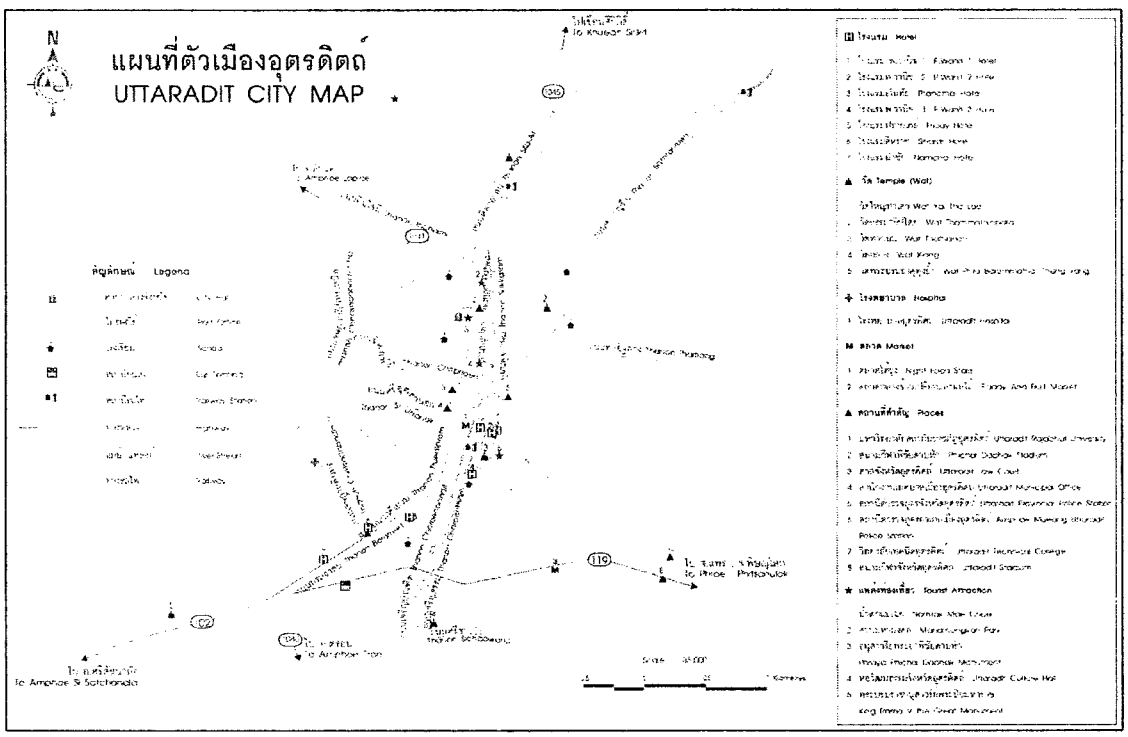
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลทั่วไป

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุม จึงมีฤดูกาลที่เด่นชัด 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน และฤดูแล้ง (Wet and dry season) สลับกัน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงประมาณกลางเดือนตุลาคม ซึ่งในฤดูแล้งจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูแล้งร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม และฤดูแล้งหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ (โชคชัย อัศวินชัย, 2542)

คลองโพ ไหลมาจากด้านเหนือของตัวเมือง ขนานมากับลำน้ำน่าน บรรจบกับลำน้ำที่ไหลมาจากทางทิศตะวันตกของตัวเมือง และไหลลงสู่ด้านทิศใต้ แล้วแยกออกเป็น 2 สาย ที่ด้านใต้ของสำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สายหนึ่งไหลลงสู่ลำน้ำน่านที่บริเวณหลักเขตที่ 7 ของเทศบาลเมืองอุตรดิตถ์ อีกสายหนึ่งไหลเข้าสู่คลองส่งน้ำชลประทานออกไปทางด้านทิศใต้ของตัวเมือง (ภาพที่ 1) คลองโพได้ถูกใช้เป็นแหล่งรองรับน้ำทั้งน้ำฝนและน้ำเสียจากพื้นที่บางส่วนของตัวเมืองอุตรดิตถ์ (คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2539)



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะพื้นที่ไหลผ่านชุมชนของคลองโพ

2. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (Benthic Macroinvertebrate) หมายถึง สัตว์ที่อาศัยอยู่บนหรือแทรกตัวอยู่ในตะกอนท้องน้ำ และหากินตามผิวหน้าดินภายในแหล่งน้ำ ทะเลสาบ ทะเล แม่น้ำ สระน้ำ บ่อน้ำ ลำธาร ตั้งแต่แนวชายฝั่งจนถึงลึกที่สุด (Pennak, 1964; Lind, 1979 และรัฐชา ชัยชนะ, 2546) และมีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงร่อนมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (America Society for Testing and Material) เบอร์ 30 ขนาดตา 0.589 ไมโครเมตร

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินส่วนมากประกอบด้วยสัตว์ในกลุ่มต่าง ๆ ของไฟลัม ดังต่อไปนี้ คือ Annelida, Mollusca และ Arttopoda ได้แก่ พลานาเรีย ไส้เดือนน้ำจืด หอย กุ้ง ตัวอ่อนแมลงและแมลงน้ำ (มยุรี ตั้งธนานุวัฒน์. 2544) ซึ่งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่นำมาประเมินคุณภาพน้ำส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนแมลงน้ำ

2.1 การจำแนกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม มีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน จึงจำเป็นต้องจำแนกว่าเป็นสัตว์ชนิดใด เพราะสัตว์แต่ละชนิดมีความทนทานต่อมลพิษไม่เท่ากัน

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินน้ำจืดกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือแมลงน้ำ ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก และไม่มีแมลงน้ำชนิดใดที่มีลักษณะเหมือนกันเลย (สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. 2550) จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่จะต้องจัดแบ่งแมลงน้ำออกเป็นหมวดหมู่ ซึ่งการจัดหมวดหมู่นั้นเป็นการกำหนดชื่อ รวมทั้งเป็นการตรวจสอบหาชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องของแมลงน้ำ เรียกว่า อนุกรมวิธาน ซึ่งการกำหนดชื่อทางวิทยาศาสตร์นับเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับกันทั่วโลก โดยกำหนดให้แต่ละชนิดมีชื่อเป็นภาษาลาตินประกอบด้วย 2 ชื่อ คือ ชื่อสกุล และชื่อชนิด

2.2 หลักเกณฑ์พื้นฐานทั่วไปที่ใช้จำแนกแมลงน้ำออกเป็นหมวดหมู่

1) พิจารณาลักษณะภายนอกและภายในของแมลงน้ำว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

2) พิจารณาจากรูปแบบการเจริญเติบโตของแมลงน้ำ

3) พิจารณาถึงพฤติกรรมความสัมพันธ์ของแมลงน้ำกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการแพร่กระจายตามถิ่นที่อยู่อาศัย

ตามหลักวิทยาศาสตร์ทั่วไป หน่วยของการจัดการหมวดหมู่ที่ใหญ่ที่สุด คือ อาณาจักร ซึ่งเขียนเป็นลำดับชั้นได้ดังนี้

อาณาจักร (Kingdom) Animal

ไฟลัม (Phylum) Arthopoda

ชั้น (Class) Insecta

อันดับ (Order)

วงศ์ (Family)

สกุล (Genus)

ชนิด (Spicies)

Williams and Feltmate (1992) กล่าวว่า แหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงน้ำแบ่งได้หลายอย่างขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งเขาได้เลือกศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของสภาพ แวดล้อม คือ

1) แหล่งที่อยู่ถาวร (Permanent habitats) มีน้ำตลอดเวลา แต่ละแหล่งมีความแตกต่างกัน ขึ้นกับลักษณะทางธรณีวิทยา สภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะของป่า องค์ประกอบของดิน ปริมาณน้ำ และคุณภาพทางเคมีของน้ำ

2) แหล่งที่อยู่ชั่วคราว (Temporary habitats) มีน้ำบางช่วงขึ้นกับลักษณะทางกายภาพและเคมีของสภาพแวดล้อมสิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวอย่างมากเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

3) แหล่งที่อยู่ที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made habitats) ได้แก่ อ่างเก็บน้ำ คลองส่งน้ำ

การจัดจำพวกของแมลงโดยอาศัยโครงสร้างภายนอก ได้แก่ หัว อก ปาก ตา หนวด ขา เส้นปีก และอวัยวะบางอย่างที่อยู่ส่วนท้องของแมลง เช่น Stylicollophore, แพนหาง (cerci), ขาเทียม (Proleg), เหงือก (gill) และอวัยวะสืบพันธ์ และนอกจากนี้ยังอาศัยลักษณะอื่น ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง การเจริญเติบโต การเคลื่อนที่ การกินอาหาร การหายใจ พฤติกรรม รวมถึงที่อยู่อาศัย ซึ่งสามารถจัดอันดับของแมลงน้ำได้ทั้งหมด 13 อันดับ (ภูษณี สิงหพันธ์, 2523) ดังนี้

1) อันดับ Collembola ได้แก่ กลุ่มแมลงหางดีด (Spring tail)

2) อันดับ Ephemeroptera ได้แก่ กลุ่มแมลงชีปะขาว (Mayfiles)

3) อันดับ Odonata ได้แก่ กลุ่มแมลงปอ (Dragonfiles) และแมลงปอเข็ม (Damselfiles)

4) อันดับ Orthoptera ได้แก่ กลุ่มแมลงกระชอนแคระ (Pygmy molecrickets)

5) อันดับ Plecoptera ได้แก่ กลุ่มแมลงเกาะหิน (Stonefiles)

6) อันดับ Hemiptera ได้แก่ กลุ่มมวนน้ำ (Water bug)

7) อันดับ Megaloptera ได้แก่ แมลง alderfile ในวงศ์ Sialidae แมลง Dobsonfiles และ Fishfiles ในวงศ์ Corydalidae

8) อันดับ Tricoptera ได้แก่ กลุ่มแมลงหนอนปลอกน้ำ (Caddisfiles)

9) อันดับ Neuroptera ได้แก่ วงศ์ Sisyridae

10) อันดับ Lepidoptera ได้แก่ กลุ่มผีเสื้อ มีอยู่ 4 สกุล เท่านั้นที่ตัวอ่อนอยู่ในน้ำ

11) อันดับ Coleoptera ได้แก่ กลุ่มด้วงน้ำ (Water beetle)

12) อันดับ Hymenoptera ได้แก่ พวกต่อเบียน (Ichneumon files) และต่อเบียนฝอย (Chalcid files)

13) อันดับ Diptera ได้แก่ กลุ่มแมลงสองปีกทุกชนิด

3. การใช้กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินประเมินระดับคุณภาพน้ำ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินแต่ละชนิดจะสามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพที่แตกต่างกันออกไป คือตั้งแต่แหล่งน้ำที่สะอาดไปจนถึงแหล่งน้ำที่มีความสกปรก ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพแหล่งน้ำต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เช่น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO), อุณหภูมิ, ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความเร็วของกระแสน้ำ การปนเปื้อนของปริมาณสารอินทรีย์หรือสารมลพิษต่างๆ จึงสามารถแบ่งคุณภาพน้ำออก เป็น 5 ระดับ คือ คุณภาพน้ำดีมาก ดี พอใช้ สกปรก และสกปรกมาก (นฤมล แสงประดับ และคณะ, 2541) ซึ่งมีผลทำให้พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่แตกต่างกันออกไปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับคุณภาพน้ำและชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

ระดับคุณภาพน้ำ	ลักษณะของแหล่งน้ำ	ชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบ
1. คุณภาพน้ำดีมาก	แหล่งต้นน้ำลำธารที่ไม่ถูกรบกวน	- ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน[a] - ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีปลอกทุกวงศ์ ยกเว้นตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำเข็ม วงศ์ Lepyoceridae[a], ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใส วงศ์ Corydalidae[a] - ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae[a,c] , Tricorythidae[a]
2. คุณภาพน้ำดี	แหล่งต้นน้ำลำธารที่ถูกรบกวน	- ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวหัวเหลี่ยม วงศ์ Leptophlebiidae[a] - ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำไม่มีปลอกทุกวงศ์ ยกเว้นตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำขาสั้น วงศ์ Ecnomidae, ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำขาใบพาย วงศ์ Dipseudopridae[a] - ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสวงศ์ Sialidae[a] - ตัวอ่อนแมลงปอวงศ์ Micromiidae[a], Cordulegastridae[a,c], Gomphidae[a,c] - ด้วงสี่ตา วงศ์ Gyrinidae [a], ตัวอ่อนเหรียญน้ำ วงศ์ Psephenidae[a], ตัวอ่อนริ้นดำ วงศ์ Simuliidae [a]
3. คุณภาพน้ำพอใช้	บริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์	- ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวเข็ม วงศ์ Baetidae [a], ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำเข็ม วงศ์ Leptoceridae [a] - ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำรังไหม วงศ์ Hydropsychidae[a,b], ด้วงน้ำไหล วงศ์ Elmidae[a], กุ้งและหอยขม[a]
4. คุณภาพน้ำสกปรก .	บริเวณที่มีการปนเปื้อนของสาร อินทรีย์ค่อนข้างมาก	- ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวกระโปรง วงศ์ Caenidae[a] - ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำขาสั้น วงศ์ Ecnomidae[a] - ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำขาใบพาย วงศ์ Dipseudepsidae[a,b]
5. คุณภาพน้ำสกปรกมาก	บริเวณที่มีการปน เปื้อนของสารอินทรีย์สูงมาก หรือมีค่าการนำไฟฟ้าสูง	- หนอนแดง วงศ์ Chironomidae [a,b,c] - ตัวอ่อนริ้นน้ำกร่อย วงศ์ Chaobonidae[a] - ไส้เดือนน้ำจืด[a, b]

ที่มา : ปรับปรุงจาก [a] นฤมล แสงประดับและคณะ (2541), [b] บุญเสฐียร บุญสูง (2545) และ [c] ศิราภรณ์ ชื่นบาล (2548)

3.1 การใช้ดัชนีชีวภาพในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ดัชนีทางชีวภาพใช้นับความไวหรือความทนทานของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดหรือแต่ละกลุ่มที่มีต่อมลภาวะ และให้คะแนนสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ซึ่งได้ผลรวมเป็นเครื่องบ่งชี้มลภาวะของแต่ละจุดการศึกษา ข้อมูลที่ได้อาจเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (มี-ไม่มี) หรือเชิงประมาณ (Monson,1996)

มีการใช้ระบบค่าคะแนนดัชนีเพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำ เช่น BMWP Score (Biological Monitoring Working Party) เป็นดัชนีที่เริ่มขึ้นในประเทศอังกฤษโดย National Water Council ในปี 1981 จำแนกตัวอย่างในระดับวงศ์แล้วให้คะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 10 ซึ่งวงศ์ที่ไม่ทนทานต่อมลพิษจะมีค่าคะแนนสูงกว่าวงศ์ที่มีความทนทานต่อมลพิษได้มากกว่า แล้วจึงหาคะแนนรวมของแต่ละจุดการศึกษาได้เป็นค่า BMWP Score แต่ค่าคะแนนที่ได้จากการใช้ระบบ BMWP Score เมื่อเปรียบเทียบกับระดับปริมาณสารปนเปื้อนที่มีอยู่จริงแล้วมักได้ผลที่ไม่ตรงกัน (Rosenberg และ Resh, 1993)

ต่อมาได้มีการพัฒนาการใช้ระบบค่าคะแนนที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำธรรมชาติ และช่วยลดความแปรปรวนที่เกิดจากฤดูกาลและขนาดของพื้นที่ศึกษา (Rosenberg และ Resh, 1993) และค่อนข้างไวในการตรวจสอบสิ่งแวดล้อม เป็นดัชนีที่มีประโยชน์ใช้ได้ง่ายสามารถประยุกต์ใช้ได้กับแหล่งน้ำและสภาพภูมิศาสตร์ที่กว้างกว่าได้ดีกว่าดัชนีชนิดอื่น ๆ (Abel, 1993 อ้างถึง Armitage *et. al.*, 1983) โดยถูกดัดแปลงจากระบบ BMWP Score เรียกว่า ASPT (Average Score Per Taxon) โดยนำผลรวมของค่าคะแนนจากระบบ BMWP Score ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมาหารด้วยจำนวนวงศ์ที่พบทั้งหมด ซึ่งจะมีค่าไม่เกิน 10

ดังสูตร

$$ASPT = \sum ti/n$$

กำหนดให้ ti = ค่าคะแนนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินแต่ละวงศ์ที่ถูกกำหนดขึ้นในระบบค่าคะแนน BMWP

n = จำนวนของวงศ์ที่พบทั้งหมดในแต่ละจุด

สำนักการจัดการน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ได้นำค่าเฉลี่ย ASPT ที่ได้จากค่าคะแนนในระบบ BMWP Score ที่จัดตาม Biotic Index of Thailand Freshwater Invertebrate ของ Mustow 2002 ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำตามกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่พบ มาทำการ

เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดินและคุณภาพแหล่งน้ำทั่วไป (สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2550) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนน (ASPT) จากการศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน กับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ค่าเฉลี่ย (ASPT)	มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	คุณภาพน้ำทั่วไป
1-2	ระดับ 5	น้ำสกปรก
3-4	ระดับ 4	น้ำค่อนข้างสกปรก
5-6	ระดับ 3	น้ำคุณภาพปานกลาง
7-8	ระดับ 2	น้ำคุณภาพค่อนข้างดี
9-10	ระดับ 1	น้ำคุณภาพดี

ที่มา : สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2550)

หมายเหตุ : มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปี 2537 กำหนดไว้ 5 ประเภท หรือ 5 ระดับ

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา

ในการประเมินคุณภาพน้ำจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมีและชีวภาพควบคู่กันไป ซึ่งมีหลายพารามิเตอร์ที่ต้องตรวจวัดซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าจะประเมินคุณภาพน้ำประเภทใด สำหรับการศึกษาครั้งนี้เพื่อให้สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในแหล่งน้ำชุมชนทั่วไป จึงใช้พารามิเตอร์ที่ใช้กำหนดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งประกอบด้วยพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้

4.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิ หมายถึง ระดับความร้อน อุณหภูมิของน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำลำธารหรือแหล่งน้ำตามธรรมชาติสาธารณะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่สิ่งมีชีวิตในน้ำอาจถึงตายได้ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำทิ้งสูงเกินไป และยังมีผลให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลงและมีผลต่อกลิ่นของน้ำอีกด้วย ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมยอมให้อุณหภูมิของน้ำที่ปล่อยลงสู่ลำน้ำสาธารณะได้ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2547)

4.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง หมายถึง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ซึ่งแสดงถึงค่าความเป็นกรดหรือด่างของน้ำนั้นๆ เป็นค่าที่มีประโยชน์ต่อการบำบัดน้ำเสียทั้งทางชีวภาพและทางเคมี เช่น ถ้าน้ำเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง จะเหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

4.3 ค่าปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen ; DO)

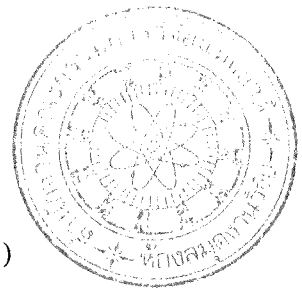
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นลักษณะสำคัญที่จะบอกถึงน้ำว่ามีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ในน้ำสะอาดจะมีค่าออกซิเจนละลายในช่วง 14.6-7 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อุณหภูมิ 0-35 องศาเซลเซียส ซึ่งการละลายน้ำจะลดลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น และสิ่งเจือปนในน้ำ เช่น ความเค็ม ของแข็งแขวนลอย ฯลฯ ซึ่งโดยทั่วไปปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ คือ 5 มิลลิกรัม/ลิตร และถ้าต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร จะไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ดังนั้นควรมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร (คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. 2545)

4.4 ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand ; BOD)

BOD เป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และออกซิเจนที่ใช้ในการออกซิไดซ์สารอนินทรีย์ ซึ่งค่า BOD จะเป็นค่าที่มีความสำคัญอย่างมากในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ซึ่งจะบ่งบอกถึงปริมาณการเจือปนของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำและสามารถวัดค่าความสกปรกของแหล่งน้ำได้ (เกษม จันทร์แก้ว, 2544)

4.5 ไนเตรทไนโตรเจน (Nitrate Nitrogen ; NO_3-N)

ไนเตรทในน้ำอาจมาจากการเติมออกซิเจนแก่สารประกอบไนไตรท์และจากการใช้ปุ๋ยในแหล่งเกษตรกรรมที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เช่น ยูเรีย ไนเตรทที่มีอยู่ในน้ำมีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ เพราะพืชใช้ไนเตรทเป็นแหล่งไนโตรเจนในการสร้างโปรตีนเพื่อเป็นอาหาร ตามปกติแล้วไนเตรทในน้ำดื่มมีปริมาณไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ในน้ำเสียมีค่ามากกว่านี้ ไนเตรทในน้ำใต้ดินมีปริมาณสูงกว่าน้ำบนผิวดิน แต่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนไนเตรทและไนไตรทเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย เรียกขบวนการนี้ว่า denitrification และปฏิกิริยาดำเนินไปจนถึงได้ก๊าซไนโตรเจนสู่บรรยากาศ



4.6 แอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia Nitrogen ; NH_3-N)

สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนเมื่อถูกเติมออกซิเจนมักเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียไนโตรเจนเป็นส่วนใหญ่ และอาจอยู่ในรูปแอมโมเนียไฮดรอกไซด์และแอมโมเนียมคาร์บอเนตเป็นส่วนน้อย นอกจากนี้แอมโมเนียอาจมาจากการย่อยสลายของกรดอะมิโน ตามปกติแอมโมเนียในน้ำไม่เสียมีปริมาณน้อยกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำเสียมีปริมาณมากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าน้ำเสียมากอาจมีปริมาณถึง 10 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าแอมโมเนียละลายน้ำได้ดีมากเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียสและ ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงๆ ประมาณ 8 แต่ถ้าอุณหภูมิน้ำสูงมากๆ แอมโมเนียจะระเหยออกไปจากแหล่งน้ำ แต่ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำและอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส แอมโมเนียในน้ำจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมอิออน (NH_4^+) และอาจถูกยึดไว้โดยธาตุหรือสารประกอบที่มีประจุลบ ตกตะกอนหรืออาจถูกยึดไว้โดยดิน แอมโมเนียเมื่อเติมออกซิเจนและมีแบคทีเรียที่เรียกว่า nitrifying bacteria สกุล nitrosomonas จะเปลี่ยนรูปเป็นไนไตรท์ดังสมการ

$$2NH_3 + 3O_2 \xrightarrow[\text{aerobic}]{\text{Nitrosomonas}} 2NO_2^- + 2H^+ + 2H_2O$$

4.7 ตะกั่ว (Lead; Pb)

ตะกั่วพบในธรรมชาติอยู่ในรูปของธาตุอิสระบ้าง แต่มีน้อย และปริมาณตะกั่วในรูปของสารประกอบก็มีไม่มากเช่นเดียวกัน ประโยชน์ของตะกั่วมีมากมาย เช่น ใช้ในการบัดกรีเชื่อมโลหะ ยาปราบศัตรูพืช หล่อตัวพิมพ์ ใช้ในการสังเคราะห์สารเตตะเอทิลเลด (Tetraethyllead: TEL) เป็นสารที่ใช้เติมแก๊สโซลีนเพื่อเพิ่มเลขออกเทน (Octane number) ของแก๊สโซลีน ใช้ในแบตเตอรี่ เนื่องจากแบตเตอรี่รถยนต์ที่ใช้ทั่วไปเป็นซัลวานิกที่ใช้โลหะตะกั่วเป็นอาโนด (Anode) และออกไซด์ของโลหะตะกั่ว (PbO_2) เป็นคาโทด (Cathode)

ความเป็นพิษเมื่อร่างกายรับเข้าไปในปริมาณที่สูงกว่า 0.25 ppm จะเกิดอาการเป็นพิษเฉียบพลัน เช่น อาการปวดท้องอย่างรุนแรง อุจจาระมีสีดำ ช็อค ตื่นเต้น ความจำเสื่อม และทำลายไต นอกจากจะเป็นพิษกับมนุษย์แล้ว เมื่อมีการปนเปื้อนของตะกั่วในแหล่งน้ำแล้ว จะส่งผลกระทบต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ทำให้สิ่งมีชีวิตดังกล่าวลดจำนวนลงอย่างมีนัยสำคัญ (Reinhold-Ducok van Heel *et al.,* 1999)

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 15 ก.ค. 2548 เลขทะเบียน 243927 เลขเรียกหนังสือ

4.8 แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (*Coliforms* Bacteria)

หมายถึงกลุ่ม ของแบคทีเรียในวงศ์ *Enterobacteriaceae* ที่มีรูปร่างท่อนสั้น ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เป็นพวกที่ไม่ต้องการอากาศ หรือ Facultative anaerobe สามารถหมักน้ำตาลแลคโตสให้กรด และแก๊สได้ภายใน 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ตัวอย่างแบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ Escherichia coli ซึ่งโดยปกติมักพบอยู่ในทางเดินอาหารสัตว์เลือดอุ่น และของคน ฉะนั้นจะมากในอุจจาระ

ดังนั้นจึงเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงความสกปรกที่ปนเปื้อนมาจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ โดยที่แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มนี้ อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์โดยไม่ก่อให้เกิดโรค แต่หากพบแบคทีเรียกลุ่มนี้ในแหล่งน้ำมาก ๆ อาจจะแสดงได้ว่า แหล่งน้ำนั้นมีโอกาสที่จะมีเชื้อโรคบางชนิดแพร่กระจายปะปนอยู่ในแหล่งน้ำได้ เช่น อหิวาต์ บิด ไทฟอยด์ เป็นต้น ซึ่งถ้าตรวจพบในน้ำ ก็แสดงว่าน้ำนั้นน่าจะไม่ปลอดภัย (กรรณิการ์ สิริสิงห์ และคณะ, 2525)

5. การมีส่วนร่วมในการประเมินคุณภาพน้ำ

การจัดการการฝ้าระวัง ติดตาม ตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำในชุมชนถือว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งในกระบวนการของสิ่งแวดล้อม ที่ผ่านมามีการประชุมในหลายประเทศเกี่ยวกับหลักการใหม่ของสิ่งแวดล้อมให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น ประเทศอัฟริกาให้ได้มีการดำเนินการปรับปรุงเพื่อนำไปสู่การพัฒนาคนในประเทศให้เกิดจิตสำนึกและเกิดความห่วงสิ่งแวดล้อมของชุมชนและปัญหาที่เกี่ยวข้อง เพื่อ ให้คนมีความรู้ มีทัศนคติที่ดี สามารถมีส่วนร่วมในการช่วยกันดูแลและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ณ ปัจจุบัน อีกทั้งยังป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นในอนาคต (Department of Environmental Affairs, 1989 อ้างถึงใน คงศักดิ์ ธาตุทอง, 2548) ซึ่งเป็นหลักแนวคิดที่สอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยจัดทำขึ้นเพื่อเยาวชนในชุมชน มีจิตสำนึกและสามารถนำความรู้ที่ผ่านกระบวนการอบรมและปฏิบัติไปดูแลแหล่งน้ำในชุมชนของตนได้

อดีต การให้ความรู้สาธารณะและการเสริมสร้างจิตสำนึกนั้น มักเป็นแนวการเผยแพร่เฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับมลภาวะและปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะปัญหาเรื่องน้ำ โดยออกมาในรูปแบบของบทความในหนังสือพิมพ์หรือสารคดีทางวิทยุ โทรทัศน์ และโครงการรณรงค์หลากหลายรูปแบบ เช่น การรณรงค์สร้างจิตสำนึก และการทำกิจกรรมในวันสำคัญต่าง ๆ ซึ่งยังขาด

ประเด็นการมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาทรัพยากรสาธารณะที่มีอยู่เดิมในชุมชนของตนเอง แต่ ณ ปัจจุบันประชาชน หรือเยาวชนส่วนใหญ่รับรู้ว่าชุมชนของตนกำลังมีปัญหาและเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอะไรบ้าง (คงศักดิ์ ธาตุทอง, 2548) ดังนั้นจึงสามารถดึงประเด็นที่เยาวชนในชุมชนสามารถมีส่วนร่วมได้ โดยทำออกมาในรูปแบบการศึกษาหรือการวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยมีงานวิจัยและโครงการต่าง ๆ มากมายที่ใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมาเป็นดัชนีในการติดตามเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำ ซึ่งในปี พ.ศ. 2539-2546 มูลนิธิโลกสีเขียวได้ดำเนินโครงการนักสืบสายน้ำ โดยใช้การสำรวจคุณภาพน้ำทางชีวภาพด้วยการสังเกตสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเพื่อประเมินสภาพแวดล้อมของลำธารในเขตภาคเหนือของประเทศไทย และยังได้จัดทำคู่มือสัตว์เล็กน้ำจืดเพื่อให้กลุ่มชาวบ้านหรืออาสาสมัครจำแนกชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินได้ง่ายขึ้น ทำให้สามารถใช้ประโยชน์คู่มือดังกล่าวเพื่อดูแลลำน้ำของชุมชนในทำนองเดียวกันสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10 จังหวัดขอนแก่น ได้มอบหมายให้นฤมล แสงประดับ (2544) ได้จัดทำคู่มือนาฬิกาสัตว์หน้าดินสำหรับแสดงคุณภาพของน้ำซึ่งได้นำไปใช้กับกลุ่มรักษ์สายน้ำ และชมรมชาวบ้านอาสาสมัครอนุรักษ์ลำน้ำพอง คู่มือนี้เรียงลำดับจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่ต้องการอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีออกซิเจนละลายน้ำสูงไปหาต่ำ คือ ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีปลอกและตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำไม่มีปลอก ตัวอ่อนแมลงปอ กุ้ง ปู หนอนแดง และไส้เดือนน้ำจืด ตามลำดับ เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำด้วยตนเองของชุมชนท้องถิ่น (นฤมล แสงประดับ, 2542) และจากการสำรวจห้วยลำพะเนียงโดยการมีส่วนร่วมของนักเรียนและนักศึกษาในโครงการค่ายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีพบว่า ใช้ดัชนีทางชีวภาพสามารถใช้ได้ดีและมีความเหมาะสมในการเฝ้าระวัง ติดตามตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำ (ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544) เช่นเดียวกับทางภาคเหนือก็ได้มีการศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชน โดย สุทธิพงษ์ วสุโสภาพล (2547) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการมีส่วนร่วมของกลุ่ม/องค์กรชุมชนในการสร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการมีสุขภาพดี กรณีเฝ้าระวังและติดตามคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน โดยศึกษาจากการดำเนินงานร่วมกับชุมชน ทั้งประชุมและระดมความคิด ผลการศึกษาพบว่า ชุมชนได้รวมกลุ่มกันเพื่อเรียนรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศในแม่น้ำน่านและได้แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกัน โดยมีผู้นำทางความคิด ผสมผสานระหว่างความเชื่อดั้งเดิม

กับแบบใหม่จนสามารถสร้างจิตสำนึกสาธารณะแก่ชุมชนได้ และเกิดกิจกรรมในการดูแล อนุรักษ์แหล่งน้ำ โดยก่ารกำหนดเป็นเขตห้ามจับปลาหรือเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ (วังปลา) ซึ่งเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำโดยชุมชน เนื่องจากสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมของปลาในการใช้ระยะเวลาขึ้นมารับออกซิเจนที่ผิวน้ำบ่อยครั้งเพียงใด เป็นต้น ซึ่งรูปแบบการมีส่วนร่วมดังกล่าวสามารถพัฒนาเป็นหน่วยปฏิบัติการในการเฝ้าระวังและติดตามคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายต่าง ๆ ในประเทศได้

นอกจากวิธีการเฝ้าระวัง ติดตาม ตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยการใช้ดัชนีชีวภาพแล้วนั้น วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่สำคัญคือ การตรวจสอบโดยตรวจวิเคราะห์คุณภาพกายภาพและทางเคมี ซึ่งมีหลายการศึกษาค่อนข้างมาก เช่น อุไรวรรณ อินม่วง (2541) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำของบึงทุ่งสร้าง เพื่อเป็นการติดตาม เฝ้าระวังสถานการณ์คุณภาพน้ำในบึงทุ่งสร้าง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติสารธารณะ มีการใช้ประโยชน์ของชุมชน และเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียบางส่วนจากเทศบาลนครขอนแก่น โดยการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี พบว่า น้ำเสียจากชุมชนดังกล่าว มีผลทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง พรรณวดี ธำรงหวัง และคณะ (2542) ได้ทำ การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่านอกจากกิจกรรมการปล่อยน้ำเสียของชุมชนแล้ว การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่างๆ กิจกรรมมนุษย์ อิทธิพลของน้ำทะเล และลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำ ยังมีผลต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลงด้วย ทั้งนี้คุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมลงมีผลต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชน ดังเช่นที่ ชุมชนอำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก เกิดปัญหาความเดือดร้อนที่ชาวบ้านร้องเรียนมากคืออาการและโรคผิวหนังเนื่องจากการสัมผัสน้ำ ซึ่งน้ำในแม่น้ำไม่สามารถอุปโภคและบริโภคได้ ชาวบ้านระบุสาเหตุเกิดจากภาวะ "น้ำเขียว" ยรรยงค์ อินทร์ม่วง และคณะ จึงได้ได้ทดลองและออกแบบวิจัยเป็น Planned participatory action research โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมทุกขั้นตอนในทุกกระบวนการวิจัย (ยรรยงค์ อินทร์ม่วง และคณะ 2546) เนื่องจากชาวบ้านเป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาโดยตรง ซึ่งจากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการแก้ปัญหาโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงนั้นส่งผลให้เกิดการพัฒนาในจังหวัดและความเป็นอยู่ของประชาชนดีขึ้น เป็นต้น

การเฝ้าระวัง ติดตาม ตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำ ณ ปัจจุบันมีกลุ่มบุคคล หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนหลายหน่วยงานให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เช่น ในปี พ.ศ. 2550 สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 11 ได้จัดโครงการสร้างเครือข่ายการเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำภาคประชาชน เพื่อการเตือนภัย จังหวัดนครราชสีมา โดยมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดนครราชสีมา และมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ได้สนธิกำลังกับเครือข่ายภาคประชาชน 90 เครือข่าย เพื่อสร้างกระบวนการเรียนรู้และเข้าถึงปัญหาอย่างแท้จริง ควบคู่กับเพิ่มศักยภาพในการกำหนดมาตรการเพื่อแก้ไขปัญหาระดับพื้นที่ ด้วยกระบวนการจัดทำแผนชุมชน ที่มีความเชื่อมโยงกับแผนพัฒนาท้องถิ่น ตกผลึกเป็นแผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นและจังหวัด (กลุ่มประชาสัมพันธ์ สป.ทส., 2550) ในปี 2551 องค์การบริหารส่วนตำบลเมืองเก่า จังหวัดของแก่นได้จัดทำโครงการพัฒนาสวนสาธารณะน่ารื่นรมย์หนองซองแมว ซึ่งการควบคุมมลพิษ โดยการสร้างจิตสำนึกและส่งเสริมให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแลและบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดความยั่งยืน เป็นต้นแบบที่ดีด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า ประชาชนหรือกลุ่มบุคคลที่อยู่ในท้องถิ่นนั้น ๆ สามารถช่วยการดูแล ติดตาม และตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำในชุมชนได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด