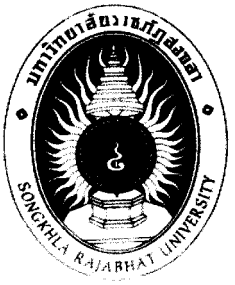


รายงานวิจัย

การศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

The Study Contamination of Lead in Sediment at the Entrance of Songkhla Lake

นารีรัตน์ ณ ไทร

นิตินันต์ จันทร์คง

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2561

ใบรับรองงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่องงานวิจัย การศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

The Study Contamination of Lead in Sediment at the Entrance of Songkhla Lake

ชื่อผู้ทำงานวิจัย นารีรัตน์ ณ ไทร และ นิตินันต์ จันทร์คง

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์)

.....ประธานกรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์นัดดา โปดำ)

.....กรรมการสอบ
(อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์)

.....ประธานหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุมัติ เดชนะ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

27 มิ.ย. 2562

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อเรื่อง การศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

ผู้ทำงานวิจัย นางสาว นารีรัตน์ ณ ไทร รหัสนักศึกษา 584231016
นางสาว นิตินันต์ จันทร์คง รหัสนักศึกษา 584231017

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

สถาบัน มหาวิยาลัยราชภัฏสงขลา

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่ว (Pb) ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน จำนวน 10 จุด ในฤดูฝน (ธันวาคม 2560) เก็บตัวอย่างด้วยแกรบเพื่อศึกษาการสะสมของปริมาณตะกั่วที่สะสมในดินตะกอน ขนาดอนุภาค ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอินทรียวัตถุ ผลการศึกษาพบว่าดินตะกอนมีอนุภาคเป็นทรายแป้ง ยกเว้นบริเวณตอนบนใกล้ทางออกสู่อ่าวไทย (จุดที่ S1 และจุดที่ S7) มีลักษณะเป็นดินทราย ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วงปานกลางถึงด่างอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.14±0.48(9.18±0.01-7.40±0.02) ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83±2.51(0.14±0-7.98±0.13) ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำเฉลี่ยร้อยละ 1.50±0.73(0.02±0.05-2.27±0) ส่วนปริมาณตะกั่วในดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.59±12.12(10.99±17.86-56.98±5.14) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดินแห้ง ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนเล็กน้อยโดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$) เมื่อใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ศึกษาการกระจายตัวเชิงพื้นที่ พบว่ามีปริมาณตะกั่วสูงจะกระจายตัวบริเวณตอนกลางและล่างของปากทะเลสาบสงขลา

คำสำคัญ : การสะสม ตะกั่ว ดินตะกอน และปากทะเลสาบสงขลา

เลข Bib# 114319
วันที่ 14 ส.ค. 2562
363.73924

Study Title	The Study Lead Contamination in Soil Sediment at the Entrance of Songkhla Lake
Authors	Miss. Nareerat Nasai student ID 584231016
	Miss. Nitinan Jankong student ID 584231017
Adviser	Miss.Hirunwadee Suviboon
Bachelor of Science	Environmental Science
Institution	Songkhla Rajabhat University
Academic Year	2018

Abstract

The study of lead (Pb) Contamination in sediment at the entrance of Songkhla Lake was investigated by sampling and analysis of sediment samples from 10 sampling points during rainy season (December, 2560) and with Grap sampling. Objectives were studying lead content in sediment, particle size, electrical conductivity, pH and organic matter. The results revealed sediments texture had silt characteristics except at the bottom near entrance of Songkhla Lake (station S1 and S7) were sand like. The pH values were medium to slightly weak alkaline by average 8.14±0.48(9.18±0.01-7.40±0.02), average electrical conductivity was 2.83±2.51(0.14±0-7.98±0.13) µs/cm and average minimum organic matter was 1.50±0.73(0.02±0.05-2.27±0). Lead content in sediment was 43.59±12.12(10.99±17.86-56.98±5.14) mg/kg dry soil which slightly lower than soli sediment quality standard by not significant difference with 95 percent confidence level ($P<0.05$). When using geographical information system (GIS) to presented spatial distribution. It was found that high concentrations of lead diffuse in the middle and lower of entrance of Songkhla Lake.

Keywords : Contamination lead Sediment and Entrance of Songkhla Lake

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ที่สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์ ที่ให้ความรู้ ข้อเสนอแนะแนวทางการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการอ่านและปรับแก้ไขข้อบกพร่องจนรายงานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์รวมถึงเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดการทำงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่เสนอแนะแนวทางการวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ นายสอแหละ บางูสัน นักวิทยาศาสตร์โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆที่เป็นกำลังกายใจในการเก็บตะกอน ให้คำปรึกษา และเป็นกำลังใจในการทำงาน รวมทั้งขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอยนามซึ่งช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบพระคุณพระคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังทรัพย์กำลังใจในการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นารีรัตน์ ณ ไทร
นิตินันต์ จันทร์คง
พฤษภาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โลหะหนัก	5
2.2 ตะกั่ว (Lead)	9
2.3 ความสำคัญของดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อมและค่ามาตรฐานของดินตะกอน	12
2.4 ข้อมูลของทะเลสาบสงขลาตอนล่าง และปากทะเลสาบสงขลา	15
2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา	23
3.2 ขอบเขตการวิจัย	24
3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	24
3.4 การเก็บ และการรักษาตัวอย่างดินตะกอน	26
3.5 วิธีการวิเคราะห์	29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน 31

4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินตะกอน 37

4.3 ผลการศึกษาสมบัติทางโลหะหนักของดินตะกอน 41

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 43

5.2 ข้อเสนอแนะ 44

บรรณานุกรม 45

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบโครงร่างวิจัย ก-1

ภาคผนวก ข ตำแหน่งพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอน ข-1

ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมีและทางโลหะหนักของตะกอน ค-1

ภาคผนวก ง ภาพประกอบการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ง-1

ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์สถิติแบบ T-Test ฉ-1

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.7-1	แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
2.3-1	ค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในแต่ละประเทศ	14
2.5-1	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3.4-1	พิกัดแสดงตำแหน่งของจุดเก็บดินตะกอน	26
3.5-1	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์และวิธีการวิเคราะห์	30
4.1-1	สภาพพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างและสีของดินตะกอน	31
4.1-2	ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	32

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1-1	แหล่งที่มาของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในตะกอนจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์	6
2.1-1	ไดอะแกรมสามเหลี่ยมสำหรับเรียกชื่อตะกอนตามสัดส่วนขององค์ประกอบของขนาดอนุภาคตะกอน	9
2.4-1	แผนที่ปากทะเลสาบสงขลา	16
3.1-1	กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย	23
3.4-1	แผนที่แสดงตำแหน่งของจุดเก็บดินตะกอน	27
3.4-2	การเก็บตัวอย่างโดยใช้แกรบ	28
3.4-3	การเตรียมตัวอย่างดินตะกอนเพื่อนำไปวิเคราะห์	29
4.1-1	การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	33
4.1-2	การกระจายตัวของขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	34
4.1-3	ค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	35
4.1-4	การกระจายของค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	36
4.2-1	การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	37
4.2-2	การกระจายของค่าความเป็นกรดด่างตัวของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	38
4.2-3	การเปรียบเทียบปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	39
4.2-4	การกระจายของปริมารสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	40
4.3-1	ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	41
4.3-2	ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา	42

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็นทะเลสาบกึ่งปิดที่เรียกว่า “ลากูน” (Lagoon) แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ ทะเลน้อย ทะเลหลวง ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง และทะเลสาบสงขลาตอนล่าง มีทรัพยากรทางธรรมชาติที่หลากหลายและมีความสำคัญในระบบนิเวศ บริเวณตอนล่างของทะเลสาบสงขลาเชื่อมต่อกับอ่าวไทย เรียกว่า “ปากทะเลสาบสงขลา” มีอาณาเขตตั้งแต่ช่วงช่องแคบปากรอไปจนถึงปากทะเลสาบก่อนไหลสู่อ่าวไทย บริเวณตำบลหัวเขาแดง มีลักษณะพื้นที่ที่น้ำขึ้นน้ำลงไม่รุนแรง พื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร ระดับความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.9 เมตร น้ำในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย (เริงชัย ตันสกุล, 2536) แหล่งน้ำบริเวณนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประชาชนในชุมชน โดยเป็นที่ตั้งของท่าเทียบเรือประมง และอู่ต่อเรือประมง ซึ่งจากการทำกิจกรรมบริเวณปากทะเลสาบสงขลานี่เอง อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำและดินตะกอน โดยเฉพาะสารตะกั่วที่อาจอยู่ในรูปแบบของสิ่งเจือปนในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน การทำการเกษตร รวมถึงการทำประมง เช่น การที่อู่ต่อเรือไม้ขนาดเล็กใช้เสน (ตะกั่วออกไซด์) ในการตอกหมันเรือ และการใช้สีทากันเพรียง กันสนิม ในเรือประมง สุวพิทย์ แก้วสนิท (2551) รายงานว่า มีอู่ซ่อมเรือในพื้นที่ภาคใต้ 63 แห่ง (สงขลา 6 แห่ง) ซึ่งทุกแห่งใช้สารตะกั่วแดง (Pb_3O_4) เป็นส่วนประกอบเพื่อใช้ซ่อมและต่อเรือ และร้อยละ 84 มีฝุ่นตะกั่วฟุ้งกระจายในอากาศ ทำให้ตะกั่วมีโอกาสแพร่กระจายสู่แหล่งน้ำได้ และจากสมบัติของสารตะกั่วที่มีจุดหลอมเหลวสูง ไม่ละลาย และแขวนลอยในแหล่งน้ำ ดังนั้นเมื่อจับตัวด้วยอนุภาคของดินก็จะตกตะกอน เป็นดินตะกอนที่ทับถมลงสู่พื้นท้องน้ำ (อาทิตย์ มุกดาดี, 2555)

ปัจจุบันประเทศไทยพบพื้นที่การปนเปื้อนสารพิษอยู่ทั่วประเทศซึ่ง นับเป็นปัญหาที่สำคัญและแก้ไขได้ยาก สาเหตุของการปนเปื้อนสารพิษมาจากหลายสาเหตุ อาทิเช่น การทำอุตสาหกรรม การทำเหมืองแร่ การทำการเกษตร และการจัดขยะที่ไม่ถูกวิธี เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษในทรัพยากรดิน น้ำ และอากาศ แล้วเกิดการถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ผ่านห่วงโซ่อาหาร ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตนั้นหรือแม้กระทั่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ รายงานของไตรภพ ผ่องสุวรรณ และ ดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545) ที่ศึกษาปริมาณโลหะหนักในตะกอนบริเวณระหว่าง พ.ศ. 2520-2538 พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอน ที่ความลึก 0-9 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในช่วง 24.5-59.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจากการศึกษาของประดิษฐ์ มีสุข (2542) ได้

ศึกษาปริมาณของโลหะหนักในตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลา พบว่ามีการสะสมของตะกั่วสูงในบริเวณหัวเขาแดง ปากคลองสำโรง ปากคลองขวาง และ ปากคลองพะวง มีค่า 45.60, 63.45, 61.00 และ 92.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ ซึ่งปริมาณตะกั่วบางจุดเกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในประเทศไทยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 46.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณตะกั่วในพื้นที่ทะเลสาบสงขลาอาจมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณปากทะเลสาบจึงควรมีการติดตามระวังอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากตะกั่วจึงจัดเป็นดัชนีที่สำคัญในการบ่งชี้ปัญหาสภาพแวดล้อมของทะเลสาบสงขลา ผลกระทบของตะกั่วทั้งใน คน สัตว์ และปลา ถ้าได้รับตะกั่วเข้าไปโดยการสูดดมและการกินอาหาร หรือน้ำที่ปนเปื้อนตะกั่ว โดยตะกั่วจะไปสะสมที่เลือด กระดูก กล้ามเนื้อ และไขมัน โดยกลุ่มทารกและเด็กเล็ก เป็นกลุ่มเสี่ยงแม้จะได้รับตะกั่วในปริมาณเล็กน้อยก็ตาม แหล่งน้ำที่มีปริมาณสารตะกั่วอยู่ในระดับสูงจะทำให้มีผลต่อระบบการเจริญพันธุ์ ระบบโลหิต และระบบประสาทของสัตว์น้ำและปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำนั้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา เพื่อข้อมูลในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารโลหะหนักในทะเลสาบสงขลา และทำให้สามารถทราบถึงแนวโน้มการสะสมของสารตะกั่วในพื้นที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับหน่วยงานในท้องถิ่นหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ และมนุษย์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาถึงสมบัติบางประการของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

1.3 ตัวแปร

ตัวแปรต้น : ดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

ตัวแปรตาม : ปริมาณตะกั่ว และสมบัติบางชนิดของดินตะกอน (pH, ขนาดอนุภาค, อินทรียวัตถุ และการนำไฟฟ้า)

ตัวแปรควบคุม : ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ตะกั่ว (lead) หมายถึง เป็นธาตุที่มีหมายเลขอะตอม 82 และสัญลักษณ์ Pb น้ำหนักอะตอม 207.2 ความหนาแน่น เท่ากับ 11.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ที่ 20 องศาเซลเซียส) เป็น

แร่โลหะชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ในธรรมชาติ พบได้ในดิน น้ำ และแหล่งสายแร่ต่างๆ มีลักษณะเป็นของแข็งสีเงินเทาหรือแกมน้ำเงิน และมีการนำสารตะกั่วมาใช้ประโยชน์มากในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น (ไมตรี สุทธิจิต์, 2531)

ดินตะกอน (sediments) หมายถึง อนุภาคที่อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการผุพังทลายของหิน หรือพื้นดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมทั้งโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกกระแสลม กระแสน้ำพัดพามาหรือเกิดขึ้นเองภายในแหล่งน้ำและสิ่งเหล่านี้ได้มีการตกตะกอนนอนก้นสะสมอยู่บนพื้นท้องน้ำ (Gary et, 1977 อ้างใน ปิยวรรณ นาคินชาติ, 2546)

การปนเปื้อน (contamination) หมายถึง การที่สารเข้าไปผสมทำให้ไม่บริสุทธิ์หรือใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ (วรชาติ วิศวพิพัฒน์, 2555)

ปากทะเลสาบสงขลา (Songkhla Lake Mouth) หมายถึง บริเวณส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลา ที่มีอาณาเขตตั้งแต่ช่องแคบปากรอไปจนถึงปากทะเลสาบก่อนไหลออกสู่อ่าวไทยบริเวณตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา (เริงชัย ตันสกุล, 2536)

1.5 สมมติฐาน

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลามีค่าสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถทราบถึงปริมาณการสะสมของตะกั่วบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

1.5.2 สามารถทราบถึงสมบัติบางประการของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ได้แก่ pH, ขนาดอนุภาค, ปริมาณอินทรียวัตถุ และการนำไฟฟ้า

1.5.3 สามารถใช้เป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของตะกั่วบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาดำเนินงาน 20 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2560 ถึง มิถุนายน 2562 โดยเว้นระยะช่วงการฝึกสหกิจศึกษา (ธันวาคม 2561 ถึง มีนาคม 2562) สำหรับแผนการดำเนินงานตลอดโครงการแสดงไว้ใน**ตารางที่ 1.7-1** ส่วนโครงร่างวิจัยแสดงไว้ใน**ภาคผนวก ก**

ตารางที่ 1.7-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนในการทำวิจัย	2560							2561											2562			
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.-มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1) การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ	———	———	———	———	———	———	- - -	- - -								———	———						
2) สำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่าง					———	———																	
3) นำเสนอโครงร่างวิจัย				▲																			
4) เตรียมอุปกรณ์และเก็บตัวอย่างดินตะกอน						———	———																
5) ดำเนินการวิจัย																							
- การวิเคราะห์สมบัติของตะกอน						———	———	———															
- การวิเคราะห์ตะกั่วในดินตะกอน							———	———															
- วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ								———	———														
6) นำเสนอความก้าวหน้า									▲														
7) สรุปและอภิปรายผล										———	———	———	———	———									
8) จัดทำเล่มวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมฉบับร่าง												———	———	———	———	———	———						
9) นำเสนอวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม																		▲					
10) ปรับและแก้ไขเล่มวิจัย																		———	■	- - -	- - -	- - -	- - -

หมายเหตุ ——— หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย - - - หมายถึง ช่วงขยายระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

▲ หมายถึง ช่วงการสอบวิจัย ■ หมายถึง ช่วงการฝึกสหกิจศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก เป็นโลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 ขึ้นไป มีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เป็นธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 23.92 ในตารางธาตุ (นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557) โลหะหนักสามารถรวมตัวกับสารอินทรีย์ และสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของ สิ่งมีชีวิต ผ่านทางการซึมเข้าทางผิวหนังและตามห่วงโซ่อาหาร

2.1.1 แหล่งกำเนิดของโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของสารโลหะหนักที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะที่สำคัญ คือ

1) แหล่งอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้น โอกาสที่โลหะหนักซึ่งปนเปื้อนกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทจะถูกถ่ายเทลงในแหล่งน้ำจึง เป็นไปได้สูง อาจสะสมอยู่ในตะกอนดินและบางส่วนอาจถูกพัดเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล โรงงานอุตสาหกรรม เหล่านี้ได้แก่ โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานทำสีย้อมผ้า โรงงานผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ โรงงานถลุงแร่ ฯลฯ

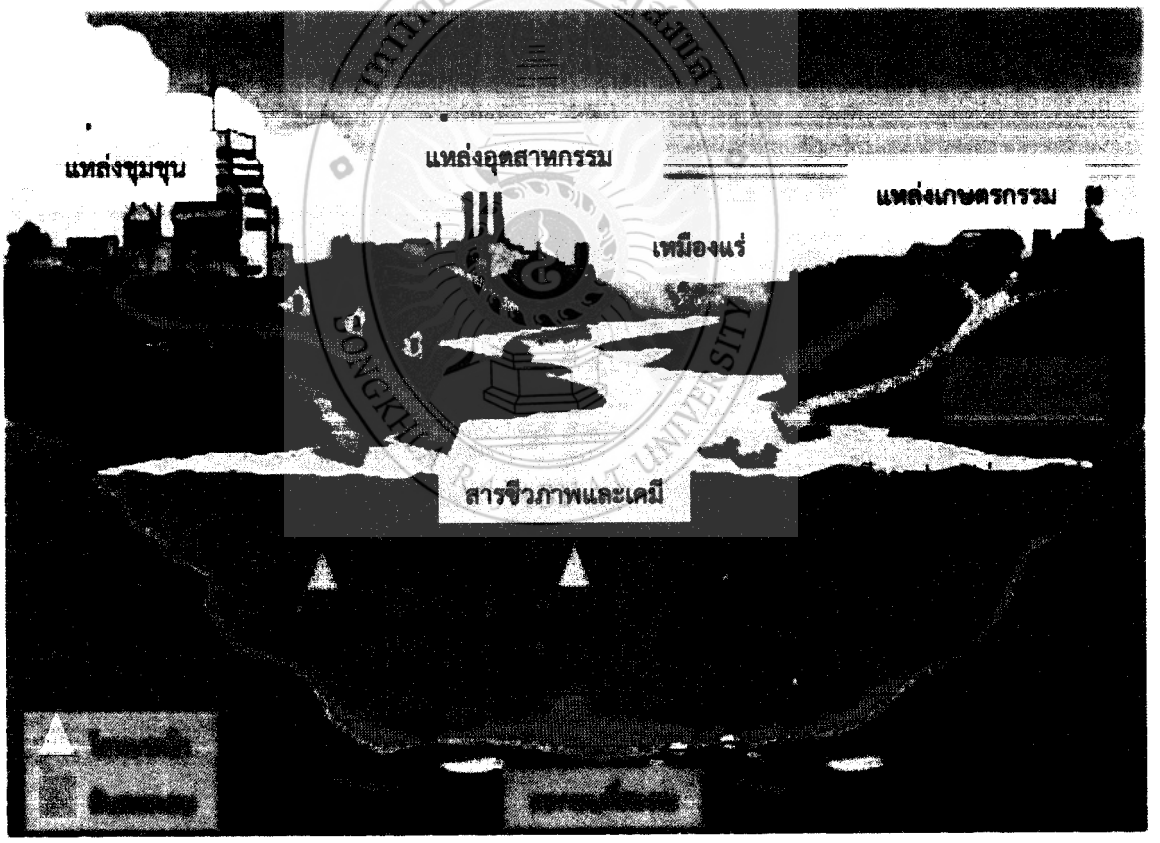
2) แหล่งเกษตรกรรม ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมอาชีพ และรายได้หลักของประชากรจึงเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกไม่ว่าจะเป็นการทำนาทำไร่หรือทำสวน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึง ผลผลิตต่อเนื้อที่ ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่อยู่ในแถบร้อนชื้น แมลงและเชื้อโรคต่างๆ ที่เป็นศัตรูพืชจึงเจริญได้ดีจึงจำเป็นที่เกษตรกรจะต้องมีการนำยากำจัดศัตรูพืชมาใช้ มีผลให้มียากำจัดศัตรูพืชสะสมอยู่ใน พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ยากำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่ เช่น ยากำจัด เชื้อรา มีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ เป็นต้น ซึ่งยากำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่สลายตัวได้ยาก และสารพิษ ตกค้างเหล่านี้จะถูกชะพาลงสู่แหล่งน้ำได้เมื่อเกิดการกัดเซาะหน้าดินโดยน้ำฝน

3) แหล่งชุมชน ชุมชนเป็นแหล่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำได้มาก โดยส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักที่ปนอยู่กับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอยต่าง ๆ ซึ่งมีชิ้นส่วนวัสดุที่มีโลหะหนัก เป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระดาษ สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย กากหม้อแบตเตอรี่รถยนต์และ

เศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะ เป็นต้น (โสภาพรรณ จิรนิรัติศัย, 2543 อ้างอิงใน ระวิวรรณ เฮ้งนุ้ย, 2548)

2.1.2 การสะสมของโลหะหนักในดินตะกอน

โลหะบางส่วนอาจมีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำและตะกอนดินโดยมีแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ คือ ธรณีสัณฐานของดิน แต่พบว่ามนุษย์เป็นตัวการเร่งให้เกิดการชะล้างโลหะออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น โลหะหนักที่ปนเปื้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ อาจถูกปลดปล่อยออกสู่แหล่งน้ำทั้งจากแหล่งที่มาที่ระบุได้ (point sources) เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชนหรือเมือง และเหมืองแร่ หรือจากแหล่งที่มาที่กระจาย (non-point sources) โดยการชะพามาจากพื้นที่ชุมชนและพื้นที่การเกษตร ดังแสดงใน**ภาพที่ 2.1-1**



ภาพที่ 2.1-1 แหล่งที่มาของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในตะกอนจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์

ที่มา : ดัดแปลงจาก U.S. Geological Survey Circular (2004) อ้างอิงใน สมชาย วิบุญพันธ์ และคณะ (2554)

โลหะเหล่านี้แพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม โดยฟุ้งกระจายไปในอากาศ หรือถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำ และท้ายที่สุดจะไปสะสมอยู่ในดินหรือตะกอนท้องน้ำ เมื่อดินตะกอนพื้นท้องน้ำเกิดการร่วมตัวกับอนุภาคของตะกอนสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์และสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยกระบวนการการดูดซึม (adsorption) และการคาย (desorption) เมื่ออนุภาคของโลหะหนักในแหล่งน้ำจับตัวกับอนุภาคของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ หรือสารแขวนลอยอื่นๆ และด้วยความหนาแน่นที่สูงของโลหะหนักทำให้ตกตะกอนสู่พื้นท้องน้ำ โดยโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนสามารถละลายกลับไปในแหล่งน้ำได้อีกในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง ดังนั้นตะกอนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บโลหะหนักในแหล่งน้ำ และเป็นแหล่งกำเนิดได้ด้วยเช่นกัน (Salomon et al, 1987 อ้างอิงใน ปิยวรรณ นาคินชาติ, 2549) โลหะเหล่านี้เมื่อเข้าสู่แหล่งน้ำ จะเกิดการสะสมในแหล่งน้ำ และผ่านกระบวนการทางชีวะธรณีเคมี ถ่ายทอดเข้าสู่สิ่งมีชีวิต

2.1.3 ลักษณะของโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนท้องน้ำ

สามารถจำแนกกลุ่มได้เป็น 5 กลุ่มดังนี้ (He et al., 2000 อ้างอิงใน นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557)

1) รูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน (exchangeable form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นโลหะหนักที่ถูกดูดซับกับ อนุภาคของดินเหนียว โดยเป็นการแลกเปลี่ยนประจุลบในดินเหนียวกับประจุบวกในโลหะหนักที่ พื้นผิวในสารละลายดิน โดยค่าประจุลบของอนุภาคดินเหนียวขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+ ในดิน

2) รูปแบบคาร์บอเนต (carbonate form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักอยู่ในตะกอนของคาร์บอเนต โดยการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนักขึ้นอยู่กับความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำในดิน

3) รูปแบบเหล็กกับแมงกานีสออกไซด์ (iron and manganese oxide form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ เนื่องจากผิวของเหล็ก และแมงกานีสมีความสามารถในการดูดซับสูง ทั้งเหล็กและแมงกานีสมีปริมาณมากในดิน ออกไซด์ของเหล็ก และแมงกานีส จึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางเคมีของโลหะหนักในแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก

4) รูปแบบอินทรีย์ (organic form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักดูดซับกับสารอินทรีย์ โดยสารอินทรีย์มีประจุลบคล้ายกับอนุภาคดินเหนียว ในสภาวะที่ดินเป็นกรดมาก โลหะหนักจะจับตัวกับสารอินทรีย์ได้ดี และทำให้ประจุบวกตัวอื่นเข้ามาแทนที่ได้ยาก โดยทั่วไปสารอินทรีย์สามารถ ละลายได้ดีในสภาวะที่เป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing) จึงทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปของสารละลายได้

5) รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ (residual form)

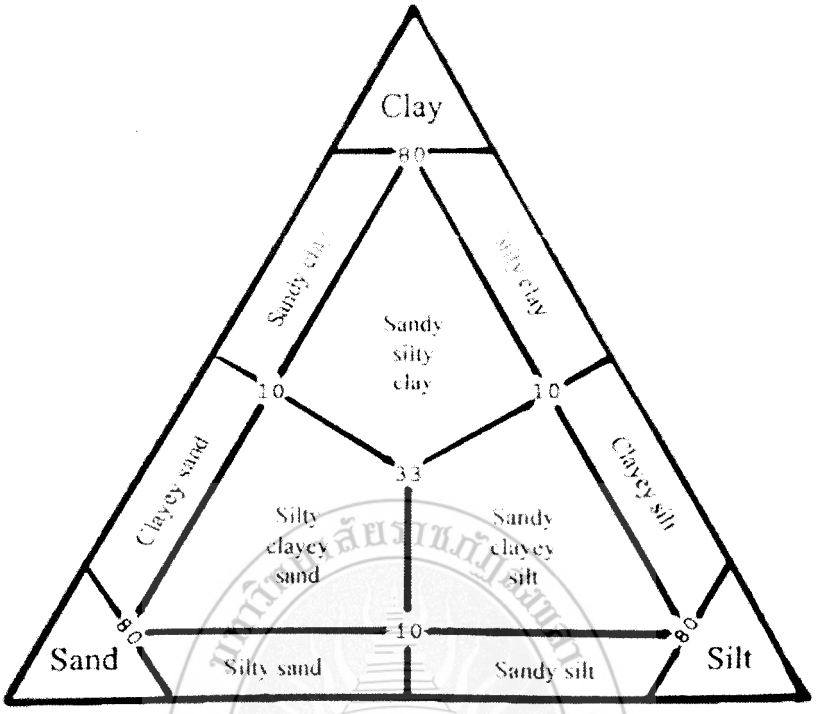
โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นโลหะหนักที่ตกผลึกอยู่ในแร่ปฐมภูมิ ซึ่งเป็นสารประกอบเหมือนแหล่งกำเนิด โดยยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีใดๆ เช่น สังกะสี และตะกั่วที่อยู่ในรูปของ ZnS และ PbS เป็นต้น

2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน

ปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนนั้นขึ้นกับคุณสมบัติของตะกอน ได้แก่ ขนาดอนุภาคตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน และยังพบว่าโลหะหนักสามารถถูกดูดซับอยู่บนพื้นผิวอนุภาคเหล็กและ แมงกานีสออกซีไฮดรอกไซด์ที่แยกตัวออกจากมวลน้ำได้อีกด้วย

1) ขนาดอนุภาคตะกอน

ตะกอนไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอด แต่ละบริเวณจะมีการกระจายของขนาดอนุภาคตะกอนที่ต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการทางกายภาพที่กระทำต่อตะกอนอาจจำแนกขนาดอนุภาคตะกอนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ทราย (sand) (> 63 ไมโครเมตร), ทรายแป้ง (silt) (2-63 ไมโครเมตร) และดินเหนียว (clay) (< 2 ไมโครเมตร) ตะกอนที่มีองค์ประกอบของขนาดอนุภาคต่างกันจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันแยกตามปริมาณสัมพัทธ์ของขนาดอนุภาคโดยใช้ไดอะแกรมสามเหลี่ยม ตามแบบของ Gorsline (1960) อ้างใน ยุทธนา บัวแก้ว (2548) ดัง**ภาพที่ 2.1-2** โลหะหนักส่วนใหญ่ในตะกอนจะยึดเกาะหรือดูดซับที่ผิวอนุภาคตะกอน โดยโลหะหนักจะยึดเกาะกับตะกอนอนุภาคละเอียดได้ดีกว่าตะกอนที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ เนื่องจากตะกอนขนาดอนุภาคละเอียดมีแร่ดินเหนียว ซึ่งมีพื้นที่และช่องว่างระหว่างอนุภาคสูง ทำให้โลหะหนักเข้าไปยึดเกาะได้ง่าย นอกจากนี้อนุภาคละเอียดมีประจุทำให้สามารถสร้างพันธะกับสารอินทรีย์และโลหะหนักได้มาก ดังนั้นจึงมักพบว่าปริมาณของโลหะเพิ่มขึ้นตามปริมาณอนุภาคละเอียดที่พบในดินตะกอน



ภาพที่ 2.1-2 ไดอะแกรมสามเหลี่ยมสำหรับเรียกชื่อตะกอนตามสัดส่วนขององค์ประกอบของขนาดอนุภาค

ที่มา : Gorsiine (1960) อ้างอิงใน ปิยวรรณ นาคินชาติ (2549)

2) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

การปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำมีปริมาณน้อยกว่าในดินตะกอน โดยตะกั่วที่สะสมในดินตะกอนสามารถกลับมาละลายน้ำได้อีก โดยผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ปัจจัยที่สำคัญต่อความสามารถในการละลายของตะกั่วในดินตะกอนคือ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยตะกั่วจะสามารถละลายได้ดีในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง (อาทิตย์ มุกดาดี, 2555)

3) ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน

สารอินทรีย์มีส่วนในการควบคุมปริมาณโลหะหนักในตะกอน เนื่องจากโลหะหนักจะรวมกับสารอินทรีย์อยู่ในรูปโลหะอินทรีย์ ดังนั้นอินทรียวัตถุในตะกอนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักในตะกอนมักพบว่าตะกอนที่มีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณมากจะมีมลสารที่เป็นทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์สะสมอยู่ในปริมาณมากด้วย ซึ่งโลหะหนักที่สะสมในตะกอนอาจถูกปลดปล่อยกลับสู่มวลน้ำได้เมื่อสารอินทรีย์ถูกย่อยสลาย (Ujevic et al., 2000 อ้างอิงใน ปิยวรรณ นาคินชาติ, 2549)

2.2 ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วมีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Pb เป็นโลหะหมู่ 6 ของตารางธาตุ เลขอะตอม 82 มีมวลอะตอมกับ 207.2 ความหนาแน่น เท่ากับ 11.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ที่ 20 องศาเซลเซียส) มีจุดหลอมเหลว 327 องศาเซลเซียส และจุดเดือด 1,749 องศาเซลเซียส (กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน, 2551) ละลายน้ำได้น้อยมากและทนต่อการผุกร่อนได้ดีทำให้คงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานมาก ตะกั่วมีการแพร่กระจายตัวอยู่ในธรรมชาติบริเวณเปลือกโลก โดยมีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน หินทราย และดิน โดยส่วนใหญ่พบตะกั่วอยู่ในรูปของสารประกอบตะกั่วที่นำมาใช้ประโยชน์ (สุรภี โรจน์อารยนนท์, 2530)

2.2.1 ประเภทของตะกั่ว

ตะกั่วสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

1) ตะกั่วอินทรีย์ (organic lead)

ตะกั่วอินทรีย์ ได้แก่ ตะกั่วเตตระเอธิล (tetraethyllead; $Pb(C_2H_3)_4$ หรือ TEL และตะกั่วเตตระเมทิล (tetramethyl lead; $Pb(C_2H_3)_4$ หรือ TML การใช้ประโยชน์นิยมใช้ในผลิตน้ำมัน (petroleum industry) ใช้เป็นสารเพิ่มเลขออกเทน (octane number) และสารกันน็อก (anti-knock) หรือสารป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังมีตะกั่วแนพทาเลท (lead napthaiate) ที่นำมาใช้ในการทำสีให้แห้ง ซึ่งสารประเภทนี้ระเหยในอากาศได้ดีและทำให้เกิดพิษโดยการเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนัง สามารถจะเปลี่ยนรูปเป็นตะกั่วอนินทรีย์ได้ สำหรับตะกั่วอินทรีย์นี้หากมีปริมาณมากพอจะทำให้เกิดการเป็นพิษได้ ทั้งยังสามารถแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อมมากกว่าตะกั่วอนินทรีย์

2) ตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead)

ตะกั่วอนินทรีย์โดยทั่วไปจะพบในรูปของเกลือออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ ซึ่งไม่ถูกดูดซึมทางผิวหนัง แต่เป็นสารที่เป็นพิษสูง (highly toxic) ตามการจัดกลุ่มขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ส่วนใหญ่จะทำให้เกิดการเป็นพิษโดยการกินทางปาก และโดยการหายใจ โดยเฉพาะเมื่อตะกั่วมีขนาดของอนุภาคเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ปอดดูดซึมตะกั่วได้มากกว่าร้อยละ 50-70 ซึ่งตะกั่วอนินทรีย์มีการใช้งานมากกว่าตะกั่วอินทรีย์ โดยนำมาผลิตเป็นโลหะผสมทำแผ่นเก็บไฟฟ้าในแบตเตอรี่ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบเซรามิค ใช้ทำบล็อกตัวพิมพ์ ทำแผ่นหุ้มสายเคเบิล ทำฉนวนป้องกันรังสี ใช้ในการเชื่อมบัดกรีโลหะ เป็นต้น (WHO, 1995) ทั้งยังมาจากไอเสียรถยนต์

2.2.2 การใช้ประโยชน์ของตะกั่ว

ตะกั่วมีความหนาแน่นสูง จุดหลอมเหลวต่ำ มีความอ่อนตัวสูง มีความเป็นสารหล่อลื่น และต้านทานการผุกร่อนได้ดี ตะกั่วจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ทั้งในสภาพที่เป็นโลหะและสารเคมี และยังถูกนำมาใช้ในด้านการเกษตร (นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557) อาทิเช่น

1) ใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ในการผลิตรถยนต์

2) ท่อตะกั่ว เช่นระบบท่อส่งน้ำ

3) ใช้หุ้มสายเคเบิ้ลไฟฟ้าและสายสื่อสาร

4) ใช้ทำตะกั่วแผ่นเพื่อเป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญในอุตสาหกรรมเคมีและการก่อสร้างอาคาร

5) ฟิวส์ระบบตัดไฟอัตโนมัติ โดยตะกั่วหลอมละลายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินกำหนด

6) โลหะผสมตะกั่ว–ดีบุกใช้ในการเคลือบแผ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและต้านทานการกัดกร่อน

7) ใช้ทำลูกกระสุนและยุทธภัณฑ์

8) ใช้เป็นสารประกอบตะกั่วสำหรับผสมสีป้องกันสนิม เป็นโลหะที่ใช้ผสมกับโลหะทองแดงและเหล็กเพื่อเพิ่มคุณภาพด้านการกลึงหรือตัด

9) ใช้ทำโลหะบัดกรี ใช้เป็นโลหะตัวพิมพ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์เป็นต้น

10) ตะกั่วถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเป็นฉากเพื่อป้องกันรังสีต่างๆ ด้วย เช่น รังสีเอ็กซ์ รังสีเบต้า รังสีแกรมมา เป็นต้น กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน (2551)

11) ใช้ผลิตสารฆ่าแมลง และยาปราบศัตรูพืช

12) ใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมี

13) ใช้ในอุตสาหกรรมอู่ต่อเรือไม้ขนาดเล็ก เช่น ใช้เสน (ตะกั่วออกไซด์) ในการตอกหมันเรือ และการใช้สีทากันเพรียง กันสนิมในเรือประมง (สุวพิทย์ แก้วสนิท, 2551 และประไพศรี ธรฤทธิ์, 2546)

2.2.3 การแพร่กระจายของตะกั่วสู่ดินตะกอนพื้นท้องน้ำ

การแพร่กระจายของตะกั่วสู่น้ำและดินตะกอนมีลักษณะเช่นเดียวกับโลหะอื่นๆโดยตะกั่วจะแพร่กระจายจากธรณีสัณฐานของดินส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน

และหินทราย เมื่อเกิดการพังทลายของหินต้นกำเนิดหรือวัตถุต้นกำเนิดดิน นอกจากนี้ตะกั่วยังแพร่กระจายจากการนำไปใช้ประโยชน์ของมนุษย์ โดยขาดการควบคุมอาทิเช่น ตะกั่วจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง จะออกมาในรูปเกลืออนินทรีย์ กระจายอยู่ในบรรยากาศ เมื่อฝนตกจะถูกชะล้างสู่พื้นดินและแหล่งน้ำ โดยตะกั่วสามารถรวมตัวกับตะกอนได้ดี ในแหล่งน้ำทั่วไปจะมีตะกั่วผสมอยู่ในดินตะกอนเสมอ (กุลธิดา ถาวรกิจการ และกอบชัย ศิริวัฒน์, 2556)

2.2.4 ผลกระทบจากตะกั่ว

โดยตะกั่วมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ส่งผลต่อพืช สัตว์ มนุษย์ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง ทั้งการหายใจ ทางเดินอาหาร และทางผิวหนัง ขึ้นอยู่กับลักษณะและรูปแบบของตะกั่วที่ได้รับ ดวงใจ อินแก้ว และสุขณา ถิ่นกาแบง (2548) ให้ความเห็นถึงผลกระทบของตะกั่วไว้ดังนี้

1) มีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซน์ทำให้เอนไซน์ทำงานผิดปกติ

2) มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลผลิตตกต่ำ ลำต้นของพืชไม่แข็งแรง

3) มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ ลดลงเมื่อตะกั่วเข้าไปสะสมในร่างกายของสัตว์ทำให้ระบบต่างๆในร่างกายเสื่อมลง

4) ทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ตะกั่วจะมีการเข้าไปขัดขวางฮีโมโกบิน

5) ส่งผลกระทบต่อทางเดินอาหารโดยจะมีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้อาเจียนท้องผูกท้องเสียอย่างรุนแรง

6) ผลต่อระบบประสาท และกล้ามเนื้อทำให้เกิดอาการ ประสาทหลอน กระวนกระวาย อารมณ์แปรปรวน ชัก กล้ามเนื้ออ่อนแรง ตามัว และอาจรุนแรงถึงตาบอดได้ นอกจากนี้ ยังทำให้ไตอักเสบ รวมทั้งมีผลต่อระบบสืบพันธุ์

7) มีผลต่อหัวใจทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ

8) ส่งผลต่อระบบโลหิตโดยตะกั่วจะออกฤทธิ์ขัดขวางการสร้างธาตุเหล็กทำให้ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กและการสร้างโปรตีนผิดปกติ จะมีอาการซีด เลือดจางและอ่อนเพลีย

2.3 ความสำคัญของดินตะกอนต่อส่งแวดล้อมและค่ามาตรฐานของดินตะกอน

2.3.1 ความสำคัญของดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อม

ดินตะกอน (sediments) หมายถึง อนุภาคที่เป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ซึ่งเกิดจากการพังทลายของดิน (soil erosion) หรือการที่หินหรือพื้นดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ

รวมถึงโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพามาหรือ เกิดขึ้นในแหล่งน้ำแล้วสิ่งแหล่งนี้ได้มีการตกตะกอนถับถมลงบนพื้นท้องน้ำ เช่น บริเวณพื้นทะเล พื้นทะเลสาบ และพื้นของแม่น้ำ เป็นต้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

โลหะหนักที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ จะต้องอยู่ในรูปแบบ “bioavailable” คือ ไม่ได้อยู่ภายในโครงสร้างของอนุภาคตะกอนแต่จะสะสมอยู่กับตะกอนโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนแคทไอออน หรือถูกดูดซับ หรือตกตะกอนร่วมโลหะเหล่านี้ถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมเมื่อสภาวะฟิสิโอเคมีกัลป์เปลี่ยนแปลง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงพีเอช การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลาย หรือการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ โลหะหนักสามารถสะสมตัวในดินตะกอน และมีความเข้มข้นสูงกว่าในน้ำมาก โดยโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นจากการสะสมตัวตามธรรมชาติ ซึ่งเกิด จากการชะล้างแร่ธาตุที่อยู่บนผิวดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของผิวโลกอยู่ บริเวณนั้นตามสภาพทางธรณีวิทยา และองค์ประกอบในดินตะกอนยังมีความสำคัญในการสะสมตัว ของโลหะหนักในดินตะกอน ได้แก่ ปริมาณและอนุภาคของสารอินทรีย์ ปริมาณคาร์บอเนตและ ออกไซด์ของแมงกานีสและเหล็ก เป็นต้น นอกจากนี้การใช้ประโยชน์โดยตรงและการปล่อยโลหะหนัก ลงสู่แหล่งน้ำเนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยสิ่งเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนเปลี่ยนแปลงไป

การสะสมตัวของโลหะหนักในดินตะกอนพื้นท้องน้ำจะเกิดร่วมกับอนุภาคของตะกอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยกระบวนการการดูดซึม (adsorption) และการคาย (desorption) เมื่ออนุภาคของโลหะหนักในแหล่งน้ำจับตัวกับอนุภาคของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ หรือสารแขวนลอยอื่นๆ และด้วยความหนาแน่นที่สูงของโลหะหนักทำให้ตกตะกอนสู่พื้นท้องน้ำ โดยโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินตะกอนสามารถละลายกลับไปในแหล่งน้ำได้อีกในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง ดังนั้นตะกอนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บโลหะหนักในแหล่งน้ำและเป็นแหล่งกำเนิดได้ด้วย เช่นกัน (Salomon et al., 1987 อ้างอิงใน นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557)

โดยทั่วไปตะกอนในแหล่งน้ำไม่ได้นอนก้นอยู่บริเวณท้องน้ำตลอดเวลา บางครั้งตะกอนอาจจะถูกกวนให้แขวนลอยอยู่ในมวลน้ำ เช่น จากพายุ กระแสน้ำ หรือจากการกวนของใบพัดของเรือ ทำให้โลหะหนักในน้ำระหว่างตะกอนและโลหะหนักที่สะสมอยู่บนผิวตะกอนมีโอกาสละลายกลับสู่มวลน้ำได้มากขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำรับสัมผัสกับโลหะหนักมากขึ้น เนื่องจากตะกอนมีบทบาทสำคัญในการเก็บกักและเคลื่อนย้ายมลสาร ตะกอนจึงถูกใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อแหล่งน้ำ โดยใช้บ่งชี้ แหล่งกำเนิด เส้นทางการเคลื่อนย้าย และแหล่งที่มลสารไปสะสมในแหล่งน้ำ ซึ่งพบว่าข้อมูล สถานการณ์การปนเปื้อนที่ได้มีความน่าเชื่อถือสูง (Birch et

al., 2001 อ้างอิงใน ปิยวรรณ นาคินชาติ, 2549) และนอกจากนี้ตะกอนยังสามารถที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นของแหล่งน้ำในเชิงเศรษฐศาสตร์ได้อีกด้วย

2.3.2 มาตรฐานโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอน

คุณภาพดินตะกอนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากตะกอนสามารถเป็นแหล่ง สะสมสารอันตรายที่ปลดปล่อยจากแหล่งอุตสาหกรรม แหล่งชุมชน และที่ชะล้างจากธรรมชาติ นอกจากนี้ดินตะกอนยังเป็นแหล่งมลพิษที่สามารถปลดปล่อยสารอันตรายที่จับตัวกับดินตะกอนออกสู่ แหล่งน้ำ ส่งผลให้พบว่าสารอันตรายในดินตะกอนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินมีผลกระทบต่อ สัตว์น้ำผู้ล่าและมนุษย์ที่บริโภคจากการถ่ายทอดสารอันตรายผ่านห่วงโซ่อาหารได้ ซึ่งความสำคัญของ คุณภาพดินตะกอนนี้ทำให้มีการประเมินคุณภาพดินตะกอนขึ้นมาเพื่อบงชี้ความเสี่ยงที่อาจส่งผล อันตรายต่อสัตว์หน้าดิน โดยค่ามาตรฐานดินตะกอนสำหรับการประเมินผลกระทบที่พบว่ามีต่อสัตว์หน้าดินในแหล่งน้ำ สำหรับประเทศไทยใช้เกณฑ์คุณภาพดินตะกอนของรัฐฟลอริดาสำหรับการประเมินคุณภาพดินตะกอนในแหล่งน้ำผิวดิน เนื่องจากประเทศไทยยังขาดฐานข้อมูลที่จับคู่ระหว่างสารอันตรายในดินตะกอนและผลกระทบที่พบต่อสัตว์หน้าดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2556)

ตารางที่ 2.3-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในแต่ละประเทศ

Metals (mg/kg dry wt.)	USA		Australia New Zealand		Hong Kong		Thailand	
	ERL	ERM	ISQV-Low	ISQV-High	ISQV-Low	ISQV-High	ERL	ERM
Cd	1.2	9.6	1.5	10	1.5	9.6	1.2	9.6
Cr	81	370	80	370	80	370	81	370
Cu	34	270	65	270	65	270	34	270
Pb	46.7	218	50	220	75	218	46.7	218
Zn	150	410	200	410	200	410	150	410

หมายเหตุ

ERL = Effect Range Low ERM = Effect Range Median ISQV= Interim Sediment Quality Values

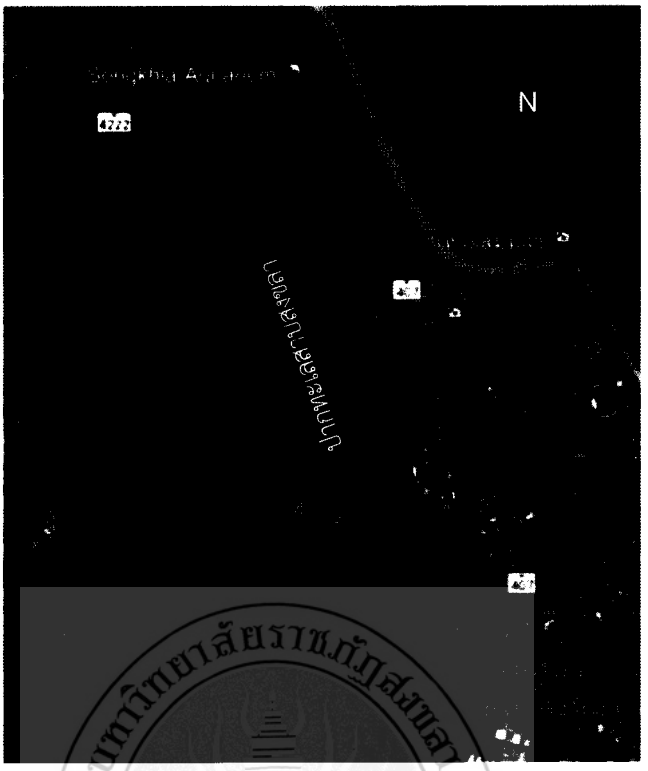
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2549)

2.4 ข้อมูลของทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา

ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญด้านการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ แบ่งเป็น 4 ตอน คือ ทะเลน้อย ทะเลหลวง (ทะเลสาบตอนบน) ทะเลสาบ (ทะเลสาบตอนกลาง) ทะเลสาบสงขลา (ทะเลสาบตอนล่าง) เป็นแหล่งรองรับน้ำจากลำคลองและแหล่งน้ำจืดต่างๆ จากพื้นที่ อำเภอชะอวด และอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุงทั้งหมด รวมถึงจังหวัดสงขลา (อำเภอเมือง อำเภอหาดใหญ่ อำเภอสะเดา อำเภอรัตภูมิ อำเภอระโนด อำเภอสทิงพระ อำเภอควนเนียง อำเภอกระแสสินธุ์ อำเภอนาหม่อม อำเภอบางกล่ำ อำเภอคลองหอยโข่ง) มีลักษณะเป็นที่ราบต่ำ ลาดเอียงจากทางตะวันตกบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีทางออกสู่ทะเลอ่าวไทยมีลักษณะที่เรียกว่า ลากูน ซึ่งทะเลสาบสงขลาตอนล่างจัดว่าเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียและมลสารต่างๆ จากทะเลสาบสงขลาตอนบนและจังหวัดสงขลาเกือบทั้งหมด นอกจากนี้ยังรับมลสารที่เป็นมลพิษที่ไม่ทราบจุดกำเนิดที่แน่นอน (non-point source) จากพื้นที่จังหวัดสงขลาเกือบทั้งหมด ซึ่งจะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์และสารมลพิษประเภทโลหะหนัก รวมถึงตะกั่วจากกิจกรรมในพื้นที่

2.4.1 ที่ตั้งของทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา

ทะเลสาบสงขลาตอนล่างเป็นส่วนของทะเลสาบตอนนอกสุดที่เชื่อมต่อกับอ่าวไทยมีพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่บริเวณตั้งแต่บ้านปากรอ ตำบลปากรอ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ไปจนถึงจุดที่เชื่อมต่อกับอ่าวไทยที่ปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลา ความลึกประมาณ 1.5 เมตร ยกเว้นช่องแคบที่ ติดต่อกับทะเลอ่าวไทย ซึ่งเป็นช่องเดินเรือมีความลึกประมาณ 12-14 เมตร มีเกาะที่สำคัญ คือ เกาะยอ ทะเลสาบส่วนนี้เป็นบริเวณที่มีน้ำเค็ม แต่บางส่วนในช่วง ฤดูฝนจะเป็นน้ำกร่อยและได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น น้ำลงบริเวณทางตอนใต้มีพื้นที่ป่าชายเลนปกคลุม โดยทั่วไปแต่ปัจจุบันถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งนักท่องเที่ยวสามารถหาเรือท่องเที่ยวในทะเลสาบได้ บริเวณท่าเรืออยู่หลังที่ทำการ ไปรษณีย์โทรเลข หรือบริเวณตลาดสดจะมีเรือหางยาวรับส่งตลอดวัน ซึ่งปากทะเลสาบสงขลาอยู่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง มีอาณาเขตตั้งแต่ช่องแคบปากรอไปจนถึงปากทะเลสาบก่อนไหลออกสู่อ่าวไทย บริเวณตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อยน้ำขึ้นน้ำลงไม่รุนแรงเนื่องจากอิทธิพลของอ่าวไทย (เริงชัย ตันสกุล, 2536) มีระดับความลึก 12-14 เมตร และลักษณะของตะกอนตั้งแต่บริเวณเกาะยอจนถึงปากรอ มีลักษณะเป็นตะกอนโคลนเหลว (ไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์, 2533) (**ภาพที่ 2.4-1**)



ภาพที่ 2.4-1 แผนที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา ที่ระดับความสูง 1 กิโลเมตร
ที่มา : google earth เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2562

2.4.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศบริเวณทะเลสาบสงขลาภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ จึงสามารถแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน และฤดูฝน โดยฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง กลางเดือนกรกฎาคม ส่วนฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนมกราคม โดยฝนจะตกหนักมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)

2.4.3 ลำน้ำสำคัญที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

จากข้อมูลของ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543) ระบุว่าบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างรองรับน้ำจากคลองที่สำคัญ 6 สาย คือ

1) คลองอู่ตะเภา ต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันกะลาคีรี ในตำบลสำนักแต้ว อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ไหลผ่านอำเภอสะเดา อำเภอหาดใหญ่ ไปลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ยาวประมาณ 90 กิโลเมตร

2) คลองวาด ต้นกำเนิดจากเทือกเขาบรรทัด ในอำเภอหาดใหญ่ ไหลลงสู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือไปสู่คลองอู่ตะเภา ยาวประมาณ 37 กิโลเมตร

3) คลองรัตภูมิ ต้นน้ำเกิดจากเขาบรรทัด ลำน้ำเขานครศรีธรรมราชตอนต้นไหลลงสู่ทางทิศเหนือ แล้วลงมาทางตะวันออกเฉียงเหนือผ่านอำเภอรัตภูมิ และลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

4) คลองต่ำ ต้นกำเนิดเขาบรรทัด (เขาพระ) ไหลลงสู่คลองอู่ตะเภา

5) คลองพะวง ไหลผ่านชุมชนตำบลบ้านน้ำน้อย ตำบลควนหิน ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

6) คลองสำโรง ไหลผ่านทางตอนใต้ของอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง บริเวณบ้านท่าสะอ้าน อำเภอเมือง ผ่านเขตชุมชนย่อยๆ หลายชุมชนและยังเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท

2.4.4 แหล่งที่มาของตะกั่วบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา

โลหะตะกั่วที่สะสมในดินตะกอนส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยการชะล้างแร่ธาตุที่อยู่บนผิวดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของผิวโลกอยู่บริเวณนั้นตามสภาพทางธรณีวิทยา นอกจากนี้มีการสะสมของตะกั่วจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ส่วนใหญ่ส่งผ่านทางน้ำเสียหรือน้ำผิวดิน โดยสิ่งเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนเปลี่ยนแปลงไปโดยธรรมชาติ ซึ่งตะกั่วมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม (พฤหัส จันทร์นวล, 2550) แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง คือ น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการทำประมงและอู่ต่อเรือ น้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากการเกษตร และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

1) น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการทำประมงและอู่ต่อเรือ

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ จากข้อมูลและปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในเขตจังหวัดสงขลา พบว่าปัจจุบันทะเลสาบสงขลาและคลองสาขา รวมถึงทะเลอ่าวไทยในเขตอำเภอเมือง อำเภอสิงหนคร อำเภอสทิงพระ และอำเภอระโนด ต้องรองรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสูงถึงวันละประมาณ 70,920 ลูกบาศก์เมตร จากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น 60 โรงงาน โดยโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญคือ โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ และโรงงานผลิตยางพารา คลองที่ได้รับการระบายน้ำจากโรงงาอุตสาหกรรมที่สำคัญคือ คลองสำโรง คลองพะวง และคลองอู่ตะเภา (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543) ทั้งยังมีอู่ต่อเรือไม้ขนาดเล็ก

ที่ใช้เสน (ตะกั่วออกไซด์) ในการตอกหมันเรือ ส่งผลให้คนงานมีการเสี่ยงต่อการได้รับพิษตะกั่ว จากการศึกษาอู่ซ่อมเรือในพื้นที่ภาคใต้ 63 แห่ง (สงขลา 6 แห่ง) พบว่า ทุกแห่งใช้สารตะกั่วแดง (Pb_3O_4) ในการซ่อมและต่อเรือ และร้อยละ 84 มีตะกั่วฟุ้งกระจาย (สุวพิทย์ แก้วสนิท, 2551) นอกจากนี้สีทากันเพรียง กันสนิมทาเรือแล้วมีสารตะกั่วผสม จากกิจกรรมการประมงอาจทำให้มีการแพร่กระจายและการสะสมของสารมลพิษเหล่านี้ในสิ่งมีชีวิตบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ (ประไพศรี ธรฤทธิ์, 2546)

2) น้ำเสียจากชุมชน

ชุมชนซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง เป็นชุมชนขนาดใหญ่ซึ่งมีประชาชนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก มีการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว ได้แก่ ชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่และปริมณฑล และชุมชนเทศบาลนครสงขลาและบริเวณใกล้เคียง โดยน้ำเสียจากชุมชนจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเป็นคลองสาขาของทะเลสาบสงขลาตอนล่างก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างต่อไป

3) น้ำเสียจากการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เกษตรกรในพื้นที่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเกือบทุกตำบล โดยเกษตรกรในตำบลเกาะยอมีการเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด โดยยึดอาชีพนี้และใช้เครื่องมือประมงที่สืบทอดกันมายาวนาน ไม่ว่าจะเป็นการดักไซนั่ง การดักไซนอน การดักโพงพาง และการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังถือว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดสงขลา สำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาวซึ่งเป็นกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่นิยมทำกันมาก ปัญหาน้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลากะพงขาวส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ต้องใช้น้ำ พื้นที่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างที่มีการเพาะเลี้ยงปลากะพงขาว ของเสียส่วนใหญ่จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะประกอบด้วย สารอินทรีย์ สารแขวนลอย และของแข็งต่างๆ ตลอดจนสารตกค้าง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543)

จากกิจกรรมบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา สอดคล้องกับรายงานของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี รายงานว่าในปี 2541 - 2545 ดินตะกอนบริเวณปากคลองบางตะบูน และบ้านแหลม จ.เพชรบุรี ที่ระยะห่างฝั่ง 100 เมตร มีปริมาณโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู และแคดเมียมสูงเกินค่ามาตรฐาน อันมีสาเหตุมาจากน้ำเสียจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม กิจการโรงแรมและรีสอร์ท การทำแพท่องเที่ยว การเพาะเลี้ยงสุกรและสัตว์น้ำชายฝั่ง เช่น กุ้งกุลาดำ การทำประมง (แพปลา) การใช้สีทากันเพรียง กันสนิม ดังนั้นการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอน จึงควรติดตามตรวจสอบเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี, 2547)

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา พบว่ามีผู้วิจัยเกี่ยวกับทะเลสาบสงขลาจำนวนมาก ในที่นี้จึงขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหะหนักและการสะสมของตะกั่วทั้งในทะเลสาบสงขลาและบริเวณแหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งมีผู้ศึกษาไว้เพิ่งใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยหาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.5-1**

ตารางที่ 2.5-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	อ้างอิง
ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำและดินตะกอน คลองอู่ตะเภา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	โดยเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2535 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2536 และพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วในดินตะกอนมีค่า 6.2-21.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง พบว่าบริเวณบ้านแหลมโพธิ์มีค่าเกินความเข้มข้นของตะกั่วในดินปกติทั่วไป และความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วในน้ำและดินตะกอนในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ	วินิตา อธิไภริน (2538)
ความเข้มข้นโลหะหนัก (Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd) ในตะกอนท้องน้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอกที่ตกตะกอนระหว่าง พ.ศ.2520-2538	งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และCd ในตะกอนท้องน้ำจาก 4 จุด ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก จำนวน 20 ตัวอย่าง พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอน ที่ความลึก 0-9 เซนติเมตร (ตะกอนในช่วงปี พ.ศ. 2520-2538) มีค่าอยู่ในช่วง 24.5-59.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความเข้มข้นสูงในตะกอนทะเลสาบสงขลาตอนนอกมากกว่าในตะกอนทะเลสาบที่อยู่ห่างไกลอื่นๆ ชี้ให้เห็นว่าปริมาณตะกั่วในพื้นที่ทะเลสาบสงขลา ที่อาจมีต้นกำเนิดบางส่วนจากกิจกรรมของมนุษย์	ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545)

ตารางที่ 2.5-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	อ้างอิง
การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา	ได้ศึกษาการหาปริมาณสารหนูและโลหะหนัก ซึ่งได้แก่ ตะกั่ว ปรอท สังกะสี และแคดเมียม ในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บตัวอย่างดินตะกอนจากทะเลสาบ สงขลา จุดที่มีน้ำเสียจากชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม 9 จุด ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2539 นำดินตะกอนมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ด้วยเทคนิควิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้แบบพ่นสารโดยตรง (direct aspiration) สำหรับการวิเคราะห์ธาตุตะกั่ว สังกะสีและแคดเมียม แบบไอเย็น (cold vapor) สำหรับการวิเคราะห์ปรอท และแบบไฮไดรด์เจเนอเรชัน (hydridegeneration) สำหรับการวิเคราะห์สารหนู ผลการวิเคราะห์ดินตะกอนทะเลสาบสงขลาพบว่าตะกั่ว และสารหนูมีค่า 26.55-92.75 และ 0-2.50 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ	ประดิษฐ์ มีสุข (2542)
การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในทะเลสาบสงขลา บริเวณอู่ต่อเรือ : กรณีศึกษาอู่ต่อเรือ หมู่ที่ 2 ต.หัวเขา อ.สิงหนคร จังหวัดสงขลา	การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักพบว่าปริมาณโลหะหนักโดยเฉลี่ยของตะกั่วมีปริมาณการปนเปื้อนเท่ากับ 0.0342 ppm ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วมากที่สุดคือ 0.0365 ppm และมีปริมาณน้อยลงตามระยะทางที่ห่างออกไป ซึ่งสอดคล้องตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้คือ ปริมาณโลหะหนักที่พบจะลดน้อยลงตามระยะทางที่ห่างจากอู่ต่อเรือ	จารีย์ นุ้ยดำ และอภิชาติ ไหมช่วย (2548)

ตารางที่ 2.5-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา (ต่อ)

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	อ้างอิง
การแพร่กระจายของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่วและสังกะสีในดินตะกอนทะเลสาบสงขลา	ศึกษาการแพร่กระจายของตะกั่วในดินตะกอนทะเลสาบสงขลา ผลการศึกษาพบว่าดินตะกอนในทะเลสาบสงขลาส่วนใหญ่เป็นทรายแป้งปนดินเหนียว ความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอนทะเลสาบตอนใน ตอนกลาง และตอนนอก อยู่ในช่วง 23.3±6.4, 23.3±12.0 และ <3.3±9.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (เฉลี่ย3.5±0.6, 4.0±2.2 และ 3.8±1.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation analysis) พบว่าปัจจัยที่ควบคุมการสะสมของโลหะหนักในดินตะกอนทะเลสาบสงขลาคือ ปริมาณอนุภาคดินเหนียวปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และอะลูมิเนียม (At)	ปิยวรรณ นาคินชาติ (2549)
การปนเปื้อนของสารหนูและตะกั่วในดินตะกอน บริเวณคลองอู่ตะเภา	ได้มีการศึกษาการปนเปื้อนของสารหนูและตะกั่วในดินตะกอน บริเวณคลองอู่ตะเภา ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน จำนวนทั้งหมด 10 สถานี ตะกั่วมีการปนเปื้อนในฤดูแล้ง ฤดูฝน (ตกน้อย) และฤดูฝน (ตกมาก) อยู่ในช่วง 3.44-14.06, 3.85-20.49 และ7.33-20.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตะกั่วมีการปนเปื้อนในดินตะกอน แต่ยังไม่มีจุดที่ควรเฝ้าระวัง เนื่องจากมีค่าการปนเปื้อนในดินตะกอนไม่เกินค่ามาตรฐาน	นันทวรรณ อุ่นจางวาง (2557)

ซึ่งจะเห็นได้ว่าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีผู้สนใจการศึกษาเกี่ยวกับโลหะหนักในดินตะกอนจำนวนมาก โดยดินตะกอนมีความสำคัญต่อคุณภาพแหล่งน้ำ เนื่องจากดินตะกอนสามารถเป็นแหล่งสะสมและปลดปล่อยสารอันตรายที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์และจากแหล่งธรรมชาติออกสู่แหล่งน้ำ ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และมนุษย์ที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ในช่วงฤดูฝนด้วยแกรบ เพื่อศึกษาปริมาณตะกั่วที่สะสมในในดินตะกอน และศึกษาสมบัติบางประการของดินตะกอน มีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา

สำหรับกรอบแนวความคิดการศึกษาปริมาณการสะสมตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา แสดงในภาพที่ 3.1-1

ภาพที่ 3.1-1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลาในช่วงฤดูฝน (15 ธันวาคม 2560) ด้วยแกรบ (grab sample) ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร กำหนดจุดเก็บตัวอย่างโดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system; GIS) แบ่งพื้นที่แบบกริดเพื่อให้เกิดการกระจายของตัวอย่างจำนวน 10 จุด แล้วนำดินตะกอนที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และปริมาณตะกั่วในดินตะกอน

3.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ดินตะกอน

3.2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1) พื้นที่เก็บตัวอย่างดินตะกอน

บริเวณปากทะเลสาบสงขลา ตั้งแต่ช่องแคบปากรอจนถึงปากทะเลสาบสงขลาก่อนไหลสู่อ่าวไทยบริเวณ ตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2) พื้นที่วิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

- การวิเคราะห์สมบัติบางประการดินตะกอน ได้แก่ pH, ขนาดอนุภาค, และอินทรียวัตถุ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

- การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอน ส่งวิเคราะห์ที่ ณ ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลางคณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน ส่งวิเคราะห์ ณ อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1) ขันน้ำ
2) กระดาษทิชชู
3) อลูมีเนียมฟรอย
4) ถุงพลาสติก

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5) กะละมัง

6) กรรไกร

7) ถุงมือ

8) ลังโฟมบรรจุน้ำแข็ง

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (Grap Sample) รุ่น Ohion EPA,2001 ยี่ห้อ Birege Ekman

2) เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) รุ่น pH 30 ยี่ห้อ Clean pH

3) เครื่องชั่ง แบบทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น pL 3002 ยี่ห้อ METTLER TOLEDO

4) เครื่องชั่ง แบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น pL 3002 ยี่ห้อ METTLER TOLEDO

5) ตู้อบ (drying oven) รุ่น SFE ยี่ห้อ Memmert

6) เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (global positioning system; GPS) รุ่น GPS 12 ยี่ห้อ Garmin rTrex

7) เครื่องแก้ว เช่น ปิเปต (pipette), ถ้วยระเหย (evaporating disk), ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask), กระบอกตวง (cylinder), บิวเรต (burette), หลอดทดลอง (tube), บีกเกอร์ (beaker)

3.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค

- ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซร์ (H_2O_2)
- โซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต ($Na(PO_3)_6$)

2) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์อินทรียวัตถุ

- กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
- กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)
- โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF)
- ซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4)
- โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$)
- เฟอรัสแอมโมเนียซัลเฟต ($FeSO_4.(NH_4)SO_2.6H_2O$)
- ไดฟีนิลลามีนอินดิเคเตอร์ ($C_{12}H_{11}N$)

363.51364
14 ส.ค. 2562

3.4 การเก็บ และรักษาตัวอย่างดินตะกอน

การเก็บ และรักษาตัวอย่างดินตะกอนจะแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง การเก็บดินตะกอน การเก็บรักษาดินตะกอน และการเตรียมดินตะกอน มีรายละเอียดดังนี้

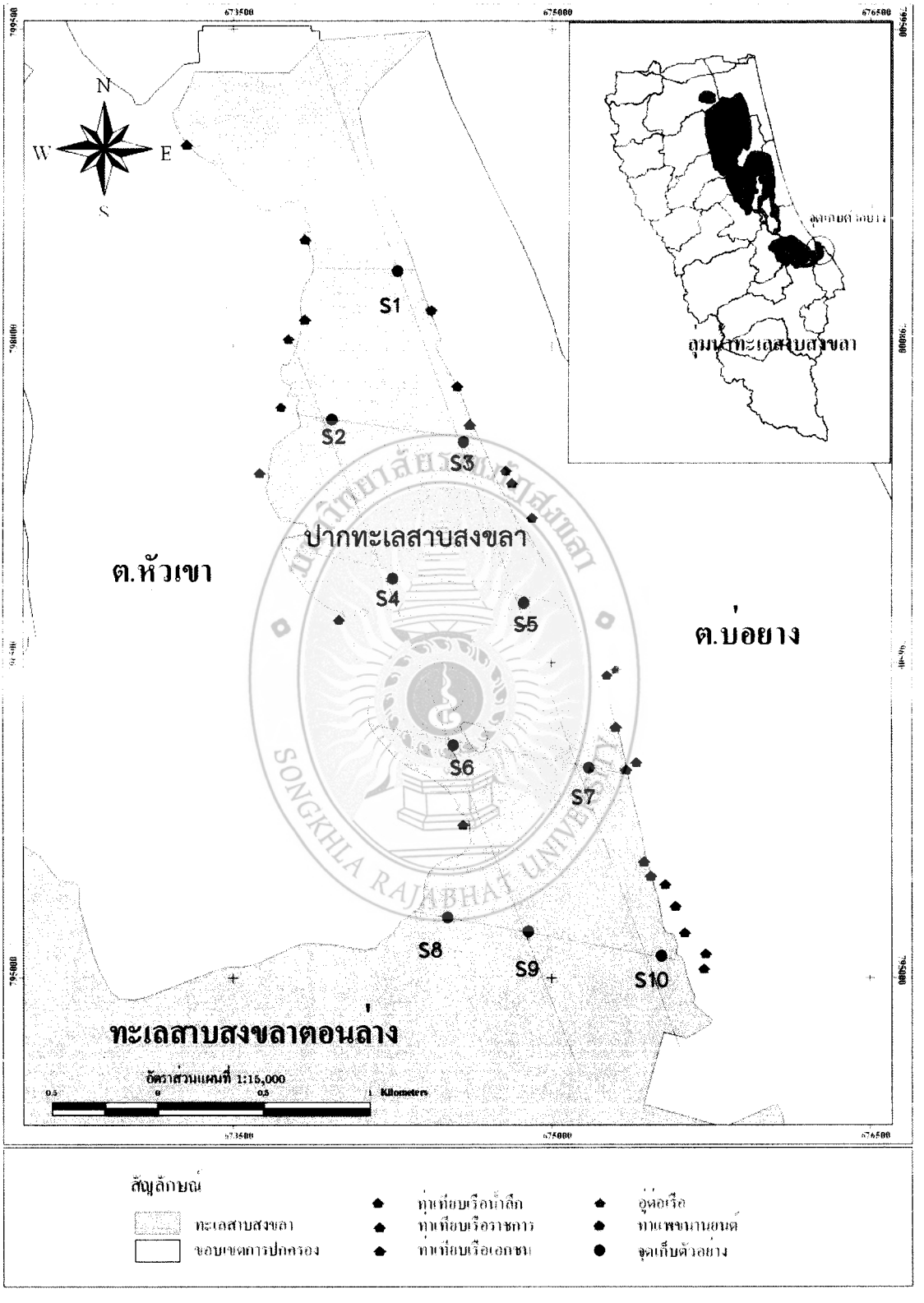
3.4.1 การกำหนดจุดเก็บดินตะกอน

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system ; GIS) เพื่อให้เกิดการกระจายครอบคลุมพื้นที่ จึงใช้วิธีแบ่งพื้นที่แบบกริด (systematic grid sampling) โดยกำหนดระยะห่างของจุดเก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50-100 เมตร และแบ่งระยะห่างระหว่างกริด 800 เมตร รวมจำนวนจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอน ทั้งหมด 10 จุด ดังแสดงใน**ภาพที่ 3.4-1** (**ตารางที่ 3.4-1**)

ตารางที่ 3.4-1 พิกัดแสดงตำแหน่งของจุดเก็บดินตะกอน

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัดที่ตั้งแบบ UTM		ลักษณะบริเวณที่เก็บตัวอย่าง
	แกน X	แกน Y	
S1	673806	798726	ปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลา ใกล้แพขนานยนต์
S2	674016	797812	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดง
S3	674746	797347	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดจอดเรือตำรวจน้ำ
S4	674187	796656	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดงใกล้หน่วยงานอนุรักษ์ประมงฯ
S5	675077	796761	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม
S6	674652	795751	จุดจอดเรือประมง
S7	675363	796127	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดขึ้นลงน้ำแข็ง
S8	674564	795498	ใกล้ศาลาท่าน้ำฝั่งหัวเขาแดง
S9	674800	795341	ที่ว่างแนวเดียวกับจุด S8 และ S10
S10	675540	794954	ท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 ใกล้อู่ซ้อมเรือ

หมายเหตุ จุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนทุกจุดอยู่ใน zone 47N



ภาพที่ 3.4-1 แผนที่แสดงตำแหน่งของจุดเก็บดินตะกอน

3.4.2 การเก็บดินตะกอน

การเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วยแกรบ (grab sample) ที่ระดับผิวหน้าของตะกอน (surface sediment) ลึก 0-20 เซนติเมตร (**ภาพที่ 3.4-2**) โดย 1 จุดเก็บจะทำการเก็บดินตะกอนด้วยแกรบจำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำมาผสมให้เข้ากันเก็บดินตะกอน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนละประมาณ 1-2 กิโลกรัม

ภาพที่ 3.4-2 การเก็บตัวอย่างโดยใช้แกรบ

3.4.3 การเก็บรักษาดินตะกอน

นำดินตะกอนที่ผสมเข้ากันแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บดินตะกอน 1-2 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติก ส่วนที่ 2 เก็บดินตะกอน 1-2 กิโลกรัม เก็บใส่ถุงซิปนำไปแช่น้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิที่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

3.4.4 การเตรียมดินตะกอน

นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บได้จากข้อ 3.4.3 มาเตรียมสำหรับวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินตะกอนและวิเคราะห์ตะกั่ว ดังนี้

1) เตรียมดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์สมบัติบางประการ โดยนำดินตะกอนส่วนที่ 1 (ซึ่งไม่ได้แช่เย็น) มาใส่ในถาดที่รองด้วยพลาสติกแล้วนำไปผึ่งในที่ร่มจนแห้ง นำดินตะกอนที่แห้งแล้วไปบดให้แตกด้วยโกร่ง (mortar) แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 ไมโครเมตร เพื่อแยกรากพืช เศษขยะ กรวด และหิน เก็บดินตะกอนที่ได้ในถุงซิป เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค และค่า

pH ส่วนที่เหลือนำไปบดด้วยโกร่งและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 ไมโครเมตร สำหรับวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุ และค่าการนำไฟฟ้าต่อไป (**ภาพที่ 3.4-3**)

2) เตรียมดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว โดยนำดินตะกอนส่วนที่ 2 (ซึ่งแช่เย็น อุณหภูมิที่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส) มาใส่ในถาดพลาสติกที่รองด้วยพลาสติก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนแห้งนำไปบดด้วยโกร่ง (mortar) และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 ไมโครเมตร หลังจากนั้นนำส่วนที่ผ่านตะแกรงไปบดให้ละเอียดหลังจากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 ไมโครเมตร เก็บไว้ในถุงซิปเตรียมไว้วิเคราะห์ปริมาณตะกั่วต่อไป

(ก) การผึ่งตะกอนให้แห้งในที่ร่ม (ข) การอบดินตะกอนที่ 100 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 3.4-3 การเตรียมตัวอย่างดินตะกอนเพื่อนำไปวิเคราะห์

3.5. วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอนจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี และปริมาณตะกั่ว

3.5.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินตะกอน

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของตะกอนจะทำการหาขนาดอนุภาคด้วยวิธี Gravity method (Annual book of ASTM Standard, 1982 อ้างถึงใน จำเป็น อ่อนทอง, 2545) สำหรับวิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงใน**ภาคผนวก ค** ภาพประกอบการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการใน**ภาคผนวก ง**

3.5.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตะกอน

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตะกอนจะนำการวิเคราะห์ในพารามิเตอร์ pH, อินทรียวัตถุ และการนำไฟฟ้า วิธีการศึกษาดังแสดงใน**ตารางที่ 3.5-1** สำหรับวิธีวิเคราะห์โดยละเอียดแสดงไว้ใน**ภาคผนวก ค** ภาพประกอบการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการใน**ภาคผนวก ง**

ตารางที่ 3.5-1 พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์สมบัติทางเคมี

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	อ้างอิง
pH	pH Meter	จำเป็น อ่อนทอง (2545)
อินทรียวัตถุ	Walkey-Back Method	Loring, D.H. and Rantala, R.T.T. (1995) อ้างถึงใน หิรัญวดี สุวิบูรณ์ (2549)
การนำไฟฟ้า	Conductivity Meter	ส่งวิเคราะห์ ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3.5.3 การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนจะทำการย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้น และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectroscopy (AAS) ซึ่งในการวิจัยนี้ส่งวิเคราะห์ ณ อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

3.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย (mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และร้อยละ เพื่อนำเสนอผลการศึกษาปริมาณตะกั่ว และสมบัติของตะกอน (pH, ขนาดอนุภาค, อินทรียวัตถุ และการนำไฟฟ้า)

2) การใช้สถิติเชิงอ้างอิง (inferential statistics) แบบด้วยคำสั่ง one samples t-test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในดินตะกอน กับค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน

3) นำเสนอรูปแบบการกระจายของสมบัติของดินตะกอน และปริมาณตะกั่วที่สะสมในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system ; GIS)

บทที่ 4
ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บตัวอย่างที่ระดับผิวหน้าของดินตะกอนด้วยแกรบ (grab sample) ในช่วงฤดูฝน (15 ธันวาคม.2560) จำนวน 10 จุด และทำการวิเคราะห์สมบัติของตะกอนทางกายภาพ (ขนาดอนุภาค สีของตะกอน ค่าการนำไฟฟ้า) สมบัติทางเคมี (ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ) และปริมาณตะกั่วที่มีอยู่ในดินตะกอน รวมถึงแสดงการแพร่กระจายด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สำหรับผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน

4.1.1 สภาพพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างและสีของดินตะกอน

จากการไปเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลาแต่ละสภาพพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างจะมีสีของตะกอนที่แตกต่างกันออกไป โดยดินตะกอนส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งว่ามีอินทรียวัตถุสะสมในดินตะกอน และบริเวณจุด S1 ใกล้จุดปากร่องน้ำของทะเลสาบสงขลากับอ่าวไทยตะกอนมีลักษณะเป็นทรายแสดงถึงอิทธิพลของทะเลที่ลุกล้ำเข้ามา ดังแสดงใน**ตารางที่ 4.1-1**

ตารางที่ 4.1-1 สภาพพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างและสีของดินตะกอน

จุดเก็บตัวอย่าง	สภาพพื้นที่จุดเก็บ	สีของดินตะกอน
S1	ปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลา ใกล้แพขนานยนต์	ดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ไม่มีกลิ่น
S2	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดง	ดินส่วนใหญ่สีน้ำตาลอ่อน
S3	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดจอดเรือตำรวจน้ำ	ดินมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นน้ำมัน
S4	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดงใกล้หน่วยงานอนุรักษ์ประมงฯ	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม
S5	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม	มีลักษณะสีดำ มีกลิ่นโคลน
S6	จุดจอดเรือประมง	ดินมีสีน้ำตาล

ตารางที่ 4.1-1 สภาพพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างและสีของดินตะกอน (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	สภาพพื้นที่จุดเก็บ	สีของดินตะกอน
S7	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดขึ้นลงน้ำแข็ง	มีลักษณะสีดำส่วนใหญ่ เป็นดินทราย มีกลิ่นน้ำมัน
S8	ใกล้ศาลาท่าน้ำฝั่งหัวเขาแดง	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม
S9	ที่ว่างแนวเดียวกับจุด S8 และ S10	ดินมีลักษณะสีเทา
S10	ท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 ใกล้อู่ซ้อมเรือ	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม

4.1.2 ขนาดอนุภาคของดินตะกอน

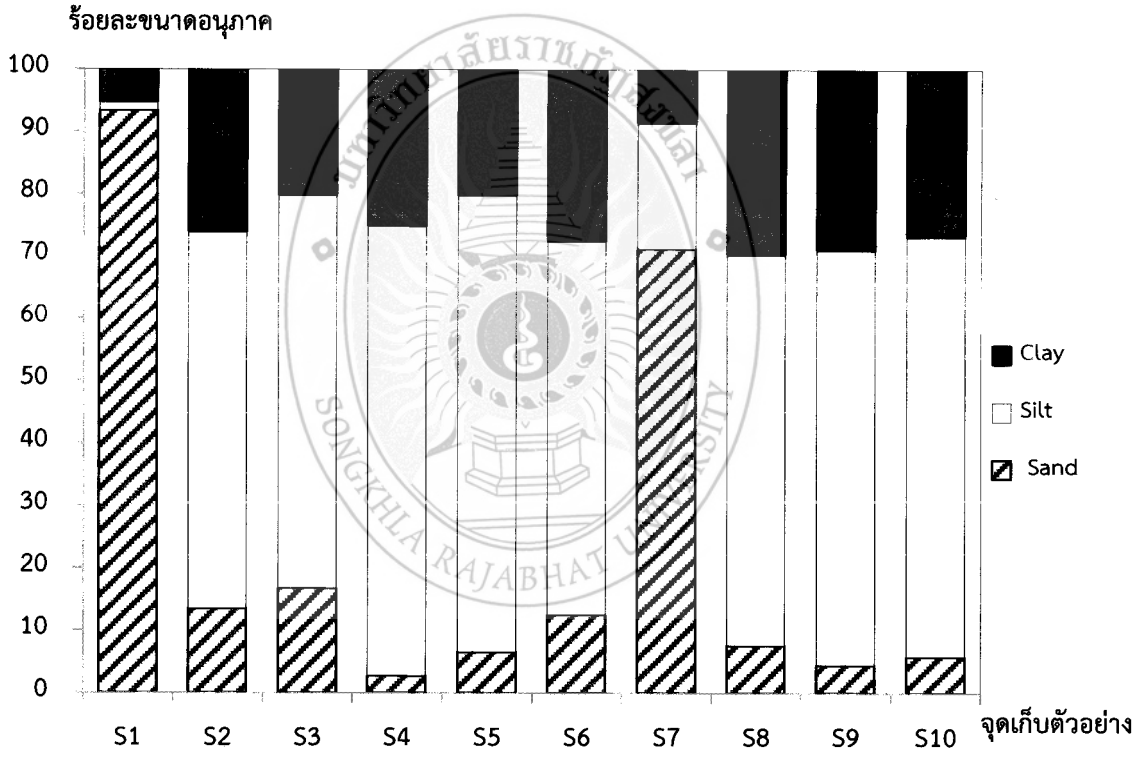
ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบว่าส่วนใหญ่ลักษณะเป็นดินตะกอนเนื้อปานกลาง (ขนาดอนุภาค 2-63 ไมโครเมตร) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นดินตะกอนทรายแป้ง (silt) เกือบทุกจุดยกเว้นจุดที่ 1 และจุดที่ 7 ซึ่งมีลักษณะเป็นดินทราย โดยจุด S1 อาจจะได้รับอิทธิพลจากทะเลอ่าวไทย และจุด S7 อยู่ใกล้กับปากแม่น้ำ มีค่าเฉลี่ย(สูง-ต่ำ) ร้อยละอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว เท่ากับ 23.45(93.33-2.72), 54.70(73.23-1.42) และ 21.85 (29.73-5.25) ตามลำดับ (**ตารางที่ 4.1-2** และ**ภาพที่ 4.1-1**) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ซารีฟา หะยีสือแม และคณะ (2556) ซึ่งรายงานว่าขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลามีขนาดอนุภาคส่วนเป็นทรายแป้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาลักษณะของตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.1-2 ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

จุดเก็บตัวอย่าง	ขนาดอนุภาค (ร้อยละ)			
	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	ชนิดดิน
S1	93.33	1.42	5.25	ทราย
S2	13.50	60.37	26.13	ทรายแป้ง
S3	16.78	63.05	20.17	ทรายแป้ง
S4	2.72	72.14	25.13	ทรายแป้ง
S5	6.53	73.23	20.23	ทรายแป้ง
S6	12.51	59.95	27.53	ทรายแป้ง
S7	71.19	20.26	8.55	ทราย

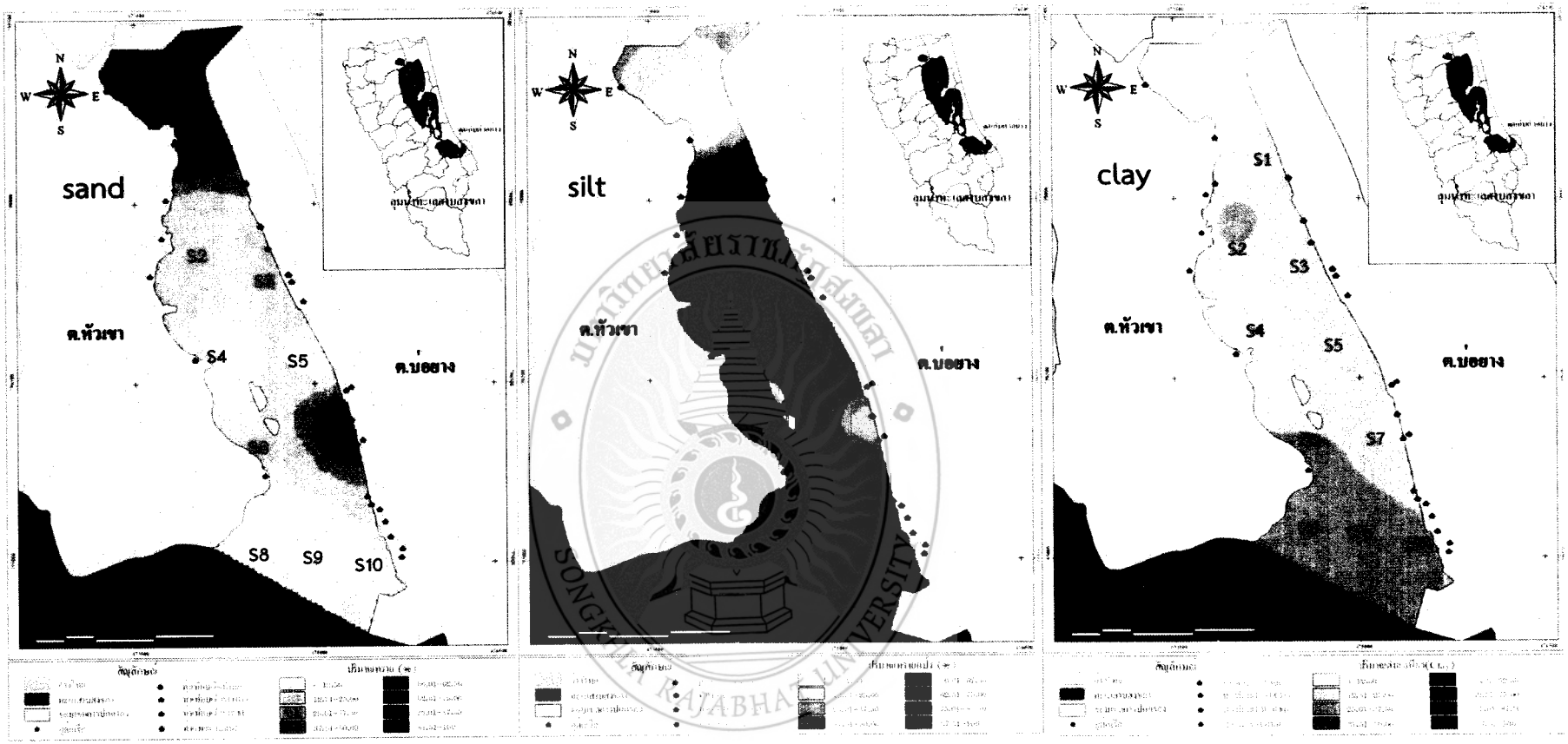
ตารางที่ 4.1-2 ผลการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่าง	ขนาดอนุภาค (ร้อยละ)			
	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	ชนิดดิน
S8	7.60	62.67	29.73	ทรายแป้ง
S9	4.46	66.56	28.98	ทรายแป้ง
S10	5.83	67.36	26.82	ทรายแป้ง
เฉลี่ย(สูง-ต่ำ)	23.45(93.33-2.72)	54.70(73.23-1.42)	21.85(29.73-5.25)	ทรายแป้ง



ภาพที่ 4.1-1 การเปรียบเทียบขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายของขนาดอนุภาคของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (**ภาพที่ 4.1-2**) พบว่าบริเวณปากทะเลสาบสงขลาช่วงก่อนออกสู่อ่าวไทยอนุภาคมีลักษณะเป็นดินทราย (sand) ซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากทะเล ส่วนบริเวณตอนกลางตรงช่วงจุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม ตะกอนจะมีลักษณะเป็นทรายแป้ง และบริเวณปากทะเลสาบสงขลาตอนล่างตรงช่วงท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 ใกล้อู่ซ่อมเรือตะกอนมีลักษณะเป็นทรายแป้ง



(ก) อนุภาคทราย (sand)

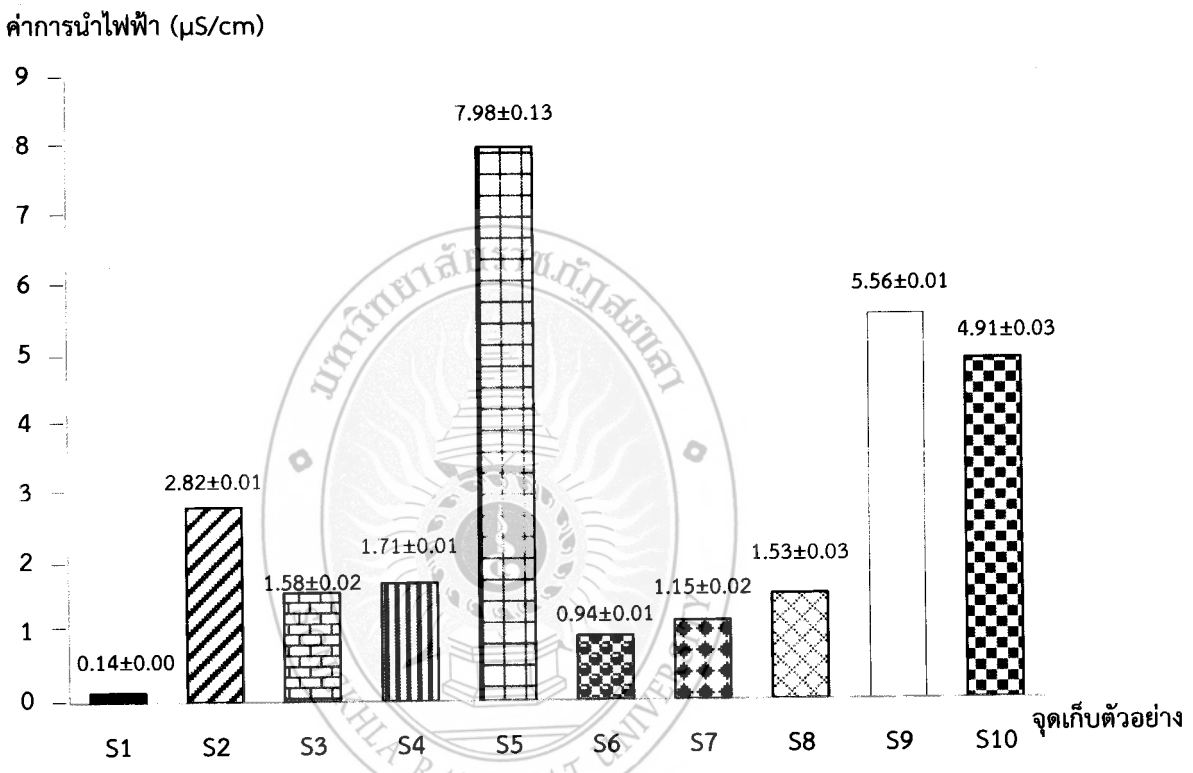
(ข) อนุภาคทรายแป้ง (silt)

(ค) อนุภาคดินเหนียว (clay)

ภาพที่ 4.1-2 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

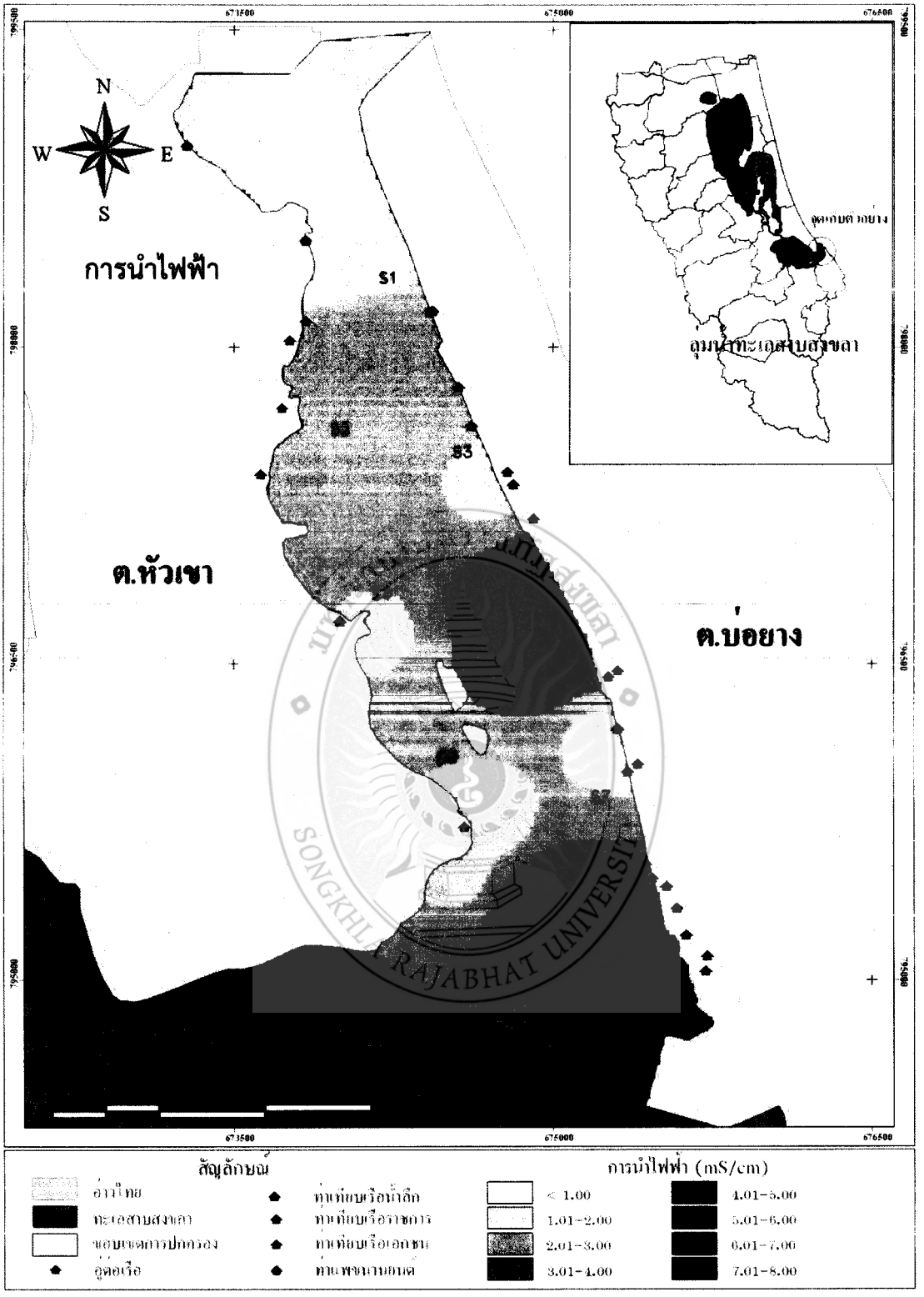
4.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ในดินตะกอน พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83±2.51 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงสุดที่จุด S5 เท่ากับ 7.98±0.13 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และต่ำสุดที่จุด S1 เท่ากับ 0.14±0.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (**ภาพที่ 4.1-3**)



ภาพที่ 4.1-3 ค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้ามาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายของค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (**ภาพที่ 4.2-6**) พบว่าค่าการนำไฟฟ้าจะสูงบริเวณตอนกลางของปากทะเลสาบสงขลา บริเวณจุด S5 (บริเวณจุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม) S9 และ S10 (บริเวณท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2)

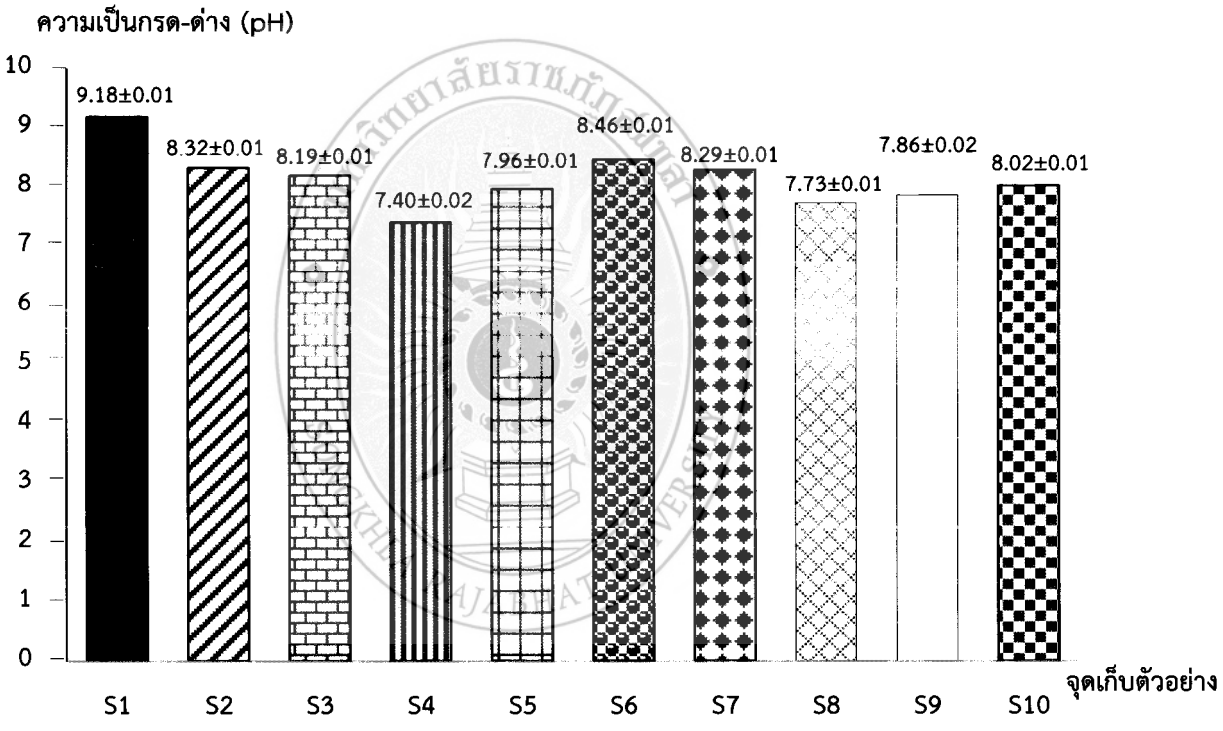


ภาพที่ 4.1-4 การกระจายของค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินตะกอน

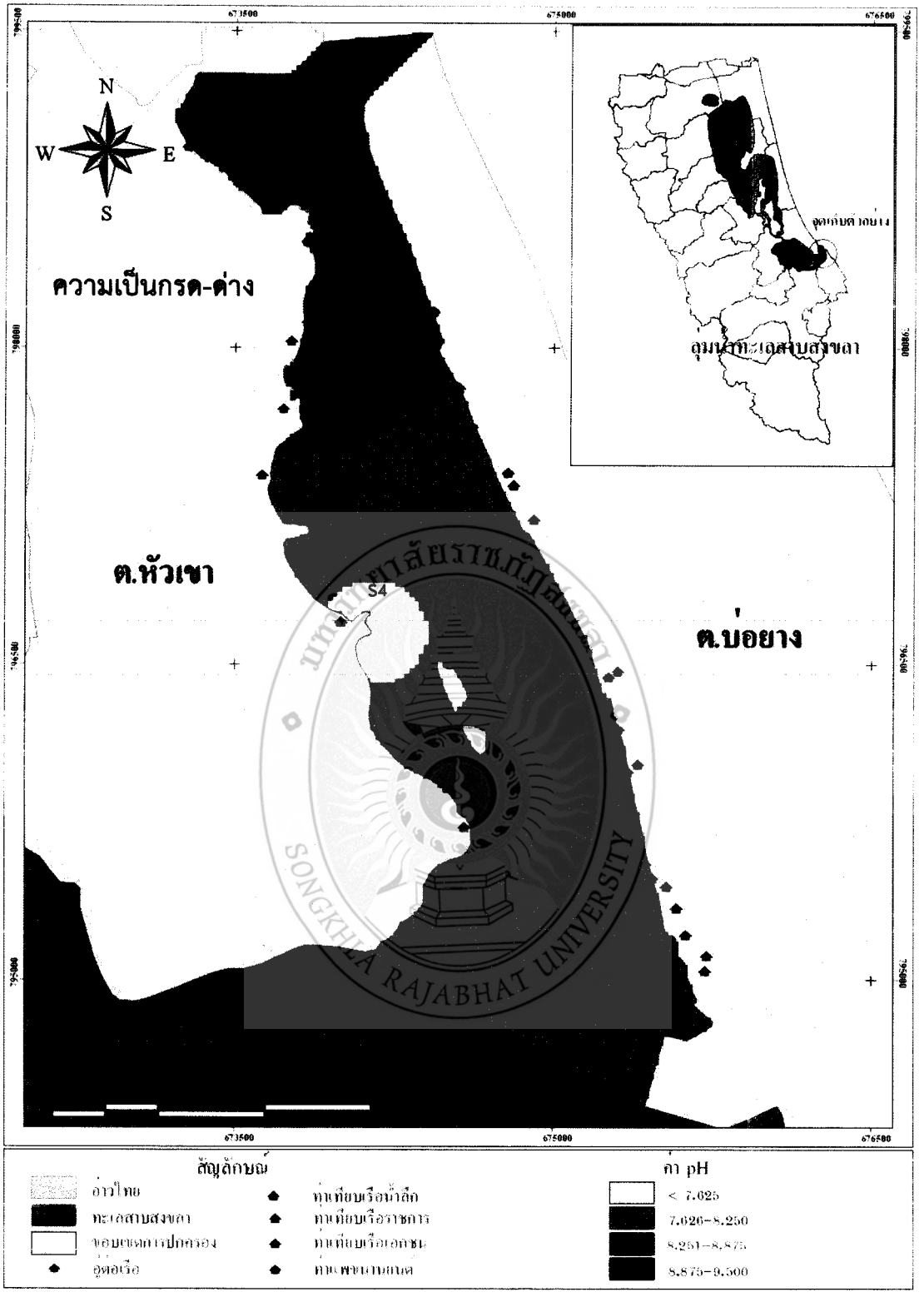
4.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างในดินตะกอน

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.14±0.48 ซึ่งค่า pH ของตะกอนมีค่าอยู่ในช่วงปานกลางถึงด่างอ่อน โดยมีค่า สูงสุดที่จุด S1 เท่ากับ 9.18±0.01 และต่ำสุดที่จุด S4 เท่ากับ 7.4±0.02 (**ภาพที่ 4.2-1**) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ กานดา เรืองหนู (2543) ที่รายงานว่าคุณภาพของดินตะกอนในทะเลสาบสงขลาตอนนอก มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.6-8.4 แสดงว่าค่า pH บริเวณปากทะเลสาบสงขลาไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปมากนัก



ภาพที่ 4.2-1 การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

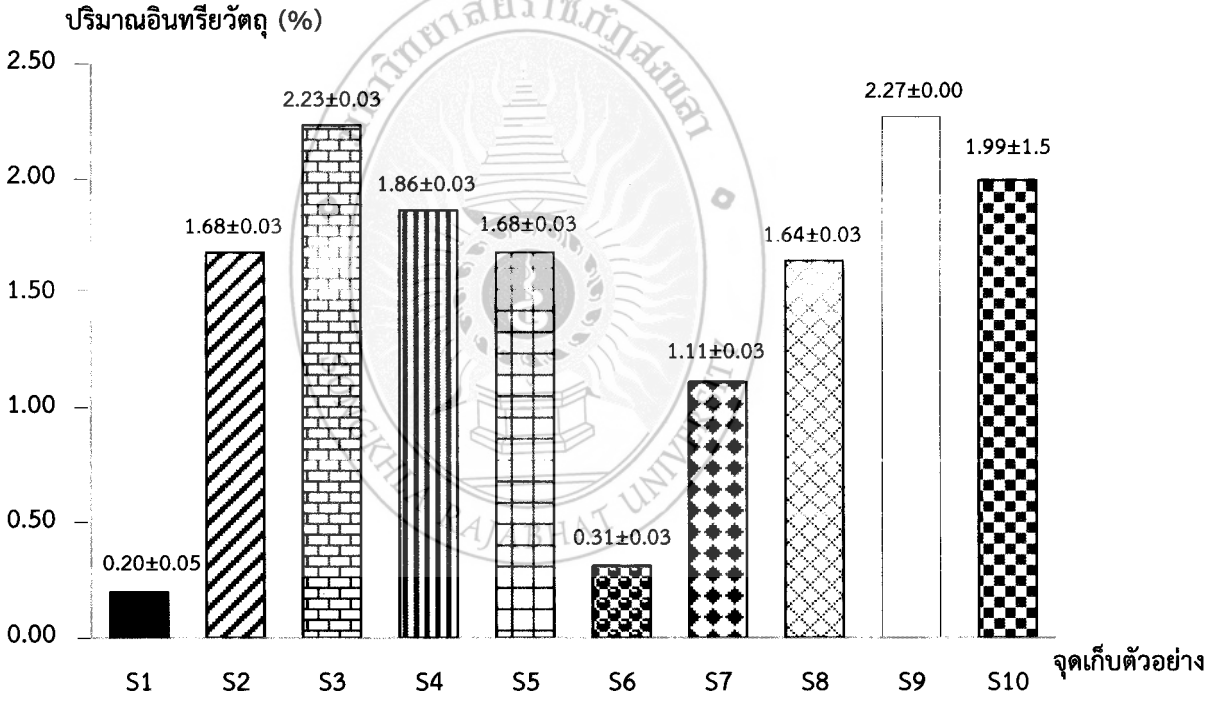
เมื่อนำค่า pH มาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายค่า pH ของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (**ภาพที่ 4.2-2**) พบว่าบริเวณตอนบนของปากทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็นด่างอ่อนโดยเฉพาะจุด S1 (บริเวณปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลาใกล้แพขนานยนต์) และ S2 (บริเวณจุดจอดเรือประมงฝั่งหัวเขาแดง) รวมถึงจุด S6 บริเวณตอนกลางของปากทะเลสาบสงขลา (จุดจอดเรือประมง)



ภาพที่ 4.2-2 การกระจายของค่าความเป็นกรดด่างตัวของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

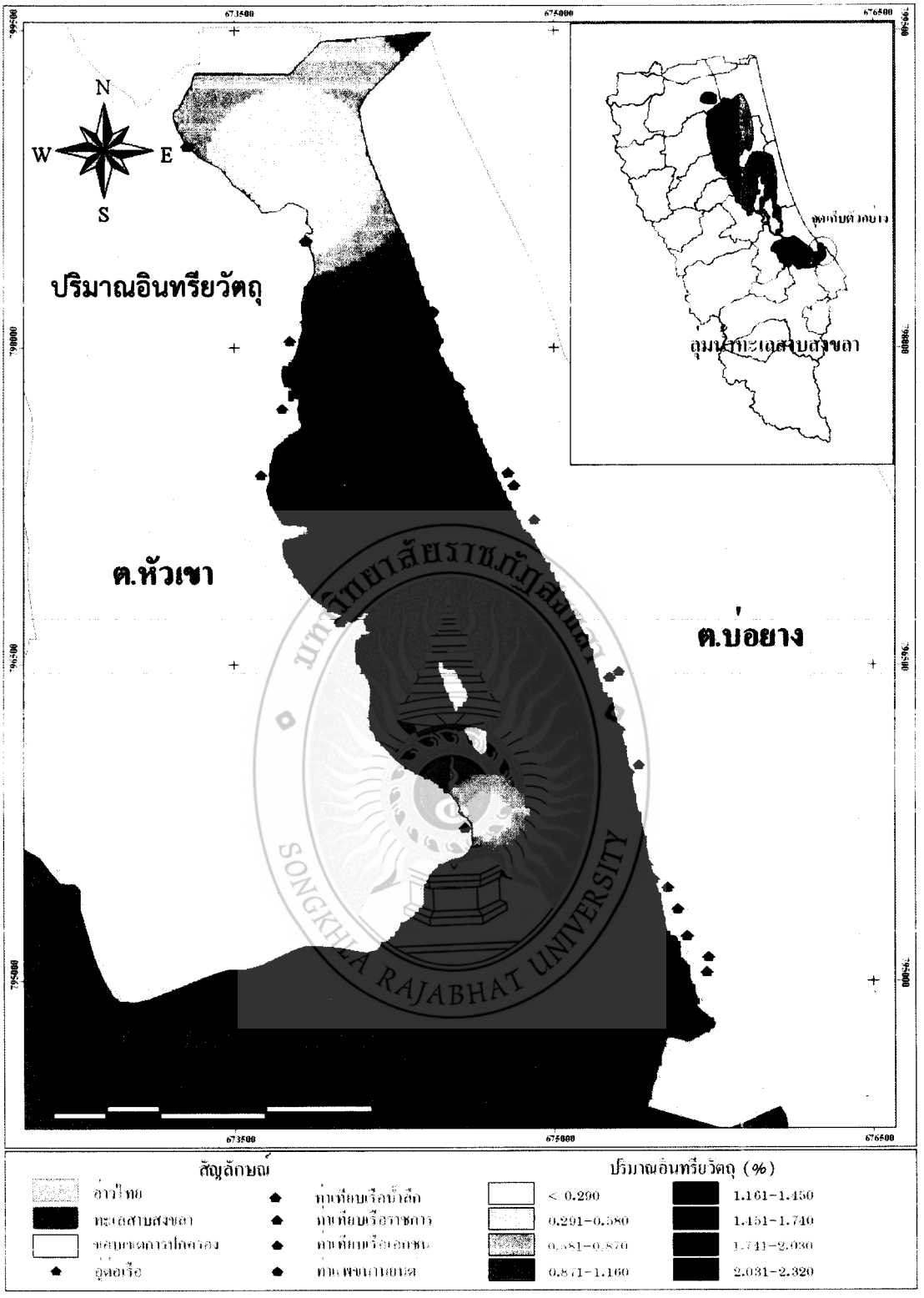
4.2.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินตะกอน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบว่าดินตะกอนมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยร้อยละ 1.50±0.73 สูงสุดที่จุด S9 มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยร้อยละ 2.27±0.00 และต่ำสุดที่จุด S1 มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ยร้อยละ 0.20±0.05 ตามลำดับ (**ภาพที่4.2-3**) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาเมื่อ 25 ปีที่ผ่านมาของ วิเชียร จาฏุพจน์ และคณะ (2537) ที่พบว่าบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีอินทรียวัตถุเฉลี่ยร้อยละ 1.89±1.22 เมื่อ 5 ปี ที่ผ่านมาของซารีฟา หะยีสือแม และคณะ (2556) รายงานว่าบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีอินทรียวัตถุเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.57-3.11 จะเห็นได้ว่าปริมาณอินทรียวัตถุมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงต่ำลงไม่เกิดการสะสมเพิ่ม



ภาพที่ 4.2-3 การเปรียบเทียบปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าอินทรียวัตถุมาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายของปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (**ภาพที่ 4.2-4**) จุดที่พบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำอยู่บริเวณตอนบนใกล้กับปากทะเลสาบสงขลาทางออกสู่อ่าวไทยซึ่งปริมาณดังกล่าวดินตะกอนมีอนุภาคเป็นทราย ซึ่งมีสมบัติในการยึดเกาะอินทรียวัตถุต่ำ และบริเวณตอนกลางของปากทะเลสาบมีอินทรียวัตถุต่ำด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ซารีฟา หะยีสือแม และคณะ (2556) ถ้าบริเวณใดมีทรายสูงก็จะพบปริมาณอินทรียวัตถุต่ำด้วยเช่นกันเช่น จุด S1 และจุด S7

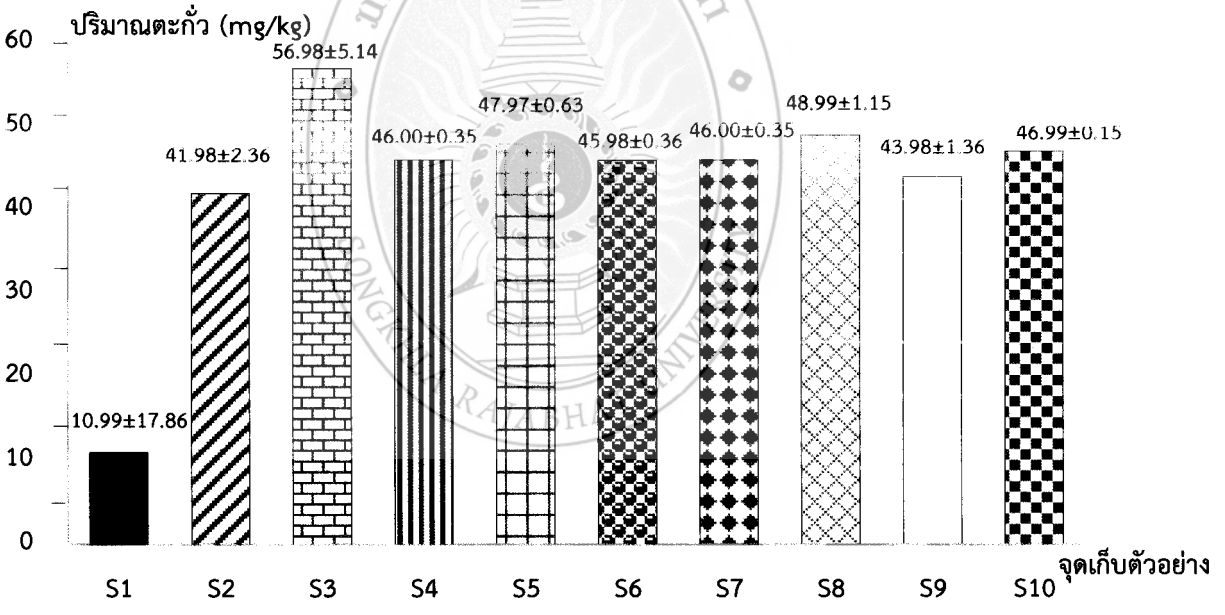


ภาพที่ 4.2-4 การกระจายของปริมารสารอินทรีย์ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

4.3 ผลการศึกษาสมบัติทางโลหะหนักของดินตะกอน

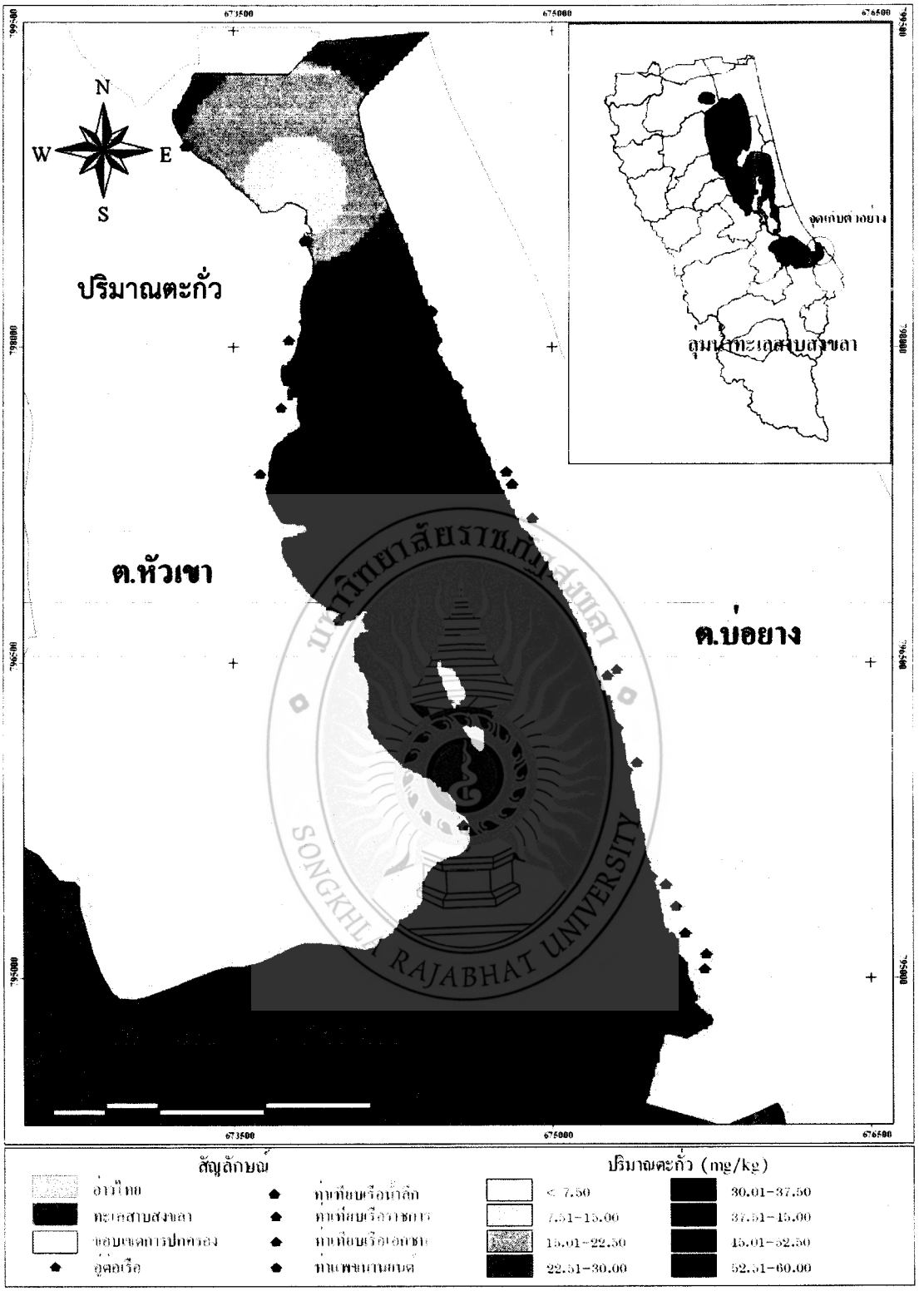
4.3.1 ปริมาณตะกั่ว

ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว (lead) ในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา พบว่ามีค่าสูงสุดที่จุด S3 เท่ากับ 56.98±5.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต่ำสุดที่จุด S1 เท่ากับ 10.99±17.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.59±12.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนเล็กน้อย (46.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (**ภาคผนวก จ**) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอนที่ผ่านมาบริเวณดังกล่าวที่ระดับความลึกผิวหน้าดินมีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน โดยประดิษฐ์ มีสุข (2542) รายงานว่ามีปริมาณตะกั่วอยู่ในช่วง 26.55-92.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545) รายงานว่ามีปริมาณตะกั่วอยู่ในช่วง 24.5-59.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (**ภาพที่ 4.3-1**)



ภาพที่ 4.3-1 ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วมาจัดทำแผนที่การกระจายของปริมาณการปนเปื้อนตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา (**ภาพที่ 4.3-2**) พบว่ามีปริมาณตะกั่วต่ำบริเวณตอนบนใกล้กับปากทะเลสาบสงขลาทางออกสู่อ่าวไทยซึ่งปริมาณดังกล่าวดินตะกอนมีอนุภาคเป็นทราย ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ส่วนบริเวณตอนกลางของปากทะเลสาบมีตะกั่วสะสมสูง (S3) จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดจอดเรือตำรวจน้ำ และตอนล่างของบริเวณปากทะเลสาบสงขลา



ภาพที่ 4. 3-2 การกระจายของปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา เก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน (15 ธันวาคม 2560) ด้วยแกรบ (grab sample) รวม 10 จุด เพื่อศึกษาสมบัติบางประการและปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอน สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ผลของสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินตะกอน

ผลการศึกษาขนาดอนุภาคทั้ง 10 จุด พบว่าดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็นอนุภาคละเอียดและองค์ประกอบโดยส่วนใหญ่เป็นทรายแป้งยกเว้นบริเวณ จุด S1 และ S7 (ทราย) ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 2.83±2.51 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร มีค่า pH เฉลี่ย 8.14±0.48 อยู่ในช่วงปานกลางถึงด่างอ่อน ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 1.50±0.75 ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคของดินตะกอนและมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาบริเวณเดียวกันในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 7.76±0.15 (ซารีฟา หะยีสือแม และคณะ, 2556) แสดงถึงอัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุใกล้เคียงกับอัตราการทับถม จึงเป็นไปได้ว่าอินทรีย์สารบริเวณปากทะเลสาบสงขลาถูกพัดพาออกสู่ทะเลอ่าวไทย

5.1.2 ผลปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอน

ผลปริมาณการสะสมของตะกั่วพบว่าดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา มีปริมาณตะกั่วเฉลี่ยเท่ากับ 43.59±12.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนเล็กน้อย (46.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยจุดที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน มีทั้งหมด 4 จุด คือ จุด S3 บริเวณจุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ S5 บริเวณจุดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหล่งพระราม S8 ใกล้ศาลาท่าน้ำฝั่งหัวเขา S10 ท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 โดยส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของพื้นที่ สาเหตุอาจจะเกิดจากการปนเปื้อนของโลหะหนักจากกิจกรรมการทำประมงในพื้นที่ การเลี้ยงปลากะพงในกระชัง การทำประมง (แพปลา) การใช้สีทากันเพรียง กันสนิม และพบว่าจุดที่มีปริมาณการสะสมของตะกั่วมากกว่าจุดอื่น จะเป็นจุดที่พบปริมาณอินทรียวัตถุและค่าการนำไฟฟ้าสูงด้วยเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณดังกล่าวที่ระดับความลึกผิวหน้าดิน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน จึงขอกล่าวได้ว่าปริมาณตะกั่วในดินตะกอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการตรวจสอบคุณภาพดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา อย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการคุณภาพดินตะกอนปากทะเลสาบสงขลามีความสมบูรณ์ยั่งยืนมากที่สุด

5.2.2 ควรมีการตรวจสอบโลหะหนักชนิดอื่นๆ ร่วมถึงการสะสมปริมาณตะกั่วในดินตะกอน เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนักจากกิจกรรมการทำประมงในพื้นที่ การเลี้ยงปลากะพงในกระชัง การทำประมง (แพปลา) การใช้สีทากันเพรียง กันสนิม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2549). **มาตรฐานคุณภาพดินตะกอน** (Online). http://www.pcd.go.th, 25 พฤศจิกายน 2560.

กรมควบคุมมลพิษ. (2555). **สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย** (Online). http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=wsthaz_annual55, 14 พฤษภาคม 2561.

กานดา เรืองหนู. (2543). **ผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาว Lates calcarifer (Bloch) ในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน. (2551). **สถานการณ์อุตสาหกรรมตะกั่วและสังกะสี ปี 2551** (Online). http://www.dpim.go.th/articles/article?catid=125&articleid=3268, 25 พฤศจิกายน 2560.

กุลธิดา ถาวรกิจการ และกอบชัย ศิริวัฒน์. (2556). **พิษจากตะกั่ว**. ศูนย์ข้อมูลพาวิทยา (Online). http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=41, 20 กุมภาพันธ์ 22561.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2548). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารีย์ นุ้ยดำและ อภิชาติ ไหมช่วย. (2548). **การวิเคราะห์ปริมาณ ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียมในทะเลสาบสงขลา บริเวณอู่ต่อเรือ : กรณีศึกษาอู่ต่อเรือ หมู่ที่ 2 ต.หัวเขา อ.สิงหนคร จ.สงขลา.** รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2548). **ดินตะกอน**. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำเป็น อ่อนทอง. (2545). **คู่มือวิเคราะห์ดินและพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ซารีฟา หะยีสือแมและคณะ. (2556). **การศึกษาปริมาณน้ำมันในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา.** รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ. (2545). "ความเข้มข้นโลหะหนัก Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd ในตะกอนท้องน้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอก ที่ตกตะกอนระหว่างปี พ.ศ. 2520-2538". **วารสารสงขลานครินทร์.** 24(1):89-106.

นันทวรรณ อุ่นจางวาง. (2557). **การปนเปื้อนของสารหนูและตะกั่วในดินตะกอน บริเวณคลองอู่ตะเภา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประดิษฐ์ มีสุข. (2542). "การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา." **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 2 (2): 77-82.

ประไพศรี ธรรฤทธิ์ (2546). **การปนเปื้อนของสารปรอทในเนื้อปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง**.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปิยวรรณ นาคินชาติ. (2549). **การแพร่กระจายของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีในดินตะกอนทะเลสาบสงขลา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พฤหัส จันทร์นวล. (2550). **พลวัตของโลหะหนัก : กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนัก และคุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง.** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์. (2533). **ความชุกชุมและการ แพร่กระจายของสัตว์น้ำบางชนิดในทะเลสาบ สงขลาตอนนอก.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2533. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา.

ยุทธนา บัวแก้ว. (2548). **การสะสมของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในตะกอนทะเลสาบสงขลา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวาริชศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ระวิวรรณ เฮ้งนุ้ย และอภิระดี ถิระผะลิกะ. (2548). **การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในผักบริเวณตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา (กรณีศึกษา : หมู่ที่5).** รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

เริงชัย ตันสกุล. (2536). **การจัดการงานวิจัยและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับลุ่มน้ำทะเลสาบ.** เอกสารงานวิจัย สถาบันวิจัยระบบสุขภาพภาคใต้.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). (2555). **การดำเนินการด้านการรวมรวบข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา** (Online). www.thaiwater.net/web/attachments/25basins/23-songkhla_lake, 24 พฤษภาคม 2562.

สมชาย วิบุญพันธ์ และคณะ. (2554). **ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำและแหล่งประมงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปี 2554** เอกสารงานวิจัย เสนอต่อกองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. (2543). **รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา** (Online). http://www.reo16.mnre.go.th/reo16/contactus, 10 ตุลาคม 2561.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี. (2547). **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมภาคตะวันตก พ.ศ. 2547 ราชบุรี** (Online). http://www.reo08.mnre.go.th, 5 กุมภาพันธ์ 2561.

สุรภี โรจน์อารยานนท์. (2530). **การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย (จากห้องปฏิบัติการ) ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์.** รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวพิทย์ แก้วสนิท. (2551). **การสำรวจสำมะโนอู่ต่อเรือในภาคใต้ของไทยเพื่อการจัดการด้านอาชีวอนามัย.** วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ดวงใจ อินแก้วและสุขณา ถิ่นกาแบง. (2548). **การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี**. รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

วิเชียร จารุพจน์ และคณะ. (2537). **รายงานการวิจัยเรื่องพลวัตของระบบนิเวศในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ประเทศไทยทางใต้** (Online). http://kb.psu.ac.th/psukb/browse?type=author&value, 10 มกราคม 2561.

วินิตา อภิไภริน. (2538). **การศึกษาการปนเปื้อนของปรอท ตะกั่วและแคดเมียมในน้ำและตะกอนดินคลองอูตะเภา อำเภอหาดใหญ่ จังหวังสงขลา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วรชาติ วิศวพิพัฒน์. (2555). "เทคโลโลยีการบำบัดดินปนเปื้อนโลหะหนักด้วยวัสดุฟอสเฟต". **แก่นเกษตร** 40 (4), 373 378.

หิรัญวดี สุวิบูรณ์. (2549). **ความผันแปรเชิงพื้นที่ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อาทิตย์ มุกดาดี . (2555). **การกำจัดตะกั่วที่ปนเปื้อนในดินตะกอน**. สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.

Google Earth. (2018). **แผนที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา** (Online). https://www.google.earth แผนที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา, January 30, 2019.

Landon,J.R. 1991. "Booker Tropical Soil Manual", In A Hanbook for Soil Sorrey and Agriculture Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. London: Longman Scientific and Technical.

WHO. (1995). **ข้อมูลตะกั่ว** (Online).https//www.who.int/bulletin/volumes/85/9/06-036137/en/-181k, January 10, 2019.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบเสนอโครงร่างวิจัย

โครงร่างวิจัยเฉพาะทาง

1. ชื่อโครงการ

ภาษาไทย การศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา

ภาษาอังกฤษ The Study Accumulation of Lead in sediment at the Entrance of Songkhla Lake

2. สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

3. ชื่อผู้วิจัย

นางสาวนารีรัตน์ ณ ไทร รหัส 584231016
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

นางสาวนิตินันต์ จันทร์คง รหัส 584231017
นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยเฉพาะทาง

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์หิรัญวดี สุวิบูรณ์
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

5. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปากทะเลสาบสงขลาเป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลา ที่มีระบบทะเลสาบแบบลากูน (Lagoon) มีน้ำขึ้นน้ำลงไม่รุนแรง มีพื้นที่ประมาณ 182 ตารางกิโลเมตร น้ำมีระดับความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.9 เมตร และมีอาณาเขตตั้งแต่ช่องแคบปากรอไปจนถึงปากทะเลสาบก่อนไหลออกสู่อ่าวไทยบริเวณ ตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา น้ำในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย (เริงชัย ตันสกุล, 2536) และมีสภาพทางนิเวศที่หลากหลายแหล่งน้ำบริเวณนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประชาชนในชุมชนโดยรอบทะเลสาบสงขลาทั้งทางด้านการผลิตสัตว์น้ำ การเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม การขนส่งและการประมงในทะเลสาบสงขลา

ตะกั่วเป็นธาตุที่มีการกระจายทั่วไปอยู่ในธรรมชาติบริเวณเปลือกโลก โดยมีต้นกำเนิดจากหิน อัคนี หินแกรนิต หินปูน หินทราย และดิน มีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโลหะ แก้ว และเครื่องใช้ไฟฟ้า (กิตติพันธ์ บางยี่ขัน, 2551) จากการนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายทำให้มีโอกาสแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทั้งจากการทำเหมืองแร่ น้ำทิ้งที่เกิดจากการผลิตในโรงงานต่างๆ จากการที่ประชาชนใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของตะกั่ว (เช่น ปุ๋ยเคมี สารปราบศัตรูพืช และสารฆ่าแมลง) และการผุกร่อนของพื้นผิวโลกตามธรรมชาติ เมื่อฝนตกทำให้เกิดการชะล้างและไหลไปรวมกันในแหล่งน้ำธรรมชาติ ด้วยคุณสมบัติของตะกั่วที่มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงทำให้ไม่ละลายและแขวนลอยอยู่ในแหล่งน้ำ เมื่อจับตัวด้วยอนุภาคของดินก็จะตกตะกอนและทับถมลงสู่พื้นท้องน้ำ (อาทิตย์ มุกดาดี, 2555)

ปัจจุบันประเทศไทยพบพื้นที่การปนเปื้อนสารพิษอยู่ทั่วประเทศซึ่งการปนเปื้อนสารพิษนับเป็นปัญหาที่สำคัญและเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยาก สาเหตุของการปนเปื้อนสารพิษมาจาก การทำอุตสาหกรรม การทำเหมืองแร่ การทำการเกษตร และการจัดขยะที่ไม่ถูกวิธี เป็นต้น ซึ่งจากสาเหตุเหล่านี้จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนสารพิษและยังก่อให้เกิดการสะสมของสารพิษไม่ว่าจะเป็นในพืช ในดินหรือในสิ่งมีชีวิตซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (ประดิษฐ์ มีสุข, 2542) ศึกษาสารหนูและโลหะหนักในตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลา พบว่าตะกอนบริเวณหัวเขาแดงมีการสะสมของตะกั่ว 45.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง และสูงสุดบริเวณปากคลองพะวง 92.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งดินตะกอนมีปริมาณโลหะตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน และตะกั่วจึงจัดเป็นดัชนีบ่งชี้ปัญหาสภาพแวดล้อมของทะเลสาบสงขลา ควรได้รับการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารโลหะหนักในทะเลสาบสงขลาให้อยู่ในระดับมาตรฐานเพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ และมนุษย์

6. วัตถุประสงค์

6.1) เพื่อศึกษาถึงสมบัติบางประการของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

6.2) เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

7. สมมติฐาน

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลามีค่าสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

8. ตัวแปร

ตัวแปรต้น (independent variable) : ดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

ตัวแปรตาม (dependent variable) : ปริมาณตะกั่ว และสมบัติบางประการของดินตะกอน (pH, ขนาด อนุภาค, อินทรียวัตถุ และการนำไฟฟ้า)

ตัวแปรควบคุม (control variable) : ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

9.1 สามารถทราบถึงปริมาณการสะสมของตะกั่วบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

9.2 สามารถทราบถึงสมบัติบางประการของดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ได้แก่ pH, ขนาดอนุภาค, ปริมาณอินทรียวัตถุ และการนำไฟฟ้า

9.3 สามารถใช้เป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของตะกั่วบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

10. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจและทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลาในช่วงฤดูฝน (15 ธันวาคม 2560) ด้วยแกรบ (grab sample) ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร กำหนดจุดเก็บตัวอย่างโดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system; GIS) แบ่งพื้นที่แบบกริดเพื่อให้เกิดการกระจายของตัวอย่าง

จำนวน 10 จุด แล้วนำดินตะกอนที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และปริมาณตะกั่วในดินตะกอน

10.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ดินตะกอน

10.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1) พื้นที่เก็บตัวอย่างดินตะกอน

บริเวณปากทะเลสาบสงขลา ตั้งแต่ช่องแคบปากรอจนถึงปากทะเลสาบสงขลาก่อนไหลสู่อ่าวไทยบริเวณ ตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2) พื้นที่วิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

- การวิเคราะห์สมบัติบางประการดินตะกอน ได้แก่ pH, ขนาดอนุภาค, และอินทรียวัตถุ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

- การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าในดินตะกอน ส่งวิเคราะห์ที่ ณ ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลางคณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน ส่งวิเคราะห์ ณ อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

11. นิยามศัพท์เฉพาะ

ตะกั่ว (Lead) เป็นธาตุที่มีหมายเลขอะตอม 82 และสัญลักษณ์คือ (Pb) น้ำหนักอะตอม 207.2 ความหนาแน่น (ที่ 20 องศาเซลเซียล) เป็นแร่โลหะชนิดหนึ่งที่สามารถพบได้ในธรรมชาติ มีลักษณะเป็นของแข็งสีเงินเทาหรือแกมน้ำเงิน พบได้ในดิน น้ำ และแหล่งสายแร่ต่างๆ มีการนำมาใช้ประโยชน์มากในอุตสาหกรรมต่างๆ (ไมตรี สุทธิจิต์, 2531)

ดินตะกอน (Sediments) อนุภาคที่อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ซึ่งเกิดจากการพังทลายของหินหรือพื้นดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมทั้งโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพามาหรือเกิดขึ้นเองภายในแหล่งน้ำและสิ่งเหล่านี้ได้มีการตกตะกอน จมลงบนพื้นท้องน้ำ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2546)

ปากทะเลสาบสงขลา (Songkhla Lake Mouth) เป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลา ที่มีระบบทะเลสาบแบบลากูน และมีอาณาเขตตั้งแต่ช่องแคบปากรอไปจนถึงปากทะเลสาบก่อนไหล

ออกสู่อ่าวไทยบริเวณ ตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา น้ำในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย (เริงชัย ตันสกุล, 2536)

12. ตรวจเอกสาร

12.1 โลหะหนัก

โลหะหนัก เป็นโลหะที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 ขึ้นไป มีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้นปรอทมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เป็นธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 23.92 ในตารางธาตุ (นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557) โลหะหนักสามารถรวมตัวกับสารอินทรีย์ และสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของ สิ่งมีชีวิต ผ่านทางการซึมเข้าทางผิวหนังและตามห่วงโซ่อาหาร

12.1.1 แหล่งกำเนิดของโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของสารโลหะหนักที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์นั้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะที่สำคัญ คือ

1) แหล่งอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ดังนั้น โอกาสที่โลหะหนักซึ่งปนเปื้อนกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทจะถูกถ่ายเทลงในแหล่งน้ำจึง เป็นไปได้สูง อาจสะสมอยู่ในตะกอนดินและบางส่วนอาจถูกพัดเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล โรงงานอุตสาหกรรม เหล่านี้ได้แก่ โรงงานผลิตสารเคมี โรงงานทำสีย้อมผ้า โรงงานผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ โรงงานถลุงแร่ ฯลฯ

2) แหล่งเกษตรกรรม ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมอาชีพ และรายได้หลักของประชากรจึงเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกไม่ว่าจะเป็นการทำนาทำไร่หรือทำสวน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึง ผลผลิตต่อเนื้อที่ ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่อยู่ในแถบร้อนชื้น แมลงและเชื้อโรคต่างๆ ที่เป็นศัตรูพืชจึงเจริญได้ดีจึงจำเป็นที่เกษตรกรจะต้องมีการนำยากำจัดศัตรูพืชมาใช้มีผลให้มียากำจัดศัตรูพืชสะสมอยู่ใน พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ยากำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่ เช่น ยากำจัด เชื้อรา มีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ เป็นต้น

3) แหล่งชุมชน ชุมชนเป็นแหล่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำได้มาก โดยส่วนใหญ่เป็นโลหะหนักที่ปนอยู่กับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอยต่าง ๆ ซึ่งมีชิ้นส่วนวัสดุที่มีโลหะหนัก เป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระดาษ สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย กากหม้อแบตเตอรี่รถยนต์และเศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะ เป็นต้น (โสภาพรรณ จิรนิรัติศัย, 2543 อ้างอิงใน ระวิวรรณ เฮ้งนุ้ย, 2548)

12.1.2 ลักษณะของโลหะหนักที่สะสมในดินตะกอนท้องน้ำ

สามารถจำแนกกลุ่มได้เป็น 5 กลุ่มดังนี้ (He et al., 2000 อ้างอิงใน นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557)

1) รูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน (exchangeable form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นโลหะหนักที่ถูกดูดซับกับ อนุภาคของดินเหนียว โดยเป็นการแลกเปลี่ยนประจุลบในดินเหนียวกับประจุบวกในโลหะหนักที่ พื้นผิวในสารละลายดิน โดยค่าประจุลบของอนุภาคดินเหนียวขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ H^+ ในดิน

2) รูปแบบคาร์บอเนต (carbonate form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักอยู่ในตะกอนของคาร์บอเนต โดยการเปลี่ยนแปลงของโลหะหนักขึ้นอยู่กับความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำในดิน

3) รูปแบบเหล็กกับแมงกานีสออกไซด์ (iron and manganese oxide form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักดูดซับกับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ เนื่องจากผิวของเหล็ก และแมงกานีสมีความสามารถในการดูดซับสูง ทั้งเหล็กและแมงกานีสมีปริมาณมากในดิน ออกไซด์ของเหล็ก และแมงกานีส จึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทางเคมีของโลหะหนักในแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก

4) รูปแบบอินทรีย์ (organic form)

โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นรูปแบบที่โลหะหนักดูดซับกับสารอินทรีย์ โดยสารอินทรีย์มีประจุลบคล้ายกับอนุภาคดินเหนียว ในสภาวะที่ดินเป็นกรดมาก โลหะหนักจะจับตัวกับสารอินทรีย์ได้ดี และทำให้ประจุบวกตัวอื่นเข้ามาแทนที่ได้ยาก โดยทั่วไปสารอินทรีย์สามารถ ละลายได้ดีในสภาวะที่เป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing) จึงทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปของสารละลายได้

5) รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ (residual form)

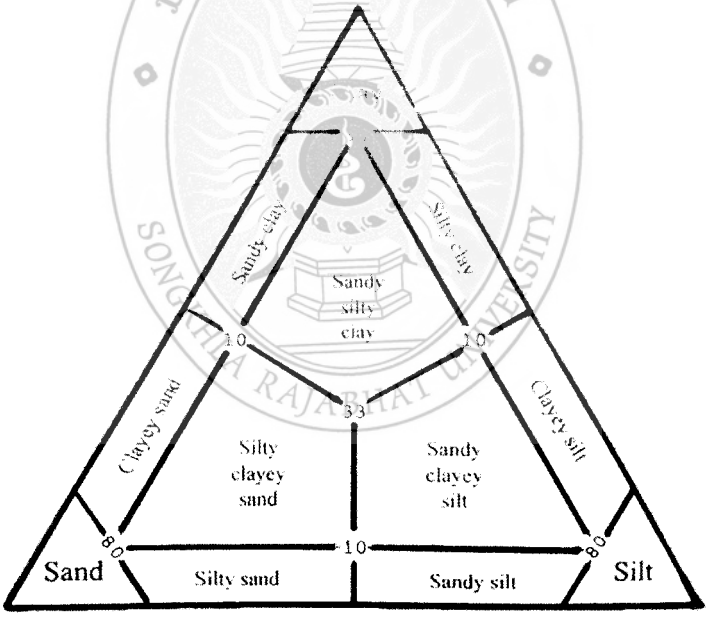
โลหะหนักที่สะสมตัวอยู่ในดินตะกอนรูปแบบแลกเปลี่ยนอิออน เป็นโลหะหนักที่ตกผลึกอยู่ในแร่ปฐมภูมิ ซึ่งเป็นสารประกอบเหมือนแหล่งกำเนิด โดยยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีใดๆ เช่น สังกะสี และตะกั่วที่อยู่ในรูปของ ZnS และ PbS เป็นต้น

12.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน

ปริมาณโลหะหนักที่สะสมอยู่ในตะกอนนั้นขึ้นกับคุณสมบัติของตะกอน ได้แก่ ขนาดอนุภาคตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน และยังพบว่าโลหะหนักสามารถถูกดูดซับอยู่บนพื้นผิวอนุภาคเหล็กและ แมงกานีสออกซีไฮดรอกไซด์ที่แยกตัวออกจากมวลน้ำได้อีกด้วย

1) ขนาดอนุภาคตะกอน

ตะกอนไม่ได้เป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอด แต่ละบริเวณจะมีการกระจายของขนาดอนุภาคตะกอนที่ต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการทางกายภาพที่กระทำต่อตะกอนอาจจำแนกขนาดอนุภาคตะกอนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ทราย (sand) (> 63 ไมโครเมตร), ทรายแป้ง (silt) (2-63 ไมโครเมตร) และดินเหนียว (clay) (< 2 ไมโครเมตร) ตะกอนที่มีองค์ประกอบของขนาดอนุภาคต่างกันจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันแยกตามปริมาณสัมพัทธ์ของขนาดอนุภาคโดยใช้ไดอะแกรมสามเหลี่ยม ตามแบบของ Gorsline (1960) อ้างใน ยุทธนา บัวแก้ว (2548) **ดังภาพที่ 2.1-2**



ภาพที่ 12.1-1 ไดอะแกรมสามเหลี่ยมสำหรับเรียกชื่อตะกอนตามสัดส่วนขององค์ประกอบของขนาดอนุภาค

ที่มา : Gorsiine (1960) อ้างอิงใน ปิยวรรณ นาคินชาติ (2549)

2) ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

การปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำมีปริมาณน้อยกว่าในดินตะกอน โดยตะกั่วที่สะสมในดินตะกอนสามารถกลับมาละลายน้ำได้อีก โดยผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ปัจจัยที่สำคัญ

ต่อความสามารถในการละลายของตะกั่วในดินตะกอนคือ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยตะกั่วจะสามารถละลายได้ดีในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง (อาทิตย์ มุกดาดี, 2555)

3) ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอน

สารอินทรีย์มีส่วนในการควบคุมปริมาณโลหะหนักในตะกอน เนื่องจากโลหะหนักจะรวมกับสารอินทรีย์อยู่ในรูปโลหะอินทรีย์ ดังนั้นอินทรียวัตถุในตะกอนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนักในตะกอนมักพบว่าตะกอนที่มีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณมากจะมีมลสารที่เป็นทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์สะสมอยู่ในปริมาณมากด้วย ซึ่งโลหะหนักที่สะสมในตะกอนอาจถูกปลดปล่อยกลับสู่มวลน้ำได้เมื่อสารอินทรีย์ถูกย่อยสลาย (Ujevic et al., 2000 อ้างอิงใน ปิยวรรณ นาคินชาติ, 2549)

12.2 ตะกั่ว (Lead)

ตะกั่วมีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Pb เป็นโลหะหมู่ 6 ของตารางธาตุ เลขอะตอม 82 มีมวลอะตอมกับ 207.2 ความหนาแน่น เท่ากับ 11.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ที่ 20 องศาเซลเซียส) มีจุดหลอมเหลว 327 องศาเซลเซียส และจุดเดือด 1,749 องศาเซลเซียส (กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน, 2551) ละลายน้ำได้น้อยมากและทนต่อการผุกร่อนได้ดีทำให้คงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานมาก ตะกั่วมีการแพร่กระจายตัวอยู่ในธรรมชาติบริเวณเปลือกโลก โดยมีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน หินทราย และดิน โดยส่วนใหญ่พบตะกั่วอยู่ในรูปของสารประกอบตะกั่วที่นำมาใช้ประโยชน์ (สุรภี โรจน์อารยนนท์, 2530)

12.2.1 ประเภทของตะกั่ว

ตะกั่วสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

1) ตะกั่วอินทรีย์ (organic lead)

ตะกั่วอินทรีย์ ได้แก่ ตะกั่วเตตระเอธิล (tetraethyllead; $Pb(C_2H_3)_4$ หรือ TEL และตะกั่วเตตระเมทิล (tetramethyl lead; $Pb(C_2H_3)_4$ หรือ TML การใช้ประโยชน์นิยมใช้ในผลิตน้ำมัน (petroleum industry) ใช้เป็นสารเพิ่มเลขออกเทน (octane number) และสารกันน็อก (anti-knock) หรือสารป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังมีตะกั่วแนพทาเลท (lead napthaiate) ที่นำมาใช้ในการทำสีให้แห้ง ซึ่งสารประเภทนี้ระเหยในอากาศได้ดีและทำให้เกิดพิษโดยการเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนัง สามารถจะเปลี่ยนรูปเป็นตะกั่วอนินทรีย์ได้ สำหรับตะกั่วอินทรีย์นี้หาก

มีปริมาณมากพอจะทำให้เกิดการเป็นพิษได้ ทั้งยังสามารถแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อมมากกว่าตะกั่วอนินทรีย์

2) ตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead)

ตะกั่วอนินทรีย์โดยทั่วไปจะพบในรูปของเกลือออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ ซึ่งไม่ถูกดูดซึมทางผิวหนัง แต่เป็นสารที่เป็นพิษสูง (highly toxic) ตามการจัดกลุ่มขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ส่วนใหญ่จะทำให้เกิดการเป็นพิษโดยการกินทางปาก และโดยการหายใจ โดยเฉพาะเมื่อตะกั่วมีขนาดของอนุภาคเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ปอดดูดซึมตะกั่วได้มากกว่าร้อยละ 50-70 ซึ่งตะกั่วอนินทรีย์มีการใช้งานมากกว่าตะกั่วอินทรีย์ โดยนำมาผลิตเป็นโลหะผสมทำแผ่นเก็บไฟฟ้าในแบตเตอรี่ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบเซรามิค ใช้ทำบล็อกตัวพิมพ์ ทำแผ่นหุ้มสายเคเบิล ทำฉนวนป้องกันรังสี ใช้ในการเชื่อมบัดกรีโลหะ เป็นต้น (WHO, 1995) ทั้งยังมาจากไอเสียรถยนต์

12.2.2 การใช้ประโยชน์ของตะกั่ว

ตะกั่วมีความหนาแน่นสูง จุดหลอมเหลวต่ำ มีความอ่อนตัวสูง มีความเป็นสารหล่อลื่น และต้านทานการผุกร่อนได้ดี ตะกั่วจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ทั้งในสภาพที่เป็นโลหะและสารเคมี และยังถูกนำมาใช้ในด้านการเกษตร (นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557) อาทิเช่น

1) ใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ในการผลิตรถยนต์

2) ท่อตะกั่ว เช่นระบบท่อส่งน้ำ

3) ใช้หุ้มสายเคเบิ้ลไฟฟ้าและสายสื่อสาร

4) ใช้ทำตะกั่วแผ่นเพื่อเป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญในอุตสาหกรรมเคมีและการก่อสร้างอาคาร

5) ฟิวส์ระบบตัดไฟอัตโนมัติ โดยตะกั่วหลอมละลายเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินกำหนด

6) โลหะผสมตะกั่ว–ดีบุกใช้ในการเคลือบแผ่นแผ่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและต้านทานการกัดกร่อน

7) ใช้ทำลูกกระสุนและยุทธภัณฑ์

8) ใช้เป็นสารประกอบตะกั่วสำหรับผสมสีป้องกันสนิม เป็นโลหะที่ใช้ผสมกับโลหะทองแดงและเหล็กเพื่อเพิ่มคุณภาพด้านการกลึงหรือตัด

9) ใช้ทำโลหะบัดกรี ใช้เป็นโลหะตัวพิมพ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์เป็นต้น

10) ตะกั่วถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเป็นฉากเพื่อป้องกันรังสีต่างๆ ด้วย เช่น รังสีเอ็กซ์ รังสีเบต้า รังสีแกรมมา เป็นต้น กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน (2551)

11) ใช้ผลิตสารฆ่าแมลง และยาปราบศัตรูพืช

12) ใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมี

13) ใช้ในอุตสาหกรรมอู่ต่อเรือไม้ขนาดเล็ก เช่น ใช้เสน (ตะกั่วออกไซด์) ในการตอกหมันเรือ และการใช้สีทากันเพรียง กันสนิมในเรือประมง (สุวพิทย์ แก้วสนิท, 2551 และประไพศรี ธรฤทธิ์, 2546)

12.2.3 การแพร่กระจายของตะกั่วสู่ดินตะกอนพื้นท้องน้ำ

การแพร่กระจายของตะกั่วสู่น้ำและดินตะกอนมีลักษณะเช่นเดียวกับโลหะอื่นๆโดยตะกั่วจะแพร่กระจายจากธรณีสัณฐานของดินส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดจากหินอัคนี หินแกรนิต หินปูน และหินทราย เมื่อเกิดการพังทลายของหินต้นกำเนิดหรือวัตถุต้นกำเนิดดิน นอกจากนี้ตะกั่วยังแพร่กระจายจากการนำไปใช้ประโยชน์ของมนุษย์ โดยขาดการควบคุมอาทิเช่น ตะกั่วจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง จะออกมาในรูปเกลืออนินทรีย์ กระจายอยู่ในบรรยากาศ เมื่อฝนตกจะถูกชะล้างสู่พื้นดินและแหล่งน้ำ โดยตะกั่วสามารถรวมตัวกับตะกอนได้ดี ในแหล่งน้ำทั่วไปจะมีตะกั่วผสมอยู่ในดินตะกอนเสมอ (กุลธิดา ถาวรกิจการ และกอบชัย ศิริวัฒน์, 2556)

12.2.4 ผลกระทบจากตะกั่ว

โดยตะกั่วมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ส่งผลต่อพืช สัตว์ มนุษย์ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง ทั้งการหายใจ ทางเดินอาหาร และทางผิวหนัง ขึ้นอยู่กับลักษณะและรูปแบบของตะกั่วที่ได้รับ ดวงใจ อินแก้ว และสุขณา ถิ่นกาแบง (2548) ให้ความเห็นถึงผลกระทบของตะกั่วไว้ดังนี้

1) มีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซน์ทำให้เอนไซน์ทำงานผิดปกติ

2) มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ผลผลิตตกต่ำ ลำต้นของพืชไม่แข็งแรง

3) มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ ลดลงเมื่อตะกั่วเข้าไปสะสมในร่างกายของสัตว์ทำให้ระบบต่างๆในร่างกายเสื่อมลง

4) ทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ตะกั่วจะมีการเข้าไปขัดขวางฮีโมโกบิน

5) ส่งผลกระทบต่อทางเดินอาหารโดยจะมีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้อาเจียนท้องผูกท้องเสียอย่างรุนแรง

6) ผลต่อระบบประสาท และกล้ามเนื้อทำให้เกิดอาการ ประสาทหลอน กระวนกระวาย อารมณ์แปรปรวน ชัก กล้ามเนื้ออ่อนแรง ตามัว และอาจรุนแรงถึงตาบอดได้ นอกจากนี้ ยังทำให้ไตอักเสบ รวมทั้งมีผลต่อระบบสืบพันธุ์

7) มีผลต่อหัวใจทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ

8) ส่งผลต่อระบบโลหิตโดยตะกั่วจะออกฤทธิ์ขัดขวางการสร้างธาตุเหล็กทำให้ร่างกายดูดซึมธาตุเหล็กและการสร้างโปรตีนผิดปกติ จะมีอาการซีด เลือดจางและอ่อนเพลีย

12.3 ความสำคัญของดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อมและค่ามาตรฐานของดินตะกอน

12.3.1 ความสำคัญของดินตะกอนต่อสิ่งแวดล้อม

ดินตะกอน (sediments) หมายถึง อนุภาคที่เป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ซึ่งเกิดจากการพังทลายของดิน (soil erosion) หรือการที่หินหรือพื้นดินบริเวณใกล้แหล่งน้ำถูกกัดเซาะ รวมถึงโครงสร้างที่เป็นของแข็งของสิ่งมีชีวิตที่ถูกพัดพามาหรือ เกิดขึ้นในแหล่งน้ำแล้วสิ่งแหล่งนี้ได้มีการตกตะกอนถับถมลงบนพื้นท้องน้ำ เช่น บริเวณพื้นทะเล พื้นทะเลสาบ และพื้นของแม่น้ำ เป็นต้น (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

การสะสมตัวของโลหะหนักในดินตะกอนพื้นท้องน้ำจะเกิดร่วมกับอนุภาคของตะกอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยกระบวนการการดูดซึม (adsorption) และการคาย (desorption) เมื่ออนุภาคของโลหะหนักในแหล่งน้ำจับตัวกับอนุภาคของสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ หรือสารแขวนลอยอื่นๆ และด้วยความหนาแน่นที่สูงของโลหะหนักทำให้ตกตะกอนสู่พื้นท้องน้ำ โดยโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินตะกอนสามารถละลายกลับไปในแหล่งน้ำได้อีกในดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูง ดังนั้นตะกอนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บโลหะหนักในแหล่งน้ำและเป็นแหล่งกำเนิดได้ด้วย เช่นกัน (Salomon et al., 1987 อ้างอิงใน นันทวรรณ อุ่นจางวาง, 2557)

12.3.2 มาตรฐานโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอน

คุณภาพดินตะกอนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ เนื่องจากตะกอนสามารถเป็นแหล่งสะสมสารอันตรายที่ปลดปล่อยจากแหล่งอุตสาหกรรม แหล่งชุมชน และที่ชะล้างจากธรรมชาติ ซึ่งความสำคัญของคุณภาพดินตะกอนนี้ทำให้มีการประเมินคุณภาพดินตะกอนขึ้นมาเพื่อบงชี้ความเสี่ยงที่อาจส่งผลอันตรายต่อสัตว์หน้าดิน โดยค่ามาตรฐานดินตะกอนสำหรับการประเมินผลกระทบที่พบว่ามีต่อสัตว์หน้าดินในแหล่งน้ำ สำหรับประเทศไทยใช้เกณฑ์คุณภาพดินตะกอนของรัฐฟลอริดา สำหรับการประเมินคุณภาพดินตะกอนในแหล่งน้ำผิวดิน เนื่องจากประเทศไทยยังขาดฐานข้อมูลที่จับคู่ระหว่างสารอันตรายในดินตะกอนและผลกระทบที่พบต่อสัตว์หน้าดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2556)

ตารางที่ 12.3-1 ค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในแต่ละประเทศ

Metals (mg/kg dry wt.)	USA		Australia New Zealand		Hong Kong		Thailand	
	ERL	ERM	ISQV-Low	ISQV-High	ISQV-Low	ISQV-High	ERL	ERM
Cd	1.2	9.6	1.5	10	1.5	9.6	1.2	9.6
Cr	81	370	80	370	80	370	81	370
Cu	34	270	65	270	65	270	34	270
Pb	46.7	218	50	220	75	218	46.7	218
Zn	150	410	200	410	200	410	150	410

หมายเหตุ

ERL = Effect Range Low ERM = Effect Range Median ISQV= Interim Sediment Quality Values

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2549)

12.3.3 แหล่งที่มาของตะกั่วบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา

โลหะตะกั่วที่สะสมในดินตะกอนส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยการชะล้างแร่ธาตุที่อยู่บนผิวดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของผิวโลกอยู่บริเวณนั้นตามสภาพทางธรณีวิทยา นอกจากนี้มีการสะสมของตะกั่วจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ส่วนใหญ่ส่งผ่านทางน้ำเสียหรือน้ำผิวดิน โดยสิ่งเหล่านี้มีผลทำให้ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนเปลี่ยนแปลงไปโดยธรรมชาติ ซึ่งตะกั่วมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม (พฤหัส จันทร์นวล, 2550) แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญในพื้นที่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง คือ น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการทำประมงและอู่ต่อเรือ น้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากการเกษตร และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

1) น้ำเสียจากอุตสาหกรรมการทำประมงและอู่ต่อเรือ

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ จากข้อมูลและปริมาณน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ในเขตจังหวัดสงขลา พบว่าปัจจุบันทะเลสาบสงขลาและคลองสาขา รวมถึงทะเลอ่าวไทยในเขตอำเภอเมือง อำเภอสิงหนคร อำเภอสทิงพระ และอำเภอระโนด ต้องรองรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมสูงถึงวันละประมาณ 70,920 ลูกบาศก์เมตร จากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น 60 โรงงาน โดยโรงงาน

อุตสาหกรรมซึ่งถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญคือ โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ และโรงงานผลิตยางพารา คลองที่ได้รับการระบายน้ำจากโรงงาอุตสาหกรรมที่สำคัญคือ คลองสำโรง คลองพะวง และคลองอู่ตะเภา (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543) ทั้งยังมีอู่ต่อเรือไม้ขนาดเล็กที่ใช้เสน (ตะกั่วออกไซด์) ในการตอกหมันเรือ ส่งผลให้คนงานมีการเสี่ยงต่อการได้รับพิษตะกั่ว จากการศึกษาอู่ซ่อมเรือในพื้นที่ภาคใต้ 63 แห่ง (สงขลา 6 แห่ง) พบว่า ทุกแห่งใช้สารตะกั่วแดง (Pb_3O_4) ในการซ่อมและต่อเรือ และร้อยละ 84 มีตะกั่วฟุ้งกระจาย (สุวพิทย์ แก้วสนิท, 2551)

2) น้ำเสียจากชุมชน

ชุมชนซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง เป็นชุมชนขนาดใหญ่ซึ่งมีประชาชนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก มีการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว ได้แก่ ชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่และปริมณฑล และชุมชนเทศบาลนครสงขลาและบริเวณใกล้เคียง โดยน้ำเสียจากชุมชนจะถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเป็นคลองสาขาของทะเลสาบสงขลาตอนล่างก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนล่างต่อไป

3) น้ำเสียจากการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เกษตรกรในพื้นที่บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนลาง ประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเกือบทุกตำบล โดยเกษตรกรในตำบลเกาะยอมีการเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด โดยยึดอาชีพนี้และใช้เครื่องมือประมงที่สืบทอดกันมายาวนาน ไม่ว่าจะเป็นการดักไซนั่ง การดักไซนอน การดักโพงพาง และการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังถือว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดสงขลา สำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาวซึ่งเป็นกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่นิยมทำกันมาก ปัญหาน้ำทิ้งจากการเลี้ยงปลากะพงขาวส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่ต้องใช้น้ำ พื้นที่ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างที่มีการเพาะเลี้ยงปลากะพงขาว ของเสียส่วนใหญ่จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะประกอบด้วย สารอินทรีย์ สารแขวนลอย และของแข็งต่างๆ ตลอดจนสารตกค้าง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2543)

จากกิจกรรมบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างและปากทะเลสาบสงขลา สอดคล้องกับรายงานของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ราชบุรี รายงานว่าในปี 2541- 2545 ดินตะกอนบริเวณปากคลองบางตะบูน และบ้านแหลม จ.เพชรบุรี ที่ระยะห่างฝั่ง 100 เมตร มีปริมาณโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่ว ปรอท สารหนู และแคดเมียมสูงเกินค่ามาตรฐาน อันมีสาเหตุมาจากน้ำเสียจากแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม กิจการโรงแรมและรีสอร์ท การทำแพท่องเที่ยว การเพาะเลี้ยงสุกรและสัตว์น้ำชายฝั่ง เช่น กุ้งกุลาดำ การทำประมง (แพปลา) การใช้สีทากันเพรียง กันสนิม ดังนั้นการศึกษาปริมาณตะกั่วในดินตะกอน จึงควรติดตามตรวจสอบเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

12.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา พบว่ามีผู้วิจัยเกี่ยวกับทะเลสาบสงขลาจำนวนมาก ในที่นี้จึงขอยกตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหะหนักและการสะสมของตะกั่วทั้งในทะเลสาบสงขลาและบริเวณแหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งมีผู้ศึกษาไว้เพิ่งใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยหาปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในบริเวณปากทะเลสาบสงขลา ดังแสดงใน**ตารางที่ 12.4-1**

ตารางที่ 12.4-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา

ชื่อเรื่อง	ผลการศึกษา	อ้างอิง
การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา	ได้ศึกษาการหาปริมาณสารหนูและโลหะหนัก ซึ่งได้แก่ ตะกั่ว ปรอท สังกะสี และแคดเมียม ในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา โดยเก็บตัวอย่างดินตะกอนจากทะเลสาบ สงขลา จุดที่มีน้ำเสียจากชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม 9 จุด ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2539 นำดินตะกอนมาวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ด้วยเทคนิควิธีอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้แบบพ่นสารโดยตรง (direct aspiration) สำหรับการวิเคราะห์ธาตุตะกั่ว สังกะสีและแคดเมียม แบบไอเย็น (cold vapor) สำหรับการวิเคราะห์ปรอท และแบบไฮไดรด์เจเนอเรชัน (hydridegeneration) สำหรับการวิเคราะห์สารหนู ผลการวิเคราะห์ดินตะกอนทะเลสาบสงขลาพบว่าตะกั่ว และสารหนูมีค่า 26.55-92.75 และ 0-2.50 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ	ประดิษฐ์ มีสุข (2542)

ตารางที่ 12.4-1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนในทะเลสาบสงขลา (ต่อ)

ความเข้มข้นโลหะหนัก (Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd) ในตะกอนท้องน้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอกที่ตกตะกอนระหว่าง พ.ศ.2520-2538	งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเข้มข้นโลหะหนักMn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd ในตะกอนท้องน้ำจาก 4 จุด ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก จำนวน 20 ตัวอย่าง พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในตะกอน ที่ความลึก 0-9 เซนติเมตร (ตะกอนในช่วงปี พ.ศ. 2520-2538) มีค่าอยู่ในช่วง 24.5-59.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความเข้มข้นสูงในตะกอนทะเลสาบสงขลาตอนนอกมากกว่าในตะกอนทะเลสาบที่อยู่ห่างไกลอื่นๆ ชี้ให้เห็นว่าปริมาณตะกั่วในพื้นที่ทะเลสาบสงขลา ที่อาจมีต้นกำเนิดบางส่วนจากกิจกรรมของมนุษย์	ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และ ดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545)
การแพร่กระจายของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่วและสังกะสีในดินตะกอนทะเลสาบสงขลา	ผลการศึกษาพบว่าดินตะกอนในทะเลสาบสงขลาส่วนใหญ่เป็นทรายแป้งปนดินเหนียวความเข้มข้นของตะกั่วในดินตะกอนทะเลสาบตอนใน ตอนกลาง และตอนนอก อยู่ในช่วง 23.3-6.4, 23.3-12.0 และ <3.3-9.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (เฉลี่ย 3.5+0.6, 4.0+2.2 และ 3.8*1.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (correlation analysis) พบว่าปัจจัยที่ควบคุมการสะสมของโลหะหนักในดินตะกอนทะเลสาบสงขลาคือ ปริมาณอนุภาคดินเหนียวปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และอะลูมิเนียม (At)	ปิยวรรณ นาคินชาติ (2549)

13. วิธีการดำเนินการวิจัย

13.1 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ

โดยการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอน บริเวณปากทะสาบสงขลา อาทิ

- ศึกษาวิธีการเก็บตัวอย่าง
- ศึกษาปริมาณของโลหะหนัก บริเวณทะเลสาบสงขลา

ศึกษาข้อมูลเชิงปฏิบัติการ

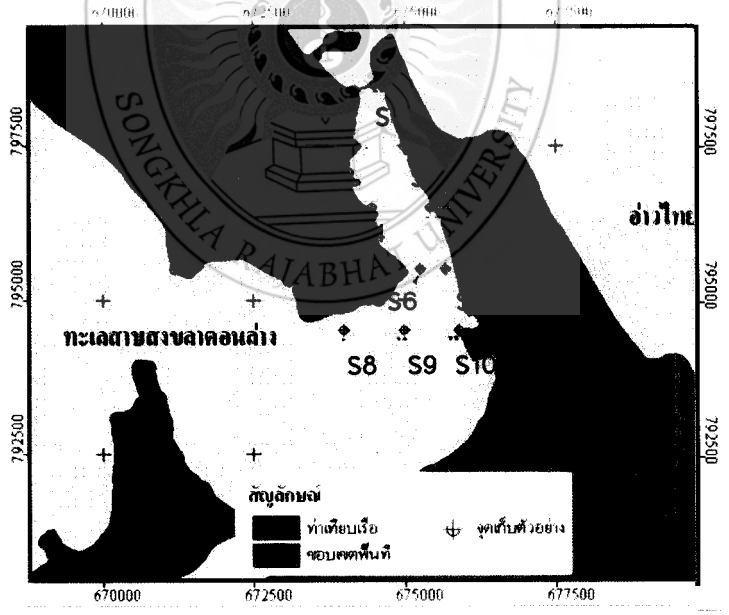
โดยศึกษาข้อมูลจาก

- อินเตอร์เน็ต
- ห้องสมุด
- งานวิจัย

13.2 การเก็บและการเก็บรักษาตัวอย่างตะกอนดิน

1) การเก็บตัวอย่างตะกอนบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

การเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วยแกรบ (grab sample) ที่ระดับผิวหน้าของตะกอน (surface sediment) ลึก 0-20 เซนติเมตร โดย 1 จุดเก็บจะทำการเก็บดินตะกอนด้วยแกรบจำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำมาผสมให้เข้ากันเก็บดินตะกอน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนละประมาณ 1-2 กิโลกรัม โดยกำหนดระยะห่างของจุดเก็บตัวอย่างห่างจากฝั่ง 50-100 เมตร และแบ่งระยะห่างระหว่างกริด 800 เมตร รวมจำนวนจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอน ทั้งหมด 10 จุดเพื่อให้จุดเก็บตัวอย่างเกิดการกระจายระยะห่างระหว่างจุดเก็บ รวมทั้งหมด 10 จุด ดังรูป



2) การเก็บรักษาตัวอย่างตะกอนดินบริเวณปากทะเลสาบสงขลา

นำดินตะกอนที่ผสมเข้ากันแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บดินตะกอน 1-2 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติก ส่วนที่ 2 เก็บดินตะกอน 1-2 กิโลกรัม เก็บใส่ถุงซิปนำไปแช่น้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิที่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

13.3 การเตรียมตัวอย่างตะกอนดิน

นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บได้ มาเตรียมสำหรับวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินตะกอน และวิเคราะห์ตะกั่ว ดังนี้

1) เตรียมดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์สมบัติบางประการ โดยนำดินตะกอนส่วนที่ 1 (ซึ่งไม่ได้แช่เย็น) มาใส่ในถาดที่รองด้วยพลาสติกแล้วนำไปผึ่งในที่ร่มจนแห้ง นำดินตะกอนที่แห้งแล้วไปบดให้แตกด้วยโกร่ง (mortar) แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 ไมโครเมตร เพื่อแยกรากพืช เศษขยะ กรวด และหิน เก็บดินตะกอนที่ได้ในถุงซิป เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค และค่า pH ส่วนที่เหลือนำไปบดด้วยโกร่งและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 ไมโครเมตร สำหรับวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุ และค่าการนำไฟฟ้าต่อไป

2) เตรียมดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว โดยนำดินตะกอนส่วนที่ 2 (ซึ่งแช่เย็น อุณหภูมิที่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส) มาใส่ในถาดพลาสติกที่รองด้วยพลาสติก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนแห้งนำไปบดด้วยโกร่ง (mortar) และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 ไมโครเมตร หลังจากนั้นนำส่วนที่ผ่านตะแกรงไปบดให้ละเอียดหลังจากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 ไมโครเมตร เก็บไว้ในถุงซิปเตรียมไว้วิเคราะห์ปริมาณตะกั่วต่อไป

13.4. การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนดิน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	อ้างอิง
ขนาดอนุภาค	Gravity method	Annual book of ASTM Standard (1982)
pH	pH Meter	จำเป็น อ่อนทอง (2545)
อินทรียวัตถุ	Walkey-Back Method	Loring, D.H. and Rantala, R.T.T. (1995) อ้างถึงใน หิรัญวดี สุวิบูรณ์ (2549)
การนำไฟฟ้า	Conductivity Meter	ส่งวิเคราะห์ ณ คณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตะกั่ว	ย่อยด้วย Atomic Absorption spectroscopy	ส่งวิเคราะห์ ณ อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 1 สงขลา

13.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย (mean), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และร้อยละ เพื่อนำเสนอผลการศึกษาปริมาณตะกั่ว และสมบัติของตะกอน (pH, ขนาดอนุภาค, อินทรียวัตถุ และการนำไฟฟ้า)

2) การใช้สถิติเชิงอ้างอิง (inferential statistics) แบบด้วยคำสั่ง one samples t-test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในดินตะกอน กับค่ามาตรฐานคุณภาพดินตะกอน

3) นำเสนอรูปแบบการกระจายของสมบัติของดินตะกอน และปริมาณตะกั่วที่สะสมในดินตะกอน บริเวณปากทะเลสาบสงขลา โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system ; GIS)

วัสดุ อุปกรณ์

ภาคสนาม

- เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
- เครื่องตักตะกอนดิน (ekman grab)
- เครื่องหาพิกัดบนพื้นโลกแบบมือถือ (GPS)

เครื่องวัดค่าความต่างศักดิ์แบบพกพา (EH meter)

- เครื่องวัดค่าพีเอชแบบพกพา (pH meter)

ห้องปฏิบัติการ

- โกร่งบด (mortar and pestle)
- ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask)
- โถงดูดความชื้น (desiccater)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
- หลอดทดลอง (test tube)
- กระดาษกรอง (whatman)
- ตู้แช่แข็ง (freezer)
- ตู้อบ (hot air oven)

14. แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาดำเนินงาน เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2560 ถึง พฤศจิกายน 2561 สำหรับแผนการดำเนินงานตลอดโครงการแสดงไว้ใน**ตารางที่ 14-1**

ตารางที่ 14-1 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ขั้นตอนในการทำวิจัย	2560							2561										
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1) การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ	—	—	—	—														
2) สำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่าง					—													
3) นำเสนอโครงร่างวิจัย				▲														
4) เตรียมอุปกรณ์และเก็บตัวอย่างดินตะกอน					—	—	—											
5) ดำเนินการวิจัย - การวิเคราะห์สมบัติของตะกอน - การวิเคราะห์ตะกั่วในดินตะกอน - วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ						—	—	—	—	—								
6) นำเสนอความก้าวหน้า									▲									
7) สรุปและอภิปรายผล								—	—	—	—	—	—	—				
8) จัดทำเล่มวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมฉบับร่าง												—	—	—	—	—	—	—
9) นำเสนอวิจัยทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม																		▲
10) ปรับและแก้ไขเล่มวิจัย																		—

หมายเหตุ ▲ หมายถึง ช่วงการสอบวิจัย — หมายถึง ช่วงระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

15. งบประมาณ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้งบประมาณตลอดโครงการดังแสดงไว้ใน**ตารางที่ 15-1**

ตารางที่ 15-1 งบประมาณตลอดโครงการ

รายการ	งบประมาณตลอดโครงการ
ค่าใช้สอย	
ค่าบริการสืบค้นข้อมูล	100
ค่าวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	300
ค่าเช่ายานพาหนะเดินทางไปเก็บตัวอย่าง	2,000
ค่าวัสดุ	
ค่าน้ำมันรถ	400
ค่าอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	4,500
ค่าวัสดุสำนักงาน/ค่าถ่ายเอกสาร	1,500
ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ (แผ่นซีดี)	100
รวม	**8,900**

16. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2549). **มาตรฐานคุณภาพดินตะกอน** (Online). http://www.pcd.go.th, 25 พฤศจิกายน 2560.

กรมควบคุมมลพิษ. (2555). **สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย** (Online). http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=wsthaz_annual55, 14 พฤษภาคม 2561.

กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน. (2551). **สถานการณ์อุตสาหกรรมตะกั่วและสังกะสี ปี 2551** (Online). http://www.dpim.go.th/articles/article?catid=125&articleid=3268, 25 พฤศจิกายน 2560.

กุลธิดา ถาวรกิจการ และกอบชัย ศิริวัฒน์. (2556). **พิษจากตะกั่ว**. ศูนย์ข้อมูลพาวิทยา (Online). http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=41, 20 กุมภาพันธ์ 22561.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2548). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2548). **ดินตะกอน**. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำเป็น อ่อนทอง. (2545). **คู่มือวิเคราะห์ดินและพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไตรภพ ผ่องสุวรรณ และดรุณี ผ่องสุวรรณ (2545) "ความเข้มข้นโลหะหนัก Mn, Fe, Ni, Pb, Cr และ Cd ในตะกอนท้องน้ำทะเลสาบสงขลาตอนนอก ที่ตกตะกอนระหว่างปี พ.ศ. 2520-2538". **วารสารสงขลานครินทร์.** 24(1):89-106.

นันทวรรณ อุ่นจางวาง. (2557). **การปนเปื้อนของสารหนูและตะกั่วในดินตะกอน บริเวณคลองอู่ตะเภา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประดิษฐ์ มีสุข. (2542). "การหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในดินตะกอนจากทะเลสาบสงขลา." **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 2 (2): 77-82.

ประไพศรี ธรฤทธิ์. (2546). **การปนเปื้อนของสารปรอทในเนื้อปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปิยวรรณ นาคินชาติ. (2549). **การแพร่กระจายของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีในดินตะกอนทะเลสาบสงขลา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พฤหัส จันทร์นวล. (2550). **พลวัตของโลหะหนัก : กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนัก และคุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง.** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์. (2533). **ความชุกชุมและการ แพร่กระจายของสัตว์น้ำบางชนิดในทะเลสาบ สงขลาตอนนอก.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2533. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา.

ยุทธนา บัวแก้ว. (2548). **การสะสมของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในตะกอนทะเลสาบสงขลา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวาริชศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ระวิวรรณ เฮ้งนุ้ย และอภิระดี ถิระผะลิกะ. (2548). **การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม ในผักบริเวณตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา (กรณีศึกษา : หมู่ที่5).** รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

เริงชัย ตันสกุล. (2536). **การจัดการงานวิจัยและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับลุ่มน้ำทะเลสาบ.** เอกสารงานวิจัย สถาบันวิจัยระบบสุขภาพภาคใต้.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. (2543). **รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา** (Online). http://www.reo16.mnre.go.th/reo16/contactus, 10 ตุลาคม 2561.

สุรภี โรจน์อารยานนท์. (2530). **การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย (จากห้องปฏิบัติการ) ด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์.** รายงานการวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวพิทย์ แก้วสนิท. (2551). **การสำรวจสำมะโนอู่ต่อเรือในภาคใต้ของไทยเพื่อการจัดการด้านอาชีวอนามัย**. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ดวงใจ อินแก้วและสุขณา ถิ่นกาแบง. (2548). **การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในปลาบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโคปี**. รายงานการวิจัย วิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

หิรัญวดี สุวิบูรณ์. (2549). **ความผันแปรเชิงพื้นที่ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิดในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อาทิตย์ มุกดาดี . (2555). **การกำจัดตะกั่วที่ปนเปื้อนในดินตะกอน**. สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.

Google Earth. (2018). **แผนที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา** (Online). https://www.google.earth แผนที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา, January 30, 2019.

Landon,J.R. 1991. "Booker Tropical Soil Manual", In A Hanbook for Soil Sorrey and Agriculture Land Evaluation in the Tropics and Subtropics. London: Longman Scientific and Technical.

WHO. (1995). **ข้อมูลตะกั่ว** (Online).https//www.who.int/bulletin/volumes/85/9/06-036137/en/-181k, January 10, 2019.

ภาคผนวก ข

ตำแหน่งพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางภาคผนวก ข แสดงตำแหน่งพิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนทั้ง 10 จุด

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัดที่ตั้งแบบ UTM		ลักษณะบริเวณที่เก็บตัวอย่าง	สีของดินตะกอน
	แกน X	แกน Y		
S1	673806	798726	ปากร่องน้ำทะเลสาบสงขลา ใกล้แพขนานยนต์	ดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ไม่มีกลิ่น
S2	674016	797812	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดง	ดินส่วนใหญ่สีน้ำตาลอ่อน
S3	674746	797347	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดจอดเรือตำรวจน้ำ	ดินมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นน้ำมัน
S4	674187	796656	จุดจอดเรือประมงบริเวณหมู่บ้านฝั่งหัวเขาแดงใกล้หน่วยงานอนุรักษ์ประมงฯ	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม
S5	675077	796761	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้ถนนแหลมพระราม	มีลักษณะสีดำ มีกลิ่นโคลน
S6	674652	795751	จุดจอดเรือประมง	ดินมีสีน้ำตาล
S7	675363	796127	จุดจอดเรือประมงขนาดใหญ่ใกล้จุดขึ้นลงน้ำแข็ง	มีลักษณะสีดำส่วนใหญ่เป็นดินทราย มีกลิ่นน้ำมัน
S8	674564	795498	ใกล้ศาลาท่าน้ำฝั่งหัวเขาแดง	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม
S9	674800	795341	ที่ว่างแนวเดียวกับจุด S8 และ S10	ดินมีลักษณะสีเทา
S10	675540	794954	ท่าเทียบเรือประมงสงขลา 2 ใกล้อู่ซ้อมเรือ	ดินมีสีน้ำตาลเข้ม

หมายเหตุ จุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนทุกจุดอยู่ใน zone 47N

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมีและทางโลหะหนักของดินตะกอน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค-1

วิธีการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วิธีการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

หลักการ

การวัด pH คือ การวัดสภาพความเป็นกรด หรือเป็นด่างของสารละลาย ที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous solution) โดยใช้หลักการ electrochemistry โดยวัดความต่างศักย์ที่เกิดขึ้น (potential) ระหว่างอิเลคโทรดอ้างอิง (refernce electode) กับอิเลคโทรดตรวจวัด (sensing electrode) ความต่างศักย์ที่ได้เกิดจากจำนวนของ ไฮโดรเจนอิออน (H^+) ความต่างศักย์ที่เกิดจากอิออน (ionic potential) จะถูกเปลี่ยนให้เป็นความต่างศักย์ทางไฟฟ้า (electronic potential) แล้วขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วยเครื่อง pH meter (potentiometer)

วัสดุอุปกรณ์

1) เครื่องชั่ง ความละเอียด 0.01
2) กระบอกตวง (measuring cyiinder) ขนาด 25 มิลลิลิตร
3) หลอดเหวี่ยงพลาสติก (plastic centrifuged tube)
4) เครื่องวัดพีเอช (pH meter)

วิธีการดำเนินการ

1) ชั่งดิน 5 กรัม ใส่หลอดเหวี่ยงพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร
2) เติมน้ำปราศจากไอออนไป 25 มิลลิลิตร ทำให้ได้สัดส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5
3) ปิดฝาและเขย่าประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นประมาณ 30 นาที จึงวัดพีเอชในส่วนที่เป็นน้ำใส (Supernatant)

ภาคผนวก ค-2

วิธีการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาค

วิธีการวิเคราะห์หาขนาดอนุภาค

หลักการ

อนุภาคดินตะกอนเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยสิ่งต่างๆ หลายอย่าง เช่น กรวด ทราย ตะกอนทรายดินเหนียว สารอินทรีย์เป็นต้น คุณสมบัติของตะกอนดินจะขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ ดังกล่าวเหล่านี้ การจำแนกประเภทเนื้อดินทำให้สามารถประเมินคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินตะกอนอย่างคร่าวได้

อนุภาคเดี่ยวของดินตะกอนมีมากมายหลายขนาด นับตั้งแต่ขนาดใหญ่ซึ่งมองเห็นด้วยตาเปล่าได้อย่างชัดเจน ไปจนถึงขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็น

วัสดุอุปกรณ์

1) บีกเกอร์
2) กระบอกตกตะกอน
3) ไม้คนตะกอน
4) ตะแกรงร่อน
5) ขันน้ำ
6) อลูมิเนียมฟรอย
7) เดสิกเคเตอร์
8) เครื่องชั่ง
9) ตู้อบ

สารเคมี

1) สารละลายเม็ดดิน (dispersing agent) ใช้สารละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตเข้มข้น 10% โดยปริมาตร

2) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เข้มข้น 10% โดยปริมาตร

วิธีวิเคราะห์

1) กำจัดสารอินทรีย์ออกจากตะกอนดังนี้
   - ชั่งดินตะกอนแห้งประมาณ 20-30 กรัม (บันทึกน้ำหนัก)
   - เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร เพื่อกำจัดสารอินทรีย์และช่วยให้ตะกอนกระจายตัว (เติมให้ท่วมตะกอน)

- ทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 1 คืน

- บางตัวอย่างตะกอนซึ่งมีสารอินทรีย์อยู่มากอาจต้องมีการเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในปริมาณมาก

2) ร่อนตะกอนแบบเปียก (wet-sieved) ผ่านตะแกรงร่อนขนาดรู 63 ไมโครเมตร

3) ตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่า 63 ไมโครเมตรทำให้แห้งและชั่งน้ำหนัก ผลที่ได้จะเป็นน้ำหนักอนุภาคทราย (sand)

4) ตะกอนที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร ซึ่งประกอบด้วยขนาดอนุภาคที่เป็นทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) มาวิเคราะห์ต่อด้วยวิธีการปิเปต โดยนำตะกอนส่วนนี้ใส่ลงในกระบอกบอกตกตะกอน

5) เติมสารละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตเข้มข้น 10% โดยปริมาตร โดยปริมาณประมาณ 8-10 มิลลิลิตร

6) เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตรบนสุดของกระบอกตวง เริ่มใช้ไม้คนกระบอกตวงจนอนุภาคภายในฟุ้งกระจาย เริ่มจับเวลาทันทีหลังหยุดคน

7) หลังจากเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง 52 นาที ดูดน้ำที่เหนือระดับความลึก 5 เซนติเมตรใส่ในอลูมิเนียมฟรอยซึ่งชั่งน้ำหนักไว้ก่อนแล้วโดยใช้ปิเปตอัตโนมัติ

8) ทำให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ และชั่งน้ำหนักผลที่ได้จะเป็นน้ำหนักของอนุภาคขนาดดินเหนียว (< 2 ไมโครเมตร)

9) คำนวณเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคแต่ละขนาด (ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว) โดยถือว่าน้ำหนักรวมของทุกขนาดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

ภาคผนวก ค-3

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์

หลักการ

ขั้นตอนการวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดินใช้วิธี walkeyandblack วิธีวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (organic matter; OM) อินทรียวัตถุในดิน หมายถึง อินทรีย์สารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน ซึ่งได้จากซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน สิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมถึงอินทรีย์สารที่รากพืชปลดปล่อยออกมา และที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยอินทรีย์สารหลายชนิด คือ พวกสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน สารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัส สารประกอบอินทรีย์กำมะถัน เป็นต้น และเมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวโดยจุลินทรีย์ถึงขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส(humus)ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประกอบเชิงซ้อนที่ประกอบขึ้นจากสาร group ต่าง ๆ เช่น methyl phenolic, quinone และ carboxylic groups ที่มีอยู่ในดิน ฮิวมัส แบ่งได้เป็นสองส่วน คือ humic acid และ fulvic acid ฮิวมัสนี้ไม่ใช่สารที่คงทนถาวร จุลินทรีย์ดินทำให้สลายตัวได้เช่นเดียวกับอินทรีย์สารอื่นที่มีอยู่ในดิน แต่อัตราการสลายตัวของฮิวมัสจะช้ากว่าการสลายตัวของอินทรีย์สารที่เป็นต้นกำเนิดของฮิวมัส ฮิวมัสเป็นของแข็งที่มีอนุภาคละเอียดมากมีบทบาทสำคัญคือมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) สูงสามารถดูดซับน้ำได้ดีและมีบทบาทสำคัญต่อการเกาะยึดกันเม็ดของอนุภาคดิน

สารเคมี

1) กรดฟอสฟอริก
2) โซเดียมฟลูออไรด์
3) เดกโทรส
4) สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นและซิลเวอร์ซัลเฟต (concentrated) (เตรียมสารละลายซิลเวอร์ซัลเฟต 2.5 กรัม ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 ลิตร)
5) สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้น 1 นอร์มอล (standard 1 N solution) (เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมซัลเฟต 49.04 กรัมในน้ำ และเจือจางเป็น 1ลิตร)
6) สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต เข้มข้น 0.5 นอร์มอล (ferrous solution) (เตรียมโดย ละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 196.1 กรัม ในน้ำ 800 มิลลิลิตรซึ่งมีกรดซัลฟูริกเข้มข้นอยู่ 20 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้เป็น 1 ลิตร)
7) ไดฟีนิลลามีนอินดิเคเตอร์ (เตรียมโดย ละลายไดฟีนิลลามีนประมาณ 0.5 กรัม ในน้ำ 20 มิลลิลิตร และกรดดซัลฟูริกเข้มข้น 100 มิลลิลิตร)

วิธีวิเคราะห์

1) ใช้ตัวอย่างตะกอนแห้งที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาดรู 1000 ไมโครเมตร จำนวน 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร 2) เตรียมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้น 1 นอร์มอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้บิวเรต และเติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ผสมซิลเวอร์ซัลเฟตทจำนวน 20 มิลลิลิตร ผสมกันโดยค่อยๆ หมุนประมาณ 1นาที ตั้งของผสมที่ได้ไว้ประมาณ 30 นาที

3) ทำแบลงค์ทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนชุดการทดลอง

4) หลังจาก 30 นาทีผ่านไป เติมน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร ตามด้วยกรดฟอสฟอริก จำนวน 10 มิลลิลิตร และโซเดียมฟลูออไรด์ ปริมาตร 0.2 กรัม

5) เติมไดฟีนิลลามีนอินดิเคเตอร์ จำนวน 15 หยด (0.5 หยด)

6) ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต เข้มข้น 0.5 นอร์มอลจนถึงจุดยุติ จะได้สารละลายสีเขียวหัวเป็ด (brilliant green)

Standardization สารละลาย 0.5 N เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

1) การทำมาตรฐานดำเนินการโดยใช้ภาชนะเปล่า (ที่ไม่มีตะกอน)

2) ดำเนินการตามขั้นตอนเหมือนกับการวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนในหัวข้อ 3 ตั้งแต่ข้อ 3.4 ถึงข้อ 3.6 ทำซ้ำอย่างน้อย 3 ซ้ำ

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

ภาพประกอบการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก ง-1

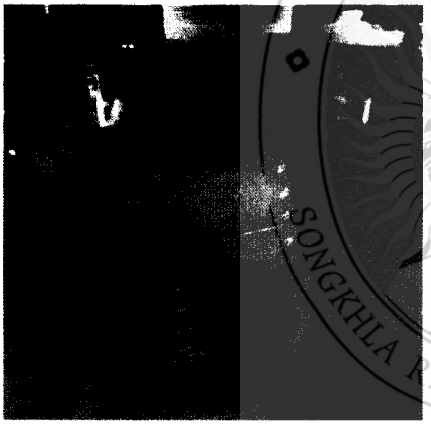
ภาพประกอบการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสของดิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพประกอบการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสของดิน

ชั่งดิน 5.00 กรัม ใส่ในหลอดเหวี่ยงพลาสติก ขนาด 50 มิลลิลิตร

น้ำปราศจากไอออนลงไปจะได้ 2 มิลลิลิตร สัดส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5



ปิดฝาและเขย่า 1 นาที ทิ้งไว้ 30 นาที

วัด pH ส่วนที่เป็นน้ำใส ด้วยเครื่อง pH Mete

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง-2

ภาพประกอบการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ

ภาพประกอบการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์

ใช้ตัวอย่างตะกอนแห้งที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรง ขนาดรู 1000 ไมโครเมตร จำนวน 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร

เติมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เข้มข้น 1 นอร์มอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้บิวเรต

เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่ผสมซิลเวอร์ซัลเฟตทจำนวน 20 มิลลิลิตร

หลังจาก 30 นาทีผ่านไป เติมน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพประกอบการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ (ต่อ)

เติมน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร
ตามด้วยกรดฟอสฟอริก จำนวน 10 มิลลิลิตร

เติมไดฟีนิลลามีนอินดิเคเตอร์จำนวน 15 หยด
และโซเดียมฟลูออไรด์ ปริมาตร 0.2 กรัม

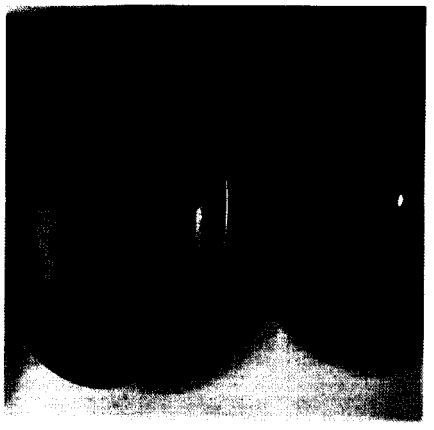
ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
เข้มข้น 0.5 นอร์มอล จนถึงจุดยุติ จะได้สารละลายสีเขียวหัวเป็ด (brilliant green)

ภาคผนวก ง-3

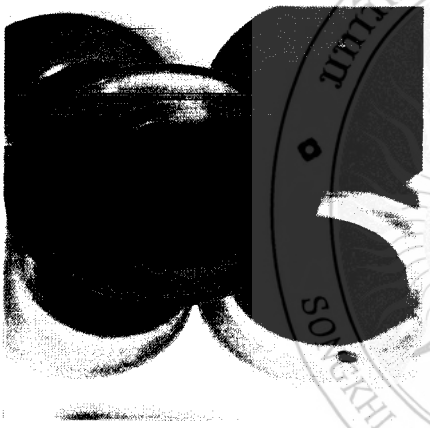
ภาพประกอบการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค

ภาพประกอบการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค

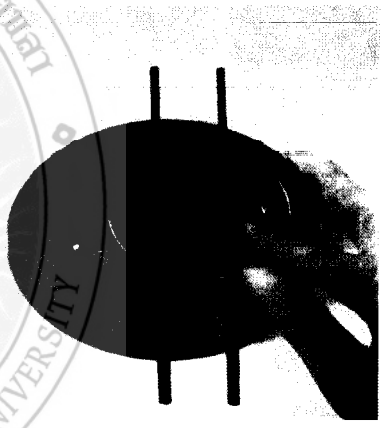
ชั่งตะกอนแห้งประมาณ 20-30 กรัม



เติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 10



ทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 1 คืน



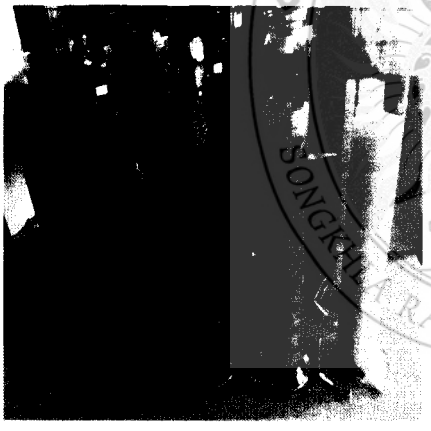
นำตะกอนแบบเปียก (wet-sieved) ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 63 ไมโครเมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพประกอบการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (ต่อ)

ตะกอนที่มีขนาดน้อยกว่า 63 ไมโครเมตร ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่เป็นทรายแป้งและดินเหนียว มาวิเคราะห์ต่อโดยวิธีการปิเปต ใส่กระบอกตกตะกอน

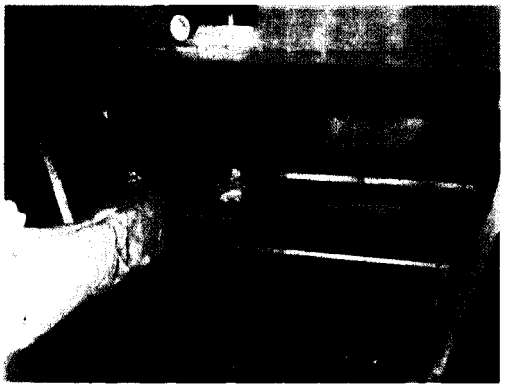
เติมสารละลายโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาณประมาณ 8-10 ml



เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตรบนสุดของเริ่มกระบอกตวง

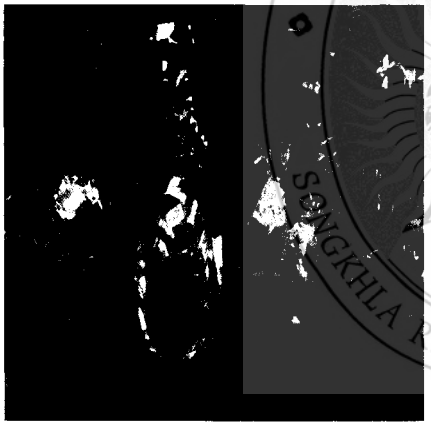
เริ่มใช้ไม้คนกระบอกตวงให้ฟุ้งกระจาย จับเวลาทันทีหลังหยุดคน

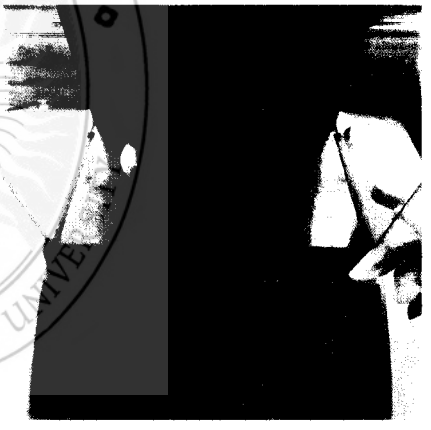
ภาพประกอบการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (ต่อ)



หลังเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง 52 นาที ดูดน้ำที่เหนือระดับความลึก 5 เซนติเมตรใส่ในอลูมิเนียมฟรอยซึ่งชั่งน้ำหนักไว้ก่อนแล้ว

ทำให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส





ทิ้งให้เย็นในเดสิเคเตอร์ชั่งน้ำหนัก

ผลที่ได้จะเป็นน้ำหนักของอนุภาคขนาดดินเหนียว(>2 ไมโครเมตร)

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์สถิติแบบ T-Test

ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ค่าปริมาณตะกั่ว (mg/kg)	10	43.5860	12.11990	3.83265

One-Sample Test

	Test Value = 46.7					
	t	df	Sig. (2 tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ค่าปริมาณตะกั่ว (mg/kg)	-.812	9	.437	-3.11400	-11.7841	5.5561

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ

ประวัติผู้ทำวิจัย

ประวัติผู้ทำวิจัย

1. **ชื่อ-สกุล** นางสาวนารีรัตน์ ณ ไทร

   วัน เดือน ปีเกิด 3 พฤษภาคม 2539

   ที่อยู่ 36/2 หมู่ที่3 ตำบลแหลม อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช 80170

   เบอร์โทรศัพท์ 0987260846

   การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2. **ชื่อ-สกุล** นางสาวนิตินันต์ จันทร์คง

   วัน เดือน ปีเกิด 16 กุมภาพันธ์ 2539

   ที่อยู่ 188/1 หมู่ที่8 ตำบลแหลม อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช 80170

   เบอร์โทรศัพท์ 0987232702

   การศึกษา ศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY