนคุณภาพน้ำในช่วงเวลาดังกล่าว

3.1.4 **ผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในหนองหาร** ผลการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะถูกนำมาพิจารณาใน 3 ประเด็น คือ

(1) คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้เพื่อการบริโภค-อุปโภค

(2) คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตตามปกติของปลาและสัตว์น้ำ

(3) การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกิดจากกิจกรรมของมุษย์ หรือ การได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic Impact)

ตารางที่ 3-4 แสดงคุณภาพน้ำในหนองหารในรูปของค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของทุกสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ

3.1.4.1 **คุณภาพน้ำตามลักษณะทางเคมี และกายภาพโดยทั่วไป**

(1) อุณหภูมิน้ำ (Water Temperature) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าอุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างสถานีและในระหว่างวันของสถานี อุณหภูมิต่ำสุด 28.1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุด 33.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยของ

ตารางที่ 3 - 2 ระดับความลึกของน้ำของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในหนองหาร

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ	รหัสตัวอย่าง	ความลึก (เมตร)
จุดสูบน้ำประปา	NH1	1.6
โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล	NH2	1.0
ห้วยโมง	NH3	0.5
ดอนแซง (บ้านนาดอกไม้)	NH4	0.5
ห้วยขิน	NH5	0.7
บ้านท่าแร่	NH6	0.7
ดอนผลาญ (บ้านโพนบก)	NH7	1.8
บ้านแป้น	NH8	0.5
ดอนทรายพอ / สวรรค์ใหญ่	NH9	2.0
น้ำพุง	NH10	0.7
สำนักสงฆ์ดอนกะโจ	NH11	1.5
ค่าเฉลี่ย		0.95

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 - 3 วิธีการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ (Sample Preservation) และวิธีการวิเคราะห์หรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์

พารามิเตอร์	การรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ [1]	ระยะเวลาการเก็บ [2]	วิธีการวิเคราะห์หรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์
Water Temperature	วิเคราะห์ทันที	-	Thermister
pH	วิเคราะห์ทันที	2 ชั่วโมง	Electrometry
Conductivity	แช่เย็นหรือวิเคราะห์ในสนาม	28 วัน	Electrometry
Dissolved Oxygen (DO)	วิเคราะห์ทันที	0.5 ชั่วโมง	Specific electrode method
Turbidity	แช่เย็น - และเก็บในที่มืด	24 - 48 ชั่วโมง	Nephelometric method
Alkalinity	แช่เย็นหรือวิเคราะห์ในสนาม	1 - 14 วัน	Titrimetry
Solids	แช่เย็น	7 วัน	Filter and dried 103 - 105 ^{0}C / 180 ^{0}C
Chloride	แช่เย็น	ไม่กำหนด	Titrimetry (with $AgNO_3$)
Sulfate	แช่เย็น	28 วัน	Turbidimetric method
Fluoride	ไม่กำหนด	28 วัน	Specific electrode method
Hardness	ปรับให้ pH < 2 ด้วย HNO_3	6 เดือน	Calculation from calcium and magnasium
Metals	ปรับให้ pH < 2 ด้วย HNO_3	6 เดือน	Atomic absorption spectrometry
BOD	แช่เย็น	6 - 48 วัน	5 - days Incubation at 20 ^{0}C
COD	ปรับให้ pH < 2 ด้วย H_2SO_4 และแช่เย็น	7 - 28 วัน	Dichromate open reflux
Ammonia	ปรับให้ pH < 2 ด้วย H_2SO_4 และแช่เย็น	7 - 28 วัน	Specific electrode method

ตารางที่ 3 - 3 (ต่อ)

พารามิเตอร์	การรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ	ระยะเวลาการเก็บ	วิธีการวิเคราะห์หรือเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์
Nitrate - Nitrite	ปรับให้ pH < 2 ด้วย H_2SO_4 และแช่เย็น	28 วัน	Spectrophotometry
Organic Nitrogen	ปรับให้ pH < 2 ด้วย H_2SO_4 และแช่เย็น	7 - 28 วัน	Oxidation with titrimetry
Phosphate	เติม Hg_2Cl_2 40 mg ต่อตัวอย่าง 1 ลิตร และแช่เย็น	48 ชั่วโมง	Spectrophotometry
Total phosphorus	เติม Conc HCl 1 ml ต่อตัวอย่าง 1 ลิตร	ไม่กำหนด	Oxidation with spectrophotometry
Coliform bacteria	แช่เย็น (อุณหภูมิ < 10^0 C)	6 - 24 ชั่วโมง	Multiple - Tube Fermentation

หมายเหตุ

1. ถ้าไม่มีการระบุวิธีการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำเป็นพิเศษหมายความว่าตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจะถูกบรรจุในขวดพลาสติก (polyethylene หรือ polypropylene) โดยเก็บตัวอย่างน้ำให้เต็มขวดและปิดฝาให้แน่น เก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำและไม่โดนแสงแดด
2. หมายถึงช่วงเวลานับตั้งแต่ตัวอย่างน้ำถูกเก็บจากแหล่งน้ำจนถึงเวลาที่ถูกนำมาวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามในหลักการของการวิเคราะห์แล้วควรทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทันทีหรือเร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3-4 ค่าต่ำสุดค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำของหนองหาร (23-25 พค. 2534)

ลักษณะสมบัติของน้ำ	หน่วย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
Water Temperature	^{0}C	28.1	33.2	30.5
pH	-	6.7	9.3	8.2
Conductivity	μ/s/cm	64	286	113
Dissolved Oxygen (DO)	mg/L	5.3	11.6	8.6
Bicarbonate (HCO-3)	mg/L	7.9	37.7	17.5
Carbonate (HCO-3)	mg/L	0	14.4	3.0
Total Alkalinity (as CaCO3)	mg/L	6.9	30.9	16.3
Turbidity	NTU	0.8	19.8	3.8
Total Dissolved Solids (TDS)	mg/L	60	278	107
Suspended Solids (SS)	mg/L	1	29	10
Chloride (Cl -)	mg/L	5.7	77.7	20.3
Sulfate (SO4- 2)	mg/L	1.2	10.8	3.0
Fluoride (F -)	mg/L	-	-	<0.1
Calcium (Ca)	mg/L	2.8	7.8	5.9
Magnesium (Mg)	mg/L	0.63	2.17	1.39
Total Hardness (as CaCO3)	mg/L	12.9	26.5	20.4
Sodium (Na)	mg/L	5.53	44.30	12.58
Potassium (K)	mg/L	1.12	4.59	2.04
BOD5	mg/L	1.3	2.9	1.8
BOD20	mg/L	2.4	7.2	4.1
COD	mg/L	4.2	26.6	12.7
Ammonia (NH3 - N)	mg/L	-	-	< 0.01
Nitrite (NO2- -N)	mg/L	<0.001	0.005	0.002
Nitrate (NO3- -N)	mg/L	<0.01	0.04	-
Organic Nitrogen	mg/L	0.2	1.0	0.5

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ลักษณะสมบัติของน้ำ	หน่วย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
Phosphate (PO4- 3 - P)	mg/L	0.002	0.012	0.005
Total Phosphorus (TP)	mg/L	0.009	0.074	0.026
Total Coliform	MPN/100mL	<3	24000	28
Faecal Coliform	mg/L	0	11000	6
Cadmium (Cd)	mg/L	-	-	<0.001
Copper (Cu)	mg/L	-	-	<0.01
Iron (Fe)	mg/L	0.20	1.53	0.84
Manganese (Mn)	mg/L	-	-	<0.05
Lead (Pb)	mg/L	-	-	<0.01
Nickel (Ni)	mg/L	-	-	<0.1
Silica (Si)	mg/L	3.1	11.6	6.5
Zinc (Zn)	mg/L	0.02	0.15	0.07

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยของ Coliform bacteria เป็น Geometric Mean

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุกสถานีและของทุกวันที่ทำการตรวจวัดเท่ากับ 30.5 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมี สาเหตุหลัก 2 ประการคือ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของอากาศในระหว่างวัน และสภาพของท้องฟ้า เช่น แดดจัดหรือแดดอ่อน เป็นต้น อุณหภูมิที่สูงจัดผิดปกติธรรมชาติอาจก่อให้เกิด Physiological effect ต่อปลาและสัตว์น้ำเนื่องจากสัตว์เหล่านี้เป็นสัตว์เลือดเย็น (Cold-blood animal) อย่างไรก็ตามหนองหารไม่มีแหล่งปล่อยหรือระบายน้ำร้อน ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาในเรื่องของ Thermal Pollution

(2) ***ความเป็นกรด-ด่าง (pH)*** ค่าความเป็นกรด-ด่างมีการเปลี่ยนแปลงทำนองเดียวกับอุณหภูมิน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำสุด 6.7 และค่าสูงสุด 9.3 ค่าเฉลี่ย 8.2 $\pm$ 0.6 อาจกล่าวได้ว่าสภาพความเป็นกรด-ด่าง โดยทั่วไปของน้ำในหนองหารมีฤทธิ์ค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในหนองหารน่าจะเป็นผลโดยตรงจาก photosynthetic activity ของสาหร่ายและพืชน้ำ ซึ่งมีขึ้นอยู่หนาแน่น และมีตลอดทั่วหนองหาร ซึ่งจากการเก็บตัวอย่างในภาคสนามพบว่า ท้องน้ำของหนองหารปกคลุมด้วย Submersed plant ตลอดทั้งหนองหาร โดยยังไม่รวมถึงบริเวณที่พบ emergent, floating leaved และ freely floating macrophyte รวมทั้งบางบริเวณก็จะพบ algal bloom ด้วย (บริเวณใกล้กับเทศบาลเมืองสกลนคร) แต่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่วนใหญ่กล่าวได้ว่าอยู่ในช่วงแคบ เนื่องจากมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพียง $\pm$ 0.6 เท่านั้น

อย่างไรก็ตามในแหล่งน้ำตามธรรมชาติโดยทั่วไปมักพบว่ามีความเป็นกรด-ด่างในช่วง 6.0-8.5 ในแง่ของความเหมาะสมต่อการบริโภค-อุปโภคนั้น WHO (1984) ได้กำหนดช่วงของความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 6.5-8.5 (ดูตารางที่ 3-5) สำหรับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ถูกกำหนดให้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 6.0 หรือ 6.5 ถึง 9.0 (ดูตารางที่ 3-6)

(3) ***ความนำไฟฟ้า (Conductivity)*** ค่าความนำไฟฟ้าของแหล่งน้ำเป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณเกลือแร่ต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ สามารถใช้เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำจาก Anthropogenic Impact ได้ดีค่าหนึ่ง ความนำไฟฟ้าสัมพันธ์โดยตรงกับของแข็งละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids-TDS)

ตารางที่ 3-5 คุณภาพน้ำดื่ม – Guideline for Drinking Water Quality (WHO, 1984) และ Water Quality for Human Consumption (EC, 1980)

Constituent	Unit	WHO	EC	
			Guideline Value	MAC①
A. Aesthetical Quality				
pH	-	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9.5
TDS	mg/L	1000	-	-
Turbidity	NTU	5	6m②	2m②
Chloride	mg/L	250	25	200
Sulfate	mg/L	400	25	250
Hardness ($asCaCO_3$)	mg/L	500	-	-
Ca	mg/L	-	100	-
Mg	mg/L	-	30	50
NH_4(NH_3-N)	mg/L	-	0.05 (0.04)	0.5 (0.4)
TKN	mg/L	-	-	1
Dissolved Oxygen	mg/L	no guideline value set	③	-
Cu	mg/L	1.0	0.1	-
Fe	mg/L	0.3	0.05	0.2
Mn	mg/L	0.1	0.02	0.05
Na	mg/L	200	20	120-150
K	mg/L	-	10	12
Zn	mg/L	5.0	0.1/5.0	-
B. Health Significance				
Cd	mg/L	0.005	-	0.005
Cr	mg/L	0.05	-	0.05
F^-	mg/L	1.5	-	0.70
Pb	mg/L	0.05	-	0.05
Ni	mg/L	no guideline value set	-	0.05
NO_3^--N	mg/L	10	5.6	11.3
NO_2^-	mg/L	no guideline value set	-	0.03

① Maximum allowable Concentration

② วัดในรูปของ Transparency หน่วยเป็น meter (m.)

③ ไม่ควรน้อยกว่า 75% ความอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 - 6 คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพตามปกติ ปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ ตามข้อกำหนดของสหภาพยุโรป (EU) ประเทศแคนาดาและประเทศสหรัฐอเมริกา (EPA)

Characteristic/Constituent	Unit	EU	CANADA	USA (EPA)
pH	-	6.0 - 9.0	6.5 - 9.0	6.5 -9.0
Dissolved Oxygen	mg / L	5.0 - 9.0	5.0 - 9.5	5.0
Alkalinity (as$CaCO_3$)	mg / L	-	-	<20 mg/L ①
TDS	mg / L	-	-	②
SS	mg / L	25	-	③
BOD_5	mg / L	3.0-6.0	-	-
NH_3 - N	mg / L	0.005-0.025	1.37-2.2	0.02 (unionized) ④
NO^-_3	mg / L	-	-	-
NO^-_2	mg / L	0.01-0.03	0.06	⑤
P	mg / L	-	-	⑥
Cd	mg / L	-	0.0002 - 0.0018 ⑦	0.004 ⑧ / 0.012 ⑨
Cr	mg / L	-	0.02 - 0.002	0.1
Cu	mg / L	0.005 - 0.112 ⑦	0.002-0.004 ⑦	0.1 เท่าของ 96-hr.LC_{50}
Fe	mg / L	-	0.3	0.1 เท่าของ 1.0-hr.LC_{50}
Pb	mg / L	-	0.001 - 0.007 ⑦	0.1 เท่าของ 1.0-hr.LC_{50}
Ni	mg / L	-	0.025 - 0.15 ⑦	0.1 เท่าของ 1.0-hr.LC_{50}
Zn	mg / L	-	-	0.1 เท่าของ 1.0-hr.LC_{50}

① กรณีที่แหล่งน้ำมีค่า Alkalinity <20 mg/L (as$CaCO_3$) ให้กำหนดว่าค่า Alkalinity ไม่ควรลดลงน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของระดับที่พบในธรรมชาติ

② ไม่กำหนดเพราะว่าโดยปกติปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ สามารถทนการเปลี่ยนแปลงของ TDS ได้ในช่วงกว้าง นอกจากนี้ยังพบว่า Common Fish Species สามารถทนได้ในน้ำที่มี TDS สูงถึง 10,000 mg / L

③ กำหนดให้มีอยู่ในระดับที่ไม่ทำให้การสังเคราะห์แสงของน้ำลดมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

④ ที่อุณหภูมิ 30 ^{o}C และ PH ในช่วง 6.5 - 9.0 ค่า Total NH_3 ที่ให้ค่า Unionized NH_3 ที่ 0.02 mg / L มีค่าอยู่ในช่วง 0.045 - 7.9 mg / L

⑤ ไม่กำหนดเพราะยังไม่พบว่าระดับที่พบได้ตามธรรมชาติจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

⑥ เพื่อป้องกัน biological nuisance หรือ Eutrophication จึงกำหนดให้ total phosphate หรือ total phosphorus ใน inlet stream (ที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ) มีค่าน้อยกว่า 0.050 mg P / L หรือ 0.100 mg P / L ตามลำดับ

⑦ ขึ้นกับ hardness ของน้ำ

⑧ กรณีที่น้ำมี hardness < 75 mg / L (soft water)

⑨ กรณีที่น้ำมี hardness > 75 mg / L (hard water)

แต่อย่างไรก็ตามค่าความสัมพันธ์ระหว่างสองพารามิเตอร์นี้ต้องนำไปใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะว่าอิออนที่ละลายอยู่ในน้ำแต่ละตัวจะให้ค่าความนำไฟฟ้าต่างกัน ดังนั้นแหล่งน้ำที่มีโครงสร้างขององค์ประกอบของแร่ธาตุหรืออิออนต่างกัน อาจให้ค่าความนำไฟฟ้าที่ต่างกัน ถึงแม้ว่าจะมีค่า TDS เท่ากัน หรือใกล้เคียงกันก็ตาม

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 64 ถึง 286 ไมโครซีเมนส์/ซม และมีค่าเฉลี่ย 113 ± 61 ไมโครซีเมนส์/ซม. ซึ่งแสดงให้เห็นความแตกต่างที่สูงมาก จากรูปที่ 3-2 จะเห็นได้ชัดว่า ค่าความนำไฟฟ้าจะสูงสุดที่สถานี NH-3 (ค่าเฉลี่ย 280 ไมโครซิเมนส์/ซม.) ซึ่งเป็นบริเวณที่หนองหารได้รับการระบายน้ำทิ้งจากเทศบาลเมืองสกลนครผ่านทางห้วยโมง (ดูตารางที่ 3-7) สำหรับบริเวณที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากชุมชนในระดับหนึ่งก็จะมีค่าความนำไฟฟ้าอยู่ในระดับ 100 ไมโครซีเมนส์/ซม. ขึ้นไป ส่วนบริเวณที่คาดว่าไม่ได้รับผลกระทบหรือได้รับน้อยมากจะมีค่าความนำไฟฟ้าในระดับ 80 ไมโครซีเมนส์/ซม. หรือน้อยกว่า

ในการกำหนดมาตรฐานของคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภคและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ พบว่า ไม่มีการกำหนดไว้ ยกเว้น ข้อกำหนดของ EC (European Community 1980) ซึ่งกำหนด Guideline Value ไว้ที่ 400 ไมโครซิเมนส์/ซม. สำหรับน้ำบริโภค

*(4) **ออกซิเจนในน้ำ** (Dissolved Oxygen)* ออกซิเจนในน้ำถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโตตามปกติของปลาและสัตว์น้ำ สำหรับน้ำเพื่อการบริโภคนั้นไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน แต่ EC ได้หมายเหตุไว้ว่าถ้าค่าออกซิเจนในน้ำต่ำกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัว อาจก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องของรสและกลิ่นของน้ำบริโภค โดยทั่วไปแล้วออกซิเจนในน้ำมักถูกกำหนดไว้ให้มีไม่น้อยกว่า 5.0 มก./ลิตรในแหล่งน้ำเพื่อการเจริญเติบโตที่ดีของปลา และสัตว์น้ำ (ดูตารางที่ 3-6) ถึงแม้ว่าระดับที่ปลาและสัตว์น้ำจะอยู่รอดได้อยู่ที่ระดับมากกว่า 2.0 มก./ลิตรก็ตาม (นอกจากนี้ปลาและสัตว์น้ำบางพันธุ์อาจทนต่อภาวะที่แหล่งน้ำมีออกซิเจนต่ำมากๆได้)

สำหรับออกซิเจนในน้ำของหนองหารพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 5.3 ถึง 11.6 มก./ลิตร และมีค่าเฉลี่ย 8.6 ± 1.9 มก./ลิตร ซึ่งถือได้ว่าค่อนข้างสูง (ดูรูปที่ 3-3) ความแปรผันของค่าออกซิเจนในน้ำมีผลอย่างมากจาก Photosynthetic

activity ของ macrophyte plant ซึ่งขึ้นปกคลุมอยู่ตลอดทั้งหนองหาร ดังได้กล่าวไว้แล้วในเรื่องความเป็นกรด-ด่าง

(5) ***ความเสถียรต่อกรด*** *(Total Alkalinity)* องค์ประกอบสำคัญของค่าความเสถียรต่อกรด ของแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไป คือ ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) สำหรับคาร์บอเนต (CO_3^{-2}) นั้นมีเป็นส่วนน้อย และสำหรับไฮดรอกไซด์ (OH^-) ซึ่งพบได้ยากมาก ยกเว้นในกรณีที่เกิด algal bloom อย่างหนาแน่นมากๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลาสั้นๆ ในเวลาหลังเที่ยง (ในช่วงที่แดดจัดมากๆ)

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่าความเสถียรต่อกรด ส่วนใหญ่มีไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) เป็นองค์ประกอบหลัก มีบ้างบางสถานีที่พบคาร์บอเนต (CO_3^{-2}) ซึ่งสังเกตได้ว่าน้ำจะมีออกซิเจนในน้ำและความเป็นกรด-ด่าง สูง อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าความเสถียรต่อกรด-ด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 6.9-30.9 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) และมีค่าเฉลี่ย 16 ± 5.3 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) ค่าที่พบดังกล่าวถือได้ว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำมาก สำหรับแหล่งน้ำ จนสามารถสรุปได้ว่า น้ำหนองหารไวต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด ดังนั้นจะต้องระวังมากในเรื่องของการระบายน้ำทิ้งที่มีฤทธิ์เป็นกรดลงสู่หนองหาร หรือ สภาวะการณ์อื่นๆ เช่น สภาวะฝนกรด เป็นต้น

ในแง่ของการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำ US.EPA ได้กำหนดไว้ว่าค่าความเสถียรต่อกรด ไม่ควรน้อยกว่า 20 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) หรือถ้าในธรรมชาติแหล่งน้ำใดที่มีค่าต่ำกว่านี้แล้ว ก็กำหนดว่า ค่าความเสถียรต่อความเป็นกรด ไม่ควรลดต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของระดับที่พบในธรรมชาติ (ดูตารางที่ 3-6)

(6) ***ความขุ่น*** *(Turbidity)* ความขุ่นของน้ำอาจเกิดได้จากสาเหตุธรรมชาติ หรือจาก Anthropogenic Impact กรณีแรกเกิดได้จากแรงลมซึ่งก่อให้เกิดคลื่นและทำให้เกิด Vertical Mixing ของน้ำซึ่งอาจทำให้น้ำขุ่นได้ ถ้าแหล่งน้ำนั้นตื้นและท้องน้ำ (Water bed) มีลักษณะเป็นดินตะกอน หรือเกิดจากการชะดินตะกอนของ run-off ในช่วงฤดูฝน กรณีหลังอาจเกิดจากการระบายน้ำขุ่นข้น เช่น จากการทำเหมืองลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังอาจเกิดจาก algal bloom อันเป็นผลมาจากการระบายน้ำเสียได้อีกด้วย

ความขุ่นมีผลโดยตรงต่อการลดลงของแสงที่จะต้องลงสู่ท้องน้ำทำให้ Euphotic Depth ลดลงซึ่งส่งผลให้ photosynthetic activity ของแหล่งน้ำลดลง อันเป็นผลทำให้ primary productivity ของแหล่งน้ำลดลง ซึ่งถือได้ว่าทำให้

ความอุดมสมบูรณ์ในเชิงแหล่งอาหารของแหล่งน้ำลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลเสียต่อปลาหรือสัตว์น้ำที่เป็นพวก Gill Feeder

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าความขุ่นแปรผันมากระหว่างสถานี และระหว่างวันของสถานีเดียวกัน ดังเช่นสถานีห้วยชิน พบว่า ค่าความขุ่นต่ำสุด 19.8 เอ็นทียู และค่าสูงสุดคือ 9.6 เอ็นทียู (ดูตารางที่ 3-7) ค่าต่ำสุดที่พบคือ 0.8 เอ็นทียู และค่าสูงสุดคือ 19.8 เอ็นทียู ค่าเฉลี่ยของทั้งหนองหาร 3.8 $\pm$ 4.3 เอ็นทียู โดยสภาพทั่วไปแล้วน้ำในหนองหารค่อนข้างใสมาก จนกระทั่งสามารถมองเห็นถึงท้องน้ำ (lake bed) ได้ในหลายๆ สถานี สถานีที่มีความขุ่นสูงโดยเปรียบเทียบสังเกตได้ว่าเป็นสถานีที่อยู่ในบริเวณปากลำน้ำสาขา เช่น สถานี NH-3 (ห้วยโมง) และ สถานี NH-5 (ห้วยชิน) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าความขุ่นที่สูงกว่าปกติของสถานีเหล่านี้เกิดจาก run-off หรือ discharge จากลำห้วยดังกล่าว นอกจากนี้ในบางบริเวณที่มีความขุ่นสูงบ้าง คือ สถานี NH-8 (บ้านแป้น) น่าจะเป็นผลมาจาก wind mixing เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีน้ำตื้น ลมแรง และท้องน้ำมีพืชปกคลุม (Submerged Macrophyte) น้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย (ดูรูปที่ 3-4)

ในด้านมาตรฐานน้ำบริโภคกำหนดให้มีความขุ่นได้ไม่เกิน 5 เอ็นทียู (ดูตารางที่ 3-5) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อผ่านกระบวนการบำบัดน้ำความขุ่นก็จะลดลง เนื่องจากกระบวนการตกตะกอน สำหรับน้ำในหนองหารที่นำไปใช้ทำน้ำประปามีความขุ่นค่อนข้างต่ำมาก (1.0-1.6 เอ็นทียู ที่สถานี NH-1) (ดูตารางที่ 3-7)

สำหรับความเหมาะสมในด้านการเจริญเติบโตตามปกติของปลาและสัตว์น้ำ จะกล่าวถึงต่อไปในหัวข้อของแข็งแขวนลอย (SS)

(7) ***ของแข็งละลายทั้งหมด*** *(Total Dissolved Solids, TDS)* การเปลี่ยนแปลงของค่าของแข็งละลายทั้งหมด ของน้ำในหนองหารจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่าความนำไฟฟ้า ซึ่งช่วยยืนยันให้เห็นได้ชัดว่าปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นมากที่สถานี NH-3 เมื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่นๆ (ดูตารางที่ 3-7 และรูปที่ 3-2) อย่างไรก็ตามค่าสูงสุดที่พบคือ 278 มก./ลิตร ก็ยังต่ำกว่าข้อกำหนดของน้ำเพื่อการบริโภค ซึ่งกำหนดค่า TDS ไว้ไม่เกิน 1,000 มก./ลิตร (ดูตารางที่ 3-5) ค่าเฉลี่ยทั้งหนองหารเท่ากับ 107 มก./ลิตร และค่า TDS ที่สถานี NH-1 (จุดสูบน้ำประปา) มีค่าเฉลี่ย 78 มก./ลิตร ในแง่ของความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำนั้นไม่มีการกำหนดมาตรฐานหรือข้อกำหนดไว้ เนื่องจากปกติปลาและสัตว์น้ำสามารถทนต่อการเปลี่ยน

แปลงของค่า TDS ได้ในในช่วงกว้าง รวมทั้งยังไม่เคยเกิดเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า TDS ตามธรรมชาติที่ทำให้ปลาและสัตว์น้ำตายลง

(8) **ของแข็งแขวนลอย** (Suspended Solids-SS) ของแข็งแขวนลอยอาจเป็นอนินทรียสารหรืออินทรียสาร ซึ่งอาจเป็นสิ่งมีชีวิตด้วยก็ได้ ของแข็งแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับค่าความขุ่นแต่การหาความสัมพันธ์ระหว่างสองค่านี้ไม่เกิดประโยชน์เท่าใดนัก เนื่องจากมีธรรมชาติของวิธีการวิเคราะห์ที่ต่างกันมาก ค่า SS ของน้ำในหนองหารก็มีความผันแปรไปในทางเดียวกับค่าความขุ่น ทั้งนี้สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงหรือการเกิดขึ้นก็เป็นเช่นเดียวกัน หรือมีลักษณะคล้ายกัน

ในแง่ของความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำนั้น ข้อกำหนดของ EU กำหนดให้มี SS ได้ไม่เกิน 25 มก./ลิตร สำหรับ US.EPA กำหนดว่าต้องไม่ทำให้การสังเคราะห์แสงของน้ำลดลงมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

ค่า SS ของหนองหารพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1-29 มก./ลิตร ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 10 $\pm$ 8 มก./ลิตร ซึ่งแสดงว่าเกือบ 95 เปอร์เซ็นต์ของค่าที่ตรวจวัดทั้งหมดมีค่าน้อยกว่า 25 มก./ลิตร

3.1.4.2 **คุณภาพน้ำจำแนกตามกลุ่มอิออนหลัก**

(1) คลอไรด์ (Cl) คลอไรด์ในแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ มีค่าผันแปรต่างกันตามลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่งน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำของแหล่งน้ำนั้น โดยทั่วไปพบคลอไรด์สูงในแหล่งน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล เช่น ในบริเวณที่น้ำทะเลรุกล้ำเข้ามาตามลำน้ำในฤดูน้ำน้อย (Low Flow Period) หรือ ในกรณีของการสูบน้ำบาดาลมากเกินไป นอกจากนี้แหล่งน้ำที่เป็น Impounded Lake ก็เป็นทะเลสาบน้ำเค็มได้ในกรณีที่เป็นทะเลสาบที่ไม่มีทางระบายหรือทางไหลออกของน้ำ ทำให้เกิดภาวะสะสมเกลือ (Salt Built-up) ขึ้น ใน Pristine Freshwater โดยทั่วไปพบคลอไรด์น้อยกว่า 10 มก./ลิตร และบางแห่งอาจพบน้อยกว่า 2 มก./ลิตร

นอกจากสาเหตุธรรมชาติแล้วยังพบคลอไรด์ในปริมาณที่สูงกว่าปกติในแหล่งน้ำบริเวณที่ได้รับน้ำทิ้งจากชุมชน (Sewage Outfall) เนื่องจากคลอไรด์เป็นอิออนหลักตัวหนึ่งที่ออกมาจาก Human Excreta ดังนั้นคลอไรด์จึงใช้เป็น Indicator ที่สำคัญตัวหนึ่งที่ใช้บ่งบอกถึงร่องรอยของการได้รับการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจากน้ำทิ้งชุมชน และประการสำคัญ คือ คลอไรด์จัดเป็น conservative parameter กล่าวคือ ไม่แปรเปลี่ยนไปตามเวลาที่เปลี่ยนไป ดังเช่นค่า BOD หรืออุณหภูมิเป็นต้น (พารามิเตอร์พวกนี้จัดเป็น non-conservative material)

คลอไรด์ที่พบในหนองหารมีช่วงกว้างมากโดยพบตั้งแต่ 5.7 ถึง 77.7 มก./ลิตร และมีค่าเฉลี่ย 20.3 มก./ลิตร บริเวณที่พบคลอไรด์สูงสุดคือ สถานี NH-3 (ห้วยโมง) พบคลอไรด์เฉลี่ย 73.4 มก./ลิตร รองลงมาคือสถานี NH-6 (บ้านท่าแร่) (ดูตารางที่ 3-7 และ รูปที่ 3-5) ความแตกต่างของค่าคลอไรด์ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละแห่งแสดงให้เห็นถึงผลของการใช้ที่ดินรอบๆ หนองหารที่มีผลต่อคุณภาพน้ำในหนองหาร แต่เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในแง่ของการบริโภค-อุปโภคนั้น WHO (1984) ได้กำหนดค่าคลอไรด์ไว้สูงสุดที่ 250 มก./ลิตร (ดูตารางที่ 3-5) สำหรับคุณภาพน้ำต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำนั้นไม่มีการกำหนดค่าคลอไรด์ไว้ เหตุผลก็คงเป็นเช่นเดียวกับที่อธิบายไว้แล้วในเรื่อง TDS

(2) ***ซัลเฟต*** (SO_4^{-2}) ค่าซัลเฟตในแหล่งน้ำก็เช่นเดียวกับคลอไรด์คือ ปริมาณที่พบในแหล่งน้ำแต่ละแห่งจะต่างกันไปตามลักษณะทางธรณีวิทยาของที่ตั้งและพื้นที่ลุ่มน้ำของแหล่งน้ำแต่ละแห่ง ถึงแม้ว่าใน Human Excreta จะมีซัลเฟตเช่นเดียวกับคลอไรด์ แต่ซัลเฟตก็ไม่ถือว่าเป็น good indicator เช่นเดียวกับคลอไรด์ ซึ่งเป็นเพราะว่าปริมาณที่พบในน้ำทิ้งอาจไม่สูงมากพอที่สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เด่นชัดในแหล่งรับน้ำทิ้ง (Receiving Water Bodies) นอกจากนี้ซัลเฟตยังมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาตาม geochemical process (เกิดบนพื้นที่ลุ่มน้ำ) และ biochemical process (เกิดในแหล่งน้ำ) อย่างไรก็ตามสังเกตไว้ว่าที่สถานี NH-3 (ห้วยโมง) ซึ่งลักษณะคุณภาพน้ำอื่นๆ เช่น ความนำไฟฟ้า ของแข็งละลายทั้งหมด (TDS) และ คลอไรด์ เป็นต้น ชี้ตรงกันว่าเป็นบริเวณที่คุณภาพน้ำในบริเวณนั้นได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งชุมชนเมืองสกลนคร ซึ่งสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่ว่า ประการ 1 ใน 3 ของปริมาณน้ำทิ้งของเทศบาลเมืองสกลนคร (พื้นที่เดิม 13 ตารางกิโลเมตร) ระบายลงสู่หนองหารผ่านทางหนองสนมและห้วยโมงตามลำดับ ค่าซัลเฟตที่พบที่สถานี NH-3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆ (ยกเว้นสถานี NH-10 ซึ่งมีค่าซัลเฟตสูงมากเมื่อเทียบกับสถานีอื่นๆ แต่ในเวลานี้ยังวิเคราะห์ถึงสาเหตุดังกล่าวไม่ได้) กล่าวคือ พบซัลเฟตเฉลี่ย 4.2 มก./ลิตร ขณะที่สถานีอื่นๆ ส่วนใหญ่พบค่าซัลเฟตเฉลี่ยน้อยกว่า 3.0 มก./ลิตร (ดูตารางที่ 3-7) อย่างไรก็ตามในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปพบในซัลเฟตในช่วง 2-80 มก./ลิตร

สำหรับความเหมาะสมด้านการบริโภค WHO (1984) กำหนดค่าสูงสุดของซัลเฟตในน้ำบริโภคที่ 400 มก./ลิตร (ดูตารางที่ 3-5) สำหรับความเหมาะสมของปริมาณซัลเฟตในแหล่งน้ำธรรมชาติต่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำ

ตามปกตินั้น ไม่มีกำหนดไว้ทั้งของ EU ประเทศแคนาดาและประเทศสหรัฐอเมริกา

(3) ***คาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต*** *(CO^{-2}_3 และ HCO^{-}_3)* คาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตในแหล่งน้ำจะพบมากหรือน้อยขึ้นกับ geochemical reaction ของลักษณะทางธรณีของพื้นที่ลุ่มน้ำ ต้นกำเนิดของแหล่งน้ำประกอบกับปัจจัยทาง biochemical reaction จากการ photosynthesis ของพืชน้ำ (Aquatic Plant) ในกรณีของหนองหารพบว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีค่าคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตต่ำ (ได้กล่าวถึงแล้วในเรื่องความเสถียรต่อกรด)

(4) ***แคลเซี่ยม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg)*** ทั้งสองธาตุนี้เป็นอิออนบวกสำคัญ (Major Cation) ของแหล่งน้ำและถูกคำนวณร่วมกันเป็นค่าความกระด้างของน้ำ น้ำในหนองหารพบว่ามีแคลเซียมต่ำสุด 2.3 มก./ลิตร และสูงสุด 7.8 มก./ลิตร มีค่าเฉลี่ยทั้งหนองหารเท่ากับ 5.9 มก./ลิตร สำหรับแมกนีเซียมพบค่าต่ำสุดและสูงสุด 0.63 และ 2.17 มก./ลิตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยรวม 1.39 มก./ลิตร ความผันแปรของแคลเซียมและแมกนีเซียมมีไม่มากนัก มีเพียงบางสถานีเท่านั้นที่ให้ค่า Extreme จึงมีผลทำให้ช่วงของค่าต่ำสุด-สูงสุดกว้างมาก (ดูรูปที่ 3-6) นอกจากนี้ยังไม่พบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างปริมาณของธาตุทั้งสองในหนองหารกับลักษณะการใช้ที่ดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบที่เกิดจากการระบายน้ำทิ้งชุมชน อย่างไรก็ตามพบว่าแคลเซียมในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปมีค่าน้อยกว่า 15 มก./ลิตร และมีแมกนีเซียมในช่วง 1-100 มก./ลิตร ทั้งนี้ขึ้นกับ Rock Type

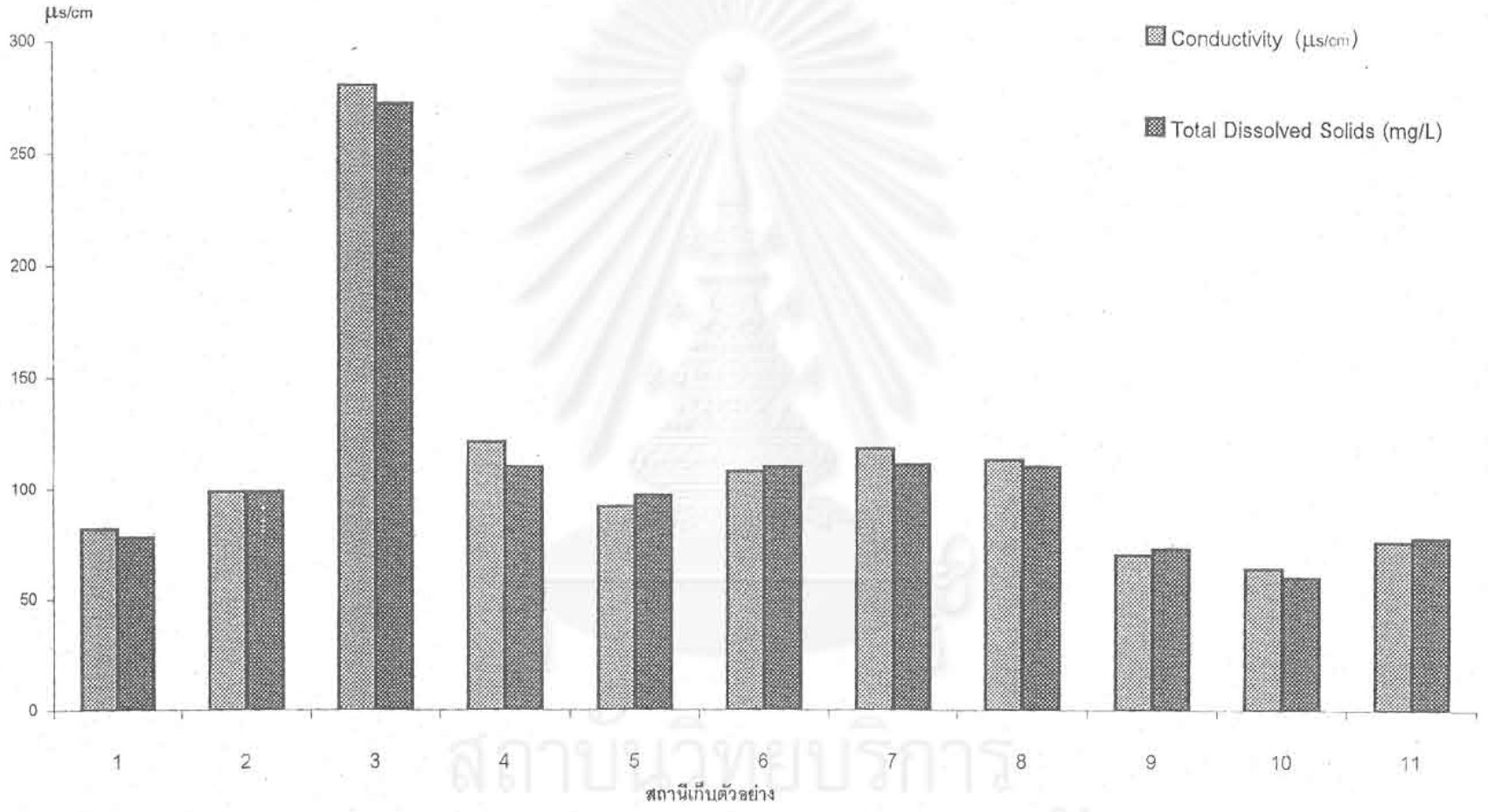
ในการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าความกระด้างของน้ำ (Hardness) จากการคำนวณจากปริมาณของแคลเซียมและแมกนีเซียม ทั้งนี้พบค่าสูงสุดของความกระด้าง 26.5 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้โดย WHO (1984) ที่กำหนดค่าความกระด้างสูงสุดในน้ำบริโภคเท่ากับ 500 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) (ดูตารางที่ 3-5) มาตรฐานหรือข้อกำหนดคุณภาพน้ำเพื่อการเจริญเติบโตตามปกติของปลาและสัตว์น้ำไม่ได้กำหนดค่าความกระด้างที่เหมาะสมเอาไว้ แต่ค่าความกระด้างของน้ำมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อความเป็นพิษของโลหะหนักบางชนิดที่มีต่อปลาและสัตว์น้ำ ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการกำหนดปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปในเรื่องของโลหะหนัก ทั้งนี้โดยทั่วไปจะพบว่า Calcium hardness มีค่าสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของค่า Total hardness ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ซึ่งพบว่าค่า Total hardness ประกอบด้วย Calcium hardness โดยเฉลี่ย 71 เปอร์เซ็นต์

(5) ***โซเดียม (Na)*** โซเดียมมักพบว่ามีปริมาณแตกต่างกันมากในแหล่งน้ำแต่ละแหล่ง โดยมีปัจจัยเช่นเดียวกับคลอไรด์ ในธรรมชาติมักพบความผันแปรของโซเดียมว่ามีความสัมพันธ์อย่างมากกับปริมาณคลอไรด์ในแหล่งน้ำ ทั้งนี้เพราะโซเดียมและคลอไรด์ในน้ำมาจากสารประกอบที่เรียกว่าเกลือแกง (NaCl) ดังนั้นโซเดียมในแหล่งน้ำส่วนใหญ่จึงมีมาพร้อมกับคลอไรด์และสามารถใช้เป็น Indicator ที่ให้สัญญาณบ่งบอกว่าแหล่งน้ำนั้นได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้รับการระบายน้ำทิ้งจากชุมชน แต่อย่างไรก็ตามทั้งโซเดียมและคลอไรด์ไม่สามารถบ่งบอกถึงขนาดของผลกระทบรวมทั้งระยะเวลาของการได้รับผลกระทบได้อย่างชัดเจน

ในการศึกษาครั้งนี้พบโซเดียมเฉลี่ยสูงสุดที่สถานี NH-3 (ห้วยโมง) 43.20 มก/ลิตร (ดูตารางที่ 3-7) ซึ่งสอดคล้องกับค่าคลอไรด์ รูปที่ 3-5 เป็นกราฟแท่งแสดงความผันแปรของค่าโซเดียมของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำต่างๆในหนองหาร ซึ่งจะเห็นได้ว่ารูปแบบคล้ายคลึงกับของค่าคลอไรด์ WHO (1984) ได้กำหนดค่าโซเดียมในน้ำบริโภคให้มีได้ไม่เกิน 200 มก./ลิตร (ดูตารางที่ 3-5) สำหรับข้อกำหนดในด้านความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตตามปกติของปลาและสัตว์น้ำไม่มีกำหนดไว้

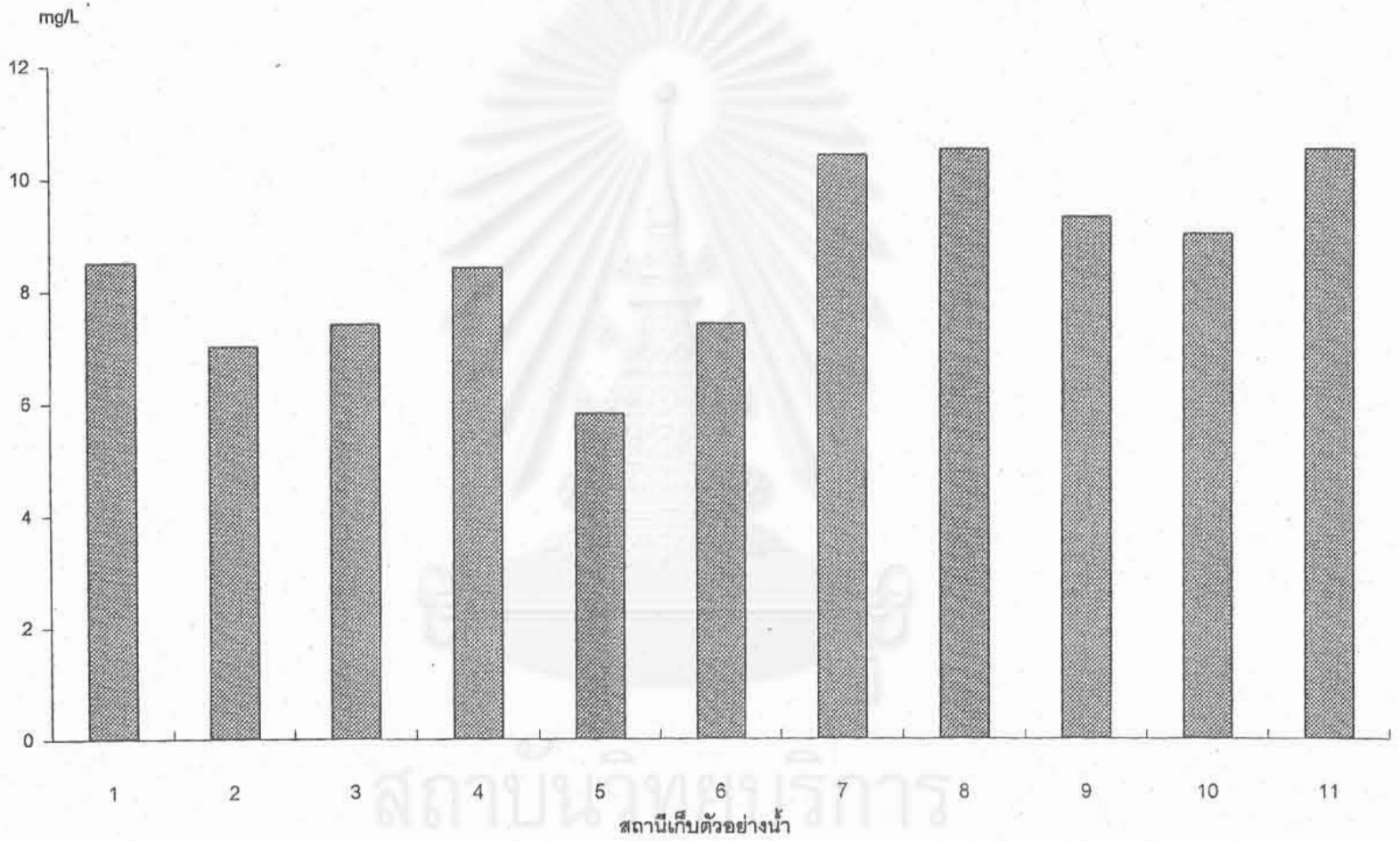
(5) ***โปแตสเซียม (K)*** โดยทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติมักพบโปแตสเซียมในระดับ ≤10 มก./ลิตร ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าในหนองหารมีค่าโปแตสเซียมเฉลี่ย 2.04 มก./ลิตร ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยที่พบโดยทั่วไปของสถานีส่วนใหญ่ อยู่ในช่วง 1.3-2.6 มก./ลิตร ค่าที่สูงผิดปกติพบที่สถานี NH-6 (4.59 มก./ลิตร) นั้นยังวิเคราะห์สาเหตุไม่ได้ว่ามาจากปัจจัยใด อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าโปแตสเซียมจะเป็นหนึ่งในสามธาตุอาหารสำคัญสำหรับพืช (ธาตุอาหารสำคัญของพืช คือ N P และ K) ก็ตามแต่พืชน้ำไม่เคยถูกพบว่ามีการขาดแคลน K แต่อย่างใด (นี่คือข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างพืชบกและพืชน้ำ) รวมทั้งโปแตสเซียมยังไม่ใช่ Indicator ที่บ่งถึง Anthropogenic Impact ที่มีต่อแหล่งน้ำ

WHO (1984) ไม่ได้กำหนดปริมาณโปแตสเซียมที่ควรมีในน้ำบริโภค แต่ EC Directive (Water Quality for Human Consumption, 1980) ได้กำหนดค่าโปแตสเซียมให้มีในน้ำบริโภคได้ 10 มก./ลิตร และสูงสุดต้องไม่เกิน 12 มก./ลิตร สำหรับข้อกำหนดเพื่อปลาและสัตว์น้ำไม่มีการกำหนดค่าโปแตสเซียมไว้แต่อย่างใด

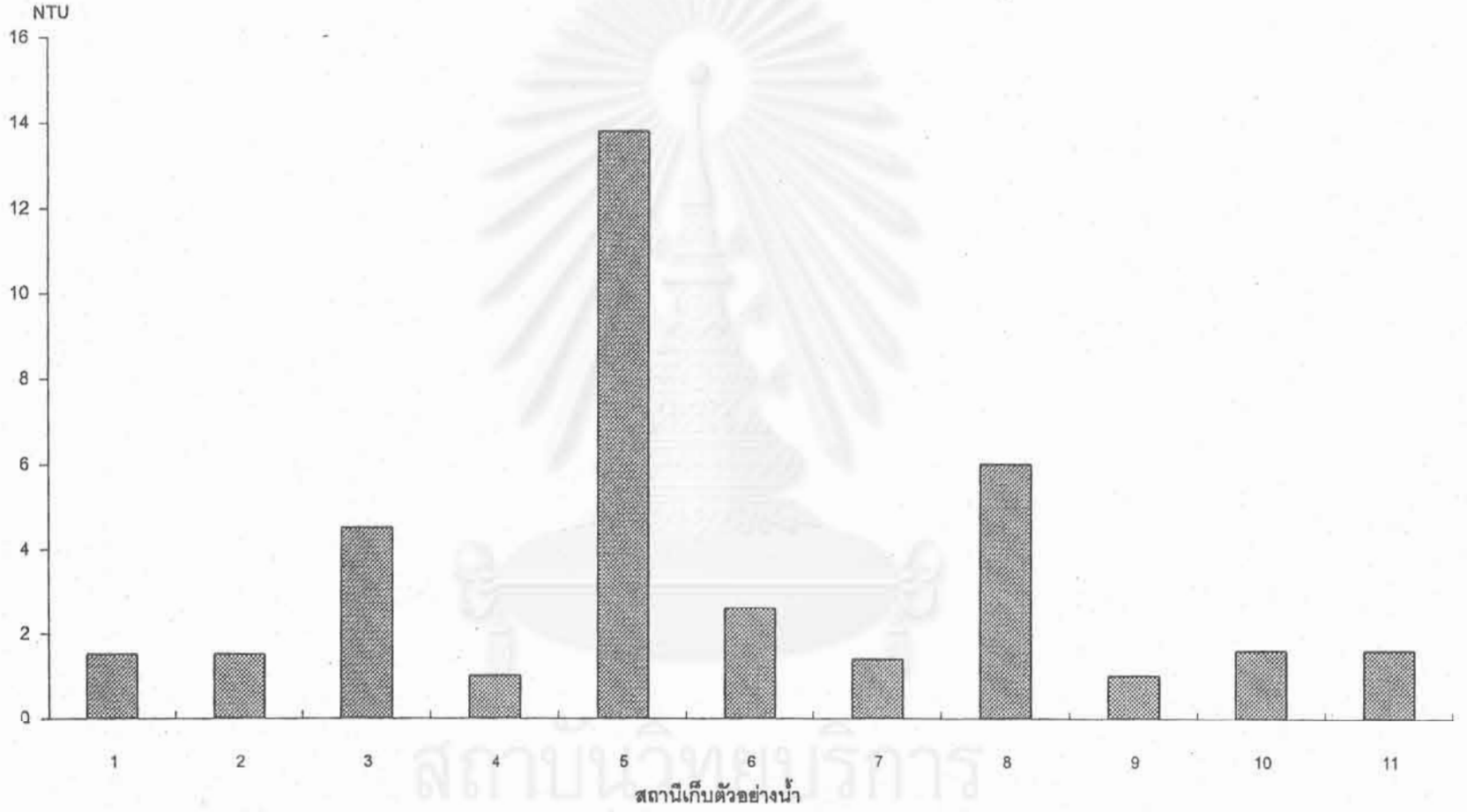


รูปที่ 3-2 กราฟแสดงค่าความนำไฟฟ้าเฉลี่ยและค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร

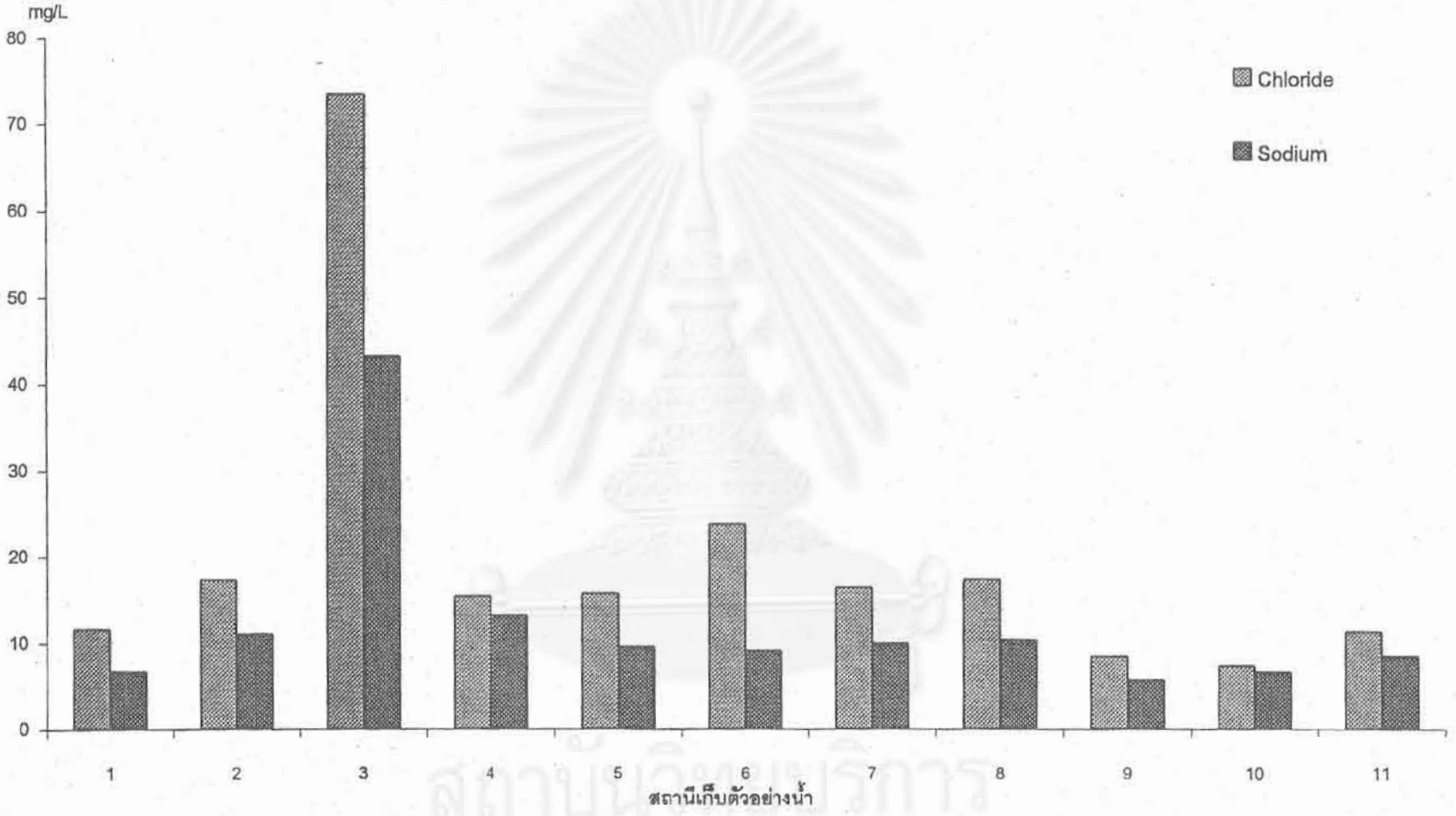
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



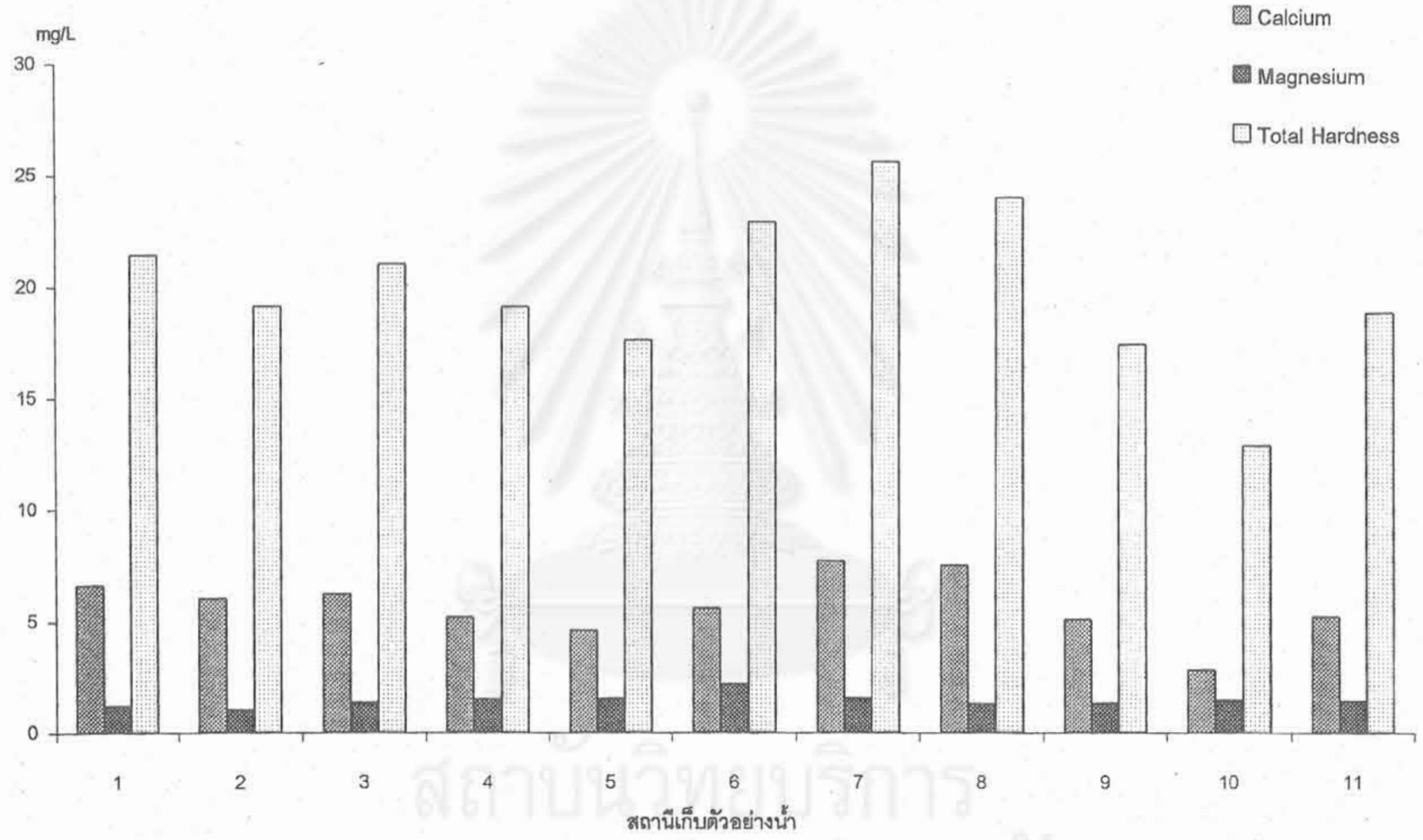
รูปที่ 3-3 กราฟแท่งแสดงค่าออกซิเจนในน้ำเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร



รูปที่ 3-4 กราฟแสดงค่าความขุ่นเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร



รูปที่ 3-5 กราฟแท่งแสดงค่าคลอไรด์และค่าโซเดียมเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร



รูปที่ 3-6 กราฟแท่งแสดงค่าแคลเซียม แมกนีเซียม และความกระด้างทั้งหมด

3.1.4.3 **คุณภาพน้ำจำแนกตามกลุ่มสารอินทรีย์**

(1) ***บีโอดี*** *(Biochemical Oxygen Demand- BOD)* ค่าบีโอดีเป็นค่าที่บ่งถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำซึ่งเป็นชนิดที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ Biodegradable Organic Compound) แต่ค่าที่วัดได้เป็นค่าที่เทียบกับปริมาณออกซิเจนที่ใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใน 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศ์ศาเซลเซียส ดังนั้นค่าบีโอดีจึงไม่ใช่ค่าที่บ่งถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพทั้งหมด โดยปกติแหล่งน้ำที่เป็น Unpolluted Water มักมีค่าบีโอดีน้อยกว่า 2 มก./ลิตร แต่บริเวณที่อยู่ใกล้กับจุดปล่อยน้ำทิ้งอาจมีค่าบีโอดีสูงถึง 10 มก./ลิตร หรือมากกว่า

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าบีโอดีเฉลี่ยทั้งหนองหารเท่ากับ 1.8 มก./ลิตร ค่าต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 1.3 และ 2.9 มก./ลิตร ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของแต่ละสถานีส่วนใหญ่น้อยกว่า 2.0 มก/ลิตร สำหรับสถานีที่อยู่ใกล้ชุมชนใหญ่หรือรับน้ำทิ้งจากชุมชนสังเกตว่ามีค่าบีโอดีมากกว่า 2.0 มก./ลิตร (ดูตารางที่ 3-7 และ รูปที่ 3-7) แต่เมื่อพิจารณาค่า บีโอดี (20 วัน) หรือ Ultimate BOD ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เป็นค่า Oxygen demand ที่ประกอบด้วย carbonaceous oxygen demand และ nitrogeneous oxygen demand ค่าบีโอดี (20 วัน) นี้น่าจะสะท้อนให้เห็นภาพในเชิงปริมาณของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ดีกว่าค่าบีโอดี (5 วัน) จากรูปที่ 3-7 จะเห็นได้ชัดถึงความแตกต่างของค่าบีโอดี (20 วัน) ของสถานี NH-3 และสถานี NH-5 กับสถานีอื่นๆ ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากน้ำทิ้งชุมชนน้อยกว่าทั้งสองสถานีดังกล่าว สำหรับการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภคพบว่าไม่มี แต่มีข้อกำหนดคุณภาพน้ำเพื่อการเจริญเติบโตตามปกติของปลาและสัตว์น้ำ โดย EU กำหนดค่าบีโอดี (5 วัน) ไว้ในช่วง 3.0-6.0 มก./ลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า บีโอดี (5 วัน) ของหนองหารยังอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อปลาและสัตว์น้ำ ถึงแม้ว่าจะมีหลักฐานว่าได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งชุมชนและทำให้ค่าบีโอดีในบริเวณนั้นๆ สูงขึ้นก็ตาม

(2) ***ซีโอดี*** *(Chemical Oxygen Demand-COD)* ค่าซีโอดีมีความคล้ายคลึงกับค่าบีโอดี แต่ต่างกันที่ว่า Oxygen demand วัดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยใช้สารเติมออกซิเจน (Oxidizing Agent) ดังนั้นค่าความต้องการออกซิเจนจึงครอบคลุมหรือรวมถึงสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายไม่ได้ทางชีวภาพหรือย่อยสลายได้ยาก แหล่งน้ำที่เป็น Unpolluted Water โดยทั่วไปมักมีค่า ซีโอดีน้อยกว่า 20 มก./ลิตร สำหรับหนองหารพบว่ามีค่าซีโอดีเฉลี่ยของแต่ละสถานีตั้งแต่ 4.2 ถึง 26.6 มก./

ลิตร (ค่าเฉลี่ยรวม 12.7 มก./ลิตร) เมื่อพิจารณาค่าซีโอดีเฉลี่ยรายสถานี (ดูตารางที่ 3-7 และ รูปที่ 3-7) แล้วจะเห็นได้ชัดเจนถึงความแตกต่างระหว่างสถานี NH-3 และสถานีอื่นๆ ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับผลที่ได้จากค่าบีโอดี (20 วัน)

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคและข้อกำหนดคุณภาพน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำนั้นไม่พบว่าได้มีการกำหนดค่าซีโอดีไว้แต่อย่างใด

(3) ***สารอินทรีย์ไนโตรเจน*** *(Organic Nitrogen)* สารอินทรีย์บางประเภท เช่น โปรตีนจะมีไนโตรเจน (N) เป็นองค์ประกอบสำคัญในโมเลกุล สารอินทรีย์ไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญในแง่ของการเป็นสารมลพิษ (Pollutant)ใน 2 ลักษณะ คือ

(ก) เป็นสารที่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายหรือกล่าวได้ว่ามี Oxygen demand ซึ่งในส่วนนี้อาจวัดออกมาในรูป NBOD (เป็นออกซิเจนที่ใช้เปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนเตรต) หรือ เป็น Ultimate BOD ซึ่งรวมทั้ง CBOD และ NBOD ก็ได้ ดังเช่น การวิเคราะห์บีโอดี (20 วัน) ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่ง NBOD นี้เป็นความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อการแปรสภาพของแอมโมเนีย (NH_3) เป็นไนเตรต (NO^-_3)

(ข) เมื่อถูกย่อยสลายแล้วทั้งแอมโมเนีย (NH_3) และไนเตรต (NO^-_3) ก็จะกลายเป็นธาตุอาหารหลักของพืชน้ำ และอาจก่อให้เกิดปัญหา algal bloom หรือ Cultural Eutroplication ได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยระบุว่าสาหร่ายบางชนิดสามารถใช้สารอินทรีย์ไนโตรเจนโดยตรงด้วยการปล่อยเอ็นไซม์ออกมาย่อยสลายที่ภายนอกเซล (Extracellular digestion)

3.1.4.4 **คุณภาพน้ำจำแนกตามกลุ่มสารอาหาร**

(1) **แอมโมเนีย** (NH_3-N) แอมโมเนียเป็นสารประกอบที่พบได้ใน Human Excreta (Urine) ซึ่งอยู่ในรูปของ Urea และจะถูก hydrolyze ต่อไปเป็นแอมโมเนีย แอมโมเนียและสารประกอบต่อเนื่องอันได้แก่ไนไตรต์ (NO_2^-) และไนเตรต (NO_3^-) สามารถใช้เป็น indicator สำหรับการเกิดมลภาวะของน้ำได้ รวมทั้งใช้บ่งถึงเวลาของการได้รับการปนเปื้อน (Contamination) ได้เนื่องจากแอมโมเนียเมื่ออยู่ในแหล่งน้ำก็จะแปรสภาพเป็นไนโตรต์และไนเตรท ดังนั้นถ้าพบอนินทรีย์

ไนโตรเจน (Total Inorganic Nitrogen) สูงก็แสดงว่าแหล่งน้ำอาจได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งชุมชน และถ้าพบไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียก็แสดงว่าเพิ่งได้รับการปนเปื้อนและถ้าพบในรูปไนเตรตก็แสดงว่าได้รับการปนเปื้อนมานานแล้ว ถ้าเป็นแหล่งน้ำไหลก็แสดงว่าจุดดังกล่าวอยู่ไกลจากจุดปล่อยน้ำทิ้ง (Sewage Outfall)

แหล่งน้ำโดยทั่วไปที่เป็น Unpolluted Water จะพบแอมโมเนียน้อยกว่า 0.1 มก./ลิตร (ในรูป N) สำหรับการศึกษาครั้งนี้พบแอมโมเนียไนโตรเจนน้อยกว่า 0.01 มก./ลิตร ทุกสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ WHO (1984) ไม่ได้กำหนดปริมาณแอมโมเนียในน้ำบริโภค แต่ EU (1980) กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0.05 มก./ลิตร (หรือ 0.04 มก./ลิตรในรูป N) และให้มีได้สูงสุด (เกณฑ์อนุโลม) ไม่เกิน 0.5 มก./ลิตร หรือ 0.4 มก./ลิตร ในรูป N

EU กำหนดแอมโมเนีย (ในรูป N) ให้มีในแหล่งน้ำได้ในช่วง 0.005-0.025 มก./ลิตร ส่วน US-EPA กำหนดไว้ไม่เกิน 0.2 มก./ลิตร ในรูป unionized ammonia หรือในช่วง 0.045-7.9 มก./ลิตร ในช่วง pH 6.5 –9.0 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (ดูตารางที่ 3-6)

(2) ***ไนไตรต์ (NO^-_2)*** ในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปไนไตรต์มาจากการออกซิไดส์แอมโมเนีย ในการศึกษาครั้งนี้พบไนไตรต์ (ในรูป N) ตั้งแต่ระดับที่วัดไม่ได้ (<0.001 มก./ลิตร) จนถึง 0.005 มก./ลิตร มาตรฐานน้ำดื่มของ EU กำหนดให้มีไนไตรต์ได้ไม่เกิน 0.03 มก./ลิตร (ในรูป N) และมาตรฐานในแหล่งน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำ EC ได้กำหนดให้อยู่ในช่วง 0.01-0.03 มก./ลิตร (ในรูป N) แต่ US.EPA ไม่ได้กำหนดเนื่องจากยังไม่พบว่าระดับที่มีตามธรรมชาติเป็นอันตรายต่อปลาและสัตว์น้ำ (ดูตารางที่ 3-5 และ 3-6)

(3) ***ไนเตรต (NO^-_3)*** ไนเตรตในแหล่งน้ำมีที่มา 3 แหล่ง ด้วยกันคือ

(ก) มีตามธรรมชาติ ทั้งนี้ขึ้นกับกำเนิดของแหล่งน้ำ ดังเช่น ทะเลสาบในยุโรปภาคกลางที่มีกำเนิดจากภูเขาไฟพบว่ามีไนเตรตอยู่ในปริมาณสูง

(ข) มาจากการระบายน้ำทิ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากน้ำทิ้งการเกษตรในพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมาก ไนเตรตจะถูกชะมาพร้อมกับ run-off ได้

(ค) มาจากการระบายน้ำทิ้งเช่นกัน แต่เป็นผลจากการแปรสภาพของสารอินทรีย์ไนโตรเจน และแอมโมเนีย

ไนเตรตไม่มีผลต่อการดำรงชีพโดยตรงของสัตว์ แต่มีผลต่อพืชน้ำเนื่องจากไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักหนึ่งในสองของพืชน้ำ (ธาตุอาหารหลักอีกธาตุคือ ฟอสฟอรัส-P) รวมทั้งไนเตรตยังเป็นรูปแบบที่พืชน้ำสามารถดึงไปใช้ได้โดยตรงอีกด้วย ดังนั้นในข้อกำหนดคุณภาพน้ำสำหรับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำจึงไม่มีกำหนดไว้ แต่ไนเตรตเป็นพิษต่อมนุษย์ถ้าได้รับมากเกินไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กทารก ดังนั้นในมาตรฐานน้ำดื่ม WHO (1984) จึงกำหนดให้มีได้ไม่เกิน 10 มก/ลิตร ในรูป N (ดูตารางที่3-5) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณไนเตรต ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่วัดไม่ได้ (<0.01 มก./ลิตร ในรูป N) ค่าสูงสุดที่พบคือ 0.04 มก./ลิตร (ในรูป N) ซึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปพบว่ามีน้อยมากที่จะมีปริมาณไนเตรต มากกว่า 0.1 มก./ลิตร (ในรูป N)

(4) ***ฟอสเฟต*** (PO_4^{-3}) ฟอสเฟตเป็นรูปแบบหนึ่งของสารประกอบที่มีฟอสฟอรัส (P) เป็นองค์ประกอบสำคัญ และเป็นรูปแบบที่พืชน้ำนำไปใช้ได้โดยตรง โดยธรรมชาติมักพบฟอสเฟตในระดับที่ตรวจวัดไม่ได้ (<0.003 มก./ลิตร ในรูป P) ในแหล่งน้ำที่สะอาด ปริมาณฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้นสูงในแหล่งน้ำส่วนใหญ่เป็นผลมาจาก Municipal Wastewater ซึ่งฟอสเฟตในน้ำเสียดังกล่าวส่วนใหญ่มาจากองค์ประกอบที่มีอยู่ในผงซักฟอก อย่างไรก็ตามระดับของฟอสเฟตของแหล่งน้ำแต่ละแห่งไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้โดยตรงว่าจะก่อให้เกิดปัญหา Eutrophication มากน้อยเพียงใด เนื่องจากการเกิด Eutrophication ของแหล่งน้ำแต่ละแห่งยังขึ้นอยู่กับปัจจัยเฉพาะของแหล่งน้ำแต่ละแห่งเองอีกด้วย เช่น ภูมิอากาศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะและรูปร่างของแหล่งน้ำนั้นๆ เป็นต้น

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ฟอสเฟตมีค่าต่ำสุดและสูงสุด 0.002 และ 0.012 มก./ลิตร ในรูป P ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย 0.005 มก./ลิตร ในรูป P รูปที่ 3-8 แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ ในด้านความเหมาะสมต่อการนำน้ำไปบริโภคและต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำนั้นไม่มีการกำหนดค่าฟอสเฟตไว้ แต่ US.EPA กำหนดปริมาณฟอสเฟต (Total phosphate) ในทางน้ำที่ไหลลงสู่ทะเลสาบไม่ควรมีมากกว่า 0.05 มก./ลิตร ในรูป P ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิด Biological Nuisance ขึ้นในทะเลสาบ (ดูตารางที่ 3-6)

(5) ***ฟอสฟอรัสทั้งหมด*** *(Total Phosphorus-TP)* ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็นค่าหนึ่งที่ใช้ประเมินปริมาณของธาตุฟอสฟอรัสในอันที่จะส่งผลต่อการเกิด Eutrophication ของแหล่งน้ำ รวมทั้งยังสามารถบ่งบอกถึง Nutrient limiting ของแหล่งน้ำได้ด้วยเมื่อใช้ร่วมกับค่าอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด(Total Inorganic

Nitrogen = NH_3+NO_2^- +NO_3^-) ทั้งนี้เนื่องจากฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำมีอยู่หลายรูปแบบ และถึงแม้ในรูปแบบของฟอสเฟตจะเป็นรูปแบบที่พืชน้ำทุกชนิด นำไปใช้ได้โดยตรงก็ตาม แต่ฟอสฟอรัสในรูปแบบอื่นๆ พืชบางชนิดก็สามารถนำไปใช้ได้ หรือบางรูปแบบก็สามารถสลายเป็นฟอสเฟตได้ง่าย นอกจากนี้ปริมาณฟอสเฟตในแหล่งน้ำยังผันแปรไปตาม biological activity ทำให้ในบางครั้งแม้จะพบสภาวะ algal bloom แต่กลับพบฟอสเฟตในระดับต่ำเนื่องจากถูกพืชดูดซับไปใช้แล้ว แต่ฟอสฟอรัสทั้งหมดนั้นไม่ว่าฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปแบบใดและผันแปรอย่างไร ก็ยังคงถูกตรวจวัดได้เป็นค่ารวมของฟอสฟอรัสทั้งหมด ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนใหญ่พบฟอสฟอรัส (P) ในช่วง 0.005-0.020 มก./ลิตร

ในการศึกษาครั้งนี้พบฟอสฟอรัสทั้งหมด มีค่าต่ำสุดและสูงสุด 0.009 และ 0.074 มก./ลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.026 มก./ลิตร เมื่อสังเกตจากรูปที่ 3-12 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งหมดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำก็ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนว่าผลกระทบจากน้ำทิ้งชุมชนมีมากน้อยเพียงใด และเช่นเดียวกับฟอสเฟต US.EPA ได้กำหนดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดไว้ในน้ำที่ระบายลงสู่ทะเลสาบว่าไม่ควรมีเกิน 0.10 มก./ลิตร เพื่อป้องกันการเกิด Biological Nuisance ในทะเลสาบ (ดูตารางที่ 3-6)

3.1.4.5 **โลหะ** (Trace Metal and Heavy Metal) โลหะที่ทำการศึกษาประกอบด้วย แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ตะกั่ว (Pb) นิกเกิ้ล (Ni) และสังกะสี (Zn) ซึ่งทั้งหมดที่พบว่ามีเพียงเหล็กและสังกะสีเท่านั้นที่พบในระดับที่ตรวจวัดได้ ส่วนโลหะที่เหลือพบว่ามีอยู่ในระดับที่ตรวจวัดไม่ได้ทุกสถานีเก็บตัวอย่าง (ดูตารางที่ 3-4 และ 3-7) ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำบริโภค

(1) เหล็ก (Fe) เหล็กเป็นทั้ง trace element และ toxic element สำหรับพืชน้ำ กล่าวคือ ถ้ามีน้อยไปก็ขาดแคลนและมีผลต่อการดำรงชีพของพืชน้ำแต่ถ้ามากไปก็เป็นพิษต่อพืชน้ำ สำหรับน้ำบริโภค WHO (1984) กำหนดให้มีเหล็กได้ไม่เกิน 0.3 มก/ลิตร (ดูตารางที่ 3-5) และข้อกำหนดคุณภาพน้ำเพื่อความเหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลาและสัตว์น้ำประเทศแคนนาดากำหนดไว้ที่ 0.3 มก./ลิตร และของประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ที่ 1.0 มก./ลิตร (ดูตารางที่ 3-6) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าเหล็กมีค่าต่ำสุดและสูงสุด 0.20 และ 3.49 มก./ลิตร ค่าเฉลี่ย 0.81 มก./ลิตร รูปที่ 3.9 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเหล็กในแต่ละสถานี

(2) ***สังกะสี*** *(Zn)* สังกะสีนอกจากเป็นทั้ง trace element และ toxic element สำหรับพืชน้ำแล้วยังครอบคลุมถึงปลาและสัตว์น้ำอีกด้วย สังกะสีในน้ำบริโภคถูกกำหนดโดย WHO (1984) ให้มีค่าไม่เกิน 5.0 มก./ลิตร (ตารางที่ 3-5) สำหรับในแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำนั้น ประเทศแคนาดา กำหนดไว้ที่ 0.03 มก./ลิตร EU กำหนด 0.03 และ 2.0 มก./ลิตร ขึ้นอยู่กับความกระด้างของน้ำ (ความกระด้างของน้ำจะลดความเป็นพิษของ trace element หลายๆ ตัว เช่น แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว เป็นต้น) สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดไว้ที่ 0.01 เท่าของค่า 96.-hr LC_{50} (ดูตารางที่ 3-6) ในการศึกษาครั้งนี้พบค่าสังกะสีเฉลี่ยทั้งหมด 0.07 มก./ลิตร ค่าต่ำสุด 0.02 มก./ลิตร และค่าสูงสุด 4.15 มก./ลิตร

(3) ***ซิลิคอน*** *(Silicon-Si)* ในน้ำมักนิยมวัดค่าซิลิคอนในรูปของซิลิกา (Silica-SiO_2) ซิลิคอนอาจไม่ถือว่าเป็น trace metal แต่เป็นธาตุสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไดอะตอม (Diatom) โดยทั่วไปจะพบในช่วง 1-30 มก./ลิตร และไม่สามารถเป็น indicator ของการปนเปื้อนของแหล่งน้ำได้ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าซิลิคอนมีค่าผันแปรมากระหว่างวันและระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ กล่าวคือ พบค่าต่ำสุดและสูงสุด 6.6 และ 24.8 มก./ลิตร มีค่าเฉลี่ย 13.9 มก./ลิตร ปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดค่าซิลิคอนไว้ในมาตรฐานน้ำเพื่อการใดทั้งสิ้น แต่อาจยกเว้นสำหรับน้ำใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภทเท่านั้น

3.1.4.6 **แบคทีเรีย** (Pathogen)

ในการศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรียที่ให้โทษต่อมนุษย์ (Pathogen Bacteria) ในแหล่งน้ำนั้น นิยมใช้การตรวจนับจำนวนโคลิฟอร์ม แบคทีเรีย (Coliform bacteria) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Fecal Coliform เนื่องจาก Fecal Coliform จะพบได้จากสิ่งขับถ่าย (Feces) ของสัตว์เลือดอุ่นเท่านั้น รวมทั้งวิธีการตรวจนับก็ไม่ยุ่งยาก และสิ้นเปลืองมาก สามารถใช้เป็น Indicator ที่ดีที่บ่งบอกถึง Fecal Pollution ของแหล่งน้ำได้ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า สถานีเก็บตัวอย่างน้ำส่วนใหญ่มี Total Coliform และ Fecal Coliform ในระดับต่ำ ยกเว้น สถานี NH-3 (ห้วยโมง) สถานี NH-5 (ห้วยขิน) และสถานี NH-6 (บ้านท่าแร่) ซึ่งพบว่ามี Coliform ค่อนข้างสูงกว่าสถานีอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สถานี NH-5 พบสูงมาก (ซึ่งเป็นวันที่ 2 ของการเก็บตัวอย่าง) ซึ่งค่า Coliform นี้ใช้ยืนยันได้ดีถึงการปนเปื้อนของน้ำในหนองหารจากชุมชน (ดูตารางที่ 3-7 และ รูปที่ 3-10

ตารางที่ 3-7 คุณภาพน้ำของหนองหาน จังหวัดสกลนคร เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 23 ถึง 25 พฤษภาคม 2534

Characteristics	Unit	Day	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH) ②										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Water Temperature	°C	1	30.80	30.80	30.30	NA	30.70	31.70	32.30	32.60	31.50	33.20	32.50
		2	30.50	30.20	29.70	30.90	29.40	NA	31.40	30.90	30.70	NA	31.20
		3	29.80	28.70	28.10	29.00	28.30	28.70	29.60	29.30	29.80	31.90	30.30
		ave	30.40	29.90	29.40	30.00	29.50	30.20	31.10	30.90	30.70	32.60	31.30
pH	-	1	8.800	7.400	8.200	NA	8.000	7.800	8.900	8.500	9.000	8.300	8.800
		2	8.600	8.400	6.900	8.400	6.700	NA	9.300	7.500	7.800	NA	8.500
		3	8.500	7.600	7.800	7.800	7.800	8.500	8.400	8.400	8.300	8.400	7.900
		ave	8.600	7.800	7.600	8.100	7.500	8.200	8.900	8.100	8.400	8.400	8.400
Conductivity	$\mu S / cm$	1	82.00	100.0	286.0	NA	92.00	108.0	118.0	114.0	71.00	64.00	72.00
		2	82.00	98.00	274.0	121.0	92.00	NA	119.0	112.0	69.00	NA	81.00
		3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NNA	NA	NA
		ave	82.00	99.00	280.0	121.0	92.00	108.0	118.0	113.0	70.00	64.00	76.00
Dissolved Oxygen (DO)	mg / L	1	9.200	8.300	8.300	NA	6.500	6.600	9.800	10.20	9.700	8.200	10.90
		2	8.600	7.100	8.500	10.40	5.500	NA	11.40	9.800	9.500	NA	11.20
		3	7.800	5.500	5.400	6.500	5.300	8.300	9.900	11.60	8.800	9.700	9.300
		ave	8.500	7.000	7.400	8.400	5.800	7.400	10.40	10.50	9.300	9.000	10.50
Bicarbonate (HCO_3^-)	mg / L	1	14.60	24.40	13.40	NA	20.10	24.20	0.000	22.60	14.00	15.90	7.900
		2	8.500	18.90	16.50	14.60	22.00	NA	0.000	32.30	14.60	NA	9.800
		3	11.60	24.30	15.40	22.00	37.70	6.100	29.60	19.00	18.30	24.40	22.00
		ave	11.60	22.50	15.10	18.30	26.60	15.20	29.60	24.60	15.60	20.20	13.20

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

Characteristics	Unit	Day ①	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH) ②										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Carbonate (CO_3^{-2})	mg / L	1	9.600	0.000	0.000	NA	0.000	0.000	14.00	3.000	4.200	0.000	6.000
		2	9.000	2.400	0.000	3.000	0.000	NA	15.00	0.000	4.800	NA	7.200
		3	7.200	0.000	0.000	0.000	0.000	1.200	0.240	0.960	0.000	0.600	0.000
		ave	8.600	2.400	0.000	3.000	0.000	1.200	9.900	2.000	4.500	0.600	6.600
Total Alkalinity ($asCaCO_3$)	mg / L	1	12.80	20.00	11.00	NA	16.50	19.80	12.00	21.00	15.00	13.00	11.50
		2	14.50	17.50	13.50	14.50	18.00	NA	12.50	26.50	16.00	NA	14.00
		3	6.900	19.90	12.60	18.00	30.90	6.000	24.50	16.40	15.00	20.50	18.00
		ave	11.40	19.10	12.40	16.20	21.80	12.90	16.30	21.30	15.30	16.80	14.50
Turbidity	NTU	1	1.000	1.600	3.800	NA	19.80	3.300	1.300	2.700	0.800	NA	1.300
		2	1.600	1.300	4.800	1.000	11.90	NA	1.600	6.000	0.800	NA	1.800
		3	1.600	1.600	4.800	NA	9.600	2.000	1.300	9.400	1.300	6.800	1.700
		ave	1.500	1.500	4.500	1.000	13.80	2.600	1.400	6.000	1.000	1.600	1.600
Total Dissolved Solids (TDS)	mg / L	1	75.00	97.00	278.0	NA	89.00	114.0	118.0	119.0	70.00	60.00	70.00
		2	80.00	95.00	266.0	110.0	105.0	NA	116.0	108.0	67.00	NA	79.00
		3	78.00	106.0	NA	NA	NA	105.0	99.00	102.0	82.00	NA	86.00
		ave	78.00	99.00	272.0	110.0	97.00	110.0	111.0	110.0	73.00	60.00	78.00
Suspended Solids (SS)	mg / L	1	18.00	7.000	16.00	NA	18.00	2.000	1.000	4.000	10.00	29.00	2.000
		2	0.200	2.000	12.00	2.000	14.00	NA	2.000	NA	NA	NA	3.000
		3	NA	3.000	9.000	NA	19.00	19.00	NA	25.00	1.000	6.000	2.000
		ave	10.00	4.000	12.00	2.000	17.00	10.00	2.000	15.00	6.000	18.00	2.000

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

Characteristics	Unit	Day ①	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH) ②										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Chloride (Cl^-)	mg / L	1	9.700	17.30	74.20	NA	16.10	23.80	16.60	17.30	9.500	5.700	10.00
		2	14.80	17.00	77.70	NA	15.20	NA	16.60	17.30	8.000	NA	11.10
		3	10.20	17.50	68.20	15.40	15.90	NA	16.20	17.50	8.000	9.200	12.80
		ave	11.60	17.30	73.40	15.40	15.70	23.80	16.50	17.40	8.500	7.400	11.30
Sulfate (SO_4^{-2})	mg / L	1	2.700	3.400	4.700	NA	4.600	2.400	2.200	3.000	2.000	5.600	2.500
		2	2.000	2.500	4.000	1.800	3.400	NA	1.400	2.200	1.200	NA	3.000
		3	2.500	2.800	3.800	NA	3.200	1.800	1.600	2.800	1.400	10.80	3.200
		ave	2.400	2.900	4.200	1.800	3.700	2.100	1.700	2.700	1.500	8.200	2.900
Fluoride (F^-) (nd< 0.1)	mg / L	1	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		2	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	NA	nd
		3	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		ave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Calcium (Ca)	mg / L	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	6.500	5.600	5.900	5.200	3.900	NA	7.800	7.800	5.400	NA	5.400
		3	6.700	6.300	6.500	NA	5.200	5.600	7.600	7.200	4.800	2.800	5.100
		ave	6.600	6.000	6.200	5.200	4.600	5.600	7.700	7.500	5.100	2.800	5.200
Magnesium (Mg)	mg / L	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	1.200	1.030	1.310	1.480	1.540	NA	1.260	0.630	NA	NA	1.310
		3	1.200	1.030	1.370	NA	1.480	2.170	1.830	1.940	1.310	1.430	1.480
		ave	1.200	1.030	1.340	1.480	1.510	2.170	1.540	1.280	1.310	1.430	1.400

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

Characteristics	Unit	Day ①	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH) ②										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Total Hardness (asCaCQ)	mg / L	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	21.20	18.20	20.10	19.10	16.10	NA	24.70	22.10	NA	NA	18.90
		3	21.70	20.00	21.90	NA	19.10	22.90	26.50	26.00	17.40	12.90	18.80
		ave	21.40	19.10	21.00	19.10	17.60	22.90	25.60	24.00	17.40	12.90	18.80
Sodium (Na)	mg / L	1	NA	NA	NA	NA	NA	9.130	NA	NA	NA	NA	NA
		2	6.600	10.97	44.30	13.200	9.900	NA	10.29	10.78	5.920	NA	8.060
		3	6.700	11.07	42.10	NA	9.220	NA	9.710	10.00	5.530	6.700	8.830
		ave	6.650	11.02	43.20	13.20	9.560	9.130	10.00	10.39	5.720	6.700	8.440
Potassium (K)	mg / L	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	1.430	1.940	1.940	1.330	2.350	NA	1.330	2.140	1.840	NA	2.350
		3	1.330	2.040	1.730	NA	2.550	4.590	1.120	2.140	1.840	1.840	2.850
		ave	1.380	1.990	1.840	1.330	2.450	4.590	1.220	2.140	1.840	1.840	2.600
BOD_5	mg / L	1	1.300	1.500	2.600	NA	2.400	1.700	1.600	1.800	1.400	1.800	2.000
		2	1.400	2.100	2.000	2.100	2.200	NA	1.900	2.000	1.700	NA	2.100
		3	1.500	1.500	1.800	NA	2.900	1.700	1.400	2.000	1.700	1.500	2.000
		ave	1.400	1.700	2.100	2.100	2.500	1.700	1.600	1.900	1.600	1.600	2.000
BOD_{20}	mg / L	1	2.400	4.300	6.500	NA	4.600	3.200	2.800	3.200	2.400	4.100	3.200
		2	2.600	3.200	5.300	3.400	5.800	NA	4.800	4.800	2.800	NA	3.600
		3	2.600	4.900	5.700	NA	7.200	3.000	2.800	6.000	3.000	4.600	6.200
		ave	2.500	4.100	5.800	3.400	5.900	3.100	3.500	4.700	2.700	4.400	4.300

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

Characteristics	Unit	Day ①	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH) ②										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
COD	*mg / L*	1	7.000	9.600	19.40	NA	18.40	11.00	11.60	13.00	7.000	18.70	11.40
		2	11.00	12.40	23.00	12.00	15.40	NA	10.20	9.600	NA	NA	7.400
		3	4.200	10.80	26.60	NA	15.80	12.80	10.60	15.70	6.000	13.20	12.80
		ave	7.400	10.90	23.00	12.00	16.50	11.90	10.80	12.80	6.500	16.00	10.50
Ammonia ($HH_3 - N$) (nd< 0.01)	*mg / L*	1	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd
		2	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	nd	nd
		3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		ave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Nitrite ($NO_2^- - N$) (nd< 0.001)	*mg / L*	1	0.001	0.004	0.001	NA	0.003	0.001	0.001	0.002	nd	NA	0.001
		2	nd	0.002	0.004	nd	0.002	NA	0.001	0.002	0.003	NA	0.002
		3	0.002	0.010	0.001	nd	0.001	nd	nd	0.002	nd	0.004	nd
		ave	0.001	0.005	0.002	nd	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.004	0.001
Nitrate ($NO_3^- - N$) (nd< 0.01)	*mg / L*	1	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		2	nd	nd	0.020	nd	0.040	NA	nd	0.010	nd	NA	nd
		3	0.010	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.010	nd	0.020	0.010
		ave	0.010	nd	0.010	nd	0.010	nd	nd	0.010	nd	0.020	0.010
Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	*mg / L*	1	0.200	0.400	0.700	NA	1.000	0.400	0.400	NA	0.200	0.800	0.200
		2	0.200	0.400	0.800	0.400	0.800	NA	0.300	0.500	0.300	NA	0.500
		3	0.300	0.400	0.900	NA	0.900	0.500	0.400	NA	0.300	0.700	0.600
		ave	0.200	0.400	0.700	0.400	0.900	0.400	0.400	0.500	0.300	0.800	0.400

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

Characteristics	Unit	Day ①	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH) ②										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Phosphate ($PO_4^{-3} - P$)	mg / L	1	0.003	0.010	0.010	NA	0.007	0.004	0.002	0.003	0.003	0.012	0.003
		2	0.003	0.004	0.009	0.009	0.006	NA	0.003	0.003	0.004	NA	0.003
		3	0.007	0.005	0.004	0.003	0.004	0.002	0.003	0.005	0.002	0.027	0.003
		ave	0.004	0.006	0.008	0.006	0.006	0.003	0.003	0.004	0.003	0.020	0.003
Total Phosphorus (TP)	mg / L	1	0.011	0.016	0.024	NA	0.074	0.014	0.017	0.019	0.022	0.066	0.013
		2	0.014	0.016	0.020	0.030	0.063	NA	0.014	0.014	0.013	NA	0.050
		3	0.017	0.017	0.025	NA	0.054	0.011	0.017	0.025	0.009	0.047	0.014
		ave	0.014	0.016	0.023	0.030	0.064	0.012	0.016	0.019	0.015	0.056	0.026
Total Coliform	$MPN./100ml$	1	23.00	23.00	430.0	NA	2400	150.0	7.000	23.00	39.00	93.00	23.00
		2	23.00	110.0	150.0	7.000	24000	NA	<3	9.000	120.0	NA	7.000
		3	43.00	15.00	39.00	<3	930.0	43.00	4.000	9.000	3.000	9.000	4.000
		ave ③	28.00	34.00	136.0	4.000	3770	80.00	4.000	12.00	24.00	29.00	9.000
Faecal Coliform	$MPN/100ml$	1	9.000	4.000	150.0	NA	2400	93.00	0.000	0.000	39.00	43.00	9.000
		2	9.000	4.000	30.00	4.000	11000	NA	0.000	0.000	4.000	NA	0.000
		3	15.00	7.000	9.000	0.000	930.0	43.00	4.000	9.000	3.000	0.000	4.000
		ave ③	11.00	5.000	34.00	1.000	2910	63.00	0.000	0.000	8.000	2.000	1.000
Cadmium (Cd) (nd< 0.001)	mg / L	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	NA	nd
		3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		ave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

Characteristics	Unit	Day ①	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH) ②										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Chromium (*Cr*) (nd< 0.1)	*mg / L*	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	NA	nd
		3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		ave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Copper (*Cu*) (nd< 0.01)	*mg / L*	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	NA	nd
		3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		ave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Iron (*Fe*)	*mg / L*	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	0.270	0.440	1.530	0.200	1.490	NA	0.290	0.360	0.220	NA	0.600
		3	0.440	0.620	1.600	NA	1.560	0.530	0.330	0.760	0.220	3.490	0.930
		ave	0.360	0.530	1.560	0.200	1.520	0.530	0.310	0.560	0.220	3.490	0.760
Manganese (*Mn*) (nd< 0.05)	*mg / L*	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	NA	nd
		3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		ave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Lead (*Pb*) (nd< 0.01)	*mg / L*	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	NA	nd
		3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		ave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

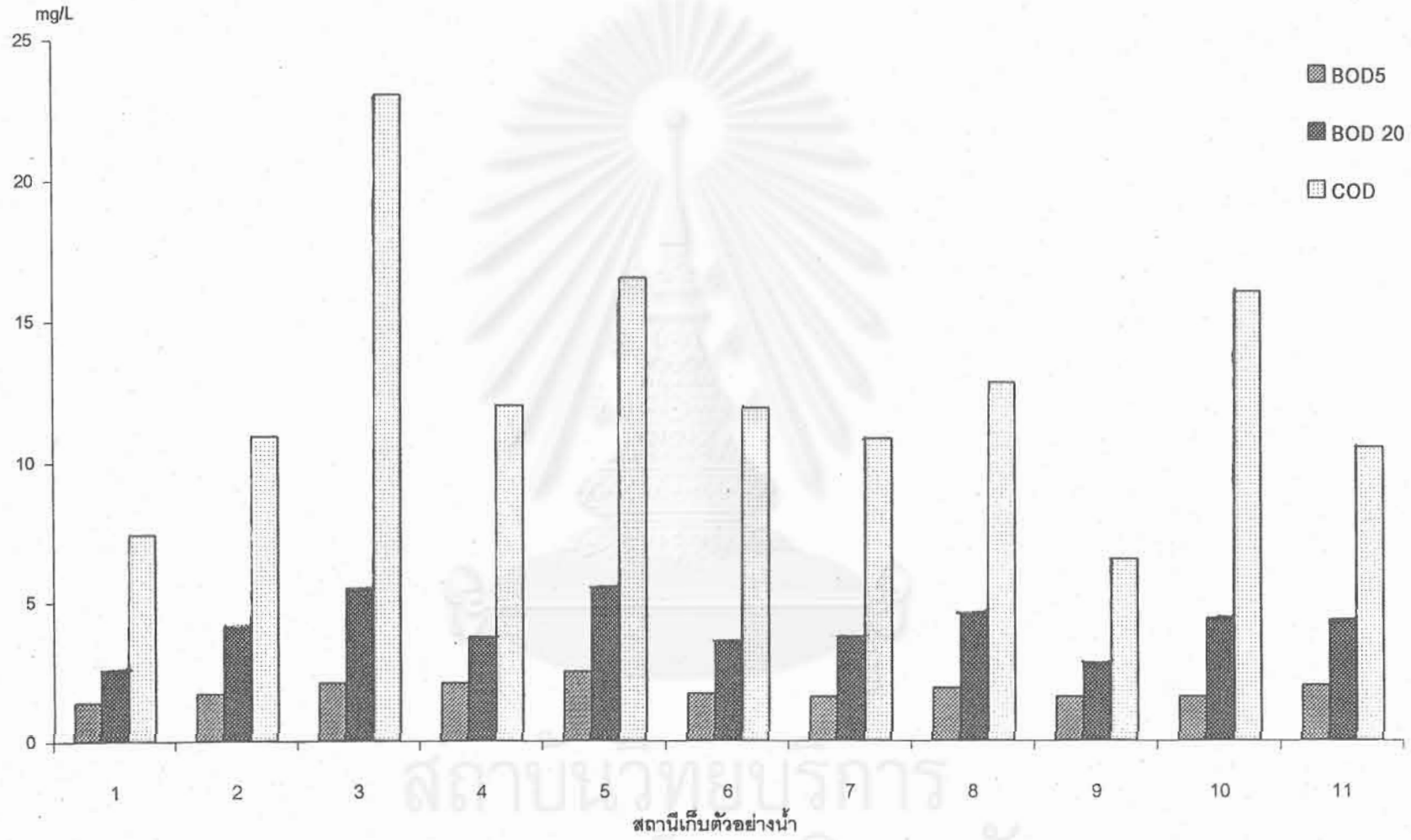
ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

Characteristics	Unit	Day ①	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร (NH) ②										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nickel (*Ni*) (nd< 0.1)	*mg / L*	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	nd	nd	nd	nd	nd	NA	nd	nd	nd	NA	nd
		3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
		ave	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Silica (*Si*)	*mg / L*	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	5.400	7.100	7.100	3.800	3.300	NA	5.500	7.900	11.60	NA	7.800
		3	5.900	9.000	6.600	NA	3.100	3.800	4.500	5.600	9.000	8.400	8.400
		ave	5.600	8.000	6.800	3.800	3.200	3.800	5.000	6.800	10.30	8.400	8.100
Zinc (*Zn*)	*mg / L*	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		2	0.130	0.120	0.070	0.080	0.080	NA	0.080	0.080	0.150	NA	0.070
		3	0.070	0.020	0.070	NA	0.030	0.030	0.040	0.030	0.070	0.080	0.080
		ave	0.100	0.070	0.070	0.080	0.060	0.030	0.060	0.060	0.110	0.080	0.080

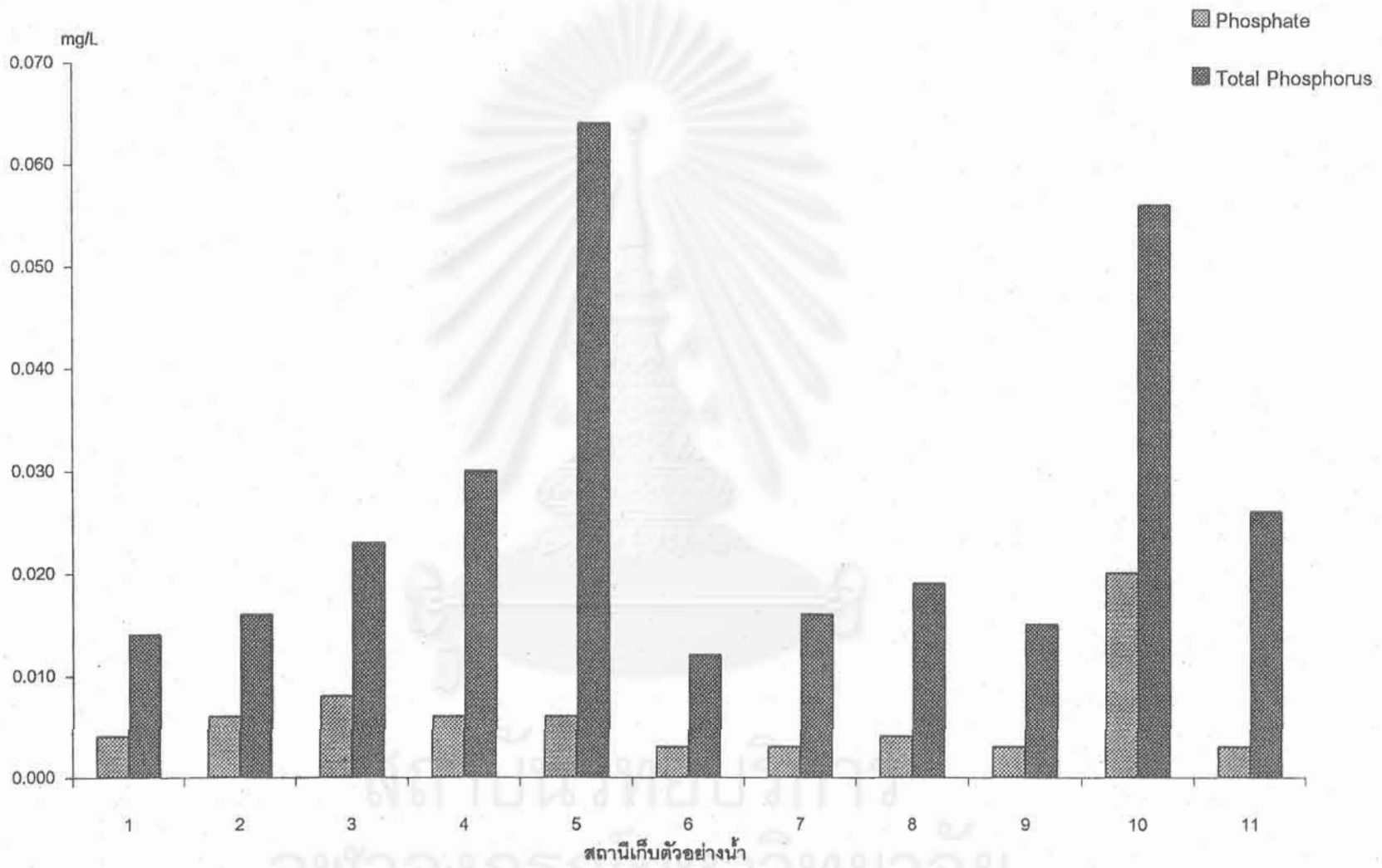
หมายเหตุ

1. DAY 1 = 23 พ.ค. 34, DAY 2 = 24 พ.ค. 34, DAY 3 = 25 พ.ค. 34,
2. รายชื่อสถานีเก็บตัวอย่างน้ำดูจากตารางที่ 3-1
3. ค่าเฉลี่ยแบบ Geometric
4. NA = data not available
5. nd = non- detectable

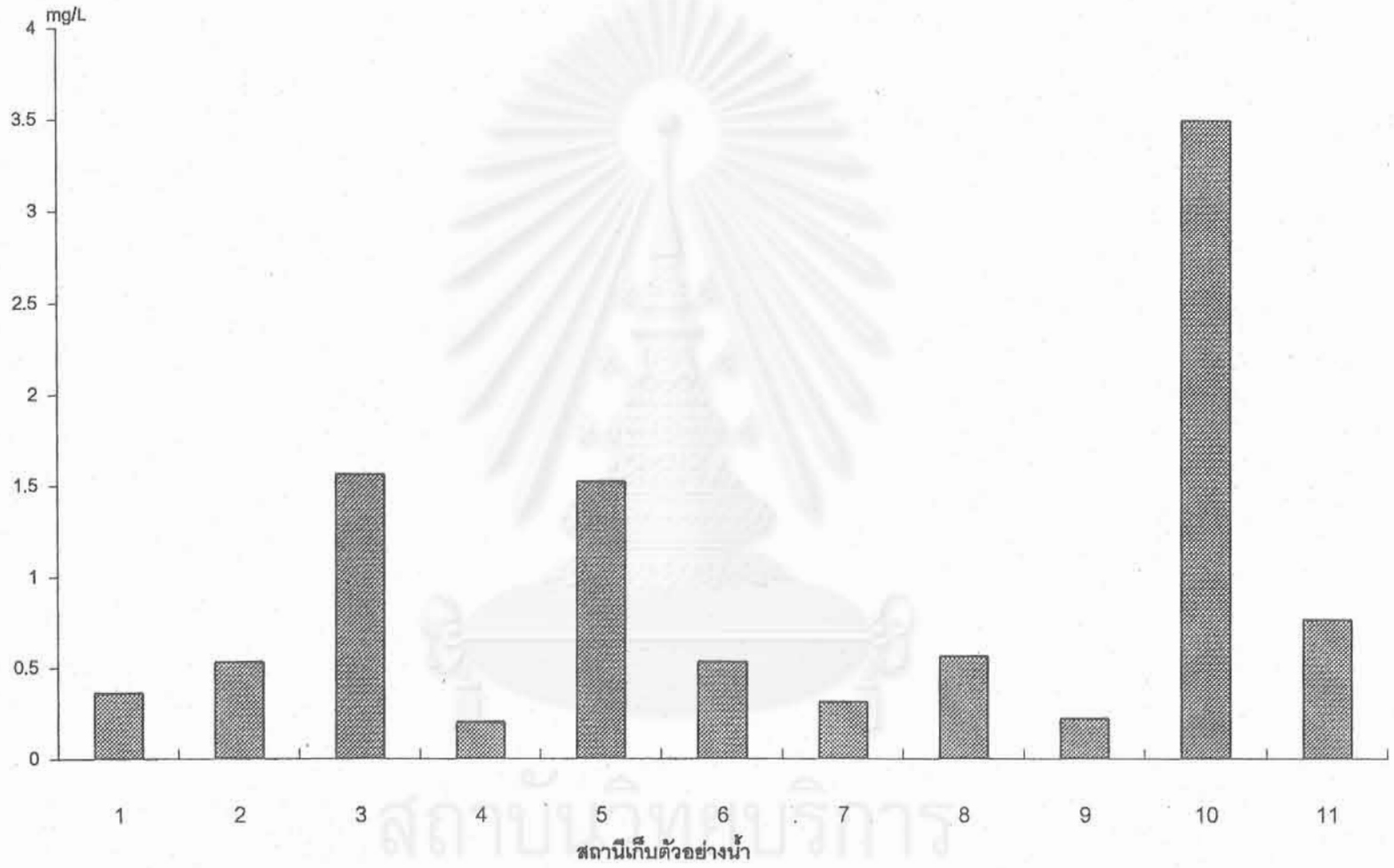
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



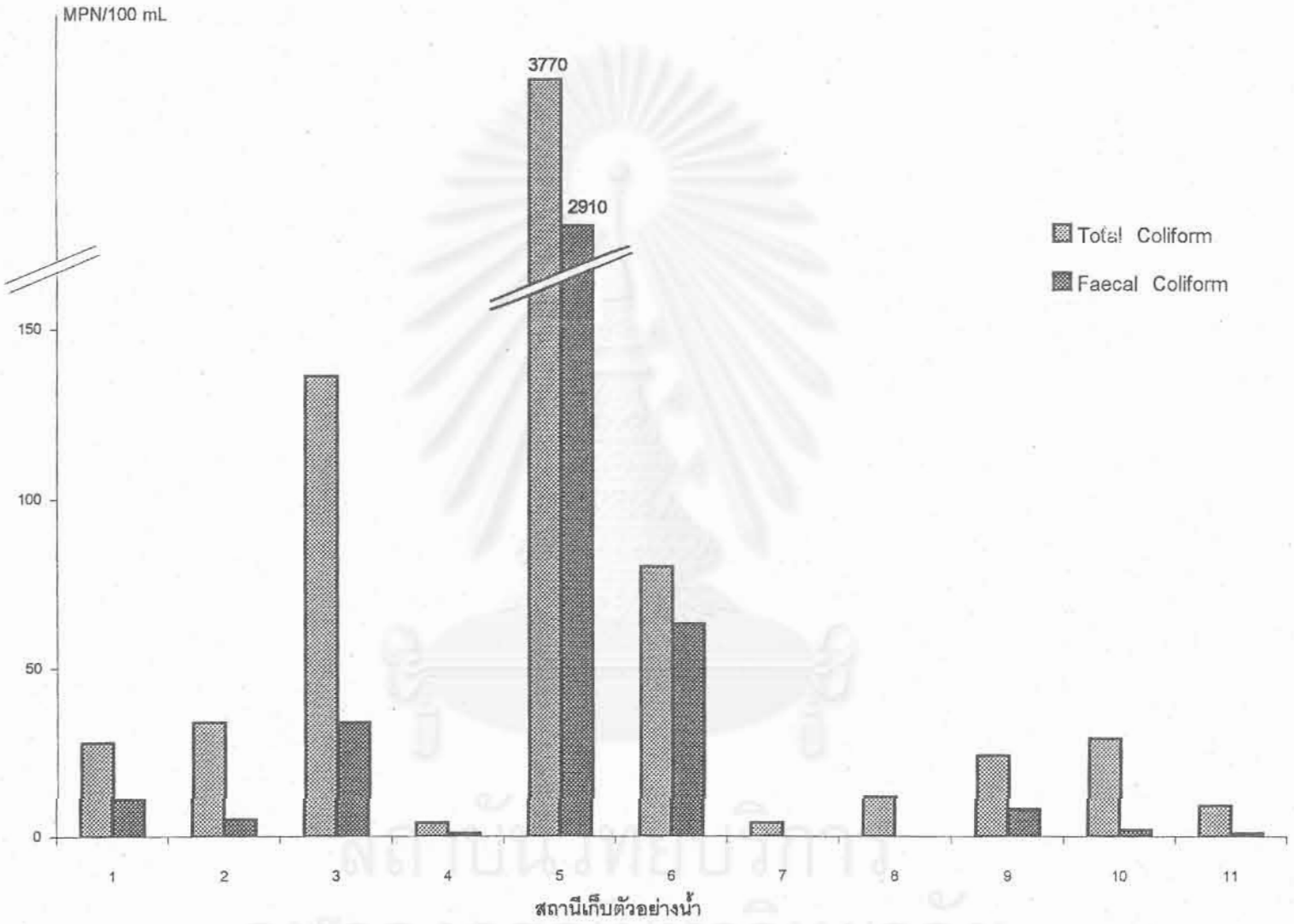
รูปที่ 3-7 กราฟแท่งแสดงค่าบีโอดีและค่าซีโอดีเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ



รูปที่ 3-8 กราฟแท่งแสดงค่าฟอสเฟตเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร



รูปที่ 3-9 กราฟแท่งแสดงค่าเหล็กเฉลี่ยของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร



รูปที่ 3-10 กราฟแท่งแสดงค่า โคลิฟอร์ม เฉลี่ย ของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในหนองหาร

3.2 ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบของน้ำทิ้งชุมชนที่ระบายลงสู่หนองหาร

เทศบาลเมืองสกลนคร อำเภอเมืองสกลนคร จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2479 มีพื้นที่ 13 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ตำบลธาตุเชิงชุมทั้งหมด ต่อมาเมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2533 ได้มีพระราชกฤษฎีกาขยายเขตเทศบาลเมืองออกไปอีกโดยครอบคลุมพื้นที่ของหมู่ 12 หมู่ 15 และหมู่ 16 ของตำบลธาตุนาเวง รวมเป็นพื้นที่ 54.54 ตารางกิโลเมตร ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะน้ำเสียที่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่เทศบาลเดิมเท่านั้น เพราะว่าพื้นที่ขยายใหม่ยังไม่มีการปรับปรุงระบบระบายน้ำ ดังนั้นจึงมีเพียงพื้นที่เทศบาลเดิมเท่านั้นที่มีระบบระบายน้ำภายในพื้นที่เขตเทศบาลและระบายน้ำทิ้งต่างๆลงสู่หนองหาร

น้ำทิ้งในเขตเทศบาลเดิมสามารถแยกออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ตามลักษณะของการรวบรวมด้วยระบบท่อระบายน้ำ คือ ส่วนหนึ่งไหลลงสู่หนองหารผ่านบริเวณคูหมากเสื่อ และอีกส่วนหนึ่งไหลลงสู่หนองสนมเพื่อการบำบัดตามธรรมชาติ อันเป็นโครงการแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จากนั้นจึงระบายลงสู่หนองหารโดยผ่านห้วยโมง

ในการศึกษาลักษณะและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเมืองเทศบาลสกลนครในการศึกษาครั้งนี้มีขั้นตอนของการศึกษาและดำเนินการ ดังนี้

(1) สำรวจลักษณะและทิศทางการระบายน้ำของเทศบาลเมืองสกลนคร (พื้นที่เดิม) จากแผนผังระบายน้ำของเทศบาลและจากการสำรวจพื้นที่จริง

(2) วางแผนและกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย และการวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย

(3) การเตรียมการเพื่อการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียทั้งในภาคสนามและการนำส่งเพื่อวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม

(4) การดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและการวัดอัตราการไหลของน้ำเสียในภาคสนาม รวมทั้งการวิเคราะห์ในภาคสนาม

(5) การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ

3.2.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียและวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย

จากการศึกษาและสำรวจสภาพการระบายน้ำในพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนคร (พื้นที่เดิม) พบว่า น้ำเสียส่วนใหญ่ของตัวเมืองจะไหลลงสู่หนองหารในสองทางใหญ่ๆ คือ

(1) ไหลลงสู่หนองสนมก่อนไหลลงสู่หนองหารผ่านทางห้วยโมง

(2) ไหลลงสู่หนองหารผ่านคูหมากเสื่อ บริเวณสำนักสงฆ์ดอนกะโจ (สุสาน) ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของเทศบาลเมืองสกลนคร

ซึ่งบริเวณทั้งสองแห่งนี้กรมชลประทานได้ทำการก่อสร้าง Weir เพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำเสียก่อนไหลลงสู่หนองสนม และบริเวณคูหมากเสื่อ ปัจจุบันได้มอบให้อยู่ในความดูแลของกองช่าง สำนักงานเทศบาลเมืองสกลนคร ในการเก็บตัวอย่างจึงได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียและวัดอัตราการไหลของน้ำเสียที่บริเวณ Weir นอกจากนี้ยังได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ไหลออกจากหนองสนมด้วย ดังนั้นจึงมีจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย/น้ำทิ้งรวมทั้งหมด 3 จุด รูปที่ 3-11 เป็นผังแสดงการไหลของน้ำเสียภายในพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนคร (พื้นที่เดิม) และแสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียและวัดอัตราการไหลของน้ำเสีย

3.2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครและการวัดอัตราการไหล

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียของการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างแบบผสม (Composite sample) ตลอดวัน สำหรับตัวอย่างน้ำเสีย และเก็บแบบครั้งคราว (Grab Sample) สำหรับตัวอย่างน้ำที่ไหลออกจากหนองสนมโดยเก็บวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและช่วงบ่าย

สำหรับตัวอย่างที่เก็บแบบผสมจะเก็บทุกชั่วโมงในรอบวัน และทำการผสมตัวอย่างตามสัดส่วนหรืออัตราการไหลของน้ำเสียในแต่ละชั่วโมง

ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำเสียที่ศึกษา จะคล้ายคลึงกับที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในหนองหาร (ดูหัวข้อ 3.1.2) วิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ (Sample Preservation) และวิธี/เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ดูรายละเอียดได้ในตารางที่ 3-3

3.2.3 การวัดอัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร

ดังกล่าวแล้วว่ากรมชลประทานได้ก่อสร้าง Weir เพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำเสียที่บริเวณทางเข้าน้ำเสียก่อนไหลลงสู่หนองสนม และที่คูหมากเสื่อก่อนไหลลงสู่หนองหาร Weir ที่สร้างขึ้นเป็นแบบ Cipolletti Weir โดยมีสูตรการคำนวณอัตราไหลดังนี้

อัตราการไหล (ลิตร/วินาที) = $0.0186\ L\ (H)^{0.5}$

โดย L (เป็นความยาวของสัน Weir ที่หนองสนมยาว 150 เซ็นติเมตรและที่คูหมากเสื่อยาว 109 เซนติเมตร

H เป็นความสูงของระดับน้ำที่ไหลผ่านสัน Weir (เซนติเมตร)

3.2.3.1 อัตราการไหลของน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่หนองสนม อัตราการไหลของน้ำเสียที่ไหลเข้าสู่หนองสนมมีค่าเฉลี่ย (5 วัน) เท่ากับ 10.9 ลิตร/วินาที หรือ 940 ลูกบาศก์เมตร/วัน โดยมีค่าอัตราการไหลเฉลี่ยในรอบ 24 ชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 17 ถึง 22 พฤษภาคม 2534 เรียงตามลำดับดังนี้คือ 942

รูปที่ 3-11

ผังแสดงลักษณะการไหลของน้ำเสียภายในพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนคร (พื้นที่เดิม) จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสีย และวัดอัตราการไหล

1028 933 881 และ 916 ลูกบาศก์เมตร/วัน ตามลำดับ สำหรับรายละเอียดของการวัด แสดงไว้ในภาคผนวก (ตารางที่ ผ-1 ถึง ผ-5)

3.2.3.2 **อัตราการไหลของน้ำเสียที่คูหมากเสื่อ** อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนที่บริเวณคูหมากเสื่อ มีค่าเฉลี่ย (4 วัน) เท่ากับ 15.3 ลิตร/วินาที หรือ 1324 ลูกบาศก์เมตร/วัน ค่าอัตราการไหลของน้ำเสียในรอบ 24 ชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 24 ถึง 28 พฤษภาคม 2534 เป็นดังนี้ คือ 1149 1253 1823 และ 1071 ลูกบาศก์เมตร/วันตามลำดับ ข้อมูลการวัดอัตราการไหล แสดงไว้ในภาคผนวก (ตารางที่ ผ-6 ถึง ผ-9)

3.2.4 ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร

ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำเสียที่วัดได้จากบริเวณก่อนไหลเข้าสู่หนองสนมและบริเวณคูหมากเสื่อพอสรุปได้ดังนี้

(1) ***อุณหภูมิ*** *(Temperature)* อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเสียมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองบริเวณ คือ 29.4 และ 29.8 องศาเซลเซียสตามลำดับ

(2) ***ความเป็นกรด/ด่าง*** *(pH)* มีค่าค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อยโดยที่หนองสนมมีค่าเฉลี่ย 7.2 และที่คูหมากเสื่อมีค่าเฉลี่ย 7.4

(3) ***ความนำไฟฟ้า*** *(Conductivity)* มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับน้ำใช้แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของเกลือแร่ในน้ำเสียชุมชนหลังผ่านการใช้มาแล้ว ซึ่งถือว่าเป็นไปตามข้อเท็จจริงที่พบโดยทั่วไป ความนำไฟฟ้าที่พบบริเวณหนองสนมและคูหมากเสื่อมีค่าเฉลี่ย 545 และ 543 ไมโครซีเมนส์/ซม. ตามลำดับ

(4) ***ความเสถียรต่อกรด*** *(Alkalinity, total)* พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นสูงมากเช่นกันจากค่าที่พบในน้ำใช้ (แหล่งน้ำใช้ของชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครมาจากน้ำในหนองหาร) ที่หนองสนมและคูหมากเสื่อพบ 140 และ 133 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) ตามลำดับ

(5) ***ความขุ่น*** *(Turbidity)* ที่หนองสนมน้ำค่อนข้างใสกว่า คือ พบความขุ่นเฉลี่ย 12 เอ็นทียู และที่คูหมากเสื่อ พบ 20 เอ็นทียู อย่างไรก็ตามถือว่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไป ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับความใกล้ไกลจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียซึ่งส่งผลต่อการตกตะกอนในท่อ

(6) ***ของแข็งละลายทั้งหมด (TDS)*** เช่นเดียวกับค่าความนำไฟฟ้าที่พบคือ พบว่ามีสูงเพิ่มขึ้นมากจากที่พบในน้ำใช้ กล่าวคือพบค่าเฉลี่ย 251 และ 237 มก./ลิตร ที่หนองสนมและที่คูหมากเสือตามลำดับ

(7) ***ของแข็งแขวนลอย (SS)*** พบค่อนข้างต่ำดังเช่นความขุ่นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่พบในน้ำเสียชุมชนทั่วไป เหตุผลก็เป็นเช่นเดียวกับที่อธิบายไว้แล้วในเรื่องความขุ่น ที่หนองสนมและที่คูหมากเสือพบค่าเฉลี่ย 21 และ 30 มก./ลิตร ตามลำดับ

(8) ***คลอไรด์ (Cl)*** พบค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับที่พบในน้ำใช้เช่นเดียวกับค่าความนำไฟฟ้าและของแข็งละลายทั้งหมด กล่าวคือพบค่าเฉลี่ย 63.6 และ 71.9 มก./ลิตร ที่หนองสนมและคูหมากเสือตามลำดับ

(9) ***ซัลเฟต*** (SO_4^{-2}) ที่หนองสนมพบค่าเฉลี่ย 18.6 มก./ลิตร และที่คูหมากเสือพบ 18.0 มก./ลิตร ซึ่งเป็นค่าในระดับที่พบได้ทั่วไปในน้ำเสียชุมชน ที่มีระดับของมลสารต่างในระดับที่ weak

(10) ***ความกระด้าง (Hardness)*** พบว่าน้ำเสียชุมชนนี้เป็นน้ำอ่อน กล่าวคือ มีค่าความกระด้างน้อยกว่า 75 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) ที่หนองหารและที่คูหมากเสือพบค่าเฉลี่ย 45.0 และ 50.7 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) ตามลำดับ

สำหรับแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของความกระด้างของน้ำพบค่าเฉลี่ย 13.5 และ 2.68 มก./ลิตร ตามลำดับที่หนองสนม สำหรับที่คูหมากเสือพบ 14.9 และ 3.26 มก./ลิตร ตามลำดับ

(11) ***โซเดียม (Na)*** พบโซเดียมค่อนข้างสูงที่ค่าเฉลี่ย 47.1 และ 51.1 มก./ลิตร ที่หนองสนมและคูหมากเสือตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับที่พบคลอไรด์ในปริมาณสูง ซึ่งได้กล่าวถึงแล้วในหัวข้อ 3.1.4.2 ว่าเกลือแกงเป็นแร่ธาตุที่ถูกขับออกจากร่างกายของมนุษย์และสามารถใช้เป็น indicator เพื่อชี้ให้เห็นว่ามีการระบายน้ำเสียชุมชนลงสู่แหล่งน้ำรองรับ

(12) ***โปแตสเซียม (k)*** ค่าเฉลี่ยที่พบบริเวณหนองสนมและบริเวณคูหมากเสือเท่ากับ 11.5 และ 13.5 มก./ลิตร ตามลำดับ

(13) ***บีโอดี (BOD$_5$)*** ค่าบีโอดี ที่พบในน้ำเสียค่อนข้างต่ำมาก เมื่อเทียบกับที่พบในน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไป กล่าวคือ พบค่าเฉลี่ย 44.1 และ 34.1 มก./ลิตร ตามลำดับ เหตุผลที่เป็นเช่นนี้ประกอบด้วย

(ก) มีการเจือจางอันเนื่องมาจากน้ำซึมเข้าท่อ

(ข) มีการย่อยสลายของอินทรีย์สารมาแล้วในระดับหนึ่งระหว่างระบายและคงค้างอยู่ภายในท่อ

(ค) จากสภาวะเศรษฐกิจของชุมชนทำให้ปริมาณอินทรีย์สารมีปริมาณต่ำกว่า ค่าที่พบได้ในบริเวณที่มีเศรษฐกิจดีกว่า

(ง) บ้านเรือนโดยทั่วไปยังใช้ระบบบ่อเกรอะบ่อซึม

(14) ***ซีโอดี*** *(COD)* ค่าซีโอดีที่พบบริเวณหนองสนมและคูหมากเสื่อสอดคล้องกับค่าบีโอดี กล่าวคือ มีปริมาณไม่สูงมากนักพบค่าเฉลี่ย 102.6 และ 79.0 มก./ลิตรตามลำดับ จากการคำนวณอัตราส่วนระหว่างค่าซีโอดีกับบีโอดี COD/BOD ratio) ของหนองสนม และคูหมากเสื่อ พบว่ามีค่า 2.33 และ 2.30 ตามลำดับ

สังเกตได้ว่า ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำเสียเท่าที่ศึกษาได้ระหว่างหนองสนมและคูหมากเสื่อจะมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่ค่าบีโอดีและซีโอดี ของทั้งสองบริเวณมีค่าค่อนข้างต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าในบริเวณพื้นที่รับน้ำเสียของทั้งสองบริเวณมีแหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญอื่นๆ ต่างกัน (นอกเหนือจากน้ำเสียจากตามบ้านเรือน) อย่างไรก็ตามลักษณะของอินทรีย์สารก็คงเป็นเช่นเดียวกัน ซึ่งสังเกตได้จากค่า COD/BOD ratio ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก

(15) ***แอมโมเนีย*** *(NH_3-N)* พบแอมโมเนียเฉลี่ยที่หนองสนมและที่คูหมากเสื่อ 10.6 และ 9.2 มก./ลิตร (ในรูป N) ซึ่งเป็นค่าที่พบได้ทั่วไปในน้ำเสียชุมชน

(16) ***ไนไตรต์*** *(NO^-_2-N)* และไนเตรต (NO^-_3-N) โดยปรกติทั้งไนเตรตและไนโตรต์พบได้ในระดับต่ำมากจนถึงไม่พบเลยในน้ำเสียชุมชน ทั้งนี้เพราะว่าเป็นไนโตรเจนที่อยู่ในรูปออกซิไดส์ และ human excreta จะพบเฉพาะไนโตรเจนที่อยู่ในรูปอินทรีย์สาร (Organic Nitrogen) หรือในรูปแอมโมเนียเท่านั้น ดังนั้นจากการศึกษาที่พบว่ามีทั้งไนโตรต์และไนเตรตน้อยมากในน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครจึงเป็นเรื่องปกติ โดยพบไนไตรต์และไนเตรตที่หนองสนม 0.005 และ 0.02 มก./ลิตร (ในรูป N) ตามลำดับ และพบที่คูหมากเสื่อ 0.028 และ 0.08 มก./ลิตร (ในรูป N) ตามลำดับ

(17) ***อินทรีย์ไนโตรเจน*** *(Organic Nitrogen)* พบค่าเฉลี่ยของอินทรีย์ไนโตรเจนที่หนองสนมและคูหมากเสื่อ 10.2 และ 7.5 มก./ลิตร (ในรูป N) ซึ่งเป็นค่าปกติที่พบได้ในน้ำเสียชุมชนและดังได้กล่าวข้างต้นแล้วว่าไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกจากร่างกายมนุษย์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปอินทรีย์สารและแอมโมเนีย

(18) ***ฟอสเฟต (Phosphate)*** ฟอสเฟตในน้ำเสียชุมชนมีแหล่งที่มาที่สำคัญคือเป็นส่วนประกอบหลักที่อยู่ในผงฟักฟอก ที่หนองสนมและที่คูหมากเสื่อพบค่าเฉลี่ยฟอสเฟต 1.88 และ 1.31 มก./ลิตร (ในรูป P) ตามลำดับ

(19) ***ฟอสฟอรัส ทั้งหมด (TP)*** ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดครอบคลุมค่าฟอสเฟตในน้ำเสียด้วย และดังได้กล่าวในข้อก่อนว่าน้ำเสียชุมชนมีฟอสเฟตมาจากผงซักฟอกเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบสำคัญของค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเช่นกัน โดยพบได้ตั้งแต่ปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สังเกตว่าพบค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งหมดที่หนองสนมและที่คูหมากเสื่อ 2.84 และ 2.74 มก./ลิตร ตามลำดับ

(20) ***โลหะ (Trace Elements and Heavy Metals)*** โลหะที่ทำการศึกษามีทั้งสิ้น 8 ชนิด คือ แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ตะกั่ว (Pb) นิกเกิล (Ni) และสังกะสี (Zn) มีโลหะเพียง 3 ชนิดเท่านั้นที่ตรวจพบ คือ เหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ส่วนที่เหลืออีก 5 ชนิดพบในระดับที่ตรวจวัดไม่ได้ (non-detectable) โดยเหล็กพบ 2.1 และ 3.1 มก./ลิตร ที่หนองสนมและคูหมากเสื่อตามลำดับ แมงกานีสพบ 0.19 และ 0.28 มก./ลิตร สังกะสีพบ 0.09 และ 0.10 มก./ลิตร ที่หนองสนมและคูหมากเสื่อ ตามลำดับ

(21) ***โคลิฟอร์ม (Total and Fecal Coliform)*** พบโคลิฟอร์มทั้งหมดที่ระดับ 10^7 และฟีคัลโคลิฟอร์มที่ระดับ 10^6 ที่บริเวณหนองสนมและคูหมากเสื่อพบโคลิฟอร์มทั้งหมด 4.3×10^7 และ 1.9×10^7 เอ็มพีเอ็น/100 มล. พบฟีคัลโคลิฟอร์ม 2.0×10^7 และ 7.3×10^6 เอ็มพีเอ็น/100 มล.ตามลำดับ

ตารางที่ 3-8 และ 3-9 แสดงรายละเอียดของลักษณะและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่บริเวณหนองสนมและคูหมากเสื่อตามลำดับ

3.2.5 ลักษณะและองค์ประกอบของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหนองสนม

ในการศึกษาลักษณะและองค์ประกอบของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากหนองสนมนั้นได้เลือกคัดพวกโลหะออกจากการศึกษา เนื่องจากในการศึกษาลักษณะและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร พบว่า โลหะส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ตรวจวัดไม่ได้ (non-detectable) และไม่สามารถใช้เป็น indicator ที่ชี้ชัดให้เห็นถึง Anthropogenic Impact ของหนองหาร ตารางที่ 3-10 แสดงลักษณะและองค์ประกอบของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากหนองสนม ซึ่งพอสรุปลักษณะสำคัญได้ดังนี้

(1) ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำค่อนไปทางด่างเล็กน้อย มีค่าเฉลี่ย 7.5 สังเกตได้ว่า ความเป็นกรด-ด่าง ในช่วงเช้าและช่วงบ่าย มีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเป็นผลมาจาก algal activity ซึ่งจากการสังเกตสภาพของน้ำในภาคสนามพบว่าน้ำมีสีเขียวในลักษณะของการเกิด algal bloom ข้อสังเกตนี้ยืนยันได้จากความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดของออกซิเจนในน้ำซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยในช่วงเช้า (1.6 มก./ลิตร) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงบ่ายมาก (9.7 มก./ลิตร) นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าความขุ่นและของแข็งแขวนลอยก็มีค่าต่างกันมากในระหว่าง ช่วงเช้า (20 เอ็นทียูและ 25 มก./ลิตร) และช่วงบ่าย (30 เอ็นทียู และ 41 มก./ลิตร)

(2) ความเสถียรต่อกรด มีค่าไม่ต่างในช่วงเช้าและบ่ายโดยพบค่าเฉลี่ย 105 มก./ลิตร (ในรูป $CaCO_3$) ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของน้ำเสียที่ไหลเข้าหนองสนม (151 มก/ลิตรในรูป $CaCO_3$)

(3) มีข้อสังเกตว่าถึงแม้ค่าความนำไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของน้ำทิ้งออกจากหนองสนม (447 ไมโครซิเมนส์/ซม.) จะมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของน้ำเสียที่ไหลเข้าหนองสนม (545 ไมโครซีเมนส์/ซม.) อย่างเห็นชัด แต่ค่าเฉลี่ยของของแข็งละลายทั้งหมด (TDS) ของน้ำทิ้งออกและน้ำเสียเข้ามีค่าใกล้เคียงกัน (244 และ 251 มก./ลิตร ตามลำดับ) อิออนหลัก เช่น คลอไรด์และซัลเฟตนั้นพบว่ามีค่าไม่ต่างกันมากนัก โดยพบค่าเฉลี่ยของคลอไรด์และซัลเฟตในน้ำทิ้งไหลออกจากหนองสนม 64.9 และ 14.6 มก/ลิตร ในขณะที่คลอไรด์และซัลเฟตของน้ำเสียเข้าหนองสนม เฉลี่ย 63.6 และ 18.6 มก./ลิตร

(4) ค่าบีโอดี (5 วัน) ของน้ำทิ้งออกจากหนองสนมมีค่าเฉลี่ย 4.9 มก./ลิตร ลดลงจากค่าบีโอดี (5 วัน) ของน้ำเสียเข้าหนองสนม (เฉลี่ย 44.1 มก./ลิตร) ถึง 89 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าซีโอดีเฉลี่ยของน้ำทิ้งออก (34.5 มก./ลิตร) ลดลงเพียง 66 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ค่าเฉลี่ยซีโอดีน้ำเสียเข้า 102.6 มก./ลิตร) เหตุผลที่เป็นเช่นนี้มีอยู่ 2 ประการใหญ่ๆ คือ

- โดยปกติการบำบัดแบบ Biological Treatment จะกำจัดเฉพาะสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ ดังนั้น COD/BOD ratio ของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วอาจสูงถึง 10:1 ในขณะที่ COD/BOD ratio ของน้ำเสียชุมชนโดยทั่วไปประมาณ 2:1

- ในการวิเคราะห์ค่า COD ของการศึกษาครั้งนี้เป็น total COD ประกอบกับน้ำทิ้งออกจากหนองสนมมีสาหร่ายเป็นจำนวนมาก ดังนั้นค่า COD ส่วนหนึ่งมาจากเซลของสาหร่าย

(5) ประสิทธิภาพในการบำบัดของหนองสนมนอกจากจะเห็นได้ชัดจาก % BOD removal แล้ว ยังพบว่าสามารถลดแอมโมเนียและอินทรีย์ไนโตรเจนได้ดีในระดับหนึ่ง โดยพบว่าสามารถลดแอมโมเนียและอินทรีย์ไนโตรเจนได้ถึง 54 และ 56 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ค่าเฉลี่ยของแอมโมเนียในน้ำทิ้งออกและน้ำเสียเข้า เท่ากับ 4.9 และ 10.6 มก./ลิตร ในรูป N ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของอินทรีย์ไนโตรเจนของน้ำทิ้งออก และน้ำเสียเข้าเท่ากับ 4.5 และ 10.2 มก./ลิตร ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่าฟอสเฟตในน้ำทิ้งออก (ค่าเฉลี่ย 0.84 มก./ลิตรในรูป P) ลดลง 55 เปอร์เซ็นต์

(ค่าเฉลี่ยในน้ำเสียเข้าเท่ากับ 1.88 มก./ลิตรในรูป P) ในขณะที่การลดลงของฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำกว่า คือลดเพียง 37 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำทิ้งออก และน้ำเสียเข้าเฉลี่ย 1.78 และ 2.84 มก./ลิตร) ซึ่งก็สามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกับความแตกต่างของการลดค่า BOD และ COD ดังกล่าวข้างต้นมาแล้ว อย่างไรก็ตามความแตกต่างของประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี และ ซีโอดี กับฟอสเฟต และฟอสฟอรัสทั้งหมด ก็บอกความจริงอีกประการถึงจุดอ่อนของระบบบำบัดของหนองสนมคือการตกตะกอน ถ้าระบบบำบัดออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการลดตะกอน (เซลสาหร่ายสีเขียว) ก็จะสามารถเพิ่มทำให้ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีและฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำเสียให้ดียิ่งขึ้น

(6) นอกจากประสิทธิภาพในการลดอินทรีย์สาร (บีโอดี ซีโอดี อินทรีย์ไนโตรเจน) และสารอาหาร (แอมโมเนียและฟอสเฟต) แล้ว ยังพบว่าระบบบำบัดของหนองสนมสามารถลดโคลิฟอร์ม แบคทีเรียได้ดี โดยสามารถลด โคลิฟอร์มทั้งหมดจาก $4.3x10^7$ ในน้ำเสียเข้าเหลือเพียง 1.8×10^5 ในน้ำทิ้งออก หรือประมาณ 99.6 เปอร์เซ็นต์ และลดฟีคัลโคลิฟอร์มลงได้ถึง 99.8 เปอร์เซ็นต์ (จาก 2.0×10^7 ในน้ำเสียเข้าเหลือ $4.3x10^4$ ในน้ำทิ้งออก) ซึ่งเป็นผลมาจากการที่หนองสนมมีระยะกักเก็บน้ำ (Retention Time) สูงถึงกว่า 80 วัน จึงมีผลทำให้โคลิฟอร์มแบคทีเรียลดลงได้ตามธรรมชาติ

3.3 สรุปการศึกษาคุณภาพน้ำ

3.3.1 คุณภาพน้ำหนองหาร จากการศึกษาคุณภาพน้ำในหนองหารครั้งนี้ สามารถสรุปลักษณะคุณภาพน้ำหนองหารเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์และการได้รับผลกระทบจากมนุษย์ได้ดังนี้

(1) คุณภาพน้ำมีความเหมาะสมต่อการบริโภค-อุปโภคได้ แต่ทั้งนี้ควรผ่านการฆ่าเชื้อโรคก่อน ถึงแม้ว่าบางสถานีจะพบโคลิฟอร์มทั้งหมดในระดับต่ำ และตรวจไม่พบโคลิฟอร์มที่มาจากสิ่งขับถ่ายก็ตาม

(2) คุณภาพน้ำมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตตามปกติของปลาและสัตว์น้ำต่างๆ

(3) การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำอันเป็นผลมาจากน้ำเสียชุมชน สามารถสังเกตเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของพารามิเตอร์ต่างๆ เหล่านี้ที่สถานี NH-3 และ NH-6 ดังนี้

- Conductivity/TDS (รูปที่ 3-2)
- Cl^- /Na^+ (รูปที่ 3-5)
- TC/FC (รูปที่ 3-10)

(4) การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำที่เกิดจาก Runoff สามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของ TP ที่สถานี NH5 และ NH10 (รวมทั้ง TC/FC ที่สถานี NH5 ด้วย) (รูปที่ 3-8)

(5) ลักษณะคุณภาพน้ำหลายประการไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากอยู่ในระดับที่ตรวจวัดไม่ได้ เช่น แอมโมเนีย และโลหะ (Cd Cr Cu Mn Pb Ni)

3.3.2 **น้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร** การระบายน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครลงสู่หนองหาร สามารถสรุปประเด็นหลักๆ ได้ดังนี้

(1) น้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครไหลลงสู่หนองหารได้ 2 ทาง คือ

(ก) ไหลลงสู่หนองสนม ซึ่งเป็นการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางธรรมชาติ อันเป็นโครงการพระราชดำริ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากหนองสนมจะไหลลงสู่ห้วยโมงแล้วจึงไหลลงสู่หนองหารต่อไป

(ข) ไหลลงคูหมากเสื่อ แล้วจึงไหลลงสู่หนองหารบริเวณด้านหน้าสระพังทอง ซึ่งบริเวณนี้มีเขื่อนดินกั้นอยู่ (ขนานกับชายฝั่ง) ซึ่งส่งผลให้น้ำเสียที่ระบายลงสู่หนองหารจะถูกบำบัดตามธรรมชาติในลักษณะ Plug Flow ในบริเวณดังกล่าวมีวัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา เป็นต้น ขึ้นอยู่หนาแน่น บริเวณที่ไม่มีวัชพืชก็จะสังเกตได้ว่าน้ำมีสีเขียวชุ่นเข้ม (Algal Bloom) ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ใช้อธิบายได้ว่าเหตุใดที่สถานี NH I (จุดสูบน้ำประปา) และสถานี NH II (สุสานดอนกะโจ) ซึ่งเป็นบริเวณใกล้ชายฝั่งเทศบาลเมืองสกลนครจึงไม่ได้รับหรือได้รับผลกระทบน้อยมาก จากการระบายน้ำเสียจากเทศบาลเมืองสกลนคร

(2) ลักษณะสมบัติของน้ำเสียชุมชนที่ศึกษาวิเคราะห์จากหนองหารและคูหมากเสื่อมีลักษณะคล้ายคลึงกันมากต่างกันที่ระดับความเข้มข้นของมลสารบางชนิดเท่านั้น เช่น บีโอดี ซีโอดี โคลิฟอร์ม เป็นต้น แต่ก็ต่างกันไม่มากนัก นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตว่าน้ำเสียชุมชนมีโลหะหนัก เช่น Cd Cr Pb อยู่ในระดับที่ตรวจวัดไม่ได้

(3) หนองสนม เป็นการบำบัดน้ำเสียตามธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในการลดสารอินทรีย์ สารอาหาร และโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ดีมาก นอกจากนี้ยังมีออกซิเจนในน้ำค่อนข้างสูง ทำให้ไม่เกิดปัญหาการลดลงอย่างรวดเร็ว หรือการขาดแคลนออกซิเจนต่อแหล่งน้ำรองรับ แต่มีจุดอ่อนคือ ยังขาดระบบการตกตะกอนเซลสาหร่ายสีเขียวจึงยังทำให้มีการเพิ่มมวลอินทรีย์ที่เป็น Secondary Oxygen Demand ให้กับแหล่งน้ำรองรับ

(4) ประสิทธิภาพในการลดมลสารของหนองสนมสรุปได้ดังนี้

พารามิเตอร์	เปอร์เซ็นต์การลดลง
BOD_5	89
COD	66
NH_3-N	54
Org.N	56
TN	55
PO^{-3}_{-4} –P	55
TP	37
TC	99.6
FC	99.8

(หมายเหตุ COD/BOD เพิ่มจาก 2.3 เป็น 7.0)

(5) น้ำเสียชุมชนที่ไหลลงหนองหารผ่านคูหมากเสื่อนั้น ได้ถูกย่อยสลายตามธรรมชาติในระหว่างที่อยู่ในร่องน้ำ (คูดิน) ช่วงท้ายที่ติดกับหนองหาร รวมทั้งในหนองหารบริเวณหน้าสระพังทอง ซึ่งมีลักษณะเป็น Reactor ขนาดใหญ่ที่ทำการบำบัดน้ำเสียในลักษณะ Plug Flow ทั้งนี้บริเวณดังกล่าวมีลักษณะคล้ายบ่อปิดลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีทางไหลเข้าของน้ำเสียทางเดียวและมีช่องเปิดหรือทางเปิดออกสู่หนองหารบริเวณเดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 -8 ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร ที่ไหลลงสู่หนองสนม เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 17 ถึง 22 พฤษภาคม 2534

Characteristics /Constituents	Unit	NS 1	NS 2	NS 3	NS 4	NS 5	Ave.
Water Temperature	^{0}C	28.8	29.4	29.5	29.4	29.8	29.4
pH	-	7.2	7.2	7.2	7.3	7.3	7.2
Conductivity	µs / cm	553	554	545	530	543	545
Total Alkalinity (as Ca CO3)	mg / L	170	161	145	141	140	151
Turbidity	NTU	14	10	14	8	15	12
Total Dissolved Solids (TDS)	mg / L	267	270	225	242	250	251
Suspended Solids (SS)	mg / L	26	14	26	16	22	21
Chloride (Cl -)	mg / L	66.9	64.3	60.5	62.9	63.4	63.6
Sulfate (SO4 – 2)	mg / L	24.6	16.8	16.8	15.4	19.2	18.6
Fluoride (F -)	mg / L	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Calcium (Ca)	mg / L	16.2	11.9	13.3	12.4	13.8	13.5
Magnesium (Mg)	mg / L	3.12	2.45	2.70	2.56	2.56	2.68
Total Hardness (as Ca CO3)	mg / L	53.3	39.8	44.3	41.5	45	44.8
Sodium (Na)	mg / L	50.5	40.8	49.0	47.6	47.8	47.1
Potassium (k)	mg / L	14.6	10.4	10.5	10.7	11.2	11.5
BOD5	mg / L	35.8	47.2	46.4	49.2	42	44.1
COD	mg / L	89.5	113.3	119.3	97.4	93.4	102.6
Ammonia (NH3 – N)	mg / L	10.6	10.3	10.2	10.5	11.3	10.6
Nitrite (NO2- - N)	mg / L	0.008	0.003	0.005	0.006	0.005	0.005
Nitrate (NO3- - N)	mg / L	0.02	0.02	0.03	0.03	<0.01	0.02
Organic Nitrogen	mg / L	8.0	11.5	11.8	10.2	9.4	10.2
Phosphote (PO4- 3 – p)	mg / L	1.58	1.88	2.05	1.88	2.03	1.88
Total Phosphorus (TP)	mg / L	2.29	3.31	3.16	2.86	2.59	2.84

ตารางที่ 3 -8 (ต่อ)

Characteristics /Constituents	Unit	NS 1	NS 2	NS 3	NS 4	NS 5	Ave.
Total Coliform (TC)	MPN /100 mL	2.3x107	4.3x107	4.3x107	9x106	1.5x108	4.3x107
		2.4x107	4.3x107	4.3x107	9x106	9.3x108	
Faecal Coliform	MPN /100 mL	2.3x107	1.5x107	9.0x106	2.3x107	7.5x107	2.0x107
		2.4x107	9.0x106	4.0x106	2.3x107	9.3x107	
Cadmium (Cd)	mg / L	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Chromium (Cr)	mg / L	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Copper (Cu)	mg / L	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Iron (Fe)	mg / L	2.6	1.5	2.7	1.7	2.1	2.1
Manganese (Mn)	mg / L	0.19	0.18	0.19	0.19	0.2	0.19
Lead (Pb)	mg / L	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Nickel (Ni)	mg / L	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Zinc (Zn)	mg / L	0.10	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09

หมายเหตุ 1. การเก็บตัวอย่างสำหรับตรวจวัด Coliform เก็บแบบ Grab Sample วันละ 2 ครั้ง n = 10

2. ค่าเฉลี่ยของ Total Coliform และ Faecal Coliform เป็น Geometric Mean

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 -9 ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองหารผ่านคูหมากเสื่อ เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 24 ถึง 28 พฤษภาคม 2534

Characteristics/Constituents	Unit	KMS 1	KMS 2	KMS 3	KMS 4	Ave
Water Temperature	^{0}C	NA	30.0	29.4	30.0	29.8
pH	-	NA	7.0	7.7	7.5	7.4
Conductivity	µs / cm	NA	580	494	554	543
Total Alkalinity (as CaCO3)	mg / L	NA	142	124	NA	133
Turbidity	NTU	NA	13	21	25	20
Total Dissolved Solids (TDS)	mg / L	NA	245	235	230	237
Suspended Solids (SS)	mg / L	NA	24	26	39	30
Chloride (Cl -)	mg / L	NA	76.0	62.0	77.6	71.9
Sulfate (SO4 - 2)	mg / L	NA	19.5	18.3	16.1	18.0
Fluoride (F -)	mg / L	NA	nd	nd	nd	nd
Calcium (Ca)	mg / L	NA	14.8	14.8	15.2	14.9
Magnesium (Mg)	mg / L	NA	3.43	2.91	3.43	3.26
Total Hardness (as CaCO3)	mg / L	NA	51.1	48.9	52.1	50.7
Sodium (Na)	mg / L	NA	57.4	44.2	51.6	51.1
Potassium (K)	mg / L	NA	13.6	12.3	14.6	13.5
BOD5	mg / L	NA	35.2	30.0	38.0	34.4
COD	mg / L	NA	96.6	75.6	64.8	79.0
Ammonia (NH3 - N)	mg / L	NA	9.5	8.9	9.1	9.2
Nitrite (NO2- - N)	mg / L	NA	0.004	0.008	0.072	0.028
Nitrate (NO3- - N)	mg / L	NA	0.04	0.03	0.17	0.08
Organic Nitrogen	mg / L	NA	8.1	7.4	7.0	7.5
Phosphate (PO4- 3 - p)	mg / L	NA	1.48	0.98	1.48	1.31
Total Phosphorus (TP)	mg / L	NA	2.56	2.59	3.07	2.74

ตารางที่ 3 –9 (ต่อ)

Characteristics /Constituents	Unit	KMS 1	KMS 2	KMS 3	KMS 4	Ave
Total Coliform (TC)	MPN /100 mL	NA	2.4x108	9.0x106	2.3x106	1.9x107
		NA	9.3x106	2.4x107	4.6x107	
Faecal Coliform	MPN /100 mL	NA	9.3x107	9.0x106	4.0x106	7.3x106
		NA	4.3x106	9.3x106	1.1x106	
Cadmium (Cd)	mg / L	NA	nd	nd	nd	nd
Chromium (Cr)	mg / L	NA	nd	nd	nd	nd
Copper (Cu)	mg / L	NA	nd	nd	nd	nd
Iron (Fe)	mg / L	NA	3.0	3.6	2.8	3.1
Manganese (Mn)	mg / L	NA	0.28	0.26	0.31	0.28
Lead (Pb)	mg / L	NA	nd	nd	nd	nd
Nickel (Ni)	mg / L	NA	nd	nd	nd	nd
Zinc (Zn)	mg / L	NA	0.09	0.17	0.05	0.1

หมายเหตุ 1. การเก็บตัวอย่างสำหรับตรวจวัด Coliform เก็บแบบ Grab Sample วันละ 2 ครั้ง (n = 6)

2. ค่าเฉลี่ยของ Total Coliform และ Faecal Coliform เป็น Geometric Mean

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 -10 ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากหนองสนม ก่อนไหลลงสู่หนองหารโดยผ่านห้วยโมงเก็บตัวอย่าง ระหว่างวันที่ 18 ถึง 22 พฤษภาคม 2534

Chanacteristies / Constituents	Unit	E1		E 2		E 3		E 4		E 5		Ave		
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	รวม
Water Temperature	°C	29.1	NA	29.4	29.5	30.3	31.5	29.1	NA	29.5	30.3	29.4	30.4	29.8
pH	-	7.2	8.3	7.2	7.9	7.1	7.6	7.2	8.2	7.2	7.5	7.2	7.9	7.5
Conductivity	µs / cm	442	425	445	438	448	446	460	457	460	452	451	444	447
DO	mg / L	0.4	13.0	0.7	10.2	6.1	5.7	0.5	12.0	0.2	7.5	1.6	9.7	5.6
Total Alkalinity (as $CaCO_3$)	mg / L	NA	NA	104	104	96	106	108	108	111	103	105	105	105
Turbidity	NTU	15	24	19	37	23	33	23	28	19	26	20	30	25
Total Dissolved Solids (TDS)	mg / L	235	240	242	245	235	245	250	248	255	246	243	245	244
Suspended Solids (SS)	mg / L	11	26	26	54	36	45	28	45	39	3.6	28	41	34
Chloride (Cl^-)	mg / L	64.3	64.3	64.7	64.3	63.8	65.2	65.5	65.2	65.9	65.5	64.8	64.9	64.9
Sulfate (SO_4^{-2})	mg / L	17.2	16.2	14.9	14.5	14.0	11.8	14.2	14.8	13.6	14.5	14.8	14.4	14.6
BOD_5	mg / L	5.7	6.5	4.2	3.5	4.7	3.4	3.0	3.8	7.3	7.0	5.0	4.8	4.9
COD	mg / L	81.5	73.6	73.6	103.4	80.7	91.4	79.5	112.5	65.6	83.5	76.2	92.9	34.5
Ammonia (NH_3 - N)	mg / L	4.2	3.1	4.1	3.7	5.6	4.8	6.0	5.4	6.6	5.4	5.3	4.5	4.9
Nitrite (NO_2^- - N)	mg / L	0.056	0.101	0.064	0.062	0.003	0.073	0.003	0.051	0.014	0.085	0.028	0.074	0.051

ตารางที่ 3 - 10 (ต่อ)

Chanacteristies / Constituents	Unit	E1		E 2		E 3		E 4		E 5		Ave		
		เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	ปาย	เช้า	ปาย	เช้า	บ่าย	รวม
Nitrate (NO^{-}_{3} - N)	mg / L	0.08	0.27	0.15	0.15	<0.01	0.18	<0.01	0.11	0.16	0.21	0.07	0.18	0.12
Organic Nitrogen	mg / L	4.4	5.2	4	5.5	3.6	5.1	4	6.6	2.5	3.9	3.7	5.3	4.5
Phosphate (PO_4^{-3} - P)	mg / L	0.78	0.65	0.58	0.73	0.95	0.98	1.02	1.03	1.20	0.52	0.91	0.78	0.84
Total Phosphorus (TP)	mg / L	1.68	1.44	1.56	1.87	1.71	2.05	2.05	2.26	1.63	1.57	1.73	1.84	1.78
Total Coliform (TC)	MPN / 100 mL	$4.3X10^{5}$	$1.5X10^{5}$	$4.6X10^{4}$	$1.1X10^{5}$	$2.4X10^{5}$	$2.4X10^{5}$	$4.6X10^{5}$	$1.1x10^{5}$	$9.3x10^{4}$	$4.6x10^{5}$	$1.8x10^{5}$	$1.8x10^{5}$	$1.8x10^{5}$
Faecal Coliform (FC)	MPN / 100 mL	$9.0X10^{4}$	$7.0X10^{4}$	$7.5X10^{2}$	$4.3X10^{3}$	$2.1X10^{4}$	$9.3X10^{4}$	$4.6X10^{5}$	$1.1x10^{5}$	$4.3x10^{4}$	$9.3x10^{4}$	$3.1x10^{4}$	$3.1x10^{4}$	$3.1x10^{4}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำ

คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนอกจากถูกกำหนดโดยปัจจัยทางธรรมชาติดังเช่น ลักษณะทางธรณีวิทยา สภาพภูมิอากาศ ลักษณะและรูปร่างของแหล่งน้ำแล้ว ในด้านการจัดการแหล่งน้ำ (Water Resource Management) ได้เบนความสนใจมายังเรื่องของการจัดการการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำของแหล่งน้ำนั้นๆ ทั้งนี้ anthropogenic impact ที่มีต่อแหล่งน้ำนั้น มีสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมมาจากการใช้ที่ดินในลักษณะต่างๆบนพื้นที่ลุ่มน้ำและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะและองค์ประกอบของคุณภาพน้ำ รวมทั้งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอันส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำด้วย ซึ่งผลกระทบต่างๆ เหล่านี้จะเกิดต่อเนื่องเป็นลูกโซ่และกระทบต่อองค์ประกอบหลักของแหล่งน้ำทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ซึ่งส่งผลเสียย้อนกลับมายังมนุษย์ต่อการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้น ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ แหล่งน้ำดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ชัดถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนและกว้างขวางในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นๆ เป็น impounded or standing water resource

4.1 ทฤษฎีการเกิด Lake Succession

ทฤษฎีที่ใช้อธิบายการเกิด lake succession นี้จะคล้ายคลึงกับทฤษฎีที่กล่าวถึง plant succession กล่าวคือ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงหรือทดแทนตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ จากสังคมพืชชนิดหนึ่งไปสู่สังคมพืชอีกชนิดหนึ่ง จนกระทั่งเข้าสู่จุดที่ไม่การเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชต่อไปอีก ซึ่งสังคมพืชขั้นสุดท้ายนี้เรียกว่า climax community

สำหรับสังคมพืชน้ำในแหล่งน้ำก็มีวิวัฒนาการดังเช่นสังคมของพืชบก ดังกล่าวข้างต้น ถ้าแบ่งรูปการกระจายของพันธุ์ไม้น้ำตามแนวราบ กล่าวได้ว่าสังคมพืชประกอบด้วยกลุ่มพืชต่างๆ ดังนี้

- Marginal
- Emergent
- Submergent
- Floating
- Filamentous algae
- Phytoplankton

สังคมพืชน้ำดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างของแหล่งน้ำ เช่น ระดับความลึก เป็นต้น

ทะเลสาบ (Lake) เกิดจาก geological event เช่นเดียวกับแหล่งน้ำอื่นๆ (เช่น แม่น้ำ ลำธาร เป็นต้น) โดยอาจเกิดในลักษณะช้าๆ (Gradual Geological Event) หรือเกิดอย่างฉับพลันก็ได้ (Catastrophic geological event) อย่างไรก็ตามทะเลสาบส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ทะเลสาบที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ อาจเกิดจาก glacial activity การ deformation ของเปลือกโลก เป็นต้น ส่วนทะเลสาบที่เกิดอย่างฉับพลัน อาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ เช่น แผ่นดินไหว การเลื่อนตัวของแผ่นดิน (Landslide) การระเบิดของภูเขาไฟ เป็นต้น

ทะเลสาบเกิดจาก geological event ดังกล่าวข้างต้น แต่ในขณะเดียวกันทะเลสาบก็จะสิ้นสุดสภาพของมันด้วย geological event ได้เช่นกัน ซึ่งอาจเกิดอย่างช้าๆ หรือ เกิดอย่างฉับพลันก็ได้ ซึ่ง geological event ดังกล่าวเป็นปัจจัยที่มนุษย์ไม่สามารถควบคุมได้ อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากการสิ้นสุดสภาพอันเกิดจาก geological event แล้ว ยังมีทฤษฎีอื่นที่อธิบายถึงกระบวนการสิ้นสภาพของทะเลสาบ (Aging Process) หรือเรียกว่า lake succession อันหมายถึงการแปรสภาพจากทะเลสาบเป็นหนองน้ำ (Marsh) และเป็นแผ่นดิน (Meadow or Dry Land) ในที่สุด

ทะเลสาบต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระยะแรกจะมีผลผลิตต่ำ (Low Productivity) มีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ (Low Species Diversity) และมีสารอาหารต่ำ ทะเลสาบในลักษณะนี้ถูกเรียกว่า oligotrophic lake ระยะต่อมาเมื่อทะเลสาบได้รับสารอาหารและตะกอนจากแหล่งภายนอก (External Input) ประกอบกับการหมุนเวียนของสารอาหารภายในทะเลสาบ (Internal Input) ก็จะทำให้ผลผลิตของทะเลสาบเริ่มสูงขึ้นๆ ความหลากหลายทางชีวภาพเริ่มมีมากขึ้น และขณะเดียวกันก็มีสารอาหารมากขึ้น นอกจากในกรณีของสารอาหารแล้ว ซากพืชและซากสัตว์ก็จะก่อให้เกิดการทับถมของตะกอน (Sediment Deposit) ซึ่งเมื่อรวมกับตะกอนที่มาจากแหล่งภายนอกแล้ว เหล่านี้เป็นปัจจัยทำให้ทะเลสาบตื้นเขินขึ้นเรื่อยๆ เมื่อรูปร่างลักษณะของทะเลสาบเกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงลึกก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชน้ำตามมา ในบริเวณที่ตื้นขึ้นมาก็จะมีวิวัฒนาการของ attached algae, filamentous algae, floating macrophyte, submergence, emergent และ marginal plant การเกิดขึ้นของพวก macrophyte เหล่านี้ก็จะยิ่งช่วยเร่งกระบวนการตกตะกอน (Sedimentation Process) ให้เร็วขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากพวกนี้มี biomass และอัตราการเพิ่มของ biomass สูงกว่า phytoplankton กระบวนการเพิ่มขึ้นของสารอาหารและตะกอนทั้งจากแหล่งภายนอกและแหล่งภายใน (External and Internal Input) เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศน์ภายในทะเลสาบ โดยทะเลสาบจะค่อยๆ เปลี่ยนจาก oligotrophic มาเป็น mesotrophic และเป็น eutrophic lake ในที่สุด และต่อไปก็จะแปรสภาพ

เป็นหนองน้ำและแผ่นดินในที่สุด รูปที่ 4-1 เป็นภาพจำลองการเกิด lake succession แต่อย่างไรก็ตามทฤษฎีนี้ก็เป็นเพียงเส้นทางหนึ่งของการสิ้นสภาพของทะเลสาบ ซึ่งได้กล่าวข้างต้นแล้วว่า การสิ้นสภาพของทะเลสาบสามารถเกิดจาก geological event ได้ แต่มีข้อน่าสังเกต 2 ประการคือ

(1) กระบวนการ aging process จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ดังนั้นถึงแม้มีการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ภายในทะเลสาบแต่ก็เป็นไปอย่างสมดุล

(2) Lake succession ในลักษณะนี้อาจกินเวลานานนับร้อยปีจนถึงแสนปี รวมทั้งขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างของทะเลสาบอีกด้วย ทะเลสาบขนาดใหญ่และลึกมีโอกาสของการเกิด Lake sucession น้อยมากเมื่อเทียบกับทะเลสาบที่มีขนาดเล็กและตื้น (น้อยกว่า 10 เมตร) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสัดส่วนของพื้นที่ทะเลสาบกับพื้นที่ลุ่มน้ำด้วย ทะเลสาบที่เป็น eutrophic หรือมีโอกาสเกิด eutrophic ได้ง่าย นอกจากจะมีลักษณะตื้นแล้วยังมีค่า drainage area-to-lake surface ratio สูง (oligatrophic lake มีค่า ratio ต่ำ เช่น 1:1 เป็นต้น)

4.2 ลักษณะรูปร่าง (Morphometry) ของหนองหาร

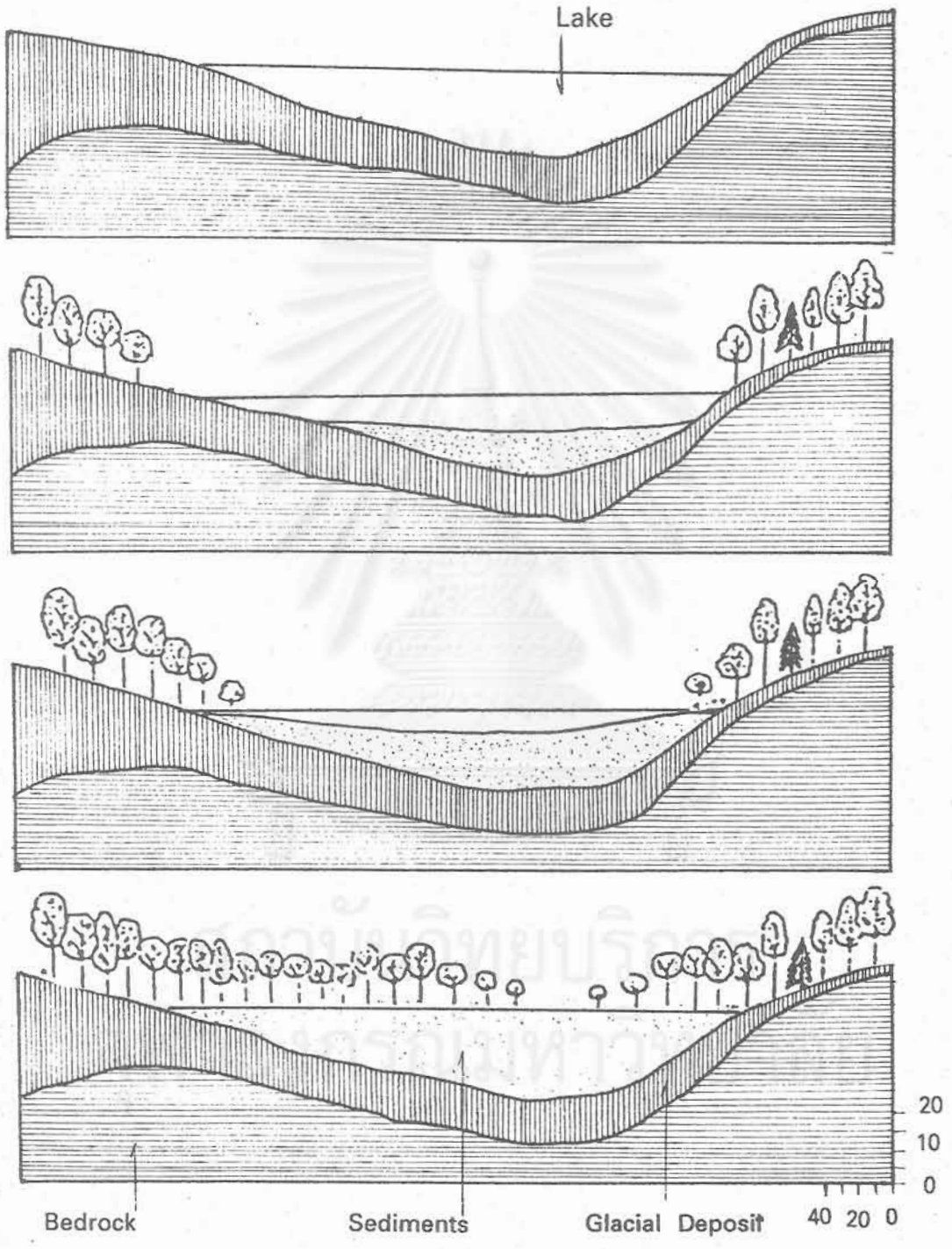
จากความในหัวข้อ 4.1 พอสรุปได้ว่าปัจจัยสำคัญ 2 ประการ ต่อการเกิด Lake Eutrophication คือ

(1) ความลึกเฉลี่ย (Mean Depth) ของทะเลสาบ

(2) ขนาดและความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในหนองหารจึงขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรรมชาติของหนองหารเอง และขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำ

หนองหารเป็นทะเลสาบธรรมชาติที่เป็น Headwater Lake มีรูปร่างตามแนวยาว (Elongated Shape) มีความยาวเฉลี่ย 12 กิโลเมตร และกว้างเฉลี่ย 6 กิโลเมตร ความยาวสูงสุด 15 กิโลเมตร และกว้างสูงสุด 8 กิโลเมตร ช่วงแคบที่สุดคือบริเวณท้ายหนองหาร ซึ่งเป็นต้นทางของลำน้ำก่ำ (ทางระบายน้ำออกจากหนองหารทางเดียว) มีความกว้างประมาณ 1 กิโลเมตร (ดูรูปที่ 3-1) พื้นที่ผิวน้ำของหนองหารขึ้นอยู่กับระดับกักเก็บน้ำซึ่งถูกควบคุมโดยประตูน้ำสุรัสวดี ซึ่งกรมประมงสร้างขึ้นที่ต้นน้ำของลำน้ำก่ำ โดยปกติกรมประมงจะควบคุมระดับน้ำในหนองหารให้อยู่ที่ระดับ 156.5 เมตร (รทก) ที่ระดับนี้หนองหารจะมีพื้นที่ผิวน้ำ 120 ตารางกิโลเมตร แต่จากสถิติระดับน้ำเฉลี่ยตั้งแต่ พ.ศ 2530 ถึง พ.ศ. 2533 ระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 155.961 เมตร (รทก) ซึ่งที่ระดับนี้หนองหารจะมีพื้นที่ผิวน้ำ 99 ตารางกิโลเมตร สำหรับความลึกของหนองหารกรมประมงได้ศึกษาไว้ใน พ.ศ. 2530 พบว่าความลึกเฉลี่ยตลอดทั้งหนองหารตลอดปีเท่ากับ 1.29 เมตร ความลึกเฉลี่ยต่ำสุด (พ.ย. 30) 0.94 เมตร และลึกเฉลี่ยสูงสุด (ก.ย. 30) 2.37 เมตร ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าความลึกเฉลี่ย (ดูตารางที่ 3-2) 0.95 เมตร ความลึกต่ำสุด 0.5 เมตร และความ



รูปที่ 4 - 1	แสดงการเกิด Lake succession

ลึกสูงสุด 2.0 เมตร ในปี พ.ศ. 2524 (มิ.ย.) สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ได้ทำการศึกษาระดับความลึกโดยวัดตามแนว Cross Section ของความกว้างของหนองหาร สรุปได้ว่ามีความลึกเฉลี่ย 2.60 เมตร และจุดลึกสุด 4.0 เมตร รูปที่ 4-2 แสดงระดับความลึกตามแนวกว้างของหนองหารจากการวัดของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียเปรียบเทียบกับที่เคยทำการวัดไว้ในปี พ.ศ. 2484 จากรูปที่ 4-2 สังเกตได้ว่าระดับความลึกเฉลี่ยของแนว A-A' (3.28 เมตร) สูงกว่าของแนว B-B' และ C-C' เนื่องจากเป็นแนวร่องน้ำบริเวณทางออกซึ่งตามธรรมชาติจะต้องลึกกว่าอยู่แล้ว ดังนั้นระดับความลึกของแนว A-A' จึงไม่ถูกนำมาคำนวณเป็นความลึกเฉลี่ยของหนองหาร

4.3 ลักษณะการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำ

จากหัวข้อ 2.1 ได้กล่าวไว้แล้วว่า พื้นที่ลุ่มน้ำของหนองหารอาจแบ่งเป็น 2 พื้นที่ใหญ่ๆ คือ พื้นที่ลุ่มน้ำหนองหาร หรือพื้นที่บริเวณโดยรอบ ส่วนนี้มีพื้นที่ 792 ตารางกิโลเมตร ส่วนที่ 2 คือ พื้นที่ลุ่มน้ำพุงซึ่งพื้นที่ลุ่มน้ำ 853 ตารางกิโลเมตร น้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำพุงจะไหลลงสู่หนองหาร ผ่านลำน้ำพุง โดยไหลลงสู่หนองหารบริเวณทิศใต้ ณ บ้านดอนยาง (ดูรูปที่ 2-1)

(1) **การแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ** พื้นที่ลุ่มน้ำพุงและพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหาร ได้ถูกจัดแบ่งชั้นชนิดคุณภาพลุ่มน้ำได้ 5 ระดับ คือ ลุ่มน้ำชั้นหนึ่ง (A และ B) จนถึงลุ่มน้ำชั้นห้า ซึ่งได้แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4-1 และรูปที่ 4-3 เป็นแผนที่แสดงการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร

(2) **พื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่** ในปี พ.ศ. 2537 ได้มีการสำรวจสภาพป่าไม้ในลุ่มน้ำพุง และลุ่มน้ำหนองหารพบว่า ในลุ่มน้ำหนองหารมีแต่ป่าเสื่อมโทรมทั้งหมด 183 ตารางกิโลเมตร จากที่กำหนดให้มีสภาพพื้นที่ป่าไม้ 53.5 ตารางกิโลเมตร ตามตารางที่ 4-2 ส่วนลุ่มน้ำพุงก็มีป่าไม้สมบูรณ์เหลือเพียง 44.1 ตารางกิโลเมตร จากที่กำหนดไว้ว่าควรมี 651.3 ตารางกิโลเมตร แต่ก็มีป่าปลูก 37.8 ตารางกิโลเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปัญหาการบุกรุกพื้นที่และขาดการดูแลรักษาจึงทำให้พื้นที่ป่าสมบูรณ์ขาดหายไปถึง 89 เปอร์เซ็นต์ ตารางที่ 4-2 แสดงรายละเอียดของพื้นที่ป่าไม้ในปัจจุบันของลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร

(3) **การใช้ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่ง** พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่ง เป็นพื้นที่ป่าไม้ที่ต้องสงวนไว้เพื่อรักษาต้นน้ำลำธาร จากตารางที่ 4-1 จะเห็นได้ว่าลุ่มน้ำพุงมีพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่งรวม 118.2 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 14 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ 1A 109.6 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ลุ่มน้ำ 1B 8.6 ตารางกิโลเมตร สำหรับลุ่มน้ำหนองหารมีเพียงเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำ 1A เท่านั้นจำนวน 8.4 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ จากตารางที่ 4-3 จะเห็นได้ชัดถึงลักษณะการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่งของลุ่มน้ำพุง และลุ่มน้ำหนองหารซึ่งพอสรุปได้ดังนี้คือ

(ก) มีการบุกรุกพื้นที่ป่าลุ่มน้ำชั้นหนึ่ง ของลุ่มน้ำพุง คิดเป็น 2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

(ข) สภาพป่าเสื่อมโทรมของลุ่มน้ำพุงคิดเป็น 96.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

(ค) พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่งของลุ่มน้ำหนองหารไม่มีการบุกรุก แต่เป็นสภาพป่าเสื่อมโทรมถึง 92 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

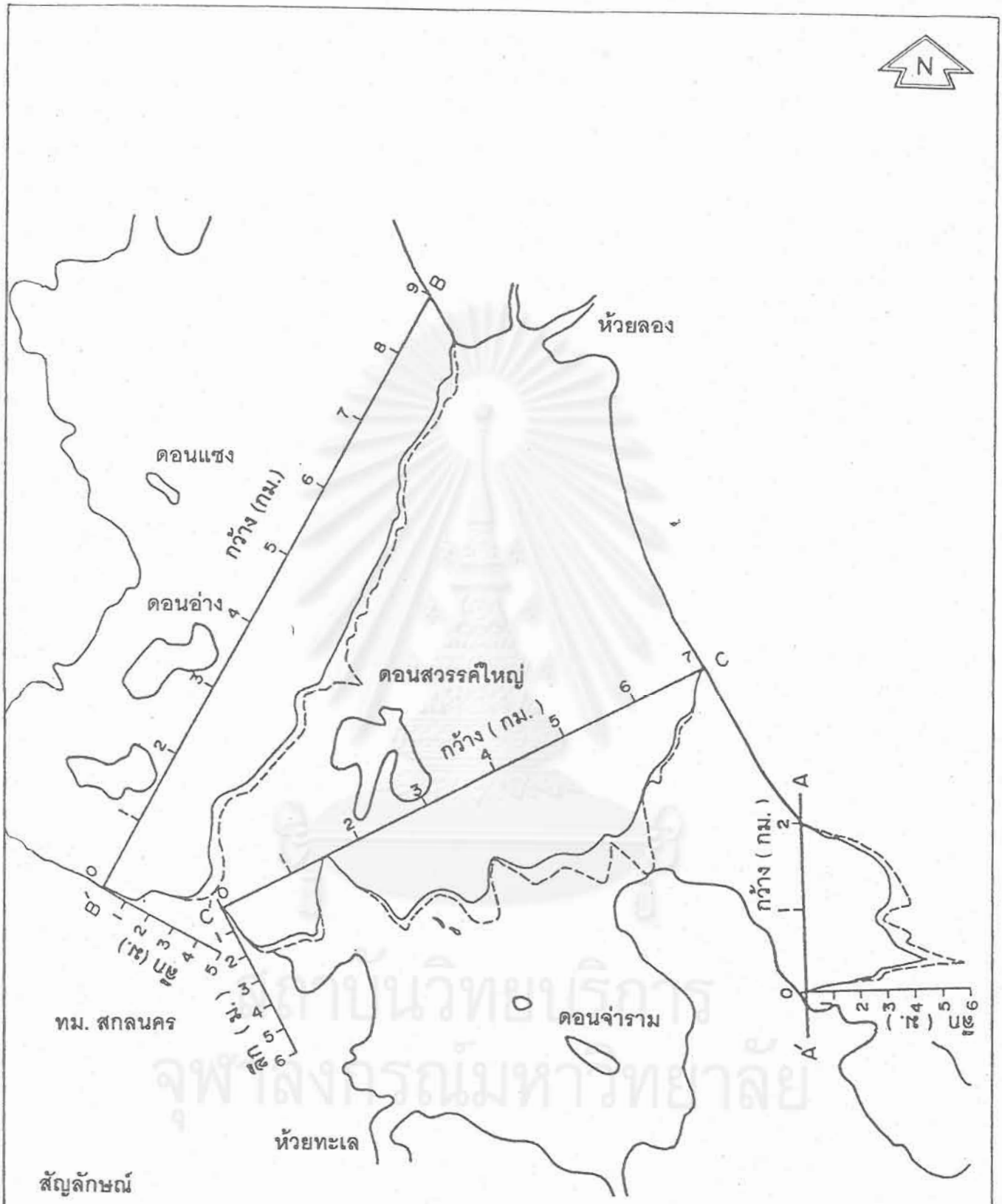
4.4 ชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหาร

ชุมชนเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับลักษณะการใช้ที่ดินประเภทอื่นๆ ชุมชนขนาดใหญ่ยังประกอบด้วยกิจกรรมชุมชนขนาดใหญ่ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล ตลาดสด โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังนั้นชุมชนขนาดใหญ่จึงเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำ

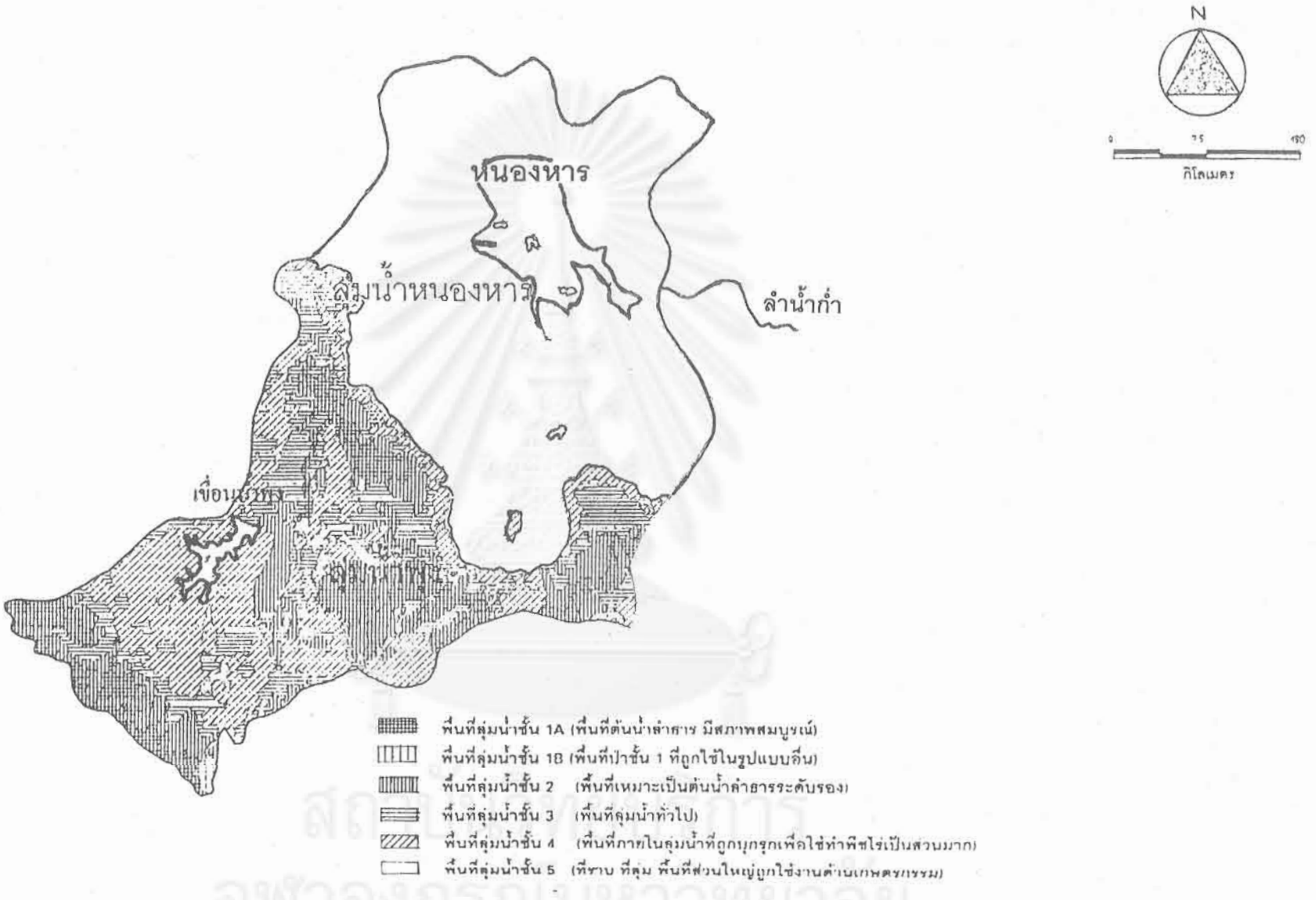
ในกรณีของหนองหารดังได้กล่าวไว้แล้วว่าประกอบด้วยลุ่มน้ำใหญ่ 2 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำพุง และลุ่มน้ำหนองหาร ลุ่มน้ำพุงมีชุมชนขนาดใหญ่ คือ อำเภอเต่างอย แต่เป็นชุมชนที่มีความหนาแน่นของประชากรไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับชุมชนเทศบาลและสุขาภิบาล รวมทั้งยังไม่มีการพัฒนาระบบระบายน้ำของชุมชน ดังนั้นจึงไม่เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญ ในทางตรงกันข้ามในลุ่มน้ำหนองหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณโดยรอบหนองหารมีการตั้งชุมชนอยู่โดยรอบหลายๆแห่ง เป็นชุมชนที่ตั้งมานับร้อยปีแล้ว แต่ชุมชนสำคัญที่เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญได้แก่ เทศบาลเมืองสกลนคร และสุขาภิบาลท่าแร่ ตารางที่ 4-4 รวบรวมรายชื่อชุมชนที่อยู่โดยรอบหนองหารในระยะหนึ่งกิโลเมตร สำหรับตำแหน่งที่ตั้งของชุมชนดูได้จากแผนที่ในรูปที่ 2-2

4.4.1 เทศบาลเมืองสกลนคร

เทศบาลเมืองสกลนครจัดได้ว่าเป็นชุมชนขนาดใหญ่มีจำนวนประชากรรวมทั้งสิ้นประมาณ 52,000 คน ซึ่งถ้ารวมประชากรแฝง เช่น ชาวญวนอพยพ นักท่องเที่ยว นักเรียน/นักศึกษา เป็นต้น ก็คาดว่าจะมีจำนวนประชากรประมาณ 60,000 คน ในเขตเทศบาลเมืองสกลนคร โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่เดิมมีกิจกรรมชุมชนที่ถือได้ว่า เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญคือ โรงพยาบาล ตลาดสด โรงฆ่าสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น รูปที่ 4-4 แสดงแห่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนคร และตารางที่ 4-5 แสดงค่าบีโอดี (5วัน) ฟอสฟอรัสทั้งหมด และไนโตรเจนทั้งหมดของแหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญบางแห่งของเทศบาลเมืองสกลนคร



รูปที่ 4 - 2	การเปลี่ยนแปลงระดับความลึกของหนองหารในรอบ 40 ปี (พ.ศ. 2484-2524)



รูปที่ 4 - 3	การแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเขตพื้นที่ลุ่มน้ำพุง และลุ่มน้ำหนองหาร

ตารางที่ 4 - 1 การแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร

การจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)		
	ลุ่มน้ำพุง	ลุ่มน้ำหนองหาร	รวม
1 A	109.6	8.4	118.0
1 B	8.6	0	8.6
2	138.0	10.9	148.9
3	167.4	29.6	197.0
4	257.1	26.0	283.1
5	155.5	643.9	799.4
แหล่งน้ำ	17.1	73.1	90.2
รวม	**853.3**	**791.8**	**1645.1**

<u>หมายเหตุ</u>

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำที่ควรจะต้องสงวนรักษาไว้เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยเฉพาะ

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 หมายถึง พื้นที่ภายในลุ่มน้ำที่มีลักษณะทั่วไปมีคุณภาพเหมาะสมต่อการเป็นต้นน้ำลำธารในระดับรองลงมา และสามารถใช้ประโยชน์เพื่อกิจการที่สำคัญได้ เช่น การทำเหมืองแร่ เป็นต้น

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 หมายถึงพื้นที่ภายในลุ่มน้ำโดยทั่วไปที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกิจการทำไม้ เหมือแร่และปลูกพืชกสิกรรมประเภทไม้ยืนต้น

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 หมายถึงพื้นที่ภายในลุ่มน้ำที่สภาพป่าได้ถูกบุกรุกแผ้วถางเป็นที่ใช้ประโยชน์เพื่อกิจการพืชไร่เป็นส่วนมาก

พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 หมายถึงพื้นที่ภายในลุ่มน้ำที่มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นพื้นที่ราบหรือที่ลุ่ม หรือเนินลาดเอียงเล็กน้อยและส่วนใหญ่ป่าไม้ได้ถูกบุกรุกแผ้วถางเพื่อประโยชน์ด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะทำนาและกิจการอื่นไปแล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 - 2 สภาพป่าไม้ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำพุง และลุ่มน้ำหนองหารปี พ.ศ. 2537 (หน่วย: ตารางกิโลเมตร)

ประเภทป่าไม้	ลุ่มน้ำพุง	ลุ่มน้ำหนองหาร	รวม
1. ป่าเต็งรัง	7.3	65.0	72.3
1.1 สมบูรณ์	7.3	0	7.3
1.2 เสื่อมโทรม	0	65.0	65.0
2. ป่าเบญจพรรณ	89.5	56.2	145.7
2.1 สมบูรณ์	0	0	0
2.2 เสื่อมโทรม	29.5	56.2	145.7
3. ป่าดิบแล้ง	476.7	61.8	538.5
3.1 สมบูรณ์	36.8	0	36.8
3.2 เสื่อมโทรม	439.9	61.8	501.7
4. ป่าปลูก	37.4	0	37.4
รวม	610.9	183.0	793.9
(พื้นที่ลุ่มน้ำ)	(853.3)	(791.8)	(1645.1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 - 3 การใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่งของลุ่มน้ำพุงและลุ่มน้ำหนองหาร
(หน่วย: ตารางกิโลเมตร

การใช้ที่ดิน	พื้นที่ลุ่มน้ำพุง		พื้นที่ลุ่มน้ำหนองหาร
	1A	1B	1A
1. นาในเขตน้ำฝน	0.01	-	-
2. พืชไร่	1.38	0.92	-
3. ป่าปลูก	0.17	0.63	-
4. ป่าเสื่อมโทรม	107.16	6.91	7.69
5. ป่าสมบูรณ์	0.42	0.08	-
6. พื้นที่หินโผล่	0.33	-	0.69
7. แหล่งน้ำ	0.14	-	-
รวม	**109.61**	**8.54**	**8.38**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 - 4 รายชื่อชุมชนที่ตั้งอยู่โดยรอบหนองหารในระยะ 1 กิโลเมตร

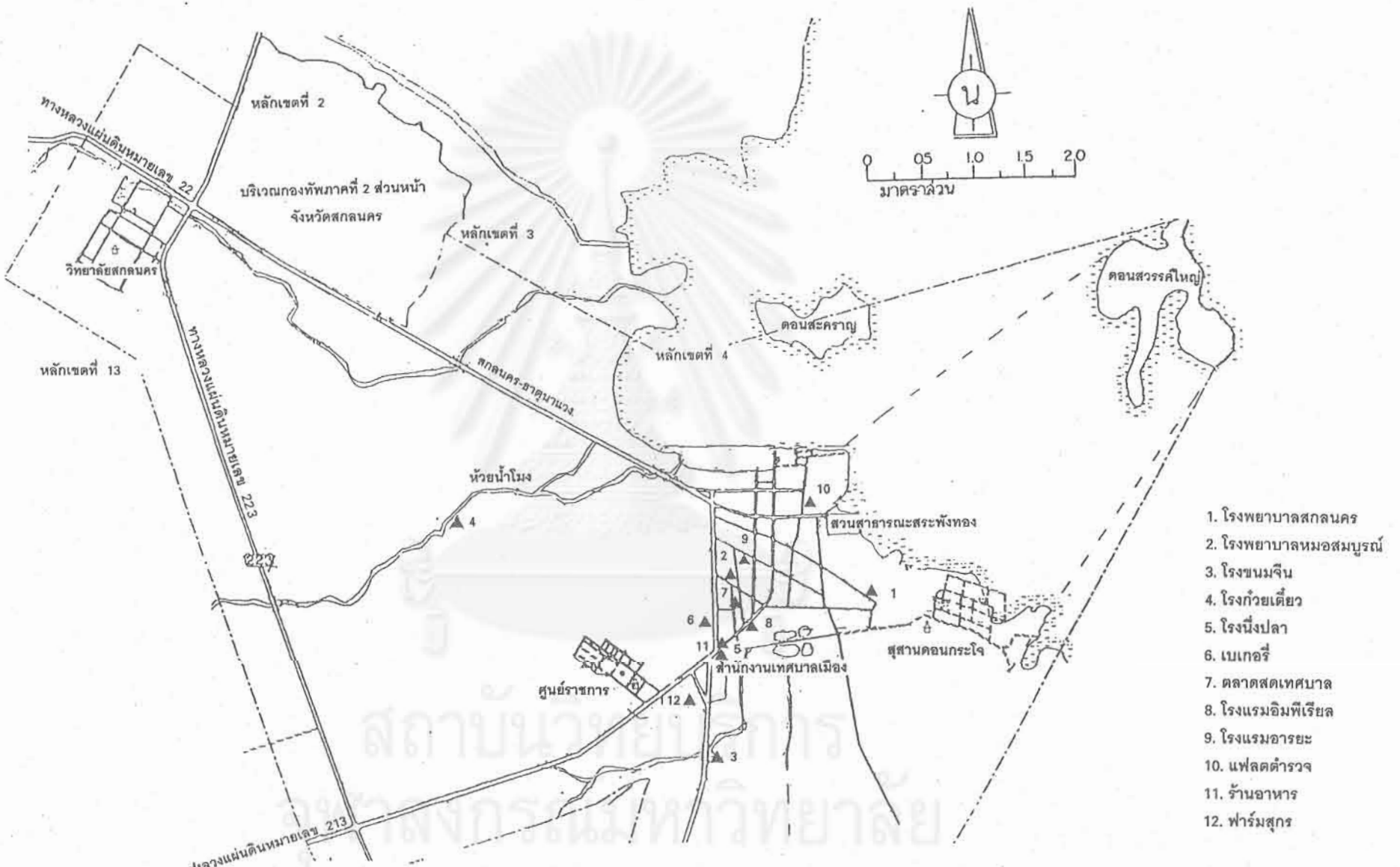
รายชื่อชุมชน[1]	หมายเหตุ
1. เทศบาลเมืองสกลนคร[2] 2. บ้านหนองบัวใหญ่ 3. บ้านดอนเสาธง 4. บ้านนาดอกไม้ 5. บ้านอำไพ 6. บ้านดอนตาลโละ 7. บ้านดอนเชียงคุณ 8. บ้านดอนเชียงยาง 9. บ้านดอนน้อย 10. สุขาภิบาลท่าแร่[3] 11. บ้านนาแก้ว 12. บ้านโพนงามท่า 13. บ้านโพนบก 14. บ้านแป้น 15. บ้านช่งน้ำพุ 16. บ้านท่าศาลา 17. บ้านดอนแจ้ว 18. บ้านดอนแก้ง 19. บ้านท่าวัดใต้ 20. บ้านท่าวัดเหนือ 21. บ้านดอนยาว 22. บ้านหนองแดน 23. บ้านหนองสาร 24. บ้านกกยาว 25. บ้านกกโฮ่ง 26. บ้านดอนจ้อก้อ 27. บ้านงิ้วด่อน 28. บ้านธาตุดุม	1. ชุมชนทั้งหมดยกเว้นเทศบาลเมืองสกลนครและสุขาภิบาลท่าแร่ มีลักษณะแบบหมู่บ้านของชุมชนเกษตร ไม่มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่สำคัญ และไม่มีระบบระบายน้ำทิ้งของชุมชนลงสู่หนองหารโดยตรง 2. มีระบบระบายน้ำฝนและน้ำเสียของชุมชนและระบายน้ำทิ้งลงสู่หนองหารโดยมาก มีแหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญ เช่น ตลาด โรงทำขนมจีน โรงงานก๋วยเตี๋ยว โรงน้ำปลาเป็นต้น 3. กำลังดำเนินการศึกษาและวางแผนปรับปรุงระบบระบายน้ำฝนและน้ำเสีย แหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญได้แก่ ตลาด โรงฆ่าสัตว์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 - 5 ค่าบีโอดี (5 วัน) ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) และค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TN) ของแหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญในเขตเทศบาลเมืองสกลนคร

กิจกรรม	BOD_5 (mg / L)	TP (mg / L)	TN (mg / L)
โรงขนมจีน	1840	3.2	47.6
โรงก๋วยเตี๋ยว	3500	9.5	102.9
โรงน้ำปลา	3860	16.0	53.5
โรงฆ่าสัตว์	4380	8.1	36.1
ตลาดสด	880	3.8	42.0
ฟาร์มสุนัข	286	3.4	72.8
ร้านอาหาร	156	2.5	24.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4 - 4 แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในเขตเทศบาลเมืองสกลนคร

4.4.2 สุขาภิบาลท่าแร่

สุขาภิบาลท่าแร่ถือเป็นชุมชนที่มีขนาดใหญ่อันดับสองรองลงมาจากเทศบาลเมืองสกลนคร มีจำนวนประชากรประมาณ 10,650 คน แหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชนที่สำคัญคือ ตลาดสด โรงพยาบาล โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น ด้วยปัจจุบันสุขาภิบาลท่าแร่อยู่ระหว่างการปรับปรุงระบบระบายน้ำของพื้นที่สุขาภิบาล ดังนั้นจึงไม่มีการศึกษาปริมาณและลักษณะองค์ประกอบของน้ำเสียของชุมชนสุขาภิบาลท่าแร่

4.4.3 ชุมชนอื่นๆ

ชุมชนอื่นๆ นอกเหนือจากเทศบาลเมืองสกลนคร และสุขาภิบาลท่าแร่ ถือเป็นชุมชนที่มีขนาดเล็ก ไม่มีแหล่งกำเนิดน้ำเสียสำคัญ รวมทั้งยังไม่มีระบบระบายน้ำ ดังนั้นจึงไม่มีการศึกษาปริมาณ ลักษณะ และองค์ประกอบของน้ำเสียชุมชน แต่อย่างไรก็ตามมีอยู่หลายชุมชนที่มีขนาดใหญ่และอยู่ติดกับหนองหาร และในอนาคตก็มีโอกาสที่จะก่อสร้างระบบระบายน้ำชุมชนและระบายลงสู่หนองหาร ได้แก่ บ้านโพนบก บ้านท่า เป็นต้น อย่างไรก็ตามชุมชนเหล่านี้ก็มีส่วนระบายน้ำเสียลงสู่หนองหารเช่นกัน จากการระบายของ Urban run-off และ surface run-off แต่ก็ไม่ใช่แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญของหนองหาร ดังเช่น เทศบาลเมืองสกลนคร และสุขาภิบาลท่าแร่

4.5 สรุปการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำ

(1) หนองหารมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมเนื้อที่ทั้งสิ้น 1645.1 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยลำน้ำสาขา 14 สาย

(2) พื้นที่ลุ่มน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลุ่มน้ำใหญ่ คือ พื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารและพื้นที่ลุ่มน้ำพุง

(3) พื้นที่ลุ่มน้ำหนองหาร ได้แก่ บริเวณ พื้นที่ส่วนใหญ่ที่อยู่โดยรอบหนองหาร มีเนื้อที่รวมทั้งสิ้น 791.8 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วย ลุ่มน้ำสาขา 13 สาย พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลำน้ำสาขาเหล่านี้จัดเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก (มีเนื้อที่น้อยกว่า 100 ตารางกิโลเมตร) ลำน้ำสาขาเหล่านี้มีลักษณะเป็น Intermittent Stream

(4) พื้นที่ลุ่มน้ำพุง เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ มีเนื้อที่รวมทั้งสิ้น 853.3 ตารางกิโลเมตร มีลุ่มน้ำพุงเป็นลำน้ำขนาดใหญ่มีลักษณะเป็น Perrenial Stream และไหลลงสู่หนองหารที่บริเวณบ้านทามไฮ

(5) สัดส่วนพื้นที่ของการจัดชั้นคุณภาพพื้นที่ลุ่มน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารและพื้นที่ลุ่มน้ำพุง เป็นดังนี้

ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	สัดส่วนพื้นที่ (คิดเป็นเปอร์เซนต์)	
	ลุ่มน้ำหนองหาร	ลุ่มน้ำพุง
1A	1.1	12.8
1B	0	1.0
2	1.4	16.2
3	3.7	19.6
4	3.3	30.1
5	81.3	18.2

(6) พื้นที่สภาพป่าไม้ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารและพื้นที่ลุ่มน้ำพุง สรุปได้ดังนี้ (หน่วย : ตารางกิโลเมตร)

สภาพป่า	ลุ่มน้ำหนองหาร	ลุ่มน้ำพุง
ป่าสมบูรณ์ (เต็งรัง, เบญจพรรณ, ดิบแล้ง)	0	44.1
ป่าปลูก	0	37.4
ป่าเสื่อมโทรม	183.0	529.4
รวม	183.0	610.9

(7) การใช้ที่ดินของชุมชน ลักษณะของชุมชนสามารถจำแนกออกตามขนาดความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ ตามลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมและตามระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ ชุมชนเมือง และชุมชนชนบทหรือชุมชนเกษตร ในแง่ของการก่อกำเนิดหรือการระบายมลพิษลงสู่หนองหาร แล้วชุมชนเมือง (ซึ่งจะมีระบบรวบรวมและระบายน้ำฝนและน้ำเสียชุมชน) จัดว่ามีลักษณะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบ Point Source ชุมชนชนบทจัดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบ Diffuse หรือ Non-Point Source

(8) ลุ่มน้ำหนองหาร ประกอบด้วยชุมชนเมือง 2 แห่ง คือ เทศบาลเมืองสกลนคร และ สุขาภิบาลท่าแร่ ซึ่งมีพื้นที่รวมกันประมาณ 70 ตารางกิโลเมตร ชุมชนที่เหลือโดยรอบหนองหารมีลักษณะเป็นชุมชนชนบท

(9) ลุ่มน้ำพุง ประกอบด้วยชุมชนชนบททั้งสิ้น ถึงแม้จะมีชุมชนขนาดใหญ่ คือ บริเวณ ตัวอำเภอเต่างอยก็ตามก็ยังจัดว่าเป็นชุมชนชนบท

บทที่ 5
การจัดการหนองหาร

5.1 ความสำคัญของหนองหาร

ในหัวข้อ 2.4 ได้กล่าวถึงอดีตความเป็นมาของหนองหารว่ามีมาเป็นพันปีโดยอาศัยหลักฐานทางวรรณคดีและโบราณคดี ถึงแม้ว่าจะไม่มีการหาอายุที่แท้จริงของหนองหารโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็ตาม หนองหารในอดีตนั้นเคยเป็นที่ตั้งของเมืองมาหลายครั้งหลายคราว มีหลายช่วงเวลาที่ถูกทิ้งร้างไว้เป็นเมืองร้าง เนื่องจากเกิดภาวะฝนแล้งติดต่อกันหลายปี หลักฐานทางประวัติศาสตร์เช่นนี้ชี้ให้เห็นว่าชุมชนแต่โบราณมิได้อาศัยประโยชน์จากหนองหารในการยังชีพโดยตรง ในสมัยโบราณอนุมานได้ว่า ประชาชนได้อาศัยน้ำฝนเป็นแหล่งน้ำบริโภคหลัก และอาศัยหนองน้ำต่างๆ ที่มีอยู่กระจายอยู่ทั่วไปบริเวณตะวันตกและทิศใต้ของหนองหาร รวมทั้งลำห้วยต่างๆ เพื่อประโยชน์ในด้านน้ำอุปโภค การจับปลา และการยังชีพอื่นๆ เช่น บัว ต้นผือ เป็นต้น

ประวัติการตั้งเมืองบริเวณหนองหาร (มีข้อน่าสังเกตและน่าทึ่งว่าการตั้งเมืองหนองหารที่มีมาแต่ครั้งโบราณจะเป็นบริเวณที่ตั้งบริเวณเดิม คือ บริเวณตำบลธาตุเชิงชุม หรือพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนครเดิม) ครั้งหลังสุดเริ่มตั้งแต่สมัยรัชกาลที่หนึ่งก็พบว่ามีการตั้งเมืองหนองหารหลวง (ตัวเมืองสกลนครในปัจจุบัน) ขึ้นริมหนองหารและมีชุมชนอาศัยอยู่กระจายออกมาทางทิศตะวันตกและทิศใต้ ซึ่งอาจสรุปได้ว่าการตั้งเมืองนั้น (1) ด้วยเหตุผลทางยุทธศาสตร์และการเมืองในสมัยก่อน และ (2) เป็นการอพยพย้ายที่ทำกินของประชาชนในบริเวณอื่นๆ เข้ามา เนื่องจากพื้นที่ทางทิศตะวันตกและทิศใต้ของหนองหารเป็นพื้นที่ลุ่มสลับที่ดอนที่ใช้ทำนาได้ ประกอบกับมีหนองน้ำกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งสามารถใช้จับปลาได้ แต่ก็ยังไม่มีหลักฐานแสดงถึงความสำคัญของหนองหารต่อการดำรงชีพของชุมชนอย่างเด่นชัด จะมีบ้างก็ในช่วง พ.ศ. 2407 และ พ.ศ 2445-2445 ซึ่งเกิดภาวะฝนแล้ง ชาวบ้านจึงอาศัยพื้นที่ริมหนองหารเพื่อทำนาแซงพอประทังชีวิตไปได้ นอกเหนือจากการขุดหัวเผือก หัวมัน และกลอย อย่างไรก็ตามจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ดังกล่าวก็ให้ข้อเท็จจริงที่ว่าหนองหารมีน้ำอยู่ตลอดปี (แต่มีการเปลี่ยนของระดับน้ำตามปริมาณของแต่ละฤดูกาลในรอบปี)

ในปี พ.ศ. 2479 ได้มีการจัดตั้งเทศบาลเมืองสกลนครขึ้นบนพื้นที่ของตำบลธาตุเชิงชุม (พื้นที่ 13 ตารางกิโลเมตร) จึงนับได้ว่าเป็นชุมชนขนาดใหญ่ที่ตั้งขึ้นริมหนองหารในยุคปัจจุบัน ซึ่งการจัดตั้งเทศบาลขึ้นมาก็ย่อมทำให้เกิดการพัฒนาชุมชนและการปรับปรุงระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ขึ้นมา ได้แก่ การปรับปรุงระบบถนน (ซึ่งรวมถึงระบบระบายน้ำด้วย) การประปาเป็นต้น

ประวัติการให้บริการประปาของเทศบาลไม่ปรากฏหลักฐานให้สืบค้นได้ ทำให้ไม่รู้ว่ามีระบบประปาเทศบาลหรือไม่ และถ้ามีได้ดำเนินการอย่างไร แต่อย่างไรก็ตามจากประวัติการจัดตั้งและให้บริการประปาภูมิภาค (จังหวัดสกลนคร) ระบุไว้ว่า ได้เริ่มให้บริการประปาในเขต

เทศบาลเมืองสกลนครตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500-2501 โดยใช้น้ำจากสระพังทองเป็นแหล่งน้ำดิบ ต่อมาเมื่อมีประชากรเพิ่มขึ้นจึงต้องขยายกำลังผลิต และในปี พ.ศ. 2508 ได้เริ่มสูบน้ำจากริมหนองหารขึ้นมาใช้เป็นน้ำดิบนอกจากการประปาสกลนครแล้วหน่วยงานสำคัญที่ตั้งอยู่ริมหนองหารและใช้น้ำจากหนองหารโดยตรง คือ กองทัพภาคที่ 2 ส่วนหน้าจังหวัดสกลนคร ดังนั้นจึงถือว่าปี พ.ศ. 2508 ซึ่งเป็นปีที่การประปาเริ่มสูบน้ำดิบจากหนองหารเป็นปีเริ่มแรกของการใช้ประโยชน์จากหนองหารเพื่อการดำรงชีพของประชาชนโดยตรง อันที่จริงแล้วหนองหารได้ถูกใช้ประโยชน์มาโดยตลอด เช่น การจับปลา การคมนาคม และการสันทนาการ (มีประเพณีการแข่งเรือทุกปีในราวเดือนสิบสอง) ซึ่งประโยชน์ใช้สอยเหล่านี้มีมาแต่โบราณแล้ว นอกจากนี้กรมประมงยังให้ความสำคัญของหนองหารในแง่ของการเป็นแหล่งอนุรักษ์และเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืดอีกด้วย ดังจะเห็นได้จากการที่กรมประมงได้ก่อสร้างประตูระบายน้ำสุรัสวดี (ประตูระบายน้ำลำน้ำก่ำ) ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2484 และปรับปรุงสร้างใหม่ในปี พ.ศ. 2533 แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่า การใช้ประโยชน์จากหนองหารในการเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาถือเป็นการใช้ประโยชน์ที่สำคัญที่สุด เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยของการดำรงชีพ และเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาของกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน อาทิ โรงพยาบาล โรงแรม ตลาด โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้มีความสำคัญต่อการประกอบอาชีพการงาน ต่อการดำรงชีพ ของประชากรในชุมชนเทศบาลเมืองสกลนคร ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าประโยชน์ของการเป็นแหล่งน้ำดิบเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีพของชุมชนในปัจจุบัน นอกเหนือจากการหล่อเลี้ยงชีวิตแล้วยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจของชุมชนอีกด้วย ทั้งนี้เป็นผลมาจากการพัฒนาวิถีชีวิตความเป็นอยู่อันเนื่องมาจากการขยายตัวของประชากร การเปลี่ยนวิถีชีวิตจากชุมชนเกษตร หรือชุมชนชนบทมาเป็นชุมชนเมือง หรือชุมชนพาณิชย์ของประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนคร ซึ่งพัฒนาการเช่นนี้ก็เกิดขึ้นที่ชุมชนท่าแร่ซึ่งปัจจุบันได้ยกฐานะเป็นสุขาภิบาลท่าแร่ ซึ่งก็ได้อาศัยน้ำในหนองหารเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาเช่นเดียวกัน ลักษณะเช่นนี้ยังได้เกิดขึ้นกับชุมชนหลายแห่งที่อาศัยอยู่รอบๆ หนองหาร เช่น บ้านโพนบกมีการทำประปาหมู่บ้านจากน้ำในหนองหาร

นอกจากนี้พัฒนาการของชีวิตความเป็นอยู่ของชาวบ้านได้ปรับวิถีเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมที่ใช้น้ำฝนเป็นหลัก มาใช้ระบบชลประทานเข้าช่วยทำให้สามารถปลูกพืชหรือทำนาได้ในช่วงหน้าแล้ง ดังนั้นน้ำในหนองหารจึงถูกใช้ประโยชน์เพื่อการชลประทานอีกด้วย ดังเช่น โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าที่บ้านโพนท่างาม บ้านท่าศาลา และบ้านท่าวัด รวมเป็นพื้นที่ชลประทาน 11,100 ไร่ นอกจากนี้กรมประมงยังได้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการพัฒนาพื้นที่ชลประทานบริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของหนองหาร (ด้านใต้ของเทศบาลเมืองสกลนคร) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 9,300 ไร่ โดยใช้น้ำจากหนองหาร

ประโยชน์ของหนองหารอีกประการหนึ่งที่ถูกมองข้ามหรือละเลยมาก่อนก็คือเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียจากชุมชนต่างๆ เช่น เทศบาลเมืองสกลนคร สุขาภิบาลท่าแร่ เป็นต้น นอกจากนี้บางกิจการก็ระบายน้ำเสียลงสู่หนองหารโดยตรง เช่น โรงพยาบาลสกลนคร ซึ่งตั้งอยู่ริมหนองหาร และกองทัพภาคที่ 2 ส่วนหน้าจังหวัดสกลนคร เป็นต้น

โดยสรุปกล่าวได้ว่า นับตั้งแต่การประปาได้สูบน้ำดิบจากหนองหารขึ้นมาใช้ผลิตน้ำประปาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 ถือได้ว่าเป็นยุคใหม่ของการใช้ประโยชน์จากหนองหาร และถือได้ว่าเป็นการใช้ประโยชน์หลักเนื่องจากเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับการดำรงชีพของชุมชนเมืองสกลนคร ทั้งในทางตรงและทางอ้อม กล่าวคือ นอกจากเป็นแหล่งน้ำหล่อเลี้ยงชีวิตมนุษย์แล้วยังเป็นแหล่งน้ำที่หล่อเลี้ยงชีวิตเศรษฐกิจให้ดำรงอยู่ต่อไปได้ดีอีกด้วย การใช้ประโยชน์ของหนองหารสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา
(2) เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอนุรักษ์และเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ
(3) ประโยชน์ด้านการจับปลา (ทั้งเพื่อบริโภคในครอบครัว และเพื่อการค้าขาย)
(4) ประโยชน์ด้านการสันทนาการและประเพณี
(5) เป็นแหล่งน้ำชลประทาน
(6) เป็นแหล่งระบายน้ำทิ้ง หรือ แหล่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชน

ประโยชน์การใช้สอยของแหล่งน้ำจากหนองหารดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของหนองหารต่อการดำรงชีพของประชาชนที่อยู่รอบๆ ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนที่ต้องอาศัยหนองหาร สำหรับเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา และแสดงให้เห็นถึงความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์ เช่น การเป็น แหล่งน้ำดิบเพื่อการประปากับการเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งชุมชน

5.2 ลักษณะรูปร่าง (Morphometry) ของหนองหารต่อแนวโน้มของการเกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ

ลักษณะรูปร่างตามธรรมชาติของหนองหารเป็นทะเลสาบที่มีความตื้นมาก มีความลึกเฉลี่ยตลอดปี 1.29 เมตร มีสัดส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำต่อพื้นที่ผิวน้ำ (WL ratio) เท่ากับ 14: 1 (ที่ระดับน้ำ 156.5 เมตร รทก.) ถึง 17:1 (ที่ระดับน้ำ 155.961 เมตร รทก. ซึ่งเป็นระดับน้ำเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2535) ซึ่งลักษณะเช่นนี้จัดได้ว่าเป็นทะเลสาบที่มีโอกาสของการเกิด Eutrophication สูงตามธรรมชาติ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำของหนองหารจึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากเนื่องจากจะไปเร่งกระบวนการ Aging Process ของหนองหารตาม

ธรรมชาติและทำให้เกิดปัญหา Artificial หรือ Cultural Eutrophication และอาจทำให้หนองหารตื้นเขินได้ในที่สุด

5.3 ปัญหาความเสื่อมโทรมของหนองหาร

ถ้ามองในภาพรวมจากผลการศึกษาคุณภาพน้ำก็จะพบว่าคุณภาพน้ำของหนองหารอยู่ในเกณฑ์ปกติสามารถใช้ประโยชน์ได้เพื่อการเป็นแหล่งน้ำดิบ สำหรับการประปา และเพื่อการดำรงชีพตามปกติของปลาและสัตว์น้ำ (ดูรายละเอียดได้ในหัวข้อ 3.1.4) แต่ถ้าพิจารณาเป็นส่วนๆ หรือเป็นบริเวณก็จะเห็นได้ว่าบริเวณที่อยู่ใกล้กับจุดปล่อยน้ำทิ้งจากตัวเมือง เช่น บริเวณห้วยโมง จะเห็นคุณภาพน้ำที่ต่างจากบริเวณอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด กล่าวได้ว่าปัญหาความเสื่อมโทรมของหนองหารจะเกิดขึ้นเป็นบริเวณๆ ไม่ได้เกิดขึ้นทั่วทั้งหนองหาร กล่าวคือ จะเกิดในบริเวณริมฝั่งหรือชายฝั่งที่มีการระบายน้ำเสียชุมชน ซึ่งก็คือบริเวณที่ติดกับเทศบาลเมืองสกลนครและสุขาภิบาลท่าแร่ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากลักษณะทางธรรมชาติของหนองหารมีรูปร่างตามแนวยาว และมีระดับสูงต่ำของความลึกในรูปแบบที่ไม่แน่นอน (ยกเว้นปากทางออกบริเวณต้นลำน้ำก่ำ จะปรากฏเป็นแนวร่องน้ำ) รวมทั้งมีเกาะ (เรียกว่า "ดอน") ต่างๆ อยู่ภายในหนองหาร ประกอบกับปัจจุบันมีการแพร่กระจายของ Macroplyte ทั้งชนิด Emergent, Submergent, floating type ขึ้นปกคลุมอยู่ตลอดทั่วหนองหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณชายฝั่งที่ติดกับเทศบาลเมืองสกลนครมีผักตบชวาขึ้นหนาแน่นมาก ปัจจัยต่างๆเหล่านี้ทำให้ไม่มีการผสมผสานอย่างสมบูรณ์ (Complete Mixing) ของน้ำในหนองหาร ซึ่งทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมเป็นบริเวณๆ ไป นอกจากนี้จากการสังเกตในภาคสนามยังพบสภาวะ Algal bloom บริเวณฝั่งที่รับน้ำเสียจากโรงพยาบาลสกลนครด้วยข้อเท็จจริงในกรณีนี้ยังยืนยันได้จากการปรับปรุงการสูบน้ำดิบจากหนองหารของการประปาสกลนคร ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2508 การประปาได้สูบน้ำจากบริเวณริมฝั่งหนองหาร แต่ต่อมาเมื่อคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งเสื่อมโทรมลง การประปาจึงได้สร้างสะพานเพื่อวางท่อสูบน้ำยื่นลงไปในหนองหารยาว 1.1 กิโลเมตรในปี พ.ศ. 2513 และต่อมาในปี พ.ศ. 2526 ก็ได้ก่อสร้างเพิ่มเติมออกไปอีก รวมเป็นระยะ 1.67 กิโลเมตร

นอกจากปัญหาน้ำเสียชุมชนที่ก่อให้เกิดปัญหากับหนองหารแล้ว การเพิ่มขึ้นของปริมาณตะกอนก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้อายุของหนองหารสั้นลงเร็วกว่าเดิม จากการศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียในปี พ.ศ 2524 พบว่าตะกอนมีความหนาเพิ่มขึ้นเฉลี่ยทั้งหนองหาร 0.25 เมตร เมื่อเทียบจากการศึกษาของเดิมที่ได้ทำการตรวจวัดไว้เมื่อ ปี พ.ศ. 2484 โดยพบว่าจุดที่ลึกที่สุดของหนองหารเป็นบริเวณที่มีตะกอนทับถมหนาที่สุดคือ 1.6 เมตร (ดูรูปที่ 4-2) หรือคำนวณอัตราการทับถมตะกอนได้เท่ากัน 0.625 เซนติเมตร/ปี ซึ่งสรุปได้ว่าหนองหารมีความจุลดลงถึง 8 เปอร์เซ็นต์ในรอบ 40 ปี ในอันที่จริงแล้วเนื่องจากก่อนปี พ.ศ. 2524 ไม่มีการศึกษาถึงความลึกหรือ

การสะสมของตะกอนในหนองหาร ดังนั้นจึงเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในรอบ 40 ปี แต่ถ้าได้พิจารณาถึงสภาพการใช้ที่ดิน ก็อาจกล่าวได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยนับจากปี พ.ศ. 2508 ซึ่งเริ่มมีการขยายตัวของชุมชนเมืองจนการประปาต้องขยายกำลังผลิต หรือพิจารณาจากปริมาณพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ นับตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2504 ถึงปี พ.ศ. 2536 (ดูตารางที่ 5-1) ดังนั้นอัตราการทับถมของตะกอนก็ควรจะสูงหรือมากกว่า 0.625 เซ็นติเมตร/ปี โดยเฉพาะในปัจจุบัน พื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำพุงถูกทำลายมากขึ้นก็ยิ่งเพิ่มอัตราการตกตะกอนของหนองหารให้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากรูปที่ 4-2 ว่า CROSS SECTION แนว C-C' มีการทับถมของตะกอนสูงกว่าแนว B-B' ซึ่งแนว C-C' เป็นบริเวณที่รับน้ำจากลำน้ำพุง ซึ่งจากการศึกษาของสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2537) พบว่าอัตราการกัดเซาะดิน (Soil Erosion) เกิดขึ้นในลุ่มน้ำพุงสูงถึง 20 ตัน/ไร่-ปี และเกิดในลุ่มน้ำหนองหาร 7 ตัน/ไร่-ปี ทั้งนี้อัตราการกัดเซาะที่ไม่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของดินต้องไม่เกิน 2 ตัน/ไร่-ปี นอกจากนี้ยังพบว่า ค่า CER (Catchment Erosion Rate) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการเกิดตะกอนในลำน้ำนั้น มีค่าสูงถึง 0.28 มิลลิเมตร/ปี และ 0.12 มิลลิเมตร/ปี ของลุ่มน้ำพุง และลุ่มน้ำหนองหาร ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าปกติของ CER ต้องไม่มากกว่า 0.20 มิลลิเมตร/ปี ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า การตกตะกอนในลำน้ำพุงน่าจะเป็นสาเหตุสำคัญของการตื้นเขินของหนองหาร ทั้งนี้เพราะป่าไม้โดยเฉพาะในบริเวณต้นน้ำลำธาร (พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่ง) ถูกทำลายหรือถูกปล่อยปละละเลยให้เสื่อมโทรม (ดูตารางที่ 4-3 และ 4-4)

โดยสรุปกล่าวได้ว่าปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำหนองหารเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการคือ

(1) การระบายน้ำทิ้งชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครและสุขาภิบาลท่าแร่

(2) การเพิ่มขึ้นของตะกอนจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องมาจากขาดการอนุรักษ์สภาพป่าไม้และดิน

ส่วนสาเหตุอื่นๆ ก็มาจาก Urban Runoff และ Agricultural Runoff ของพื้นที่รอบๆ หนองหาร หรือจากลุ่มน้ำหนองหารโดยตรงและรวมถึง CSO (Combined Sewer Overflow)

5.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพของหนองหารเนื่องจากปัญหาความเสื่อมโทรม

กิจกรรมของมนุษย์ (Human Activities) บนพื้นที่ลุ่มน้ำก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของหนองหาร โดยมีสาเหตุหลัก 2 ประการดังกล่าว แล้วคือ การระบายน้ำทิ้งชุมชนและการเพิ่มขึ้นของตะกอนในลำน้ำ (พุง) อันที่จริงแล้วน้ำทิ้งจากการเกษตร การระบายน้ำฝนจากชุมชน ก็เป็นสาเหตุหนึ่งของการก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของหนองหารด้วยเช่นกัน แต่การระบายน้ำทิ้งชุมชนและการเพิ่มขึ้นของตะกอนในลำน้ำถือได้ว่าเป็นปัจจัยหลัก

ตารางที่ 5 - 1 พื้นที่ป่าไม้ของจังหวัดสกลนครที่มีอยู่ในปีต่าง ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 ถึง 2536

ปี พ.ศ.	พื้นที่ป่าไม้ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
2504	8288	86.3
2516	4399	45.8
2519	2889	30.1
2521	1883	19.6
2525	1787	18.6
2528	1754	18.3
2531	1578	16.4
2532	1568	16.3
2534	1437	15.0
2536	1417	14.8

1. จำนวนร้อยละของพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่เมื่อเทียบกับพื้นที่ของจังหวัดสกลนคร ซึ่งมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 9605. 76 ตารางกิโลเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปลี่ยนแปลงสภาพของหนองหารที่เห็นได้ชัดเจนคือการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ และการตื้นเขินของหนองหารจากการตกตะกอนในลำน้ำที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อความจุของหนองหาร ในการเกิด Lake Succession ตามกระบวนการ Aging Process นั้น External input (Nutrient และ Sediment) ถือเป็นปัจจัยหลักมีผลต่อกระบวนการดังกล่าว ดังนั้นในแง่ของหนองหารถ้า External Input ถูกเร่ง (Accelerate) ด้วยกิจกรรมของมนุษย์นั้นย่อมหมายความว่ากระบวนการ Aging Precess ถูกเร่งให้เร็วขึ้น โอกาสที่หนองหารจะกลายสภาพเป็น Marsh และเป็นแผ่นดินในที่สุดก็มีมากขึ้น กระบวนการนี้อาจไม่ทำให้พื้นที่ในหนองหารทั้งหมดกลายสภาพไปพร้อมกันทีเดียว แต่อาจกลายสภาพไปทีละส่วนเริ่มจากพื้นที่ริมฝั่ง หรือบริเวณที่มีความลึกน้อย (ตื้น) รวมทั้งอาจเกิดดอนต่างๆเพิ่มขึ้น ปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ในอันที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของหนองหาร ซึ่งหลายปัจจัยจะเป็นไปในลักษณะที่หนุนเสริมกันและกัน สามารถสรุปพอสังเขปดังนี้

(1) กิจกรรมสำคัญบนพื้นที่ลุ่มน้ำที่ก่อให้เกิดปัญหาคือ
   (ก) การตัดไม้ทำลายป่า การปล่อยให้เกิดพื้นที่ว่างเปล่า การขาดการอนุรักษ์ดิน
   (ข) การระบายน้ำเสียชุมชนลงในหนองหารและรวมถึง CSO และ Runoff (Urban and Agriculture)
(2) การตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินและเป็นผลทำให้เพิ่มตะกอนในลำน้ำซึ่งไหลลงสู่หนองหาร
(3) การเพิ่มขึ้นของตะกอนในลำน้ำที่ไหลลงสู่หนองหารเป็นผลทำให้หนองหารตื้นขึ้น
(4) การตื้นเขินขึ้นของหนองหารเป็นปัจจัยสนับสนุนการเจริญเติบโตของพวก Macrophyte โดยเฉพาะพวกที่ต้องเกาะเกี่ยวอยู่กับ Substratum (emergent, floating leave, submergent)
(5) การเพิ่มขึ้นหรือแพร่กระจายของพวก Macrophyte เหล่านี้ก็เป็นปัจจัยเสริมให้หนองหารตื้นเขินขึ้นจากซากของมัน (ถือได้ว่าเป็นการเพิ่ม Biomass ให้กับหนองหาร)
(6) การตื้นเขินและการแพร่กระจายของ Macrophyte (ขณะที่มีชีวิตอยู่) ส่งผลให้ความจุหรือปริมาณ (Capacity or Volume) ของน้ำในหนองหารลดลง
(7) การระบายน้ำเสียชุมชนลงสู่หนองหารทำให้มีมลสารสำคัญดังนี้เพิ่มขึ้นในหนองหาร
   (ก) สารอินทรีย์ (ทั้งที่อยู่ในรูปของตะกอนและที่ละลายน้ำ)
   (ข) สารอาหาร (สารอาหารหลักคือ N และ P)
   (ค) จุลชีพที่ก่อโรค ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย โปรโตซัว และพยาธิ์ เป็นต้น
(8) สารอินทรีย์ก่อให้เกิด
   (ก) การเน่าเสียของน้ำ (Anoxic Condition)
   (ข) เกิดการตกตะกอน (ของอินทรีย์สารที่เป็นของแข็ง)

(9) สารอาหารก่อให้เกิด

(ก) การแพร่กระจายของสาหร่าย (Algal bloom) และพืชน้ำ (Macrophyte)

(ข) การเน่าเสียของน้ำจาก NOD

(ค) ความเป็นพิษของแหล่งน้ำต่อปลาและต่อการนำน้ำมาบริโภค

(10) ผลกระทบของการเน่าเสียของน้ำ

(ก) ด้านการประมง การอนุรักษ์และเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ

(ข) ด้านทัศนียภาพ สุนทรียภาพ

(ค) คุณภาพของแหล่งน้ำดิบเสียหาย

(11) ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น และแพร่กระจายของสาหร่ายและพืชน้ำ

(ก) ด้านการประมง การอนุรักษ์และเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ

(ข) ด้านทัศนียภาพ สุนทรียภาพ

(ค) คุณภาพแหล่งน้ำดิบเสียหายจากสาหร่ายเซลเดียวบางสายพันธุ์

(ง) การตื้นเขินของแหล่งน้ำจากซากพืช

(จ) เป็นที่เพาะพันธุ์ของยุงหรือแมลงอื่น ๆ

(ฉ) ทำให้น้ำเน่าเสียจากเซลที่ตายแล้วของสาหร่ายเซลเดียว (Secondary oxygen demand)

(12) ผลกระทบจากเชื้อโรคที่มาพร้อมกับน้ำเสีย

(ก) คุณภาพของแหล่งน้ำดิบเสียหาย

(13) การตื้นเขินของหนองหารทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารอาหารภายในได้ดีขึ้น ทำให้เร่งการเจริญเติบโตของพืชน้ำ ซึ่งก็จะส่งผลเสียย้อนกลับมาอีก

ข้อสรุป ทั้ง 13 ข้อข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการเร่งของกระบวนการ Aging Process และขณะเดียวก็แสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อคุณภาพน้ำด้วย

5.5 การจัดการหนองหาร

ปัญหาของหนองหารเกิดจากลักษณะการใช้ที่ดินที่ขาดการจัดการที่ดีพอและรอบคอบ ดังนั้นการแก้ไขจึงขึ้นอยู่กับการจัดการ การใช้ที่ดินที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเรื่องน้ำเสียชุมชนและการกัดเซาะดิน ตะกอนลงสู่หนองหารรวมทั้งการฟื้นฟูหนองหาร

5.5.1 การจัดการในเรื่องการกัดเซาะดินตะกอน

การเพิ่มขึ้นของดินตะกอนที่ถูกชะลงสู่หนองหาร เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้หนองหารตื้นเขินมากขึ้น และเป็นการเร่งกระบวนการ Aging Process ให้เร็วขึ้น การชะล้างหรือกัดเซาะของดินตะกอนนั้น สามารถป้องกันได้ด้วยการอนุรักษ์หน้าดิน ซึ่งในกรณีหนองหารนี้การอนุรักษ์หน้าดิน สามารถจัดทำโดยคำนึงถึงชนิดหรือลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำใน 2 ลักษณะใหญ่ๆ ดังนี้

(ก) การอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพป่าไม้บนพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่ง และชั้นสอง รวมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นสามและชั้นสี่ที่ยังมีสภาพเป็นป่าไม้อยู่เดิม (ถึงแม้ว่าจะอยู่ในสภาพเสื่อมโทรมก็ตาม โดยที่ยังไม่ถูกจับจอง หรือหักร้างถางพงเพื่อการเกษตรกรรมหรือการอื่นๆ)

(ข) การควบคุมการระบายดินตะกอนจากพื้นที่เกษตรกรรม

5.5.1.1 การอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพป่าไม้

(1) ลุ่มน้ำพุง : พื้นที่ลุ่มน้ำพุงประกอบด้วยพื้นที่น้ำชั้นหนึ่ง และชั้นสองรวมเป็นเนื้อที่ 256.2 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 30 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด จากการสำรวจของกรมป่าไม้ใน ปี พ.ศ. 2537 (ดูตารางที่ 4-2) พบว่ามีพื้นที่ป่าไม้ของลุ่มน้ำพุงรวมเนื้อที่ทั้งสิ้น 610.9 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 71.2 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด พื้นที่ป่าไม้ดังกล่าวประกอบด้วยป่าสมบูรณ์ (เต็งรัง เบญจพรรณ และดิบแล้ง) 44.1 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 5.2) ป่าปลูก 37.4 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 4.4) และป่าเสื่อมโทรม 529.4 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 62.0) (ดูหัวข้อ 4.5) ดังนั้นเป้าหมายของการอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพป่าไม้ควรกำหนดเป็นลำดับไว้ดังนี้

- # กำหนดพื้นที่เป้าหมายของการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าไม้ โดยอาจใช้พื้นที่ป่าไม้ที่กรมป่าไม้สำรวจไว้ในปี พ.ศ. 2537
- # กำหนดเป็นนโยบายทั้งในเชิงรัฐศาสตร์และตามด้วยการดำเนินการทางนิติศาสตร์เพื่อคุ้มครองพื้นที่เป้าหมายดังกล่าวให้รอดพ้นจากการบุกรุกทำลายป่า เช่น การงดการออกเอกสารสิทธิ์ในที่ดิน เป็นต้น
- # กำหนดระยะเวลาที่แน่นอนและชัดเจนในการฟื้นฟูสภาพป่าไม้เป็นช่วงๆ ของแต่ละชั้นพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเริ่มต้นจากชั้นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่งจนถึงชั้นสี่

(2) ลุ่มน้ำหนองหาร : พื้นที่ลุ่มน้ำหนองหาร ประกอบด้วยพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่งและชั้นสองรวมเป็นเนื้อที่ 19.3 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 2.5 ของพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารทั้งหมด จากการสำรวจสภาพป่าไม้ของกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2537(ดูตารางที่ 4-2) พบว่ามีเนื้อที่ป่าไม้รวมทั้งสิ้น 183.0 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 11.1 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดนี้เป็น

ป่าเสื่อมโทรมทั้งหมด (ดูหัวข้อ 4.5) เป้าหมายของการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าไม้ก็จะเป็นเช่นเดียวกับพื้นที่ลุ่มน้ำพุงดังกล่าวในข้อ (1) ข้างต้น แต่กำหนดพื้นที่เป้าหมายไว้ 183.0 ตารางกิโลเมตร

5.5.1.2 **การควบคุมการระบายดินตะกอนจากพื้นที่เกษตรกรรม**

(1) ลุ่มน้ำพุง : พื้นที่ลุ่มน้ำพุงมีพื้นที่ป่าไม้ 610.9 ตารางกิโลเมตร พื้นที่แหล่งน้ำ 17.1 ตารางกิโลเมตร ส่วนที่เหลือ 225.3 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 26.4) ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ในการควบคุมดินตะกอนจากพื้นที่เกษตรกรรมควรเน้นในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นสี่ โดย

เน้นการปลูกไม้ยืนต้น มากกว่าการปลูกพืชไร่
เน้นการปลูกพืชคลุมดิน ทั้งในพื้นที่เพาะปลูกและพื้นที่ว่างเปล่า
จัดสร้าง Detention Pond กระจายไปในพื้นที่เพื่อลดความแรงของน้ำป่า รวมทั้งใช้เป็นแหล่งน้ำท้องถิ่นเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น แหล่งน้ำเกษตรในช่วงแล้ง แหล่งประมง เป็นต้น

สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นห้า ก็สามารถควบคุมดินตะกอนได้โดยใช้วิธีการปลูกพืชคลุมหน้าดิน และการจัดสร้าง Detention Pond แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงลักษณะสูงต่ำ และความลาดเอียงของพื้นที่ในแต่ละบริเวณ เนื่องจากโดยสภาพทั่วไปแล้วพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นห้า ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ราบลุ่ม

นอกจากนี้ควรจัดทำ buffer strip บริเวณสองฝั่งของลำน้ำพุง โดยเน้นบริเวณที่มีความลาดชันสูงและมีโอกาสของการเกิดการกัดเซาะหน้าดินจากริมฝั่ง เช่น บริเวณที่เป็นดินร่วนหรือดินทราย เป็นต้น

(2) ลุ่มน้ำหนองหาร : พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำหนองหารจัดอยู่ชั้นห้า ของชั้นคุณภาพน้ำโดยมีเนื้อที่รวม 643.9 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 81.3 ของพื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำหนองหาร การจัดการเกี่ยวกับการควบคุมดินตะกอนก็จะเป็นเช่นเดียวกับของลำน้ำพุงดังกล่าวข้างต้น แต่การปลูกไม้ยืนต้นควรเน้นในบริเวณที่ดอน

5.5.2 **การจัดการน้ำเสีย**

น้ำเสียที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารและลุ่มน้ำพุง แล้วไหลลงสู่หนองหารสามารถจำแนกออกตามลักษณะของแหล่งกำเนิดได้ 2 ประเภท คือ Point Source และ Diffuse (Non-Point) Source ดังนั้นวิธีการจัดการน้ำเสียจึงขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำกำเนิดน้ำเสีย

5.5.2.1 **การจัดการน้ำเสียบนลุ่มน้ำพุง** พื้นที่ลุ่มน้ำพุงส่วนใหญ่ เป็นป่าไม้ (ร้อยละ 71.6) และเป็นพื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 26.4 ดังนั้นลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นบนลำน้ำพุงจะเป็นน้ำทิ้งจากพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งมีลักษณะเป็น Diffuse Source มลสารสำคัญที่มีอยู่ในน้ำเสียจากแหล่งนี้ก็คือ สารอาหารและดินตะกอน (ซึ่งในเรื่องของดินตะกอนได้กล่าวถึงไว้แล้วในหัวข้อ 5.5.1) วิธีการจัดการปัญหาน้ำเสียจากพื้นที่การเกษตรในลักษณะนี้สามารถทำได้โดย

(1) สนับสนุนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี โดยอาจใช้ปุ๋ยเคมีได้บางกรณีที่จำเป็นจริงๆ

(2) ปลูกป่า ปลูกไม้ยืนต้นและปลูกพืชคลุมดินในพื้นที่ ซึ่งไวต่อการชะล้าง โดยพิจารณาจากสภาพสูงต่ำ และความลาดเอียงของภูมิประเทศ รวมทั้งลักษณะหรือชนิดของเนื้อดิน นอกจากนี้ยังคลอบคลุมถึงพื้นที่ว่างเปล่าด้วย

(3) การจัดทำ Detention Basin

สังเกตได้ว่าวิธีการจัดการน้ำเสียจาก Diffuse Source นี้จะคล้ายคลึงและซ้ำซ้อนกับวิธีการจัดการตะกอนดินในหัวข้อ 5.5.1

5.5.2.2 **การจัดการน้ำเสียบนลุ่มน้ำหนองหาร** แหล่งกำเนิดน้ำเสียบนพื้นที่ลุ่มน้ำมีอยู่ 2 แหล่งใหญ่ๆ ประกอบด้วย Point Source คือบริเวณที่มีลักษณะเป็นชุมชนเมือง เช่น เทศบาลเมืองสกลนคร สุขาภิบาลท่าแร่ เป็นต้น Diffuse Source ได้แก่ บริเวณพื้นที่ชุมชนเกษตรและพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่รอบๆ หนองหาร การจัดการน้ำเสียจาก Diffuse Source ได้กล่าวถึงไว้แล้วในหัวข้อ 5.5.2.1 สำหรับการจัดการน้ำเสียจาก Point Source มีวิธีการดังนี้

(1) ให้มีการบำบัดน้ำเสียชุมชนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งไม่เพียงคำนึงถึงการลดสารอินทรีย์ในน้ำในรูปบีโอดีเท่านั้น แต่ต้องคำนึงถึงสารอาหารและจุลชีพที่ก่อโรคด้วย

(2) ให้มีการนำน้ำเสียที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งด้วยการใช้ประโยชน์ในด้านการเพาะปลูกหรือเกษตรกรรมหรือใช้ประโยชน์อื่นๆ เพื่อลดหรือหยุดการระบายน้ำทิ้ง (แม้ว่าบำบัดแล้ว) ลงสู่หนองหาร

(3) กิจกรรมที่เข้าข่ายดังต่อไปนี้เป็นกิจกรรมที่ไม่สนับสนุนให้จัดตั้ง หรือให้มีขึ้น

กิจกรรมที่ใช้น้ำมาก

กิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำทิ้งในปริมาณสูง

กิจกรรมที่มี Pollutant Loading สูง เช่น สารอินทรีย์ สารอาหาร เป็นต้น

กิจกรรมที่ใช้หรือก่อให้เกิดสารอันตราย (Hazardous Material/ Waste) เช่น โลหะหนัก เป็นต้น

(4) ควรจัดเตรียม Retention Basin สำหรับ CSO (Combined Sewer Overflow)

5.5.3 การดึงสารอาหารและดินตะกอนออกจากหนองหาร

ในหัวข้อ 5.5.1 และ 5.5.2 เป็นการจัดการที่การจำกัด External Input ที่เข้าสู่หนองหารแต่ในหัวข้อนี้เป็นการจัดการที่จะลด Internal Input ออกจากหนองหารซึ่งทำได้ 2 ทาง คือ

(1) การเก็บเกี่ยววัชพืชออกจากหนองหาร ซึ่งจะช่วยลดปริมาณสารอาหารและ Biomass ออกจากหนองหาร รวมทั้งยังอาจใช้ประโยชน์จากวัชพืชที่เก็บเกี่ยวในการเป็นอาหารสัตว์หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ถ้าได้มีการสนับสนุนให้ศึกษาวิจัย

(2) การขุดลอกดินตะกอนโดยเฉพาะในบริเวณที่เป็นปากลำห้วยที่ไหลลงสู่หนองหาร วิธีการนี้นอกจากช่วยลดปริมาณดินตะกอนแล้ว ยังก่อให้เกิดร่องน้ำบริเวณปากลำห้วยซึ่งจะมีผลให้น้ำที่ไหลชะลอความเร็วลง ทำให้การตกตะกอนดีขึ้น จึงทำให้การแพร่กระจายของดินตะกอนไปยังบริเวณกลางหนองหารเกิดขึ้นน้อยลง รวมทั้งดินตะกอนบริเวณปากลำห้วยสามารถที่จะขุดตักออกไปได้ง่ายกว่า

5.5.4 การจัดทำพื้นที่กันชน (Buffer Zone or Buffer Strip)

บริเวณชายฝั่งของหนองหารที่ติดชุมชนขนาดใหญ่ เช่น เทศบาลเมืองสกลนครควรจัดทำพื้นที่กันชน โดยอาจกำหนดห้ามการก่อสร้างและจัดให้เป็นพื้นที่สาธารณะในลักษณะต่างๆ คือเป็น สวนน้ำ สวนสาธารณะ สวนสุขภาพ สวนสมุนไพร สวนพฤกษศาสตร์ เป็นต้น รวมทั้งอาจมีการขุดสระเพื่อทำเป็น Polishing pond และรับน้ำเสียที่บำบัดแล้วมากักไว้ เพื่อประโยชน์ในการฟอกน้ำตามธรรมชาติ และเพื่อประโยชน์ด้านสันทนาการได้ สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมรอบๆ อาจจัดทำ Buffer Strip เพื่อลดการตกตะกอนและสารอาหารจากการชะหน้าดินโดย Runoff

5.5.5 การกำหนดนโยบายการอนุรักษ์หนองหาร

ปัจจุบันหนองหารได้ถูกใช้ประโยชน์ในหลายๆ ประการดังสรุปได้ต่อไปนี้

(1) เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาของชุมชน และกิจการของชุมชน ได้แก่ เทศบาลเมืองสกลนคร สุขาภิบาลท่าแร่ และบ้านโพนบก เป็นต้น

(2) เป็นแหล่งน้ำสำหรับการชลประทาน

(3) เป็นแหล่งประมง

(4) เป็นแหล่งอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(5) เป็นแหล่งสันทนาการ

(6) เป็นแหล่งน้ำรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนเมือง ได้แก่ เทศบาลเมืองสกลนคร และสุขาภิบาลท่าแร่

(7) ใช้เป็นที่เลี้ยงสัตว์ ได้แก่ กระบือ ของชาวบ้านที่อาศัยอยู่โดยรอบ (ตั้งแต่เทศบาลเมืองสกลนคร วนขวาไปขนถึงบริเวณบ้านโพนบก) โดยจะต้อนสัตว์ขึ้นมากหาหญ้ากินอยู่บนดอนขนาดเล็ก ในช่วงฤดูแล้ง

จากการใช้ประโยชน์จากหนองหารดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า การใช้ประโยชน์บางอย่างไม่ขัดแย้งกัน แต่การใช้ประโยชน์บางอย่างขัดแย้งกัน เช่น การระบายน้ำเสียลงสู่หนองหารย่อมทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง และไม่เหมาะสมต่อการบริโภค เป็นต้น

ชุมชนเมืองที่อยู่โดยรอบหนองหารในปัจจุบันมีอยู่ 2 แห่ง คือ เทศบาลเมืองสกลนครและสุขาภิบาลท่าแร่ การพัฒนาและการขยายตัวของชุมชนเมือง รวมทั้งลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้มีความต้องการพื้นฐานทางด้านสาธารณูปโภคสูงขึ้น ปัจจัยพื้นฐานคือน้ำประปา เพื่อการบริโภคและอุปโภคของชุมชนและต่อการดำเนินงานของกิจการต่างๆ ของชุมชน อันได้แก่ โรงพยาบาล สถานศึกษา สถานประกอบการธุรกิจหรือเชิงพาณิชย์ การอุตสาหกรรม เป็นต้น สภาพทางเศรษฐกิจของชุมชนเมืองนี้ ยังมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อชุนเกษตรที่อยู่รอบๆ หนองหาร และชุมชนเกษตรอื่นๆ รวมทั้งมีความเกี่ยวพันกับลักษณะทางเศรษฐกิจของชุมชนเมืองข้างเคียงและต่อภาคอีสานตอนบนในระดับหนึ่ง โดยสรุปกล่าวได้ว่าการพัฒนาสถานะทางเศรษฐกิจของชุมชนเมืองต้องอาศัยน้ำประปาเป็นพื้นฐาน และยิ่งมีการพัฒนาหรือขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคมมากขึ้น ความต้องการน้ำประปาเพื่อการบริโภค-อุปโภค เพื่อหล่อเลี้ยงการดำเนินการของกิจกรรมต่างๆ ในเชิงเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนก็ยิ่งมีมากขึ้นเป็นเงาตามตัว จึงกล่าวได้ว่าถ้าไม่สามารถพัฒนาแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาให้พอเพียงแล้วการขยายตัวหรือพัฒนาสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมก็จะชะงักลง

ชุมชนเกษตรที่อยู่โดยรอบหนองหาร แม้ว่าในปัจจุบันจะมีเพียงชุมชนเดียว คือ บ้านโพนบกที่ได้พัฒนาระบบประปาหมู่บ้าน โดยอาศัยน้ำดิบจากหนองหารก็ตาม แต่ในอนาคตก็เป็นไปได้ที่ว่า ชุมชนอื่นๆ ที่อยู่ใกล้หนองหารก็อาจพัฒนาระบบประปาหมู่บ้านขึ้นมาโดยอาศัยน้ำดิบจากหนองหารด้วยเช่นกัน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหนองหารนั้นมีความสำคัญในแง่ของการเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาที่สำคัญของชุมชนต่างๆ ที่อยู่รอบหนองหาร เมื่อเป็นเช่นนี้การกำหนดนโยบายการอนุรักษณ์หรือการจัดการหนองหารต้องเน้นไปในเรื่องของการเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปาเป็นลำดับแรก ซึ่งหมายความว่าจะต้องดูแลรักษาให้หนองหารเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำดี และเหมาะสมต่อการนำมาบริโภคได้ รวมทั้งต้องคำนึงถึงว่าต้องเป็นแหล่งน้ำที่มีศักยภาพในการให้น้ำได้ตลอดปีเช่นกัน กล่าวโดยสรุปคือ ในการจัดการหนองหารในฐานะแหล่งน้ำดิบที่สำคัญเพื่อการบริโภคนั้น ต้องคำนึงถึงทั้งในแง่ของคุณภาพน้ำและปริมาณน้ำนั่นเอง

ในการกำหนดนโยบายที่จะอนุรักษ์หนองหาร ในฐานะแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปานั้น ไม่ขัดแย้งต่อการใช้ประโยชน์อื่นๆ เช่น การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง และการสันทนาการ เป็นต้น แต่การใช้ประโยชน์เพื่อเป็นแหล่งรองรับน้ำเสีย และการใช้เป็นสถานที่เลี้ยงสัตว์นั้น เป็นการใช้ประโยชน์ที่ขัดแย้งต่อการใช้ประโยชน์อื่นๆ ดังนั้นการใช้ประโยชน์เพื่อการระบายน้ำเสียและการเป็นสถานที่เลี้ยงสัตว์จะต้องได้รับการจัดการอย่างชัดเจน เพื่อที่จะไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อแหล่งน้ำและรวมถึงการใช้ประโยชน์อื่นๆ

โดยสรุปแล้วการอนุรักษ์หรือการจัดการหนองหารต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

(1) ให้ถือว่าการใช้ประโยชน์จากหนองหารในฐานะเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา มีความสำคัญเป็นอันดับแรก เมื่อเทียบกับการใช้ประโยชน์อื่นๆ

(2) การใช้ประโยชน์อื่นใดจากหนองหารที่ขัดแย้งหรือก่อให้เกิดผลเสียต่อฐานะการเป็นแหล่งน้ำดิบของหนองหาร ต้องยกเลิกหรือได้รับการจัดการที่เหมาะสมเพื่อไม่ก่อให้เกิดความขัดแย้งหรือผลเสียต่อฐานะความเป็นแหล่งน้ำดิบ

(3) ในการอนุรักษ์หรือจัดการหนองหารในฐานะแหล่งน้ำดิบนั้น ต้องคำนึงถึงทั้งในแง่คุณภาพน้ำและปริมาณน้ำ

(4) ต้องคำนึงถึงและมีการจัดการเกี่ยวกับใช้ที่ดินในลุ่มน้ำพุง และลุ่มน้ำหนองหาร โดยเน้นการควบคุม External Input ที่ลงสู่หนองหาร

(5) ในการจัดการเกี่ยวกับน้ำเสียที่ลงสู่หนองหาร ให้คำนึงถึงลักษณะของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย (Point and Diffuse Source)

(6) สารอาหารและดินตะกอนเป็นมลสารสำคัญที่นอกจากก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำแล้ว ยังมีผลต่อการแปรสภาพของหนองหารตามกระบวนการ Aging Process อีกด้วย ซึ่งมีผลเสียต่อปริมาณ และคุณภาพน้ำของหนองหาร

(7) ให้มีการจัดการเกี่ยวกับการลดหรือดึง Internal Input ออกจากหนองหาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

(1) หนองหารเป็น Natural headwater lake มีลักษณะเป็น Shallow lake และมีการระบายน้ำออกทางเดียว ซึ่งปัจจุบันถูกควบคุมระดับน้ำภายในหนองหารและการระบายน้ำออกโดยประตูน้ำ

(2) โดยลักษณะตามธรรมชาติที่เป็น Shallow lake และมีสัดส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำต่อพื้นที่ผิวน้ำ (WL. Ratio) ค่อนข้างสูงทำให้ไวต่อการเกิด Eutrophication เพราะอาจนำไปสู่ Climax ของ Lake Succession ได้ง่าย

(3) ด้วยลักษณะดังกล่าวข้างต้นดังนั้นการดำเนินการใดๆ ของพื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารจึงควรทำด้วยความระมัดระวังโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อก่อให้เกิดการเติมสารอาหารและดินตะกอนลงสู่หนองหาร (External Input) ในลักษณะที่เป็นอัตราเร่งเกินอัตราตามธรรมชาติ

(4) นับแต่โบราณมานับพันปีแล้วที่หนองหารได้เป็นแหล่งที่ตั้งของชุมชนเมือง แต่ก็ไม่มีหลักฐานใดๆ ที่ชี้ชัดว่าหนองหารมีความสำคัญโดยตรงในฐานะแหล่งน้ำดิบต่อการดำรงชีพของผู้ที่อาศัยอยู่รอบๆ หรือข้างเคียงหนองหารแม้แต่ประวัติยุคใหม่ของการตั้งเมืองสกลนครแต่ครั้งรัชกาลที่ 1 ก็เป็นเช่นเดียวกัน

(5) นับแต่การประปาจังหวัดสกลนครได้เริ่มสูบน้ำจากหนองหารเพื่อเป็นน้ำดิบสำหรับผลิตประปาหล่อเลี้ยงชาวเมืองเทศบาลสกลนครตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา ก็ถือได้ว่าหนองหารเป็นแหล่งน้ำสำคัญที่มีผลต่อการดำรงชีพของชุมชนโดยตรง รวมทั้งมีผลต่อการขยายและพัฒนาของชุมชนในระยะต่อๆมาด้วย และนับวันความสำคัญนี้ก็ยิ่งเด่นชัดขึ้นเมื่อมีการขยายตัวของชุมชนและเมือง รวมทั้งมีการใช้ประโยชน์ในฐานะที่เป็นแหล่งน้ำดิบจากชุมชนอื่นๆ เช่น สุขาภิบาลท่าแร่ บ้านโพนบก เป็นต้น ดังนั้นจึงคาดว่าในอนาคตเมื่อชุมชนขยายตัวมากขึ้นความต้องการน้ำใช้มีเพิ่มมากขึ้น ก็จะยิ่งส่งผลให้หนองหารมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในฐานะแหล่งน้ำดิบขนาดใหญ่เพียงแหล่งเดียวในบริเวณพื้นที่อำเภอเมืองสกลนคร

(6) การจัดการหนองหารจึงต้องคำนึงถึงความสำคัญของหนองหารในฐานะแหล่งน้ำดิบเป็นอันดับแรก ซึ่งประโยชน์การใช้อื่นๆ ถือเป็นเรื่องรองลงมา การใช้ประโยชน์หรือการพัฒนาใดๆ ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งต่อฐานะแหล่งน้ำดิบของหนองหารแล้ว การใช้ประโยชน์หรือการพัฒนานั้นๆ ควรถูกพิจารณาให้ยกเลิกหรือต้องมีการจัดการที่เหมาะสมที่จะไม่ก่อให้เกิดผลเสีย หรือขัดแย้งต่อฐานะของการเป็นแหล่งน้ำดิบ นอกจากนี้ในการจัดการหนองหารก็ต้อง

คำนึงถึงปัจจัยทางธรรมชาติของหนองหารซึ่งถือได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแล้วในข้อ (2) และ (3)

(7) พื้นที่ลุ่มน้ำของหนองหารประกอบด้วยลุ่มน้ำใหญ่ 2 ลุ่มน้ำคือ ลุ่มน้ำหนองหาร (ประกอบด้วย ลำน้ำสาขา 13 สาย ซึ่งทั้งหมดเป็น Intermittent Stream) และลุ่มน้ำพุง (มีลำน้ำพุงเป็นลำน้ำสาขาเพียงสายเดียว และมีน้ำไหลตลอดปี)

(8) การจัดการหนองหารต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้ที่ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำพุง และลุ่มน้ำหนองหาร รวมทั้งต้องพิจารณาถึงชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำด้วย

(9) พื้นที่ลุ่มน้ำพุง เน้นการจัดการในการอนุรักษ์ดินและการฟื้นฟูป่าไม้ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

- # กำหนดพื้นที่ป่าไม้เป้าหมายที่จะทำการฟื้นฟูสภาพ
- # กำหนดระยะเวลาเป้าหมายในการฟื้นฟูสภาพ โดยเริ่มจากพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่ง ไปถึงลุ่มน้ำชั้นสี่โดยลำดับ
- # สำหรับลุ่มน้ำชั้นสี่ในส่วนที่เป็นพื้นที่การเกษตร ให้เป็นการปลูกไม้ยืนต้นแทนการปลูกพืชไร่
- # การปลูกพืชคลุมดินในบริเวณพื้นที่เพาะปลูก และพื้นที่ว่างเปล่า
- # การจัดทำ Detention Basin เพื่อประโยชน์ในการกักดินตะกอนและเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง (ถือเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการน้ำเสียแบบ Diffuse Source)

(10) พื้นที่ลุ่มน้ำหนองหารเน้นการจัดการเกี่ยวกับน้ำเสีย โดยคำนึงถึงแหล่งกำเนิดน้ำเสีย คือ Point Source และ Diffuse Source

(11) การจัดการน้ำทิ้งที่มีแหล่งกำเนิดแบบ Point Source

- # การบำบัดน้ำเสียชุมชนไม่เพียงแต่ต้องมีประสิทธิภาพในการลดสารอินทรีย์ (ในรูปบีโอดี) เท่านั้น แต่ต้องมีประสิทธิ์ภาพในการลดสารอาหาร และจุลชีพที่ก่อโรคได้ด้วย
- # ให้มีการนำน้ำทิ้งที่บำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ในรูปต่างๆ ได้แก่ การเกษตร เป็นต้น เพื่อลดหรือหยุดการระบายน้ำทิ้งลงสู่หนองหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง
- # จำกัดกิจกรรมที่มีลักษณะดังต่อไปนี้
  - (ก) ใช้น้ำมาก
  - (ข) มีน้ำทิ้งมาก
  - (ค) มีการปลดปล่อยมลสารหรือสารมลพิษสูง
  - (ง) ใช้หรือก่อให้เกิดสารอันตราย เช่น โลหะหนัก เป็นต้น
- # การจัดทำ Retention Basin สำหรับ Urban Runoff และ CSO

(12) การจัดการน้ำทิ้งที่มีแหล่งกำเนิดแบบ Diffuse (Non-Point) Source

ส่งเสริม/สนับสนุนการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนปุ๋ยเคมี

ปลูกป่า ปลูกไม้ยืนต้น และปลูกพืชคลุมดินในบริเวณพื้นที่ไวต่อการชะหน้าดิน

การจัดทำ Detention Basin เพื่อรองรับ Agricultural Runoff

การจัดทำ Buffer Strip บนสองฝั่งลำน้ำในบริเวณที่เป็นดินทราย หรือเป็นบริเวณที่ไวต่อการชะหน้าดิน

(13) ระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับหนองหารควรเป็นระบบบำบัดตามธรรมชาติ ดังตัวอย่างการบำบัดที่หนองสนมตามแนวพระราชดำริ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง แต่จำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการลดตะกอน (algae) ออกจากน้ำทิ้ง

(14) การทำพื้นที่กันชนรอบหนองหารเป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณชุมชนเมืองหรือชุมชนหนาแน่น และควรจัดทำเป็นพื้นที่สาธารณะโดยสนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการพัฒนาและการใช้ประโยชน์ รูปแบบของพื้นที่สาธารณะสามารถจัดได้หลากหลายรูปแบบ เพื่อประโยชน์ทางด้านวิชาการ ด้านนันทนาการ ดังนี้

สวนสาธารณะ

สวนสุขภาพ

ส่วนรุกขชาติ และพฤกศาสตร์

สวนสมุนไพร

สวนพันธุ์ไม้วรรณคดี และพันธุ์ไม้ที่มีคุณค่าและหายาก

(15) การดึงสารอาหาร และดินตะกอนออกจากหนองหารเป็นสิ่งจำเป็น การดึงสารอาหารสามารถทำได้ในรูปของการขุดลอกวัชพืช เช่น ผักตบชวา เป็นต้นออกจากหนองหาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

1. กรมโยธาธิการ , โครงการสำรวจศึกษาความเหมาะสมระบบระบายน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนคร, กรมโยธาธิการ, กระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพมหานคร , 2536
2. จังหวัดสกลนคร , การศึกษาเพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการและจัดลำดับความสำคัญการลงทุนเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจังหวัดสกลนคร , จังหวัดสกลนคร . 2539
3. จังหวัดสกลนคร, การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียสุขาภิบาลท่าแร่ อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร, 2539
4. เติม วิภาคย์พจนกิจ, ประวัติศาสตร์อีสาน เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 2), สมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย , กรุงเทพมหานคร , 2515
5. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด , ชนิด ปริมาณ การแพร่กระจายของพันธุ์ไม้น้ำและสัตว์ที่เกาะอาศัยตามพันธุ์ไม้น้ำในหนองหาร, จังหวัดสกลนคร เอกสารวิชาการฉบับที่ 73, สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด , กรมประมง , กรุงเทพมหานคร , 2535
6. สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, แผนหลักและแผนปฏิบัติการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อฟื้นฟูแหล่งน้ำบริเวณลุ่มน้ำพุง จังหวัดสกลนครและนครพนม, สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร, 2538
7. สุรัตน์ วรางค์รัตน์ และคณะ, สภาพหมู่บ้านริมหนองหารสกลนคร, โครงการวิจัยสำคัญ – วัฒนธรรมอีสาน (งานวิจัยอันดับที่ 4) ศูนย์วัฒนธรรม, วิทยาลัยครูสกลนคร, จังหวัดสกลนคร , 2528
8. APHA, AWWA, WEF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19 th.ed., Washington, DC, 1995
9. Metcalf & Eddy , Wastewater Engineering : Treatment , Disposal, and Reuse, 3 rd. ed., Mc Graw – Hill , Inc , Singapore , 1991
10. Novotny, V., and Harvey Olen, Water Quality : Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution, Van Nostrand Reinhold, USA, 1994
11. ONESDB , Rehabilitation and Development of Bung Boraped and Nong Han, Vol II, Nong Han, Office of the National Economic and Social Development Board, Bangkok , 1982

12. UNEP , Guidelines of Lake Management, : vol 1 and vol 3 , S.E.Jorgansen and R.A. Vollemweider (editor) , 1988

13. UNESCO , WHO , UNEP , Water Quality Assessments , Deborah Chapman (editor) 2 nd.ed., E & FN

14. Viesaman Wamen , Jr . and M.J. Hammer , Water Supply and Pollution control , 5 th. ed. , Harper Collins Collage Publisher , USA , 1993

15. Whittaker , R.H., Communities and Ecosystem , Macmillan Publishing Co., Inc., New York , 2 nd . ed., 1975

16. Wood, Gavin, An Assessment of Eutrophication in Australia Inland Waters , Australian Government Publishing Service , Canbera, 1972

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ-1 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนมในรอบ 24 ชั่วโมง (17 ถึง 18 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{0}C)	pH -	Conductivity µs / cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	11.0	28.6	7.2	559	
02:00	9.7	28.6	7.2	557	NS 1
03:00	7.9	28.6	7.2	530	
04:00	7.9	28.6	7.2	509	
05:00	7.9	28.6	7.2	490	
06:00	7.9	28.6	7.2	481	
07:00	11.0	28.5	7.2	478	
08:00	11.0	28.6	7.2	508	
09:00	11.0	28.7	7.3	535	
10:00	11.0	28.9	7.3	561	
11:00	11.0	29.1	7.3	580	
12:00	11.0	29.3	7.5	608	
13:00	11.0	29.2	7.4	610	
14:00	10.4	29.7	7.4	603	
15:00	11.0	29.7	7.2	593	
16:00	9.7	29.7	7.2	603	
17:00	11.0	28.7	7.2	566	
18:00	11.0	28.7	6.8	593	
19:00	11.0	28.7	7.2	566	
20:00	11.0	28.6	7.2	546	
21:00	14.5	28.7	7.2	538	
22:00	14.5	28.7	7.2	536	
23:00	14.5	28.7	7.2	555	
24:00	14.5	28.7	7.2	576	
ค่าเฉลี่ย	10.9	28.8	7.2	553	

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 1 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตาราง ที่ 3 - 3

ตารางที่ ผ-2 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนมในรอบ 24 ชั่วโมง (18 ถึง 19 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{0}C)	pH -	Conductivity µs / cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	11.0	29.3	7.1	596	
02:00	11	29.3	7.1	537	NS 2
03:00	9.7	29.2	7.1	536	
04:00	7.9	29.2	7.1	512	
05:00	7.9	29.1	7.2	498	
06:00	14.5	29.1	7.2	483	
07:00	14.5	29.1	7.2	467	
08:00	13.1	29.1	7.3	479	
09:00	14.5	29.1	7.3	578	
10:00	11.0	29.1	7.2	557	
11:00	11.0	29.2	7.4	586	
12:00	11.0	29.4	7.3	579	
13:00	11.0	29.5	7.2	588	
14:00	11.0	29.7	7.3	610	
15:00	9.7	29.8	7.1	578	
16:00	11.0	29.7	7.2	548	
17:00	11.0	29.6	7.2	550	
18:00	11.0	29.5	7.2	591	
19:00	11.0	29.4	7.2	588	
20:00	14.5	29.4	7.2	581	
21:00	14.5	29.4	7	581	
22:00	14.5	29.5	7.1	581	
23:00	14.5	29.4	7.1	562	
24:00	14.5	29.3	7.2	563	
ค่าเฉลี่ย	11.9	29.4	7.2	554	

หมายเหตุ ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 1 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ ผ-3 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนมในรอบ 24 ชั่วโมง (19 ถึง 20 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{0}C)	pH -	Conductivity µs / cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	9.1	29.3	7.1	592	
02:00	7.9	29.3	7.0	543	NS 3
03:00	7.9	29.3	7.0	512	
04:00	7.9	29.3	7.1	509	
05:00	7.9	29.1	7.1	497	
06:00	7.9	29.1	7.1	492	
07:00	9.1	29.1	7.2	475	
08:00	11.0	29.2	7.2	503	
09:00	11.0	29.3	7.1	508	
10:00	11.0	29.5	7.2	504	
11:00	11.0	29.7	7.3	524	
12:00	11.0	30.0	7.3	516	
13:00	11.0	30.3	7.3	554	
14:00	11.0	30.0	7.3	578	
15:00	11.0	29.8	7.4	561	
16:00	11.0	29.8	7.3	564	
17:00	12.4	29.8	7.4	540	
18:00	11.0	29.6	7.2	567	
19:00	11.0	29.6	7.1	594	
20:00	11.0	29.4	7.1	627	
21:00	14.5	29.4	7.1	574	
22:00	14.5	29.3	7.3	NA	
23:00	14.5	29.4	7.3	578	
24:00	11.0	29.4	7.1	630	
ค่าเฉลี่ย	10.8	30.0	7.2	545	

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 1 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ ผ-4 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนมในรอบ 24 ชั่วโมง (20 ถึง 21 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{o}C)	pH -	Conductivity µs / cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	-	-	-	-	
02:00	-	-	-	-	NS 1
03:00	7.9	29.3	7.3	513	
04:00	-	-	-	-	
05:00	-	-	-	-	
06:00	7.9	29.1	7.2	475	
07:00	-	-	-	-	
08:00	-	-	-	-	
09:00	11.0	29.1	7.2	462	
10:00	-	-	-	-	
11:00	-	-	-	-	
12:00	11.0	29.6	7.6	595	
13:00	-	-	-	-	
14:00	-	-	-	-	
15:00	9.7	30.0	7.4	581	
16:00	-	-	-	-	
17:00	-	-	-	-	
18:00	11.0	29.6	7.3	560	
19:00	-	-	-	-	
20:00	-	-	-	-	
21:00	12.4	29.5	7.4	517	
22:00	-	-	-	-	
23:00	-	-	-	-	
24:00	11.0	29.4	7.2	538	
ค่าเฉลี่ย	10.2	29.4	7.3	530	

หมายเหตุ ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 3 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ ผ-5 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองสนมในรอบ 24 ชั่วโมง (21 ถึง 22 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{o}C)	pH -	Conductivity µs / cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	-	-	-	-	
02:00	-	-	-	-	NS 5
03:00	7.9	29.4	7.3	513	
04:00	-	-	-	-	
05:00	-	-	-	-	
06:00	7.9	29.4	7.3	462	
07:00	-	-	-	-	
08:00	-	-	-	-	
09:00	12.4	29.6	7.3	492	
10:00	-	-	-	-	
11:00	-	-	-	-	
12:00	11.0	30.2	7.3	547	
13:00	-	-	-	-	
14:00	-	-	-	-	
15:00	11.0	30.4	7.3	579	
16:00	-	-	-	-	
17:00	-	-	-	-	
18:00	11.0	30.0	7.1	578	
19:00	-	-	-	-	
20:00	-	-	-	-	
21:00	12.4	29.7	7.3	624	
22:00	-	-	-	-	
23:00	-	-	-	-	
24:00	11.0	29.7	7.2	551	
ค่าเฉลี่ย	10.6	29.8	7.3	543	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 3 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ ผ-6 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองหารผ่านคูหมากเสื่อ (24 ถึง 25 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{0}C)	pH -	Conductivity µs / cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	14.4	28.4	NA	582	
02:00	13.3	28.3	NA	558	KMS 1
03:00	13.3	28.2	NA	562	
04:00	12.2	28.1	NA	578	
05:00	10.5	28.1	NA	625	
06:00	10.5	28.0	NA	669	
07:00	10.5	28.4	NA	704	
08:00	11.6	29.5	NA	739	
09:00	10.5	30.5	NA	682	
10:00	13.3	32.2	NA	615	
11:00	13.3	31.8	NA	361	
12:00	13.3	31.3	NA	516	
13:00	13.3	31.9	NA	477	
14:00	13.3	33.0	NA	455	
15:00	16.2	33.6	NA	495	
16:00	13.3	31.6	NA	538	
17:00	16.2	31.4	NA	556	
18:00	13.3	30.4	NA	613	
19:00	16.2	29.8	NA	578	
20:00	13.3	29.4	NA	567	
21:00	14.4	29.2	NA	573	
22:00	14.4	28.8	NA	566	
23:00	14.4	28.6	NA	547	
24:00	14.4	28.5	NA	564	
ค่าเฉลี่ย	13.3	30.0	NA	572	

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 1 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ ผ-7 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลสู่หนองหารผ่านคูหมากเสื่อ (25 ถึง 26 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{0}C)	pH -	Conductivity µs / cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	13.3	NA	NA	599	
02:00	13.3	NA	NA	626	KMS 2
03:00	13.3	27.9	NA	649	
04:00	12.2	27.9	NA	646	
05:00	10.5	27.9	NA	657	
06:00	12.2	27.9	NA	690	
07:00	10.5	28.1	NA	689	
08:00	10.5	28.6	NA	682	
09:00	10.5	29.1	NA	687	
10:00	10.5	29.7	NA	637	
11:00	19.4	32.4	NA	565	
12:00	13.3	35.1	NA	517	
13:00	13.3	34.5	NA	511	
14:00	13.3	30.1	NA	488	
15:00	26.2	30.1	NA	516	มีฝนตกเล็กน้อย
16:00	22.7	33.6	NA	537	มีฝนตกเล็กน้อย
17:00	22.7	31.7	NA	617	มีฝนตกเล็กน้อย
18:00	13.3	30.4	NA	613	
19:00	16.2	29.8	NA	578	
20:00	14.4	NA	NA	689	
21:00	14.4	NA	NA	751	
22:00	14.4	NA	NA	709	
23:00	14.4	NA	NA	645	
24:00	13.3	NA	NA	597	
ค่าเฉลี่ย	14.5	30.3	NA	621	

หมายเหตุ ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 1 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ ผ-8 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองหารผ่านคูมากเสื่อ (26 ถึง 27 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{0}C)	pH -	Conductivity µs /cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	33.6	27.9	7.5	495	
02:00	26.2	27.7	7.8	453	KMS 3
03:00	22.7	27.4	7.4	454	
04:00	19.4	27.3	7.5	452	
05:00	16.2	27.3	7.6	456	
06:00	14.4	27.2	7.5	459	
07:00	13.3	27.3	7.4	460	
08:00	13.3	28.5	7.7	482	
09:00	13.3	30.3	7.7	457	
10:00	84.3	29.0	7.4	462	
11:00	16.2	29.0	8.0	499	
12:00	16.2	30.6	8.3	402	
13:00	16.2	31.9	8.3	418	
14:00	13.3	34.1	8.4	469	
15:00	13.3	34.0	8.3	499	
16:00	13.3	33.4	8.2	519	
17:00	13.3	32.3	8.0	539	
18:00	13.3	30.5	6.7	580	
19:00	13.3	30.2	6.7	577	
20:00	13.3	28.6	7.9	570	
21:00	13.3	28.1	8.0	564	
22:00	14.3	27.7	8.2	532	
23:00	40.0	27.7	7.7	507	
24:00	41.6	28.0	7.6	552	
ค่าเฉลี่ย	21.1	29.4	7.7	494	

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 1 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3 - 3

ตารางที่ ผ-9 อัตราการไหลของน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสกลนครที่ไหลลงสู่หนองหารผ่านคูหมากเสื่อ (27 ถึง 28 พฤษภาคม 2534)

เวลา	Q (ลิตร / วินาที)	Temp (^{0}C)	pH -	Conductivity µs / cm	รหัสตัวอย่าง
01:00	11.6	28.0	7.3	564	
02:00	13.3	27.8	7.3	568	KMS 4
03:00	10.5	27.8	7.3	579	
04:00	10.5	27.8	7.3	585	
05:00	10.5	27.6	7.3	581	
06:00	10.5	27.6	7.3	590	
07:00	10.5	28.0	7.4	588	
08:00	10.5	29.0	7.5	564	
09:00	10.5	31.1	7.4	565	
10:00	10.5	32.9	7.9	601	
11:00	8.0	35.2	8.1	546	
12:00	8.0	36.8	8.0	514	
13:00	8.0	37.9	8.3	491	
14:00	10.5	33.9	8.3	503	
15:00	22.7	30.2	7.2	444	
16:00	26.2	29.8	7.1	495	
17:00	13.3	29.9	7.3	511	
18:00	13.3	31.3	7.8	543	
19:00	13.3	30.6	7.5	555	
20:00	13.3	30.1	7.4	567	
21:00	13.3	29.4	7.3	642	
22:00	13.3	29.0	7.4	619	
23:00	13.3	28.3	7.3	589	
24:00	13.3	28.1	7.4	563	
ค่าเฉลี่ย	12.4	30.3	7.5	557	

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอย่างน้ำเสียของแต่ละวันเป็นตัวอย่างผสม (Composite Sample) ตามสัดส่วนของอัตราการไหลทุก 1 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียที่วิเคราะห์ Coliform bacteria จะเก็บแบบครั้งคราว (Grab sample) วันละ 2 ครั้ง สำหรับตัวอย่างที่เก็บไว้เพื่อรอผสมจะทำการรักษาสภาพตัวอย่าง (Sample Preservation) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3 - 3