ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพพื้นที่เก็บตัวอย่าง

ภาพที่ ก-1 บริเวณสวนสองทะเล (S1a, S1b)

ภาพที่ ก-2 บริเวณแหลมสนอ่อน (S2a, S2b)

ภาพที่ ก-3 บริเวณรูปปั้นแมวกับหนู (S3a, S3b)

ภาพที่ ก-4 บริเวณรูปปั้นเงือกทอง (S4a, S4b)

ภาพที่ ก-5 บริเวณประติมากรรมคนอ่านหนังสือ (S5a, S5b)

ภาพที่ ก- 6 บริเวณลานชีววัฒน์ (S6a, S6b)

ภาพที่ ก-7 บริเวณสนามเด็กเล่นเซฟรอน (S7a, S7b)

ภาพที่ ก-8 บริเวณลานดนตรีและวัฒนธรรม (S8a, S8b)

ภาพที่ ก-9 บริเวณหน้าสนามชิงปืนราชนาวี (S9a, S9b)

ภาพที่ ก-10 บริเวณชุมชนเก้าเส้ง (S10a, S10b)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

การเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนาม

ภาพที่ ข-1 วัดพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS)

ภาพที่ ข-2 การเก็บน้ำตัวอย่างโดยปิดฝาใต้น้ำ

ภาพที่ ข-3 การวัดความลึก

ภาพที่ ข-4 การวัดความเค็ม

ภาพที่ ข-5 การวัดค่าพีเอช

ภาพที่ ข-6 การวัดค่าดีโอ

ภาพที่ ข-7 เก็บน้ำตัวอย่าง

ภาพที่ ข-8 การวัดความโปร่งใส

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

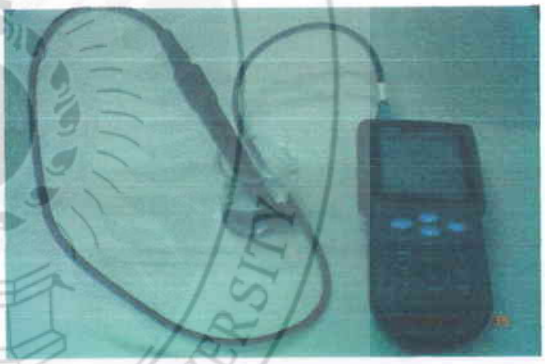
ภาคผนวก ค

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ภาพที่ ค-1 เครื่องวัดความเค็ม

ภาพที่ ค-2 เครื่อง SONAR

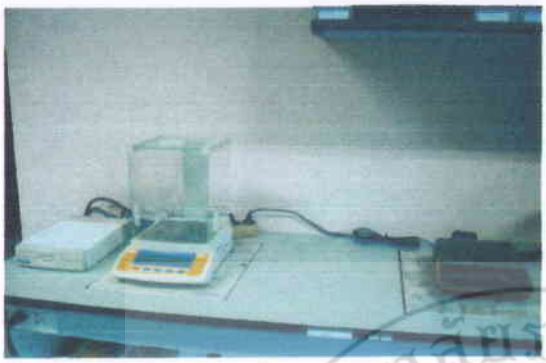
ภาพที่ ค-3 เครื่องวัดพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS)



ภาพที่ ค-4 pH meter

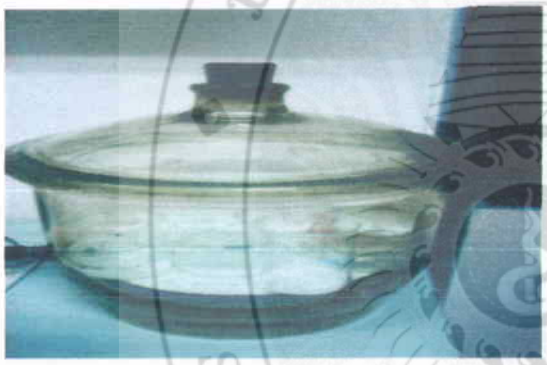
ภาพที่ ค-5 เครื่องวัดสภาพนำไฟฟ้า

ภาพที่ ค-6 เครื่องวัดความขุ่น

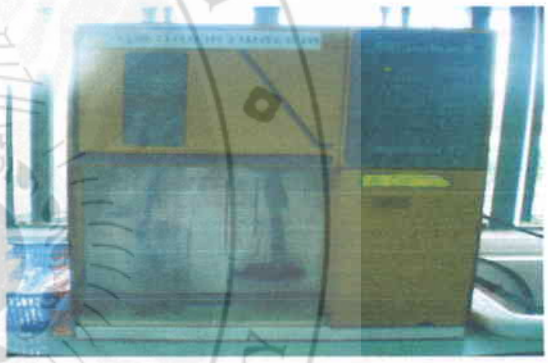


ภาพที่ ค-7 เครื่องชั่งละเอียด เครื่องชั่งหยาบ

ภาพที่ ค-8 เครื่องอังน้ำ



ภาพที่ ค-9 โถดูดความชื้น



ภาพที่ ค-10 เครื่องกลั่น (Micro Kjeldahl)

ภาพที่ ค-11 ตู้ดูดควัน

ภาพที่ ค-12 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1. ความลึก วัดโดยใช้เครื่องโซนาร์ (sonar)

2. ความเค็ม วัดโดยวิธี Refefractro Salinometer

3. ความโปร่งใส วัดโดย Secchi disc

4. สภาพนำไฟฟ้า วัดโดย Electrometric Method

5. อุณหภูมิ วัดโดยใช้ เครื่อง pH meter

โดยมีวิธี และเทคนิคในการใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. เปิดเครื่องและนำหัววัดออกมาจากที่เก็บ รอสัญญาณจากหน้าปัดแล้วเลือกตรวจวัดตามพารามิเตอร์ที่ต้องการ (ตามคำแนะนำของคู่มือใช้เครื่องโดยผู้ผลิต)

2. ทำความสะอาดหัววัดก่อนตรวจวัดคุณภาพน้ำ

3. การวัดค่าคุณภาพน้ำ

<u>การตรวจวัดจากแหล่งน้ำ</u> ให้จุ่มหัววัดลงในแหล่งน้ำที่ต้องการ อ่านค่าจากหน้าจอแสดงค่าบันทึกเมื่อตัวเลขคงที่ (ประมาณ 60 วินาทีหลังการตรวจวัด)

<u>การตรวจวัดจากภาชนะบรรจุตัวอย่าง</u> ให้จุ่มหัววัดลงในภาชนะ พยายามอย่าให้หัววัดสัมผัสภาชนะ และอยู่ในระดับที่น้ำท่วมหัววัดในระดับที่เหมาะสม รอให้ตัวเลขแสดงค่าคงที่ (ประมาณ 60 วินาทีหลังการตรวจวัด) แล้วบันทึก

4. การเก็บหัววัดหลังจากบันทึกค่าเรียบร้อยแล้ว ให้ยกหัววัดออกจากน้ำตัวอย่าง ปิดเครื่องแล้วทำความสะอาดหัววัด ล้างน้ำกลั่นให้ทั่ว หลังจากนั้นซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู หรือผ้าที่สะอาด เก็บไว้ในที่แห้ง สะอาด กรณีที่มีการตรวจวัดติดต่อกันหลายวันควรเก็บหัววัดในน้ำกลั่น

ข้อควรระวัง

- ควรตรวจวัดสภาพนำไฟฟ้า อุณหภูมิหรือความเค็ม ทันทีพร้อมกับเก็บตัวอย่าง
- ไม่ให้มีฟองอากาศเกาะที่หัววัดในขณะตรวจวัด ให้ไล่ฟองอากาศออกให้หมดเสียก่อน
- กรณีที่ไม่มีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำติดต่อกันหลายวันให้ทำความสะอาดหัววัดด้วยน้ำกลั่น และซับให้แห้ง เก็บไว้ในกล่องสำหรับเก็บเครื่องมือที่สะอาด

6. ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS)

วิธีการวิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์: ทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105°C (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2546)

1. อบกระดาษกรองใยแก้ว GF/C แห้งที่อุณหภูมิ 103-105°Cนาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desicator ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (g).....A

2. ปิเปตตัวอย่างน้ำ 20 ml วางกระดาษกรองลงบนกรวยบุคเนอร์ ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดสุญญากาศ (Suction Pump) ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกและให้ถูกดูดติดกับกรวยบุคเนอร์ กรองตัวอย่างน้ำตามปริมาตรที่ต้องการ โดยอาศัยแรงดูดช่วย

3. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข่างกรวยจนหมดและรอจนกว่าจะแห้ง ปิดเครื่องดูดอากาศ ใช้ปากคีบคีบกระดาษกรองใส่ภาชนะทนไฟ

4. นำไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 103-105°C นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน Desicator ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (g).....B

การคำนวณ

$$\text{Total Suspended Solid: TSS (mg/l)} = \frac{(A-B)*10^6}{C}$$

A = น้ำหนักกระดาษกรองอย่างเดียว (g)

B = น้ำหนักกระดาษกรองและของแข็ง (g)

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

1. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

วิธีวิเคราะห์: การไตรเตรชัน (ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ, 2547)

1. ตวงน้ำตัวอย่าง 100 ml ใส่ในบีกเกอร์
2. ปรับค่า (pH) ให้ได้ประมาณ 7 โดยใช้ NaOH 1N, H_2SO_4 1N
3. เติมสารละลาย ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 25 ml ปรับ pH ให้ได้ 9.5
4. ใส่ขวดเจลดาห์ล แล้วนำไปกลั่น
5. เก็บ Distillate 250 ml ด้วย indicating boric acid solution 50 ml
6. ไตเตรทสารละลายที่ได้ ด้วย H_2SO_4 0.02 N จนได้สีม่วงอ่อน

การคำนวณ

$$\text{Ammonium-Nitrogen } (NH_3^+\text{-N}) \text{ (mg/l)} = \frac{(A-B)*28*14000*N}{1000}$$

A = ปริมาณของสารละลายที่ใช้ไทเตรทน้ำตัวอย่าง

B = ปริมาณของสารละลายที่ใช้ไทเตรท Blank

N = ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ไทเตรท

2. ไนเตรท-ไนโตรเจน

วิธีวิเคราะห์: Brucine Method (ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

(1) การสร้างกราฟมาตรฐาน (Std. Curve)

1. ปิเปตสาร Standard Nitrate Solution เข้มข้น 2 ml จำนวน 1, 2, 3, 4, 5 ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ 10 ml แต่ละหลอดมีความเข้มข้น 2, 4, 6, 8, 10 mg (Blank ใช้น้ำกลั่น 10 ml โดยไม่เติม Standard Nitrate Solution)
2. เติม NaCl Solution 2 ml เขย่าให้เข้ากัน
3. เติม H_2SO_4 (4+1) จำนวน 10 ml นำหลอดทดลองที่ร้อนไปแช่น้ำ
4. เติม Brucine – Sulfanilic acid Solution 0.5 ml แล้วนำหลอดไปอังที่ water bath อุณหภูมิ 95 °C นาน 20 นาที

5. เมื่อครบเวลานำหลอดแช่น้ำเย็น แล้วนำไปวัด %T ที่ความยาวคลื่น 410 nm plot กราฟระหว่างความเข้มข้นเป็น µg กับ % T ที่ได้

(2) วิธีวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำ 10 ml

2. ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำกราฟมาตรฐานวัด %T อ่านค่า

การคำนวณ

ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^--N) (mg/l) = $\frac{\text{µg ที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ml ตัวอย่างน้ำ}}$

3. ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

วิธีวิเคราะห์: Ascorbic acid Method (ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

1. ปิเปตตัวอย่างน้ำ 50 ml ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 125 ml

2. เติมสารละลายฟีนอล์ทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด

3. ถ้าเป็นสีแดงให้หยด H_2SO_4 5 N ลงไปทีละหยดจนกระทั่งสีแดงหาย

4. เติมน้ำยารวม 8.0 ml เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที

5. นำไปวัด % T ที่ความยาวแสง 880 nm โดยใช้ Reagent Blank เทียบ % T

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. เตรียมอนุกรมความเข้มข้น Standard Phosphate ดังนี้ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 µg P โดยปิเปต Standard Phosphate (1 ml = 2.5 µg P) มา 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ตามลำดับ ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 ml แต่ละขวด

2. เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

3. เทใส่ขวดรูปกรวย ขนาด 125 ml

4. เติมน้ำยารวม 8 ml เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที

5. นำไปวัด % T ที่ความยาวคลื่นแสง 880 nm โดยใช้ขวดที่มีความเข้มข้น 0 µg P เป็น Blank Plot กราฟระหว่างความเข้มข้น µg กับ % T ที่ได้แต่ละความเข้มข้น โดยใช้กราฟ Semilog

การคำนวณ

ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (PO_4^{3-}-P) (mg/l) = $\frac{\text{ที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ml ตัวอย่างน้ำ}}$

ภาคผนวก ฉ

การวิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

1. ทีซีบี

วิธีวิเคราะห์: MPN: Most Probable Number of Coliform (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2546)

ชั่งตัวอย่างหนัก 25 g +phosphate buffer solution (PBS) ปริมาตร 225 ml

↓

ผสมให้เข้ากันได้สารเจือจาง 10^{-1} ใช้ปิเปตดูดมา 1 ml ใส่ใน PBS ปริมาตร 9 ml ได้ความเจือจาง 10^{-2} ดำเนินการต่อไปจนได้ความเจือจาง 10^{-3}

↓

ดูดสารเจือจาง ปริมาตร 1 ml ใส่ในอาหาร LBS ที่บรรจุหลอดดักแก๊ส ความเจือจางหลอดละ 3 หลอด บ่ม 35 °C นาน 24- 48 ชั่วโมง

↓

สังเกตหลอดที่ขุ่นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านเป็นผลบวก

↓

ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อถ่ายเชื้อใส่ในอาหารเหลว BGLB ที่ใส่หลอดดักแก๊สไว้ ภายใน บ่มที่อุณหภูมิ 35 °C นาน 24- 48 ชั่วโมง

↓

ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อมีความขุ่นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านเป็นผลบวก

↓

อ่านค่า TCB จากตาราง MPN หลอด 3 หลอด

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. น้ำกลั่นสำหรับการเจือจางตัวอย่าง
2. หลอดอาหาร Lauryl sulfate broth (LBS)
3. หลอดอาหาร Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB)

2. เอฟซีบี

วิธีวิเคราะห์: MPN: Most Probable Number of Coliform (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2546)

ชั่งตัวอย่างหนัก 25 g +phosphate buffer solution (PBS) ปริมาตร 225 ml

↓

ผสมให้เข้ากันได้สารเจือจาง 10^{-1} ใช้ปิเปตดูดมา 1 ml ใส่ใน PBS ปริมาตร 9 ml ได้ความเจือจาง 10^{-2} ดำเนินการต่อไปจนได้ความเจือจาง 10^{-3}

↓

ดูดสารเจือจาง ปริมาตร 1 ml ใส่ในอาหาร LBS ที่บรรจุหลอดดักแก๊ส ความเจือจางหลอดล่ะ 3 หลอด บ่ม 35 ºC นาน 24- 48 ชั่วโมง

↓

สังเกตหลอดที่ขุ่นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านเป็นผลบวก

↓

ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อถ่ายเชื้อใส่ในอาหารเหลว EC ที่ใส่หลอดดักแก๊สไว้ภายใน บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5 ºC นาน 24- 48 ชั่วโมง

↓

ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อมีความขุ่นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านเป็นผลบวก

↓

อ่านค่า FCB จากตาราง MPN หลอด 3 หลอด

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.น้ำกลั่นสำหรับการเจือจางตัวอย่าง

2.หลอดอาหาร Lauryl sulfate broth (LBS)

3.หลอดอาหาร EC broth

ภาคผนวก ช

ตารางดัชนี MPN

ตาราง ช-1 ตารางดัชนี MPN

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	จำนวนหลอดแต่ละการเจือจาง					
	3			5		
	ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	ระดับความเชื่อมั่น 96%		ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	ระดับความเชื่อมั่น 96%	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า		ต่ำกว่า	สูงกว่า
0-0-0	<3	-	-	<2	-	-
0-0-1	3	<0.5	9	2	<0.5	7
0-1-0	3	<0.5	13	2	<0.5	7
0-2-0	-	-	-	4	<0.5	11
1-0-0	4	<0.5	20	2	<0.5	7
1-0-1	7	1	21	4	<0.5	11
1-1-0	7	1	23	4	<0.5	11
1-1-1	11	3	36	6	<0.5	15
1-2-0	11	3	36	6	<0.5	15
2-0-0	9	1	36	5	<0.5	13
2-0-1	14	3	37	7	1	7
2-1-0	15	3	44	7	1	17
2-1-1	20	7	89	9	2	21
2-2-0	21	4	47	9	2	21
2-2-1	28	10	150	-	-	-
2-3-0	-	-	-	12	3	28
3-0-0	23	4	120	8	1	19
3-0-1	39	7	130	11	2	25
3-0-2	64	15	380	-	-	-
3-1-0	43	7	210	11	2	25

ตาราง ช-1 (ต่อ) ตารางดัชนี MPN

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	จำนวนหลอดแต่ละการเจือจาง					
	3			5		
	ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	ระดับความเชื่อมั่น 96%		ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	ระดับความเชื่อมั่น 96%	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า		ต่ำกว่า	สูงกว่า
3-1-1	75	14	230	14	4	34
3-1-2	120	30	380	-	-	-
3-2-0	93	15	380	14	4	34
3-2-1	150	30	440	17	5	46
3-2-2	210	35	470	-	-	-
3-3-0	240	36	1,300	-	-	-
3-3-1	460	71	2,400	-	-	-
3-3-2	1,100	150	4,800	-	-	-
3-3-3	$\geq$2,400	-	-	-	-	-
4-0-0	-	-	-	13	3	31
4-0-1	-	-	-	17	5	46
4-1-0	-	-	-	17	5	46
4-1-1	-	-	-	21	7	63
4-1-2	-	-	-	26	9	78
4-2-0	-	-	-	22	7	67
4-2-1	-	-	-	26	9	78
4-3-0	-	-	-	27	9	80
4-3-1	-	-	-	33	11	93
4-4-0	-	-	-	34	12	93
5-0-0	-	-	-	23	7	70
5-0-1	-	-	-	31	11	89

ตาราง ช-1 (ต่อ) ตารางดัชนี MPN

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	จำนวนหลอดแต่ละการเจือจาง					
	3			5		
	ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	ระดับความเชื่อมั่น 96%		ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	ระดับความเชื่อมั่น 96%	
		ต่ำกว่า	สูงกว่า		ต่ำกว่า	สูงกว่า
5-0-2	-	-	-	43	15	110
5-1-0	-	-	-	33	11	93
5-1-1	-	-	-	46	16	120
5-1-2	-	-	-	63	21	150
5-2-0	-	-	-	49	17	130
5-2-1	-	-	-	70	23	170
5-2-2	-	-	-	94	28	220
5-3-0	-	-	-	79	25	190
5-3-1	-	-	-	110	31	250
5-3-2	-	-	-	140	37	340
5-3-3	-	-	-	180	44	500
5-4-0	-	-	-	130	35	300
5-4-1	-	-	-	170	43	490
5-4-2	-	-	-	220	57	700
5-4-3	-	-	-	280	90	850
5-4-4	-	-	-	350	120	1,000
5-5-0	-	-	-	240	68	750
5-5-1	-	-	-	350	120	1,000
5-5-2	-	-	-	540	180	1,400
5-5-3	-	-	-	920	300	3,200
5-5-4	-	-	-	1,600	640	5,800
5-5-5	-	-	-	≥2,400	-	-

ภาคผนวก ซ

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

ตาราง ซ-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการตรวจสอบ	ประเภทการใช้ประโยชน์					
			ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
1. วัตถุที่ลอยน้ำ (Floatable Solids)	-	สังเกต	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ					
2. สี	-	สังเกตโดยเทียบกับ Forel-Ule color scale	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ					
3.กลิ่น (Odour)	-	คม โดยต้องมีคณะผู้ตรวจวัดไม่น้อยกว่า 3 คน และเก็บตัวอย่างในขวดแก้วหรือ TFE-line 2 ขวดต่อ 1 จุดเก็บตัวอย่าง ให้ตรวจวัดทันที โดยให้ถือความเห็นของคณะ ผู้ตรวจวัดต้องเป็นเอกฉันท์	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ					
4.อุณหภูมิ (Temperature)	องศาเซลเซียส	1) Thermometer 2) Electrical Sensor Method	เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1	ไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1	เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกิน 2		
5.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	pH meter	7.0 - 8.5					
6.ความโปร่งใส (Transparency)	-	Secchi disc สำหรับตรวจวัดน้ำทะเล	ลดลงจากสภาพธรรมชาติไม่เกินกว่า 10% จากค่าต่ำสุด					
7.สารแขวนลอย	-	Gravimetric Method	ดูหมายเหตุ 1					
8.ความเค็ม (Salinity)		1) Argentometric 2) Electrical Conductivity Method 3) Density 4) Refractometer	เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกินกว่า 10% ของค่าต่ำสุด					

ตาราง ซ-1 (ต่อ) ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการตรวจสอบ	ประเภทการใช้ประโยชน์					
			ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
9.น้ำมันหรือไขมันบนผิวน้ำ (Floatable Oil & Grease)	-	สังเกต	มองไม่เห็น					
10.ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน	ug/l	Fluorescence Spectrophotometry	ไม่เกิน 0.5				ไม่เกิน 1	ไม่เกิน 5
11.ออกซิเจนละลาย (DO)	mg/l	1) Azide Modification Method 2) Membrane Electrode Method 3) Wrinkler Method	ไม่น้อยกว่า 4	ไม่น้อยกว่า 6	ไม่น้อยกว่า 4			
12.แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	MPN/100ml	Multiple Tube Fermentation Technique	ไม่เกิน 1000					
13.แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	CFU/100 ml	Membrane Filter Technique	ไม่เกิน 70			ไม่เกิน 100		
14.แบคทีเรียกลุ่มเอ็นเทอโรคอกไค (Enterococci Bacteria)	CFU/100 ml	Membrane Filter Technique	-	ไม่เกิน 35	-	ไม่เกิน 35	-	-
15.ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N)	ug - N/l	Cadmium Reduction Method เป็น NO2- แล้วใช้ Colorimetric Method	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 60				
16.ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (PO_4-P)	ug - P/l	Colorimetric Method	ไม่เกิน 15		ไม่เกิน 45	ไม่เกิน 15	ไม่เกิน 45	

ตาราง ซ-1 (ต่อ) ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการตรวจสอบ	ประเภทการใช้ประโยชน์					
			ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
17.แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N)	ug - N/l	Phenol-Hypochlorite Method	ไม่เกิน 70		ไม่เกิน 100	ไม่เกิน 70		
18.ปรอททั้งหมด (Total Hg)	ug/l	1) Cold-Vapor/Hydride GenerationAtomic Absorption Spectrometric Method 2) Cold-Vapor/Hydride Generation-Atomic Fluorescence Spectrometric Method 3) Inductively Coupled Plasma	ไม่เกิน 0.1					
19.แคดเมียม (Cd)	ug/l	1) Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method	ไม่เกิน 5					
20.โครเมียมรวม (Cr)	ug/l	2) Inductively Coupled Plasma Method	ไม่เกิน 100					
21.โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr-Hexavalent)	ug/l	1) Pre-concentration ตามด้วยวิธี Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method 2) Inductively Coupled Plasma Method	ไม่เกิน 50					

ตาราง ซ-1 (ต่อ) ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการตรวจสอบ	ประเภทการใช้ประโยชน์					
			ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
22.ตะกั่ว (Pb)	ug/l	1) Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method	ไม่เกิน 8.5					
23.ทองแดง (Cu)	ug/l	2) Inductively Coupled Plasma Method	ไม่เกิน 8					
24.แมงกานีส (Mn)	ug/l	1) Pre-concentration ตามด้วยวิธี Flame Atomic Absorption Spectrometric Method	ไม่เกิน 100					
25.สังกะสี (Zn)	ug/l	2) Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method	ไม่เกิน 50					
26.เหล็ก (Fe)	ug/l	3) Inductively Coupled Plasma Method	ไม่เกิน 300					
27.ฟลูออไรด์ (F)	ug/l	SPADNS Colorimetric Method	ไม่เกิน 1					
28.คลอรีนคงเหลือ (Residual Chlorine)	ug/l	N,N-diethyl-p-phenylenediamine Method	-	-	-	-	ไม่เกิน 0.01	
29.ฟีนอล (Phenols)	ug/l	Distillation ตามด้วย 4-Aminoantipyrine Colorimetric Method	ไม่เกิน 0.03					
30.ซัลไฟด์ (Sulfide)	ug/l	Methylene Blue Colorimetric Method	ไม่เกิน 10					
31.ไซยาไนด์ (Cyanide)	ug/l	Pyridine-Barbituric Acid Colorimetric Method	ไม่เกิน 7					
32.พีซีบี (PCB)	ug/l	Gas Chromatography with Electron capture Detector	ตรวจไม่พบ					
33.สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Total Organochlorine Pesticides)	-	1) Gas Chromatography with Mass Spectrophotometry 2) Highly Performance Liquid Chromatography (HPLC)	ดูหมายเหตุ 2					

ตาราง ซ-1 (ต่อ) ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการตรวจสอบ	ประเภทการใช้ประโยชน์					
			ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
34.สารหนู (Arsenic)	ug/l	1) Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometric Method โดยตัวอย่างจะต้องทำการย่อยก่อนที่จะนำไปวัด 2) Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method	ไม่เกิน 10					

ตาราง ซ-2 การกำหนดคุณภาพน้ำทะเล

การกำหนดประเภท	
ประเภทคุณภาพน้ำ	การใช้ประโยชน์คุณภาพน้ำทะเล
ประเภทที่ 1	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่มิได้จัดไว้เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำทะเลตามธรรมชาติสำหรับเป็นที่แพร่พันธุ์ หรืออนุบาลของสัตว์น้ำวัยอ่อน หรือเป็นแหล่งอาหาร หรือที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ พืชหรือหญ้าทะเล
ประเภทที่ 2	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์แหล่งปะการัง ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่มีปะการัง โดยมีขอบเขต ครอบคลุมพื้นที่ในรัศมีแนวราบกับผิวน้ำ นับจากเส้นตรงที่ลากตั้งฉากกับเส้นที่เชื่อมจุดนอกสุดของแนวปะการังออกไปเป็นระยะ 1,000 เมตร
ประเภทที่ 3	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลซึ่งมีประกาศ กำหนดให้เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามกฎหมายว่าด้วยการประมง

ตาราง ซ-2 (ต่อ) การกำหนดคุณภาพน้ำทะเล

การกำหนดประเภท	
ประเภท คุณภาพน้ำ	การใช้ประโยชน์คุณภาพน้ำทะเล
ประเภทที่ 4	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลซึ่งมีประกาศขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกำหนดให้เป็นเขตเพื่อการว่ายน้ำ หรือใช้ประโยชน์เพื่อการนันทนาการทางน้ำ
ประเภทที่ 5	คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอุตสาหกรรม และท่าเรือ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่อยู่ประชิดกับเขตนิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เขตประกอบการอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน เขตท่าเรือตามกฎหมายว่าด้วยการเดินเรือในน่านน้ำไทย ท่าเรือหรือท่าเทียบเรือ แล้วแต่กรณี โดยมีขอบเขตนับตั้งแต่แนวน้ำลงต่ำสุดออกไปจนถึงระยะ 1,000 เมตร ตามแนวราบกับผิวน้ำ
ประเภทที่ 6	คุณภาพน้ำทะเลสำหรับเขตชุมชน ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่อยู่ประชิดกับชุมชนที่มีประกาศกำหนดให้เป็นเทศบาลตามกฎหมายว่าด้วยเทศบาล เมืองพัทยา หรือกรุงเทพมหานคร โดยมีขอบเขตคือ เขตเทศบาล เขตเมืองพัทยา หรือเขตกรุงเทพมหานคร เฉพาะที่ติดกับชายฝั่งทะเล นับตั้งแต่แนวน้ำลงต่ำสุดออกไปจนถึงระยะ 1,000 เมตร ตามแนบราบกับผิวน้ำ

หมายเหตุ : 1/ ค่ามาตรฐานสารแขวนลอย มีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกินผลรวมของค่าเฉลี่ย 1 วัน หรือ 1 เดือน หรือ 1 ปี บวกกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยนั้นๆ โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย 1 วัน ให้วัดทุกชั่วโมง หรืออย่างน้อย 5 ครั้ง ที่ช่วงเวลาเท่าๆ กัน ค่าเฉลี่ย 1 เดือน ให้วัดทุกวัน หรืออย่างน้อย 4 ครั้ง (ที่ช่วงเวลาเท่าๆ กัน ใน 1 เดือน) ณ เวลาเดียวกัน ค่าเฉลี่ย 1 ปี ให้วัดทุกเดือน ณ วันที่ และเวลาเดียวกัน

2/ สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีน

- ค่ามาตรฐานอัลดรินสำหรับทุกประเภทการใช้ประโยชน์ต้องมีค่าไม่มากกว่า 1.3 ไมโครกรัม/ลิตร
- ค่ามาตรฐานคลอเดนสำหรับทุกประเภทการใช้ประโยชน์ต้องมีค่าไม่มากกว่า 0.004 ไมโครกรัม/ลิตร

- ค่ามาตรฐานดีดีทีสำหรับประเภทการใช้ประโยชน์ทุกประเภทต้องมีค่าไม่มากกว่า 0.001 ไมโครกรัม/ลิตร

- ค่ามาตรฐานดิลดรินสำหรับประเภทการใช้ประโยชน์ทุกประเภทต้องมีค่าไม่มากกว่า 0.0019 ไมโครกรัม/ลิตร

- ค่ามาตรฐานเอลดรินสำหรับการใช้ประโยชน์ทุกประเภทต้องมีค่าไม่มากกว่า 0.0023 ไมโครกรัม/ลิตร

- ค่ามาตรฐานเอ็นโดซัลฟานสำหรับประเภทการใช้ประโยชน์ทุกประเภทต้องมีค่าไม่มากกว่า 0.0087 ไมโครกรัม/ลิตร

- ค่ามาตรฐานเฮปตาคลอร์สำหรับประเภทการใช้ประโยชน์ทุกประเภทต้องมีค่าไม่มากกว่า 0.0036 ไมโครกรัม/ลิตร

- ค่ามาตรฐานลินเดนสำหรับประเภทการใช้ประโยชน์ทุกประเภท ต้องมีค่าไม่มากกว่า 0.16 ไมโครกรัม/ลิตร

- ค่ามาตรฐานของ Alachlor, Ametryn, Atrazine, Carbaryl, Carbendazim, Chlorpyrifos, Cypermethrin, 2,4-D, Diuron Glyphosate, Malathion, Mancozeb, Methyl parathion, Parathion, และ Propanil ต้องตรวจไม่พบโดยใช้วิธีวิเคราะห์ที่กำหนด

แหล่งที่มา : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ.2549) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 124 ตอนที่ 11 ง วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2550

ภาคผนวก ฌ

ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทะเล (Marine Water Quality Index: MWQI)

MWQI (Marine Water Quality Index) เป็นค่าที่นำมาใช้ในการประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลโดยรวม กำหนดเป็นตัวเลขที่ไม่มีหน่วยมีค่า 0-100 โดยตัวเลขมากแสดงถึงคุณภาพน้ำดี พารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการจัดทำ MWQI มี 8 พารามิเตอร์ ดังนี้

1. DO (mg/l)
2. TCB (MPN/100 ml)
3. PO_4 (mg/l)
4. NO_3 (mg/l)
5. Temperature ($^{\circ}C$)
6. SS (mg/l)
7. pH
8. NH_4 (mg/l)

เนื่องจาก พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจัดทำดัชนีมีความสำคัญไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญ (Sub index Weights) ของแต่ละพารามิเตอร์ก่อนนำมาประมวลผลรวมกันเป็น MWQI เพียงค่าเดียว ดังนี้

1. DO (mg/l) = 0.16
2. TCB (MPN/100 ml) = 0.14
3. PO_4 (mg/l) = 0.12
4. NO_3 (mg/l) = 0.12
5. Temperature ($^{\circ}C$) = 0.12
6. SS (mg/l) = 0.11
7. pH = 0.11
8. NH_4 (mg/l) = 0.11

การหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคุณภาพน้ำ (Sub index) กับค่าต่างๆ ของพารามิเตอร์ที่เลือกไว้ สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

1. Sub Index ของค่า DO

ถ้า $DO \leq 10$ mg/l

$$\text{Sub Index} = -0.2679 \times DO^3 + 2.8516\ DO^2 + 6.759 \times DO$$

2. Sub Index ของค่า TCB

ถ้า TCB < 4,500 MPN/100 ml

$$\text{Sub Index} = -4 \times 10^{-10} \times TCB^3 + 8 \times 10^{-6} \times TCB^2 - 0.0499 \times TCB + 99.042$$

ถ้า TCB ≥ 4,500 MPN/100 ml

$$\text{Sub Index} = TCB \times 0$$

3. Sub Index ของค่า PO_4

ถ้า $PO_4 < 0.026$ mg/l

$$\text{Sub Index} = PO_4 \times 0 + 100$$

ถ้า $PO_4 < 0.04$ mg/l

$$\text{Sub Index} = 177083 \times PO_4^3 - 41607 \times PO_4^2 + 1811.3 \times PO_4 + 77.9$$

ถ้า $PO_4 < 0.12$ mg/l

$$\text{Sub Index} = 177083 \times PO_4^3 - 41607 \times PO_4^2 + 1811.3 \times PO_4 + 79$$

ถ้า $PO_4 < 0.14$ mg/l

$$\text{Sub Index} = 177083 \times PO_4^3 - 41607 \times PO_4^2 + 1811.3 \times PO_4 + 84$$

ถ้า $PO_4 < 0.16$ mg/l

$$\text{Sub Index} = 177083 \times PO_4^3 - 41607 \times PO_4^2 + 1811.3 \times PO_4 + 97$$

ถ้า $PO_4 \geq 0.16$ mg/l

$$\text{Sub Index} = PO_4 \times 0$$

4. Sub Index ของค่า NO_3

ถ้า $NO_3 \leq 0.02$ mg/l

$$\text{Sub Index} = NO_3 7 \times 0 + 100$$

ถ้า $NO_3 \leq 0.36$ mg/l

$$\text{Sub Index} = -4651.4 \times NO_3^4 + 4249.6 \times NO_3^3 - 861.14 \times NO_3^2 - 311.6 \times NO_3 + 104.12$$

ถ้า $NO_3 > 0.36$ mg/l

$$\text{Sub Index} = NO_3 \times 0$$

5. Sub Index ของค่า Temp.

ถ้า Temp. < 20 °C

Sub Index = 0.0098 x Temp. ^{3}-0.1396 x Temp. ^{2}+0.7277 x Temp.

ถ้า Temp. < 28 °C

Sub Index = -0.0657 x Temp. ^{3}+4.4359 x Temp. ^{2}-90.758 x Temp.+604.66

ถ้า Temp. < 30 °C

Sub Index = -0.0657 x Temp. ^{3}+4.4359 x Temp. ^{2}- 90.758 x Temp. +603.66

ถ้า Temp. < 42 °C

Sub Index = 0.107 x Temp. ^{3}-11.464 x Temp. ^{2}+397.67 x Temp. -4403.1

ถ้า Temp. < 46 °C

Sub Index = -0.0162 x Temp. ^{3}+2.3313 xTemp. ^{2}- 111.69 x Temp.+1783.7

ถ้า Temp. ≥ 46 °C

Sub Index = Temp. x 0

6. Sub Index ของค่า SS

ถ้า SS < 212 mg/l

Sub Index = -5 x 10^{-6} x SS ^{2}- 0.464 x SS+98.626

ถ้า SS ≥ 212 mg/l

Sub Index = SS x 0

7. Sub Index ของค่า pH

ถ้า pH < 4

Sub Index = pH x 0

ถ้า pH < 7

Sub Index = 0.6987 x pH ^{3}- 3.4762 x pH^{2}+2.5212 x pH+0.8

ถ้า pH < 8.5

Sub Index = 2.1864 x pH ^{3}- 65.244 x pH ^{2}+ 620.42 x pH-1810.2

ถ้า pH < 10.95

Sub Index = -1.6593 x pH ^{4}+68.633 x pH ^{3}- 1049.5 x pH ^{2}+ 7000.7 x pH -17075

ถ้า pH ≥ 10.95

Sub Index = pH x 0

8. Sub Index ของค่า NH_4

ถ้า $NH_4 < 0.53$ mg/l

Sub Index = $113.29 \times NH_4^{2} - 241.52 \times NH_4 + 96.21$

ถ้า $NH_4 \geq 0.53$ mg/l

Sub Index = $NH_4 \times 0$

$$MWQI = (1 \div 100) \times (DO\ SI \times 0.16 + TCB\ SI \times 0.14 + PO_4\ SI \times 0.12 + NO_3\ SI \times 0.12 + Temp.\ SI \times 0.12 + SS\ SI \times 0.11 + pH\ SI \times 0.11 + NH_4\ SI \times 0.11)^2$$

MWQI ที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังตาราง

ช่วง MWQI	**เกณฑ์คุณภาพน้ำ**
ตั้งแต่ 0-25	เสื่อมโทรมมาก
มากกว่า 25-50	เสื่อมโทรม
มากกว่า 50-80	พอใช้
มากกว่า 80-90	ดี
มากกว่า 90-100	ดีมาก

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY