การปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ ที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

The Contamination of Some Pollutants to Ground Water around the Landfill Site at Tambon Koh Taew, Amphoe Muang, Changwat Songkhla

นรพัทธ์ ทรงเดชะ

Norrapat Songdecha

เลขหมู่ TD426 น493 2540 ฉ.2

Order Key 29007

Bib Key 136735

21 ก.ค. 2543

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management

Prince of Songkla University

2540

ชื่อวิทยานิพนธ์ การปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดิน บริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ ที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ผู้เขียน นายนรพัทธ์ ทรงเดชะ

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา)

....กรรมการ
(ดร.สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์)

....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล)

คณะกรรมการสอบ

....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา)

....กรรมการ
(ดร.สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์)

....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล)

....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรไชย รัตนไชย)

....กรรมการ
(ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ ที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ชื่อผู้เขียน นายนรพัทธ์ ทรงเดชะ

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2540

หอสมุดคุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
ได้รับฉบับ
21 ก.ค. 2543
รหัส เดือน พ.ศ.

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการปนเปื้อนของมลสารในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะ โดยวิธีฝังกลบที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบในระดับความลึก 10 เมตร จำนวน 9 จุด และที่ระดับความลึก 5 เมตร จำนวน 8 จุด รวม 17 จุด ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึง มีนาคม 2539 พบว่า ค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในพิสัยดังนี้ คือ อุณหภูมิ 27.9-31.7 องศาเซลเซียส พีเอช 5.3-8.7 ค่าทางกายภาพสี 10-200 แพลตตินัมโคบอลท์ ความขุ่น 13.0-510.0 NTU ความกระด้าง 6.0-450.0 มิลลิกรัม/ลิตรในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต เหล็ก 0.31-16.33 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนีย-ไนโตรเจน 1.71-89.83 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/ลิตร ไนเตรท-ไนโตรเจน 0.009-0.755 มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/ลิตร บีโอดี 1-47 มิลลิกรัม/ลิตร โคลิฟอร์มแบคทีเรีย <2-280 MPN/100 ml และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย <2-45 MPN/100ml และการศึกษาระดับน้ำใต้ดินพบว่าในฤดูฝนระดับน้ำจากผิวดินมีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 0.0-1.86 เมตร และในฤดูแล้งมีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 0.67-2.95 เมตร

เมื่อนำค่าเฉลี่ยดัชนีคุณภาพของน้ำใต้ดินมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางงานทดลองแบบแฟกตอเรียล (Factorial Experiment) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS พบว่า ปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและตัวแปรฤดูกาลไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าดัชนีคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์ แต่ตัวแปรในระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร มีผลต่อดัชนีคุณภาพน้ำคือ ค่าทางกายภาพสี ความขุ่น เหล็ก และค่าบีโอดี สำหรับตัวแปรฤดูกาลคือ ฤดูฝนและฤดูแล้งมีผลต่อดัชนีคุณภาพน้ำคือ ค่าพีเอช โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ของกลุ่มบ่อตรวจสอบน้ำตัวอย่างโดยใช้ Independent t-test พบว่า น้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่ห่างจากพื้นที่ฝังกลบ 200 เมตร กับน้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่บริเวณถนนของพื้นที่ฝังกลบที่ระดับความลึก 10 เมตร ในฤดูฝนและฤดูแล้งไม่มีผลต่อความแตกต่างของทุกพารามิเตอร์ แต่น้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 5 เมตร ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง พารามิเตอร์ที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ ค่าทางกายภาพสี และความขุ่น

น้ำใต้ดินจากบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ มีการปนเปื้อนของมลสารทั้งทางกายภาพ เคมีและแบคทีเรีย สถานที่กำจัดขยะที่ไม่ถูกหลักวิชาการยังถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำที่สำคัญในปัจจุบันซึ่งการประเมินคุณภาพน้ำใต้ดิน เพื่อเป็นแนวทางบางประการในการแก้ไขปัญหาในอนาคต ทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนมลสารของน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ ณ ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา คือการศึกษาความเหมาะสม และออกแบบรายละเอียดระบบกำจัดขยะ และก่อสร้างปรับปรุงสถานที่กำจัดขยะเดิม ให้ถูกหลักวิชาการเพื่อไม่ให้น้ำใต้ดินมีการปนเปื้อนมลสารได้

Thesis Title The Contamination of Some Pollutants to Ground Water around the Landfill Site at Tambon Koh Taew, Amphoe Muang, Changwat Songkhla

Author Mr. Norrapat Songdecha

Major Program Environmental Management

Academic Year 1997

Abstract

This study was conducted to investigate the contamination of ground water by pollutants from in landfill site at Tambon Koh Taew, Amphoe Muang, Changwat Songkhla. From November 1995 to March 1996, water samples were collected from 9 sites at are depth of 10 meters and from 8 sites at are depth of 5 meters. All together, the samples were obtained from 17 sampling sites. The results indicated that the average water indexes were in the following ranges: temperature 27.9-31.7 degrees Celsius, pH 5.3- 8.7, color 10-200 platinum cobalt, turbidity 13.0- 510.0 NTU, hardness as calcium carbonate 6.0-450.0 mg/l, iron 0.31-16.33 mg/l, ammonia - nitrogen 1.71-89.83 mg-N/l, nitrate-nitrogen 0.009-0.755 mg-N/l, BOD_5 1-47 mg/l, coliform bacteria <2-280 MPN/100 ml and fecal coliform bacteria <2-45 MPN/100 ml. According to the study, the ground water at the water table ranged in depth between 0.0 and 1.86 meters in the rainy season and between 0.67 and 2.95 meters in the dry season.

The average ground water quality indexes were analyzed using two-way variance analysis through a factorial experiment with the SPSS Program. It was found that the interactions between a depth and the season did not affect the differences in the parameters of water quality. However, a depth factor (depths of 10 meters and 5 meters) affected some water quality indexes i.e. color, turbidity, iron content and BOD_5. The rainy and dry season both also affected some water

quality indexes i.e. pH, coliform bacteria, fecal coliform bacteria at a statistically significant degree of confidence (P < 0.05)

The average parameter values of the well water sample were compared using independent t-test. It was found that between the wells located 200 meters away from the landfill and those in the vicinity of the road at the landfill site, in both the rainy and dry seasons, there were no differences at a depth of 10 meters in all parameters. However at a depth of 5 meters, in both the rainy and the dry seasons, statistically significant differences in color and turbidity were found (P < 0.05)

The quality of ground water from the landfill was still mainly affected by physical, chemical and bacterial contamination. This waste disposal site was not well managed according to technically sound procedures and could be a source of water pollution. Ground water evaluation could provide some guidance in identifying some future solutions and effective alternatives to deal with the problem of ground water contamination around the landfill site at Tambon Koh Taew, Amphoe Muang, Changwat Songkhla. Fleasible plans and operative actions should be designed on technically sound principles and design specifications should be reviewed to implement the improvment of the existing waste disposal system and facilities. This course of action will prevent further ground water contamination.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนการให้กำลังใจจากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ รองศาสตราจารย์ ดร. เพริศพิชญ์ คณาธารณา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมคือ ดร. สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และรองศาสตราจารย์วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล ผู้วิจัยรู้สึกเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรไชย รัตนไชย และ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะแก้ไขเพิ่มเติมทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดวงพร คันธโชติ ที่ชี้แนะแนวทางในการเสนอโครงร่างวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางด้านแบคทีเรีย

ขอขอบพระคุณอาจารย์วันชัย สัจธรรมการ ที่ให้คำปรึกษาในการใช้ข้อมูลทางด้านสถิติในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณหน่วยงานราชการต่าง ๆ เช่น สำนักงานเทศบาลเมืองสงขลา ที่ให้ข้อมูลและพื้นที่ทำการศึกษา ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมที่อนุญาตและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างทางด้านแบคทีเรีย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโทสาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม รุ่น 6 ที่ให้การช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพี่ น้องและคุณเขวัญใจ ทรงเดชะ ที่คอยให้กำลังใจจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

นรพัทธ์ ทรงเดชะ

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(12)
ตัวย่อและสัญลักษณ์	(14)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	19
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	19
ขอบเขตของการวิจัย	20
2 วิธีการวิจัย	21
วัสดุ	21
เครื่องมือและอุปกรณ์	23
วิธีดำเนินการวิจัย	27
รูปแบบการวิจัย	27
การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง	27
การเก็บตัวอย่างน้ำ	32
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	32
การตรวจสอบระดับน้ำใต้ดิน	34

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล	34
3 ผลการวิจัย	35
ผลการศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดิน	35
ผลการวัดระดับความลึกของน้ำใต้ดิน	61
การทดสอบความสัมพันธ์	64
4 บทวิจารณ์	77
5 บทสรุป	87
บรรณานุกรม	91
ภาคผนวก	98
ประวัติผู้เขียน	139

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1 ลักษณะดินโดยทั่วไปของบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ	3
2 ระดับความสามารถของการซึมน้ำ	7
3 ชนิดของดินกับความสามารถของการซึมน้ำ	7
4 การแบ่งระดับความกระด้างของน้ำ	15
5 ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	36
6 ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอช ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	37
7 ผลการวิเคราะห์ค่าทางกายภาพสี (แพลตตินัมโคบอลท์) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	38
8 ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่น (NTU) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	40
9 ผลการวิเคราะห์ค่าความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	41
10 ผลการวิเคราะห์ค่าเหล็ก (mg/l) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	44
11 ผลการวิเคราะห์ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (mg-N/l) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	47
12 ผลการวิเคราะห์ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน (mg-N/l) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	50
13 ผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดี (mg/l) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	53

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ผลการวิเคราะห์ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 ml) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	56
15 ผลการวิเคราะห์ค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 ml) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539	59
16 ผลการวัดระดับน้ำใต้ดินจากผิวดิน	62
17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีคุณภาพน้ำ	64
18 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน ในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร	70
19 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน ในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร	72
20 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน ในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร	73
21 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน ในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 5 เมตร	75
22 ความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ค่า F - value)	82
23 ดัชนีคุณภาพน้ำของกลุ่มบ่อตรวจสอบที่มีผลต่อความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยในฤดูฝน	84
24 ดัชนีคุณภาพน้ำของกลุ่มบ่อตรวจสอบที่มีผลต่อความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ยในฤดูแล้ง	84
25 ทางเลือกของการปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะ โดยวิธีฝังกลบ ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	86
26 ช่วงค่าบีโอดีและวิธีการเจือจางตัวอย่างน้ำ	123

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงความเหมาะสมของดินที่ใช้กลบมูลฝอย	8
2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	25
3 อุปกรณ์เก็บน้ำและกำหนดความสูงต่ำของพื้นที่	26
4 แผนที่แสดงบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะ ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	29
5 แผนที่แสดงที่ตั้งจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำ	30
6 ภาพตัดขวางลักษณะบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ	31
7 ค่าความกระด้างที่วิเคราะห์ในน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร	42
8 ค่าเหล็กที่วิเคราะห์ในน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร	45
9 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่วิเคราะห์ในน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร	48
10 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนที่วิเคราะห์ในน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร	51
11 ค่าบีโอดีที่วิเคราะห์ในน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร	54
12 ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร	57
13 ค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร	60
14 ระดับน้ำใต้ดินจากจุดเก็บตัวอย่าง	63
15 ลักษณะชนิดของดินบริเวณบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน (No. 1a - 3a, 1b, 3b)	110
16 ลักษณะชนิดของดินบริเวณบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน (No. 4a - 6a, 4b - 6b)	111

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

17 ลักษณะชนิดของดินบริเวณบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน (No. 7a - 9a, 7b - 9b) 112

ตัวย่อและสัญลักษณ์

a	=	จุดเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 10 เมตร
b	=	จุดเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 5 เมตร
MPN	=	Most Probable Number technique
MSL	=	Mean Sea Level : ระดับน้ำทะเลปานกลาง
SS	=	Sum of squares : ผลรวมกำลังสอง
df	=	Degree of freedom : ชั้นความเป็นอิสระ
MS	=	Mean Squares : ผลรวมกำลังสองเฉลี่ย
n	=	จำนวนตัวอย่าง
x	=	ค่าเฉลี่ย
S.D.	=	Standard Deviation : ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

ขยะ (Refuse or Solid Wastes) เป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งในสิ่งแวดล้อมปัจจุบัน และยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนประชากรจึงทำให้มีกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้นด้วย เศษสิ่งเหลือใช้ต่างๆ จากกิจกรรมเหล่านี้ก็ย่อมที่จะมีมากขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องแสวงหาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมาใช้ในการกำจัดขยะและสิ่งเหลือใช้เหล่านี้ ในการกำจัดขยะส่วนใหญ่ในประเทศไทยใช้วิธีการกองทิ้งไว้ให้ย่อยสลายไปเอง ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อม เช่น การปนเปื้อนของแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน ปัญหากลิ่นรบกวนและการแพร่เชื้อโรค ในปัจจุบันกระทรวงมหาดไทยได้มีนโยบายที่ใช้วิธีการกลบฝังดินแทนวิธีการเดิม อย่างไรก็ตามวิธีการกลบฝังดินที่ใช้กันในบางแห่งยังไม่มีระบบการปูพื้นหลุม ซึ่งปัญหาที่ตามมาคือ ปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากน้ำชะล้างขยะ (Leachate) (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535) ทำให้มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน กล่าวคือ มีทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และของแข็งอื่น ๆ ปนอยู่ทั้งในรูปของสารละลายและตะกอนแขวนลอย เช่น ความกระด้าง แคลเซี่ยม แมกนีเซี่ยม เหล็ก ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ตลอดถึงแบคทีเรีย ถ้าหากมีปริมาณการปนเปื้อนไปยังแหล่งน้ำอุปโภคบริโภคในระดับความเข้มข้นเกินกว่ามาตรฐานแล้วจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคได้ สำหรับประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาผลกระทบการปนเปื้อนของมลสารในแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดินจากที่ฝังกลบขยะ จากผลการศึกษาวิจัยของ ปรีดา แย้มเจริญวงศ์ (2531) ระบุว่า น้ำชะล้างขยะเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดมลพิษแก่แหล่งน้ำทั้งผิวดินและใต้ผิวดิน

การกำจัดมูลฝอยของเทศบาลเมืองสงขลา ใช้วิธีฝังกลบ(Landfill) ตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 2 ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งอยู่ห่างจากเทศบาลเมืองสงขลา 13 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งหมด 200 ไร่เป็นที่สาธารณะ (Vera Intarakul, 1993) ห่างจากแนว

ชายฝั่งทะเลตะวันออก 300 - 400 เมตร ซึ่งอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง 1.0 - 7.0 เมตร และระดับน้ำใต้ดินมีค่าต่ำกว่าระดับน้ำผิวดิน ประมาณ 0.5 - 3.0 เมตร (Sinclair knight pty ltd, et al. 1983)

ปัจจุบันมีขยะที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลเมืองสงขลา 60 - 70 ตัน/วันและนอกเขตเทศบาลและอำเภอใกล้เคียงอีก 30 - 40 ตัน/วัน รวมทั้งสิ้นประมาณ 100 ตัน/วันและแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามการขยายตัวของชุมชนและธุรกิจจำนวนมาก เช่น โรงแรม โรงงาน สถานที่ประกอบการต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งเป็นภาระหน้าที่ที่เทศบาลเมืองสงขลาต้องรับผิดชอบในการเก็บและนำไปกำจัดให้หมดไปในแต่ละวัน สถานที่ฝังกลบขยะเริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ ปี 2530 ซึ่งระยะเวลาของการฝังกลบทางเทศบาลได้แบ่งเป็น 4 ระยะคือ (Vera Intarakul, 1993)

1) พ.ศ. 2530 - 2534
2) พ.ศ. 2535 - 2539
3) พ.ศ. 2540 - 2544
4) พ.ศ. 2545 - 2549

สภาพบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะและบริเวณใกล้เคียงเป็นบริเวณติดชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก สภาพดินจากการขุดเจาะดินเพื่อตรวจประเภทและชนิดของดินในระดับความลึก 10 เมตร ของวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อเดือนกันยายน 2538 พบว่า ในระดับความลึก 10 เมตร ดินมีลักษณะตามตาราง 1

ตาราง 1 ลักษณะดินโดยทั่วไปของบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ

Depth(m)	Soil description
1 2 3	fine sand to silty fine sand, brown to dark brown, medium
4 5 6 7 8	clayey sand, grey to dark brown, loose.
9 10	sandy clay, grey, soft.

ที่มา : Apichai Juta-Sirivongse (1995)

จากสภาพดินดังกล่าวเป็นดินทรายมีความพรุนมาก ปริมาณน้ำชะล้าง (Leachate) ที่เกิดขึ้นจากพื้นที่ซึ่งใช้เสร็จแล้วในช่วงฤดูฝน มีค่าประมาณ 565 ลูกบาศก์เมตร/วัน (กรมโยธาธิการ, ม.ป.ป.) จากพื้นที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมืองสงขลา เป็นพื้นที่ที่ประชาชนส่วนใหญ่ใช้น้ำบ่อตื้นเพื่อการอุปโภคและบริโภค ประกอบด้วยหมู่บ้านต่างๆ 9 หมู่บ้าน ซึ่งมีการใช้น้ำบ่อตื้น จำนวน 655 บ่อ จากจำนวนหลังคาเรือน จำนวน 1,722 หลังคาเรือน คิดเป็นร้อยละ 38.04 (สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเมืองสงขลา, 2538) และโดยเฉพาะหมู่ที่ 2 ประชากรจำนวน 96 หลังคาเรือน ใช้น้ำประปาหมู่บ้านจากการขุดเจาะน้ำใต้ดิน ซึ่งห่างจากที่ฝังกลบขยะ ประมาณ 1 กิโลเมตร จากการตรวจวิเคราะห์ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ 1 สงขลา เมื่อเดือนธันวาคม 2534 พบว่าน้ำประปาหมู่บ้านของ หมู่ที่ 2 มี โคลิฟอร์มแบคทีเรีย 96 MPN/100 ml และเมื่อถึงฤดูฝน บ่อน้ำตื้นบริเวณหมู่ที่ 2 ซึ่งใกล้บริเวณฝังกลบขยะส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้การได้ เนื่องจากมีกลิ่นและน้ำบริเวณที่ลุ่มสำหรับทำนาเกษตรกรจะมีอาการคันและผิวหนังเป็นแผลผุพอง

(เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและผู้นำชุมชนตำบลเกาะแต้ว (สัมภาษณ์), ตุลาคม 2538) จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้กล่าวมาข้างต้น น้ำชะล้างขยะอาจจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดมลพิษแก่แหล่งน้ำทั้งผิวดินและใต้ดินได้

จากปัญหาการปนเปื้อนมลสารของน้ำชะล้างขยะ มีผลต่อน้ำบ่อตื้นและน้ำผิวดิน สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนและสิ่งแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียงได้ นอกจากการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนมลสารทำได้ยาก ถ้าใช้วิธีการที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ จึงเห็นสมควรที่จะต้องทำการศึกษาวิจัยถึงการปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำในบริเวณและรอบ ๆ ที่กำจัดมูลฝอย ซึ่งมีความสำคัญในการชี้นำแนวทางบางประการสำหรับจัดการกับน้ำชะล้างขยะในบริเวณที่กำจัดมูลฝอย โดยวิธีฝังกลบต่อไป

2. การตรวจเอกสาร

ขยะ (Refuse or Solid Wastes) หมายถึง สิ่งปฏิกูลที่อยู่ในรูปของแข็ง ซึ่งอาจจะมีน้ำหรือความชื้นปะปนด้วยจำนวนหนึ่ง ประกอบด้วยสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ (สำนักรักษาความสะอาด, 2523) พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ให้ความหมายของมูลฝอยไว้ว่า มูลฝอย หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด สถานที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น (กองอนามัย สิ่งแวดล้อม, 2535)

2.1 การกำจัดขยะโดยวิธีกลบฝัง

การกำจัดขยะมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี โดยทั่วไปประกอบด้วยวิธีการเผา (Incineration) การทำปุ๋ยหมัก (Composting) และวิธีกลบฝังดิน (Sanitary landfill) หรือการกำจัดโดยวิธีผสมผสานระหว่างวิธีดังกล่าว การจะเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ประเภทและลักษณะของขยะ ปริมาณค่าใช้จ่ายในการลงทุน รวมถึงการจัดหาที่ดิน ความยืดหยุ่นของระบบ ความซับซ้อนหรือความพร้อมของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติการ ซึ่งวิธีกลบฝังดินเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับเทศบาลต่าง ๆ

ในประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีราคาที่ดินไม่สูงนักซึ่งในโครงการพัฒนาเมืองหลักรอบแรกได้เลือกใช้วิธีนี้ในการกำจัดขยะ

การฝังกลบ (Sanitary Landfill) เป็นวิธีการทางวิศวกรรมที่ใช้ในการกำจัดขยะพื้นดินอย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล โดยไม่ก่อให้เกิดเหตุรำคาญและอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมด้วยการเทขยะลงไปเกลี่ยให้กระจาย บดทับให้แน่นแล้วใช้ดินหรือวัสดุอย่างอื่นที่มีดินปนอยู่ไม่น้อยกว่า 50 % กลบแล้วบดทับให้แน่นอีกครั้งหนึ่ง (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์, 2531) ซึ่งวิธีฝังกลบขยะทำได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบถมที่ (Area Method) เป็นวิธีกลบฝังที่เริ่มจากระดับดินเดิมโดยไม่มีการขุด ซึ่งจะทำการบดอัดขยะตามแนวราบก่อนแล้วค่อยบดอัดทับในชั้นถัดไปขึ้นเรื่อย ๆ จนได้ระดับตามที่กำหนด ในการฝังกลบขยะวิธีนี้จำเป็นต้องทำคันดิน (Embankment) ตามแนวขอบพื้นที่บริเวณกำจัด เพื่อทำหน้าที่เป็นผนังหรือขอบยันการบดอัดขยะ และทำหน้าที่เป็นตัวกั้นน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากขยะที่บดอัดและฝังแล้วไม่ให้ซึมออกด้านนอก เพราะจะทำให้เกิดสภาพไม่น่าดูและทำให้เกิดมลภาวะน้ำเสียได้ ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ที่จำเป็นต้องใช้วิธีนี้ คือ เป็นที่ราบลุ่มหรือที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงหรือน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดินน้อย (ประมาณ 1 เมตร) ทำให้ไม่สามารถขุดดินเพื่อกำจัดด้วยวิธีกลบฝังแบบขุดร่องได้

2. การขุดเป็นร่อง (Trench Method or Cut and Fill Method) เป็นวิธีกลบฝังที่เริ่มจากระดับที่ต่ำกว่าระดับดินเดิม โดยจะต้องทำการขุดดินลงไปให้ได้ระดับตามที่กำหนด แล้วจึงเริ่มบดอัดขยะให้เป็นชั้น ๆ โดยทำในแนวราบก่อนเช่นกันแล้วจึงเริ่มในชั้นถัดไป โดยทั่ว ๆ ไปความลึกของการขุดร่องนั้นจะถูกกำหนดด้วยระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งอย่างน้อยระดับก้นร่องควรจะอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน 1.0 เมตร โดยยึดระดับน้ำในฤดูฝนเป็นเกณฑ์ ข้อดีในวิธีนี้คือไม่ต้องเตรียมคันดินเพราะสามารถใช้ผนังของร่องขุดเป็นกำแพงยันขยะที่จะบดอัดได้โดยตรง ทำให้ไม่จำเป็นต้องขนดินมาจากข้างนอกและยังสามารถใช้ดินที่ขุดออกแล้วนั้นนำกลับมาใช้กลบขยะได้อีกด้วย

โดยสรุปแล้วการเลือกวิธีฝังกลบที่เหมาะสมที่สุดควรจะเป็นวิธีผสมระหว่างวิธีทั้งสองดังกล่าวคือจะสามารถใช้ดินส่วนที่เหลือจากร่องขุดนำมาใช้ทำคันดินและใช้กลบทับขยะที่ทำการกำจัดแบบกลบบนพื้นที่ได้ ฉะนั้นในการกำหนดความลึกของ

ร่องขุดจะต้องคำนวณปริมาณดินให้เพียงพอใช้กับการกำจัดด้วยวิธีผสมของทั้งสองแบบ (สุพจน์ โล่ห์วัชรินทร์, 2531)

2.2 การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบขยะ

2.2.1 อายุของการใช้งานของพื้นที่ เนื่องจากอายุการใช้งานของพื้นที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งในการพิจารณาเลือกหาสถานที่ที่เหมาะสมกับการใช้เป็นแหล่งกำจัดขยะ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้พื้นที่สูงสุด และก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือนต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (Tchobanoglous, et al., 1977) การคาดการณ์ปริมาณขยะในอนาคตโดยใช้ข้อมูลประชากรเป็นเกณฑ์ โดยพยากรณ์อัตราเพิ่มขึ้นของประชากรในอนาคตระยะ 15-20 ปี ข้างหน้าเป็นสิ่งที่สำคัญ (สุพจน์ โล่ห์วัชรินทร์, 2531)

2.2.2 ลักษณะทางภูมิประเทศ

US EPA (1983) ได้กำหนดบริเวณที่ไม่เหมาะสมที่จะเป็นแหล่งกำจัดขยะ (Sensitive Areas) ได้แก่ ที่ชื้นแฉะ (Wet Land) ที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง (Flood plain) บริเวณที่เป็นชั้นดินเย็นแข็งคงตัว (Permafrost Areas) บริเวณที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์หรือที่อยู่อาศัยของสัตว์ (Critical Habitate of Endangered) และบริเวณที่กำหนดให้เป็นแหล่งน้ำใต้ดิน (Recharge Zone of Sole Source Aquifers)

2.2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพดิน

ประกอบไปด้วยลักษณะโครงสร้างของดินเช่นความลึกของชั้นดิน ความหนาแน่น ความร่วนซุย ความชื้น อัตราการซึม ค่า pH เป็นต้น ความลึกและความหนาของชั้นดินดานหรือชั้นหิน ลักษณะและชนิดของพืชคลุมดิน และชั้นของน้ำใต้ดิน เช่น ความลึก ระดับน้ำตามฤดูกาลทิศทางการไหลของน้ำและคุณภาพน้ำ

EPA (1978) ได้ระบุระดับความสามารถในการซึมน้ำตาม US Department Agriculture, Soil Conservation Service (SCS) ว่าดินที่มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นแหล่งในการกำจัดขยะประเภทขยะจากชุมชน (Municipal wastes) ดังตาราง 2

ตาราง 2 ระดับความสามารถของการซึมน้ำ

Soil Permeability (cm/s)	Class
< 4.2×10^{-5}	Very slow
4.2×10^{-5} to 1.4×10^{-4}	Slow
1.4×10^{-4} to 4.2×10^{-4}	Moderately slow

Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) ของ United State ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ว่า ต้องมีระยะห่างระหว่างพื้นบ่อกำจัดขยะกับระดับน้ำใต้ดินอย่างน้อย 1.5 เมตรหรือประมาณ 5 ฟุต และต้องอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งน้ำดื่มอย่างน้อยที่สุด 150 เมตร หรือประมาณ 500 ฟุต

สำหรับลักษณะดินของบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของบริเวณฝังกลบขยะ ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา (Apichai Juta-Sirivongse, 1995) แสดงได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 ชนิดของดินกับความสามารถของการซึมน้ำ

Soil Type	Soil Permeability (cm/s)
fine sand	1.3×10^{-3} to 5.2×10^{-3}
silty sand	1.2×10^{-4} to 1.5×10^{-4}
clayey sand	1.4×10^{-4} to 1.6×10^{-5}
clay	4.0×10^{-5}

2.2.4 ลักษณะภูมิอากาศ

US EPA (1983) และMartin (1987) ระบุว่าลักษณะทางภูมิอากาศเป็นส่วนประกอบที่ต้องนำมาพิจารณาในการเลือกพื้นที่ด้วย กล่าวคือ

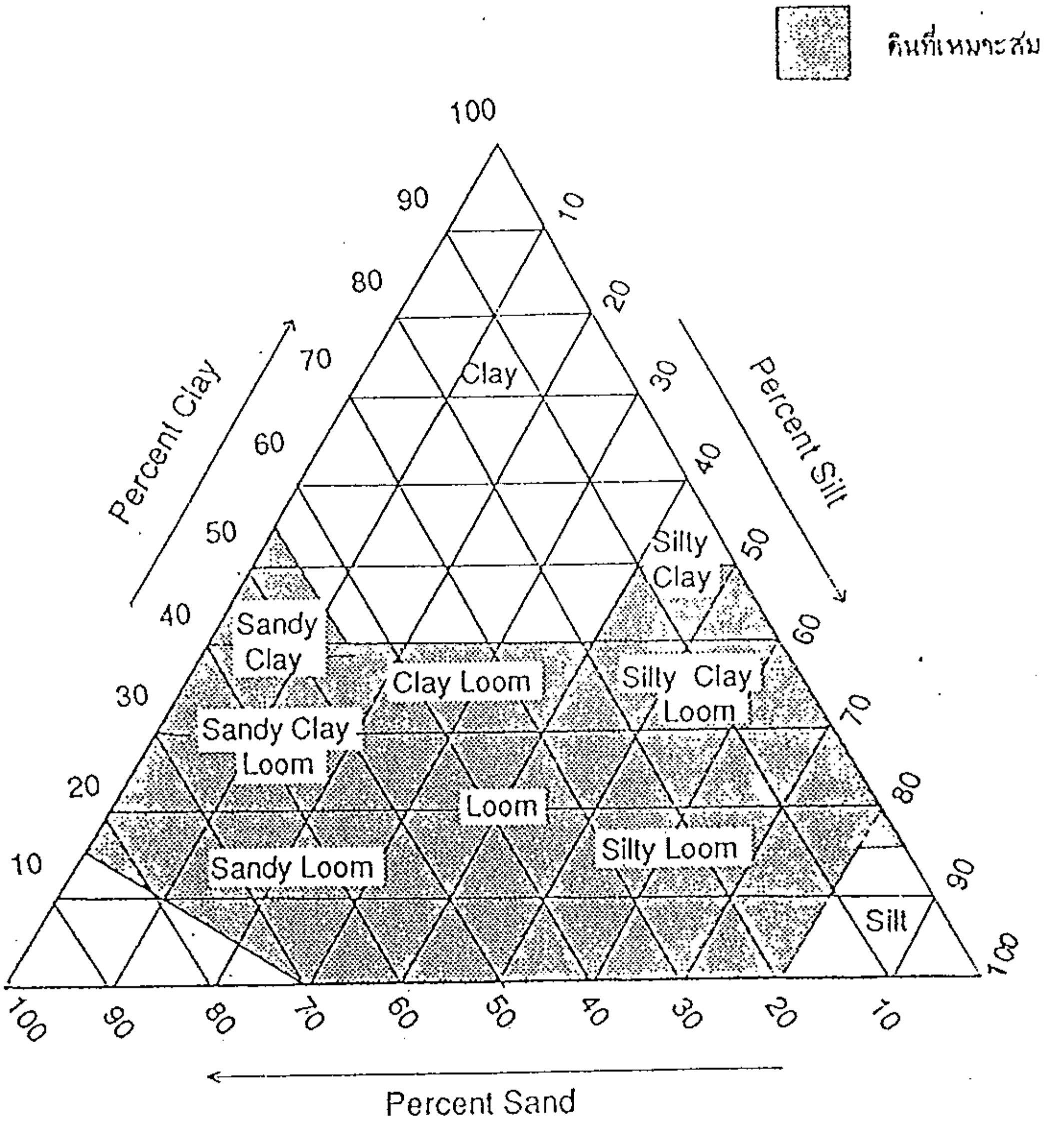
อุณหภูมิ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) รวมทั้งมีผลต่อกระบวนการกำจัดขยะด้วย เช่น หากอุณหภูมิต่ำก็จะเพิ่มความหนืด (Viscosity) ให้กับขยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส

ปริมาณน้ำฝนและการระเหยมีผลโดยตรงต่อการควบคุมความชื้นในดินและยังผลิตออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ในดินอีกด้วย

ลม มีผลโดยตรงต่อการพัดพามลพิษในอากาศไปยังแหล่งอื่นและมีผลโดยตรงในด้านสาธารณสุขและสังคมของชุมชนที่อยู่โดยรอบ

2.3 วัสดุที่เหมาะสมสำหรับใช้กลบขยะ (Suitability of Cover Material)

วัสดุหรือดินที่ใช้กลบมูลฝอยในการกำจัดขยะแบบกลบฝังนับว่ามีความสำคัญมากเพราะจะช่วยป้องกันปัญหาน้ำเสียที่ซึมผ่านชั้นมูลฝอยบดอัดแล้วไม่ให้เกิดขึ้นมากเกินไป ช่วยในการระบายน้ำผิวดินในชั้นบนสุด และช่วยให้เครื่องจักรกลสามารถทำงานได้สะดวกในการขุดและบดอัด ลักษณะดินทั่ว ๆ ไปจะประกอบไปด้วย สัดส่วนของดินเหนียว ดินร่วนเหนียว และดินทราย ดินที่มีสัดส่วนของดินดังกล่าวนี้ถ้ามากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะไม่เหมาะสมสำหรับใช้กลบขยะ ดังแสดงในภาพประกอบ 1 จะเห็นว่าดินที่มีความเหมาะสมคือดินที่มีสัดส่วนภายในเส้นแรเงา (สุพจน์ โล่ห์วัชรินทร์, 2531)



ภาพประกอบ 1 แสดงความเหมาะสมของดินที่ใช้กลบมูลฝอย

ที่มา : สุพจน์ โล่ห์วัชรินทร์ (2531)

จากรายงานการศึกษาของ จรัญ สร้อยระย้า และคณะ (2533) ระบุว่ามลภาวะของแหล่งน้ำดื่มรอบบริเวณที่ทิ้งขยะของเทศบาลในเขตภาคตะวันออก พบว่าคุณภาพของแหล่งน้ำดื่มรอบบริเวณที่ทิ้งขยะเมื่อพิจารณาถึงลักษณะดินที่ใช้เป็นที่ทิ้งขยะ พื้นที่ที่มีลักษณะดินเป็นดินปนทราย และดินทรายร่วน มีความสกปรกและไม่ได้มาตรฐานเมื่อเทียบกับที่ทิ้งขยะซึ่งมีลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะดินที่เป็นดินทรายหรือทรายร่วน มีการซึมผ่านของน้ำเสียจากกองขยะผ่านได้เร็วและแพร่กระจายไปปนเปื้อนแหล่งน้ำใกล้เคียงได้ง่าย ผิดกับลักษณะดินที่เป็นดินร่วนปนทราย น้ำซึมผ่านขยะไหลซึมผ่านได้ช้าและยังมีกลไกของปฏิกิริยาในดิน (Soil Mechanism) อีก ทำให้ความเข้มข้นของความสกปรกลดลงได้ในระหว่างที่มีการเคลื่อนที่ไปยังแหล่งน้ำใกล้เคียง

ระดับของการปรับปรุงระบบการฝังกลบที่ถูกหลักสุขาภิบาลสามารถบรรลุผลสำเร็จได้ 4 ระดับ ด้วยกัน กล่าวคือ (Matisufuji, Tanaka and Hanashima, 1993)

ระดับที่ 1 การฝังกลบแบบควบคุมการเข้าเทมูลฝอย

ระดับที่ 2 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลโดยการสร้างคันดินและทำการคลุมหน้ามูลฝอยทุกวัน

ระดับที่ 3 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยการผันน้ำเสียที่เกิดขึ้นให้อยู่ในบริเวณที่ทำการฝังกลบมูลฝอย

ระดับที่ 4 การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยมีการทำการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นด้วย

ในการปรับปรุงระบบการฝังกลบที่ถูกหลักสุขาภิบาลนั้น จะเป็นการมีประสิทธิภาพมากขึ้นหากได้มีการกำหนดระดับขั้นการปรับปรุงที่ต้องการไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการ ซึ่งการตัดสินใจเลือกระดับนี้ควรทำหลังจากที่ได้มีการพิจารณาถึงสภาพพื้นที่ที่จะใช้เป็นที่ฝังกลบ สถานภาพทางการเงินและระดับของเทคโนโลยีที่ต้องการจะนำมาใช้ปฏิบัติในหน่วยงานท้องถิ่น การวางแผนการปรับปรุงระบบการฝังกลบที่ถูกหลักสุขาภิบาลในเบื้องต้น ควรจะวางเป้าหมายไว้ที่ระดับ 3 โดยที่แผนปฏิบัติการควรจะบรรจุแผนการยกระบบอย่างต่อเนื่อง โดยแผนดังกล่าวควรจะสอดคล้องกับการเงินและขีดความสามารถของหน่วยงานท้องถิ่น เพื่อให้การปรับปรุงสามารถบรรลุถึงระดับที่ 4 โดยเร็วที่สุด

องค์ประกอบทางด้านกายภาพของขยะเทศบาลเมืองสงขลา ซึ่งประกอบด้วยขยะที่มาจากที่อยู่อาศัยและย่านธุรกิจ 61.6 % โดยน้ำหนักขยะมีความหนาแน่น 0.327 ตัน/ลบ.ม. เป็นขยะแห้ง เช่น กระดาษ พลาสติก เศษวัสดุ ของใช้ที่ชำรุด เศษเสื้อผ้าเป็นต้น ขยะที่มาจากบริเวณท่าเรือ 20% โดยน้ำหนักขยะมีความหนาแน่นเป็น 0.410 ตัน/ลบ.ม. เป็นขยะเปียก จำพวกเศษปลา เปลือกกุ้ง กระดองหมึก ขี้ปลาหมึก เป็นต้น และขยะที่มาจากบริเวณตลาดสด 18.4% โดยน้ำหนักขยะมีความหนาแน่น 0.330 ตัน/ลบ.ม. ซึ่งเป็นขยะเปียกและขยะแห้งปนกัน เช่น กระดาษห่อของกินของใช้ เศษผัก ผลไม้ ใบตอง เปลือกทุเรียน เปลือกข้าวโพด ฟางข้าว เป็นต้น (Vera Intarakul, 1993)

สำหรับการศึกษาวิธีการกำจัดขยะแบบฝังกลบเพื่อใช้ปรับปรุงพื้นที่ลุ่มของเทศบาลเมืองเชียงใหม่ ส่วนประกอบและน้ำหนักขยะจากแหล่งขยะตลาดสด แหล่งขยะจากที่พักอาศัย และแหล่งขยะจากโรงพยาบาลค่าเฉลี่ยของประเภทขยะ 3 อันดับแรกที่สำคัญ คือ เศษผัก-ผลไม้ เศษกระดาษ พลาสติก (จำรูญ ยาสมุทร และคณะ, 2534) ซึ่งตรงกับผลการวิเคราะห์ลักษณะมูลฝอยของเทศบาลเมืองนนทบุรี เทศบาลเมืองบางบัวทอง และเทศบาลตำบลปากเกร็ด เดือนเมษายน 2537 (ไพศาล ผดุงศิริกุล, 2537) โดยพิจารณาองค์ประกอบลักษณะขยะทางกายภาพ ซึ่งประกอบด้วยเศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ พลาสติก และกระดาษ ตามลำดับ และลักษณะทางด้านเคมี ประกอบด้วย คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ตามลำดับ และปริมาณความชื้น (Water Content) 49.00 % โดยน้ำหนัก

น้ำชะล้างขยะ (Leachate) คือน้ำเสียจากกองขยะซึ่งมีสารอินทรีย์และอนินทรีย์และของแข็งอื่นๆ ปนอยู่ ทั้งในรูปของสารละลายและตะกอนแขวนลอย ลักษณะของ leachate ในแต่ละแห่งแตกต่างกันไปตามลักษณะและองค์ประกอบของขยะ ประกอบกับปฏิกริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นตามระยะเวลาที่ผ่านไป ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อน้ำชะล้างขยะได้แก่

1. สภาพภูมิอากาศ บริเวณที่มีฝนตกมากจะทำให้มีน้ำชะล้างขยะมาก
2. ลักษณะของพื้นที่ดิน ถ้าให้น้ำไหลซึมผ่านเข้าไปในกองขยะได้ก็จะทำให้มีน้ำชะล้างขยะมากด้วย ดังนั้นในการฝังกลบต้องปรับปรุงพื้นที่และหันเหทิศทางของน้ำฝนให้ไหลไปนอกบริเวณที่ฝังขยะ

3. ลักษณะของดิน ถ้าดินเป็นทรายหรือดินร่วนปนทรายจะทำให้น้ำฝนซึมลงไปหาขยะได้มาก ดังนั้นในการฝังกลบจึงต้องทำให้พื้นที่ลาดเอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่งเพื่อไม่ให้น้ำขังอยู่ส่วนบนของบริเวณที่ฝังกลบขยะ

4. การปลูกหญ้าคลุมดิน จะช่วยทำให้น้ำฝนซึมลงไปสู่ขยะที่ฝังกลบไว้ได้น้อยลง

นอกจากปริมาณน้ำฝนแล้ว น้ำที่เป็นส่วนประกอบของขยะก็เป็นส่วนสำคัญอันหนึ่งที่จะทำให้มีน้ำชะล้างขยะมากหรือน้อย ดังนั้นต้องพยายามหลีกเลี่ยงการนำของเสียที่เป็นของเหลวไปทิ้งในกองขยะที่ฝังกลบ สำหรับการตรวจสอบการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินควรตรวจสอบเป็นระยะๆ ทั้งบริเวณโดยรอบใกล้เคียงกับที่ฝังกลบขยะและบริเวณชั้นน้ำใต้ดินใต้ที่ฝังกลบขยะ ซึ่งทำได้โดยการเจาะหรือขุดเป็นบ่อไว้เป็นระยะๆ แล้วเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ทางเคมีโดยสม่ำเสมอ (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์, 2531)

ขยะที่ทำการฝังกลบโดยทำการบดอัดและปิดทับด้วยวัสดุกลบแล้วจะเกิดการย่อยสลาย (Decomposition) เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งโดยเฉพาะที่เป็นอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) อัตราการย่อยสลายขยะของประเทศไทยซึ่งเป็นเมืองร้อน การย่อยสลายจะเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่าประเทศที่มีอากาศหนาวเย็น การย่อยสลายโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นในช่วง 3 - 5 ปีแรก ซึ่งในกระบวนการย่อยสลายนั้นจะทำให้เกิดก๊าซและน้ำเสียขึ้น โดยเฉพาะน้ำเสียที่เกิดขึ้นนั้นมาจาก 2 ส่วนด้วยกัน คือ ปริมาณน้ำฝน (Run Off) กับปริมาณน้ำชะล้างขยะ (Leachate) โดยปริมาณน้ำชะล้างจากขยะที่เกิดขึ้นจะมีค่าประมาณ 20% ของปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นนี้ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ อาทิ ความหนาแน่นในการบดอัดขยะและวัสดุกลบทับ ความลาดเอียงของพื้นที่ผิวขยะที่ถมกลบแล้ว และชนิดของดินที่ใช้เป็นวัสดุถมกลบ (สุพจน์ โล่ห์วัชรินทร์, 2531)

น้ำชะล้างขยะที่เกิดจากวิธีการกำจัดขยะโดยวิธีกลบฝังดินแบบไร้ออกซิเจนที่ใช้ในประเทศไทยมีความเข้มข้นของมลสารสูงมากเมื่อเทียบกับน้ำเสียที่เกิดจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่ง ดังนั้นในการป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำชะล้างขยะที่อาจเกิดต่อคุณภาพน้ำผิวดินและใต้ดิน จึงควรให้มีการบำบัดน้ำชะล้างขยะที่เกิดขึ้นก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ แต่การบำบัดน้ำชะล้างขยะที่มีความเข้มข้นสูงนี้ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูงมาก (Hanashima, and et al, 1980, อ้างถึงใน สมใจ กาญจนวงศ์

และคณะ, 2536) พบว่า วิธีการหนึ่งที่จะลดความเข้มข้นของน้ำชะล้างขยะจากแหล่งกำเนิดโดยตรงคือการปรับปรุงโครงสร้างของระบบการกลบฝังขยะให้เป็นแบบกึ่งออกซิเจน (Semiaerobics Sanitary Landfill) ซึ่งก๊าซออกซิเจนสามารถซึมผ่านเข้าส่วนล่างของกองขยะ อันจะเป็นผลไปเร่งปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในขยะ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536) น้ำที่มาจากกองขยะ (Leachate) มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงและมีสีมาก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าบีโอดี (BOD_5) ค่าซีโอดี (COD) และโลหะหนักอื่น ๆ สูง และคุณลักษณะของ leachate จะเปลี่ยนแปลงไปต่าง ๆ กันในแต่ละสถานที่ตามอายุ ลักษณะทางเคมี ของขยะที่นำมาทิ้ง ฤดูกาล และปัจจัยด้านแหล่งน้ำ (วีรวรรณ ปัทมาภิรัต, 2530)

2.4 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องที่นำมาพิจารณาถึงคุณสมบัติของน้ำใต้ดินที่มีผลมาจากน้ำชะล้างขยะ 3 ลักษณะ คือ

2.4.1 คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Property)

2.4.1.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำใต้ดินจะมีผลต่อการละลายของแร่ธาตุ เนื่องจากอุณหภูมิจะเป็นตัวเร่งให้แร่ธาตุต่างๆละลายน้ำและตกตะกอนได้เร็วยิ่งขึ้น อุณหภูมิของน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 30 ถึง 60 ฟุตจะสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยตลอดทั้งปี 2 ถึง 3 องศาฟาเรนไฮต์และจะเพิ่มขึ้นตามจีโอเทอมัลแกรเดียนต์(geothemal gradient) ประมาณ 33.8 องเซลเซียสเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นทุก ๆ 100 เมตร (Walton, 1970 อ้างถึงใน วิภา มีศิลป์, 2539) ระดับความร้อนที่มากเกินไป จะมีผลต่อน้ำในด้านมลพิษ (Thermal pollution) ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง ทำให้อัตราการเกิดปฏิกริยาทางเคมีของสารเคมีในน้ำเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของน้ำจะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ตามลักษณะอากาศในแต่ละท้องที่และแต่ละฤดูกาล แต่อย่างไรก็ตามรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ลม มีส่วนทำให้อุณภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน (EPA, 1973) อุณหภูมิของน้ำใต้ดินโดยทั่วไปเกือบคงที่เสมอ (Joheson,1974) จากการศึกษาการเกิดน้ำชะล้างขยะโดยวิธีฝังกลบในเขตร้อนโดยใช้ถังจำลอง ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2535) พบว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกมีผลโดยตรงต่ออุณหภูมิในชั้นขยะที่มีความลึกอย่างน้อยประมาณ 50 - 60 เซนติเมตรจากผิวหน้า ส่วนอุณหภูมิที่วัดได้ที่ส่วนกลางและส่วนล่างของชั้นขยะมีค่าสูงในช่วงแรก (33 - 40 องศาเซลเซียส) เนื่องมาจาก

การย่อยสลายทางชีววิทยาของสารอินทรีย์ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน และค่อย ๆ ลดลงเหลือประมาณ 22 - 30 องศาเซนเซียสและปฏิกิริยาเริ่มมีมากขึ้นอีกในช่วงฤดูฝน

2.4.1.2 สี (Color)

จากการศึกษาการย่อยสลายของขยะแบบฝังกลบ ตามช่วงเวลาต่างๆ ของจำรูญ ยาสมุทรและ คณะ (2534) ของเทศบาลเชียงใหม่ พบว่าช่วงเวลา 3 เดือน สีของขยะพวกเศษพืชเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเล็กน้อยมีกลิ่นเหม็นจัด ช่วงระยะ 6 เดือน สีของขยะพวกเศษวัชพืชเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนเทามีกลิ่นเหม็นจัด มีน้ำสีเทาขังก้นหลุมมาก ช่วงระยะ 12 เดือน เศษขยะวัชพืชเปลี่ยนเป็นสีเทาดำ ขยะพวกยางพลาสติก เริ่มเปื่อยยุ่ย มีน้ำสีดำขังก้นบ่อ ปริมาณใกล้เคียงกับช่วงระยะ 6 เดือน ในการตรวจ แหล่งน้ำใต้ดิน บ่อน้ำตื้นและบ่อบาดาลซึ่งตั้งห่างจากจุดฝังกลบขยะประมาณ 200 เมตร ค่าของสีในฤดูฝนมีค่า 7,10 หน่วย ตามลำดับ ส่วนฤดูแล้งมีค่า 9.5 และ 8.0 หน่วยตามลำดับ น้ำเสียจากกองขยะที่มีสีเข้มกว่าโดยทั่วไปจะมีความสกปรกมากกว่า (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2525)

จากการตรวจสอบน้ำใต้ดินอันเกิดจากการซึมผ่านของน้ำเสียจากขยะเมื่อปี 2536 ของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมืองสงขลา จากการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อสังเกตการณ์ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณที่ทิ้งขยะด้านตะวันตกและตะวันออกประมาณ 50 เมตร พบว่าค่าของสีในจุดเก็บดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 498 และ 254 หน่วย ตามลำดับ (เทศบาลเมืองสงขลา, ม.ป.ป.)

2.4.1.3. พีเอช (pH)

ระดับพีเอชของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติจะแตกต่างกันเนื่องจากระดับค่าพีเอชของน้ำฝนลักษณะดินและหินของลุ่มน้ำนั้น สรสิทธิ์ วัชโรยาน (2519) กล่าวว่า พวกประจุบวก Ca^{2+}, Mg^{2+}และ K^{+} จะเข้าไปสะเทิน (Neutralize) ไฮโดรเจนไอออน (H^{+}) ในสารละลายดินทำให้ระดับพีเอชของดินเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าพีเอชของน้ำในพื้นที่นั้นแปรผันตามระดับค่าพีเอชของดินแร่ในดินบางชนิด เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate : $CaCO_3$) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium Carbonate : $MgCO_3$) เมื่อละลายน้ำที่มีค่าพีเอชต่ำจะแตกตัวได้ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ทำหน้าที่ปรับค่าพีเอชของน้ำให้สูงขึ้นได้ (Differyes, 1965, Hynes, 1970; Warren, 1971) คาร์บอนไดออกไซด์ในดินและกรดอินทรีย์ที่ได้จากกระบวนการ

ย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินของจุลินทรีย์ก็มีส่วนช่วยให้ระดับค่าพีเอชของน้ำลดลงได้เช่นกัน (Differyes, 1965 ; Mckinney, 1962)

จากการศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2535) พบว่าพีเอชของน้ำชะล้างที่เกิดจากทุกถังจำลองมีค่าเป็นด่างอ่อน ซึ่งตรงกับการรายงานการวิจัยของธงชัย พรรณสวัสดิ์ (2525) พบว่าน้ำเสียจากบริเวณกองขยะหนองแขมและอ่อนนุชในหน้าแล้งหลังหน้าฝนจะมีการหมักสารอินทรีย์จากกองขยะทำให้น้ำมีลักษณะไปในทางด่าง พีเอชเท่ากับ 7.6 - 9.1 และ 8.2 - 9.0 ตามลำดับ

จากการศึกษา Leachate ที่มาจาก Domestic Landfill Site โดย Robinson และ Maris (1985) พบว่า Leachate มาจากขยะที่ทิ้งใหม่ ๆ มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน (พีเอชเท่ากับ 6.21) ในขณะที่พีเอชจากขยะที่ทิ้งไว้นาน ๆ มีพีเอชเป็นด่างอ่อน (7.48) จากการตรวจสอบน้ำใต้ดินอันเกิดจากการซึมผ่านของน้ำเสียจากขยะเมื่อปี 2537 ของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมืองสงขลา จากการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อสังเกตการณ์ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณที่ทิ้งขยะด้านตะวันตกและตะวันออกประมาณ 50 เมตร พบว่า ค่า pH มีค่าเท่ากับ 8.1และ 7.0 ตามลำดับ (เทศบาลเมืองสงขลา, 2537)

2.4.1.4 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดขึ้นเนื่องจากสารแขวนลอยต่าง ๆ เช่น โคลนตมอาจเป็นพวกอินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงตอน ซึ่งสารแขวนลอยพวกนี้ไม่ยอมให้แสงผ่านได้ตลอดหรือสามารถทำให้แสงเกิดการหักเหหรือกระจายไม่เป็นระเบียบจึงทำให้มองเห็นน้ำนั้นขุ่น (โกมล ศิวะบวรและคณะ, 2534) นอกจากนั้นสารเคมีบางอย่างก็เป็นบ่อเกิดของความขุ่น เช่น เหล็ก แมงกานีส ซึ่งพบมากในน้ำบ่อ น้ำบาดาล (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525) จากการศึกษาวิธีกำจัดขยะแบบฝังกลบเพื่อปรับปรุงพื้นที่ลุ่มของเทศบาลนครเชียงใหม่ ของจำรูญ ยาสมุทรและคณะ (2535) พบว่าความขุ่นของแหล่งน้ำใต้ดิน บ่อน้ำตื้นและบ่อบาดาลอยู่ห่างจากจุดฝังกลบ 200 เมตรในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 12.0 หน่วย ส่วนฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 3.2 และ1.4 หน่วยตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในฤดูฝนค่าความขุ่นมีค่าเกินเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (10 หน่วย)

2.4.2 คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Property)

2.4.2.1 ความกระด้าง (Hardness,$CaCO_3$)

น้ำกระด้าง หมายถึง น้ำที่มีอิออนของโลหะประจุ +2

ละลายอยู่ เช่น ประจุของแคลเซียม (Ca^{2+}) และแมกนีเซียม (Mg^{2+}) น้ำที่มีเกลือไบคาร์บอเนตของโลหะทั้งสองซึ่งจะอยู่ใน รูป $Ca(HCO_3)_2$ และ $Mg(HCO_3)_2$ เรียกว่า ความกระด้างชั่วคราว (Carbonate Hardness) ส่วนที่มีเกลือคลอไรด์ และเกลือซัลเฟต ซึ่งเรียกความกระด้างนี้ว่า ความกระด้างถาวร (Non-Carbonate Hardness) น้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะมีองศาค่าของความกระด้างไม่เท่ากัน น้ำใต้ดินจะมีความกระด้างสูงกว่าน้ำผิวดิน การแบ่งระดับความกระด้างของน้ำนั้นยึดหลักดังนี้ (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525)

ตาราง 4 การแบ่งระดับความกระด้างของน้ำ

ระดับของความกระด้าง	ค่าความกระด้าง mg/l as $CaCO_3$
น้ำอ่อน (Soft water)	0 - 75
น้ำกระด้างเล็กน้อย (Slightly)	75 - 150
น้ำกระด้าง (Hard water)	150 - 300
น้ำกระด้างมาก (Very hard water)	> 300

ผู้ดื่มน้ำที่มีความกระด้างมากเป็นประจำอาจจะมีผลทำให้เป็นโรคนิ่วได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ดื่มน้ำบ่อหรือน้ำบาดาลเป็นประจำ มีการสิ้นเปลืองสบู่ในการซักฟอกเพิ่มขึ้น ข้อมูลความกระด้างของน้ำสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจ เลือกใช้วิธีการในการกำจัดความกระด้างก่อนนำไปใช้ (Softening Process) (อุดมพล พืชไพบูลย์, 2535) จากการศึกษาลักษณะน้ำที่ชะล้างขยะของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2535) พบว่า ความกระด้างในรูปแคลเซียมและแมกนีเซียมจะมีความเข้มข้นสูงในฤดูฝน และต่ำในฤดูแล้ง

2.4.2.2 เหล็ก (Fe)

สารประกอบเหล็กในธรรมชาติจะมี 2 รูป คือ เฟอรัสไอออน (Ferrous Iron, Fe^{+2}) และเฟอริคไอออน (Ferric Iron, Fe^{+3}) เฟอรัสไอออนสามารถละลายน้ำได้และไม่คงรูป ซึ่งเมื่อสัมผัสกับอากาศก็จะเปลี่ยนรูปไปเป็นเฟอริคไฮดรอกไซด์ไม่ละลายน้ำและสามารถตกตะกอนได้ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$2Fe^{+2} + 4HCO_3^- + H_2O + 1/2O_2 \text{ ----------->} 2Fe(OH)_3 + 4CO_2$$

(ทวีศักดิ์ ระมิงวงศ์, 2527)

เหล็กในน้ำใต้ดินมักละลายอยู่ในรูป $Fe(HCO_3)_2$, $FeSO_4$, $FeCl_2$ ข้อมูลปริมาณเหล็กจากแหล่งน้ำใต้ดินเป็นข้อมูลที่สำคัญมากต่อการตัดสินใจนำน้ำจากใต้ดินนั้น ๆ มาใช้งานในการบำบัดน้ำใต้ดินที่มีเหล็กในปริมาณสูงมักนิยมใช้วิธีการเติมอากาศ

2.4.2.3 ไนเตรท-ไนโตรเจน,แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Nitrate Nitrogen, Ammonia Nitrogen)

สภาพธรรมชาติโดยทั่วไปจะพบไนโตรเจนได้น้อยแต่จะพบได้มากขึ้นในดินหรือในซากสิ่งมีชีวิต ไนโตรเจนส่วนใหญ่จะพบในรูปของก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศของโลก นอกจากนี้ยัง สามารถพบไนโตรเจนได้ในทุกออกซิเดชั่นเสตทในช่วงตั้งแต่ +3 ถึง +5 แอมโมเนีย (NH_3) มีออกซิเดชั่นเสตท คือ N^{-3} และเมื่ออยู่ในน้ำก็จะอยู่ในรูป NH_4^+ และ NH_4OH ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและรีดักชั่นของไนโตรเจนสปีชีส์ต่าง ๆ ในน้ำมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ ในสภาพที่มีออกซิเจนจะได้ไนไตรทและในที่สุดก็จะได้ไนเตรท จุลินทรีย์บางชนิดสามารถเปลี่ยนไนเตรท-ไนโตรเจนให้เป็นแอมโมเนียไนโตรเจนได้ ไนเตรทมักจะเป็นรูปเดียวของไนโตรเจนที่พบได้มากที่สุดในน้ำใต้ดิน ส่วนไนไตรทในน้ำใต้ดินนั้นมักจะพบได้ไม่มากพอที่จะตรวจสอบได้ การปนเปื้อนของไนเตรทในบ่อบาดาลระดับตื้นของอินเดียที่มีการกำจัดน้ำเสียโดยวิธีการ On-Site Sanitation จะทำให้มีไนเตรทปริมาณสูงเป็นหลายร้อยมิลลิกรัมต่อลิตร (Laskshmanan, et al., 1986 อ้างถึงใน วิภา มีศิลป์, 2539)

จากการศึกษาของ Dudley and Stephenson (1973) พบว่า มากกว่า 20% ของไนโตรเจนทั้งหมดจะกลายเป็นไนเตรทซึ่งจะซึมผ่านถึงชั้นน้ำใต้ดินได้ ในกรณีที่พบแอมโมเนียในปริมาณมากในน้ำใต้ดินก็แสดงให้เห็นว่าดินในบริเวณนั้นไม่มีคุณสมบัติที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นได้ สำหรับการศึกษาวิธีการกำจัดขยะแบบฝังกลบเพื่อปรับปรุงพื้นที่ลุ่มของเทศบาลนครเชียงใหม่ของจำรูญ ยาสมุทรและคณะ (2534) พบว่าในบ่อตื้นและบาดาลที่อยู่ใกล้จุดฝังกลบขยะมีไนเตรท-ไนโตรเจนมากกว่าตัวอย่างบ่อน้ำที่ควบคุม และน้ำชะล้างขยะใน Permatang Paus Disposal site,Malasia พบว่า

NO_3-N มีค่า 15 mg/l ในปี 1992

2.4.2.4 BOD_5 (Biochemical Oxygen Demand)

ค่า BOD_5 ซึ่งเป็นดัชนีบ่งบอกระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย ถ้ามีค่ามากแสดงว่าน้ำเสียมาก ข้อมูลจากกองขยะมูลฝอยที่ซอยอ่อนนุชของกรุงเทพมหานคร ซึ่งเคยตรวจสอบโดยคณะผู้ศึกษาจากประเทศญี่ปุ่นปรากฏว่าค่า BOD_5 ของน้ำชะล้างมูลฝอยที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำไม่เกิน 100 mg/l ค่า BOD_5 จะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง เช่น กองมูลฝอยกลบนั้นผ่านการชะล้างมาแล้วกี่ฝน ปริมาณน้ำฝนที่ซึมผ่านชั้นมูลฝอยอัดในช่วงนั้น ๆ หรือขึ้นกับอัตราการเจือจางนั้นเอง (สุพจน์ โล่ห์วัชรินทร์, 2531) จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2535) พบว่าในช่วงฤดูฝน ค่า BOD_5 จะสูงกว่าช่วงฤดูแล้งและความเข้มข้นของมลสารจะแปรผันโดยตรงตามความสูงของขยะ

สำหรับการศึกษาคุณลักษณะของ Leachate ที่มาจาก Domestic Landfill Site โดยRobinson และ Maris (1985) พบว่า Leachate ที่มาจากการทิ้งขยะใหม่ (Recent Waste) จะมีปริมาณ BOD_5 สูง ซึ่งค่า BOD_5 จะเป็นประมาณร้อยละ 50 ของค่า COD ในขณะที่ Leachate ที่มาจากขยะสะสมอยู่เป็นเวลานาน (Aged Waste) มีค่า BOD_5 ต่ำ และค่า BOD_5 เป็นเพียงร้อยละ 22.4 ของ COD เท่านั้น

จากการตรวจสอบน้ำใต้ดินอันเกิดจากการซึมผ่านของน้ำเสียจากขยะเมื่อปี 2537 ของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมืองสงขลา จากการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อสังเกตการณ์ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณที่ทิ้งขยะด้านตะวันตกและตะวันออกประมาณ 50 เมตร พบว่า ค่า BOD_5 มีค่าเท่ากับ 12 และ14 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ (เทศบาลเมืองสงขลา, 2537)

2.4.3 คุณสมบัติทางแบคทีเรีย (Bacteriological Property)

คุณภาพน้ำของแบคทีเรียถือว่าสำคัญเพราะอาจก่อให้เกิดโทษได้โดยตรงต่อร่างกายหรือทำให้เกิดการเจ็บป่วยได้จากโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ (Water - born disease) ซึ่งมีหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ บิด อหิวาต์ ไทฟอยด์ อุจจาระร่วง เป็นต้น การประเมินคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย มักใช้จุลินทรีย์ 2 กลุ่ม เป็นเครื่องชี้บอก หรือแสดงการปนเปื้อนของแบคทีเรีย กลุ่มแบคทีเรียเหล่านี้ได้แก่ (กรมอนามัย, 2535)

1. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย
2. ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย หมายถึง กลุ่มพวก Aerobic และFacultative Anaerobic Bacteria ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ มีรูปร่างเป็นแท่งและสามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสภายในเวลา 24 - 48 ชั่วโมง และให้ผลเป็นกรดและก๊าซ แบคทีเรียกลุ่มนี้พบทั่วไปใน ดิน น้ำ อากาศ โดยเฉพาะในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น โคลิฟอร์มแบคทีเรียเหล่านี้ได้แก่ Escherichia sp., Enterobacter sp., Klebsiella sp., Citrobacter sp. และ Serratia sp.

ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีแหล่งกำเนิดจากอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น แบคทีเรียชนิดนี้สามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโทสที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส ในเวลา 24 ชั่วโมง ได้แก่ แบคทีเรียใน Escherichia sp.

สาเหตุที่ใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นเครื่องชี้บอกการปนเปื้อนของน้ำทางแบคทีเรีย เพราะโรคระบาดต่าง ๆ เช่นไทฟอยด์ โรคอุจจาระร่วง และอหิวาตกโรคมักมีสาเหตุมาจากการบริโภคอาหารและน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนแบคทีเรียชนิด Enteric Pathogens แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอันตรายเหล่านี้มักยากต่อการตรวจวิเคราะห์จากตัวอย่างน้ำ แต่พบว่าน้ำที่มีการปนเปื้อนแบคทีเรีย Enteric Pathogens มักมีโอกาสตรวจพบกลุ่มของโคลิฟอร์มแบคทีเรียร่วมอยู่ด้วย กลุ่มของโคลิฟอร์มแบคทีเรียเหล่านี้สามารถมีชีวิตอยู่รอดและทนทานต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆได้ดีกว่าพวก Enteric Pathogens จึงง่ายและสะดวกที่จะนำมาตรวจวิคราะห์ ส่วนฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เช่น Escherichia sp. เป็นแบคทีเรียที่มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกน้อยกว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย กล่าวคือสามารถมีชีวิตอยู่ภายนอกลำไส้ได้ไม่นานโดยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ได้ถูกใช้เป็นเครื่องชี้บอกเพื่อแสดงว่าน้ำเพิ่งถูกปนเปื้อนจากอุจจาระ

สำหรับการตรวจคุณภาพน้ำเพื่อหาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มนี้ หน่วยวัดบอกเป็น MPN/100 ml (MPN : Most Probable Number) เป็นหน่วยหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาก ดังนั้นการวิเคราะห์น้ำทางแบคทีเรียจึงเป็นข้อมูลเบื้องต้น แสดงการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำและยังแสดงถึงความปลอดภัยของน้ำที่ใช้ดื่ม (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525)

จากการศึกษาของจำรูญ ยาสมุทรและคณะ (2535) วิธีกำจัดขยะแบบฝังกลบเพื่อปรับปรุงพื้นที่ลุ่มของเทศบาลนครเชียงใหม่ พบว่าค่า MPN ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ MPN ของฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของแหล่งน้ำใต้ดินในบ่อน้ำตื้นอยู่ห่างจากจุดฝังกลบ 200 เมตร ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตัวอย่างทุกตัวอย่างไม่เข้าเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของมลสารบางชนิดของน้ำชะล้างขยะที่คาดว่าไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณและรอบๆที่กำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1.1 การตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพโดยการตรวจหาค่าของ อุณหภูมิ สี พีเอช ความขุ่น

1.2 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีโดยการตรวจหาค่า ความกระด้าง เหล็ก ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน บีโอดี

1.3 การตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาโดยการตรวจหาค่าของโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2. ศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ในระหว่างฤดูกาลและระดับความลึก

3. เพื่อชี้นำแนวทางบางประการในการแก้ไขปัญหาน้ำชะล้างขยะจากการกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบของเทศบาลเมืองสงขลา

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถประเมินผลกระทบการปนเปื้อนของมลสารจากน้ำชะล้างขยะซึ่งมีผลต่อคุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณ ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2. ใช้ในการประเมินผลกระทบจากการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำบ่อตื้น ต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3. ใช้เป็นข้อมูลในการหาแนวทางในการจัดการกับน้ำชะล้างขยะในบริเวณที่กำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบบริเวณตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

4. เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในโอกาสต่อไป

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

๖. ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวอย่างการขุดเจาะแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณและรอบ ๆ พื้นที่ฝังกลบขยะหมู่ที่ 2 ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยกำหนดจุดเจาะจากกองวิศวกรรมสุขาภิบาลเทศบาลเมืองสงขลา ซึ่งได้มีการขุดเจาะไว้แล้วเมื่อเดือนกันยายน 2538 คือแหล่งน้ำใต้ดินในระดับความลึก 5 เมตร จำนวน 8 ตัวอย่าง และระดับความลึก 10 เมตร จำนวน 9 ตัวอย่าง ซึ่งได้ตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 17 ตัวอย่าง โดยทำการวัดระดับน้ำใต้ดินของแต่ละฤดูกาลและเก็บตัวอย่างแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูฝน เก็บครั้งที่ 1 ถึง 2 ในระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2538 และเก็บช่วงฤดูร้อน เก็บครั้งที่ 3 ถึง 4 ใน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2539 รวมเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 4 ครั้ง โดยทำการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดินระหว่างฤดูกาลในระดับความลึกที่ต่างกันและนำผลของการวิเคราะห์เพื่อชี้นำแนวทางบางประการในการบรรเทาปัญหาน้ำชะล้างขยะจากการกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. วัสดุ (Materials)

วัสดุที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย สารเคมี สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย (APHA-AWWA-WPCF,1985)

1.1 สารเคมี

Ammonium acetate	Carlo, Italy
Ammonium chloride	Merck, Germany
Ammonium hydroxide	Merck, Germany
Calcium carbonate	JT, America
Calcium chloride	Merck, Germany
Dipotassium hydrogen phosphate	Merck, Germany
Disodium hydrogen phosphate heptahydrate	Merck, Germany
Disodium salt EDTA dihydrate	JT, America
Eriochrom black T	Merck, Germany
Ferrous ammonium sulfate	Carlo, Italy
Glacial acetic acid	JT, America
Hydrochloric acid	JT, America
Hydroxylamine hydrochloride	JT, America
Iron(III)chloride hexahydrate	Merck, Germany
Magnesium sulfate heptahydrate	Merck, Germany
Manganess(II)sulfate monohydrate	Merck, Germany
Mercury(II)iodide red	Carlo, Italy

N-(1-Naphthyl)ethlenediamine dihydrochoride	Fluka,chemical, Switzerland
1-10 Phenantrolin monohydrate	Merck, Germany
Potassium dichromate	Carlo, Italy
Potassium dihydrogen phosphate	Merck, Germany
Potassium hydroxide	Carlo, Italy
Potassium iodide	JT, America
Potassium nitrate	Carlo, Italy
Potassium permanganate	Carlo, Italy
Sodium azide	Fluka, chemical,Switzerland
Sodium chloride	Carlo, Italy
Sodium hydroxide	JT, America
Sodium iodide	JT, America
Sodium nitrite	Carlo, Italy
Sodium thiosulfate	Carlo, Italy
Sodium thiosulfate pentahydrate	Merck,Germany
Soluble starch	Carlo, Italy
Sulfanilamide	Fluka, chemical, Switzerland
Zine sulphate heptahydrate	Merck, Germany

1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ (ดูรายละเอียดภาคผนวก)

แลคโตส บรอธ (Lactose broth)

บริลเลียนกรีนไบล์ บรอธ (Brilliant Green Bile broth 2%)

อีซี มีเดียม (EC medium)

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์เก็บน้ำตัวอย่าง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และแบคทีเรีย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 อุปกรณ์เก็บน้ำตัวอย่าง

- ขวดพลาสติก (Polyethylene) ขนาด 1000 มล.และ 2000 มล.
- กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ (ภาพประกอบ 3 ก)
- ขวดแก้วเก็บตัวอย่างน้ำทางแบคทีเรีย ขนาด 100 มล.
- ถังน้ำแข็งสำหรับแช่น้ำตัวอย่าง
- ขวดน้ำกลั่น

2.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างทางกายภาพ

- เครื่องมือวัด pH ของ check : mate รุ่น M 90 : Ciba corning diagnatices limite England ประกอบด้วย หน่วยรับรู้ (Senser) จำนวน 1 หัว คือ pH sensor (ภาพประกอบ 2 ก)
- เครื่องมือวิเคราะห์ความขุ่น (Turbidimeter) (ภาพประกอบ 2 ข)
- ขวดน้ำกลั่น

2.3 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างทางเคมี

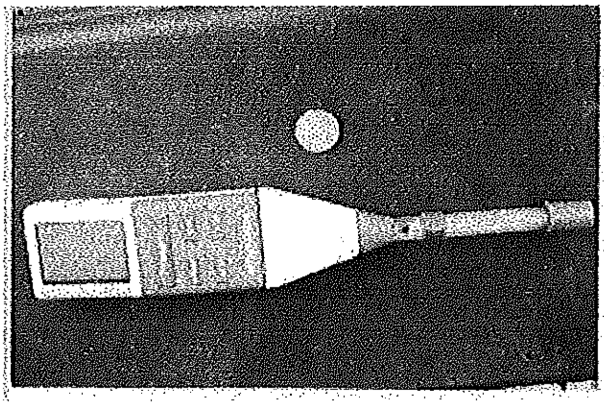
- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) รุ่น UV -1601 SHIMADZU, Japan (ภาพประกอบ 2 ค)
- เครื่องชั่งแบบละเอียด (Analytical balance)
- ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ บีโอดี
- ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ไนเตรท-ไนโตรเจน
- เตา (Hot plate)
- ตู้อบความร้อน
- เครื่องแก้วต่างๆ

2.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างทางแบคทีเรีย

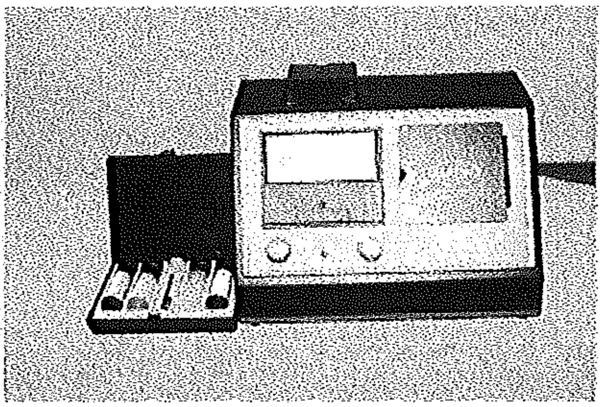
- เครื่องชั่ง
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
- ตู้อบอุณหภูมิสูง (Hot air oven)
- ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator)
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
- หลอดทดลองขนาด 20 x 200 มม.
- หลอดดักก๊าซขนาด 6 x 50 มม. (Durham tube)
- ไมโครปิเปต พร้อม ทิป (Tip)
- ตะเกียงแอลกอฮอล์
- ห่วงเขี่ยเชื้อ(Wire loop)
- สำลี
- ขวดเก็บน้ำขนาด 100 มล.
- เครื่องผสมเขย่า (Vortex mixer)
- เครื่องแก้วต่างๆ

2.5 อุปกรณ์สำรวจระดับความสูงต่ำของพื้นที่ (ภาพประกอบ 3 ค)

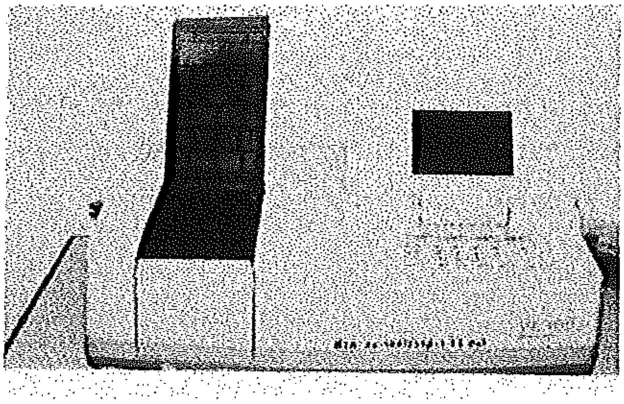
ก



ข



ค



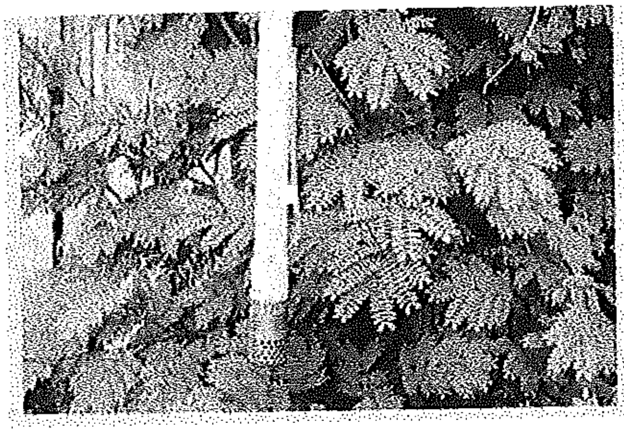
ภาพประกอบ 2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ก. เครื่องมือวัด pH ของ check : mate รุ่น M 90

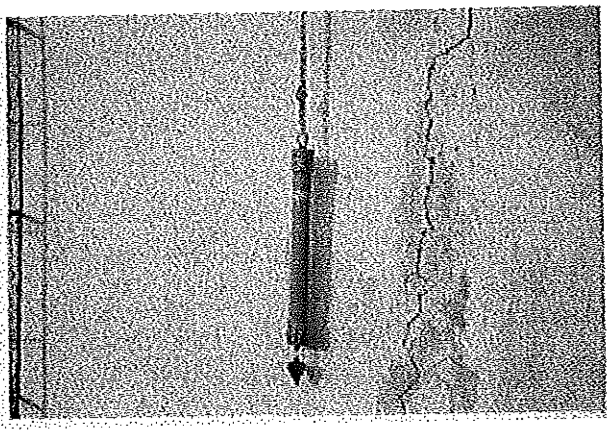
ข. เครื่องมือวัดความขุ่น (Turbidimeter)

ค. เครื่อง Spectrophotometer

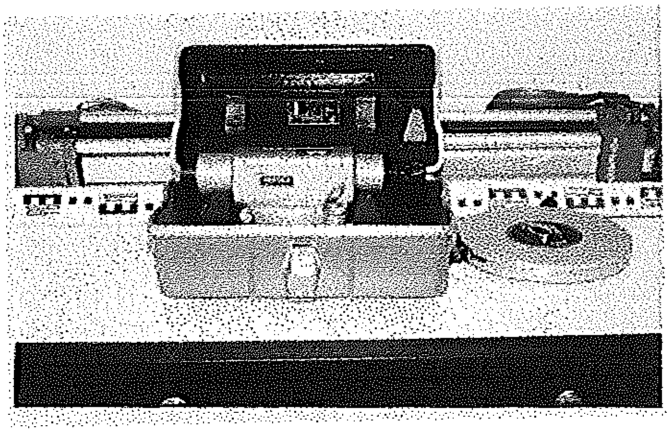
ก



ข



ค



ภาพประกอบ 3 อุปกรณ์เก็บน้ำและสำรวจความสูงต่ำของพื้นที่

ก. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ

ข. ประทุ่นสำหรับวัดระดับน้ำ

ค. อุปกรณ์สำรวจความสูงต่ำของพื้นที่

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์โดยศึกษาถึงการปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดินบริเวณและรอบ ๆ ที่กำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ พิจารณาทั้ง 3 ด้าน คือ ทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ทำการศึกษาจากตัวอย่างน้ำ จากการขุดเจาะน้ำใต้ดิน ในพื้นที่หมู่ที่ 2 ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา (ภาพประกอบ 4)

3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

ใช้ตัวอย่างน้ำจากการขุดเจาะบริเวณและรอบ ๆ ที่ฝังกลบขยะ ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งมีพื้นที่ 200 ไร่ โดยใช้ตำแหน่งจุดเจาะจากโครงการพัฒนาเมืองหลักในโครงการกำจัดขยะของกองวิศกรรมสุขาภิบาล เทศบาลเมืองสงขลา (กันยายน 2538) โดยให้ระดับความลึกของการขุดเจาะ 10 เมตร เป็น station a และระดับความลึก 5 เมตร เป็น station b ตามภาพประกอบ 5 และ 6 ซึ่งจะยึดจำนวนจุดขุดเจาะ ในบริเวณใกล้เคียงที่ใช้ฝังกลบขยะในปีแรกจนถึงปัจจุบันเป็นเกณฑ์ ซึ่งได้กำหนดดังนี้

1. บริเวณทิศตะวันตก(ด้านยาว)ของบริเวณที่ฝังกลบขยะ

1.1 บริเวณห่างจากถนนรอบที่ฝังกลบ 200 เมตร ซึ่งอยู่ค่อนข้างไปทางทิศใต้ของด้านยาว โดยเจาะในระดับความลึก 5 เมตรและ 10 เมตร โดยห่างกัน 5 เมตร จำนวน 2 จุด (1b,1a) โดยจุด 2b ไม่สามารถขุดเจาะได้เนื่องจากมีวัสดุที่ลักษณะแข็งอยู่ด้านล่างของบ่อ

1.2 บริเวณถนนรอบที่ฝังกลบขยะซึ่งแนวที่ขุดเจาะตรงกับ 1.1 โดยเจาะในระดับความลึก 10 เมตร 1 จุด (2a)

1.3 บริเวณถนนรอบที่ฝังขยะ ซึ่งอยู่จุดกึ่งกลางของด้านยาว ในระดับความลึก 5 เมตร และ 10 เมตร จำนวน 2 จุด(7b,7a)

รวมตัวอย่างทางทิศตะวันตกเจาะแหล่งน้ำใต้ดินในระดับความลึก 5 เมตร จำนวน 2 จุดและระดับความลึก 10 เมตร จำนวน 3 จุด รวมทั้งหมด 5 จุด

2. บริเวณทิศใต้ (ด้านกว้าง) ของบริเวณฝังกลบ

2.1 ห่างจากถนนรอบที่ฝังขยะ 200เมตร โดยเจาะในระดับความลึก 5 เมตร และ 10 เมตร โดยห่างกัน 5 เมตร (3b,3a)

2.2 บริเวณถนนรอบที่ฝังขยะ ซึ่งเจาะในระดับแหล่งน้ำใต้ดิน มีความลึก 5 เมตรและห่าง อยู่ด้านนอกถนนออกไป 5 เมตร โดยเจาะในระดับความลึก 10 เมตร (4b,4a)

รวมตัวอย่างบริเวณทิศใต้เจาะแหล่งน้ำใต้ดินในระดับความลึก5 เมตร จำนวน 2 จุด และ ระดับความลึก 10 เมตร จำนวน 2 จุด รวมทั้งหมด 4 จุด

3. บริเวณทิศตะวันออก (ด้านยาว) ของบริเวณฝังกลบ

3.1 บริเวณถนนรอบที่ฝังขยะ ซึ่งอยู่ทางค่อนข้างทิศใต้ของด้านยาว ในระดับความลึก 5 เมตร และ 10เมตร ซึ่งห่างกัน 5 เมตร (5b,5a)

3.2 บริเวณห่างจากถนนรอบที่ฝังขยะ 200 เมตร โดยเจาะในระดับความลึก 5 เมตร และ 10 เมตร โดยห่างกัน 5 เมตร (6b,6a)

3.3 บริเวณถนนรอบที่ฝังขยะ ซึ่งอยู่ค่อนข้างทางทิศเหนือของด้านยาว (บริเวณทางเข้าที่ฝังกลบ) ในระดับความลึก 5 เมตร และ 10 เมตร (9b,9a)

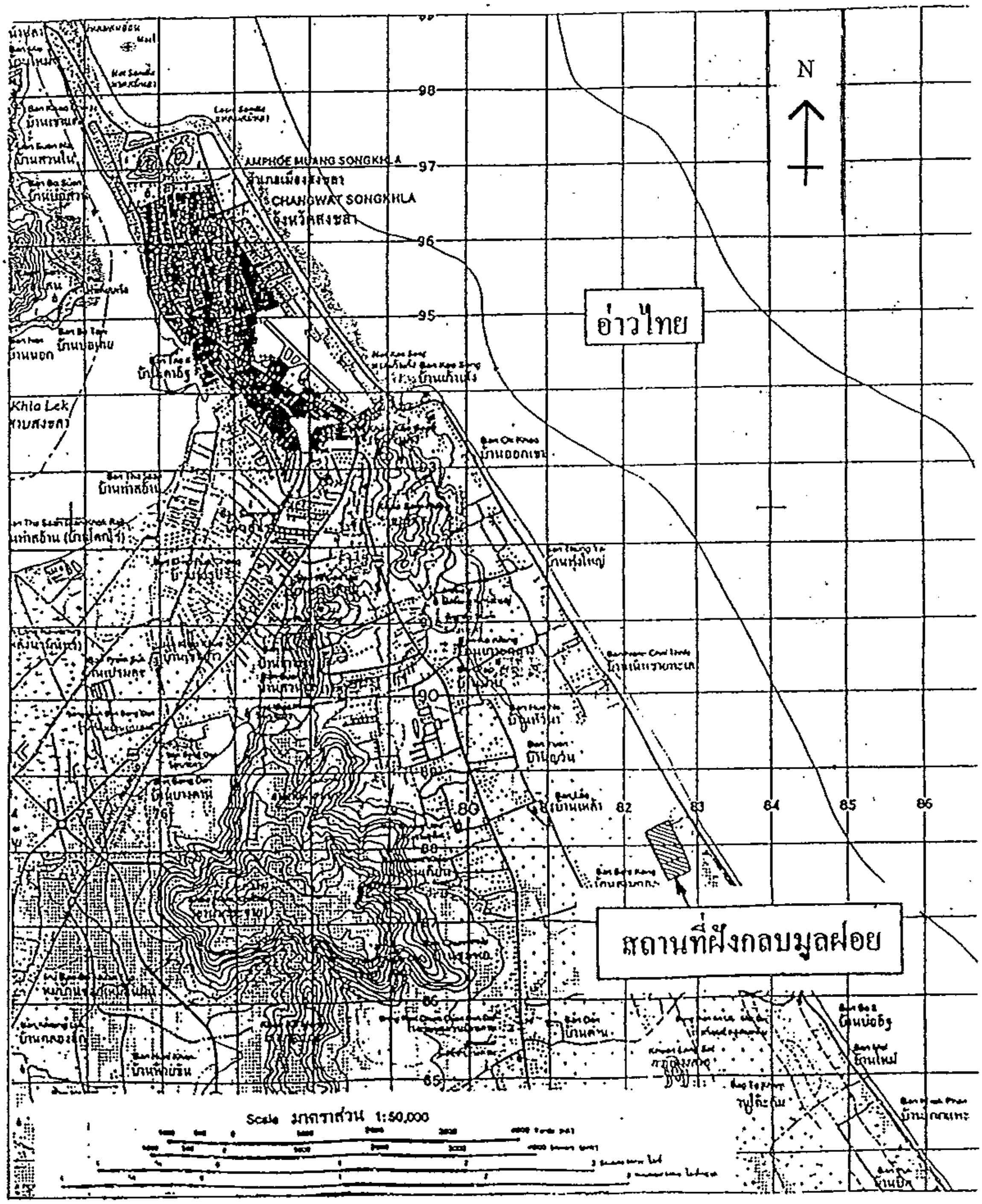
รวมตัวอย่างบริเวณทิศตะวันออกเจาะแหล่งน้ำใต้ดินในระดับความลึก 5 เมตร จำนวน 3 จุด ระดับความลึก 10 เมตร จำนวน 3 จุด รวมทั้งหมด 6 จุด

4. บริเวณทิศเหนือ (ด้านกว้าง) ของบริเวณที่ฝังกลบขยะ

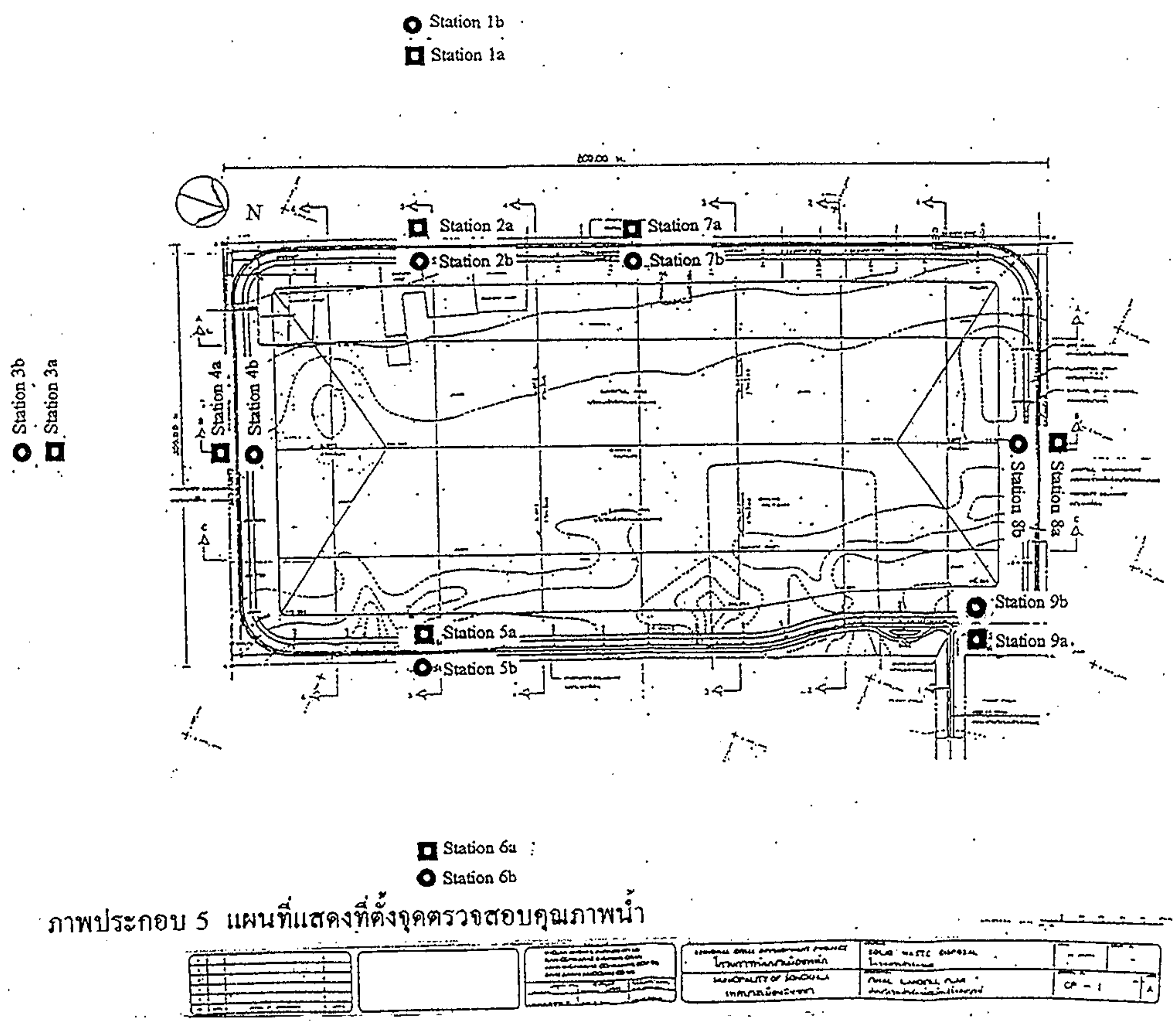
4.1 บริเวณถนนรอบที่ฝังกลบขยะซึ่งขุดเจาะที่จุดกึ่งกลางของด้านกว้างซึ่งตรงแนวเดียวกับทิศใต้ ในระดับความลึก 5 เมตร และ 10 เมตร (8b,8a)

รวมตัวอย่างทางทิศเหนือเจาะแหล่งน้ำใต้ดินในระดับความลึก5 เมตรและ 10 เมตร ระดับความลึกละ 1 จุด รวมทั้งหมด 2 จุด

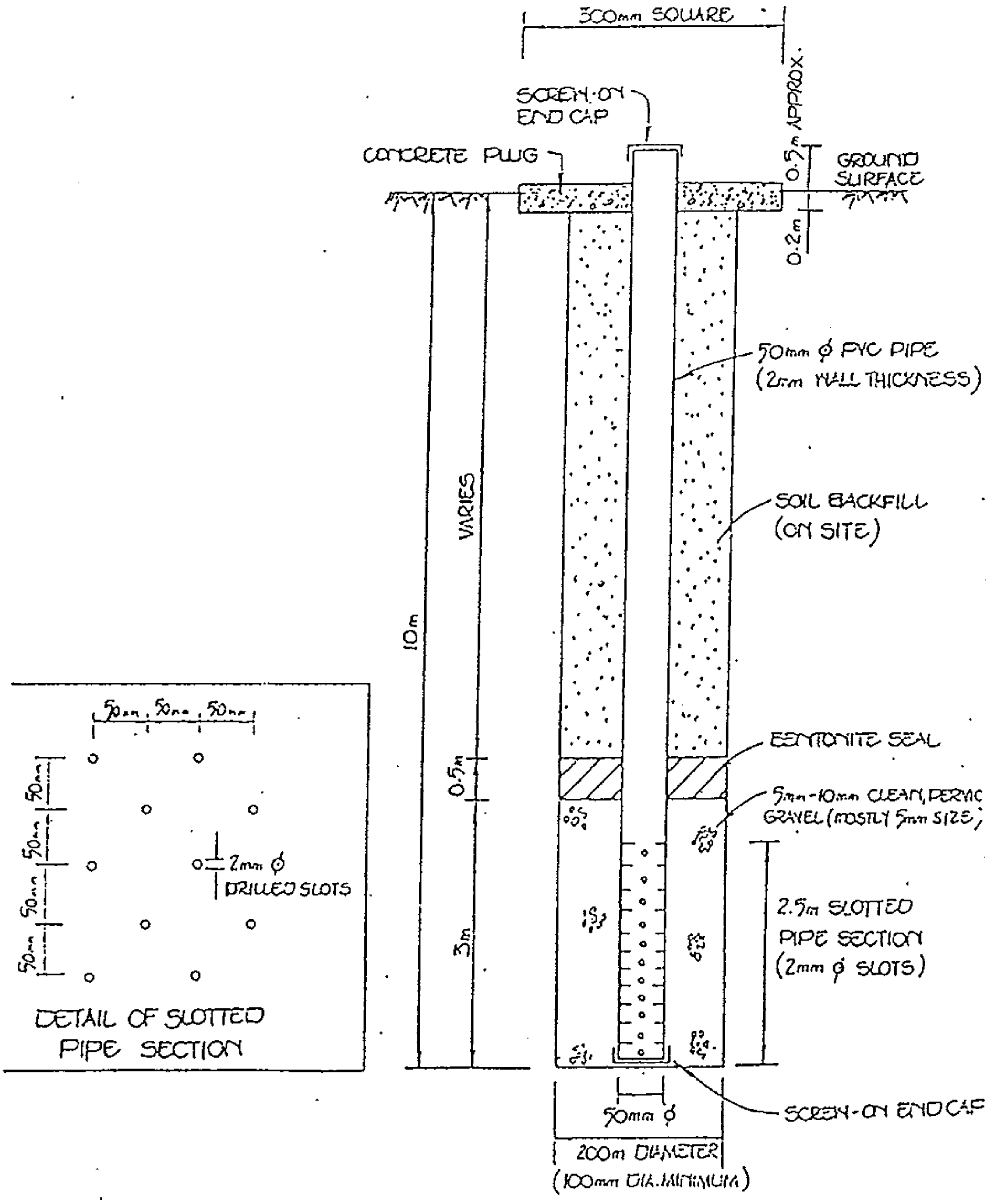
เพราะฉะนั้นรวมตัวอย่างเจาะแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณและรอบๆที่กำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบในระดับความลึก 5 เมตร จำนวน 8 ตัวอย่าง ในระดับความลึก 10 เมตรจำนวน 9 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง



ภาพประกอบ 4 แผนที่แสดงบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะ ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา



ภาพประกอบ 5 แผนที่แสดงที่ตั้งจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำ



ภาพประกอบ 6 ภาพตัดขวางลักษณะบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ

3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อตรวจสอบบริเวณและรอบๆที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา แบ่งเป็น 2 ช่วง เริ่มจากเดือน พฤศจิกายน ถึงเดือน ธันวาคม 2538 (ช่วงฤดูฝน) และเดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือน มีนาคม 2539 (ช่วงฤดูแล้ง) โดยมีความถี่ในการเก็บตัวอย่างเดือนละครั้งรวม 4 ครั้งการเก็บตัวอย่างขึ้นอยู่กับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการวัดโดยแยกเก็บเป็น 2 ชุด คือ

ชุดที่ 1 สำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ สี (Color) ความขุ่น (Turbidity) ความกระด้าง (Hardness) เหล็ก (Iron) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen) ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) บีโอดี (BOD_5) เก็บตัวอย่างมาครั้งละ 3,500 มล.

ชุดที่ 2 สำหรับการวิเคราะห์ทางแบคทีเรีย ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Faecal Coliform bacteria) เก็บตัวอย่างน้ำมาครั้งละประมาณ 100 มล. ต่อหนึ่งตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างน้ำแต่ละครั้ง ทำการวิเคราะห์ทันทีที่สถานที่เก็บตัวอย่างสำหรับพารามิเตอร์บางชนิด เช่น อุณหภูมิ (Temperature) และความเป็นกรด-เบส (pH) ส่วนพารามิเตอร์ที่ไม่สามารถวิเคราะห์ทันทีเพราะต้องทำการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ การเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพและต้องใช้เวลาในการขนส่งให้น้อยที่สุด สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากพื้นที่บริเวณที่เก็บน้ำตัวอย่างถึงห้องปฏิบัติการใช้เวลา 1 ชั่วโมง จึงต้องเก็บรักษาตัวอย่างน้ำโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในภาชนะแช่เย็นและเมื่อถึงห้องปฏิบัติการก็นำมาวิเคราะห์ทางด้านแบคทีเรียและทางด้านเคมีทันที

3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างน้ำที่เก็บจากทุกจุดและทุกเดือน นำมาวิเคราะห์ตามลักษณะดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

อุณหภูมิ(Temperature)วัดจากตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบ่อตรวจสอบโดยใช้ pH sensor จากเครื่อง check: mate จุ่มวัดทันทีที่สถานที่เก็บตัวอย่าง อ่านค่าแล้วบันทึกผล

พีเอช (pH) วัดจากตัวอย่างน้ำที่เก็บจากบ่อตรวจสอบโดยใช้ pH meter (pH sensor) จากเครื่อง check: mate จุ่มวัดทันทีที่สถานที่เก็บตัวอย่าง อ่านค่าแล้วบันทึกผล

สี (Color) วัดจากตัวอย่างน้ำที่เก็บสำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีประมาณ 50 มล.ทำการวัดสีปรากฏ โดยใช้ Visual method ทำการวัดในห้องปฏิบัติการอ่านผลแล้วบันทึกผลที่ได้

ความขุ่น (Turbidity) วัดจากตัวอย่างน้ำที่เก็บสำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพและ เคมี ประมาณ 30 มล.โดยใช้เครื่อง Turbidimeter ทำการวัดในห้องปฏิบัติการ อ่านผลแล้วบันทึกผลที่ได้

3.4.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

ความกระด้าง (Hardness) โดยนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์โดยวิธี EDTA Titrimetric method (APHA, AWWA, WPCH, 1985) รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 114

เหล็ก (Iron) โดยนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์โดยวิธี Phenanthroline method (APHA, AWWA, WPCH, 1985) รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 115

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia nitrogen) โดยนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์โดย วิธี Nesslerization (APHA, AWWA, WPCH, 1985) รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 116

ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate nitrogen) โดยนำมาตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์โดย วิธี Cadmium Reduction method (APHA, AWWA, WPCH, 1985) รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 117

บีโอดี (BOD_5) โดยนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์โดยวิธี Azide Modification method (APHA, AWWA, WPCH, 1985) รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 120

3.4.3 การวิเคราะห์ทางแบคทีเรีย

โดยใช้เทคนิคในการวิเคราะห์แบบ Multiple tube fermentation Technique การตรวจวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียมี 3 ขั้นตอน คือ การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive test) การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test) และการ

ตรวจสอบขั้นสมบูรณ์(Completed test)โดยทั่วไปการปฏิบัติมักนิยมปฏิบัติเฉพาะขั้นตอนแรกและขั้นตอนยืนยันเท่านั้น(กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2535) โดยนำผลขั้นตอนยืนยันมาอ่านค่า MPN (Most Probable Number Technique) จากตารางดัชนี MPN และรายงาน MPN/100 ml มีขั้นตอนและวิธีปฏิบัติดังภาคผนวก ค หน้า 124 ส่วนการวิเคราะห์ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียใช้อุปกรณ์เช่นเดียวกับการตรวจวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2535) รายละเอียดภาคผนวก ค หน้า 125

สำหรับค่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ที่ไม่สามารถอ่านค่าได้จากตารางดัชนี MPN สามารถหาได้โดยวิธีคำนวณทางคณิตศาสตร์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$$\text{MPN/100ml} = \frac{\text{จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก X100}}{\sqrt{\text{มล.ของตัวอย่างน้ำในหลอดที่ให้ผลลบ X มล.ของตัวอย่างน้ำในหลอดทั้งหมด}}}$$

3.5 การตรวจสอบระดับน้ำใต้ดิน

วัดระดับน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำของแต่ฤดูกาล โดยใช้อุปกรณ์สำรวจระดับความสูงต่ำของพื้นที่ และใช้ประทุ่นในการวัดระดับน้ำใต้ดินจากเกณฑ์มาตรฐานของระดับน้ำทะเลปานกลาง

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลโดยทั่วไปใช้

1) ตาราง กราฟ ร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย (x)

2) การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างตัวแปรระดับความลึกของบ่อตรวจสอบกับฤดูกาล ใช้งานทดลองแบบแฟกตอเรียล (Factorail Experiment)

3) ส่วนการทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ซึ่งมีตัวแปรที่ทำการทดสอบคือ ระดับความลึก ฤดูกาล และระยะห่างของกลุ่มบ่อตรวจสอบ ใช้การทดสอบโดยสถิติค่า Independent t-test

บทที่ 3

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดิน บริเวณที่กำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จากจุดเก็บตัวอย่างของบ่อตรวจสอบน้ำในระดับความลึก 10 เมตร (จุด a) และ 5 เมตร (จุด b) จำนวน 9 และ 8 ตัวอย่างตามลำดับ รวมจำนวน 17 ตัวอย่าง 4 ครั้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 นำมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าทางกายภาพสี ความขุ่น ความกระด้าง เหล็ก แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน บีโอดี โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย รวมทั้งศึกษาระดับความลึกของน้ำใต้ดิน มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดิน

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่าง 9a ซึ่งเป็นจุดที่มีลักษณะโครงสร้างของบ่อตรวจสอบไม่เป็นไปตามแบบแปลนที่ได้กำหนด ตามภาพประกอบ กล่าวคือ ปลายเปิดด้านบนของบ่อตรวจสอบอยู่ในระดับเดียวกับผิวดิน และฝาครอบปิดบ่อตรวจสอบหลวม จึงเป็นจุดที่น้ำใต้ดิน ได้รับการปนเปื้อนมลสารจากผิวดินได้โดยเฉพาะในฤดูฝนซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจุดนี้ ไม่สามารถนำมาเป็นตัวแทนของจุดดังกล่าวได้ ผู้วิจัยจึงไม่นำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

1.1 คุณภาพน้ำด้านกายภาพ

1.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยรวมที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 29.6 องศาเซลเซียส และที่ระดับความลึก 5 เมตร มีค่าเท่ากับ 29.5 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร เท่ากับ 29.3 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร เท่ากับ 29.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำใต้ดินจาก

บ่อตรวจสอบทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องมาจากอุณหภูมิของน้ำขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศภายนอก โดยอุณหภูมิอำเภอเมืองสงขลา ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา (2504 - 2533) อยู่ระหว่าง 24.1 - 31.4 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2534) อุณหภูมิของน้ำในพื้นที่ดังกล่าวจะไม่แตกต่างกันมากนักตลอดทั้งปี ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2538 ถึงเดือน มีนาคม 2539

จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	29.2	29.3	29.3	1b	29.1	29.7	29.4
2a	30.0	30.6	30.3	2b	-	-	-
3a	29.4	30.2	29.8	3b	29.1	29.0	29.1
4a	29.4	30.4	29.9	4b	29.6	30.0	29.8
5a	30.5	30.6	30.6	5b	30.8	30.0	30.6
6a	29.7	29.2	29.4	6b	30.1	29.2	29.6
7a	28.2	28.6	28.3	7b	27.9	28.6	28.2
8a	28.9	29.2	29.0	8b	29.0	30.0	29.5
9a	29.8	30.7	30.3	9b	29.1	30.5	29.8
$\bar{X}^{*}$	29.4	29.8	29.6	$\bar{X}$	29.3	29.6	29.5

หมายเหตุ จุด 9a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ยของทุกพารามิเตอร์
จุด 2b ไม่สามารถขุดเจาะบ่อตรวจสอบได้
ฤดูฝน (เก็บตัวอย่างน้ำ เดือน พฤศจิกายน 2538 - ธันวาคม 2538)
ฤดูแล้ง (เก็บตัวอย่างน้ำ เดือน กุมภาพันธ์ 2539 - มีนาคม 2539)

1.1.2 พีเอช

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่า ค่าพีเอช เฉลี่ยรวมเท่ากับ 7.1 และ 6.7 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 5 เมตร มีค่าเท่ากับ 6.3 และค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 7.3 น้ำจากจุดเก็บตัวอย่าง ค่าพีเอช ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง

ในสภาพเป็นกรดอ่อนและด่างอ่อน ดังแสดงในตาราง 6 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีที่เกิดขึ้นภายในกองขยะที่ถูดอัดแน่นอยู่ในดิน จากการย่อยสลายของอินทรียสาร ในระยะแรกๆ ที่มีออกซิเจนปนอยู่ก็จะย่อยสลายแบบ aerobic ต่อจากนั้นเมื่อออกซิเจนได้ถูกใช้หมดไปแล้ว การย่อยสลายจะเปลี่ยนเป็นแบบ anaerobic ซึ่งจะทำให้เกิดกรดอินทรีย์ (Organic Acid) มากขึ้น จึงทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ หลังจากนั้นกรดอินทรีย์จะทำปฏิกิริยากับพวกโลหะ ทำให้เกิด Metallicions และเกลือ ละลายลงไปในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ที่ผสมอยู่ในน้ำ มีผลทำให้เกิดการละลายของสารแคลเซียมและแมกนีเซียมทำให้น้ำจากกองขยะมีความเป็นด่างอ่อนๆ เกิดขึ้น (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์, 2531)

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอช ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2538 ถึงเดือน มีนาคม 2539

จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	7.6	7.1	7.4	1b	7.9	7.1	7.5
2a	6.8	6.4	6.6	2b	-	-	-
3a	7.4	7.2	7.3	3b	7.5	6.4	6.9
4a	7.5	7.0	7.3	4b	7.7	6.8	7.2
5a	6.5	6.0	6.3	5b	6.1	7.9	6.5
6a	8.0	7.7	7.8	6b	7.3	6.7	7.0
7a	7.6	6.8	7.2	7b	7.0	5.6	6.3
8a	7.2	6.0	6.6	8b	6.6	5.4	6.0
9a	6.3	6.2	6.3	9b	6.4	5.7	6.
*X	7.3	6.8	7.1	X	7.2	6.3	6.7

หมายเหตุ *จุด 9 a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ยเนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสารจากภายนอก

1.1.3 ค่าทางกายภาพสี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตรและ 5 เมตร พบว่าค่าทางกายภาพสีปรากฏมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยมีค่าเฉลี่ย

รวมเท่ากับ 61.3 แพลตตินัมโคบอลท์ และ 610.3 แพลตตินัมโคบอลท์ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตรมีค่าเท่ากับ 60 แพลตตินัมโคบอลท์ และค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 5 เมตร มีค่าเท่ากับ 745.3 แพลตตินัมโคบอลท์ ค่าเฉลี่ยของสีปรากฏของบ่อตรวจสอบในฤดูแล้งทั้งในระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร มีค่าสูงสุดกว่าในฤดูฝนที่ระดับความลึกเดียวกัน และที่ระดับความลึก 5 เมตรจะมีค่าเฉลี่ยของสีปรากฏสูงกว่าในระดับความลึก 10 เมตรทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยเฉพาะจุดเก็บตัวอย่างที่ 4b และ 5b ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ติดกับถนนทางทิศใต้ของพื้นที่ฝังกลบ และติดกับถนนด้านตะวันออกของพื้นที่ฝังกลบตามลำดับดังแสดงในตาราง 7 เป็นการชี้ให้เห็นว่ามลสารประเภทต่างๆในน้ำใต้ดินนี้จะแปรผันไปตามฤดูกาล โดยอิทธิพลของฝนจะมีส่วนทำให้น้ำเสียเจือจางลงในขณะหน้าแล้งหลังหน้าฝนจะมีการหมักสารอินทรีย์จากกองขยะทำให้น้ำเสียทวีความรุนแรงมากขึ้น (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2525)

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าทางกายภาพสี (แพลตตินัมโคบอลท์) ตั้งแต่เดือน
พฤศจิกายน 2538 ถึง มีนาคม 2539

จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	30.0	47.5	38.8	1b	27.5	25.0	26.3
2a	137.5	175.0	156.3	2b	-	-	-
3a	112.5	27.5	70.0	3b	625.0	625.0	625.0
4a	22.5	20.0	21.3	4b	750.0	1875.0	1312.5
5a	20.0	80.0	50.0	5b	875.0	1000.0	937.0
6a	40.0	50.0	45.0	6b	125.0	312.5	218.8
7a	62.5	52.5	57.5	7b	450.0	500.0	475.0
8a	55.0	47.5	51.3	8b	325.0	250.0	287.5
9a	37.5	37.5	37.5	9b	625.0	1375.0	1000.0
*X	60.0	62.5	61.3	X	475.3	745.3	610.30

หมายเหตุ *จุด 9 a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ยเนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสารจากภายนอก

1.1.4 ความขุ่น

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่าความขุ่นในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 46.4 NTU และ 206.0 NTU ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 40.1 NTU และค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร มีค่าเท่ากับ 224.0 NTU ค่าเฉลี่ยความขุ่นของบ่อตรวจสอบน้ำใต้ดินปรากฏว่าในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งและค่าเฉลี่ยความขุ่นในระดับความลึก 5 เมตร มีค่าสูงสุดกว่าระดับความลึก 10 เมตร เนื่องจากฤดูฝนเกิดการชะล้างของขยะตะกอนและสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในดินลงสู่น้ำใต้ดินได้มากกว่าในช่วงฤดูแล้ง ส่วนในระดับความลึก 10 เมตรมีค่าความขุ่นน้อยกว่าที่ระดับความลึก 5 เมตร เนื่องจากที่ระดับความลึก 10 เมตร มีการกรองจากดินและทรายได้มากกว่า ค่าเฉลี่ยของความขุ่นต่ำสุดในจุดเก็บตัวอย่าง 6a ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18.8 NTU เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่าง 6a เป็นจุดในระดับความลึก 10 เมตรอยู่ห่างจากบริเวณฝังกลบไปทางทิศตะวันออก 200 เมตร และลักษณะดินในจุดนี้เป็นลักษณะดินทรายละเอียดและดินตะกอนปนทรายและดินเหนียวปนทราย จึงทำให้มีการกรองได้ดี และค่าความขุ่นจึงต่ำกว่าจุดอื่น ส่วนค่าเฉลี่ยของความขุ่นสูงคือค่าในจุดเก็บตัวอย่าง 7b ซึ่งมีค่าเท่ากับ 345.5 NTU เป็นจุดเก็บตัวอย่างระดับความลึก 5 เมตร อยู่บริเวณถนนด้านในของที่ฝังกลบขยะจึงได้รับผลกระทบโดยตรง และจุดเก็บตัวอย่าง 9b มีค่าเท่ากับ 352.5 NTU เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 5 เมตร ซึ่งจุดนี้อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ฝังกลบขยะ โดยได้รับอิทธิพลจากน้ำล้างรถขยะของเทศบาลด้วย ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความขุ่น (NTU) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงมีนาคม 2539

จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	48.0	73.0	60.5	1b	30.0	14.5	22.3
2a	102.5	36.5	69.5	2b	-	-	-
3a	56.0	16.0	36.0	3b	259.0	151.5	205.3
4a	39.0	24.5	31.8	4b	362.5	262.5	312.5
5a	60.5	51.5	55.8	5b	295.0	200.0	247.5
6a	21.0	16.5	18.8	6b	100.0	75.0	87.5
7a	58.5	66.5	62.5	7b	195.0	496.0	345.5
8a	36.0	36.5	36.5	8b	85.5	64.0	74.8
9a	33.0	28.5	30.8	9b	465.0	240.0	352.5
*X	52.7	40.1	46.4	X	224.0	187.9	206.0

หมายเหตุ *จุด 9 a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ยเนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสารจากภายนอก

1.2 คุณภาพน้ำด้านเคมี

1.2.1 ความกระด้าง

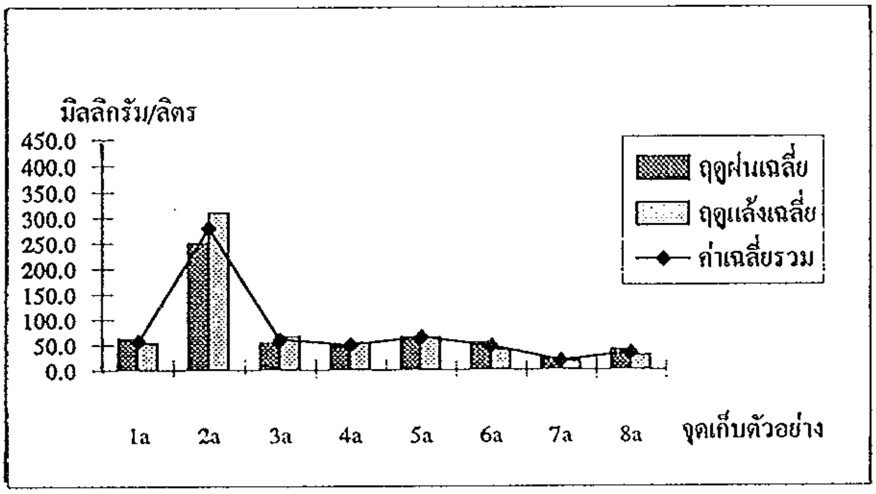
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่าค่าเฉลี่ยความกระด้างเฉลี่ยรวมเท่ากับ 76.6 และ 132.9 mg/l as $CaCO_3$ ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.4 mg/l as $CaCO_3$ และค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร มีค่าเท่ากับ 134.0 mg/l as $CaCO_3$ ค่าความกระด้างเฉลี่ยของฤดูฝนมีค่าใกล้เคียงกับในฤดูแล้งที่ระดับความลึกเดียวกัน สาเหตุอาจจะมาจากระยะเวลาการเก็บตัวอย่างมีฝนตกโปรยปราย ซึ่งในน้ำฝนจะมีคาร์บอนไดออกไซด์หรือในดินมีคาร์บอนไดออกไซด์จึงเกิดการรวมตัวกับน้ำเกิดกรดเป็นกรดคาร์บอนิค ซึ่งภายใต้สภาวะที่มีพีเอชต่ำนี้ พวก Basic Material โดยเฉพาะพวกหินปูน เช่น $CaCO_3$ และ $MgCO_3$ จะถูกละลายได้ดีจึงทำให้ค่าความกระด้างในฤดูฝนไม่แตกต่างกันมากนักกับฤดูแล้ง จากผลการวิเคราะห์ความกระด้างจุดที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ฝังกลบขยะจะมีมลสารประเภทนี้สูงกว่าจุดอื่น ๆ ดังแสดงในตาราง 9 และภาพประกอบ 7

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงมีนาคม 2539

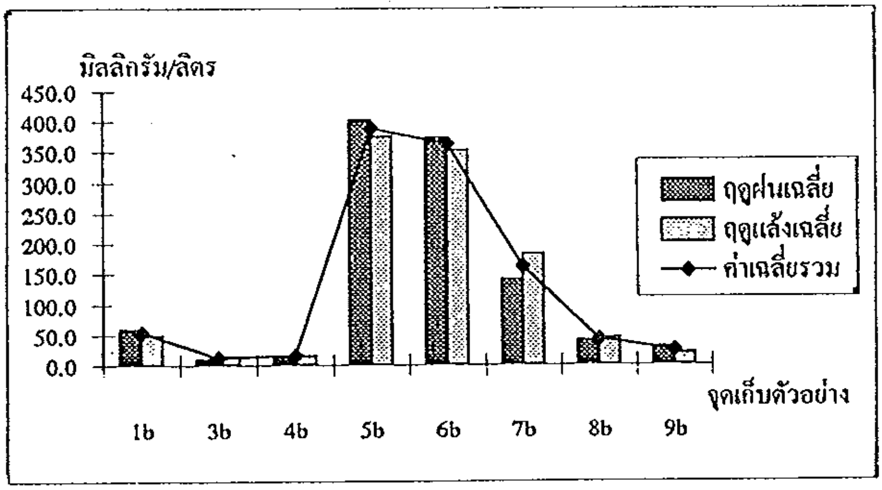
จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	62.0	52.0	57.0	1b	59.0	49.0	54.0
2a	250.0	310.0	280.0	2b	-	-	-
3a	54.0	66.0	60.0	3b	9.5	14.0	11.8
4a	46.5	54.0	50.3	4b	16.0	15.0	15.5
5a	65.5	64.0	64.8	5b	402.5	375.0	388.8
6a	55.0	39.5	47.3	6b	374.0	353.0	363.5
7a	22.0	16.0	19.0	7b	141.0	182.5	161.8
8a	40.5	28.0	34.3	8b	40.0	45.0	42.5
9a	63.0	72.0	67.5	9b	30.0	19.5	24.8
*X	74.4	78.7	76.6	X	134.0	131.7	132.9

หมายเหตุ *จุด 9 a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย เนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสารจากภายนอก

ที่ระดับความลึก 10 เมตร



ที่ระดับความลึก 5 เมตร



ภาพประกอบ 7 ค่าความกระด้างที่วิเคราะห์ในน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร

1.2.2 เหล็ก

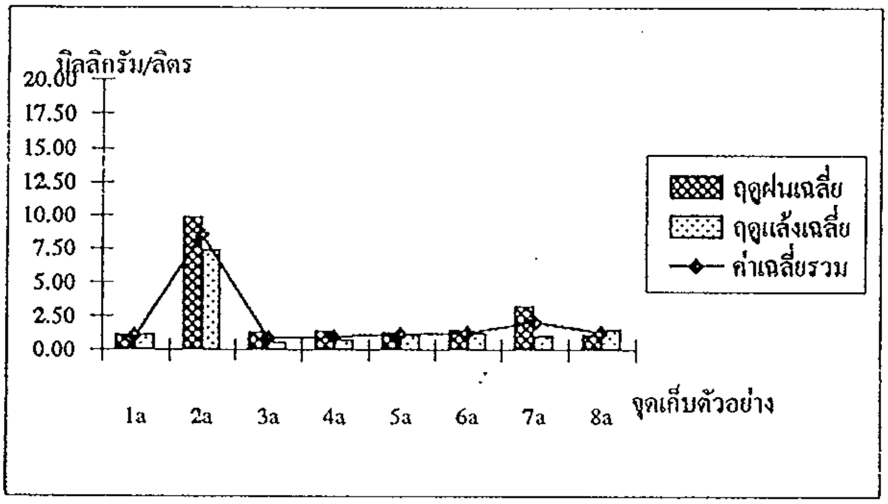
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่าค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 2.17 mg/l และ 8.15 mg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 1.79 mg/l และค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร มีค่าเท่ากับ 9.58 mg/l ค่าของปริมาณเหล็กเฉลี่ยของบ่อตรวจสอบน้ำใต้ดินในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง สาเหตุน่าจะเกิดจากในน้ำฝนจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อละลายน้ำจะให้กรดคาร์บอนิคซึ่งมีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ และไหลซึมผ่านชั้นดินที่มีเหล็ก จะทำปฏิกิริยากับเหล็กในรูปไม่ละลายน้ำ เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ เมื่อน้ำที่มีเหล็กละลายอยู่ไหลสู่ใต้ดิน ทำให้ปริมาณเหล็กในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525) ค่าปริมาณเหล็กสูงสุดคือจุดเก็บตัวอย่าง 5b ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 13.13 mg/l เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่าง 5b ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของแนวถนนที่ติดกับที่ฝังกลบขยะในปัจจุบันทำให้น้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนจากมลสารอินทรีย์มาก เมื่อเกิดการย่อยสลายของสารเหล่านี้ก็จะทำให้ปริมาณออกซิเจนถูกใช้หมดไปในที่สุดก็จะเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนในสภาวะเช่นนี้ จะทำให้เหล็กถูกปล่อยออกมาจากแร่องค์ประกอบของดินได้มาก (Lawrence, et al, 1994) และจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้จุดฝังกลบขยะจะมีเหล็กสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ห่างออกไป ดังตาราง 10 และภาพประกอบ 8

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์เหล็ก (mg/l) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือน มีนาคม 2539

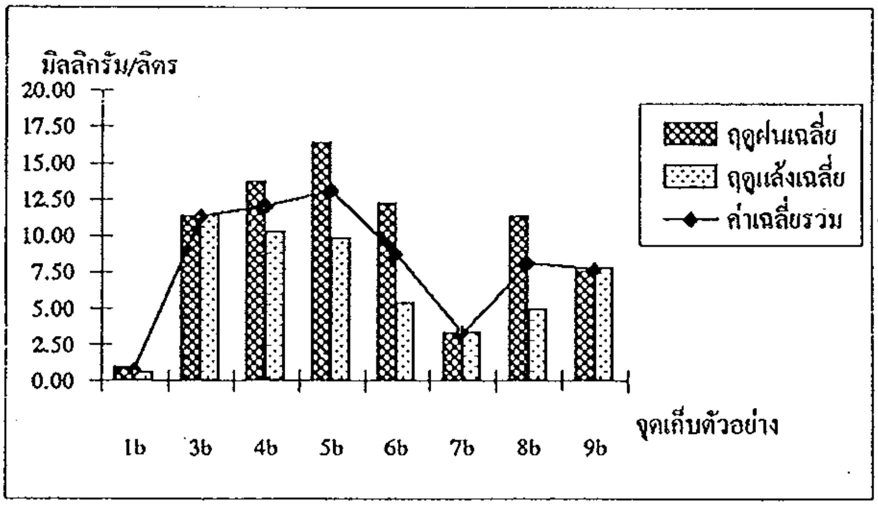
จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	1.07	1.09	1.08	1b	0.94	0.55	0.75
2a	9.74	7.34	8.54	2b	-	-	-
3a	1.27	0.55	0.91	3b	11.33	11.37	11.35
4a	1.33	0.69	1.01	4b	13.74	10.23	11.99
5a	1.31	1.10	1.21	5b	16.42	9.84	13.13
6a	1.45	1.15	1.30	6b	12.16	5.36	8.76
7a	3.18	0.98	2.08	7b	3.28	3.33	3.30
8a	1.06	1.44	1.25	8b	11.28	4.91	8.09
9a	1.51	0.59	1.05	9b	7.47	7.80	7.63
*X	2.55	1.79	2.17	X	9.58	6.68	8.13

หมายเหตุ *จุด 9 a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย เนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสารจากภายนอก

ที่ระดับความลึก 10 เมตร



ที่ระดับความลึก 5 เมตร



ภาพประกอบ 8 ค่าเหล็กที่วิเคราะห์จากน้ำใต้ดิน ที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร

1.2.3 แอมโมเนีย - ไนโตรเจน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่า แอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 5.88 mg-N/l และ 17.19 mg-N/l ตามระดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 5.12 mg-N/l และค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร มีค่าเท่ากับ 21.45 mg-N/l น้ำใต้ดินในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ติดกับพื้นที่ฝังกลบขยะคือจุดเก็บตัวอย่าง2a, 5b, 6b และ 7b จะมีค่าสูงกว่าจุดอื่น ๆ ที่อยู่ห่างจากจุดฝังกลบโดยจุดเก็บตัวอย่าง 5b จะมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 61.23 mg-N/l ดังภาพประกอบ 9 ทั้งนี้เพราะน้ำที่ผ่านจากการชะล้างของขยะสู่ดินมีสารอินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการออกซิไดส์เป็นองค์ประกอบอยู่สูง ทำให้ออกซิเจนถูกใช้ไปอย่างรวดเร็ว และเมื่อออกซิเจนถูกใช้ไปหมดก็จะทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจนซึ่งจะยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้แอมโมเนีย-ไนโตรเจนสามารถคงรูปในน้ำใต้ดินได้เป็นเวลานาน และพบได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับไนโตรเจนรูปอื่นซึ่งกระบวนการปลดปล่อยแอมโมเนีย (Amonium release) ดังปฏิกิริยา (Sheryl et al., 1994)

$$Urea[CO(NH_3)_2] + H_2O \rightarrow 2\ NH^+_4 + CO_2$$

นอกจากนี้ จุลินทรีย์ยังสามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียและไนเตรทโดยผ่านกระบวนการมินเนอรัลไลเซชัน (mineralization) ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการย่อยสลายของโปรตีนโพลีเปปไทด์ กรดอะมิโน กรดนิวคลีอิก และสารประกอบอินทรีย์ชนิดอื่น ดังปฏิกิริยา

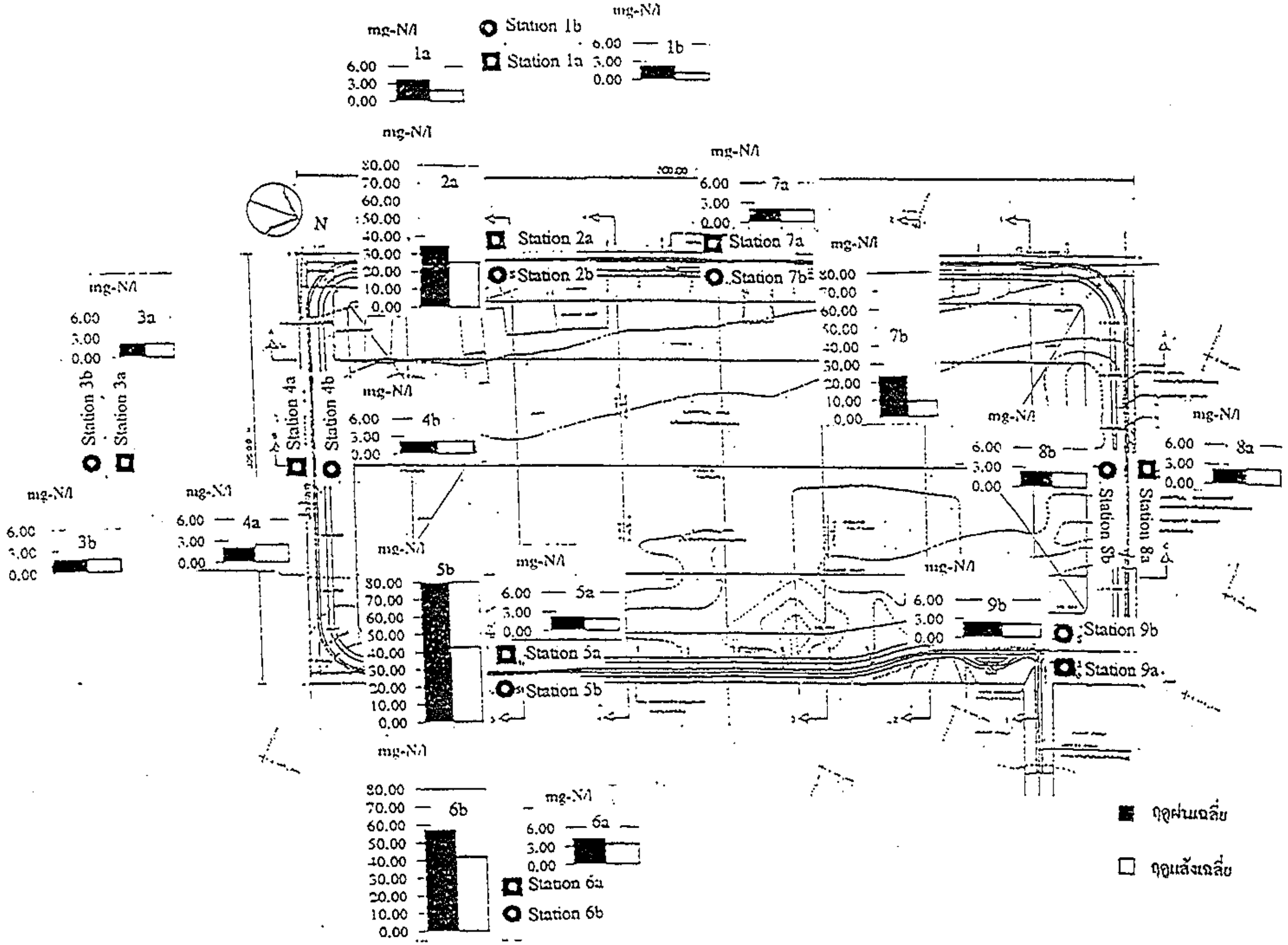
$$\text{Amino acid} + H_2O \rightarrow 2\ NH^+_4 + \text{Organic compounds}$$

ถ้าพิจารณาถึงระดับความลึกของน้ำใต้ดินพบว่า ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในระดับความลึก 10 เมตร จะมีค่าต่ำกว่าที่ระดับความลึก 5 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อแอมโมเนียมเคลื่อนที่ผ่านชั้นดินและน้ำแอมโมเนียส่วนหนึ่งก็จะถูกดูดซึมไว้โดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุบวกซึ่งเป็นกระบวนการทางเคมีฟิสิกส์ที่สำคัญของดินและชั้นหินอุ้มน้ำที่เกี่ยวข้องกับการมีคุณสมบัติเป็นสารคอลลอยด์ (Colloids) ของอนุภาคดินเหนียวที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ทำให้พบแอมโมเนียมไนโตรเจนในน้ำใต้ดินลดลง

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (mg-N/l) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือน มีนาคม 2539

จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	3.71	1.85	2.78	1b	2.30	1.16	2.23
2a	34.86	25.26	30.06	2b	-	-	-
3a	2.33	2.14	2.23	3b	1.88	1.80	1.84
4a	2.09	2.43	2.26	4b	2.19	2.06	2.12
5a	2.22	1.87	2.04	5b	79.81	42.65	61.23
6a	4.21	3.25	3.73	6b	57.08	41.84	49.46
7a	2.12	1.84	1.98	7b	23.37	8.64	16.00
8a	2.25	2.30	1.97	8b	2.43	2.20	2.31
9a	3.52	2.53	3.03	9b	2.54	2.07	2.30
*X	6.72	5.12	5.88	X	21.45	12.93	17.19

หมายเหตุ *จุด 9 a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย เนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสาร จากภายนอก



ภาพประกอบ 9 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่วิเคราะห์จากน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร

1.2.4 ไนเตรท-ไนโตรเจน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่า ไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ 0.053 mg-N/l และ 0.092 mg-N/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 0.045 mg-N/l ค่าเฉลี่ยรวมของไนเตรท-ไนโตรเจนในระดับความลึก 10 เมตร มีค่าต่ำกว่าที่ระดับความลึก 5 เมตรเล็กน้อย สาเหตุเนื่องจากการกรองทางกายภาพ การละลาย การดูดซับ และการออกซิเดชันทางเคมีตลอดถึงไนเตรท-ไนโตรเจนส่วนหนึ่งถูกเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซไนโตรเจนโดยการทำงานของจุลินทรีย์พวกดีไนตริฟายอิงแบคทีเรียซึ่งเป็นแบคทีเรียในตระกูลต่าง ๆ ได้แก่ Pseudomnas Bacillus และ Paracocus โดยผ่านกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น ในสภาพปกติดีไนตริฟายอิงแบคทีเรียจะเป็นพวกที่หายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจน ในน้ำใต้ดินที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์จนออกซิเจนถูกใช้ แบคทีเรียพวกนี้ก็ใช้ไนเตรทเป็นตัวรับอิเลคตรอน ทำให้ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำใต้ดินลดลงได้ดังปฏิกริยา

$$4NO_3^- + 5CH_2O + 4H^+ \rightarrow 2N_2 + 5CO_2 + 7H_2O$$

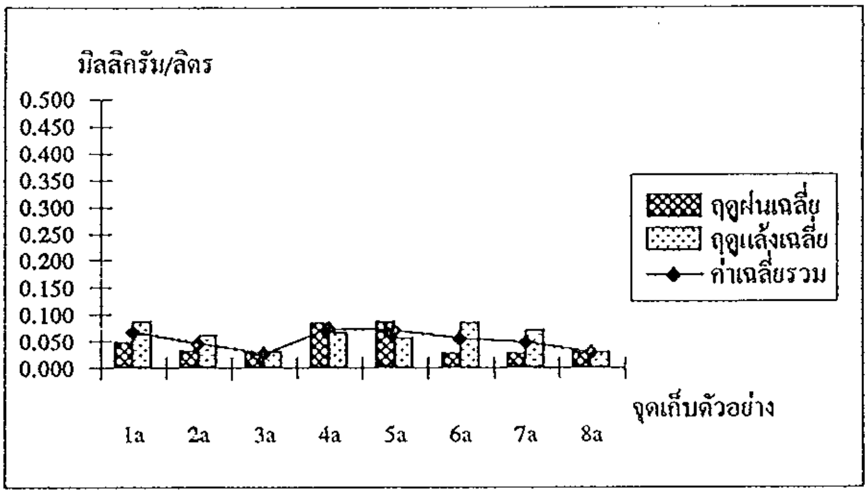
ทั้งนี้พบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนของจุดเก็บตัวอย่าง 3b และ 5b มีค่ามากกว่าจุดอื่น ๆ คือเท่ากับ 0.327 และ 0.154 mg-N/l ตามลำดับ เนื่องจากบริเวณจุด 3b ดินมีลักษณะดินทรายละเอียดและดินตะกอนปนทรายละเอียด (ภาคผนวก ข) ซึ่งเป็นดินมวลหยาบที่มีลักษณะเม็ดดินขนาดใหญ่กว่า 0.074 มิลลิเมตรขึ้นไป ซึ่งเป็นดินที่ไม่มีแรงเหนี่ยวนำระหว่างผิวของเม็ดดิน (มานะ อภิพัฒนะมนตรี, 2529) จึงทำให้มีการปนเปื้อนของน้ำที่ไปดูดซึมได้ง่ายและเร็วกว่า และจุดเก็บตัวอย่าง 5b เป็นจุดที่อยู่ติดกับบริเวณฝังกลบขยะซึ่งสอดคล้องกับค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่มีค่าสูงกว่าจุดอื่น ๆ เช่นเดียวกัน ดังแสดงในตาราง 12 และภาพประกอบ 10

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ไนเตรท - ไนโตรเจน(mg-N/l) ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2538 ถึงเดือน มีนาคม 2539

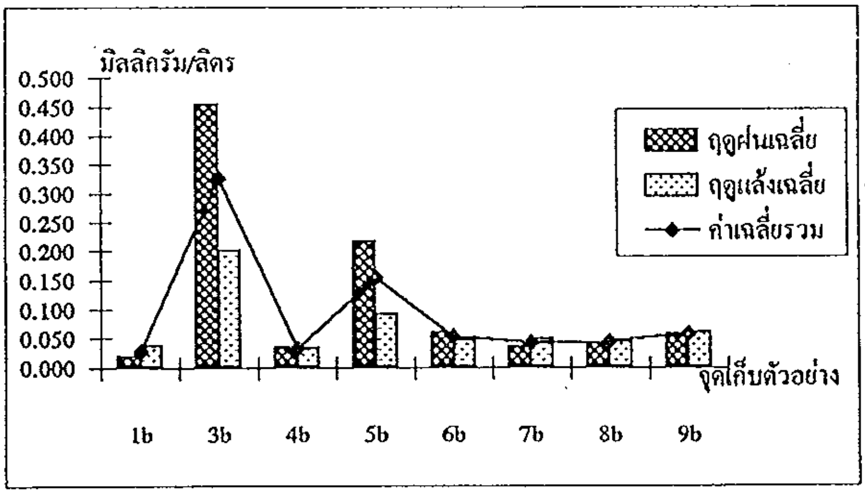
จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	0.048	0.087	0.067	1b	0.019	0.037	0.028
2a	0.031	0.060	0.046	2b	-	-	-
3a	0.027	0.029	0.028	3b	0.453	0.201	0.327
4a	0.083	0.066	0.074	4b	0.036	0.032	0.034
5a	0.086	0.055	0.070	5b	0.217	0.091	0.154
6a	0.028	0.083	0.056	6b	0.059	0.047	0.053
7a	0.028	0.071	0.049	7b	0.035	0.049	0.041
8a	0.030	0.030	0.030	8b	0.043	0.045	0.044
9a	0.130	0.065	0.098	9b	0.058	0.059	0.058
*X	0.045	0.030	0.053	X	0.115	0.070	0.092

หมายเหตุ *จุด 9a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย เนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสารจากภายนอก

ที่ระดับความลึก 10 เมตร



ที่ระดับความลึก 5 เมตร



ภาพประกอบ 10 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนที่วิเคราะห์จากน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร

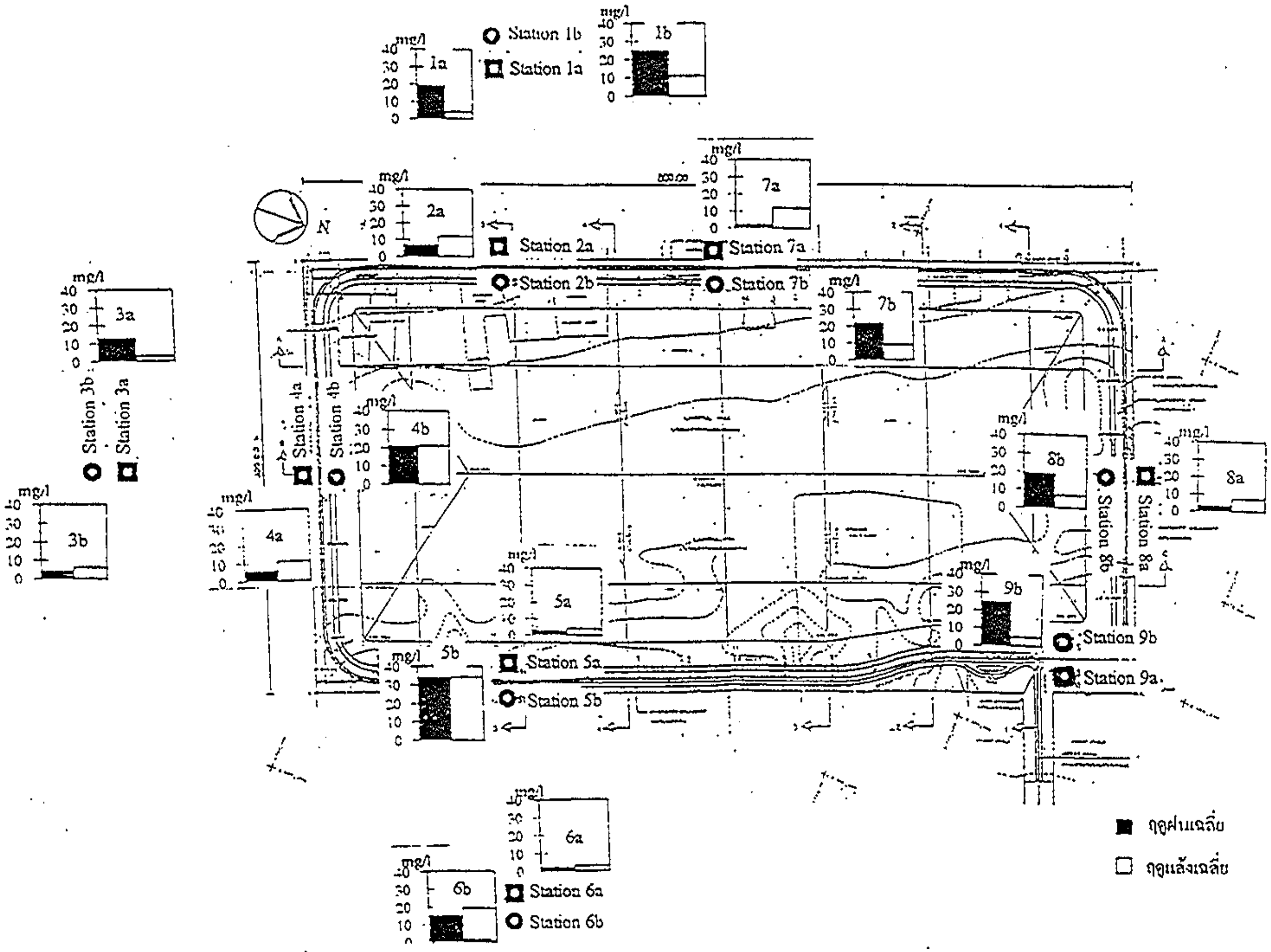
1.2.5 บีโอดี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 7 mg/l และ 17 mg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 7 mg/l และค่าเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร มีค่าเท่ากับ 21 mg/l ค่าบีโอดีเฉลี่ยในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง และที่ระดับความลึก 10 เมตร มีบีโอดีต่ำกว่าในระดับความลึก 5 เมตร ดังภาพประกอบ 11 ทั้งนี้เนื่องจากการปนเปื้อนในน้ำใต้ดินด้วยสารอินทรีย์ลดลงซึ่งเกิดจากการกรองทางกายภาพ การละลาย การดูดซับ และการออกซิเดชันทางเคมี นอกจากนี้จุลินทรีย์ในดินยังทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์สำหรับการสร้างเซลล์และการหายใจโดยผ่านกระบวนการออกซิเดชันทางชีวเคมีอันถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการกำจัดสารอินทรีย์ออกจากน้ำใต้ดิน ค่าเฉลี่ยของบีโอดีจุดเก็บตัวอย่าง 5b มีค่าสูงสุดเท่ากับ 34 mg/l เนื่องมาจากจุดเก็บตัวอย่างดังกล่าวติดกับบริเวณที่ฝังกลบขยะในปีปัจจุบันซึ่งยังเป็นขยะใหม่ ๆ (Recent Waste) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Robinson และ Maris (1985) ซึ่งพบว่าน้ำชะล้างขยะจากการทิ้งขยะใหม่ ๆ จะมีค่าบีโอดีสูงกว่าขยะที่สะสมอยู่เป็นเวลานาน (Aged Waste) สำหรับจุดตัวอย่าง 2a มีค่าสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่าง 3b ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง 2a อยู่ติดกับแนวถนนบริเวณฝังกลบขยะทางด้านทิศตะวันตก และดินมีลักษณะเป็นดินทรายละเอียด และดินตะกอนปนทรายละเอียด (ตามภาคผนวก ข) ทำให้มีความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ได้น้อยกว่าดินเหนียว เพราะดินทรายจะดูดซึมโมเลกุลของสารเหล่านี้ได้น้อยกว่านั่นเอง (Chresinoff et al., 1984)

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์บีโอดี (mg/l) ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2538 ถึงเดือน มีนาคม 2539

จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	19	4	12	1b	25	11	18
2a	7	12	10	2b	-	-	-
3a	13	3	8	3b	4	6	5
4a	6	11	9	4b	21	21	21
5a	3	4	4	5b	34	34	34
6a	2	3	3	6b	15	19	17
7a	2	12	7	7b	22	9	16
8a	3	7	5	8b	19	7	13
9a	5	5	5	9b	25	5	15
X	7	7	7	X	21	14	17

หมายเหตุ *จุด 9a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย เนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสาร จากภายนอก



ภาพประกอบ 11 ค่าบีโอดีที่วิเคราะห์จากน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร

1.3 คุณภาพน้ำด้านจุลชีววิทยา

1.3.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

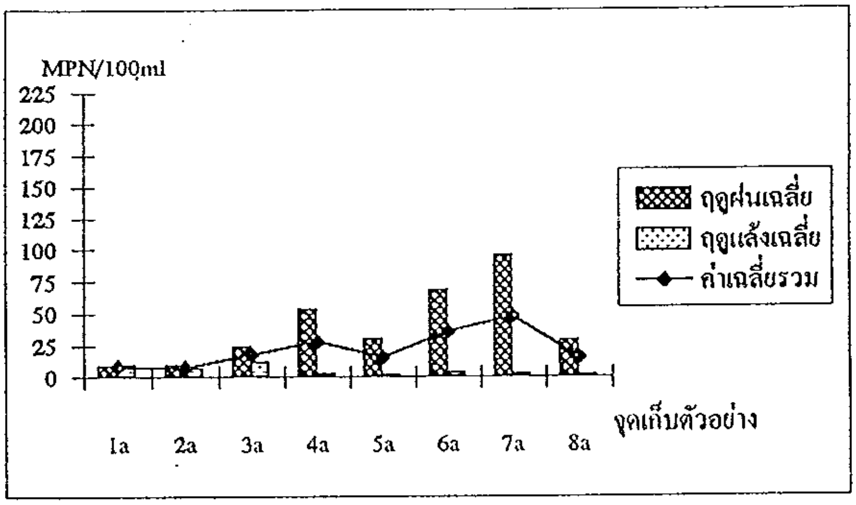
ผลการวิเคราะห์คุณภาพใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าเฉลี่ยรวม 22 MPN/100 ml และ 49 MPN/100 ml ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4 MPN/100 ml และค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 89 MPN/100 ml ค่าเฉลี่ยของโคลิฟอร์มแบคทีเรียในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งเนื่องจากในฤดูฝนทำให้เกิดการชะล้างสิ่งสกปรกในชั้นของขยะดินได้มากกว่าฤดูแล้ง ส่วนในบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่าบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 5 เมตร ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งทั้งนี้สาเหตุจากการที่จุลินทรีย์จะตายลงอย่างรวดเร็วเมื่อเข้าสู่ชั้นดิน รวมทั้งจะถูกดูดซับด้วยกระบวนการทางเคมีฟิสิกส์ของดินที่ถือได้ว่ากรองจุลินทรีย์ทางกายภาพของชั้นดิน(Physical Filltration) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่จะเข้าปนเปื้อนน้ำใต้ดิน (Cheresminoff, et al., 1984) สำหรับจุดเก็บตัวอย่าง 7b เป็นจุดที่มีค่าของโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 109 MPN/100 ml ซึ่งเป็นจุดที่ในระดับความลึก 5 เมตร และอยู่ใกล้ที่ฝังกลบขยะทางด้านทิศตะวันตกและมีน้ำขังในที่ลุ่มใกล้บ่อตรวจสอบและเป็นจุดที่อยู่ห่างเหนือจากบ้านเรือนที่เลี้ยงสุกรประมาณ 50 เมตร จึงทำให้พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากกว่าจุดอื่น ๆ จะเห็นได้ว่าจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้ที่ฝังกลบขยะจุดอื่นๆ ก็จะมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงเช่นเดียวกัน ในขณะเดียวกันจุดเก็บตัวอย่าง 8b เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่ำสุดเท่ากับ 3 MPN/100 ml ซึ่งเป็นจุดอยู่ในระดับความลึก 5 เมตรเช่นกัน แต่อยู่ห่างจากบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะทางด้านทิศเหนือประมาณ 500 เมตร ดังแสดงภาพประกอบ 12

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 ml) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึง มีนาคม 2539

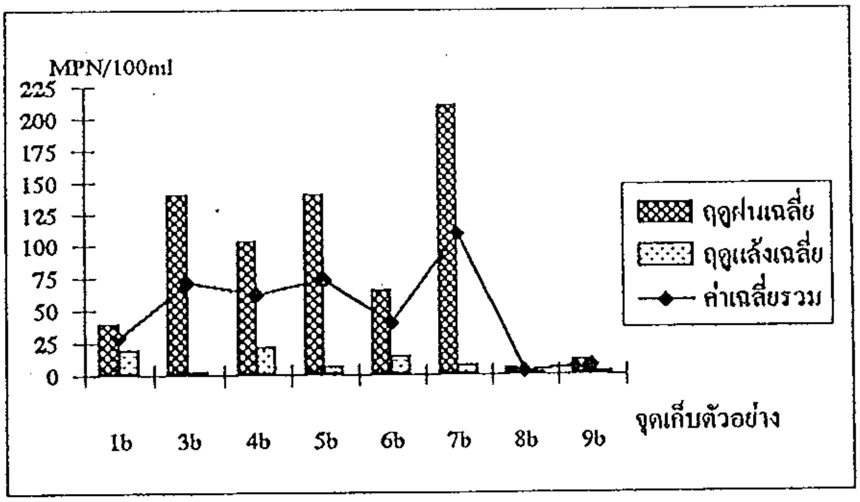
จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	8	9	9	1b	39	19	29
2a	9	6	8	2b	-	-	-
3a	24	11	18	3b	140	2	71
4a	53	2	28	4b	103	21	62
5a	30	1	16	5b	140	6	73
6a	68	3	36	6b	65	14	40
7a	95	2	48	7b	210	7	109
8a	29	1	15	8b	5	1	3
9a	>1600	68	>1600	9b	11	2	7
*X	40	4	22	X	89	9	49

หมายเหตุ *จุด 9a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ยเนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสารจากภายนอก

ที่ระดับความลึก 10 เมตร



ที่ระดับความลึก 5 เมตร



ภาพประกอบ 12 ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่วิเคราะห์จากน้ำใต้ดิน ที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร

1.3.2 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

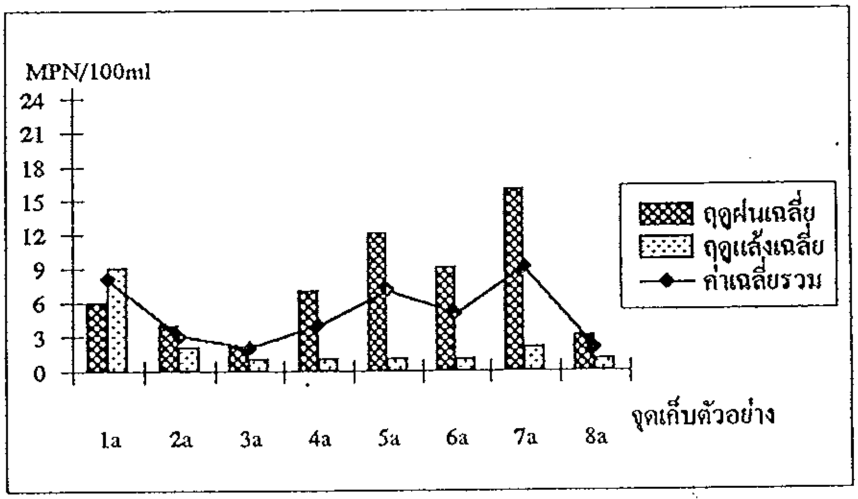
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 5 MPN/100 ml และ 7 MPN/100 ml ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าเท่ากับ 2 MPN/100 ml และค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12 MPN/100 ml ค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้งและน้ำใต้ดินของบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร พบว่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียต่ำกว่าบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 5 เมตร เช่นเดียวกับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จะเห็นได้ว่าน้ำใต้ดินจากจุดเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษามีค่าสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภค โดยเฉพาะจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ติดกับบริเวณที่ฝังกลบขยะอาทิเช่น จุด 7b ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ห่างเหนือจากบ้านเรือนที่เลี้ยงสุกรประมาณ 50 เมตร ซึ่งน้ำใต้ดินจุดดังกล่าวมีโอกาสปนเปื้อนจากอุจจาระของสุกร จึงได้พบฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้มากกว่าจุดอื่น ๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 13 และสภาพลักษณะโครงสร้างของดินบริเวณที่ฝังกลบขยะซึ่งมีลักษณะเป็นดินทรายและตะกอนปนทราย (ภาคผนวก ข) ทำให้มีการไหลซึมของน้ำได้รวดเร็วส่งผลให้ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถคงอยู่ในสภาพที่มีชีวิตได้มากในบริเวณดังกล่าว ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่าง 3a และ 8b เท่านั้น ที่มีประมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียน้อยกว่า 2 MPN/100 ml ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างดังกล่าวเป็นจุดที่อยู่ห่างจากพื้นที่ฝังกลบขยะทางด้านทิศใต้ และทิศเหนือเป็นระยะทาง 200 และ 500 เมตร ตามลำดับ

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 ml) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงมีนาคม 2539

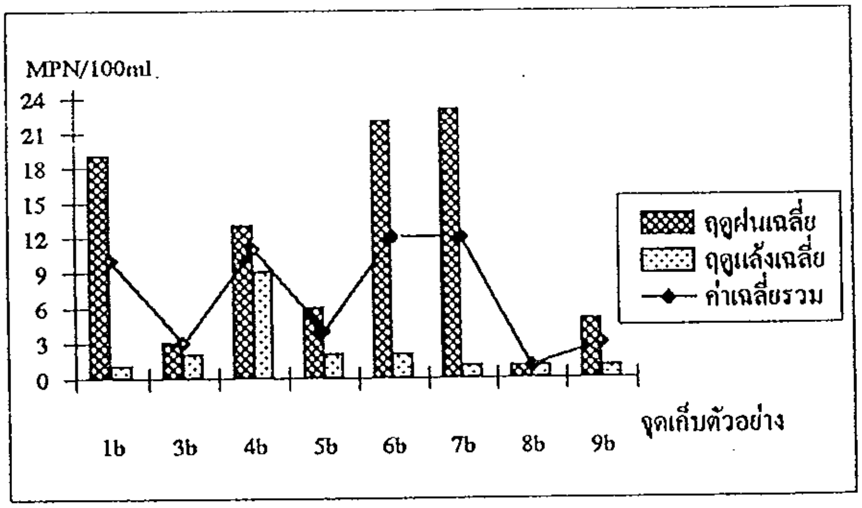
จุดที่	ที่ระดับความลึก 10 เมตร			จุดที่	ที่ระดับความลึก 5 เมตร		
	ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม		ฤดูฝนเฉลี่ย	ฤดูแล้งเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยรวม
1a	6	9	8	1b	19	1	10
2a	4	2	3	2b	-	-	-
3a	2	1	2	3b	3	2	3
4a	7	1	4	4b	13	9	11
5a	12	1	7	5b	6	2	4
6a	9	1	5	6b	22	2	12
7a	16	2	9	7b	23	1	12
8a	3	1	2	8b	1	1	1
9a	>1600	9	>1600	9b	5	1	3
$\bar{X}$*	7	2	5	$\bar{X}$	12	2	7

หมายเหตุ *จุด 9a ไม่นำมาคิดค่าเฉลี่ย เนื่องจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนมลสารจากภายนอก

ที่ระดับความลึก 10 เมตร



ที่ระดับความลึก 5 เมตร



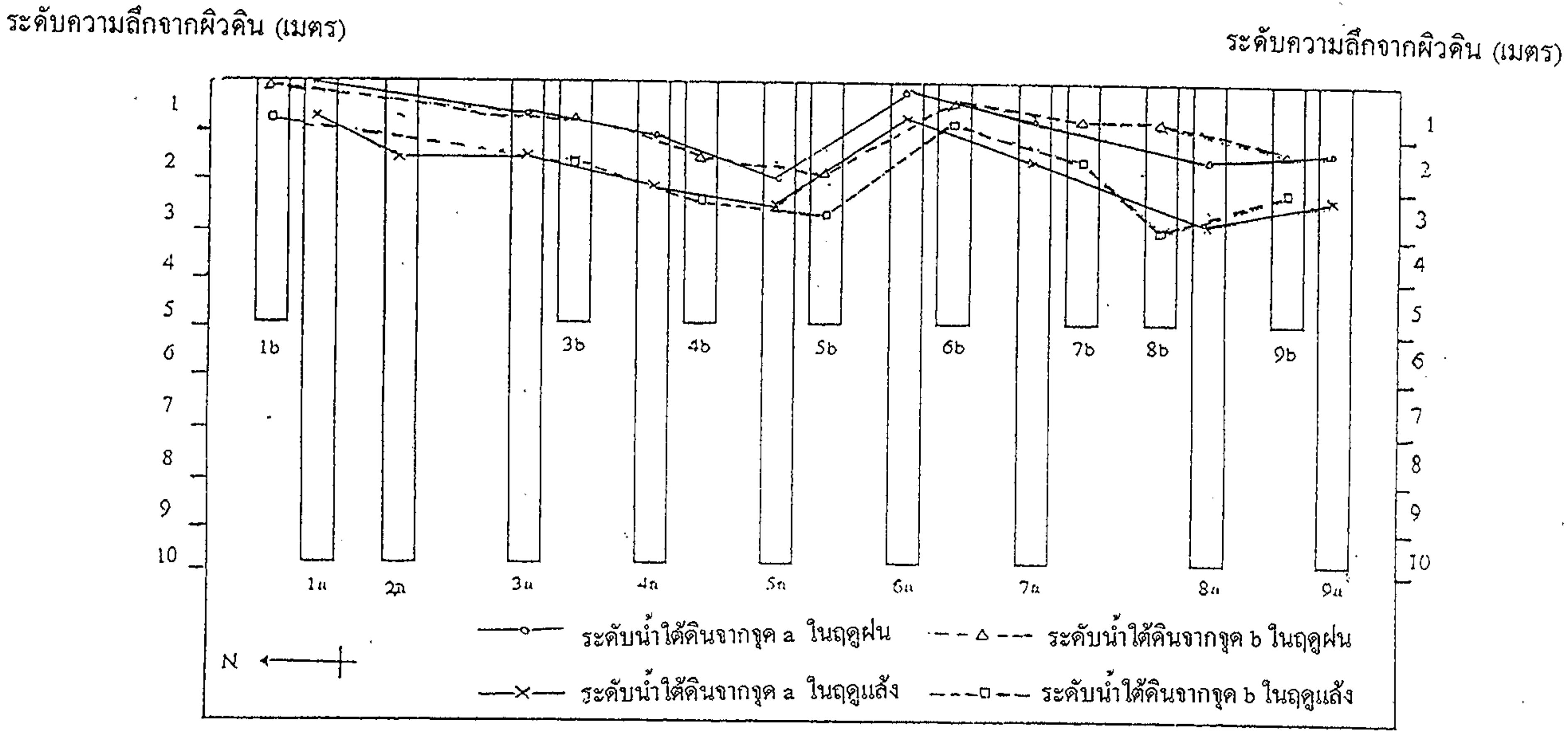
ภาพประกอบ 13 ค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่วิเคราะห์จากน้ำใต้ดิน ที่ระดับ
ความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร

2. ผลการวัดระดับความลึกของน้ำใต้ดิน

การศึกษาการปนเปื้อนมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ผู้วิจัยได้ทำการวัดระดับน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบน้ำตัวอย่างที่ระดับความลึก 10 เมตร จำนวน 9 จุด และระดับความลึก 5 เมตร จำนวน 8 จุด ผลการวัดระดับน้ำใต้ดินพบว่าในฤดูฝน (พฤศจิกายน 2538) บ่อตรวจสอบน้ำที่ระดับความลึก 10 เมตร มีค่าพิสัยเท่ากับ 0.0-1.70 เมตร และในฤดูแล้ง (มีนาคม 2539) มีค่าพิสัยเท่ากับ 0.70-2.56 เมตร และบ่อตรวจสอบน้ำที่ระดับความลึก 5 เมตร พบว่าในฤดูฝนมีค่าพิสัยเท่ากับ 0.0-1.86 เมตร และในฤดูแล้งมีค่าพิสัยเท่ากับ 0.67-2.95 เมตร ดังตาราง 16 เนื่องจากระดับความลึกของบ่อดังกล่าวเป็นระดับความลึกของน้ำใต้ดินที่ฝังกลบขยะเป็นดินทรายละเอียดและตะกอนปนทรายเป็นส่วนใหญ่ (ภาคผนวก ข.) ซึ่งเป็นดินมวลหยาบที่มีลักษณะเม็ดดินขนาดใหญ่กว่า 0.074 มิลลิเมตรขึ้นไปที่ไม่มีแรงเหนี่ยวนำระหว่างผิวของเม็ดดิน ซึ่งมีการซึมผ่านของน้ำได้ง่ายจึงทำให้ค่าของระดับน้ำใต้ดินบริเวณดังกล่าวใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าฤดูฝนระดับน้ำใต้ดินจะมีค่าน้อยกว่าในฤดูแล้ง (เมื่อวัดระดับน้ำจากผิวดิน) โดยเฉพาะบ่อเก็บตัวอย่าง 1a, 1 b, 6a และ 6b สำหรับจุด 1a, 1b เป็นจุดที่อยู่ห่างจากที่ฝังกลบขยะด้านทิศตะวันตก 200 เมตร ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับหนองน้ำในพื้นที่ลุ่ม เมื่อระดับน้ำใต้ดินที่อยู่สูงใกล้ระดับผิวดินเท่าไร น้ำใต้ดินจึงสามารถมีโอกาสปนเปื้อนมลสารจากการฝังกลบขยะได้มากโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนดังภาพประกอบ 14

ตาราง 16 ผลการวัดระดับน้ำใต้ดินจากผิวดิน

จุด	มาตรฐาน MSL (เมตร)	ระดับความลึกจากผิวดิน (เมตร)		จุด	มาตรฐาน MSL (เมตร)	ระดับความลึกจากผิวดิน (เมตร)	
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง			ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
1a	2.82	0	0.70	1b	2.70	0	0.67
2a	4.66	0.76	1.60	2b	-	-	-
3a	5.4	0.62	1.53	3b	5.43	0.78	1.62
4a	5.67	1.09	2.05	4b	6.07	1.46	2.21
5a	5.26	1.70	2.46	5b	4.70	1.32	2.07
6a	3.25	0.13	0.78	6b	3.01	0.27	0.90
7a	4.78	0.83	1.61	7b	5.08	0.84	1.53
8a	5.85	1.45	2.56	8b	6.24	1.86	2.95
9a	5.22	1.34	2.24	9b	5.16	1.42	2.18
ค่าพิสัย	2.82-5.85	0.0-1.70	0.70-2.56		2.70-6.24	0.0-1.86	0.67-2.95



ภาพประกอบ 14 ระดับน้ำใต้ดินจากจุดเก็บตัวอย่าง

3. การทดสอบความสัมพันธ์

1. ผลการทดสอบความสัมพันธ์ โดยการนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางงานทดลองแบบแฟกตอเรียล (Fatorial Experiment) ซึ่งเป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีมากกว่าตัวแปรเดียว ในที่นี้หมายถึง ตัวแปรระดับความลึก และฤดูกาลหรือระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังตาราง 17

ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิ	ระหว่างตัวแปรความลึก	0.041	1	0.041	0.710
	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	0.894	1	0.894	1.536
	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	0.004	1	0.004	0.007
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	16.308	28	0.582	
	รวม	17.248	31		
พีเอช	ระหว่างตัวแปรความลึก	0.978	1	0.978	2.715
	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	3.210	1	3.210	8.910*
	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	0.075	1	0.075	0.207
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	10.088	28	0.360	
	รวม	14.350	31	0.463	
สี	ระหว่างตัวแปรความลึก	2182743.945	1	2182743.945	17.133*
	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	212470.508	1	212470.508	1.668
	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	91645.508	1	91645.508	0.719
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	3567122.656	28	127397.238	
	รวม	6053982.617	31	195289.762	
ความขุ่น	ระหว่างตัวแปรความลึก	203761.320	1	203761.320	17.459*
	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	4740.945	1	4740.945	0.406
	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	1098.633	1	1098.633	0.094
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	26790.406	28	11671.086	
	รวม	536391.305	31	17320.945	

ตาราง 17 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
	ระหว่างตัวแปรความลึก	25312.500	1	25312.500	1.577
	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	7.031	1	7.031	0.000
ความกระด้าง	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	87.781	1	87.781	0.005
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	449381.563	28	6049.342	
	รวม	474788.875	31	15315.770	
	ระหว่างตัวแปรความลึก	283.524	1	283.524	20.196*
	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	26.829	1	26.829	1.911
เหล็ก	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	9.160	1	9.160	0.653
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	393.076	28	14.038	
	รวม	712.589	31	22.987	
	ระหว่างตัวแปรความลึก	1015.589	1	1015.589	2.782
แอมโมเนีย-	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	205.222	1	205.222	0.562
ไนโตรเจน	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	95.605	1	95.605	0.262
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	10222.544	28	365.091	
	รวม	11538.960	31	372.225	
	ระหว่างตัวแปรความลึก	0.013	1	0.013	1.890
ไนเตรท-	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	0.002	1	0.002	0.270
ไนโตรเจน	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	0.007	1	0.007	1.081
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	0.188	28	0.007	
	รวม	0.210	31	0.007	
	ระหว่างตัวแปรความลึก	871.531	1	871.531	15.490*
	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	91.125	1	91.125	1.620
บีโอดี	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	87.781	1	87.781	1.560
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	575.438	28	56.266	
	รวม	1625.875	31	84.706	

ตาราง 17 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
	ระหว่างตัวแปรความลึก	5913.281	1	5913.281	3.821
	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	26565.125	1	26565.125	17.165*
โคลิฟอร์ม	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	4072.531	1	4072.531	2.631
แบคทีเรีย	ภายในตัวแปรทั้งสอง	43333.063	28	1547.609	
	รวม	79884.000	31	2576.903	
	ระหว่างตัวแปรความลึก	39.383	1	39.383	1.360
ฟีคัลโคลิฟอร์ม	ระหว่างตัวแปรฤดูกาล	402.570	1	402.570	13.903*
แบคทีเรีย	ปฏิกิริยาระหว่างตัวแปรทั้งสอง	35.070	1	35.070	1.211
	ภายในตัวแปรทั้งสอง	810.781	28	28.956	
	รวม	1287.805	31	41.542	

Significant at level 0.05 โดยที่ $F(1,28) = 4.20$

จากตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความแปรปรวนของอุณหภูมิ

1.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่า ไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าอุณหภูมิ

1.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่า ไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าอุณหภูมิ

1.3 การทดสอบความแตกต่างตัวแปรฤดูกาล พบว่า ไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าอุณหภูมิ

2. ความแปรปรวนของค่าพีเอช

2.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าพีเอช

2.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าพีเอช

2.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่า มีผลต่อความแตกต่างของค่าพีเอช

3. ความแปรปรวนของค่าสี

3.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าสี

3.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่ามีผลต่อความแตกต่างของค่าสี

3.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าสี

4. ความแปรปรวนของค่าความขุ่น

4.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความขุ่น

4.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่ามีผลต่อความแตกต่างของค่าความขุ่น

4.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความขุ่น

5. ความแปรปรวนของค่าความกระด้าง

5.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความกระด้าง

5.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความกระด้าง

5.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าความกระด้าง

6. ความแปรปรวนของค่าเหล็ก

6.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าเหล็ก

6.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่ามีผลต่อความแตกต่างของค่าเหล็ก

6.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าเหล็ก

7. ความแปรปรวนของค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

7.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

7.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

7.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

8. ความแปรปรวนของค่าไนเตรท-ไนโตรเจน

8.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าไนเตรท-ไนโตรเจน

8.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าไนเตรท-ไนโตรเจน

8.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าไนเตรท-ไนโตรเจน

9. ความแปรปรวนของค่าบีโอดี

9.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าบีโอดี

9.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่ามีผลต่อความแตกต่างของค่าบีโอดี

9.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าบีโอดี

10. ความแปรปรวนของค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

10.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

10.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

10.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่ามีผลต่อความแตกต่างของค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

11. ความแปรปรวนของค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

11.1 การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและฤดูกาล พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

11.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรระดับความลึก พบว่าไม่มีผลต่อความแตกต่างของค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

11.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างตัวแปรฤดูกาล พบว่ามีผลต่อความแตกต่างของค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

2. ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยการนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Independent (t - test) ซึ่งมีปัจจัยที่ทำการทดสอบ คือ ระดับความลึก ฤดูกาล และระยะห่างของกลุ่มบ่อตรวจสอบจากพื้นที่ที่ใช้ฝังกลบขยะ 200 เมตร (รวมทั้งจุดเก็บตัวอย่างที่ 8a และ 8b ซึ่งอยู่ห่างจากจุดที่ฝังกลบขยะประมาณ 500 เมตร) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Programe ใช้ค่าสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังตาราง 18

ตาราง 18 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดินในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ตัวอย่าง	n	x	S.D.	t
อุณหภูมิ	กลุ่มที่ 1	4	29.2625	0.333	-0.41
	กลุ่มที่ 2	4	29.4875	1.038	
พีเอช	กลุ่มที่ 1	4	7.5000	0.336	1.18
	กลุ่มที่ 2	4	7.1275	0.532	
สี	กลุ่มที่ 1	4	59.3750	36.877	-0.04
	กลุ่มที่ 2	4	60.6250	54.825	
ความขุ่น	กลุ่มที่ 1	4	40.2500	15.240	-1.62
	กลุ่มที่ 2	4	65.1250	26.738	
ความกระด้าง	กลุ่มที่ 1	4	52.8750	8.985	-0.82
	กลุ่มที่ 2	4	96.0000	104.199	
เหล็ก	กลุ่มที่ 1	4	1.2144	0.185	-1.34
	กลุ่มที่ 2	4	3.8911	4.000	
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	กลุ่มที่ 1	4	3.1236	0.989	-0.88
	กลุ่มที่ 2	4	10.3218	16.360	
ไนเตรท-ไนโตรเจน	กลุ่มที่ 1	4	0.0335	0.010	-1.40
	กลุ่มที่ 2	4	0.0567	0.032	
บีโอดี	กลุ่มที่ 1	4	9.1250	7.989	1.14
	กลุ่มที่ 2	4	4.3750	2.287	
โคลิฟอร์ม-แบคทีเรีย	กลุ่มที่ 1	4	32.0000	25.249	-0.64
	กลุ่มที่ 2	4	46.3750	36.87	
ฟีคัลโคลิฟอร์ม-แบคทีเรีย	กลุ่มที่ 1	4	4.6250	3.224	-1.63
	กลุ่มที่ 2	4	9.5000	5.050	

จากตาราง 18 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน สามารถสรุปได้ดังนี้ ตัวแปรดัชนีคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์ ในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

หมายเหตุ กลุ่มที่ 1 : บ่อตรวจสอบในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร ห่างจากพื้นที่ฝังกลบขยะ 200 เมตร คือ จุด 1a, 3a, 6a และ 8a

กลุ่มที่ 2 : บ่อตรวจสอบในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร บริเวณแนวถนนพื้นที่ฝังกลบขยะ คือ จุด 2a, 4a, 5a และ 7a

ตาราง 19 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยน้ำใต้ดินในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ตัวอย่าง	n	x	S.D.	t
อุณหภูมิ	กลุ่มที่ 1	4	29.4375	0.477	-1.07
	กลุ่มที่ 2	4	30.0250	0.990	
พีเอช	กลุ่มที่ 1	4	6.9925	0.706	1.03
	กลุ่มที่ 2	4	6.5613	0.450	
สี	กลุ่มที่ 1	4	150.000	216.901	0.60
	กลุ่มที่ 2	4	81.8750	66.751	
ความขุ่น	กลุ่มที่ 1	4	35.5000	26.761	-0.56
	กลุ่มที่ 2	4	44.6250	18.168	
ความกระด้าง	กลุ่มที่ 1	4	46.3750	16.347	-0.96
	กลุ่มที่ 2	4	111.0000	134.268	
เหล็ก	กลุ่มที่ 1	4	1.0575	0.372	-0.91
	กลุ่มที่ 2	4	2.5256	3.213	
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	กลุ่มที่ 1	4	2.3810	0.606	-0.94
	กลุ่มที่ 2	4	7.8486	11.607	
ไนเตรท-ไนโตรเจน	กลุ่มที่ 1	4	0.0573	0.032	0.35
	กลุ่มที่ 2	4	0.0630	0.007	
บีโอดี	กลุ่มที่ 1	4	4.1250	1.931	-2.37
	กลุ่มที่ 2	4	9.2500	3.862	
โคลิฟอร์ม-แบคทีเรีย	กลุ่มที่ 1	4	5.7500	4.770	1.22
	กลุ่มที่ 2	4	2.5000	2.345	
ฟีคัลโคลิฟอร์ม-แบคทีเรีย	กลุ่มที่ 1	4	2.8750	3.750	0.86
	กลุ่มที่ 2	4	1.2500	0.289	

จากตาราง 19 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน สามารถสรุปได้ดังนี้ ตัวแปรดัชนีคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์ ในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05)

หมายเหตุ กลุ่มที่ 1 : บ่อตรวจสอบในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร ห่างจากพื้นที่ฝังกลบขยะ 200 เมตร คือ จุด 1a, 3a, 6a และ 8a

กลุ่มที่ 2 : บ่อตรวจสอบในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร บริเวณแนวถนนพื้นที่ฝังกลบขยะ คือ จุด 2a, 4a, 5a และ 7a

ตาราง 20 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดินในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ตัวอย่าง	n	x	S.D.	t
อุณหภูมิ	กลุ่มที่ 1	4	29.3000	0.502	-0.08
	กลุ่มที่ 2	4	29.3500	1.201	
พีเอช	กลุ่มที่ 1	4	7.3363	0.530	1.24
	กลุ่มที่ 2	4	6.7850	0.713	
สี	กลุ่มที่ 1	4	275.6250	263.789	-2.49*
	กลุ่มที่ 2	4	675.0000	181.430	
ความขุ่น	กลุ่มที่ 1	4	111.6250	98.325	-2.81*
	กลุ่มที่ 2	4	329.3750	113.622	
ความกระด้าง	กลุ่มที่ 1	4	120.6250	170.143	-0.22
	กลุ่มที่ 2	4	147.3750	179.040	
เหล็ก	กลุ่มที่ 1	4	8.9267	5.340	-0.32
	กลุ่มที่ 2	4	10.2254	5.961	
แอมโมเนีย-	กลุ่มที่ 1	4	15.9179	27.439	-0.48
ไนโตรเจน	กลุ่มที่ 2	4	26.9758	36.587	
ไนเตรท-	กลุ่มที่ 1	4	0.1435	0.207	0.51
ไนโตรเจน	กลุ่มที่ 2	4	0.0866	0.088	

ตาราง 20 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ตัวอย่าง	n	x	S.D.	t
บีโอดี	กลุ่มที่ 1	4	15.6250	8.673	-1.86
	กลุ่มที่ 2	4	25.3750	5.935	
โคลิฟอร์ม-แบคทีเรีย	กลุ่มที่ 1	4	62.0000	57.595	-1.07
	กลุ่มที่ 2	4	115.8750	82.904	
ฟีคัลโคลิฟอร์ม-แบคทีเรีย	กลุ่มที่ 1	4	11.0000	10.747	-0.11
	กลุ่มที่ 2	4	11.750	8.302	

*มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตาราง 20 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวแปรดัชนีคุณภาพน้ำของสี และความขุ่นในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร พบว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนอุณหภูมิ พีเอช ความกระด้าง เหล็ก แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน บีโอดี โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

หมายเหตุ กลุ่มที่ 1 : บ่อตรวจสอบในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร ห่างจากพื้นที่ฝังกลบขยะ 200 เมตร คือ จุด 1b, 3b, 6b และ 8b

กลุ่มที่ 2 : บ่อตรวจสอบในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร บริเวณแนวถนนพื้นที่ฝังกลบขยะ คือ จุด 4b, 5b, 7b และ 9b

ตาราง 21 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดินในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 5 เมตร

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ตัวอย่าง	n	x	S.D.	t
อุณหภูมิ	กลุ่มที่ 1	4	29.4375	0.440	-0.81
	กลุ่มที่ 2	4	29.8375	0.883	
พีเอช	กลุ่มที่ 1	4	6.4100	0.725	0.31
	กลุ่มที่ 2	4	6.2513	0.717	
สี	กลุ่มที่ 1	4	303.1250	247.566	-2.80*
	กลุ่มที่ 2	4	1187.50000	581.843	
ความขุ่น	กลุ่มที่ 1	4	76.25000	56.649	-3.08*
	กลุ่มที่ 2	4	299.6250	133.444	
ความกระด้าง	กลุ่มที่ 1	4	115.2500	159.270	-0.28
	กลุ่มที่ 2	4	148.0000	170.216	
เหล็ก	กลุ่มที่ 1	4	5.5498	4.446	-0.82
	กลุ่มที่ 2	4	7.7995	3.164	
แอมโมเนีย-	กลุ่มที่ 1	4	11.9956	19.893	-0.13
ไนโตรเจน	กลุ่มที่ 2	4	13.8544	19.448	
ไนเตรท-	กลุ่มที่ 1	4	0.0824	0.079	0.61
ไนโตรเจน	กลุ่มที่ 2	4	0.0573	0.025	
บีโอดี	กลุ่มที่ 1	4	10.50000	6.042	-0.93
	กลุ่มที่ 2	4	17.1250	12.861	
โคลิฟอร์ม-	กลุ่มที่ 1	4	8.8750	8.721	0.04
แบคทีเรีย	กลุ่มที่ 2	4	8.6250	8.528	
ฟีคัลโคลิฟอร์ม-	กลุ่มที่ 1	4	1.2500	0.289	-0.95
แบคทีเรีย	กลุ่มที่ 2	4	3.1250	3.924	

*มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตาราง 11 การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำใต้ดิน สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวแปรดัชนีคุณภาพน้ำของ สี และความขุ่นในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 5 เมตร พบว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนอุณหภูมิ พีเอช ความกระด้าง เหล็ก แอมโมเนีย -ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน บีโอดี โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

หมายเหตุ กลุ่มที่ 1 : บ่อตรวจสอบในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร ห่างจากพื้นที่ฝังกลบขยะ 200 เมตร คือ จุด 1b, 3b, 6b และ 8b

กลุ่มที่ 2 : บ่อตรวจสอบในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 10 เมตร บริเวณแนวถนนพื้นที่ฝังกลบขยะ คือ จุด 4b, 5b, 7b และ 9b

บทที่ 4

บทวิจารณ์

1. การศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดิน

จากการศึกษาการปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา พบว่า

1.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

อุณหภูมิของน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่ามีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 27.9 - 31.7 องศาเซลเซียส ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ เพราะโดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 9 และ 18 เมตร จะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตลอดทั้งปี 2 ถึง 3 องศาฟาเรนไฮต์ และค่าอุณหภูมิของน้ำใต้ดินได้รับอิทธิพลจากบรรยากาศภายนอกด้วย กล่าวคือ ค่าแตกต่างของอุณหภูมิประจำวันมีประมาณ 5 - 6 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นลักษณะปกติของอุณหภูมิในภูมิอากาศเขตร้อน นอกจากนั้นพื้นที่ที่ทำการศึกษาอยู่ใกล้ทะเล ซึ่งทะเลเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงหรือต่ำเกินไป

ความเป็นกรด-เบส พบว่ามีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 5.3 - 8.7 โดยมีค่าเฉลี่ย 6.9 (ดังตารางภาคผนวก ก.2) น้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบในระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร ค่าความเป็นกรด-เบส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างเป็นนัยสำคัญ เนื่องจากบริเวณที่ฝังกลบขยะเป็นดินทรายละเอียด ดินตะกอนปนทราย ทำให้มีการซึมผ่านของน้ำได้ดี โดยจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กับที่ฝังกลบขยะจะมีลักษณะเป็นกรดอ่อน ๆ ซึ่งจะเห็นได้ชัดในจุดที่เป็นที่ทิ้งขยะใหม่ ๆ ในปีปัจจุบัน ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาน้ำชะล้างขยะที่มาจาก Domestic Land Fill Site โดย Robinsone และ Maris (1985) พบว่า น้ำชะล้างของขยะที่ทิ้งไว้ใหม่ ๆ มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน (pH เท่ากับ 6.21) ในขณะที่น้ำชะล้างขยะที่ทิ้งไว้นาน ๆ มีคุณสมบัติเป็นเบสอ่อน (pH เท่ากับ 7.48) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของน้ำบริโภคในชนบทที่กำหนดให้ค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ระหว่าง 6.5 - 8.5 ซึ่งถือได้ว่าน้ำใต้ดินบริเวณนี้อยู่ในเกณฑ์ดังกล่าว

ค่าทางกายภาพสี มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 10 - 2000 แพลตตินัมโคบอลท์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 335.8 แพลตตินัมโคบอลท์ (ดังตารางภาคผนวก ก.3) ค่าทางกายภาพสีในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝนในระดับที่ความลึกเดียวกัน ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กับที่ฝังกลบขยะเช่นเดียวกัน จะมีค่าของสีมากกว่าจุดที่ห่างออกไป โดยเฉพาะจุดเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 5 เมตร จะมีค่าของสีมากกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 10 เมตร ซึ่งเป็นผลจากการกรองของดินและทรายในระดับหนึ่ง จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าทางกายภาพสีมีค่าสูงกว่าจากการตรวจสอบบ่อสังเกตการณ์ของเทศบาลเมืองสงขลา ในบริเวณฝังกลบขยะแห่งนี้ ทางด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออก ประมาณ 50 เมตร ซึ่งพบว่าค่าของสีมีค่าเท่ากับ 498 และ 254 แพลตตินัมโคบอลท์ตามลำดับ (เทศบาลเมืองสงขลา, 2537) ซึ่งเป็นบริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่าง 7b และ 5b ตามลำดับเช่นเดียวกัน ค่าทางกายภาพสีทุกจุดจะมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทที่กำหนดไว้ไม่เกิน 15 แพลตตินัมโคบอลท์ ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่า การปนเปื้อนมลสารจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์จากกองขยะมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ หากไม่ได้รับการจัดการหาแนวทางแก้ไขที่ถูกต้อง ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาคุณภาพน้ำบ่อตื้นในบริเวณใกล้เคียงกับที่ทิ้งขยะของเทศบาลนครเชียงใหม่ พบว่า ฤดูฝนค่าของสีอยู่ระหว่าง 0 - 475 แพลตตินัมโคบอลท์ และฤดูแล้งมีค่าอยู่ระหว่าง 3 - 1500 แพลตตินัมโคบอลท์ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535)

ความขุ่น มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 13 - 510 NTU มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 126.2 NTU (ดังตารางภาคผนวก ก.4) บ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินทุกจุดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งมีค่าความขุ่นเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบทที่กำหนดไว้ไม่เกิน 10 NTU เนื่องจากบริเวณบ่อตรวจสอบ มีลักษณะดินทรายละเอียด และดินตะกอนปนทรายละเอียด ดังภาคผนวก ข. ซึ่งเป็นดินปนทรายที่มีลักษณะเป็นดินขนาดใหญ่กว่า 0.074 มิลลิเมตรขึ้นไป ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาคุณภาพแหล่งน้ำใต้ดินที่อยู่ห่างจากจุดฝังกลบขยะของเทศบาลนครเชียงใหม่ 200 เมตร ซึ่งพบว่า ในฤดูฝนค่าของความขุ่นสูงกว่าฤดูแล้ง และค่าความขุ่นในฤดูฝนเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (จำรูญ ยาสมุทร และคณะ, 2535) และจากการศึกษาน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร จะมีค่าความขุ่นต่ำกว่าที่ระดับความลึก 5 เมตร ในบริเวณที่มีลักษณะดินเดียวกัน เป็นการชี้ให้เห็นว่ายิ่งระดับความลึกมากเท่าไร ค่าของความขุ่นจะมีค่าน้อยเนื่องจากการกรองของดินและทรายได้มากกว่า

1.2 คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

ความกระด้างของน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่า ความกระด้างมีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 6 - 450 mg/l as $CaCO_3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.7 mg/l as $CaCO_3$ (ดังตารางภาคผนวก ก.5) น้ำใต้ดิน จากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 5 เมตร จะมีค่าสูงกว่าที่ระดับความลึก 10 เมตร โดยเฉพาะจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่ฝังกลบขยะ เช่น จุดเก็บตัวอย่างที่ 5b, 6b, 7b และ 2a เป็นการชี้ให้เห็นว่า การปนเปื้อนของมลสารในน้ำใต้ดิน บริเวณที่อยู่ติดกับการฝังกลบขยะมีโอกาสได้รับผลกระทบโดยตรง เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำในชนบท ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 300 mg/l as $CaCO_3$ ซึ่งคุณภาพน้ำใต้ดินดังกล่าวมีค่าของความกระด้างอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าว ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่าง 5b และ 6b ซึ่งมีค่าสูงเท่ากับ 388.8 และ 363.5 mg/l as $CaCO_3$ ตามลำดับ

เหล็ก ปริมาณเหล็กของน้ำใต้ดิน มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 0.31 - 16.33 mg/l ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 5.15 mg/l (ดังภาคผนวก ก.6) ค่าปริมาณเหล็กมีความสอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบ เช่น จุดเก็บตัวอย่างที่ 5b, 2a, 8b และ 9b เป็นต้น ทั้งนี้ค่าเหล็กของน้ำใต้ดินในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากในน้ำฝนมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อละลายน้ำจะให้กรดคาร์บอนิค ซึ่งมีสภาพเป็นกรดอ่อน และไหลซึมผ่านชั้นดินที่มีเหล็กจะทำปฏิกิริยากับเหล็กในรูปไม่ละลายน้ำ เปลี่ยนเป็นรูปที่ละลายน้ำจึงทำให้ฤดูฝนมีค่าเหล็กสูงกว่าฤดูแล้ง เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 0.5 mg/l น้ำใต้ดินจากจุดเก็บตัวอย่างทุกจุดทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง มีค่าสูงกว่าที่กำหนด ผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของน้ำบ่อตื้น ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่ห่างจากสถานที่ทิ้งขยะ 20 - 1000 เมตร ซึ่งพบว่าในฤดูฝนค่าเหล็กเท่ากับ 0.045 - 1.3 mg/l และฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 0.026 - 2.1 mg/l (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2535) เนื่องจากวิธีการกำจัดขยะเป็นวิธีการกองทิ้งไว้ และลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษาแตกต่างกัน

แอมโมเนีย - ไนโตรเจน ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 1.71 - 89.83 mg-N/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.55 mg-N/l (ดังภาคผนวก ก.7) ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กับที่ฝังกลบขยะจะมีค่าสูงกว่าจุดอื่นๆ และน้ำใต้ดินบริเวณที่ฝังกลบขยะใหม่จะมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงกว่าบริเวณที่ฝังกลบขยะเก่า ดังภาพประกอบ 9 โดยเฉพาะจุดเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึกของ

น้ำใต้ดิน 5 เมตร เช่น จุดเก็บตัวอย่าง 5b, 6b และ 7b ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณค่าบีโอดีของน้ำใต้ดินเช่นเดียวกัน เป็นการแสดงให้เห็นว่า น้ำที่ผ่านการชะล้างของขยะลงสู่ดินมีสารอินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการออกซิไดส์เป็นองค์ประกอบอยู่สูงทำให้ออกซิเจนถูกใช้ไปอย่างรวดเร็ว และเมื่อออกซิเจนถูกใช้ไปหมดก็จะทำให้เกิดสภาวะไร้ออกซิเจนซึ่งจะยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้แอมโมเนีย-ไนโตรเจน สามารถคงรูปในน้ำใต้ดินได้เป็นเวลานาน และพบได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับไนโตรเจนรูปอื่น

ไนเตรท - ไนโตรเจน ปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน ที่พบในน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบทุกจุดถือว่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท ที่กำหนดว่าจะต้องมีปริมาณไนเตรท - ไนโตรเจน ไม่เกิน 10 mg-N/l ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนในน้ำชะล้างขยะจะสูญเสียไปในรูปแอมโมเนีย-ไนโตรเจนตลอดถึงน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์เป็นปริมาณมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้จะต้องใช้ออกซิเจน ซึ่งจะทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงมาก และหากออกซิเจนถูกใช้ไปหมดจะเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน ซึ่งจะยับยั้งกระบวนการออกซิเดชันแอมโมเนียให้เป็นไนเตรท (Sheryl, et al. 1994) ทำให้พบไนเตรท - ไนโตรเจน ในน้ำใต้ดินจากจุดเก็บตัวอย่างได้น้อย ผลการศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับรายงานการศึกษาน้ำใต้ดินที่ห่างจากจุดฝังกลบขยะของเทศบาลนครเชียงใหม่ 200 เมตร ซึ่งพบว่าคุณภาพน้ำบ่อตื้นมีค่าไนเตรท - ไนโตรเจน เท่ากับ 1.52 mg-N/l บ่อน้ำบาดาลมีค่าเท่ากับ 0.20 mg-N/l (จำรูญ ยาสมุทร และคณะ, 2535) แต่ทั้งนี้สอดคล้องกับระดับความลึก กล่าวคือ ที่ระดับความลึกจากผิวดินน้อยกว่า จะพบค่าไนเตรท - ไนโตรเจนมากกว่า

บีโอดี เป็นปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ติดกับบริเวณที่ฝังกลบขยะในปีปัจจุบันมีค่าบีโอดีสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ โดยเฉพาะจุดเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 5 เมตร คือ จุดเก็บตัวอย่าง 4b, 5b, 6b และ 7b ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน ที่พบมลสารดังกล่าวสูงในจุดเก็บตัวอย่างเดียวกัน สาเหตุเนื่องมาจากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์สูงค่าออกซิเจนละลายจะเปลี่ยนแปลงไปตามการทำงานของจุลินทรีย์ ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของมลสารในน้ำใต้ดินได้ จึงเห็นได้ว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 5 เมตร คือ 4b และ 5b ซึ่งอยู่ติดกับบริเวณฝังกลบมีค่าสูงกว่ามาตรฐานแหล่งน้ำสาธารณะ (น้ำผิวดิน ประเภท 4) ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 4 mg/l

และสูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 mg/l เพราะฉะนั้นค่าบีโอดีเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญตัวหนึ่งในการประเมินคุณภาพน้ำใต้ดินที่มีผลกระทบจากการปนเปื้อนของการกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ

1.3 คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย

โคลิฟอร์มแบคทีเรียจากบ่อตรวจสอบน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตร และ 5 เมตร พบว่า มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง <2 - 280 MPN/100 ml และค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 36 MPN/100 ml (ดังตารางภาคผนวก ก.10) โคลิฟอร์มแบคทีเรียจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 10 เมตร จะมีค่าต่ำกว่าที่ระดับความลึก 5 เมตรในบริเวณที่มีลักษณะประเภทของดินเดียวกัน สาเหตุจากการที่จุลินทรีย์จะตายลงอย่างรวดเร็วเมื่อเข้าสู่ชั้นดิน รวมทั้งจะถูกดูดซับด้วยกระบวนการทางเคมีฟิสิกส์ของดินที่ถือได้ว่า กรองจุลินทรีย์ทางกายภาพของชั้นดิน ซึ่งเป็นการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่จะเข้าไปปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำสำหรับบริโภคที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดต้องมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่เกิน 2.2 MPN/100 ml ซึ่งปรากฏว่าน้ำทุกจุดตัวอย่างมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และเช่นเดียวกันฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะมีค่าสูงในบริเวณที่อยู่ใกล้กับจุดฝังกลบขยะโดยเฉพาะน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบที่ระดับความลึก 5 เมตร เช่นจุดเก็บตัวอย่าง 4b, 5b, 6b และ 7b ดังภาคผนวก ก.11 ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงการปนเปื้อนอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่นในน้ำใต้ดิน จึงเป็นการยืนยันและแสดงให้เห็นว่าน้ำใต้ดินบริเวณนี้ไม่เหมาะสมในการนำมาบริโภคโดยไม่ผ่านขบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำมาก่อน

2. ลักษณะของระดับน้ำใต้ดิน

ระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝนที่ระดับความลึก 10 เมตร 5 เมตร มีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าพิสัยเท่ากับ 0.00-1.86 เมตร และฤดูแล้งมีค่าพิสัยเท่ากับ 0.67-2.95 เมตร (วัดระดับน้ำจากผิวดิน) เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าว ลักษณะของดินเป็นดินทรายละเอียดและตะกอนปนทราย ซึ่งเป็นดินมวลหยาบที่มีลักษณะเม็ดดินขนาดใหญ่กว่า 0.074 มิลลิเมตรขึ้นไปที่ไม่มีแรงยึดเหนี่ยวนำระหว่างผิวของเม็ดดิน ทำให้ค่าของระดับน้ำใต้ดินบริเวณดังกล่าวใกล้เคียงกัน

สำหรับการศึกษาถึงกระแสการไหลของน้ำใต้ดินชั้นตื้นในพื้นที่ดังกล่าวจนถึงปัจจุบันยังไม่มีข้อมูล แต่ทั้งนี้โดยพฤติกรรมการไหลของน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลจะไหล

ลงสู่ทะเลแต่สำหรับพื้นที่ที่ศึกษาเป็นดินทรายเป็นส่วนใหญ่จะทำให้น้ำไหลซึมไปรอบ ๆ บริเวณฝังกลบและบริเวณที่ลุ่ม

3. การทดสอบความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของพารามิเตอร์

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของพารามิเตอร์ต่างๆ ระหว่างที่ระดับความลึกของบ่อตรวจสอบกับฤดูกาลในการเก็บตัวอย่างประกอบด้วยค่าอุณหภูมิน้ำ ค่าพีเอช ค่าความขุ่น ค่าความกระด้าง ค่าเหล็ก ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ค่าบีโอดี ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่าปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึก และตัวแปรฤดูกาลไม่มีผลต่อค่าดัชนีคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ตัวแปรระดับความลึกที่มีผลต่อดัชนีคุณภาพน้ำมีค่าของสี ความขุ่น เหล็ก บีโอดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับตัวแปรฤดูกาลที่มีผลต่อค่าดัชนีคุณภาพน้ำมีค่าของพีเอช โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตาราง 22

ตาราง 22 ความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ค่า F - Value)

ตัวแปร	ความลึก : ฤดูกาล	ความลึก	ฤดูกาล
อุณหภูมิ	0.007	0.710	1.536
พีเอช	0.207	2.715	8.910*
สี	0.719	17.133*	1.668
ความขุ่น	0.094	17.459*	0.406
ความกระด้าง	0.005	1.577	0.000
เหล็ก	0.653	20.196*	1.911
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	0.262	2.782	0.562
ไนเตรท-ไนโตรเจน	1.081	1.890	0.270
บีโอดี	1.560	15.490*	1.620
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	2.631	3.821	17.165*
ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	1.211	1.360	13.903*

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$)

จากตาราง 22 ตารางความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

กรณีที่ 1 ปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรความลึกและตัวแปรฤดูกาลไม่มีผลต่อค่าดัชนีคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์

กรณีที่ 2 ตัวแปรระดับความลึก 10 เมตร กับ 5 เมตร จะมีผลต่อดัชนีคุณภาพน้ำของพารามิเตอร์ ค่าของสี ความขุ่น เหล็ก และค่าบีโอดี

กรณีที่ 3 ตัวแปรฤดูกาล ฤดูฝนกับฤดูแล้ง จะมีผลต่อค่าดัชนีคุณภาพน้ำของพารามิเตอร์ค่าของพีเอช โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

4. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ระหว่างระดับความลึกของบ่อตรวจสอบและฤดูกาลในการเก็บตัวอย่างน้ำกับระยะห่างของกลุ่มบ่อตรวจสอบจากพื้นที่ที่ใช้ฝังกลบขยะ 200 เมตร พบว่าน้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่ห่างจากพื้นที่ฝังกลบ 200 เมตร กับน้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่บริเวณถนนของพื้นที่ฝังกลบที่ระดับความลึก 10 เมตร ในฤดูฝนและฤดูแล้งไม่มีผลต่อความแตกต่างของทุกพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และพบว่าน้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่ห่างจากพื้นที่ฝังกลบ 200 เมตร กับน้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่บริเวณถนนของพื้นที่ฝังกลบ ที่ระดับความลึก 5 เมตร ในฤดูฝนและฤดูแล้งไม่มีผลต่อความแตกต่างคือค่าของ อุณหภูมิ พีเอช ความกระด้าง เหล็ก แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน บีโอดี โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่พบว่าน้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่ห่างจากพื้นที่ฝังกลบ 200 เมตร กับน้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่บริเวณถนนของพื้นที่ฝังกลบ ที่ระดับความลึก 5 เมตร ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง มีผลต่อความแตกต่าง คือค่าของสีและความขุ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตาราง 23 และตาราง 24 แต่ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของมลสารของพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ในฤดูฝน การซึมของน้ำเมื่อเม็ดดินอิ่มตัวก็ทำให้น้ำมีการแพร่กระจายในระดับผิวดินเป็นบริเวณกว้างออกไป จึงทำให้มีการปนเปื้อนของมลสารได้มากกว่าในฤดูแล้ง

ตาราง 23 ค่าสถิติดัชนีคุณภาพน้ำของกลุ่มบ่อตรวจสอบที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในฤดูฝน

พารามิเตอร์	กลุ่มจุดเก็บตัวอย่าง	ค่า t - test
สี	กลุ่ม 1	-2.49*
	กลุ่ม 2	
ความขุ่น	กลุ่ม 1	-2.81*
	กลุ่ม 2	

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

หมายเหตุ กลุ่ม 1 : น้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร ห่างจากบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะ 200 เมตร

กลุ่ม 2 : น้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบในฤดูฝนที่ระดับความลึก 5 เมตร ตั้งอยู่บริเวณถนนพื้นที่ฝังกลบขยะ

ตาราง 24 ค่าสถิติดัชนีคุณภาพน้ำของกลุ่มบ่อตรวจสอบที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในฤดูแล้ง

พารามิเตอร์	กลุ่มจุดเก็บตัวอย่าง	ค่า t - test
สี	กลุ่ม 1	-2.80*
	กลุ่ม 2	
ความขุ่น	กลุ่ม 1	-3.08*
	กลุ่ม 2	

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

หมายเหตุ กลุ่ม 1 : น้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 5 เมตร ห่างจากบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะ 200 เมตร

กลุ่ม 2 : น้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบในฤดูแล้งที่ระดับความลึก 5 เมตร ตั้งอยู่บริเวณถนนพื้นที่ฝังกลบขยะ

คุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในอนาคตและแนวทางบางประการในการปรับปรุงแก้ไข

คุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลาในอนาคตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก ๆ ดังนี้คือ

1. น้ำใต้ดินจะได้รับการปนเปื้อนจากน้ำชะล้างขยะมากขึ้น สาเหตุเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณขยะตามจำนวนการเพิ่มประชากรภายในเทศบาลเมืองสงขลาและบริเวณใกล้เคียงที่เทศบาลเมืองสงขลารับผิดชอบในการกำจัดขยะ และการเพิ่มของสถานประกอบการในทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมของอำเภอเมืองสงขลา

2. การวางแผนในการแก้ปัญหาน้ำชะล้างขยะของเทศบาลเมืองสงขลา เพื่อไม่ให้น้ำใต้ดินมีการปนเปื้อนด้วยมลสาร โดยให้มีการออกแบบ ปรับปรุงสร้างระบบกำจัดขยะให้ถูกหลักวิชาการ และมีระบบรวบรวม และระบบบำบัดน้ำชะล้างขยะ อย่างน้อยที่สุดก็ควรจะมีการกำจัดเอาองค์ประกอบที่มีความเป็นพิษต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนออกไป อย่างไรก็ตามการที่จะชี้ชัดลงไปว่าการปนเปื้อนของมลสารเหล่านี้ในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบที่ตำบลเกาะแต้วอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในอนาคตเป็นอย่างไรนั้นจะต้องอาศัยผลจากการศึกษาและติดตามผลเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่อง

สำหรับการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของมลสารในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบนี้ จะต้องพิจารณาถึงข้อกำหนดของงบประมาณของหน่วยงานเทศบาลเมืองสงขลา และผลกระทบที่มีต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนบริเวณใกล้เคียงและการยอมรับของชุมชน ซึ่งแนวทางเลือกบางประการที่ผู้ศึกษาเห็นว่าเป็นไปได้ที่จะดำเนินการ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการให้ความสำคัญต่อทรัพยากรน้ำใต้ดินและสิ่งแวดล้อมและความเอาใจใส่ในการรักษาคุณภาพน้ำใต้ดินให้ได้มาตรฐานเหมาะสมต่อการอุปโภคและบริโภคและการใช้ประโยชน์ของประชาชนมากน้อยเพียงใด

ตาราง 25 ทางเลือกของการปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ ที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

ทางเลือก	ต้นทุน	หมายเหตุเพิ่มเติม
1. ไม่ทำอะไรเลย	น้อยที่สุด	อาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพหากน้ำใต้ดินได้รับการปนเปื้อนจากมลสารที่นำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคและสภาพแวดล้อมใกล้เคียง
2. ทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะ (สร้างกำแพงกั้นน้ำ สูบน้ำใต้ดิน)	สูงมาก	ดินมีลักษณะเป็นดินทรายร่วนปนทรายเป็นส่วนใหญ่
3. ให้เลิกใช้พื้นที่นี้และทำการหาพื้นที่ใหม่ในการฝังกลบขยะ	สูง	ต้องเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการฝังกลบ
4. ศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบกำจัดขยะมูลฝอยและก่อสร้างเพื่อปรับปรุงสถานที่กำจัดมูลฝอยเดิมให้ถูกหลักวิชาการ เพื่อไม่ให้น้ำใต้ดินมีการปนเปื้อนมลสาร	ต้นทุนสูงในระดับที่ลงทุนได้	ลดความเสี่ยงในการใช้น้ำใต้ดินของประชาชนในบริเวณใกล้เคียงและลดความขัดแย้งของชุมชน ตลอดถึงไม่ให้สิ่งแวดล้อมธรรมชาติที่เกี่ยวข้องถูกทำลาย

บทที่ 5

บทสรุป

การศึกษาการปนเปื้อนของมลสารในน้ำใต้ดินบริเวณกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบ ที่ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เป็นการศึกษาวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบในระดับความลึก 10 เมตร จำนวน 9 จุด และที่ระดับความลึก 5 เมตร จำนวน 8 จุด รวม 17 จุดๆละ 4 ครั้ง พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วย อุณหภูมิ พีเอช สี ความขุ่น ความกระด้าง เหล็ก แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และระดับความลึกของน้ำใต้ดิน โดยนำค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์มาทดสอบการปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและตัวแปรฤดูกาลและความแตกต่างในระดับความลึกและฤดูกาลที่ต่างกัน โดยใช้ค่าสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางงานทดลองแบบแฟกตอเรียล (Factorial Experiment) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์จากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่บริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะและห่างจากพื้นที่ฝังกลบขยะ 200 เมตรของแต่ละฤดูกาล โดยใช้สถิติ Independent (t-test) ทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS สรุปผลได้ดังนี้

1. การศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดิน

ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ ด้านเคมี ด้านจุลชีววิทยา ดังนี้

1.1 คุณภาพน้ำด้านกายภาพ

อุณหภูมิน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบมีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 27.9 - 31.7 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.5 องศาเซลเซียส ค่าของอุณหภูมิทุกจุดมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมในการบริโภค (15.5 องศาเซลเซียส) ค่าพีเอชมีค่าอยู่ระหว่าง 5.3 - 8.7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.9 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภท 4 (5.0 - 9.0) ซึ่งกำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สีปรากฏมีค่าอยู่ระหว่าง 10 - 2000 แพลตตินัมโคบอลท์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 335.8 แพลตตินัมโคบอลท์

จุดเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าสูงโดยเฉพาะฤดูแล้ง ความขุ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 13.0 - 510.0 NTU ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 126.2 NTU ค่าความขุ่นทุกจุดเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท (ไม่เกิน 10 NTU)

1.2 คุณภาพน้ำด้านเคมี

ความกระด้างน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบอยู่ระหว่าง 6.0 - 450.0 mg/l as $CaCO_3$ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 104.7 mg/l as $CaCO_3$ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (ไม่เกิน 300 mg/l as $CaCO_3$) ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่าง 5b และ6b เหล็กมีค่าอยู่ระหว่าง 0.31-16.33 mg/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.15 mg/l ค่าเฉลี่ยของเหล็กทุกจุดเก็บตัวอย่างสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท (ไม่เกิน 0.5 mg/l) แอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 1.71 - 89.83 mg-N/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.55 mg-N/l ทุกจุดมีค่าสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มของกระทรวงสาธารณสุข (ไม่เกิน 0.1 mg-N/l) และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (ไม่เกิน 0.5 mg-N/l) ไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.009-0.755 mg/l-N ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.073 mg-N/l ทุกจุดมีค่าอยู่เกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท(ไม่เกิน 10 mg-N/l) บีโอดีมีค่าอยู่ระหว่าง 1-47 mg/l ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 mg/l ค่าบีโอดีของจุดเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 (< 4 mg/l) แต่ยังคงอยู่ในช่วงของมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม (20-60 mg/l)

1.3 คุณภาพน้ำด้านจุลชีววิทยา

โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าอยู่ระหว่าง <2-280 MPN/100 ml ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36 MPN/100 ml ทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มของกระทรวงสาธารณสุข (<2.2MPN/100 ml) และส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (10 MPN/100 ml) ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าอยู่ระหว่าง <2-45 MPN/100 ml มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6 MPN/100 ml ทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่าสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มของกระทรวงสาธารณสุขและเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบทซึ่งกำหนดไว้ว่าจะต้องไม่พบเลย

2. การศึกษาระดับน้ำใต้ดิน

ระดับน้ำใต้ดินจากบ่อตรวจสอบน้ำในฤดูฝนที่ระดับความลึกของบ่อ10 เมตร และ 5 เมตร มีค่าใกล้เคียงกันคือ มีค่าพิสัยเท่ากับ 0.0-1.70 เมตร และ 0.0-1.86 เมตร ตามลำดับ และในฤดูแล้งมีค่าพิสัยเท่ากับ 0.70-2.56 เมตรและ 0.67-2.95 เมตรตามลำดับ เนื่องจากระดับความลึกของบ่อดังกล่าวเป็นระดับความลึกของน้ำใต้ดินชั้นตื้น และลักษณะประเภทของดินบริเวณจุดเก็บตัวอย่างของพื้นที่ฝังกลบขยะเป็นดินทรายละเอียดและตะกอนปนทรายละเอียดเป็นส่วนใหญ่ (ภาคผนวก ข) ซึ่งมีการซึมผ่านของน้ำได้ง่าย จึงทำให้ค่าของระดับน้ำใต้ดินบริเวณดังกล่าวใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าฤดูฝนระดับน้ำใต้ดินจะมีค่าน้อยกว่าในฤดูแล้ง (เมื่อวัดระดับน้ำจากผิวดิน) น้ำใต้ดินจึงสามารถมีการปนเปื้อนมลสารจากการฝังกลบขยะได้มากกว่าเมื่อเทียบกับฤดูแล้ง

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพารามิเตอร์ต่างๆของน้ำใต้ดินระหว่างที่ระดับความลึกและฤดูกาล สรุปได้ดังนี้

ปฏิกิริยาร่วมระหว่างตัวแปรระดับความลึกและตัวแปรฤดูกาลไม่มีผลต่อค่าดัชนีคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์ แต่ตัวแปรระดับความลึก 10 เมตรและ 5 เมตร จะมีผลต่อดัชนีคุณภาพน้ำของพารามิเตอร์ ค่าของสี ความขุ่น เหล็กและค่าบีโอดี สำหรับตัวแปรฤดูกาลคือฤดูฝนและฤดูแล้ง จะมีผลต่อค่าดัชนีคุณภาพน้ำของพารามิเตอร์ ค่าของพีเอช โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ของกลุ่มบ่อตรวจสอบน้ำตัวอย่างสามารถสรุปได้ดังนี้

น้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่ห่างจากพื้นที่ฝังกลบ 200 เมตรกับน้ำใต้ดินจากกลุ่มบ่อตรวจสอบที่อยู่บริเวณถนนของพื้นที่ฝังกลบ ที่ระดับความลึก 10 เมตรในฤดูฝนและฤดูแล้ง ไม่มีผลต่อความแตกต่างของทุกพารามิเตอร์ แต่น้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 5 เมตรทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ที่มีผลต่อความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคือ ค่าของสี และความขุ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่กล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่า น้ำใต้ดินจากบริเวณกำจัดขยะมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบ มีคุณภาพต่ำทั้งด้านกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยา

สถานที่กำจัดมูลฝอยยังถือได้ว่าเป็นแหล่งก่อกำเนิดมลพิษทางน้ำที่สำคัญในปัจจุบันด้วย แหล่งน้ำสาธารณะโดยรอบที่มีคุณภาพน้ำต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ซึ่งกำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ การที่คุณภาพน้ำเป็นเช่นนี้ผลส่วนหนึ่งมาจากน้ำชะล้างขยะที่ระบายออกจากสถานที่ฝังกลบขยะ คุณภาพน้ำในระดับที่ตรวจพบนั้นถือได้ว่าไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์เพื่ออุปโภคและบริโภคภายในครัวเรือนได้อย่างปลอดภัย

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า น้ำชะล้างขยะจากสถานที่กำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีการปนเปื้อนมลสารของน้ำใต้ดินที่ระดับความลึก 10 เมตรและ 5 เมตร โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของระยะห่างจากจุดเก็บตัวอย่างโดยจุดที่อยู่บริเวณฝังกลบขยะจะมีค่าของมลสารส่วนใหญ่สูงกว่าน้ำใต้ดินที่มีระยะห่างจากจุดฝังกลบที่ห่างออกไป หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือรับผิดชอบเกี่ยวกับการกำจัดมูลฝอยควรจะมีการวางแผนปรับปรุงการออกแบบรายละเอียดระบบกำจัดขยะและก่อสร้างเพื่อปรับปรุงให้ถูกหลักวิชาการและควรมีการจัดทำบ่อรับน้ำเสียจากการชะล้างขยะที่มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะพักน้ำชะล้างขยะเอาไว้ระยะหนึ่งก่อนที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะภายนอกต่อไป รวมทั้งต้องพยายามหาทางป้องกันไม่ให้น้ำชะล้างขยะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้โดยตรง ซึ่งการทำบ่อพักน้ำเสียนี้จะช่วยปรับสภาพน้ำชะล้างขยะให้อยู่ในสภาพที่ดีขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยบ่อบำบัดน้ำเสียที่มีความซับซ้อนมากเข้าช่วยอีก รวมทั้งผู้รับผิดชอบควรที่จะทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้งในด้านกายภาพด้านเคมีและจุลชีววิทยา เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันของพื้นที่รับผิดชอบของตนซึ่งอาจทำได้ด้วยตนเองหรือขอความร่วมมือไปยังหน่วยงานที่มีศักยภาพเพียงพอเข้าช่วยดำเนินการ ผู้รับผิดชอบจะต้องตระหนักถึงความปลอดภัยของประชาชนที่ใช้ชีวิตเกี่ยวข้องกับขบวนการกำจัดมูลฝอยว่าจะต้องได้รับการประกันความปลอดภัยในระดับหนึ่ง ซึ่งผลการศึกษา ข้อสรุปและข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้จะช่วยชี้ให้เห็นถึงสถานการณ์ ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาบางประการให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบ ซึ่งหน่วยงานดังกล่าวสามารถนำผลที่ได้ไปประเมิน เปรียบเทียบและประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับงานหรือพื้นที่ที่ตนรับผิดชอบอยู่ได้โดยตรง

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. <u>เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์</u>. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพ : ประยูรวงศ์.

โกมล ศิวบวร, เชาวยุทธ พรพิมลเทพ และสุวิทย์ ชุมนุมศิริวัฒน์. 2534. <u>การประปาเบื้องต้น</u>. กรุงเทพ : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม 2531. <u>มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย.</u> กรุงเทพมหานคร.

จรัญ จันทลักษณา. 2527. <u>สถิติ การวิเคราะห์ และการวางแผนงานวิจัย</u>. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพ : ไทยวัฒนาพานิช.

จรัสพงศ์ สร้อยระย้า และคณะ. 2533. "การศึกษามลภาวะของแหล่งน้ำดื่มรอบบริเวณที่ทิ้งขยะของเทศบาลในเขตภาคตะวันออก", <u>วารสารกองสุขาภิบาล</u>. 16 (มกราคม - มีนาคม 2533), 3-8.

จำรูญ ยาสมุทร และคณะ. 2532. "การศึกษาคุณภาพน้ำบ่อในจังหวัดเชียงใหม่" <u>วารสารกองสุขาภิบาล 4</u> (กรกฎาคม - กันยายน 2532), 19-20.

_______. 2535. "การศึกษาวิธีกำจัดขยะแบบฝังกลบเพื่อปรับปรุงพื้นที่ลุ่มของเทศบาลนครเชียงใหม่. เชียงใหม่." <u>การประชุมวิชาการ : การสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 2</u>, 28 - 30 เมษายน 2535 ณ ห้องบางกอกคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลพลาซา ลาดพร้าว กรุงเทพ.

เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและผู้นำชุมชน ตำบลเกาะแต้ว อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา. 2538. ผู้ให้สัมภาษณ์, 10 ตุลาคม 2538.

เชียงใหม่, มหาวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์. 2535. "โครงการวิจัยร่วมเรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดของเสียจากมนุษย์ ในเขตภาคเหนือตอนบน" เชียงใหม่.

ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์. 2527. น้ำบาดาล : หลักการพื้นฐาน การสำรวจ การขุดเจาะ และการพัฒนา. ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทองขาว ทองใหญ่. 2535. "คุณภาพน้ำบาดาลในอำเภอหาดใหญ่" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (สำเนา).

เทศบาลเมืองสงขลา. 2537. "ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ" ภาควิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 8 สิงหาคม 2537 (สำเนา).

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2525. รายงานวิจัยอิทธิพลของขยะที่มีต่อมลภาวะทางน้ำ. กรุงเทพ : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพพร ขิมมากทอง. 2536. "คุณภาพน้ำจากบ่อตื้นในชนบทที่ใช้สำหรับการบริโภค" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา).

ปรีดา แย้มเจริญวงศ์. 2531. การจัดการขยะมูลฝอย. ขอนแก่น ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขาภิบาล คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพศาล ผดุงศิริกุล. 2537. "การจัดการมูลฝอยในเขตเทศบาลจังหวัดนนทบุรี", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล. (สำเนา).

มานะ อภิพัฒนะมนตรี. 2529. วิศวกรรมปฐพี และฐานราก. พิมพ์ครั้งที่ 1 โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพ : พิมพ์ที่ หจก. เอช-เอนการพิมพ์.

โยธาธิการ, กรม, กองวิศวกรรมสุขาภิบาล ม.ป.ป. "คู่มือการกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบเทศบาลเมืองสงขลา" (สำเนา).

วิภา มีศิลป์, 2539. "การปนเปื้อนของมลสารบางชนิดในน้ำบาดาล อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (สำเนา).

วีรวรรณ ปัทมาภิรัต. 2530. การศึกษาคุณลักษณะของ LEACHATE จากที่ทิ้งขยะบริเวณซอยอ่อนนุช และการบำบัดทางชีววิทยา. กรุงเทพ. สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ 1 สงขลา. 2534. ที่ สธ 0515/5227. หนังสือราชการเรื่องการตรวจวิเคราะห์น้ำ. 28 ตุลาคม 2534.

สงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย. 2535. คู่มือการเขียนและการพิมพ์วิทยานิพนธ์. อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

สมใจ กาญจนวงศ์. 2532. การจัดการคุณภาพน้ำ. เชียงใหม่ : คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมใจ กาญจนวงศ์, ปริทัศน์ ชมเชย และเสนีย์ กาญจนวงศ์. 2536. "การศึกษาเกี่ยวกับน้ำชะล้างขยะที่เกิดจากการฝังกลบขยะด้วยวิธีไร้ออกซิเจนและกึ่งออกซิเจน" การประชุมวิชาการ : เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรสิทธิ์ วัชโรยาน. 2519. สารคอลลอยด์ในดิน. กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

สาธารณสุขอำเภอเมืองสงขลา, สำนักงาน. 2538. "แบบรายงานสภาพสุขาภิบาลหมู่บ้านระดับตำบล (08 รบ.3)" งวดที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม 2538 สงขลา : สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา.

สำนักรักษาความสะอาด. 2523. "เอกสารประกอบการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขยะมูลฝอย" กรุงเทพมหานคร. (โรเนียว).

สุพจน์ โล่ห์วัชรินทร์. 2531. "เอกสารการฝึกอบรมทางวิชาการ เรื่องการจัดการมูลฝอย" การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีกลบฝังดินอย่างถูกหลักสุขาภิบาล.

อนามัย, กรม. 2535. คู่มือตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพ : องค์การทหารผ่านศึก

อนามัยสิ่งแวดล้อม, กอง. 2535. พระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535. กรุงเทพ.

อโนชา บุญทรักษา. 2535. "การเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับใช้เป็นแหล่งกำจัดมูลฝอยในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (สำเนา).

อุดมผล พืชน์ไพบูลย์. 2535. เทคนิคการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย. สงขลา : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อุตุนิยมวิทยา, กรม. 2534. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในช่วง พ.ศ. 2504 - 2534. สถานีตรวจวัดอากาศสงขลา ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ชายฝั่งตะวันออก.

APHA-AWWA-WPCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water . 16 th edition Washington D.C

Apichai Juta-Sirivongse. 1995. The Installation of the Investigation/Monitoring Station Songkhla Landfill Site, Songkhla Province. Department of Civil Engineering Prince of Songkhla University Hatyai.

Bin ramly N.H. 1993. Siminar Workshop on Partnerships Towards Responsive Solid Waste Management in Southeast Asia. Penang, Malasia

Chereminoff, Paul : Gigliello, A. Kaneth and O' Neil, K. Thomas. 1984. Groundwater-lechate: Modelling/Monitering/Sampling. Chulamance, P. and Tridech, S. 1991. "Groundwater Contamination and Control in Thailand" in The Proceedings of The 2nd Scope Reginal Workshop on Groundwater Contmintion Appliction of Research to Management. Problems in Asia and the Pacific, 22-24 June 1991, Ciang Mai, Thailand organized by national Reserch Council of Thailand. 93-97

Differyers, K.S. 1965. "Carbonate Equillibrium" Limol Ocenographie. 10 (August 1965), 412-426

Dudly, J.G and D.A. Stephenson. 1973. Nutrient Enrichmentof Groundwater from Septic Disposal System, Upper Great Lakes Regional Commission Report

EPA. 1973. "A Report of the Committee on Water Quality Criteria", Water Quality Criteria 1972. Washington D.C. Gorham, E. 1976. "Acid Precipitation and its Influence upon Aquatic Ecosystem on Overview", Air and Soil Pollution. 6 (October), 457-478

Hynes, H.B.N. 1970. The Ecology of Running Water. England : Liverpool University Press.

Johnson, E.E. 1974. Ground Water and Wells. s.l.: Univers oil products co., Inc.

Lawrence, R A : et al. 1994 "Impact of Urbanistion on Groundwater : Hat Yai, Thailand (finl Report)" BGS Technical Report WC/94/43

Martin, E.J. and Johnson J.H., Jr. 1987. Hazardous Waste Management Engineering. Van Nosprand Reinhold Company. New York.

Matsutuji Y, Tanaka A. and Hanashima, M. 1993. "Improvement Design for Sanitary Landfill." Seminar on Comprehensive Solid Waste Management in Bangkok Metropolis., 18-19 November 1993. Imperial Hotel. Bangkok.

Mckinney, R.E. 1962. Microbiological for Sanitary Engineers. Newyork : McGraw hill book company, Inc.

Robinson, H.D. and P.J. Maris. 1985. The Treatment of Leachate from Domestic Waste Sites. J. Wat. Poll. Contr.Fed. 57(1) : 41-50.

Sheryl, et al. 1994. "Biogeochemical Evaluation of Domestic Waste Water in Septic System : Conceptual Model". Ground Water. 32(November-December). 905-916

Sinclair Knight Ltd, et al, 1983. "Feasibility Studdies for Regional Cities Development Volume 6 - Songkhla". United Nations Development Programme.

Tchobanoglous,G.,H.Theisen and R.Eliassen. 1977. Solid Waste. Mc.Graw-Hill Inc.

US EPA. 1978. Process Design manual : Municipal Sludge Lanfills. US. Government Printing office. Washington, D.C.

______. 1983. Hazardous Waste Land Treament. US. Government Printing office. Washington, D.C.

Warren, C.E. 1971. Biological and Water Pollution Control. Philadelphia : W.B. Saunders company.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางภาคผนวก ก. 1 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิน้ำ ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 (หน่วย : องศาเซลเซียส)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	29.2	29.2	28.3	30.2	28.3-30.2	29.2
2a	30.5	29.5	29.5	31.7	29.5-31.7	30.3
3a	29.2	29.5	29.5	30.8	29.2-30.8	29.8
4a	29.2	29.5	30.7	30.0	29.2-30.7	29.9
5a	31.2	29.8	29.5	31.7	29.5-31.7	30.6
6a	30.4	28.9	28.8	29.5	28.8-30.4	29.4
7a	28.3	27.9	28.0	29.1	27.9-29.1	28.3
8a	29.2	28.5	28.7	29.7	28.5-29.7	29.0
1b	29.2	28.9	28.8	30.5	28.8-30.5	29.4
3b	29.1	29.1	28.0	30.0	28.0-30.0	29.1
4b	29.7	29.5	29.6	30.4	29.5-30.4	29.8
5b	31.6	30.0	29.7	30.9	29.7-31.6	30.6
6b	31.5	28.6	28.6	29.7	28.6-31.5	29.6
7b	27.9	27.9	28.0	29.1	27.9-29.1	28.2
8b	29.0	29.0	29.2	30.7	29.0-30.7	29.5
9b	29.1	29.1	29.4	31.6	29.1-31.6	29.5
ค่าเฉลี่ย	29.6	29.1	29.0	30.4	27.9-31.7	29.5

ตารางภาคผนวก ก. 2 ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอช ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	6.7	8.4	7.6	6.7	6.7-8.4	7.3
2a	6.2	7.4	6.5	6.3	6.2-7.4	6.6
3a	6.7	8.0	7.4	6.9	6.7-8.0	7.3
4a	6.7	8.3	7.2	6.9	6.7-8.3	7.3
5a	5.7	7.4	6.2	5.9	5.7-7.4	6.3
6a	7.2	8.7	8.0	7.3	7.2-8.7	7.8
7a	6.9	8.4	6.9	6.7	6.7-8.4	7.2
8a	6.7	7.7	6.3	5.8	5.8-7.7	6.6
1b	7.1	8.7	7.5	6.8	6.8-8.7	7.5
3b	6.7	8.4	7.5	5.2	5.2-8.4	6.9
4b	6.9	8.4	7.1	6.6	6.6-8.4	7.2
5b	5.8	6.3	7.3	6.6	5.8-7.3	6.5
6b	6.8	7.7	7.1	6.3	6.3-7.7	7.0
7b	6.4	7.6	5.9	5.3	5.3-7.6	6.3
8b	6.1	7.2	5.5	5.4	5.4-7.2	6.0
9b	5.9	6.7	5.6	5.8	5.6-6.9	6.1
ค่าเฉลี่ย	6.5	7.8	6.8	6.3	5.3-8.7	6.9

ตารางภาคผนวก ก. 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสี ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือน
พฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539
(หน่วย : แพลตตินัมโคบอลท์)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	30.0	30.0	50.0	45.0	30.0-50.0	38.8
2a	125.0	150.0	200.0	150.0	125.0-200.0	156.3
3a	100.0	125.0	30.0	25.0	25.0-125.0	70.0
4a	20.0	25.0	20.0	20.0	20.0-25.0	21.3
5a	10.0	30.0	60.0	100.0	10.0-100.0	50.0
6a	35.0	45.0	40.0	60.0	35.0-60.0	45.0
7a	25.0	100.0	4.0	60.0	25.0-100.0	57.5
8a	50.0	60.0	45.0	54.0	45.0-60.0	51.3
1b	25.0	30.0	25.0	25.0	25.0-30.0	26.3
3b	500.0	750.0	500.0	750.0	500.0-750.0	625.0
4b	500.0	1000.0	2000.0	1750.0	500.0-1750.0	1312.5
5b	500.0	1250.0	1000.0	1000.0	500.0-1250.0	937.5
6b	75.0	175.0	500.0	125.0	75.0-500.0	218.8
7b	150.0	750.0	250.0	750.0	150.0-750.0	475.0
8b	300.0	350.0	250.0	250.0	250.0-350.0	287.5
9b	250.0	1000.0	1250.0	1500.0	250.0-1500.0	1000.0
ค่าเฉลี่ย	168.4	366.9	391.6	416.3	10.0-2000.0	335.8

ตารางภาคผนวก ก. 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่น ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 (หน่วย : เอ็นทียู)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	37.0	59.0	68.0	78.0	37.0-78.0	60.5
2a	90.0	115.0	60.0	13.0	13.0-115.0	69.5
3a	52.0	60.0	18.0	14.0	14.0-60.0	36.0
4a	42.0	36.0	32.0	17.0	17.0-42.0	31.8
5a	64.0	57.0	40.0	62.0	40.0-64.0	55.8
6a	18.0	24.0	19.0	14.0	14.0-24.0	18.8
7a	42.0	75.0	51.0	82.0	42.0-82.0	62.5
8a	37.0	35.0	35.0	38.0	35.0-38.0	36.3
1b	24.0	36.0	13.0	16.0	13.0-36.0	22.3
3b	235.0	283.0	148.0	155.0	155.0-283.0	205.3
4b	320.0	405.0	250.0	275.0	250.0-405.0	312.5
5b	350.0	240.0	150.0	250.0	150.0-350.0	247.5
6b	90.0	110.0	90.0	60.0	60.0-110.0	87.5
7b	140.0	250.0	482.0	510.0	140.0-510.0	345.5
8b	83.0	88.0	53.0	75.0	53.0-88.0	74.8
9b	420.0	510.0	230.0	250.0	230.0-420.0	352.5
ค่าเฉลี่ย	127.8	148.9	108.7	119.3	13.0-510.0	126.2

ตารางภาคผนวก ก. 5 ผลการวิเคราะห์ค่าความกระด้าง ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 (หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	680	56.0	54.0	50.0	50.0-68.0	57.0
2a	230.0	270.0	240.0	380.0	230.0-380.0	280.0
3a	40.0	68.0	72.0	60.0	40.0-68.0	60.0
4a	36.0	57.0	56.0	52.0	36.0-57.0	50.3
5a	51.0	80.0	66.0	62.0	51.0-80.0	64.8
6a	48.0	62.0	32.0	47.0	32.0-62.0	47.3
7a	20.0	24.0	16.0	16.0	16.0-24.0	19.0
8a	38.0	43.0	32.0	24.0	24.0-43.0	34.3
1b	66.0	52.0	44.0	54.0	44.0-66.0	54.0
3b	6.0	13.0	14.0	14.0	6.0-14.0	11.8
4b	20.0	12.0	16.0	14.0	12.0-20.0	15.5
5b	385.0	420.0	450.0	300.0	300.0-450.0	388.8
6b	350.0	398.0	356.0	350.0	350.0-398.0	363.5
7b	130.0	152.0	115.0	250.0	115.0-250.0	161.8
8b	60.0	20.0	70.0	20.0	20.0-60.0	42.5
9b	48.0	12.0	24.0	15.0	12.0-48.0	24.8
ค่าเฉลี่ย	99.8	108.7	103.6	106.8	60.0-450.0	104.7

ตารางภาคผนวก ก. 6 ผลการวิเคราะห์ค่าเหล็ก ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539
(หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	1.05	1.10	1.14	1.04	1.04-1.14	1.08
2a	9.39	10.10	7.03	7.65	7.03-10.1	8.5
3a	1.24	12.7	0.49	0.61	0.49-1.27	0.91
4a	0.72	1.93	0.74	0.63	0.63-1.94	1.01
5a	1.39	1.24	0.98	1.22	0.98-1.39	1.21
6a	1.47	1.44	0.81	1.49	0.81-1.49	1.30
7a	2.67	3.70	0.31	1.67	0.31-3.70	2.08
8a	0.45	1.39	1.68	1.21	0.75-1.68	1.25
1b	1.19	0.69	0.68	0.43	0.43-1.19	0.45
3b	11.87	10.80	10.54	12.21	0.54-12.20	11.35
4b	11.16	16.33	9.84	10.63	9.38-16.33	11.99
5b	15.98	16.85	8.70	10.98	3.70-15.98	13.13
6b	11.07	13.26	4.05	6.68	4.05-13.26	8.76
7b	2.68	3.88	2.35	4.31	2.35-4.31	3.30
8b	10.45	12.10	3.49	6.33	3.49-12.10	8.09
9b	8.61	6.33	8.04	7.56	6.33-8.61	7.63
ค่าเฉลี่ย	5.73	6.40	3.80	4.66	0.31-16.33	5.15

ตารางภาคผนวก ก. 7 ผลการวิเคราะห์ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือน มีนาคม 2539 (หน่วย : มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/ลิตร)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	4.79	2.63	1.14	1.98	1.71-4.79	2.78
2a	33.53	36.19	7.03	28.66	21.85-36.19	30.06
3a	2.34	2.32	0.49	2.15	2.12-2.34	2.23
4a	1.98	2.20	0.74	2.53	1.98-2.53	2.26
5a	1.87	2.57	0.98	2.02	1.71-2.57	2.04
6a	6.14	2.29	0.81	3.59	2.29-6.14	3.73
7a	2.18	2.06	0.31	1.97	1.72-2.18	1.98
8a	1.97	2.53	1.68	2.52	1.97-2.53	2.27
1b	2.34	2.23	0.68	2.19	2.12-2.36	2.23
3b	1.74	2.02	10.54	1.75	1.74-2.02	1.84
4b	1.78	2.61	9.84	1.85	1.78-2.61	2.12
5b	69.78	89.83	8.70	46.62	8.69-89.83	61.23
6b	53.00	61.15	4.05	45.71	7.96-61.14	49.46
7b	18.72	28.01	2.35	7.02	7.02-28.01	16.03
8b	2.15	2.70	3.49	2.37	2.02-2.70	2.31
9b	2.61	2.47	8.04	2.12	2.02-2.61	2.30
ค่าเฉลี่ย	12.93	15.24	8.35	9.69	1.71-89.83	11.55

ตารางภาคผนวก ก. 8 ผลการวิเคราะห์ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ครั้งที่ 1 - 4
ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือน มีนาคม 2539
(หน่วย : มิลลิกรัม-ไนโตรเจน/ลิตร)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	0.063	0.033	0.076	0.097	0.033-0.097	0.067
2a	0.051	0.011	0.047	0.073	0.011-0.073	0.046
3a	0.022	0.033	0.035	0.023	0.022-0.035	0.028
4a	0.120	0.046	0.082	0.050	0.046-0.120	0.074
5a	0.132	0.039	0.060	0.051	0.039-0.132	0.070
6a	0.012	0.045	0.107	0.060	0.012-0.107	0.056
7a	0.037	0.018	0.081	0.061	0.018-0.061	0.049
8a	0.019	0.042	0.022	0.038	0.019-0.042	0.030
1b	0.009	0.029	0.020	0.053	0.009-0.053	0.028
3b	0.152	0.755	0.126	0.276	0.126-0.755	0.327
4b	0.044	0.028	0.010	0.054	0.010-0.054	0.034
5b	0.272	0.162	0.083	0.099	0.083-0.272	0.154
6b	0.083	0.036	0.028	0.066	0.028-0.083	0.053
7b	0.042	0.028	0.037	0.058	0.028-0.058	0.041
8b	0.040	0.046	0.018	0.073	0.018-0.073	0.044
9b	0.065	0.052	0.065	0.052	0.052-0.065	0.058
ค่าเฉลี่ย	0.073	0.088	0.056	0.074	0.009-0.755	0.073

ตารางภาคผนวก ก. 9 ผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดี ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือน
พฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539
(หน่วย : มิลลิกรัม/ลิตร)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	16	21	6	1	1.0-21	11
2a	8	6	13	10	6.0-13.0	9
3a	14	12	3	3	3.0-14.0	8
4a	5	6	9	12	5.0-12.0	8
5a	5	1	4	3	1.0-5.0	3
6a	1	3	2	4	1.0-4.0	3
7a	2	2	8	15	2.0-15.0	7
8a	3	3	9	5	3.0-9.0	5
1b	19	30	12	9	9.0-30.0	18
3b	5	3	4	7	3.0-7.0	5
4b	26	16	22	20	16.0-26.0	21
5b	47	21	43	24	21.0-47.0	34
6b	18	12	19	19	12.0-19.0	17
7b	25	19	7	11	7.0-25.0	16
8b	21	17	4	10	4.0-21.0	13
9b	22	27	3	7	3.0-27.0	15
ค่าเฉลี่ย	15	12	11	10	1.0-47.0	12

ตารางภาคผนวก ก. 10 ผลการวิเคราะห์ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 (หน่วย : เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	8	8	6	11	6.0-11.0	8
2a	11	6	11	1	1.0-11.0	7
3a	22	26	13	9	9.0-26.0	18
4a	26	80	2	1	1.0-80.0	27
5a	33	26	1	1	1.0-33.0	15
6a	75	60	1	4	1.0-75.0	35
7a	79	110	1	2	1.0-110.0	48
8a	23	34	1	1	1.0-34.0	15
1b	27	50	7	30	7.0-50.0	29
3b	110	170	2	2	2.0-170.0	71
4b	120	85	25	17	17.0-120.0	62
5b	170	110	4	7	4.0-170.0	73
6b	50	80	8	20	8.0-80.0	40
7b	280	140	6	7	6.0-280.0	108
8b	2	7	1	1	1.0-7.0	3
9b	14	8	1	2	1.0-14.0	6
ค่าเฉลี่ย	66	63	6	7	1.0-280	36

ตารางภาคผนวก ก. 11 ผลการวิเคราะห์ค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ครั้งที่ 1 - 4 ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 (หน่วย : เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร)

จุดเก็บ	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ค่าพิสัย	ค่าเฉลี่ย
	พ.ย.	ธ.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1a	4	8	6	11	4.0-11.0	7
2a	4	4	2	1	1.0-4.0	3
3a	2	1	1	1	1.0-2.0	1
4a	1	13	1	1	1.0-13.0	4
5a	22	1	1	1	1.0-22.0	6
6a	9	8	1	1	1.0-9.0	5
7a	1	30	1	1	1.0-30.0	9
8a	1	4	1	1	1.0-4.0	2
1b	27	11	1	1	1.0-27.0	10
3b	1	4	2	1	1.0-4.0	2
4b	25	1	11	7	1.0-25.0	11
5b	8	4	1	2	1.0-8.0	4
6b	17	26	2	1	1.0-26.0	12
7b	45	1	1	1	1.0-45.0	12
8b	1	1	1	1	1.0-1.0	1
9b	8	2	1	1	1.0-8.0	3
ค่าเฉลี่ย	11	7	2	2	1.0-45.0	6

ภาคผนวก ข.

ลักษณะและชนิดของดินบริเวณพื้นที่ฝังกลบขยะ

DEPTH (M)	No.1a		No.2a		No.3a
1	Fine sand to silty fine		Fine sand to silty fine		Silty fine sand, brown
2	sand, brown to dark		sand, brown to dark		brown to grayish
3			brown, loose		brown, medium
4					
5	Clayey sand, gray to		Sand clay, gray soft.		
6	to dark brown, loose.				Clayey sand, grey,medium
7			Clayey sand, gray,		Clayey sand to sandy
8			medium.		clay, gray medium to soft
9	Sand clay, gray, soft.				
10					Clayey sand, gray, loose.

END OF THE BORE HOLE

DEPTH (M)	No.1b		No.2b		No.3b
1	Fine sand to silty fine				Fine sand to silty fine
2	sand,brown to grayish				sand, brown, to grayish
3					brown, medium
4	Sandy clay, gray, to				
5	dark brown, loose.				clayey sand, grey,medium

END OF THE BORE HOLE

ที่มา : Apichai Juta-Sirivongse (1995)

ภาพประกอบ 15 ลักษณะชนิดของดินบริเวณบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน (No 1a - 3a, 1b, 3b)

DEPTH (M)	No.4a	No.5a	No.6a
1			
2	Fine sand to silty fine	Fine sand, brown	Fine sand to silty fine
3	sand, brown to	medium	sand, brown to grayish
4	grayish brown,		brown medium.
5	medium	Silty sand to clayey	
6		sand, brown to	
7		grayish brown,	Clayey sand, gray,
8		medium	loose to medium.
9	Clayey sand, gray,		
10	loose		

END OF THE BORE HOLE

DEPTH (M)	No.4b	No.5b	No.6b
1	Fine sand to silty fine	Fine sand to silty fine	
2	sand, brown grayish	sand, brown greyish	Fine sand to silty fine
3	brown, medium	brown, medium	sand, brown grayish
4			brown, medium
5		Clayey sand,grey, loose	

END OF THE BORE HOLE

ที่มา : Apichai Juta-Sirivongse (1995)

ภาพประกอบ 16 ลักษณะชนิดของดินบริเวณบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน (No 4a - 6a, 4b - 6b)

DEPTH (M)	No.7a		No.8a		No.9a
1					
2					Fine sand to silty
3	Fine sand to silty fine		Fine sand to silty fine		fine sand, brown to
4	sand, brown to		sand, brown to		Grayish brown,
5	greyish brown		grayish brown,		medium
6	medium.		medium		
7					
8	Clayey sand, gray,				Clayey sand, to silty
9	loose to medium		Clayey sand, gray		sand, grey, medium to
10			loose to dense.		loose.

END OF THE BORE HOLE

DEPTH (M)	No.7b		No.8b		No.9b
1	Fine sand to silty				Fine sand to silty fine
2	fine sand, brown to		Fine sand to silty		sand, brown to grayish
3	grayish brown,		fine sand, brown to		brown, medium.
4	medium		grayish brown		
5	clayey sand, grey,loose.		medium		Clayey sand, medium

END OF THE BORE HOLE

ที่มา : Apichai Juta-Sirivongse (1995)

ภาพประกอบ 17 ลักษณะชนิดของดินบริเวณบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน (No 7a - 9a, 7b - 9b)

ภาคผนวก ค.

วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

ค่าทางกายภาพสี(Color) ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Visual method มีขั้นตอนดังนี้

รีเอเจนต์

- สารละลายสต๊อกของสี : ละลาย 1.246 กรัม K_2PtCl_6 (สมมูลย์กับ 500 มิลลิกรัม และ 1 กรัม $CoCl_26H_2O$(สมมูลกับ 250 มิลลิกรัม Co) ในน้ำกลั่นซึ่งเติม 100 มิลลิลิตร ของกรดเกลือเข้มข้นเขย่าแล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร สารละลายนี้เป็นสารละลายสต๊อกของสี ซึ่งมีความเข้มข้นของสี 500 หน่วย

วิธีวิเคราะห์

- เตรียมอนุกรมของสีมาตรฐานที่มีสี 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 และ 60 หน่วย โดยการปิเปต 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5และ6.0 มิลลิลิตร ของสารละลายสต๊อกของสี แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตรในหลอดเนสเลอร์
- นำตัวอย่างน้ำที่จะวัดค่าสีมาบรรจุลงในหลอดเนสเลอร์จนถึงขีด 50 มิลลิลิตร แล้วนำมาเปรียบเทียบสีกับอนุกรมของสีมาตรฐาน ซึ่งได้เตรียมไว้แล้วโดยมองลงไปจากข้างบนหลอดให้ใช้สีขาวเป็นพื้นล่างจะได้มองเห็นสีชัด ถ้าตัวอย่างน้ำมีสีเกินมาตรฐาน ให้ทำการเจือจางก่อนด้วยน้ำกลั่น

การคำนวณ

$$\text{Color units} = \frac{A \times 50}{B}$$

A = ค่าของสีที่อ่านได้ของตัวอย่างที่ทำการเจือจางแล้ว เป็นหน่วยเพลตตินัมโคบอลท์

B = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการทำเจือจาง เป็นมิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีและทางแบคทีเรีย

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. **ความกระด้าง(Hardness)** ทำการวิเคราะห์โดยวิธี EDTA Titrimetric method มีขั้นตอนดังนี้

1.1. รีเอเจนต์

- อินดิเคเตอร์ :ผสม 0.5 กรัม Eriochrom black T และ 4. กรัม Hydroxylamine Hydrochloride ละลายใน 100 มล. 95 % C_2H_5OH

- สารละลายมาตรฐาน 0.02 N EDTA : ละลาย 3.723 กรัม disodium EDTA ด้วยน้ำกลั่นจนได้ ปริมาตร 1 ลิตร ในขวดปริมาตร และเก็บใส่ขวด Polyethylene

- สารละลายมาตรฐานแคลเซียม : ละลาย 1.000 กรัม anhydrous $CaCO_3$ powder ในขวดปริมาตรขนาด 1,000 มล. ค่อย ๆ เติม (1 + 1) HCl เติมน้ำกลั่นจนได้ 1 ลิตร

- สารละลายบัฟเฟอร์ : ละลาย 1.179 กรัม disodium EDTA และ 780 มก. Magnesium Sulfate ($MgSO_4 .7H_2O$)ในน้ำกลั่น 50 มล. เติมสารละลายนี้ใน 16.9 กรัม Ammonium chloride (NH_4Cl) และ 143 มล.Conc. Ammonium hydroxide (NH_4OH) คนให้เข้ากันเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรสุดท้าย 250 มล.

1.2 วิธีวิเคราะห์

- ปิเปตตัวอย่างน้ำมา 25 มล. ลงใน Erlenmeyer ขวดปริมาตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มล.

- เติมสารละลายบัฟเฟอร์ 1.0- 2.0 มล. ในขวดปริมาตร เพื่อให้ pH เป็น 10 ± 0.1

- เติมอินดิเคเตอร์ลงไป 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากัน

- ไทเตรทด้วยสารละลาย 0.02 N. EDTA จนสารละลายเปลี่ยนสีจากม่วงแดงเป็นสีน้ำเงิน

- บันทึกจำนวน มล. ของสารละลาย 0.02 N. EDTA แล้วคำนวนหาค่าของ Total Hardness โดยใช้สูตร

$$\text{Total Hardness(mg/l as } CaCO_3) = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml. of Sample}}$$

เมื่อ A = ml ของ EDTA ที่ใช้ในการไทเตรทตัวอย่าง

B = mg ของ $CaCO_3$ ซึ่งสมมูลกับ 1.00 มล. EDTA

2. เหล็ก (Iron) ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Phenanthroline method มีขั้นตอนดังนี้

2.1 รีเอเจนต์

- Hydroxylamine solution : ละลาย 10 กรัม Hydroxylamine hydrochloride (NH_2 OH.HCl) ในน้ำกลั่น 100 มล.

- สารละลายบัฟเฟอร์ Ammonium acetate : ละลาย 250 กรัม Ammonium acetate ($NH_4C_2H_3O_2$) ในน้ำกลั่น 150 มล. เติม Conc.(glacial) acetate acid ลงไปอีก 700 มล. คนให้เข้ากัน

- Phenanthroline solution : ละลาย 100 mg 1,10 Phenanthrolinemono hydrate ($C_{12}H_8N_2.H_2O$) ในน้ำกลั่น 100 มล. ซึ่งได้เติม Conc. HCl 2 หยด ในขวดปริมาตร ถ้าสารละลายมีสีน้ำตาลเข้มต้องเปลี่ยนใหม่

- สารละลายเหล็กมาตรฐาน : ปิเปต 20 มล. Conc. H_2SO_4 ค่อยๆเติมลงในน้ำกลั่น 50 มล.แล้วละลาย 1.404 กรัม Ferrous ammonium sulfate($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) เติม 0.1 N $KMnO_4$ ทีละหยด จนกระทั่งได้สีชมพูอ่อนๆ เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร (1.00 ml = 20 ug.Fe)

- Standard iron solution : ปิเปต 50 มล. สารละลายเหล็กมาตรฐานดังกล่าว ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร เขย่าให้เข้ากัน (1.00 ml. = 10.00 ug.Fe)

2.2 วิธีวิเคราะห์

2.2.1 เตรียม Standard Curve

เตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานเหล็ก (10.00 ug/ml) มา 0, 1, 2, 4, 6, 8, และ 10 มล. ใช้ขวดปริมาตรขนาด 125 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ 50 มล. แต่ละขวดปริมาตร จะมีเหล็กในปริมาณ 0, 10, 20, 40, 60, 80, และ 100 ug ตามลำดับ แล้วนำไปปฏิบัติเหมือนข้อ 2 (Total Fe) จากนั้นนำไปอ่านค่า Absorbance จากเครื่อง Spectrophotometer ตามความยาวคลื่น 510 nm โดยใช้น้ำกลั่นปรับเครื่องให้อ่านค่า Absorbance เป็น 0 นำค่าที่อ่านได้ไปเขียน Standard Curve

2.2.2 หา Total Fe

เขย่าขวดตัวอย่างน้ำให้เข้ากัน ปิเปตมา 50 มล.ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 125 มล. เติม 2 มล. Conc HCl และ 1 มล. Hydroxylamine solution เติม glass beads 3-4 เม็ด

ต้มจนเดือด เพื่อแน่ใจว่าเหล็กละลายหมด ต้มต่อจนปริมาตรลดเหลือ ประมาณ 15 - 20 มล. ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เอาใส่ขวดปริมาตรขนาด 50 มล. เติม 10 มล. Ammonium acetate buffer solution และ 4 มล. Phenanthroline solution เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มล. เขย่าให้เข้ากันตั้งไว้ 15 นาที นำไปอ่านค่า Absorbance จากเครื่อง Spectrophotometer ความยาวคลื่น 510 nm แล้วอ่านค่าความเข้มข้นจาก Standard Curveนำไปคำนวนหาปริมาณเหล็ก เป็น มก./ ล. โดยใช้สูตร

$$\text{mg/l.Fe} = \frac{\text{microgram Fe}}{\text{ml. of Sample}}$$

3. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน(Ammonia- Nitrogen) ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Nesslerisation มีขั้นตอนดังนี้

3.1 รีเอเจนต์

- สารละลายซิงค์ซัลเฟต (Zinc sulfate) : ละลายซิงค์ซัลเฟตเฮปต้าไฮเดรต 100 กรัมในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มล.

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 โมล/ลิตร : ละลาย 240 กรัมโซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อยแล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มล.

- สารละลายสเตบิไลเซอร์ (stabilizer reagent) : ละลาย โซเดียมอีดีทีเอ (Na-EDTA) 50 กรัมในน้ำกลั่น 60 มล. ซึ่งมีโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายอยู่ 10 กรัม เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มล.

- สารละลายเนสเลอร์ : ละลายเมอร์คิวรี(II)ไอโอไดด์ 100 กรัมและโพแตสเซียมไอโอไดด์ 70 กรัม ในน้ำกลั่นเล็กน้อย ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 160 กรัมในน้ำกลั่น 500 มล. โดยค่อยๆเติมสารละลายตัวแรกทีละน้อยในสารละลายตัวที่สอง เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1000 มล. สารละลายนี้ไว้ในขวดบอโรซิเกตสีชา ปิดด้วยจุกยางและไม่ให้ถูกแสงสว่าง ซึ่งสามารถเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการนานถึง 1 ปี

- สารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย : ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (Anhydrous ammonium chloride) ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 3.819 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 มล. สารละลายนี้จะเก็บเป็นสต๊อกแอมโมเนีย ซึ่ง 1 มล. เท่ากับ 1 มก.ไนโตรเจน และเท่ากับ 1.22 มก.แอมโมเนีย นำสารละลายสต๊อกแอมโมเนียมา 10 มล.เติมน้ำกลั่น

จนได้ปริมาตรเป็น 1000 มล. สารละลายนี้ 1 มล. เท่ากับ 10 ไมโครกรัม-ไนโตรเจน และเท่ากับ 12.2 ไมโครกรัมแอมโมเนีย

3.2 วิธีวิเคราะห์

เติมสารละลาย ซิงค์ซัลเฟต 1 มล.ในน้ำตัวอย่าง 100 มล. แล้วผสมให้เข้ากัน เติม 6 โมลาห์ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 - 0.5 มล. เพื่อทำให้พีเอชเป็น 10.5 ตั้งทิ้งไว้ 2 -3 นาที จะมีตะกอนตกลงมามาก ส่วนบนของตะกอนจะได้น้ำใสและไม่มีสี แยกน้ำใสออกโดยการกรอง เทส่วนที่กรองได้ 25 มล. แรกทิ้งเสีย

การทำให้เกิดสี

- นำน้ำตัวอย่าง 50 มล. หรือน้อยกว่านี้มาเจือจางให้ได้ปริมาตร 50 มล. ใส่ในหลอดเนสเลอร์

- เติมสารละลายสเตบิไลเซอร์

- ปิดจุกหลอดเนสเลอร์แล้วเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกริยาอย่างสมบูรณ์อย่างน้อย 10 นาที หลังจากการเติมสารละลายเนสเลอร์ถ้ามีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนน้อยให้ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที

- นำสารละลายที่ได้ไปอ่านค่า Absorbance ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร ควรวัดค่า Absorbance ของน้ำตัวอย่างเทียบกับแบลงค์ และกับสารละลายแอมโมเนียมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น โดยเฉพาะช่วงของตัวอย่างนั้นๆ

- การหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน โดยการวัดค่า Absorbance มาเปรียบเทียบกับค่าของกราฟมาตรฐาน จะทำให้ทราบปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนได้ การสร้างกราฟมาตรฐานจะต้องสร้างที่อุณหภูมิ เวลา และสภาพอย่างเดียวกับน้ำตัวอย่างเสียก่อน โดยนำสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียที่ความเข้มข้นต่างๆกัน มาใส่สารละลายเช่นเดียวกับที่ใช้กับตัวอย่างน้ำเพื่อทำให้เกิดสีขึ้นแล้วจึงนำไปวัดค่าทรานสมิตแทนต์จากสารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จะได้กราฟมาตรฐานที่เป็นเส้นตรง

4. ไนเตรท-ไนโตรเจน(Nitrate Nitrogen) ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Cadmium Reduction Method มีขั้นตอนดังนี้

4.1 รีเอเจนต์

- Granula cadmium(40-60 mesh)

- Hydrochloric acid 6N : เจือจาง Conc.HCl 50 มิลลิลิตร ให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

- Copper sulfate solution : ละลาย 20 กรัม $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตรแล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

- EDTA solution 4% : ละลาย disodium ethyenediamine tetraacitic acid 40 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร

- Nitric acid (1 + 40)

- Column activated solution : ผสม 4% EDTA 75 มิลลิลิตรและstock nitrate solution 160 มิลลิลิตร เข้าด้วยกันแล้วเจือจางเป็น 4 ลิตร

- สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ อีดีทีเอ : ละลาย NH_4Cl 13 กรัม และdisodium EDTA 1.7 กรัมด้วยน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 8.5 ด้วย Conc.NH_4OH เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตรเก็บไว้ในขวดพลาสติก

- สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจาง : นำสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ อีดีทีเอ จากข้างต้น 300 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

- สารละลายซัลฟานิลามีด : ละลาย Sulfanilamide ด้วยสารละลายผสมระหว่าง 50 มิลลิลิตร Conc.HCl และน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

- สารละลาย N-(1-naphthyl)-ethylenediamine dihydrochoride : ละลายสารนี้ 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีน้ำตาล

- สารละลายสต๊อกไนเตรท : ละลาย anhydrous KNO_3 0.7218 กรัม (อบในตู้อบ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง) ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางจนได้ 1 ลิตร (เก็บไว้ในตู้เย็น) สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร

- สารละลายมาตรฐานไนเตรท : นำสารละลายสต๊อกไนเตรท 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.010 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร

- สารละลายสต๊อกไนไตรท์ : ละลาย $NaNO_2$ 0.4926 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร และ Chloroform 2 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร

- สารละลายมาตรฐานไนไตรท์ : นำสารละลายสต๊อกไนไตรท์ 10 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.001 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร

- Copper-cadmium : ล้าง cadmium granular 25 กรัม ด้วย 6N HCl 50 มิลลิลิตร และHNO_3 (1 + 40) 50 มิลลิลิตรแล้ว rinse ด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตรแล้วล้างด้วย 6N HCl อีก 50 มิลลิลิตร(cadmium จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน) แล้ว coat cadmium ด้วย 2% $CuSO_4$จนกระทั่งเมื่อเติม $CuSO_4$ ลงไปแล้วสีของสารละลายไม่ซีด จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นจนกระทั่งไม่มีตะกอนของ Copper ออกมาอีก(cadmium จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล) จากนั้นบรรจุลงไปใน Column ด้วย Column activated solution 4 ลิตร โดยทำการปรับอัตราการไหลผ่าน Column 7 - 10 มิลลิลิตรต่อนาที

4.2 วิธีวิเคราะห์

การเตรียมตัวอย่าง

- กรองตัวอย่างน้ำประมาณ 100 มิลลิลิตร ด้วยกระดาษกรองCellulose nitrate 0.45 um แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วนส่วนแรกนำไปทำการวิเคราะห์หา nitrite อีกส่วนหนึ่งนำไปหาปริมาณ nitrate-nitrite

- การกำจัดความขุ่นของน้ำตัวอย่าง กรองโดย nitrate membrane filter (0.45 um)

- การปรับพีเอช ถ้าพีเอชสูงกว่า 9 ปรับให้อยู่ระหว่าง 8-9 ด้วย HCl เจือจาง

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ หา nitrate-nitrate nitrogen

- นำน้ำตัวอย่าง จำนวน 25 มิลลิลิตรผสมกับ NH_4Cl -EDTA 75 มิลลิลิตร เทลงใน Column จนกระทั่งถึงขีดที่บอกว่า 85 มิลลิลิตร แล้วเอากระบอกตวงมารองรับ effluent 25 มิลลิลิตรแรกทิ้งเสีย แล้วเอาน้ำที่ผ่านการรีดิวซ์ต่อมาจำนวน 10 มิลลิลิตร โดยถ่ายลงสู่ test tube

4.2.1 การทำให้เกิดสีและการวัดสี

ภายหลังจากผ่านการรีดิวซ์แล้ว เติมสารละลายซัลฟานิลามีดลงไปใน test tube 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 2 - 8 นาที เติม 1-naphthyl-ethyenediamine ลงไป 1 มิลลิลิตรผสมทันที หลังจากนั้น10 นาที ถึง 2 ชั่วโมง วัดค่าabsorbance ใช้น้ำกลั่นทำ blank เพื่อปรับเครื่องให้ค่า absorbance เป็นศูนย์ที่ 540 มิลลิไมครอน

4.2.2 การเตรียม Standard Cure ของไนเตรท

เตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรทโดยปิเปตสารละลายมาตรฐานไนเตรท (0.010 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) มา 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 10 มิลลิลิตร ใช้ขวดปริมาตรขนาด

100 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แต่ละขวดปริมาตรมีไนเตรทในปริมาณ 0, 0.001, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, และ 0.10 มิลลิกรัมตามลำดับ แล้วนำไปปฏิบัติเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำแล้วนำค่าที่ได้ไปเขียน Standard Cure

การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหา nitrite nitrogen

- นำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองโดยใช้ nitrate membrane filter (0.45 um) นำมาใส่ใน test tube จำนวน 10 มิลลิลิตร และปฏิบัติการทำให้เกิดสีและวัดสีเช่นเดียวกับขั้นตอนของการวิเคราะห์การหาปริมาณไนเตรท

4.2.3 การเตรียม Standard Cure ของไนไตรท์

เตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานไนไตรท์(0.001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)มา 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2, 3, 4, 5,และ 10 มิลลิลิตร ใช้ขวดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แต่ละขวดปริมาตรจะมีไนไตรท์ปริมาณ 0, 0.0005, 0.001, 0.0015, 0.002, 0.003, 0.004, 0.005 และ 0.010 มิลลิกรัมตามลำดับ แล้วปิเปต 10 มิลลิลิตรของแต่ละขวดใส่ใน test tube แล้วนำไปปฏิบัติเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำแล้วนำค่าที่ได้ไปเขียน Standard Cure

การคำนวณ

หาปริมาณของไนเตรทโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน เตรียมกราฟมาตรฐานไนเตรทโดยใช้กราฟมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆกันโดยทำวิธีเดียวกันกับตัวอย่าง และนำค่าความเข้มข้น(มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร)ของสารละลายมาตรฐาน มา plot กับ absorbance ที่วัดได้ โดยค่าไนเตรทที่ได้คือ

$$mg\ NO_3\text{-}N\ /l = (mg\ NO_2 + NO_3\text{-}N\ /l) - mg\ NO_2\text{-}N\ /l$$

5. BOD_5 (Biochemical Oxygen Demand)

วิธีการวิเคราะห์หาค่า บีโอดีทำได้โดยหาความแตกต่างของค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ช่วงระยะเวลา 5 วัน ซึ่งจะใช้โดยวิธี Azide modification สำหรับการหาค่า บีโอดีมี 2 วิธี แยกตามปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำ ดังนี้

1.วิธีการหาโดยตรง เมื่อค่า บีโอดีน้อยกว่า 7 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. วิธีทำให้เจือจาง ใช้ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีความสกปรกสูงโดยมีค่าบีโอดีมากกว่า 7 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงจำเป็นต้องทำให้น้ำมีความสกปรกเจือจาง โดยใช้น้ำผสมเจือจาง

(dilution water) และควรวิเคราะห์อย่างน้อย 3 ความเข้มข้น

5.1 รีเอเจนต์

- สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffer solution) : ละลาย KH_2PO_4 8.5 กรัม K_2HPO_4 21.75 กรัม $Na_2HPO_4 .7H_2O$ 33.4 กรัม และNH_4Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7.2

- สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต (Mangsium sulfate solution) : ละลาย $MgSO_4 .7H_2O$ 22.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร

- สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride solution) : ละลาย anhydrous $CaCl_2$ 27.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร

- สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์ : ชั่ง $FeCl_3 .6H_2O$ 0.25 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร

- สารละลายแมงกานีสซัลเฟต (Manganess sulfate solution) : ละลาย $MnSO_4 .4H_2O$ 480 กรัม ($MnSO_4.2H_2O$ 400 กรัม หรือ $MnSO4.H_2O$ 364 กรัม) ในน้ำกลั่น กรองแล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะไม่เกิดสีกับน้ำแป้ง ภายหลังการเติมสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide solution) ในสภาพที่เป็นกรด

- สารละลายอัลคาไล - ไอโอไดด์ - เอไซด์ (Alkali - iodide - azide reagent) : เตรียมได้โดยสารละลาย NaOH 500 กรัม หรือ KOH 700 กรัม และ NaI 135 กรัม หรือ KI 150 ในน้ำกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร เติม NaN_3 10 กรัม (ซึ่งเตรียมไว้ก่อนโดยสารละลายในน้ำกลั่น จำนวน 40 มิลลิลิตร) ลงในสารละลายที่เตรียมไว้ข้างต้น สารละลายนี้ไม่ควรเกิดสีกับน้ำแป้งเมื่อทำให้เป็นกรดหรือทำให้เจือจาง

- สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N : ชั่ง $Na_2S_2O_3 .5H_2O$ 6.205 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เติม NaOH 0.4กรัม หรือ NaOH 6 N 1.5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรรวมเท่ากับ 1 ลิตร ทำการ standardize สารละลายนี้ด้วยสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไบไอโอเดต

- Conc. H_2SO_4

-น้ำแป้งอินดิเคเตอร์

- สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไบไอโอเดต 0.025 N : ชั่ง $KH(IO_3)_2$ 812.4 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตร เก็บในขวดแก้วมีฝาปิด

การstandardize สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N สามารถทำได้โดยการตวงน้ำกลั่น 100 - 150 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ เติม KI 2 กรัม conc. H_2SO_4 2 - 3 หยดและสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไบไอโอเดต 0.025 N ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงไป เติมน้ำกลั่นลงไปอีกจนได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ทิเทรตไอโอดีนที่ถูกขับออกมาด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N ที่เตรียมไว้ จนกระทั่งใกล้ถึงจุดยุติ สังเกตจากสีของสารละลายจางลง เติมน้ำแป้งลงไป 1 มิลลิลิตร ทิเทรตต่อจนถึงจุดยุติ ถ้าสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่เตรียมไว้มีความเข้มข้น 0.025 N พอดี ปริมาตรที่ใช้ในการทิเทรตจะเท่ากับ 20 มิลลิลิตร ถ้าไม่ได้ให้ปรับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตให้เท่ากับ 0.025 N พอดี เพื่อความสะดวกในการคำนวณต่อไป

5.2 วิธีวิเคราะห์ โดยวิธีทำให้เจือจาง

5.2.1 การเตรียมน้ำผสมเจือจาง (Dilution water) ทำได้โดย

- นำน้ำกลั่นมาปรับอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 20 ± 1 องศาเซลเซียส

- ปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ โดยเติมสารละลายต่อไปนี้อย่างละ 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

1) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

2) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

3) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

4) สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์

และเติมอากาศให้มีออกซิเจนละลายอิ่มตัว

เนื่องจากการวิเคราะห์ค่า บีโอดี อาศัยปฏิกริยาทางชีวเคมี โดยจุลินทรีย์เป็นตัวกลางในการย่อยสลาย สภาวะแวดล้อมจะมีผลต่อการวิเคราะห์มาก ทำให้ค่า บีโอดีที่ได้มีความผันแปรสูง การวิเคราะห์ตัวอย่างหนึ่งๆจึงมักจะทำการผสมเจือจางหลายๆความเข้มข้น (ไม่น้อยกว่า 3 ความเข้มข้น) ส่วนอัตราส่วนในการผสมเจือจาง อาจประมาณจากชนิดตัวอย่างหรือตามความเข้นข้นโดยประมาณตามตาราง 26

- ค่อยๆ รินตัวอย่างที่ผสมกันเข้าดีแล้วนี้ ใส่ลงในขวดบีโอดีที่แห้งสะอาดจนเต็ม 3 ขวดปิดจุกให้สนิท ขวดหนึ่งนำไปวิเคราะห์หาค่าออกซิเจนละลายวันแรก อีกสอง

ขวดนำไปใส่ในตู้อบควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน โดยให้ตรวจดูว่ามีน้ำหล่อที่ปากขวดหรือไม่และตรวจดูทุกวันอย่าให้แห้ง

หลังจากที่นำขวดหาค่าบีโอดีไปไว้ในตู้มืดอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ครบวัน นำมาหาค่าออกซิเจนละลาย ตัวอย่างที่ใช้ได้จะต้องมีค่าออกซิเจนละลายเหลืออยู่อย่างน้อย 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีการใช้ออกซิเจนไปอย่างน้อย 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 26 ช่วงค่าบีโอดีและวิธีการเจือจางตัวอย่างน้ำ

Using percent mittures		By direct pipetting into 300 ml bottle	
% Mixture	Range of BOD	Sample Volume (ml)	Range of BOD
0.01	20,000 - 70,000	0.02	30,000 - 105,000
0.02	10,000 - 35,000	0.05	12,000 - 42,000
0.05	4,000 - 14,000	0.10	6,000 - 21,000
0.1	2,000 - 7,000	0.20	3,000 - 10,000
0.2	1,000 - 3,500	0.50	1,200 - 4,200
0.5	400 - 1,400	1.0	600 - 2,100
1.0	200 - 700	2.0	300 - 1,050
2.0	100 - 350	5.0	100 - 420
5.0	40 - 140	10.0	60 - 210
10.0	20 - 70	20.0	30 - 150
20.0	10 - 35	50.0	12 - 42
50.0	4 - 14	100.0	6 - 21
100.0	0 - 7	300.0	0 - 7

5.2.2 วิธีการหาค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen : DO)

- ตวงตัวอย่างปริมาตรที่ต้องการตามช่วงค่าบีโอดีในตาราง เทลงในขวดสำหรับหาค่าบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร

- เติม Dilution water จนถึงคอขวด และเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 2 มิลลิลิตร

- เติม Alkali - iodide - azide reagent 2 มิลลิลิตร ปิดฝาอย่าให้เกิดฟองอากาศเขย่าให้เข้ากัน

- รอให้เกิดตะกอนของ $Mn(OH)_2$ เติม conc.H_2SO_4 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

- ดูดตัวอย่างจากขวดหาค่า บีโอดี 203 มิลลิลิตร ทิเทรตด้วย 0.025 N $Na_2S_2O_3$ โดยมีน้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จนสีของสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อน

- ทิเทรตต่อด้วย 0.025 N $Na_2S_2O_3$ จนสีน้ำเงินหายไป

5.2.3 การคำนวณ

- ออกซิเจนละลาย (D.O.)

1 ml 0.025 N $Na_2S_2O_3$ = 1 ml/L D.O. (ในตัวอย่างน้ำ 200 ml)

- BOD (เมื่อไม่มีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์)

BOD_5 (mg/L) = $(D_1 - D_2) / P$

โดยที่ D_1 = ออกซิเจนละลายในวันแรก (มิลลิกรัมต่อลิตร)

D_2 = ออกซิเจนละลายในวันที่ 5 (มิลลิกรัมต่อลิตร)

P = อัตราส่วนการเจือจางตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์ทางแบคทีเรีย

1. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Multiple Tube Fermentation มีขั้นตอนดังนี้

วิธีปฏิบัติ

ก. การตรวจสอบขั้นตอนแรก (Presumptive test)

1. การเตรียมหลอดทดลอง ที่บรรจุอาหารเหลวแลกโตสบรอธ(Lactose broth) (ดูวิธีเตรียมในภาคผนวก ง หน้า) พร้อมหลอดดักก๊าซ (Durham tube) โดยเตรียม 3

แถวๆละ5 หลอด ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแถวแรกมีความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของแถวที่ 2 และแถวที่ 3

2. เขียนสัญลักษณ์และปริมาตรน้ำตัวอย่างบนหลอดทดลอง

3. เขย่าขวดตัวอย่างน้ำขึ้น-ลง ประมาณ 25 ครั้ง

4. ใช้ปิเปตดูดน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยวิธีปลอดเชื้อ (Aseptic technique) ในปริมาตรตัวอย่างน้ำ 10 มล. 1 มล. และ 0.1 มล. ในหลอดทดลองแถวที่ 1,2 และ3 ตามลำดับ

5. เขย่าหลอดทดลองเบา ๆ เพื่อให้อากาศผสมกับน้ำตัวอย่าง

6. นำหลอดทั้งหมดไปบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่มอุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 - 48 ชั่วโมง

7. ดูผลครั้งแรกเมื่อครบ 24 ชั่วโมง โดยดูจากความขุ่นและก๊าซในแต่ละหลอด ส่วนหลอดที่ให้ผลลบนำไปอบต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วดูผลเช่นเดียวกับข้างต้น

ข. การตรวจขั้นตอนยืนยัน (Confirmd test)

1. เลือกหลอดที่ให้ผลบวกมาตรวจสอบในขั้นยืนยัน

2. จัดหลอดทดลองที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อบริลเลียนกรีนแลกโตสไบล์บรอธ 2 % (Brilliant Green lactose Bile Broth 2 %) ดูวิธีเตรียมในภาคผนวก ง หน้า 128

3. เขียนสัญลักษณ์บนหลอดอาหารที่เตรียมไว้

4. เขย่าหลอดที่ให้ผลบวกเบาๆ ใช้ปิเปต 1.0 มล.ที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ทำการถ่ายเชื้อ 0.1 มล. จากหลอดบวกใส่หลอดที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อในข้อ 2 หลอดต่อหลอด

5. นำไปอบเพาะเชื้อในตู้อบอุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียสนาน 24 - 48 ชั่วโมง

6. อ่านผลครั้งแรกเมื่อครบ 24 ชั่วโมง ส่วนหลอดที่ให้ผลลบนำไปบ่มเพาะเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมง

7. ตรวจดูผลและบันทึก แล้วเทียบหาจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียจากตารางหาดัชนีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number Index)

2. ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Faecal Coliform bacteria) ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique มีขั้นตอนดังนี้

วิธีปฏิบัติ

1. การตรวจสอบขั้นแรกทำตามวิธีวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ทุกประการ

2. การตรวจสอบขั้นยืนยัน ใช้อาหารเหลว อีซีมีเดียม (ดูวิธีเตรียม ภาคผนวก ง หน้า) แทนอาหารเหลวบิลเลียนกรีนแลกโตสไบล์บรอธ 2 % แล้วดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยการถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในหลอดอาหารแลกโตสบรอธ ลงในหลอดอาหารอีซีมีเดียม หลอดต่อหลอดแล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่ม หรือ Water bath อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

3. อ่านผลที่เกิดขึ้นหลังจาก 24 ชั่วโมง แล้วจดบันทึก

4. นำผลที่ได้นำมาเทียบหาจำนวนฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จากตารางการหาดัชนีเอ็มพีเอ็น (MPN index) หรือคำนวนหาปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีหน่วยเป็น MPN/100 ml

MPN INDEX TABLE MPN Index and 95 % Confidence Limit for Various Cobination of Positive Results when Five tube and Used per Dilution (10 ml, 1 ml, 0.1 ml)

Combination of Positive	MPN Index/100 ml	95% Confidence Limite	
		Lower	Upper
0-0-0	<2	-	-
0-0-1	2	1.0	10
0-1-0	2	1.0	10
0-2-0	4	1.0	13
1-0-0	2	1.0	11
1-0-1	4	1.0	15
1-1-0	4	1.0	15
1-1-1	6	2.0	18
1-2-0	6	2.0	18
2-0-0	4	1.0	17

Combination of Positive	MPN Index/100 ml	95% Confidence Limite	
		Lower	Upper
2-0-1	7	2.0	20
2-1-0	7	2.0	21
2-1-1	9	3.0	24
2-2-0	9	3.0	25
2-3-0	12	5.0	29
3-0-0	8	3.0	24
3-0-1	11	4.0	29
3-1-0	11	4.0	29
3-1-1	14	6.0	35
3-2-0	14	6.0	35
3-2-1	17	7.0	40
4-0-0	13	5.0	38
4-0-1	17	7.0	45
4-1-0	17	7.0	46
4-1-1	21	9.0	55
4-1-2	26	12	65
4-2-0	22	9.0	56
4-2-1	26	12.0	65
4-3-0	27	12.0	67
4-3-1	33	15.0	77
4-4-0	34	16	80
5-0-0	23	9	86
5-0-1	30	10	110
5-0-2	40	20	140
5-1-0	30	10	120
5-1-1	50	20	150

Combination of Positive	MPN Index/100 ml	95% Confidence Limite	
		Lower	Upper
5-1-2	60	30	180
5-2-0	50	20	170
5-2-1	70	30	210
5-2-2	90	40	250
5-3-0	80	30	250
5-3-1	110	40	300
5-3-2	140	60	360
5-3-3	170	80	410
5-4-0	130	50	390
5-4-1	170	70	480
5-4-2	220	100	580
5-4-3	280	120	690
5-4-4	350	160	820
5-5-0	240	100	940
5-5-1	300	100	1300
5-5-2	500	200	2000
5-5-3	900	300	2900
5-5-4	1600	600	5300
5-5-5	>1600	-	-

Source : APHE. AWWA. WPCF, 1985

ภาคผนวก ง.

อาหารเลี้ยงเชื้อ (Media) และวิธีเตรียมใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชั้นคุณภาพสำหรับตรวจสอบแบคทีเรีย

1. อาหารเหลวแลกโตส (Lactose broth)

ส่วนประกอบต่อลิตร

เนื้อสกัด (Beef extract)	3	กรัม
เพปโทน (Peptone)	5	กรัม
แลกโทส (Lactose)	5	กรัม

วิธีการเตรียม

ผสมส่วนประกอบอาหารเหลว แลกโทส 13 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ละลายให้เข้ากันโดยการใช้ความร้อนช่วย ตวงใส่หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ที่มีหลอดหมักขนาด6 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร จำนวนหลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 15 นาที

ในกรณีที่ต้องการเตรียมอาหารเหลวแลกโทสเข้มข้นเป็น 2 เท่าของปกติ ให้เพิ่มส่วนประกอบนั้นเป็น 2 เท่า โดยใช้น้ำกลั่นเท่าเดิม

2. อาหารเหลวบริลเลียนกรีนไบล์ 2 % (Brilliant Green Bile 2 %)

ส่วนประกอบต่อลิตร

เพปโทน (Peptone)	10	กรัม
แลกโทส (Lactose)	10	กรัม
ดีวัว (Oxgall)	20	กรัม

บริลเลียนกรีน (Brilliant Green) 0.0133 กรัม

วิธีการเตรียม

ผสมส่วนประกอบอาหารเหลวบริลเลียนกรีนไบล์ 2 % 40 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ละลายให้เข้ากันโดยการใช้ความร้อนช่วย ตวงใส่หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร ที่มีหลอดหมักขนาด 6 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร จำนวนหลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 15 นาที

3. อาหารเหลวอีซีมีเดียม (EC Medium)

ส่วนประกอบต่อลิตร

ทริพโทส (Tryptose)	20	กรัม
แลกโทส (Lactose)	5	กรัม
เกลือไบล์ # 3 (Bile Salts No.3)	1.5	กรัม
ไดโพแทสเซียม ฟอสเฟต	4	กรัม
โมโนโพแทสเซียม ฟอสเฟต	1.5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5	กรัม

วิธีการเตรียม

ละลายส่วนประกอบอาหารเหลวอีซีมีเดียม 37 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ละลายให้เข้ากันโดยใช้ความร้อนช่วย ตวงใส่หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิเมตร x 150 มิลลิเมตร พร้อมหลอดหมัก 6 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร จำนวนหลอดละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 15 นาที

ภาคผนวก จ.

เกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท

ข้อมูลที่วิเคราะห์/หน่วย	ค่าที่กำหนด	หมายเหตุ
คุณภาพทางจุลชีววิทยาหรือแบคทีเรีย		
(MPN/100 ml)		
แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม	10	
แบคทีเรียประเภทฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	0	
คุณภาพทางกายภาพ		
ความเป็นกรด-เบส	6.5 - 8.5	ยกเว้นน้ำฝน >5.6
ความขุ่น (NTU)	10	
สี (หน่วยแพลตตินัมโคบอลท์)	15	
คุณภาพทางเคมี (mg/l)		
เหล็ก	0.5	
แมงกานีส	0.3	
ทองแดง	1.0	
ฟลูออไรด์	1.0	
สังกะสี	5.0	
ไนเตรท (คิดเป็นไนโตรเจน)	10	
คลอไรด์	250	
ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$)	300	
สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย	1000	
ซัลเฟต	400	
คลอรีนอิสระตกค้าง	0.2 - 0.5	เฉพาะกรณีใช้ฆ่าเชื้อ
คุณภาพทางสารเป็นพิษ(mg/l)		
สารหนู	0.05	

ข้อมูลที่วิเคราะห์/หน่วย	ค่าที่กำหนด	หมายเหตุ
แคดเมียม	0.005	
โครเมียม	0.05	
ไซยาไนด์	0.1	
ตะกั่ว	0.05	
ปรอท	0.01	
ซิลลิเนียมต์	0.01	

ที่มา : คณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร, 2531

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ[2/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์[1/]				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.	สี กลิ่น และรส (Colour,Odour,and Taste)		-	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2.	อุณหภูมิ (Water Temp)		ซ(C)	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
3.	ความเป็นกรด - ด่าง (pH)		-	”	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4.	ออกซิเจนละลาย(DO)	P 20	มก/ล		>6.0	>4.0	>2.0	-
5.	บีโอดี	P 80	”		<1.5	<2.0	<4.0	-
6.	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย -โคลิฟอร์มรวม (Total Coliform) -โคลิฟอร์มชนิดฟีคัล (Feacal Coliform)	P 80	MPN/100 ml		<5000 <1000	<20000 <4000	- -	- -
7.	ไนเตรทในรูปไนโตรเจน (NO_3-N)		มก/ล	”	สูงสุดไม่เกิน		5.0	-
8.	แอมโมเนียในรูปไนโตรเจน (NH_3 - N)		”	”			0.5	-
9.	ฟีนอล (Phenols)		”	”			0.005	-
10.	ทองแดง (Cu)		”	”			0.1	-
11.	นิคเกิล (Ni)		”	”			0.1	-

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ [2/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ [1/]				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
12.	แมงกานีส (Mn)		”	”			1.0	-
13.	สังกะสี (Zn)		”	”			1.0	-
14.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		”	”			0.002	-
15.	แคดเมียม(Cd)		”	”		0.005*	0.05**	-
16.	โครเมียม (Cr Hexavalent)		”	”			0.05	-
17.	ตะกั่ว (Pb)		”	”			0.05	-
18.	สารหนู(As)		”	”			0.01	-
19.	ไซยาไนด์(CN)		”	”			0.005	-
20.	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) -ความแรงรังสีรวมแอลฟา -ความแรงรังสีรวมเบตา		เบคเคอเรล/ล.	ธ			0.1 1.0	- -

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ[2/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์[1/]				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
21	ค่ารวมของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)		ไมโครกรัม/ล	"				
	-ดีดีที (DDT)		"				1.0	-
	-แอลฟา-บีเอชซี (α - BHC)		"				0.02	
	-ดิลดริน (Dieldrin)		"				0.1	-
	-อัลดริน (Aldrin)		"				0.1	-
	-เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)		"				0.2	-
	-เอนดริน (Endrin)		"	ต้องตรวจไม่พบโดยวิธีที่กำหนด				-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ และการพลังงาน เรื่องกำหนดมาตรฐานและวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 103 ตอนที่ 60 ลงวันที่ 15 เมษายน 2529

หมายเหตุ

1/การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์ เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' เป็นไปตามธรรมชาติ แต่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 3 ซ

2/	กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภท 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า
*	ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มก./ล
**	ในน้ำที่มีความกระด้างในรูป $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มก./ล
-	ไม่ได้กำหนด
ซ	องศาเซลเซียส
P 20	ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
P 80	ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
มก./ล	มิลลิกรัม/ลิตร
มล.	มิลลิลิตร
MPN	เอ็ม พี เอ็น หมายถึง Most Probable Number
>	มากกว่า
<	น้อยกว่า

ภาคผนวก ฉ

ตารางแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2504 - 2533) ของจังหวัดสงขลา

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)
มกราคม	81.9
*กุมภาพันธ์	25.5
*มีนาคม	36.7
เมษายน	70.2
พฤษภาคม	120.4
มิถุนายน	101.0
กรกฎาคม	94.9
สิงหาคม	99.8
กันยายน	129.6
ตุลาคม	283.5
*พฤศจิกายน	587.9
*ธันวาคม	403.7

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาฝั่งตะวันออก กรมอุตุนิยมวิทยา

หมายเหตุ * เดือนที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายนรพัทธ์ ทรงเดชะ

วัน เดือน ปี เกิด 14 มิถุนายน 2506

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2531
รัฐศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2536

ตำแหน่ง และสถานที่ทำงาน

นักวิชาการสาธารณสุข 5

สำนักงานสาธารณสุขอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา