# โครงการ
# การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

**ชื่อโครงการ** ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจากชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

**ชื่อนิสิต** นางสาวนภดาว โชคบัณฑิต

**ภาควิชา** วิทยาศาสตร์ทางทะเล

**ปีการศึกษา** 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการ

# การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

**ชื่อโครงการ** ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจากชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

Petroleum hydrocarbon in surface seawater along Sriracha coastline, Chonburi province

.

**ชื่อนิสิต** นางสาว นภดาว โชคบัณฑิต **เลขประจำตัว** 6032816823

**ภาควิชา** วิทยาศาสตร์ทางทะเล

**ปีกาศึกษา** 2563

**คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

# ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจากชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

นภดาว โชคบัณฑิต

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# Petroleum hydrocarbon in surface seawater along Sriracha coastline, Chonburi province

Nopadow Chokbundit

A Senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2020

| | |
|---|---|
| **ชื่อโครงการ** | ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจากชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี |
| **ชื่อนิสิต** | นางสาวนภดาว โชคบัณฑิต |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** | อาจารย์ ดร.ชวลิต เจริญพงษ์ |
| **ปีการศึกษา** | 2563 |
| **ภาควิชา** | วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

---

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2309499 โครงงานวิทยาศาสตร์

..... หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

(ศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์)

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานร่วม

(อาจารย์ ดร.ชวลิต เจริญพงษ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปัทมา สิงห์รักษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมฤดี จิตประไพ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุธาพร บุญญเจตน์พงษ์)

| | |
|---|---|
| **Project Title** | (Petroleum hydrocarbon in surface seawater along Sriracha coastline, Chonburi province) |
| **Name** | Miss Nopadow Chokbundit |
| **Advisor** | Assistant Professor Prof. Penjai Sompongchaiyakul, Ph.D. |
| **Co-advisor** | Chawalit Charoenpong, Ph.D. |
| **Academic Year** | 2563 |
| **Department** | Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University |

---

Accepted by the Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial fulfillment of the Requirement for the Bachelor's Degree.

..... Head of Marine Science Department

(Prof. Voranop Viyakarn, Ph. D.)

PROJECT COMMITTEE

..... Project Advisor

(Asst. Prof. Penjai Sompongchaiyakul, Ph.D.)

..... Project Co-advisor

(Chawalit Charoenpong, Ph.D.)

..... Member

(Assoc. Prof. Suchana Chavanich, Ph.D.)

..... Member

(Asst. Prof. Patama Singhruck, Ph.D.)

..... Member

(Asst. Prof. Somrudee Jitpraphai, Ph.D.)

..... Member

(Sutaporn Bunyajetpong, Ph.D.)

**ชื่อโครงการ** ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจากชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
**ชื่อนิสิต** นางสาวนภดาว โชคบัณฑิต
**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล
**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม** อาจารย์ ดร.ชวลิต เจริญพงษ์
**ปีการศึกษา** 2563
**ภาควิชา** วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

## บทคัดย่อ

ความเจริญและการพัฒนาอุตสาหกรรมตามชายฝั่งทะเลก่อให้เกิดการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตในทะเล วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายและแพร่กระจายในน้ำทะเล (dissolved and dispersed petroleum hydrocarbons, DDPHs) บริเวณชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ในช่วงเดือนสิงหาคม 2563 ถึง เดือนมีนาคม 2564 โดยเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 6 ครั้ง สกัด DDPHs ในน้ำทะเลด้วยเฮกเซน (hexane) และวัดปริมาณ DDPHs ด้วยด้วยเทคนิคฟลูออเรสเซนต์สเปคโตรสโคปี (fluorescence spectroscopy) โดยเทียบกับสารมาตรฐานไครซีน (chrysene) พบว่า DDPHs ที่ปนเปื้อนในน้ำทะเลเฉลี่ยจากทุกสถานีในช่วงเวลา 6 เดือนมีค่า 0.885±0.802 (0.095-3.189) µg/L (chrysene equivalent) โดยเดือนที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ เดือนสิงหาคมมีค่า 1.612±0.475 (0.845-2.379) µg/L (chrysene equivalent) ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าอยู่ในช่วงฤดูฝน น้ำฝนชะคราบน้ำมันจากแผ่นดินลงสู่ทะเล ในขณะที่เดือนที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ เดือนธันวาคมมีค่า 0.207±0.105 (0.095-0.418) µg/L (chrysene equivalent) ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้ สถานีที่ 7 ซึ่งอยู่บริเวณท่าเรือขนส่งสินค้า พบว่ามีปริมาณ DDPHs ในบางเดือนสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ที่กำหนดไว้ที่ 1 µg/L (chrysene equivalent) อย่างไรก็ดี ค่า DDPHs ที่พบในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 5 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอุตสาหกรรมและท่าเรือ) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5 µg/L (chrysene equivalent)

คำสำคัญ: ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน, ฟลูออเรสเซนต์สเปคโตรสโคปี, ศรีราชา

**Project Title** Petroleum hydrocarbons in surface seawater along Sriracha coastline, Chonburi province
**Name** Miss Nopadow Chokbundit
**Advisor** Asst. Prof. Penjai Sompongchaiyakul, Ph.D.
**Co-advisor** Chawalit Charoenpong, Ph.D.
**Academic Year** 2563
**Department** Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

---

## Abstract

The prosperity and development of coastal industries has caused the contamination of petroleum hydrocarbons in seawater, and affected environment and marine life. The main objective of this study is to quantify the contamination of dissolved and dispersed petroleum hydrocarbon (DDPH) along the coastal area of Sriracha, Chonburi Province. Surface water samples were collected from August 2020 to March 2021. They were analyzed for DDPHs contents using liquid-liquid extraction with hexane as a solvent, prior to measure by fluorescence spectroscopy, and reported as chrysene equivalent. Overall, the obtained DDPHs concentrations were within the range of 0.095 to 3.189 µg/l (chrysene equivalent), with a mean value of 0.885±0.802 µg/l (chrysene equivalent). The highest average concentration was found in August 2020 at 1.612±0.475 (0.845-2.379) µg/L (chrysene equivalent), most likely because it was during rainy season when surface runoff brought along PHCs from land into waterways and ultimately to the coastal areas. On the other hand, the lowest average concentration was in December 2020 at 0.207±0.105 (0.095-0.418) µg/L (chrysene equivalent). In this study, DDPHs were consistently higher at Station 7 compared to others. We believe that this is due to its close proximity the coastline where the cargo port area is situated. DDPHs in some months were higher than standard value set by the Pollution Control Department. Water quality for Class 3 areas (for aquaculture usage) must not exceed 1 µg/L (chrysene equivalent) but this was surpassed by some values obtained in this study. However, DDPHs values were mostly lower than that set for Class 5 area (for industry and port usage), which must not exceed 5 µg/L (chrysene equivalent).

Keywords: Petroleum Hydrocarbon, Fluorescence spectrocopy, Sriracha

# กิตติกรรมประกาศ

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากคณาจารย์และบุคลากรหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ ดร. ชวลิต เจริญพงษ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการทำการทดลอง และตรวจสอบแก้ไขโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ สถานีวิจัยประมงศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ นายปรีชา เสนสิทธิ์ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทะเล และนายธนกร อุบลแย้ม ที่ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และ อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการใช้สารเคมี และ การทำการทดลองต่างๆ

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้อง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และ ครอบครัวที่คอยให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณหมาเอ้อสมองหมูที่ให้กำลังและคอยอยู่เคียงข้างตลอดการดำเนินโครงการ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ มารีน 51 ที่ไปออกภาคสนามเป็นเพื่อนรวมถึงช่วยล้างเครื่องแก้วและอยู่ให้กำลังใจจนทำการทดลองเสร็จสิ้น

ขอขอบคุณศิลปินและนักเขียนทุกท่านที่เป็นความสบายใจ ความผ่อนคลายและช่วยสร้างบรรยากาศดีๆ และสุดท้ายขอขอบคุณตัวเองในความอดทน ความพยายามและความตั้งใจในการดำเนินโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นภดาว โชคบัณฑิต

พฤษภาคม 2564

# สารบัญ

หน้า

**บทคัดย่อ** ..... ก

**Abstract** ..... ข

**กิตติกรรมประกาศ** ..... ค

**สารบัญ** ..... ง

**สารบัญรูป** ..... ฉ

**สารบัญตาราง** ..... ช

**บทที่ 1 บทนำ** ..... 1

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ ..... 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา ..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2

**บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง** ..... 3

2.1 ความหมายและประเภทของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ..... 3

2.1.1 ประเภทของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน ..... 3

2.1.2 ชนิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่พบการปนเปื้อนได้ในธรรมชาติ ..... 4

2.1.3 แหล่งที่มาของการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในทะเล ..... 4

2.2 พฤติกรรมของน้ำมันในทะเล ..... 5

2.3 ผลกระทบของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนต่อสิ่งมีชีวิต และ ระบบนิเวศทางทะเล ..... 7

2.3.1 ผลกระทบทางด้านกายภาพ ..... 7

2.3.2 ผลกระทบทางด้านเคมี ..... 7

2.3.3 ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ และ สังคม ..... 8

2.4 เขตความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำไทย ..... 8

2.5 สำรวจเอกสารการศึกษาการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลในประเทศไทย ..... 8

**บทที่ 3 วิธีการศึกษา** ..... 10

3.1 พื้นที่การศึกษา .....10
3.2 การเก็บตัวอย่าง.....11
3.2.1 วิธีการทำความสะอาดขวดเก็บตัวอย่าง..... 11
3.2.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง..... 11
3.2.3 วิธีการเก็บน้ำทะเลตัวอย่างและรักษาน้ำทะเลตัวอย่าง..... 12
3.3 วิธีการสกัดปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน และ การวิเคราะห์ตัวอย่าง .....12
3.3.1 อุปกรณ์..... 12
3.3.2 การสกัดปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน..... 12
3.3.3 การวิเคราะห์ปิโตรเลียมไฮโดรเลียไฮโดรคาร์บอน..... 13
3.3.4 การทำกราฟมาตรฐาน..... 13
3.3.5 การคำนวณหาความเข้มข้นของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน..... 13
3.3.6 Blank และ Recovery..... 14
**บทที่ 4 ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล**.....15
4.1 กราฟมาตรฐานสารละลายมาตรฐานไครซีน.....15
4.2 ค่า Procedure blank และ Recovery .....16
4.3 ปริมาณความเข้มข้นของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน .....17
**บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ**.....20
5.1 สรุปผลการศึกษา.....20
5.2 ข้อเสนอแนะ.....20
**เอกสารอ้างอิง**.....21
**ภาคผนวก**.....23
ภาคผนวก ก.....24
ภาคผนวก ข.....25
ภาคผนวก ค.....28

# สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2-1 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบ่งตามลักษณะทางเคมี..... 3

2-2 แสดงพฤติกรรมของน้ำมันเมื่อรั่วไหลลงสู่ทะเล.....7

3-1 พื้นที่ศึกษาและตำแหน่งสถานีเก็บตัวอย่าง..... 10

3-2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำทะเล.....11

3-3 การเขย่ากรวยแยกด้วยเครื่องเขย่า (Shaker) เพื่อสกัด DDPHs .....13

4-1 กราฟสารละลายมาตรฐานไครซีน.....15

4-2 กราฟแสดงปริมาณ DDPHs ในแต่ละสถานีของทุกเดือน..... 17

4-3 การกระจายของปริมาณ DDPHs เฉลี่ยในแต่ละเดือน (ก) เดือนสิงหาคม (ข) เดือนตุลาคม (ค) เดือนพฤศจิกายน (ง) เดือนธันวาคม (จ) เดือนกุมภาพันธ์ (ฉ) เดือนมีนาคม..... 18

ค-1 สภาพพื้นที่จริงในพื้นที่ศึกษา..... 28

ค-2 เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง..... 28

ค-3 เขย่าหลังจากใส่เฮกเซนเพื่อสกัดเบื้องต้น.....28

ค-4 การแยกชั้นของเฮกเซนและน้ำทะเล.....29

ค-5 ขั้นตอนลดปริมาตรด้วยเครื่อง Rotary Evaporator.....29

ค-6 ลดปริมาตรเหลือ 5 mL บรรจุในขวดปรับปริมาตรขนาด 5mL..... 29

ค-7 Fluorescence Spectrophotometer (PerkinElmer LS55, USA).....29

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 การศึกษาการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล....9

3-1 พิกัดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่าง.... 11

4-1 ความเข้มข้น และ ค่าความเข้มแสงของสารละลายมาตรฐานไครซีนด้วย Hexane .... 15

4-2 ค่า Procedure blank และ % Recovery.... 16

4-3 ค่าความเข้มข้นตัวอย่าง และ % Recovery.... 16

4-4 ปริมาณ DDPHs ในแต่ละสถานีของทุกเดือน.... 17

ก-1 ค่า Procedure blank และ Recovery.... 24

ก-2 ค่าตัวอย่าง และ Recovery.... 24

ข-1 ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลที่ความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำ.... 25

# บทที่ 1 บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา

ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (petroleum hydrocarbons) คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการทับถมตัวกันของสิ่งมีชีวิตภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงภายใต้พื้นพิภพเป็นเวลาหลายล้านปี ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ

1) อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbons) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างอะตอมต่อกันเป็นโซ่ตรง อาจจะมีกิ่งหรือไม่มีกิ่ง แบ่งเป็นแบบที่อิ่มตัวซึ่งจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดพันธะเดี่ยว และแบบที่ไม่อิ่มตัวจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดพันธะคู่ หรือพันธะสาม
2) อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbons) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวและมีวงแหวนอะโรมาติกเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งรวมถึงสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbons; PAHs) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตมากที่สุดชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง

การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเดินเรือ การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเรือ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทะเล อีกทั้งยังทำลายทัศนียภาพซึ่งส่งผลต่อการท่องเที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนซึ่งมีความเป็นพิษสูง แม้จะมีความเข้มข้นต่ำก็อาจเป็นอันตรายกับสิ่งมีชีวิตที่รับเข้าไป สะสมและส่งต่อผ่านห่วงโซ่อาหาร และในที่สุดส่งผลกระทบต่อการทำประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นพื้นที่ตั้งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่หลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันดิบ อุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นที่ตั้งของท่าเรือขนาดใหญ่และท่าเรือน้ำลึกแหลมฉบัง เป็นศูนย์กลางคมนาคมเพื่อการนำเข้าและส่งออกทางทะเลที่สำคัญ (ศูนย์พัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ, 2562) อย่างไรก็ดี พื้นที่ชายฝั่งของอำเภอศรีราชายังเป็นพื้นที่ทำประมงและเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ซึ่งเป็นอาชีพดั้งเดิมของคนในชุมชน ก่อนที่จะถูกพัฒนาเป็นสถานที่ท่องเที่ยว (ได้แก่ เกาะลอย) ท่าเรือขนส่งนักท่องเที่ยว และท่าเรือขนถ่ายสินค้า

จากรายงานของปุณฑริกา เลื่อมประพางกุล (2559) พบว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายและกระจายในน้ำทะเล (dissolved and dispersed petroleum hydrocarbons; DDPHs) บริเวณอ่าวอุดม จังหวัดชลบุรี มีค่าอยู่ในช่วง 0.08-3.41 µg/L (chrysene equivalent) ซึ่งตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560) ได้กำหนดปริมาณ DDPHs สำหรับคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไว้ไม่เกิน 1 µg/L (chrysene equivalent) และสำหรับคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอุตสาหกรรมและท่าเรือไว้ที่ไม่เกิน 5 µg/L (chrysene equivalent) ซึ่งอย่างไรก็ดี ปุณฑริกา เลื่อมประพางกุล (2559) ทำการศึกษาเพียงครั้งเดียวในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 การศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์หาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายในน้ำทะเล เพื่อประเมินสภาวะการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในพื้นที่ชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นระยะเวลา 6 เดือน

**1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ**

1) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของปริมาณ DDPHs ในน้ำทะเลจากชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี
2) เพื่อประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนของ DDPHs บริเวณชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

**1.3 ขอบเขตการศึกษา**

ศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล โดยพื้นที่การศึกษาครอบคลุมบริเวณ (5x12) ตารางกิโลเมตร ในเขตชายฝั่งบริเวณหน้าสถานีวิจัยประมงศรีราชาถึงบริเวณอ่าวอุดม อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยมีการเก็บตัวอย่างเป็น 2 แนว คือ แนวใกล้ชายฝั่งประมาณ 1 กิโลเมตร 4 สถานี และแนวห่างจากชายฝั่งประมาณ 5 กิโลเมตร แต่ละจุดห่างกันประมาณ 4 กิโลเมตร

**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

ทราบการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของปริมาณ DDPHs ที่ปนเปื้อนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวอุดม จังหวัดชลบุรี เพื่อประเมินสถานการณ์ของสภาพแวดล้อมทางทะเล โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560) และเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสนับสนุนแนวทางการจัดการปัญหามลพิษจากการปนเปื้อนของน้ำมัน

# บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความหมายและประเภทของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

ปิโตรเลียม (petroleum) คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งเกิดในธรรมชาติ อาจอยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลวหรือก๊าซ ที่เกิดจากการทับถมกันของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติเป็นเวลานานหลายล้านปี ภายใต้สภาวะอุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม ส่วนประกอบของปิโตรเลียมโดยประมาณจะมีไฮโดรคาร์บอน 11-13% และคาร์บอน 84-87% โดยน้ำหนัก นอกจากนั้นจะเป็นสิ่งเจือปน เช่น O, S, N และ He

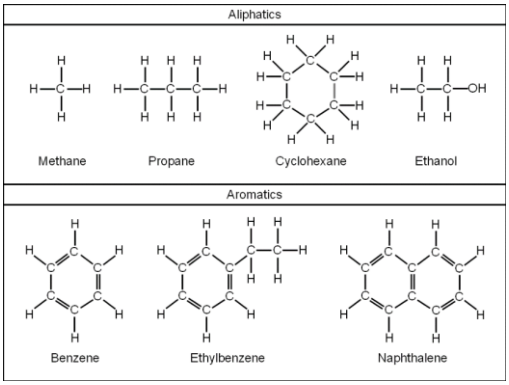
### 2.1.1 ประเภทของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เป็นสารที่ประกอบไปด้วยธาตุ 2 ตัว คือ H และ C แบ่งตามลักษณะตามโครงสร้างทางเคมี ดังนี้

1) อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbon) เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างอะตอมต่อกันเป็นโซ่ตรง อาจจะมีกิ่งหรือไม่มีกิ่ง แบ่งได้เป็น

- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (saturated hydrocarbon) ซึ่งจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดพันธะเดี่ยว ที่เรียกว่า แอลเคน (alkane) มีสูตรโครงสร้างโมเลกุล คือ $C_nH_{2n+2}$
- สารประกอบไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว (unsaturated hydrocarbon) จะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดพันธะคู่ หรือพันธะสาม เรียกว่า แอลคีน (alkene) และ แอลไคน์ (alkyne) โดยมีสูตรโครงสร้างโมเลกุล คือ $C_nH_{2n}$ และ $C_nH_{2n-2}$ ตามลำดับ

2) อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbon) มีสูตรโครงสร้างโมเลกุล คือ $C_nH_{2n-6}$ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัวและมีวงแหวนอะโรมาติกเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งรวมถึงสารพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbons; PAHs) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตมากที่สุดชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง มีความเป็นพิษสูง ละลายน้ำได้ดี และสามารถสลายตัวได้ถึง 52-79% ภายใน 24 ชั่วโมง




**รูปที่ 2-1 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนแบ่งตามลักษณะทางเคมี**

**2.1.2 ชนิดสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่พบการปนเปื้อนได้ในธรรมชาติ**

1) ไฮโดรคาร์บอนในน้ำมันดิบ (crude oil) โดยทั่วไปจะประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอน 3 กลุ่ม คือ แอลเคน ไซโคลแอลเคน และอะโรมาติก แต่ไม่รวมแอลคีนหรือโอเลฟินส์ (olefin)
2) ไฮโดรคาร์บอนในผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (combustion generated hydrocarbon) ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมหลายชนิด เช่น gasoline kerosene diesel เชื้อเพลิงกลั่นและเชื้อเพลิงในครัวเรือน ซึ่งจะประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอนทุกชนิดที่พบในน้ำมันดิบ
3) ไฮโดรคาร์บอนจากสิ่งมีชีวิต (biogenic hydrocarbon) สิ่งมีชีวิตบนโลกสามารถสังเคราะห์สารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ และพบแอลคีนหรือโอเลฟินส์เป็นสารประกอบหลักโดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งมีชีวิตในทะเล

**2.1.3 แหล่งที่มาของการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในทะเล** (ปัญจรัตน์ วงศ์นภาพรรณ, 2539)

1) แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ (natural source) โดยแบ่งเป็น

- จากกระบวนการทางชีวภาพ (biogenic process) สิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น แพลงก์ตอนพืช สามารถสังเคราะห์สารนอร์มอลแอลเคน (normal alkane) ได้
- จากกระบวนการทางธรณีวิทยา (geological process) การปลดปล่อยปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากชั้นดินตะกอนที่เป็นแหล่งน้ำมันทางธรรมชาติโดยการซึมผ่านพื้นท้องทะเลออกสู่สิ่งแวดล้อม

2) การชะล้างไหลผ่าน (urban runoff) น้ำฝนที่ตกลงมาชะล้างสิ่งสกปรก การล้างท่อ น้ำไหลผ่านพื้นผิวถนนที่เปื้อนน้ำมันลงสู่แหล่งน้ำ

3) บรรยากาศ (atmosphere) ฝุ่นละอองที่ล่องลอยอยู่ในอากาศสามารถดูดซับน้ำมันที่รั่วไหลจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม ยานพาหนะ หรือ ไฟไหม้ป่าได้ เมื่อถูกฝนชะล้างก็จะตกลงสู่แหล่งน้ำ

4) จากโรงงานอุตสาหกรรม และ บ้านเรือน (industrial and municipal waste) ถือเป็นแหล่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนลงสู่ทะเล โดยการปลดปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำท้ายที่สุดก็จะไหลลงสู่ทะเล

5) จากการคมนาคมขนส่ง (transportation losses) การคมนาคมทางน้ำ เช่น เรือโดยสาร เรือขนส่ง เรือบรรทุกสินค้าและเรือประมง อาจมีโอกาสเกิดการรั่วไหลของน้ำมันและปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนลงสู่ทะเล

6) อุบัติเหตุทางการขนส่ง (accident) จากเรือ เช่น เรือบรรทุกน้ำมัน เรือเกยตื้น รวมถึงท่อส่งน้ำมันกลางทะเลรั่ว

7) โรงกลั่นน้ำมันชายฝั่ง (coastal refineries) ในกระบวนการกลั่นน้ำมันอาจเกิดการรั่วไหลจากการบำบัดของเสียบางส่วนลงสู่ทะเลได้

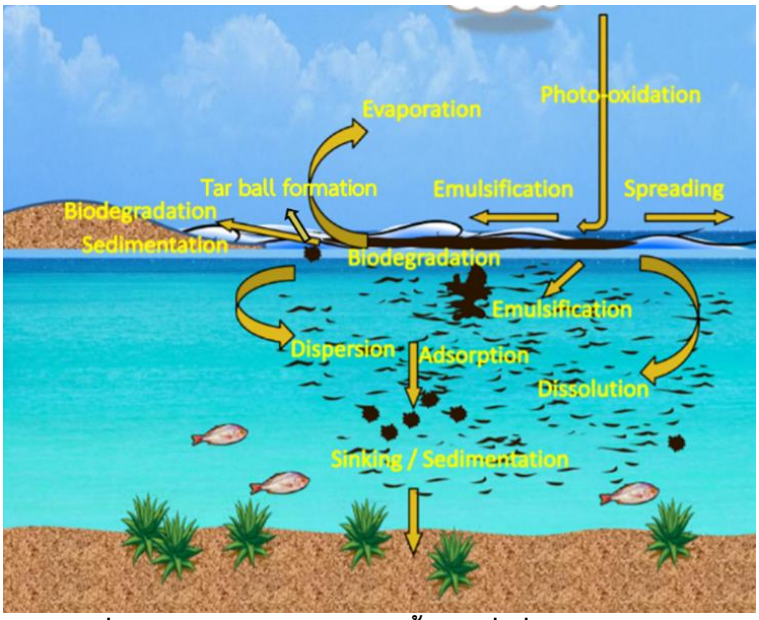
8) การพัดพาโดยแม่น้ำลำคลอง (river runoff) แม่น้ำลำธารเป็นแหล่งที่มีการสะสมของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนจากโรงงานอุตสาหกรรมและบ้านเรือนตลอดลำน้ำ ซึ่งปลายทางของแม่น้ำก็จะไหลลงสู่ทะเล

กรมควบคุมมลพิษ รายงานว่าในระหว่างปี พ.ศ. 2519-2553 เกิดเหตุน้ำมันรั่วไหลที่ได้ดำเนินการตรวจสอบและจัดการ ส่วนใหญ่เป็นการรั่วไหลในปริมาณเล็กน้อย สาเหตุของการรั่วไหลที่พบมากที่สุด คือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินเรือ เก็บกัก หรือสูบถ่ายน้ำมันชำรุด
2. รั่วไหลระหว่างการสูบถ่ายน้ำมันกลางทะเลจากเรือขนาดใหญ่ลงสู่เรือขนาดเล็ก หรือระหว่างเรือกับท่าเทียบเรือ
3. การลักลอบทิ้ง เช่น ปล่อยทิ้งน้ำมันชนิดเดิมก่อนบรรทุกน้ำมันชนิดใหม่ หรือลักลอบถ่ายน้ำอับเฉา
4. เรืออับปาง เนื่องจากเรือโดนกัน ชนหินโสโครก/หินฉลาม หรือไฟไหม้
5. สาเหตุอื่นๆ เช่น รั่วไหลจากแท่นขุดเจาะปิโตรเลียมในทะเล น้ำทิ้งจากฝั่ง หรือรั่วไหลตามธรรมชาติ

**2.2 พฤติกรรมของน้ำมันในทะเล** (ITOPF, 2014)

เมื่อปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนหรือน้ำมันรั่วไหลลงทะเล จะมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและปัจจัยแวดล้อม (รูปที่ 2-2) ดังรายละเอียดต่อไปนี้




**รูปที่ 2-2 แสดงพฤติกรรมของน้ำมันเมื่อรั่วไหลลงสู่ทะเล**

1) การแพร่กระจาย (spreading) เมื่อน้ำมันดิบรั่วไหลลงสู่ทะเล จะเกิดการแพร่กระจายปกคลุมผิวหน้า เรียกว่า oil slick เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมัน ละลายน้ำได้น้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ เช่น ความเร็วลม กระแสน้ำ คลื่น ความหนืด และปริมาณของน้ำมันดิบที่รั่วไหล เป็นต้น

2) การระเหย (evaporation) เมื่อน้ำมันแพร่กระจายออกเป็นฟิล์มเคลือบผิวน้ำบางๆ องค์ประกอบของน้ำมันที่ระเหยง่าย โดยเฉพาะสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอนอะตอมน้อยกว่า C15 จะระเหยออกไป ซึ่งถือเป็นการขจัดน้ำมันออกจากน้ำส่วนหนึ่ง โดยอัตราการระเหยจะขึ้นกับความเร็วลม อุณหภูมิ ปริมาณแสงแดด ความหนาของคราบน้ำมัน และองค์ประกอบของน้ำมัน เป็นต้น เมื่อส่วนที่ระเหยเข้าสู่บรรยากาศจะเกิดปฏิกิริยา photocatalytic oxidation จนเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่ระเหยง่ายทำให้คืนกลับสู่ทะเลน้อยมาก

3) การละลาย (dissolution) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีคุณสมบัติในการละลายน้ำที่ต่างกันขึ้นกับจำนวนอะตอมของคาร์บอน โครงสร้างโมเลกุล คุณสมบัติของสารประกอบปิโตรเลียม กระแสลม สภาวะทะเล การย่อยสลายทางเคมีและชีวภาพ เป็นต้น การละลายในน้ำกลั่นของสารไฮโดรคาร์บอนจะเกิดได้ดีกับพวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และความสามารถในการละลายของสารไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลจะลดลง 15-20% ดังนั้นในน้ำทะเลก็จะละลายสารไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่มีน้ำหนักเบาและพวกอะโรมาติกที่มีจำนวนคาร์บอนไม่ เกิน C10 ไว้

4) การกระจายตัวแยกเป็นส่วนย่อย (dispersion) เมื่อคราบน้ำมันได้รับอิทธิพลจากกระแสลม คลื่น กระแสน้ำ ก็จะล่องลอยและกระจายออกเป็นหยดน้ำมันขนาดต่างๆ แขวนลอยทั้งในน้ำทะเลและบนผิวน้ำ

5) การดูดซับและการสะสมโดยสิ่งมีชีวิต (adsorption and bioaccumulation) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในน้ำทะเลสามารถดูดซับอยู่บนพื้นผิวของสารแขวนลอย และสามารถเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตในลักษณะต่างๆ โดยผ่านกระบวนการกินและสะสมเป็นสารพิษภายในร่างกาย และเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารต่อไปได้

6) การย่อยสลายทางชีวภาพ (biodegradation) จุลินทรีย์บางชนิดสามารถย่อยสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอนได้ ซึ่งสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ง่ายที่สุด คือ แอลเคน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน ความเค็ม แสงแดด และธาตุอาหารต่างๆ ที่ใช้ในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต

7) ปฏิกิริยาเคมีของแสง (photochemical oxidation) เมื่อน้ำมันเกิดการแพร่กระจายเป็นวงกว้าง ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสกับแสงแดดและอากาศเพิ่มมากขึ้น ออกซิเจนในอากาศ และแสงอุลตร้าไวโอเลต (UV) ในแสงอาทิตย์จะทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับองค์ประกอบของน้ำมัน ทำให้น้ำมันบางส่วนสามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น และบางส่วนที่มีขั้วมากจะรวมตัวกับน้ำเป็นอิมัลชัน (emulsion)

8) การเกิดอิมัลชัน (emulsification) องค์ประกอบของน้ำมันที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ จะเกิดการรวมตัวกับน้ำเป็นอิมัลชัน ซึ่งจะทำให้น้ำมันบริเวณนั้นมีความหนืดสูงมากกว่าเดิม และคงตัวอยู่บนผิวน้ำทะเล หากเกิดกับบริเวณที่มีความหนาของคราบน้ำมันสูง จะเรียกว่า chocolate mousse และเมื่อจับตัวกับสารแขวนลอยในน้ำทะเลจะเกิดเป็นก้อนน้ำมันดิน (tar)

9) การเกิดน้ำมันดิน (tarballs formation) เป็นส่วนที่เหลือจากกระบวนต่างๆ ที่เกิดขึ้น มักเป็นพวกที่มีจุดเดือดสูง ล่องลอยอยู่ในน้ำ และจับตัวเป็นก้อนกับสารแขวนลอย หรือตะกอนในทะเล จากนั้นจะตกตะกอนลงสู่พื้นทะเล สะสมในชั้นตะกอนต่อไป หรือถูกพัดพาขึ้นบนชายหาด

10) การตกตะกอน (sedimentation) องค์ประกอบของน้ำมันที่ผ่านกระบวนการต่างๆ มา เช่น การระเหย การละลาย การรวมตัวกันของอนุภาค การเกิดน้ำมันดิน และ การดูดซับบนสารแขวนลอย จะทำให้องค์ประกอบนั้นมีความหนาแน่นมากขึ้น และจมตัวลงสู่พื้นทะเล ซึ่งน้ำมันที่สะสมอยู่ในตะกอนจะคงทนอยู่เป็นเวลานาน เนื่องจากอัตราการย่อยสลายทางชีวภาพ และการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ มีน้อย

**2.3 ผลกระทบของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนต่อสิ่งมีชีวิต และ ระบบนิเวศทางทะเล**

การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนหรือน้ำมันลงสู่ทะเล ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตทางทะเล และ ระบบนิเวศชายฝั่งเป็นอย่างมากโดยแบ่งผลกระทบออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

**2.3.1 ผลกระทบทางด้านกายภาพ**

คราบน้ำมันที่เคลือบเป็นฟิล์มบนผิวน้ำทะเลขัดขวางการแลกเปลี่ยนของออกซิเจนระหว่างน้ำกับอากาศซึ่งทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง เป็นเหตุให้สัตว์น้ำอยู่ในภาวะขาดออกซิเจน รวมไปถึงทำให้ปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงมาในน้ำลดลง ส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำเป็นเหตุให้ปริมาณออกซิเจนต่ำลงมากทำให้เกิดการตายในสัตว์หลายชนิด (Farrington, 1989)

**2.3.2 ผลกระทบทางด้านเคมี**

1) พิษแบบเฉียบพลัน (acute toxicity) ทำให้สัตว์น้ำตายทันที ซึ่งจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำพวกที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น

- ไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่มีจุดเดือดต่ำ ทำให้สัตว์สลบหรือเกิดอาการมึนงงได้
- อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น เบนซีน โทลูอีน แนฟทาลีน เป็นต้น จะเป็นพวกที่มีความเป็นพิษสูง โดยจะไปยับยั้งการสร้างเม็ดเลือด มีผลต่อการหายใจ และ มีผลต่อการกระตุ้น หรือ การกดประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้ ยังมีสารจำพวก mutagen และ carcinogen ทำให้เกิดการกลายพันธุ์และเกิดเนื้องอก

2) พิษแบบเรื้อรัง (chronic effect) ก่อให้เกิดการสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำพวกที่มีจุดเดือดสูง เช่น

- ไฮโดรคาร์บอนและอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัวที่มีจุดเดือดสูง จะไม่ค่อยมีพิษมากนักแต่อาจส่งผลต่อพฤติกรรมบางอย่าง เช่น ยับยั้งการสืบพันธุ์ ทำให้การตอบสนอง และการรับรู้ต่อเพศผิดปกติไป

- โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน จัดเป็นสารจำพวก carcinogen แบบเดียวกับที่มีในบุหรี่ และ mutagen เป็นผลทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (Sprague, 1969)

**2.3.3 ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ และ สังคม**

เมื่อน้ำมันเคลื่อนตัวเข้าสู่ชายฝั่ง ทั้งในรูปแบบของฟิล์มที่ผิวน้ำหรือก้อนน้ำมันดิน จะทำให้ทัศนียภาพทางชายฝั่งทะเลถูกทำลาย ชายหาดสกปรก และส่งกลิ่นเหม็น ทำให้ความสวยงามลดลง ก่อให้เกิดผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว การเพาะเลี้ยง และประมงชายฝั่ง รวมทั้งส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจในระดับชุมชนและประเทศได

**2.4 เขตความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำไทย**

ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ได้จำแนกเขตความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลในน่านน้ำทะเลไทย ตามระดับความเสี่ยงและความรุนแรงต่อการได้รับผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหล โดยรวมแล้วพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำมันรั่วไหลสัมพันธ์กับกิจกรรมทางทะเลในบริเวณนั้นๆ ได้แก่ ท่าเทียบเรือ จำนวนเรือ ชนิดและประเภทของเรือ แหล่งหรือเขตอุตสาหกรรม เส้นทางการสัญจรทางน้ำ และกิจกรรมการขนส่งหรือขนถ่ายสินค้าในทะเล โดยเฉพาะ 3 จังหวัดในภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี ระยอง และฉะเชิงเทรา รวมถึงบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมและท่าเทียบเรือจำนวนมาก มีปริมาณการสัญจรทางน้ำ โดยเฉพาะเรือบรรทุกน้ำมันมาก ปัจจัยดังกล่าวทำให้มีความเสี่ยงการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเล สูงกว่าในบริเวณจังหวัดชายทะเลอื่น

บริเวณแหล่งท่องเที่ยวและชุมชน มีความเสี่ยงต่อน้ำมันรั่วไหลลงทะเลลดหลั่นลงไป จากกิจกรรมการท่องเที่ยวทางทะเล ดำน้ำ เรือสำราญ หรือกิจกรรมการประมงชายฝั่งที่ต้องออกเรือไปทำการประมง และน้ำทิ้งจากบ้านเรือนริมชายฝั่งทะเลที่มีน้ำมันปนเปื้อนอยู่ ทั้งหมดนี้ถือได้ว่าเป็นแหล่งรั่วไหลของน้ำมันลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทั้งสิ้น (ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล, 2564)

**2.5 สำรวจเอกสารการศึกษาการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลในประเทศไทย**

การศึกษาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลที่ละลายและแพร่กระจายอยู่ในน้ำทะเล (dissolved and dispersed petroleum hydrocarbons; DDPHs) ส่วนใหญ่นิยมทำบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ เอสทูรี และท่าเรือ (ตารางที่ 2-1) เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนค่อนข้างสูงกว่าในบริเวณอื่น โดยการศึกษาที่ทำในประเทศไทยมีกันอย่างแพร่หลาย พบว่าบริเวณที่มีปริมาณการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนสูง คือ บริเวณอำเภอศรีราชา เกาะสีชัง และตำบลอ่างศิลา เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีกิจกรรมทางทะเลสูง เช่น การเดินเรือ การท่องเที่ยว แหล่งชุมชน สะพานปลา ท่าเรือ เป็นต้น

ตารางที่ 2-1 การศึกษาการปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล

| พื้นที่ศึกษา | ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล µg/L (as chrysene) | ช่วงเวลา | อ้างอิง |
|---|---|---|---|
| ชายฝั่งทะเล จังหวัดระยอง<br>- บริเวณแหล่งอุตสาหกรรม<br>- บริเวณแหล่งชุมชน<br>- บริเวณแหล่งเพาะเลี้ยง<br>-บริเวณชายฝั่ง<br>- ห่างชายฝั่ง 5 กิโลเมตร<br>- ห่างชายฝั่ง 10 กิโลเมตร | <br>1.94<br>1.12<br>1.09<br>2.85<br>0.67<br>0.63 | กุมภาพันธ์ - ธันวาคม | กฤตยาพร ทัพภะทัต, 2538 |
| จังหวัดชลบุรี<br>รอบเกาะสีชัง<br><br>อำเภอ ศรีราชา | <br>0.603<br>5.433<br>1.322<br>50.249 | <br>เมษายน<br>ธันวาคม<br>เมษายน<br>สิงหาคม | กัลยา วัฒยากร และ สมภพ รุ่งสุภา, 2550 |
| สะพานปลา อำเภอแสนสุข | 0.96 – 11.16 | พฤศจิกายน | ธนพล มีโภคา, 2550 |
| เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี<br>หาดเทียน<br>แหลมลูกลม | <br>0.18 ± 0.05<br>0.06 ± 0.01 | กันยายน – พฤศจิกายน | ธีรพงศ์ ศรีอรห์, 2549 |
| อ่าวอุดม จังหวัดชลบุรี | 0.08 – 3.41 | กุมภาพันธ์ | ปุณฑริกา เลื่อมประพางกูล, 2559 |
| ตำบล อ่างศิลา | 8.54 ± 1.08<br>9.26 ± 1.09 | กันยายน<br>พฤศจิกายน | โสวิกร ชมชื่น, 2551 |
| อำเภอ ศรีราชา | 10.63 ± 3.69<br>10.67 ± 0.75 | กันยายน<br>พฤศจิกายน | |

# บทที่ 3 วิธีการศึกษา

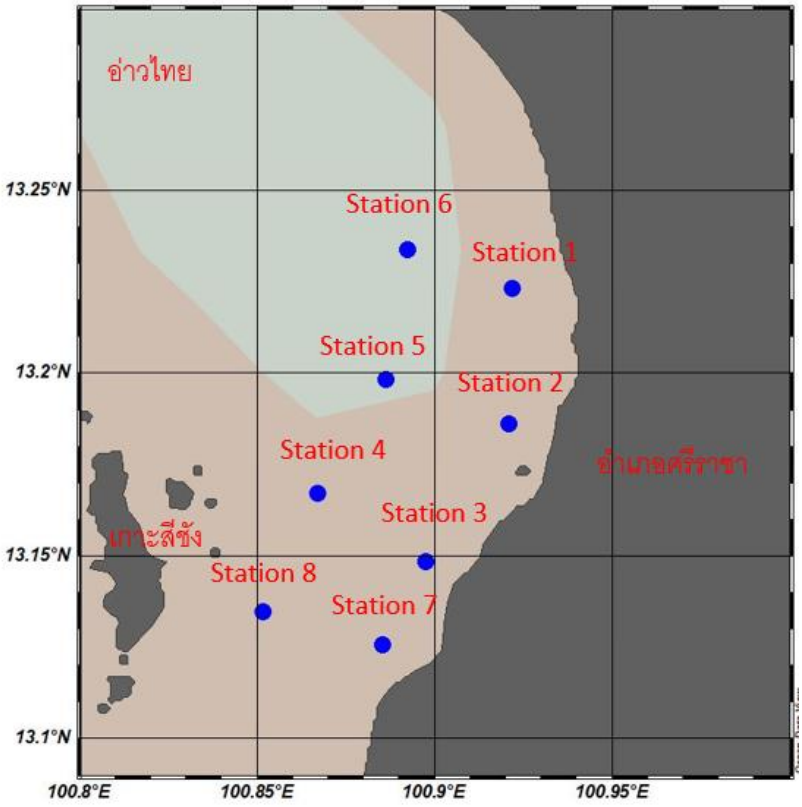
การศึกษาปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำในครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายและแพร่กระจายในน้ำ (DDPHs) โดยอ้างอิงวิธีของ IOC/UNESCO (1984) และ IOC/UNESCO (1985)

เก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาบริเวณชายฝั่งทะเลอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ทั้งสิ้น 8 สถานี โดยเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2563 ถึงมีนาคม 2564 (สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม พ.ศ. 2563 และกุมภาพันธ์ มีนาคม พ.ศ. 2564)

ขั้นตอนการทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเก็บตัวอย่างภาคสนาม และการสกัดตัวอย่างน้ำโดยใช้เทคนิคการสกัดของเหลวด้วยของเหลว (liquid-liquid extraction) แล้วนำมาวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิค Fluorescence spectroscopy ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น LS55 โดยเปรียบเทียบค่าปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ได้กับสารละลายมาตรฐานไครซีน (chrysene equivalent) รวมไปถึงวิธีการคำนวณผลด้วย

## 3.1 พื้นที่การศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่และพื้นที่ท่าเรือของชายฝั่งทะเลอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ทั้งสิ้น 8 สถานี (รูปที่ 3-1) โดยมีพิกัดดังตารางที่ 3-1




**รูปที่ 3-1 พื้นที่ศึกษาและตำแหน่งสถานีเก็บตัวอย่าง**

ตาราง 3-1 พิกัดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่าง

| สถานี | ละติจูด (เหนือ) | ลองจิจูด (ตะวันออก) | ลักษณะแวดล้อมทั่วไปของพื้นที่ |
|---|---|---|---|
| 1 | 13° 13' 23.3" | 100° 55' 18.8" | บ้านเรือน ห่างชายฝั่ง 1 กม. |
| 2 | 13° 11' 10.3" | 100° 55' 16.0" | สถานีวิจัยประมงห่างชายฝั่ง 1 กม. |
| 3 | 13° 08' 54.1" | 100° 53' 51.9" | ท่าเรือขนส่ง ห่างชายฝั่ง 1 กม. |
| 4 | 13° 10' 01.1" | 100° 52' 02.1" | ท่าเรือขนส่ง ห่างชายฝั่ง 5 กม. |
| 5 | 13° 11' 53.3" | 100° 53' 10.8" | สถานีวิจัยประมง ห่างชายฝั่ง 5 กม. |
| 6 | 13° 14' 01.9" | 100° 53' 33.1" | บ้านเรือน ห่างชายฝั่ง 5 กม. |
| 7 | 13° 07' 32.3" | 100° 53' 07.8" | โรงกลั่นน้ำมัน ห่างชายฝั่ง 1 กม. |
| 8 | 13° 08' 05.4" | 100° 51' 06.6" | โรงกลั่นน้ำมัน ห่างชายฝั่ง 5 กม. |

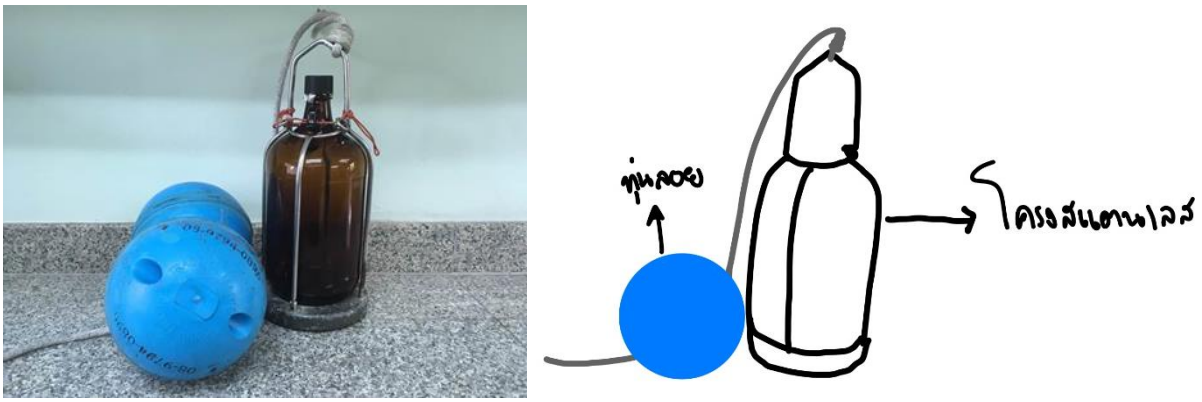
## 3.2 การเก็บตัวอย่าง

### 3.2.1 วิธีการทำความสะอาดขวดเก็บตัวอย่าง

ทำความสะอาดขวดแก้วสีชาขนาด 2.5 ลิตร สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ ตามวิธีของ IOC/UNESCO (1984) โดยล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาด ล้างออกด้วยน้ำประปา ชะด้วยน้ำกลั่น และชะด้วยอะซิโตน (acetone) เพื่อให้ขวดแห้งเร็วขึ้น เมื่อขวดแห้งดีแล้วชะด้วยเฮกเซน (hexane) 2 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ให้แห้งสนิท ปิดปากขวดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ ก่อนปิดฝาขวด

### 3.2.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำทะเล (รูป 3-2) ประกอบด้วย ขวดสีชาขนาด 2.5 ลิตร โครงสแตนเลสที่มีฐานหนักสำหรับตรึงขวดเก็บตัวอย่าง ผูกด้วยเชือกเข้ากับลูกลอย ความยาวเชือกต้องพอดีกับเมื่อทิ้งชุดเก็บตัวอย่างลงในน้ำทะเลปากขวดเก็บน้ำจะอยู่ลึกจากผิวน้ำ 1 เมตร




**รูปที่ 3-2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำทะเล**

**3.2.3 วิธีการเก็บน้ำทะเลตัวอย่างและรักษาน้ำทะเลตัวอย่าง**

เก็บตัวอย่างน้ำทะเลที่ระดับความลึก 1 เมตร จากผิวน้ำ โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 จุด จุดละ 1-2 ครั้ง โดยขวดสีชาจะถูกล็อกเข้ากับโครงสแตนเลสที่ผูกกับทุ่นลอยและอุปกรณ์ถ่วงน้ำหนัก จากนั้นเปิดฝาขวดแล้วโยนอุปกรณ์เก็บตัวอย่างลงไปในทะเล โยนให้ไกลจากเรือมากที่สุด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำมันเรือ จากนั้นลากอุปกรณ์กลับมาบนเรือ ทำการรักษาน้ำทะเลตัวอย่างด้วยการสกัดเบื้องต้น โดยเทน้ำทะเลตัวอย่างทิ้งไปเล็กน้อยเพื่อให้สามารถเติมเฮกเซน 50 มิลลิลิตร ปิดปากขวดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ก่อนปิดฝาให้แน่น แล้วจึงเขย่าขวดอย่างแรงประมาณ 5 นาที

**3.3 วิธีการสกัดปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน และ การวิเคราะห์ตัวอย่าง**

**3.3.1 อุปกรณ์**

กรวยแยก ขวดแก้วกลมก้นแบน ขวดปรับปริมาตร 5 มิลลิลิตร และอุปกรณ์อื่น ทำความสะอาดตามวิธีของ IOC/UNESCO (1984) เช่นเดียวกับวิธีล้างขวดเก็บตัวอย่าง

**3.3.2 การสกัดปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน**

นำตัวอย่างที่เก็บจากภาคสนามซึ่งสกัดเบื้องต้นด้วยเฮกเซน 50 มิลลิลิตร ใส่กรวยแยก 1 ลิตร จะได้ทั้งหมด 3 กรวยแยกต่อ 1 ขวดตัวอย่าง จากนั้นใส่เฮกเซนลงไป 25 มิลลิลิตรในแต่ละกรวยแยก ปิดฝาแล้วเขย่าเบาๆ เปิดวาล์วเพื่อลดความดัน จากนั้นปิดแล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Recipro Shaker ที่ความถี่ 260-270 ครั้งต่อนาที นาน 5 นาที (รูปที่ 3-3) จากนั้นนำมาตั้งทิ้งไว้เพื่อให้แยกชั้นกัน จากนั้นไขชั้นน้ำด้านล่างใส่ขวดเก็บตัวอย่าง เก็บสารละลายเฮกเซนที่อยู่ด้านบนใส่ขวดแก้วกลมก้นแบน โดยกรวยแยกที่มาจากขวดเดียวใส่ขวดแก้วกลมก้นแบนเดียวกัน สกัดเช่นเดียวกันอีกครั้ง จากนั้นเติมสารโซเดียมซัลเฟตที่เผาที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมงแล้ว เพื่อดูดความชื้นในสารละลายเฮกเซนที่อาจเหลืออยู่ ถ่ายสารละลายเฮกเซนใส่ขวดแก้วกลมก้นแบนอื่น ชะด้วยเฮกเซนอีก 2 ครั้ง ระวังอย่าให้สารโซเดียมซัลเฟตตกลงไปในขวดใหม่ จากนั้นนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ให้เหลือน้อยกว่า 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเฮกเซนให้เป็น 5 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

**รูปที่ 3-3 การเขย่ากรวยแยกด้วยเครื่องเขย่า (Shaker) เพื่อสกัด DDPHs**

### 3.3.3 การตรวจวัดปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรเลียไฮโดรคาร์บอน

ตรวจวัดปริมาณ DDPHs ในตัวอย่างด้วยเครื่อง Fluorescense Spectrometer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น LS55 ที่ความยาวคลื่น excitation 310 นาโนเมตร และความยาวคลื่น emission 360 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าความเข้มแสงเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานไครซีนเพื่อหาความเข้มข้นของตัวอย่าง

### 3.3.4 การทำกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานไครซีน โดยละลายไครซีน 0.0010 กรัม ด้วยเฮกเซน 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร ใช้เป็นสารมาตรฐานตั้งต้น ทิ้งไว้ข้ามคืนเพื่อให้ไครซีนละลายหมด จากนั้นนำมาเจือจางให้ความเข้มข้นต่างๆ ครอบคลุมความเข้มข้นของตัวอย่าง นำไปวัดค่าความเข้มแสงที่ความยาวคลื่น excitation 310 นาโนเมตร และ ความยาวคลื่น emission 360 นาโนเมตร แล้วนำมาสร้างกราฟมาตรฐาน

### 3.3.5 การคำนวณหาความเข้มข้นของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

หลังจากนำค่าความเข้มแสงที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานไครซีน เพื่อหาความเข้มข้นของ DDPHs ในเฮกเซน 5 มิลลิลิตรที่สกัดน้ำทะเลตัวอย่างในหน่วย ug/mL hexane จากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหาความเข้มข้นของ DDPHs ในน้ำตัวอย่างตามสมการ

$$\text{ความเข้มข้นของ DDPH (µg/L) (Chrysene equivalent)} = \frac{\text{Extract Conc. (ug/mL) * extract vol (5mL)}}{\text{volume of sample (L)}}$$

**3.3.6 Blank และ Recovery**

การหาค่า Procedure blank ด้วยน้ำ DI และ หาค่า % recovery โดยใช้น้ำทะเลที่ปราศจากปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนหลักจากสกัดด้วยเฮกเซนแล้ว เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพในการสกัดและวิเคราะห์ตัวอย่าง

- การหาค่า Procedure blank

นำน้ำ DI มาทำการสกัด และ วิเคราะห์หาค่าความเข้มข้น เช่นเดียวกับน้ำทะเลตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ตัวอย่าง จากนั้นนำค่าความเข้มข้นที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยกัน ซึ่งค่านี้เปรียบเสมือนค่าพื้นหลังของการทดลอง จึงนำค่ามาหักลบกับค่าความเข้มข้นของตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่าความเข้มข้นที่แท้จริง

- การหาค่า % recovery

นำน้ำทะเลตัวอย่างที่สกัดแล้ว มาเติมสารละลายมาตรฐานไครซีนที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน แล้วทำการสกัด และตรวจวัดค่าความเข้มข้น จากนั้นนำมาคำนวณ เพื่อหาค่า % recovery ตามสมการ

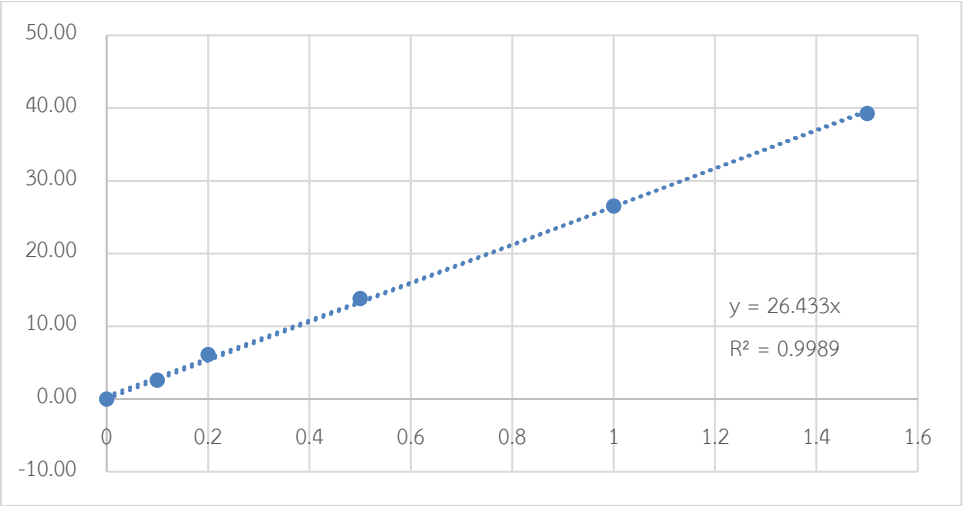
$$\%\, recovery = \frac{\text{ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการวัดจริง}}{\text{ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการคำนวณ}} \times 100$$

# บทที่ 4 ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม 2563 ถึง มีนาคม 2564 รวม 6 ครั้ง จำนวนสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 สถานี ครอบคลุมบริเวณที่เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ บริเวณแหล่งท่องเที่ยว (เกาะลอย) และบริเวณแหล่งอุตสาหกรรม ท่าเรือขนส่ง

## 4.1 กราฟมาตรฐานสารละลายมาตรฐานไครซีน

จากการนำความเข้มข้นต่างๆ ไปวัดความเข้มแสงและนำมาพลอตลงบนกราฟ ได้ $R^2$ = 0.9989 ดูค่าความเข้มแสงที่ตาราง 4-1




**รูปที่ 4-1 กราฟสารละลายมาตรฐานไครซีน**

ตารางที่ 4-1 ความเข้มข้น และ ค่าความเข้มแสงของสารละลายมาตรฐานไครซีนด้วย Hexane

| ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานไครซีน (µg/mL) | ความเข้มแสง |
|---|---|
| 0 | -0.01 |
| 0.1 | 2.59 |
| 0.2 | 6.13 |
| 0.5 | 13.82 |
| 1.0 | 26.56 |
| 1.5 | 39.26 |

**4.2 ค่า Procedure blank และ Recovery**

Blank และ Recovery

จากการนำน้ำ DI ซึ่งปราศจากปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมาสกัดและตรวจวัดปริมาณ DDPHs ด้วยวิธีเดียวกันกับตัวอย่าง พบว่าค่า Procedure Blank มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.079 เป็นค่าพื้นหลังของการทดลอง ส่วน % recovery เป็นค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้จริง กับค่าที่ได้จากการคำนวณ (ตารางที่ 4-2) เมื่อนำไปคำนวณผลจะได้ค่าอยู่ในช่วง 79.5-99.3% ซึ่งช่วงที่ยอมรับได้ คือ 80-120%

ตารางที่ 4-2 ค่า Procedure blank และ % Recovery

| | ค่าความเข้มข้นของตัวอย่าง | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าจากการคำนวณ | ค่าจากการวิเคราะห์ | | | ค่าเฉลี่ย |
| | | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | |
| Procedure blank | 0 | 0.088 | 0.101 | 0.048 | 0.079 |
| Recovery | 2.5 | 2.282 | 2.482 | 1.987 | - |
| % Recovery | - | 91.3 | 99.3 | 79.5 | - |

Sample และ Recovery

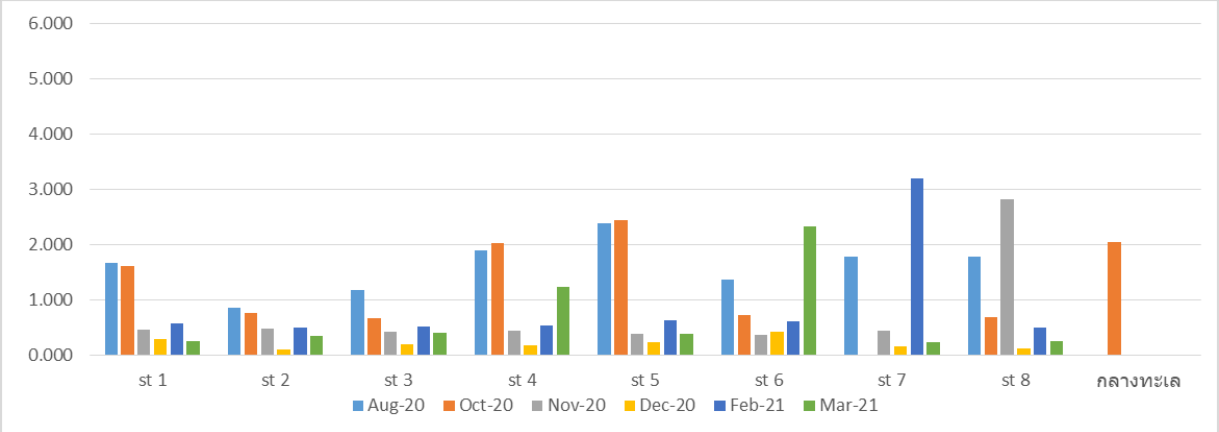
% Recovery ที่ได้จากการนำน้ำทะเลตัวอย่างที่สกัดแล้ว มาเติมสารละลายมาตรฐานไครซีนที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน แล้วทำการสกัด และ วิเคราะห์หาค่าความเข้มข้น จากนั้นนำมาคำนวณจะได้ค่าอยู่ในช่วง 95.9-99.1% ซึ่งช่วงที่ยอมรับได้คือ 80-120% (ตารางที่ 4-3)

ตารางที่ 4-3 ค่าความเข้มข้นตัวอย่าง และ % Recovery

| | ค่าความเข้มข้นของตัวอย่าง | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ค่าจากการคำนวณ | ค่าจากการวิเคราะห์ | | |
| | | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 |
| น้ำทะเลตัวอย่าง | - | 0.224 | 2.315 | 2.213 |
| Recovery | 2.5 | 2.422 | 2.478 | 2.398 |
| % Recovery | - | 96.9 | 99.1 | 95.9 |

### 4.3 ปริมาณความเข้มข้นของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ละลายและกระจายในน้ำทะเลที่ความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำโดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 เดือน จำนวน 8 สถานี บริเวณพื้นที่ชายฝั่งอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี แสดงดังรูปที่ 4-2 รูปที่ 4-3 และ ตารางที่ 4-4

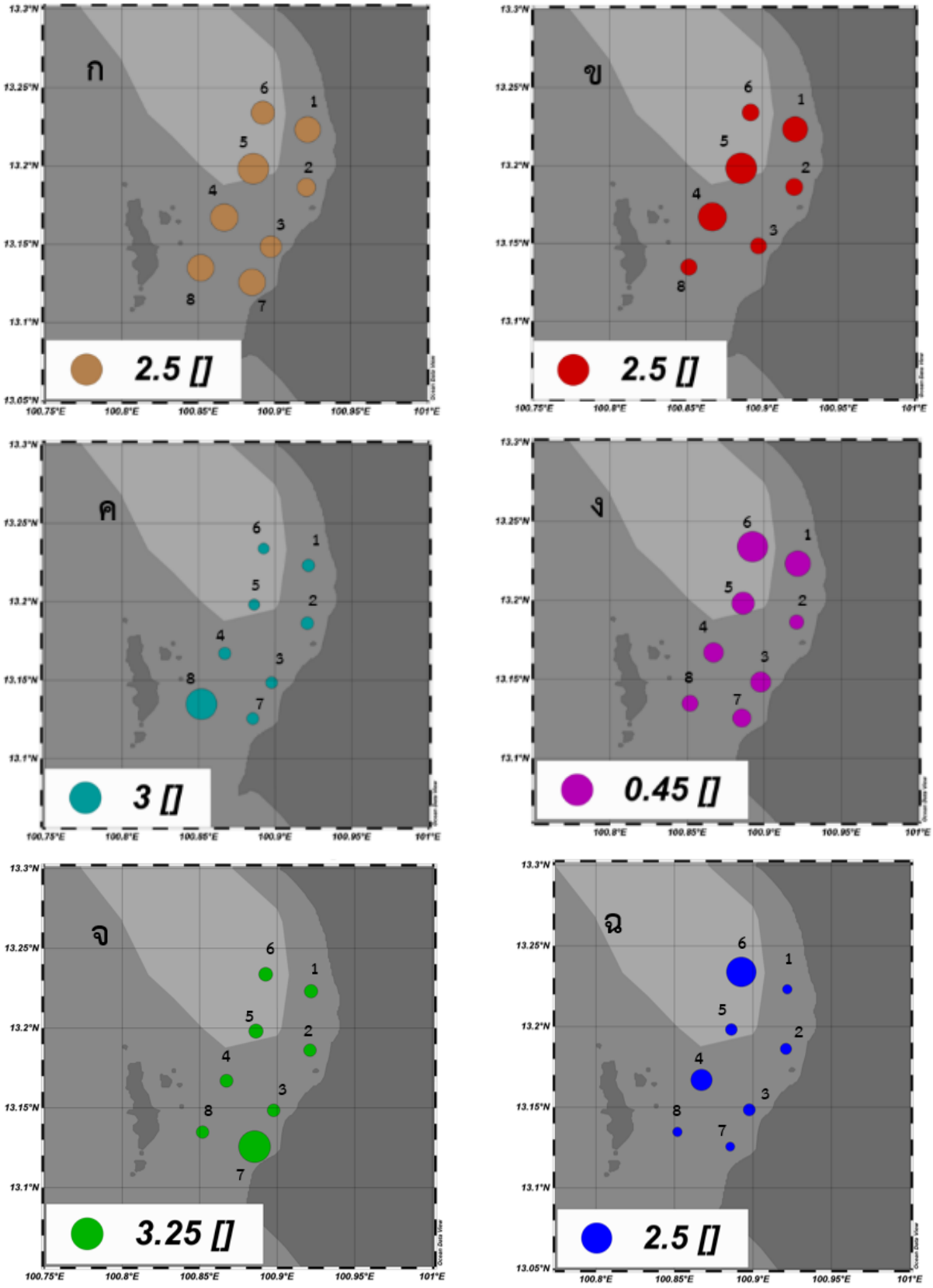



**รูปที่ 4-2 กราฟแสดงปริมาณ DDPHs ในแต่ละสถานีของทุกเดือน**

ตารางที่ 4-4 ปริมาณ DDPHs ในแต่ละสถานีของทุกเดือน

| | ความเข้มข้น DDPHs (µg/L) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| station | Aug-20 | Oct-20 | Nov-20 | Dec-20 | Feb-21 | Mar-21 | ค่าเฉลี่ย |
| st 1 | 1.670 | 1.613 | 0.457 | 0.292 | 0.562 | 0.242 | 0.806 |
| st 2 | 0.845 | 0.753 | 0.471 | 0.095 | 0.493 | 0.342 | 0.500 |
| st 3 | 1.179 | 0.666 | 0.416 | 0.185 | 0.516 | 0.392 | 0.559 |
| st 4 | 1.900 | 2.031 | 0.444 | 0.175 | 0.530 | 1.226 | 1.051 |
| st 5 | 2.379 | 2.431 | 0.373 | 0.223 | 0.633 | 0.373 | 1.069 |
| st 6 | 1.353 | 0.726 | 0.352 | 0.418 | 0.603 | 2.333 | 0.964 |
| st 7 | 1.785 | - | 0.434 | 0.148 | 3.189 | 0.221 | 1.155 |
| st 8 | 1.785 | 0.683 | 2.816 | 0.118 | 0.498 | 0.240 | 1.023 |
| ค่าเฉลี่ย | 1.612 | 1.272 | 0.720 | 0.207 | 0.878 | 0.671 | 0.885 |
| std | 0.475 | 0.744 | 0.848 | 0.105 | 0.935 | 0.748 | 0.802 |

หมายเหตุ : สถานีที่ 7 เดือน ตุลาคม 2563 ไม่ได้เก็บตัวอย่างเนื่องจากพายุฝน




**รูปที่ 4-3 การกระจายของปริมาณ DDPHs เฉลี่ยในแต่ละเดือน (ก) เดือนสิงหาคม (ข) เดือนตุลาคม (ค) เดือนพฤศจิกายน (ง) เดือนธันวาคม (จ) เดือนกุมภาพันธ์ (ฉ) เดือนมีนาคม**

*หมายเหตุ ในกรอบสีขาวคือตัวเลขความเข้มข้นต่อขนาดวงกลมในแต่ละรูป เช่น 2.5 [] คือ 2.5 µg/L

จากผลการศึกษาปริมาณปิโตรเลียมโดรคาร์บอนที่ละลายและกระจายในน้ำหรือ DDPHs ที่ความลึก 1 เมตร (ตารางที่ 4-4) ทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.095 –3.189 µg/L (chrysene equivalent) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.885 ± 0.802 ไมโครกรัมต่อลิตร (as chrysene) โดยความเข้มข้นเฉลี่ยของ DDPHs มีค่าสูงสุดที่เดือนสิงหาคม คือ 1.612 ± 0.475 µg/L (chrysene equivalent) และค่าน้อยสุดที่เดือนธันวาคม คือ 0.207 ± 0.105 µg/L (chrysene equivalent) โดยมีสถานีที่ 7 ในเดือนตุลาคมที่ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างเนื่องจากเหตุพายุฝนในการออกเรือ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในเดือนสิงหาคมอยู่ในช่วงฤดูฝน อาจทำให้ฝนตกชะปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่อยู่บนบกลงน้ำทะเล ส่วนเดือนธันวาคมคลื่นค่อนข้างแรง อาจทำให้การเดินเรือน้อยลง รวมถึงอยู่ในช่วง COVID-19 ซึ่งทำให้ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนปนเปื้อนน้อยลงกว่าปกติ ปริมาณ DDPHs ในเดือนตุลาคมเมื่อเทียบกับสถานีกลางทะเล (รูปที่ 4-2) จะเห็นว่าสถานีกลางทะเลมีความเข้มข้นค่อนข้างสูง เนื่องจากอาจอยู่ในเส้นทางการสัญจรของเรือเดินสมุทร เมื่อเทียบกับสถานีที่ 4 และ 5 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน

รูปที่ 4-2 แสดงการกระจายของปริมาณ DDPHs ในแต่ละสถานีของแต่ละเดือน แนวโน้มปริมาณ DDPHs ของสถานีไกลฝั่ง คือ สถานีที่ 4, 5, 6 และ 8 มีค่ามากกว่าสถานีใกล้ฝั่ง คือ สถานีที่ 1, 2, 3 และ 7 เนื่องจากในพื้นที่บริเวณไกลฝั่งนั้นเป็นเส้นทางสัญจรของเรือเดินสมุทรและเรือขนส่งสินค้าจำนวนมาก ในขณะที่บริเวณสถานีที่ 1,2 และ 3 เป็นบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ของชุมชน ทำให้ไม่มีกิจกรรมขนส่งและการเดินเรือมากนัก ส่วนสถานีที่ 7 นั้นมีค่าความเข้มข้นมากและค่าเฉลี่ยรวมทุกเดือนสูงที่สุด อาจเป็นเพราะว่าบนชายฝั่งในบริเวณนั้นมีโรงกลั่นน้ำมันตั้งอยู่ และใกล้ท่าเรือขนส่งมากที่สุด จึงอาจเป็นแหล่งที่มาในการปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนได้ ซึ่งสวนทางกับงานของปุณฑริกา เลื่อมประพางกูล (2559) ในพื้นที่ใกล้เคียงที่พบว่าปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าใกล้ชายฝั่ง แต่เป็นไปในทางเดียวกันเมื่อใกล้กับท่าเรือและเส้นทางเดินเรือ อาจเป็นเพราะว่าในพื้นที่ใกล้ชายฝั่งแตกต่างกัน ทำให้กิจกรรมที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคุณภาพน้ำทะเลตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560) ในน้ำทะเลประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ที่กำหนดไว้ที่ 1 µg/L (chrysene equivalent) พบว่าค่าเฉลี่ยเดือนสิงหาคมและตุลาคมเกินค่ามาตรฐาน ส่วนเดือนอื่นๆ ยังไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ และ ตารางที่ 4-4 เมื่อดูในสถานีที่ 1 และ 2 โดยเป็นสถานีอยู่ใกล้กับพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่พบว่า สถานีที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานในเดือนสิงหาคมและตุลาคม สถานีที่ 2 มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานทั้งสองเดือน และ สถานีที่ 3 ค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานในเดือนสิงหาคม อย่างไรก็ตามปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนในน้ำทะเล ที่พบในพื้นที่ศึกษายังไม่เกินประเภทที่ 5 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอุตสาหกรรมและท่าเรือ) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5 µg/L (chrysene equivalent)

# บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการศึกษา

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนในน้ำทะเลเฉลี่ยจากทุกสถานีในช่วงเวลา 6 เดือนมีค่า 0.885 ± 0.802 (0.095 –3.189) µg/L (chrysene equivalent) โดยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในเดือนสิงหาคม และต่ำที่สุดในเดือนธันวาคม สถานีที่มีค่าความเข้มข้นสูงกว่าสถานีอื่นจากค่าเฉลี่ยแต่ละเดือน คือ สถานีที่ 7 และ DDPHs มีค่าสูงขึ้นเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีกิจกรรมทางเรือสูง เช่น บริเวณท่าเรือ บริเวณเส้นทางการสัญจรของเรือ

DDPHs ในเดือนสิงหาคมและตุลาคมมีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 3 (เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) อย่างไรก็ตาม DDPHs ที่ปนเปื้อนในน้ำทะเลในพื้นที่ศึกษา ยังไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 5 (เพื่อการอุตสาหกรรมและท่าเรือ)

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 2 ซ้ำ ในแต่ละสถานีเพื่อนำค่ามาเฉลี่ยและความแม่นยำเนื่องจากค่าความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้อาจคลาดเคลื่อนได้

2. การศึกษาครั้งนี้ใช้เฮกเซน AR grade ค่าความเข้มข้นที่ได้อาจมากกว่าความเป็นจริง ควรใช้เฮกเซน Nanograde เพื่อความบริสุทธิ์ของเฮกเซนมากขึ้น

**เอกสารอ้างอิง**


กฤตยาพร ทัพภะทัต. 2538. ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำ และตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วัฒยากร และ สมภพ รุ่งสุภา. 2550. การปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลรอบเกาะสีชัง และ ศรีราชา. งานวิจัยสถาบันวิจัยทรัพยากรน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนพรรณ อินแตง. 2549. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดร์คาร์บอนในดินตะกอนบริเวณอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. โครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนพล มีโภคา. 2550. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำและตะกอนดินบริเวณสะพานปลา อำเภอแสนสุข จังหวัดชลบุรี. โครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรพงษ์ ศรีอรห์. 2549. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสาหร่ายทะเลสกุล *Padina* และน้ำทะเลบริเวณเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี. โครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤมล กรคณิตนันท์. 2551. การปนเปื้อนของปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนรวมในน้ำทะเล บริเวณอ่าวไทยตอนบน. ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2551, หน้า 305 – 317.

ปัญจรัตน์ วงศ์นภาพรรณ. 2539. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำและดินตะกอนจากอ่าวไทยตอนล่าง โครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปุณฑริกา เลื่อมประพางกูล. 2559. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเล และ ที่ผิวน้ำ บริเวณอ่าวอุดม จังหวัดชลบุรี. โครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มนูวดี หังสพฤกษ์. 2522. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำที่ระดับความลึก 1 เมตรในอ่าวไทยโดยวิธีฟลูออเรสเซนต์. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โสวิกร ชมชื่น. 2551. ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลและหอยแมลงภู่ (*perna viridis*) บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี. โครงการการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์พัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ. 2564. “จังหวัดชลบุรี” เข้าถึงได้จาก http://ecocenter.diw.go.th/index.php/ecocenter/15-provinces/chon-buri

..

IOC. 1984. Manual and Guides No.13. Manual for Monitoring Oil and Dissolved/Dispersed Petroleum Hydrocarbons in Marine Waters and on Beaches. IOC/UNESCO, Paris. 35pp.

IOC. 1985. Manual and Guides No.15. Procedure for Sampling the Sea-Surface Microlayer. IOC/UNESCO, Paris. 12pp.

ITOPF. (2021, May 20). Fate of Oil Spills: Weathering. Retrieved from http://www.itopf.com/knowledge-resources/documents-guides/fate-of-oil-spills/weathering/

Khaodon, K., Tunkijjanukij, S., & Raksasak, W. (2009). Contamination of total petroleum hydrocarbon in seawater in the upper gulf of Thailand. In 47. Kasetsart University Annual Conference, Bangkok (Thailand), 17-20 Mar 2009

McGenity, T. J., Folwell, B. D., McKew, B. A., & Sanni, G. O. (2012). Marine crude-oil biodegradation: a central role for interspecies interactions. Aquatic Biosystems, 8(1), 1-19

# ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก.**

ความเข้มข้น, ความเข้มแสง การหาค่า Procedure blank และ % Recovery

**ตารางที่ ก-1** ค่า Procedure blank และ Recovery

| ตัวอย่าง | Intensity | Concentration in sample extract (µg/mL) | Original volume (L) | Concentration of DDPH (µg/L) |
|---|---|---|---|---|
| Blank 1 | 0.932 | 0.035 | 2 | 0.088 |
| Blank 2 | 1.067 | 0.040 | 2 | 0.101 |
| Blank 3 | 0.508 | 0.019 | 2 | 0.048 |
| Recovery 1 | 24.128 | 0.913 | 2 | 91.3 |
| Recovery 2 | 26.238 | 0.993 | 2 | 99.3 |
| Recovery 3 | 21.013 | 0.795 | 2 | 79.5 |

หมายเหตุ: Extract volume เท่ากับ 5 mL

**ตารางที่ ก-2** ค่าตัวอย่าง และ Recovery

หมายเหตุ: Extract volume เท่ากับ 5 mL

| ตัวอย่าง | Intensity | Concentration in sample extract (µg/mL) | Original volume (L) | Concentration of DDPH (µg/L) |
|---|---|---|---|---|
| Sample 1 | 2.794 | 0.106 | 2.364 | 0.224 |
| Sample 2 | 27.313 | 1.033 | 2.232 | 2.315 |
| Sample 3 | 27.489 | 1.040 | 2.35 | 2.213 |
| Recovery 1 | 25.605 | 0.969 | 2 | 96.9 |
| Recovery 2 | 26.203 | 0.991 | 2 | 99.1 |
| Recovery 3 | 25.351 | 0.959 | 2 | 95.9 |

**ภาคผนวก ข.**

ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่วัดได้ในน้ำทะเล และ ที่ผิวน้ำ บริเวณอ่าวอุดม จังหวัดชลบุรี

**ตารางที่ ข-1** ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลที่ความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำ

| ตัวอย่าง | Intensity | Concentration in sample extract (µg/mL) | Original volume (L) | Concentration of DDPH in seawater (µg/L) * |
|---|---|---|---|---|
| เดือนสิงหาคม 2563 | | | | |
| สถานี 1 | 22.435 | 0.849 | 2.426 | 1.670 |
| สถานี 2 | 11.237 | 0.425 | 2.3 | 0.845 |
| สถานี 3 | 16.397 | 0.620 | 2.466 | 1.179 |
| สถานี 4 | 25.237 | 0.955 | 2.412 | 1.900 |
| สถานี 5 | 31.055 | 1.175 | 2.39 | 2.379 |
| สถานี 6-1 | 15.335 | 0.580 | 2.365 | 1.147 |
| สถานี 6-2 | 20.523 | 0.776 | 2.37 | 1.559 |
| สถานี 7-1 | 24.622 | 0.931 | 2.378 | 1.880 |
| สถานี 7-2 | 22.176 | 0.839 | 2.37 | 1.691 |
| สถานี 8-1 | 27.633 | 1.045 | 2.374 | 2.123 |
| สถานี 8-2 | 19.541 | 0.739 | 2.422 | 1.447 |
| เดือนตุลาคม 2563 | | | | |
| สถานี 1-1 | 18.489 | 0.699 | 2.318 | 1.430 |
| สถานี 1-2 | 24.152 | 0.914 | 2.435 | 1.797 |
| สถานี 2 | 11.353 | 0.430 | 2.58 | 0.753 |
| สถานี 3 | 10.234 | 0.387 | 2.34 | 0.748 |
| สถานี 4 | 8.061 | 0.305 | 2.298 | 0.584 |
| สถานี 5 | 26.38 | 0.998 | 2.365 | 2.031 |
| สถานี 6-1 | 29.881 | 1.130 | 2.252 | 2.431 |
| สถานี 6-2 | 14.247 | 0.539 | 2.428 | 1.031 |
| สถานี 8-1 | 6.336 | 0.240 | 2.398 | 0.421 |
| สถานี 8-2 | 9.935 | 0.376 | 2.373 | 0.713 |
| กลางทะเล | 9.302 | 0.352 | 2.406 | 0.652 |

หมายเหตุ: * ค่าความเข้มข้นของ DDPHs คือ ค่าที่ความเข้มข้นที่ลบค่า Procedure blank = 0.079 แล้ว

**ตารางที่ ข-1** (ต่อ) ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลที่ความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำ

| ตัวอย่าง | Intensity | Concentration in sample extract (µg/mL) | Original volume (L) | Concentration of DDPH in seawater (µg/L) * |
|---|---|---|---|---|
| เดือนพฤศจิกายน 2563 | | | | |
| สถานี 1 | 6.488 | 0.245 | 2.289 | 0.457 |
| สถานี 2 | 6.222 | 0.235 | 2.138 | 0.471 |
| สถานี 3 | 5.354 | 0.203 | 2.046 | 0.416 |
| สถานี 4 | 5.622 | 0.213 | 2.034 | 0.444 |
| สถานี 5 | 5.896 | 0.223 | 2.467 | 0.373 |
| สถานี 7-1 | 5.215 | 0.197 | 2.29 | 0.352 |
| สถานี 7-2 | 5.755 | 0.218 | 2.144 | 0.429 |
| สถานี 8-1 | 5.828 | 0.220 | 2.124 | 0.440 |
| สถานี 8-2 | 35.974 | 1.361 | 2.306 | 2.872 |
| เดือนธันวาคม 2563 | | | | |
| สถานี 1 | 4.589 | 0.174 | 2.338 | 0.292 |
| สถานี 2 | 2.156 | 0.082 | 2.342 | 0.095 |
| สถานี 3 | 3.137 | 0.119 | 2.246 | 0.185 |
| สถานี 4 | 2.916 | 0.110 | 2.172 | 0.175 |
| สถานี 5 | 3.587 | 0.136 | 2.244 | 0.223 |
| สถานี 6 | 5.89 | 0.223 | 2.242 | 0.418 |
| สถานี 7-1 | 2.479 | 0.094 | 2.336 | 0.122 |
| สถานี 7-2 | 3.188 | 0.121 | 2.381 | 0.174 |
| สถานี 8-1 | 2.154 | 0.081 | 2.174 | 0.108 |
| สถานี 8-2 | 2.337 | 0.088 | 2.149 | 0.127 |

หมายเหตุ: * ค่าความเข้มข้นของ DDPHs คือ ค่าที่ความเข้มข้นที่ลบค่า Procedure blank = 0.079 แล้ว

**ตารางที่ ข-1** (ต่อ) ปริมาณปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลที่ความลึก 1 เมตรจากผิวน้ำ

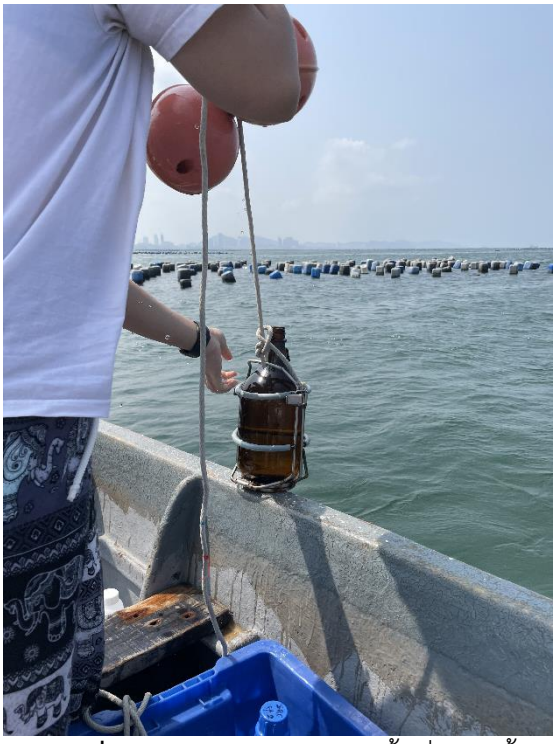
| ตัวอย่าง | Intensity | Concentration in sample extract (µg/mL) | Original volume (L) | Concentration of DDPH in seawater (µg/L) * |
|---|---|---|---|---|
| เดือนกุมภาพันธ์ 2564 | | | | |
| สถานี 1 | 7.248 | 0.274 | 2.14 | 0.562 |
| สถานี 2 | 6.727 | 0.254 | 2.224 | 0.493 |
| สถานี 3 | 7.318 | 0.277 | 2.328 | 0.516 |
| สถานี 4 | 7.27 | 0.275 | 2.259 | 0.530 |
| สถานี 5 | 8.642 | 0.327 | 2.295 | 0.633 |
| สถานี 7-1 | 8.195 | 0.310 | 2.272 | 0.603 |
| สถานี 7-2 | 69.861 | 2.643 | 2.25 | 5.794 |
| สถานี 8-1 | 7.806 | 0.295 | 2.23 | 0.583 |
| สถานี 8-2 | 7.729 | 0.292 | 2.234 | 0.575 |
| เดือนมีนาคม 2564 | | | | |
| สถานี 1 | 3.976 | 0.150 | 2.344 | 0.242 |
| สถานี 2 | 5.153 | 0.195 | 2.316 | 0.342 |
| สถานี 3 | 5.77 | 0.218 | 2.316 | 0.392 |
| สถานี 4 | 16.476 | 0.623 | 2.388 | 1.226 |
| สถานี 5 | 5.342 | 0.202 | 2.236 | 0.373 |
| สถานี 6 | 29 | 1.097 | 2.274 | 2.333 |
| สถานี 7-1 | 5.545 | 0.210 | 2.43 | 0.353 |
| สถานี 7-2 | 4.397 | 0.166 | 2.352 | 0.275 |
| สถานี 8-1 | 4.567 | 0.173 | 2.38 | 0.284 |
| สถานี 8-2 | 3.358 | 0.127 | 2.316 | 0.195 |

หมายเหตุ: * ค่าความเข้มข้นของ DDPHs คือ ค่าที่ความเข้มข้นที่ลบค่า Procedure blank = 0.079 แล้ว

**ภาคผนวก ค.**

รูปภาพพื้นที่การศึกษา การเก็บตัวอย่างที่ภาคสนาม และการทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ

**รูปที่ ค-1** สภาพพื้นที่จริงในพื้นที่ศึกษา



**รูปที่ ค-2** เก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยง

**รูปที่ ค-3** เขย่าหลังจากใส่เฮกเซนเพื่อสกัดเบื้องต้น

**รูปที่ ค-4** การแยกชั้นของเฮกเซนและน้ำทะเล

**รูปที่ ค-5** ขั้นตอนลดปริมาตรด้วยเครื่อง Rotary Evaporator

**รูปที่ ค-6** ลดปริมาตรเหลือ 5 mL บรรจุในขวดปรับปริมาตรขนาด 5mL

**รูปที่ ค-7** Fluorescence Spectrophotometer (PerkinElmer LS55, USA)