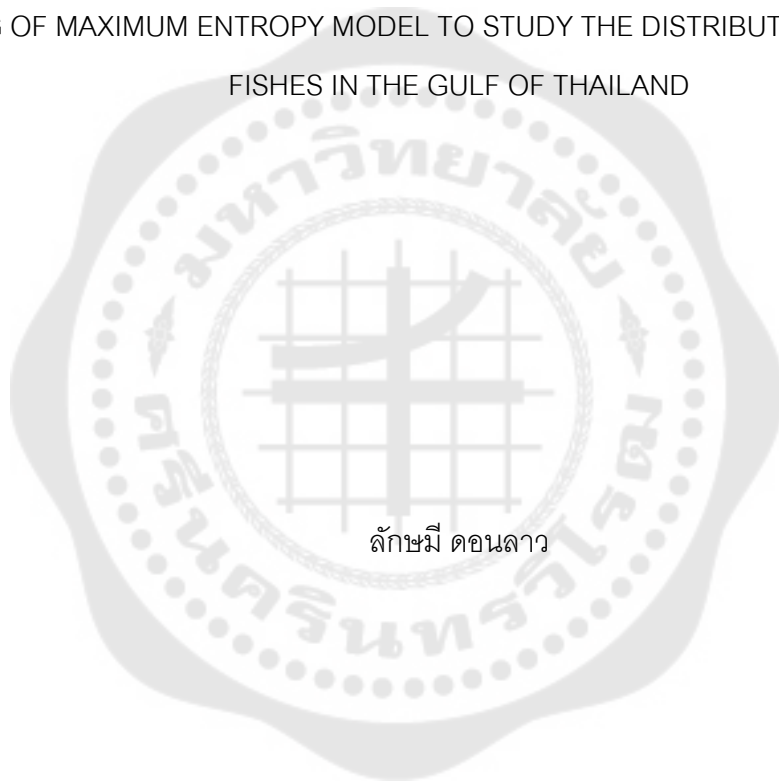




การใช้แบบจำลองเอนโทรปีสูงสุดเพื่อศึกษาการกระจายของปลาผิวน้ำในบริเวณอ่าวไทย
USING OF MAXIMUM ENTROPY MODEL TO STUDY THE DISTRIBUTION OF PELAGIC
FISHES IN THE GULF OF THAILAND



ลักษมี ดอนลาว

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การใช้แบบจำลองเอนโทรปีสูงสุดเพื่อศึกษาการกระจายของปลาผิวน้ำในบริเวณอ่าวไทย



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

USING OF MAXIMUM ENTROPY MODEL TO STUDY THE DISTRIBUTION OF PELAGIC
FISHES IN THE GULF OF THAILAND



LAKSAMEE DONLAO

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF SCIENCE
(Geoinformatics)

Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การใช้แบบจำลองเอนโทรปีสูงสุดเพื่อศึกษาการกระจายของปลาผิวน้ำในบริเวณอ่าวไทย
ของ
ลักษมี ดอนลาว

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร.อสมภรณ์ สัทธิ) (อาจารย์ ดร.ปัทมพร วงศ์วิริยะ)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ เมฆแสงสวຍ)

ชื่อเรื่อง	การใช้แบบจำลองเอนโทรปีสูงสุดเพื่อศึกษาการกระจายของปลาฉลามน้ำในบริเวณอ่าวไทย
ผู้วิจัย	ลักษมี ดอนลาว
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. อสมภรณ์ สิริทธิ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูเดช ไกลศิริ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาฉลามน้ำและตำแหน่งจับปลาและคาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy จากการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล ณ ตำแหน่งจับปลา ได้แก่ ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ (Chl-a) อุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเล (SST) และข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล (SSH) เป็นรายเดือน ในปี 2562 - 2563 ผลการศึกษากการกระจายของข้อมูลตำแหน่งจับปลากับข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล พบว่า ค่าคลอโรฟิลล์ เอ มากที่สุดในช่วง 0 - 0.83 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ในช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส และความสูงระดับน้ำทะเล ในช่วง 0.58 - 0.67 เมตร เป็นช่วงที่มีเหมาะสมต่อการพบและอยู่อาศัยของปลาฉลามน้ำมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษาค้นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล โดยใช้สถิติการถดถอยพหุคูณ พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุด คือ คลอโรฟิลล์ เอ รองลงมา ความสูงระดับน้ำทะเล และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ตามลำดับ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($R^2 = 0.22 - 0.62$) และผลการศึกษาคาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ พบพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดและพื้นที่ที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่พบการกระจายของปลาบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง และอ่าวไทยตอนบน พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่พบในบริเวณห่างจากชายฝั่งออกไป ส่วนพื้นที่เหมาะสมน้อยและพื้นที่ไม่เหมาะสมพบการกระจายของปลาในบริเวณกลางอ่าวไทยและห่างออกไป ซึ่งสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประกอบการตัดสินใจ วางแผน เป็นแนวทางให้ภาครัฐในการกำหนดมาตรการด้านการทำประมงอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : ปลาฉลามน้ำ, การกระจาย, ปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล

Title	USING OF MAXIMUM ENTROPY MODEL TO STUDY THE DISTRIBUTION OF PELAGIC FISHES IN THE GULF OF THAILAND
Author	LAKSAMEE DONLAO
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Dr. Asamaporn Sitthi
Co Advisor	Assistant Professor Chudech Losiri

This research aims to study the relationship between the marine environment factors affecting the distribution of pelagic fish and fishing locations, and to predict the distribution of pelagic fish using the Maximum Entropy model by extracting data on marine environment factors from 2019 to 2020. The results revealed that the highest value of chlorophyll A (Chl-a) was in the range of 0 – 0.83 mg/m³. The sea surface temperature (SST) was in the range of 28.57 - 33.87 °C, and the sea surface height (SSH) was in the range of 0.58 - 0.67 meters. The correlation between fishing locations and monthly marine environment factors used multiple regression statistics was calculated. The most relevant factor at the fishing location was chlorophyll A, sea surface height, and sea surface temperature, respectively, at a statistically significant level of 0.05 ($R^2 = 0.22 - 0.62$). The result of the distribution of pelagic fish was a prediction that found that the most suitable area for pelagic fish distribution along the coast of the upper Gulf of Thailand. The moderate suitable area of pelagic fish distribution in areas away from the coast. There were less suitable and unsuitable areas distributed in the middle of the Gulf of Thailand. Hence, the data could be used for decision-making, and planning, as a guideline for the government policy of the sustainable development of fisheries.

Keyword : Pelagic fish, Distribution, Marine environment factor

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อ.ดร. อสมภรณ์ สิทธิ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.ชูเดช โสสิริ ที่กรุณาสละเวลาให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญาานิพนธ์อย่างยิ่ง ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทำปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างยิ่งไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์ คณะกรรมการสอบและคณาจารย์ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะ และมอบความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณกรมประมง ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลตำแหน่งจับปลา เพื่อใช้ในการศึกษา
ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง คนสนิท และเพื่อนๆ ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจ ช่วยเหลือผู้วิจัยเสมอมา

ลักษมี ดอนลาว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์.....	3
คำถามการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
1. ข้อมูลเกี่ยวกับปลาผิวน้ำ	8
1.1 ลักษณะของปลาผิวน้ำ	8
1.2 สถิติการจับและมูลค่าปลาผิวน้ำ	12
1.3 สถานการณ์การทำประมงทะเลของไทย.....	14
2. ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล.....	15
2.1 ลักษณะการแบ่งเขตสภาพแวดล้อมในทะเล.....	15

2.2 คุณสมบัติของน้ำทะเล.....	16
2.3 แหล่งอาหารของสัตว์ทะเล.....	19
3. แนวคิดการรับรู้ระยะไกลเพื่อการจัดการทรัพยากรทางทะเล.....	22
3.1 ความหมายของการรับรู้ระยะไกล.....	22
3.2 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงเลข.....	22
3.3 ข้อมูลดาวเทียมที่เกี่ยวข้อง.....	24
4. สถิติการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression).....	29
5. แบบจำลอง Maximum Entropy.....	31
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	37
1. พื้นที่ศึกษา.....	37
2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย.....	43
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	44
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	44
5. การจัดการข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....	50
1. ผลการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำ จาก ภาพถ่ายจากดาวเทียม.....	50
1.1 จำนวนตำแหน่งจับปลาในพื้นที่ศึกษา.....	50
1.2 ผลการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล.....	54
2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจาย ของปลาผิวน้ำ.....	76
2.1 การกระจายของข้อมูลตำแหน่งจับปลากับข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล.....	76
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล.....	78

3. ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy.....	82
3.1 การเปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง.....	82
3.2 จำนวนข้อมูลตำแหน่งจับปลาที่ใช้ในแบบจำลอง Maximum Entropy.....	83
3.3 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง	84
3.4 ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy รายเดือน.....	90
3.5 ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการห้ามทำการประมง.....	110
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	127
1. สรุปผลการวิจัย.....	127
2. อภิปรายผล	133
3. ข้อเสนอแนะ	134
บรรณานุกรม	135
ประวัติผู้เขียน.....	141

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 คุณลักษณะแต่ละแบนด์ของ OLCI.....	25
ตาราง 2 คุณลักษณะแต่ละแบนด์ของ SLSTR	27
ตาราง 3 รายละเอียดข้อมูล GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024.....	28
ตาราง 4 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	43
ตาราง 5 จำนวนตำแหน่งจับปลา พ.ศ. 2562 - 2563	51
ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ ณ ตำแหน่งจับปลาที่สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม.....	55
ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ณ ตำแหน่งจับปลาที่สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม	62
ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล ณ ตำแหน่งจับปลาที่สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม	69
ตาราง 9 การกระจายของข้อมูลตำแหน่งจับปลาและข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล	77
ตาราง 10 (ต่อ)	78
ตาราง 11 สมการความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล พ.ศ. 2562.....	79
ตาราง 12 สมการความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล พ.ศ. 2563.....	79
ตาราง 13 (ต่อ)	80
ตาราง 14 จำนวนตำแหน่งจับปลา สำหรับการวิเคราะห์และทดสอบข้อมูล.....	84
ตาราง 15 พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ รายเดือน	96
ตาราง 16 พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำนอกเขตกำหนดมาตรการห้ามทำการประมง	115



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทย	6
ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย	7
ภาพประกอบ 3 วงจรชีวิตปลาทุ	9
ภาพประกอบ 4 ปริมาณการจับปลาผิวน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 - 2560	13
ภาพประกอบ 5 มูลค่าการจับปลาผิวน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 - 2560	14
ภาพประกอบ 6 การแบ่งสภาพแวดล้อมในทะเล	16
ภาพประกอบ 7 แสดงการแพร่กระจายของอุณหภูมิและความหนาแน่นตามความลึก	18
ภาพประกอบ 8 อุณหภูมิในทะเลบริเวณอ่าวไทย	19
ภาพประกอบ 9 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง MaxEnt	32
ภาพประกอบ 10 ลักษณะทางกายภาพของอ่าวไทย	38
ภาพประกอบ 11 พื้นที่กำหนดมาตรการด้านประมง	42
ภาพประกอบ 12 การสกัดข้อมูลสภาพแวดล้อมทางทะเลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม ณ ตำแหน่งจับปลา	46
ภาพประกอบ 13 ความหนาแน่นของตำแหน่งจับปลาในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร พ.ศ. 2562	52
ภาพประกอบ 14 ความหนาแน่นของตำแหน่งจับปลาในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร พ.ศ. 2563	53
ภาพประกอบ 15 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2562	56
ภาพประกอบ 16 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2562	57
ภาพประกอบ 17 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2562	58
ภาพประกอบ 18 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2563	59
ภาพประกอบ 19 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2563	60
ภาพประกอบ 20 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2563	61

ภาพประกอบ 21	ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2562	63
ภาพประกอบ 22	ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2562	64
ภาพประกอบ 23	ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2562	65
ภาพประกอบ 24	ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2563	66
ภาพประกอบ 25	ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2563	67
ภาพประกอบ 26	ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2563	68
ภาพประกอบ 27	ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2562	70
ภาพประกอบ 28	ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2562	71
ภาพประกอบ 29	ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2562	72
ภาพประกอบ 30	ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2563	73
ภาพประกอบ 31	ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2563	74
ภาพประกอบ 32	ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2563	75
ภาพประกอบ 33	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) พ.ศ. 2562 - 2563	82
ภาพประกอบ 34	การเปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง (Test data)	83
ภาพประกอบ 35	ค่าความถูกต้องประสิทธิภาพแบบจำลอง	85
ภาพประกอบ 36	พื้นที่ใต้เส้นโค้งของ ROC (Area Under The Curve : AUC)	88
ภาพประกอบ 37	พื้นที่ใต้เส้นโค้งของ ROC (Area Under The Curve : AUC)	89
ภาพประกอบ 38	แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนมกราคม	97
ภาพประกอบ 39	แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนกุมภาพันธ์	98
ภาพประกอบ 40	แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนมีนาคม	99
ภาพประกอบ 41	แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนเมษายน	100
ภาพประกอบ 42	แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนพฤษภาคม	101
ภาพประกอบ 43	แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนมิถุนายน	102

ภาพประกอบ 44 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนกรกฎาคม	103
ภาพประกอบ 45 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนสิงหาคม	104
ภาพประกอบ 46 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนกันยายน	105
ภาพประกอบ 47 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนตุลาคม	106
ภาพประกอบ 48 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนพฤศจิกายน	107
ภาพประกอบ 49 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนธันวาคม	108
ภาพประกอบ 50 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนกุมภาพันธ์	117
ภาพประกอบ 51 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนมีนาคม	118
ภาพประกอบ 52 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนเมษายน	119
ภาพประกอบ 53 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนพฤษภาคม	120
ภาพประกอบ 54 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนมิถุนายน	121
ภาพประกอบ 55 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนกรกฎาคม	122
ภาพประกอบ 56 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนสิงหาคม	123
ภาพประกอบ 57 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ	เดือนกันยายน	124
ภาพประกอบ 58 พื้นที่ที่สามารถทำการประมงได้ในช่วงกำหนดมาตรการ		126

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ปลาผิวน้ำ (pelagic fishes) เป็นกลุ่มสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีพฤติกรรมอาศัยรวมกันเป็นฝูงและหาอาหารบริเวณผิวน้ำ เนื่องจากกินอาหารจำพวกแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ หรือลูกปลาชนิดต่าง ๆ ที่ลอยตามกระแสน้ำ ชนิดปลาผิวน้ำที่จับได้จำนวนมากในอันดับต้น ๆ ได้แก่ ปลากะตัก ปลาหู ปลาหลังเขียว ปลาหูแขก ปลาโอดำ เป็นต้น (กุลภา สุพงษ์พันธุ์, 2543) ปลาผิวน้ำเป็นกลุ่มปลาทะเลที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงทำให้เป็นที่ต้องการทั้งภายในและภายนอกประเทศ (เชิดศักดิ์ ชูคง และวิไลลักษณ์ เปรมกิจ, 2555) จากข้อมูลสถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2560 ปลาผิวน้ำสามารถสร้างรายได้มูลค่า 20,501.10 ล้านบาท เป็นอันดับแรกของมูลค่าสัตว์น้ำประเภทปลาทะเล และยังสามารถสร้างรายได้สูงอย่างต่อเนื่อง ในแหล่งทำการประมงบริเวณอ่าวไทยมีการทำประมงปลาเหล่านี้คิดเป็นร้อยละ 43.31 ของปริมาณการจับสัตว์น้ำทั้งหมดในบริเวณอ่าวไทย (กรมประมง, 2562) ข้อมูลสถิติการจับปลาผิวน้ำตั้งแต่ปี 2541- 2547 มีปริมาณการจับ 609.86, 645.39, 648.87, 624.30, 654.33, 672.77 และ 703.00 พันตัน ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 2.18 % และมีมูลค่าเฉลี่ยปีละ 11,624.10 ล้านบาท หลังจากนั้นปริมาณการจับปลามีแนวโน้มลดลง ในปี 2548 ปริมาณที่จับได้เท่ากับ 676.02 พันตัน และลดลงเหลือ 400.02 พันตันในปี 2560 ซึ่งมีอัตราการลดลงเฉลี่ยปีละ 2.03 % ส่วนมูลค่าที่ได้รับในปี 2548 - 2560 มีมูลค่าเฉลี่ยปีละ 12,931.12 ล้านบาท (กรมประมง, 2562) จากข้อมูลสถิติแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อด้านรายได้ที่ได้จากการประมงลดลงเมื่อเทียบกับค่าเงินในปี 2565

จากข้อมูลข้างต้นปัญหาการทำประมงจับปลามีจำนวนลดลง ทำให้ชาวประมงได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก จากข้อมูลการสัมภาษณ์ชาวประมงของสำนักข่าวมติชนออนไลน์ กล่าวว่าการทำประมงหลังการประกาศเปิดอ่าว ชาวประมงออกเรือจับปลาทะเลได้ลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา และขนาดของปลาที่จับได้มีขนาดเล็กลง ทำให้จำเป็นต้องขายปลาราคาถูก ในขณะที่ต้นทุนในการออกเรือทำประมงมีต้นทุนที่สูง (มติชนออนไลน์, 2559, 17 พฤษภาคม) ปัญหานี้ทำให้ชาวประมงต้องแบกรับภาระต้นทุนและความเสี่ยงของปริมาณปลาที่จับได้ในแต่ละครั้งที่ไม่มีความแน่นอน จากปัญหาการลดลงของสัตว์น้ำในทะเล พบว่าสาเหตุที่ทำให้ปลาลดลงในอ่าวไทยเกิดจากสองสาเหตุหลัก ดังนี้ สาเหตุแรก เกิดจากการทำประมงเกินขนาด (over fishing) ทั้งประมงพาณิชย์และประมงพื้นบ้าน ใช้เครื่องมือที่มีกำลังการจับมาก เช่น อวนลาก อวนล้อมจับ

เป็นต้น ทำให้ทรัพยากรปลาโตไม่ทันต่อความต้องการของมนุษย์ ซึ่งเป็นผลพวงมาจากการบริหารจัดการด้านประมงไม่ดีพอ ขาดการควบคุมการทำประมง สาเหตุที่สอง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ส่งผลให้ฝนตกไม่ตรงตามฤดูกาลและเกิดภัยแล้ง ทำให้แพลงก์ตอนที่เป็นอาหารหลักของปลาลดลง อีกทั้งอุณหภูมิผิวน้ำที่สูงขึ้นยังส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของปลาไปสู่ทะเลลึก เป็นผลให้จับปลาได้น้อยลง (เมธี แก้วเนิน และคณะ, 2560) จากปัญหาดังกล่าวภาครัฐจึงได้กำหนดมาตรการแก้ไขโดยอาศัยหลักความรู้ทางวิชาการด้านทรัพยากรสัตว์น้ำ เช่น การปิดอ่าวไทยในฤดูกาลวางไข่ของสัตว์น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้ลูกปลาถูกจับก่อนวัยอันควร อย่างไรก็ตามยังไม่เพียงพอต่อการแก้ไขปัญหา

อ่าวไทยมีลักษณะทางกายภาพเป็นอ่าวกึ่งปิด ลักษณะพื้นที่ท้องทะเลเป็นที่ราบ ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมทำให้เกิดการไหลเวียนของกระแสน้ำจากระดับล่างขึ้นสู่ข้างบน (seasonal upwelling) อ่าวไทยจึงมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยและการวางไข่ของปลานอกจากนี้ยังได้รับแร่ธาตุสารอาหารจากแม่น้ำสายสำคัญต่าง ๆ ที่ไหลลงอ่าวไทย ทำให้บริเวณดังกล่าวมีความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารสูง เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำ และมีแหล่งทวีปที่กว้างเหมาะแก่การทำประมง ส่วนทะเลอันดามันมีลักษณะทางกายภาพที่เป็นทะเลเปิด ติดมหาสมุทรอินเดีย มีลักษณะพื้นที่ท้องทะเลเป็นที่ราบลาดชัน มีโขดหิน เนินหินใต้น้ำและเกาะแก่งต่าง ๆ ซึ่งไม่ราบเรียบเหมือนกับอ่าวไทย และมีแม่น้ำสายเล็กๆ ไหลลงสู่ทะเล ทำให้ได้รับสารอาหารในปริมาณที่น้อยกว่าอ่าวไทย และทะเลอันดามันยังมีลักษณะของแหล่งทวีปที่ค่อนข้างแคบ มีความลึกของน้ำมากและกระแสน้ำแรง และจากข้อมูลสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560 พบว่าอ่าวไทยมีปริมาณการจับปลาผิวน้ำทั้งหมด 400,349 ตัน คิดเป็นมูลค่า 14,433.98 ล้านบาท ในขณะที่ฝั่งทะเลอันดามัน มีปริมาณการจับปลาผิวน้ำทั้งหมด 160,006 ตัน คิดเป็นมูลค่า 6,067.06 ล้านบาท (กรมประมง, 2562)

จากข้อมูลข้างต้นอ่าวไทยจึงเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ มีการกระจายของปลาผิวน้ำจำนวนมาก การรับรู้ระยะไกลเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงในการสำรวจข้อมูลสิ่งแวดล้อมทางด้านประมง จากความสามารถของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่หรือสะท้อนวัตถุและบันทึกข้อมูลได้ในทุกวันและช่วงเวลาเดิม ทำให้สามารถติดตามบันทึกข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล เช่น คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll-a ; Chl-a) ซึ่งวัดได้จากปริมาณของแพลงก์ตอน อุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature ; SST) ความสูงระดับน้ำทะเล (Sea Surface Height ; SSH) และสารแขวนลอยอื่น ๆ ได้ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของปลา (Siwi Wingking Era Rintaka , Priyono Bayu, & Agustadi Teguh,

2015) ดังนั้น การศึกษาปัจจัยเหล่านี้ จึงมีความสำคัญสำหรับการจัดการประมงที่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาการกระจายของสัตว์น้ำจากการวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อมโดยการประยุกต์การรับรู้ระยะไกลและแบบจำลอง ((Wang Jintao et al. (2015), เมธี แก้วเนิน และคณะ (2560), Syah Achmad F. et al. (2019), Hanintyo Rizki (2019)) โดยสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ภาคประชาชน สามารถนำข้อมูลและลักษณะการกระจายของสัตว์น้ำไปช่วยในการประกอบอาชีพประมง เพื่อคาดการณ์พื้นที่ทำประมงอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากลักษณะการทำประมงในอดีต ชาวประมงใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกหาปลา ซึ่งขณะนั้นทรัพยากรปลาในธรรมชาติยังคงอุดมสมบูรณ์ และยังช่วยย่นระยะเวลาการทำประมง ลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงต่าง ๆ อีกทั้งในส่วนของภาครัฐ สามารถนำข้อมูลเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการด้านการจัดทำเขตการทำประมงหรือเขตอนุรักษ์สัตว์น้ำ เพื่อการทำประมงอย่างยั่งยืน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำจากภาพถ่ายจากดาวเทียมและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลเพื่อคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy บริเวณอ่าวไทย การศึกษานี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานช่วยตัดสินใจในการประกอบอาชีพประมงและเป็นแนวทางให้ภาครัฐในการกำหนดมาตรการด้านการจัดทำเขตการทำประมงหรือเขตอนุรักษ์สัตว์น้ำ เพื่อการทำประมงอย่างยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในสร้างระบบการคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำเพื่อประโยชน์ด้านประมงในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำจากภาพถ่ายจากดาวเทียม
2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำและตำแหน่งจับปลา
3. เพื่อคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy

คำถามการวิจัย

1. การวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลจากภาพถ่ายจากดาวเทียมวิธีใดสามารถนำมาใช้ในการติดตามการกระจายของปลาผิวน้ำ
2. ปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลมีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำอย่างไร

3. บริเวณใดในอ่าวไทยที่สามารถทำการประมงปลาผิวน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. **ขอบเขตด้านพื้นที่** บริเวณอ่าวไทย ครอบคลุมตั้งแต่ชายฝั่งจนถึงเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศไทย ระยะห่างจากฝั่งประมาณ 200 ไมล์ทะเล ซึ่งเป็นบริเวณที่รัฐชายฝั่งมีสิทธิอธิปไตยในการสำรวจและแสวงหาประโยชน์ มีขนาดพื้นที่ประมาณ 198,418 ตารางกิโลเมตร ตามภาพประกอบ 1

2. **ขอบเขตด้านเนื้อหา** ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel 3 เพื่อสกัดข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ อุกุณภูมิผิวน้ำทะเล และข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล และนำไปวิเคราะห์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับข้อมูลตำแหน่งจับปลา เพื่อคาดการณ์แหล่งการกระจายของปลาผิวน้ำบริเวณอ่าวไทย

3. **ขอบเขตด้านเวลา** ใช้ข้อมูลเป็นรายเดือน ระยะเวลา 2 ปี ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563

นิยามศัพท์เฉพาะ

ปลาผิวน้ำ (pelagic fishes) หมายถึง ปลาที่อาศัยอยู่ในทะเลตั้งแต่ระดับผิวน้ำลงไปถึงระดับกลางน้ำ และหาอาหารบริเวณผิวน้ำ กินอาหารจำพวกแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ หรือลูกปลาชนิดต่าง ๆ ที่ลอยตามกระแสน้ำ ปลาผิวน้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ปลาทู ปลาลัง ปลาอินทรี ปลาตาบลิว ปลาโอดำ ปลาโอดาย ปลาทูแขก ปลาแซ่ไก่ ปลาสิ่กุน ปลาสิ่กุนตาโต ปลาสำลี ปลาทุเร้า ปลาหลังเขียว ปลากระตัก ปลากระบอก ปลาจะละเม็ดดำ ปลาจะละเม็ดขาว ปลาน้ำดอกไม้

การกระจาย (distribution) หมายถึง บริเวณที่เป็นแหล่งอาศัยของปลาผิวน้ำ

ปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล หมายถึง ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ อุกุณภูมิผิวน้ำทะเล และความสูงระดับน้ำทะเล

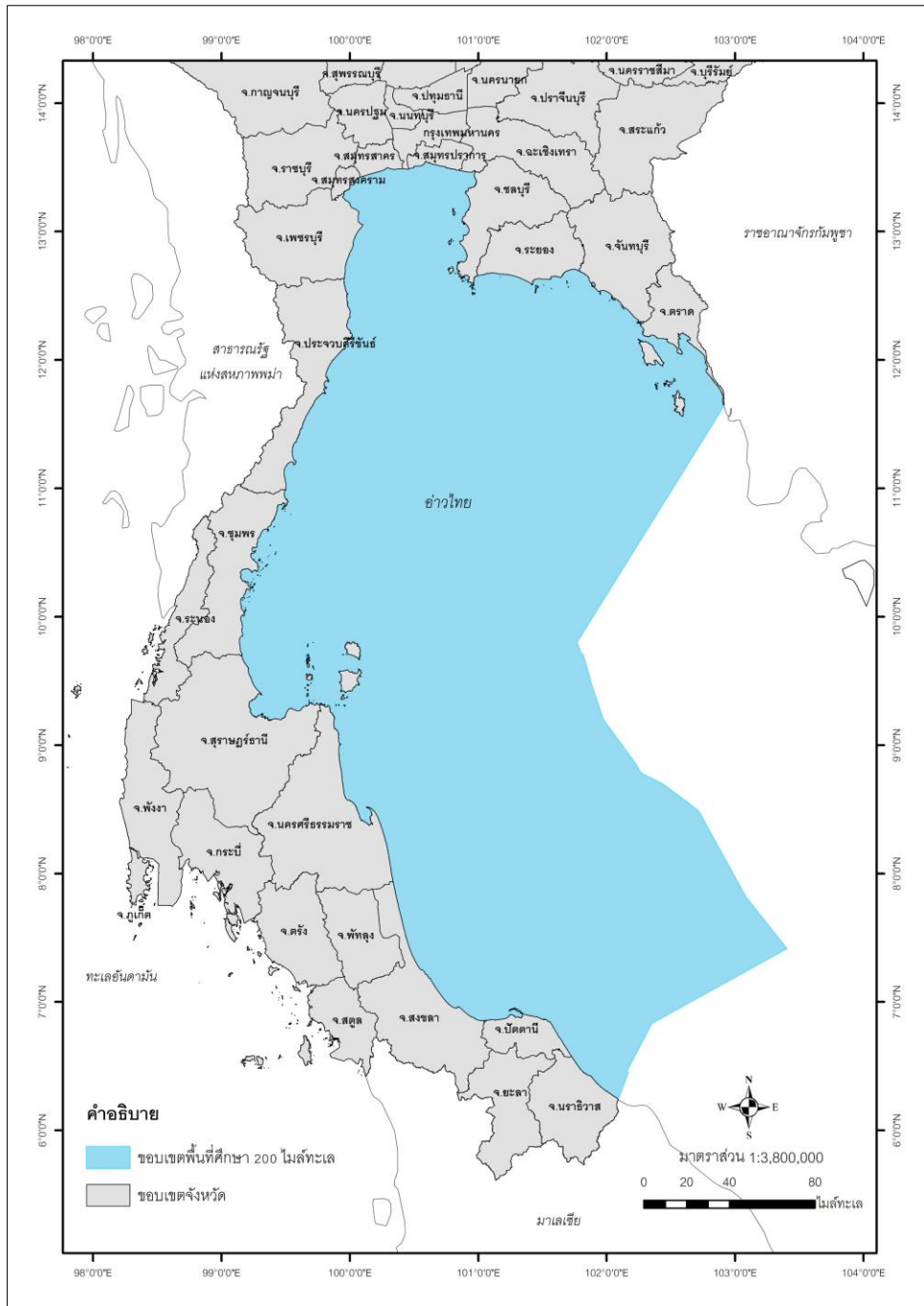
การทำประมงเกินขนาด (over fishing) หมายถึง สถานการณ์ที่มีปริมาณการลงแรงประมงมากเกินกว่าปริมาณสูงสุดของสัตว์น้ำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทำให้สัตว์น้ำขาดแคลนและเติบโตไม่ทันต่อการทำประมง

พื้นที่เหมาะสม (suitable area) หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาผิวน้ำ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

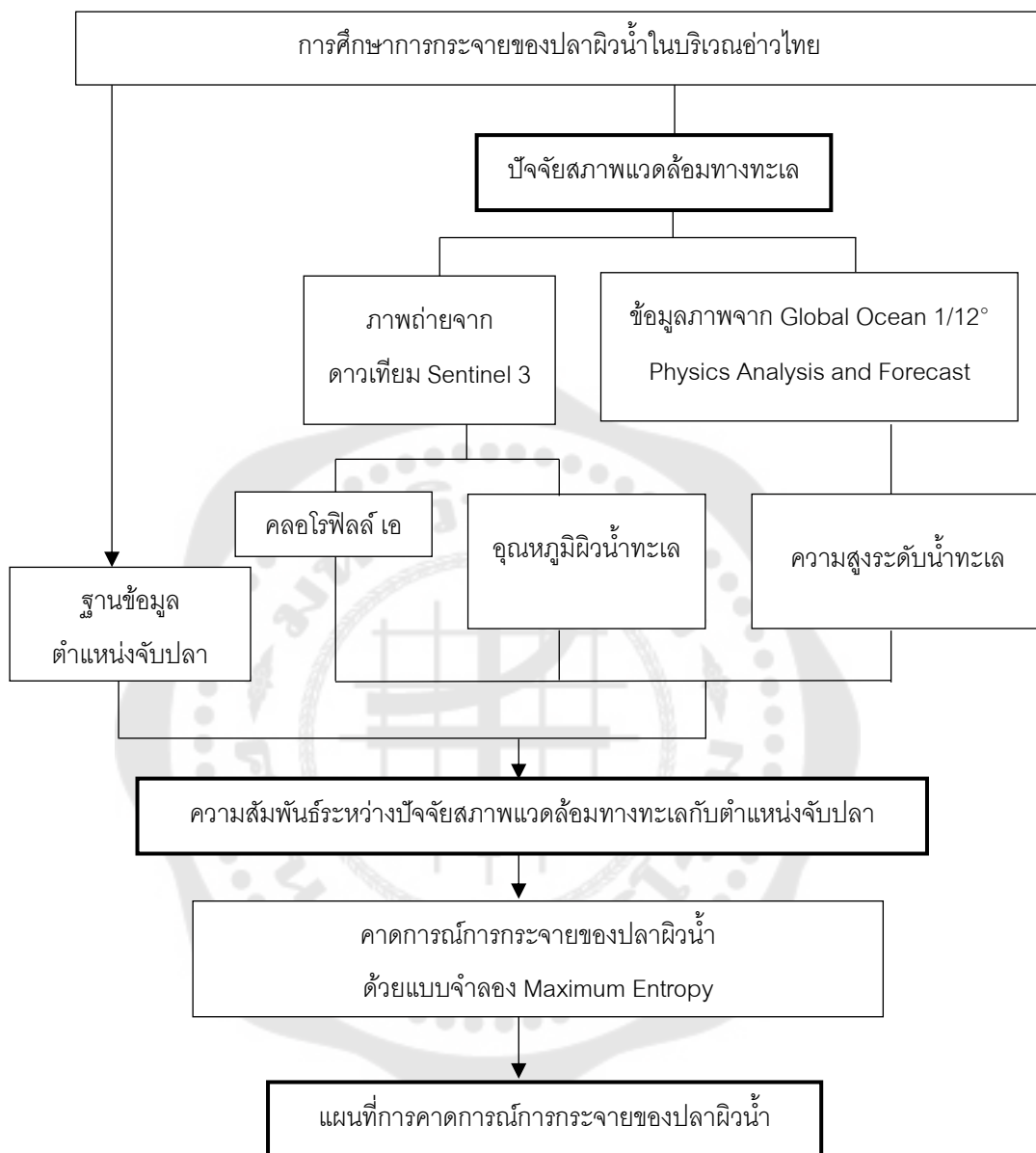
1. ทำให้ทราบถึงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำจากภาพถ่ายจากดาวเทียม
2. ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำ
3. ทำให้ทราบถึงแหล่งการกระจายของปลาผิวน้ำ บริเวณอ่าวไทย
4. เป็นข้อมูลช่วยตัดสินใจในการประกอบอาชีพประมง และเป็นแนวทางให้ภาครัฐในการกำหนดมาตรการบริหารจัดการทรัพยากรประมงอย่างยั่งยืน





ภาพประกอบ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับปลาผิวน้ำ
2. ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล
3. แนวคิดการรับรู้ระยะไกลเพื่อการจัดการทรัพยากรทางทะเล
4. แบบจำลอง Maximum Entropy
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลเกี่ยวกับปลาผิวน้ำ

การศึกษาปลาผิวน้ำในครั้งนี้อาจจะเฉพาะปลาผิวน้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

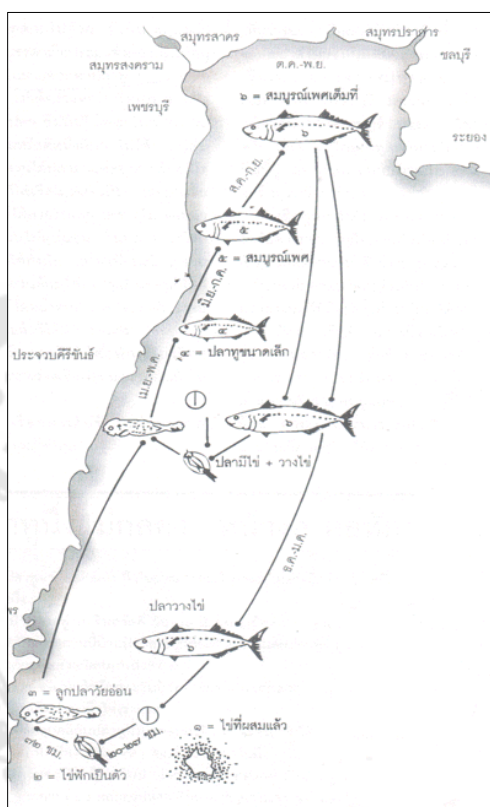
1.1 ลักษณะของปลาผิวน้ำ

ปลาผิวน้ำเป็นปลาที่อาศัยอยู่ในทะเลตั้งแต่ระดับผิวน้ำลงไปถึงระดับกลางน้ำ ออกหากินบริเวณผิวน้ำ กินอาหารจำพวกแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก มีลักษณะการอยู่อาศัยแบบรวมกันเป็นฝูง รูปร่างเพรียวและว่ายน้ำได้รวดเร็ว เคลื่อนย้ายไปมาในระยะทางไกลและชอบแสงไฟ ได้แก่ ปลากระตัก ปลาหู ปลาโอ ปลาลัง ปลาหลังเขียว ส่วนปลาผิวน้ำที่ไม่ได้นำมาบริโภค เนื่องจากคุณภาพไม่ดีหรือขนาดเล็ก ส่วนใหญ่จับได้ด้วยเครื่องมืออวนลาก เรียกว่า ปลาเบ็ด โดยปลาแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้

1. ปลากระตัก (indian anchovy) เป็นปลาทะเลอาศัยอยู่รวมเป็นฝูง ลำตัวยาวเรียว ด้านข้างแบน ท้องเป็นสัน เกล็ดบริเวณหน้าครีบท้องแข็งเป็นหนาม หัวโต จงอยปากสั้น นัยน์ตาโต ปากกว้างและเฉียงขึ้นข้างบน ครีบหลังและครีบก้นมีขนาดใกล้เคียงกัน ครีบหางลึกเป็นแฉก ครีบทูและครีบท้องมีขนาดเล็กมีแถบสีขาวคาดที่ข้างลำตัว ขนาดประมาณ 3 - 10 เซนติเมตร พบแพร่กระจายอยู่ทั่วบริเวณอ่าวไทย และบริเวณห่างฝั่งประมาณ 10 - 20 ไมล์ทะเล กินอาหารพวกแพลงก์ตอน ลูกกุ้งและเคย ส่วนใหญ่ใช้ทำน้ำปลาและปลาแห้ง (กุลภา สุพงษ์พันธุ์, 2543)

2. ปลาทู (short - bodied mackerel) เป็นปลาทะเลอาศัยอยู่รวมเป็นฝูง รูปร่างป้อมแบน หัวโต หน้าแหลม ตาค่อนข้างเล็ก เนื้อไขมันอยู่รอบนัยน์ตา ปากกว้างและเฉียงขึ้นเล็กน้อย ครีบหางเป็นแฉก ลำตัวด้านบนเป็นสีน้ำเงินปนเขียว มีจุดสีดำเรียงเป็นแถวตามสันหลัง ท้องสีขาว

เงิน อาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำและกลางน้ำและพบแพร่กระจายทั่วไปทั้งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน วางไข่ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม และเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม แหล่งวางไข่ใหญ่ที่สุด คือ บริเวณนอกฝั่งทะเลจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี ตามภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 วงจรชีวิตปลาหูช้าง

ที่มา : กุลภา สุพงษ์พันธุ์ (2543)

3. ปลาหูช้าง (round scads) เป็นปลาที่มีการกระจายทั่วไประดับน้ำลึก 20 - 70 เมตร ปลาหูช้างวางไข่ตลอดปี ช่วงที่มีการวางไข่สูงแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ เดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม และเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม แม่พันธุ์ปลาหูช้างสามารถวางไข่ในรอบปีได้ 6 ครั้ง พ่อแม่พันธุ์ปลาหูช้างที่โตเต็มที่มีความยาวระหว่าง 16.2 - 27.6 เซนติเมตร แหล่งวางไข่อยู่นอกเกาะช้างประมาณ 60 ไมล์ทะเล และนอกฝั่งชุมพรประมาณ 100 ไมล์ทะเล ปลาขนาดความยาว 5.5 - 6.5 เซนติเมตร ซึ่งมีอายุประมาณ 4 เดือน จะมีการเจริญเติบโตเข้ามาทดแทนที่ในแหล่งประมงช่วงเดือนธันวาคม - กุมภาพันธ์ และเดือนมิถุนายน - สิงหาคม (กุลภา สุพงษ์พันธุ์, 2543)

4. ปลาโอดำ (longtail tuna) เป็นปลาผิวน้ำที่ชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง ลำตัวค่อนข้างกลมและยาวเพรียวแบบรูปกระสวย ครีบหลังที่ออกจากกันเป็นสองอันและอยู่ห่างกันเพียงเล็กน้อยเท่าขนาดความยาวของตา ครีบหูยาวมาก ครีบท้องตั้งอยู่แนวเดียวกับครีบหู ครีบกันอยู่เยื้องครีบหลังอันที่สองเล็กน้อย ครีบหางใหญ่เว้าลึกเป็นรูปวงเดือน มีเกล็ดเล็กละเอียดอยู่บริเวณแนวท้อง มีจุดสีขาวกลมๆ เรียงไปตามความยาวของส่วนท้อง ครีบฝอยของครีบหลังและครีบกันมีสีเทาแกมเหลือง ปลาโอดำขนาดเล็ก มีความยาวประมาณ 40 - 70 เซนติเมตร พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปทั้งอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดชลบุรี ไล่ตียบลงไปจนถึงสงขลาและปัตตานี และทะเลอันดามัน

5. ปลาโอดาย (eastern little tuna) เป็นปลาขนาดกลางชอบว่ายและกระโดดอยู่บริเวณผิวน้ำ รูปร่างเพรียว หัวและหางเรียวเป็นกระสวย ลำบริเวณเหนือเส้นข้างตัวเป็นสีน้ำเงินเข้มและมีลวดลายสีดำเดียวกับลำตัวใต้ครีบอกมีจุดสีดำ 2 - 4 จุด ครีบทุกครีบมีสีคล้ำหรือสีขาวอยู่รวมกันเป็นฝูงใหญ่ ๆ จำนวนหลายตัว ขนาดประมาณ 25 - 50 เซนติเมตร พบในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (กุลภา สุพงษ์พันธ์, 2543)

6. ปลาลัง (indian mackerel) เป็นปลาผิวน้ำที่ชอบรวมกันเป็นฝูง มีรูปร่างคล้ายคลึงกับปลาหมาก แต่มีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย ลำตัวยาวเรียว ความยาวของหัวยาวกว่าความกว้างของลำตัว ปากกว้าง นัยน์ตามีเยื่อไขมันปกคลุมอยู่โดยรอบ ครีบหลังมี 2 อัน ครีบหางเว้าลึกเป็นรูปส้อม พื้นลำตัวมีสีน้ำเงินปนเขียวมีจุดสีดำ 2 แถวเรียงไปตามแนวสันหลัง ได้ฐานครีบล่างหลังสีดำพาดไปตามความยาวของลำตัว บริเวณฐานครีบมีสีดำข้างละจุด ขนาดประมาณ 20 - 25 เซนติเมตร พบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปทั้งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

7. ปลาหลังเขียว (sardines) เป็นปลาผิวน้ำ ชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงมีการกระจายทั่วไป กินอาหารจำพวกพืชและสัตว์ขนาดเล็ก ปลาหลังเขียวขนาดเล็กจะอาศัยอยู่ใกล้ชายฝั่งจนถึงระดับน้ำลึก 20 เมตร ส่วนปลาขนาดใหญ่อาศัยอยู่ในระดับน้ำลึกมากกว่า 20 เมตร จนถึงระดับความลึก 50 เมตร ปลาหลังเขียววางไข่ตลอดปี โดยขนาดที่เริ่มเป็นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์มีความยาว 13.3 - 18.5 เซนติเมตร ช่วงที่พบลูกปลามากมี 3 ช่วง คือ ช่วงระหว่างเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน เดือนมกราคม - มีนาคม และเดือนมิถุนายน - กรกฎาคม มีแหล่งทำการประมง บริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย คือ บริเวณรอบ ๆ เกาะช้าง เกาะกูด จนถึงจังหวัดระยอง บริเวณกันอ่าวไทย ได้แก่ บริเวณจังหวัดสมุทรปราการ จนถึงจังหวัดเพชรบุรี ส่วนฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย คือ บริเวณอ่าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี อ่าวสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช ลงไป

ในทางใต้จนถึงปัตตานี และบริเวณกลางอ่าวไทย หน้าอ่าวจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร ที่ระดับน้ำลึกมากกว่า 45 เมตรขึ้นไป (กุลภา สุพงษ์พันธุ์, 2543)

8. ปลาสี่กุนดาโต (big-eye scad) เป็นปลาที่อยู่รวมกันเป็นฝูง อาศัยตามผิวน้ำและกลางน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล มีรูปร่างเรียวยาวและค่อนข้างกลม ปากกว้าง จะงอยปากแหลม เกิดตามลำตัวเล็ก นัยน์ตาโตมาก ครีบหูยาวปลายแหลม ครีบหางแฉกเล็ก ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำเงิน ด้านท้องสีขาว มีเกล็ดใหญ่เรียงนูนเป็นสันตั้งแต่กลางลำตัวจนถึงโคนหางข้างละ 1 แถว มีพื้นละเอียดบนขากรรไกรบนและล่าง และมีแถบสีเหลืองพาดตามความยาวลำตัว ขนาดความยาวประมาณ 15 - 23 เซนติเมตร (กรมประมง, 2530)

9. ปลาอินทรี (king mackerel) เป็นปลาขนาดเล็กจะหากินตามแนวชายฝั่ง แต่เมื่อเจริญเติบโตจะอพยพไประดับน้ำลึกขึ้น มีขนาดประมาณ 30 - 39 เซนติเมตร จะหากินอาหารอยู่ในระดับน้ำลึกตั้งแต่ 3 เมตรขึ้นไป และวางไข่ตลอดทั้งปี ช่วงวางไข่สูงจะอยู่ระหว่างเดือนมีนาคม - เมษายน และเดือนกรกฎาคม - กันยายน อาหารของปลาอินทรีเป็นพวกกุ้ง หมีก ปลากระตัก ปลาหลังเขียวและปลาสี่กุนดา กินอาหารตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน แหล่งทำการประมงพบทั่วไปตลอดแนวชายฝั่งอ่าวไทย สามารถทำการประมงได้ตลอดทั้งปี (กุลภา สุพงษ์พันธุ์, 2543)

10. ปลาน้ำดอกไม้ (barracudas) เป็นปลาที่มีรูปร่างยาวเรียว ปากกว้าง จะงอยปากแหลม ขากรรไกรล่างยื่นยาวกว่าขากรรไกรบน มีฟันเขี้ยว ช่องปากสีเหลือง กระดุกแก้มอันแรกมีเหลี่ยมรูปมูมจาก ครีบหลังอันแรกสีเทาปนสีเหลือง ครีบหู ครีบกัน ครีบหลังอันที่ 2 และครีบหางสีเหลืองแต่ครีบท้องสีขาว ลำตัวสีเหลืองอ่อน ท้องสีขาวเงิน ขนาดประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร พบแพร่กระจายอยู่บริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

11. ปลาแข็งไก่ (hardtail scad) เป็นปลาทะเลจำพวกหางแข็งชนิดหนึ่ง ลำตัวเรียวยาวคล้ายกระสวย หัวค่อนข้างแหลม ตากลมโต ปากกว้าง หางยาวเรียวและคอด บริเวณโคนหางมีลักษณะคล้ายขาไก่ หรือแข็งไก่ ครีบหลังและครีบกันมีครีบฝอย ครีบหูเรียวยาวโค้งคล้ายเคียว ลำตัวสีน้ำตาลปนเขียว หลังสีเขียวเข้ม ท้องสีขาวเงิน ขนาดประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร อาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำและกลางน้ำ พบได้ทั่วไปบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

12. ปลาสำลี (black banded kingfish) เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีรูปร่างค่อนข้างเรียวยาว ลำตัวแบนข้างเล็กน้อย จะงอยปากหุ้ม ปากกว้าง พื้นเล็กแหลมบน ขากรรไกรทั้งสองข้าง ครีบหลังอันแรกเป็นก้านครีบแข็ง 5 - 7 อัน ครีบหางหลังอันที่ 2 มีก้านครีบแข็งเพียง 1 อัน ตัวครีบยาว ครีบหูสั้น ครีบหางเว้าลึกปลายแยกเป็นแฉก ครีบทุกครีบมีสีเทา ลำตัวมีสีน้ำตาลปนเทา เทาปนน้ำเงิน เมื่อยังเล็กจะมีแถบใหญ่ 6 แถบ พาดขวางลำตัว ขนาดประมาณ

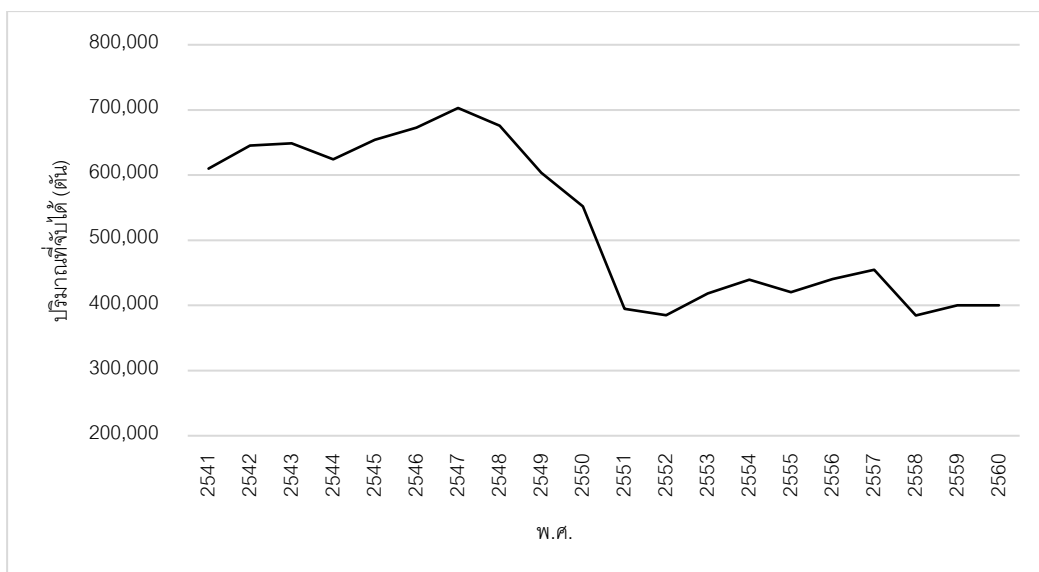
30 - 40 เซนติเมตร พบบริเวณกลางน้ำและพื้นที่ท้องทะเล เช่น อ่าวจังหวัดระยอง ประจวบคีรีขันธ์ ภูเก็ต ระนอง ตรัง

13. ปลาจะละเม็ดดำ (black pomfret) เป็นปลาทะเลที่มีรูปร่างคล้ายปลาจะละเม็ดขาว แตกต่างกันที่สีและคอดหางของปลาชนิดนี้เป็นสัน ครีบหางใหญ่และเว้าเล็กน้อย ครีบหูยาว เรียวคล้ายขนของหางไก่ตัวผู้ ลำตัวมีสีเทาปนน้ำตาล ขอบครีบหลัง ครีบกันและครีบหางมีสีดำ ขนาดประมาณ 17 - 40 เซนติเมตร พบบริเวณชายฝั่งและปากแม่น้ำทั่วไปในอ่าวไทย

14. ปลาจะละเม็ดขาว (silver pomfret) เป็นปลาทะเลซึ่งมีรูปร่างค่อนข้างป้อม สันเกือบเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ลำตัวด้านข้างแบน หัวป้อมสั้น ตาค่อนข้างเล็ก จะงอยปากสั้น ทู่ ปากเล็กและเฉียงขึ้น ครีบหลังและครีบกันมีความยาวของฐานเท่ากัน ครีบหางเว้า และปลายทั้งสองเรียวยาวเป็นรยางค์ ครีบหูยาว ปลาที่โตเต็มวัยจะไม่มีครีบท้อง เกล็ดเล็กบางและหลุดง่าย สันหลังสีเทาปนสีขาวยเงิน ส่วนที่อยู่ใต้ลงมาจะมีสีจางลง บริเวณท้องจะมีสีขาวยเงิน ปลายของครีบท้องมีแถบสีดำ ครีบอื่น ๆ สีเหลือง ขนาดประมาณ 17 - 50 เซนติเมตร ปลาจะละเม็ดขาวจะหากินอยู่ตามพื้นหน้าดินที่มีน้ำใส พื้นเป็นทรายปนโคลน อยู่รวมกันเป็นฝูง บางครั้งเข้าไปหากินบริเวณแหล่งน้ำกร่อย พบแพร่กระจายอยู่บริเวณอ่าวไทย โดยเฉพาะบริเวณหมู่เกาะอ่างทอง และแถบชายฝั่งทะเลอันดามัน (กรมประมง, 2530)

1.2 สถิติการจับและมูลค่าปลาผิวน้ำ

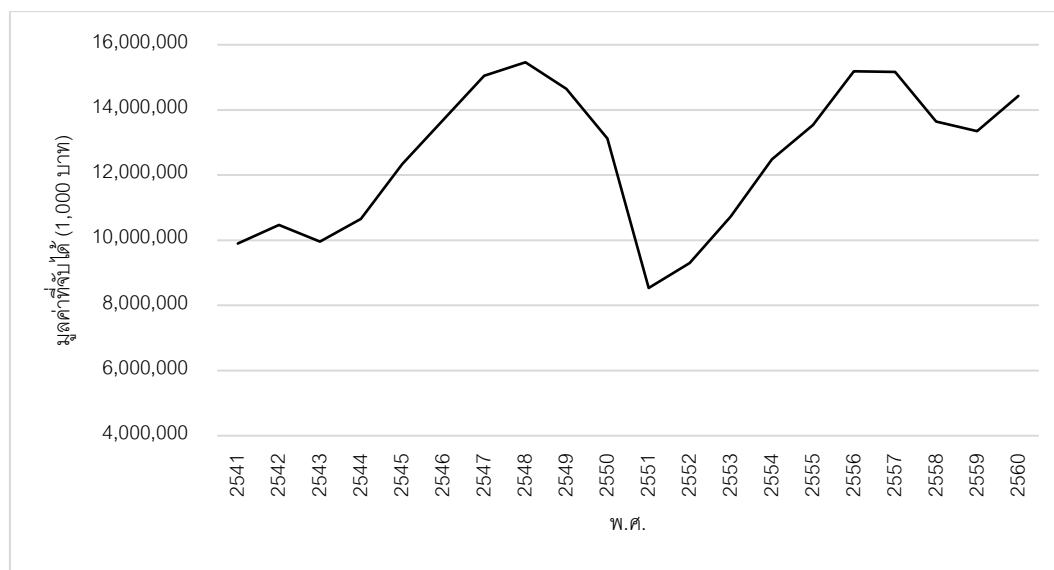
จากสถิติการทำประมงจับสัตว์น้ำ จำแนกตามชนิดปลาผิวน้ำบริเวณอ่าวไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 - 2560 ระยะเวลา 20 ปี พบว่าปริมาณการจับปลาผิวน้ำมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 จนถึง พ.ศ. 2547 จากปริมาณ 609,859 ตัน เพิ่มขึ้นเป็น 702,996.00 ตัน และต่อมาใน พ.ศ. 2548 ปริมาณการจับปลาผิวน้ำลดลงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งใน พ.ศ. 2560 มีปริมาณการจับได้ทั้งหมด 400,349 ตัน ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ปริมาณการจับปลาผิวน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 - 2560

ที่มา : กรมประมง (2562)

ส่วนมูลค่าการจับปลาผิวน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 - 2560 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสวนทางกลับปริมาณปลาที่จับได้ เนื่องจากปริมาณการจับปลาที่ลดลง ทำให้ปลามีราคาที่สูงขึ้นตามหลักการทางเศรษฐศาสตร์ จะเห็นได้ว่า พ.ศ. 2541 มีมูลค่าการจับปลาผิวน้ำ 9,901,435,000 บาท จากปริมาณที่จับได้ 609,859 ตัน คิดมูลค่าต่อตัน เท่ากับ 16,235 บาท ในขณะที่ พ.ศ. 2560 มีมูลค่าการจับปลาผิวน้ำ 14,433,984,000.00 บาท จากปริมาณที่จับได้ 400,349 ตัน คิดมูลค่าต่อตัน เท่ากับ 36,053 บาท ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 มูลค่าการจับปลาผิวน้ำ ตั้งแต่ พ.ศ. 2541 - 2560

ที่มา : กรมประมง (2562)

1.3 สถานการณ์การทำประมงทะเลของไทย

กรมประมง ได้กล่าวถึงการทำการประมงทะเลของไทย เริ่มพัฒนาตั้งแต่ พ.ศ. 2503 โดยเริ่มใช้เครื่องมือประมงอวนลากที่ทันสมัยมีการขยายพื้นที่ทำการประมงห่างฝั่งออกไป และทำการประมงในทะเลหลวงอย่างเสรี ทำให้จับสัตว์น้ำได้เพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งใน พ.ศ. 2508 เริ่มออกไปทำการประมงในน่านน้ำของต่างประเทศ โดยเป็นการขออนุญาตเข้าไปทำการประมงในรูปแบบต่าง ๆ ต่อมาใน พ.ศ. 2520 ประเทศเพื่อนบ้านเริ่มประกาศเขตเศรษฐกิจจำเพาะ (EEZ) ส่งผลให้พื้นที่ทำการประมงลดลง ใน พ.ศ. 2537 หลายประเทศเริ่มไม่อนุญาตให้เรือประมงต่างชาติเข้าไปในน่านน้ำบางประเทศ หากจะเข้าไปทำการประมงก็ต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบที่กำหนดอย่างเคร่งครัด ทำให้ผลผลิตจากการจับลดลงอย่างต่อเนื่อง และมีผลต่อเนื่องไปสู่การทำประมงโดยไม่ถูกกฎหมาย ขาดการรายงาน และไร้การควบคุม (IUU Fishing) (กรมประมง, 2560) ทำให้ปัจจุบันปริมาณและมูลค่าการจับสัตว์น้ำจากการทำการประมงในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2553 - 2562) มีแนวโน้มลดลง โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 1.20 ต่อปี (กลุ่มสถิติการประมง, 2564) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เร่งฟื้นฟูทรัพยากรประมง เช่น การสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยให้สัตว์น้ำ และการแก้ปัญหาการทำประมงทะเลอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

2. ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล

ปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล ส่งผลต่อการอยู่อาศัยและการกระจายของปลาผิวน้ำที่อาศัยอยู่ในทะเล พิจารณาแบ่งได้ 3 ประเภท มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ลักษณะการแบ่งเขตสภาพแวดล้อมในทะเล

สภาพแวดล้อมในทะเลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 เขตใหญ่ (สุวัจน์ ธีรยุทธ, 2557) ดังภาพประกอบ 6 คือ

1. สภาพแวดล้อมในทะเล (pelagic environment) แบ่งออกได้เป็น 2 เขต

1.1 เขตไหล่ทวีป (neritic province) เป็นเขตตั้งแต่บริเวณชายฝั่งไปจนถึงระดับความลึกไม่เกิน 200 เมตร

1.2 เขตทะเลลึก (oceanic province) เป็นเขตที่อยู่ในระดับความลึกมากกว่า 200 เมตร

2. สภาพแวดล้อมบริเวณพื้นทะเล (benthic environment) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 เขต

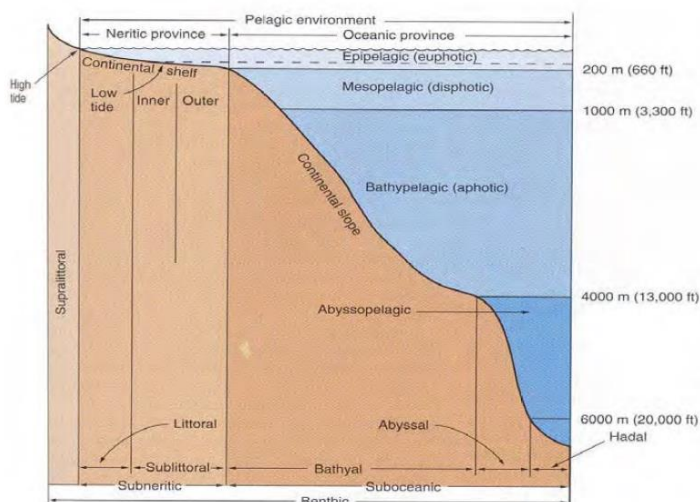
2.1 เขตย่อยไหล่ทวีป (subneritic province) เป็นเขตตั้งแต่แนวระดับน้ำขึ้นสูงสุดในช่วงน้ำเกิด ลงไปจนถึงระดับความลึก 200 เมตร ส่วนใหญ่จะครอบคลุมพื้นที่ในไหล่ทวีป (continental shelf)

2.2 เขตย่อยทะเลลึก (suboceanic province) แบ่งออกได้เป็น 2 เขต

2.2.1 บาริซอล (bathyal zone) เป็นเขตแนวความลึกตั้งแต่ 200 เมตร ถึง 4,000 เมตร มักจะครอบคลุมอยู่ในเขตลาดทวีป (continental slope)

2.2.2 อบิซซอล (abyssal zone) เป็นเขตแนวความลึกตั้งแต่ 4,000 เมตร ถึง 6,000 เมตร

2.2.3 ฮาเดล (hadal) เป็นเขตแนวความลึกที่ลึกกว่า 6,000 เมตร รวมถึงหุบเหว (trench) บริเวณเขตไหล่ทวีป



ภาพประกอบ 6 การแบ่งสภาพแวดล้อมในทะเล

ที่มา : H.V. Thurman & A.P. Trujillo (2002)

การศึกษานี้จะศึกษาเฉพาะในบริเวณตั้งแต่ชายฝั่งไปจนถึงระดับความลึกไม่เกิน 200 เมตร เนื่องจากลักษณะการอยู่อาศัยของปลาผิวน้ำจะอาศัยอยู่ในระดับผิวน้ำลงไปถึงระดับกลางน้ำ

2.2 คุณสมบัติของน้ำทะเล

2.2.1 อุณหภูมิและการกระจายของอุณหภูมิในทะเล

น้ำมีความจุความร้อนจำเพาะ (specific heat) สูงเมื่อเทียบกับสารอื่นๆ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิในน้ำทะเลจะเป็นไปอย่างช้าๆ แม้ทะเลจะมีพื้นที่ผิวสำหรับรองรับแสงมากมายมหาศาลก็ตาม อุณหภูมิของน้ำทะเลในระดับผิวน้ำจะมีค่าสูงกว่าระดับที่ลึกส่งผลให้มีการหมุนเวียนของน้ำในแนวตั้งเกิดขึ้น พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ส่องลงบนผิวน้ำทะเล จะผันแปรไปตามฤดูกาล ละติจูด และลักษณะภูมิประเทศ ทำให้การกระจายของอุณหภูมิบริเวณผิวน้ำทะเลทั่วโลกแตกต่างกัน ยกเว้นในแถบขั้วโลกและเขตร้อนความแตกต่างของอุณหภูมิมีน้อยมาก ตามปกติแล้วอุณหภูมิของน้ำทะเลจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนองศาของละติจูดลดลง ทั้งนี้ เพราะอิทธิพลของความร้อนที่ท้องทะเลได้รับจากดวงอาทิตย์ ส่วนอุณหภูมิของน้ำทะเลที่เย็นที่สุดจะปรากฏอยู่บริเวณขั้วโลก ซึ่งจะมีอุณหภูมิต่ำกว่า -1.8 องศาเซลเซียส แต่ในบริเวณแนวศูนย์สูตรจะมีค่าประมาณ 27 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามในแนวเขตศูนย์สูตรบางแห่งอุณหภูมิของน้ำทะเลอาจจะสูงมากกว่าที่กล่าวมา เช่น บริเวณอ่าวเปอร์เซียจะสูงถึง 32 องศาเซลเซียส

เป็นต้น สำหรับบริเวณซีกโลกใต้อุณหภูมิของน้ำทะเลจะต่ำสุดในทุ่งน้ำแข็งที่อยู่ติดกับทวีปแอนตาร์กติกา

การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำทะเลในแต่ละวันจะดำเนินไปอย่างช้าๆ ในแต่ละฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทะเลจึงปรากฏขึ้นน้อยมาก คือ ประมาณ 0.5 องศาเซลเซียสหรืออาจจะน้อยกว่านั้น ในเขตละติจูดสูง ความผันแปรของอุณหภูมิผิวน้ำจะอยู่ระหว่าง 6 - 8 องศาเซลเซียส แต่ในเขตร้อน (ละติจูดต่ำ) จะผันแปรอยู่ระหว่าง 1 - 4 องศาเซลเซียส

กระแสน้ำจะเป็นตัวการที่ช่วยทำให้อุณหภูมิพื้นผิวน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง การที่กระแสน้ำอุ่นไหลจากเขตละติจูดต่ำขึ้นไปยังเขตละติจูดสูง จะทำให้อุณหภูมิของน้ำที่ไหลผ่านสูงขึ้นในทางตรงกันข้าม ในบริเวณที่มีกระแสน้ำเย็นไหลผ่านจะทำให้อุณหภูมิจากน้ำพื้นผิวดินต่ำลง ดังนั้น ในเขตละติจูดสูงหรือละติจูดกลางที่มีกระแสน้ำอุ่นไหลผ่านจึงทำให้อุณหภูมิของน้ำอุ่นขึ้นแต่ในเขตละติจูดต่ำ ถ้าหากมีกระแสน้ำเย็นไหลผ่านทำให้อุณหภูมิจากน้ำทะเลลดลง

การแพร่กระจายของอุณหภูมิในแนวตั้ง

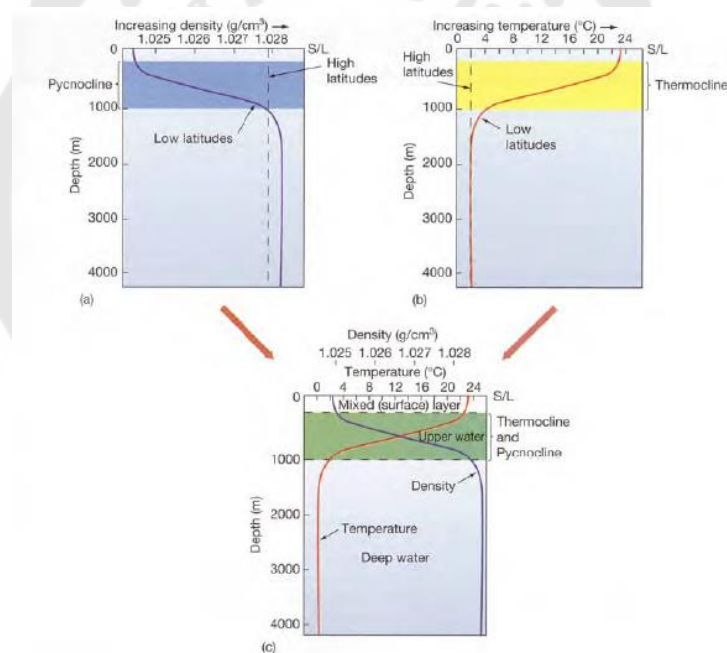
การกระจายอุณหภูมิของน้ำทะเลในแนวตั้ง ตามปกติแล้วอิทธิพลของความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์จะทำให้ น้ำทะเลร้อนเฉพาะบริเวณพื้นผิวน้ำเท่านั้น จึงมีผลทำให้น้ำทะเลที่อยู่ลึกลงไปมีอุณหภูมิต่ำลง ขบวนการนำพาความร้อนและการกระทำของคลื่นจะทำให้ความร้อนกระจายลงไปลึกกว่า 15 - 16 เมตร และจะปรากฏเด่นชัดมากในช่วงฤดูร้อน

น้ำทะเลสามารถแบ่งออกได้เป็นชั้นๆ เช่นเดียวกับบรรยากาศที่หุ้มห่อโลก โดยใช้ อุณหภูมิและส่วนประกอบทางเคมีเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ตามปกติแล้วอุณหภูมิบริเวณพื้นผิวของน้ำทะเลจะสูง และจะค่อยๆ ลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ความร้อนที่พื้นผิวน้ำทะเลได้รับมาจากดวงอาทิตย์และบรรยากาศ ในเขตละติจูดต่ำอุณหภูมิของน้ำจะสูงตลอดทั้งปี ส่วนในเขตละติจูดกลางจะมีค่าสูงในฤดูร้อน คลื่นในท้องทะเลจะเป็นตัวช่วยในการกระจายความร้อนที่ปรากฏอยู่ตามพื้นผิวให้แผ่กระจายลึกลงไป โดยทั่วไปสามารถจำแนกชั้นน้ำตามการกระจายของอุณหภูมิตามระดับความลึกในมหาสมุทรได้เป็น 3 ชั้น คือ

1. ชั้นอีพิลิมเนียน (epilimnion) มีความหนาประมาณ 50 - 280 เมตร จากผิวน้ำ อุณหภูมิของน้ำในชั้นนี้จะไวต่อการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะแถวละติจูดกลาง ทั้งนี้เพราะมีการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างผิวน้ำและบรรยากาศเกิดขึ้น เช่น การระเหย ฝนตก โดยปกติแล้วชั้นนี้มีอุณหภูมิสูง เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลเพราะว่าในชั้นนี้มีการผสมที่เกิดจากลมค่อนข้างสูง เราอาจเรียกน้ำชั้นนี้อีกอย่างหนึ่งว่า ชั้นผสม (mixed layer)

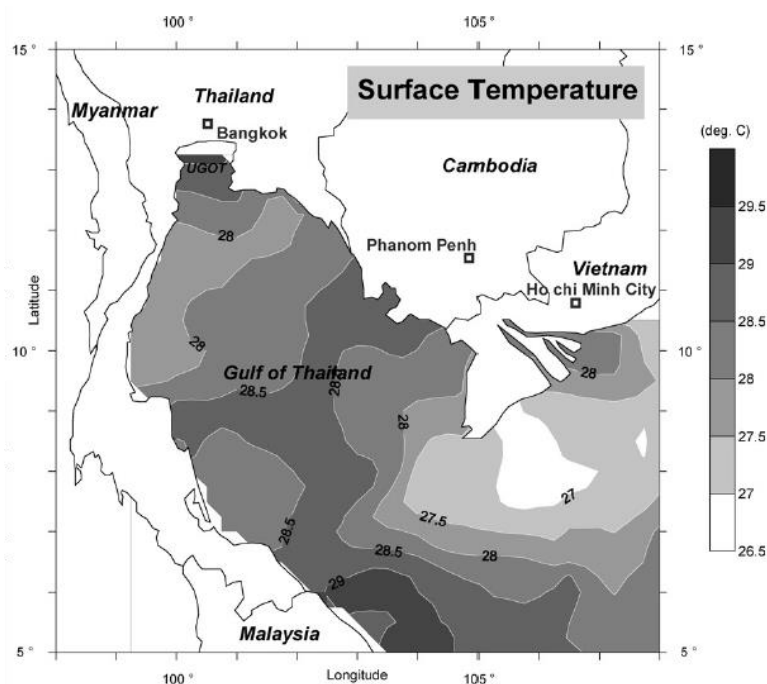
2. ชั้นเทอร์โมไคลด์ (thermocline) เป็นบริเวณถัดลงมาจากชั้นแรก เป็นชั้นที่อุณหภูมิของน้ำลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย น้ำในชั้นนี้มีลักษณะคงตัว (stability) สูงจึงมีสภาพคล้ายเป็นตัวกั้น (barrier) ไม่ให้น้ำชั้นบนผสมกับน้ำชั้นล่างที่อยู่ลึก ๆ ได้สะดวก ในบริเวณละติจูดต่ำและละติจูดกลางจะมีชั้นเทอร์โมไคลด์ (thermocline) อยู่ตลอดปี ที่ระดับความลึกประมาณ 280 - 1,000 เมตร

3. ชั้นไฮโปลิมนเนียน (hypolimnion) เป็นบริเวณที่อยู่ใต้ชั้นเทอร์โมไคลด์ลงไปจนถึงพื้นทะเล อุณหภูมิของน้ำจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ หรือเกือบคงที่จนถึงพื้นทะเล ยกเว้นในบางบริเวณที่มีเหวทะเล (trench) ซึ่งความร้อนจากภายในโลกสามารถแพร่กระจายออกมาได้ ทำให้อุณหภูมิของน้ำกลับสูงขึ้นอีก โดยจะมีพิสัยของอุณหภูมิเฉลี่ยราว 0 - 5 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบ 7 แสดงการแพร่กระจายของอุณหภูมิและความหนาแน่นตามความลึก

ที่มา : H.V. Thurman & A.P. Trujillo (2002)



ภาพประกอบ 8 อุณหภูมิน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย

ที่มา : Pramot Sojisuporn, Morimoto A., and Yanagi Tetsuo (2010)

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าอุณหภูมิน้ำทะเลมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิเป็นไปอย่างช้าๆ โดยที่ในระดับน้ำที่ลึกอุณหภูมิจะต่ำกว่าบริเวณผิวน้ำทะเล และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงตามการระเหย และฝนตก อุณหภูมิน้ำทะเลจะผันแปรไปตามฤดูกาล ละติจูด และลักษณะภูมิประเทศ ในเขตร้อนจะผันแปรอยู่ระหว่าง 1 - 4 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยจะอยู่ในช่วง 26 - 30 องศาเซลเซียส ตามภาพประกอบ 8 ซึ่งอุณหภูมียังสัมพันธ์ต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในทะเล เพราะอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต ขบวนการเมตาโบลิซึมและการกระจายของสิ่งมีชีวิตในทะเล ตลอดจนพฤติกรรมต่างๆ ดังนั้น ถ้าหากอุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

2.3 แหล่งอาหารของสัตว์ทะเล

2.3.1 คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

คลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a) เป็นสารก่อก่อสี ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการสังเคราะห์แสง พบในแพลงก์ตอน ประโยชน์ของแพลงก์ตอนที่สำคัญคือ เป็นอาหารของสัตว์น้ำ จึงเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่น่ามาใช้เป็นตัวชี้วัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งประมง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำการประมง (กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และคณะ, 2560)

แพลงก์ตอน หมายถึง สิ่งมีชีวิตทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ และแบคทีเรีย ที่ล่องลอยตามกระแสน้ำในมหาสมุทร สิ่งมีชีวิตแต่ละตัว เรียกว่า แพลงก์เตอร์ (plankter) แพลงก์ตอนที่ล่องลอยตามกระแสน้ำนี้ได้หมายความว่าแพลงก์ตอนทุกชนิดไม่สามารถว่ายน้ำได้ บางชนิดก็สามารถว่ายน้ำและสามารถเคลื่อนที่ในแนวตั้งได้ แพลงก์ตอน บางชนิดสามารถสังเคราะห์แสงได้ เรียกว่า ไฟโทแพลงก์ตอน (phytoplankton) บางชนิดเป็นสัตว์ เรียกว่า แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) แพลงก์ตอน ยังรวมถึงแบคทีเรียที่อาศัยอิสระ เรียกว่า แบคทีเรียแพลงก์ตอน (bacterioplankton) แพลงก์ตอนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งแวดล้อมในทะเล เนื่องจากแพลงก์ตอนในมหาสมุทรถือเป็นแหล่งมวลชีวภาพ (biomass) ที่สำคัญของโลก แพลงก์ตอนมีขนาดต่างกัน แพลงก์ตอนที่มีขนาดใหญ่ เรียกว่า ไมโครแพลงก์ตอน (macroplankton) มีขนาดตั้งแต่ 2 - 20 เซนติเมตร และแพลงก์ตอนขนาดเล็กมาก เรียกว่า พิคโอแพลงก์ตอน (picoplankton) มีขนาดตั้งแต่ 0.2 - 2 ไมครอน ทั้งแพลงก์ตอนประเภท ไฟโทแพลงก์ตอน แพลงก์ตอนสัตว์ และแบคทีเรียแพลงก์ตอน มีทั้งที่เป็นแพลงก์ตอนตลอดชีวิต เรียกว่า โฮโลแพลงก์ตอน (holoplankton) แต่แพลงก์ตอนบางชนิดมีเพียงช่วงหนึ่งของวงจรชีวิตที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน เรียกว่า ไมโครแพลงก์ตอน (meroplankton) (สุวัจน์ ธีญรฐ, 2557)

ปัจจัยที่ควบคุมขอบเขตการสร้างกำลังผลิตเบื้องต้นในมหาสมุทร

1. ปริมาณธาตุอาหาร การกระจายของแพลงก์ตอนพืชทุกพื้นที่ในมหาสมุทรขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เหล็ก และซิลิโคน ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในมหาสมุทร บริเวณที่มีปัจจัยทางกายภาพเหมาะสมและมีปริมาณธาตุอาหารมากจะทำให้กำลังผลิตในทะเลมากขึ้นตามไปด้วย การชะล้างบนพื้นดินเป็นการนำเอาธาตุอาหารในรูปแบบต่างๆ ลงสู่ทะเล ความเข้มข้นของธาตุอาหารจะมากในบริเวณไหล่ทวีปและลดลงตามระยะทางเมื่อออกสู่ทะเลเปิด ส่วนการกระจายของสิ่งมีชีวิตก็มีรูปแบบเช่นเดียวกับธาตุอาหาร

2. ปริมาณแสง การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากปราศจากแสง โดยระดับความลึกที่มีปริมาณการสังเคราะห์แสงเท่ากับการหายใจ เขตที่มีแสงเข้ม (euphotic zone) ในทะเลเปิด จะมีจุดระดับความลึกที่มีปริมาณการสังเคราะห์แสงเท่ากับการหายใจ อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 100 เมตร ส่วนในเขตชายฝั่งจะมีจุดระดับความลึกที่มีปริมาณการสังเคราะห์แสงเท่ากับการหายใจ อยู่ที่ระดับความลึกต่ำกว่า 20 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณชายฝั่งมีค่าความขุ่นสูงทำให้จำกัดปริมาณแสงที่ส่งลงไปใต้น้ำในเขตทะเลเปิดและบริเวณชายฝั่ง ข้อจำกัดปัจจัยเกิดจากปริมาณธาตุอาหารและปริมาณแสงมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ

ในทะเลเปิด แสงสามารถส่องลงไปได้ลึกแต่มีปริมาณธาตุอาหารน้อย ส่วนในบริเวณชายฝั่งมีปริมาณธาตุอาหารมากแต่ปริมาณแสงส่องลงไปได้น้อยกว่า หากในทุกพื้นที่ของมหาสมุทร มีสภาพแวดล้อมที่เชื่อว่าจะมีสิ่งมีชีวิตกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอในทุกพื้นที่ สภาพแวดล้อมในทะเลโดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งพบการกระจายของสิ่งมีชีวิตอยู่อย่างหนาแน่น แม้ว่าจะมีความผันแปรทางสภาพแวดล้อม เช่น ความลึกของน้ำ อุณหภูมิและความเค็ม ที่มีมากกว่าในทะเลเปิด ในทะเลที่มีความवलชีวภาพสูงมักจะพบในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้ เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำ มีปริมาณของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ละลายได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์มีมากก็จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

กำลังผลิตในมหาสมุทรเขตร้อน บริเวณทะเลเปิดในเขตร้อน ดวงอาทิตย์ทำมุมตั้งฉากทำให้แสงส่องลงไปได้ลึกกว่าในเขตขั้วโลกและเขตอบอุ่น แม้จะได้รับแสงตลอดปี แต่กำลังผลิตในเขตนีกลับมีค่าต่ำเนื่องจากมีชั้นเทอร์โมไคลด์แบบถาวร (permanent thermocline) เกิดขึ้นทำให้เกิดการแบ่งชั้นของน้ำ (stratification) ทำให้มวลของน้ำชั้นล่างที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ไม่สามารถกลับขึ้นมาผสมกับน้ำในระดับผิวน้ำได้ ในแนวละติจูดประมาณ 20 องศาเหนือและองศาใต้ ช่วงฤดูหนาวมีระดับความเข้มข้นของฟอสเฟตและไนเตรท มีค่าต่ำกว่า 1/100 ของความเข้มข้นในเขตอบอุ่น ในเขตร้อนจะมีความเข้มข้นของธาตุอาหารมากในระดับความลึกต่ำกว่า 150 เมตร และมีความเข้มข้นสูงสุดในช่วงความลึก 500 - 1,000 เมตร ดังนั้นในเขตร้อนจะมีข้อจำกัดในเรื่องธาตุอาหาร ซึ่งแตกต่างจากเขตขั้วโลกที่มีข้อจำกัดในเรื่องของแสง

โดยทั่วไปกำลังผลิตเบื้องต้นในเขตร้อนจะมีความคงที่แต่อยู่ในระดับต่ำ กำลังผลิตต่อปี ในมหาสมุทรเขตร้อนจะมีเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของมหาสมุทรในแถบอบอุ่น ยกเว้นเพียงบางพื้นที่ที่มีกำลังผลิต (สุวัจน์ ธีรธร, 2557)

สรรคีย์ กลิ่นดาว (2550) กล่าวว่าแพลงก์ตอนทุกประเภทที่อยู่ในน้ำจะประกอบด้วยสารก่อกอสีคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll-a) ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และคลอโรฟิลล์ เอ ยังเป็นตัวแทนของส่วนประกอบอินทรีย์ของน้ำที่มีปฏิกิริยาต่อแสงที่ซับซ้อน เนื่องจากมีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่แตกต่างกัน ทำให้การบันทึกค่าการสะท้อนแสงจากทะเลมหาสมุทรหรือแหล่งน้ำในแผ่นดินสามารถประเมินและประมาณปริมาณและชนิดของแพลงก์ตอนได้ จึงสามารถนำมาวิเคราะห์แหล่งที่อยู่อาศัยและการกระจายของปลาผิวน้ำได้

3. แนวคิดการรับรู้ระยะไกลเพื่อการจัดการทรัพยากรทางทะเล

3.1 ความหมายของการรับรู้ระยะไกล

การรับรู้ระยะไกล หมายถึง การรับรู้ข้อมูลในระยะไกลผ่านเครื่องมือ โดยผู้รับข้อมูลไม่ได้สัมผัสกับวัตถุนั้น ๆ โดยตรง เครื่องมือที่ใช้วัดบันทึกข้อมูล เช่น กล้องถ่ายรูป เครื่องวัดรังสีค่าสะท้อน เครื่องวัดคลื่นความร้อน เครื่องกราดภาพ เลเซอร์ เครื่องคลื่นวิทยุ เป็นต้น นำไปติดตั้งกับเครื่องบิน ยานอวกาศ หรือดาวเทียมที่ถูกส่งไปอยู่เหนือผิวโลก สามารถเห็นพื้นที่ในบริเวณกว้าง จากนั้นเครื่องจะทำการรับและบันทึกข้อมูลในรูปของสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) ซึ่งเป็นพลังงานที่สะท้อนจากวัตถุที่ผิวโลกที่แพร่กระจายออกไป (emission) สู่อวกาศ แล้วนำเอาสัญญาณเหล่านี้มาแปลงเป็นข้อมูลในเชิงตัวเลขที่มีการปรับแก้ค่าความผิดพลาดต่าง ๆ จึงสามารถนำมาวิเคราะห์ได้

ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล มีคุณสมบัติ 4 ประการ

1. คุณสมบัติเชิงคลื่น (spectral characteristics) เป็นข้อมูลที่มีการบันทึกตามคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติเชิงคลื่นที่สามารถแยกแยะวัตถุได้แตกต่างกัน
2. คุณสมบัติเชิงพื้นที่ (spatial characteristics) สามารถให้รายละเอียดของวัตถุหรือสิ่งปกคลุมดินได้แตกต่างกัน หรือเป็นข้อมูลที่มีมาตราส่วนหลายระดับ (ศุทธิณี ดนตรี, 2549)
3. คุณสมบัติเชิงรังสี (radiometric characteristics) ความสามารถของระบบการรับรู้ระยะไกลเพื่อแยกแยะความแตกต่างในรายละเอียดของความเข้มของพลังงานการแผ่รังสีจากเป้าหมาย ณ เครื่องมือตรวจวัด (ศุทธิณี อ่องสมหวัง, 2560)
4. คุณสมบัติตามช่วงเวลา (temporal characteristics) สามารถบันทึกข้อมูลหลายช่วงเวลา (ศุทธิณี ดนตรี, 2549)

3.2 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงเลข

ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงเลขมีกระบวนการสำคัญ (ศุทธิณี อ่องสมหวัง, 2560) โดยมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

1. การประมวลผลเบื้องต้น (preprocessing) การประมวลผลเบื้องต้นประกอบด้วย การดำเนินการเพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป โดยทั่วไปการประมวลผลเบื้องต้นจะเกี่ยวข้องกับการแก้ไขหรือชดเชยความผิดพลาดอย่างเป็นระบบของข้อมูล 3 ด้าน ประกอบด้วย (1) การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล (2) การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงรังสี และ (3) การปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิต

การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล ได้แก่ การแสดงผลข้อมูลแบบง่ายหรือสรุปผลที่ได้จากการตรวจสอบคุณลักษณะและคุณภาพของข้อมูล ผลการดำเนินงานจะเป็นรายงานผล

เกี่ยวกับฮิสโตแกรม (histogram) สแกตเตอร์โแกรม (scatterograms) หรือสรุปผลค่าทางสถิติที่นำไปใช้ในการประเมินคุณภาพของข้อมูลภาพ รวมทั้งการกำหนดรูปแบบการประมวลเบื้องต้นที่ตามมา (ถ้ามี)

การปรับแก้ความผิดพลาดทางการวัดรังสีเป็นการชดเชยความผิดพลาดการวัดรังสี (radiometric errors) ซึ่งเกิดจากความบกพร่องในการทำงานของเครื่องมือตรวจวัด การดูดซับและการกระเจิงในบรรยากาศ การผันแปรของการสแกนภาพและความสว่างของภาพ สัญญาณรบกวนของระบบ เป็นต้น

การปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตจะเน้นความผิดพลาดในเรื่องตำแหน่งทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพ ความผิดพลาดทางเรขาคณิต (geometric errors) เป็นความผิดพลาดทางตำแหน่งของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพที่ใช้แสดงรูปลักษณะทางภาคพื้นดินและความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์จริงของข้อมูลภาพที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก ผลที่ได้รับจากการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิต คือ ตำแหน่งของจุดภาพจะถูกย้ายเข้าสู่ตำแหน่งจริงทางภาคพื้นดิน

2. การสกัดรูปลักษณะ (แบนด์) (feature (band) extraction) หลังจากทำการประมวลภาพเบื้องต้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว นักวิเคราะห์ภาพอาจทำการสกัดรูปลักษณะ เพื่อลดมิติของข้อมูล การสกัดรูปลักษณะเป็นกระบวนการแยกส่วนประกอบที่มีประโยชน์มากที่สุดของข้อมูล สำหรับใช้ศึกษาเพิ่มเติม ในขณะเดียวกัน จะทำการขจัดข้อมูลที่มีประโยชน์น้อยทิ้งไป (ความผิดพลาด สัญญาณรบกวน อื่น ๆ) การสกัดรูปลักษณะช่วยลดจำนวนของตัวแปรที่ต้องถูกทดสอบ ทำให้สามารถประหยัดเวลาและทรัพยากร

3. การประมวลผลข้อมูลภาพ (image processing) การประมวลผลข้อมูลภาพ จะทำการประมวลผลข้อมูลเชิงเลขจากข้อมูลภาพหนึ่งภาพหรือมากกว่าเพื่อก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการ

4. การประเมินความถูกต้อง (accuracy assessment) หลังการประมวลผลเสร็จสมบูรณ์ จำเป็นต้องทำการประเมินความถูกต้องของผลการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพกับข้อมูลที่สำรวจจากภาคสนาม ถ้าการเปรียบเทียบดังกล่าวสามารถดำเนินการได้กับทุกประเภท นักวิเคราะห์ภาพสามารถสร้างสารสนเทศเพิ่มเติมในรูปของตารางเมตริกซ์ของความผิดพลาด (error matrix) สำหรับใช้ในการประเมินความถูกต้องของแต่ละข้อมูลและผลการวิเคราะห์โดยรวม พร้อมจัดทำรายงานการประเมินความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้รับ

5. ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (final product) ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายของการวิเคราะห์ ข้อมูลภาพประกอบด้วย แผนที่ (หรือภาพ) ข้อมูล และรายงาน แผนที่หรือภาพจะให้รายละเอียด เกี่ยวกับการกระจายเชิงพื้นที่ของแต่ละข้อมูลและรูปแบบของแต่ละข้อมูลในภูมิทัศน์ ข้อมูลจะให้ รายละเอียดในรูปตารางเกี่ยวกับรายละเอียดของการวิเคราะห์และพื้นที่ สำหรับรายงานจะให้ รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลและกระบวนการที่นำมาใช้งาน และผลลัพธ์ของการประเมินความ ถูกต้อง องค์ประกอบทั้งสามของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่ได้รับจะให้รายละเอียดต่อผู้ใช้งานเกี่ยวกับ ข้อมูลที่ใช้ วิธีการวิเคราะห์ ผลผลิต และความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ (สุวิทย์ อ่องสมหวัง, 2560)

3.3 ข้อมูลดาวเทียมที่เกี่ยวข้อง

ดาวเทียมที่เกี่ยวข้องในที่นี้ ประกอบด้วยข้อมูลดาวเทียม Sentinel 3 และข้อมูลภาพ Global Ocean 1/12° Physics Analysis and Forecast จาก ระบบ Copernicus Marine Environment Monitoring Service ซึ่งให้บริการผลิตภัณฑ์และการใช้งานเกี่ยวกับมหาสมุทร ทั้งหมด มีรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของ Sentinel 3

ดาวเทียม Sentinel 3 ประกอบด้วย Sentinel-3A เริ่มใช้งานวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2559 และ Sentinel-3B เริ่มใช้งานวัน 25 เมษายน 2561 เป็นดาวเทียมชนิดโคจรผ่านขั้วโลก (polar orbiting satellite) ซึ่งทำงานที่ระดับความสูงเฉลี่ย 815 กิโลเมตร เหนือพื้นผิว โดยวนรอบ ขั้วประมาณ 27 วัน มีอายุการใช้งาน 7 ปี มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวัดลักษณะพื้นผิวน้ำทะเล ความสูงของผิวน้ำทะเลและความสูงของคลื่น วัดอุณหภูมิของมหาสมุทรและพื้นดิน การวัดสีของ มหาสมุทรและพื้นดิน ตรวจสอบลักษณะภูมิประเทศน้ำแข็งของมหาสมุทรและพื้นดิน ตรวจสอบ คุณภาพน้ำทะเลและมลพิษ ช่วยในการคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของมหาสมุทร การ ตรวจสอบสภาพอากาศด้วยแบบจำลอง และการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (ESA Earth Online, 2020)

ดาวเทียม Sentinel 3 ประกอบด้วยเครื่องมือตรวจวัด ได้แก่ ระบบออปติคอลล เรดาร์และเครื่องวัดความสูง ที่มีความแม่นยำสูงสำหรับบริการข้อมูลทางทะเลและพื้นดิน ดังนี้

1. Ocean and Land Color Instrument (OLCI) สำหรับการวัดแสง แบบ ออปติคอลลทางทะเลและพื้นดินมีความละเอียดปานกลาง
2. Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR) สำหรับการวัด อุณหภูมิความร้อนทางทะเลและพื้นดิน
3. SAR Radar Altimeter (SRAL) ร่วมกับ Microwave Radiometer (MWR) และPrecise Orbit Determination (POD) สำหรับการวัดลักษณะภูมิประเทศ

สำหรับการวิเคราะห์การกระจายของปลาผิวน้ำ ดาวเทียม Sentinel 3 มีเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. Ocean and Land Color Instrument (OLCI)

Ocean and Land Color Instrument (OLCI) เป็นสเปกโตรมิเตอร์ถ่ายภาพความละเอียดปานกลางโดยใช้กล้องห้าตัวเพื่อให้ได้มุมมองที่กว้าง มีทั้งหมด 21 แบนด์ตั้งแต่ช่วงคลื่นตามองเห็นถึงช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (400 - 1020 นาโนเมตร) โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 300 เมตร รายละเอียดตามตาราง 1

ตาราง 1 คุณลักษณะแต่ละแบนด์ของ OLCI

แบนด์	ความยาวคลื่น กลาง (nm)	ความกว้าง สเปกตรัม (nm)	คุณสมบัติ
Oa1	400	15	ปรับแก้ละอองลอย, ปรับปรุงองค์ประกอบ ของน้ำ
Oa2	412.5	10	ความขุ่นของน้ำ
Oa3	442.5	10	การดูดซึมคลอโรฟิลล์สูงสุด, ชีวธรณีเคมี, พีช พันธ์ุ
Oa4	490	10	คลอโรฟิลล์สูง, รังควัตถุอื่นๆ
Oa5	510	10	คลอโรฟิลล์, ตะกอน, ความขุ่น, ปรากรูการณ์ ขึ้นปลาวาฬ (red tide)
Oa6	560	10	คลอโรฟิลล์ต่ำสุด
Oa7	620	10	ตะกอน
Oa8	665	10	คลอโรฟิลล์, ตะกอน, ความขุ่น
Oa9	673.75	7.5	สำหรับการแก้ไขสะท้อนแสงให้ดีขึ้น
Oa10	681.25	7.5	จุดสูงสุดของการสะท้อนแสงคลอโรฟิลล์, ช่วงคลื่นขอบแดง
Oa11	708.75	10	ขอบเขตการสะท้อนแสงคลอโรฟิลล์
Oa12	753.75	7.5	การดูดกลืน O ₂ , พีชพันธ์ุ

ตาราง 1 (ต่อ)

แบนด์	ความยาวคลื่น กลาง (nm)	ความกว้าง สเปกตรัม (nm)	คุณสมบัติ
Oa13	761.25	2.5	การดูดกลืน O ₂ , ละลองลอยในอากาศ
Oa14	764.375	3.75	การปรับแก้บรรยากาศ
Oa15	767.5	2.5	การสะท้อนแสงของพื้นดิน
Oa16	778.75	15	ปรับแก้บรรยากาศและละลองลอย
Oa17	865	20	ปรับแก้บรรยากาศและละลองลอย
Oa18	885	10	การดูดซึมน้ำ การติดตามพืชพันธุ์
Oa19	900	10	การดูดซึมน้ำ, การติดตามพืช (การสะท้อนแสงสูงสุด)
Oa20	940	20	การดูดซึมน้ำ, ปรับแก้บรรยากาศและ ละลองลอย
Oa21	1020	40	ปรับแก้บรรยากาศและละลองลอย

ที่มา : EUMETSAT (2018)

2. Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR)

Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR) เป็นเครื่องมือวัดหลายช่วงคลื่น มีทั้งหมด 9 แบนด์ ที่ตรวจจับรังสีด้านบนของบรรยากาศ (TOA) ในบริเวณช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Visible) อินฟราเรดใกล้ (Near IR) อินฟราเรดสั้น (Short - Wave IR) และช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal IR) รายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 คุณลักษณะแต่ละแบนด์ของ SLSTR

แบนด์	ความยาวคลื่นกลาง (nm)	ความกว้างสเปกตรัม (nm)	คุณสมบัติ	ช่วงคลื่น	ความละเอียด (m)
S1	0.555	0.02	คัดกรองเมฆ, ติดตามพืชพันธุ์ ละลองลอย	VNIR	500
S2	0.659	0.02	NDVI, ติดตามพืชพันธุ์ ละลองลอย	VNIR	500
S3	0.865	0.02	NDVI, ติดตามเมฆ	VNIR	500
S4	1.375	0.015	ตรวจจับเมฆซีรีรัสบนพื้นดิน	SWIR	500
S5	1.61	0.06	จัดการเมฆ หิมะ, ติดตามพืชพันธุ์	SWIR	500
S6	2.25	0.05	จัดการพืชพันธุ์และเมฆ	SWIR	500
S7	3.74	0.38	SST, LST, ติดตามไฟ	TIR	1000
S8	10.85	0.9	SST, LST, ติดตามไฟ	TIR	1000
S9	12	1	SST, LST	TIR	1000
F1	3.74	0.38	ติดตามไฟ	TIRf	1000
F2	10.85	0.9	ติดตามไฟ	TIRf	1000

ที่มา : EUMETSAT (2017)

3.3.2 ข้อมูลพื้นฐานของ Global Ocean 1/12° Physics Analysis and Forecast

Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) เป็นระบบบริการข้อมูลเกี่ยวกับมหาสมุทร โดยระบบจะประมวลผลข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อให้ได้ข้อมูลตัวแปรจากมหาสมุทรและมีระบบในการพยากรณ์ข้อมูลมหาสมุทรโดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อพยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้า 10 วัน มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมในการวิเคราะห์และการคาดการณ์สิ่งแวดล้อมทางทะเลรายวัน

เดือน ปี และข้อมูลย้อนหลัง เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2558 โดยให้บริการข้อมูล 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความปลอดภัยในการเดินเรือ ด้านสิ่งแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่ง ด้านทรัพยากรทางทะเล และการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพ Global Ocean 1/12° Physics Analysis and Forecast จากระบบ CMEMS ผลลัพธ์นี้ใช้ได้ทั่วโลก มีความละเอียดกริดเซลล์ประมาณ 8,000 เมตร และในมาตรฐาน 50 ระดับ ตัวแปรทั้งหมดอยู่บนกริดเดียวกัน โดยจะให้ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยรายวัน และข้อมูลไฟล์รูปแบบ NetCDF - 4 มีรายละเอียดตามตาราง 3

ตาราง 3 รายละเอียดข้อมูล GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024

ข้อมูล	รายละเอียด
ชื่อข้อมูล	GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024
พื้นที่ครอบคลุม	ทั่วโลก
ความละเอียด	ประมาณ 8,000 เมตร
ตัวแปร	อุณหภูมิ ความเค็ม ความสูงระดับน้ำทะเล ความเร็วแนวนอน (ทางทิศตะวันออกและทิศเหนือ) ความเข้มข้นของน้ำแข็งทะเล ความเร็วของน้ำแข็งในทะเล (ทางทิศตะวันออกและทิศเหนือ) ความหนาของน้ำแข็งทะเล อุณหภูมิพื้นทะเล ความหนาแน่นของความหนาแน่นผสมของมหาสมุทร

ที่มา : Chune S. Law, L.Nouel, E. Fernandez, Corinne Derval, and M.Tressol (2019)

จากการศึกษาข้อมูลดาวเทียมที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย พบว่าช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการศึกษาคลอโรฟิลล์ เอ ใช้แบนด์ Oa4 และ Oa5 มีความยาวคลื่นกลาง 490 - 510 นาโนเมตร จากเครื่องมือตรวจวัด Ocean and Land Color Instrument (OLCI) ดาวเทียม Sentinel 3 ความละเอียดเชิงพื้นที่ 300 เมตร มีคุณสมบัติในตรวจวัดการสะท้อนคลอโรฟิลล์ รังควัตถุอื่นๆ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ใช้แบนด์ S9 ความยาวคลื่นกลาง 12 นาโนเมตร จากเครื่องมือตรวจวัด Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR) ดาวเทียม Sentinel 3 ความละเอียดเชิงพื้นที่ 1,000 เมตร มีคุณสมบัติในการตรวจวัดอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และอุณหภูมิพื้นผิวน้ำ ส่วนความสูงระดับน้ำทะเล ใช้ตัวแปรความสูงระดับน้ำทะเล ข้อมูลภาพ Global Ocean 1/12° Physics Analysis and Forecast จากระบบ CMEMS เพื่อนำค่าคลอโรฟิลล์ เอ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความสูงระดับน้ำทะเลจากภาพถ่ายจากดาวเทียมวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำและตำแหน่งจับปลาและเพื่อคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำต่อไป

4. สถิติการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression)

สถิติการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) วิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัวและตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2559) สามารถเขียนเป็นสมการถดถอยได้ว่า

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k \quad (1)$$

1) คำนวณค่า b ด้วยสูตร

$$B_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_2 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad (2)$$

$$B_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_1 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad (3)$$

2) คำนวณค่า a ด้วยสูตร

$$a = \bar{Y} + b_1 \bar{x} + b_2 \bar{x} \quad (4)$$

ดังนั้น สูตรวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ 4 ตัวสามารถเขียนสมการได้ว่า

$$Y' = a + b_1x_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 \quad (5)$$

3) การทดสอบนัยสำคัญ จะทดสอบส่วนต่าง ๆ ของสมการถดถอย ดังนี้

3.1) ทดสอบสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2)

สมมติฐาน

$$H_0: \rho = 0$$

$$H_0: \rho \neq 0$$

$$\text{สถิติทดสอบ คือ } F = \frac{R^2 / k}{(1-R^2) / (N-k-1)} \quad (6)$$

เมื่อ $df = k$ และ $(N-k-1)$

3.2) ทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอย (b)

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_0: \beta \neq 0$$

$$t = \frac{b_i}{S_{b_i}} \text{ เมื่อ } df = (N - k - 1) \quad (7)$$

4) การทดสอบการเพิ่มขึ้นของตัวแปรทำนาย เป็นการทดสอบว่าหากเพิ่มตัวแปรเข้าไปในสมการอีกชุดหนึ่งและ สัมประสิทธิ์การทำนายที่เพิ่มขึ้นนั้น เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐาน

$$H_0: R_{Y.12\dots k_1}^2 - R_{Y.12\dots k_2}^2 = 0$$

$$H_0: R_{Y.12\dots k_1}^2 - R_{Y.12\dots k_2}^2 \neq 0$$

สถิติทดสอบ

$$F = \frac{(R_{Y.12\dots k_1}^2 - R_{Y.12\dots k_2}^2) / (k_1 - k_2)}{(1 - R_{Y.12\dots k_1}^2) / (N - k_1 - 1)} \quad (8)$$

เมื่อ $df = k - k_2$ และ $(N - k_1 - 1)$

ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระจำนวนทั้ง 3 ตัวกับตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์กันเช่นใด และจะต้องหาสมการถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์ของตัวแปรตาม (Y) และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน รวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

5. แบบจำลอง Maximum Entropy

แบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้การวิเคราะห์และประมาณค่าความน่าจะเป็นของการกระจายของข้อมูลต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งมีค่าเอนโทรปีสูงที่สุด เมื่อพิจารณาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดจากข้อมูลทั้งหมด (Hanintyo Rizki, 2019) ซึ่งในปัจจุบันมีการนำแบบจำลองดังกล่าวไปศึกษาพื้นที่การกระจายของสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น การกระจายและพื้นที่การใช้ประโยชน์ของกระทิงและช้างป่า การกระจายของกวางป่า การกระจายของวัวแดง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพื้นที่การกระจายของปลาผิวน้ำ และสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ เพื่อระบุพื้นที่การกระจายของสัตว์ในพื้นที่ที่ต้องการ

ในการศึกษาแบบจำลอง Maximum Entropy นี้ได้อ้างอิงวิธีการสร้างแบบจำลองจาก Wang Lifei et al. (2018) ศึกษาการกระจายของปลาผิวน้ำโดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) ในการจัดทำแผนที่ความเหมาะสมที่อยู่อาศัยของปลาทั้ง 3 ชนิดบนไหลทิวปายรายเดือน โดยมีการสุ่มตัวอย่างตำแหน่งของปลา เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการประมาณรูปแบบของการกระจายและความหนาแน่นของปลาชนิดต่างๆ ในบริเวณพื้นที่ศึกษา 10 ไร่ โดยมีสมการของแบบจำลองดังสมการ (1)

$$P(x) = (d_r(x)/2)^2 \quad (9)$$

โดยที่ $P(x)$ คือ ความน่าจะเป็นของพื้นที่ x ใด ๆ บนพื้นที่ศึกษาทั้งหมด x จุดภาพ

d_r คือ ระยะทางปกติ (ระยะห่างจากตำแหน่งการปรากฏตัวหารด้วยระยะทางสูงสุด)

อย่างไรก็ตามทั้งตำแหน่งการปรากฏตัวกับปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลต่างๆ จะมีความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์แผนที่ความเหมาะสมที่อยู่อาศัยของปลาได้

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง MaxEnt จะใช้พื้นที่ภายใต้เส้นโค้ง ROC (หรือที่เรียกว่า AUC (Area under the Receiver Operating Characteristic (ROC curve))) เพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการคาดการณ์แบบจำลอง และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง Specificity และ Sensitivity ผ่านเส้นโค้ง ROC และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (RMSE) เมตริกเหล่านี้ระบุประสิทธิภาพในการจำลองความน่าจะเป็นที่คาดการณ์การกระจายตัวของข้อมูล AUC จะวัดความสามารถของแบบจำลองระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 หากแบบจำลองให้ค่ามากกว่า 0.5 แสดงถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ดีมากขึ้นจนมีค่าเข้าใกล้ 1.0 โดยทางวิชาการมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้ค่า AUC ดังนี้

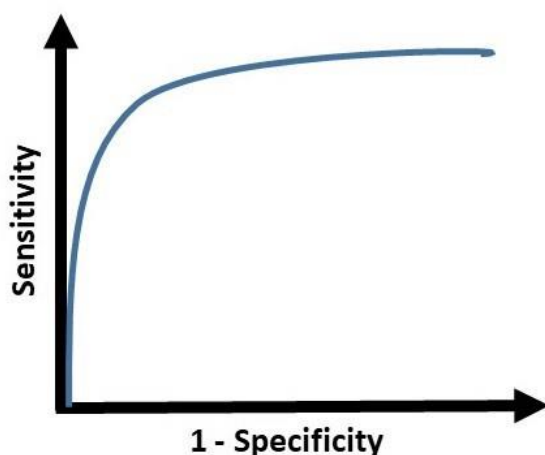
AUC ระหว่าง 0.50 - 0.60 = ไม่ดี (Not so good)

AUC ระหว่าง 0.60 - 0.75 = ค่อนข้างดี (Fair)

AUC ระหว่าง 0.75 - 0.90 = ดี (Good)

AUC ระหว่าง 0.90 - 0.97 = ดีมาก (Very good)

AUC ระหว่าง 0.97 - 1.00 = ดีเยี่ยม (Excellent)



ภาพประกอบ 9 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง MaxEnt

ที่มา : Souza Jocelyn D (2018)

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นสามารถนำแบบจำลอง Maximum Entropy มาปรับใช้กับงานวิจัย เพื่อช่วยเป็นแนวทางการวิเคราะห์การกระจายของปลาฉลามน้ำจืดจากตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลได้

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่าการศึกษาข้อมูลสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ช่วยให้เข้าใจถึงตำแหน่งที่ตั้ง ลักษณะกายภาพ ลักษณะภูมิอากาศ ของพื้นที่ศึกษา และการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปลาฉลามน้ำจืด ช่วยให้ทราบถึงชนิดของปลาฉลามน้ำจืดที่พบและอาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา ลักษณะการดำรงชีวิตและแหล่งที่พบ และสถิติการถดถอยพหุคูณนำมาช่วยในอ้างอิงและการวิเคราะห์การกระจายของปลาฉลามน้ำจืด ส่วนเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลและแบบจำลอง Maximum Entropy เป็นข้อมูลช่วยในการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคโดยต้องศึกษาถึงความสามารถของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนในช่วงคลื่นต่าง ๆ ที่สามารถบันทึก

ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยจำลอง Maximum Entropy ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ช่วยในคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องในเรื่องการหาแหล่งการกระจายของสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ และการกำหนดแหล่งทำการประมงจากข้อมูลดาวเทียม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Daqamseh Salleh T. และคณะ (2013) ศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปลาตามฤดูกาล บริเวณชายฝั่งเซมปอร์นา ประเทศมาเลเซีย เพื่อจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่จับปลาซึ่งจะช่วยชาวประมงในการตรวจสอบแหล่งที่อยู่อาศัยของปลา ทำให้ประหยัดเวลาและต้นทุน จากปัจจัยความเค็มพื้นผิวน้ำทะเล อุณหภูมิผิวน้ำทะเล และคลอโรฟิลล์ เอ โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม MODIS การประมวลผลและวิเคราะห์ ใช้ซอฟต์แวร์ SeaDAS และ ERDAS เพื่อประมาณความหนาแน่นของคลอโรฟิลล์ เอ และการกระจายของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มพื้นผิวน้ำทะเล และทำแบบจำลองด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบหลายค่า (Multi-linear regression analysis) เพื่อพยากรณ์การกระจายตัวของปลา ผลการศึกษพบว่าพื้นที่จับปลาในเซมปอร์นาตั้งอยู่ในทะเลเปิดของเซมพอนาในทางตะวันตกเฉียงใต้ และในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะเคลื่อนไปทางใต้สู่แหล่งน้ำอุ่นและไปยังชายฝั่งเซมปอร์นา พื้นที่ทะเลเปิดมีการรวมตัวของปลาสูงกว่าบริเวณชายฝั่งเนื่องจากผลกระทบของคลอโรฟิลล์ เอ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเค็มพื้นผิวน้ำทะเล ในทะเลเปิด

Wang Jintao และคณะ (2015) ศึกษาเกี่ยวกับแหล่งจับปลาที่มีศักยภาพสำหรับหมึกบินนีออน (Neon Flying Squid) ด้วยข้อมูลดาวเทียม MODIS ในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตกเฉียงเหนือ โดยนำข้อมูลการทำประมงของเรือระหว่างปี 2546 - 2556 ใช้ร่วมกับตัวแปรทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ความสูงระดับน้ำทะเล และคลอโรฟิลล์ เอ ประเมินพื้นที่ประมงที่มีศักยภาพ (PFZ) โดยใช้เครือข่ายประสาทเทียม พบว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรระบุว่าเดือนละติจูดและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจับหมึก และส่วนใหญ่จะพบหมึก ที่ละติจูด 37° - 42° เหนือ และ ลองจิจูด 150° - 165° ตะวันออก ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม ช่วงที่เหมาะสมของตัวแปรคือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล 11 - 18 องศาเซลเซียส ความสูงของพื้นผิวน้ำทะเล - 10 ถึง 60 เซนติเมตร และคลอโรฟิลล์ เอ 0.1 - 1.7 mg/m^3 และแบบจำลองมีความแม่นยำ 80 % บริเวณตกหมึกที่จริงใกล้เคียงกับบริเวณที่คาดการณ์ไว้

Nurudin Suhartono และคณะ (2017) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายของปลาทุลง จากข้อมูลภาคสนามกับคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล จากดาวเทียม MODIS โดยใช้แบบจำลอง The Generalized Additive Model (GAM) ค้นหาบริเวณที่มีศักยภาพในการจับปลาทุลง และพิจารณาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการกระจายตัวของปลาตามการคาดการณ์อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC-AR5 -RCP) พบว่าการกระจายของปลาทุลง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.0001$) กับช่วงคลอโรฟิลล์ เอ ที่ 0.30 - 0.40 มก./ m^3 และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ที่ 30 - 31 องศาเซลเซียส พื้นที่การจับปลาสูงตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่ง 3 - 20 เมตร โดยระดับความถูกต้องของแผนที่ที่ยอมรับได้ 83.34 % ค่า Kappa ที่ 0.70 และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ 1.80 องศาเซลเซียส ส่งผลให้มีการย้ายพื้นที่จับปลาที่มีศักยภาพไปทางทิศใต้ของช่องแคบมาเก๊าในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่ 2.60 องศาเซลเซียส และ 3.30 องศาเซลเซียส ส่งผลให้พื้นที่แหล่งจับปลาที่มีศักยภาพลดลง

Zainuddin Mukti และคณะ (2017) ศึกษารูปแบบเชิงพื้นที่ของแหล่งอาศัยและเพื่อแสดงความคงอยู่ของปลาทูน่าท้องแถบในอ่าวโบนิ ประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม MODIS ประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ค่าเบี่ยงเบนความสูงระดับน้ำทะเล (SSHA) คลอโรฟิลล์ เอ ทำการสร้างแบบจำลองโดยปรับปรุงและพัฒนาจากแบบจำลอง Albacore Hotspot Model ผลการวิจัยพบว่าการจับปลาปลาทูน่าท้องแถบต่อหน่วย (CPUE) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในพื้นที่ และบริเวณที่มีคลอโรฟิลล์ เอ 0.2 มก./ m^3 เป็นตำแหน่งที่อยู่อาศัยปลาทูน่าท้องแถบ ซึ่งคลอโรฟิลล์ เอ เป็นปัจจัยที่สำคัญของเกิดปรากฏของปลาทูน่าท้องแถบในอ่าวโบนิ ประเทศอินโดนีเซีย

เมธี แก้วเนิน และคณะ (2560) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล จากข้อมูลจากดาวเทียมในบริเวณอ่าวไทย และความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของปลาทุจากข้อมูลภาคสนามกับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากดาวเทียม MODIS วิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับเพื่อจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมที่จะเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำวัยอ่อน พบว่าค่าคลอโรฟิลล์ เอ ระหว่าง 0.5 - 0.9 มก./ m^3 เป็นช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับลูกปลามากที่สุด ขณะที่ค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 28.75 - 30.25 องศาเซลเซียส ถือเป็นช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับลูกปลามากที่สุด และสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างค่าคลอโรฟิลล์ เอ และค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมกับจำนวนลูกปลามาจัดทำแผนที่ที่แสดงบริเวณที่เหมาะสมสำหรับลูกปลาได้

Geronimo Rollan C. และคณะ (2018) ศึกษาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการทำประมงตามสภาพแวดล้อมของพื้นที่ เพื่อกำหนดพื้นที่ทำการประมงหลัก วิเคราะห์จากข้อมูลตำแหน่งเรือประมงที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม ตั้งแต่ปี 2555 ถึง 2559 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล คลอโรฟิลล์ เอ ความเค็มผิวน้ำทะเลและความสูงระดับน้ำทะเลจากดาวเทียม MODIS ประมวลผลด้วยแบบจำลอง Maximum Entropy เพื่อกำหนดสภาพแวดล้อมที่บ่งบอกถึงลักษณะพื้นที่ประมงหลัก ผลการศึกษาพื้นที่ทำการประมงหลัก จำนวน 134 แห่ง มีขนาดตั้งแต่ 6 - 23,215 ตารางกิโลเมตร และแบบจำลองระบุว่า ข้อมูลความลึกน้ำและคลอโรฟิลล์เป็นปัจจัยหลักของการกำหนดพื้นที่ประมงหลัก

Apriliani Izza M. และคณะ (2018) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล เพื่อกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจับปลาตาบเงินใหญ่ ในน่านน้ำปันกันดาร์น ประเทศอินโดนีเซีย ใช้ข้อมูลการจับปลาจำนวน 7 ในช่วงเดือนตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน 2560 จากภาคสนามร่วมกับข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล จากดาวเทียม MODIS ประเมินพื้นที่จับปลาโดยใช้ซอฟต์แวร์ ArcGIS เพื่อสร้างแผนที่และนำมาวิเคราะห์เชิงพรรณนา พร้อมทั้งสัมภาษณ์ชาวประมงในท่าเรือปันกันดาร์นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งการจับปลาโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง พบว่ามีพื้นที่จับปลาทั้งหมด 7 แห่ง กระจายอยู่ในน่านน้ำปันกันดาร์นซึ่งสามารถกลายเป็นแหล่งทำการประมงปลาตาบเงินใหญ่ แบ่งตามระดับศักยภาพ

Wang Lifei และคณะ (2018) ศึกษาการกระจายของปลาผิวน้ำโดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy โดยใช้ข้อมูลบันทึกการจับของปลาผิวน้ำ 3 ชนิด (ปลาแฮร์ริงแอตแลนติกปลาแมคเคอเรลแอตแลนติกและปลาจระเม็ด) และปัจจัยสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ ความลึกของน้ำทะเล และดัชนีภูมิอากาศ ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและคลอโรฟิลล์ เอ มีอิทธิพลต่อการกระจายของปลามากที่สุด ในขณะที่ความลึกของน้ำทะเลมีอิทธิพลปานกลาง และดัชนีภูมิอากาศส่งอิทธิพลต่อการกระจายปลาน้อยที่สุด

Syah Achmad F. และคณะ (2019) ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบของปัจจัยทางทะเลที่มีต่อการกำหนดของพื้นที่จับปลาชั้นมะในมหาสมุทรแปซิฟิกและเพื่อตรวจสอบความแปรปรวนของรูปแบบเชิงพื้นที่ของเขตการประมงที่สัมพันธ์กับปัจจัยทางทะเล โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Operational Linescan System (OLS) ตอนกลางคืน ใช้ประมวลผลภาพเพื่อกำหนดตำแหน่งของเรือ และใช้ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล จากดาวเทียม MODIS จากนั้น

กำหนดพื้นที่กระจายตัวของปลาด้วยแบบจำลอง Maximum Entropy พบว่าการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปลาชั้นมะ จะปรากฏบริเวณที่มีค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเล 14 - 16 องศาเซลเซียส เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการกระจายเชิงพื้นที่ของปลาชั้นมะ

Hanintyo Rizki (2019) ศึกษาแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาผิวน้ำบริเวณชายฝั่งในบาห์ลี ประเทศอินโดนีเซีย เพื่อสร้างหาความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งจับปลากับข้อมูลดาวเทียม Sentinel 3 โดยใช้ปัจจัยอุณหภูมิผิวน้ำทะเล คลอโรฟิลล์ เอ ความลึกน้ำ ความสูงระดับน้ำทะเล ความเค็มพื้นผิวน้ำทะเล นำมาประมวลผลด้วยแบบจำลอง Maximum Entropy ผลการศึกษาพบว่าความสูงระดับน้ำทะเล และคลอโรฟิลล์ เอ เป็นพารามิเตอร์หลักในการตรวจจับปลา ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพอากาศรายสัปดาห์ และพบว่าในช่วงแรกปี 2561 มีความน่าจะเป็นสูงที่ปลาผิวน้ำขนาดเล็กจะเกิดขึ้นทางตะวันตกบริเวณช่องแคบเกาะนูซาเปอนิดา และย้ายไปทางตอนเหนือของเกาะนูซาเปอนิดา ช่วงที่สอง ปี 2561 ความน่าจะเป็นสูงจะพบทางตอนเหนือของเกาะนูซาเปอนิดา และความน่าจะเป็นต่ำกว่าในเดือนธันวาคม 2561 เมื่อเปรียบเทียบกับความน่าจะเป็นของปลาจากผลลัพธ์สูงสุดในเดือนกันยายนและตุลาคม 2561

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลโดยใช้ดาวเทียม MODIS ที่มีรายละเอียดปานกลางร่วมกับผลิตภัณฑ์สภาพแวดล้อมทางทะเลต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การกระจายของสัตว์น้ำ ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยจะใช้ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel 3 ซึ่งมีเทคโนโลยีใหม่ที่มีเครื่องมือตรวจวัดข้อมูลทางด้านมหาสมุทรโดยเฉพาะและมีความแม่นยำสูงและยังมีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงกว่าดาวเทียม MODIS และแบบจำลอง Maximum Entropy เพื่อให้เป็นข้อมูลพื้นฐานช่วยตัดสินใจในการประกอบอาชีพประมงและเป็นแนวทางให้ภาครัฐในการกำหนดมาตรการด้านการจัดทำเขตการทำประมงหรือเขตอนุรักษ์สัตว์น้ำ เพื่อการทำประมงอย่างยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในสร้างระบบการคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำเพื่อประโยชน์ด้านประมงในอนาคต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. พื้นที่ศึกษา
2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. พื้นที่ศึกษา

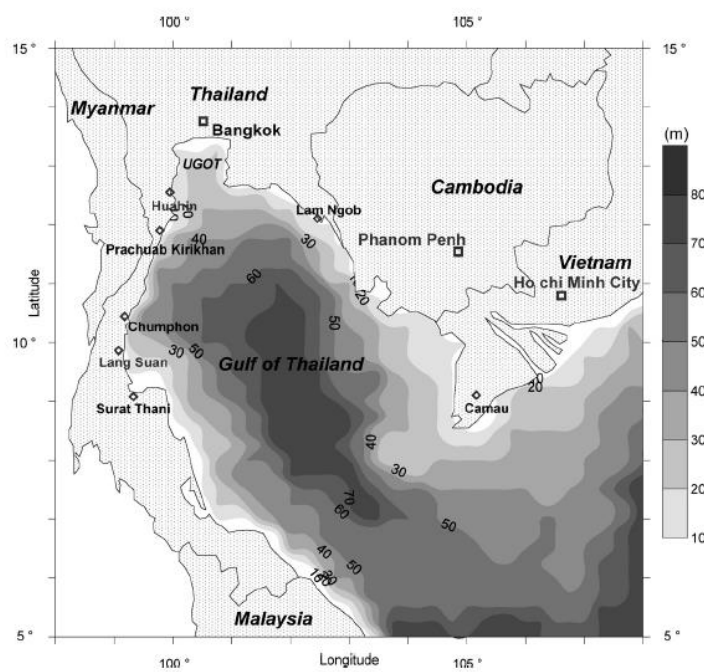
1.1 ที่ตั้ง

อ่าวไทยเป็นน่านน้ำภายในของประเทศไทยที่อยู่ด้านในสุดของทะเลจีนใต้และตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก ระหว่าง ละติจูด ที่ 6° ถึง 13.5° เหนือ ลองจิจูด ที่ 99° ถึง 105° ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 198,418 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะเป็นอ่าวกึ่งปิด ล้อมรอบด้วยชายฝั่งของคาบสมุทรมลายูทางตะวันตกและทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าวไทย เป็นช่องเปิดระหว่างปลายแหลมญวน ประเทศเวียดนามและเมืองโกตาบารูของประเทศมาเลเซีย และมีอาณาเขตติดต่อกับทะเลจีนใต้ (คณะอนุกรรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล, 2562)

1.2 ลักษณะทางกายภาพ

อ่าวไทย มีความลึกเฉลี่ยประมาณ 44 เมตร ส่วนที่ลึกที่สุดอยู่บริเวณกลางอ่าว มีความลึกประมาณ 86 เมตร ภาพประกอบ 10 พื้นที่ของทะเลมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะเกิดจากการสะสมตัวของตะกอนในแนวเหนือใต้ ทำให้เกิดแอ่งขนาดใหญ่ 2 แอ่ง คือ แอ่งด้านตะวันออกและแอ่งด้านตะวันตก เกิดจากสันเขาใต้น้ำเป็นตัวกั้น สันเขาใต้น้ำทางฝั่งตะวันออกเป็นแนวมาจากแหลมคาเมาทิศทางไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 100 กิโลเมตร มีความลึกประมาณ 25 เมตร ส่วนสันเขาใต้น้ำฝั่งตะวันตก มีลักษณะการวางตัวตามแนวยาวจากโกตาบารูทางใต้ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 160 กิโลเมตร มีความลึกประมาณ 50 เมตร ระหว่างสันเขาทั้งสองแนวเป็นร่องน้ำลึก (sill depth) มีความลึก 67 เมตร สันเขาใต้น้ำนี้เป็นตัวควบคุมการไหลของน้ำระดับล่างในอ่าวไทย ลักษณะชายฝั่งด้านตะวันออกเฉียงเหนือจะตื้นและเรียบกว่าชายฝั่ง

ตะวันตกเฉียงใต้ และหินฐานที่รองรับแอ่งในอ่าวไทยเป็นหินที่เกิดก่อนสมัยอีโอซีน สันนิษฐานว่าประกอบด้วยหินแปร หินอัคนี และหินตะกอน



ภาพประกอบ 10 ลักษณะทางกายภาพของอ่าวไทย

ที่มา : Pramot Sojisuporn et al. (2010)

การแบ่งเขตอ่าวไทยในทางสมุทรศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ตอนในหรืออ่าวไทยตอนบน (inner gulf หรือ upper gulf)

อ่าวไทยตอนใน (inner gulf of thailand) อยู่บริเวณทางทิศเหนือของอ่าว มีรูปร่างคล้ายตัวอักษร ก ของพยัญชนะไทย มักถูกเรียกว่า อ่าวตัว ก มีอาณาเขตตั้งแต่ชายฝั่งของตำบลห้วยทรายเหนือ อำเภอชะอำ ในจังหวัดเพชรบุรีที่ละติจูด $12^{\circ} 35' 45''$ ฟิลิปปาเหนือ ลองจิจูด $49^{\circ} 47' 30''$ ตะวันออก ขึ้นเหนือไปตามพื้นที่ชายฝั่งของจังหวัดสมุทรสงคราม ไปทางตะวันออกซึ่งเป็นพื้นที่ชายฝั่งของจังหวัดสมุทรสาคร กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการและฉะเชิงเทราและลงไปทางใต้ตามแนวชายฝั่งจังหวัดชลบุรี จนถึงแหลมช่องแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ที่ละติจูด $12^{\circ} 35' 45''$ เหนือ ลองจิจูด $100^{\circ} 27' 30''$ ตะวันออก ตามพระราชบัญญัติกำหนดพื้นที่เขตจังหวัดในอ่าวไทยตอนใน พ.ศ. 2502

อ่าวไทยตอนในเป็นระบบนิเวศน์แบบเอสทูรี (estuary) ขนาดใหญ่ หมายถึง พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากคลื่นลม มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมตลอดเวลา ซึ่งอ่าวไทยได้รับน้ำจืดจากแม่น้ำ 4 สาย คือ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง ทำให้บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยตอนในเป็นถิ่นที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารและที่หลบภัยของสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจรวมถึงนกที่หากินตามชายฝั่งทั้งนกที่อยู่ประจำถิ่นและนกอพยพ ในส่วนพื้นที่ทะเลของอ่าวไทยตอนในประมาณร้อยละ 60 ประกอบด้วยตะกอนโคลนทะเลปนด้วยเศษเปลือกหอย ดินตะกอนมีสีเทาอมเขียว เทียวเทา เทา ดำ น้ำตาลและน้ำตาลเข้ม ร่องลงมาเป็นตะกอนโคลนปนทรายร้อยละ 20 สีเทาอมเขียว เทียวเทา ทรายที่เป็นองค์ประกอบเป็นทรายละเอียด มีเศษเปลือกหอยปนร้อยละ 0 - 30 พื้นที่ตะกอนที่เป็นทรายปนโคลนทะเลและตะกอนทรายเป็นสะสมจากชายฝั่งและบริเวณรอบเกาะต่าง ๆ

2. อ่าวไทยตอนนอกหรืออ่าวไทยตอนล่าง (outer gulf)

อาณาเขตของอ่าวไทยตอนนอกหรืออ่าวไทยตอนล่าง เป็นส่วนที่ต่อจากอ่าวไทยตอนในลงไปทางใต้ จนถึงแนวเส้นต่อเชื่อมระหว่างแหลมคาเมา ของประเทศเวียดนาม ที่ละติจูด $8^{\circ} 36'$ เหนือ กับส่วนเหนือของฝั่งตะวันออกของปากแม่น้ำตรังกานู เมืองโกตาบารู ในประเทศมาเลเซีย ที่ละติจูด $6^{\circ} 14'$ เหนือ ลองจิจูด $102^{\circ} 15'$ ตะวันออก มีลักษณะคล้ายรูปกระทะคือ บริเวณที่มีความลึกที่สุดอยู่กลางอ่าวเป็นร่องลึก (depression) ซึ่งมีความลึกไม่เกิน 85 เมตร ลึกค่อย ๆ ตื้นขึ้นตามแนวลาดชันของขอบฝั่งทะเล ตะกอนที่พื้นท้องทะเลกลางอ่าวไทยเป็นโคลนปนทรายหรือโคลน แต่พื้นที่ทะเลของอ่าวไทยฝั่งตะวันตกจะไม่ใช่เนื้อเดียวกันโดยพบตะกอนพื้นที่ที่เป็นโคลน โคลนปนทราย โคลนปนทรายขี้เป็ด ทรายปนโคลน และทราย กระจายเป็นแห่ง ๆ (คณะอนุกรรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล, 2562)

1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

อ่าวไทย มีลักษณะภูมิอากาศ 2 แบบ เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มประมาณเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งพัดมาจากมหาสมุทรอินเดียเกิดจากความกดอากาศต่ำ ทำให้อ่าวไทยฝั่งตะวันออกมีฝนตกในพื้นที่ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมีนาคม พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเกิดความกดอากาศสูง ทำให้อ่าวไทยฝั่งตะวันตกตั้งแต่ชายฝั่งจังหวัดชุมพรลงไปถึงจังหวัดนราธิวาสมีฝนตกในพื้นที่

1.4 ลักษณะทางอุทกวิทยา

แหล่งน้ำที่สำคัญที่ไหลลงสู่อ่าวไทย ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำสายอื่น ๆ ดังนั้นอ่าวไทยเป็นพื้นที่ที่ได้รับน้ำจืดจากน้ำท่า (river runoff) หรือน้ำที่มาจากแม่น้ำซึ่งเป็นมวลน้ำที่มารวมกันจากฝนที่ตกลงมาในลำน้ำ น้ำผิวดิน น้ำใต้

ผิวดินและน้ำใต้ดิน น้ำท่ารวมทั้งฝนที่ตกในทะเลและการระเหยที่ผิวน้ำน้ำทะเลทำให้ความเค็มของน้ำทะเลเจือจางลงและมีผลให้ความหนาแน่นของน้ำเปลี่ยนแปลงไป

1.5 กระแสน้ำและการไหลเวียนของน้ำ

กระแสน้ำในอ่าวไทยทั้งอ่าวได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสน้ำที่ผิวในอ่าวไทยเคลื่อนที่เป็นวงแบบตามเข็มนาฬิกา ส่วนในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำในอ่าวเคลื่อนเป็นวงแบบทวนเข็มนาฬิกา อิทธิพลของลมมรสุมทำให้มวลน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนในไหลเวียนอยู่เฉพาะในอ่าวตอนในไม่มีการถ่ายเทออกสู่ทะเลอ่าวไทยตอนล่าง ยกเว้นการแลกเปลี่ยนของมวลน้ำระดับลึกที่บริเวณปากอ่าวตอนในที่ติดต่อกับอ่าวไทยตอนล่าง

กระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนใน มีกระแสน้ำที่ไม่แรงและไม่สม่ำเสมอได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลง ในระหว่างช่วงน้ำขึ้น กระแสน้ำไหลขึ้นไปทางทิศเหนือและกลับทิศกันในขณะที่น้ำลง กำลังแรงของกระแสน้ำผันแปรตามคาบเวลาน้ำขึ้น - น้ำลง ส่วนกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมีทิศทางเช่นเดียวกับอ่าวไทยตอนใน แต่กระแสน้ำที่ระดับความลึก 10 - 40 เมตร จะไหลในทิศทางตรงกันข้ามกับกระแสน้ำที่ผิว และกระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนล่างได้รับอิทธิพลของน้ำจากทะเลจีนใต้มากกว่าบริเวณอ่าวไทย (คณะอนุกรรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล, 2562)

1.6 มาตรการด้านการประมงในพื้นที่ศึกษา

อ่าวไทยมีมาตรการทางกฎหมายควบคุมการทำประมงในฤดูของสัตว์น้ำมีไข่ วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อน ทั้งหมด 4 ช่วงเวลา เพื่อเป็นการอนุรักษ์และบริหารจัดการให้เกิดความสมดุลทางธรรมชาติและรักษาทรัพยากรสัตว์น้ำและระบบนิเวศอย่างยั่งยืน อำนาจตามพระราชกำหนดการประมง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2560 ตามภาพประกอบ 11 มีรายละเอียดดังนี้

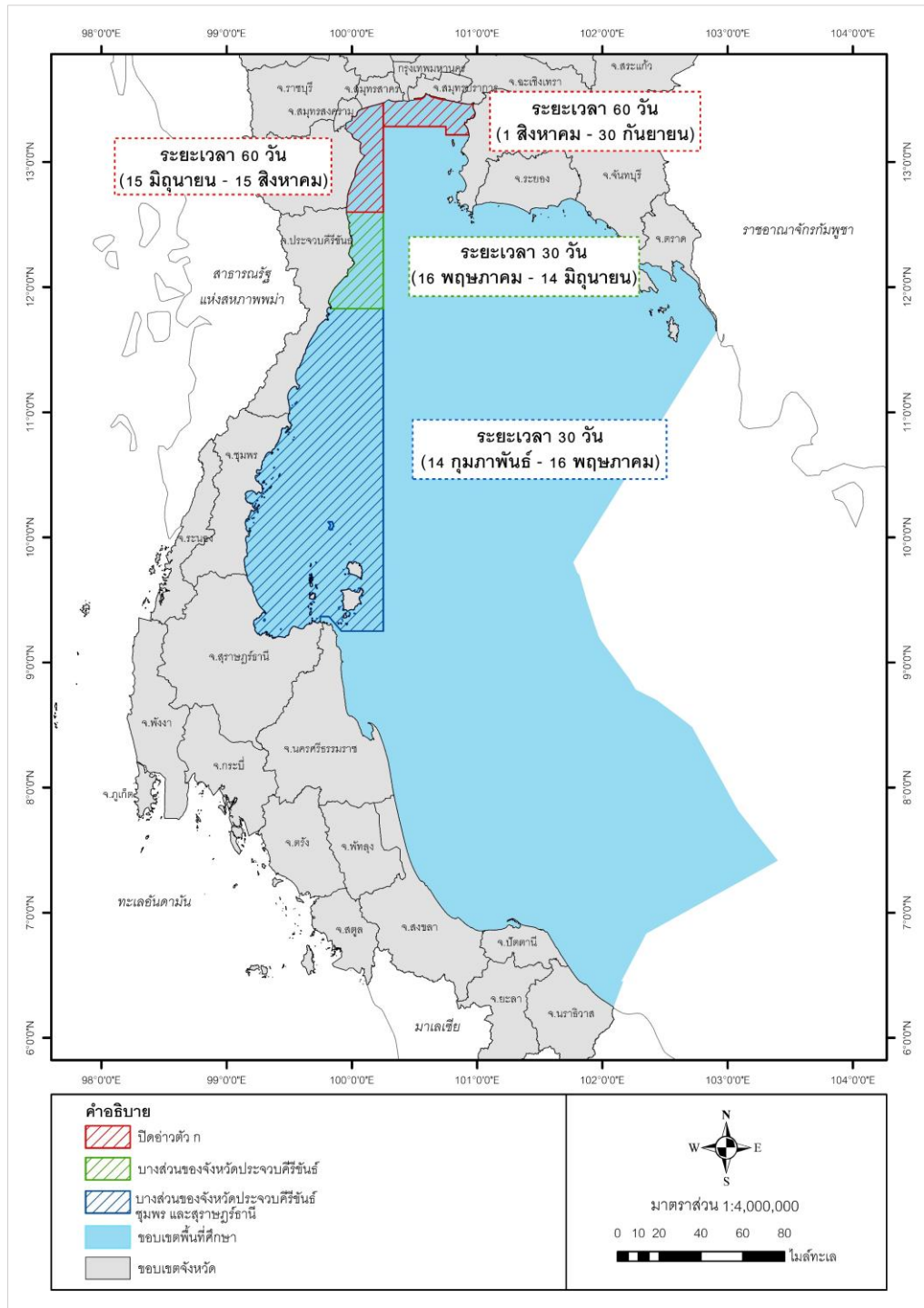
1. กำหนดพื้นที่และระยะเวลาฤดูสัตว์น้ำมีไข่ วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อน ในที่จับสัตว์น้ำบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร (ปิดอ่าวตัว ก ผึ่งตะวันตก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน - 15 สิงหาคม ของทุกปี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2,350 ตารางกิโลเมตร

2. กำหนดพื้นที่และระยะเวลาฤดูสัตว์น้ำมีไข่ วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อน ในที่จับสัตว์น้ำบางส่วนของจังหวัดสมุทรสาคร กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา และชลบุรี (ปิดอ่าวตัว ก ผึ่งตะวันออก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม - 30 กันยายน ของทุกปี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,940 ตารางกิโลเมตร

3. กำหนดพื้นที่และระยะเวลาฤดูสัตว์น้ำมีไข่ วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อน ในที่จับสัตว์น้ำ บางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม - 14 มิถุนายน ของทุกปี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 27,000 ตารางกิโลเมตร

4. กำหนดพื้นที่และระยะเวลาฤดูสัตว์น้ำมีไข่ วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อน ในที่จับสัตว์น้ำ บางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ - 16 พฤษภาคม ของทุกปี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2,900 ตารางกิโลเมตร





ภาพประกอบ 11 พื้นที่กำหนดมาตรการด้านประมง

2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้สามารถจำแนกได้ตารางที่ 4 ดังนี้

ตาราง 4 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูล	หน่วย	ความละเอียดเชิงพื้นที่	ความละเอียดเชิงเวลา	รูปแบบไฟล์	ช่วงเวลา	แหล่งที่มา
1. ข้อมูลตำแหน่งจับปลา	-	-	รายวัน	Excel	2562 - 2563	กรมประมง
2. ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ	mg/m ³	300 m	27 วัน	NetCDF	2562 - 2563	ดาวเทียม Sentinel 3 https://eoportal.eumetsat.int/
3. ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล	°C	1,000 m	27 วัน	NetCDF	2562 - 2563	ดาวเทียม Sentinel 3 https://eoportal.eumetsat.int/
4. ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล	m	~ 8,000 m (0.083° x 0.083°)	รายวัน	NetCDF	2562 - 2563	http://marine.copernicus.eu/
5. ขอบเขตเศรษฐกิจจำเพาะประเทศไทย	-	-	-	Shapefile	-	การกำหนดเขตเศรษฐกิจจำเพาะตามอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยกฎหมายทะเล ค.ศ. 1982

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. เครื่องพิมพ์พร้อมกระดาษและหมึกพิมพ์
3. โปรแกรมประมวลผลข้อมูลการรับรู้ระยะไกล เพื่อจัดการข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
4. โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS (Statistics Package for Social Sciences) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. โปรแกรม Maximum Entropy Species Distribution Modeling (MaxEnt) เวอร์ชัน

3.4.4 เพื่อวิเคราะห์การคาดการณ์พื้นที่การกระจายของปลาผิวน้ำ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ และข้อมูลทุติยภูมิ มีรายละเอียดดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลจากตำรา เอกสาร ผลงานวิจัย บทความและข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นตลอดจนเป็นแนวทางในการศึกษา
2. จัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมต่าง ๆ เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ได้แก่ ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล ความสูงระดับน้ำทะเล
3. ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลตำแหน่งจับปลาในบริเวณอ่าวไทย ในช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึงเดือนธันวาคม 2563 จากหน่วยงานเจ้าของข้อมูล

5. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. จัดทำข้อมูลตำแหน่งจับปลาจากกรมประมง ระยะเวลา 2 ปี โดยใช้ข้อมูลปี 2562 จำนวน 79,341 ตำแหน่ง และปี 2563 จำนวน 68,298 ตำแหน่ง รวมทั้งหมด 147,639 ตำแหน่ง แยกเป็นรายเดือนให้มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วน

2. ดาวน์โหลดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลในช่วงเวลาเป็นรายเดือน ตั้งแต่ พ.ศ. 2562 - 2563 ดังนี้ ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ และข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3 Ocean and Land Colour Instrument มีความละเอียดภาพเชิงพื้นที่ 300 เมตร จำนวน 24 ภาพ และดาวเทียม Sentinel-3 Sea and Land Surface Temperature Radiometer มีความละเอียดภาพเชิงพื้นที่ 1,000 เมตร จำนวน 24 ภาพ Level 2 รูปแบบไฟล์ NetCDF ผ่านเว็บไซต์ <https://eoportal.eumetsat.int/userMgmt/protected/welcome.faces> และข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลจากผลิตภัณฑ์ Global Ocean 1/12° Physics Analysis and Forecast ระบบ

Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) มีความละเอียดภาพเชิงพื้นที่ 8,000 เมตร จำนวน 24 ภาพ รูปแบบไฟล์ NetCDF ผ่านเว็บไซต์ https://resources.marine.copernicus.eu/productdetail/GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024/SERVICES ซึ่งเป็นระบบบริการข้อมูลเกี่ยวกับมหาสมุทร

3. ทำการประมวลผลเบื้องต้นภาพถ่ายจากดาวเทียม เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะเชิงคุณภาพและปริมาณเพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป ดังนี้

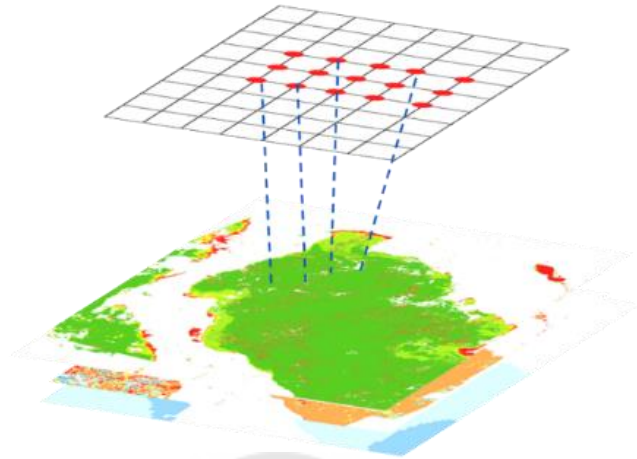
3.1 ตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลและประเมินผลทางสถิติ โดยตรวจสอบค่าความสว่างของจุดภาพ เพื่อดูความผิดพลาดของข้อมูลของภาพถ่ายจากดาวเทียม

3.2 ปรับแก้ความผิดพลาดทางการวัดรังสีที่เกิดจากความบกพร่องในการทำงานของเครื่องมือตรวจวัด การดูดซับและการกระเจิงในบรรยากาศ การผันแปรของการสแกนภาพและความสว่างของภาพ สัญญาณรบกวนของระบบ เพื่อให้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมีความถูกต้อง

3.3 ปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิต เพื่อให้ข้อมูลภาพมีตำแหน่งถูกต้องตามระบบอ้างอิงที่กำหนดและซ้กันกับข้อมูลอื่นได้

4. ทำการสร้างจุดภาพใหม่ (Resampling) เนื่องจากข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลทั้งสามปัจจัยมีความละเอียดเชิงพื้นที่แตกต่างกัน จึงทำการปรับความละเอียดภาพเป็น 1,000 เมตร ซึ่งเป็นการปรับค่าความละเอียดเชิงพื้นที่เพื่อให้มีการกระจายของค่าที่เหมาะสมกับทุกข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้สามารถซ้กันกันและมีความถูกต้อง เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

5. ทำการสกัดข้อมูลสภาพแวดล้อมทางทะเลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม ณ ตำแหน่งจับปลา ได้แก่ ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล จากดาวเทียม Sentinel 3 และความสูงระดับน้ำทะเล จากข้อมูลภาพ Global Ocean 1/12° Physics Analysis and Forecast ภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 การสกัดข้อมูลสภาพแวดล้อมทางทะเลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม
ณ ตำแหน่งจับปลา

6. นำข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่สกัดได้ไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับข้อมูลตำแหน่งจับปลา โดยใช้สถิติการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) วิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม ประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัวและตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2559) สามารถเขียนเป็นสมการถดถอยได้ว่า

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k \quad (10)$$

1) คำนวณค่า b ด้วยสูตร

$$B_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_2 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad (11)$$

$$B_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2 y) - (\sum x_1 x_2)(\sum x_1 y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \quad (12)$$

2) คำนวณค่า a ด้วยสูตร

$$a = \bar{Y} + b_1 \bar{x} + b_2 \bar{x} \quad (13)$$

ดังนั้น สูตรวิเคราะห์ตัวแปรอิสระ 4 ตัวสามารถเขียนสมการได้ว่า

$$Y' = a + b_{\text{Chl-a}} X_{\text{Chl-a}} + b_{\text{SST}} X_{\text{SST}} + b_{\text{SSH}} X_{\text{SSH}} \quad (14)$$

7. วิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy ด้วยโปรแกรม MaxEnt เวอร์ชัน 3.4.4 (Phillips S.J. & Research AT&T, 2017) ซึ่งใช้ข้อมูล 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 สำหรับนำไปวิเคราะห์ข้อมูล (training data) เพื่อสร้างแผนที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ และส่วนที่ 2 สำหรับนำมาใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง (test data) เนื่องจากพบว่ามิงงานวิจัยเกี่ยวกับแบบจำลอง MaxEnt ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตหลากหลายสายพันธุ์มีการแบ่งข้อมูลทั้ง 2 ส่วนที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองเพื่อให้ได้ผลจากแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดทั้งหมด 3 รูปแบบ ดังนี้ รูปแบบที่ 1 กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 80 และข้อมูล Test data ร้อยละ 20 รูปแบบที่ 2 กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 75 และข้อมูล Test data ร้อยละ 25 และรูปแบบที่ 3 กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 70 และข้อมูล Test data ร้อยละ 30

จากเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ ผู้วิจัยจะทำการแบ่งข้อมูลตำแหน่งจับปลาทั้งหมดเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนที่ 1 ตำแหน่งจับปลาร้อยละ 70 สำหรับนำไปวิเคราะห์ข้อมูล (training data) เพื่อสร้างแผนที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ และส่วนที่ 2 ตำแหน่งจับปลาร้อยละ 30 สำหรับนำมาใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง (test data) จากนั้นนำข้อมูลตำแหน่งจับปลาและข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมวิเคราะห์ในแบบจำลอง Maximum Entropy เพื่อหาพื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของปลาผิวน้ำ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของการกระจาย มีค่าระหว่าง 0 - 1 ค่าของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อการกระจายของปลาผิวน้ำ

การเตรียมข้อมูล

1. จัดเตรียมข้อมูลตำแหน่งจับปลาทั้งหมด 2 ปี รวบรวมให้อยู่ในไฟล์เดียวกันแยกเป็นรายเดือน ซึ่งจะมีข้อมูลเฉพาะชื่อสัตว์น้ำ และพิกัดภูมิศาสตร์ (ละติจูด ลองจิจูด) ในรูปแบบไฟล์ CSV

2. จัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมของทั้ง 3 ปี จัดทำค่าเฉลี่ยของแต่ละปีจากภาพถ่ายจากดาวเทียมทั้ง 2 ปี เพื่อให้มีไฟล์เดียวเป็นรายเดือน รวมถึงตรวจสอบให้มีความละเอียดเชิงพื้นที่ให้มีค่าเท่ากัน (resampling) และส่งออกไฟล์เป็น ASCII

การตั้งค่าโปรแกรม

ทำการตั้งค่าโดยตั้งค่าตามค่าเริ่มต้นของโปรแกรม (Default Setting) ซึ่งมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับการปรับแต่งการตั้งค่าด้วยตนเอง (Phillips Steven J. & Dudik Miroslav, 2008) โดยตั้งค่า ดังนี้

1) นำข้อมูล Samples (ตำแหน่งจับปลา) และข้อมูล Environmental Layers (ปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล) เข้าโปรแกรม

2) เลือก Output format เป็น Logistic เพื่อให้ค่าของผลลัพธ์แสดงผล 0 - 1 เนื่องจากช่วยปรับปรุงการสอบเทียบของแบบจำลอง ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น (Phillips Steven J. & Dudik Miroslav, 2008) และเลือก Output file type เป็นไฟล์ประเภท ASCII พร้อมทั้งเลือกที่เก็บข้อมูล

3) กำหนด Random test percentage เท่ากับร้อยละ 30 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง

4) จากนั้นกด Run เพื่อให้โปรแกรมประมวลผล

5) การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ทำการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง Maximum Entropy โดยการนำผลลัพธ์ของการคาดการณ์ที่ได้จากแบบจำลองมาประเมินด้วยแผนภูมิ ROC (receiver operating characteristic : ROC) เพื่อแสดงให้เห็นประสิทธิภาพการคาดการณ์ของแบบจำลอง และทำการคำนวณหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งของ ROC (area under the curve : AUC) ของแบบจำลองโดยคำนวณค่า AUC มีค่าที่เป็นไปได้อยู่ระหว่าง 0.0 - 1.0 หากแบบจำลองใดที่ให้ค่า AUC ต่ำกว่า 0.5 แสดงให้ทราบว่าแบบจำลองนั้นมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์น้อยกว่าการคาดการณ์โดยการสุ่ม (random prediction) หากมีค่าเข้าใกล้ 1.0 แสดงให้ทราบว่าประสิทธิภาพของการคาดการณ์มีค่ามากขึ้นตามลำดับ

8. จัดทำแผนที่การคาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำเป็นรายเดือน โดยผลลัพธ์จากแบบจำลอง MaxEnt ได้ค่าความน่าจะเป็นของการปรากฏของปลาฉลามน้ำ โดย 1 กริดเซลล์ มีความน่าจะเป็นอยู่ระหว่าง 0 - 1 โดยที่ 0 หมายถึงไม่มีการกระจายของปลาฉลามน้ำปรากฏในบริเวณนั้นหรือพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม และ 1 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาฉลามน้ำมากที่สุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด และได้ทำการจัดช่วงข้อมูลแบบช่วงขั้นเท่ากัน (Equal Interval) เพื่อให้ได้ระดับพื้นที่คาดการณ์ตรงกับความน่าจะเป็นของการปรากฏของปลาฉลามน้ำ ซึ่งถ้าเลือกการแบ่งขั้นข้อมูลแบบ Natural Breaks (Jenks) หรืออื่นๆ จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นของกริดเซลล์คลาดเคลื่อนไป เช่น ผลลัพธ์พื้นที่ความน่าจะเป็นมีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.8 เมื่อแบ่งตามการกระจายของข้อมูลจะทำให้พื้นที่ความน่าจะเป็นดังกล่าวกลายเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดแทน ซึ่งไม่ตรงกับข้อมูลจริง จากการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงแบ่งระดับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำเป็น 5 ระดับ ดังนี้

พื้นที่ไม่เหมาะสม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.20 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาฉลามในพื้นที่ร้อยละ 0 - 20

พื้นที่เหมาะสมน้อย มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.40 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาฉลามในพื้นที่ร้อยละ 21 - 40

พื้นที่เหมาะสมปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.41 - 0.60 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาฉลามในพื้นที่ร้อยละ 41 - 60

พื้นที่เหมาะสมมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.61 - 0.80 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาฉลามในพื้นที่ร้อยละ 61 - 80

พื้นที่เหมาะสมมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.81 - 1.00 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาฉลามในพื้นที่ร้อยละ 81 - 100

9. วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา



บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

การใช้แบบจำลอง Maximum Entropy เพื่อศึกษาการกระจายของปลาผิวน้ำในบริเวณอ่าวไทย มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

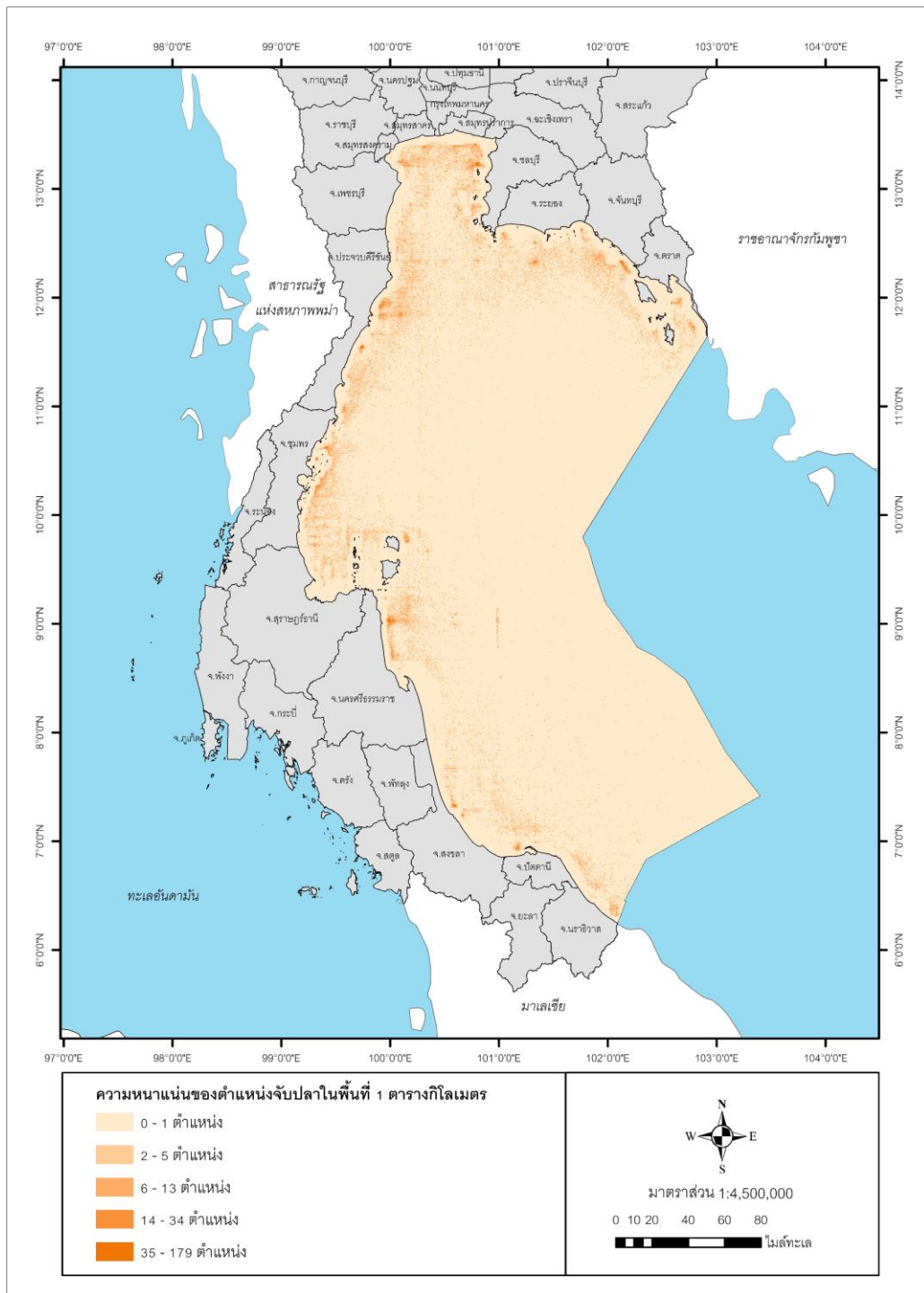
1. ผลการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำจากภาพถ่ายจากดาวเทียม

1.1 จำนวนตำแหน่งจับปลาในพื้นที่ศึกษา

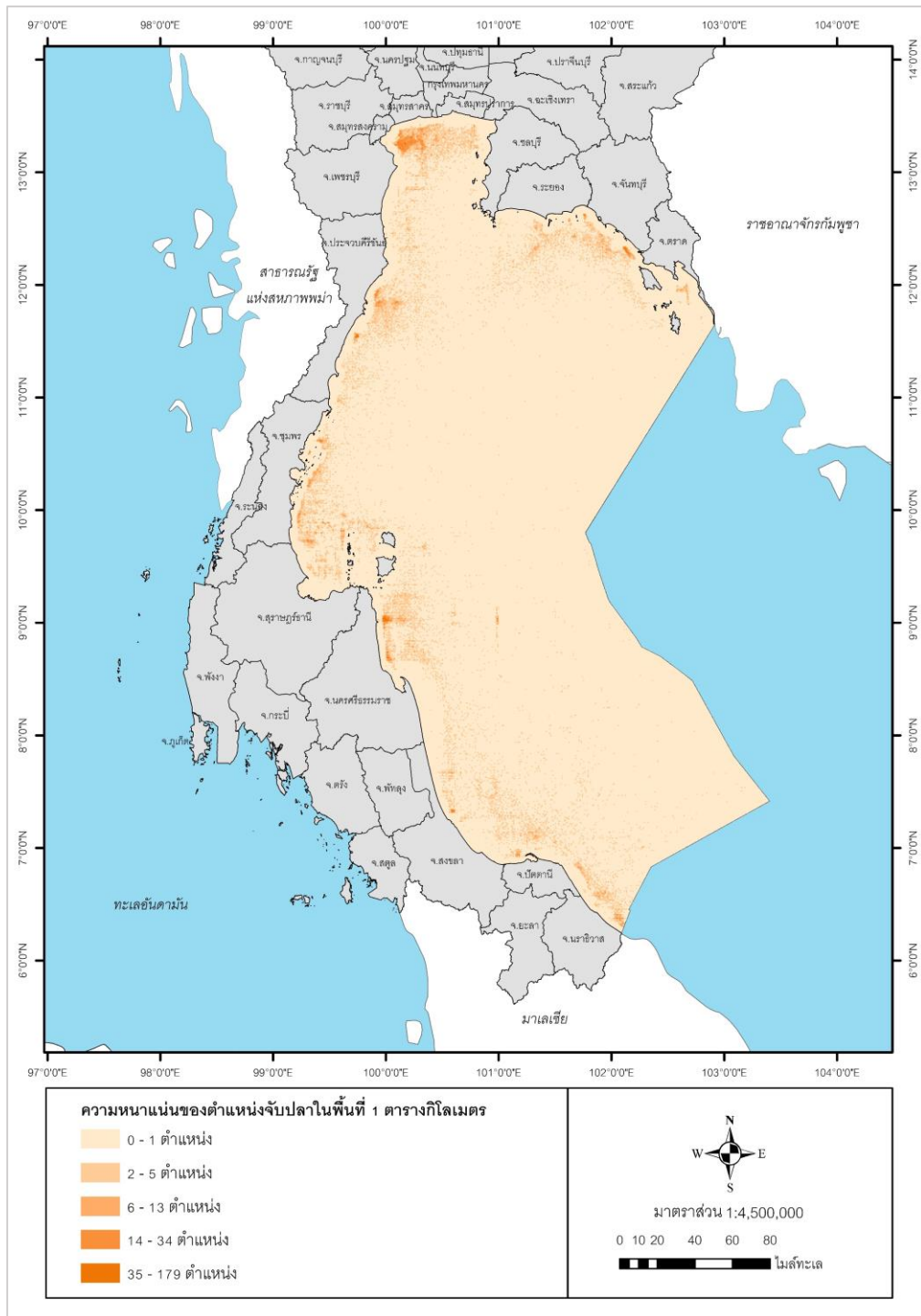
จากข้อมูลตำแหน่งจับปลาในพื้นที่ศึกษาที่รวบรวมได้ มีข้อมูลในปี 2562 จำนวน 79,341 ตำแหน่ง และปี 2563 จำนวน 68,298 ตำแหน่ง รวมทั้งหมด 147,639 ตำแหน่ง ในปี 2562 เดือนมกราคม มีจำนวนตำแหน่งจับปลามากที่สุด เท่ากับ 9,707 ตำแหน่ง และปี 2563 เดือนตุลาคม มีจำนวนตำแหน่งจับปลามากที่สุด เท่ากับ 7,562 ตำแหน่ง ดังตาราง 5 ข้อมูลตำแหน่งจับปลาทั้งหมดมีตำแหน่งกระจายทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาและมีการกระจุกตัวจำนวนมากถึง 35 - 179 ตำแหน่งในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร ในบริเวณใกล้ชายฝั่ง ภาพประกอบ 13 และภาพประกอบ 14 ซึ่งข้อมูลตำแหน่งจับปลานี้ เป็นเพียงตำแหน่งที่จับปลาได้เท่านั้น ไม่สามารถบ่งบอกถึงปริมาณของปลาที่จับได้

ตาราง 5 จำนวนตำแหน่งจัดปลา พ.ศ. 2562 - 2563

เดือน	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563
มกราคม	9,709	5,108
กุมภาพันธ์	8,630	4,586
มีนาคม	8,374	5,338
เมษายน	6,257	4,693
พฤษภาคม	6,351	4,976
มิถุนายน	6,734	5,581
กรกฎาคม	6,618	5,997
สิงหาคม	7,045	5,391
กันยายน	7,047	7,037
ตุลาคม	4,574	7,562
พฤศจิกายน	3,696	6,574
ธันวาคม	4,306	5,455
รวม	79,341	68,298



ภาพประกอบ 13 ความหนาแน่นของตำแหน่งจับปลาในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร พ.ศ. 2562



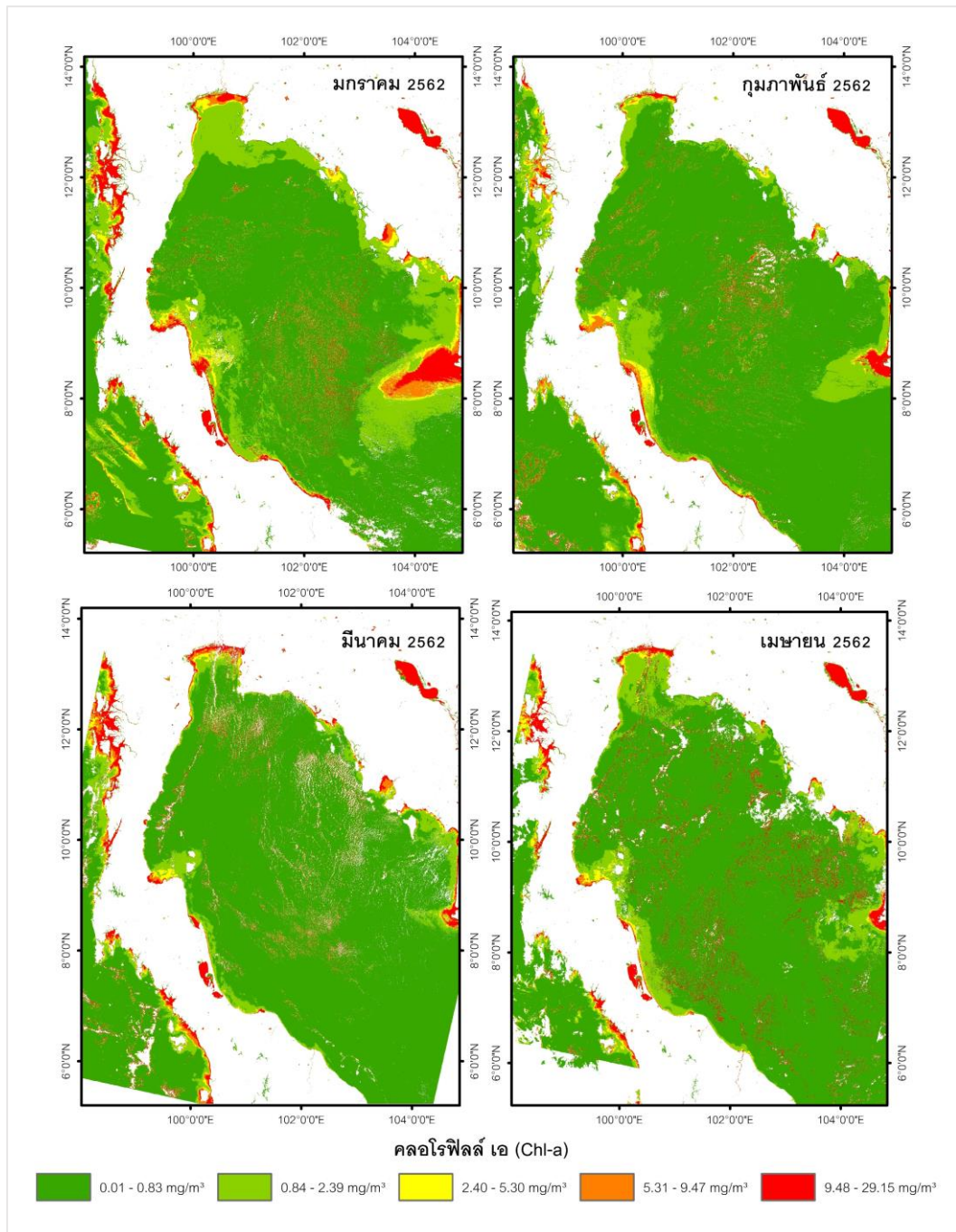
ภาพประกอบ 14 ความหนาแน่นของตำแหน่งจับปลาในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร พ.ศ. 2563

1.2 ผลการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล

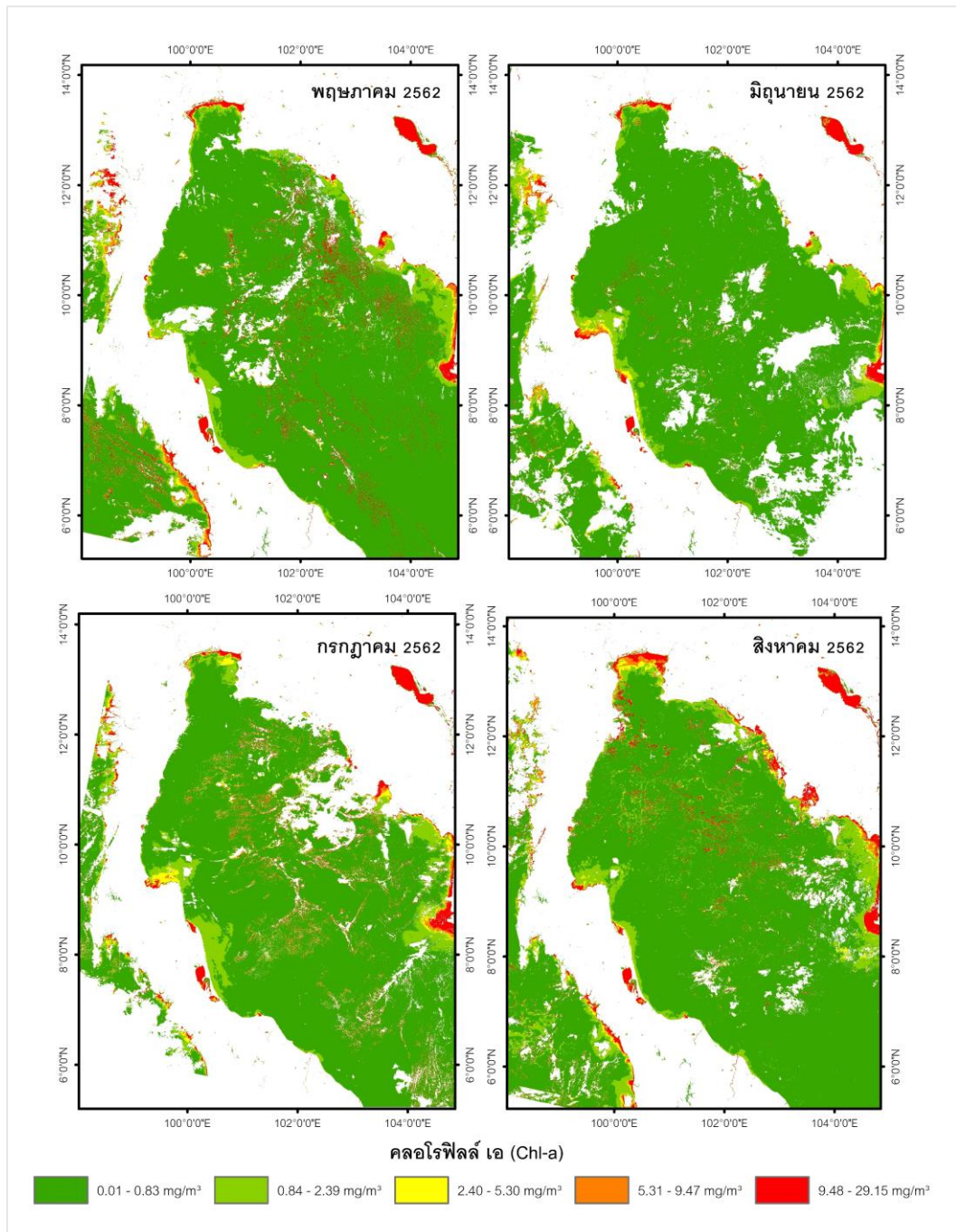
ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล ได้แก่ ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลใช้ข้อมูลค่าการสะท้อนจากภาพจากดาวเทียมแต่ละปัจจัย 24 ภาพ รวมทั้งหมด 72 ภาพ ผลการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล พบว่าในปี 2562 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ ที่จะสกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม อยู่ในช่วง 0.42 - 1.57 mg/m^3 เดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.57 mg/m^3 และเดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.42 mg/m^3 ส่วนในปี 2563 มีค่าเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 0.38 - 2.14 mg/m^3 เดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.14 mg/m^3 และเดือนสิงหาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.38 mg/m^3 สอดคล้องกับผลการศึกษา Welliken Marius et al. (2018) ศึกษาความแปรปรวนของคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และการจับปลาแมคเคอเรลในทะเลอาราฟูรา พบว่าช่วงค่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่สัมพันธ์กับแหล่งจับปลาอยู่ในช่วง 0.30 - 8.04 mg/m^3 ดังตาราง 6 การกระจายของคลอโรฟิลล์ เอ ส่วนใหญ่จะมีพบค่าสะท้อนมากบริเวณชายฝั่งอ่าวตัว ก และบริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ ณ ตำแหน่งจับปลาที่สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม

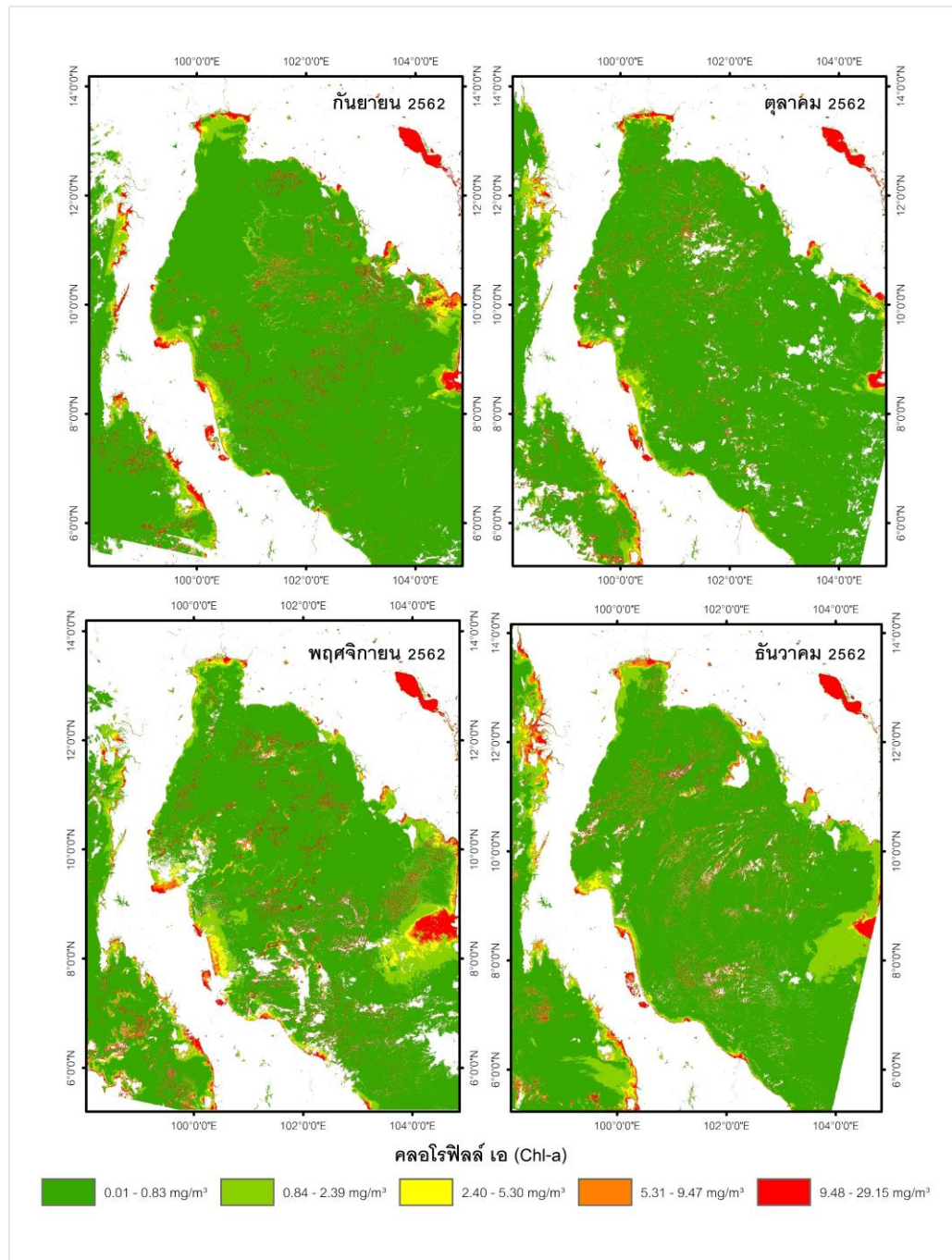
เดือน	ค่าเฉลี่ยคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	พ.ศ. 2562	พ.ศ.2563
มกราคม	1.57	1.00
กุมภาพันธ์	0.80	1.17
มีนาคม	1.06	1.25
เมษายน	0.75	1.08
พฤษภาคม	0.47	0.72
มิถุนายน	0.42	0.65
กรกฎาคม	0.50	0.67
สิงหาคม	1.13	0.38
กันยายน	0.67	0.58
ตุลาคม	0.50	1.50
พฤศจิกายน	0.97	1.70
ธันวาคม	0.78	2.14



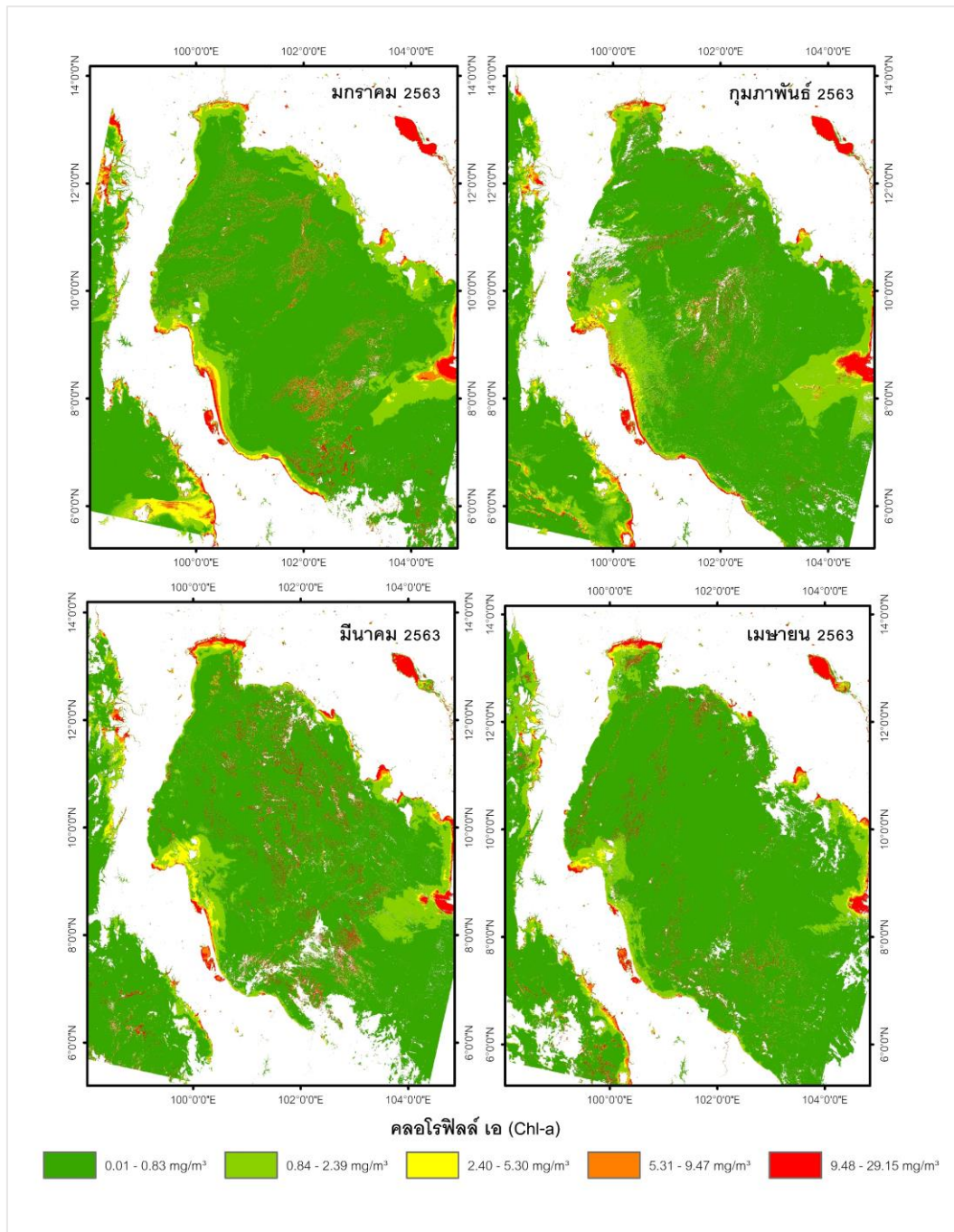
ภาพประกอบ 15 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2562



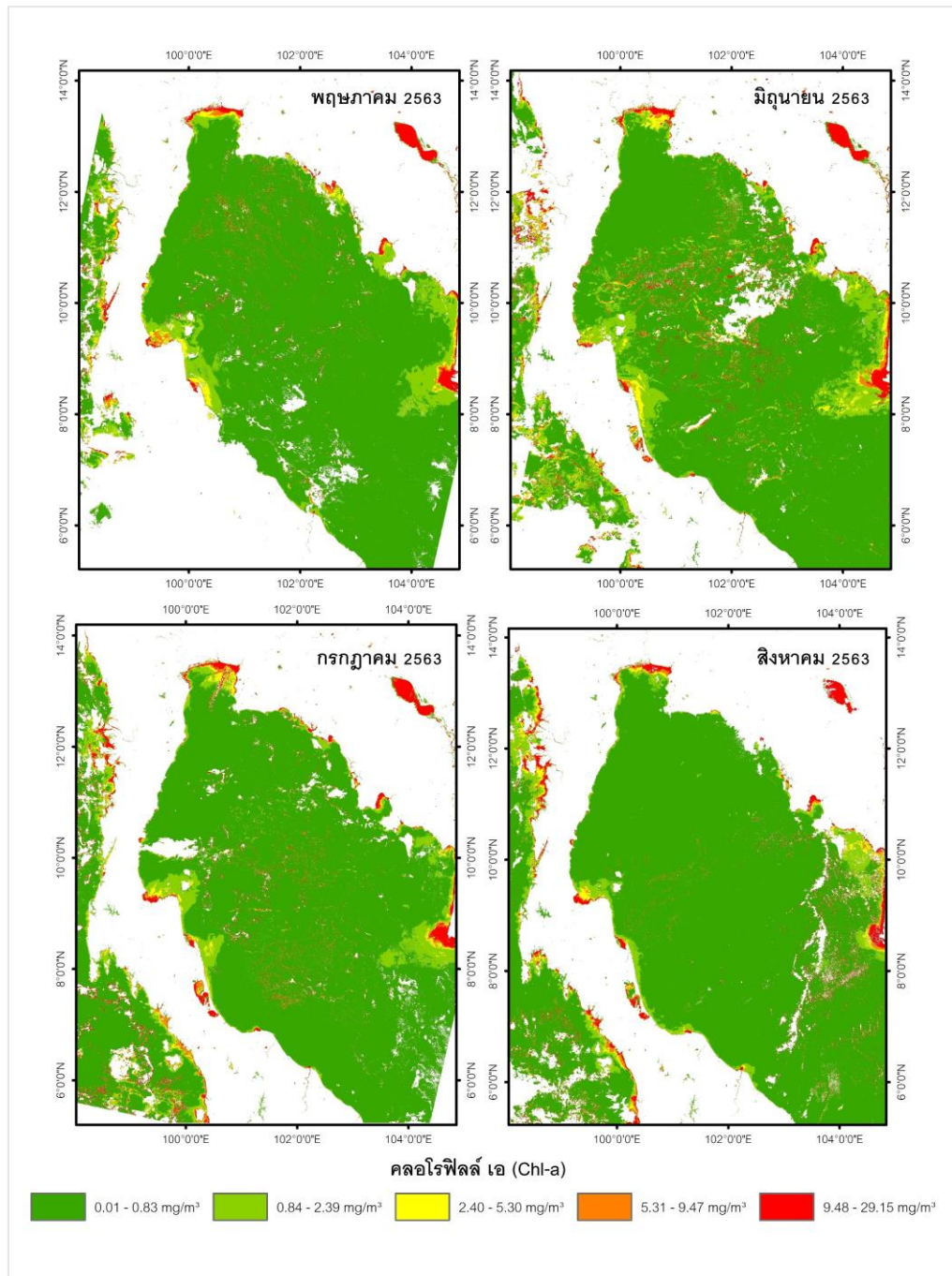
ภาพประกอบ 16 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2562



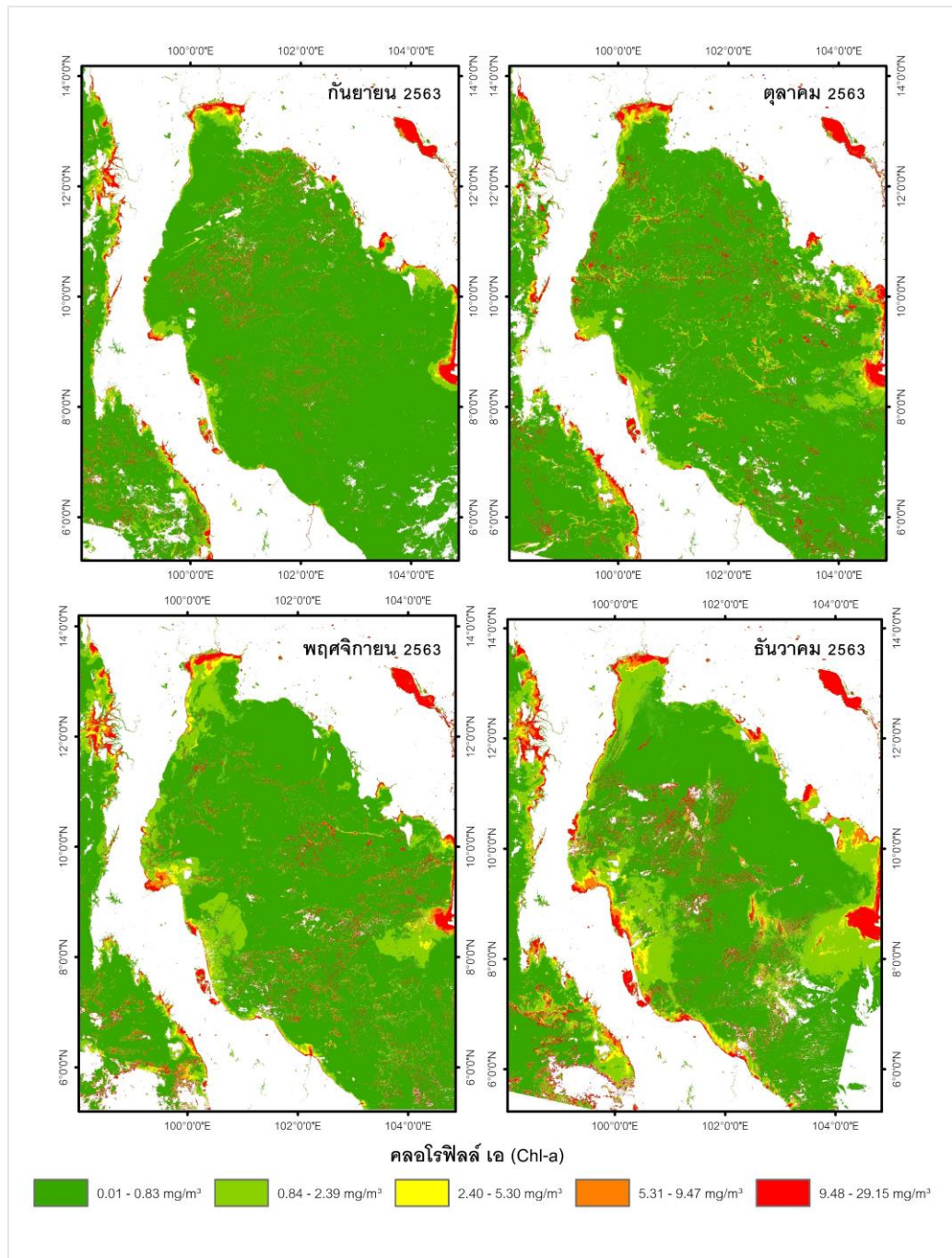
ภาพประกอบ 17 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2562



ภาพประกอบ 18 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2563



ภาพประกอบ 19 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2563

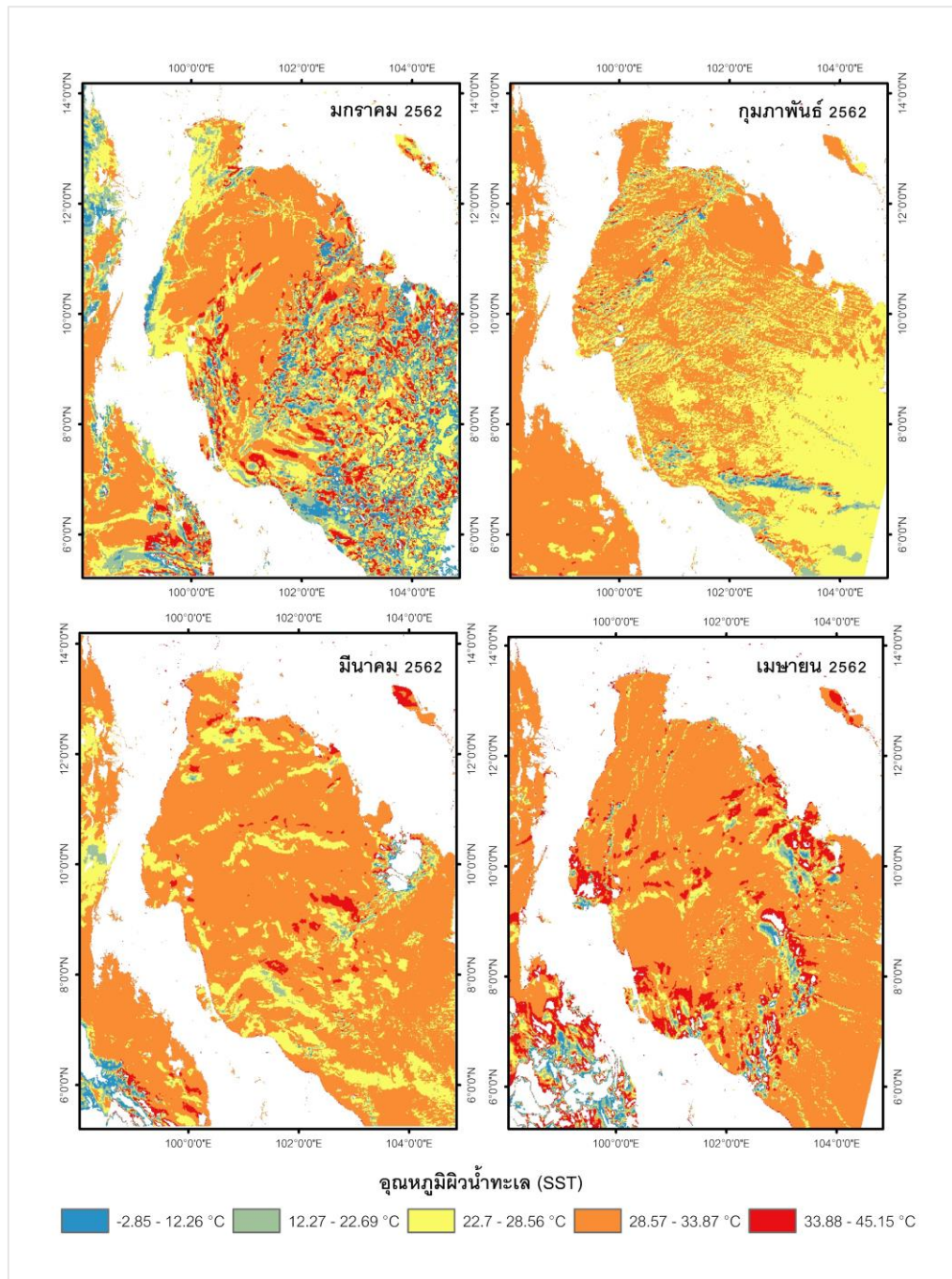


ภาพประกอบ 20 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ พ.ศ. 2563

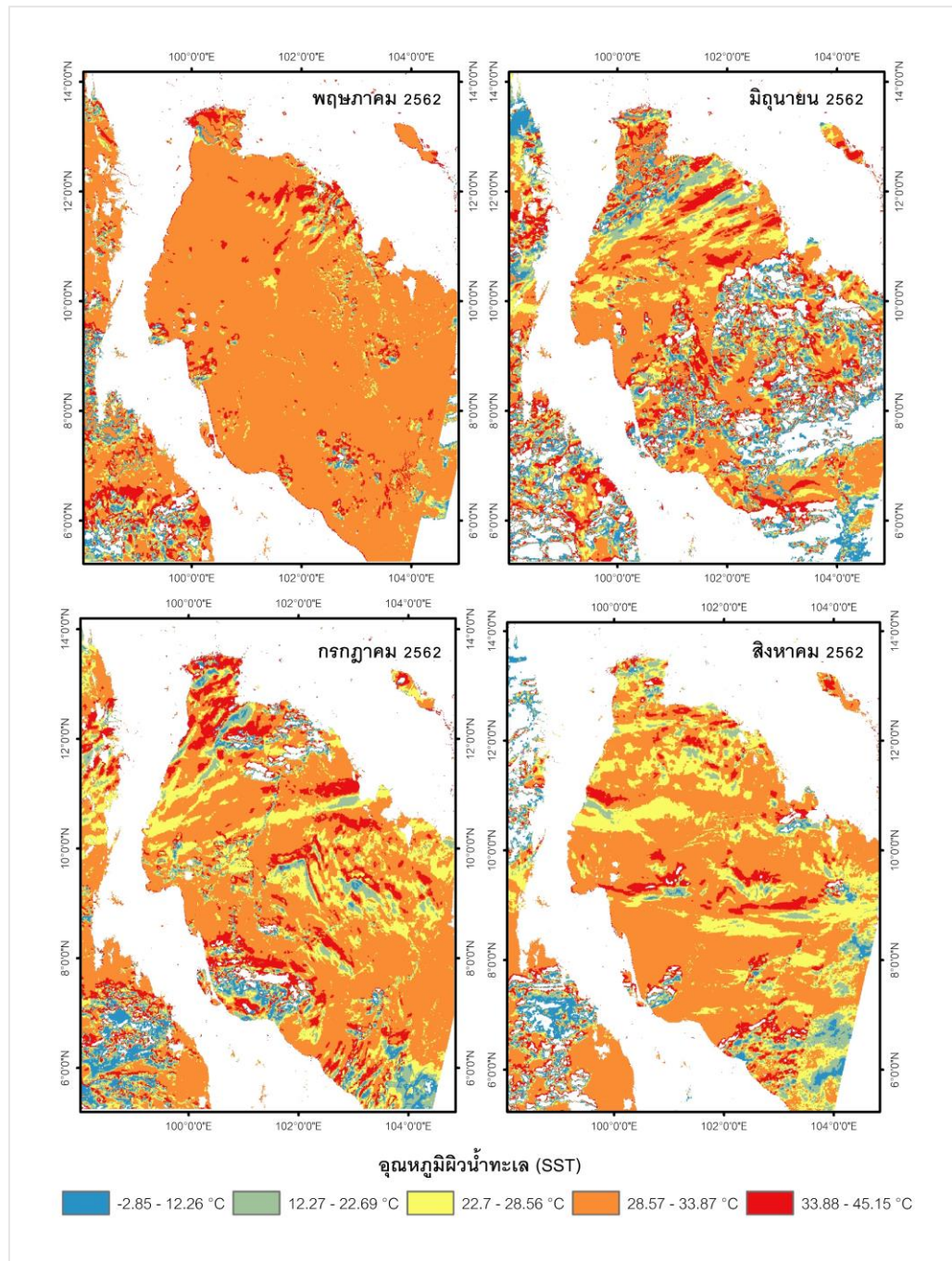
ผลการสกัดข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ณ ตำแหน่งจับปลา พบว่าในปี 2562 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่จะสกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม อยู่ในช่วง 26.97 - 31.54 องศาเซลเซียส เดือนพฤษภาคมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 31.54 องศาเซลเซียส และเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 26.97 องศาเซลเซียส ในปี 2563 มีค่าเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 24.41 - 29.91 องศาเซลเซียส เดือนพฤษภาคมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 29.91 องศาเซลเซียส และเดือนตุลาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 24.41 องศาเซลเซียส ดังตาราง 7 การกระจายของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพบว่าช่วงอุณหภูมิที่กระจายทั่วพื้นที่จะอยู่ในช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับผลการศึกษาของ เมธิ แก้วเนิน และคณะ (2560) กล่าวว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เหมาะสมของปลาผิวน้ำอาศัยอยู่ระหว่าง 28.75 - 30.25 องศาเซลเซียส และผลการศึกษาของ Zainuddin Mukti et al. (2017) ศึกษาแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาหูฉลามในอ่าวโบนิ ประเทศอินโดนีเซีย กล่าวว่าช่วงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่พบปลาหูฉลามอาศัยอยู่ระหว่าง 29.5 - 31.5 องศาเซลเซียส

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ณ ตำแหน่งจับปลาที่สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม

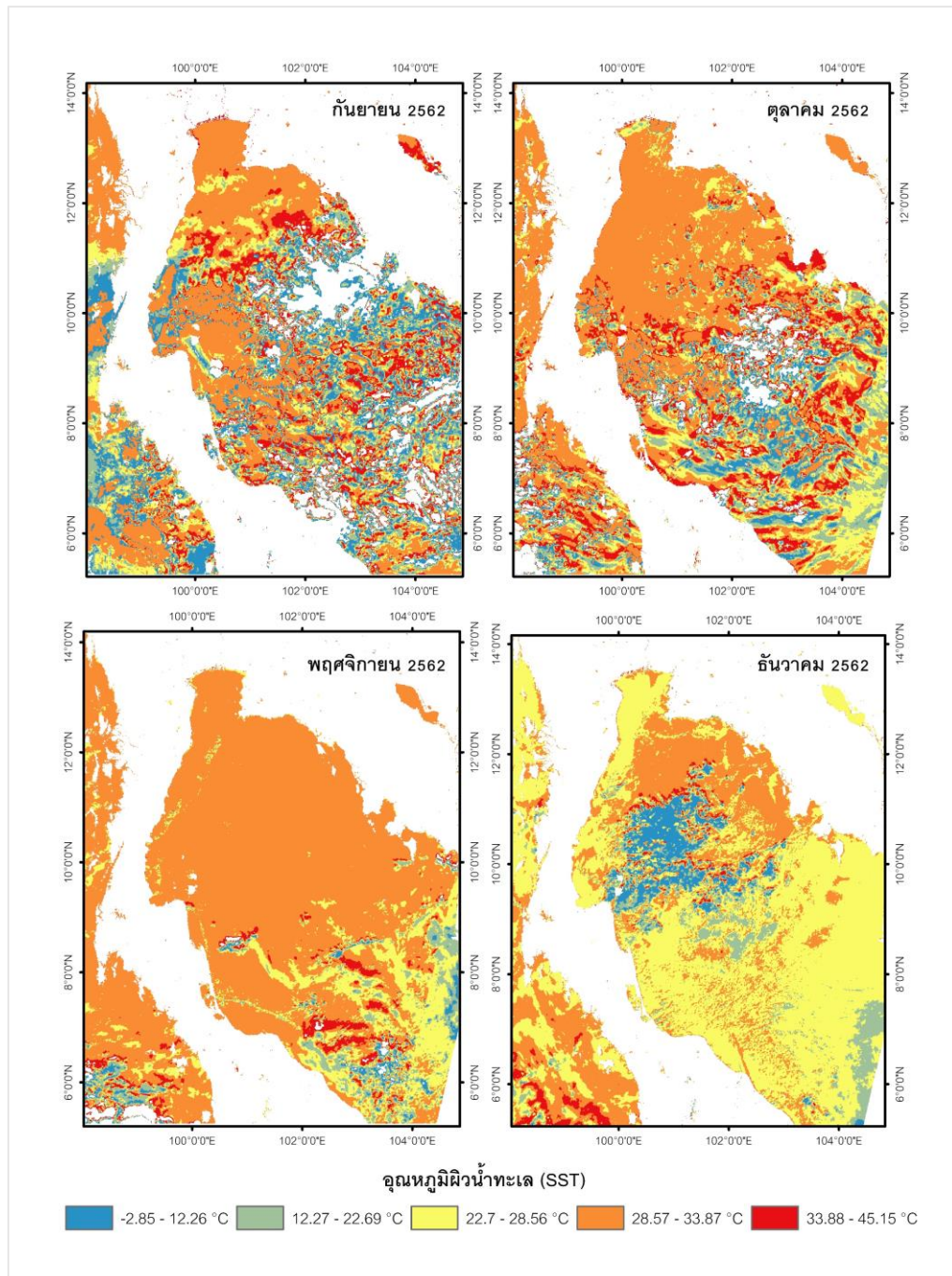
เดือน	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)	
	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563
มกราคม	27.08	28.49
กุมภาพันธ์	27.94	27.73
มีนาคม	29.36	29.63
เมษายน	30.80	29.58
พฤษภาคม	31.54	29.91
มิถุนายน	28.19	25.40
กรกฎาคม	28.86	26.33
สิงหาคม	29.08	26.69
กันยายน	27.27	25.66
ตุลาคม	28.52	24.41
พฤศจิกายน	29.72	26.76
ธันวาคม	26.97	26.82



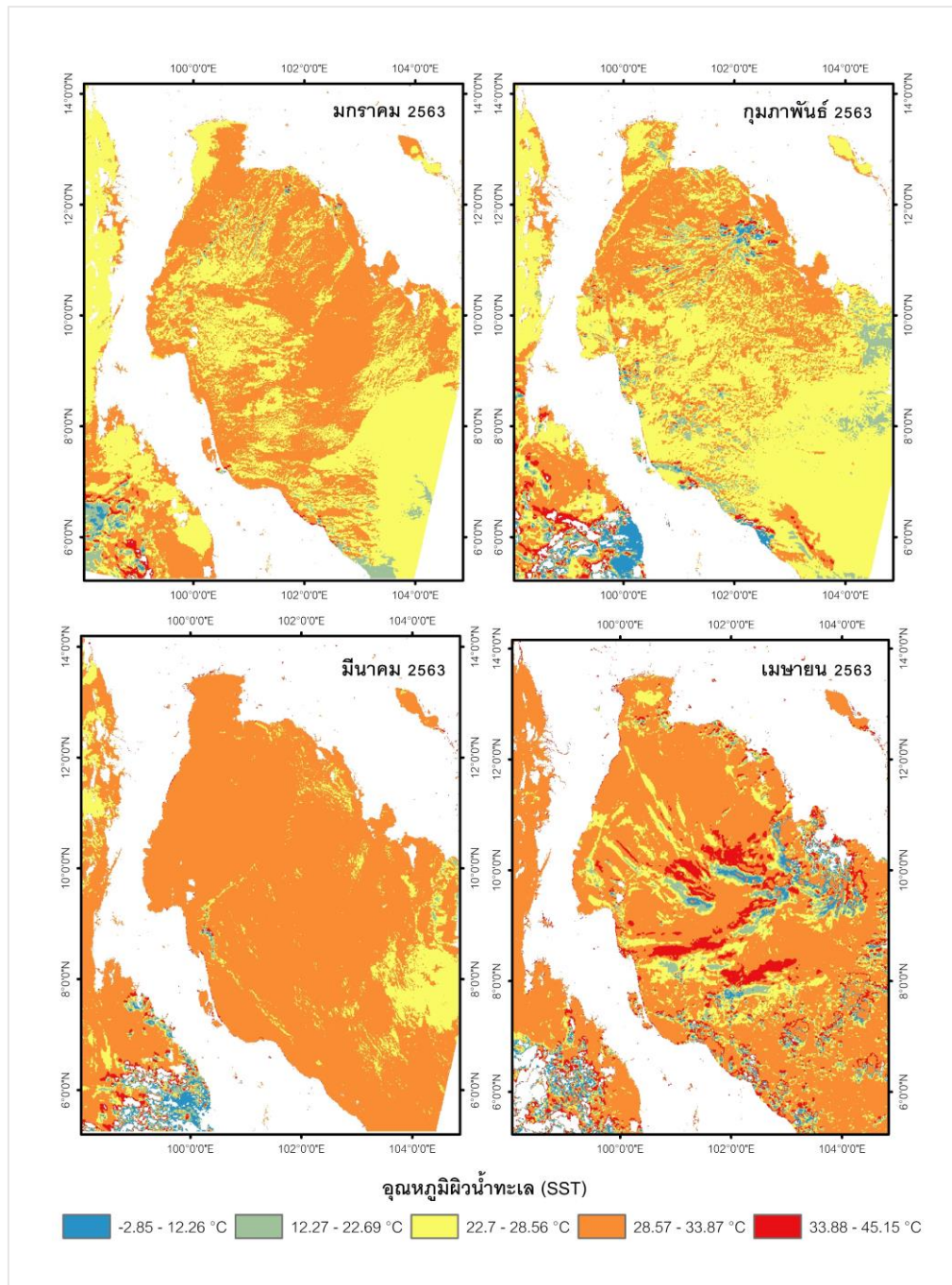
ภาพประกอบ 21 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2562



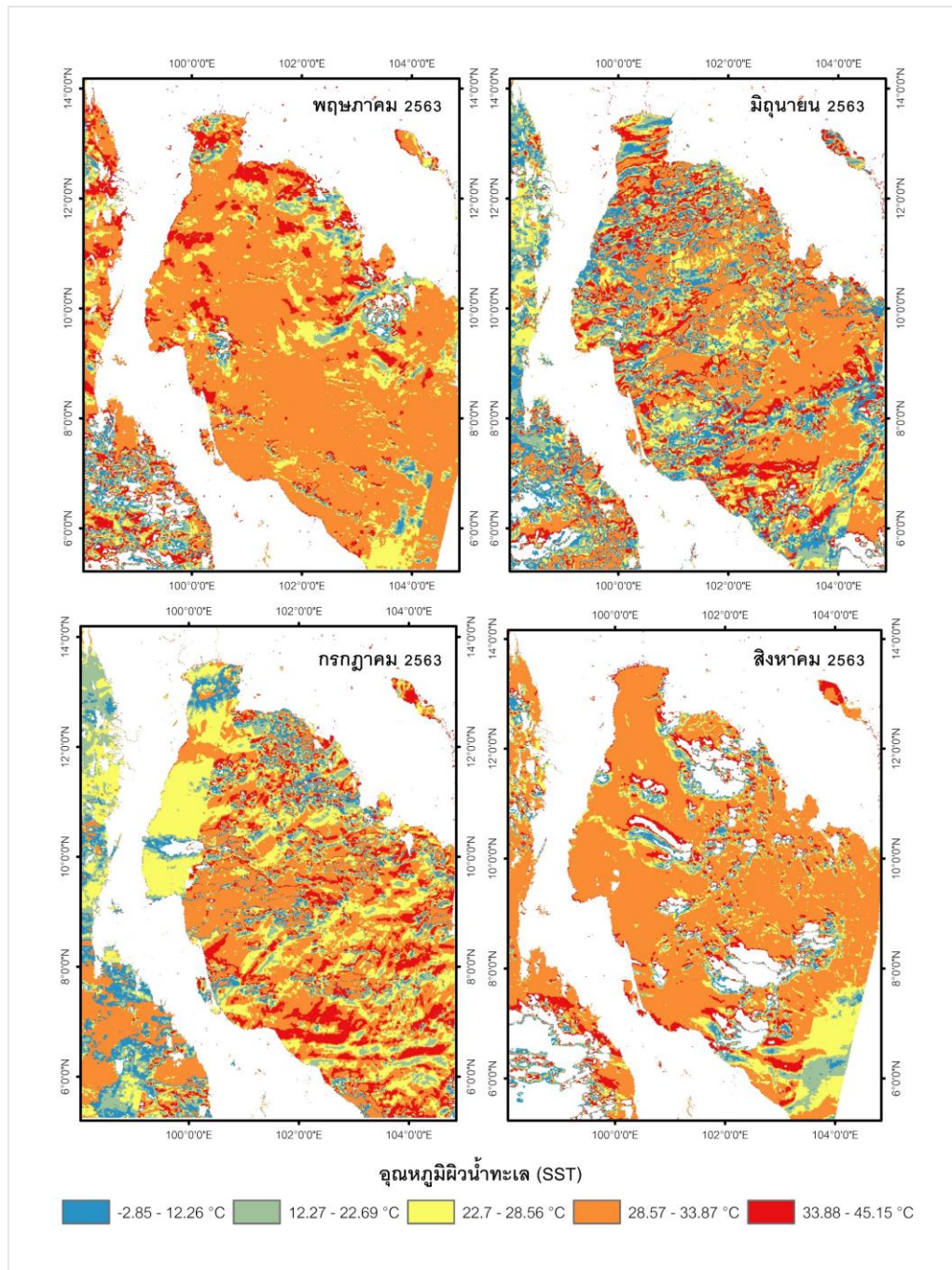
ภาพประกอบ 22 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2562



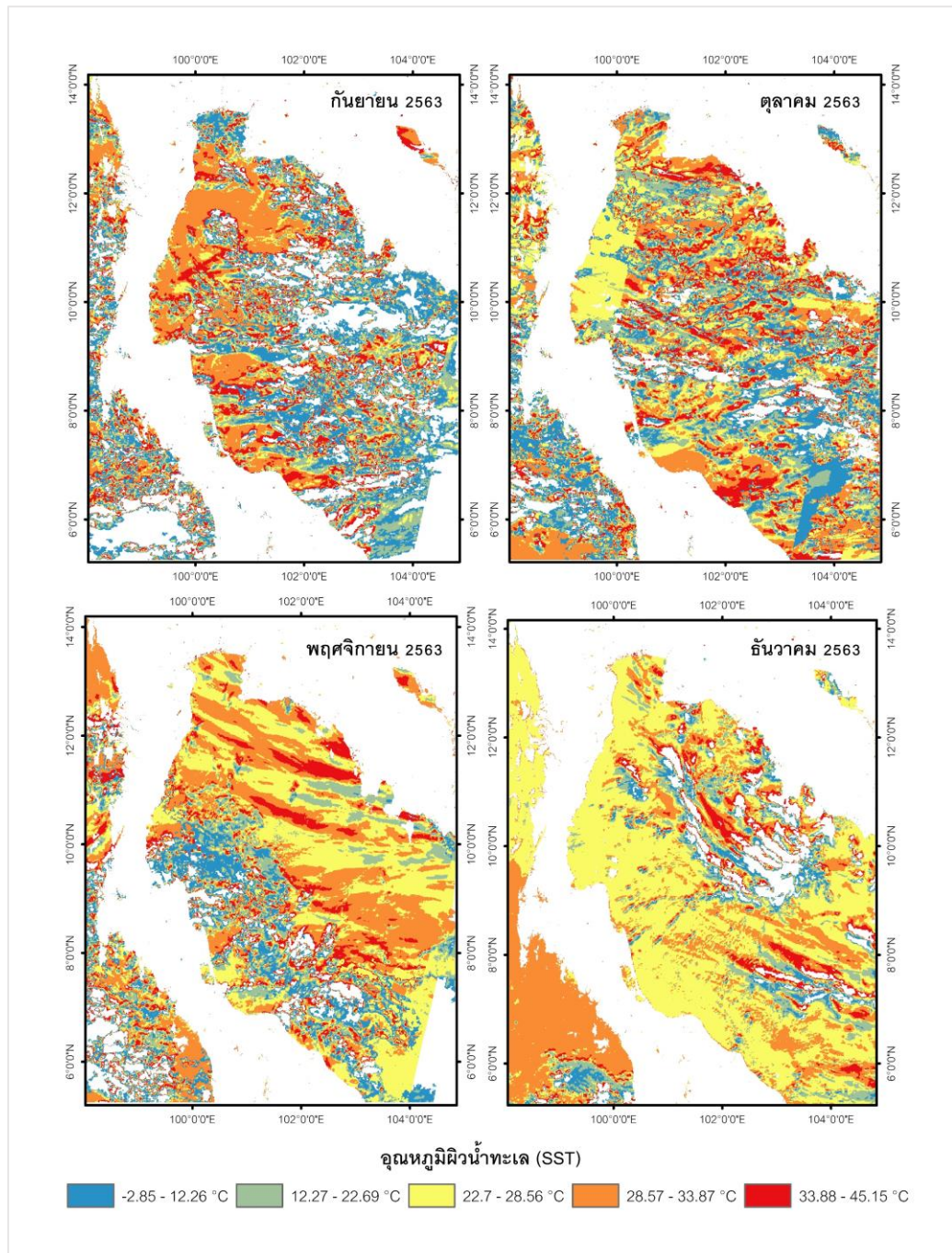
ภาพประกอบ 23 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2562



ภาพประกอบ 24 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2563



ภาพประกอบ 25 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2563

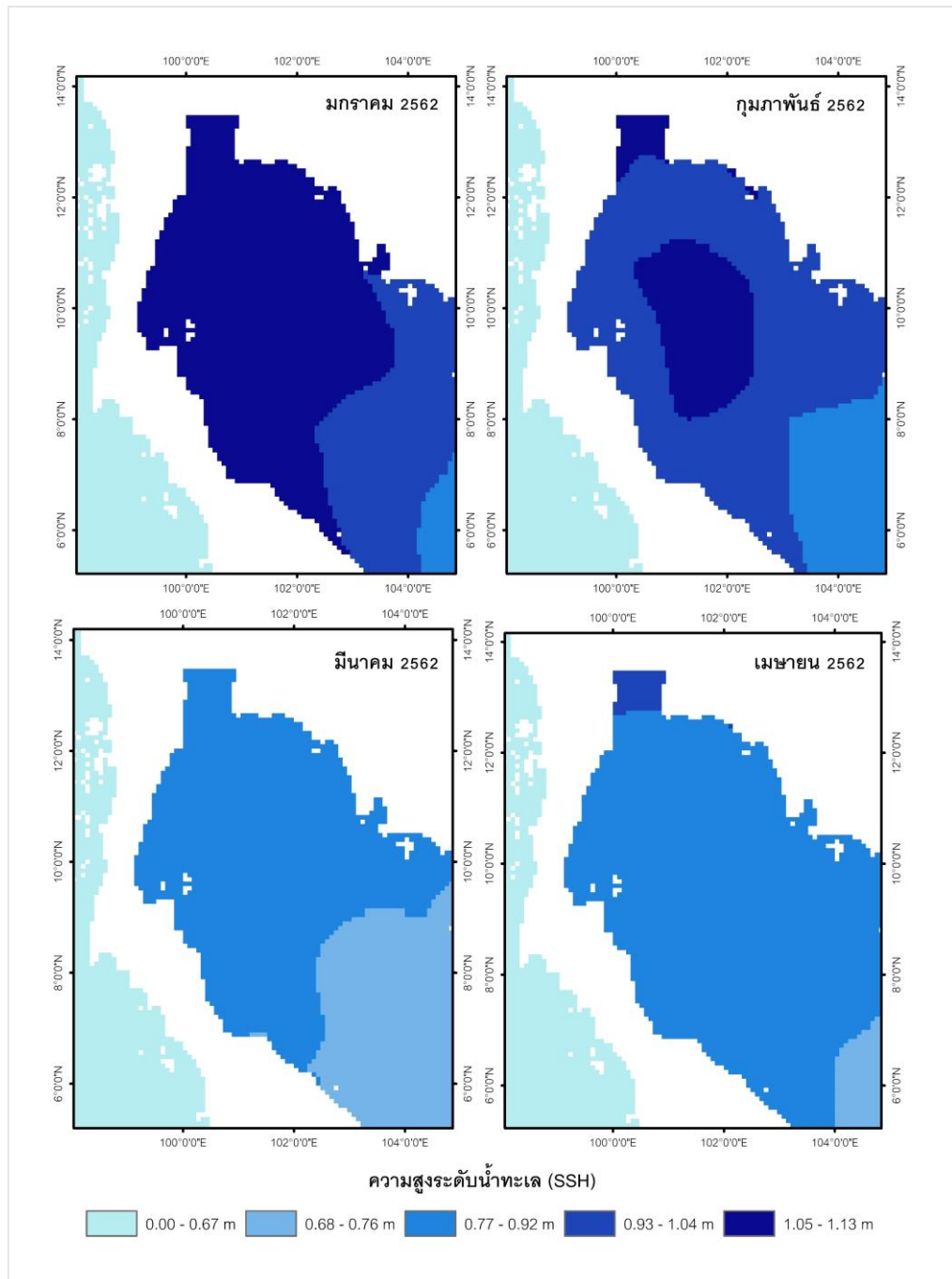


ภาพประกอบ 26 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพ.ศ. 2563

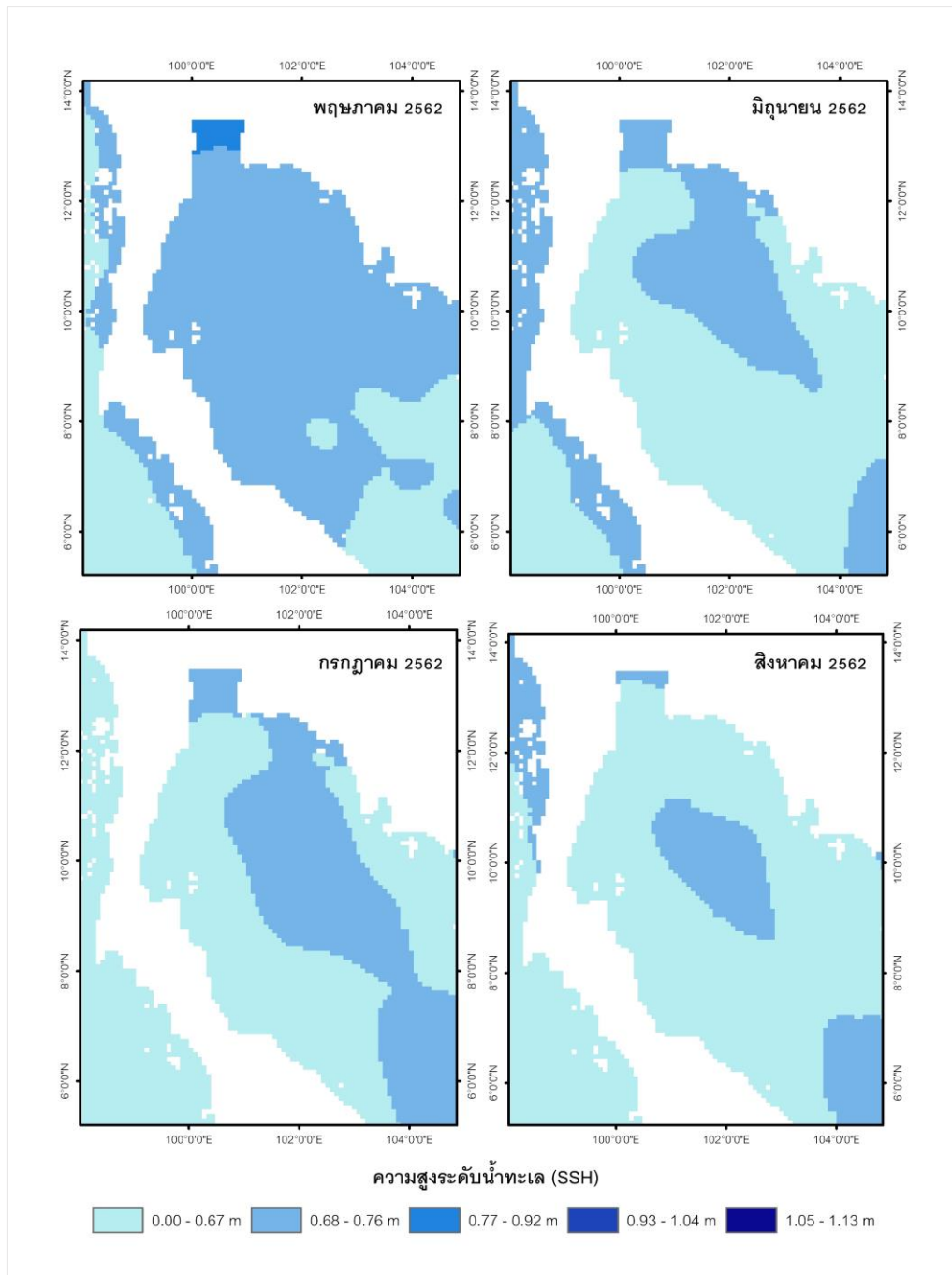
ผลการสกัดข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล ณ ตำแหน่งจับปลา พบว่าในปี 2562 ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลที่จะสกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม อยู่ในช่วง 0.62 - 1.07 เมตร เดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.07 เมตร และเดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.62 เมตร ในปี 2563 มีค่าเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 0.63 - 1.04 เมตร เดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.04 เมตร และเดือนสิงหาคมมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.63 เมตร ดังตาราง 8 การกระจายของความสูงระดับน้ำทะเลมีกระจายครอบคลุมทั้งพื้นที่และในแต่ละเดือนจะขึ้นอยู่กับการขึ้นน้ำลง ลม และกระแสน้ำ

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล ณ ตำแหน่งจับปลาที่สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม

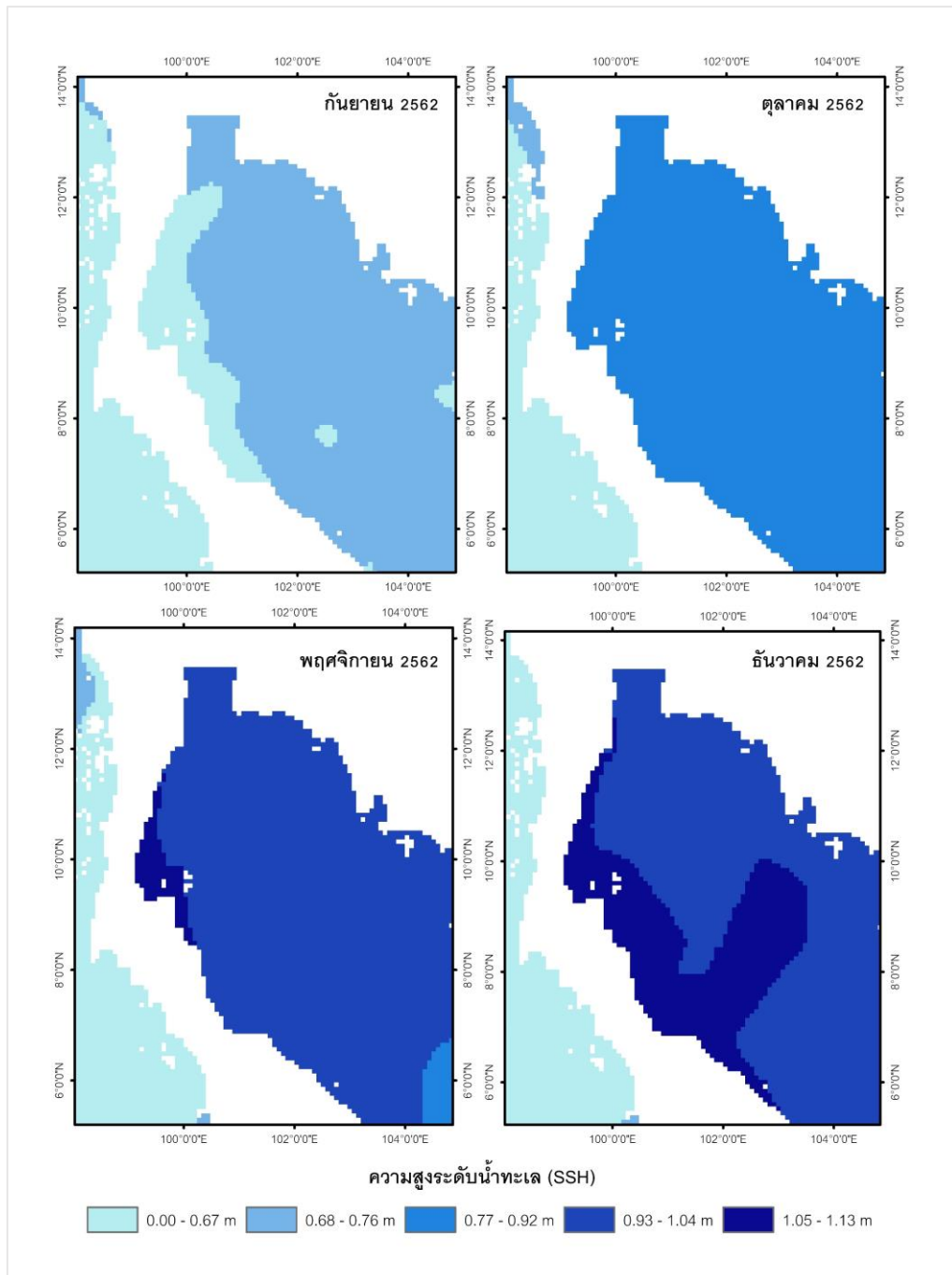
เดือน	ค่าเฉลี่ยความสูงระดับน้ำทะเล (เมตร)	
	พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563
มกราคม	1.07	0.96
กุมภาพันธ์	1.03	1.03
มีนาคม	0.80	0.80
เมษายน	0.89	0.89
พฤษภาคม	0.72	0.72
มิถุนายน	0.66	0.66
กรกฎาคม	0.66	0.66
สิงหาคม	0.62	0.63
กันยายน	0.67	0.67
ตุลาคม	0.81	0.81
พฤศจิกายน	1.01	1.01
ธันวาคม	1.04	1.04



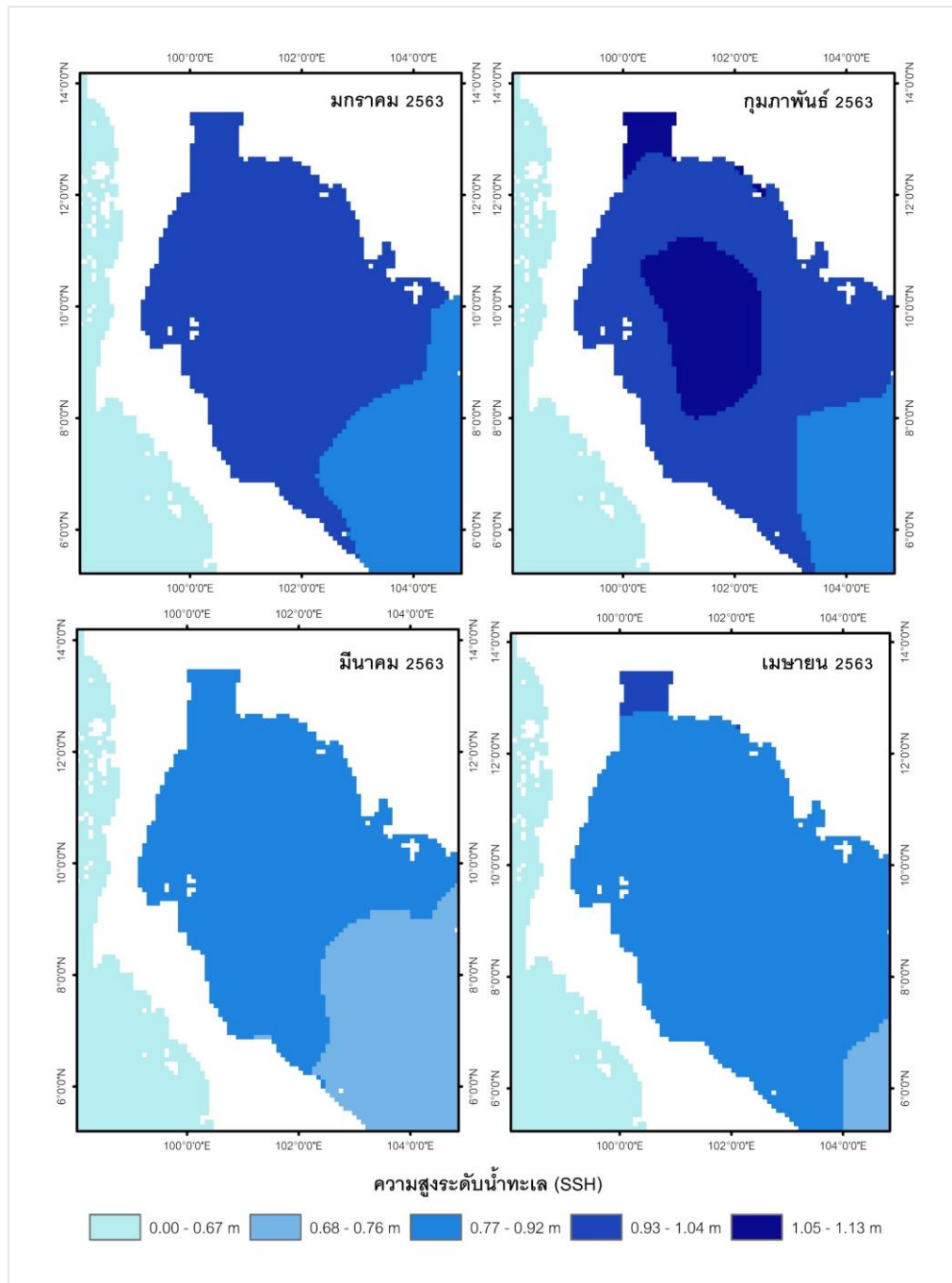
ภาพประกอบ 27 ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2562



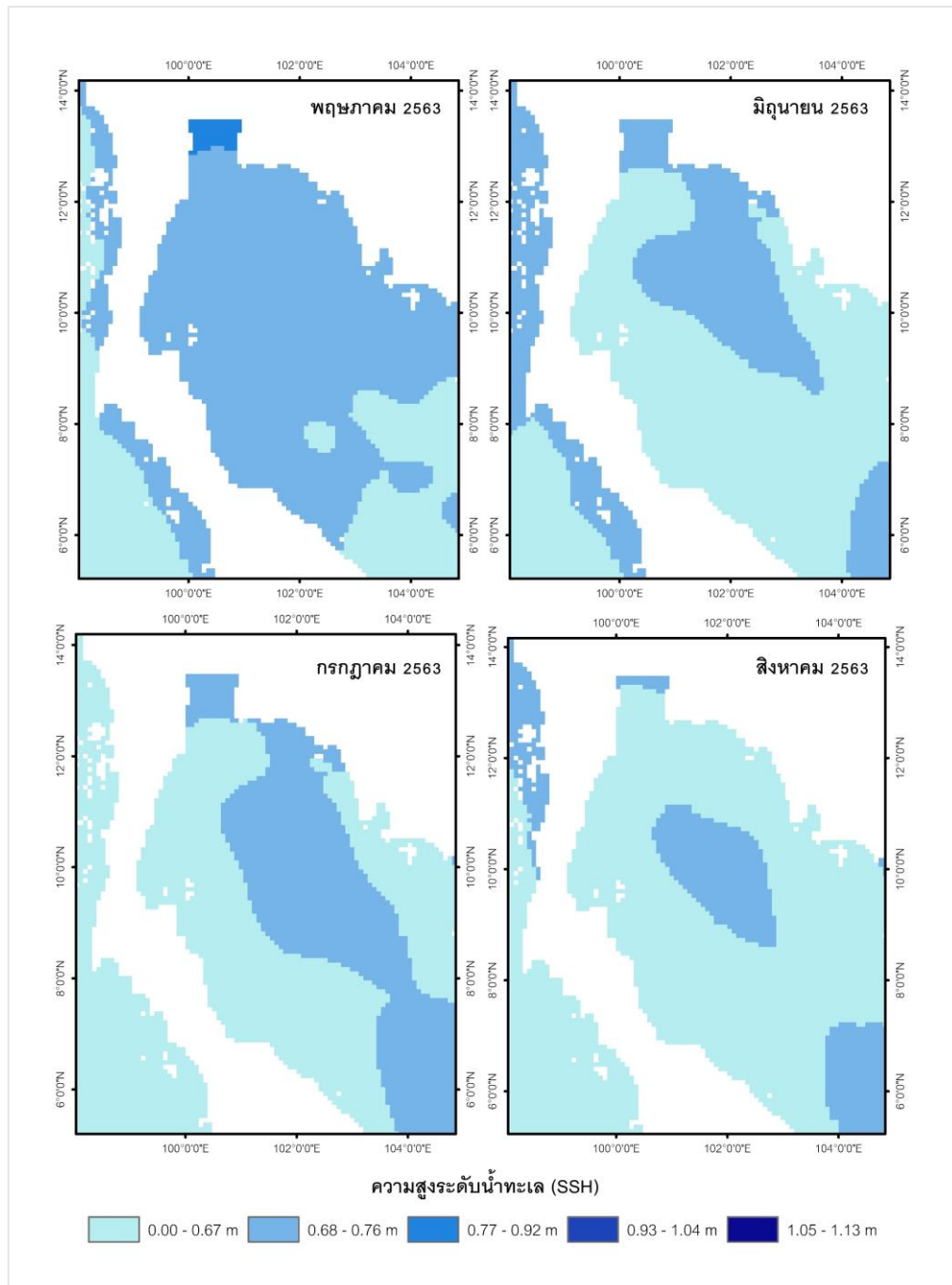
ภาพประกอบ 28 ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2562



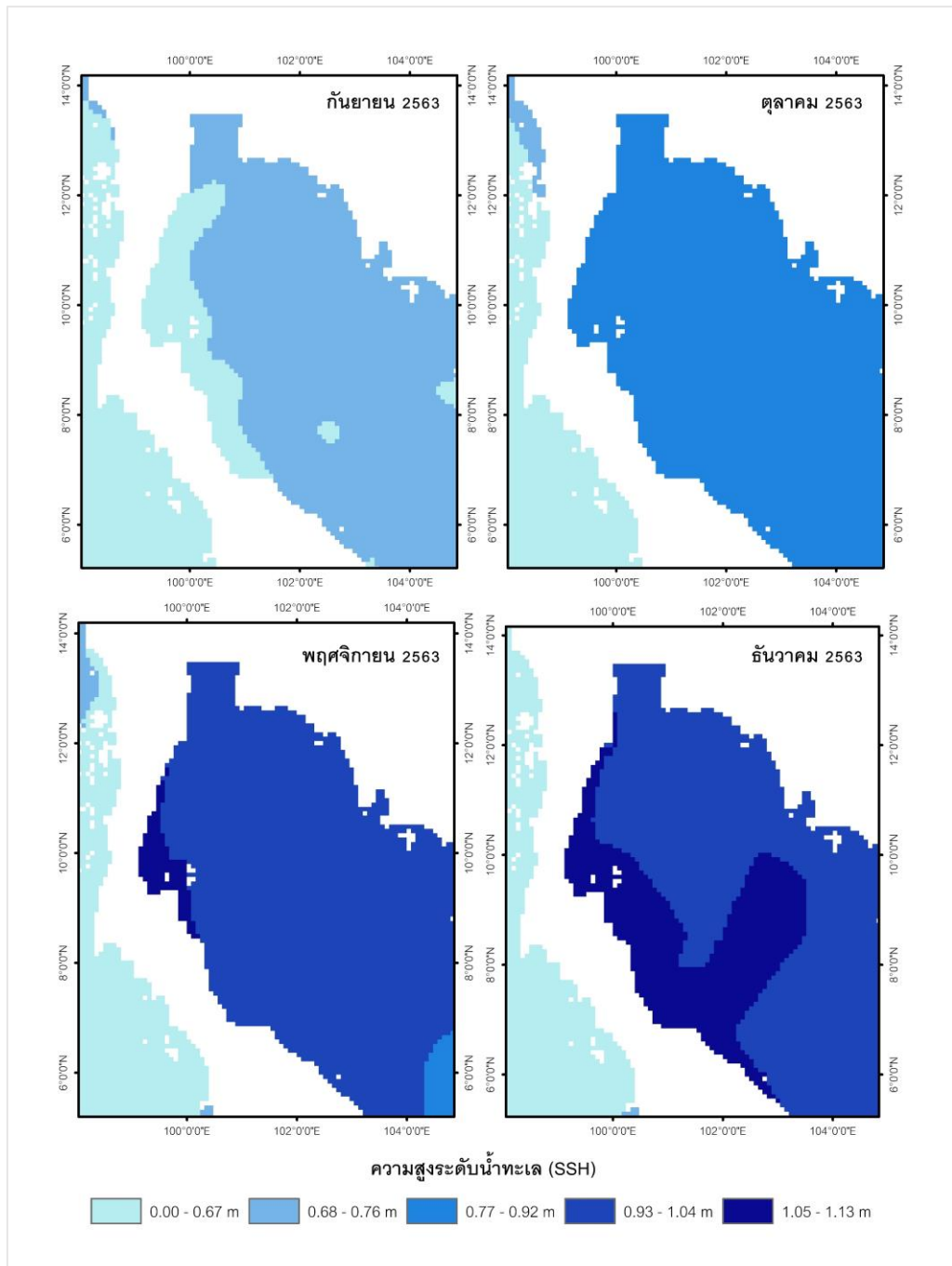
ภาพประกอบ 29 ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2562



ภาพประกอบ 30 ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2563



ภาพประกอบ 31 ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2563



ภาพประกอบ 32 ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพ.ศ. 2563

จากผลการวิจัยข้างต้นข้อมูลตำแหน่งจับปลาที่มีการกระจายทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาและส่วนใหญ่พบการกระจุกตัวบริเวณใกล้ชายฝั่ง และการกระจายของปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล ได้แก่ ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม อยู่ในช่วง 0.38 - 2.14 mg/m^3 สอดคล้องกับผลการศึกษา Welliken Marius et al. (2018) ศึกษาความแปรปรวนของคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล และการจับปลาแมคเคอเรลในทะเลอาราฟูรา พบว่าช่วงค่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่สัมพันธ์กับแหล่งจับปลาอยู่ในช่วง 0.30 - 8.04 mg/m^3 และข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล สกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียมจะอยู่ในช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับผลการศึกษาของ เมธี แก้วเนิน และคณะ (2560) กล่าวว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เหมาะสมต่อปลาผิวน้ำอาศัยอยู่ระหว่าง 28.75 - 30.25 องศาเซลเซียส และผลการศึกษาของ Zainuddin Mukti et al. (2017) ศึกษาแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาทูน่าในอ่าวโบนิ ประเทศอินโดนีเซีย กล่าวว่าช่วงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่พบปลาทูน่าอาศัยอยู่ระหว่าง 29.5 - 31.5 องศาเซลเซียส ส่วนข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลสกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม อยู่ในช่วง 0.62 - 1.07 เมตร ซึ่งความสูงระดับน้ำทะเลในแต่ละเดือนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิน้ำขึ้น-น้ำลง ลม และกระแสน้ำ

2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำ

2.1 การกระจายของข้อมูลตำแหน่งจับปลากับข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล

ผลจากการซ้อนทับข้อมูลตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลจากการจัดช่วงข้อมูลโดยใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงการกระจายของตำแหน่งจับปลาแบบ Natural Breaks (Jenks) ออกเป็น 5 ช่วง เพื่อให้สอดคล้องกับการกระจายของข้อมูลบริเวณตำแหน่งจับปลา ดังตาราง 9 และตาราง 10

ผลการศึกษาพบว่า ในปี 2562 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในช่วงพื้นที่ที่มีคลอโรฟิลล์ เอ คือ ช่วง 0 - 0.83 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมา ได้แก่ ช่วง 0.84 - 2.39 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ช่วง 5.31 - 9.47 mg/m^3 และช่วง 9.48 - 29.15 mg/m^3 ตามลำดับ และปี 2563 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในช่วงค่าคลอโรฟิลล์ เอ คือ ช่วง 0 - 0.83 mg/m^3 รองลงมา ได้แก่ ช่วง 0.84 - 2.39 mg/m^3 ช่วง 2.40 - 5.30 mg/m^3 ช่วง 5.31 - 9.47 mg/m^3 และช่วง 9.48 - 29.15 mg/m^3 ตามลำดับ

ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพบว่าในปี 2562 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในช่วงพื้นที่ที่มีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลคือ ช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส รองลงมา ได้แก่ ช่วง 22.70 - 28.56 องศาเซลเซียส ช่วง 33.88 - 45.15 องศาเซลเซียส ช่วง 12.27 - 22.69 องศาเซลเซียส และช่วง -2.85 -12.26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และในปี 2563 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในอุณหภูมิผิวน้ำทะเลคือ ช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส รองลงมา ได้แก่ ช่วง 22.70 - 28.56 องศาเซลเซียส ช่วง 12.27 - 22.69 องศาเซลเซียส ช่วง 33.88 - 45.15 องศาเซลเซียส และช่วง -2.85 -12.26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพบว่าในปี 2562 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในช่วงพื้นที่ที่มีความสูงระดับน้ำทะเลคือ ช่วง 0.58 - 0.67 เมตร รองลงมา ได้แก่ ช่วง 0.77 - 0.92 เมตร ช่วง 0.93 - 1.04 เมตร ช่วง 1.05 - 1.13 เมตร และช่วง 0.68 - 0.76 เมตร และในปี 2563 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในความสูงระดับน้ำทะเลคือ ช่วง 0.58 - 0.67 เมตร รองลงมา ได้แก่ ช่วง 0.93 - 1.04 เมตร ช่วง 0.77 - 0.92 เมตร ช่วง 0.68 - 0.76 เมตร และช่วง 1.05 - 1.13 เมตร ตามลำดับ

ตาราง 9 การกระจายของข้อมูลตำแหน่งจับปลาและข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล

ปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล	ช่วงข้อมูล	จำนวนตำแหน่งจับปลา	
		พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563
คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	0 - 0.83	62,403	49,226
	0.84 - 2.39	12,151	12,562
	2.40 - 5.30	2,144	3,433
	5.31 - 9.47	1,293	1,685
	9.48 - 29.15	1,350	1,392
อุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST) (องศาเซลเซียส)	-2.85 -12.26	1,964	4,493
	12.27 - 22.69	4,656	6,580
	22.70 - 28.56	17,311	19,717
	28.57 - 33.87	50,502	31,927
	33.88 - 45.15	4,908	5,581

ตาราง 10 (ต่อ)

ปัจจัยสภาพแวดล้อม ทางทะเล	ช่วงข้อมูล	จำนวนตำแหน่งจับปลา	
		พ.ศ. 2562	พ.ศ. 2563
ความสูงระดับน้ำทะเล	0.58 - 0.67	23,192	19,163
(SSH)	0.68 - 0.76	10,563	9,364
(เมตร)	0.77 - 0.92	18,710	17,457
	0.93 - 1.04	14,004	19,117
	1.05 - 1.13	12,872	3,197

จากข้อมูลข้างต้นคลอโรฟิลล์ เอ ช่วง 0 - 0.83 mg/m^3 และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่มีเหมาะสมต่อการพบและอยู่อาศัยของปลาผิวน้ำมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาระยะยาวของปลาผิวน้ำของ Nurdin Suhartono et al. (2017) กล่าวว่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่เหมาะสมต่อปลาผิวน้ำอาศัยอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.40 mg/m^3 และ เมธี แก้วเนิน และคณะ (2560) กล่าวว่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่เหมาะสมต่อปลาผิวน้ำอาศัยอยู่ระหว่าง 0.50- 0.90 mg/m^3 และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่เหมาะสมต่อปลาผิวน้ำอาศัยอยู่ระหว่าง 28.75 - 30.25 องศาเซลเซียส ส่วนข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพบกระจายทุกช่วงความสูง เนื่องจากความสูงของระดับน้ำทะเลแต่ละเดือนขึ้นอยู่กับกระแสน้ำ ลม และระดับน้ำขึ้น-น้ำลง

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล รายเดือน พ.ศ. 2562 - 2563 โดยใช้สถิติการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) มีรายละเอียดตาราง 11 ตาราง 12 และตาราง 13

ตาราง 11 สมการความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล
พ.ศ. 2562

เดือน	พ.ศ. 2562	R ²
มกราคม	$Y' = 0.718 x_{Chl-a} - 0.017 x_{SST} - 0.124 x_{SSH}$	0.54
กุมภาพันธ์	$Y' = 0.553 x_{Chl-a} - 0.049 x_{SST} + 0.102 x_{SSH}$	0.32
มีนาคม	$Y' = 0.476 x_{Chl-a} - 0.028 x_{SST} + 0.197 x_{SSH}$	0.34
เมษายน	$Y' = 0.557 x_{Chl-a} + 0.020 x_{SST} + 0.162 x_{SSH}$	0.34
พฤษภาคม	$Y' = 0.362 x_{Chl-a} + 0.025 x_{SST} + 0.417 x_{SSH}$	0.34
มิถุนายน	$Y' = 0.429 x_{Chl-a} - 0.065 x_{SST} + 0.206 x_{SSH}$	0.24
กรกฎาคม	$Y' = 0.740 x_{Chl-a} - 0.023 x_{SST} + 0.137 x_{SSH}$	0.27
สิงหาคม	$Y' = 0.537 x_{Chl-a} - 0.037 x_{SST} + 0.085 x_{SSH}$	0.32
กันยายน	$Y' = 0.419 x_{Chl-a} + 0.028 x_{SST} + 0.316 x_{SSH}$	0.31
ตุลาคม	$Y' = 0.439 x_{Chl-a} + 0.157 x_{SST}$	0.22
พฤศจิกายน	$Y' = 0.508 x_{Chl-a} - 0.109 x_{SST} + 0.406 x_{SSH}$	0.48
ธันวาคม	$Y' = 0.532 x_{Chl-a} + 0.095 x_{SST} + 0.197 x_{SSH}$	0.33

ตาราง 12 สมการความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล
พ.ศ. 2563

เดือน	พ.ศ. 2563	R ²
มกราคม	$Y' = 0.647 x_{Chl-a} + 0.026 x_{SST} - 0.033 x_{SSH}$	0.42
กุมภาพันธ์	$Y' = 0.619 x_{Chl-a} - 0.030 x_{SST} + 0.091 x_{SSH}$	0.40
มีนาคม	$Y' = 0.601 x_{Chl-a} + 0.030 x_{SST} + 0.123 x_{SSH}$	0.40
เมษายน	$Y' = 0.489 x_{Chl-a} + 0.031 x_{SST} + 0.361 x_{SSH}$	0.45
พฤษภาคม	$Y' = 0.510 x_{Chl-a} - 0.058 x_{SST} + 0.299 x_{SSH}$	0.44
มิถุนายน	$Y' = 0.482 x_{Chl-a} - 0.028 x_{SST} + 0.309 x_{SSH}$	0.40
กรกฎาคม	$Y' = 0.418 x_{Chl-a} - 0.056 x_{SST} + 0.250 x_{SSH}$	0.32
สิงหาคม	$Y' = 0.373 x_{Chl-a} + 0.088 x_{SST} + 0.244 x_{SSH}$	0.24

ตาราง 13 (ต่อ)

เดือน	พ.ศ. 2563	R ²
กันยายน	$Y' = 0.377 x_{\text{Chl-a}} + 0.372 x_{\text{SSH}}$	0.36
ตุลาคม	$Y' = 0.636 x_{\text{Chl-a}} - 0.072 x_{\text{SST}} + 0.126 x_{\text{SSH}}$	0.49
พฤศจิกายน	$Y' = 0.667 x_{\text{Chl-a}} + 0.122 x_{\text{SST}} + 0.296 x_{\text{SSH}}$	0.62
ธันวาคม	$Y' = 0.730 x_{\text{Chl-a}} + 0.042 x_{\text{SST}} + 0.105 x_{\text{SSH}}$	0.58

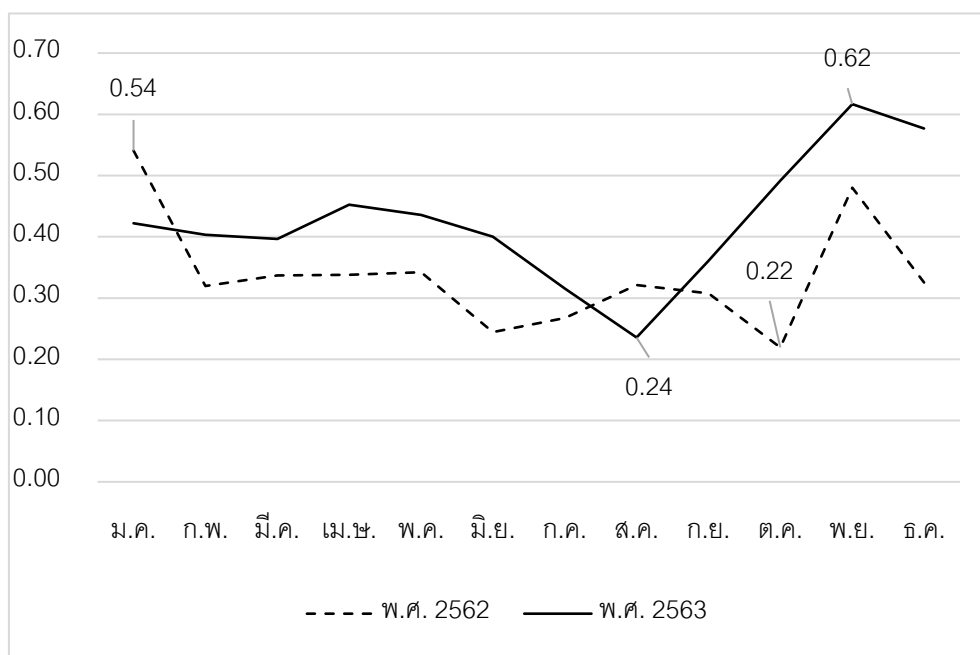
จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล เมื่อวิเคราะห์เป็นรายฤดูกาล ปี 2562 ในฤดูร้อน ตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือน พฤษภาคม พบว่าปัจจัยคลอโรฟิลล์ เอ ส่งผลต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุด ในขณะที่ความสูงระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลส่งผลต่อตำแหน่งจับปลารองลงมา ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R²) อยู่ระหว่าง 0.32 - 0.34 ใน ส่วนของฤดูฝน ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม พบว่าปัจจัยคลอโรฟิลล์ เอ ส่งผลต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุด ในขณะที่ความสูงระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลส่งผล ต่อตำแหน่งจับปลารองลงมา ตามลำดับ ยกเว้นเดือนตุลาคมที่ปัจจัยที่ส่งผลต่อตำแหน่งจับปลา มากที่สุดคือ คลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิผิวน้ำทะเลรองลงมา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R²) อยู่ระหว่าง 0.22 - 0.32 ฤดูหนาว ตั้งแต่กลางเดือน ตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าปัจจัยคลอโรฟิลล์ เอ ส่งผลต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุด ในขณะที่ความสูงระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลส่งผลต่อตำแหน่งจับปลารองลงมา อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R²) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.54

ปี 2563 ในฤดูร้อน ตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม พบว่า ปัจจัยคลอโรฟิลล์ เอ ส่งผลต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุด ในขณะที่ความสูงระดับน้ำทะเลและ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลส่งผลต่อตำแหน่งจับปลารองลงมา ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R²) อยู่ระหว่าง 0.40 - 0.45 ฤดูฝน ตั้งแต่กลางเดือน พฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม พบว่าปัจจัยคลอโรฟิลล์ เอ ส่งผลต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุด ในขณะที่ความสูงระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลส่งผลต่อตำแหน่งจับปลารองลงมา ตามลำดับ ยกเว้นเดือนกันยายนที่ปัจจัยที่ส่งผลต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุดคือ คลอโรฟิลล์ เอ และความสูงระดับน้ำทะเลรองลงมา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) อยู่ระหว่าง 0.24 - 0.49 ฤดูหนาว ตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าปัจจัยคลอโรฟิลล์ เอ ส่งผลต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุด ในขณะที่ความสูงระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลส่งผลต่อตำแหน่งจับปลารองลงมา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) อยู่ระหว่าง 0.42 - 0.62

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล รายเดือน โดยใช้สถิติการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) พบว่าใน พ.ศ. 2562 - 2563 แต่ละเดือนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุดคือ คลอโรฟิลล์ เอ ความสูงระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) อยู่ในระหว่าง 0.22 - 0.62 ตามภาพประกอบ 33 ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hanintyo Rizki (2019) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลากับข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล ผลการศึกษพบว่าคลอโรฟิลล์ เอ และความสูงระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยหลักในการตรวจจับปลาผิวน้ำ และพบว่าในฤดูหนาว ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล มีความสัมพันธ์สูงกว่าฤดูร้อนและฤดูฝนตามลำดับ เนื่องจากเป็นช่วงที่คลื่นลมสงบเหมาะแก่การทำประมง และเป็นผลจากข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเดือนอื่นๆ และได้รับอิทธิพลจากลม ทำให้เกิดกระแสน้ำผุด (upwelling) ทำให้สารอาหารถูกพัดพามากมาย และเกิดกระบวนการ Ekman Divergence Process (Silubun Dortje, Lumban-Gaol Jonson, & Naulita Yuli, 2016) ทำให้บริเวณนี้อุดมสมบูรณ์ไปด้วยสารอาหารเป็นแหล่งอาหารให้แก่ปลาวัยอ่อน และเต็มวัย (Hendiarti Nani et al., 2005) และจากภาพประกอบ 33 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ พ.ศ. 2562 - 2563 มีค่ามากกว่าทุกเดือน แต่ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าลดลงจาก พ.ศ. 2562 สังเกตได้จากค่าความสูงระดับน้ำทะเลของปี 2563 ลดลง ได้รับอิทธิพลของสภาพอากาศที่แปรปรวน ทำให้สารอาหารในช่วงเวลาดังกล่าวลดลงจากเดิม ส่วนในฤดูฝนเป็นช่วงที่มีฝนตกและลมพายุในบริเวณอ่าวไทย เช่น ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 จากภาพประกอบ 33 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณลดลง เป็นผลมาจากได้รับอิทธิพลของพายุที่พัดผ่านอ่าวไทยทำให้ชาวประมงออกไปทำการประมงลำบากและยังมีมาตรการปิดอ่าวไทยห้ามทำการประมงในบริเวณที่กำหนดเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่ออนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ จึงทำให้มีความสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าฤดูกาลอื่น สอดคล้องกับคณะอนุกรรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล (2562) กล่าวว่าลักษณะภูมิอากาศของอ่าวไทยในช่วงฤดูหนาว มีลมมรสุม

ตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านทำให้ฝนตกบริเวณภาคใต้ของอ่าวไทย จึงทำให้มีการทำประมงในบริเวณอ่าวไทยตอนบนและตะวันออก และตรงกับช่วงปลาโตเต็มวัยในบริเวณอ่าวตัว ก ตามวงจรชีวิตปลาหู (กุลภา สุพงษ์พันธุ์, 2543) ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวเหมาะสมสำหรับการทำการประมง



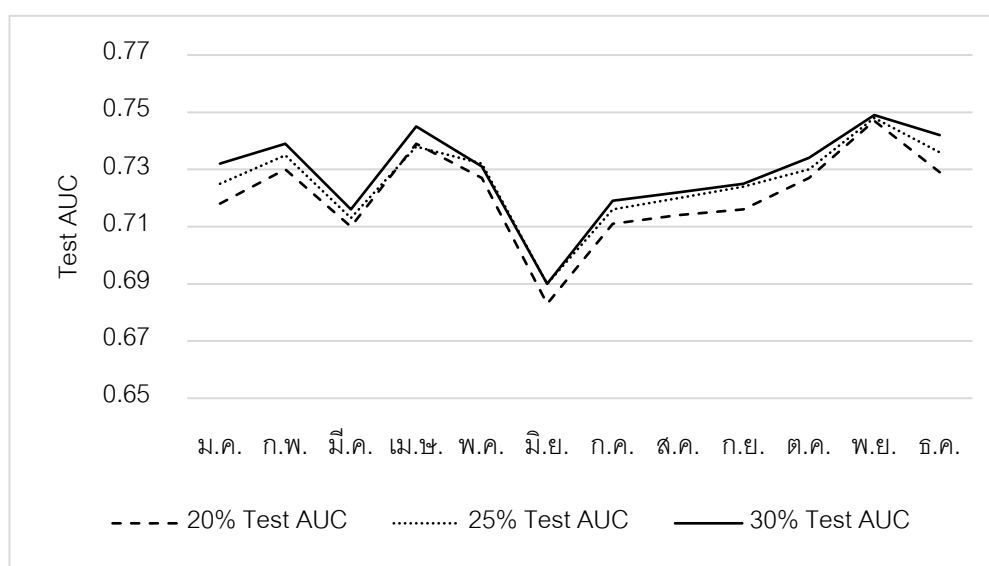
ภาพประกอบ 33 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) พ.ศ. 2562 - 2563

3. ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy

3.1 การเปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง

จากการศึกษาพบว่าม้งานวิจัยเกี่ยวกับแบบจำลอง MaxEnt ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตหลากหลายสายพันธุ์มีการแบ่งข้อมูลทั้ง 2 ส่วนที่แตกต่างกัน เช่น งานวิจัยของ Syah Achmad F. et al. (2016) ได้กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 70 และข้อมูล Test data ร้อยละ 30 งานวิจัยของ Geronimo Rollan C. et al. (2018) ได้กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 80 และข้อมูล Test data ร้อยละ 20 และคู่มือการสอนการใช้โปรแกรมของ Phillips S.J. & Research AT&T (2017) ในตัวอย่างได้กำหนด กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 75 และข้อมูล Test data ร้อยละ 25 ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองเพื่อให้ได้ผลจากแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในทั้งหมด 3 รูปแบบ ภาพประกอบ 34 ดังนี้

1) กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 80 และข้อมูล Test data ร้อยละ 20
 2) กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 75 และข้อมูล Test data ร้อยละ 25
 3) กำหนดข้อมูล Training data ร้อยละ 70 และข้อมูล Test data ร้อยละ 30
 จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลแบบจำลองพบว่าค่า AUC_{training} ร้อยละ 70 และค่า AUC_{test} ร้อยละ 30 มีประสิทธิภาพมากที่สุด สามารถนำไปคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำต่อไปได้



ภาพประกอบ 34 การเปรียบเทียบการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลอง (Test data)

3.2 จำนวนข้อมูลตำแหน่งจับปลาที่ใช้ในแบบจำลอง Maximum Entropy

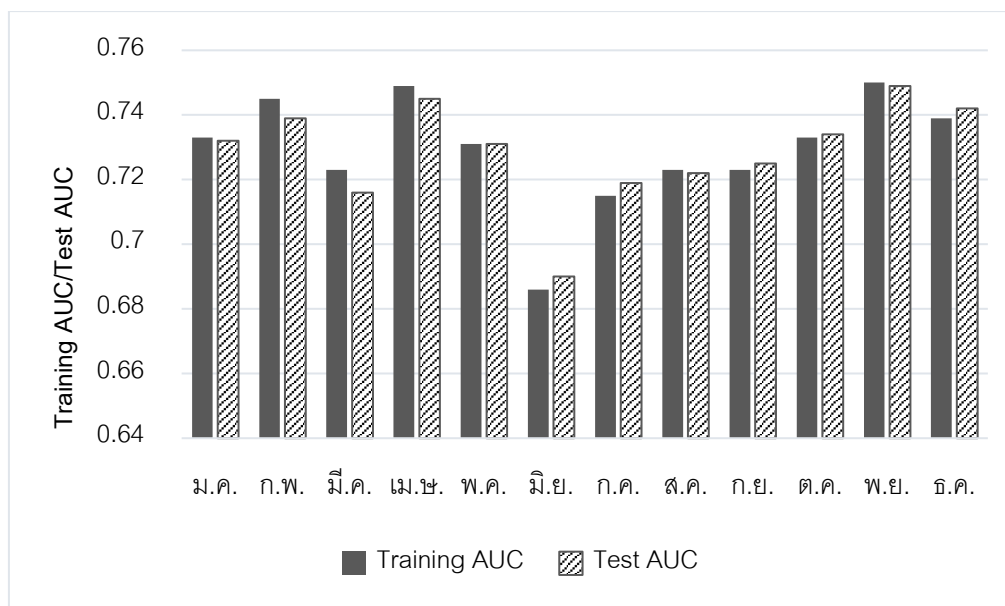
ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ในแบบจำลอง Maximum Entropy เพื่อคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ จำนวนทั้งหมด 104,368 ตำแหน่ง ในปี 2562 - 2563 แบ่งเป็นข้อมูลในส่วนของการนำไปวิเคราะห์ข้อมูล (training data) ร้อยละ 70 และข้อมูลในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง (testing data) ร้อยละ 30 ดังตาราง 14 และข้อมูลตำแหน่งจับปลาสำหรับการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำนี้ ไม่เท่ากับจำนวนที่ใช้วิเคราะห์วัตถุประสงค์ที่ 2 เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมนำไปหาค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 ปี ทำให้ข้อมูลหายไปบางส่วน

ตาราง 14 จำนวนตำแหน่งจับปลา สำหรับการวิเคราะห์และทดสอบข้อมูล

เดือน	จำนวนตำแหน่งจับปลา	Training (70%)	Testing (30%)
มกราคม	10,993	7,696	3,297
กุมภาพันธ์	9,762	6,834	2,928
มีนาคม	9,845	6,892	2,953
เมษายน	7,983	5,589	2,394
พฤษภาคม	8,104	5,673	2,431
มิถุนายน	8,740	6,118	2,622
กรกฎาคม	8,627	6,039	2,588
สิงหาคม	8,651	6,056	2,595
กันยายน	9,350	6,545	2,805
ตุลาคม	8,310	5,817	2,493
พฤศจิกายน	7,015	4,911	2,104
ธันวาคม	6,988	4,892	2,096

3.3 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ผลจากการวิเคราะห์คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximun Entropy จากโปรแกรม MaxEnt พบว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) รายเดือน สำหรับสร้างแบบจำลอง $AUC_{training}$ มีค่าอยู่ในช่วง 0.686 - 0.750 โดยที่ค่า $AUC_{training}$ มากที่สุด คือ เดือนพฤศจิกายน และค่า $AUC_{training}$ น้อยที่สุด คือ เดือนมิถุนายน และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} มีค่าอยู่ในช่วง 0.690 - 0.749 โดยที่ค่า AUC_{test} มากที่สุด คือ เดือนพฤศจิกายน และค่า AUC_{test} น้อยที่สุด คือ เดือนมิถุนายนเช่นเดียวกับค่า $AUC_{training}$ ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดีไปจนถึงดีในแต่ละเดือน เนื่องจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ใช้ในแต่ละเดือนไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล และสภาพอากาศ ซึ่งสามารถนำแบบจำลองนี้ไปคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำได้



ภาพประกอบ 35 ค่าความถูกต้องประสิทธิภาพแบบจำลอง

ผลการวิเคราะห์ค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองเดือนมกราคม พบว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) สำหรับสร้างแบบจำลอง AUC_{training} เท่ากับ 0.733 และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} เท่ากับ 0.732 และมีค่า Random Prediction เท่ากับ 0.5 ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดี

เดือนกุมภาพันธ์ พบว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) สำหรับสร้างแบบจำลอง AUC_{training} เท่ากับ 0.745 และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} เท่ากับ 0.739 และมีค่า Random Prediction เท่ากับ 0.5 ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดี

เดือนมีนาคม พบว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) สำหรับสร้างแบบจำลอง AUC_{training} เท่ากับ 0.723 และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} เท่ากับ 0.716 และมีค่า Random Prediction เท่ากับ 0.5 ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดี

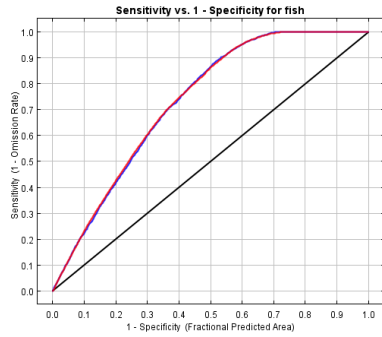
เดือนเมษายน พบว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) สำหรับสร้างแบบจำลอง AUC_{training} เท่ากับ 0.745 และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} เท่ากับ 0.745 และมีค่า Random Prediction เท่ากับ 0.5 ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดี

เดือนธันวาคม พบว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) สำหรับสร้างแบบจำลอง AUC_{training} เท่ากับ 0.739 และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} เท่ากับ 0.742 และมีค่า Random Prediction เท่ากับ 0.5 ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดี ภาพประกอบ 36 และภาพประกอบ 37

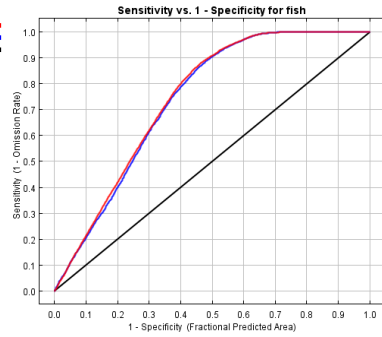


มกราคม

กุมภาพันธ์



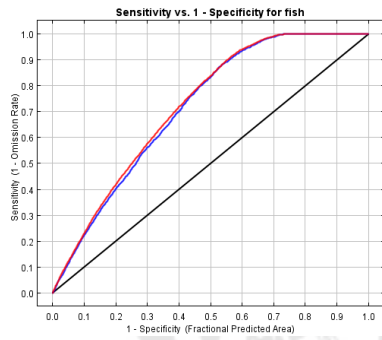
Training data (AUC = 0.733)
Test data (AUC = 0.732)
Random Prediction (AUC = 0.5)



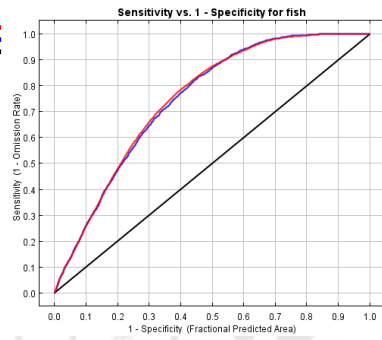
Training data (AUC = 0.745)
Test data (AUC = 0.739)
Random Prediction (AUC = 0.5)

มีนาคม

เมษายน



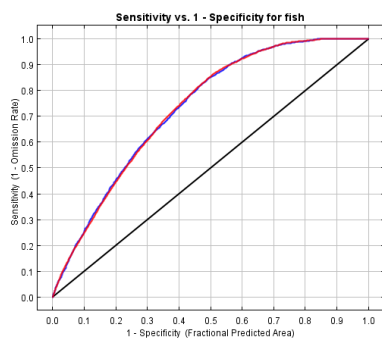
Training data (AUC = 0.723)
Test data (AUC = 0.716)
Random Prediction (AUC = 0.5)



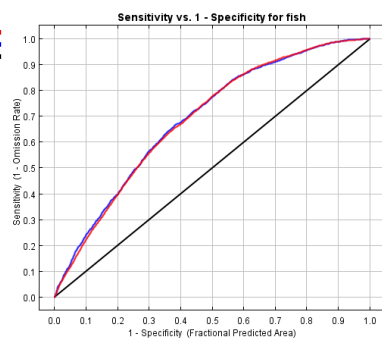
Training data (AUC = 0.749)
Test data (AUC = 0.745)
Random Prediction (AUC = 0.5)

พฤษภาคม

มิถุนายน



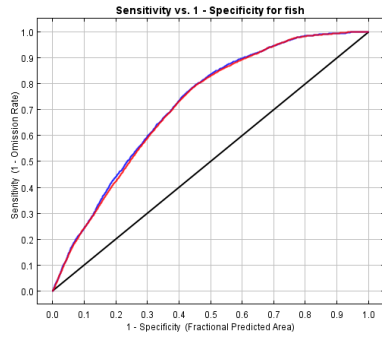
Training data (AUC = 0.731)
Test data (AUC = 0.731)
Random Prediction (AUC = 0.5)



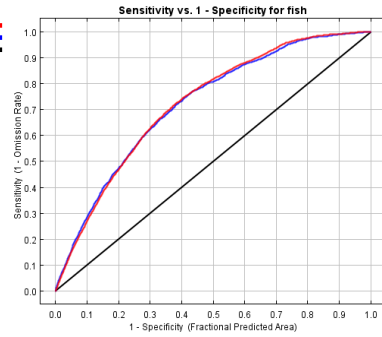
Training data (AUC = 0.686)
Test data (AUC = 0.690)
Random Prediction (AUC = 0.5)

ภาพประกอบ 36 พื้นที่ใต้เส้นโค้งของ ROC (Area Under The Curve : AUC)

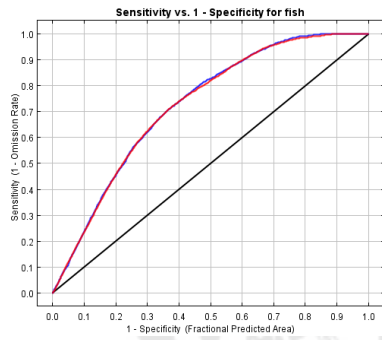
กรกฎาคม



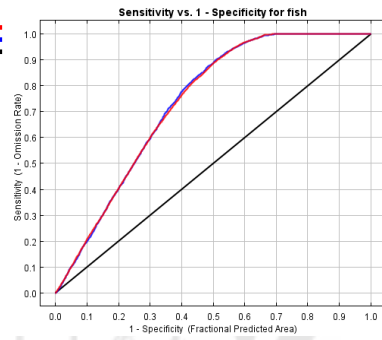
สิงหาคม



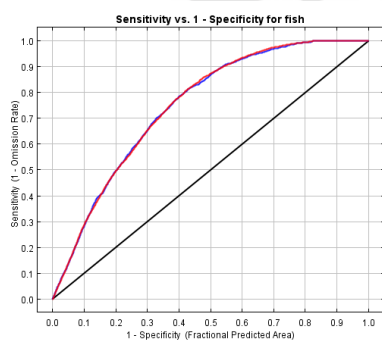
กันยายน



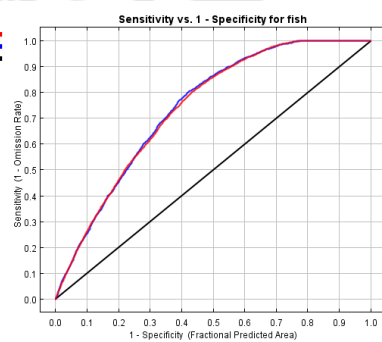
ตุลาคม



พฤศจิกายน



ธันวาคม



ภาพประกอบ 37 พื้นที่ใต้เส้นโค้งของ ROC (Area Under The Curve : AUC)

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง สรุปได้ว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) รายเดือน สำหรับสร้างแบบจำลอง AUC_{training} มีค่าอยู่ในช่วง 0.686 - 0.750 และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} มีค่าอยู่ในช่วง 0.690 - 0.749 ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดีไปจนถึงดีในแต่ละเดือน ซึ่งค่า AUC ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Wang Lifei et al. (2018) ที่มีค่า AUC ในช่วง 0.77 - 0.90 ของปลาผิวน้ำ 3 ชนิด

3.4 ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy รายเดือน

ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายปลาผิวน้ำ จากข้อมูลตำแหน่งจับปลา และปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล ได้แก่ ปัจจัยคลอโรฟิลล์ เอ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลและความสูงระดับน้ำทะเลระยะเวลา 2 ปี พ.ศ. 2562 -2563 โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy เพื่อคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำในแต่ละเดือนในบริเวณอ่าวไทย จะได้ค่าความน่าจะเป็นของการปรากฏของปลาผิวน้ำ โดยใน 1 กริดเซลล์มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1 และได้ทำการจัดช่วงข้อมูลแบบช่วงขั้นเท่ากัน (Equal Interval) เพื่อให้ได้ระดับพื้นที่คาดการณ์ตรงกับความน่าจะเป็นของการปรากฏของปลาผิวน้ำ โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังตาราง 15 ดังนี้

พื้นที่ไม่เหมาะสม มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 0.20 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาผิวน้ำในพื้นที่ร้อยละ 0 - 20

พื้นที่เหมาะสมน้อย มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.40 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาผิวน้ำในพื้นที่ร้อยละ 21 - 40

พื้นที่เหมาะสมปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.41 - 0.60 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาผิวน้ำในพื้นที่ร้อยละ 41 - 60

พื้นที่เหมาะสมมาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.61 - 0.80 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาผิวน้ำในพื้นที่ร้อยละ 61 - 80

พื้นที่เหมาะสมมากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 0.81 - 1.00 หมายถึง พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาผิวน้ำในพื้นที่ร้อยละ 81 - 100

ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy ดังตาราง 14 เดือนมกราคม พบว่าพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ มีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 13,698.02 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 6.90 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 108,326.38 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 54.59 พื้นที่เหมาะสมน้อย

57,888.61 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 29.17 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสม 13,969.53 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 7.04 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนมกราคม ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณกลางอ่าวตัว ก และใกล้เคียงพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดชลบุรี จันทบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณชายฝั่งไปจนถึงบริเวณกลางอ่าวไทย พื้นที่ที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยและบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยใกล้กับขอบพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออกและทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ภาพประกอบ 38

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนกุมภาพันธ์ พบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากประมาณ 12,786.02 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 6.44 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 114,214.47 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 57.56 พื้นที่เหมาะสมน้อย 36,862.18 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 18.58 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสม 19,877.91 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 10.02 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณชายฝั่งเกาะช้าง จังหวัดตราด และบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย พื้นที่ที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดปัตตานี นราธิวาส บริเวณกลางอ่าวไทยและบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยใกล้กับขอบพื้นที่ศึกษาด้านตะวันออกและทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ภาพประกอบ 39

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนมีนาคม พบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากประมาณ 4,833.93 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 2.44 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 116,741.93 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 58.84 พื้นที่เหมาะสมน้อย 46,682.32 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 23.53 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสม 10,158.01 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 5.12 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนมีนาคม ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณอ่าวตัว ก ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย พื้นที่ที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดปัตตานี นราธิวาส บริเวณกลางอ่าวไทยและบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ทางด้านตะวันออก และพื้นที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยใกล้กับขอบพื้นที่ศึกษา ด้านตะวันออกและทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ภาพประกอบ 40

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ เดือนเมษายน พบว่ามีพื้นที่เหมาะสม มากประมาณ 13,790.53 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 6.95 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 82,265.04 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 41.46 พื้นที่เหมาะสมน้อย 70,154.31 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 35.36 พื้นที่ไม่เหมาะสม 19,611.20 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 9.88 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนเมษายน ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณอ่าวตัง ก และบริเวณใกล้ ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี ส่วนพื้นที่ เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณที่ใกล้ชายฝั่ง มากกว่ากลางอ่าวไทย พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยและบริเวณใกล้ กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และพื้นที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณด้านตะวันออก เฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ภาพประกอบ 41

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ เดือนพฤษภาคม พบว่ามีพื้นที่เหมาะสม มากประมาณ 9,119.30 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 4.60 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 82,427.32 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 41.54 พื้นที่เหมาะสมน้อย 56,096.97 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 28.27 พื้นที่ไม่เหมาะสม 18,114.44 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 9.13 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณอ่าวตัง ก และบริเวณใกล้ ชายฝั่งทางใต้จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และบริเวณจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และ สงขลา ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณที่ ใกล้ชายฝั่งมากกว่ากลางอ่าวไทย พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยและ บริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และพื้นที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณด้าน ตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ภาพประกอบ 42

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ เดือนมิถุนายน พบว่ามีพื้นที่เหมาะสม มากที่สุดประมาณ 3.59 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 0.002 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมมาก ประมาณ 19,603.36 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 9.88 พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 58,251.36 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 29.36 พื้นที่เหมาะสมน้อย 72,191.75 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 36.38 พื้นที่ไม่เหมาะสม 21,154.05 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 10.66 ตามลำดับ ซึ่งพื้นที่

คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด ในบริเวณชายฝั่งใกล้จังหวัดสมุทรสงคราม ส่วนพื้นที่เหมาะสมมากจะพบในบริเวณอ่าวตัว ก และบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณที่ใกล้ชายฝั่งมากกว่ากลางอ่าวไทย เช่น ใกล้ชายฝั่งจังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยและบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และพบเล็กน้อยในบริเวณใกล้ชายฝั่งด้วย และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทย ใกล้กับขอบพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก ภาพประกอบ 43

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนกรกฎาคม พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 17,209.80 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 8.67 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 55,362.84 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 27.90 พื้นที่เหมาะสมน้อย 70,315.16 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 35.44 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสม 23,338.77 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 11.76 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่เหมาะสมมากในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม บางส่วนของจังหวัดเพชรบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สงขลา และพบพื้นที่เหมาะสมมากเล็กน้อยในบริเวณห่างจากชายฝั่งออกไปของจังหวัดนครศรีธรรมราช และปัตตานี ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวตัว ก ตอนบน และใกล้ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ปัตตานี นราธิวาส และระยอง พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวตัว ก ตอนล่าง ใกล้ชายฝั่งจังหวัดตราด และพบกระจายทั่วบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก ภาพประกอบ 44

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนสิงหาคม พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 23,831.42 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 12.01 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 41,857.39 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 21.10 พื้นที่เหมาะสมน้อย 63,926.15 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 32.22 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสม 29,181.64 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 14.71 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนสิงหาคม ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่เหมาะสมมากในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง

ส่วนใหญ่จะพบห่างจากชายฝั่งออกไปในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา และพบกระจายบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดปัตตานี นราธิวาส และพบกระจายบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี ระยอง พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวต๋อง ก ใกล้ชายฝั่งจังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด และพบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณ ใกล้ชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาคร กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และพบกระจายใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก ภาพประกอบ 45

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนกันยายน พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 20,059.31 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 10.11 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 53,394.20 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 26.91 พื้นที่เหมาะสมน้อย 79,187.41 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 39.91 พื้นที่ไม่เหมาะสม 9,905.48 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 4.99 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนสิงหาคม ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำมีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่จะพบกระจายใกล้ชายฝั่งบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี ระยอง และพบกระจายห่างจากชายฝั่งออกไปของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส และพบกระจายบริเวณอ่าวต๋อง ก ตอนบน พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวต๋อง ก ตอนล่าง ใกล้ชายฝั่งจังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด และพบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ไม่เหมาะสม พบกระจายกลางอ่าวไทยและใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก ภาพประกอบ 46

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนตุลาคม พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 14,861.82 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 7.49 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 103,370.02 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 52.10 พื้นที่เหมาะสมน้อย 43,798.08 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 22.07 พื้นที่ไม่เหมาะสม 8,254.66 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 4.16 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนตุลาคม ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำมีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่จะพบกระจายทั่วทั้งพื้นที่ พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวต๋อง ก ฝั่งตะวันตกใกล้จังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี บางส่วนของ

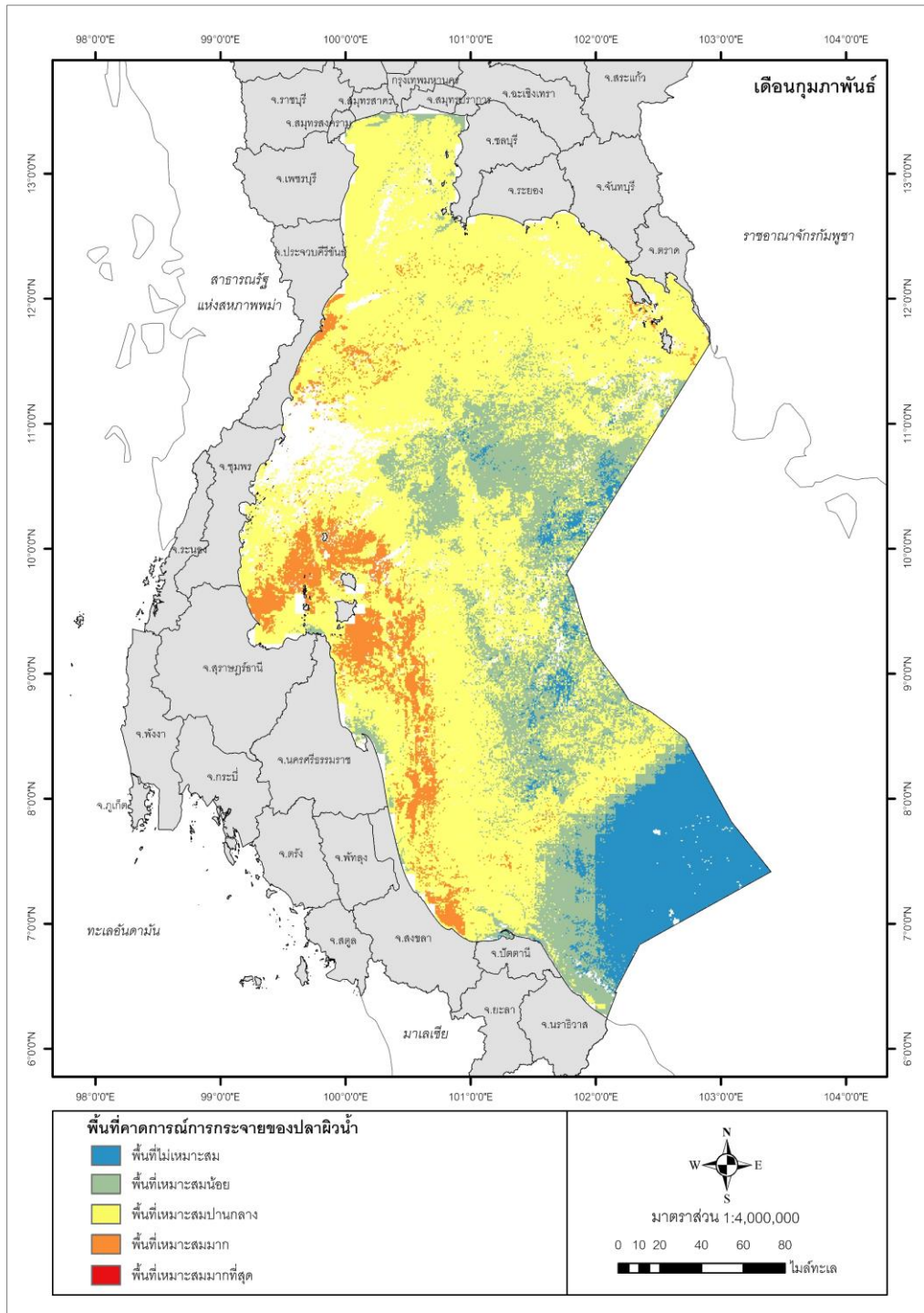
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และพบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ไม่เหมาะสม พบกระจายกลางอ่าวไทยและใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก ภาพประกอบ 47

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผีวน้ำ เดือนพฤศจิกายน พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 19,493.45 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 9.82 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 60,307.44 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 30.39 พื้นที่เหมาะสมน้อย 58,250.41 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 29.36 พื้นที่ไม่เหมาะสม 26,952.24 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 13.58 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผีวน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่จะพบกระจายอ่าวตัว ก ฝั่งตะวันออก จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด บัตตานี และนราธิวาส และพบกระจายทั่วทั้งอ่าวไทย พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ไม่เหมาะสม พบกระจายกลางอ่าวไทยและใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และทางใต้ ภาพประกอบ 48

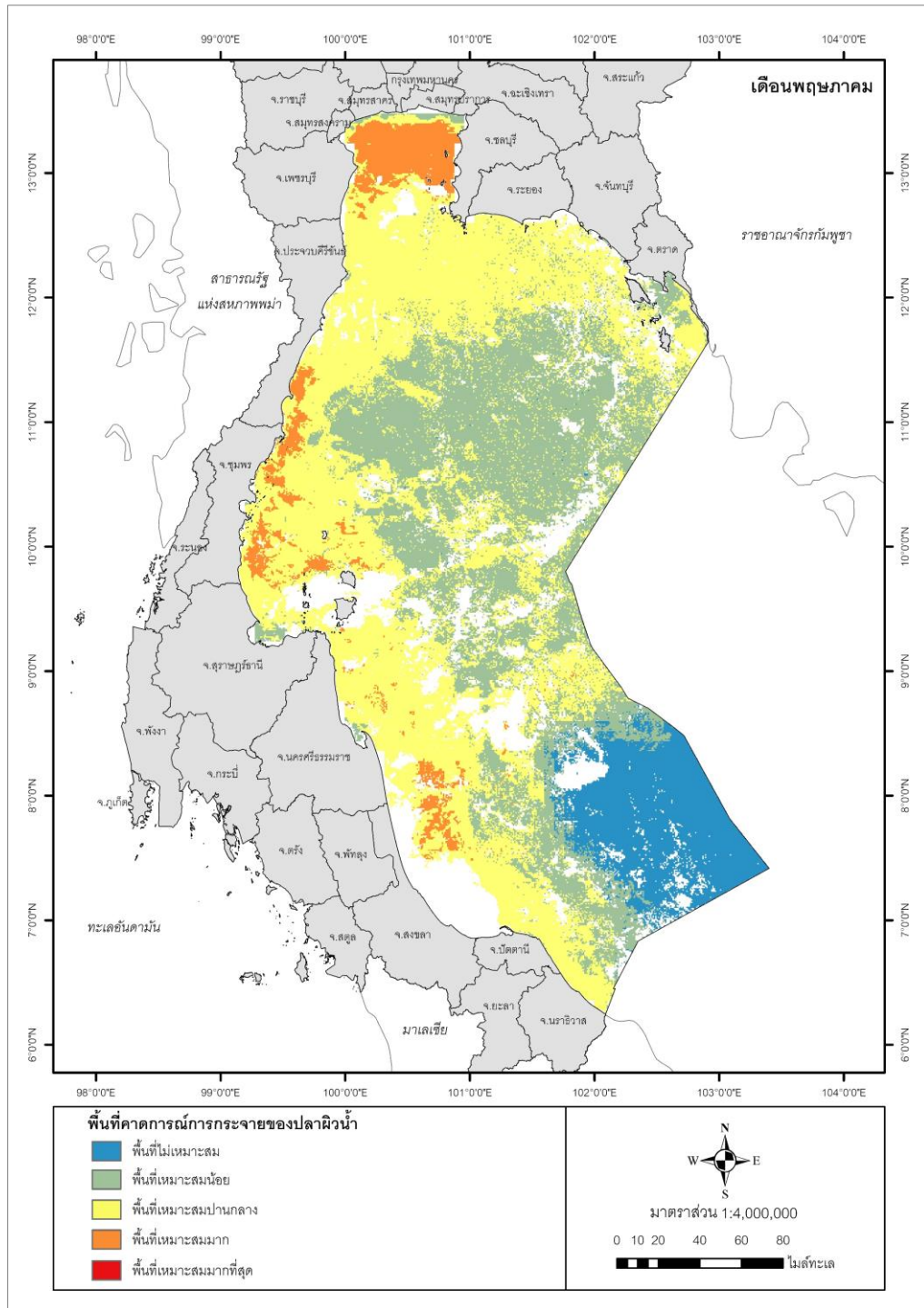
พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผีวน้ำ เดือนธันวาคม พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 17,200.63 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 8.67 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง 82,233.42 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 41.44 พื้นที่เหมาะสมน้อย 72,387.65 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 36.48 พื้นที่ไม่เหมาะสม 4,889.19 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 2.46 ตามลำดับ และไม่พบพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในเดือนธันวาคม ซึ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผีวน้ำ มีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมากในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา บางส่วนของจังหวัดชลบุรี และบางส่วนของจังหวัดระยอง ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่จะพบกระจายทั่วทั้งอ่าวไทย พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ไม่เหมาะสม พบกระจายกลางอ่าวไทยและใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก ภาพประกอบ 49

ตาราง 15 พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ รายนัดขึ้น

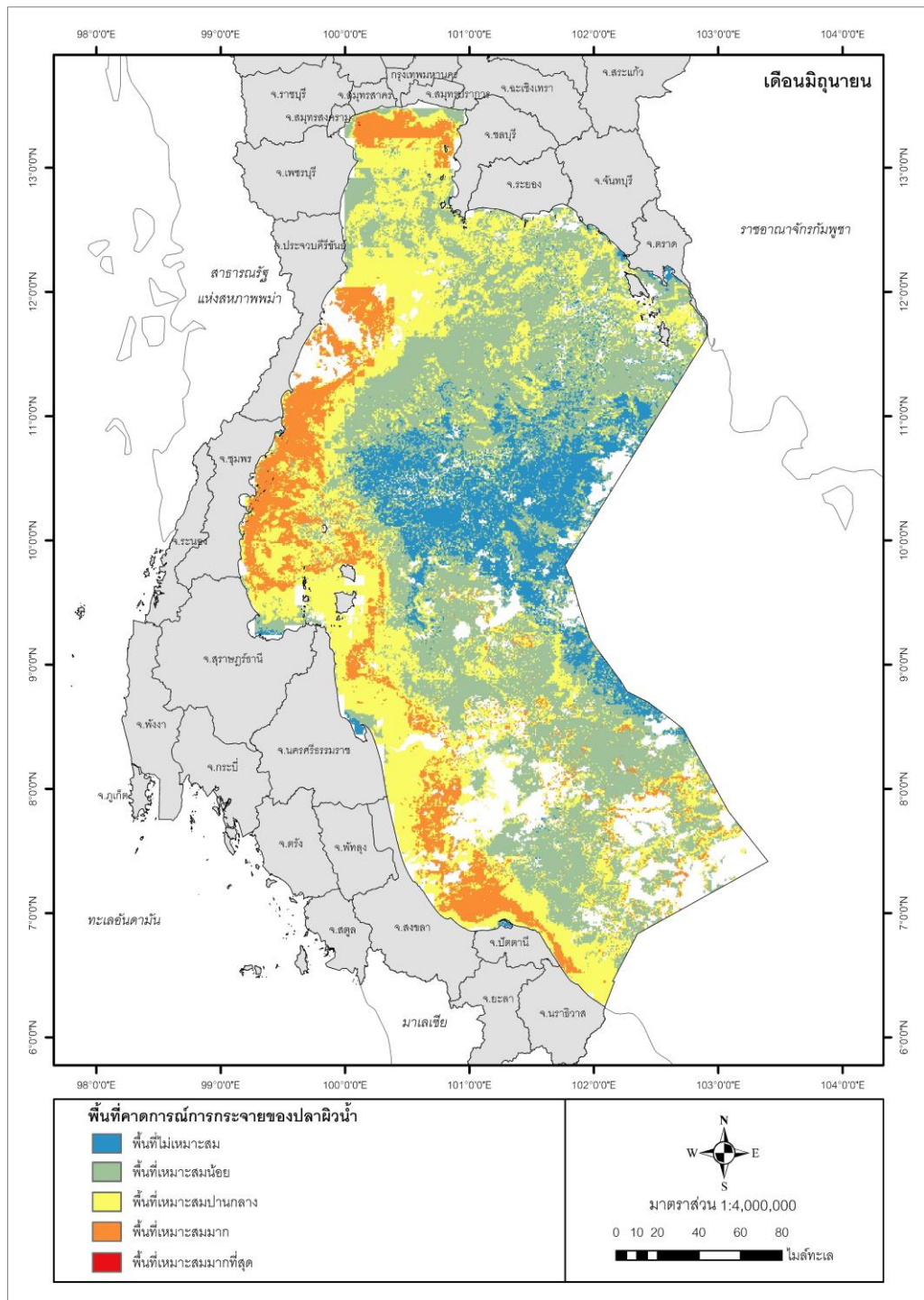
เดือน	พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ									
	พื้นที่เหมาะสม (ตร.กม)	ร้อยละ	พื้นที่เหมาะสมน้อย (ตร.กม)	ร้อยละ	พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (ตร.กม)	ร้อยละ	พื้นที่เหมาะสมมาก (ตร.กม)	ร้อยละ	พื้นที่เหมาะสมมากที่สุด (ตร.กม)	ร้อยละ
มกราคม	13,969.53	7.04	57,888.61	29.17	108,326.38	54.59	13,698.02	6.90	-	-
กุมภาพันธ์	19,877.91	10.02	36,862.18	18.58	114,214.47	57.56	12,786.45	6.44	-	-
มีนาคม	10,158.01	5.12	46,682.32	23.53	116,741.93	58.84	4,833.93	2.44	-	-
เมษายน	19,611.20	9.88	70,154.31	35.36	82,265.04	41.46	13,790.53	6.95	-	-
พฤษภาคม	18,114.44	9.13	56,096.97	28.27	82,427.32	41.54	9,119.30	4.60	-	-
มิถุนายน	21,154.05	10.66	72,191.75	36.38	58,251.36	29.36	19,603.36	9.88	3.59	0.002
กรกฎาคม	23,338.77	11.76	70,315.16	35.44	55,362.84	27.90	17,209.80	8.67	-	-
สิงหาคม	29,181.64	14.71	63,926.15	32.22	41,857.39	21.10	23,831.42	12.01	-	-
กันยายน	9,905.48	4.99	79,187.41	39.91	53,394.20	26.91	20,059.31	10.11	-	-
ตุลาคม	8,254.66	4.16	43,798.08	22.07	103,370.02	52.10	14,861.82	7.49	-	-
พฤศจิกายน	26,952.24	13.58	58,250.41	29.36	60,307.44	30.39	19,493.45	9.82	-	-
ธันวาคม	4,889.19	2.46	72,387.65	36.48	82,233.42	41.44	17,200.63	8.67	-	-



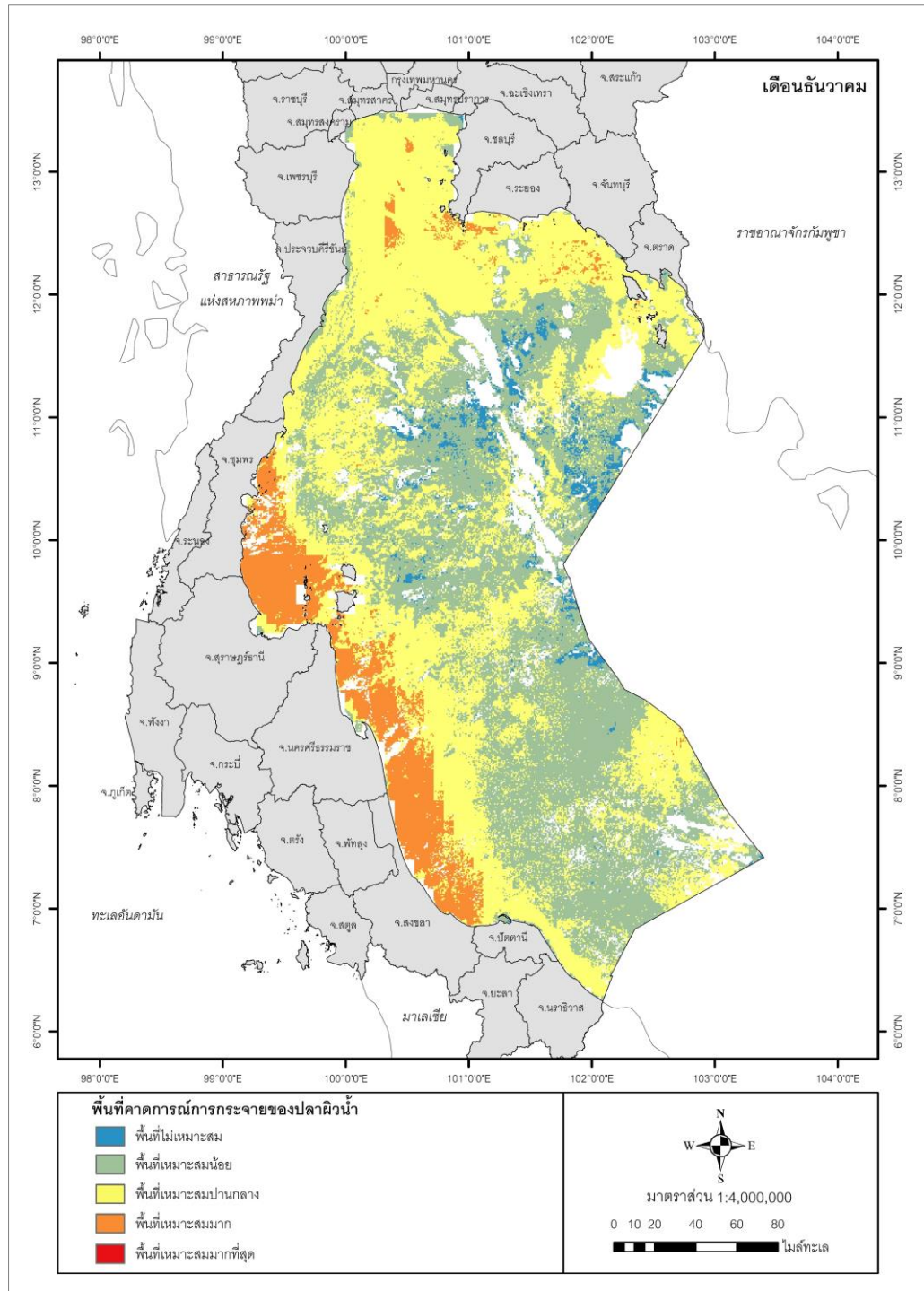
ภาพประกอบ 39 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนกุมภาพันธ์



ภาพประกอบ 42 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนพฤษภาคม



ภาพประกอบ 43 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาดิวน้ำ เดือนมิถุนายน



ภาพประกอบ 49 แผนที่พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เดือนธันวาคม

จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำรายเดือน ที่ได้ จากแบบจำลอง Maximum Entropy พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด มีพื้นที่เพียง 3.59 ตาราง กิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่เพียงร้อยละ 0.002 ของพื้นที่ทั้งหมดของเดือนมิถุนายนและมีการกระจายใน บริเวณอ่าวต๋อง ก ใกล้เคียงกับจังหวัดสมุทรสงคราม เนื่องจากค่ากริดที่ได้จากแบบจำลองมีค่าไม่ถึง 1 หมายความว่ามีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของปลาฉลามน้ำในพื้นที่เพียงร้อยละ 81 เท่านั้น ซึ่งผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลแบบจำลอง ส่วนพื้นที่ที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่พบ การกระจายบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง และอ่าวต๋อง ก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่พบใน บริเวณห่างจากชายฝั่งจากพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบ การกระจายในบริเวณกลางอ่าวไทย และด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม ส่วนใหญ่จะพบการกระจายในบริเวณอ่าวไทยทางด้านตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ และวิเคราะห์รายฤดูกาล พบว่าในฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) ส่วน ใหญ่พบกระจายบริเวณอ่าวต๋อง ก และชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา ในช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่อ่าวไทยตอนบนอยู่ในช่วงที่เปลี่ยนจากมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คลื่นลมค่อนข้างสงบแต่จะเกิดพายุฤดูร้อนใน บางครั้ง เหมาะสำหรับการทำประมงในบริเวณดังกล่าว ส่วนฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคมถึง กลางเดือนตุลาคม) ส่วนใหญ่พบกระจายในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา เป็นช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านทำให้อ่าวไทยตอนบนมีฝนตกในพื้นที่ จึงเหมาะสำหรับการทำประมงในบริเวณดังกล่าว และฤดูหนาว (กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) ส่วนใหญ่พบกระจายบริเวณอ่าวต๋อง ก และชายฝั่ง จังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา เป็นช่วงลม มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านทำให้อ่าวไทยตะวันตก (ภาคใต้) มีฝนตกในพื้นที่ จึงเหมาะ สำหรับการทำประมงในบริเวณอ่าวไทยตอนบนและตะวันออก และจะเห็นได้ว่า พื้นที่เหมาะสม มากที่สุด พื้นที่ที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง ที่มีโอกาสพบการกระจายของปลาฉลามน้ำ มากนั้น สอดคล้องกับลักษณะการวางไข่ การอยู่อาศัยของปลาฉลามน้ำ ที่จะพบการวางไข่ในบริเวณ ชายฝั่งและห่างออกไป ยกตัวอย่าง ปลาหูแตกที่มีแหล่งวางไข่นอกชายฝั่งชุมพรประมาณ 100 ไมล์ ทะเล (กรมประมง, 2530) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang Lifei et al. (2018) กล่าวว่า ส่วนใหญ่พบการกระจายของปลาฉลามน้ำ 3 ชนิด บริเวณใกล้ชายฝั่งและน่านน้ำภายในอ่าว ส่วน พื้นที่ที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม ที่ส่วนใหญ่พบการกระจายในบริเวณกลางอ่าวไทย และ อ่าวไทยด้านตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ห่างจากชายฝั่ง

มาก ใกล้กับเขตเศรษฐกิจจำเพาะที่มีระยะห่างจากชายฝั่งออกมา 200 ไมล์ทะเล ทำให้การทำประมงในพื้นที่อาจจะใช้เวลานานในการเดินเรือและต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงสูง และ Zainuddin Mukti et al. (2017) กล่าวปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาแหล่งกระจายของปลาผิวน้ำ

3.5 ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการห้ามทำการประมง

การวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำที่ได้จากแบบจำลอง Maximum Entropy มาวิเคราะห์ร่วมกับเขตกำหนดมาตรการทางกฎหมายควบคุมการทำกรประมงในฤดูสัตว์น้ำมีไข่ วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อน ของกรมประมง ทั้งหมด 4 ช่วงเวลา ดังนี้ 1) ปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันตก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน - 15 สิงหาคม ของทุกปี 2) ปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม - 30 กันยายน ของทุกปี 3) ปิดบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม - 14 มิถุนายน ของทุกปี 4) บางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ - 16 พฤษภาคม ของทุกปี เพื่อเป็นแนวทางในการทำการประมงในช่วงเวลาที่ปิดอ่าวไทย เพื่ออนุรักษ์และบริหารจัดการให้เกิดความสมดุลทางธรรมชาติและรักษาทรัพยากรสัตว์น้ำและระบบนิเวศอย่างยั่งยืน

พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำหลังจากปิดห้ามไม่ให้ทำการประมง ช่วงเวลาดังกล่าว พบว่า มี 8 เดือนที่ปิดพื้นที่บางส่วนเพื่อห้ามทำการประมง ดังตาราง 16 และ ตาราง 17 ได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ มีการปิดอ่าวไทยบางส่วนในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ - 16 พฤษภาคม ทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมงในพื้นที่ดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการ พบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากประมาณ 7,003.32 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 3.53 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 5,783.14 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 45.23 รองลงมาพื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 100,331.21 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 50.57 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 13,883.26 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 12.16 พื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 36,763.79 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 18.53 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 98.39 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 0.27 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณ 19,877.91 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 10.02 ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่ในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช และสงขลา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วทั้งอ่าวไทย พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะ

พบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และใกล้ชายฝั่งจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส และพื้นที่ไม่เหมาะสม พบกระจายกลางอ่าวไทยและใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออกและทางใต้ ภาพประกอบ 50

เดือนมีนาคม พบว่ามีการปิดอ่าวไทยบางส่วนในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ - 16 พฤษภาคม ทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมงในพื้นที่ดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการ พบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากประมาณ 4,725.05 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 2.38 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 108.87 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 2.25 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 94,036.52 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 47.39 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 22,705.41 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 19.45 พื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 44,227.53 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 22.29 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 2,454.79 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 5.26 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณ 10,153.17 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 5.12 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 4.84 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 0.05 ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่พบในบริเวณอ่าวตัว ก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วทั้งอ่าวไทย พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และใกล้ชายฝั่งจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม พบกระจายบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออกและทางใต้ ภาพประกอบ 51

เดือนเมษายน พบว่ามีการปิดอ่าวไทยบางส่วนในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ - 16 พฤษภาคม ทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมงในพื้นที่ดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการ พบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมมากประมาณ 11,553.99 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 5.82 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 2,236.54 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 16.22 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 67,795.40 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 34.17 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 14,469.64 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 17.59 พื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 62,797.53 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 31.65 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 7,356.78 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 10.49 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณ 19,564.03 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 9.86 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 47.17 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 0.24 ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่พบในบริเวณอ่าวตัว ก และใกล้ชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา แลและปัตตานี ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย ส่วนใหญ่จะ

พบในบริเวณที่ใกล้ชายฝั่งมากกว่ากลางอ่าวไทย พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยและบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมจะพบในบริเวณด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ภาพประกอบ 52

เดือนพฤษภาคม พบว่ามีการปิดอ่าวไทยบางส่วนในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 14 กุมภาพันธ์ - 16 พฤษภาคม และปิดบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระยะเวลา 30 วัน ตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม - 14 มิถุนายน ทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมงในพื้นที่ดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการ พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 6,333.43 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 3.19 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 2,785.87 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 30.55 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 62,931.79 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 31.72 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 19,495.54 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 23.65 พื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 52,974.46 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 26.70 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 3,122.51 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 5.57 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณ 18,114.44 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 9.13 ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่ที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่พบในบริเวณอ่าวตัวก และบริเวณใกล้ชายฝั่งทางใต้จังหวัดนครศรีธรรมราช และสงขลา ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลางพบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณที่ใกล้ชายฝั่งมากกว่ากลางอ่าวไทย พื้นที่ที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยและบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ภาพประกอบ 53

เดือนมิถุนายน พบว่ามีการปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันตก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน - 15 สิงหาคม และปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม - 30 กันยายน ทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมงในพื้นที่ดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการ พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 18,378.52 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 9.26 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 1,224.83 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 6.25 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 56,351.95 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 28.40 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 1,899.41 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 3.26 พื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 70,717.70 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 35.64 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 1,474.05 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 2.04 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณ 21,144.45 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 10.66 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 9.60 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 0.05

ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่เหมาะสมมาก จะพบในบริเวณอ่าวตัว ก ฝั่งตะวันออก และบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส และบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พบกระจายทั่วบริเวณอ่าวไทย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณที่ใกล้ชายฝั่งมากกว่ากลางอ่าวไทย เช่น ใกล้ชายฝั่งจังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยและบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก และพบเล็กน้อยในบริเวณใกล้ชายฝั่งด้วย และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณกลางอ่าวไทยใกล้กับขอบพื้นที่ศึกษาด้านตะวันออก ภาพประกอบ 54

เดือนกรกฎาคม พบว่ามีการปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันตก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน - 15 สิงหาคม ทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมงในพื้นที่ดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการ พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากประมาณ 17,061.74 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 8.60 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 148.06 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 0.86 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 54,609.45 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 27.52 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 753.39 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 1.36 พื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 69,154.46 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 34.85 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 1,160.69 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 1.65 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณ 23,319.57 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 11.75 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 19.20 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 0.08 ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่เหมาะสมมากบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สงขลา และพบพื้นที่เหมาะสมมากเล็กน้อยในบริเวณห่างจากชายฝั่งออกไปของจังหวัดนครศรีธรรมราช และปัตตานี ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลางส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวตัว ก ตอนบน ฝั่งตะวันออก และใกล้ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ปัตตานี นราธิวาส และระยอง พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวตัว ก ตอนล่าง ฝั่งตะวันออก ใกล้ชายฝั่งจังหวัดตราด และพบกระจายทั่วบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบในบริเวณใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาด้านตะวันออก ภาพประกอบ 55

เดือนสิงหาคม พบว่ามีการปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันตก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน - 15 สิงหาคม และปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม - 30 กันยายน ทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมงในพื้นที่ดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการ พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมาก

ประมาณ 23,831.42 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 12.01 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง ประมาณ 41,465.58 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 20.90 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 391.81 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 0.94 พื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 62,005.81 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 31.25 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 1,920.34 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 3 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณ 27,696.46 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 13.96 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 1,485.18 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 5.09 ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่เหมาะสมมากบริเวณใกล้ชายฝั่ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่จะพบห่างจากชายฝั่งออกไปในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา และพบกระจายบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดปัตตานี นราธิวาส และพบกระจายบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี ระยอง พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวต๋อง ก ตอนล่างทางใต้ ใกล้ชายฝั่งจังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด และพบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบกระจายใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก ภาพประกอบ 56

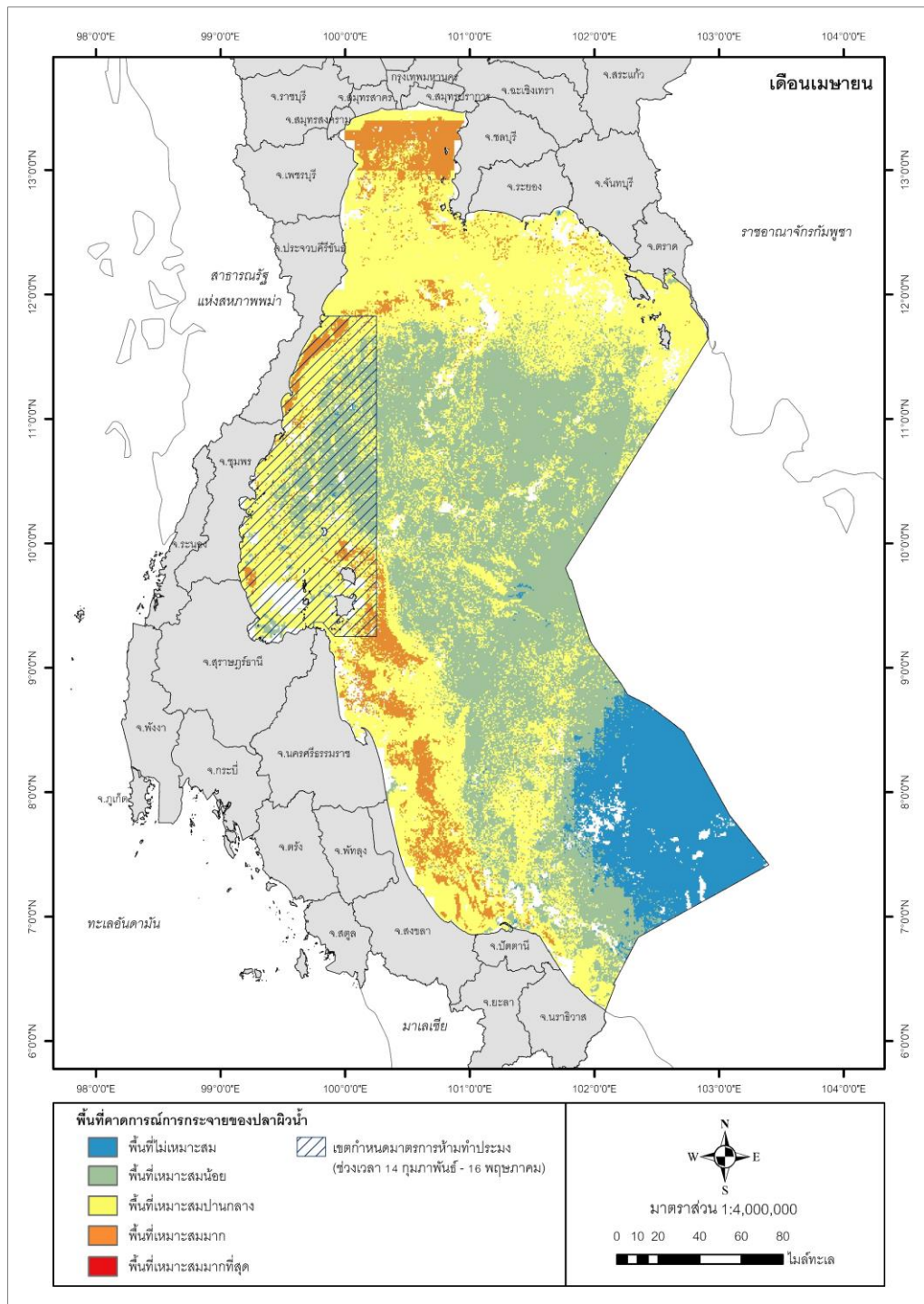
เดือนกันยายน พบว่ามีการปิดอ่าวต๋อง ก (ฝั่งตะวันออก) ระยะเวลา 60 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม - 30 กันยายน ทำให้ไม่สามารถเข้าไปทำการประมงในพื้นที่ดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการ พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมาก ประมาณ 20,044.93 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 10.10 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 14.38 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 0.07 รองลงมา พื้นที่เหมาะสมปานกลางประมาณ 52,634.36 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 26.53 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 759.84 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 1.42 พื้นที่เหมาะสมน้อยประมาณ 77,811.52 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 39.22 มีพื้นที่ลดลงประมาณ 1,375.89 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 1.74 พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณ 9,905.48 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 4.99 ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของพื้นที่เหมาะสมมากบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา ส่วนพื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่จะพบห่างจากชายฝั่งออกไปในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา และพบกระจายบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดสมุทรสงคราม ปัตตานี นราธิวาส และพบกระจายบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี ระยอง พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบในบริเวณอ่าวต๋อง ก ตอนล่างทางใต้ ใกล้ชายฝั่งจังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด และพบกระจายบริเวณกลางอ่าวไทย และทางใต้ของอ่าวไทย และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม จะพบกระจายใกล้กับขอบเขตพื้นที่ศึกษาทางด้านตะวันออก ภาพประกอบ 57

ตาราง 16 พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามนอกเขตกำหนดมาตรการห้ามทำการประมง

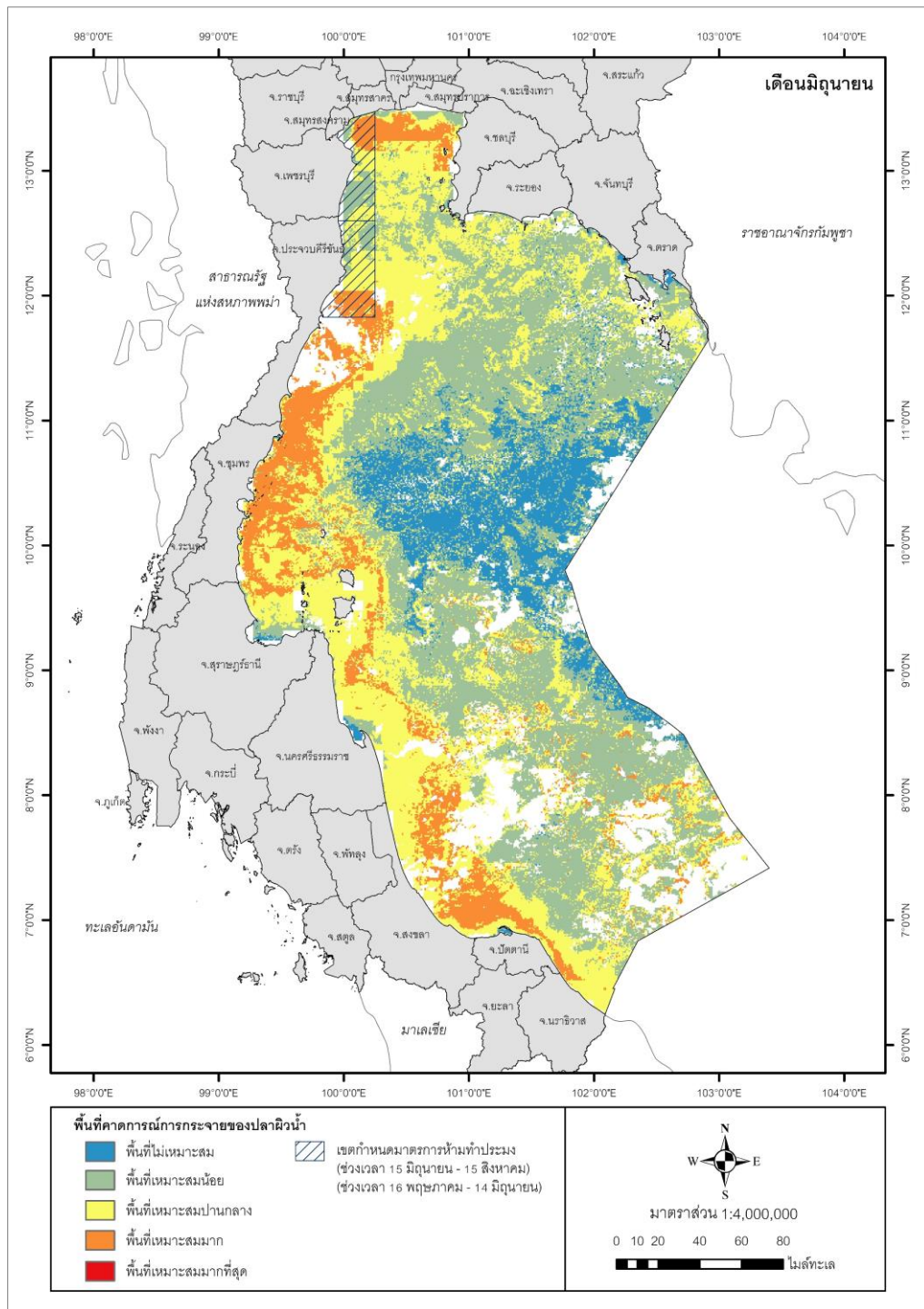
เดือน	พื้นที่ เหมาะสม มากที่สุด (ตร.กม.)	พื้นที่ เปลี่ยนแปลง (ตร.กม.)	พื้นที่ เหมาะสม มาก (ตร.กม.)	พื้นที่ เปลี่ยนแปลง (ตร.กม.)	พื้นที่ เหมาะสม ปานกลาง (ตร.กม.)	พื้นที่ เปลี่ยนแปลง (ตร.กม.)	ร้อยละ	พื้นที่ เปลี่ยนแปลง (ตร.กม.)	ร้อยละ	
กุมภาพันธ์	-	-	7,003.32	3.53	5,783.14	45.23	100,331.21	50.57	13,883.26	12.16
มีนาคม	-	-	4,725.05	2.38	108.87	2.25	94,036.52	47.39	22,705.41	19.45
เมษายน	-	-	11,553.99	5.82	2,236.54	16.22	67,795.40	34.17	14,469.64	17.59
พฤษภาคม	-	-	6,333.43	3.19	2,785.87	30.55	62,931.79	31.72	19,495.54	23.65
มิถุนายน	3.594	0.002	18,378.52	9.26	1,224.83	6.25	56,351.95	28.40	1,899.41	3.26
กรกฎาคม	-	-	17,061.74	8.60	148.06	0.86	54,609.45	27.52	753.39	1.36
สิงหาคม	-	-	23,831.42	12.01	-	-	41,465.58	20.90	391.81	0.94
กันยายน	-	-	20,044.93	10.10	14.38	0.07	52,634.36	26.53	759.84	1.42

ตาราง 17 (ต่อ)

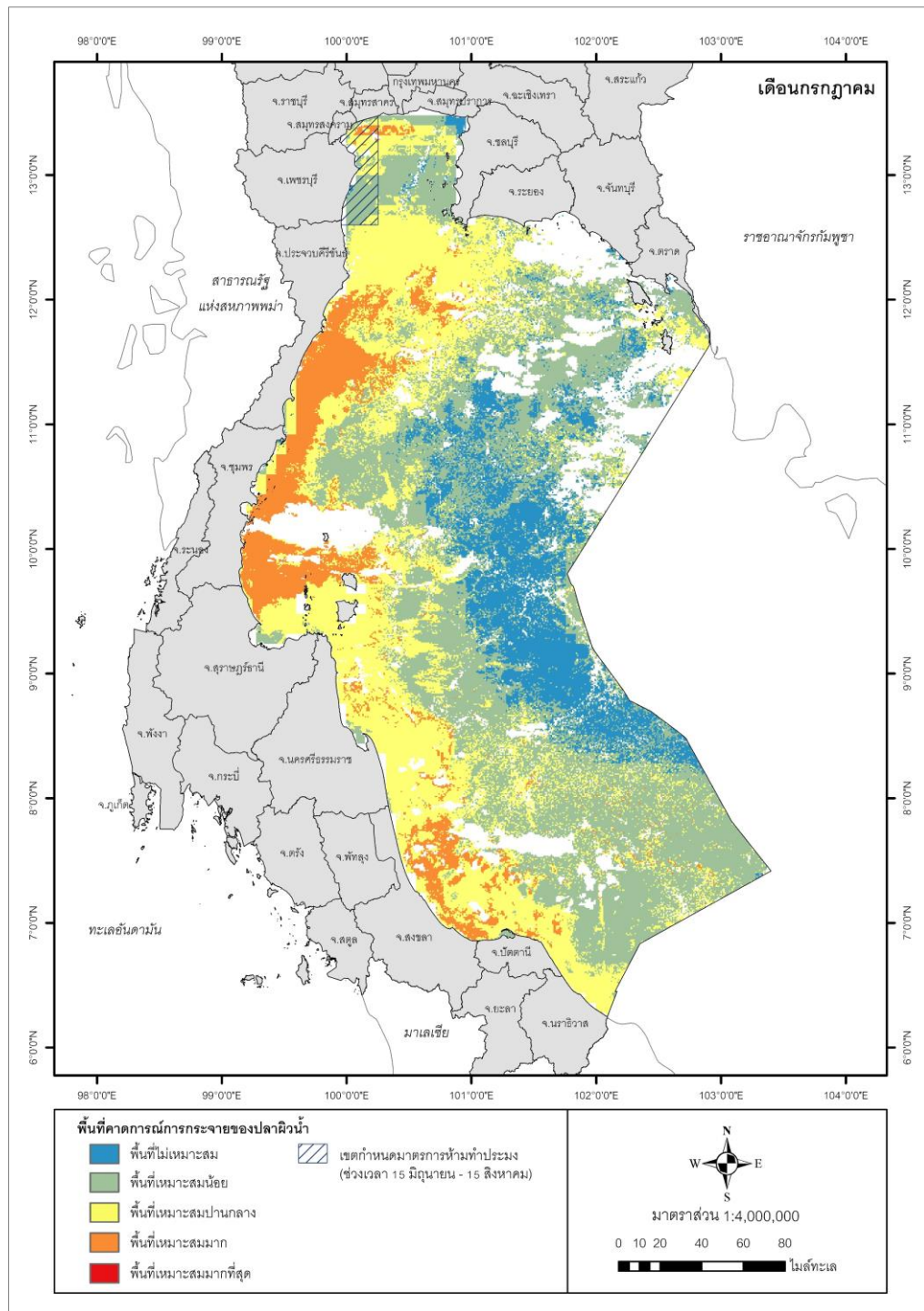
เดือน	พื้นที่เหมาะสมน้อย (ตร.กม.)	ร้อยละ	พื้นที่เปลี่ยนแปลง (ตร.กม.)	ร้อยละ	พื้นที่เหมาะสมสม (ตร.กม.)	ร้อยละ	พื้นที่เปลี่ยนแปลง (ตร.กม.)	ร้อยละ
กุมภาพันธ์	36,763.79	18.53	98.39	0.27	19,877.91	10.02	-	-
มีนาคม	44,227.53	22.29	2,454.79	5.26	10,153.17	5.12	4.84	0.05
เมษายน	62,797.53	31.65	7,356.78	10.49	19,564.03	9.86	47.17	0.24
พฤษภาคม	52,974.46	26.70	3,122.51	5.57	18,114.44	9.13	-	-
มิถุนายน	70,717.70	35.64	1,474.05	2.04	21,144.45	10.66	9.60	0.05
กรกฎาคม	69,154.46	34.85	1,160.69	1.65	23,319.57	11.75	19.20	0.08
สิงหาคม	62,005.81	31.25	1,920.34	3.00	27,696.46	13.96	1,485.18	5.09
กันยายน	77,811.52	39.22	1,375.89	1.74	9,905.48	4.99	-	-



ภาพประกอบ 52 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉิวน้ำ
เดือนเมษายน



ภาพประกอบ 54 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ
เดือนมิถุนายน



ภาพประกอบ 55 เขตพื้นที่ที่กำหนดมาตรการขึ้นทับพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาฉลามน้ำ
เดือนกรกฎาคม

จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำช้อนทับกับเขตกำหนดมาตรการทางกฎหมายควบคุมการทำประมงในฤดูสัตว์น้ำมีไข่ วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อนของกรมประมง หรือพื้นที่ห้ามทำการประมงในช่วงเวลาที่กำหนด 4 ช่วงเวลา ทำให้พื้นที่ดังกล่าวไม่สามารถทำประมงได้ ภาพประกอบ 58 พบว่า




















1. กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงเวลาที่ปิดอ่าวไทยบางส่วนในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี พบว่าปลาผิวน้ำวางไข่ในบริเวณนี้ทุกปี ซึ่งเป็นพื้นที่เหมาะสมมาก และเหมาะสมปานกลาง และพื้นที่เหมาะสมในการทำประมงช่วงนี้ คือ บริเวณอ่าวตัว ก อ่าวไทยฝั่งตะวันออก และจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส

2. กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนมิถุนายน เป็นช่วงเวลาที่ปิดอ่าวไทยบางส่วนในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี และปิดบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่าในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมยังไม่สามารถทำประมงในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานีได้ และจะทำประมงได้ในเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป และจะเริ่มปิดบริเวณตอนบนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลางและพื้นที่เหมาะสมน้อย ซึ่งพื้นที่เหมาะสมในการทำประมงช่วงนี้ คือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนล่าง ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ส่วนบริเวณอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ช่วงนี้จะมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านจะทำให้ฝนตกในบริเวณนี้

3. กลางเดือนมิถุนายนถึงกลางเดือนสิงหาคม เป็นช่วงเวลาที่ปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันตก) พบว่าช่วงต้นเดือนมิถุนายนจนถึงกลางเดือนมิถุนายนยังไม่สามารถทำประมงในพื้นที่ตอนบนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จะทำการประมงได้ในกลางเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป และจะเริ่มปิดอ่าวตัว ก ฝั่งตะวันตก ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสม กระจายในพื้นที่ ซึ่งพื้นที่เหมาะสมในการทำประมง คือ บริเวณตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนล่าง ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ส่วนบริเวณอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ช่วงนี้จะมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านจะทำให้ฝนตกในบริเวณนี้ สอดคล้องกับพื้นที่คาดการณ์เดือนสิงหาคมที่บริเวณอ่าวตัว ก และอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เป็นพื้นที่เหมาะสมน้อยและพื้นที่ไม่เหมาะสม

4. เดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงเวลาที่ปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) พบว่าพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสมในช่วงดังกล่าว ซึ่งพื้นที่เหมาะสมในการทำประมง คือ บริเวณตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนล่าง ชุมพร สุราษฎร์ธานี

นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ส่วนบริเวณอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ช่วงนี้จะมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านจะทำให้ฝนตกในบริเวณนี้ สอดคล้องกับพื้นที่คาดการณ์เดือนสิงหาคมและกันยายนที่บริเวณอ่าวตัว ก และอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เป็นพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสม

พื้นที่อ่าวไทย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
บางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี		✗	✗	✗	✗							
ปิดบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์					✗	✗						
ปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันตก)					✗	✗	✗	✗				
ปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก)								✗	✗			
นอกเขตปิดอ่าวไทย (บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก)												
นอกเขตปิดอ่าวไทย (บริเวณภาคใต้)												

ภาพประกอบ 58 พื้นที่ที่สามารถทำการประมงได้ในช่วงกำหนดมาตรการ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่องการใช้แบบจำลอง Maximum Entropy เพื่อศึกษาการกระจายของปลาผิวน้ำในบริเวณอ่าวไทย ในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการศึกษาตามหัวข้อ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 ผลการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำ จากภาพถ่ายจากดาวเทียม

ผลการศึกษาการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม พ.ศ. 2562 - 2563 พบว่า จำนวนตำแหน่งจับปลามากที่สุดในปี 2562 คือ เดือนมกราคม และปี 2563 คือ เดือนตุลาคม พบการกระจายของตำแหน่งจับปลาทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา และผลการสกัดข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล พบว่าในปี 2562 ข้อมูลคลอโรฟิลล์ เอ ที่จะสกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม อยู่ในช่วง 0.42 - 1.57 มก./ม³ ส่วนในปี 2563 มีค่าเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 0.38 - 2.14 มก./ม³ การกระจายของคลอโรฟิลล์ เอ ส่วนใหญ่จะมีพบค่าสะท้อนมากบริเวณชายฝั่งอ่าวตังเกี๋ย ก และบริเวณชายฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา

ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลพบว่าในปี 2562 ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่จะสกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม อยู่ในช่วง 26.97 - 31.54 องศาเซลเซียส ส่วนในปี 2563 มีค่าเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 24.41 - 29.91 องศาเซลเซียส การกระจายของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST) พบว่าช่วงอุณหภูมิที่กระจายทั่วทั้งพื้นที่จะอยู่ในช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส

ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลพบว่าในปี 2562 ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลที่จะสกัดได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียม อยู่ในช่วง 0.62 - 1.07 เมตร ส่วนในปี 2563 มีค่าเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 0.63 - 1.04 เมตร การกระจายของความสูงระดับน้ำทะเลมีการกระจายครอบคลุมทั้งพื้นที่และในแต่ละเดือนจะขึ้นอยู่กับน้ำขึ้นน้ำลง ลม และกระแสน้ำ

สรุปได้ว่าข้อมูลตำแหน่งจับปลามีการกระจายทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาและส่วนใหญ่พบการกระจุกตัวบริเวณใกล้ชายฝั่ง และการกระจายของปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล ในแต่ละเดือนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ น้ำขึ้น-น้ำลง ลม และกระแสน้ำ

1.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำ จากการวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลตำแหน่งจับปลาซ้อนทับข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล โดยมีการจัดช่วงข้อมูลโดยใช้เกณฑ์การแบ่งช่วงแบบ Natural Breaks (Jenks) ออกเป็น 5 ช่วง เพื่อให้สอดคล้องกับการกระจายของข้อมูลบริเวณตำแหน่งจับปลามาก และน้อย ตามลำดับ พบว่าในปี 2562 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในช่วงคาลอโรฟิลล์ เอ คือ ช่วง 0 - 0.83 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมา ได้แก่ ช่วง 0.84 - 2.39 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ช่วง 5.31 - 9.47 มก./ม³ และช่วง 9.48 - 29.15 มก./ม³ ตามลำดับ และปี 2563 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในช่วงคาลอโรฟิลล์ เอ คือ ช่วง 0 - 0.83 มก./ม³ รองลงมา ได้แก่ ช่วง 0.84 - 2.39 มก./ม³ ช่วง 2.40 - 5.30 มก./ม³ ช่วง 5.31 - 9.47 มก./ม³ และช่วง 9.48 - 29.15 มก./ม³ ตามลำดับ

ข้อมูลอุณหภูมิผิวน้ำทะเล พบว่าในปี 2562 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในช่วงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลคือ ช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส รองลงมา ได้แก่ ช่วง 22.70 - 28.56 องศาเซลเซียส ช่วง 33.88 - 45.15 องศาเซลเซียส ช่วง 12.27 - 22.69 องศาเซลเซียส และช่วง -2.85 - 12.26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และในปี 2563 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในอุณหภูมิผิวน้ำทะเล คือ ช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส รองลงมา ได้แก่ ช่วง 22.70 - 28.56 องศาเซลเซียส ช่วง 12.27 - 22.69 องศาเซลเซียส ช่วง 33.88 - 45.15 องศาเซลเซียส และช่วง -2.85 - 12.26 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเล พบว่าในปี 2562 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในความสูงระดับน้ำทะเลคือ ช่วง 0.58 - 0.67 เมตร รองลงมา ได้แก่ ช่วง 0.77- 0.92 เมตร ช่วง 0.93- 1.04 เมตร ช่วง 1.05- 1.13 เมตร และช่วง 0.68 - 0.76 เมตร และในปี 2563 พบตำแหน่งจับปลามากที่สุดในความสูงระดับน้ำทะเลคือ ช่วง 0.58 - 0.67 เมตร รองลงมา ได้แก่ ช่วง 0.93 - 1.04 เมตร ช่วง 0.77 - 0.92 เมตร ช่วง 0.68 - 0.76 เมตร และช่วง 1.05 - 1.13 เมตร ตามลำดับ

สรุปได้ว่าค่าคาลอโรฟิลล์ เอ ช่วง 0 - 0.83 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอุณหภูมิผิวน้ำทะเล ช่วง 28.57 - 33.87 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่มีเหมาะสมต่อการพบและอยู่อาศัยของปลาผิวน้ำมากที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษากการกระจายปลาผิวน้ำของ Nurdin Suhartono et al. (2017) และ เมธี แก้วเนิน และคณะ (2560) ส่วนความสูงระดับน้ำทะเลพบกระจายทุก

ช่วงความสูง เนื่องจากความสูงของระดับน้ำทะเลแต่ละเดือนขึ้นอยู่กับกระแสน้ำ ลม และระดับน้ำขึ้น-น้ำลง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล รายเดือน โดยใช้สถิติการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) พบว่าใน พ.ศ. 2562 - 2563 แต่ละเดือนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุดคือ คลอโรฟิลล์ เอ ความสูงระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) อยู่ในระหว่าง 0.22 - 0.62 ตามภาพประกอบ 33 ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hanintyo Rizki (2019) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลากับข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล ผลการศึกษาพบว่าคลอโรฟิลล์ เอ และความสูงระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยหลักในการตรวจจับปลาผิวน้ำ และพบว่าในฤดูหนาว ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเล มีความสัมพันธ์สูงกว่าฤดูร้อนและฤดูฝนตามลำดับ เนื่องจากเป็นช่วงที่คลื่นลมสงบเหมาะแก่การทำประมง และเป็นผลจากข้อมูลความสูงระดับน้ำทะเลมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเดือนอื่นๆ และได้รับอิทธิพลจากลม ทำให้เกิดกระแสน้ำผุด (upwelling) ทำให้สารอาหารถูกพัดพามากมาย และเกิดกระบวนการ Ekman Divergence Process (Silubun Dortje et al., 2016) ทำให้บริเวณนี้อุดมสมบูรณ์ไปด้วยสารอาหาร เป็นแหล่งอาหารให้แก่ปลาวัยอ่อน และเต็มวัย (Hendiarti Nani et al., 2005) และจากภาพประกอบ 33 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ พ.ศ. 2562 - 2563 มีค่ามากกว่าทุกเดือน แต่ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าลดลงจาก พ.ศ. 2562 สังเกตได้จากค่าความสูงระดับน้ำทะเลของปี 2563 ลดลง ได้รับอิทธิพลของสภาพอากาศที่แปรปรวน ทำให้สารอาหารในช่วงเวลาดังกล่าวลดลงจากเดิม ส่วนในฤดูฝนเป็นช่วงที่มีฝนตกและลมพายุในบริเวณอ่าวไทย เช่น ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 จากภาพประกอบ 33 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณลดลง เป็นผลมาจากได้รับอิทธิพลของพายุที่พัดผ่านอ่าวไทยทำให้ชาวประมงออกไปทำการประมงลำบากและยังมีมาตรการปิดอ่าวไทยห้ามทำการประมงในบริเวณที่กำหนดเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่ออนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ จึงทำให้มีความสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าฤดูกาลอื่น สอดคล้องกับคณะอนุกรรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล (2562) กล่าวว่า ลักษณะภูมิอากาศของอ่าวไทยในช่วงฤดูหนาว มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านทำให้ฝนตกบริเวณภาคใต้ของอ่าวไทย จึงทำให้มีการทำประมงในบริเวณอ่าวไทยตอนบนและตะวันออก

และตรงกับช่วงปลาโตเต็มวัยในบริเวณอ่าวตัว ก ตามวงจรกิจิตปลาหู (กุลภา สุพงษ์พันธุ์, 2543) ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวเหมาะสมสำหรับการทำการประมง

1.3 ผลการวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy

ผลการศึกษาการคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy เพื่อคาดการณ์พื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่มีโอกาสพบปลาผิวน้ำ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่นิยมใช้ในการศึกษาพื้นที่กระจายของสัตว์ชนิดต่างๆ ใช้ข้อมูลในการศึกษา 2 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2562 - 2563 โดยแบ่งเป็นข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนของการนำไปวิเคราะห์ข้อมูล (training data) ร้อยละ 70 และข้อมูลในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง (testing data) ร้อยละ 30 และแบ่งพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ เป็นพื้นที่ที่มีความน่าจะเป็นที่พบการกระจายของปลาผิวน้ำในพื้นที่ ออกเป็น 5 ระดับ พบว่า พื้นที่เหมาะสมมากที่สุด มีพื้นที่เพียง 3.59 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่เพียงร้อยละ 0.002 ของพื้นที่ทั้งหมดในเดือนมิถุนายนและมีการกระจายในบริเวณอ่าวตัว ก ใกล้กับจังหวัดสมุทรสงคราม เนื่องจากค่ากริดที่ได้จากแบบจำลองมีค่าไม่ถึง 1 หมายความว่ามีความน่าจะเป็นที่จะพบการกระจายของปลาผิวน้ำในพื้นที่เพียงร้อยละ 81 เท่านั้นซึ่งผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลแบบจำลอง ส่วนพื้นที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่พบการกระจายบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง และอ่าวตัว ก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง ส่วนใหญ่พบในบริเวณห่างจากชายฝั่งจากพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่จะพบการกระจายในบริเวณกลางอ่าวไทย และด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ และพื้นที่ไม่เหมาะสม ส่วนใหญ่จะพบการกระจายในบริเวณอ่าวไทยทางด้านตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ และวิเคราะห์รายฤดูกาล พบว่าในฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) ส่วนใหญ่พบกระจายบริเวณอ่าวตัว ก และชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา ในช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่อ่าวไทยตอนบนอยู่ในช่วงที่เปลี่ยนจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คลื่นลมค่อนข้างสงบแต่จะเกิดพายุฤดูร้อนในบางครั้ง เหมาะสำหรับการทำประมงในบริเวณดังกล่าว ส่วนฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) ส่วนใหญ่พบกระจายในบริเวณใกล้ชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา เป็นช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านทำให้อ่าวไทยตอนบนมีฝนตกในพื้นที่ จึงเหมาะสำหรับการทำประมงในบริเวณดังกล่าว และฤดูหนาว (กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) ส่วนใหญ่พบกระจายบริเวณอ่าวตัว ก และชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี

นครศรีธรรมราช และสงขลา เป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านทำให้อ่าวไทยตะวันตก (ภาคใต้) มีฝนตกในพื้นที่ จึงเหมาะสำหรับการทำประมงในบริเวณอ่าวไทยตอนบนและตะวันออกเฉียงใต้ และจะเห็นได้ว่า พื้นที่เหมาะสมมากที่สุด พื้นที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง ที่มีโอกาสพบการกระจายของปลาผิวน้ำมากนั้น สอดคล้องกับลักษณะการวางไข่ การอยู่อาศัยของปลาผิวน้ำ ที่จะพบการวางไข่ในบริเวณชายฝั่งและห่างออกไป ยกตัวอย่าง ปลาทุบแกที่มีแหล่งวางไข่นอกชายฝั่งชุมพรประมาณ 100 ไมล์ทะเล (กรมประมง, 2530) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang Lifei et al. (2018) กล่าวว่าส่วนใหญ่พบการกระจายของปลาผิวน้ำ 3 ชนิด บริเวณใกล้ชายฝั่งและน่านน้ำภายในอ่าว ส่วนพื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสม ที่ส่วนใหญ่พบการกระจายในบริเวณกลางอ่าวไทย และอ่าวไทยด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ห่างจากชายฝั่งมาก ใกล้กับเขตเศรษฐกิจจำเพาะที่มีระยะห่างจากชายฝั่งออกมา 200 ไมล์ทะเล ทำให้การทำประมงในพื้นที่อาจจะใช้เวลานานในการเดินเรือและต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงสูง และ Zainuddin Mukti et al. (2017) กล่าวว่าปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาแหล่งกระจายของปลาผิวน้ำ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง พบว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) รายเดือน สำหรับสร้างแบบจำลอง AUC_{training} มีค่าอยู่ในช่วง 0.686 - 0.750 และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} มีค่าอยู่ในช่วง 0.690 - 0.749 ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดีไปจนถึงดีในแต่ละเดือน ซึ่งค่า AUC ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Wang Lifei et al. (2018) ที่มีค่า AUC ในช่วง 0.77 - 0.90 ของปลาผิวน้ำ 3 ชนิด จึงสรุปได้ว่าผลศึกษาจากแบบจำลองสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษา วางแผนการคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำและเป็นแนวทางให้ภาครัฐในการกำหนดมาตรการด้านการจัดทำเขตการทำประมงหรือเขตอนุรักษ์สัตว์น้ำ เพื่อการทำประมงอย่างยั่งยืน

ผลการศึกษาพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำซ้อนทับกับเขตกำหนดมาตรการทางกฎหมายควบคุมการทำประมงในฤดูสัตว์น้ำมีไข่ วางไข่ เลี้ยงตัวอ่อน ของกรมประมง หรือพื้นที่ห้ามทำการประมงในช่วงเวลาที่กำหนด 4 ช่วงเวลา ทำให้พื้นที่ดังกล่าวไม่สามารถทำประมงได้ พบว่า

1. กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงเวลาที่ปิดอ่าวไทยบางส่วนในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี พบว่าปลาผิวน้ำวางไข่ในบริเวณนี้ทุกปี ซึ่งเป็นพื้นที่เหมาะสมมาก และเหมาะสมปานกลาง และพื้นที่เหมาะสมในการทำ

ประมงช่วงนี้ คือ บริเวณอ่าวตัว ก อ่าวไทยฝั่งตะวันออก และจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส

2. กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนมิถุนายน เป็นช่วงเวลาปิดอ่าวไทยบางส่วนใน บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี และปิดบางส่วนของจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ พบว่าในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมยังไม่สามารถทำประมงในพื้นที่จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานีได้ และจะทำประมงได้ในเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป และ จะเริ่มปิดบริเวณตอนบนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลางและพื้นที่เหมาะสมน้อย ซึ่งพื้นที่เหมาะสมในการทำประมงช่วงนี้ คือ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนล่าง ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ส่วนบริเวณอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ช่วงนี้จะมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัด ผ่านจะทำให้ฝนตกในบริเวณนี้

3. กลางเดือนมิถุนายนถึงกลางเดือนสิงหาคม เป็นช่วงเวลาปิดอ่าวตัว ก (ฝั่ง ตะวันตก) พบว่าช่วงต้นเดือนมิถุนายนจนถึงกลางเดือนมิถุนายนยังไม่สามารถทำประมงในพื้นที่ ตอนบนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จะทำการประมงได้ในกลางเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป และจะ เริ่มปิดอ่าวตัว ก ฝั่งตะวันตก ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสม กระจายในพื้นที่ ซึ่งพื้นที่เหมาะสมในการทำประมง คือ บริเวณตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนล่าง ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ส่วนบริเวณอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) อ่าวไทยฝั่งตะวันออก ช่วงนี้จะมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านจะทำให้ฝนตกในบริเวณนี้ สอดคล้องกับพื้นที่คาดการณ์เดือนสิงหาคมที่บริเวณ อ่าวตัว ก และอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เป็นพื้นที่เหมาะสมน้อยและพื้นที่ไม่เหมาะสม

4. เดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงเวลาปิดอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) พบว่า พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสมในช่วงดังกล่าว ซึ่งพื้นที่ เหมาะสมในการทำประมง คือ บริเวณตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนล่าง ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี นราธิวาส ส่วนบริเวณอ่าวตัว ก (ฝั่งตะวันออก) อ่าวไทยฝั่ง ตะวันออก ช่วงนี้จะมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านจะทำให้ฝนตกในบริเวณนี้ สอดคล้องกับพื้นที่ คาดการณ์เดือนสิงหาคมและกันยายนที่บริเวณอ่าวตัว ก และอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เป็นพื้นที่ เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสม

2. อภิปรายผล

1. การประยุกต์นำเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อม รวมไปถึงการศึกษาคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำในบริเวณอ่าวไทย สามารถช่วยย่นระยะเวลาในการศึกษาทางด้านประมงที่ต้องใช้ระยะเวลานานในการเก็บข้อมูลในพื้นที่และมีค่าใช้จ่ายสูง ถึงแม้ว่าผลการศึกษาที่ได้จะมีความแม่นยำน้อยกว่าการสำรวจในพื้นที่จริง ซึ่งปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง จึงสามารถนำผลการศึกษาจากข้อมูลการรับรู้ระยะไกลไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและช่วยวางแผนเชิงภาพรวม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sambah A. B. et al. (2021) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำทะเลคลอโรฟิลล์ เอ ระหว่างปลาทูน่าครีบน้ำเงิน และงานวิจัยของ Daqamseh Salleh T. et al. (2013) ศึกษาถึงการกระจายของปลาเพื่อจัดทำแผนที่แหล่งที่อยู่อาศัยของปลา กล่าวว่า การจัดทำแผนที่สามารถช่วยชาวประมงในการตรวจสอบแหล่งที่อยู่ของปลา ช่วยประหยัดเวลาและต้นทุนในการทำประมง

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลที่มีผลต่อการกระจายของปลาผิวน้ำ รายเดือน พบว่าแต่ละเดือนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อตำแหน่งจับปลามากที่สุด คือ คลอโรฟิลล์ เอ ความสูงระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิผิวน้ำทะเลตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) อยู่ในระหว่าง 0.22 - 0.62 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Geronimo Rollan C. et al. (2018) และ Hanintyo Rizki (2019) กล่าวว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการกระจายของปลา คือ คลอโรฟิลล์ เอ และความสูงระดับน้ำทะเลแต่ต่างจากงานวิจัยของ Wang Lifei et al. (2018) กล่าวว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการกระจายของปลามากที่สุด คือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลรองลงมา คือ คลอโรฟิลล์ เอ และความสูงระดับน้ำทะเลตามลำดับ ซึ่งผลที่ต่างกันเกิดจากสภาพอากาศ สภาพแวดล้อม ลม กระแสน้ำ ในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นปัจจัยเหล่านี้จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

3. การวิเคราะห์การคาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy เป็นแบบจำลองทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์และประมาณค่าความน่าจะเป็นของการกระจายข้อมูล นิยมนำมาศึกษาการกระจายของสัตว์ชนิดต่างๆ ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำ โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งจับปลาและปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลพบว่าศึกษาได้แบ่งพื้นที่เหมาะสมเป็น 5 ระดับ ได้แก่ พื้นที่เหมาะสมมากที่สุด พื้นที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสม ผลการวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำสอดคล้องกับ Wang Lifei et al. (2018) กล่าวว่าพื้นที่

เหมาะสมของปลาที่ได้จากแบบจำลอง ส่วนใหญ่พบพื้นที่เหมาะสมมากในบริเวณใกล้ชายฝั่งและน่านน้ำภายในอ่าว และห่างออกไประดับความเหมาะสมจะลดลง สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำประมงที่จะทำประมงใกล้ชายฝั่งมากกว่าไกลจากชายฝั่ง เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านต้นทุน และเป็นที่น่าสังเกตที่มีพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดมีเพียงเดือนเดียว คือ เดือนมิถุนายน ซึ่งมีพื้นที่ขนาดเล็กมาก 3.59 ตารางกิโลเมตร เกิดจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา (Phillips Steven J. & Dudik Miroslav, 2008) และเมื่อวิเคราะห์พื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำร่วมกับเขตกำหนดมาตรการห้ามทำประมงในช่วงฤดูกลางวงไข พบว่ามีความสอดคล้องเนื่องจากพื้นที่ที่มีการห้ามประมงระดับความเหมาะสมลดลง ส่วนใหญ่กลายเป็นพื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย และพื้นที่ไม่เหมาะสม ทั้งที่บริเวณนั้นใกล้ชายฝั่งทะเล ซึ่งเป็นผลมาจากไม่มีเรือประมงเข้าไปทำประมงในบริเวณนั้น จึงกล่าวได้ว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับเขตกำหนดมาตรการห้ามทำประมง

ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง พบว่าค่าความถูกต้องของการสร้างแบบจำลองจากค่าพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area Under The Curve : AUC) รายเดือน สำหรับสร้างแบบจำลอง AUC_{training} มีค่าอยู่ในช่วง 0.686 - 0.750 และการทดสอบแบบจำลอง AUC_{test} มีค่าอยู่ในช่วง 0.690 - 0.749 ถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพระดับค่อนข้างดีไปจนถึงดีในแต่ละเดือน ซึ่งค่า AUC ใกล้เคียงกับผลศึกษา Wang Lifei et al. (2018) ที่มีค่า AUC ในช่วง 0.77 - 0.90 ของปลาผิวน้ำ 3 ชนิด

3. ข้อเสนอแนะ

1. แนวทางการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้ข้อมูลในการศึกษาที่มีระยะยาวขึ้น เช่น 5 - 10 ปี เพื่อจะได้รูปแบบการกระจายของปลาผิวน้ำที่แม่นยำมากขึ้น
2. ควรศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมทางทะเลอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ครอบคลุมและมีความแม่นยำมากขึ้น
3. ในกรณีต้องการศึกษาเป็นรายชนิดปลา ควรใช้ข้อมูลตำแหน่งจับปลาที่รายละเอียดเชิงลึกรายชนิด เพื่อศึกษาเจาะจงการกระจายของปลาชนิดนั้น ๆ ได้ถูกต้อง
4. ในการศึกษาครั้งต่อไปอาจทำการเปรียบเทียบพื้นที่คาดการณ์การกระจายของปลาผิวน้ำกับแบบจำลองอื่นๆ เช่น แบบจำลอง The Generalized Additive Model (GAM) เป็นต้น
5. สามารถนำผลการศึกษาที่ได้จากการคาดการณ์ครั้งนี้ มาตรวจสอบกับข้อมูลในปัจจุบันได้

บรรณานุกรม

Apriliani Izza M., Nurrahman Yusuf A., Dewanti Lantun P. , & Herawati Heti. (2018).

Determination of potential fishing ground for hairtail (*Trichiurus* sp.) fishing based on chlorophyll-a distribution and sea surface temperature in Pangandaran waters, West Java, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 11, 1047-1054.

Chune S. Law, L.Nouel, E. Fernandez, Corinne Derval, & M.Tressol. (2019). PRODUCT USER MANUAL For the GLOBAL Ocean Sea Physical Analysis and Forecasting Products. Retrieved from

<https://resources.marine.copernicus.eu/documents/PUM/CMEMS-GLO-PUM-001-024.pdf>

Daqamseh Salleh T., Shattri Mansor, Pradhan Biswajeet, Billa Lawal, & Mahmud Ahmad Rodzi. (2013). Potential fish habitat mapping using MODIS-derived sea surface salinity, temperature and chlorophyll-a data: South China Sea Coastal areas, Malaysia. *Geocarto International*, 28(6), 546-560.

ESA Earth Online. (2020). What is Sentinel-3? Retrieved from

<https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-eeo-missions/sentinel-3>

EUMETSAT. (2017). Sentinel-3 SLSTR Marine User Handbook. Retrieved from

https://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=PDF_S3_SLSTR_HANDBOOK&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&Rendition=Web

EUMETSAT. (2018). Sentinel-3 OLCI Marine User Handbook. Retrieved from

https://www.eumetsat.int/website/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_FILE&dDocName=PDF_DMT_907205&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&Rendition=Web

Geronimo Rollan C., Franklin Erik C., Brainard Russell E., Elvidge Christopher D., Santos Mudjekeewis D., Venegas Roberto, & Mora Camilo. (2018). Mapping Fishing Activities and Suitable Fishing Grounds Using Nighttime Satellite Images and Maximum Entropy Modelling. *Remote Sensing*, 10(10).

- H.V. Thurman & A.P. Trujillo. (2002). *Essentials of Oceanography*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hanintyo Rizki. (2019). *Spatio-Temporal Habitat Suitability Detection for Small Pelagic Fish Using Earth Observation Data on Nusa Penida Coast -Bali Indonesia*. (Master's thesis). University of Twente. (Master of Science in Geo-information Science and Earth Observation). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/332110745_Spatio-Temporal_Habitat_Suitability_Detection_for_Small_Pelagic_Fish_Using_Earth_Obsevation_Data_on_Nusa_Penida_Coast_-Bali_Indonesia
- Hendiarti Nani, So Suwar, Aldrian Edvin, Amri Khairul, Andiastuti Retno, Sachoemar Suhendar, & Wahyono Ikhsan Budi. (2005). Seasonal Variation of Pelagic Fish Catch Around Java. *Oceanography*, 18, 112-123.
- Nurdin Suhartono, Mustaphaa Muzzneena A., Lihana Tukimat, & ZainuddincbMukti. (2017). Applicability of remote sensing oceanographic data in the detection of potential fishing grounds of *Rastrelliger kanagurta* in the archipelagic waters of Spermonde, Indonesia. *Fisheries Research*, 196, 1-12.
- Phillips S.J., & Research AT&T. (2017). A Brief Tutorial on Maxent. Retrieved from https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/Maxent_tutorial2017.pdf
- Phillips Steven J., & Dudík Miroslav. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161-175.
- Pramot Sojisuporn, Morimoto A., & Yanagi Tetsuo. (2010). Seasonal variation of sea surface current in the Gulf of Thailand. *Coast. Mar. Sci.*, 34, 91-102.
- Sambah A. B., Muamanah Asmiatul, Harlyan Ledhyane I., Lelono Tri D., Iranawati Feni, & Sartimbul Aida. (2021). Sea surface temperature and chlorophyll-a distribution from himawari satellite and its relation to yellowfin tuna in the Indian ocean. *AACL Bioflux*, 14(2), 897-909.
- Silubun Dortje, Lumban-Gaol Jonson, & Naulita Yuli. (2016). ESTIMASI INTENSITAS UPWELLING PANTAI DARI SATELIT AQUAMODIS DI PERAIRAN SELATAN JAWA

- DAN BARAT SUMATERA. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 6, 21.
- Siwi Wingking Era Rintaka , Priyono Bayu, & Agustiadi Teguh. (2015). Observasi Karakteristik Perairan Selat Bali melalui Pendekatan Insitu dan Numerik (pp. 13-25).
- Souza Jocelyn D. (2018). Let's learn about AUC ROC Curve. Retrieved from <https://medium.com/greyatom/lets-learn-about-auc-roc-curve-4a94b4d88152>
- Syah Achmad F., Saitoh Sei-Ichi, Alabia Irene D., & Hirawake Toru. (2016). Predicting potential fishing zones for Pacific saury (*Cololabis saira*) with maximum entropy models and remotely sensed data.
- Wang Jintao, Yu Wei, Chen Xinjun, Lei Lin, & Chen Yong. (2015). Detection of potential fishing zones for neon flying squid based on remote-sensing data in the Northwest Pacific Ocean using an artificial neural network. *International Journal of Remote Sensing*, 36(13), 3317-3330.
- Wang Lifei, Kerr Lisa A., Record Nicholas R., Bridger Eric, Tupper Benjamin, Mills Katherine E., . . . Pershing Andrew J. (2018). Modeling marine pelagic fish species spatiotemporal distributions utilizing a maximum entropy approach. *Fisheries Oceanography*, 27(6), 571-586.
- Welliken Marius, Melmambessy Edy H.P, Merly Sendy Lely, Pangaribuan Rosa Delima, Lantang Bony, Hutabarat Johannes, & Wirasatriya Anindya. (2018). Variability Chlorophyll-a And Sea Surface Temperature As The Fishing Ground Basis Of Mackerel Fish In The Arafura Sea. *E3S Web of Conferences*, 73, 04004.
- Zainuddin Mukti, Farhum Aisjah, Safruddin Safruddin, Selamat Muhammad Banda, Sudirman Sudirman, Nurdin Nurjannah, . . . Saitoh Sei-Ichi. (2017). Detection of pelagic habitat hotspots for skipjack tuna in the Gulf of Bone-Flores Sea, southwestern Coral Triangle tuna, Indonesia. *PLoS ONE*, 12.
- กรมประมง. (2530). ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของครุสภา.
- กรมประมง. (2560). ยุทธศาสตร์กรมประมง พ.ศ. 2560 – 2564. สืบค้นจาก <https://www.fisheries.go.th/strategy/UserFiles/files/strategy%202560-2564.pdf>
- กรมประมง. (2562). สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560. สืบค้นจาก

<https://www.fisheries.go.th/strategy-stat/themeWeb/books/2560/1/%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%AA%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AB%E0%B9%88%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%A8%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%9E.%E0%B8%A8.%202560.pdf>

กลุ่มสถิติการประมง. (2564). ผลผลิตของการประมงไทย ปี 2563. สืบค้นจาก

https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/view_activities/1408/85332

กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์, ลลิตา ช่างบุญ, และ ศิริลักษณ์ วลัยชัยเพียร. (2560). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอและคุณภาพน้ำในแม่น้ำอิงตอนล่างและลำน้ำสาขา. สืบค้นจาก

<http://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=P035%20Fis03.pdf&id=2746&keeptrack=0>

กุดภา สุพงษ์พันธุ์. (2543). การวิเคราะห์เชิงเศรษฐกิจของการทำประมงอวนล้อมจับที่เหมาะสมบริเวณอ่าวไทยตอนใน. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. สืบค้นจาก

http://agri.eco.ku.ac.th/cv_detail/Kulapa_Supupongpan_MS_Thesis.pdf

คณะกรรมการจัดการความรู้เพื่อผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล. (2562). ฐานข้อมูลความรู้ทางทะเล. สืบค้นจาก

http://www.mkh.in.th/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=355&lang=th

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2559). การใช้ *IBM SPSS Statistics* เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล [เอกสารประกอบการสอน]. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เชิดศักดิ์ ชูคง และวิไลลักษณ์ เปรมกิจ. (2555). ชีววิทยาบางประการของปลาผิวน้ำขนาดใหญ่ที่จับได้จากเบ็ดราวปลาผิวน้ำบริเวณทะเลอันดามัน 2555(16), 3. สืบค้นจาก

[https://www.fisheries.go.th/marine/Deepsea/Technical%20Paper%20Deepsea_files/2554_16_%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%9C%E0%B8%B4%202555\(16\).pdf](https://www.fisheries.go.th/marine/Deepsea/Technical%20Paper%20Deepsea_files/2554_16_%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%9C%E0%B8%B4%202555(16).pdf)

[E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%82%E0%B8%99
%E0%B8%B2%E0%B8%94%E0%B9%83%E0%B8%AB%E0%B8%8D%E0%B9%8
8%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B9%
87%E0%B8%94%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A7-
%E0%B9%80%E0%B8%8A%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B8%A8%E0%B8%B
1%E0%B8%81%E0%B8%94%E0%B8%B4%E0%B9%8C.pdf](https://www.maticchon.co.th/region/news_138857)

มติชนออนไลน์. (2559, 17 พฤษภาคม). ประมงไทยอ่วม อุณหภูมิน้ำทะเลเปลี่ยน จับปลาหูได้
น้อยลง เครียดแบกต้นทุนไม่ไหว. มติชนออนไลน์, 2563. สืบค้นจาก

https://www.maticchon.co.th/region/news_138857

เมธี แก้วเนิน, สมหมาย เจนกิจการ, พลพิศศิลป์ สุวรรณชัย, ไพลีน จิตรชุ่ม, ธีระงษ์ ดั่งดี, รัตนาวดี พูล
สวัสดิ์, . . . สรณัฐ ศิริสวย. (2560). โครงการ “การศึกษาสถานภาพของทรัพยากรปลาหูที่มี
ความสัมพันธ์กับสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นผิวดทะเลในบริเวณอ่าวไทย” (RDG5720045).

สืบค้นจาก https://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG5720045

ศุทธิณี ดนตรี. (2549). ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจจากระยะไกล. เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สรรคิใจ กลิ่นดาว. (2550). การสำรวจจากระยะไกล : การประมวลผลภาพเชิงเลขเบื้องต้น.

กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สุวัจน์ ธีญรส. (2557). วิทยาศาสตร์ทางทะเลเบื้องต้น (Introduction to Marine Science). สืบค้น
จาก

[https://fishtech.rmutsv.ac.th/fishtech/sites/default/files/files/2557/SAR56/FISHTECH
%204.0.3-02\(5\).pdf](https://fishtech.rmutsv.ac.th/fishtech/sites/default/files/files/2557/SAR56/FISHTECH%204.0.3-02(5).pdf)

สุวิทย์ อ่องสมหวัง. (2560). ระบบการรับรู้จากระยะไกลและการวิเคราะห์ภาพเชิงเลข ฉบับปรับปรุง
พ.ศ. 2560: สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
สุรนารี.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ลักษมี ดอนลาว
วัน เดือน ปี เกิด	8 มิถุนายน 2534
สถานที่เกิด	เชียงใหม่
วุฒิการศึกษา	ปี 2557 วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	77 หมู่ 9 ตำบลเวียงชัย อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย 57210

