

การตรวจเอกสาร

น้ำและคุณภาพน้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้ว ไม่รู้จักหมดสิ้นหรือสูญหายไป แต่คุณภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งของน้ำที่สำคัญ อาจจำแนกออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่หนึ่ง น้ำที่มาจากบนฟ้า ได้แก่ น้ำฝน ลูกเห็บ หิมะ ส่วนที่สอง คือ น้ำที่อยู่บนพื้นผิวโลก ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ มหาสมุทร และส่วนที่สาม คือ น้ำที่อยู่ใต้พื้นผิวโลก ได้แก่ น้ำในความชื้นของดิน น้ำไหลใต้ดิน น้ำใต้ดิน หรือน้ำบาดาล น้ำต่าง ๆ เหล่านี้จะหมุนเวียนเปลี่ยนไปไม่รู้จบ ซึ่งเรียกว่า วัฏจักรของน้ำ (เกษม, 2515) การหมุนเวียนของน้ำอย่างไม่มีที่สิ้นสุดทำให้มนุษย์มีการใช้เพื่ออุปโภค บริโภค การเกษตร การคมนาคม การประมง การอุตสาหกรรม และการพักผ่อนหย่อนใจ เนื่องจากน้ำสามารถใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้มากมาย คุณภาพของน้ำจึงมีความสำคัญต่อการนำมาใช้เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ เพราะคุณภาพของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ นั้นแตกต่างกันไป น้ำจะเป็นประโยชน์สนองความต้องการของมนุษย์ได้นั้นต้องมีคุณสมบัติพร้อมทั้งในด้านปริมาณ คุณภาพและระยะเวลาของการไหลของน้ำ

ถ้าปล่อยให้น้ำในแม่น้ำลำธารไหลลงสู่ทะเลไปก็จะเป็นการสูญเสียทรัพยากรโดยเปล่าประโยชน์ ปัจจุบันจึงมีการใช้เทคโนโลยีเพื่อที่จะนำเอาทรัพยากรน้ำไปใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า เช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำ การสร้างเขื่อน เป็นต้น ปริมาณน้ำในแม่น้ำลำธารที่ไหลลงสู่ทะเลในบางฤดูกาลอาจมีปริมาณลดลงก่อให้เกิดปัญหาน้ำเค็มรุกล้ำเข้ามาบริเวณปากแม่น้ำ หรืออาจเรียกว่าปัญหาน้ำทะเลหนุน สำหรับการเกิดน้ำทะเลหนุน จะมีผลทำให้ระดับความเค็มของน้ำในแม่น้ำยิ่งเค็มขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำจืดมีปริมาณน้อยไม่สามารถผลักดันน้ำทะเลได้ จึงก่อให้เกิดปัญหาในด้านต่าง ๆ เช่น ปัญหาในด้านการเกษตรกรรม ปัญหาการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา ปัญหาด้านคุณภาพน้ำ ซึ่งก็จะก่อให้เกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมตามมา

คุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ จะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ภูมิอากาศ การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เกษม (2539)

กล่าวถึงคุณภาพของน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมของมนุษย์ เฉพาะกิจกรรมหรือเฉพาะกรณีไป จำเป็นต้องคำนึงถึงคุณภาพของน้ำ 3 ประการ คือ

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ น้ำที่มีสารแขวนลอย มีสี มีกลิ่น มีรส มีความโปร่งแสง อุณหภูมิ และการนำไฟฟ้า เป็นต้น

2. คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ น้ำที่มีการปนเปื้อนสารเคมี น้ำที่เป็นพิษและไม่เป็นพิษ สารเคมีที่เป็นพิษ ได้แก่ สารพิษโลหะหนัก สารเคมีที่ไม่เป็นพิษ ได้แก่ ไนเตรต ฟอสเฟตคลอไรด์ ความเค็ม เป็นต้น

3. คุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ การที่น้ำมีสิ่งเจือปนที่มีชีวิต เช่น แบคทีเรีย ไวรัส ฟังไจ และจุลินทรีย์ที่เป็นพิษ เป็นต้น

ดังนั้นในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ทั้งทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ เสมอ (Pryde, 1973) ซึ่งผลของคุณภาพน้ำย่อมมีผลกระทบต่อ ระบบนิเวศและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงมิได้ คุณภาพน้ำที่สำคัญบางประการ ได้แก่

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1.1 อุณหภูมิ (Water Temperature)

หมายถึง ระดับความร้อน (องศาเซลเซียส และ วินุสยัลักษณะ, 2540) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแหล่งน้ำ เกิดได้จากอากาศที่มีแสงส่องผ่านลงไปแหล่งน้ำ ต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน (เปี่ยมศักดิ์, 2543) นอกจากนี้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ลมและการระเหยของน้ำ มีส่วนทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน

โดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติ จะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูงและสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไป

ของแหล่งน้ำ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) ส่วน เกษม (2526) กล่าวว่า สำหรับอุณหภูมิของน้ำในธรรมชาตินั้นไม่มีปัญหา มักจะเกิดปัญหาก็ต่อเมื่อ มนุษย์ได้เป็นผู้กระทำขึ้นโดยการปล่อยน้ำจากระบบหล่อเย็น ซึ่งมีอุณหภูมิสูงลงในแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ อุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำลำคลอง และแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทย มีค่าอยู่ระหว่าง 20.00–35.00 องศาเซลเซียส โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอุณหภูมิสูงกว่าภาคอื่น ๆ ส่วนบริเวณภูเขาทางภาคเหนืออาจมีอุณหภูมิต่ำกว่า 20.00 องศาเซลเซียส

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531) ได้รายงานไว้ในปี พ.ศ. 2529 และ 2530 อุณหภูมิในแม่น้ำบางปะกงมีค่าอยู่ระหว่าง 25.00–34.00 และ 24.50–34.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยอุณหภูมิตลอดลำน้ำบางปะกง บางสถานีในบริเวณปากแม่น้ำนครนายก และแม่น้ำปราจีนบุรี ในขณะเวลาใดเวลาหนึ่ง ตรวจพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ อุณหภูมิจะมีความแปรผันตามระยะทางน้อยมาก แต่จะมีความแปรผันตามฤดูกาล นอกจากนี้ อุณหภูมิในแม่น้ำแม่กลอง มีการเปลี่ยนแปลงตามอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศ ในแต่ละฤดูกาล โดยอุณหภูมิของน้ำจะต่ำ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว อุณหภูมิของน้ำจะลดต่ำลงตามอุณหภูมิของอากาศ ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิจะสูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นด้วย ส่วนในช่วงฤดูฝนคือในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม อุณหภูมิน้ำค่อนข้างคงที่

ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่า อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ จึงจำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบเพื่อหาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ทั้งในแหล่งน้ำธรรมชาติ และบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ อุณหภูมิมีผลต่อสิ่งมีชีวิตด้านการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และการแพร่กระจาย อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น อาจทำให้สัตว์น้ำบางชนิดตายทันที หรือทำให้แพลงก์ตอนพืชหรือพืชน้ำบางชนิดมีการเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ดีกว่าชนิดอื่น ๆ เช่น สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวจะเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 35.00–40.00 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิสูง ๆ จะทำให้ไดอะตอมที่เป็นอาหารเบื้องต้นของลูกปลาลดลง นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำ ยังมีอิทธิพลต่อสัตว์น้ำ คือมีผลต่อ อัตราเมตาบอลิซึมของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์เลือดเย็น ทำให้เกิดการอพยพของสัตว์ และยังมีผลต่อชนิดของไข่และอัตราส่วนเพศได้

1.2 ความโปร่งแสงของน้ำ (Transparency)

ความโปร่งแสงของน้ำเป็นระยะความลึกของน้ำ ที่สามารถมองเห็นวัตถุเป็นแผ่นกลม (Secchi disc) ที่หย่อนลงไปใต้น้ำจนถึงความลึก ที่มองไม่เห็นแผ่นวัตถุดังกล่าว ความโปร่งแสงของน้ำมีความสัมพันธ์กับความขุ่นของน้ำ คือ ถ้าน้ำมีความขุ่นมาก ความโปร่งแสงของน้ำจะมีค่าน้อย ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่า หากแหล่งน้ำใดมีความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 30–60 เซนติเมตร นับว่ามีความเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ หากมีค่าต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีความขุ่นมากเกินไป หรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไป ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนได้ แต่ถ้าความโปร่งแสงมีค่าสูงกว่า 60 เซนติเมตรขึ้นไป ก็แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์

การเปลี่ยนแปลงค่าความโปร่งแสง พบว่ามีความแปรผันตามฤดูกาล ซึ่งธิดาพร (2540) กล่าวว่า แม่น้ำบางปะกงในช่วงต้นฤดูฝน (มิถุนายน–สิงหาคม) จะมีค่าความโปร่งแสงต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนพัดพาเอาตะกอนดินลงสู่แม่น้ำทำให้น้ำมีความขุ่นมาก ส่วนในฤดูแล้ง ค่าความโปร่งแสงจะสูงขึ้น เนื่องจากมีแสงแดดจัด สามารถที่ส่องลงไปใต้น้ำได้มาก และตะกอนดินจะมีน้อยกว่าในฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับมุสดี (2527) ที่พบว่าค่าความโปร่งแสงของน้ำในแม่น้ำมีการแปรผันตามฤดูกาล เช่นเดียวกัน นอกจากนี้การประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่กระทำต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรตลอดจนกิจกรรมอื่น ๆ มีส่วนทำให้ช่วงความขุ่นและความโปร่งแสงของน้ำธรรมชาติกว้างขึ้น

1.3 การนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity)

การนำไฟฟ้าของน้ำ หมายถึง ความสามารถของน้ำในการเป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้า ตัวการที่เป็นสื่อในการนำกระแสไฟฟ้าในน้ำ คือ ไอออน (ion) ของสารประกอบอนินทรีย์ต่าง ๆ (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) ซึ่ง กรรณิการ์ (2544) กล่าวว่าสารประกอบอนินทรีย์ เช่น กรดอนินทรีย์ต่างและเกลือ เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี เพราะเมื่ออยู่ในน้ำจะแตกตัวให้อิออน (ionization) ได้ตรงข้ามกับสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาล สารเบนซิน สารเหล่านี้ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า

การนำไฟฟ้าเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงปริมาณเกลือแร่ต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยเฉพาะสารที่ละลายในน้ำทั้งหมด (total dissolved solids) ซึ่ง Reid (1961) กล่าวว่า สารสำคัญ ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำผิวดินตามธรรมชาติได้แก่ แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม เหล็ก แมกนีเซียม ในรูปสารประกอบคาร์บอเนต ซัลเฟต คลอไรด์ ฟอสเฟต และไนเตรต เป็นต้น ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะผันแปรตามความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำหรือลุ่มน้ำ เช่นลักษณะทางธรณีวิทยา ดินและหิน ภูมิประเทศ ฝน การระเหยน้ำ ปริมาณน้ำกระบวนทางชีวเคมีในแหล่งน้ำและกิจกรรมของมนุษย์ เป็นต้น น้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 9.00 หรือต่ำกว่า 5.00 จะมีผลต่อการนำไฟฟ้ามาก และถ้ายังอุณหภูมิสูงขึ้นสารต่าง ๆ จะแตกตัวได้ดีทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

การนำไฟฟ้าของน้ำ นิยมวัดออกมาในรูปอัตราส่วนของความต้านทาน โดยมีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (microsiemen หรือ $\mu\text{S/cm}$) หรือไมโครมhos ต่อเซนติเมตร (micromhos หรือ $\mu\text{mhos/cm}$) และนิยมวัดกันที่ระดับอุณหภูมิ 25.00 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการแตกตัวเป็นไอออนของสารต่าง ๆ ทำให้การนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไป เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าการนำไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นด้วย (ไมตรีและจรรูวรรณ, 2528) ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น การเคลื่อนที่ของไอออนในน้ำมีมากขึ้น การนำไฟฟ้าก็จะสูงขึ้น ค่ามาตรฐานจึงใช้ที่อุณหภูมิ 25.00 องศาเซลเซียส

การนำไฟฟ้าของน้ำ ในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไป ไมตรีและจรรูวรรณ (2528) รายงานไว้ว่า จะมีค่าอยู่ระหว่าง 150.00–300.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แต่ในบางแห่งก็อาจมีค่าสูงกว่านี้จนถึง 5,000.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้าของแม่น้ำจะแตกต่างกันไปตามระยะทาง โดยบริเวณต้นน้ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำและค่อย ๆ มีระดับสูงขึ้นเมื่ออยู่ติดกับทะเล เนื่องจากในระยะทางที่เพิ่มขึ้นน้ำจะชะล้างเอาสารต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากธรรมชาติ และกิจกรรมของมนุษย์สะสมเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ และกรรณิการ์ (2544) กล่าวว่า น้ำที่กลั่นใหม่ ๆ จะมีค่าการนำไฟฟ้าประมาณ 0.50–2.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และจะเพิ่มขึ้นเป็น 2.00–4.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร หลังจากเก็บไว้ 2–3 สัปดาห์ ค่าที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ รวมทั้งก๊าซแอมโมเนียจำนวนเล็กน้อยด้วย และนอกจากนี้ค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นด้วย อัตราประมาณร้อยละ 2 ต่อองศาเซลเซียส

ค่าการนำไฟฟ้าจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการบริโภคอุปโภค การเพาะปลูก และเลี้ยงสัตว์ และมีอิทธิพลต่อแหล่งน้ำอย่างสำคัญ น้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 750.00–1,500.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย น้ำชลประทานที่มีค่าการนำไฟฟ้า 750.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จะไม่มีผลเสียหายต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ถ้ามีมากกว่า 3,000.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จะมีปัญหาอย่างมากสำหรับการซึมของน้ำใต้ดิน ค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 5,000.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร สามารถใช้เลี้ยงสัตว์ได้ทุกชนิด แต่ถ้าสูงกว่า 16,000.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ไม่สามารถเลี้ยงสัตว์ได้เลย

1.4 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids, TSS)

ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด หมายถึง ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่สามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (“Whatman” GF/C) (ธงชัยและวิบูลย์ลักษณ์, 2540) ซึ่งการหาค่าของแข็งที่ละลายและไม่ละลายน้ำได้โดยหาค่าของแข็งของส่วนที่ผ่านการกรองกับส่วนที่ยังไม่ได้กรอง สารที่ไม่ละลายน้ำเรียกว่า ของแข็งแขวนลอย (suspended solids หรือ suspended matter) (กรรณิการ์, 2544)

นอกจากนี้ กรรณิการ์ (2544) ยังได้กล่าวอีกว่า ของแข็งแขวนลอยมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์น้ำโสโครก เป็นค่าหนึ่งบ่งบอกความสกปรกของน้ำเสีย ตลอดจนบอกถึงประสิทธิภาพของหน่วยบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ สำหรับในงานควบคุมความสกปรกของลำธารถือว่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเป็นของแข็งตกตะกอน เพราะเวลาในการตกตะกอนไม่จำกัด เนื่องจาก การสะสมทับถมกันของของแข็งเกิดขึ้น เนื่องจากการตกตะกอนทางชีวภาพและเคมี ดังนั้นค่าของแข็งแขวนลอยจึงสำคัญเท่า ๆ กับ บีโอดี ซึ่งหลักการของการวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด มั่นสิน (2538) กล่าวว่า การกรองน้ำตัวอย่างผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่ทราบน้ำหนักตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองจะนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103.00–105.00 องศาเซลเซียส และทำให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่อปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้

การเปลี่ยนแปลงของตะกอนแขวนลอยในแหล่งน้ำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน การพังทลายของดิน ความลาดชัน และการเพิ่ม

ปริมาณน้ำทิ้งจากชุมชน เนื่องจากการเพิ่มของประชากร รัชนีกุล (2527) กล่าวว่า โรงงานอุตสาหกรรมก่อให้เกิดน้ำเสีย จากอุณหภูมิต่ำและน้ำทิ้งที่มีสารแขวนลอยอินทรีย์จะเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในน้ำ ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เกิดความร้อน ซึ่งอัตราของปฏิกิริยาออกซิเดชันทางชีวเคมีเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิ ซึ่งตรงกับที่ จำเนียร (2530) พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอย มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับอุณหภูมิของน้ำ ถ้าของแข็งแขวนลอยมีมากอุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้น จากการศึกษาของ ธิตาพร (2540) กล่าวว่า ปริมาณสารแขวนลอยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและระดับความลึก โดยพบว่าในช่วงต้นฤดูฝน ปริมาณสารแขวนลอยจะมีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมวลน้ำจืดได้พัดพาเอาตะกอนอินทรีย์สาร ซึ่งมีธาตุอาหารอยู่สูงสู่มแม่น้ำ ทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอน รวมทั้งตะกอนของสารอินทรีย์ที่ถูกพัดพามามีผลทำให้ค่าปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้น

ไมตรีและจารุวรรณ (2528) กล่าวโดยสรุปว่า สารแขวนลอยที่ทำให้เกิดความขุ่นจะสามารถทำอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยตรง โดยตะกอนและสารแขวนลอยจะเข้าไปอุดช่องเหงือกทำให้หายใจติดขัด การเจริญเติบโต การฟักตัวของไข่ช้าลง และความต้านทานโรคต่าง ๆ ลดลงด้วย และโดยทางอ้อมคือ สารแขวนลอยจะไปขัดขวางปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงของพืชน้ำโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช ทำให้กำลังผลิตขั้นต้น (primary productivity) ของแหล่งน้ำนั้นลดลง ซึ่งจะทำให้ปริมาณอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำลดลงด้วย ปริมาณสารแขวนลอยนิยมวัดเป็นหน่วยน้ำหนักในรูปของมิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำที่ให้ผลผลิตทางการประมง ควรมีค่าปริมาณสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 25.00–80.00 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 80.00–400.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้ผลผลิตลดลง และถ้ามากเกินไป 400.00 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไปจะมีคุณภาพไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

1.5 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solids, TDS)

ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และสามารถไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว เมื่อกรองปริมาณของแข็งแขวนลอยออกแล้วเอาน้ำที่ผ่านกระดาษกรองใยแก้ว ไประเหยจะหาปริมาณของแข็งละลายได้ (ธงชัยและวิบูลย์ลักษณ์, 2540) ซึ่ง มั่นสิน (2538) กล่าวว่า ของแข็งละลายน้ำ (dissolved solids) คือของแข็งที่ละลายในน้ำได้ ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ต่าง ๆ หรืออินทรีย์สาร ซึ่งหลักการของการวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

มันสิน (2538) กล่าวว่าตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ในถ้วยระเหยทราบน้ำหนักจะถูกนำไประเหยด้วยไอน้ำจนแห้งแล้วนำไปอบที่ 103.00–105.00 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่ม คือ น้ำหนักของของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรืออาจหาได้จากน้ำหนักค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมาหักออกจากค่าของแข็งทั้งหมด

เปี่ยมศักดิ์ (2543) กล่าวว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ จะมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ดังนั้น น้ำที่มีการนำไฟฟ้าสูง ก็จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำสูงเช่นเดียวกัน น้ำที่มีค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้สูง มีสารบางชนิดสูงมากเช่นกัน ทำให้ไม่เหมาะสมในการใช้อุปโภคบริโภค เพราะอาจทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพและทางเศรษฐกิจ ส่วนด้านการชลประทานนั้น น้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 750.00–1,500.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (TDS 500.00–1,500.00 มิลลิกรัมต่อลิตร) จะสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับ ไมตรีและจารุวรรณ (2528) ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะเป็นสัดส่วนและปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ และในแหล่งน้ำแห่งใดแห่งหนึ่ง จะมีค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวค่อนข้างคงที่

ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS) มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ต่อการบริโภคอุปโภค การเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ และมีอิทธิพลต่อแหล่งน้ำอย่างสำคัญ โดยสามารถทำให้โครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศ (ecosystem) ในแหล่งน้ำนั้น ๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย ชนิดและปริมาณความเข้มข้นของสารละลายในน้ำ จะเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพทางเคมี และความสัมพันธ์ระหว่างดินกับน้ำ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของพืชและสัตว์น้ำในแหล่งน้ำ หรือกำลังผลิตของแหล่งน้ำ ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ 2 ประการ คือ การควบคุมสมดุลของน้ำและเกลือแร่ (osmoregulation) และความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในน้ำแพลงก์ตอนพืช ค่าสูงสุดของของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำที่เป็นขีดจำกัดต่อกระบวนการสมดุลของน้ำและเกลือแร่ของปลาน้ำจืดอยู่ในช่วงระหว่าง 5,000.00–10,000.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและความสามารถในการปรับตัวตลอดจนความเค็มของปลา (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528)

1.6 ของแข็งทั้งหมดในน้ำ (Total Solids, TS)

กรรณิการ์ (2544) ได้ให้ความหมายของของแข็งทั้งหมดในน้ำว่า หมายถึง สารที่เหลือเป็นตะกอนอยู่ภายหลังจากที่ผ่านการระเหยไอน้ำ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103.00-105.00 องศาเซลเซียส ซึ่งตะกอนที่เหลือนี้จะมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ของแข็งทั้งหมดในน้ำเป็นสิ่งที่เจือปนในน้ำที่เหลืออยู่เมื่อระเหยน้ำออกจนหมด ไม่รวมสารบางอย่างที่ระเหยไปกับน้ำ เช่น พวกกรดอินทรีย์ และกรดต่าง ๆ ที่ละลายน้ำ สิ่งเจือปนเหล่านี้มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ในน้ำทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีของแข็งปนอยู่ด้วยจำนวนมาก และยังมีผู้กล่าวถึงของแข็งในน้ำเสียว่า น้ำทิ้งทั่ว ๆ ไป ไม่ว่าจะเป็นน้ำทิ้งประเภทใดมักจะมีของแข็งปนอยู่ด้วยเสมอ ซึ่งเป็นของแข็งประเภทแขวนลอย จัดว่าเป็นของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งให้ผลเสียต่อแหล่งน้ำเพราะทำให้น้ำขุ่น ลดปริมาณแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านไปในน้ำทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ รวมทั้งการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างไม่เต็มที่ ส่วนตะกอนก็จะทับถมกันจนทำให้น้ำในลำน้ำตื้นเขินและขุ่นมากขึ้น อีกทั้งเป็นการขัดขวางการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วย ซึ่ง วิทยา (2525) ได้เสนอไว้ในความหมายที่คล้าย ๆ กัน คือ ของแข็งทั้งหมดที่อยู่ในน้ำเสียเป็นของแข็งอินทรีย์ และ ของแข็งอนินทรีย์ทั้งหมด หรือของแข็งแขวนลอยและสารละลายทั้งหมด สำหรับน้ำเสียจากครัวเรือนจะมีสารอินทรีย์ และอนินทรีย์อย่างละครึ่ง และประมาณสองในสามเป็นสารละลายและหนึ่งในสามเป็นสารแขวนลอย เมื่อนำน้ำที่มีสิ่งเจือปนมาระเหยด้วยไอน้ำ สารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนและทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103.00-105.00 องศาเซลเซียส ซึ่งที่กลายเป็นไอน้ำได้ก็จะระเหยไป เหลือเพียงตะกอนของสารที่มีอยู่ในน้ำ เรียกว่า ของแข็งทั้งหมด (total solids) ซึ่งมีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ของแข็งตกตะกอน (settleable solids) และของแข็งแขวนลอย (suspended solids)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำแสดงถึงปริมาณสิ่งเจือปนทั้งหมดในน้ำว่า มีมากน้อยเพียงใด ปริมาณ suspended solids มีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำธรรมชาติและค่า settleable solids มีความสำคัญอย่างยิ่งในการกำจัดน้ำเสีย ในด้านการออกแบบว่าจำเป็นจะต้องใช้ถังตกตะกอนหรือไม่ และเพื่อหาขนาดของเครื่องสูบน้ำตะกอน (sludge pump) วิทยา (2525) เสนอไว้ว่า ของแข็งเป็นสิ่งเจือปนในน้ำทิ้ง ทำให้สมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไป ถ้าเป็นสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ ก็จะลดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นพวกไม่ละลายน้ำที่เป็นสารแขวนลอยก็จะทำให้น้ำขุ่น มีสี แหล่งน้ำที่มีตะกอนแขวนลอยจะดูดซับออกซิเจนได้น้อยกว่าน้ำใส

ส่วนมาตรฐานน้ำสำหรับของแข็งทั้งหมดในน้ำ เกษม (2530) ค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำมักอยู่ระหว่าง 20.00-1,000.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับ กรรณิการ์ (2544)

2. คุณภาพน้ำทางเคมี

2.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หรือ DO ในน้ำเสียออกซิเจนละลายน้ำ เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวภาพที่เกิดขึ้นจะโดยจุลินทรีย์ aerobic หรือ anaerobic organism ประเภท aerobic organism ใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารอินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่ anaerobic organism ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยการรีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางตัว เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น organism ทั้งสองชนิดที่พบทั่วไปในธรรมชาติจึงจำเป็นต้องการรักษาสภาพพวก aerobic organism ไว้ มิฉะนั้น anaerobic organism จะเพิ่มมากขึ้น การหาค่าออกซิเจนละลายน้ำ เพื่อรักษาสภาพ aerobic organism ในน้ำธรรมชาติซึ่งจะสามารถรับสิ่งสกปรกจากแหล่งต่าง ๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการรักษาสภาพที่เหมาะสมในกระบวนการ aerobic treatment process ด้วย และ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ มีความสำคัญในการรักษาสภาพของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ คือให้มีออกซิเจนละลายน้ำปริมาณที่พอเหมาะ เช่น ไม่น้อยกว่า 3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้เป็นพื้นฐานของค่า ความต้องการออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อหากำลังความสกปรกของน้ำเสีย และอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทางชีวภาพ ซึ่งวัดโดยการหาค่าออกซิเจนละลายน้ำที่เหลือ ณ เวลาต่าง ๆ

ความสำคัญของออกซิเจนละลายน้ำ ยังใช้เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมการกักกรองของเหล็ก โดยเฉพาะในท่อน้ำประปา โดยเฉพาะในหม้อน้ำไม่ควรมีค่าออกซิเจนละลายน้ำเลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีออกซิเจนละลายน้ำได้ 0.015 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ยังช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยา ใน aerobic treatment

process เพื่อให้แน่ใจว่ามีออกซิเจนพอที่จะรักษาสภาวะ aerobic ไว้ได้อีกทั้งป้องกันการใช้อากาศมากเกินไป

ออกซิเจนจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและต่อคุณภาพน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำได้ค่อนข้างน้อย ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิโดยตรง ปริมาณออกซิเจนละลายบริเวณผิวน้ำมักอิ่มตัว แต่ของเสียประเภทสารอินทรีย์ที่ลงไปสู่แหล่งน้ำจะดึงออกซิเจนในน้ำไปใช้อย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง ซึ่งหากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหลืออยู่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (กัณทรีย์, 2540)

ประวิทย์ (2531) กล่าวว่า ออกซิเจนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ สัตว์น้ำและพืชน้ำใช้ออกซิเจนละลายน้ำเพื่อการหายใจโดยเฉพาะในเวลากลางคืน โดยใช้แล้ว ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงจุดต่ำสุดในช่วงเช้ามืดก่อนมีแสงแดด การขาดออกซิเจนในน้ำ ถึงแม้จะไม่ต่ำลงจนถึงระดับที่ทำให้ปลาตาย แต่อาจมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้การฟักเป็นตัวของปลาช้าลง ตัวอ่อนมีลักษณะผิดปกติ ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารลดลง อ่อนแอ และติดเชื้อได้ง่ายขึ้น เป็นต้น

2.2 ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand)

ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี หรือ BOD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้ภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนในช่วงระยะเวลา และอุณหภูมิที่กำหนดให้ การวิเคราะห์ค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยทั่วไปเป็นการวัดปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้หมดในเวลา 5 วัน ในตู้ควบคุมที่ 20 ± 1 องศาเซลเซียส สาเหตุที่ใช้อุณหภูมิและระยะเวลาดังกล่าว เพราะ nitrifying bacteria เจริญเติบโตที่อุณหภูมินี้

ธงชัย (2535) กล่าวว่า การวิเคราะห์หาค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงสภาพของน้ำในแม่น้ำลำคลอง น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน น้ำทิ้งจากโรงพยาบาล และโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งเกษตรกรรม เพื่อ

ประโยชน์ในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ควบคุมคุณภาพน้ำทิ้ง และศึกษาประสิทธิภาพของระบบนั้น ๆ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปของปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในย่อยสลายสารอินทรีย์ (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528)

2.3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

กรรณิการ์ (2544) กล่าวว่า สารละลายกรด-ด่าง หรือเกลือ นั้น สิ่งื่บอกระบุความเป็นกรดคือความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) และสิ่งื่บอกระบุความเป็นเบสคือ ไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) การื่บกล่าวถึงวามเข้มข้นของ H^+ ด้วยตัวเลขเป็นการไม่สะดวกจึงใช้ หน่วยที่เรียกว่า pH

ในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยทั่วไปจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 5.00-9.00 ระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติจะแตกต่างกันเนื่องจากระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำฝน ลักษณะดิน และหินของกลุ่มน้ำนั้น ระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติอาจมีค่าแตกต่างกันได้เนื่องจาก สภาพแวดล้อมแตกต่างกัน สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลทำให้ระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน

ความเป็นกรด-ด่าง เป็นค่าที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งจะดำรงชีวิตได้ปกติถ้าน้ำมีความเป็นกรด-ด่างเหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปคือช่วงความเป็นกรด-ด่างที่เป็นกลาง แต่หากน้ำมีความเป็นกรด-ด่างสูงหรือต่ำมากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายแก่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำเช่นปลาที่อาศัยในน้ำที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างต่ำพบว่าปริมาณเมือกที่ปกคลุมเหงือกของปลาจะเพิ่มมากขึ้นแล้วไปขัดขวางการแลกเปลี่ยนก๊าซและไอออนต่างๆ บริเวณเหงือกปลาทำให้เกิดการขาดสมดุลของกรดและด่างในกระแสเลือดมีผลต่อการหายใจและทำให้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในกระแสเลือดลดลงส่งผลกระทบต่อแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ของตัวปลากับสิ่งแวดล้อมนอกจากนั้นน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างต่ำยังทำให้ความเป็นพิษของอะลูมิเนียม (Aluminum) เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างสูง จะทำให้เกิดอันตรายต่อเหงือกของปลาได้เช่นเดียวกันโดยทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซและสมดุลของเลือดเกิดปัญหาขึ้นรวมทั้งอาจเกิดอันตรายต่อกระจกและเยื่อหุ้มตาด้วย

2.4 ความเป็นด่าง (Alkalinity)

เปี่ยมศักดิ์ (2543) ให้คำจำกัดความว่า ความเป็นด่าง หมายถึง ความสามารถของน้ำที่จะรับโปรตอนหรือไฮโดรเจน (H^+) หรือเป็นความสามารถของน้ำที่จะสะเทินกรดได้ ถึงความเป็นกรด-ด่างที่มีค่าเป็นกลาง กรรณิการ์ (2525) กล่าวว่า ความเป็นด่างของน้ำมีสาเหตุใหญ่มาจากองค์ประกอบของสารละลาย 3 ชนิด ด้วยกัน คือ ไฮดรอกไซด์ (OH^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และ ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ความเป็นด่างมีความสำคัญ ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำธรรมชาติ และน้ำเสียต่าง ๆ ใช้ในการชี้บอกถึงความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความเป็นด่างในน้ำธรรมชาติ ความเป็นด่างของน้ำจะแตกต่างกันไปตามลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ

ค่าความเป็นด่างโดยตัวของมันเอง ไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษ แต่มีผลเกี่ยวเนื่องกับคุณสมบัติด้านอื่น ๆ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นกรด (acidity) และความกระด้าง (hardness) เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของ ความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำ คือ เป็นตัวการที่ช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างรวดเร็วเกินไป ความเป็นด่างของน้ำจึงใช้เป็นเครื่องแสดงความสามารถของน้ำที่จะป้องกันมิให้ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลง (buffering capacity) ซึ่งค่าความเป็นด่างในแหล่งน้ำธรรมชาติจะแตกต่างกันออกไป โดยมีค่าตั้งแต่ 25.00 จนถึง 400.00–500.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) จากการศึกษาของ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531) กล่าวว่าโดยสรุปว่า ค่าความเป็นด่างของแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำนครนายกและแม่น้ำปราจีนบุรี ในปี พ.ศ. 2529 มีค่าในช่วง 5.80–8.00 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต และในปี พ.ศ. 2530 มีค่าในช่วงระหว่าง 4.50–101.60 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต โดยบริเวณที่พบค่าความเป็นด่างสูง คือ บริเวณปากแม่น้ำซึ่งเกิดจากการรูก้ำของน้ำทะเลเข้ามาปนเปื้อน ซึ่งสภาพของน้ำทะเลมีความเป็นด่างสูง นอกจากนี้จากรายงานการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและอำพลบุรี พบว่าค่าความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 20.00–119.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่าในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูต่ำกว่าในฤดูแล้งอย่างชัดเจน

ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่าในการคุ้มครองป้องกันสัตว์น้ำไม่ให้เกิดความเครียด ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำนั้น ไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

และไม่ลดจากค่าปกติเกินร้อยละ 25 น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำส่วนใหญ่จะเป็นน้ำอ่อน (soft water) และมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำซึ่งไม่ให้เกิดผลดีสูง น้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 4.50 จะไม่พบค่าความเป็นด่างปรากฏอยู่เลย นอกจากนี้ Boyd (1990) กล่าวว่า ระดับของความ เป็นด่างของน้ำ ในแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์จะต้องไม่ต่ำกว่า 20.00 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียม คาร์บอเนต และถ้าความเป็นด่างของน้ำต่ำกว่า 50.00 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต จะมีผลต่อการสร้างเปลือกของสัตว์กลุ่ม กุ้ง-ปู ไมตรี และ จารูวรรณ (2528) เกณฑ์ที่เหมาะสมต่อ การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ควรมีค่าความเป็นด่างระหว่าง 100.00 ถึง 120.00 มิลลิกรัมต่อลิตรของ แคลเซียมคาร์บอเนตหรือสูงกว่า

2.5 ความกระด้างของน้ำ (Hardness)

ความกระด้างของน้ำโดยทั่วไป หมายถึง ปริมาณของเกลือแคลเซียม และแมกนีเซียม ที่ละลายอยู่ในน้ำแต่ก็อาจรวมถึงแร่ธาตุอื่น ๆ เช่น พวกโลหะ ถ้าหากละลายอยู่เป็นปริมาณมาก เช่น พวก divalent metallic cation ตัวอย่างเช่น Fe^{2+} และ Mn^{2+} เป็นต้น (ไมตรี และ จารูวรรณ, 2528) ส่วนน้ำกระด้าง หมายถึง น้ำที่เมื่อทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วเกิดฟองได้ยาก (โกมล และคณะ, 2527) ซึ่งเป็นผลมาจาก Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Sr^{2+} , Zn^{2+}

2.6 ความเค็มของน้ำ (Salinity, Sal)

ความเค็มของน้ำ หมายถึง ผลรวมของความเข้มข้นของไอออนทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (total dissolve ions) ซึ่งไม่ใช่แต่เฉพาะไอออนของโซเดียมคลอไรด์เท่านั้น โดยแสดงผลออกมา เป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) แต่ถ้าหากในน้ำมีปริมาณของไอออนละลายสูงจะแสดงผลเป็นกรัม ต่อลิตร (g/L) หรือส่วนในพันส่วน (ppt) (ธรรมรักษ์, 2541)

ประวิทย์ (2531) กล่าวว่า ค่าความเค็มของน้ำจะสัมพันธ์กับค่าคลอรีนิตี (chlorinity) ซึ่งหมายถึง ปริมาณคลอไรด์ โบรไมด์ และไอโอดีน ที่มีอยู่ในน้ำหนักหนึ่งกิโลกรัม ความเค็ม ของน้ำมีค่าแตกต่างกันไป แล้วแต่สถานที่และประเภทของดิน สำหรับน้ำจืดมีค่าความเค็ม ประมาณศูนย์ ส่วนน้ำทะเลมีค่าความเค็มโดยเฉลี่ยประมาณ 35.00 ส่วนในพันส่วน ได้มีผู้แบ่ง ประเภทของน้ำออกตามระดับความเค็มดังนี้

น้ำจืด (fresh water)	มีความเค็มระหว่าง	0–0.50	ส่วนในพันส่วน
น้ำกร่อย (brackish water)	มีความเค็มระหว่าง	0.51–30.00	ส่วนในพันส่วน
น้ำเค็ม (sea water)	มีความเค็มตั้งแต่	30.01	ส่วนในพันส่วนขึ้นไป

ปลาและสัตว์น้ำแต่ละชนิดสามารถอาศัยอยู่ได้ในระดับความเค็มแตกต่างกันไป ซึ่งอาจแยกออกเป็น สัตว์น้ำจืด (Freshwater animal) สัตว์น้ำกร่อย (Brackishwater animal) และ สัตว์น้ำเค็ม (Marine animal) สัตว์ที่อาศัยในบริเวณน้ำกร่อยจะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ดีกว่าสัตว์น้ำจืดและน้ำเค็ม เนื่องจากบริเวณน้ำกร่อยมักมีการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มอยู่ตลอดเวลา สำหรับปลาน้ำจืดทั่ว ๆ ไป สามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็มสูงถึง 7,000.00 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นกัน แต่มีปลาน้ำจืดบางชนิดที่ทนทานต่อระดับความเค็มค่อนข้างมากทำให้สามารถเลี้ยงได้ทั้ง น้ำจืด น้ำกร่อย หรือน้ำทะเล เช่นปลาเรนโบว์เทราท์ ปลาเก๋ฮื้อ ปลาหมอเทศ หรือสัตว์ทะเลบางชนิด สามารถนำมาเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มต่ำได้ดี เช่น กุ้งกุลาดำ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำส่วนใหญ่สามารถดำรงชีวิตและเจริญเติบโตเฉพาะความเค็มจำกัด ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงจำเป็นต้องตรวจสอบ และรักษาความเค็มของน้ำให้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำบางชนิด (ธรรมรักษ์, 2541)

3. คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

3.1 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)

แบคทีเรียในแหล่งน้ำธรรมชาติมีอยู่หลายชนิด ซึ่งปนเปื้อนมาจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรียจากอากาศและน้ำ กับแบคทีเรียที่มาจากสิ่งขับถ่ายของคนและสัตว์ ซึ่งแบคทีเรียที่มาจากสิ่งขับถ่ายอาจปนเปื้อนได้โดยตรงหรือถูกชะพาลงสู่แหล่งน้ำ และในสิ่งขับถ่ายของคนและสัตว์เลื้อยคืบจะมีแบคทีเรียออกมาปนเปื้อนเสมอ ซึ่งบางครั้งอาจมีเชื้อโรคปะปนออกมากับสิ่งขับถ่ายด้วย สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและชนิดของแบคทีเรียได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง สารอาหารในน้ำ ลักษณะของแหล่งน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ว การหาปริมาณแบคทีเรียในน้ำที่ทำให้เกิดโรคมักเป็นเรื่องยุ่งยาก และการตรวจไม่พบแบคทีเรียทำให้เกิดโรค ไม่ได้หมายความว่าน้ำนั้นปราศจากเชื้อโรค ดังนั้นแบคทีเรียที่ใช้เป็นดัชนี

บ่งชี้จึงต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญคือสามารถตรวจหาได้ง่าย มีจำนวนมากกว่าเชื้อโรค ทนต่อสภาพแวดล้อม เจริญได้รวดเร็วในอาหารเลี้ยงเชื้อธรรมดา ควรเป็นแบคทีเรียที่ไม่ทำให้เกิดโรค และไม่ถูกรบกวนโดยการเจริญเติบโตด้วยแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ

ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total coliform bacteria) เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นท่อนสั้น ๆ ปกติแล้วโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้มนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น จะปะปนออกมาประมาณ 50 ล้านเซลล์ต่อสิ่งขับถ่าย 1 กรัม และในน้ำทิ้งจากชุมชนมีประมาณ 3 ล้านเซลล์ต่อน้ำ 1,000 ตัน ซึ่งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารมักมาจากลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นที่เป็นโรค จึงนิยมใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีชี้วัดความปนเปื้อนของสิ่งขับถ่าย ข้อดีของการใช้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพ มีดังนี้

- การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำ สามารถทำได้ง่ายกว่าการตรวจหาแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร
- โดยปกติโคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถทนทานอยู่ในน้ำได้ดีกว่าแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคต่อระบบทางเดินอาหาร ดังนั้นหากไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียก็คาดการณ์ได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคต่อระบบทางเดินอาหาร
- การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถชี้บ่งได้ว่า น้ำมีความสกปรกเพียงใด ถ้าตรวจพบว่ามีโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากแสดงว่าน้ำมีความสกปรกมาก

3.2 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal coliform bacteria)

ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียที่มาจากลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น โดยทั่วไปมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งตรวจพบฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำแสดงให้เห็นว่าเพิ่งมีการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายในช่วงเวลาไม่นาน เนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่มนี้มักอยู่ได้เพียง 2 สัปดาห์ ในขณะที่แบคทีเรียกลุ่มอื่น อาทิเช่น *Streptococci* group D และ *Salmonella* สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 6 และ 19 สัปดาห์ตามลำดับ

จากการศึกษาของสุรชัย (2523) พบว่า น้ำซึ่งผ่านพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์แบบต่าง ๆ จะมีผลต่อปริมาณและชนิดของแบคทีเรียในแหล่งน้ำด้วย ทั้งนี้คุณสมบัติของดินก็มีผลต่อปริมาณ

และชนิดของแบคทีเรียเช่นกัน กล่าวคือ ในพื้นที่ ๆ มีดินแน่นทึบจะมีความสามารถในการซึมซับน้ำต่ำ ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินพัดพาแบคทีเรียลงสู่แหล่งน้ำได้ง่ายกว่าดินที่มีเนื้อร่วนซุยซึ่งมีความสามารถในการซึมซับน้ำสูงกว่า

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ประวิทย์ (2531) กล่าวว่า การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีความหมายตามกิจกรรมได้ 2 ประการ คือ การเพาะสัตว์น้ำและการเลี้ยงสัตว์น้ำ การเพาะสัตว์น้ำ หมายถึง การขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนสัตว์น้ำตามวัตถุประสงค์และการเลี้ยงสัตว์น้ำหมายถึงการทำให้เติบโต เพิ่มขนาดน้ำหนักสัตว์น้ำให้ได้ตามเป้าหมาย

สัตว์น้ำ หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ หรือที่มีวงจรชีวิตส่วนหนึ่งส่วนใดอยู่ในน้ำที่ทำให้ผลผลิตที่สามารถประเมินได้

1. ความสำคัญของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นศาสตร์ที่เป็นศิลปอย่างหนึ่งซึ่งใช้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีบทบาทที่สำคัญและเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับหลาย ๆ ประเทศ โดยพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ประเภทการเลี้ยงสัตว์น้ำ

สุภาพร (2538) กล่าวว่า การเลี้ยงสัตว์น้ำมีหลายประเภท สามารถแบ่งประเภทตามการใช้อุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงเป็นหลัก ดังนี้

2.1 การเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ

บ่อหมายถึงภาชนะที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ อาจเป็นบ่อดิน บ่อซีเมนต์ หรือถังน้ำไฟเบอร์ที่สามารถกักเก็บน้ำไว้เลี้ยงสัตว์น้ำได้ การเลี้ยงสัตว์น้ำโดยวิธีนี้นักดำเนินการในบริเวณที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ คลองส่งน้ำ เพื่อให้่ายต่อการถ่ายเทน้ำ โดยทั่วไปแล้วบ่อดินราคาจะถูกกว่าบ่อซีเมนต์

จึงเป็นที่นิยมในหลายท้องที่ บ่อซีเมนต์เพิ่งเป็นที่นิยมเมื่อราคาที่ดินแพงขึ้น และนิยมใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบประณีตหรือระบบอุตสาหกรรม

การเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อต้องใช้น้ำที่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับกระชัง จึงจำเป็นต้องมีระบบถ่ายเทน้ำและการให้ออกซิเจนที่ดี หากเป็นบ่อขนาดใหญ่จะทำให้การเตรียมบ่อและการกำจัดศัตรูสัตว์น้ำมีความยากและลำบากมากขึ้น และสำหรับน้ำที่นำมาใช้ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอาจมีอินทรีย์สาร มลพิษและสารปนเปื้อนที่เห็นประจำได้แก่ ตะกอน จึงควรระวังเพราะอาจเกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (เมฆ, 2530)

2.2 การเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง

การเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังหมายถึง การเลี้ยงสัตว์น้ำในภาชนะกักขัง ตั้งแต่การเลี้ยงลูกปลาและสัตว์น้ำขนาดเล็ก จนถึงการเลี้ยงลูกปลาและสัตว์น้ำขนาดใหญ่ ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั้งน้ำจืดและน้ำทะเล การเลี้ยงแบบนี้ช่วยให้สามารถถ่ายเทได้รอบด้าน ช่วยให้สามารถเลี้ยงสัตว์น้ำได้หนาแน่นกว่าเลี้ยงในบ่อถึง 10 เท่า สัตว์น้ำจะเจริญเติบโตเร็ว ทำให้ลดระยะเวลาการเลี้ยงง่ายต่อการดูแลรักษา การควบคุมขยายพันธุ์ การจับ สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และการขนส่ง ทำให้การลงทุนต่ำเพราะไม่ต้องสร้างบ่อไม่ต้องเสียค่าที่ดิน แต่ต้องระวังว่าแหล่งที่ตั้งกระชังจะต้องไม่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยของเสียลงแม่น้ำ โดยไม่มีระบบกักน้ำเสีย สถานที่เลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังต้องไม่ขัดต่อกฎหมายหรือช่องทางสัญจรทางน้ำ สำหรับพันธุ์ปลาที่เหมาะสมเลี้ยงในกระชังต้องเป็นปลาที่สามารถฝึกลูกินอาหารได้โดยรวดเร็วก่อนที่อาหารจะละลายและสูญหายไปใต้น้ำ (เกรียงศักดิ์, 2543)

2.3 การเลี้ยงสัตว์น้ำในนาข้าว

การเลี้ยงสัตว์น้ำในนาข้าวเป็นวิธีการอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างคุ้มค่าทั้งที่ดินและแหล่งน้ำ เพื่อเพิ่มผลผลิตอาหารโปรตีน และเพื่อเพิ่มรายได้ของชาวนาตามปกติแล้วนาข้าวจะมีระดับน้ำลึกประมาณ 5-25 เซนติเมตร พื้นดินท้องนาค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ มีอาหารธรรมชาติมากมาย เหมาะสำหรับสัตว์น้ำที่จะเจริญเติบโตโดยเฉพาะปลา ในบางท้องที่ที่แหล่งน้ำสามารถเลี้ยงปลาได้ในช่วงฤดูฝน หลังจากปักดำข้าวจนต้นข้าวตั้งตัวได้แล้วโดยปกติชาวนาจะเก็บกักน้ำไว้ในนาประมาณ 3-5 เดือน เมื่อข้าวออกรวงแล้วจะทำการไถน้ำออก

เพื่อเก็บเกี่ยวก็จะสามารถจับปลาไปขายได้ในเวลาเดียวกันด้วย ถ้าเป็นแหล่งที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ อาจจะเลี้ยงปลาได้อีก 1 รอบ คือหลังเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ก็สามารถตากถางซังข้าวในพื้นที่นาให้เรียบ โดยเอาซังข้าวมากองรวมไว้ข้างบ่อเพื่อหมักเป็นปุ๋ย ทำการระบายน้ำเข้านา และเริ่มทำการเลี้ยงปลาในรอบที่ 2 ได้

2.4 การเลี้ยงสัตว์น้ำในร่องสวน

โดยปกติสวนที่อุ้มริมน้ำ มักจะยกเป็นร่องสี่เหลี่ยมมีคูน้ำเข้าออกโดยรอบเพื่อให้น้ำไหลเวียนสะดวก สามารถดัดแปลงให้เพิ่มเติมสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำได้ด้วย โดยทำคันดินรอบสวนเพิ่มเติมและยกระดับให้สูงกว่าระดับน้ำขึ้นสูงสุดเพื่อป้องกันน้ำท่วม การเลี้ยงสัตว์น้ำในร่องสวน มักนิยมเลี้ยงปลาพวกที่กินตะไคร่น้ำ หรือกุ้งฝอย (ซึ่งพบปกติในร่องสวน) นอกจากนี้เศษใบไม้จากสวนที่ร่วงหล่นลงน้ำก็จะทับถมเป็นปุ๋ยหมักทำให้เกิดธาตุอาหาร และอาหารธรรมชาติ

2.5 การเลี้ยงสัตว์น้ำในคอก

การเลี้ยงสัตว์น้ำในคอกคล้ายกับการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ แต่เป็นการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำที่มีระดับขึ้นลงไม่แตกต่างกันมากนัก พบในหลายแห่งของประเทศไทย เช่น การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในคอกบริเวณทะเลสาบสงขลา การเลี้ยงปลาในคอกตามอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนต่าง ๆ การเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทนี้มักพบตามชายฝั่งที่มีระดับน้ำต่ำกว่า 2 เมตร โดยใช้ฝือกไม้ไผ่ ลวดตาข่าย หรืออวนกันเป็นคอกสำหรับเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำ ขณะที่พื้นคอกจะเป็นพื้นที่การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำดินต่าง ๆ เช่น สามารถเลี้ยงปลาหน้าดินและหอยต่าง ๆ ได้ดี การถ่ายเทน้ำระหว่างช่องฝือกช่วยเพิ่มออกซิเจนและถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้สามารถปล่อยสัตว์น้ำได้จำนวนหนาแน่นกว่าการเลี้ยงในบ่อ และเมฆ (2530) กล่าวว่า สถานที่ที่จะใช้สร้างคอกปลาควรเป็นริมฝั่งที่เปิดรับทางลม มีการหมุนเวียนของกระแสน้ำ และไม่ถูกกั้นล้อมไว้ด้วยสิ่งก่อสร้าง

2.6 การเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยทุ่น เสา เส้นเชือก หรือถาด

นอกจากการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอื่นอีก เช่น การเลี้ยงหอยนางรมโดยใช้หลักเสาไม้ หรือเสาคอนกรีตให้หอยนางรมมาเกาะ การเลี้ยงหอยแมลงภู่ด้วยเส้นเชือก การใช้ถาดเลี้ยงหอยแครงโดยปักหลักตรึงคานแล้วผูกถาดที่

เลี้ยงหอยเป็นชั้น ๆ มักพบการเลี้ยงแบบต่าง ๆ เหล่านี้ในแถบชายฝั่งทะเล ทำให้เก็บเกี่ยวง่าย รอดพ้นจากศัตรูหน้าดินที่คอยมาจับกิน เพราะเลี้ยงที่ระดับสูงกว่าพื้นก้นทะเลเล็กน้อย การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบนี้ต้องทำโครงสร้างให้แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักหอยและภาชนะที่ใช้เลี้ยงด้วย

2.7 การเลี้ยงสัตว์น้ำในตู้กระจก

สัตว์น้ำสวยงามมีหลายชนิดและหลายประเภทที่นิยมนำมาเลี้ยงในตู้กระจก โดยจัดตกแต่งให้สวยงาม ดูแล้วเกิดความเพลิดเพลินใจคลายความเครียด เพราะสัตว์น้ำเหล่านี้ไม่ส่งเสียงรบกวน ไม่ออกมาเดินเฟ้นพ้วนจนเกะกะหรือสกปรกและไม่เป็นตัวการแพร่เชื้อโรคมาสู่คน สัตว์น้ำหลายชนิดที่นิยมเลี้ยงได้แก่ เต่าญี่ปุ่น ตะพาบน้ำญี่ปุ่น จิ้งจกน้ำ ปลาทอง ปลาเทวดา ปลาทองเครื่อง ปลาปอมปาดัวร์ และสัตว์ทะเลต่าง ๆ เช่น ทากทะเล ปะการัง หอย ดาวทะเล ปลาการ์ตูน เป็นต้น โดยตกแต่งด้วยพันธุ์ไม้น้ำหลายชนิดซึ่งเดิมเคยคิดว่าเป็นวัชพืช เช่น สันตวา สาหร่ายพวงกะโหลก สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายฉัตร เป็นต้น นอกจากนี้มักมีการใช้หินและอุปกรณ์อีกหลายชนิดประดับเพื่อเพิ่มความสวยงามด้วย

3. ลักษณะของการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ศักดิ์ชัย (2536) กล่าวว่า การเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถแบ่งตามระดับการจัดการและความหนาแน่นของสัตว์น้ำได้เป็น 3 ประเภท คือ

3.1 การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบธรรมชาติ (Extensive)

การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบธรรมชาติ เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอาศัยอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำไม่มีการให้อาหารสมทบ มีการบำรุงรักษาและมีการใช้ปัจจัยน้อย ปล่อยให้ไปตามธรรมชาติ ผลผลิตที่ได้ต่ำ แต่ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้พื้นที่การเลี้ยงมากขึ้น

3.2 การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบกึ่งพัฒนา (Semi intensive)

การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบกึ่งพัฒนา เป็นประเภทการเลี้ยงสัตว์น้ำที่จัดอยู่ในระหว่างการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบธรรมดากับการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบพัฒนา สัตว์น้ำที่เลี้ยงเจริญเติบโตโดยการกิน

อาหารธรรมชาติที่อยู่ในบ่อเป็นส่วนใหญ่ อาจจะทำให้อาหารสมทบและใส่ปุ๋ยบ้างเป็นครั้งคราว ผลผลิตที่ได้รับสูงกว่าการเลี้ยงแบบธรรมชาติ แต่ต่ำกว่าเลี้ยงแบบพัฒนา

3.3 การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบพัฒนา (Intensive)

การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบพัฒนา เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ต้องการผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง จึงต้องเอาใจใส่ดูแล และนำวิธีการต่าง ๆ เข้าช่วยเพิ่มผลผลิต เช่น คัดเลือกชนิดสัตว์น้ำที่จะเลี้ยง ให้อาหารที่มีคุณภาพสูง บำรุงรักษาและปรับปรุงบ่อสัตว์น้ำอย่างดี ใส่ปุ๋ย ใช้ยา และสารเคมีเพื่อกำจัดโรคและปรสิต ฯลฯ

4. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

แหล่งน้ำและคุณภาพน้ำ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ การดำรงชีพ การสืบพันธุ์และแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำ เนื่องจากสัตว์น้ำต้องอาศัยน้ำเป็นสื่อกลางในการหายใจ การหาอาหาร การรักษาสมดุลย์ของร่างกาย กิจกรรมทางชีวเคมี การใช้อาหาร และการขับถ่ายของเสีย ฉะนั้นน้ำจึงเปรียบเสมือนบ้านของสัตว์น้ำ หากคุณภาพน้ำที่เหมาะสมดีแล้วก็เหมือนกับสัตว์น้ำได้อยู่บ้านที่ดี เมื่อมีการเพาะเลี้ยงที่มีการจัดการควบคุมคุณภาพน้ำได้ ก็จะช่วยให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประสบความสำเร็จได้ อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำที่ดี มีความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำ คุณภาพดิน และมีผลต่อการเจริญเติบโต การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

การแพร่ของน้ำเค็มเข้าสู่แม่น้ำ

1. ลักษณะของการแพร่ของน้ำเค็มเข้าสู่แม่น้ำ

ในการศึกษาพฤติกรรมของการแพร่ของน้ำเค็มเข้าสู่แม่น้ำ ต้องพิจารณาถึงลักษณะการแพร่ของน้ำเค็มในแม่น้ำและลักษณะการผสมบริเวณปากแม่น้ำ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

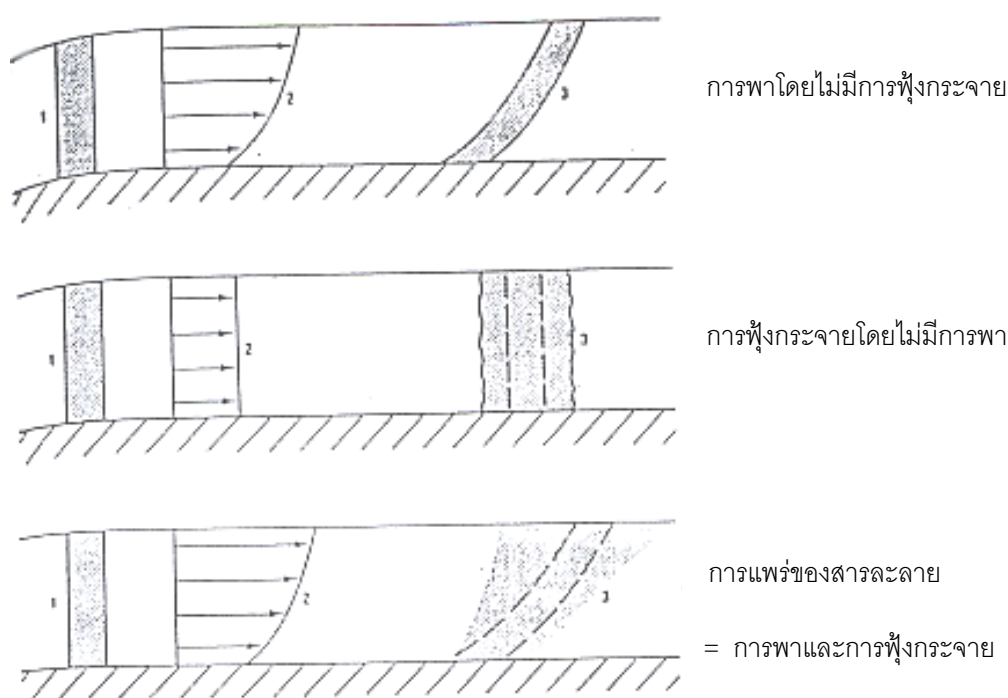
1.1 ลักษณะการแพร่ของน้ำเค็มในแม่น้ำ

การมีสารต่าง ๆ ที่ละลายหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำบริเวณแม่น้ำ จะเกิดการแพร่ (dispersion) ได้นั้น จะต้องประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่าง ที่มีอิทธิพลหลัก (ภาพที่ 1) คือ

1) การพา (convection) เป็นกระบวนการที่สารละลายมีการไหลหรือการโยกย้ายจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง อันเนื่องมาจากอิทธิพลของกระแสน้ำพาไป

2) การฟุ้งกระจาย (diffusion) เป็นกระบวนการเคลื่อนไหวของโมเลกุลของสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าไปสู่สารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า โดยกระบวนการที่เกิดขึ้น ไม่ต้องอาศัยกระบวนการพา

การแพร่ของน้ำเค็มในบริเวณปากแม่น้ำจึงเป็นกระบวนการของการพา และการฟุ้งกระจายร่วมกัน



สัญลักษณ์ 1 = สารละลายเริ่มต้น; 2 = หน้าตัดความเร็ว

3 = การกระจายของสารละลายเมื่อเวลาผ่านไป

ภาพที่ 1 ลักษณะการแพร่ของน้ำเค็มในแม่น้ำ

ที่มา: กิริติ (2531)

1.2 ลักษณะการผสมบริเวณปากแม่น้ำ

เปี่ยมศักดิ์ (2543) กล่าวว่า ปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่เป็นเขตติดต่อกันระหว่างแม่น้ำกับทะเล เป็นบริเวณที่มีการผสมระหว่างน้ำจืดจากแม่น้ำและน้ำเค็มจากทะเล บริเวณปากแม่น้ำกำเนิดขึ้นจากการไหลของน้ำในแม่น้ำลำธารลงสู่ทะเล

สภาพบริเวณปากแม่น้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลา ปากแม่น้ำที่มีร่องน้ำเดียวเรียกว่า simple estuary แต่ในบางแห่งที่มีลำธารหลายสายแยกกันลงไปในทะเล เรียกว่า irregular estuary

ปากแม่น้ำที่มีอายุน้อยนั้นจะมีรูปร่างที่เป็นแบบสามเหลี่ยมมุมแหลม (elongated triangle) ต่อมาจะมีการเกิดสันดอนโดยการตกตะกอนของสิ่งที่ยาวนลอยมากับน้ำจืดและน้ำทะเล การเกิดตะกอนเกิดขึ้นได้ในบริเวณปากแม่น้ำเพราะน้ำจืดที่ไหลลงทะเลนั้น จะถูกแรงของน้ำทะเลปะทะไว้ ทำให้การไหลของน้ำอ่อนกำลังลง และการเกิดตะกอนจึงเกิดขึ้นได้ การตกตะกอนบริเวณปากแม่น้ำนั้นมีสิ่งควบคุมหลายประการ ปากแม่น้ำเป็นเช่นไร การตกตะกอนจะเกิดขึ้นได้ดีบริเวณปากแม่น้ำที่มีกระแสน้ำไม่รุนแรงมากนัก

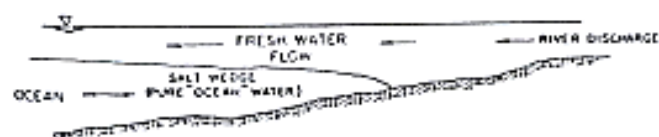
การผสมระหว่างน้ำจืดจากแม่น้ำ และน้ำเค็มจากทะเลบริเวณปากแม่น้ำ จะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของอิทธิพลของระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่ปากแม่น้ำที่ก่อให้เกิดกระแสน้ำขึ้นน้ำลง (tidal current) ปริมาณน้ำที่ไหลมาจากแผ่นดิน และผลของความแตกต่างของความหนาแน่นของน้ำจืดและน้ำเค็ม ซึ่งลักษณะการผสมบริเวณปากแม่น้ำนี้ Ippen (1966) ได้แบ่งประเภทของปากแม่น้ำตามลักษณะผสม 3 ประเภท (ภาพที่ 2) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ปากน้ำแบบแบ่งชั้น (Stratified Estuary) จะเกิดขึ้นในกรณีที่มีอัตรา การไหลจากแผ่นดินมาก โดยเฉพาะช่วงฤดูฝน น้ำจืดและน้ำเค็มจะมีการแบ่งชั้นอย่างชัดเจน เนื่องจากความหนาแน่นของน้ำเค็มมีความมากกว่าความหนาแน่นของน้ำจืด ดังนั้นน้ำจืดจึงมีแนว การไหลอยู่บนลึมน้ำเค็ม และเกิดการฟุ้งกระจายของน้ำเค็มและน้ำจืดที่ผิวสัมผัสร่วม ระหว่าง

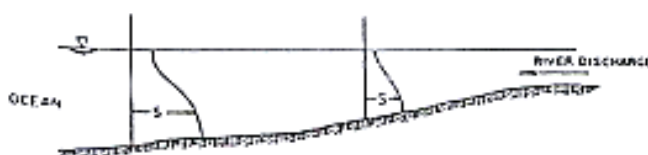
น้ำเค็มกับน้ำจืด ซึ่งจะเกิดการเคลื่อนไหวของมวลน้ำเค็มกับมวลของน้ำจืด แลกเปลี่ยนกันบ้าง แต่ไม่ปั่นป่วนมากนัก

1.2.2 ปากแม่น้ำแบบผสมบางส่วน (Partially Mixed Estuary) เกิดจากอิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงมีมากพอที่จะทำให้เกิดการปั่นป่วนของการผสมของน้ำจืดและน้ำเค็มทั้งแนวราบและแนวดิ่งมากกว่าปากแม่น้ำแบบแบ่งชั้นชัดเจน ผิวน้ำผสมพอมืออยู่บ้างแต่ไม่ชัดเจน

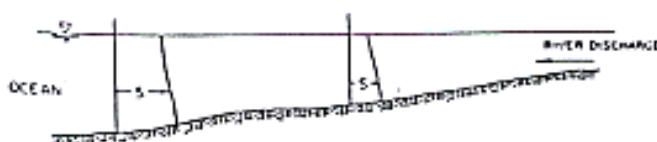
1.2.3 ปากแม่น้ำแบบผสมอย่างดี (Well Mixed Estuary) เกิดจากการที่ปริมาณน้ำจืดจากแผ่นดินมีน้อยโดยเฉพาะช่วงฤดูแล้ง ความแตกต่าง (gradient) ของปริมาณความเค็มมีน้อยมากในแนวดิ่ง กระแสน้ำขึ้นน้ำลงมีส่วนที่ทำให้เกิดการผสมอย่างดีเกิดขึ้น



ก. การผสมแบบแบ่งชั้น



ข. การผสมแบบแบ่งชั้นบางส่วน



ค. การผสมอย่างดี

ภาพที่ 2 ลักษณะการผสมของน้ำเค็มกับน้ำจืดบริเวณปากแม่น้ำ

ที่มา: กิริติ (2531)

ลักษณะการผสมในบริเวณปากแม่น้ำในกรณีสภาวะคงที่ ทฤษฎีที่ผ่านมามีนิยมนำสมการ exponential เข้าอธิบายการแพร่ โดยใช้ข้อมูลในสนามมาวิเคราะห์หาค่าคงที่เป็นสูตรสำเร็จสำหรับลักษณะการผสมบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยานั้น ได้มีผู้ศึกษาการแพร่ของน้ำเค็มแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้ข้อมูลสำรวจในช่วงปี พ.ศ. 2504-2507 มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า เมื่ออัตราการไหลในแม่น้ำเจ้าพระยาน้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สภาพความเค็มจะเป็นแบบผสมอย่างดี ถ้าอัตราการไหลมากกว่า 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สภาพความเค็มจะเป็น

แบบแบ่งชั้นและสภาพความเค็มจะเป็นแบบผสมกันบางส่วน เมื่ออัตราการไหลประมาณ 250 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที นอกจากนี้ ยังได้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเค็ม อัตราการไหลจากแม่น้ำ และระยะทางจากปากแม่น้ำในสภาวะคงที่ (steady state) เป็นสมการ empiricall ของการแพร่ของน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา

2. ทฤษฎีน้ำขึ้นน้ำลง

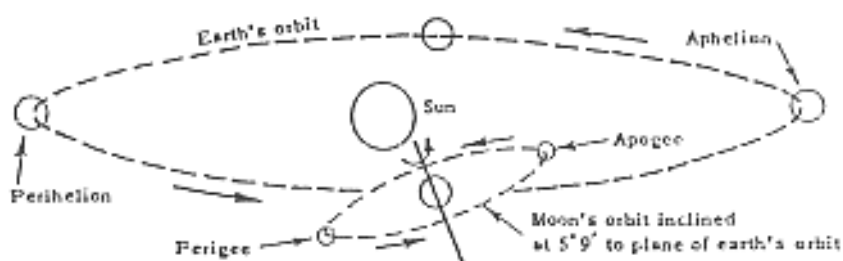
ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลง เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแพร่ของน้ำเค็มเข้าแม่น้ำ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง องค์ประกอบที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง ได้แก่ คุณลักษณะของระบบโลก-ดวงจันทร์-ดวงอาทิตย์ แรงที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง ทฤษฎีการวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงโดยวิธีฮาร์โมนิก (Harmonic) ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 องค์ประกอบหลักที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง

น้ำขึ้นน้ำลงเป็นคลื่นยาว (long wave) ที่ก่อให้เกิดการสูงขึ้นและลดต่ำลงของระดับน้ำทะเล และส่งผลต่อเนื่องเข้าไปในบริเวณปากแม่น้ำด้วย ความยาวคลื่นและคาบของน้ำขึ้นน้ำลงใหญ่กว่าคลื่นลมธรรมดา การใช้ประโยชน์จากการศึกษาและสังเกตลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ ซึ่งมนุษย์ที่อาศัยอยู่ตามแนวชายฝั่งทะเลจะออกหาปลาในขณะที่น้ำลง นอกจากนี้ น้ำขึ้นน้ำลงยังมีความสำคัญต่อการเดินเรือ โดยการอาศัยกระแสน้ำขึ้นน้ำลง ในการเดินเรือเข้าหรือออกจากท่าเรือต่าง ๆ ในปากแม่น้ำ กล่าวคือ ในขณะที่กระแสน้ำขึ้น (flood current) จะเดินเรือขึ้นไปทางเหนือน้ำ และจะเดินเรือออกทะเลในขณะที่กระแสน้ำลด (ebb current)

คลื่นน้ำขึ้นน้ำลงไม่เป็นอิสระ เนื่องจากไม่สามารถหนีออกไปจากแรงที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลงได้ ซึ่งเกิดจากปัจจัยพื้นฐานคือ การหมุนของโลกรอบตัวเอง การโคจรของดวงจันทร์รอบโลก และการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ ก็ยังมีอิทธิพลเนื่องจากดวงดาวต่าง ๆ อีก แต่น้อยมากเมื่อเทียบกับอิทธิพลเนื่องจากดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ จึงมักไม่นำมาพิจารณา

ระบบของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ (ภาพที่ 3) ประกอบด้วยวงโคจรของโลก รอบดวงอาทิตย์ และการโคจรของดวงจันทร์รอบโลก ซึ่งมีลักษณะวงโคจรเป็นรูปวงรี (elliptic) ดวงจันทร์และโลกต่างก็หมุนรอบแกนตัวเองไปด้วย ระยะเวลาที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์เรียกว่า ระยะเวลา ecliptic และแกนของโลกจะทำมุม $66\frac{1}{2}$ องศา กับระยะเวลา ecliptic วงโคจรของดวงจันทร์ รอบโลกจะทำมุม $5^{\circ} 9'$ กับระยะเวลา ecliptic หรือประมาณ $28\frac{1}{2}$ องศา กับเส้นศูนย์สูตรของโลก (equator) (ภาพที่ 3 ถึงภาพที่ 4) ตำแหน่งที่ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ใกล้โลกมากที่สุด เรียกว่า perigee และห่างจากโลกมากที่สุด เรียกว่า apogee ดวงจันทร์เมื่อโคจรอยู่ที่ perigee จะเกิดน้ำขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของดวงจันทร์มากที่สุด ส่วนตำแหน่งที่โลกโคจรอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด เรียกว่า perihelion และห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด เรียกว่า aphelion



ภาพที่ 3 ระบบการโคจรของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์

ที่มา: กิริติ (2531)

2.2 แรงที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง

ในการแจกแจงแรงที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง สามารถแยกพิจารณาได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบโลก-ดวงจันทร์ และ ระบบโลก-ดวงจันทร์-ดวงอาทิตย์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 ระบบโลก ดวงจันทร์ (earth-moon system) ในขณะที่โลกหมุนรอบแกนตัวเอง จะเกิดแรงหนีศูนย์กลาง (centrifugal force) ของน้ำขนาด 1 หน่วยมวลมีทิศทางออกจากแกนหมุนของโลก ดังสมการ

$$f_c = \Omega^2 r_e \cos \phi$$

เมื่อ f_c = แรงหนีศูนย์กลางของน้ำขนาด 1 หน่วยมวล

$$\Omega = \text{อัตราเร็วเชิงมุม}$$

$$r_e = \text{รัศมีของโลก}$$

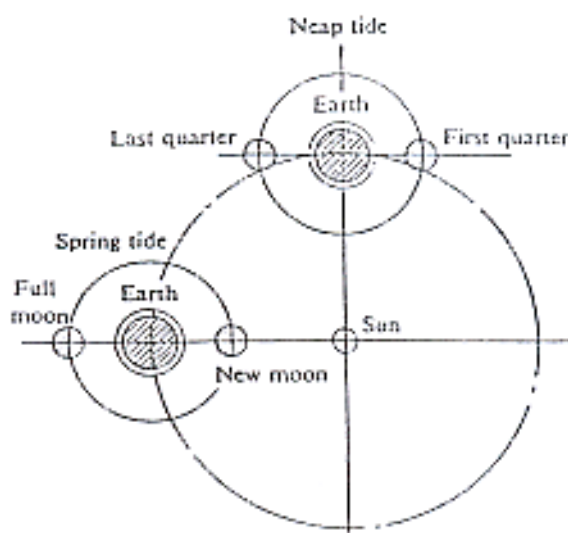
$$\phi = \text{มุมของเส้นรุ้ง}$$

จากสมการ จะเห็นได้ว่าขนาดของแรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก จะมีค่าคงที่ในแต่ละเส้นรุ้งที่พิจารณา นอกจากนี้ยังมีแรงดึงดูด (attractive force) เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก การที่จะเกิดน้ำขึ้นน้ำลงบนผิวโลก ในขั้นต้นนี้ จะพิจารณาระบบโลก-ดวงจันทร์ ซึ่งโลกและดวงจันทร์จะหมุนรอบแกนอ้างอิง (common axis) ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม Ω โดยสมมติว่าโลกไม่ได้หมุนรอบตัวเอง และจุดศูนย์กลางของโลกห่างจากแกนอ้างอิงโลกและดวงจันทร์จะหมุนรอบแกนอ้างอิงนี้ ด้วยคาบการหมุน T (period of revolution) ลักษณะเช่นนี้ จะทำให้เกิดแรงดึงดูด (attractive force) ระหว่างโลกและดวงจันทร์ และแรงหนีศูนย์กลาง (centrifugal force) ซึ่งถ้าพิจารณาสมดุลย์ของทั้งสองแรงนี้ ก็จะทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง แต่เมื่อพิจารณาแรงโน้มถ่วงของโลกด้วย ก็จะได้ผิวน้ำสมดุลย์ (equilibrium surface) จะเห็นได้ว่าในกรณีที่มุม ϕ เท่ากับ 0 องศา จะเกิดน้ำขึ้นมากที่สุด และเมื่อมุม ϕ เท่ากับ 90 องศา จะเกิดน้ำลงต่ำสุด

เมื่อดวงจันทร์โคจรมาอยู่ที่ตำแหน่งมุมเพียงเบนมากที่สุด คือ σ เท่ากับ 28 องศา 30 องศา รูปร่างสมดุลย์ของน้ำขึ้นน้ำลง จะเห็นได้ว่าที่เส้นรุ้ง ϕ เท่ากับ 0 องศา ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงจะเป็นชนิดน้ำคู่ และเมื่อเส้นรุ้งมากขึ้น ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงจะเปลี่ยนเป็นชนิดน้ำเดี่ยว (diurnal tide) ซึ่งความหมายว่า ใน 1 วัน จะเกิดน้ำขึ้นสูงสุด 1 ครั้ง และน้ำลงต่ำสุด 1 ครั้ง

ในทางดาราศาสตร์นั้น พบว่า ดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบ ใช้เวลา 29.53 วันผสมกับการหมุนรอบตัวเองของโลกที่ตำแหน่งคนยืน จะพบว่า ตำแหน่งของดวงจันทร์จะตรงศีรษะคนยืนอีกครั้ง ดวงจันทร์จะเคลื่อนที่ไป $1/29.53$ ของวงโคจรของดวงจันทร์โลก ลักษณะเช่นนี้ จะทำให้น้ำขึ้นสูงสุดหรือลงต่ำสุดที่ตำแหน่งใด ๆ บนผิวโลก จะเกิดซ้ำวันก่อน 50 นาที

2.2.2 ระบบโลก-ดวงจันทร์-ดวงอาทิตย์ (earth'sun system) จากการศึกษาทฤษฎี สมดุลย์ของน้ำขึ้นน้ำลงในกรณีที่โลกกลม (prolate spheroid) พบว่า อัตราส่วนของระดับน้ำ เนื่องจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อระดับน้ำเนื่องจากอิทธิพลของดวงจันทร์เท่ากับ 0.457 (Ippen, 1966) แสดงว่าดวงจันทร์มีอิทธิพลต่อระดับน้ำบนโลกร้อยละ 54.30 ในระบบโลก-ดวงจันทร์-ดวงอาทิตย์ ถ้าตำแหน่งของดวงจันทร์ โลก และดวงอาทิตย์ อยู่ในแนวตั้งฉากกัน คือ ดวงจันทร์ อยู่ที่ตำแหน่งเสี้ยวที่ 1 (first quarter) และเสี้ยวสุดท้าย (last quarter) จะทำให้เกิดพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง (neap tide) น้อยที่สุด เรียกว่า น้ำตาย แต่ถ้าดวงจันทร์-โลก-ดวงอาทิตย์ อยู่ในแนวเดียวกัน คือ ดวงจันทร์อยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นดวงใหม่อีกครั้ง และตำแหน่งดวงจันทร์เต็มดวง จะทำให้เกิดพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงมากที่สุด เรียกว่า น้ำเกิด การเกิดน้ำเกิดและน้ำตายนี้ ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ต้องพิจารณา เรียกว่า องค์ประกอบรายปักษ์ทางจันทรคติ ซึ่งมีคาบ 13 วัน 15 ชั่วโมง 52 นาที (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การเกิดน้ำเกิดและน้ำตาย

ที่มา: กীরติ (2531)

อิทธิพลจากการรุกรานของน้ำทะเล

1. อิทธิพลของน้ำทะเลต่อคุณภาพน้ำ

การรุกรานของน้ำทะเลมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะในด้านความเค็มที่เพิ่มขึ้น โดยธรรมชาติในบริเวณปากแม่น้ำระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเล ปริมาณน้ำจืดจะมีมากพอที่จะป้องกันการรุกรานของน้ำทะเลได้ แต่เมื่อเกิดภาวะขาดแคลนน้ำจืด น้ำทะเลสามารถรุกรานเข้ามาในบริเวณแม่น้ำได้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ดังเดิม

1.1 ความแตกต่างระหว่างน้ำทะเลและน้ำจืด

1.1.1 สมบัติของน้ำทะเล

ก. ความโปร่งแสง ปกติแสงสามารถผ่านน้ำทะเลได้ดีกว่าน้ำในบริเวณปากแม่น้ำ ความโปร่งแสงของน้ำทะเลเท่ากับ 10 เมตร ในขณะที่ความโปร่งแสงของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำเท่ากับ 2.5 เมตร ความโปร่งแสงบริเวณอ่าวไทยมีค่าระหว่าง 1.00–7.20 เมตร

ข. อุณหภูมิ อุณหภูมิเฉลี่ยของอ่าวไทยมีค่าประมาณ 31.00 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน และ 29.50 องศาเซลเซียส ในเดือนตุลาคม และอุณหภูมิของน้ำทะเลในอ่าวไทยตลอดปีมีค่าประมาณ 28.00–29.00 องศาเซลเซียส

ค. ความเค็ม คือ มวลของ Dissolved Solids ต่อหน่วยของมวลน้ำปกติจะวัดออกมาเป็นส่วนในพันส่วน หรือเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำทะเล ความเค็มของน้ำทะเลในทะเลเปิดทั่วโลกมีค่าระหว่าง 32.00–38.00 ส่วนในพันส่วน ในอ่าวไทยมีค่าความเค็มระหว่าง 32.00–33.00 ส่วนในพันส่วน

ส่วนประกอบไอออนของน้ำทะเลที่มีความเค็ม 35.00 ส่วนในพันส่วน มีดังนี้

ion	g/kg
Chloride	19.35300
Sodium	10.76200
Sulphate	2.70900
Magnesium	1.29300
Calcium	0.41100
Potassium	0.39900
Bicarbonate	0.14200
Bromide	0.06730
Strontium	0.00770
Boron	0.00445
Fluoride	0.00128

จากส่วนประกอบของไอออนของน้ำทะเล แสดงว่าเกลือแร่มากที่สุดในน้ำทะเล คือโซเดียมคลอไรด์ ส่วนคลอไรด์เป็นไอออนที่พบมากที่สุด และมีค่าคงที่มาก

ง. การหมุนเวียนของน้ำทะเล (circulation) ดวงอาทิตย์เป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำทะเล ทั้งโดยทางอ้อม โดยการทำให้ความร้อนในบรรยากาศแตกต่างกันจนทำให้เกิดลม ซึ่งก่อให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำทะเลและโดยตรงโดยทำให้ความหนาแน่นของน้ำทะเลแตกต่างกัน โดยเฉพาะระดับผิวกับระดับที่อยู่ลึกลงไปจนทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำทะเล

จ. ออกซิเจน ความเข้มข้นของออกซิเจนในน้ำทะเลมีค่าระหว่าง 0 ถึง 12.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเข้มข้นของออกซิเจนขึ้นอยู่กับสถานที่ (มหาสมุทร) และความลึก ความเข้มข้นของออกซิเจนในบริเวณผิวน้ำของอ่าวไทย มีค่าประมาณ 5.70 มิลลิกรัมต่อลิตร และบริเวณผิวน้ำทะเลมีค่าประมาณ 4.30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ฉ. คาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (CO_2) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และคาร์บอเนต (CO_3^{2-})

ข. ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าระหว่าง 8.10–8.30 และค่าความเป็นกรด-ด่างนี้คงที่มาก

ข. แร่ธาตุอาหารในทะเล แร่ธาตุอาหารที่สำคัญในทะเลก็คือ ฟอสฟอรัส (P), ไนโตรเจน (N), และซิลิกอน (Si) ในรูปของฟอสเฟต (PO_4^{2-}) ไนเตรต (NO_3^-) และซิลิกอนออกไซด์ (SiO_2) ทะเลได้รับฟอสฟอรัส และซิลิกอน จากน้ำที่ไหลมาจากผิวดิน แต่ฟอสฟอรัส ได้จากบรรยากาศ และบางส่วนจากแผ่นดิน

1.1.2 สมบัติของน้ำจืด

ก. กระแสน้ำ ในแม่น้ำลำธารจะมีความเร็วแตกต่างกันไปทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความลาดชัน และขนาดของลำน้ำ

ข. ความโปร่งแสง จะแตกต่างกันไปตามภูมิภาคและฤดูกาล

ค. อุณหภูมิ จะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับอุณหภูมิของอากาศ ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำจึงมีความแตกต่างกันในรอบ 24 ชั่วโมง

ง. ออกซิเจน ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายน้ำ จะแตกต่างกันไปตามฤดูกาล และสถานการณ์

จ. คาร์บอนไดออกไซด์ ในแม่น้ำลำธารจะมีค่าต่ำเนื่องจาก CO_2 แพร่จากอากาศลงสู่ได้ในปริมาณน้อย

ฉ. ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำโดยทั่วไปจะมีค่าระหว่าง 7.00–8.30

ช. เกลือแร่ไนโตรเจนในแม่น้ำลำธาร มักจะอยู่ในรูปของเกลือแอมโมเนีย (NH_4^+) ไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรต (NO_3^-)

ซ. สารอินทรีย์ แม่น้ำลำธารได้รับสารอินทรีย์จากการพัดพาของน้ำฝน

1.2 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำจากอิทธิพลของน้ำทะเล จากคุณสมบัติของน้ำทะเลโดยทั่วไปแล้ว มีคุณสมบัติไม่แตกต่างจากน้ำจืดมาก ยกเว้นความเค็ม ซึ่งคุณสมบัติข้อนี้มีผลต่ออิทธิพลการเปลี่ยนแปลงของน้ำจืด ในบริเวณที่ติดต่อกับน้ำทะเลอย่างมาก

1.2.1 สาเหตุการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำจากอิทธิพลของน้ำทะเล

ก. การรุกไล่ของน้ำทะเลเนื่องจากการขาดแคลนน้ำจืดทำให้ปริมาณในแม่น้ำสายต่าง ๆ มีปริมาณลดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างฤดูแล้ง จะมีปริมาณน้ำจืดที่ระบายลงไปใต้น้ำเค็มเป็นจำนวนจำกัด เช่น ในปี พ.ศ. 2523 เนื่องจากตลอดปี 2522 สภาพอากาศแห้งแล้ง ปริมาณน้ำฝนมีจำนวนน้อยมาก เชื่อนหรืออ่างเก็บน้ำต่าง ๆ ไม่สามารถเก็บกักน้ำได้ตามต้องการเป็นเหตุให้ไม่มีปริมาณน้ำที่จะระบายมาใช้ในการผลักดันน้ำทะเล ทำให้น้ำทะเลหนุนขึ้นสูง ซึ่งน้ำทะเลที่หนุนขึ้นมานี้จะไหลเข้าตามคลองธรรมชาติต่าง ๆ ไหลเข้าเทือกสวนที่มีคูน้ำเชื่อมโยงกับคลองธรรมชาติเหล่านั้น เป็นเหตุให้ต้นไม้ยืนต้น และต้นผลไม้ล้มลุกได้รับความเสียหาย

ข. การขึ้นลงของน้ำทะเล นอกจากการรุกไล่ของน้ำทะเลจากการขาดแคลนน้ำจืดในบริเวณปากแม่น้ำที่ถูก น้ำทะเลท่วมทั้งหมด เมื่อระดับน้ำทะเลที่สูงสุด (high tide) อีกประการหนึ่งพายุและธาตุอาหารจะถูกป็นไปโดยกระแสน้ำ ทำให้มีการเจริญเติบโตไม่ดี และต้นไม่มีลักษณะเตี้ย

อิทธิพลการท่วมถึงของน้ำทะเล ในช่วงน้ำขึ้น-น้ำลง การจำแนกระดับน้ำขึ้นลงของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ สามารถจำแนกได้คือ

- 1) การขึ้นลงของน้ำทะเลเป็นแบบวันละครั้งหรือแบบเดียว (Diurnaltide) ได้แก่ บริเวณชายทะเล จังหวัดจันทบุรี ประจวบคีรีขันธ์และจังหวัดชุมพร
- 2) การขึ้นลงของน้ำทะเลเป็นแบบวันละ 2 ครั้ง หรือน้ำคู่ (Semidiurnaltide) ได้แก่ บริเวณชายทะเลจังหวัดภูเก็ต กระบี่ และปัตตานี
- 3) การขึ้นลงของน้ำทะเลเป็นแบบผสม (Mixedtide) ได้แก่ จังหวัดชลบุรี และกรุงเทพมหานคร

การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำจากอิทธิพลของน้ำทะเลในด้านความเค็มจากสาเหตุ ดังกล่าวข้างต้น การแปรผันของความเค็มยังขึ้นกับระยะทางจากปากแม่น้ำจากบริเวณที่ติดต่อกับน้ำทะเล และระยะความลึกจากผิวน้ำในช่วงที่ปริมาณน้ำจืดมีมาก ความเค็มของน้ำจะผันแปรไปตามความลึกจากผิวน้ำด้วย

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ จากอิทธิพลของน้ำทะเลที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในด้านความเค็มเป็นสำคัญ ซึ่งมีผลต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในระบบ เช่น ผลกระทบต่อดิน ต่อพืชเกษตร ต่อการประมงชายฝั่ง ผลกระทบที่ทำให้ความเสียหายในด้านความเค็มต่อเศรษฐกิจ

2. อิทธิพลของน้ำทะเลต่อสัตว์น้ำ

ประวิทย์ (2531) กล่าวว่า ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะระบบการควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกายซึ่งมีผลมาจากความแตกต่างแรงดันออสโมติกระหว่างภายในตัวสัตว์น้ำและน้ำภายนอก สัตว์น้ำจืดจะมีแรงดันออสโมติกภายในตัวสูงกว่าน้ำที่อยู่ภายนอก ดังนั้นน้ำภายนอกจึงสามารถแทรกซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย สัตว์น้ำจืดจึงพยายามขจัดเอาน้ำส่วนเกินเหล่านั้นออกไป ในทางตรงกันข้าม สัตว์น้ำเค็มที่อาศัยอยู่ในทะเลจะมีแรงดันออสโมติกต่ำกว่าน้ำทะเล ดังนั้นน้ำภายในตัวก็จะออกสู่นอกร่างกายได้ง่าย สำหรับสัตว์น้ำกร่อยที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มมาก จะความสามารถในการปรับตัวและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันออสโมติกได้ดี อย่างไรก็ตามสัตว์ทั่ว ๆ ไปสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเค็มของน้ำที่เปลี่ยนแปลงได้ แต่ต้องค่อย ๆ เป็นไปอย่างช้า ๆ สัตว์น้ำจืดโดยทั่วไปจะสามารถอยู่ในน้ำที่มีความเค็มประมาณ 7 ส่วนในพันส่วน ผลกระทบจากการรุกรานของน้ำทะเลต่อสัตว์น้ำสามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 เป็นตัวกั้น (Barrier)

การแพร่กระจายของสัตว์น้ำ เนื่องจากความเค็มของน้ำทะเลในแต่ละบริเวณแตกต่างกันไป และความแตกต่างของความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตต่างกัน เราสามารถแบ่งสัตว์น้ำตามความสามารถในการทนทานต่อความเค็ม ดังนี้ คือ

Euryhaline animal คือ สัตว์น้ำที่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่องกว้าง ได้แก่ สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่บริเวณน้ำกร่อย ซึ่งบริเวณนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงของความเค็มเสมอ เช่น ปลากระพงขาว กุ้งกุลาดำ

Stenohaline animal คือ สัตว์น้ำที่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงแคบ ได้แก่ สัตว์ที่อาศัยอยู่กลางมหาสมุทร ความเค็มไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ถ้าเข้ามาอยู่บริเวณน้ำกร่อยจะอยู่ไม่ได้ ได้แก่ ปะการัง ปลาทะเลลึก แพลงก์ตอนบางชนิด เป็นต้น

บริเวณน้ำกร่อย ความเค็มจะเป็นปัจจัยสำคัญที่มีต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ๆ เนื่องจากบริเวณนี้เป็น Ecotone ของน้ำจืดกับน้ำเค็ม ทำให้ความเค็มมีการเปลี่ยนแปลงมากในระหว่างวันและฤดูกาล เช่น ในฤดูฝนความเค็มของบริเวณน้ำกร่อยจะน้อยกว่าฤดูแล้ง สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อย จึงต้องปรับตัวให้เป็นพวก Euryhaline สำหรับสิ่งมีชีวิตบางชนิดไม่สามารถที่จะทนทานได้ก็จะอพยพหลบหนีความเค็มที่เปลี่ยนไปได้ ซึ่งได้แก่ ปลาหมอเทศ เป็นต้น

2.2 ผลต่อการเจริญเติบโตและดำรงชีพของสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันในด้านความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่ระดับความเค็มต่าง ๆ กัน ในวงจรชีวิตตลอดชั่วอายุ ความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแต่ละช่วงก็แตกต่างกัน การทราบค่าความเค็มของน้ำทะเลเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม หรือกุ้งนาง (*Macrobrachium rosenbergii*) กุ้งนางวางไข่ในน้ำทะเลที่มีความเค็มอยู่ระหว่าง 8.00–14.00 ส่วนในพันส่วน พวกปะการังอาศัยอยู่ในน้ำเค็มประมาณ 27.00–40.00 ส่วนในพันส่วน ถ้ามีน้ำจืดไหลเข้าไป 2-3 ชั่วโมง จะทำให้ปะการังตายได้ การเจริญเติบโตของพวกแพลงก์ตอน เช่น *Skeletonema* เจริญในความเค็มระหว่าง 12.00–15.00 ส่วนในพันส่วน พวกไดอะตอม (Diatom) เจริญในความเค็มมากกว่า 35.00 ส่วนในพันส่วน *Chloridinium* เจริญในระดับความเค็ม 8.00–12.00 ส่วนในพันส่วน

ไข่ของปู (*Carcinus maenas*) จะเจริญเติบโตตามปกติในความเค็มระหว่าง 0.80–4.00 ส่วนในพันส่วน แต่ตัวเต็มวัยสามารถทนความเค็มที่ 4 ส่วนในพันส่วน ได้เป็นเวลานาน ไข่ของแอมฟิพอดจำพวก *Gammarus duebeni* ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ถ้าหากความเค็มต่ำกว่าร้อยละ 1 แต่ตัวเต็มวัยกลับสามารถอาศัยอยู่ได้ในน้ำจืดสนิท (ชลัญญา และ นิศากร, 2520) นอกจากนี้ ความเค็มจะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ความเค็มที่เหมาะสมต่อแพลงก์ตอนในทะเลจะมีค่าประมาณ 15.00 ส่วนในพันส่วน (Riley, 1971)

2.3 ผลของความเค็มต่อกระบวนการ Osmoregulation

Osmoregulation คือ ความสามารถในการปรับหรือรักษาปริมาณน้ำและไอออนของ electrolyse ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตให้คงที่ได้อยู่ได้ถึงแม้ว่าจะมีส่วนประกอบของสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป สัตว์น้ำที่มีกระบวนการ Osmoregulation จะสามารถปรับตัวอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำได้ในที่มีความเข้มข้นของเกลือที่ต่างกัน เนื่องจากความสามารถในการขังน้ำ ขับเกลือซึ่งเกี่ยวข้องทางสรีระของร่างกาย ซึ่งเรียกว่า osmotic mechanism หรือ Osmoregulation ซึ่งเป็นกระบวนการออสโมติก โดยน้ำจะผ่านทางผนังเซลล์ (Cellular membrane) ไปได้นั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเกลือใน Body fluid กับความเข้มข้นของเกลือในแหล่งน้ำ

ถ้าความเข้มข้นของของเหลวในร่างกายอาศัยกระบวนการของสิ่งมีชีวิตต่างกับความเข้มข้นของเกลือในแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตจะต้องมีวิธีปรับตัว โดยอาศัยกระบวนการ Osmoregulation จึงจะสามารถอาศัยในแหล่งน้ำ เช่น น้ำทะเลมีความเค็มของเกลือในน้ำมากกว่า ความเข้มข้นของ Body fluid ของสัตว์น้ำ ทำให้สัตว์น้ำเค็มจะต้องมีการปรับตัวเอง ให้เข้ากับความเค็มของน้ำทะเล

2.3.1 Osmoregulation ของปลาทะเล ปลาทะเลอาศัยอยู่ในของเหลว ซึ่งมีความเข้มข้นของเกลือแรมมากกว่าของเหลวภายในร่างกาย ดังนั้น ปลาทะเลจะต้องมีการสูญเสียน้ำและรับเกลือแร่เข้าสู่ร่างกายโดยกระบวนการออสโมติก เพื่อที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวโดยที่ปลาจะดื่มน้ำทะเลที่มีความเข้มข้นของเกลือมากกว่าของเหลวในร่างกายโดยทางปาก ซึ่งน้ำและเกลือจะถูกดูดซึมเข้าทางผนังของลำไส้ ส่วนปริมาณเกลือที่มีมากเกินไป ซึ่งร่างกายไม่ต้องการจะถูกปล่อยออกทางเหงือกโดยกระบวนการแอคทีฟทรานสปอร์ตทำให้มีน้ำในยูรีนน้อย แต่มีโซเดียมคลอไรด์มาก

นอกจากนี้ ปลาทะเลมีความเข้มข้นของส่วนของเหลวในเลือดและน้ำเหลืองน้อยกว่าหรือต่ำกว่าน้ำทะเล ดังนั้น ปลาทะเลจึงสูญเสียน้ำ โดยถูกดึงออกจากร่างกายทางผนังเซลล์ด้วยกระบวนการออสโมติกผ่านผนังเซลล์ จึงทำให้ปลาทะเลต้องดื่มน้ำที่มีเกลือเข้าชุดเซย์น้ำที่สูญเสีย

ในปลาฉลามกระเบน การควบคุมปริมาณของน้ำเริ่มต้นด้วยการนำน้ำผ่านเหงือกเข้าไป เพื่อทำให้เลือดคลายความเข้มข้น นอกจากนี้สร้าง Trimethylamine oxide เก็บไว้ใน

2.3.2 Osmoregulation ของปลาน้ำจืด ปลาน้ำจืดมีปริมาณความเข้มข้นของเกลือภายใน body fluid มากกว่าสภาพแวดล้อม น้ำจากภายนอกจะผ่านเข้าไปในร่างกาย เกลือสามารถผ่านออกได้ด้วยกระบวนการแพร่กระจายทางผนังเซลล์ของลำตัวทางยูรินและ Feces ปลาน้ำจืดต้องเสียเกลือเพื่อควบคุมปริมาณความเข้มข้นของเกลือในส่วนหนึ่งของเหลวในเลือดเกลือหรือโซเดียมคลอไรด์สามารถออกมากร่างกายได้ โดยทางผนังเซลล์เหงือกทำให้ Urine dilute มีปริมาณเกลือน้อย แต่มีการทดแทนเกลือโดยทางอาหารและกระบวนการแอคทีฟทรานสปอร์ต ของโซเดียมคลอไรด์ผ่านเข้าทางเหงือก

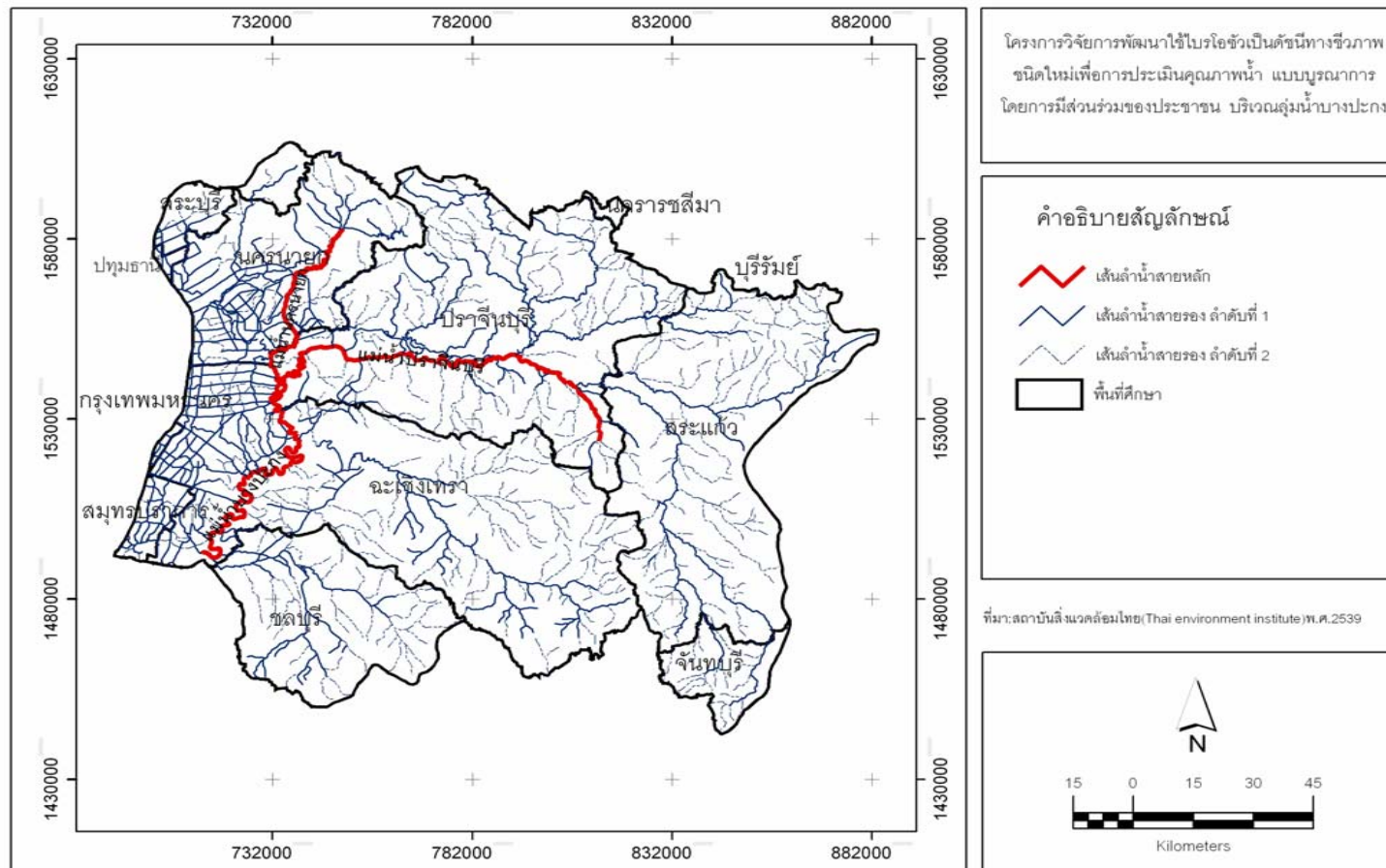
2.3.3 Osmoregulation ของปลาสองน้ำ (Diadromous fish) ปลาสองน้ำ ได้แก่ ปลาที่มีช่วงชีวิตที่อยู่ในน้ำจืด และน้ำทะเล ได้แก่ ปลาตุนา เมื่อเข้ามาอาศัยอยู่ในบริเวณน้ำจืดในขณะทำการอพยบ เข้าสู่แม่น้ำลำธาร ก็ต้องประสบปัญหาการขาดแคลนเกลือและการที่มีน้ำภายในลำตัวมากเกินไปจนเกินจะปรับตัวได้ ในขณะที่ปลาแซลมอน (*Salmo onchorhynchus*) ขนาดเล็ก ขณะที่ทำการอพยบย้ายถิ่นลงสู่ทะเลจะประสบกับการสูญเสียน้ำและการมีเกลือภายในร่างกายมากเกินไป ซึ่งในช่วงนี้ ไตจะเข้ามามีบทบาทในการปรับปริมาตรและความเข้มข้นของ Urine ความสามารถในการปรับตัวทั้งสองขึ้นอยู่กับกลายทอดทางพันธุกรรมของปลาด้วย

ลุ่มน้ำบางปะกงอยู่ทางภาคตะวันออกของประเทศ เกิดจากต้นน้ำของแม่น้ำนครนายก บริเวณตอนเหนือของจังหวัดนครนายก ซึ่งไหลมาบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรีที่ไหลมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ตรงบริเวณอำเภอบางน้ำเปรี้ยวจังหวัดฉะเชิงเทรา มีการระบายน้ำจากทิศเหนือผ่านที่ราบต่ำตอนกลางและตอนล่างไหลลงทางทิศใต้และไหลลงสู่อ่าวไทยบริเวณอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 19,603.65 ตารางกิโลเมตร (แสดงดังภาพที่ 5 และตารางที่ 1) ครอบคลุมพื้นที่ในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา 11 อำเภอ ชลบุรี 6 อำเภอ นครนายก 4 อำเภอ ปราจีนบุรี 7 อำเภอ สระบุรี 5 อำเภอ กรุงเทพมหานคร 1 อำเภอ จันทบุรี 3 อำเภอ

นครราชสีมา 4 อำเภอ บุรีรัมย์ 1 อำเภอ ปทุมธานี 1 อำเภอ สมุทรปราการ 3 อำเภอ และสระแก้ว 7 อำเภอ และมีพื้นที่สูงเป็นเขาชันชันบริเวณตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นกลุ่มเขาที่เป็นส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในเขตอำเภอเมืองนครนายก และเป็นภูเขาลูกโดดสลับเนินสูงบริเวณฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำในเขตกิ่งอำเภอท่าตะเียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา อำเภอบ้านบึง อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ่อทอง และกิ่งอำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี ในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นที่ราบถึงที่ราบต่ำเป็นส่วนใหญ่ จึงได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลงจากทะเล จะส่งผลกระทบในเรื่องความเค็มในช่วงฤดูแล้ง ในบางปีอิทธิพลของน้ำทะเลส่งผลให้แม่น้ำบางปะกงมีความเค็มขึ้นไปถึงอำเภอบางคล้า ช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม เพื่อป้องกันน้ำเค็มรุกเข้าสู่พื้นที่ตอนใน จึงมีประตูระบายน้ำและทางระบายน้ำ ตลอดจนคันป้องกันน้ำเค็ม เลียบตามแนวแม่น้ำบางปะกงสายหลักเกือบตลอดทั้งสาย บริเวณพื้นที่โครงการเขื่อนทดน้ำบางปะกง เป็นที่ราบริมแม่น้ำ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 3 เมตร อยู่ห่างจากปากแม่น้ำตามความยาวลำน้ำ ประมาณ 70 กิโลเมตร ซึ่งยังอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง และอิทธิพลความเค็มจากน้ำทะเล

ลุ่มน้ำบางปะกง มีประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 2,018,370 คน และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและเมืองร้อยละ 75.46 พื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 17.52 และเป็นแหล่งน้ำร้อยละ 0.16

ลุ่มน้ำบางปะกง มีความยาวของลำน้ำสายหลักประมาณ 385 กิโลเมตร ได้แบ่งออกเป็นลุ่มน้ำสายหลัก 5 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำแม่น้ำบางปะกงสายหลัก ลุ่มน้ำแม่น้ำปราจีนบุรี ลุ่มน้ำแม่น้ำนครนายก ลุ่มน้ำคลองท่าลาด และลุ่มน้ำคลองหลวง โดยมีพื้นที่อยู่ในจังหวัดกรุงเทพร้อยละ 0.12 จันทบุรีร้อยละ 2.76 ฉะเชิงเทราร้อยละ 26.89 ชลบุรี 10.11 นครนายก 10.31 นครราชสีมา ร้อยละ 0.39 บุรีรัมย์ร้อยละ 0.01 ปทุมธานีร้อยละ 0.19 ปราจีนบุรี 24.83 สมุทรปราการร้อยละ 1.16 สระแก้ว 20.94 นอกนั้นอยู่ในจังหวัดสระบุรีร้อยละ 2.29 และมีแหล่งกักเก็บน้ำที่สำคัญคือ เขื่อนคลองสียัด เขื่อนคลองระบม เขื่อนคลองหลวง และอ่างห้วยปรือ



ภาพที่ 5 ขอบเขตและเส้นลำน้ำของลุ่มน้ำบางปะกง

ที่มา: สิริธิชัย (2548)

ตารางที่ 1 เนื้อที่ลุ่มน้ำบางปะกงจำแนกตามทิศด้านลาด

ทิศด้านลาด	เนื้อที่		
	ตร.กม.	ไร่	ร้อยละ
ที่ราบ	6,225.08	3,890,675.00	31.75
ทิศเหนือ	1,518.37	948,981.25	7.75
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	1,374.49	859,056.25	7.01
ทิศตะวันออก	716.76	447,975.00	3.66
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	941.53	588,456.25	4.80
ทิศใต้	2,212.00	1,382,500.00	11.28
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	2,233.04	1,395,650.00	11.39
ทิศตะวันตก	1,954.58	1,221,612.50	9.97
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	2,427.80	1,517,375.00	12.38
รวม	19,603.65	12,252,281.25	100.00

ที่มา: สถิติชัย (2548)

1. ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงครอบคลุมตั้งแต่ภูเขาสูงทางตอนบนและทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ลาดเทไปทางทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นปากลุ่มน้ำบางปะกงในเขตอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 2 เมตรถึง 1,556 เมตรจากระดับน้ำทะเล ประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่เป็นที่ราบและที่ราบลอนลาด ความลาดชันร้อยละ 0-5 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เนื้อที่ลุ่มน้ำบางปะกงจำแนกตามความลาดชัน

ความลาดชัน	เนื้อที่		
	ตร.กม.	ไร่	ร้อยละ
0-5 %	17,585.21	10,990,756.25	89.70
>5-10 %	456.57	285,356.25	2.33
>10-15 %	349.30	218,312.50	1.78
>15-20 %	301.68	188,550.00	1.54
>20-25 %	223.2	139,500.00	1.14
>25-30 %	175.33	109,581.25	0.89
>30-35 %	138.44	86,525.00	0.71
>35-40 %	105.95	66,218.75	0.54
>40-45 %	77.69	48,556.25	0.40
>45-50 %	59.38	37,112.50	0.30
>50-55 %	43.20	27,000.00	0.22
>55-60 %	29.32	18,325.00	0.15
>60 %	58.38	36,487.50	0.30
รวม	19,603.65	12,252,281.25	100.00

ที่มา: สถิติชัย (2548)

2. ลักษณะภูมิอากาศ

การศึกษาลักษณะภูมิอากาศของกลุ่มน้ำบางปะกง ได้รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปี ครอบคลุมห้วงเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535-2544 รวม 10 ปี จำนวน 15 ปี พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วง 1,039.70–4,890.70 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 27.30–37.10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 69.00–80.00 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2535-2544

ชื่อสถานีตรวจอากาศ	ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ยรายปี (ม.ม.)	อุณหภูมิ เฉลี่ยรายปี (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยรายปี (%)
1. ปราจีนบุรี	1,721.70	28.20	75.00
2. กบินทร์บุรี	1,552.60	27.80	76.00
3. อรัญประเทศ	1,331.10	27.90	74.00
4. สระแก้ว	1,352.90	27.30	79.00
5. ชลบุรี	1,268.80	28.60	72.00
6. เกาะสีชัง	1,252.20	28.20	76.00
7. พัทธยา	1,096.70	27.70	77.00
8. สัตหีบ	1,318.40	28.20	77.00
9. ระยอง	1,495.20	28.40	78.00
10. จันทบุรี	2,909.10	27.40	79.00
11. คลองใหญ่	4,890.70	27.30	80.00
12. นครราชสีมา	1,039.70	27.40	69.00
13. กรุงเทพมหานคร	1,654.10	28.70	73.00
14. สนามบินดอนเมือง	1,404.70	28.70	73.00
15. ลพบุรี	1,070.00	34.10	71.00

ที่มา: สถิติชัย (2548)

3. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและป่าสงวนแห่งชาติ

ลุ่มน้ำบางปะกง จำแนกตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงประมาณร้อยละ 83 จัดอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 4 และ 5 ในขณะที่เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1A และ 1B รวมกันประมาณร้อยละ 8 และที่เหลือเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 2 และ 3 ประมาณร้อยละ 9 (ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาประกอบกับชั้นข้อมูลป่าสงวนแห่งชาติแล้วพบว่า พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติทางตอนกลางของพื้นที่บริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดปราจีนบุรีกับสระแก้ว พบว่าบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ

ชั้น 4 และ 5 เกือบทั้งหมด ป่าสงวนแห่งชาติบริเวณดังกล่าวมีสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 เนื้อที่ลุ่มน้ำบางปะกง-ปราจีนบุรีจำแนกตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	เนื้อที่		
	ตร.กม.	ไร่	ร้อยละ
1A	1,519.66	949,787.50	7.75
1B	68.64	42,900.00	0.35
2	635.29	397,056.25	3.24
3	1,140.14	712,587.50	5.82
4	3,193.95	1,996,218.75	16.29
5	13,045.97	8,153,731.25	66.55
รวม	19,603.65	12,252,281.25	100.00

ที่มา: สิริรัชชย์ (2548)

4. สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง ปี 2546 ซึ่งผลการศึกษา พบว่า รูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง โดยรวมแล้วเป็นไปตามลักษณะภูมิประเทศและตามทิศทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ พื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่อยู่บนพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงชันที่เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ยกเว้นผืนป่าดิบแล้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์เขาอ่างฤๅไนซึ่งเป็นป่าบนที่ราบ พื้นที่เกษตรกรรมซึ่งส่วนใหญ่อยู่บนที่ราบนั้น มีความหลากหลายของชนิดพืชเกษตรและรูปแบบการปลูกมาก เช่น การทำนา การปลูกมันสำปะหลัง การทำไร่อ้อย การทำสวนผลไม้ การปลูกยางพารา การปลูกไม้ยูคาลิปตัส การปลูกพืชเกษตรแบบไร่นาสวนผสมอันได้แก่ การปลูกมันสำปะหลังในสวนยางพารา สวนมะพร้าว เป็นต้น

พื้นที่สวนป่าซึ่งส่วนใหญ่เป็นสวนป่าไม้ยูคาลิปตัสพบมากแถบตอนกลางและตะวันตกของลุ่มน้ำในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรีและสระแก้ว สวนป่าไม้ยูคาลิปตัสในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงนี้มีปริมาณมากเพราะมีโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบขนาดใหญ่

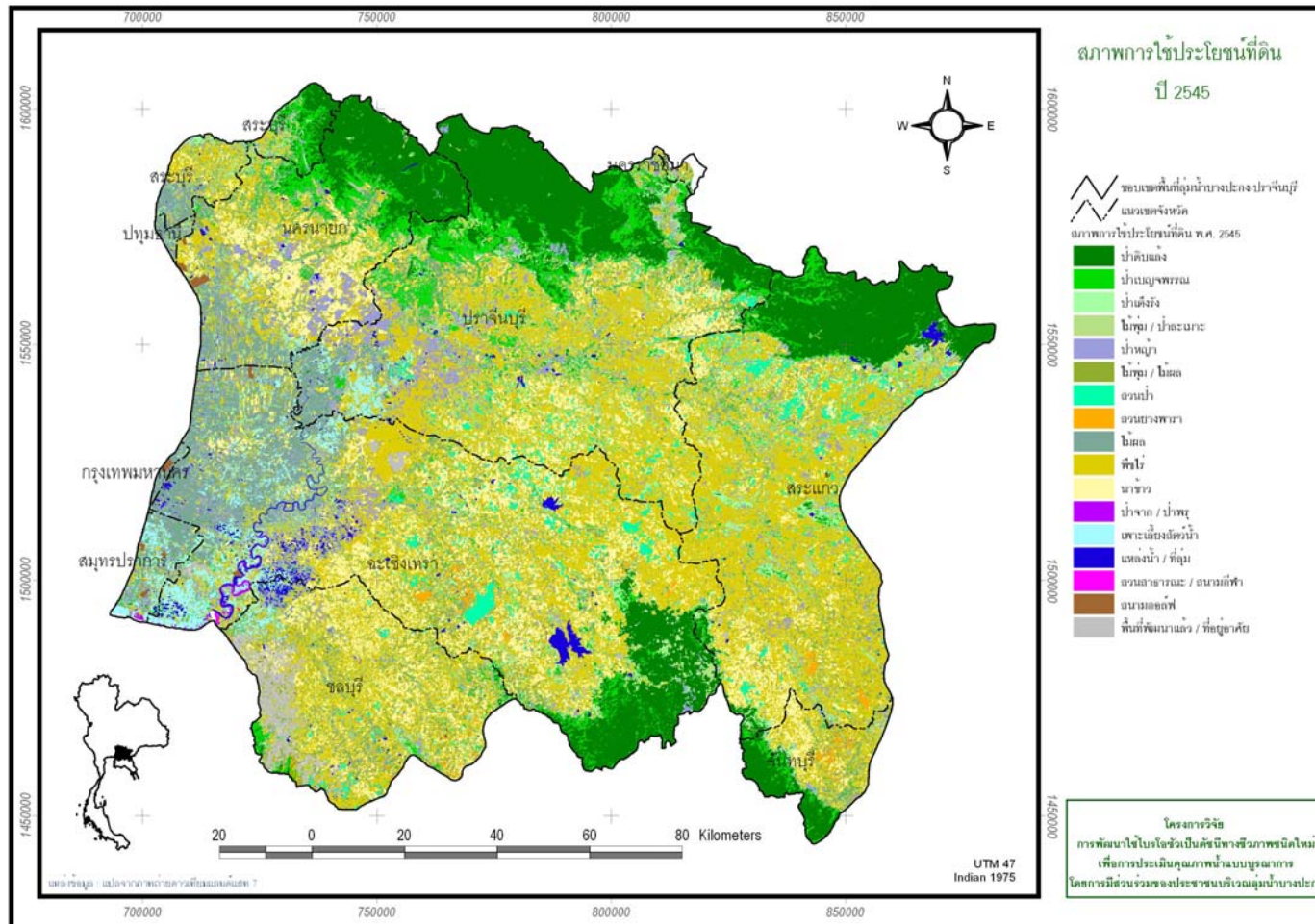
ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดฉะเชิงเทราและปราจีนบุรี ทำให้มีการส่งเสริมการปลูกอย่างแพร่หลาย ส่วนพื้นที่สวนยางพาราพบมากทางตอนกลางและตอนใต้ในเขตจังหวัดฉะเชิงเทราและรอยต่อจังหวัดสระแก้วกับจันทบุรีมีการทดลองและส่งเสริมให้ปลูกยางพาราจากหน่วยงานราชการ สำหรับพื้นที่สวนผลไม้พบมากทางตะวันตกในเขตจังหวัดนครนายก ปราจีนบุรี ปทุมธานี และฉะเชิงเทรา ส่วนการปลูกพืชไร่และทำนํานั้นพบกระจายทั่วไปยกเว้นทางทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มต่ำ และได้รับอิทธิพลความเค็มของน้ำทะเลทำให้มีการประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกันมาก เช่น เลี้ยงกุ้ง เลี้ยงปลา เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท ซึ่งพบว่า ประมาณร้อยละ 48.8 ของพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นพืชไร่ นาข้าว และไม้ผล ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ที่เป็นป่าธรรมชาติประกอบด้วยป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง รวมทั้งป่าจากหรือป่าพรุมีเนื้อที่รวมกันประมาณร้อยละ 21.5 หรือ 1 ใน 5 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และมีพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นป่าละเมาะ ไม้พุ่ม ป่าหญ้ารวมกันอีกประมาณร้อยละ 14 ส่วนพื้นที่ที่เป็นสวนป่าซึ่งส่วนมากเป็นสวนยูคาลิปตัสและสวนยางพารานั้นมีรวมกันประมาณร้อยละ 3 ของพื้นที่หรือประมาณ 300,000 ไร่ซึ่งถือว่าค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่น (ตารางที่ 5 และภาพที่ 6) ทั้งนี้เนื่องจากมีโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบขนาดใหญ่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำนี้ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ ที่พบมากได้แก่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในส่วนที่เป็นที่ลุ่มโดยเฉพาะทางทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ของลุ่มน้ำ

ตารางที่ 5 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำบางปะกง ปี 2546

ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน	เนื้อที่		
	ตร.กม.	ไร่	ร้อยละ
ป่าดิบแล้ง	2,910.14	1,818,837.50	14.84
ป่าเบญจพรรณ	1,118.53	699,081.25	5.71
ป่าเต็งรัง	597.27	373,293.75	3.05
ป่าหญ้า	1,028.30	642,687.50	5.25
ป่าจาก / ป่าพรุ	17.08	10,675.00	0.09
ไม้พุ่ม / ป่าละเมาะ	1,749.41	1,093,381.25	8.92
ไม้พุ่ม / ไม้ผล	1,239.90	774,937.50	6.32
สวนป่า	432.37	270,231.25	2.21
สวนยางพารา	134.30	83,937.50	0.69
พืชไร่	5,486.72	3,429,200.00	27.98
ไม้ผล	1,578.95	986,843.75	8.05
นาข้าว	2,534.00	1,583,750.00	12.93
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	363.35	227,093.75	1.85
แหล่งน้ำ / ที่ลุ่ม	208.68	130,425.00	1.06
สนามกอล์ฟ	22.92	14,325.00	0.12
สวนสาธารณะ / สนามกีฬา	1.58	987.50	0.01
พื้นที่พัฒนาแล้ว / ที่อยู่อาศัย	180.15	112,593.75	0.92
รวม	19,603.65	12,252,281.25	100.00

ที่มา: สถิติชัย (2548)



ภาพที่ 6 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำบางปะกง ปี 2546

ที่มา: สติธิชัย (2548)