อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การประเมินคุณภาพน้ำผิวดิน ในมหาวิทยาลัยนเรศวร

นลินรัตน์ คำคม

i71943O4

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 10 มี.ค. 2560
เลขทะเบียน.....
เลขเรียกหนังสือ.....

น๘๘๓
๒๕๕

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มีนาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เรื่อง "การประเมินคุณภาพน้ำผิวดิน ในมหาวิทยาลัยนเรศวร" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภิรมย์ อ่อนเส็ง)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มีนาคม 2556

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก อาจารย์ที่ปรึกษาและคณาจารย์รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์ ภาคทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร นางสาวนฤมล สิงห์กวาง เจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมืออุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำ และอุปกรณ์ในการปฏิบัติการวิเคราะห์ ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าจนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบคุณนายพิทักษ์ ศรีเมือง นางสาวภรณพา สมัครเขตกิจ และนางสาวนาลิกา ฉอ้อนศรี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างน้ำ ตลอดจนพาหนะในการเดินทาง

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ คณะผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

นลินรัตน์ คำคม

ชื่อเรื่อง การประเมินคุณภาพน้ำผิวดิน ในมหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ศึกษาค้นคว้า นลินรัตน์ คำคม
ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก
ประเภทสารนิพนธ์ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วท.บ. สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2556
คำสำคัญ คุณภาพน้ำผิวดิน ดัชนีคุณภาพน้ำ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากการก่อสร้างอาคารต่างๆทำให้มีการขุดบ่อดินเกิดขึ้นหลายแห่ง เมื่อเข้าสู่หน้าฝนน้ำจากฝนที่ตกลงมาจะไหลบ่าลงสู่บ่อดินดังกล่าว ทำให้กลายเป็นแหล่งน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัย (อิงครัตและคณะ, 2542) ดังนั้นการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำจึงมีความสำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยต่อไป

โครงการวิจัยนี้จึงทำการประเมินคุณภาพน้ำผิวดินในมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินและหาค่าดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยจำนวน 4 แหล่ง แบ่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำแหล่งละ 3 จุด และนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพน้ำทุกเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 เป็นเวลา 3 เดือน ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ต่างๆทั้งหมด 11 พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ สภาพการนำไฟฟ้า พีเอช ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ค่าความเค็ม ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม แอมโมเนีย และสารแขวนลอย

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งหมด พบว่า แหล่งน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-5 ทั้งนี้พบว่า ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) อยู่ในระดับพอใช้ถึงเสื่อมโทรมมาก โดยพารามิเตอร์สำคัญที่ทำให้น้ำมีความสกปรกคือ แอมโมเนีย

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	1
	ความสำคัญของการศึกษา	2
	ขอบเขตของงานวิจัย	2
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	แหล่งน้ำผิวดิน	4
	แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ	4
	คุณลักษณะทั่วไปของน้ำ	6
	สารมลพิษทางน้ำ	13
	คุณลักษณะด้านคุณภาพน้ำ	16
	มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน	20
	ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index: WQI)	25
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	29
	เก็บข้อมูลเบื้องต้น	29
	พื้นที่ศึกษา	29
	วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ	33
	การวิเคราะห์ข้อมูล	33
	ระยะเวลาที่ศึกษา	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**	35
	ลักษณะทั่วไป การใช้ประโยชน์และคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน	35
	ลักษณะคุณภาพน้ำและความสามารถในการนำน้ำไปใช้ประโยชน์	36
	ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) ของแหล่งน้ำ	44
5	บทสรุป	47
	สรุปผลการวิจัย	47
	อภิปรายผล	47
	ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม		49
ภาคผนวก		51
ประวัติผู้วิจัย		64

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงตัวอย่างสารมลพิษทางน้ำ..... 16
2 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน..... 20
3 แสดงตัวแปรคุณภาพน้ำและวิธีการตรวจวัดหรือวิธีวิเคราะห์..... 33
4 แสดงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินบริเวณสระเก็บน้ำประปา..... 37
5 แสดงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์..... 39
6 แสดงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ..... 41
7 แสดงคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา... 43

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	โมเลกุลน้ำ	6
2	พันธะไฮโดรเจน	7
3	พลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ	8
4	ความหนาแน่นของน้ำ ณ อุณหภูมิต่างๆ	9
5	การทำละลายของน้ำ	11
6	pH ของสารประกอบชนิดต่างๆ	13
7	แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	30
8	จุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา มหาวิทยาลัยนเรศวร	31
9	จุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	31
10	จุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ มหาวิทยาลัยนเรศวร	32
11	จุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา มหาวิทยาลัยนเรศวร	32
12	โปรแกรมสมการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำ (General Water Quality Index, WQI)	34
13	กราฟแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำ WQI	45

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ การนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านอุปโภค บริโภค การอุตสาหกรรม การเกษตร และด้านอื่นๆ มีแนวโน้มที่จะใช้น้ำในปริมาณที่สูงขึ้นในปัจจุบัน

การก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ การเน่าเสีย การปนเปื้อนของโลหะหนัก และสารพิษในแหล่งน้ำ ที่เกิดมาจากการระบายน้ำทิ้งเกษตรกรรม และน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ที่ยังไม่ผ่านการบำบัด หรือผ่านการบำบัดที่ไม่พอเพียงลงสู่แหล่งน้ำ อันจะนำไปสู่การทำลายคุณภาพน้ำตามธรรมชาติให้ลดต่ำลง จนถึงขั้นเน่าเสียได้ในที่สุด ดังนั้นการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ ด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การใช้น้ำในครัวเรือนและธุรกิจบริการอื่นๆ กิจกรรมเหล่านี้ย่อมอาจส่งผลต่อการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแหล่งน้ำผิวดินอีกด้วย (จุไรรัตน์ ดวงเดือน, 2542)

จากการที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากการก่อสร้างอาคารต่างๆ ทำให้มีการขุดบ่อดินเกิดขึ้นหลายแห่ง เมื่อเข้าสู่ฤดูฝน น้ำจากฝนที่ตกลงมาจะไหลลงสู่บ่อดินดังกล่าวจนเต็มทำให้กลายสภาพเป็นแหล่งน้ำผิวดินภายในมหาวิทยาลัย ทั้งนี้แหล่งน้ำที่ไหลบ่าผ่านพื้นที่การใช้ประโยชน์ประเภทต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย ยังอาจไหลลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งการปนเปื้อนของมลสารในน้ำดังกล่าวอาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินทำให้ไม่เหมาะต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำและไม่เหมาะสมแก่การนำน้ำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆได้ (อิงครัต คุณูปการ, 2542)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินเพื่อเป็นการวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำและความสามารถในการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และเป็นข้อมูลในการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินของแหล่งน้ำ ในมหาวิทยาลัยนเรศวร
2. เพื่อประเมินชั้นคุณภาพของแหล่งน้ำผิวดิน ในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ทราบปัญหาสถานภาพคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน และความสามารถในการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ในเขตบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร

ขอบเขตของงานวิจัย

1. **ขอบเขตด้านเนื้อหา**

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มุ่งศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนิ่งที่มีการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร

2. **ระยะเวลาที่ศึกษา**

ตารางระยะเวลาในการศึกษาโดยทำเก็บข้อมูลหรือตัวอย่างทั้งสิ้น 4 เดือน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – ตุลาคม 2555

กิจกรรม	เดือน			
	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
เตรียมงานวิจัย	←	→		
เตรียมวัสดุ/อุปกรณ์	←	→		
เก็บตัวอย่างน้ำ	←	→	→	
วิเคราะห์คุณภาพน้ำ		←	→	
รวบรวมข้อมูล			←	→
วิเคราะห์ข้อมูล			←	→
สรุปผล				← →

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1) ตัวแปรด้านคุณภาพน้ำ

(1) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

(2) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)

(3) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB)

(4) แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)

(5) แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N)

3.2) ตัวแปรด้านแหล่งน้ำที่มีการใช้ประโยชน์หลักในรูปแบบแตกต่างกัน

(1) สระเก็บน้ำประปา ใช้ประโยชน์ในด้านเก็บน้ำไว้เพื่อผลิตประปาในการอุปโภค-บริโภค

(2) สระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ใช้ประโยชน์ในด้านนำน้ำมารดน้ำต้นไม้

(3) สระน้ำบริเวณหอพระเทพ ใช้ประโยชน์ในด้านนันทนาการ การพักผ่อนหย่อนใจ โดยการให้อาหารปลา และใช้รดน้ำต้นไม้

(4) สระน้ำบริเวณสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา ใช้ประโยชน์ในด้านนันทนาการ การพักผ่อนหย่อนใจ โดยการให้อาหารปลา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แหล่งน้ำผิวดิน

คือแหล่งน้ำที่ขังอยู่บนพื้นผิวโลก เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมายังผิวโลก โดยน้ำที่เหลือจากการซึมลงสู่ดิน การระเหยสู่บรรยากาศและการนำไปใช้ของพืชจะกลายมาเป็นน้ำผิวดินนั่นเอง น้ำผิวดินที่เป็นน้ำจืดสามารถแบ่งออกได้เป็น

1) แม่น้ำ ลำคลอง เป็นแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญมาก เนื่องจากถูกประชากรบนโลกนำมาใช้อุปโภคบริโภคมากที่สุด ต้นกำเนิดของแหล่งน้ำนี้มาจากลำธารสายเล็กๆ แล้วไหลมารวมกันกลายเป็นแม่น้ำ โดยปกติแล้ว แม่น้ำลำคลองจะมีความขุ่นค่อนข้างสูงเนื่องจากเกิดการชะล้างสิ่งต่างๆ ตลอดทางที่ไหลผ่าน ดังนั้นก่อนนำมาบริโภคจะต้องทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียก่อน

2) ทะเลสาบ เป็นแหล่งน้ำดิบที่ดีแหล่งหนึ่ง เพราะน้ำจากทะเลสาบมีความขุ่นต่ำเนื่องจากเกิดการตกตะกอนของสารต่างๆ และมีการฟอกตัวเองของน้ำตามธรรมชาติ

3) อ่างเก็บน้ำ เป็นแหล่งน้ำที่มีลักษณะคล้ายกับทะเลสาบมากแต่มีขนาดเล็กกว่าเกิดขึ้นจากการสร้างของมนุษย์เพื่อสำหรับใช้เป็นแหล่งเก็บน้ำ คุณภาพของน้ำในอ่างเก็บน้ำมักจะดีกว่าน้ำในแม่น้ำและลำคลอง

แหล่งน้ำผิวดินในมหาวิทยาลัยนเรศวรเกิดจากการขุดดินเพื่อเอาไปใช้ถมที่ที่ก่อสร้างอาคารเรียนจนทำให้เกิดแหล่งน้ำขนาดย่อมกระจายอยู่รอบมหาวิทยาลัย เมื่อฝนตกน้ำส่วนหนึ่งจะไหลลงสู่แหล่งน้ำเหล่านี้ นอกจากนี้ยังอาจมีน้ำที่ทิ้งจากพื้นที่ต่างๆ ไหลลงสู่แหล่งน้ำด้วย

2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ

ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า "มลพิษ" "ภาวะมลพิษ" และ "น้ำเสีย" ดังนี้

"มลพิษ" หมายความว่า ของเสีย วัตถุอันตรายและมลสารอื่นๆ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพ

อนามัยของประชาชนได้ และให้หมายความรวมถึง รังสี ความร้อน เสียง แสง กลิ่น ความสั่นสะเทือนหรือเหตุรำคาญอื่นๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย

"ภาวะมลพิษ" หมายความว่า สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษ ซึ่งทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และมลพิษในดิน

"น้ำเสีย" หมายความว่า ของเสีย ที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปน หรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

ดังนั้น มลพิษทางน้ำ หมายถึง สภาพน้ำที่เสื่อมคุณภาพ น้ำจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากสภาพธรรมชาติ เนื่องจากมีสารมลพิษเข้าไปปะปนอยู่มาก น้ำในสภาพเช่นนี้ไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ไม่เหมาะต่อการบริโภคและอุปโภคของมนุษย์ เช่น น้ำที่มีสีผิดปกติ มีกลิ่นเหม็น น้ำที่มีสารเคมีที่เป็นพิษหรือเชื้อโรคปะปนอยู่ รวมทั้งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงผิดปกติ

แหล่งกำเนิดปัญหามลพิษทางน้ำได้แก่ แหล่งชุมชน แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งเกษตรกรรม แหล่งกำจัดขยะมูลฝอย แหล่งคมนาคมทางเรือ และแหล่งกำเนิดอื่นๆ

1) แหล่งชุมชน ได้แก่ บ้านเรือน อาคารพาณิชย์ โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน สำนักงาน น้ำทิ้งจากสถานที่ดังกล่าวจะมีสารมลพิษที่เป็นสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นเศษอาหาร ของเสีย และสารที่ใช้ซักฟอกปะปนมา

2) แหล่งอุตสาหกรรม เช่น โรงน้ำปลา โรงน้ำตาล โรงงานอาหารกระป๋อง โรงงานกระดาษ โรงงานผลิตสี โรงงานฟอกหนัง และเหมืองแร่ แหล่งอุตสาหกรรมเหล่านี้ จะปล่อยของเสียที่เป็นสารอินทรีย์ลงสู่แหล่งน้ำ ก่อให้เกิดน้ำเน่า นอกจากนั้นยังอาจปล่อยโลหะเป็นพิษและสารประกอบที่เป็นพิษ เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู แคดเมียม และไซยาไนด์ลงน้ำอีกด้วย

3) แหล่งเกษตรกรรม เนื่องจากเกษตรกรใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และยาปราบศัตรูพืชมากขึ้นเป็นลำดับ ปุ๋ย ยาฆ่าแมลงและยาปราบศัตรูพืชรวมทั้งมูลสัตว์ จะถูกชะไหลลงสู่แหล่งน้ำ จึงเกิดการสะสมสารดังกล่าวในแหล่งน้ำมากขึ้น ในที่สุดจะเกิดยูโทรพิเคชันขึ้นและเกิดการสะสมสารพิษที่เป็นโลหะหนักในแหล่งน้ำจึงเป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์ในน้ำ

4) น้ำเสียจากสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย น้ำเสียประเภทนี้เกิดจากการที่มีการนำขยะมูลฝอยไปกองทิ้งอย่างไม่ถูกวิธี ทำให้เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง เนื่องจากขยะมูลฝอยประกอบด้วยเศษอาหาร และของเน่าเสีย เมื่อฝนตกชะลงมาทำให้น้ำเสียไหลปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำผิวดินและซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินได้ด้วย

5) แหล่งคมนาคมทางเรือ เป็นแหล่งมลพิษทางน้ำที่สำคัญแหล่งหนึ่งแต่มักจะถูกมองข้ามไป สารมลพิษจากแหล่งนี้ คือ น้ำมันที่ใช้กับเครื่องจักรกลของเรือ จะเล็ดลอดลงในน้ำ เมื่อเรือขนส่งน้ำมันขนาดใหญ่รั่ว หรือเกิดอุบัติเหตุจมลง น้ำมันจะกระจายเข้าไปอยู่ในแหล่งน้ำ เกิดคราบน้ำมันปกคลุมผิวหน้าน้ำเป็นบริเวณกว้างขวางมาก คลื่นจะซัดคราบน้ำมันเข้าหาฝั่งทะเล ก่อความสกปรกและการขาดออกซิเจนในบริเวณนั้นได้นาน จนกระทั่งสิ่งมีชีวิตล้มตายลงมากมาย

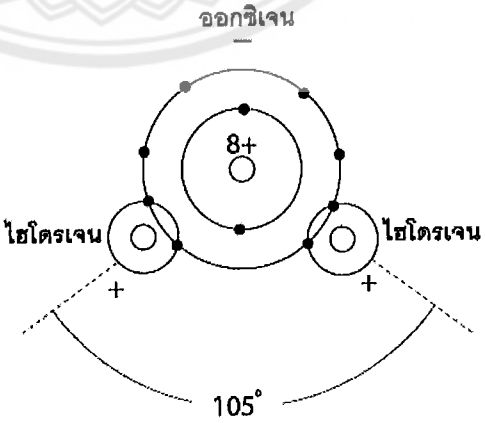
6) น้ำเสียจากแหล่งอื่นๆ การเกิดน้ำเสียจากสาเหตุอื่นๆ จะเกิดจากสาเหตุดังนี้ น้ำเสียที่เกิดจากขบวนการคมนาคมขนส่ง การบริการ การก่อสร้างและการรื้อถอน การพาณิชย์ การล้างถนน อาคาร รถยนต์ และน้ำเสียจากกิจกรรมประมง เป็นต้น

น้ำจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่ละลายปะปนอยู่ในน้ำ ทั้งนี้น้ำบริสุทธิจะมีคุณสมบัติดังนี้

2.3 คุณลักษณะทั่วไปของน้ำ

1) องค์ประกอบของโมเลกุลน้ำ

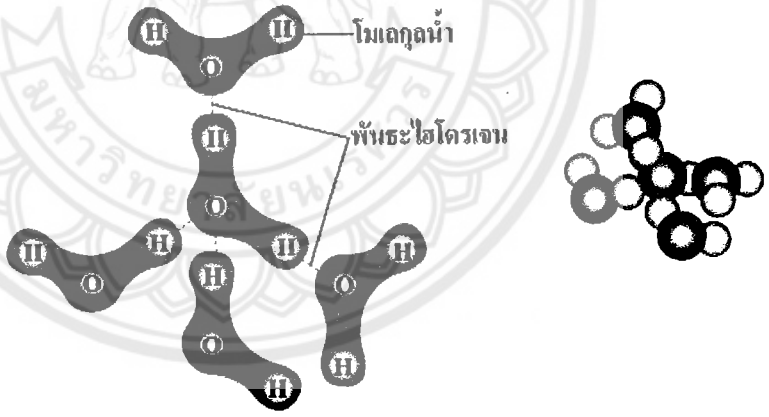
น้ำบริสุทธิ์ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส น้ำ 1 โมเลกุล (H_2O) ประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอม และออกซิเจน 1 อะตอม เชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนท์ (Covalent bonds) ซึ่งใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน โดยที่อะตอมทั้งสามตัวเรียงกันทำมุม 105 องศา โดยมีออกซิเจนเป็นขั้วลบและไฮโดรเจนเป็นขั้วบวก ดังภาพ 1



ภาพ 1 โมเลกุลน้ำ

ที่มา : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2544)

โมเลกุลแต่ละโมเลกุลของน้ำเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen-bonds) เรียงตัวต่อกันเป็นรูปจัตุรมุข (Tetrahedral) ดังภาพ 2 ทำให้น้ำต้องใช้ที่ว่างมากเมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง ดังนั้นเมื่อเราเพิ่มความร้อนให้กับก้อนน้ำแข็ง พันธะไฮโดรเจนที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลจะถูกทำลาย (พันธะโควาเลนท์มีความแข็งแกร่งกว่าพันธะไฮโดรเจน) ทำให้น้ำแข็งละลายเป็นของเหลว โครงสร้างผลึกยุบตัวลง น้ำในสถานะของเหลวจึงใช้เนื้อที่น้อยกว่าน้ำแข็ง นี่เองคือสาเหตุว่าทำไมน้ำแข็งจึงมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ ตัวอย่างที่แสดงพันธะไฮโดรเจนที่เห็นได้ชัดคือแรงตึงผิวของน้ำ (Surface tension) โดยจะพบว่า หยดน้ำบนพื้น หรือบนใบบัว จะเป็นทรงกลมคล้ายเลนส์นูน หรือเวลาที่เติมน้ำให้เต็มแก้ว น้ำจะพูนโค้งอยู่สูงเหนือปากแก้วเล็กน้อย หากปราศจากแรงตรึงผิวซึ่งเกิดจากพันธะไฮโดรเจน น้ำจะเต็มเรียบเสมอปากแก้วพอดี ไม่มีการนูน แรงตรึงผิวเป็นคุณสมบัติพิเศษของน้ำ ซึ่งมีมากกว่าของเหลวชนิดอื่น ยกเว้นปรอท (Mercury) ซึ่งเป็นธาตุชนิดเดียวที่เป็นของเหลว แรงตรึงผิวทำให้น้ำเกาะรวมตัวกัน และไหลซอนไชไปได้ทุกหนแห่ง แม้แต่รูโหว่และรอยแตกของหิน



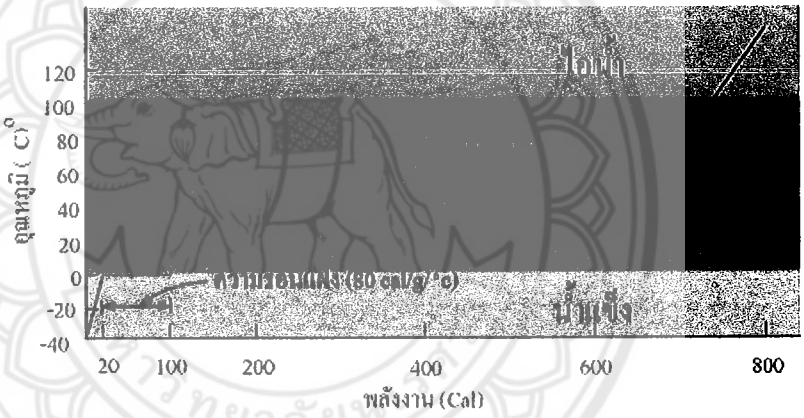
ภาพ 2 พันธะไฮโดรเจน

ที่มา : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2544)

2) สถานะของน้ำ

การเปลี่ยนสถานะของน้ำภายใต้ความกดอากาศ ณ ระดับน้ำทะเลปานกลาง น้ำมีสถานะเป็นของเหลว น้ำจะเปลี่ยนสถานเป็นก๊าซ (ไอน้ำ) เมื่อมีอุณหภูมิสูงถึง "จุดเดือด" (Boiling point) ที่อุณหภูมิ 100°C และจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เมื่ออุณหภูมิลดต่ำถึง "จุดเยือกแข็ง" (Freezing point) ที่อุณหภูมิ 0°C การเปลี่ยนสถานะของน้ำมีการดูดกลืนหรือการคายความร้อน โดยที่ไม่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเราเรียกว่า "ความร้อนแฝง" (Latent heat) ความร้อนแฝงมีหน่วยเป็น แคลอรี ดังภาพ 3

1 แคลอรี = ปริมาณความร้อนซึ่งทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C (ดังนั้นหากเราเพิ่มความร้อน 10 แคลอรี ให้กับน้ำ 1 กรัม น้ำจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น 10°C)



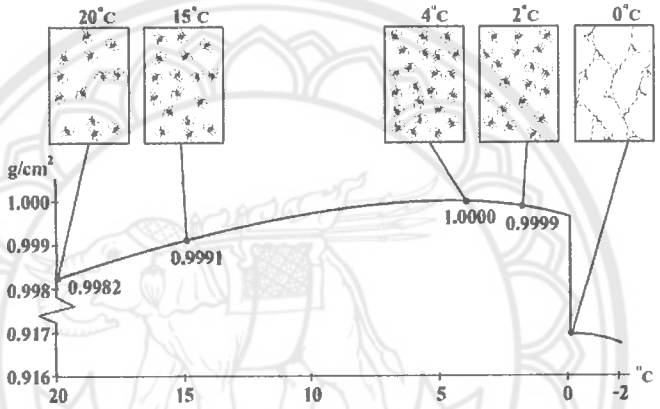
ภาพ 3 พลังงานที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำ

ที่มา : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2544)

ก่อนที่น้ำแข็งละลาย น้ำแข็งต้องการความร้อนแฝง 80 แคลอรี/กรัม เพื่อทำให้น้ำ 1 กรัม เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว น้ำแข็งดูดกลืนความร้อนนี้ไว้โดยยังคงรักษาอุณหภูมิ 0°C คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงจนกว่าน้ำแข็งจะละลายหมดก้อน ความร้อนที่ถูกดูดกลืนเข้าไปจะทำลายโครงสร้างผลึกน้ำแข็ง ทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ในทางกลับกัน เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง ก็จะคายความร้อนแฝงออกมา 80 แคลอรี/กรัม เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ น้ำต้องการความร้อนแฝง 600 แคลอรี เพื่อที่จะเปลี่ยน น้ำ 1 กรัม ให้กลายเป็นไอน้ำ ในทำนองกลับกัน เมื่อไอน้ำควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ น้ำจะคายความร้อนแฝงออกมา 600 แคลอรี/กรัม ทำให้เรารู้สึกร้อนก่อนที่จะเกิดฝนตก

3) ความหนาแน่นของน้ำ

ภายใต้ความกดอากาศ ณ ระดับน้ำทะเลปานกลาง น้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งเมื่อมีอุณหภูมิ 0°C แต่น้ำมีความหนาแน่นสูงสุดที่อุณหภูมิ 4°C เมื่ออยู่ในสถานะของเหลว ตามเส้นกราฟที่แสดงใน ภาพ 4 เมื่อน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง น้ำจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 9 เราจะเห็นได้ว่า เมื่อใส่น้ำเต็มแก้วแล้วนำไปแช่ห้องแข็ง น้ำแข็งจะล้นออกนอกแก้ว หรือไม่ก็ดันให้แก้วแตก ในทำนองเดียวกันเมื่อน้ำในซอกหินแข็งตัว มันจะขยายตัวทำให้หินแตกได้



ภาพ 4 ความหนาแน่นของน้ำ ณ อุณหภูมิต่างๆ
ที่มา : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2544)

สสารโดยทั่วไปจะมีความหนาแน่นมากขึ้นเมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง แต่น้ำมีความหนาแน่นน้อยลงเมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง น้ำแข็งจึงลอยอยู่บนน้ำ หากน้ำแข็งมีความหนาแน่นกว่าน้ำแล้ว เมื่ออากาศเย็นตัวลง น้ำในมหาสมุทรแข็งตัวและจมตัวลงสู่ก้นมหาสมุทร หากเป็นเช่นนี้แล้ว สัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นมหาสมุทรจะไม่สามารถมีชีวิตรอดได้เลย การที่น้ำมีคุณสมบัติแตกต่างจากสสารอื่น กลับเป็นผลดีที่เอื้ออำนวยต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก เมื่อน้ำในมหาสมุทรเย็นตัวลง น้ำแข็งจะลอยตัวบนผิวมหาสมุทร ทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกัน มิให้น้ำทะเลที่อยู่เบื้องล่างสูญเสียความร้อน จนกลายเป็นน้ำแข็งไปหมด เหตุนี้เองช่วยให้สิ่งมีชีวิตจึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในท้องทะเลและมหาสมุทร

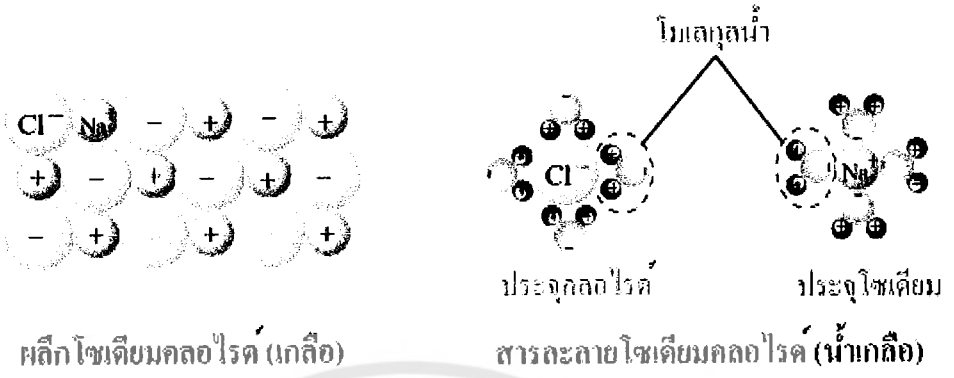
4) ความจุความร้อน

น้ำมีความร้อนจำเพาะเท่ากับ 4.184 จูล/กรัม/องศาเซลเซียส หมายถึง การที่จะทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C จะต้องใช้พลังงานเท่ากับ 4.184 จูล ถ้าต้องการให้น้ำจำนวน 1 กิโลกรัม (1,000 กรัม) มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C จะต้องใช้พลังงานถึง 4,184 จูล ดังนั้นการที่จะทำให้อุณหภูมิของน้ำทะเลสูงขึ้นได้ จะต้องอาศัยพลังงานมหาศาลจากดวงอาทิตย์ นั่นเป็นเหตุให้อุณหภูมิของน้ำทะเลต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเวลากลางวัน หลักฐานของการคงอยู่ของความจุความร้อนของน้ำก็คือ ความอบอุ่นของน้ำทะเลในเวลากลางคืน ซึ่งเกิดจากการดูดกลืนพลังงานจากดวงอาทิตย์เวลากลางวัน ความจุความร้อนทำให้สภาพภูมิอากาศในแต่ละภูมิภาคแตกต่างกันในพื้นที่ห่างไกลจากทะเล เช่น บริเวณใจกลางทวีปมีอุณหภูมิระหว่างกลางวันกับกลางคืน แตกต่างกันมาก ส่วนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งและหมู่เกาะกลางมหาสมุทร มีอุณหภูมิกลางวันกับกลางคืนแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

5) ตัวทำละลาย

เมื่อเทียบกับสารประกอบชนิดอื่นแล้ว น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด เมื่อโมเลกุลของน้ำอยู่รวมตัวกัน ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน โดยมีแรงที่ชื่อว่า "อีเล็กโตรสแตติก" (Electrostatic forces) นอกจากโมเลกุลของน้ำจะเชื่อมต่อกันเองแล้ว โมเลกุลของน้ำยังสามารถยึดเหนี่ยวกับโมเลกุลอื่นได้ด้วย โมเลกุลของสารประกอบบางชนิดยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก (Ionic bonds) โดยมีแรงอีเล็กโตรสแตติกระหว่างประจุบวกและประจุลบของอะตอมแต่ละตัว แรงอิเล็กโตรสแตติกของโมเลกุลเหล่านี้จะลดลงเหลือเพียง 1/80 เมื่อถูกรบกวนจากแรงอีเล็กโตรสแตติกของน้ำ

น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี เนื่องจากแรงอีเล็กโตรสแตติกของโมเลกุลน้ำจะมีพลังมากกว่าแรงอีเล็กโตรสแตติกของโมเลกุลอื่นเสมอ ตัวอย่างเช่น เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มีโมเลกุลของโซเดียม (Na^+) เป็นประจุบวก ยึดติดกับโมเลกุลของคลอรีน (Cl^-) ซึ่งเป็นประจุลบ เมื่อใส่ผลึกเกลือลงในน้ำ แรงอิเล็กโตรสแตติกระหว่างโมเลกุลของโซเดียมคลอไรด์จะถูกลดลง 80 เท่า ทำให้ขั้วบวกของโมเลกุลน้ำ (ไฮโดรเจน) ดึงดูด Cl ไว้ และขั้วลบของโมเลกุลน้ำ (ออกซิเจน) ดึงดูด Naไว้ ตามที่แสดงดังภาพ 5



ผลึกโซเดียมคลอไรด์ (เกลือ) สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (น้ำเกลือ)

ภาพ 5 การทำละลายของน้ำ

ที่มา : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2544)

น้ำทะเล มีรสเค็มเนื่องจากเป็นที่รวมของสารละลายชนิดต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นประจุโซเดียม และประจุคลอไรด์ นอกจากน้ำเป็นตัวทำละลายของแข็งแล้ว น้ำยังเป็นตัวทำละลายก๊าซอีกด้วย น้ำฝนละลายคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ จึงมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน น้ำในแหล่งน้ำทำละลายออกซิเจนในอากาศ ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำได้หายใจ การทำละลายก๊าซของน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ ปลาหลายชนิดชอบน้ำเย็นมากกว่าน้ำอุ่น ก็เพราะว่า น้ำเย็นละลายก๊าซออกซิเจนได้ดีกว่าน้ำอุ่น

6) สภาพการนำไฟฟ้าของน้ำ

ตามปกติแล้ว น้ำบริสุทธิ์จะไม่มีการเหนี่ยวนำไฟฟ้า การนำไฟฟ้าของน้ำแสดงถึงการเจือปนของสารละลายในน้ำ การเหนี่ยวนำไฟฟ้าของน้ำมีหน่วยวัดเป็น ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (μS/cm) น้ำสะอาดจะมีค่าการนำไฟฟ้าเพียง 5 – 30 μS/cm

7) น้ำอ่อน - น้ำกระด้าง

เมื่อเราใช้น้ำในบางแห่งอาบน้ำ โดยเฉพาะน้ำบาดาล "น้ำกระด้าง" (Hard water) หมายถึง น้ำที่มีสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตปนอยู่มากซึ่งพบในน้ำบาดาล และมักมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ซึ่งมักเกิดจากหินปูนละลายปนอยู่ในน้ำ เมื่อนำน้ำไปต้มจนแห้ง ก็จะมีซากตะกรันแข็งติดอยู่ที่ผนังกา ส่วน "น้ำอ่อน" (Soft water) หมายถึง น้ำในสภาพปกติทั่วไป

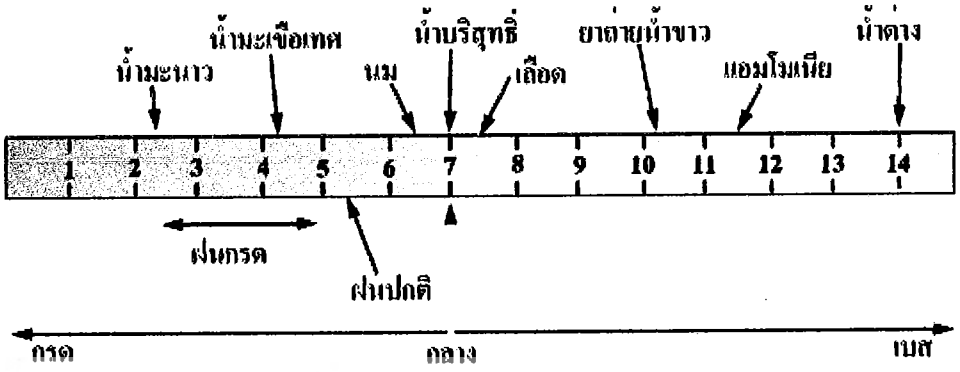
8) ความเป็นกรด – เบส

กรด (Acid) หมายถึง สสารที่ปล่อยประจุไฮโดรเนียม (H_3O^+) ให้กับสารละลาย ตัวอย่างเช่น เมื่อผสมน้ำกับกรดเกลือ ทำให้เกิด ประจุไฮโดรเนียม และประจุแคลเซียม ตามสูตร $H_2O + HCl^- > (H_3O^+) + Cl^-$ สสารที่มีสภาพเป็นกรด ได้แก่ กรดกำมะถัน (H_2SO_4) น้ำส้มสายชู (CH_3COOH)

เบส (Base) หมายถึง สสารที่ปล่อยประจุไฮดรอกไซด์ (OH^-) ให้กับสารละลาย ตัวอย่างเช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อแตกตัวจะให้ประจุไฮดรอกไซด์ ตามสูตร $NaCL^- > Na^+ + OH^-$ เมื่อโลหะไฮดรอกไซด์ละลายน้ำ มันจะปล่อยประจุไฮดรอกไซด์ออกมา เรียกว่า "ด่าง" (Alkali) สสารที่เป็นเบส ได้แก่ ปูนซีเมนต์ (CaO) แอมโมเนีย (NH_3)

น้ำบริสุทธิ์มีค่า pH เป็นกลางอยู่ที่ pH =7 นั้นหมายถึง น้ำ 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 25°C มีประจุไฮโดรเจน และประจุไฮดรอกไซด์ อยู่จำนวนเท่ากันคือ 1×10^{-7} โมล ดังภาพที่ 6 ทั้งนี้หาก pH มีค่าน้อย แสดงว่า สารประกอบนั้นมีความเป็นกรดสูง เช่น น้ำมะนาว มี pH=2.3 และหาก pH มีค่ามาก แสดงว่า สารประกอบนั้นมีความเป็นเบสสูง เช่น น้ำยาทำความสะอาดพื้น มี pH=13

สิ่งมีชีวิตในน้ำส่วนมากมักอาศัยอยู่ในน้ำที่มีค่า pH ระหว่าง 6.5 – 9 โดยปกติน้ำฝนตามธรรมชาติจะมีความเป็นกรดเล็กน้อย เนื่องจากการละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ แต่ทว่าในเขตอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเสียออกมา จะทำให้เกิดสภาวะฝนกรด น้ำฝนที่สะสมอยู่ในแหล่งน้ำจะทำให้ค่า pH ของแหล่งน้ำต่ำลงและเมื่อ pH ต่ำกว่า 5.5 ปลาจะตายหมด เมื่อ pH มีค่าต่ำกว่า 4 จะไม่มีสิ่งมีชีวิตใดทนทานได้เลย การศึกษาความเป็นกรด-เบส ของน้ำจึงมีความสำคัญมากต่อการประมงและการเกษตร



ภาพ 6 pH ของสารประกอบชนิดต่างๆ

ที่มา : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (2544)

2.4 สารมลพิษทางน้ำ

สารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ ได้แก่ สารเคมีที่มีอยู่ในน้ำ แล้วก่อให้เกิดภาวะมลพิษทางน้ำขึ้น สารมลพิษทางน้ำ สามารถจำแนกออกได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1) สิ่งมีชีวิต (biological agents) ได้แก่สิ่งมีชีวิตที่ ทำให้น้ำเสียหรือเสื่อมคุณภาพ ได้แก่

1.1) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรีย โพรโตซัว ไวรัส รา ในน้ำจะพบจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของ โรคอหิวาตกโรค โรคบิด ไทฟอยด์ โรคลำไส้อักเสบ ตับอักเสบ เป็นต้น

1.2) สาหร่าย สาหร่ายจะเจริญเติบโตในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก สาหร่ายจะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการตายและการเน่าของสาหร่าย อันเป็นเหตุให้น้ำเน่าและแหล่งน้ำขาดออกซิเจน

2) สารเคมีที่มีอยู่อุดมสมบูรณ์ หรือ เกินอุดมสมบูรณ์ (chemical that enrich and over-enrich) ได้แก่ สารอินทรีย์ ซึ่งเป็นของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล โรงงานผลิตสุรา เบียร์ โรงฆ่าสัตว์ โรงงานอาหารกระป๋อง ของเสียจากบ้านเรือน ซึ่งของเสียที่ปล่อยออกมาจะมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ผงซักฟอก ไฮโดรคาร์บอน และขยะปะปนอยู่ ส่วนสารอนินทรีย์ ได้แก่ น้ำที่มีเกลือไนเทรต และเกลือฟอสเฟต ที่มาจากการเกษตรกรรม สารอินทรีย์จะถูกย่อยสลาย โดยแบคทีเรียและเห็ด ราในน้ำ เกิดเป็นสารอาหารที่อุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายและพืชน้ำ น้ำที่มีไนเตรตและฟอสเฟตอยู่ในปริมาณสูงจะช่วยทำให้สาหร่ายและพืชน้ำเติบโตและเพิ่มจำนวนมากมายอย่างรวดเร็ว เมื่อสาหร่ายและพืชน้ำตายจึงเกิดการเน่าของน้ำ เรียกว่าเกิด ยูโทรพิเคชันขึ้น

3) พิษของสารเคมี (chemical poison) สารอนินทรีย์และสารอินทรีย์หลายชนิดที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่ใช้น้ำในการอุปโภค - บริโภค หรือบริโภคสัตว์น้ำจากแหล่งน้ำที่มีสารเคมีเป็นพิษเจือปนอยู่ สารอนินทรีย์ที่จัดเป็นสารมลพิษทางน้ำ ได้แก่ โลหะหนัก เช่น โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ 5 เท่าขึ้นไป มีอัตราการขยายตัวค่อนข้างช้า ทำให้สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานในรูปของตะกอน สิ่งมีชีวิตในน้ำจะได้รับโลหะหนักจากน้ำ พืชน้ำ สัตว์น้ำ จากการกินตามห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นจึงเกิดการสะสมโลหะหนักในเนื้อเยื่อสัตว์ และเนื้อเยื่อพืช โดยสะสมสารมลพิษเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นการบริโภค

โลหะหนักที่พบในแหล่งน้ำ ได้แก่ สารหนู ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม สังกะสี โครเมียม นิเกิล แมงกานิส เป็นต้น โลหะหนักที่มีบทบาทต่อภาวะมลพิษทางน้ำมากที่สุดคือ ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ถ้ามีมากเกินขีดจำกัดแล้วจะทำให้เป็นพิษต่อร่างกาย ดังเช่นพิษของปรอททำให้เกิดโรคมินามาตะในชาวประมงญี่ปุ่น บริเวณอ่าวมินามาตะ พิษของแคดเมียม ทำให้เกิดโรคอิไตอิไต ในประเทศญี่ปุ่น ในประเทศไทยประชาชนในอำเภอร่อนพิบูล จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นโรคไข้ดำ เนื่องจากน้ำดื่มมีสารหนูเจือปนอยู่มาก และพิษของตะกั่วในชุมชนคลิตี้ จังหวัดกาญจนบุรี เป็นต้น

พิษจากอนินทรียสาร ได้แก่ พิษของยาฆ่าแมลง เช่น ดีดีที คลอเดน สารประกอบเบนซิน เช่น ฟีนอล ปัจจุบันพบสารชนิดใหม่ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมคือโพลีคลอรีเนเตดไบเฟนิล (polychlorinated biphenyl or PCB) หรือ พีซีบี สารชนิดนี้สลายตัวยาก สารชนิดนี้ใช้เป็นตัวระบายความร้อนของเครื่องจักร ใช้ในการทำหม้อแปลงไฟฟ้า ทำความสะอาดเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เมื่อพีซีบีผ่านลงแหล่งน้ำจะผ่านเข้าสู่สิ่งมีชีวิตตามโซ่อาหาร เมื่อมนุษย์กินปลาหรือสัตว์น้ำที่มีพีซีบีสะสมอยู่มาก จะทำให้เกิดความผิดปกติและตายเนื่องจากขบวนการทางสรีรวิทยาขัดข้อง จากการสำรวจพีซีบี บริเวณขั้วโลกเหนือพบว่าแมวน้ำ นกเพนกวิน และสาหร่ายมีสารชนิดนี้อยู่ในเยื่อค่อนข้างสูง

4) สารลอยผิวหน้าน้ำ สารแขวนลอยและตะกอน สารลอยผิวหน้าน้ำ คือน้ำมัน คราบน้ำมัน และสารอื่น ๆ ซึ่งบางชนิดติดไฟได้ จึงเกิดอันตรายกับสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังกั้นไม่ให้แสงผ่านลงสู่น้ำและกั้นก๊าซออกซิเจนไม่ให้สามารถแพร่ลงสู่น้ำได้ ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นสารที่ลอยผิวหน้าน้ำ คือ ใบไม้ กิ่งไม้ แผ่นโฟม ถุงพลาสติก กระป๋อง สารแขวนลอยและตะกอนที่มักจะเป็นอนุภาคของดินขนาดต่างๆ ซึ่งทำให้น้ำขุ่น และจะตกตะกอนจมลงสู่ก้นแหล่งน้ำเมื่อมีน้ำหนักมากขึ้น

5) สารกัมมันตภาพรังสี (radioactive substance) เช่น ยูเรเนียม สตรอนเตรียม ซีเซียม ไอโอดีน เป็นต้น สารกัมมันตภาพรังสีดังกล่าวจะผ่านลงสู่แหล่งน้ำได้โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

5.1) จากกระบวนการผลิตแร่ยูเรเนียม

5.2) จากการชำระล้างเครื่องนุ่งห่มของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการด้านกัมมันต-ภาพรังสี

5.3) จากของเสียซึ่งมาจากห้องปฏิบัติการด้านกัมมันตภาพรังสี

5.4) ของเสียจากโรงพยาบาล ที่มีการตรวจและรักษาโรคโดยสารกัมมันต-ภาพรังสี

5.5) จากกระบวนการผลิตธาตุเชื้อเพลิงจากแร่ยูเรเนียม

5.6) น้ำจากโรงไฟฟ้าปรมาณู

5.7) จากฝุ่นกัมมันตภาพรังสีซึ่งเกิดจากการทดลองอาวุธนิวเคลียร์

สารกัมมันตภาพรังสีจากห้องปฏิบัติการและโรงพยาบาลนั้นอยู่ในระดับต่ำ เมื่อผ่านลงสู่แหล่งน้ำจะมีการทับถมในก้นแหล่งน้ำ จึงก่อให้เกิดปัญหาด้านการขยายทางชีววิทยาต่ำกว่าสารตากโรงไฟฟ้าปรมาณู และจากฝุ่นกัมมันตภาพรังสีมาก (Kupchella and Hyland, 1989:397)

6) ความร้อน (heat) เนื่องจากน้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดี จึงใช้น้ำเป็นตัวระบายความร้อนของเครื่องจักรในโรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานปฏิกรณ์ปรมาณู น้ำที่ใช้ระบายความร้อนนี้ เมื่อผ่านออกมาจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการระบายความร้อนก็จะมีอุณหภูมิสูงมากจึงกลายเป็นน้ำเสีย เมื่อถูกนำลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะทำให้น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ มีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นอันตรายต่อตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของสัตว์น้ำในบริเวณนั้น อาจทำให้สัตว์น้ำตายหมด บางส่วนต้องอพยพหนีไปหาที่อยู่ใหม่ บริเวณนี้อาจไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่เลย

สารมลพิษทางน้ำที่กล่าวมาแล้ว 6 ประเภทนั้นอาจจัดเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ สารมลพิษทางเคมี สารมลพิษทางชีววิทยา และสารมลพิษทางกายภาพ ดังตาราง1

ตาราง 1 ตัวอย่างสารมลพิษทางน้ำ

สารมลพิษทางกายภาพ	สารมลพิษเคมี	สารมลพิษทางชีววิทยา
ความร้อน	กรด	แบคทีเรีย
สี	เบส	ไวรัส
กลิ่น	เกลือ	เชื้อโรคต่าง ๆ
สารกัมมันตภาพรังสี	ยาฆ่าแมลง	สาหร่าย
สารแขวนลอย	ผงซักฟอก	อุจจาระ – ปัสสาวะ
กรวด – ทราย	ไอออนบวกของโลหะหนัก	ลิกนิน

ที่มา: พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์ (2525)

2.5 คุณลักษณะด้านคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำมีหลายด้านด้วยกันแบ่งออกเป็นคุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ดังนี้

1) คุณภาพทางด้านกายภาพของน้ำ คือ ลักษณะทางภายนอกที่แตกต่างกัน เกิดจากสารบางอย่าง ซึ่งเราสามารถทราบว่ามีอยู่จริงจากประสาทสัมผัสทั้งห้า สารเหล่านี้สามารถกำจัดออกได้ด้วยวิธีธรรมดา และมีอันตรายน้อยกว่าสารในประเภทอื่น

1.1) อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิของน้ำมีผลในด้านการเร่งปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งจะส่งผลต่อการลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

1.2) สี (color) สีของน้ำเกิดจากการสะท้อนแสงของสารแขวนลอยในน้ำ เช่น น้ำตามธรรมชาติจะมีสีเหลืองซึ่งเกิดจากกรดอินทรีย์ น้ำในแหล่งน้ำที่มีใบไม้ทับถมจะมีสีน้ำตาล หรือถ้ามีตะไคร่น้ำก็จะมีสีเขียว

1.3) กลิ่นและรสของน้ำ จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยหรือสารในกลุ่มของฟีนอล เกลือโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งจะทำให้น้ำมีรสกร่อยหรือเค็ม

1.4) ความขุ่น (turbidity) เกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น ดิน ซากพืช ซากสัตว์

2) คุณภาพทางด้านเคมีของน้ำ คือ ลักษณะทางเคมีของน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากมีแร่ธาตุหรือสารประกอบต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำ สารเหล่านี้อาจมีพิษหรือไม่ก็ได้ เราไม่สามารถทราบได้ว่ามีสารเหล่านี้อยู่หรือไม่ด้วยการสัมผัส ต้องใช้ขบวนการทางเคมีในการวิเคราะห์

2.1) pH แสดงความเป็นกรดหรือเบสของน้ำ (น้ำดื่มควรมีค่า pH ระหว่าง 6.8-7.3) โดยทั่วไป น้ำที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีค่า pH ที่ต่ำ (pH < 7) ซึ่งหมายถึงมีความเป็นกรดสูงมีฤทธิ์กัดกร่อน การวัดค่า pH ทำได้ง่าย โดยการใช้กระดาษลิตมัสในการวัดค่าความเป็นกรด - เบส ซึ่งให้สีตามความเข้มข้นของ $[H^+]$ หรือการวัดโดยใช้ pH meter เมื่อต้องการให้มีความละเอียดมากขึ้น สภาพเบส (alkalinity) คือสภาพที่น้ำมีสภาพความเป็นเบสสูงจะประกอบด้วยไอออนของ OH^-, CO_3^-, H_2CO_3 ของธาตุแคลเซียม โซเดียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม หรือแอมโมเนีย ซึ่งสภาพเบสนี้จะช่วยทำหน้าที่คล้ายบัฟเฟอร์ต้านการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในน้ำทิ้ง สภาพกรด (acidity) โดยทั่วไปน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนจะมีบัฟเฟอร์ในสภาพเบสจึงไม่ทำให้น้ำมีค่า pH ที่ต่ำเกินไป แต่น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีค่า pH ต่ำกว่า 4.5

2.2) ความเป็นด่าง เป็นการบอกให้ทราบถึงระดับของสารด่าง 3 ชนิด น้ำที่มีความเป็นด่างสูงจะต้านทางการเปลี่ยนแปลงของพีเอชได้ดี

2.3) ความกระด้าง (hardness) เป็นการไม่เกิดฟองกับสบู่และเมื่อต้มน้ำกระด้างนี้จะเกิดตะกอน น้ำกระด้างชั่วคราว เกิดจากสารไบคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) รวมตัวกับ ไอออนของโลหะ เช่น Ca^{2+}, Mg^{2+} ซึ่งสามารถแก้ได้โดยการต้ม นอกจากนี้แล้วยังมีความกระด้างถาวร ซึ่งเกิดจากอิออนของโลหะและสารที่ไม่ใช่พวกคาร์บอเนต เช่น SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^- รวมตัวกับ Ca^{2+}, Fe^{2+}, Mg^{2+} เป็นต้น ความกระด้างจึงเป็นข้อเสียในด้านการสิ้นเปลืองทรัพยากร คือต้องใช้ปริมาณสบู่หรือผงซักฟอกในการซักผ้าในปริมาณมากซึ่งก็จะเกิดตะกอนมากเช่นกัน

2.4) การนำไฟฟ้า (electical conductivity) บอกถึงความสามารถของน้ำที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอิออนโดยรวมในน้ำ และอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า

2.5) ของแข็งทั้งหมด (total solid: TS) คือ ปริมาณของแข็งในน้ำ สามารถคำนวณจากการระเหยน้ำออก ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) จะมีขนาดเล็กผ่านขนาดกรองมาตรฐานคำนวณได้จากการระเหยน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรองออกไป ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids: SS) หมายถึง ของแข็งที่อยู่บนกระดาษกรองมาตรฐานหลังจากการกรอง แล้วนำมาอบเพื่อระเหยน้ำออก ของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solids: VS) หมายถึง ส่วนของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์แต่ละลายน้ำสามารถคำนวณได้โดยการนำกระดาษกรอง

วิเคราะห์เอาของแข็งที่แขวนลอยออก แล้วนำของแข็งส่วนที่ละลายทั้งหมดมาเผาอุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส นำน้ำหนักที่ชั่งหลังการกรองลบด้วยน้ำหนักหลังจากการเผาน้ำหนักที่ได้คือของแข็งส่วนที่ระเหยไป

2.6) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) แบคทีเรียที่ย่อยสารอินทรีย์ในน้ำต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) ในการย่อยสลาย ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรียนี้จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ดังนั้นในน้ำที่สะอาดจะมีค่า DO สูง และน้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำ มาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-8 ppm หรือปริมาณ O_2 ละลายอยู่ปริมาณ 5-8 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ 5-8 ppm น้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำกว่า 3 ppm ค่า DO มีความสำคัญในการบ่งบอกว่าแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตหรือไม่

2.7) บีโอดี (biological oxygen demand) เป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ น้ำที่มีคุณภาพดี ควรมีค่าบีโอดี ไม่เกิน 6 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าค่าบีโอดีสูงมากแสดงว่าน้ำนั้นเน่ามาก แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีสูงกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร จะจัดเป็นน้ำเน่าหรือน้ำเสีย พระราชบัญญัติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า น้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ต้องมีค่าบีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร การหาค่า บีโอดี หาได้โดยใช้แบคทีเรียย่อยสลายอินทรียสารซึ่งจะเป็นไปช้า ๆ ดังนั้นจึงต้องใช้เวลานานหลายวัน ตามหลักสากลใช้เวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส โดยนำตัวอย่างน้ำที่ต้องการหาบีโอดีมา 2 ขวด ขวดหนึ่งนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าออกซิเจนทันที สมมุติว่ามีออกซิเจนอยู่ 6.5 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนน้ำอีกขวดหนึ่งปิดจุกให้แน่น เพื่อไม่ให้อากาศเข้า นำไปเก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจน สมมุติได้ 0.47 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้นจะได้ค่าซึ่งเป็นปริมาณออกซิเจน ที่ถูกใช้ไป หรือ ค่าบีโอดีเท่ากับ 6.5-0.47 = 5.03 มิลลิกรัม/ลิตร

2.8) แอมโมเนียไนโตรเจน เกิดจากการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ไนโตรเจน น้ำที่มีแอมโมเนียมักถือว่าเป็นน้ำที่มีการปนเปื้อนของน้ำเสีย จึงเป็นน้ำที่สกปรกและอาจมีเชื้อโรคได้

2.9) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) คือ ปริมาณ O_2 ที่ใช้ในการออกซิไดซ์ในการสลายสารอินทรีย์ด้วยสารเคมีโดยใช้สารละลาย เช่น โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ในปริมาณมากเกินพอในสารละลายกรดซัลฟิวริก ซึ่งสารอินทรีย์ในน้ำทั้งหมดทั้งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้และย่อยสลายไม่ได้ก็จะถูกออกซิไดซ์ภายใต้ภาวะที่เป็นกรดและการให้ความร้อน โดยทั่วไปค่า COD จะมีค่ามากกว่า BOD เสมอ ดังนั้นค่า COD จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่แสดงถึงความสกปรกของน้ำเสีย

2.10) ทีโอซี (Total Organic Carbon: TOC) คือ ปริมาณคาร์บอนในน้ำ ประกอบด้วย อนินทรีย์คาร์บอน (Inorganic Carbon) ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตในน้ำ และอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) หลักการวิเคราะห์ค่าทีโอซี คือ การออกซิไดซ์คาร์บอนในสารอินทรีย์ให้เปลี่ยนสภาพไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำการหาปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.11) ไนโตรเจน เป็นธาตุสำคัญสำหรับพืช ซึ่งจะอยู่ในรูปของ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท ไนเตรต ยิ่งถ้าในน้ำมีปริมาณไนโตรเจนสูงจะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

2.12) ฟอสฟอรัส ในน้ำจะอยู่ในรูปของสารประกอบพวก ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) เช่น สาร PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$ และ H_3PO_4 และฟอสฟอรัสในกลุ่มโพลีฟอสเฟต

2.13) ซัลเฟอร์ มีอยู่ในธรรมชาติและเป็นองค์ประกอบภายในของสิ่งมีชีวิต สารประกอบซัลเฟอร์ในน้ำจะอยู่ในรูปของ organic sulfur เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ สารซัลเฟต เป็นต้น ซึ่งสารพวกนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า เช่น ก๊าซไข่เน่า และนอกจากนี้ยังมีฤทธิ์กัดกร่อนในสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

2.14) โลหะหนัก มีทั้งที่เป็นพิษและไม่เป็นพิษ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับ ถ้ามากเกินไปจะเป็นพิษ ได้แก่ โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีสและสังกะสี เป็นต้น

3) คุณภาพทางด้านชีววิทยาของน้ำ ถือเป็นข้อที่สำคัญมากเพราะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดโรคทางน้ำขึ้นได้ เช่น บิด อหิวาตกโรค เป็นต้น เชื้อโรคที่ปนเปื้อนมากับน้ำนั้นไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงต้องมีการนำน้ำมาทดสอบเพื่อตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค การตรวจหาเชื้อโรคโดยตรงจะต้องทำด้วยความละเอียดรอบครอบ มิฉะนั้นผู้ที่ทำการตรวจสอบอาจจะเสี่ยงต่อการติดเชื้อได้ ดังนั้นจึงไม่นิยมตรวจหาเชื้อโรคพวกนี้โดยตรง นิยมตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งเป็นแบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่นและไม่ก่อให้เกิดโรคแทน ทั้งนี้พบว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับเชื้อโรค และพบในสัตว์เลือดอุ่นด้วย โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมมากกว่าเชื้อโรค หากไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำก็แสดงว่าน้ำนั้นไม่มีเชื้อโรค ดังนั้นจึงสามารถใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นตัวบ่งชี้ถึงการมีเชื้อโรคอยู่ในน้ำได้ และยังทำให้ผู้ตรวจสอบเกิดความปลอดภัยอีกด้วย

2.6 มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

ประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2537 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	คุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ [1/]				
				ประเภท				
				1	2	3	4	5
1	สี กลิ่น และรส (Coloir Odour and Taste)		-	ธ	ธ /	ธ /	ธ /	-
2	อุณหภูมิ (Temperature)		°ซ	ธ	ธ /	ธ /	ธ /	-
3	ความเป็นกรดและด่าง (pH)		-	ธ	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	5.0 - 9.0	-
4	ออกซิเจนละลาย (DO)[2/]	P20	มก./ล.	ธ	6.0	4.0	2.0	-
5	บีโอดี (BOD)	P80	มก./ล.	ธ	1.5	2.0	4.0	-
6	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P80	เอ็ม.พี.เอ็น./ 100 มล.	ธ	5,000	20,000	-	-
7	แบคทีเรียกลุ่มฟีโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	P80	เอ็ม.พี.เอ็น./ 100 มล.	ธ	1,000	4,000	-	-
8	ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	5.0	5.0	5.0	-
9	แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	0.5	0.5	0.5	-
10	ฟีนอล (Phenols)		มก./ล.	ธ	0.005	0.005	0.005	-
11	ทองแดง (Cu)		มก./ล.	ธ	0.1	0.1	0.1	-
12	นิคเกิล (Ni)		มก./ล.	ธ	0.1	0.1	0.1	-
13	แมงกานีส (Mn)		มก./ล.	ธ	1.0	1.0	1.0	-
14	สังกะสี (Zn)		มก./ล.	ธ	1.0	1.0	1.0	-
15	แคดเมียม (Cd)		มก./ล.	ธ	0.005* 0.05*	0.005* 0.05*	0.005* 0.05*	-

ตาราง 2 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

ลำดับ	คุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ 1/ ประเภท				
				1	2	3	4	5
16	โคเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)		มก./ล.	ธ	0.05	0.05	0.05	-
17	ตะกั่ว (Pb)		มก./ล.	ธ	0.05	0.05	0.05	-
18	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		มก./ล.	ธ	0.002	0.002	0.002	-
19	สารหนู (As)		มก./ล.	ธ	0.01	0.01	0.01	-
20	ไซยาไนด์ (Cyanide)		มก./ล.	ธ	0.005	0.005	0.005	-
21	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดมีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	ธ	0.05	0.05	0.05	-
22	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
	- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบเคอเรล/ล.	ธ	0.1	0.1	0.1	-
	- ค่ารังสีเบตา (Beta)		เบเคอเรล/ล.	ธ	1	1	1	-
23	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	1	1	1	-
24	บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	0.02	0.02	0.02	-
25	ดีลดริน (Dieldrin)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	0.2	0.2	0.2	-
26	อัลดริน (Aldrin)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	0.1	0.1	0.1	-

ตาราง 2 แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

ลำดับ	คุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ [1/] ประเภท				
				1	2	3	4	5
27	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อิปอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	0.2	0.2	0.2	-
28	เอนดริน (Endrin)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-

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

การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน แบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ได้แก่แหล่งน้ำที่มีคุณภาพที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1) การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อนและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

3) การประมง

4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อนและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อนและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนามคม

[2/] ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ่ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** ที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

°ซ องศาเซลเซียส

P20 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P80 ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

วิธีการตรวจสอบเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย Standard Methods for Examination of Water and Wastewater ซึ่ง APHA: American Public Health Association, AWWA: American Water Works Association และ WPCF: Water Pollution Control Federation ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนด

ที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

1719304
ปร.
น286ก
2556

สำนักหอสมุด
10 ต.ค. 2560

2.7 ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index: WQI)

โดยทั่วไปน้ำมีการใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่นเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา เพื่อการเกษตรกรรม เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ และเพื่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ เป็นต้น ความต้องการค่าของคุณภาพน้ำจะแตกต่างกัน ขึ้นกับว่านำน้ำไปใช้ประโยชน์ทางด้านใด ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่กล่าวถึง เป็นดัชนีที่บ่งบอกสภาพของแม่น้ำโดยทั่วไป โดยมิได้ระบุโดยตรงว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้ โดยเหตุนี้เราจึงเรียกว่า ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Index) เพื่อบ่งบอก ระดับคุณภาพน้ำว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดี พอใช้ หรือต่ำ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าแม่น้ำดังกล่าวจะต้องดำเนินการควบคุมดูแลอย่างไรบ้าง

WQI หรือ Unweighted Multiplicative River Water Quality Index เป็นวิธีใช้ในการเผยแพร่ให้ความรู้ทางด้านคุณภาพน้ำแก่สาธารณชนทราบ ด้วยคำที่ง่าย วิธีการรวบรัด และเข้าใจโดยง่าย ไม่สลับซับซ้อน ซึ่งใช้อยู่ในสหรัฐอเมริกา และเป็นวิธีหนึ่งที่ถูกใช้ในการจัดทำรายงานเสนอต่อสภาผู้แทนราษฎรของสหรัฐอเมริกา (พัฒนาโดย Brown et al, 1970) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) มีหน่วยเป็นคะแนน เริ่มจาก 0 ถึง 100 คะแนน โดยระดับ 91–100 คะแนน ถือว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ระดับ 71-90 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ระดับ 61-70 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ระดับ 31-60 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม และระดับ 0-30 คะแนนคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก คะแนนเหล่านี้โดยปกติเกิดมาจากการรวมคะแนน ดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ดัชนี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS) แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria, FCB) ไนเตรท (NO^{3-}) ฟอสเฟต ($PO4^{3-}$) ความขุ่น (Turbidity) อุณหภูมิ (Temperature) และความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biological Oxygen Demand, BOD) เข้าด้วยกันเป็นคะแนนรวมอย่างเดียวโดยใช้สมการ WQI = [(pH)(DO)(TS)(FCB)(NO^{3-})($PO4^{3-}$)(Turbid)(Temp)(BOD)]^1/9 ทั้งนี้ที่มาของทั้ง 9 ดัชนีคุณภาพน้ำและคะแนนที่เกี่ยวข้องของแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำ เกิดมาจากการส่งแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญต่างๆ (ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับการพัฒนาระเบิดปรมาณู) โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหลายกำหนดว่าการพิจารณาคุณภาพน้ำทั่วไป ควรดูดัชนีอะไรบ้าง และถ้าจะให้คะแนนตามระดับความเข้มข้นต่างๆ เช่น ค่าออกซิเจน 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจะให้คะแนนเท่าไหร่ ซึ่งผลการรวมความคิดของเหล่าผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว ได้นำไปสู่การพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปซึ่งได้มีการพิสูจน์เปรียบเทียบผลคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้จากวิธีนี้กับความรู้สึกของผู้เชี่ยวชาญแล้วพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

กรมควบคุมมลพิษได้มีการทดสอบวิธีดังกล่าวกับผลคุณภาพน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำ 45 สาย เป็นระยะเวลา 1 ปี และได้ดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยในการรายงานผลดัชนีวัดคุณภาพน้ำทั่วไปจะใช้ดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำ 8 ดัชนี ไม่รวมอุณหภูมิเนื่องจากอุณภูมิของประเทศไทยไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเพื่อให้ WQI มีความอ่อนไหวพอสมควรต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ และจากการทดลองใช้ Modified Water Quality Index กับผลข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำต่างๆ ในประเทศไทย พบว่าการวิเคราะห์ผลอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ดีในทางปฏิบัติ สามารถนำไปใช้ในการอธิบายภาพรวมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ รวมทั้งยังใช้เปรียบเทียบระดับคุณภาพน้ำระหว่างแม่น้ำได้ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการมองภาพรวม เพื่อให้ผู้บริหารและประชาชนซึ่งไม่มีพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจสภาพปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามต่อมาได้มีการปรับปรุงการคำนวณค่า WQI โดยพิจารณาจากดัชนีคุณภาพน้ำจำนวน 5 ตัวแปรเท่านั้น โดยมีเหตุผลการเปลี่ยนวิธีการประเมินคุณภาพน้ำจากค่า WQI เป็น ค่าคะแนนรวมของคุณภาพน้ำ 5 พารามิเตอร์ ดังนี้

1) ค่า WQI เหมาะในการอธิบายภาพรวมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ รวมทั้งยังใช้เปรียบเทียบระดับคุณภาพน้ำระหว่างแม่น้ำได้ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการมองภาพรวม แต่ไม่เหมาะในการนำมาวิเคราะห์ร่วมกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน เนื่องจาก

1.1) WQI มี 3 พารามิเตอร์คือ TP TS และ SS ที่ยังไม่ได้กำหนดในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ดังนั้น กรณีแหล่งน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก ที่มีความขุ่น สูง และบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล เช่นปากน้ำ มีค่า TS และ SS สูง โดยเป็นความขุ่นที่มาจากธรรมชาติตามฤดูกาล ทำให้ค่า WQI โดยรวม อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม

1.2) ที่มาของคะแนนของ แต่ละพารามิเตอร์ ทั้ง 8 ตัวแปร มาจากการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญ และนำข้อมูลมา พร็อต กราฟ แล้วสร้างสมการคำนวณค่าคะแนนแต่ละพารามิเตอร์ขึ้นมา ซึ่งพบว่า ค่าคะแนนแต่ละพารามิเตอร์ ไม่ได้สัมพันธ์กับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

2) การประเมินคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ว่ามีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ ดี พอใช้ เสื่อมโทรม และเสื่อมโทรมมาก ในรายงานสถานการณ์แหล่งน้ำผิวดิน ตั้งแต่ปี 2551 ถึงปัจจุบัน ใช้เทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ โดยมี File คิดเกณฑ์คุณภาพน้ำ เป็นเครื่องมือในการประเมินและได้ส่งมอบ File ดังกล่าว ให้กับสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค (สสภ.) 1-16 แล้ว เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำตามหลักการเดียวกัน โดยวิธีการประเมินนี้ผลพบว่า มีความไม่สัมพันธ์กับ ค่า WQI ค่อนข้างสูงจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงควรหาวิธีการ

ประเมินคุณภาพน้ำ ที่สัมพันธ์และสามารถใช้วิเคราะห์ร่วมกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินได้ โดยมีวัตถุประสงค์เดียวกันกับ WQI คือ ให้ผู้บริหารและประชาชนซึ่งไม่มีพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจสภาพปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้นและง่ายต่อการมองภาพรวม

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้พารามิเตอร์ ในการคำนวณค่า WQI ทั้ง 5 พารามิเตอร์มีดังนี้

1) หลักการในการเลือก พารามิเตอร์

- พารามิเตอร์นั้น ควรมีการกำหนดค่าในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน
- พารามิเตอร์นั้น สามารถใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดิน
- ถ้าพารามิเตอร์ ไม่สามารถใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดินได้ พารามิเตอร์นั้น สามารถประเมินสถานการณ์มลพิษทางน้ำได้
- ถ้าพารามิเตอร์ ไม่สามารถใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดินได้ พารามิเตอร์นั้น ต้องมีความเสี่ยงหรือมีแนวโน้มที่จะเป็นปัญหามากขึ้น
- จากหลักการข้างต้น จึงเลือก 5 พารามิเตอร์ดังนี้

1.1) ออกซิเจนละลาย (DO) ใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดิน สามารถบ่งชี้ถึงความเหมาะสมในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำทั่วไป โดยรวมของแหล่งน้ำแล้วมีปัจจัยหลายอย่าง ที่ทำให้ DO มีค่ามากขึ้นหรือน้อยลง ทั้งนี้น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ก็เป็นปัจจัยหนึ่ง

1.2) ความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) ใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดิน สามารถบ่งชี้ถึงความสกปรกของแหล่งน้ำ สาเหตุสำคัญคือน้ำเสียของแหล่งกำเนิดจากชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม

1.3) การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) ใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดินสามารถบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มจากธรรมชาติ โดยครอบคลุมถึงกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม จากสิ่งขับถ่ายในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น ใช้วิเคราะห์ร่วมกับ FCB

1.4) การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (FCB) ใช้ในการประเมินประเภทแหล่งน้ำผิวดิน สามารถบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม จากสิ่งขับถ่ายในลำไส้ขอสัตว์เลือดอุ่นที่สำคัญคือ คน และหมู สาเหตุสำคัญคือน้ำเสียจากชุมชนและฟาร์มหมู

1.5) แอมโมเนีย (NH_3-N) สามารถบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนน้ำเสียจากกิจกรรมมนุษย์ ได้แก่ การขับถ่ายปุ๋ยการเกษตร อาหารสัตว์น้ำที่เหลือตกค้าง เป็นต้น

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สร้อยดาว วินิจนันทรัตน์ (2553) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองในเขตกรุงเทพมหานคร โดย วิเคราะห์ตัวแปรด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ซึ่งแบ่งเวลาในการเก็บตัวอย่างเป็น 2 ช่วงคือ ฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก เพื่อนำมา เปรียบเทียบและหาค่าดัชนีคุณภาพน้ำโดยแบ่งประเภทและการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ ซึ่งดัชนีคุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ดัชนีคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ ดัชนีมลภาวะในแม่น้ำและดัชนีคุณภาพน้ำของดีเนียส ผลการวิเคราะห์ตัวแปรของคุณภาพน้ำในฤดูแล้งพบปัญหา เรื่องออกซิเจน ละลายน้ำ ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ และคลอไรด์ ส่วนในฤดูน้ำหลากพบปัญหา ในเรื่องของแข็งแขวนลอย ความขุ่นและโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยปัญหาของคุณภาพน้ำเกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลจากการใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ พบว่าในฤดูน้ำหลากมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำสูงกว่าในฤดูแล้ง แต่ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั้ง 2 ฤดูกาลจัดอยู่ในประเภทและการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำเดียวกัน แต่ในฤดูน้ำหลากมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำสูงกว่าในฤดูแล้ง โดยดัชนี คุณภาพของกรมควบคุมมลพิษมีค่าระหว่าง 13-40 ซึ่งจัดอยู่ในประเภทที่เสื่อมโทรมและเสื่อมโทรมมาก

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น (2545) ได้ทำการศึกษา การเก็บและวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินจากสระน้ำภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร และน้ำทิ้งจากอาคาร พบว่า สภาพอากาศของฤดูกาลมีผลต่อคุณภาพน้ำในสระน้ำ ทำให้สารปนเปื้อนในน้ำเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสารแขวนลอยเนื่องมาจากการพัดพาตะกอนดินลงสู่แหล่งน้ำและน้ำทิ้งจากอาคารต่างๆ ลงไปทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีคุณภาพต่ำไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ พารามิเตอร์สำคัญที่ทำให้น้ำมีความสกปรก ได้แก่ บีโอดี และโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 เก็บข้อมูลเบื้องต้น

โดยการรวบรวมข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ลักษณะของแหล่งน้ำและรูปแบบการใช้ประโยชน์ แล้วกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน 4 แหล่ง จำนวนแหล่งละ 3 จุด ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555

3.2 พื้นที่ศึกษา

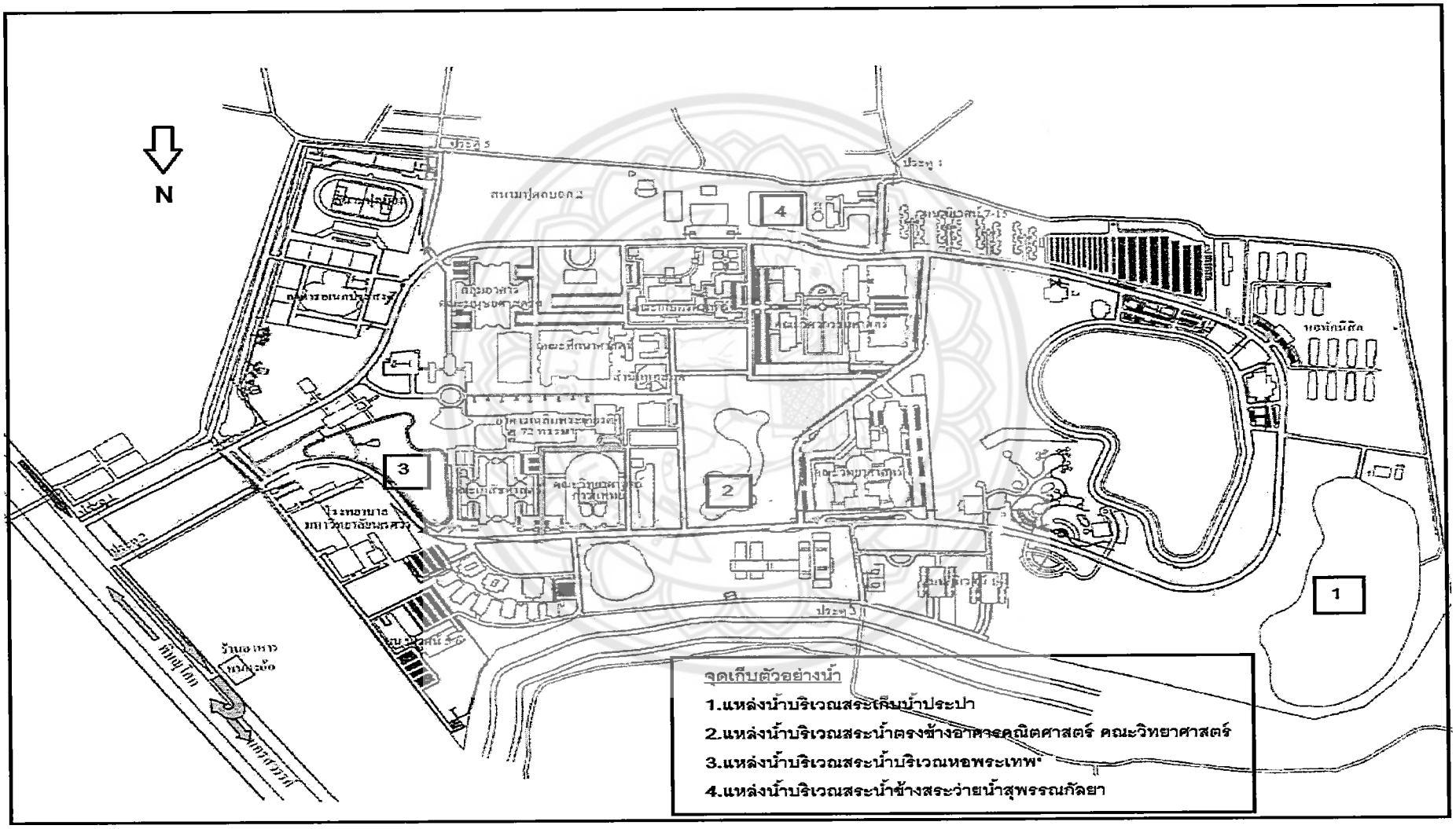
กำหนดพื้นที่ศึกษาจากแหล่งน้ำผิวดินโดยพิจารณาความสำคัญ ได้แก่ เป็นแหล่งน้ำที่สามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ ในมหาวิทยาลัย รวมถึงการใช้แหล่งน้ำเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจของนิสิตและบุคลากรของมหาวิทยาลัยด้วย ทั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ศึกษา คือ แหล่งน้ำผิวดินในมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 4 แหล่ง (ภาพ 7) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างแหล่งละ 3 จุด รวมทั้งหมด จำนวน 12 จุด ได้แก่

1) แหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา (ภาพ 8)

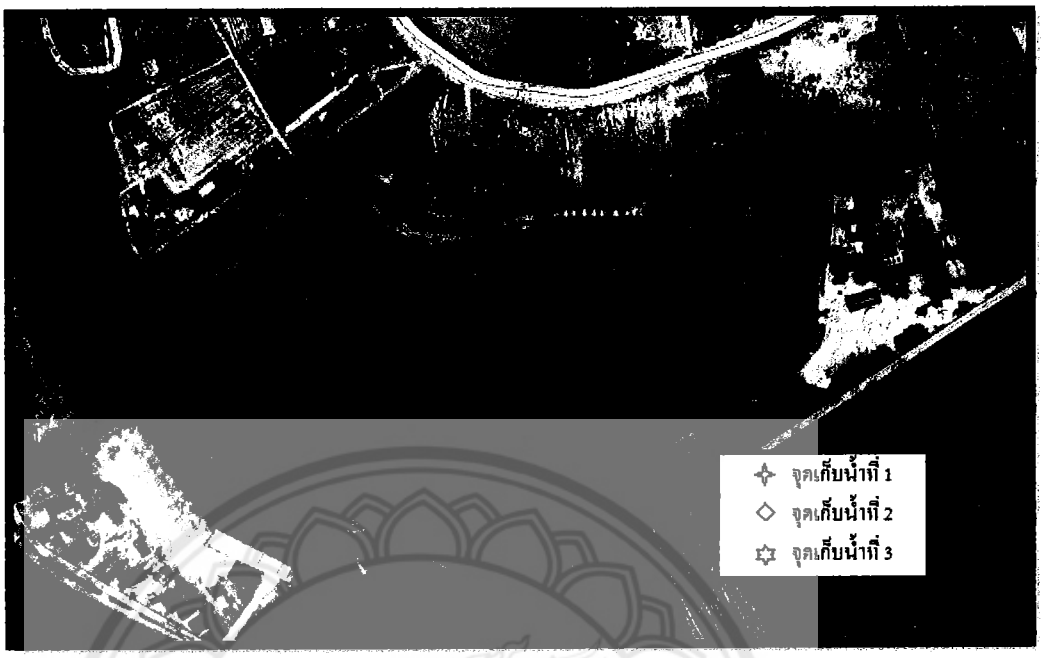
2) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ (ภาพ 9)

3) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ (ภาพ 10)

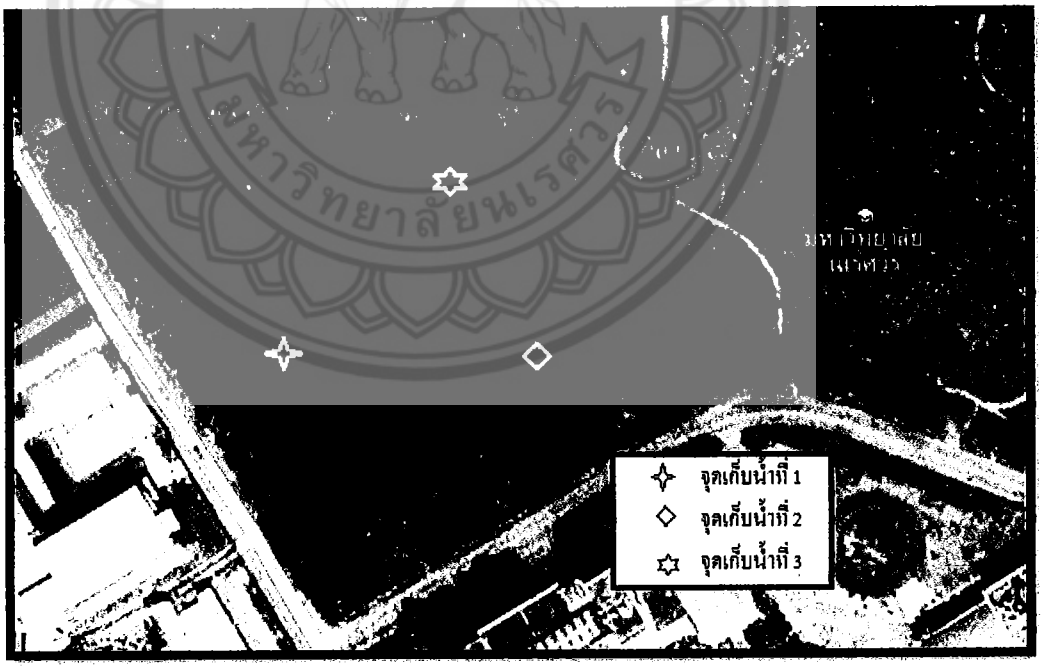
4) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา (ภาพ 11)



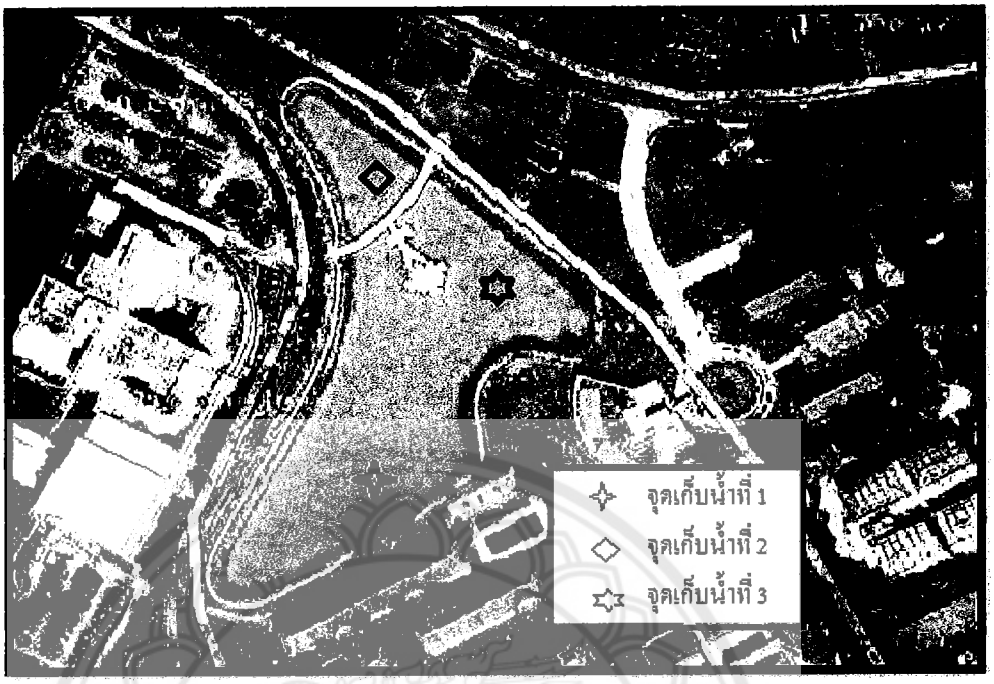
ภาพ 7 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ



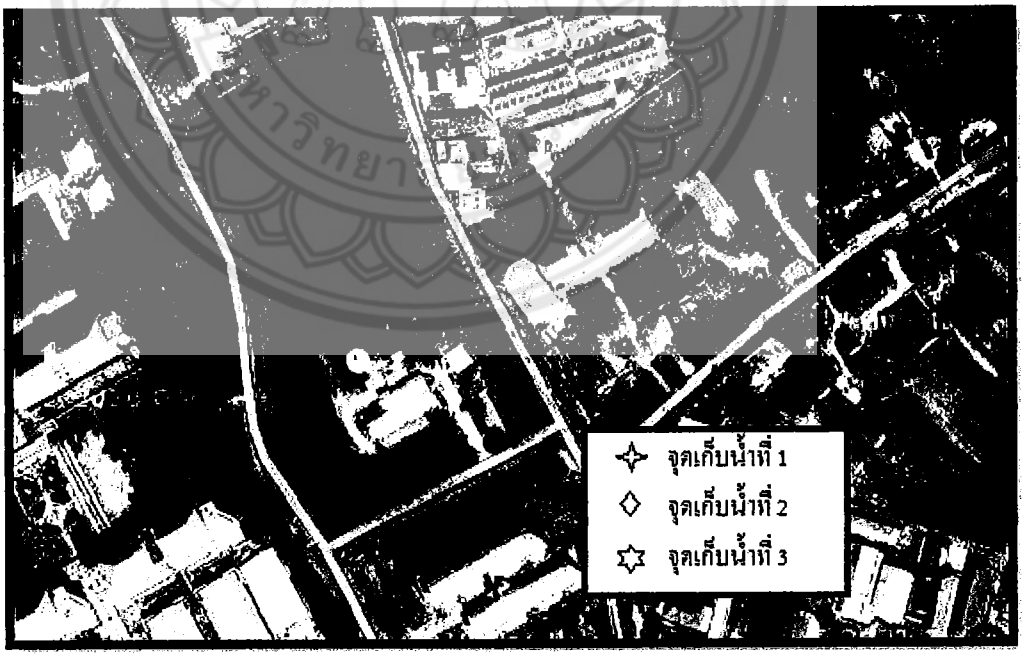
ภาพ 8 จุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา มหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพ 9 จุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพ 10 จุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพ 11 จุดเก็บตัวอย่างแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

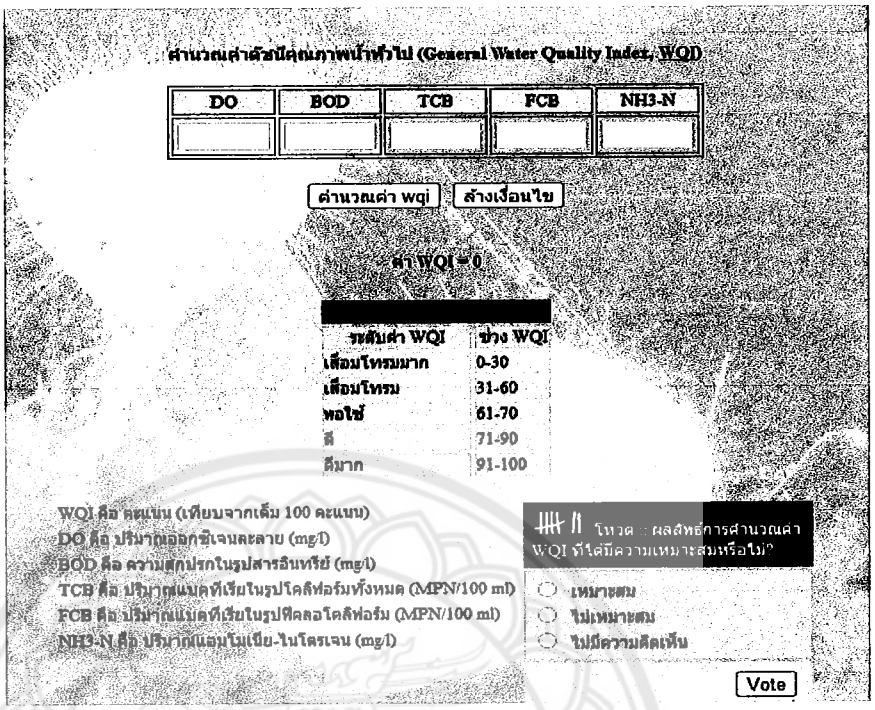
ทำการเก็บตัวอย่างน้ำโดยวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (Grab Sampling) ตามวิธีการที่ระบุใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, และ WEF, 1992) นำตัวอย่างน้ำที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำด้วยวิธีการวิเคราะห์ตามที่ระบุในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงตัวแปรคุณภาพน้ำและวิธีการตรวจวัดหรือวิธีวิเคราะห์

ตัวแปรคุณภาพน้ำ	วิธีตรวจวัด / วิธีวิเคราะห์
อุณหภูมิน้ำ	เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์
ค่าพีเอช (pH)	เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์
ค่าความเค็ม (Salinity)	เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	วิธีเอไซด์โมดิฟิเคชั่นของไอโอโดเมตริก
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB)	Most Probable Number : MPN
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	Most Probable Number : MPN
แอมโมเนีย (NH_3-N)	โดยการกลั่น (distillation)
ของแข็งแขวนลอย (SS)	Gravimetric method

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำแล้ว นำมาตรวจวิเคราะห์หาค่าของแต่ละตัวแปรคุณภาพน้ำ แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสมการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำ (General Water Quality Index, WQI) ของกรมควบคุมมลพิษ (2554) เพื่อประเมินค่าคุณภาพของแหล่งน้ำ และใช้สถิติ F-test ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) แต่ละแหล่งน้ำ



ภาพ 12 โปรแกรมสมการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำ (General Water Quality Index, WQI)
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2554)

3.5 ระยะเวลาที่ศึกษา

ใช้เวลาในการทำวิจัยทั้งสิ้น 4 เดือน ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – ตุลาคม 2555

กิจกรรม	เดือน			
	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
เตรียมงานวิจัย	←——→			
เตรียมวัสดุ/อุปกรณ์	←——→			
เก็บตัวอย่างน้ำ		←——→	←——→	
วิเคราะห์คุณภาพน้ำ		←——→	←——→	
รวบรวมข้อมูล			←——→	
วิเคราะห์ข้อมูล			←——→	
สรุปผล				←——→

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินในมหาวิทยาลัยนเรศวร ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 เป็นเวลา 3 เดือน นำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินและนำเข้าโปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป WQI ของกรมควบคุมมลพิษ (2554) โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

4.1 ลักษณะทั่วไป การใช้ประโยชน์และคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดิน

1) แหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา (พิกัดของแหล่งน้ำคือ 16.734667, 100.196364) มีลักษณะค่อนข้างลึก เป็นอ่างเก็บน้ำประปาขนาดใหญ่ น้ำมีสีเขียวใส มีสัตว์น้ำอาศัยอยู่จำนวนหนึ่ง และใช้ประโยชน์เพื่อการนำน้ำมาผลิตเป็นน้ำประปาให้บริการแก่นิสิตและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

2) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ (พิกัดของแหล่งน้ำคือ 16.742938, 100.193017) เป็นแหล่งรองรับน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่โดยรอบก่อนลงสู่แหล่งน้ำ น้ำมีสีเขียวขุ่น มีสาหร่ายจำนวนมาก พบไม้พุ่มและหญ้าขึ้นอยู่บริเวณโดยรอบสระน้ำ น้ำจากแหล่งน้ำนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการรดน้ำต้นไม้ในบริเวณใกล้เคียงแหล่งน้ำ

3) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ (พิกัดของแหล่งน้ำคือ16.747746, 100.190645) เป็นแหล่งรองรับน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่โดยรอบก่อนลงสู่แหล่งน้ำ น้ำมีสีน้ำตาลอมเหลือง มีสัตว์น้ำอาศัยอยู่จำนวนมาก มีการนำน้ำไปใช้ในการรดน้ำต้นไม้และเป็นสถานที่ในการทำกิจกรรมนันทนาการ พักผ่อนหย่อนใจ

4) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา (พิกัดของแหล่งน้ำคือ 6.744006, 100.198563) เป็นแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ในด้านนันทนาการ พักผ่อนหย่อนใจ สีของน้ำมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลอ่อนค่อนข้างขุ่น มีสัตว์น้ำอาศัยอยู่จำนวนมาก มีต้นไม้ขึ้นปกคลุมโดยรอบบริเวณ

4.2 ลักษณะคุณภาพน้ำและความสามารถในการนำน้ำไปใช้ประโยชน์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ เช่น อุณหภูมิน้ำ สภาพการนำไฟฟ้า (EC) ค่าพีเอช (pH) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) แบคทีเรียกลุ่มฟิคัลโคลิฟอร์ม (FCB) แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ค่าความเค็ม (Salinity) และสารแขวนลอย (SS) ในแหล่งน้ำที่ศึกษา มีดังนี้

1) แหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปาระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 พบว่า น้ำมีค่าอุณหภูมิระหว่าง 31.07-31.61 $^{\circ}$C ค่า EC ระหว่าง 243-250 µS/cm ค่า pH ระหว่าง 7.74-8.51 ค่า DO ระหว่าง 2.9-4.8 mg/L ค่า BOD ระหว่าง 1.4-6.6 mg/L ค่า TCB ระหว่าง 570-1,106.7 MPN/100 ml ค่า FCB ระหว่าง 570-1,106.7 MPN/100 ml ค่า NH_3-N ระหว่าง 1-7.3 mg/L ค่า TDS ระหว่าง 0.14-0.145 mg/L ค่าความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.1 ppt และ ค่า SS ระหว่าง 5-14.67 mg/L

เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า เมื่อพิจารณาจากค่า DO โดยเฉลี่ยพบว่าแหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปามีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3-4 และพบว่า DO มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เมื่อพิจารณาจากค่า BOD เฉลี่ยแหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-5 และพบว่า BOD มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนสิงหาคม เมื่อพิจารณาจากค่า TCB เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-3 และพบว่า TCB มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนกันยายนและตุลาคม เมื่อพิจารณาจากค่า FCB เฉลี่ยแหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-3 และพบว่า FCB มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนกันยายนและตุลาคม และเมื่อพิจารณาจากค่า NH_3-N เฉลี่ยแหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 และพบว่า NH_3-N มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนสิงหาคม (ตาราง 4)

จากค่าคุณภาพน้ำทั้งหมดจะพบว่า แหล่งน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-5 โดย แหล่งน้ำประเภทที่ 2 สามารถนำน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน ใช้ประโยชน์การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ หรือใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ แหล่งน้ำประเภทที่ 3 สามารถนำน้ำใช้อุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน ใช้ในการเกษตร ใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ แหล่งน้ำประเภทที่ 4 สามารถนำน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่า

เชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อน ใช้ในการอุตสาหกรรม ใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 สามารถใช้ในการคมนาคม เท่านั้น ทั้งนี้พบว่าค่าดัชนีที่ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปามากที่สุดคือ NH_3-N

ตาราง 4 คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินบริเวณสระเก็บน้ำประปา

พารามิเตอร์ (หน่วย)	เดือน			ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ ประเภท		
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	2	3	4
DO (mg/L)	2.53 - 3.54 (2.9)	3.94 - 6.18 (4.8)	3.94 - 6.18 (4.8)	6	4	2
BOD (mg/L)	4.3 - 8.7 (6.6)	1.2 - 1.6 (1.4)	1.2 - 1.6 (1.4)	1.5	2	4
TCB (MPN/100 ml)	150 - 1,100 (570)	460 - ≥ 2,400 (1,106.7)	460 - ≥ 2,400 (1,106.7)	5,000	20,000	-
FCB (MPN/100ml)	150 - 1,100 (570)	460 - ≥ 2,400 (1,106.7)	460 - ≥ 2,400 (1,106.7)	1,000	4,000	-
NH_3-N (mg/L)	6.2 - 8.4 (7.3)	0.17 - 2.24 (1.0)	0.17 - 2.24 (1.0)	0.5	0.5	0.5

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่าเฉลี่ย

2) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 พบว่า น้ำมีค่าอุณหภูมิระหว่าง 30.15-31.47 °C ค่า EC ระหว่าง 220-236 µS/cm ค่า pH ระหว่าง 8.36-8.8 ค่า DO ระหว่าง 2.3-4.3 mg/L ค่า BOD ระหว่าง 8-11.8 mg/L ค่า TCB ระหว่าง 1,750-2,400 MPN/100 ml ค่า FCB ระหว่าง 1,750-2,400 MPN/100 ml ค่า NH_3-N ระหว่าง 1.6-9.2 mg/L ค่า TDS ระหว่าง 0.129-0.133 mg/L ค่าความเค็ม มีค่าเท่ากับ 0.09 ppt และ ค่า SS ระหว่าง 16-37mg/L

เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า เมื่อพิจารณาจากค่า DO โดยเฉลี่ยพบว่าแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3-4 และพบว่า DO มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เมื่อพิจารณาจากค่า BOD เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 และพบว่า BOD มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนสิงหาคม เมื่อพิจารณาจากค่า TCB เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-3 และพบว่า TCB มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนกันยายนและตุลาคม เมื่อพิจารณาจากค่า FCB เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-3 และพบว่า FCB มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนกันยายน และตุลาคมและเมื่อพิจารณาจากค่า NH_3-N เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 และพบว่า NH_3-N มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนสิงหาคม (ตาราง 5)

จากค่าคุณภาพน้ำทั้งหมดจะพบว่า แหล่งน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-5 โดย แหล่งน้ำประเภทที่ 2 สามารถนำน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน ใช้ประโยชน์การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ หรือใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ แหล่งน้ำประเภทที่ 3 สามารถนำน้ำใช้อุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน ใช้ในการเกษตร ใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ แหล่งน้ำประเภทที่ 4 สามารถนำน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อน ใช้ในการอุตสาหกรรม ใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 สามารถใช้ในการคมนาคม เท่านั้น ทั้งนี้พบว่า ค่าดัชนีที่ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์มากที่สุดคือ BOD และ NH_3-N

ตาราง 5 คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

พารามิเตอร์ (หน่วย)	เดือน			ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ ประเภท		
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	2	3	4
DO (mg/L)	2.22 - 2.33 (2.3)	3.73 - 4.57 (4.3)	2.57 - 4.55 (3.2)	6	4	2
BOD (mg/L)	10.6 - 12.9 (11.8)	6.7 - 11.8 (8.6)	6.7 - 9.8 (8.0)	1.5	2	4
TCB (MPN/100 ml)	1,100 - ≥ 2,400 (1,750)	≥ 2,400 - ≥ 2,400 (2,400)	≥ 2,400 - ≥ 2,400 (2,400)	5,000	20,000	-
FCB (MPN/100ml)	1,100 - ≥ 2,400 (1,750)	≥ 2,400 - ≥ 2,400 (2,400)	≥ 2,400 - ≥ 2,400 (2,400)	1,000	4,000	-
NH_3-N (mg/L)	7.3 - 11 (9.2)	1.12 - 1.85 (1.6)	1.12 - 1.85 (1.6)	0.5	0.5	0.5

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่าเฉลี่ย

3) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 พบว่า น้ำมีค่าอุณหภูมิระหว่าง 30.37-30.86 °C ค่า EC ระหว่าง 260-265 µS/cm ค่า pH ระหว่าง 8.03-8.46 ค่า DO ระหว่าง 2-3 mg/L ค่า BOD ระหว่าง 2.4-6.5 mg/L ค่า TCB ระหว่าง 1,680-2,400 MPN/100 ml ค่า FCB ระหว่าง 1,680-2,400 MPN/100 ml ค่า NH_3-N ระหว่าง 1.1-1.7 mg/L ค่า TDS ระหว่าง 0.153-0.154 mg/L ค่าความเค็มมีค่าเท่ากับ 0.11 ppt และ ค่า SS ระหว่าง 34-37 mg/L

เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า เมื่อพิจารณาจากค่า DO โดยเฉลี่ยพบว่าแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ มีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 และพบว่า DO มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เมื่อพิจารณาจากค่า BODเฉลี่ยแหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4-5 และพบว่า BOD มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนตุลาคม เมื่อพิจารณาจากค่าTCB เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-3 และพบว่า TCB มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนกันยายน เมื่อพิจารณาจากค่า FCB เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และพบว่า FCB มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนกันยายน และเมื่อพิจารณาจากค่า NH_3-N เฉลี่ยแหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 และพบว่า NH_3-N มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนสิงหาคม (ตาราง 6)

จากค่าคุณภาพน้ำทั้งหมดจะพบว่า แหล่งน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-5 โดย แหล่งน้ำประเภทที่ 2 สามารถนำน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน ใช้ประโยชน์การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ หรือใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ แหล่งน้ำประเภทที่ 3 สามารถนำน้ำใช้อุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน ใช้ในการเกษตร ใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ แหล่งน้ำประเภทที่ 4 สามารถนำน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อน ใช้ในการอุตสาหกรรม ใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 สามารถใช้ในการคมนาคม เท่านั้น ทั้งนี้พบว่า ค่าดัชนีที่ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ มากที่สุดคือ BOD และ NH_3-N

ตาราง 6 คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ

พารามิเตอร์ (หน่วย)	เดือน			ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ ประเภท		
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	2	3	4
DO	1.97 - 2.07	2.74 - 3.43	1.97 - 2.74	6	4	2
(mg/L)	(2.0)	(3.0)	(2.2)			
BOD	5.1 - 6.9	1.3 - 3.4	5.3 - 7.4	1.5	2	4
(mg/L)	(5.8)	(2.4)	(6.5)			
TCB	240 - ≥ 2,400	≥ 2,400 - ≥ 2,400	240 - ≥ 2,400	5,000	20,000	-
(MPN/100 ml)	(1,680)	(2,400)	(1,680)			
FCB	240 - ≥ 2,400	≥ 2,400 - ≥ 2,400	240 - ≥ 2,400	1,000	4,000	-
(MPN/100 ml)	(1,680)	(2,400)	(1,680)			
NH_3-N	1.12 - 2.24	1.12 - 1.12	1.12 - 1.68	0.5	0.5	0.5
(mg/L)	(1.7)	(1.1)	(1.3)			

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่าเฉลี่ย

4) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 พบว่า น้ำมีค่าอุณหภูมิระหว่าง 30.04-30.95 °C ค่า EC ระหว่าง 191-196 µS/cm ค่า pH ระหว่าง 7.54-7.71 ค่า DO ระหว่าง 1.6-4.6 mg/L ค่า BOD ระหว่าง 0.9-4.3 mg/L ค่า TCB ระหว่าง 1,609.3-1,966.7 MPN/100 ml ค่า FCB ระหว่าง 1,609.3-1,966.7 MPN/100 ml ค่า NH_3-N ระหว่าง 0.6-2.2 mg/L ค่า TDS ระหว่าง 0.113-0.128 mg/L ค่าความเค็ม ระหว่าง 0.08-0.09 ppt และ ค่า SS ระหว่าง 22-29 mg/L

เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า เมื่อพิจารณาจากค่า DO โดยเฉลี่ยพบว่า แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา มีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3-5 และพบว่า DO มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เมื่อพิจารณาจากค่า BOD เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-5 และพบว่า BOD มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนสิงหาคม เมื่อพิจารณาจากค่า TCB เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และพบว่า TCB มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนกันยายนและตุลาคม เมื่อพิจารณาจากค่า FCB เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และพบว่า FCB มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนกันยายนและตุลาคม และเมื่อพิจารณาจากค่า NH_3-N เฉลี่ย แหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 และพบว่า NH_3-N มีค่าเฉลี่ยที่สูงในเดือนสิงหาคม (ตาราง 7)

จากค่าคุณภาพน้ำทั้งหมดจะพบว่า แหล่งน้ำจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-5 โดย แหล่งน้ำประเภทที่ 2 สามารถนำน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน ใช้ประโยชน์การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ หรือใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ แหล่งน้ำประเภทที่ 3 สามารถนำน้ำใช้อุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งไปก่อน ใช้ในการเกษตร ใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ แหล่งน้ำประเภทที่ 4 สามารถนำน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อน ใช้ในการอุตสาหกรรม ใช้ในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 สามารถใช้ในการคมนาคม เท่านั้น ทั้งนี้พบว่าค่าดัชนีที่ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา มากที่สุดคือ DO BOD และ NH_3-N

ตาราง 7 คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา

พารามิเตอร์ (หน่วย)	เดือน			ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ ประเภท		
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	2	3	4
DO (mg/L)	1.55 - 1.71 (1.6)	2.1 - 2.62 (2.4)	4.22 - 5.11 (4.6)	6	4	2
BOD (mg/L)	4 - 4.6 (4.3)	0.8 - 1.5 (1.1)	0.8 - 1.12 (0.9)	1.5	2	4
TCB (MPN/100 ml)	28 - ≥ 2400 (1,609.3)	1,100 - ≥ 2,400 (1,966.7)	1,100 - ≥ 2,400 (1,966.7)	5,000	20,000	-
FCB (MPN/100 ml)	28 - ≥ 2400 (1,609.3)	1,100 - ≥ 2,400 (1,966.7)	1,100 - ≥ 2,400 (1,966.7)	1,000	4,000	-
NH_3-N (mg/L)	0.56 - 1.12 (2.2)	0.17 - 1.12 (0.6)	0.17 - 1.12 (0.6)	0.5	0.5	0.5

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่าเฉลี่ย

4.3 ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) ของแหล่งน้ำ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) โดยใช้สมการคำนวณค่า WQI ของกรมควบคุมมลพิษ (2554) ของแหล่งน้ำที่ทำการศึกษา พบว่า ค่า WQI ของแต่ละแหล่งน้ำ มีดังนี้

1) แหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา

ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ของแหล่งน้ำระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 พบว่า มีค่าระหว่าง 31-80 โดยมีค่าเฉลี่ย ระหว่าง 37-64 ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้ (ค่า WQI ระหว่าง 61-70) ถึงเสื่อมโทรม (ค่า WQI ระหว่าง 31-60) ทั้งนี้พบว่าเดือนสิงหาคม เป็นเดือนที่แหล่งน้ำมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำสุด (ภาพ 13)

เมื่อพิจารณาความแตกต่างทางสถิติของค่า WQI ของแหล่งน้ำระหว่างช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (สิงหาคมถึงตุลาคม 2555) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P-value เท่ากับ 0.440

2) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ของแหล่งน้ำระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 พบว่า มีค่าระหว่าง 0-45 โดยมีค่าเฉลี่ย ระหว่าง 11-41 ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพอยู่ในระดับที่เสื่อมโทรม (ค่า WQI ระหว่าง 31-60) ถึง เสื่อมโทรมมาก (ค่า WQI ระหว่าง 0-30) ทั้งนี้พบว่าเดือนสิงหาคม เป็นเดือนที่แหล่งน้ำมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำสุด (ภาพ 13)

เมื่อพิจารณาความแตกต่างทางสถิติของค่า WQI ของแหล่งน้ำระหว่างช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (สิงหาคมถึงตุลาคม 2555) พบว่า ค่า WQI มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ P-value เท่ากับ 0.026 โดยพบว่าค่า WQI ของแหล่งน้ำในเดือนสิงหาคมมีค่าต่ำสุด ขณะที่ค่า WQI ในเดือนตุลาคมและกันยายนมีค่าไม่ต่างกัน

3) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ

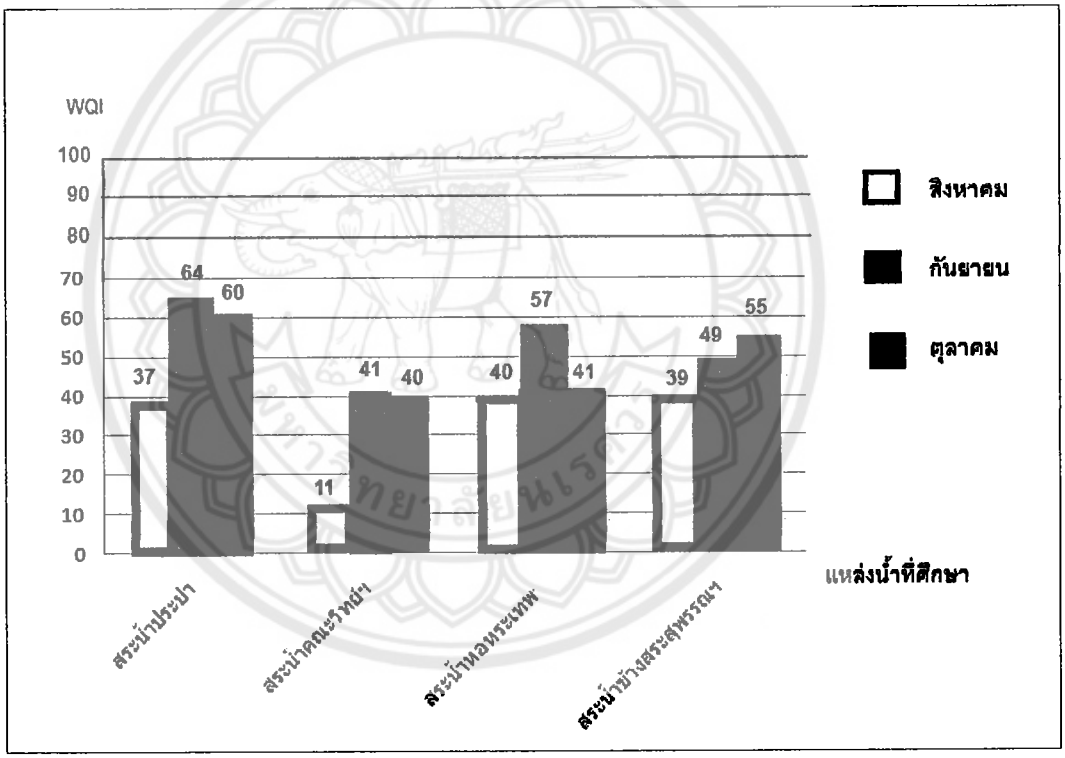
ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ของแหล่งน้ำระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 พบว่า มีค่าระหว่าง 36-60 โดยมีค่าเฉลี่ย ระหว่าง 40-57 ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพอยู่ในระดับที่เสื่อมโทรม (ค่า WQI ระหว่าง 31-60) ทั้งนี้พบว่าเดือนสิงหาคม เป็นเดือนที่แหล่งน้ำมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำสุด (ภาพ 13)

เมื่อพิจารณาความแตกต่างทางสถิติของค่า WQI ของแหล่งน้ำระหว่างช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (สิงหาคมถึงตุลาคม 2555) พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P-value เท่ากับ 0.207

4) แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา

ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ของแหล่งน้ำระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 พบว่า มีค่าระหว่าง 32-64 โดยมีค่าเฉลี่ย ระหว่าง 39-55 ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพอยู่ในระดับที่เสื่อมโทรม (ค่า WQI ระหว่าง 31-60) ทั้งนี้พบว่าเดือนสิงหาคม เป็นเดือนที่แหล่งน้ำมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำสุด (ภาพ 13)

เมื่อพิจารณาความแตกต่างทางสถิติของค่า WQI ของแหล่งน้ำระหว่างช่วงเวลา พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P-value เท่ากับ 0.339



ภาพ 13 กราฟแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่า WQI ระหว่างแหล่งน้ำทั้ง 4 แหล่ง ที่ทำการศึกษาในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่า ในเดือนสิงหาคมค่าของ WQI มีค่าระหว่าง 0-49 โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 11-40 ซึ่งพบว่า แหล่งน้ำที่ศึกษาทั้งหมดมีคุณภาพอยู่ในระดับที่เสื่อมโทรมมาก (ค่า WQI ระหว่าง 0-30) ถึงเสื่อมโทรม (ค่า WQI ระหว่าง 31-60) โดยพบว่า แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำหอพระเทพ มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับสูงสุด และแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำสุด (ภาพ 13) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่า WQI ของแต่ละแหล่งน้ำ พบว่าในเดือนสิงหาคมแต่ละแหล่งน้ำที่ศึกษามีค่า WQI ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P-value เท่ากับ 0.180

ในเดือนกันยายน แหล่งน้ำที่ทำการศึกษามีค่า WQI ระหว่าง 35-80 โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 41-64 ซึ่งพบว่า แหล่งน้ำที่ศึกษาทั้งหมดมีคุณภาพอยู่ในระดับที่พอใช้ (ค่า WQI ระหว่าง 61-70) ถึงเสื่อมโทรม (ค่า WQI ระหว่าง 31-60) โดยพบว่าแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำประปา มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับสูงสุด และแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำสุด (ภาพ 13) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่า WQI ของแต่ละแหล่งน้ำ พบว่าในเดือนกันยายนแต่ละแหล่งน้ำที่ศึกษามีค่า WQI ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P-value เท่ากับ 0.144

ในเดือนตุลาคม แหล่งน้ำที่ทำการศึกษามีค่า WQI ระหว่าง 36-69 โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 40-60 ซึ่งพบว่า แหล่งน้ำที่ศึกษาทั้งหมดมีคุณภาพอยู่ในระดับเสื่อมโทรม (ค่า WQI ระหว่าง 31-60) โดยพบว่าแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำประปา มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับสูงสุด และแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำสุด (ภาพ 13) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่า WQI ของแต่ละแหล่งน้ำ พบว่า ในเดือนกันยายนแต่ละแหล่งน้ำที่ศึกษามีค่า WQI ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ P-value เท่ากับ 0.073

บทที่ 5

บทสรุป

จากการเก็บและวิเคราะห์คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินจากสระน้ำภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 4 แห่ง สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินของสระน้ำในมหาวิทยาลัยนเรศวร มีคุณภาพของแหล่งน้ำโดยส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการศึกษา คือ ในเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 จากการศึกษาค่าคุณภาพน้ำเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน พบว่าแหล่งน้ำมีคุณภาพจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2-5 ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาใช้แตกต่างกัน

จากการศึกษาค่าดัชนีของค่า WQI ของแหล่งน้ำจะพบว่า แหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยมีระดับของคุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรมถึงเสื่อมโทรมมาก โดยจะพบในภาพรวมว่า แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีคุณภาพ (WQI) ต่ำ เมื่อเทียบกับแหล่งน้ำอื่นที่ทำการศึกษา ดัชนีที่พบว่าส่งผลต่อความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำมากที่สุด คือ NH_3-N

อภิปรายผล

การประเมินคุณภาพน้ำผิวดิน ในมหาวิทยาลัยนเรศวร จากการศึกษาแหล่งน้ำที่ทำการศึกษาจำนวน 4 แหล่ง ตั้งแต่เดือนสิงหาคม-ตุลาคม 2555 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าดัชนีคุณภาพน้ำ WQI พบว่า แหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปามีค่า WQI เฉลี่ย ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 ที่ทำการศึกษาเท่ากับ 53 ซึ่งจัดเป็นแหล่งน้ำในระดับที่เสื่อมโทรม โดยเป็นค่า WQI ที่สูงที่สุด เมื่อเทียบกับแหล่งน้ำอื่น ทั้งนี้เนื่องจากสระเก็บน้ำประปาเป็นแหล่งน้ำที่รับน้ำส่วนใหญ่มาจากน้ำฝนและน้ำผิวดินจากแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจะถูกกักพักไว้ในสระน้ำเพื่อทำน้ำประปา ทำให้น้ำมีโอกาสในการฟอกตัวอยู่ในระบบเป็นระยะเวลาหนึ่ง ขณะที่ค่า WQI เฉลี่ยในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2555 ของสระน้ำบริเวณข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะ

วิทยาศาสตร์ มีค่าต่ำสุดซึ่งเท่ากับ 30 จัดอยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลจากสระน้ำบริเวณข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ตั้งอยู่ในที่ลุ่มต่ำทำหน้าที่รองรับน้ำที่ไหล่บ่าจากพื้นที่ข้างเคียง ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบสวนสาธารณะ ถนน และอาคารต่างๆ จึงอาจมีมลสารจากพื้นที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำได้ ซึ่งคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำที่ทำการศึกษานี้ จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ทั้งการอุปโภคบริโภค การเกษตร การนันทนาการ และอื่นๆ

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษา พบว่า คุณภาพของน้ำในสระน้ำของมหาวิทยาลัยนเรศวรโดยส่วนใหญ่ พบว่ายังมีคุณภาพอยู่ในระดับเสื่อมโทรม ซึ่งจะส่งผลกระทบกับระบบนิเวศของแหล่งน้ำและการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นจึงควรต้องมีมาตรการในการป้องกันและแก้ไขปัญหาการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ ภายในมหาวิทยาลัย
2. เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาและงบประมาณ ทำให้ยังไม่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำระหว่างฤดูกาล จึงควรต้องมีการศึกษาต่อไปเพื่อให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2543). **มาตรฐานคุณภาพน้ำและเกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

จุไรรัตน์ ดวงเดือน. (2542). **คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดินในบริเวณศูนย์กลาง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลและสระเก็บน้ำพระรามเก้า.** ปทุมธานี: สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตคลองหก.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. (2539). **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ.** กรุงเทพฯ: พิมพ์ครั้งที่ 7 สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

โยธิน สุริยพงศ์. (2542). **มลพิษสิ่งแวดล้อม.** นครราชสีมา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.

วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่นและชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง. (2542). **โครงการศึกษาประเมินผลกระทบเบื้องต้นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ต่อคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำน่านที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลก.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิไลลักษณ์ กิจวนะพานิช. **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. (2545). กรุงเทพฯ.สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2555, จาก http://www.trf.or.th

อิงครัต คุณูปการ, ณรงค์เดช เรืองบ้านโคนและฐชัย หล่อนิมิตรดี. (2542). **การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร.** ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

APHA, AWWA, and WEF. 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.**

ภาคผนวก

ตารางผนวก 1 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนสิงหาคม 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 1/1	NU 1/2	NU 1/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	31.45	31.24	30.52
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	3.54	2.76	2.53
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	251	248	253
ค่าพีเอช (pH)		9.08	8.4	8.06
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.145	0.144	0.145
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.1	0.1	0.1
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	6.7	4.3	8.7
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	460	150	1,100
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	460	150	1,100
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	6.2	7.3	8.4
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	13	16	15

ตารางผนวก 2 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนสิงหาคม 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 2/1	NU 2/2	NU 2/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	30.35	29.95	
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	2.22	2.33	
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	219	221	
ค่าพีเอช (pH)		8.94	8.66	
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.129	0.129	
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.09	0.09	
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	10.6	12.9	
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	1,100	
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	1,100	
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	11	7.3	
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	39	35	

หมายเหตุ : ในเดือนสิงหาคม จุดเก็บที่ NU 2/3 ไม่สามารถเข้าถึงได้

ตารางผนวก 3 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำแหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนสิงหาคม 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 3/1	NU 3/2	NU 3/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	30.54	30.64	29.92
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	2.07	2.02	1.97
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	262	261	257
ค่าพีเอช (pH)		8.58	8.57	8.24
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.153	0.153	0.153
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.11	0.11	0.11
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	5.1	5.3	6.9
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	240	≥ 2,400
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	240	≥ 2,400
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	2.24	1.12	1.68
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	34	35	35

ตารางผนวก 4 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนสิงหาคม 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 4/1	NU 4/2	NU 4/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	29.84	30.06	30.22
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	1.71	1.61	1.55
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	190	192	191
ค่าพีเอช (pH)		7.97	7.43	7.58
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.113	0.114	0.113
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.08	0.08	0.08
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	4.2	4	4.6
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	28
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	28
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	0.56	1.12	0.56
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	25	31	31

ตารางผนวก 5 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนกันยายน 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 1/1	NU 1/2	NU 1/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	31.67	31.32	31.85
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	6.18	4.32	3.94
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	243	242	245
ค่าพีเอช (pH)		8.19	7.9	7.14
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.14	0.14	0.14
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.1	0.1	0.1
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	1.2	1.6	1.3
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	460	460	≥ 2,400
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	460	460	≥ 2,400
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	0.56	0.17	2.24
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	9	1	14

ตารางผนวก 6 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนกันยายน 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 2/1	NU 2/2	NU 2/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	31.61	31.33	31.46
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	4.57	3.73	4.55
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	229	230	249
ค่าพีเอช (pH)		8.44	8.34	8.3
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.132	0.133	0.133
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.09	0.09	0.09
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	6.7	7.4	11.8
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	≥ 2,400
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	≥ 2,400
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	1.12	1.68	1.85
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	20	22	7

ตารางผนวก 7 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ 3 จุดเก็บตัวอย่างเดือนกันยายน 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 3/1	NU 3/2	NU 3/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	30.83	30.84	30.92
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	2.84	2.74	3.43
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	264	264	267
ค่าพีเอช (pH)		8.06	8.06	7.98
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.154	0.154	0.154
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.11	0.11	0.11
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	2.4	3.4	1.3
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	≥ 2,400
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	≥ 2,400
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	1.12	1.12	1.12
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	29	42	31

ตารางผนวก 8 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนกันยายน 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 4/1	NU 4/2	NU 4/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	30.96	31.01	30.87
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	2.32	2.62	2.1
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	197	196	195
ค่าพีเอช (pH)		7.53	7.64	7.97
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.115	0.115	0.114
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.08	0.08	0.08
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	1.5	0.8	0.9
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2400	≥ 2400	1,100
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2400	≥ 2400	1,100
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	0.17	1.12	0.56
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	18	22	27

ตารางผนวก 9 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระเก็บน้ำประปา 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนตุลาคม 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 1/1	NU 1/2	NU 1/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	31.67	31.32	31.85
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	6.18	4.32	3.94
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	243	242	245
ค่าพีเอช (pH)		8.19	7.9	7.14
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.14	0.14	0.14
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.1	0.1	0.1
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	1.2	1.6	1.3
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	460	460	≥ 2,400
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	460	460	≥ 2,400
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	0.56	0.17	2.24
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	9	12	14

ตารางผนวก 10 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำตรงข้างอาคารคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนตุลาคม 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 2/1	NU 2/2	NU 2/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	31.61	31.33	31.4
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	2.57	3.71	4.55
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	229	230	229
ค่าพีเอช (pH)		8.44	8.34	8.3
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.132	0.133	0.133
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.09	0.09	0.09
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	6.7	7.4	9.8
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	≥ 2,400
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	≥ 2,400
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	1.12	1.68	1.85
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	20	22	16

ตารางผนวก 11 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำบริเวณหอพระเทพ 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนตุลาคม 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 3/1	NU 3/2	NU 3/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	30.84	30.64	29.92
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	2.74	2.02	1.97
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	264	261	257
ค่าพีเอช (pH)		8.06	8.57	8.24
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.154	0.153	0.153
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.11	0.11	0.11
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	7.4	5.3	6.9
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	240	≥ 2,400
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	240	≥ 2,400
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	1.12	1.12	1.68
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	42	35	35

ตารางผนวก 12 ผลการวิเคราะห์แหล่งน้ำบริเวณสระน้ำข้างสระว่ายน้ำสุพรรณกัลยา 3 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนตุลาคม 2555

ปัจจัย/จุดเก็บตัวอย่าง	หน่วย	จุดเก็บตัวอย่าง		
		NU 4/1	NU 4/2	NU 4/3
อุณหภูมิน้ำ	°C	30.96	31.01	30.87
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/L	4.32	4.22	5.11
สภาพการนำไฟฟ้า (EC)	µS/cm	197	196	195
ค่าพีเอช (pH)		7.5	7.54	7.57
ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	0.115	0.115	0.114
ค่าความเค็ม (Salinity)	ppt	0.08	0.08	0.08
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)	mg/L	1.12	0.8	0.9
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด(TCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	1,100
แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB)	MPN/100 ml	≥ 2,400	≥ 2,400	1,100
แอมโมเนีย (NH_3-N)	mg/L	0.17	1.12	0.56
ของแข็งแขวนลอย (SS)	mg/L	18	22	27