

ภาคผนวก ก
รายละเอียดบ่อเก็บตัวอย่าง

ตารางภาคผนวก ก-1 พิกัดตำแหน่งที่ตั้ง ลักษณะบ่อ การใช้น้ำ ระดับน้ำของบ่อเก็บตัวอย่าง

ID	พิกัด		ตำบล	อำเภอ	ลักษณะบ่อ	ลักษณะการใช้น้ำ	เส้นผ่านศูนย์กลางบ่อ (เมตร)	ความลึกบ่อ (เมตร)	ความสูงน้ำ (เมตร)	
	X	Y							ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	649183	795243	รัตนภูมิ	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	6.5	2.1	3.0
2	650042	794665	รัตนภูมิ	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	5.3	0.8	1.8
3	650734	793364	รัตนภูมิ	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.2	0.8	1.2
4	650881	794258	รัตนภูมิ	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	4.3	1.2	3.0
5	654240	792501	รัตนภูมิ	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	4.7	1.0	2.1
6	652652	790818	บางเหรียง	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	4.8	1.5	3.0
7	655696	792519	บางเหรียง	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	5.0	2.0	2.5
8	654719	788982	บางเหรียง	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	6.0	3.0	4.2
9	657965	788298	บางเหรียง	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	6.3	4.6	5.6
10	657046	787065	บางเหรียง	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.9	0.4	0.9
11	657633	789739	บางเหรียง	ควนเนียง	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	4.0	1.2	1.8
12	659843	786657	บางกล้า	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.8	7.0	0.8	1.8
13	658452	786976	บางกล้า	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.6	1.2	1.3
14	659026	785574	บางกล้า	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.8	4.5	1.2	1.7

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ID	พิกัด		ตำบล	อำเภอ	ลักษณะบ่อ	ลักษณะการใช้น้ำ	เส้นผ่านศูนย์กลางบ่อ (เมตร)	ความลึกบ่อ (เมตร)	ความสูงน้ำ (เมตร)	
	X	Y							ฤดูร้อน	ฤดูฝน
15	660496	787697	บางกล้า	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	4.3	0.9	2.0
16	660902	786049	บางกล้า	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	1.0	3.0	1.0	1.9
17	659144	784199	บางกล้า	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	2.5	0.6	1.2
18	656427	782595	ท่าช้าง	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	10.5	0.9	2.9
19	659660	782956	ท่าช้าง	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.8	4.0	0.5	0.8
20	658580	781193	แม่ทอม	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	8.0	0.9	1.1
21	661580	783377	แม่ทอม	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.8	3.2	0.8	1.8
22	661978	781888	แม่ทอม	บางกล้า	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	6.3	2.1	3.4
23	664417	782022	คลองแห	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.0	0.8	1.1
24	664849	781184	คลองแห	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	4.0	0.9	2.8
25	662215	786741	คูเต่า	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.0	1.0	1.9
26	663490	786259	คูเต่า	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.2	1.2	1.9
27	663117	785164	คูเต่า	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	4.6	0.8	1.3
28	663834	784641	คูเต่า	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	5.5	0.9	3.0

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

ID	พิกัด		ตำบล	อำเภอ	ลักษณะบ่อ	ลักษณะการใช้น้ำ	เส้นผ่านศูนย์กลางบ่อ (เมตร)	ความลึกบ่อ (เมตร)	ความสูงน้ำ (เมตร)	
	X	Y							ฤดูร้อน	ฤดูฝน
29	663377	784050	คูเต่า	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	5.5	0.9	2.3
30	663758	783297	คูเต่า	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.5	0.1	0.9
31	669249	787733	น้ำน้อย	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	8.6	0.9	2.0
32	670504	787771	น้ำน้อย	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.6	0.4	1.2
33	668706	786759	น้ำน้อย	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	3.5	0.2	1.3
34	667821	786138	น้ำน้อย	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.7	5.0	0.7	0.8
35	670483	785666	น้ำน้อย	หาดใหญ่	บ่อปูนเปิด	ใช้อุปโภค	0.9	11.0	0.9	8.0

ตารางภาคผนวก ก-2 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และลักษณะธรณีสัณฐาน

ID	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)		ธรณีสัณฐาน (Landform)	
	1	ยางพารา	Para rubber	บริเวณพื้นที่ผิวที่เหลื่อมค้ำจากการกัดกร่อน
2	ยางพารา	Para rubber	บริเวณพื้นที่ผิวที่เหลื่อมค้ำจากการกัดกร่อน	Erosional surface
3	ยางพารา	Para rubber	บริเวณพื้นที่ผิวที่เหลื่อมค้ำจากการกัดกร่อน	Erosional surface
4	ยางพารา	Para rubber	บริเวณพื้นที่ผิวที่เหลื่อมค้ำจากการกัดกร่อน	Erosional surface
5	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
6	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
7	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
8	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลานตะพักลำน้ระดับต่ำ	Low terrace
9	ยางพารา	Para rubber	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
10	ยางพารา	Para rubber	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
11	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
12	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
13	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
14	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลุ่มตะกอนลำน้	Alluvial plain
15	นาร้าง	Abandoned paddy	ที่ลุ่มต้ำน้ำขัง	Marsh
16	นาร้าง	Abandoned paddy	ที่ลุ่มต้ำน้ำขัง	Marsh

ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

ID	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)		ธรณีสัณฐาน (Landform)	
	17	นาหว่าน	Broadcasted paddy field	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า
18	ยางพารา	Para rubber	บริเวณพื้นที่ที่เหลื่อค้างจากการกัดกร่อน	Erosional surface
19	ไม้ผลผสม	Mixed orchard	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
20	นาร้าง	Abandoned paddy	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
21	พื้นที่ลุ่ม	Wetland	ที่ลุ่มตําน้ำขัง	Marsh
22	นาร้าง	Abandoned paddy	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
23	นาร้าง	Abandoned paddy	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
24	พื้นที่ลุ่ม	Wetland	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
25	ไม้ผลผสม	Mixed orchard	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
26	พื้นที่ลุ่ม	Wetland	ที่ลุ่มตําน้ำขัง	Marsh
27	พื้นที่ลุ่ม	Wetland	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
28	พื้นที่ลุ่ม	Wetland	ที่ลุ่มตําน้ำขัง	Marsh
29	ยางพารา	Para rubber	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
30	ยางพารา	Para rubber	ที่ราบลุ่มตะกอนลำนํ้า	Alluvial plain
31	ยางพารา	Para rubber	ที่ลุ่มตําน้ำขัง	Marsh
32	ยางพารา	Para rubber	ที่ลุ่มตําน้ำขัง	Marsh

ตารางภาคผนวก ก-2 (ต่อ)

ID	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)		ธรณีสัณฐาน (Landform)	
	33	ยางพารา	Para rubber	หาดทรายและสันทราย
34	ยางพารา	Para rubber	บริเวณพื้นผิวที่สึกกร่อนจากการกัดกร่อน	Erosional surface
35	ยางพารา	Para rubber	ที่ลุ่มตื้นน้ำขัง	Marsh

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ตารางภาคผนวก ข-1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ID	อุณหภูมิ (°C)		ความขุ่น (NTU)		ความเป็นกรด - ด่าง		สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (mg/L)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	29.5	28.5	3.9	3.1	7.13	6.58	480	95
2	28.8	27.6	1.1	0.2	5.52	5.27	90	30
3	28.6	27.2	13.0	8.2	6.05	6.46	63	25
4	29.1	28.2	3.0	2.3	6.68	5.18	84	34
5	28.5	27.4	3.0	0.3	7.01	6.23	67	25
6	28.2	27.8	1.1	0.2	5.58	6.69	57	23
7	29.5	28.5	4.7	13.0	6.98	6.58	265	60
8	28.4	27.0	1.0	0.8	4.90	5.27	64	25
9	28.3	27.3	2.0	1.0	6.25	6.46	87	29
10	30.0	29.5	2.6	0.2	4.66	5.59	450	102
11	29.4	28.0	1.3	0.2	5.64	5.67	60	24
12	29.2	28.1	0.7	1.5	5.27	5.67	120	36
13	29.5	27.5	8.8	1.2	6.46	6.46	340	80
14	31.5	27.5	2.3	1.6	6.04	5.67	58	24

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ID	อุณหภูมิ (°C)		ความขุ่น (NTU)		ความเป็นกรด - ด่าง		สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (mg/L)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
15	29.1	29.0	2.8	0.3	6.58	6.58	66	25
16	31.1	28.9	2.1	18.0	5.18	5.27	174	47
17	31.6	28.5	45.0	1.7	5.96	6.46	70	26
18	30.2	28.4	9.4	29.0	5.68	5.18	34	19
19	30.5	28.6	1.7	35.0	6.37	6.04	96	31
20	28.8	28.5	1.1	7.7	4.79	5.67	150	52
21	28.6	27.6	1.5	0.6	5.71	5.67	93	31
22	29.1	27.2	1.8	0.9	5.78	6.46	110	34
23	28.5	28.2	1.2	7.7	5.60	6.58	178	48
24	28.2	27.4	11.0	1.9	6.68	5.27	511	114
25	29.5	28.5	23.0	1.9	6.39	6.46	613	144
26	28.4	27.6	31.0	8.3	6.23	5.18	454	95
27	28.5	27.2	24.0	2.0	6.69	6.04	86	29
28	28.2	27.0	11.0	0.8	5.59	5.96	345	75

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ID	อุณหภูมิ (°C)		ความขุ่น (NTU)		ความเป็นกรด - ด่าง		สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (mg/L)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
29	27.4	27.3	4.3	9.6	5.67	5.68	152	42
30	29.5	27.8	1300.0	111.0	3.57	6.37	550	125
31	28.5	28.0	1.7	1.0	5.96	4.79	82	28
32	28.1	27.0	1.4	1.1	5.26	5.71	142	40
33	27.5	27.3	1.3	0.2	5.84	6.46	125	37
34	29.5	27.5	3.6	2.3	6.77	5.18	48	22
35	28.0	27.0	3.5	1.3	6.90	6.23	54	23

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ID	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)		ความกระด้าง (mg/L as CaCO_3)		คลอไรด์ (mg/L)		ไนเตรท - ไนโตรเจน (mg/L)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	525	127	207.7	165.3	188.00	65.20	0.03	0.06
2	85	39	59.8	11.9	13.87	6.41	3.75	0.28
3	53	33	73.9	25.7	8.73	5.38	0.06	0.18
4	165	49	159.3	121.8	45.00	7.90	5.10	0.28
5	55	33	130.2	13.9	9.06	4.60	0.71	0.83
6	44	31	56.3	12.9	7.25	5.08	0.06	0.16
7	280	78	176.0	192.6	110.11	12.70	0.19	0.14
8	52	32	54.6	39.6	8.48	5.33	0.78	0.54
9	62	34	104.7	52.5	10.21	5.68	0.04	0.65
10	380	98	138.2	10.9	147.45	15.80	0.41	0.75
11	60	34	69.5	10.9	9.88	5.61	0.05	0.06
12	63	35	38.7	78.2	10.38	5.71	0.17	0.24
13	420	102	462.0	0.0	172.12	45.50	0.22	0.99
14	74	37	120.6	82.2	12.19	6.07	0.28	1.30

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ID	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)		ความกระด้าง (mg/L as CaCO_3)		คลอไรด์ (mg/L)		ไนเตรท - ไนโตรเจน (mg/L)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
15	64	35	147.8	14.9	10.54	5.74	0.10	2.52
16	59	34	57.2	104.0	9.72	5.58	1.57	0.18
17	53	33	63.4	35.6	8.73	5.38	0.02	1.43
18	24	27	54.6	111.9	3.95	4.43	0.02	0.12
19	40	30	88.0	24.8	6.59	4.95	0.20	1.12
20	27	27	55.4	106.9	4.45	4.52	1.52	3.25
21	88	40	78.3	30.7	14.50	6.53	0.04	0.31
22	33	29	95.9	48.0	5.44	4.72	0.49	2.05
23	98	42	0.0	118.3	16.14	6.86	0.02	0.78
24	518	147	146.1	98.5	178.19	13.39	0.11	0.18
25	694	152	325.6	102.0	231.00	92.00	10.74	5.27
26	380	98	545.6	440.6	155.20	16.15	0.05	0.18
27	80	38	155.8	106.4	13.18	6.27	0.14	0.93
28	317	69	165.4	40.6	98.00	11.38	0.43	0.21

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ID	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)		ความกระด้าง (mg/L as CaCO_3)		คลอไรด์ (mg/L)		ไนเตรท - ไนโตรเจน (mg/L)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
29	135	49	103.8	157.4	66.48	8.08	0.03	1.30
30	296	81	0.0	128.7	72.00	10.42	0.18	0.40
31	75	37	88.9	54.5	12.36	6.11	0.04	2.27
32	85	39	73.9	57.4	14.00	6.44	3.33	14.67
33	60	34	68.6	9.9	9.88	5.61	0.87	0.98
34	33	29	188.3	118.8	5.44	4.72	0.03	3.13
35	70	36	153.1	67.3	11.53	5.93	0.04	0.12

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ID	เหล็ก (mg/L)		โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 mL)		ฟีคัล โคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1	0.12	0.50	0	0	0	0
2	2.54	3.98	8	80	4	23
3	0.20	0.97	280	300	34	56
4	0.24	4.11	200	240	26	70
5	0.19	2.54	33	130	4	4
6	3.22	1.00	1600	2800	14	400
7	0.09	0.50	900	2400	200	900
8	5.00	4.56	33	130	17	27
9	0.58	0.21	0	2	0	2
10	5.11	2.32	1600	240	130	23
11	2.01	1.98	220	250	28	40
12	4.23	1.79	0	220	0	17
13	0.66	0.23	1400	5000	14	240
14	1.16	2.01	70	1600	26	450

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ID	เหล็ก (mg/L)		โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 mL)		ฟีคัล โคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
15	0.26	1.21	900	1600	33	240
16	3.87	2.80	23	1600	2	500
17	1.59	1.22	340	900	12	14
18	1.83	3.60	270	330	34	4
19	1.51	1.32	14	27	4	23
20	5.64	1.50	2800	900	220	23
21	1.74	2.38	9	14	4	4
22	1.62	1.43	340	900	26	350
23	1.55	1.01	14	350	9	110
24	1.10	4.87	5000	16000	240	1400
25	1.73	1.90	240	900	130	14
26	1.03	3.70	16000	340	1500	12
27	1.03	1.22	33	350	14	2
28	0.47	1.37	500	900	34	12

ตารางภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

ID	เหล็ก (mg/L)		โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 mL)		ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
29	0.21	1.43	33	50	2	12
30	8.62	2.03	4	14	0	12
31	0.07	4.94	4	220	0	9
32	2.01	2.39	340	900	27	110
33	0.25	1.01	34	80	12	23
34	0.11	4.00	900	1300	14	14
35	0.19	2.25	33	280	17	12

ตารางภาคผนวก ข-2 สรุปความเข้มข้นของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use) ในน้ำบ่อต้น
บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างในฤดูร้อน

Parameter		All Sample	Para rubber	Broadcasted paddy field	Abandoned paddy	Mixed orchard	Wetland
อุณหภูมิ Temperature (°C)	Mean	29.1 ± 1.0	28.8 ± 0.9	29.5 ± 1.2	29.3 ± 1.0	30.0 ± 0.7	28.4 ± 0.2
	Median	28.8	28.7	29.4	29.1	30.0	28.4
	Min-Max	27.4 - 31.6	27.4 - 30.2	28.2 - 31.6	28.5 - 31.1	29.5 - 30.5	28.2 - 28.6
	n	35	14	9	5	2	5
ความขุ่น Turbidity (NTU)	Mean	44 ± 219	96 ± 346	8 ± 14	2 ± 1	12 ± 15	16 ± 12
	Median	3	3	2	8	12	11
	Min-Max	1 - 1,300	1 - 1,300	1 - 45	1 - 3	2 - 23	1 - 31
	n	35	14	9	5	2	5
ความเป็นกรด-ด่าง pH	Mean	5.92 ± 0.77	5.85 ± 0.95	5.98 ± 0.73	5.59 ± 0.68	6.38 ± 0.01	6.18 ± 0.52
	Median	5.96	5.90	5.96	5.60	6.38	6.23
	Min-Max	3.57 - 7.13	3.57 - 7.13	4.90 - 7.01	4.79 - 6.58	6.37 - 6.39	5.59 - 6.69
	n	35	14	9	5	2	5
สารละลายทั้งหมดที่ เหลือจากการระเหย TDS (mg/L)	Mean	183 ± 169	174 ± 177	122 ± 106	136 ± 47	355 ± 366	298 ± 199
	Median	96	89	67	150	355	345
	Min-Max	34 - 613	34 - 550	57 - 340	66 - 178	96 - 613	86 - 511
	n	35	14	9	5	2	5

ตารางภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

Parameter		All Sample	Para rubber	Broadcasted paddy field	Abandoned paddy	Mixed orchard	Wetland
การนำไฟฟ้า Conductivity ($\mu\text{S/cm}$)	Mean	158 \pm 173	146 \pm 149	122 \pm 134	56 \pm 28	367 \pm 462	277 \pm 190
	Median	74	80	60	59	367	317
	Min-Max	24 - 694	24.0 - 525	44.0 - 420	27 - 98	40 - 694	80 - 518
	n	35	14	9	5	2	5
ความกระด้าง Hardness (mg/L as CaCO_3)	Mean	129 \pm 114	105 \pm 57.5	130 \pm 132	71.3 \pm 54.8	207 \pm 168	218 \pm 186
	Median	95.9	96.4	69.5	57.2	207	156
	Min-Max	0.0 - 546	0.0 - 208	38.7 - 462	0.0 - 148	88.0 - 326	78.3 - 546
	n	35	14	9	5	2	5
คลอไรด์ Chloride (mg/L)	Mean	48.57 \pm 66.26	43.49 \pm 57.67	38.69 \pm 60.12	9.26 \pm 4.66	119 \pm 159	91.81 \pm 76.94
	Median	12.19	13.12	9.88	9.72	119	98.00
	Min-Max	3.95 - 231	3.95 - 188	7.25 - 172	4.45 - 16.14	6.59 - 231	13.18 - 179
	n	35	14	9	5	2	5
ไนเตรท-ไนโตรเจน Nitrate-Nitrogen (mg/L)	Mean	0.91 \pm 2.07	0.99 \pm 1.72	0.28 \pm 0.28	0.74 \pm 0.75	5.47 \pm 7.45	0.16 \pm 0.16
	Median	0.17	0.05	0.19	0.49	5.47	0.11
	Min-Max	0.02 - 10.74	0.02 - 5.10	0.02 - 0.78	0.02 - 1.57	0.20 - 10.74	0.04 - 0.43
	n	35	14	9	5	2	5

ตารางภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

Parameter		All Sample	Para rubber	Broadcasted paddy field	Abandoned paddy	Mixed orchard	Wetland
เหล็ก Iron (mg/L)	Mean	1.77 ± 1.96	1.58 ± 2.48	2.02 ± 1.77	2.59 ± 2.14	1.62 ± 0.16	1.08 ± 0.45
	Median	1.16	0.25	1.59	1.62	1.62	1.03
	Min-Max	0.07 – 8.62	0.07 – 8.62	0.09 - 5.00	0.26 - 5.64	1.51 - 1.73	0.47 – 1.74
	n	35	14	9	5	2	5
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย Coliform bacteria (MPN/100 mL)	Mean	976 ± 2,796	265 ± 456	511 ± 628	815 ± 1,166	127 ± 160	4,308 ± 6,864
	Median	200	34	220	340	127	500
	Min-Max	0 – 16,000	0 – 1,600	0 – 1,600	14 – 2,800	14 - 240	9 – 16,000
	n	35	14	9	5	2	5
ฟิคัล โคลิฟอร์ม Fecal coliform (MPN/100 mL)	Mean	81 ± 255	21 ± 34	35 ± 63	58 ± 91	67 ± 89	358 ± 646
	Median	14	13	14	26	67	34
	Min-Max	0 – 1,500	0 - 130	0 - 200	2 - 220	4 - 130	4 – 1,500
	n	35	14	9	5	2	5

ตารางภาคผนวก ข-3 สรุปความเข้มข้นของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use) ในน้ำบ่อต้น
บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างในฤดูฝน

Parameter		All Sample	Para rubber	Broadcasted paddy field	Abandoned paddy	Mixed orchard	Wetland
อุณหภูมิ Temperature (°C)	Mean	27.8 ± 0.7	27.8 ± 0.7	27.8 ± 0.5	28.4 ± 0.7	28.6 ± 0.1	27.4 ± 0.3
	Median	27.6	27.6	27.8	28.5	28.6	27.4
	Min-Max	27.0 - 29.5	27.0 - 29.5	27.0 - 28.5	27.2 - 29.0	28.5 - 28.6	27.0 - 27.6
	n	35	14	9	5	2	5
ความขุ่น Turbidity (NTU)	Mean	8 ± 20	12 ± 29	2 ± 4	7 ± 7	18 ± 23	3 ± 3
	Median	2	2	1	8	18	2
	Min-Max	0 - 111	0 - 111	0 - 13	0 - 18	2 - 35	1 - 8
	n	35	14	9	5	2	5
ความเป็นกรด-ด่าง pH	Mean	5.91 ± 0.56	5.80 ± 0.62	6.08 ± 0.51	6.11 ± 0.60	6.25 ± 0.30	5.62 ± 0.39
	Median	5.96	5.70	6.23	6.46	6.25	5.67
	Min-Max	4.79 - 6.69	4.79 - 6.58	5.27 - 6.69	5.27 - 6.58	6.04 - 6.46	5.18 - 6.04
	n	35	14	9	5	2	5
สารละลายทั้งหมดที่ เหลือจากการระเหย TDS (mg/L)	Mean	49 ± 33	46 ± 34	36 ± 20	41 ± 11	88 ± 80	69 ± 38
	Median	34	32	25	47	88	75
	Min-Max	19 - 144	19 - 125	23 - 80	25 - 52	31 - 144	29 - 114
	n	35	14	9	5	2	5

ตารางภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Parameter		All Sample	Para rubber	Broadcasted paddy field	Abandoned paddy	Mixed orchard	Wetland
การนำไฟฟ้า Conductivity ($\mu\text{S/cm}$)	Mean	53 \pm 35	51 \pm 30	46 \pm 26	33 \pm 6	91 \pm 86	78 \pm 46
	Median	37	38	34	34	91	69
	Min-Max	27 - 152	27 - 127	31 - 102	27 - 42	30 - 152	38 - 147
	n	35	14	9	5	2	5
ความกระด้าง Hardness (mg/L as CaCO_3)	Mean	79.9 \pm 80.8	78.1 \pm 54.9	51.8 \pm 60.4	78.4 \pm 44.8	63.4 \pm 54.6	143 \pm 170
	Median	57.4	62.4	35.6	104	63.4	98.5
	Min-Max	0.0 - 441	9.9 - 165	0.0 - 193	14.9 - 118	24.8 - 102	30.7 - 441
	n	35	14	9	5	2	5
คลอไรด์ Chloride (mg/L)	Mean	12.35 \pm 18.33	11.29 \pm 15.79	10.66 \pm 13.29	5.48 \pm 0.93	48.48 \pm 61.55	10.74 \pm 4.31
	Median	6.07	6.26	5.61	5.58	48.48	11.38
	Min-Max	4.43 - 92.00	4.43 - 65.20	4.60 - 45.50	4.52 - 6.86	4.95 - 92.00	6.27 - 16.15
	n	35	14	9	5	2	5
ไนเตรท-ไนโตรเจน Nitrate-Nitrogen (mg/L)	Mean	1.37 \pm 2.58	1.80 \pm 3.81	0.63 \pm 0.53	1.76 \pm 1.26	3.19 \pm 2.94	0.36 \pm 0.32
	Median	0.65	0.52	0.54	2.05	3.19	0.21
	Min-Max	0.06 - 14.67	0.06 - 14.67	0.06 - 1.43	0.18 - 3.25	1.12 - 5.27	0.18 - 0.93
	n	35	14	9	5	2	5

ตารางภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

Parameter		All Sample	Para rubber	Broadcasted paddy field	Abandoned paddy	Mixed orchard	Wetland
เหล็ก Iron (mg/L)	Mean	2.12 ± 1.34	2.41 ± 1.50	1.76 ± 1.29	1.59 ± 0.70	1.61 ± 0.41	2.71 ± 1.56
	Median	1.90	2.28	1.79	1.43	1.61	2.38
	Min-Max	0.21 - 4.94	0.21 - 4.94	0.23 - 4.56	1.01 - 2.80	1.32 - 1.90	1.22 - 4.87
	n	35	14	9	5	2	5
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย Coliform bacteria (MPN/100 mL)	Mean	1,181 ± 2,770	288 ± 371	1,492 ± 1,661	1,070 ± 533	464 ± 617	3,521 ± 6,983
	Median	330	230	900	900	464	350
	Min-Max	0 - 1,6000	0 - 1,300	130 - 5,000	350 - 1,600	27 - 900	14 - 16,000
	n	35	14	9	5	2	5
ฟิคัล โคลิฟอร์ม Fecal coliform (MPN/100 mL)	Mean	147 ± 292	26 ± 31	232 ± 306	245 ± 189	19 ± 6	286 ± 623
	Median	23	13	40	240	19	12
	Min-Max	0 - 1,400	0 - 110	4 - 900	23 - 500	14 - 23	2 - 1400
	n	35	14	9	5	2	5

ตารางภาคผนวก ข-4 สรุปความเข้มข้นของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ตามประเภทธรณีสัณฐาน (Land form) ในน้ำบ่อต้นบริเวณ
ทะเลสาบสงขลาตอนล่างในฤดูร้อน

Parameter		All Sample	Erosional surface	Alluvial plain	Low terrace	Marsh	Beach and beach ridge
อุณหภูมิ Temperature (°C)	Mean	29.1 ± 1.0	29.3 ± 0.6	29.2 ± 1.1	28.4	28.8 ± 1.0	27.5
	Median	28.8	29.3	29.2	-	28.5	-
	Min-Max	27.4 - 31.6	28.6 - 30.2	27.4 - 31.6	-	28.0 - 31.1	-
	n	35	6	19	1	8	1
ความขุ่น Turbidity (NTU)	Mean	44 ± 219	6 ± 5	76 ± 297	1.0	7 ± 10	1.0
	Median	3	4	3	-	2	-
	Min-Max	1 - 1,300	1 - 13	1 - 1,300	-	1 - 31	-
	n	35	6	19	1	8	1
ความเป็นกรด-ด่าง pH	Mean	5.92 ± 0.77	6.31 ± 0.65	5.86 ± 0.86	4.90	5.93 ± 0.61	5.84
	Median	5.96	6.37	5.96	-	5.84	-
	Min-Max	3.57 - 7.13	5.52 - 7.13	3.57 - 7.01	-	5.18 - 6.90	-
	n	35	6	19	1	8	1
สารละลายทั้งหมดที่ เหลือจากการระเหย TDS (mg/L)	Mean	183 ± 169	133 ± 171	212 ± 186	64	176 ± 146	125
	Median	96	74	120	-	118	-
	Min-Max	34 - 613	34 - 480	57 - 613	-	54 - 454	-
	n	35	6	19	1	8	1

ตารางภาคผนวก ข-4 (ต่อ)

Parameter		All Sample	Erosional surface	Alluvial plain	Low terrace	Marsh	Beach and beach ridge
การนำไฟฟ้า Conductivity ($\mu\text{S/cm}$)	Mean	158 \pm 173	147 \pm 192	180 \pm 195	52	142 \pm 129	60.0
	Median	74	69	74	-	80	-
	Min-Max	24 - 694	24 - 525	27 - 694	-	59.0 - 380	-
	n	35	6	19	1	8	1
ความกระด้าง Hardness (mg/L as CaCO ₃)	Mean	129 \pm 113.5	124 \pm 69.0	123 \pm 110	54.6	164 \pm 160	68.6
	Median	95.9	117	104	-	118	-
	Min-Max	0.0 - 546	54.6 - 208	0.0 - 462	-	57.2 - 546	-
	n	35	6	19	1	8	1
คลอไรด์ Chloride (mg/L)	Mean	48.57 \pm 66.26	44.17 \pm 72.08	57.41 \pm 73.32	8.48	40.73 \pm 55.18	9.88
	Median	12.19	11.30	12.19	-	13.18	-
	Min-Max	3.95 - 231	3.95 - 188	4.45 - 231	-	9.72 - 155	-
	n	35	6	19	1	8	1
ไนเตรท-ไนโตรเจน Nitrate-Nitrogen (mg/L)	Mean	0.91 \pm 2.07	1.50 \pm 2.31	0.82 \pm 2.43	0.78	0.70 \pm 1.19	0.87
	Median	0.17	0.04	0.18	-	0.08	-
	Min-Max	0.02 - 10.74	0.02 - 5.10	0.02 - 10.74	-	0.04 - 3.33	-
	n	35	6	19	1	8	1

ตารางภาคผนวก ข-4 (ต่อ)

Parameter		All Sample	Erosional surface	Alluvial plain	Low terrace	Marsh	Beach and beach ridge
เหล็ก Iron (mg/L)	Mean	1.77 ± 1.96	0.84 ± 1.07	2.20 ± 2.23	5.00	1.21 ± 1.30	0.25
	Median	1.16	0.22	1.55	-	0.75	-
	Min-Max	0.07 – 8.62	0.11 - 2.54	0.09 – 8.62	-	0.07 - 3.87	-
	n	35	6	19	1	8	1
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย Coliform bacteria (MPN/100 mL)	Mean	976 ± 2,796	276 ± 330	771 ± 1,287	33	2,226 ± 5,575	34
	Median	200	235	220	-	187	-
	Min-Max	0 – 16,000	0 - 900	0 – 5,000	-	4 – 16,000	-
	n	35	6	19	1	8	1
ฟิคัล โคลิฟอร์ม Fecal coliform (MPN/100 mL)	Mean	81 ± 255	19 ± 15	56 ± 82	17	202 ± 525	12
	Median	14	20	14	-	22	-
	Min-Max	0 – 1,500	0 - 34	0 - 240	-	0 – 1,500	-
	n	35	6	19	1	8	1

ตารางภาคผนวก ข-5 สรุปความเข้มข้นของคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ตามประเภทธรณีสัณฐาน (Land form) ในน้ำบ่อต้นบริเวณ
ทะเลสาบสงขลาตอนล่างในฤดูฝน

Parameter		All Sample	Erosional surface	Alluvial plain	Low terrace	Marsh	Beach and beach ridge
อุณหภูมิ Temperature (°C)	Mean	27.8 ± 0.7	27.9 ± 0.5	27.9 ± 0.6	27.0	27.8 ± 0.8	27.3
	Median	27.6	27.9	27.8	-	27.6	-
	Min-Max	27.0 - 29.5	27.2 - 28.5	27.2 - 29.5	-	27.0 - 29.0	-
	n	35	6	19	1	8	1
ความขุ่น Turbidity (NTU)	Mean	8 ± 20	8 ± 11	10 ± 26	1	4 ± 6	0
	Median	2	3	2	-	1	-
	Min-Max	0 - 111	0 - 29	0 - 111	-	0 - 18	-
	n	35	6	19	1	8	1
ความเป็นกรด-ด่าง pH	Mean	5.91 ± 0.56	5.64 ± 0.68	6.11 ± 0.44	5.27	5.67 ± 0.59	6.46
	Median	5.96	5.23	6.23	-	5.69	-
	Min-Max	4.79 - 6.69	5.18 - 6.58	5.27 - 6.69	-	4.79 - 6.58	-
	n	35	6	19	1	8	1
สารละลายทั้งหมดที่ เหลือจากการระเหย TDS (mg/L)	Mean	49 ± 33	37 ± 29	55 ± 39	25	45 ± 26	37
	Median	34	27	36	-	36	-
	Min-Max	19 - 144	19 - 95	23 - 144	-	23 - 95	-
	n	35	6	19	1	8	1

ตารางภาคผนวก ข-5(ต่อ)

Parameter		All Sample	Erosional surface	Alluvial plain	Low terrace	Marsh	Beach and beach ridge
การนำไฟฟ้า Conductivity ($\mu\text{S/cm}$)	Mean	53 \pm 35	50 \pm 38	58 \pm 40	32	48 \pm 23	34
	Median	37	36	37	-	38	-
	Min-Max	27 - 152	27 - 127	27 - 152	-	34 - 98	-
	n	35	6	19	1	8	1
ความกระด้าง Hardness (mg/L as CaCO ₃)	Mean	79.9 \pm 80.8	92.6 \pm 60.3	72.7 \pm 55.5	39.6	101 \pm 140	9.9
	Median	57.4	115	78.2	-	55.9	-
	Min-Max	0.0 - 441	11.9 - 165	0.0 - 193	-	14.9 - 441	-
	n	35	6	19	1	8	1
คลอไรด์ Chloride (mg/L)	Mean	12.35 \pm 18.33	15.67 \pm 24.30	13.86 \pm 21.10	5.33	7.98 \pm 3.80	5.61
	Median	6.07	5.90	6.07	-	6.28	-
	Min-Max	4.43 - 92.00	4.43 - 65.20	4.52 - 92.00	-	5.58 - 16.15	-
	n	35	6	19	1	8	1
ไนเตรท-ไนโตรเจน Nitrate-Nitrogen (mg/L)	Mean	1.37 \pm 2.58	0.67 \pm 1.20	1.15 \pm 1.26	0.54	2.56 \pm 4.99	0.98
	Median	0.65	0.23	0.83	-	0.26	-
	Min-Max	0.06 - 14.67	0.06 - 3.13	0.06 - 5.27	-	0.12 - 14.67	-
	n	35	6	19	1	8	1

ตารางภาคผนวก ข-5(ต่อ)

Parameter		All Sample	Erosional surface	Alluvial plain	Low terrace	Marsh	Beach and beach ridge
เหล็ก Iron (mg/L)	Mean	2.12 ± 1.34	2.86 ± 1.66	1.61 ± 1.02	4.56	2.63 ± 1.22	1.01
	Median	1.90	3.79	1.43	-	2.39	-
	Min-Max	0.21 - 4.94	0.50 - 4.11	0.21 - 4.87	-	1.21 - 4.94	-
	n	35	6	19	1	8	1
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย Coliform bacteria (MPN/100 mL)	Mean	1,181 ± 2,770	375 ± 471	1,739 ± 3,677	130	732 ± 621	80
	Median	330	270	350	-	620	-
	Min-Max	0 - 1,6000	0 - 1,300	2 - 16,000	-	14 - 1,600	-
	n	35	6	19	1	8	1
ฟิคัล โคลิฟอร์ม Fecal coliform (MPN/100 mL)	Mean	147 ± 292	28 ± 29	212 ± 371	27	112 ± 177	23
	Median	23	19	23	-	12	-
	Min-Max	0 - 1,400	0 - 70	2 - 1,400	-	4 - 500	-
	n	35	6	19	1	8	1

ภาคผนวก ค
เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ตารางภาคผนวก ค-1 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล

ข้อมูล	หน่วยวัด	อย. ปี 2534	สมอ. ปี 2521		กรมทรัพย์ ปี 2521		เกณฑ์คุณภาพน้ำ บริโภคในชนบท ปี 2531
			เกณฑ์ กำหนด สูงสุด	เกณฑ์ อนุโลม สูงสุด	เกณฑ์ กำหนดที่ เหมาะสม	เกณฑ์ อนุโลม สูงสุด	
ความเป็นกรด-ด่าง		6.5-8.5	6.5-8.5	9.2	7.0-8.5	6.5-9.2	6.5-8.5
ความขุ่น	เอ็นทียู	5	5	20	5	20	10
สารละลายทั้งหมด ที่เหลือจาก การระเหย	มก/ลิตร	500	500	1,500	750	1,500	1,000
ความกระด้าง	มก/ลิตร	100	-	-	300	500	300
เหล็ก	มก/ลิตร	0.3	0.5	1	0.5	1	0.5
คลอไรด์	มก/ลิตร	250	250	600	200	600	250
ไนเตรท	มก/ลิตร	4.0 (asN)	45	45	45	45	10
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	เอ็มพีเอ็ม/100	<2.2	<2.2	-	<2.2	-	10
ฟิคัล โคลิฟอร์ม	มล.	-	-	-	-	-	0

ตารางภาคผนวก ค-1 (ต่อ)

หมายเหตุ	อย.	หมายถึง มาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ.2534) ออกตาม พรบ.อาหาร พ.ศ.2522
:		
	สมอ.	หมายถึง มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (พ.ศ.2521) ออกตาม พรบ.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511
	กรมทรัพย์	หมายถึง มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (พ.ศ.2521) ออกตาม พรบ.น้ำบาดาล พ.ศ.2520
	เกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท	หมายถึง เกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท ของคณะกรรมการบริหารโครงการ จัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักรกระทรวงมหาดไทย 2531



**การประเมินศักยภาพมลสารของน้ำบาดาล
โดยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่าง**

**Estimation of Groundwater Pollution Potential
by Spatial Analysis in Communities around the
Lower Part of Songkhla Lake**

Tanawan Boonmanee* Danupon Tonnayopas and Cherdchan Siriwong***

ธนวรรณ บุญมณี* ดนุพล ตันนโยภาส และ เจิดจรรย์ สิริวงศ์***

*คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

**ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา
90112

*E-mail: william_k316@hotmail.com

บทคัดย่อ

การประเมินศักยภาพมลสารของน้ำบาดาลเบื้องต้นในแหล่งชุมชนบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่างได้ดำเนินการในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน จำนวน 35 บ่อ ในพื้นที่ตำบลรัตภูมิ บางเหรียญ บางกล่ำ ทอม กูเต่า คลองแห และน้ำน้อย โดยจุดเก็บตัวอย่างมีระยะห่างจากขอบทะเลสาบสงขลาเป็นระยะทาง 7 กิโลเมตร ซึ่งมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ อุณหภูมิ พีเอช ความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน เหล็ก โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟิคัลโคลิฟอร์ม เปรียบเทียบคุณภาพน้ำกับเกณฑ์คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคของกระทรวงสาธารณสุขพ.ศ. 2520 และนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์รูปแบบการปนเปื้อนของมลสารเชิงพื้นที่ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่าค่าความกระด้าง คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำบาดาล ยกเว้น ค่าพีเอช เหล็ก โคลิฟอร์มและฟิคัลโคลิฟอร์มที่ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเชิงพื้นที่ได้บ่งว่า ค่าความกระด้างและคลอไรด์แพร่กระจายมากในพื้นที่ตำบลคูเต่า สำหรับไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าสูงในพื้นที่ตำบลรัตภูมิ คลองแห และน้ำน้อย ส่วนปริมาณเหล็กมีค่ามากในพื้นที่ตำบลคูเต่า

คำสำคัญ: น้ำบาดาล ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง คุณภาพน้ำ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เส้นชั้น

Abstract

Estimation of groundwater pollution potential by spatial analysis in communities around the Lower Part of Songkhla Lake carried out from 35 shallow wells at Rattaphum, Bang Rieng, Bang Klam, Mae Thom, Khu Tao, Khlong Hae and Nam Noi sub districts of which delineated area was about 7 kilometers far from the lake. The samples were collected in dry and wet seasons. Investigated parameters in the water samples consist of pH, temperature, hardness, chloride, nitrate-nitrogen, iron, coliform bacteria and fecal coliform and compared with the drinking water quality standards of the Ministry of Public Health. Then the data was analyzed with the spatial information system in GIS. The results of water quality analysis show that most of hardness, chloride, and nitrate-nitrogen met the MOPH specification, except pH, iron, coliform and fecal coliform. In addition, water quality spatial analysis indicated the distribution of high hardness and chloride in Khu Tao. Furthermore, high nitrate-nitrogen in Rattaphum, Khlong Hae and Nam Noi and high iron in Khu Tao.

Keywords: Groundwater, Lower Part of Songkhla Lake, Water Quality, GIS, Contour

คำนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช โดยเฉพาะมนุษย์ได้มีการนำน้ำมาใช้ในหลายรูปแบบ เช่น การอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ได้ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษ เชื้อโรค สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำธรรมชาติ และนับวันยิ่งทวีความรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำที่เกิดจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม การทิ้งมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลของชุมชน การใช้สารเคมีทางการเกษตรจนไม่สามารถนำน้ำจากแหล่งธรรมชาติมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้โดยตรง อีกทั้งความต้องการใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามสถานการณ์การขยายตัวของชุมชนเมืองตลอดจนสภาพทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ในขณะที่การบริการทางด้านการ

ประปา ยังไม่มีประสิทธิภาพและเพียงพอต่อความต้องการ น้ำบาดาลจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่ามาใช้อย่างกว้างขวาง

น้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำจืดที่ถูกกักเก็บไว้ในชั้นหินอุ้มน้ำและมีปริมาณน้ำมากรวมทั้งมีคุณภาพทางด้านเคมีและชีววิทยาดีกว่าน้ำผิวดิน ปัจจุบันน้ำบาดาลระดับตื้นถูกปนเปื้อนไปด้วยมลสารต่างๆและน้ำเป็นสื่อนำเชื้อโรคติดต่อหลายชนิด [1] มีการศึกษา[2]พบว่า น้ำบาดาลที่ระดับความลึก 10 เมตร ในอำเภอหาดใหญ่มีการปนเปื้อนของไนโตรเจน ไบคาร์บอเนต ซัลเฟต คลอไรด์ ฟอสเฟต ลิโพรัมแบคทีเรีย และของแข็งละลายน้ำ ในปริมาณสูงมาก ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน ชุมชน น้ำซึมจากห้องสุขากรรม ทรัพยากรธรณี[3] ได้ทำการศึกษาน้ำบาดาลในอำเภอหาดใหญ่ พบว่าคุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และไม่พบการปนเปื้อนของโลหะหนัก ยกเว้นปริมาณของเหล็กสูงกว่าเกณฑ์

มาตรฐานซึ่งสูงถึง 65.42 มิลลิกรัมต่อลิตร พบการปนเปื้อนมากที่สุดในเขตเทศบาล รองลงมาคือเขตรอบนอกเขตเทศบาล [4, 5] และร้อยละ 26.7 ของพื้นที่ตำบลทุ่งคำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลามีการปนเปื้อนของเหล็กสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน [6]

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลบ่อตื้นในชั้นน้ำบาดาลใหญ่ ของแหล่งชุมชนรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่างที่ประชาชนใช้ในการอุปโภคและบริโภคทั้งในด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เพื่อจะได้ทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันอันทำให้ประชาชนในพื้นที่ได้คำนึงถึงผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย และสามารถประเมินสถานการณ์ในอนาคต เพื่อเฝ้าระวัง และป้องกัน ตลอดจนการวางแผนการปรับปรุงการจัดหาน้ำสะอาดเพื่อบริโภคให้เพียงพอสำหรับประชาชนและมีความปลอดภัยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาคือน้ำบาดาลบ่อตื้นในชั้นน้ำบาดาลใหญ่ โดยเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นตัวแทนของพื้นที่ฝั่งตะวันตกและใต้ของทะเลสาบสงขลา และพื้นที่ทางน้ำธรรมชาติที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ โดยกำหนดให้พื้นที่ทำการเก็บตัวอย่างอยู่ในระยะ 7 กิโลเมตร จากขอบทะเลสาบ แต่ละจุดเก็บตัวอย่างห่างกันประมาณ 2 กิโลเมตร จำนวนจุดเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 35 จุด ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีพื้นที่ทำการเก็บตัวอย่าง 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอกวนเนียง (ตำบลรัษฎุมิ และตำบลบางเหียง) อำเภอบางกล่ำ (ตำบลบางกล่ำ และตำบลแม่ทอม)

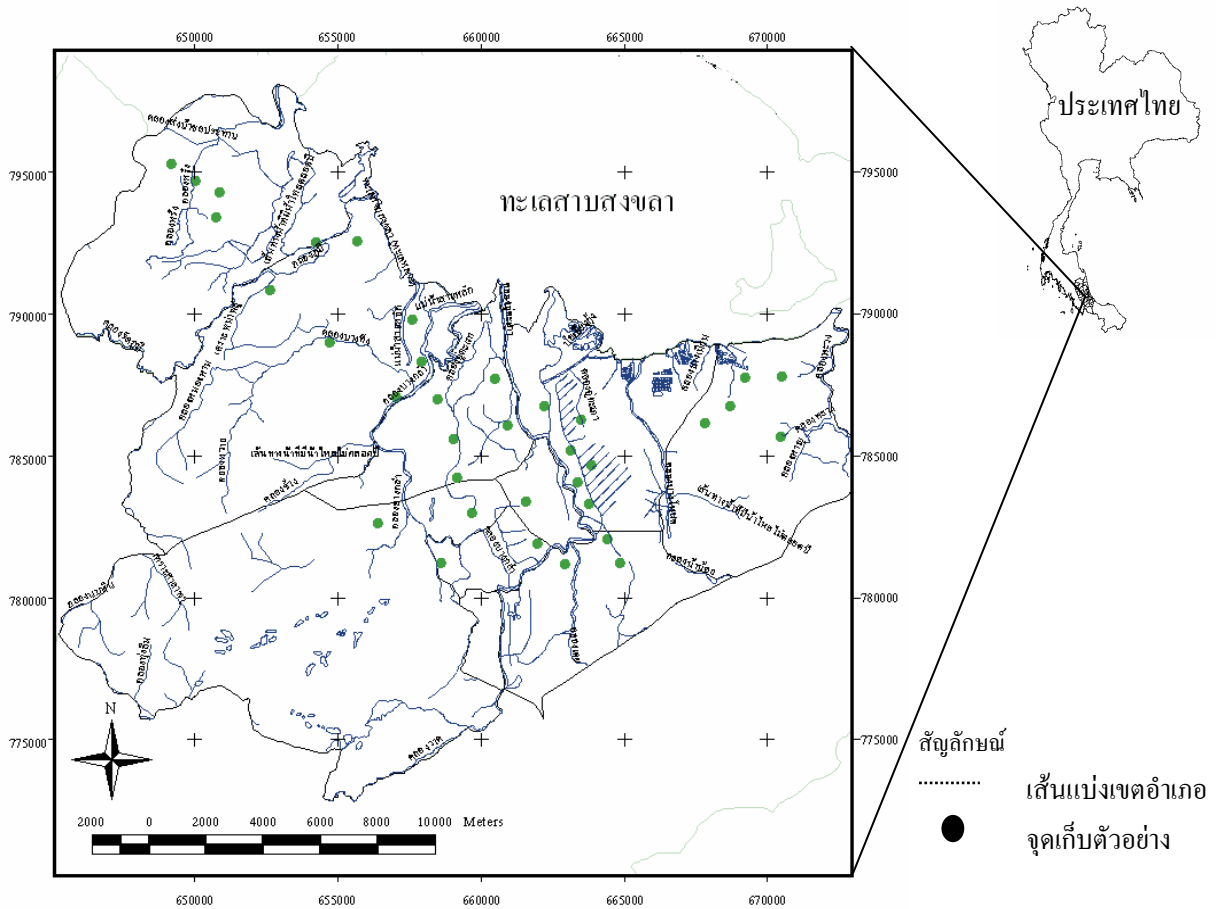
อำเภอหาดใหญ่ (ตำบลคูเต่า ตำบลคลองแห และตำบลน้ำน้อย)

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำบาดาลบ่อตื้น 2 ครั้ง คือในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2548 และในช่วงฤดูฝน ในเดือนพฤศจิกายน 2548 ใช้กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler) เก็บตัวอย่างน้ำที่จุดกึ่งกลางของบ่อที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร จากผิวน้ำ โดยเก็บใส่ขวดโพลีเอทิลีน วิเคราะห์คุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ดังนี้ คือ อุณหภูมิ (temperature) ความขุ่น (turbidity) พีเอช (pH) สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (TDS) ความกระด้าง (hardness) คลอไรด์ (Cl) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO₃-N) เหล็ก (iron) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform) ตามวิธีการวิเคราะห์ของ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [7]

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ มาวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้น ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยใช้ descriptive statistics เพื่อหาค่าเฉลี่ย (mean) ร้อยละ (percentage) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคของกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2520 และใช้ non parametric test เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน พร้อมทั้งจัดทำรูปแบบการแพร่กระจายของคุณภาพน้ำเชิงพื้นที่ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป ArcView V.3.2 นำเสนอในรูปของแผนที่เส้นชั้น



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลบ่อ ตื้นจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 35 จุด ใน ฤดูร้อน และฤดูฝน (ตารางที่ 1) พบว่าในฤดูร้อน อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 27.0 - 31.6 องศาเซลเซียส ความขุ่นอยู่ในช่วง 0.2 - 1,300 เอ็นทียู พีเอชอยู่ในช่วง 5.52 - 7.13 ค่าที่ดีเอสอยู่ในช่วง 10 - 913 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างอยู่ในช่วง ND - 546 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียมคาร์บอเนต คลอไรด์อยู่ในช่วง 1 - 434 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.02 - 6.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

เหล็กอยู่ในช่วง 0.06 - 17.23 มิลลิกรัมต่อลิตรและคุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยา พบ โคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง 0 - 16,000เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิตร และฟิโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 0 - 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิตร ส่วนในฤดูฝน พบว่าอุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 27.0 - 29.5 องศาเซลเซียส ความขุ่นอยู่ในช่วง 1.3 - 111 เอ็นทียู พีเอชอยู่ในช่วง 5.18 - 6.90 ค่าที่ดีเอสอยู่ในช่วง 16 - 344 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างอยู่ในช่วง ND - 440 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียมคาร์บอเนต คลอไรด์อยู่ในช่วง ND - 282 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.03 - 16.56 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลบ่อนบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่างในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ปี พ.ศ. 2548

พารามิเตอร์	หน่วย	ฤดูร้อน		ฤดูฝน	
		พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	พิสัย	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	27.0 - 31.6	28.8 ± 1.2	27.0 - 29.5	28.1 ± 0.7
ความขุ่น	เอ็นทียู	0.2 - 1300	50 ± 220	1.3 - 111	11 ± 19
พีเอช		5.52 - 7.13	6.36 ± 0.45	5.18 - 6.90	6.10 ± 0.46
ทีดีเอส	มิลลิกรัมต่อลิตร	10 - 913	174 ± 184	16 - 344	74 ± 66
ความกระด้าง	มิลลิกรัมต่อลิตร แอสแคลเซียม คาร์บอเนต	ND - 546	123 ± 111	ND - 441	80 ± 81
คลอไรด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	1 - 434	43 ± 78	ND - 282	35 ± 53
ไนเตรท-ไนโตรเจน	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.02 - 6.00	0.95 ± 1.69	0.03 - 16.56	1.66 ± 3.20
เหล็ก	มิลลิกรัมต่อลิตร	0.06 - 17.23	1.56 ± 3.12	0.18 - 36.47	7.07 ± 8.20
โคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	0 - 16,000	1685 ± 3971	0 - 2800	407 ± 633
ฟิคัล โคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร	0 - 5000	353 ± 983	0 - 500	74 ± 131

ND : วิเคราะห์ไม่พบ

เหล็กอยู่ในช่วง 0.18 - 36.47 มิลลิกรัมต่อลิตร และคุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยา พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง 0 - 2,800 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และฟิคัลโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 0 - 500 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร

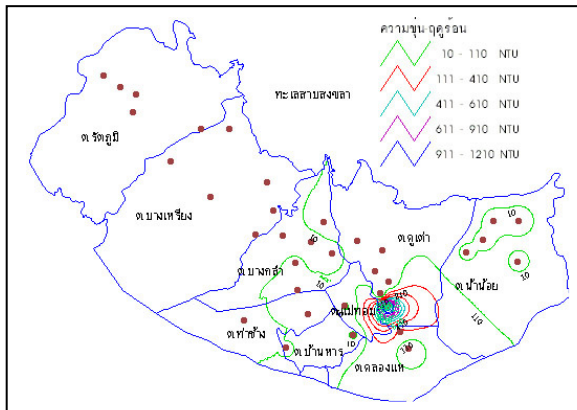
เมื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ต่างๆ ทั้ง 2 ฤดูกาล โดยใช้สถิติแบบ Mann-Whiney U test พบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ พีเอช ทีดีเอส ความกระด้าง และเหล็ก มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้น ความขุ่น คลอไรด์ ไนเตรท-ไนโตรเจน โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟิคัลโคลิฟอร์ม มีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคของกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2520 พบว่าค่าพีเอช โคลิฟอร์มและฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของส่วนใหญ่ต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพ โดยในฤดูร้อนคิดเป็นร้อยละ 54 60 และ 46 ตามลำดับ และในฤดูฝนคิดเป็นร้อยละ 80 54 และ 66 ตามลำดับ และยังพบว่าปริมาณเหล็กในฤดูร้อนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์คุณภาพ คิดเป็นร้อยละ

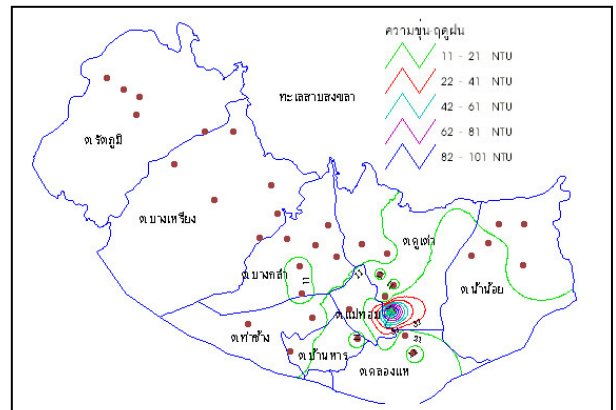
ละ 60 แต่ในฤดูฝน ร้อยละ 71 ต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพ

รูปแบบการแพร่กระจายมลสารในน้ำแข็งพื้นที่ (รูปที่ 2-19) พบว่า ค่าความขุ่นมีปริมาณสูงในทางตะวันออกของพื้นที่ศึกษา คือบริเวณ ต.คูเต่า และ ต.คลองแห โดยบริเวณ ต.คูเต่า มีค่าความขุ่นสูงที่สุด และแปรผันโดยตรงกับปริมาณน้ำฝนที่ไหลบ่าชะล้างตะกอนและสารต่างๆ จากหน้าดินลงสู่ลำน้ำในบ่อ ค่าพีเอชทุกบริเวณของพื้นที่ศึกษามีค่าต่ำ โดยเฉพาะบริเวณ ต.รัตภูมิ ต.บางเหริยง และ ต.น่าน้อย เนื่องจากบริเวณดังกล่าวจะมีปริมาณเหล็กสูง [1] ค่าที่ดีเอสมีการแพร่กระจายอย่างสม่ำเสมอในทุกพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณ ต.คลองแห และ ต.คูเต่า มีค่าที่ดีเอสสูงสุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากการปนเปื้อนของน้ำชะขยะ จากกองขยะของชุมชนบริเวณนั้น ค่าความกระด้างพบว่า มีค่าสูงในบริเวณ ต.บางกล่ำ และ ต.คูเต่า ซึ่งจัดได้ว่าน้ำค่อนข้างกระด้างถึงกระด้างมาก เนื่องจากในขณะที่น้ำไหลผ่านชั้นดินและหินจะละลายแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตทำให้น้ำมีความกระด้าง [8] แต่เมื่อมีปริมาณน้ำในบ่อที่เพิ่มขึ้นทำให้ความกระด้างในบ่อเจือจางลง คลอไรด์มีค่าการแพร่กระจายสูงสุดบริเวณ ต.คูเต่า

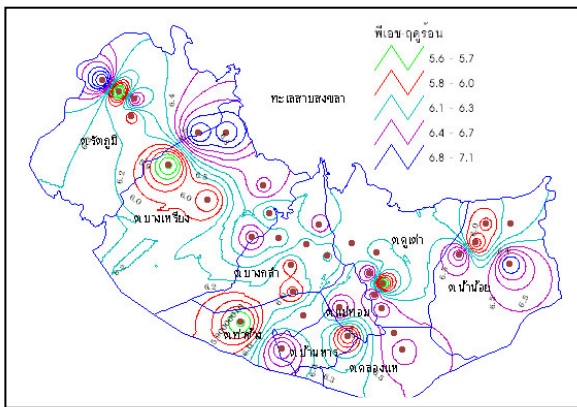
ทั้งนี้อาจเกิดจากการปนเปื้อนจากมูลสุกร [9] เพราะบริเวณใกล้บ่อเก็บตัวอย่างมีการเลี้ยงสุกร คำนินเตรท-ไนโตรเจนมีการแพร่กระจายอยู่อย่างหนาแน่นในพื้นที่ ต.รัตภูมิ ต.ท่าช้าง ต.คลองแห และ ต.น่าน้อย ซึ่งสาเหตุการปนเปื้อนน่าจะมาจาก ส้วมที่อยู่ใกล้กับบ่อน้ำ และจากแปลงปลูกผักสวนผลไม้ และการทำสวนยาง [10] ค่าเหล็กมีการแพร่กระจายเข้มข้นอยู่ในพื้นที่ ต.รัตภูมิก่อนมาทาง ต.บางเหริยง ต.บางกล่ำ ต.ท่าช้าง ต.คลองแห และบางส่วนของ ต.คูเต่า นอกจากนี้บริเวณ ต.คูเต่า มีปริมาณเหล็กสูงที่สุดทั้ง 2 ฤดูกาล แต่จะเบาบางในพื้นที่ ต.น่าน้อย ทั้งนี้ความเข้มข้นของปริมาณเหล็กในพื้นที่ศึกษามีผลโดยตรงเพราะลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ที่เอื้ออำนวยให้ [4] อีกทั้งค่าเฉลี่ยของพีเอชในพื้นที่ศึกษาค่อนข้างต่ำ คือ เท่ากับ 5.18 ทำให้เหล็กละลายน้ำได้ดีขึ้น ค่าโคลิฟอร์มและค่าฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้ง 2 ฤดูกาล พบว่ามีการแพร่กระจายอยู่อย่างหนาแน่นในทุกพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณ ต.คูเต่า ทั้งนี้เนื่องจากการปนเปื้อนมาจากสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือน การเลี้ยงสัตว์ของชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียงบ่อ



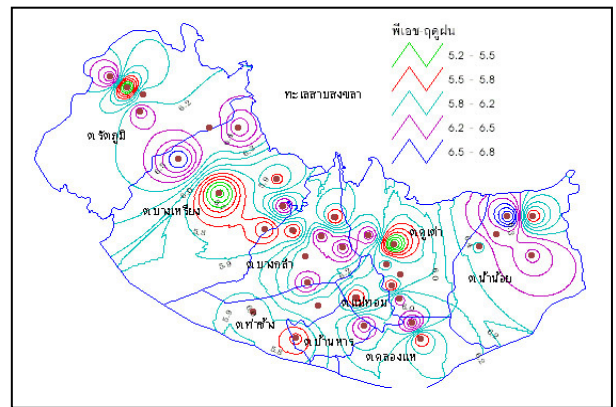
รูปที่ 2 แผนที่เส้นชั้นของค่าความขุ่นในช่วงฤดูร้อน



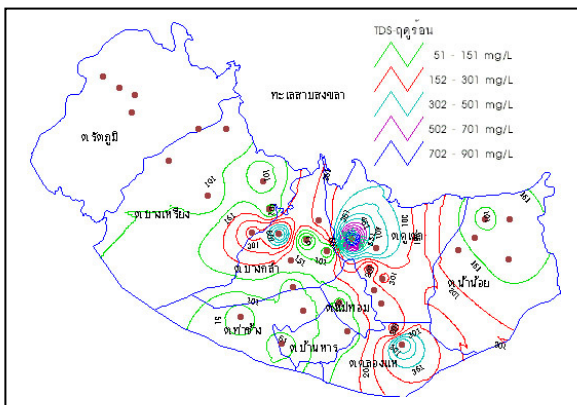
รูปที่ 3 แผนที่เส้นชั้นของค่าความขุ่นในช่วงฤดูฝน



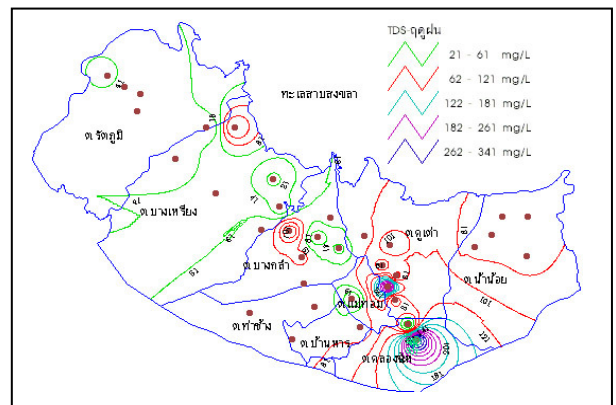
รูปที่ 4 แผนที่เส้นชั้นของค่าพีเอช ในช่วงฤดูร้อน



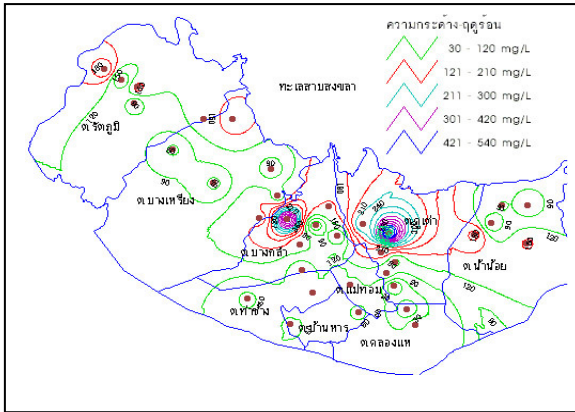
รูปที่ 5 แผนที่เส้นชั้นของค่าพีเอชในช่วงฤดูฝน



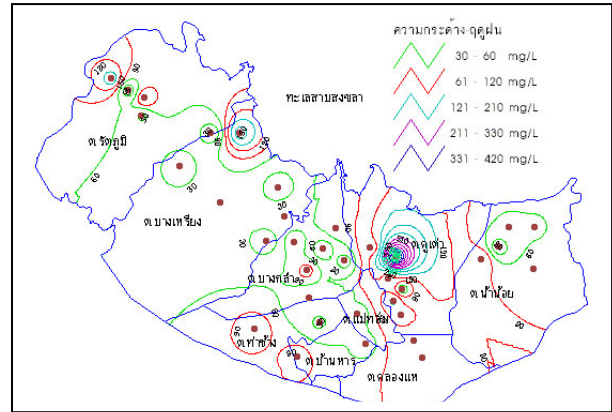
รูปที่ 6 แผนที่เส้นชั้นของค่าทีดีเอส ในช่วงฤดูร้อน



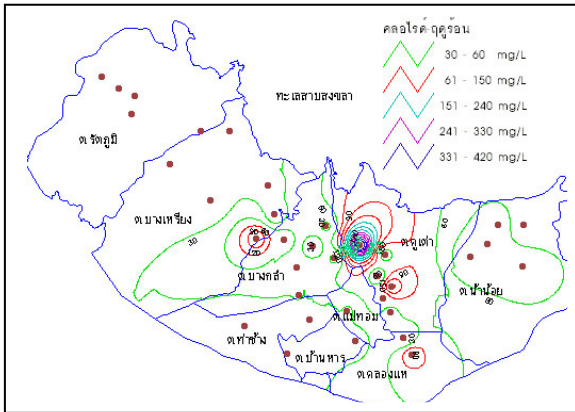
รูปที่ 7 แผนที่เส้นชั้นของค่าทีดีเอสในช่วงฤดูฝน



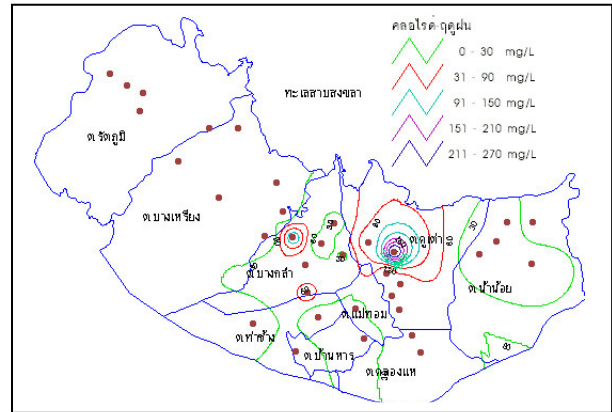
รูปที่ 8 แผนที่เส้นชั้นของค่าความกระด้าง
ในช่วงฤดูร้อน



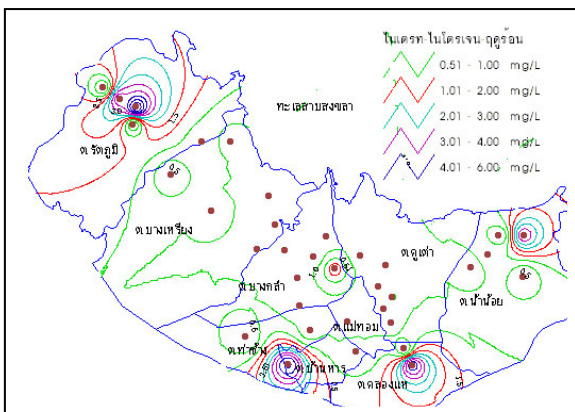
รูปที่ 9 แผนที่เส้นชั้นของค่าความกระด้าง
ในช่วงฤดูฝน



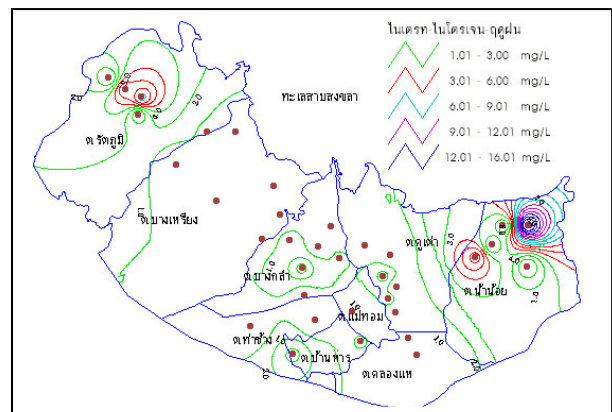
รูปที่ 10 แผนที่เส้นชั้นของค่าคลอไรด์ในช่วงฤดูร้อน



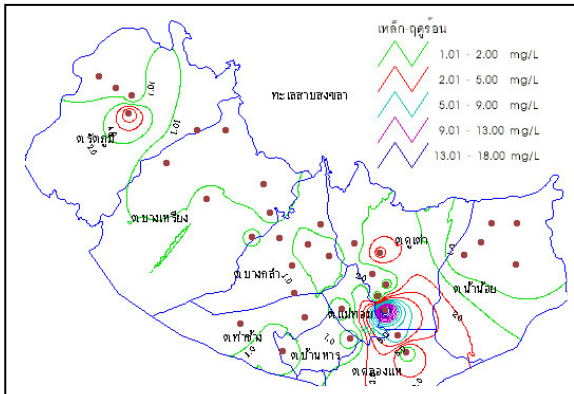
รูปที่ 11 แผนที่เส้นชั้นของค่าคลอไรด์ในช่วงฤดูฝน



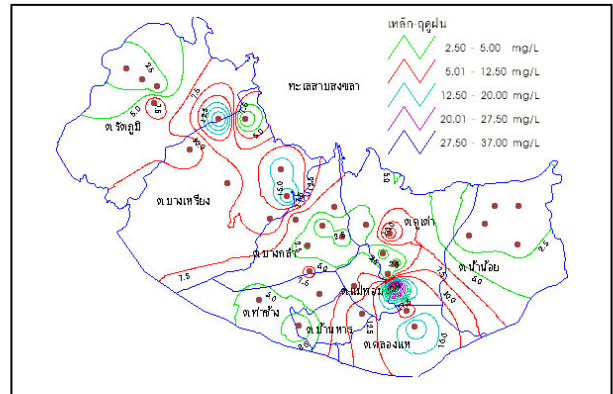
รูปที่ 12 แผนที่เส้นชั้นของค่าไนเตรทในช่วงฤดูร้อน



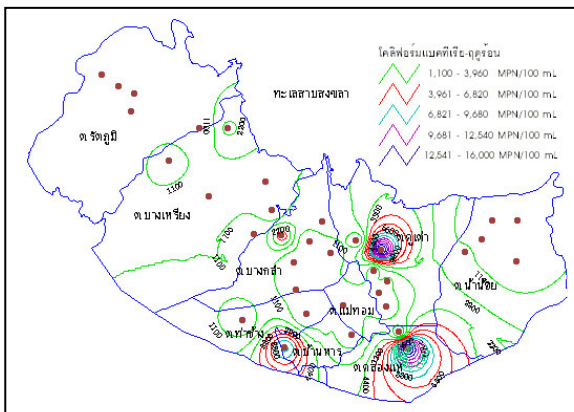
รูปที่ 13 แผนที่เส้นชั้นของค่าไนเตรทในช่วงฤดูฝน



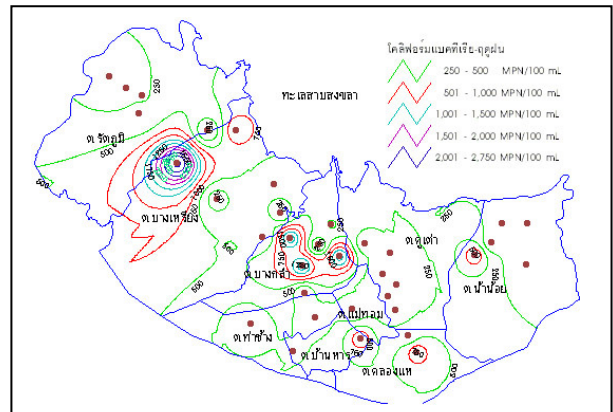
รูปที่ 14 แผนที่เส้นชั้นของค่าเหล็กในช่วงฤดูร้อน



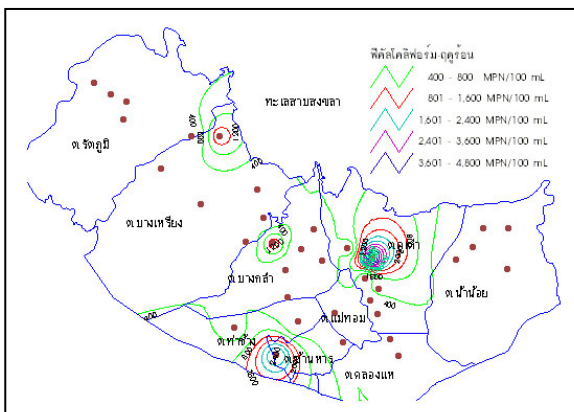
รูปที่ 15 แผนที่เส้นชั้นของค่าเหล็กในช่วงฤดูฝน



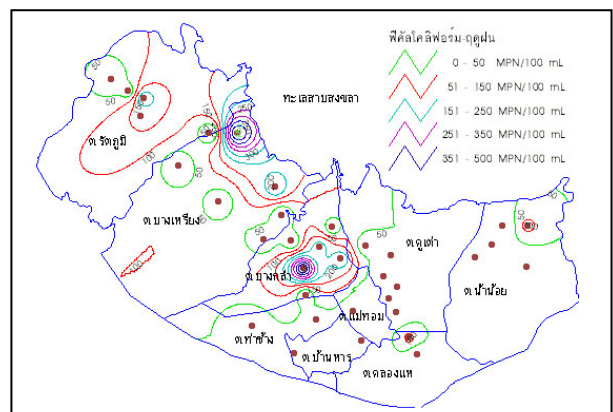
รูปที่ 16 แผนที่เส้นชั้นของค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในช่วงฤดูร้อน



รูปที่ 17 แผนที่เส้นชั้นของค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในช่วงฤดูฝน



รูปที่ 18 แผนที่เส้นชั้นของค่าฟีคัลโคลิฟอร์มในช่วงฤดูร้อน



รูปที่ 19 แผนที่เส้นชั้นของค่าฟีคัลโคลิฟอร์มในช่วงฤดูฝน

สรุปผลการศึกษา

คุณภาพน้ำบาดาลบ่อตื้นในแหล่งชุมชนบริเวณรอบทะเลสาบสงขลาตอนล่างส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคของกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2520 สามารถใช้สำหรับการอุปโภคได้ หากจะนำมาบริโภคต้องนำมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งพื้นที่บ่งชี้ว่ามลสารต่างๆ ที่ปนเปื้อนลงสู่น้ำบาดาลบ่อตื้นในพื้นที่ศึกษาเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์และการใช้ที่ดิน หากแต่คุณภาพน้ำมีแนวโน้มเสื่อมลงหากไม่มีการจัดการคุณภาพน้ำที่ดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฉลอง บัวผัน. 2538. น้ำบาดาล. กรุงเทพฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์.
- [2] วิภา มีศิลป์. 2539. การปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำบาดาล อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [3] กรมทรัพยากรธรณี, กรม. 2545. ข้อมูลบ่อบาดาลที่เจาะในจังหวัดสงขลา ระหว่างปีงบประมาณ 2508-2544. : กองน้ำบาดาล.
- [4] สุรพล อารีย์กุล. 2534. รายงานการวิจัยเรื่องศักยภาพน้ำบาดาลในแอ่งหาดใหญ่. ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [5] ทองขาว ทองใหญ่. 2535. คุณภาพน้ำบาดาลอำเภอหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [6] นพพร ชิมมากทอง. 2536. คุณภาพจากน้ำบ่อตื้นในชนบท ที่ใช้สำหรับการบริโภค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [7] APHA, AWWA and WEF. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. Maryland : American Public Health Association.
- [8] ศิริรัตน์ ชาญไววิทย์. 2536. ผลกระทบของน้ำชะขยะต่อคุณภาพน้ำใต้ดิน อำเภอหาดใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมสิ่งแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [9] Salama, R.B., Chattupote, W., Panapitukkul, N., Kamnalrut, A., Pipithsagchan, S., Siriwong, C., Pengnoo, A. and Pipithsagchan, K. 2000. Groundwater Contamination of Rathaphum Watershed Aera Songkhla Lake Basin, Thailand. Proc. 4th International Conference on Diffuse Pollution at Bangkok, Thailand on January 16-21, 2000