บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า ฝายชะลอน้ำ หรือฝายต้นน้ำ หรือฝายต้นน้ำลำธาร หรือฝายกั้นน้ำ หรือฝายแม้ว หรือฝายชะลอความชุ่มชื้น คือสิ่งเดียวกัน เรียกด้วยภาษาอังกฤษว่า Check Dam คือ สิ่งก่อสร้างขวาง หรือกั้นทางเดินของลำน้ำ ซึ่งปกติมักจะกั้นลำห้วยลำธารขนาดเล็กในบริเวณที่เป็นต้นน้ำหรือพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ให้สามารถกักตะกอนอยู่ได้ และหากช่วงที่มีน้ำไหลแรงก็สามารถชะลอการไหลของน้ำให้ช้าลง และกักเก็บตะกอนไม่ให้ไหลลงไปทับถมลำน้ำตอนล่างซึ่งเป็นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำได้มากวิธีการหนึ่ง

สำหรับรูปแบบของฝายชะลอน้ำนั้น ได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกัน (นณณ์ ผาณิตวงค์, 2550) ได้แก่

1. ฝายแบบผสมผสาน เป็นฝายแบบดั้งเดิม ก่อสร้างโดยใช้วัสดุในพื้นที่ เช่น ไม้ไผ่ ไม้ หิน และกระสอบทราย เป็นต้น ฝายในลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะสร้างในพื้นที่ลำธารต้นน้ำ (First Order Stream) ซึ่งมีความกว้างไม่เกิน 5 เมตร และเนื่องจากทำจากวัสดุธรรมชาติจึงอาจจะต้องมีการรื้อเพื่อซ่อมแซมทุกๆ ปีก่อนฤดูน้ำหลาก ระดับน้ำหน้าฝายและหลังจะต่างกันไม่มากนัก เนื่องจากตัวฝายจะไม่ปิดทึบเพราะทำจากวัสดุธรรมชาติ ทำให้มีการไหลผ่านของน้ำในทุกระดับของฝาย นอกจากนั้นตัวฝายยังเป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำบางชนิดด้วย ฝายในลักษณะนี้ต้องมีการรื้อสร้างใหม่อยู่เสมอถ้าหากวัสดุที่ใช้ทำซึ่งเป็นวัสดุจากธรรมชาติเริ่มผุพัง ทำให้ระบบนิเวศลำธารได้มีโอกาส Re-set ระบบทุกครั้งที่มีการรื้อฝายออก ดังนั้นฝายแบบผสมผสานซึ่งเป็นฝายแบบดั้งเดิมที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย จึงจัดเป็นรูปแบบของฝายที่รบกวนธรรมชาติน้อยที่สุด

2. ฝายแบบกึ่งถาวร เป็นฝายที่สร้างในพื้นที่ Second and Third Order Stream เมื่อลำธารมีขนาดใหญ่เกินกว่า 5 เมตรหรือมีปริมาณน้ำมาก ฝายลักษณะนี้จะมีการขุดฐานราก ใช้เหล็กเส้นผูกเป็นโครง แล้วใช้หินขนาดใหญ่จัดเรียงให้เป็นลักษณะของฝาย แล้วเทปูนซีเมนต์ลงไปตามช่องว่าง ฝายจะเป็นลักษณะปิดทึบ ให้น้ำไหลผ่านได้เฉพาะด้านบนเท่านั้น ฝายลักษณะนี้ระดับน้ำหลังฝาย

และหน้าฝายจะมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งจะทำให้ระดับของน้ำหลังฝายสูงขึ้นมาก เป็นการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศลำธารแบบ "กึ่งถาวร" ตามอายุการใช้งานของฝาย3. ฝายแบบถาวร มีลักษณะใกล้เคียงกับฝายแบบกึ่งถาวร แต่มีการวางรากฐานและเทคอนกรีตอย่างมีมาตรฐาน ทำให้มีความคงทนถาวร เหมาะที่จะสร้างในพื้นที่ Second and Third Order Stream มีผลกระทบและเปลี่ยนแปลงต่อระบบนิเวศลำธารเป็นอย่างมากและอย่างถาวร

ฝายชะลอน้ำนั้นมีประโยชน์มากมาย อาทิเช่น

1. ช่วยลดความรุนแรงของการเกิดไฟป่า เนื่องจากการกระจายความชุ่มชื้นมากขึ้น สร้างระบบการควบคุมไฟป่าด้วยแนวป้องกันไฟป่าเปียก (Wet fire Break)

2. ช่วยลดการชะล้างพังทลายของดิน และลดความรุนแรงของกระแสน้ำในลำห้วย ทำให้ระยะเวลาการไหลของน้ำเพิ่มมากขึ้น ความชุ่มชื้นมีเพิ่มขึ้นและแผ่กระจายความชุ่มชื้นออกไปเป็นวงกว้างในพื้นที่ทั้งสองฝั่งของลำห้วย

3. ช่วยกักเก็บตะกอนและวัสดุต่างๆ ที่ไหลลงมากับน้ำในลำห้วยได้ดี เป็นการช่วยยืดอายุแหล่งน้ำตอนล่างให้ตื้นเขินช้าลง คุณภาพของน้ำมีตะกอนปะปนน้อยลง

4. ช่วยเพิ่มความหลากหลายทางด้านชีวภาพให้แก่พื้นที่

5. ทำให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของมนุษย์ และสัตว์ป่าต่างๆ ตลอดจนมีน้ำใช้เพื่อการเกษตรกรรมอีกด้วย

เมื่อมองในแง่ของปัจจัยอื่นๆ อันได้แก่ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางเคมีนั้น (นณณ์ ผาณิตวงค์, 2550) รายงานว่า ระดับน้ำที่สูงขึ้นหลังจากการสร้างฝายนั้นจะทำให้น้ำไหลช้าลง ซึ่งจะส่งผลต่างๆ ดังนี้

1. อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น เนื่องจากน้ำที่ไหลช้าลงจะมีการหมุนเวียนมวลน้ำไปสัมผัสกับอากาศน้อยลง ส่งผลให้การระเหยของน้ำลดลง และมีการสะสมความร้อนที่ผิวน้ำมากขึ้น

2. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) ในน้ำจะน้อยลงเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นและการหมุนเวียนมวลน้ำไปสัมผัสกับอากาศน้อยลง

3. ตะกอนที่สะสมอยู่ท้ายฝายจะเปลี่ยนแปลงทำให้สภาพพื้นท้องน้ำเปลี่ยนแปลงไป คือ จากที่ควรจะเป็นกรวด หินและทราย จะเปลี่ยนเป็นตะกอนดินและโคลนแทน ทำให้สังคมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่อยู่ตามหน้าดินเปลี่ยนไป ส่งผลกระทบไปถึงห่วงโซ่อาหาร อีกทั้งการที่มีตะกอนในน้ำจะทำให้ทัศนวิสัยในน้ำลดลง ส่งผลให้พืชน้ำได้รับแสงน้อยลงทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง อีกทั้งยังสร้างความลำบากในการมองเห็นของผู้ล่าในน้ำ และตะกอนที่สะสมมากขึ้นเรื่อยๆ นั้นนานไปจะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินด้วย สุดท้าย ตะกอนที่เป็นพวกอินทรีย์สารจะเกิดการทับถมมากขึ้นทำให้กิจกรรมการย่อยสลายของแบคทีเรียมากขึ้น ทำให้มี

ค่า BOD (Biological Oxygen Demand) สูงขึ้น และยังทำให้น้ำมีค่าความเป็นกรดมากขึ้นเนื่องจากการคายก๊าซ CO_2 จากกิจกรรมของแบคทีเรียที่มากขึ้นนั่นเอง

4. ระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นจะแผ่ออกจากลำน้ำเดิมซึ่งจะไปท่วมรากพืชที่อยู่ริมฝั่งน้ำทำให้ขาดก๊าซ O_2 และเน่าตายลง เมื่อตลิ่งขาดพืชที่จะเป็นตัวยึดแล้วก็จะทำให้เกิดการพังทลายได้ง่ายขึ้น

5. สังคมของพืชน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากกระแสน้ำไหลช้าลง โดยพืชจะมีการเจริญได้ดีขึ้นส่งผลให้มวลชีวภาพ (Biomass) เพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันเมื่อพืชน้ำตายลงก็จะทำให้ลำน้ำตื้นเขินได้เร็วยิ่งขึ้นเช่นกัน

1. การศึกษาคุณภาพน้ำจากปัจจัยของน้ำทางกายภาพและทางเคมี

1.1 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิเป็นลักษณะทางกายภาพของน้ำอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากอุณหภูมิมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแสง เมื่อแสงส่องผ่านลงไปในน้ำพลังงานแสงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแหล่งน้ำจะผันแปรตามความเข้มแสง ถ้าปริมาณความเข้มแสงมากจะมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิอากาศ โดยขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง สภาพภูมิประเทศ กระแสลม ความลึก ความเร็วของกระแสน้ำ และสภาพแวดล้อมทั่วไปของแหล่งน้ำ (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยยาพร, 2537)

อุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะแปรผันตามอุณหภูมิอากาศ และระยะเวลาที่น้ำได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยปกติอุณหภูมิน้ำมีค่าสูงสุดช่วงบ่าย และมีค่าต่ำสุดช่วงดึก การแบ่งชั้นของอุณหภูมิในแม่น้ำลำธารมักไม่ชัดเจนเหมือนอุณหภูมิในแหล่งน้ำนิ่ง เนื่องจากกระแสน้ำช่วยผสมผสานให้น้ำในแม่น้ำมีอุณหภูมิเดียวกัน ตั้งแต่ผิวน้ำจนถึงพื้นท้องน้ำ ฤดูกาลเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออุณหภูมิของน้ำ สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนอุณหภูมิน้ำจะเพิ่มสูงขึ้น ตามระยะทางที่น้ำไหล (ธีรพันธ์ ภูสวรรค์, 2523)

1.2 ความเป็นกรด – ด่าง (pH) pH ของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อระบบนิเวศน้ำ เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงความเข้มข้นของสภาพความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย โดยจะเป็นตัวบ่งบอกความเป็นกรดด่างของน้ำและเป็นตัวควบคุมละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียม เหล็ก และพวก Trace Elemente และมีอิทธิพลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยยาพร, 2537) ในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 25 °C จะมี pH ของน้ำธรรมชาติมีค่าอยู่ระหว่าง 4.00-9.00 แต่ช่วง pH ที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตมีค่าอยู่ในช่วง 6.00-8.00 น้ำธรรมชาติส่วนมากมีค่า pH มากกว่า 7.00 เนื่องจากในมีปริมาณอิออนพวกไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนตเป็น

องค์ประกอบอยู่ด้วย (นันทนา คชเสนี, 2539) สภาวะความเป็นกรดด่างของน้ำมีผลต่อคุณภาพน้ำ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ อีกทั้งยังบอกถึงคุณสมบัติการกัดกร่อนของน้ำด้วย (ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมภาคเหนือ, 2540)

1.3 ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) บอกถึงความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของน้ำตัวอย่างซึ่งจะ มีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นทั้งหมดของสารอาหาร ที่มีประประจุที่ละลายในน้ำตัวอย่างอุณหภูมิขณะที่ทำการวัด ชนิด ความเข้มข้นและจำนวนประจุของสารที่มีประจุ จากค่าการนำกระแสไฟฟ้าจึงสามารถใช้ในการคาดคะเนผลของประจุไฟฟ้าต่างๆ ที่มีผลต่อสมดุลทางเคมีและทางกายภาพที่ผลต่อพืชและสัตว์ และอัตราการสึกกร่อนของสารต่างๆ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2540)

1.4 ค่าความขุ่น (turbidity) ความขุ่นของน้ำเกิดจากสิ่งแขวนลอยที่มีขนาดแตกต่างกัน อาจเป็นพวกสารอินทรีย์ อนินทรีย์ แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เกิดการกระจายตัว (Scattered) และดูดซึม (absorbed) ของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง สิ่งแขวนลอยที่เป็นความขุ่นในน้ำจะเป็นสิ่งใด ขึ้นอยู่กับการที่น้ำไหลผ่านไปสัมผัสกับวัตถุใดหรือพื้นผิวใด (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2540) น้ำในแหล่งน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร จะมีความขุ่นมากกว่าน้ำในแหล่งน้ำนิ่ง ความขุ่นของน้ำทางปลายน้ำจะมากกว่าต้นน้ำ การที่น้ำมีความขุ่นมากทำให้แสงผ่านไปได้น้อยมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอาหาร ซึ่งส่งผลต่อปริมาณอาหารของผู้บริโภคในแหล่งน้ำด้วยสภาพแวดล้อมทางเคมี

1.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (total dissolved solid: TDS) ของแข็งที่มีอยู่ในน้ำทั้งหมด (Total Solids) หมายถึง สารที่เหลืออยู่ภายหลังจากการระเหยเอาน้ำออกด้วยไอน้ำ และทำให้แห้งที่ 103 – 105 °C ซึ่งประกอบด้วยของแข็งแขวนลอย (suspended solid) และของแข็งที่ละลายน้ำ (dissolved solid) โดยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำหมายรวมถึงของแข็งทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ (volatile solid) และของแข็งที่เป็นสารอินทรีย์ (fixed solid) (นันทนา คชเสนี, 2539)

1.6 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen: DO) ก๊าซออกซิเจนเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยการอาศัยออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยยาพร, 2537) ซึ่งมาจากการละลายออกซิเจนจากอากาศหรือผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของพืชน้ำต่างๆร่วมทั้งแพลงตอนพืชด้วย (นันทนา คชเสนี, 2539) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นปัจจัยเคมีเบื้องต้นที่จำเป็นที่ต้องศึกษาอย่างยิ่ง เพราะปริมาณออกซิเจนมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับสิ่งมีชีวิต โดยจะเกี่ยวข้องกับกระการต่างๆ ของปฏิกิริยาทางชีวเคมี กล่าวคือ พืช สัตว์ใช้ออกซิเจนในหายใจและเมื่อสังเคราะห์แสงก็จะได้ออกซิเจนออกมา (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยยาพร, 2537) ปกติน้ำที่คุณภาพดีที่อุณหภูมิเฉลี่ย

ประมาณ 30 °C จะมีออกซิเจนละลายในน้ำประมาณ 70 mg/l (ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมภาคเหนือ, 2540)

1.7 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (biochemical oxygen demand: BOD) BOD เป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลาย เมื่อแหล่งน้ำถูกปนเปื้อนจากกระบวนการนี้ แบคทีเรียจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งผลผลิตของการออกซิไดซ์จะได้คาร์บอนไดออกไซด์หรือแอมโมเนียม (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยยาพร, 2537) การวัด BOD จะทำภายใต้สภาวะที่เหมือนธรรมชาติมากที่สุด โดยจะ incubate ที่ 20 ± 1 °C เป็นเวลา 5 วัน เพราะเป็นอุณหภูมิใกล้เคียงกับน้ำทั่วไปและ nitrification bacteria เจริญได้ช้า ถ้าเวลาน้อยกว่า 5 วัน ออกซิเจนจะถูกใช้ไปน้อยมาก (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525) ค่า BOD เกินกว่า 10 mg/l ถือว่าเป็นน้ำเสียจากพระราชบัญญัติน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกำหนดว่าก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองต้องมีค่าไม่เกิน 20 mg/l ในแหล่งน้ำธรรมชาติควรมีค่า BOD ไม่เกิน 6 mg/l

1.8 ปริมาณสารอาหารในน้ำ (nutrients)

ไนเตรท – ไนโตรเจน (nitrate – nitrogen) ไนเตรทเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่สำคัญในแหล่งน้ำ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ไนเตรทเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตปล่อยของเสียที่มีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลง โปรตีนภายในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย ถ้ามีปริมาณมากเกินความต้องการ แอมโมเนียจะถูกออกซิไดซ์ โดยแบคทีเรียไปเป็นไนไตรท์และไนเตรทไป ในน้ำผิวดินมักพบปริมาณไนเตรทน้อย มักจะมีค่าต่ำกว่า 0.1 mg/l นอกจากไนเตรทเข้าสู่แหล่งน้ำจากการเน่าเปื่อยของสิ่งมีชีวิตแล้ว ยังมาจากปุ๋ยที่ใช้เพื่อทำการเกษตรกรรมและน้ำเสียอีกด้วย (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2545)

ปกติน้ำในธรรมชาติจะมีปริมาณค่อนข้างต่ำ โดยจะพบความเข้มของ ปริมาณไนเตรตไนโตรเจน ไม่เกิน 10 mg/l (นันทนา คชเสนี , 2539) ปริมาณไนเตรตไนโตรเจนที่มากกว่าปกติอาจเป็นเครื่องบ่งชี้น้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนจากปุ๋ยสัตว์ หรืออุจจาระ หรือสารอินทรีย์ที่เน่าเปื่อยแล้ว (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2525)

แอมโมเนีย – ไนโตรเจน (ammonia – nitrogen) อยู่ในรูปของ แอมโมเนียม เช่น $(NH_4)_2CO_3$ หรือแอมโมเนียมอิสระปกติจะอยู่ในน้ำธรรมชาติในปริมาณน้อยกว่า 1 mg/l ซึ่งจัดเป็นสภาพที่ไม่มีพิษเกิดขึ้น แต่ในสภาพที่ความเข้มข้นสูงจะเกิดพิษต่อสิ่งชีวิต โดยไม่เพิ่ม pH ของน้ำให้สูงขึ้นด้วย (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยยาพร, 2537) เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียมไอออนสูงจะส่งผลให้ pH ของน้ำสูงขึ้นตามด้วย และจะสะสมไว้ในดิน แพลงค์ตอนพืชและพืชน้ำบางชนิดมี

ความสามารถในการดูดซับแอมโมเนียได้ดี แต่สัตว์น้ำสามารถขับแอมโมเนียออกจากร่างกายได้ (รุ่งนภา กันทา, 2546)

ออร์โธฟอสเฟต – ฟอสฟอรัส (orthophosphate – phosphorus) อาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำหรือซากพืช ซากสัตว์ซึ่งเข้าปะปนในน้ำธรรมชาติและน้ำโสโครกได้หลายทาง เช่นเติมลงในน้ำประปาเพื่อป้องกันการตกตะกอนของ $CaCO_3$ จากน้ำที่ใช้สารซักฟอก จากปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรที่ถูกชะล้างตามฝน (ชนะชัย ศิลาพงษ์, 2532) โดยทั่วไปน้ำที่ไม่อยู่ในย่านชุมชนจะมีฟอสเฟตน้อยกว่าน้ำที่อยู่ย่านชุมชน เพราะชุมชนมีการทิ้งน้ำโสโครกลงสู่แหล่งน้ำมาก (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525) ในแหล่งน้ำผิวดินธรรมชาติจะพบฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำ ในแหล่งน้ำที่ไม่อุดมสมบูรณ์จะพบฟอสฟอรัสประมาณ 0.002-0.010 mg/l ฟอสฟอรัสจะตกตะกอนกับเหล็ก แคลเซียม อลูมิเนียม และโซเดียมได้ และบางส่วนจะถูกดูดซับโดยดินเหนียวใต้ท้องน้ำ (ธเนศ วงศ์ยะรา, 2539)

2. สาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae)

สาหร่ายขนาดใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตพวก benthic algae อีกกลุ่มหนึ่งที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ สาหร่ายชนิดที่ยึดเกาะ (benthic algae) เป็นสิ่งมีชีสิตที่สามารถใช้บ่งบอกสภาพแวดล้อม (biological indicator) ของแหล่งน้ำอย่างแม่นยำ โดยสาหร่ายขนาดใหญ่จะมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้ไม่เหมือนกัน บางชนิดจะพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารน้อยหรือน้ำสะอาดเท่านั้น ส่วนบางชนิดจะพบได้ในน้ำที่มีสารอาหารมากหรือน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophic โดย Benavides (1994) กล่าวว่าในแม่น้ำที่ถูกทำให้เกิดมลพิษจะพบสาหร่ายขนาดใหญ่ใน Division Cyanophyta ได้แก่ *Plectonema* spp., *Pleuocapsa* spp. และ *Oscillatoria* spp. เป็นสปีชีส์เด่น นอกจากนี้สาหร่ายขนาดใหญ่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่น *Stigeoclonium lubricum* และ *Stigeoclonium tennue* พบได้บ่อยในแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็น eutrophic (Palmer, 1970) สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดยังสามารถที่จะใช้ทำนายการปนเปื้อนของลำน้ำได้ เช่น *Vaucheria bursata* ซึ่งเป็นสาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำที่มีแนวโน้มว่าจะมีลักษณะเป็น eutrophic โดยจะเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดแรกๆ ที่เจริญขึ้นมาเมื่อแหล่งน้ำถูกปนเปื้อนจากมลพิษ สาหร่ายขนาดใหญ่บางชนิดจะพบได้ทั่วไป เช่น *Cladophora* spp. ที่สามารถพบในแหล่งน้ำที่มีสภาพน้ำค่อนข้างดีจนถึงน้ำเสีย (Entwisle, 1989 and Gardarsky, 1986) แต่ก็สามารถนำไปใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนได้ โดย *Cladophora* spp. จะสามารถสะสมสารพวก organometallic complex ใน neutrallipid ซึ่งเมื่อนำ *Cladophora* ที่เก็บสะสมสารเหล่านี้มาศึกษาดูก็จะเห็นความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของสารจำพวก organomettalic ในแหล่งน้ำได้

3. แพลงก์ตอน

แพลงก์ตอน (Plankton) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก แปลว่า "drifting" หรือ "wanderer" ซึ่งมีความหมายว่า ล่องลอย หรือ ผู้พเนจร ดังนั้นคำว่าแพลงก์ตอนจึงหมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำและมีแรงต้านทานกระแสน้ำน้อย

ขนาดเกณฑ์การแบ่งมีหลายเกณฑ์ ถ้าแบ่งอย่างละเอียด มีดังนี้ picoplankton 0.2-2 ไมครอน nannoplankton 2.0-20 ไมครอน microplankton 20-200 ไมครอน mesoplankton 200 ไมครอน - 1 มม. macroplankton เกินกว่า 1 มิลลิเมตรขึ้นไป

แพลงก์ตอนแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มคือ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีส่วนสำคัญในการเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ในแหล่งน้ำ โดยที่แพลงก์ตอนพืชมีบทบาทหลักในการเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น (primary producer) ของห่วงโซ่อาหาร และเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ จากนั้นแพลงก์ตอนสัตว์ก็จะถูกกินด้วยสัตว์น้ำวัยอ่อน ตามด้วยสัตว์น้ำอื่นๆ ต่อกันไปเรื่อยๆ จนถึงมนุษย์ เมื่อเป็นเช่นนี้ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตทุกๆ ชนิดในห่วงโซ่อาหารจึงมีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ได้ นั่นคือ ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชจะเป็นตัวกำหนดชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ต่อเรื่อยไปจนสิ้นสุดห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นปัจจัยสิ่งแวดล้อมทุกด้านจึงมีความสำคัญในการกำหนดชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืช นอกจากแพลงก์ตอนจะเป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำแล้ว แพลงก์ตอนยังมีประโยชน์ในด้านอื่นอีกมากมาย เช่น เป็นดัชนีชี้กระแสน้ำในด้านการศึกษาด้านสมุทรศาสตร์ เป็นดัชนีชี้แหล่งทำการประมง ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นำมาเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารอนุบาลลูกสัตว์น้ำ ด้านอุตสาหกรรมอาหารนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพ ด้านการศึกษา และใช้เป็นพืชหรือสัตว์ทดลองในการศึกษาทางชีววิทยา สรีรวิทยา พิษวิทยา เป็นต้น

4. ไดอะตอมพื้นท้องน้ำ

ไดอะตอมพื้นท้องน้ำนั้นสามารถนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในระบบน้ำไหลได้อย่างดี ดังเช่น โดยมีการใช้ไดอะตอมในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ โดยเฉพาะระบบนิเวศน้ำไหล และสามารถการประเมินการเกิดสภาพ eutrophication ในแหล่งน้ำ และการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ (Benavides, 1994) สำหรับการศึกษาในประเทศไทยในการใช้ไดอะตอมพื้นท้องน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำนั้น Peerapornpisal *et al.* (2000) ซึ่งได้ศึกษาไดอะตอมพื้นท้องน้ำในลำน้ำแม่สา ดังที่ได้กล่าวมาได้พบว่าไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่สามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำที่มีสารอาหารแบบ eutrophic และมีสารอินทรีย์สูง ได้แก่ *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow และ *Nitzschia palea* (Kützing) Grunow และ

Gomphonema augur Ehrenberg นอกจากนี้ Kunpradid *et al.* (2004) รายงานถึงการศึกษาความหลากหลายของไดอะตอมพื้นท้องน้ำในแม่น้ำปิงและน่านและเลือกไดอะตอมพื้นท้องน้ำที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ 30 สปีซีส์ มาสร้างเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ Ping and Nan Diatom Index โดยใช้สาหร่ายขนาดใหญ่ในดัชนีสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำตั้งแต่ระดับ Oligotrophic status ถึงระดับ Eutrophic statusเมื่อนำมาใช้ประเมิณคุณภาพน้ำในแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่าน พบว่าสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

จากกงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่จะสามารถใช้สิ่งมีชีวิตในการที่จะติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ และบ่งบอกสภาวะความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศในแหลงน้ำได้ อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยที่ผ่านมายังคงเป็นการศึกษาแบ่งแยกในแต่ละกลุ่ม และยังไม่มีการศึกษาในแบบองค์รวมตามลำดับขั้นของกลุ่มสิ่งมีชีวิตตามระบบนิเวศ ซึ่งจะทำให้ได้กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สามารถใช้เป็นดัชนีที่ชัดเจน ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้กลุ่มสิ่งมีชีวิตในการติดตามตรวจสอบ และบ่งชี้สภาพแวดล้อมของน้ำนี้ยังสามารถใช้ได้กับทุกๆพื้นที่ ไม่ว่าจะมีลักษณะของจุดศึกษาที่แตกต่างกันอย่างไร เนื่องจากสามารถใช้สิ่งมีชีวิตที่พบได้ในทุกกลุ่ม และจะยิ่งทวีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเมื่อใช้สิ่งมีชีวิตหลายกลุ่มในการเป็นดัชนีร่วมกัน และร่วมกับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี ซึ่งการใช้สิ่งมีชีวิตในการประเมินคุณภาพน้ำที่มีผลต่อสุขอนามัย การฟื้นฟูระบบนิเวศและพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชนสามารถที่จะดำเนินการได้ภายในชุมชนเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายน้อยและอาศัยบุคลากรในชุมชนนั้นเองในการดำเนินการ นอกจากนี้ยังสามารถใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวบ่งบอกถึงความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะสาหร่ายขนาดใหญ่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ ซึ่งเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคอับดับต้น ๆ ของระบบนิเวศอีกด้วย