

การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อการทำแผนที่การปกคลุมแหล่งหญ้าทะเลและ
ประมาณค่ามวลชีวภาพแหล่งหญ้าทะเล: กรณีศึกษา หมู่บ้านร็อคการ์เด็นท์ จังหวัดระยอง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ ภาควิชาภูมิศาสตร์
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF AERIAL PHOTOGRAPHS FROM UNMANNED AIRCRAFT VEHICLE TO
MAPPING SEAGRASS COVER AND ESTIMATING SEAGRASS BIOMASS: A CASE STUDY ON
ROCKGADEN VILLAGE, RAYONG PROVINCE



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Arts in Geography and Geoinformatics

Department of Geography

FACULTY OF ARTS

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อการทำแผนที่การปกคลุมแหล่งหญ้าทะเลและประเมินค่ามวลชีวภาพแหล่งหญ้าทะเล: กรณีศึกษา หมู่บ้านร็อคการ์ดैंตันที่จังหวัดระยอง
โดย	น.ส.ปิยะพร ประกอบผล
สาขาวิชา	ภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ชนิตา ดวงยิหาวา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะอักษรศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรเดช โชติอุดมพันธ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ ปั้นบำรุงกิจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ชนิตา ดวงยิหาวา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพจร จิรขจรกุล)

ปิยะพร ประกอบผล : การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อการทำแผนที่
การปกคลุมแหล่งหญ้าทะเลและประมาณค่ามวลชีวภาพแหล่งหญ้าทะเล: กรณีศึกษา
หมู่บ้านหรือคาร์เด็นท์ จังหวัดระยอง. (APPLICATION OF AERIAL PHOTOGRAPHS
FROM UNMANNED AIRCRAFT VEHICLE TO MAPPING SEAGRASS COVER AND
ESTIMATING SEAGRASS BIOMASS: A CASE STUDY ON ROCKGADEN VILLAGE,
RAYONG PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อาจารย์ ดร.ชนิตา ดวงยิหวา, อ.ที่ปรึกษาร่วม
: รศ. ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์

หญ้าทะเลมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเลและทรัพยากรชายฝั่ง เพราะหญ้าทะเลเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์ทะเล เป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตในทะเล นอกจากนี้หญ้าทะเลช่วยให้มีการตกตะกอนจึงช่วยลดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งได้ อย่างไรก็ตามปัจจุบันพื้นที่หญ้าทะเลทั่วโลกกำลังลดลง การพัฒนาพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ทำให้น้ำทะเลมีคุณภาพลดลงและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับในการจำแนกพื้นที่หญ้าทะเล ประเมินพื้นที่ปกคลุม และประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล โดยมีพื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลหมู่บ้านหรือคาร์เด็นท์ จังหวัดระยอง ผลการศึกษาพบว่า การจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วยเทคนิค Maximum Likelihood มีความถูกต้องโดยรวมสูงกว่าการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุมด้วยเทคนิค Iso Cluster เมื่อนำค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นที่ได้จากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับไปวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ โดยคัดเลือกตัวแปรแบบอิสระด้วยวิธี Stepwise เพื่อหาช่วงคลื่นที่มีความสัมพันธ์กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากภาคสนาม พบว่า ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นขอบแดง (Red Edge) มีความสัมพันธ์กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นจึงนำข้อมูลไปสร้างสมการเพื่อใช้ทำนายค่า พบว่า ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่คำนวณได้จากพื้นที่ 6.56 ไร่ คือ 3,363.76 kgDW ผลการศึกษาสรุปได้ว่า สามารถใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับในการจำแนกประเมินพื้นที่หญ้าทะเล และประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลได้ ผลการวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเลในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะทางระบบนิเวศใกล้เคียงได้

สาขาวิชา ภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

6080304622 : MAJOR GEOGRAPHY AND GEOINFORMATICS

KEYWORD: seagrass, Above-ground biomass, Unmanned Aircraft Vehicle, UAV,
Rayong

Piyaporn Prakobphon : APPLICATION OF AERIAL PHOTOGRAPHS FROM
UNMANNED AIRCRAFT VEHICLE TO MAPPING SEAGRASS COVER AND ESTIMATING
SEAGRASS BIOMASS: A CASE STUDY ON ROCKGADEN VILLAGE, RAYONG PROVINCE.

Advisor: CHANITA DUANGYIWA, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. PANNEE
CHEEWINSIRIWAT, Ph.D.

Seagrass has an important role in marine ecosystems and coastal resources because it provides nursery areas and food for marine organisms. Besides, seagrass helps trap fine sediment in the seawater and decreases the rate of coastal erosion. However, nowadays, seagrasses are in decline globally. Coastal development can lead to a decrease in water quality and affect the growth of seagrasses. This study aims to classify, evaluate the coverage, and estimate the above-ground biomass of seagrass using aerial photographs derived from Unmanned Aircraft Vehicle (UAV). The study site is located in the coastal area of Rock Garden Village, Rayong Province. The results showed that the overall accuracy of the supervised classification using the Maximum Likelihood technique is greater than the unsupervised classification using the Iso Cluster technique. The multiple linear regression was applied to assess the relationship between the reflectance from UAV-derived photograph and the above-ground biomass of seagrass. The independent variables were selected using the Stepwise procedure. The results showed that the reflectance of the Red Edge band had significantly related to the above-ground biomass. The above-ground biomass in seagrass coverage of 6.56 rai calculated from the equation was 3,363.76 kgDW. Results from this research could be used to develop the application method of using UAV for monitoring changes of seagrasses in areas with similar ecosystems.

Field of Study: Geography and
Geoinformatics

Student's Signature

Academic Year: 2019

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ ดร.ชนิตา ดวงยิหาว (อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก) และรองศาสตราจารย์ ดร.พรรณิ ชีวินศิริวัฒน์ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) ที่คอยติดตาม ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆตลอดจนตรวจสอบและปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ ปั้นบำรุงกิจ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเพชร จิระจกรกุล ที่สละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนช่วยตรวจสอบ และให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรรเพชญ์ ชื่อนิติไพศาล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ เอื้อเฟื้ออากาศยานไร้คนขับเพื่อบันทึกภาพถ่ายทางอากาศ และส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรทิวา กัญยวงศ์หา อาจารย์ประจำภาควิชาปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ห้องปฏิบัติการในการทำการทดลองต่างๆ และคอยให้คำแนะนำ คำปรึกษาเป็นอย่างดี ส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาภูมิศาสตร์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ตลอดหลักสูตรการศึกษา รวมถึงคุณวัลลี ภูมิพงศ์ไทย และคุณภูษณิศรา ไชยแก้ว เจ้าหน้าที่ภาควิชาภูมิศาสตร์ ที่ได้ช่วยเหลือ ติดต่อประสานงานเอกสารต่างๆเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณเพื่อนและน้องปฐพีวิทยาทุกคน พี่ๆจากบริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) ที่คอยช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในภาคสนามเป็นอย่างดี และส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกคนในครอบครัววนาคกล้า และครอบครัวประกอบผล ที่คอยให้ความสนับสนุนและช่วยเหลือ ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศทุกคน ที่คอยให้คำปรึกษาและให้กำลังใจเป็นอย่างดี ผู้วิจัยซาบซึ้งและรู้สึกดีในความช่วยเหลือ และการสนับสนุนของทุกท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ปิยะพร ประกอบผล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	5
2.1 บทบาทและสถานภาพของหญ้าทะเล.....	5
2.2 การแพร่กระจายของหญ้าทะเลในประเทศไทย.....	7
2.3 สาเหตุการเสื่อมโทรมของหญ้าทะเล.....	11
2.4 การศึกษาหญ้าทะเลในภาคสนาม.....	12
2.5 การศึกษาหญ้าทะเลโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกล.....	14
2.5.1 ภาพถ่ายจากดาวเทียม.....	14
2.5.2 อากาศยานไร้คนขับ.....	15
2.6 มวลชีวภาพ.....	16

บทที่ 3	พื้นที่ศึกษา.....	18
3.1	ที่ตั้งและลักษณะทั่วไป	18
3.2	ทรัพยากรชายฝั่งทะเล.....	19
3.2.1	หญ้าทะเล.....	19
3.2.2	ป่าชายเลน.....	20
3.2.3	สัตว์ทะเลหายาก.....	21
3.3	ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม	21
บทที่ 4	วิธีการดำเนินงานวิจัย	23
4.1	รวบรวมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
4.2	กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา	24
4.3	การเก็บข้อมูลภาคสนาม	24
4.4	การเก็บข้อมูลด้วยอากาศยานไร้คนขับ	26
4.5	การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ	27
4.5.1	การจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification).....	28
4.5.2	การจำแนกข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification).....	28
4.6	การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพ.....	29
4.7	การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากข้อมูลภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ	29
4.8	การตรวจสอบความถูกต้องการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากข้อมูลภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ.....	30
บทที่ 5	ผลการศึกษา.....	31
5.1	ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม.....	31
5.1.1	การเก็บตัวอย่าง และการประเมินการปกคลุมของหญ้าทะเล	31
5.1.2	ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ	32

5.2 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ	34
5.2.1 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม Supervised Classification.....	36
5.2.2 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม Unsupervised Classification	41
5.3 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล	45
5.3.1 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากการสำรวจภาคสนาม	45
5.3.2. การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ.....	46
5.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากข้อมูลภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ	50
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	56
6.1 การสำรวจในภาคสนาม	56
6.2 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ.....	56
6.3 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล.....	57
6.3.1 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม	57
6.3.2 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ.....	57
6.4 ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก.....	63
ภาคผนวก ก. ภาคสนาม	64
ภาคผนวก ข. การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล	79
ประวัติผู้เขียน.....	94

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 ชนิดของหญ้าทะเลที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและอันดามัน.....	8
ตารางที่ 2-2 เปรียบเทียบสถานภาพแหล่งหญ้าทะเลบริเวณ จังหวัดระยองระหว่างปี 2546-2558 . 10	10
ตารางที่ 2-3 วิธีการติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศแหล่งหญ้าทะเล.....	12
ตารางที่ 2-4 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศแหล่งหญ้าทะเล	13
ตารางที่ 3-1 พื้นที่ป่าชายเลนรายตำบลในจังหวัดระยอง	20
ตารางที่ 3-2 สัตว์ทะเลหายากที่พบในจังหวัดระยอง ปี 2558	21
ตารางที่ 3-3 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมจำแนกเป็นรายอำเภอ.....	22
ตารางที่ 5-1 รายละเอียดของข้อมูลแต่ละประเภทที่จำแนกได้ในพื้นที่ศึกษา	35
ตารางที่ 5-2 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood.....	36
ตารางที่ 5-3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกขอบเขตของหญ้าทะเล โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood..	39
ตารางที่ 5-4 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster	41
ตารางที่ 5-5 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกขอบเขตของหญ้าทะเล โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster.....	44
ตารางที่ 5-6 ผลการจำแนกข้อมูลภาพทั้ง 2 วิธี คือ 1. Maximum Likelihood 2. Iso Cluster	45
ตารางที่ 5-7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนามกับค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นขอบแดง (Red Edge)	47
ตารางที่ 5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลกับค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นสีแดง (Red)	53

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1-1 พื้นที่ศึกษา บริเวณชายฝั่งทะเล หมู่บ้านรือคการ์เด็นท์ จังหวัดระยอง.....	3
ภาพที่ 3-1 พื้นที่ศึกษา บริเวณชายหาดหน้าหมู่บ้านรือคการ์เด็นท์ จ.ระยอง	19
ภาพที่ 4-1 ภาพรวมขั้นตอนการศึกษา	23
ภาพที่ 4-2 การสำรวจแบบเส้นตรงร่วมกับการสำรวจแบบสุ่มเป็นจุด	25
ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างการประเมินร้อยละการปกคลุมหญ้าทะเลโดยใช้กรอบสี่เหลี่ยม	25
ภาพที่ 4-4 ขั้นตอนการแยกตัวอย่าง อบลมร้อน และชั่งน้ำหนักหญ้าทะเล.....	26
ภาพที่ 4-5 ขั้นตอนการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม	26
ภาพที่ 4-6 อากาศยานไร้คนขับยี่ห้อ Vespa Hex ติดตั้งกล้อง Red Edge-M.....	27
ภาพที่ 4-7 การสร้างแนวบินเพื่อบันทึกภาพ.....	27
ภาพที่ 5-1 สี่เหลี่ยมขนาด 0.4 x 0.4 เมตร และตัวอย่างสุ่มเก็บหญ้าทะเล จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ ของสี่เหลี่ยม	31
ภาพที่ 5-2 การเก็บตัวอย่าง และการประเมินการปกคลุมของหญ้าทะเล.....	31
ภาพที่ 5-3 ภาพถ่ายออร์โธที่ได้จากการบันทึกภาพ 5 ช่วงคลื่น	33
ภาพที่ 5-4 ภาพถ่ายออร์โธที่ได้จากการผสมสีด้วยช่วงคลื่นสีน้ำเงิน ช่วงคลื่นสีแดง และช่วงคลื่น อินฟราเรดใกล้	34
ภาพที่ 5-5 แผนที่แสดงข้อมูลอ้างอิงที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม สุ่มตัวอย่างโดยวิธี Spot check จำนวน 119 ตัวอย่าง	35
ภาพที่ 5-6 แผนที่แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วย เทคนิค Maximum Likelihood	37
ภาพที่ 5-7 แผนที่แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster	42
ภาพที่ 5-8 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล จุดแดง คือ จุดสร้างสมการ และจุดเหลือง คือ จุด ทดสอบสมการ	46

ภาพที่ 5-9 แผนที่แสดงค่าประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการทำนาย 48

ภาพที่ 5-10 แผนที่แสดงค่าประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากภาคสนาม..... 49

ภาพที่ 5-11 แผนที่แสดงค่าการพลังงานการสะท้อนที่แท้จริงของช่วงคลื่นขอบแดง (Red Edge).... 50

ภาพที่ 5-12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากการทำนาย (จุดทดสอบสมการ 40 จุด)..... 51

ภาพที่ 5-13 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล สีแดง คือ จุดสร้างสมการ และ สีเหลือง คือ จุดทดสอบสมการ 52

ภาพที่ 5-14 แผนที่แสดงค่าประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการทำนาย 54

ภาพที่ 5-15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากการทำนาย..... 55



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

หญ้าทะเลเป็นพืชชั้นสูงมีลักษณะคล้ายหญ้าที่พบบนบกแต่ปรับตัวและเติบโตได้ในทะเล โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำตื้นที่มีแสงแดดส่องถึง หญ้าทะเลเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอนุบาลตัวอ่อนสัตว์น้ำ และ แหล่งอาหารของสัตว์ทะเล หญ้าทะเลสามารถใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ ระบบรากของหญ้าทะเลช่วยป้องกันการพังทลายของหน้าดิน และการกักเซาะชายฝั่งทะเลได้เป็นอย่างดี หญ้าทะเลจึงเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศและทรัพยากรชายฝั่งอย่างมาก ในประเทศไทยพบหญ้าทะเลกระจายอยู่ทั้งบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 256 ตารางกิโลเมตร (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2558)

บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยด้านตะวันออก จะพบแหล่งหญ้าทะเลในพื้นที่ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงตลอดเวลา และไหลผ่านน้ำในช่วงน้ำลง เช่น เขาแหลมหญ้า บ้านเพ สวนสน ปากน้ำประแส และ หมู่บ้านเรือคาร์เด็นท์ จังหวัดระยอง ปัจจุบันพื้นที่ดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก เนื่องจากได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การสร้างบ้านเรือนอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล กิจกรรมการท่องเที่ยวชายฝั่งทะเล การสร้างโรงงานอุตสาหกรรมหนักและอุตสาหกรรมเบา เช่น นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และกิจกรรมด้านเกษตรกรรม เช่น การเพาะปลูกและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2560) กิจกรรมเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อแหล่งหญ้าทะเล ทำให้ระบบนิเวศหญ้าทะเลเปลี่ยนแปลงอย่างมาก

การสำรวจแหล่งหญ้าทะเลเพื่อศึกษาชนิดและติดตามการกระจายของแหล่งหญ้าทะเลทำได้หลายวิธี วิธีการสำรวจแบบดั้งเดิมจะใช้การสุ่มสำรวจในบริเวณที่เคยมีการรายงานว่าพบแหล่งหญ้าทะเล โดยนักประดาน้ำว่ายน้ำหรือเดินสำรวจรอบพื้นที่และใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) ระบุและบันทึกพิกัดจุดสำรวจ ต่อมาได้มีการนำเอาเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo Information Technology) โดยเฉพาะการสำรวจข้อมูลระยะไกลเข้ามาร่วมด้วย (วิศรุทธิ์, 2557) ทำให้การศึกษาหญ้าทะเลสะดวก รวดเร็วและครอบคลุมขนาดพื้นที่ได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามในการศึกษาด้วยวิธีข้างต้นอาจมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น 1) ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกด้วยดาวเทียมที่ได้มาส่วนมากจะไม่ตรงกับเวลาที่สนใจศึกษา เนื่องจากดาวเทียมแต่ละดวงมีรอบการโคจรต่างกัน 2) ในช่วงที่ดาวเทียมโคจรผ่านพื้นที่สนใจศึกษาซึ่งไม่ใช่ช่วงที่น้ำทะเลลดลงต่ำทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลหญ้าทะเลได้ 3) รายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) ของข้อมูลจากการสำรวจด้วยดาวเทียมไม่ละเอียดเพียงพอที่จะใช้จำแนกชนิดของหญ้าทะเลได้ และ 4) ข้อมูล

จากดาวเทียมรายละเอียดสูงมักมีราคาค่อนข้างสูง ผู้ที่จะนำข้อมูลไปใช้ต้องมีทักษะเชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยีสำรวจระยะไกล ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายเพื่อดำเนินการสำรวจภาคสนามสูง ทำให้ต้องจำกัดจำนวนครั้งในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งหญ้าทะเล

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft Vehicle : UAV) ช่วยทำให้การสำรวจและติดตามแหล่งหญ้าทะเลเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากอากาศยานไร้คนขับสามารถบินสำรวจในพื้นที่กว้างได้รวดเร็วกว่าการสำรวจแบบเดิมที่ใช้คนในการสำรวจ ค่าใช้จ่ายไม่แพงถ้าเปรียบเทียบกับการใช้ข้อมูลจากการสำรวจด้วยดาวเทียม อีกทั้งสามารถเลือกช่วงเวลาการบินที่สภาพและกำหนดระยะสูงบินได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบินที่สภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับสามารถกำหนดระยะสูงบินระดับต่ำได้ถึง 15 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่การสำรวจระยะไกลรูปแบบอื่นยังไม่สามารถทำได้ในขณะนี้

นอกจากนี้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับยังเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาพื้นที่ขนาดเล็กที่ต้องการผลลัพธ์อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เริ่มมีการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับในการติดตามผลกระทบสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น การติดตามความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์น้ำมันรั่ว (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2558) การปล่อยของเสียลงสู่ทะเล รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับร่วมกับการสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลแหล่งหญ้าทะเล (Duffy et al., 2018) สามารถนำไปใช้จัดทำแผนที่แหล่งหญ้าทะเล จำแนกชนิดหญ้าทะเล ศึกษาปริมาณการปกคลุมของหญ้าทะเล และประมาณค่าการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเลได้อย่างรวดเร็ว ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวางแผนอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งหญ้าทะเล ซึ่งจะนำไปสู่การจัดการที่ยั่งยืนในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 จำแนกและประเมินพื้นที่การปกคลุมของหญ้าทะเลโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและการสำรวจภาคสนาม

1.2.2 ประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

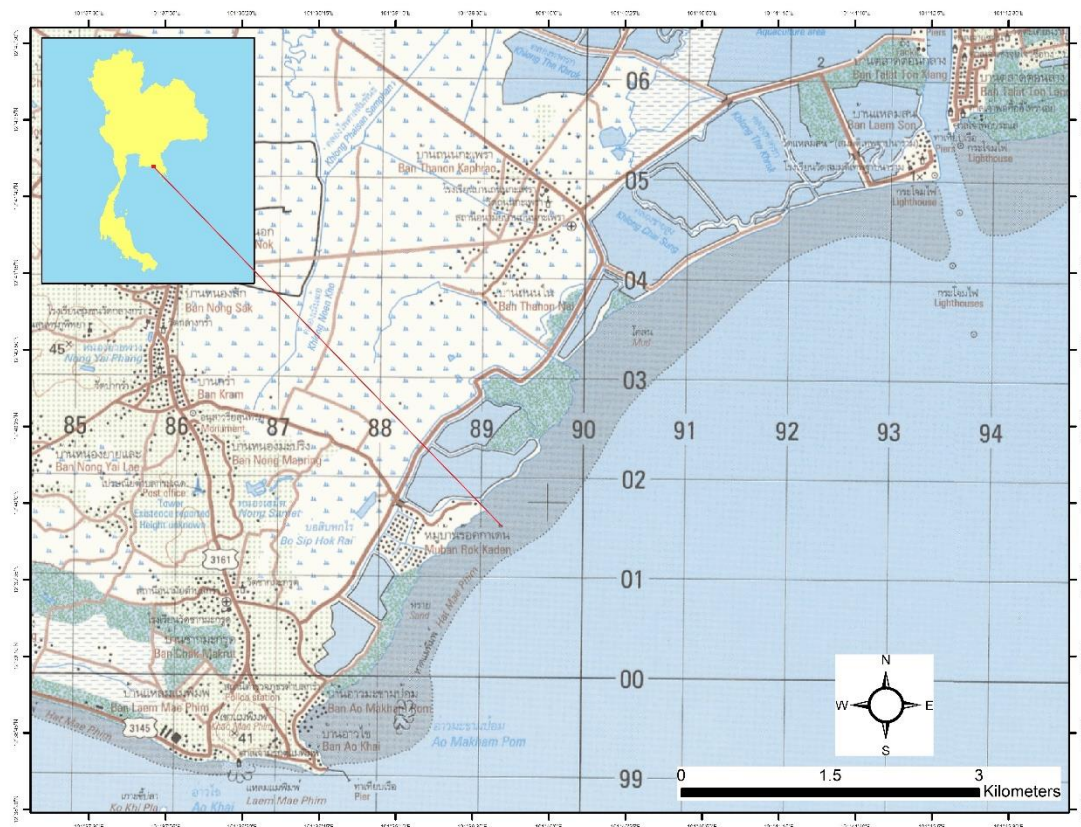
1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล หมู่บ้านร็อคคาร์เด็นท์ ตำบลกร่ำ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง (ภาพที่ 1-1)

1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาการปกคลุม และการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล



ภาพที่ 1-1 พื้นที่ศึกษา บริเวณชายฝั่งทะเล หมู่บ้านริอัคร์เด็นท์ จังหวัดระยอง

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาและรวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น การสำรวจแหล่งหญ้าทะเลในภาคสนาม การจำแนกสายพันธุ์หญ้าทะเล การถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ เทคนิควิธีการจำแนกข้อมูลภาพ และการวิเคราะห์ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล

1.4.2 สำรวจพื้นที่เบื้องต้น และกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1.4.3 สำรวจและเก็บข้อมูลหญ้าทะเลในภาคสนามโดยดำเนินการในช่วงที่ระดับน้ำทะเลลดลงต่ำสุด การเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลจะใช้วิธีสุ่มสำรวจแบบเส้นตรงร่วมกับการสุ่มแบบเป็นจุด บันทึกข้อมูลตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของจุดที่เก็บตัวอย่าง และประเมินร้อยละการปกคลุมหญ้าทะเลโดยใช้กรอบสี่เหลี่ยม (Quadrat)

1.4.4 แยกตัวอย่างหญ้าทะเลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในข้อ 1.4.3 ออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน (ลำต้นและใบ) และส่วนที่อยู่ใต้ดิน (รากและเหง้า) นำเฉพาะส่วนที่อยู่เหนือ

พื้นดินไปอบด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน แล้วนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล

1.4.5 บันทึกภาพหญ้าทะเลด้วยอากาศยานไร้คนขับ ในช่วงที่ระดับน้ำทะเลลดลงต่ำที่สุด โดยทำการวางแผนการบิน กำหนดระยะสูง ระยะซ้อนทับด้านหน้า และระยะซ้อนทับด้านข้าง กำหนดให้แนวการบินตั้งฉากกับชายฝั่งทะเล จากนั้น นำภาพทั้งหมดมาประมวลผลเพื่อสร้างภาพสีออร์โธเรคติคัล และคำนวณค่าการสะท้อนของภาพเพื่อหาพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลและนำไปประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลในขั้นตอนต่อไป

1.4.6 จำแนกขอบเขตการปกคลุมของแหล่งหญ้าทะเลบนภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ จากข้อ 1.4.5

1.4.7 ตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล โดยใช้ตารางความคลาดเคลื่อน (Error Matrix Confusion Matrix) ทำการเปรียบเทียบข้อมูลทดสอบแบบประเภทต่อประเภทที่ได้จากภาคสนาม (ข้อ 1.4.3) กับข้อมูลที่ได้จากการจำแนก (ข้อ 1.4.6) ในจุดพิกัดเดียวกัน

1.4.8 นำค่าการสะท้อนของผิวโลกที่ได้จากภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับในตำแหน่งเดียวกับบริเวณที่ทำการเก็บหญ้าทะเลในภาคสนามไปวิเคราะห์ในสมการถดถอยพหุคูณเพื่อหาตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากภาคสนาม เพื่อนำไปสร้างสมการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

1.4.9 ตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณค่าการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล โดยใช้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม (ข้อ 1.4.4) กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการประมาณค่าจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ (ข้อ 1.4.8)

1.4.10 สรุปผลการศึกษา

1.4.11 จัดทำวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถนำแนวทางการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อจัดทำแผนที่แหล่งหญ้าทะเลในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะทางระบบนิเวศใกล้เคียงกันได้

1.5.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเลเพื่อวางแผนการจัดการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งหญ้าทะเลในอนาคต

บทที่ 2

บททวนวรรณกรรม

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ บทบาทและสถานภาพของหญ้าทะเล การแพร่กระจายของหญ้าทะเล สาเหตุการเสื่อมโทรมของหญ้าทะเล การศึกษาหญ้าทะเลโดยภาคสนาม การศึกษาหญ้าทะเลโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกล และมวลชีวภาพ

2.1 บทบาทและสถานภาพของหญ้าทะเล

หญ้าทะเลเป็นพืชดอก สามารถเจริญเติบโต ออกดอกและสร้างเมล็ดใต้น้ำ มีวิวัฒนาการจากหญ้าที่มีต้นกำเนิดบนพื้นดินแล้วปรับเปลี่ยนมาเป็นเติบโตในทะเลเมื่อหลายล้านปีมาแล้ว หญ้าทะเลเป็นพืชพบได้ในทุกทวีปทั่วโลกยกเว้นทวีปแอนตาร์กติกา หญ้าทะเลเป็นพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกับทุ่งหญ้าบนพื้นดิน ไม่มีลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ชัดเจนเหมือนแนวปะการังหรือป่าชายเลน (Duarte et al., 2008) ทั่วโลกมีหญ้าทะเลทั้งหมด 72 ชนิด ใน 6 วงศ์ (Short et al., 2011) หญ้าทะเลเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล ซึ่งประกอบด้วย ที่ลุ่มน้ำเค็ม แนวปะการัง ป่าชายเลน และชายทะเล ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีมูลค่าทางระบบนิเวศและทางเศรษฐกิจ อาจกล่าวได้ว่าหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศที่มีมูลค่าผลผลิตมากที่สุดชนิดหนึ่ง (Duarte and Chiscano, 1999) นอกจากนี้หญ้าทะเลยังเป็นบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem services) ที่มีมูลค่าสูง เนื่องจากมนุษย์ได้รับประโยชน์จากระบบนิเวศหญ้าทะเลทั้งทางตรงและทางอ้อม (Costanza et al., 1997)

ในอดีตหญ้าทะเลเคยถูกนำมาใช้แทนฟางเพื่อมุงหลังคาบ้าน (Willis, 1983) ปัจจุบันหญ้าทะเลเป็นแหล่งอาหารให้การเลี้ยงปลาเชิงพาณิชย์ (Watson et al., 1993) เป็นแหล่งหมุนเวียนธาตุอาหารสำหรับปลาที่อาศัยในแนวปะการัง เป็นที่อยู่อาศัยของปลา นกและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เป็นแหล่งอาหารหลักของพะยูน พะยูนมานาที่ และเต่าตนุ (Waycott et al., 2009) และเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนของโลก (Terrados and Bodrum, 2004) ส่วนมากมักพบหญ้าทะเลที่มีการเจริญเติบโตติดต่อกันเป็นผืนใหญ่บริเวณที่มีน้ำทะเลท่วมถึง มีระบบน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้ง่ายต่อการเข้าถึง และนำไปสู่การใช้ประโยชน์หลากหลายทั้งบนพื้นดินและในทะเลเป็นเหตุให้พื้นที่หญ้าทะเลทั่วโลกลดลงอย่างรวดเร็วในเวลาต่อมา

Waycotta et al. (2009) ศึกษาพื้นที่หญ้าทะเล 215 แห่ง จากพื้นที่เฝ้าสังเกตทั้งหมด 1,128 แห่งทั่วโลก ระหว่าง ค.ศ. 1879-2006 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในทวีปอเมริกาเหนือ ออสเตรเลีย และยุโรป จากการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเลหลายรูปแบบ แต่ส่วนใหญ่แล้วเป็นการลดลงของหญ้าทะเล จากแหล่งหญ้าทะเล 215 แห่ง มีพื้นที่ที่พบการลดลงของหญ้าทะเล คิดเป็นร้อยละ 58 (มีหญ้าทะเลเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 25 และพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ร้อยละ 17) โดยรวมมีพื้นที่หญ้าทะเลลดลงประมาณ 3,370 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 29 จากพื้นที่หญ้าทะเลที่นำมาศึกษาทั้งหมด 11,592 ตารางกิโลเมตร มีการประมาณว่าหญ้าทะเลทั่วโลก มีพื้นที่รวมประมาณ 177,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งถ้าเอาอัตราการลดลงร้อยละ 29 มาคำนวณ จะสามารถประเมินได้ว่ามีหญ้าทะเลลดลง 51,000 ตารางกิโลเมตรในระยะเวลา 127 ปี (ค.ศ. 1879-2006)

จากการที่หญ้าทะเลมีพื้นที่ลดลงและมีความเสี่ยงที่จะสูญพันธุ์ จึงได้มีการประเมินความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของหญ้าทะเล (Short et al., 2011) โดยใช้เกณฑ์ของสหภาพระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (International Union for Conservation of Nature : IUCN) ที่แบ่งออกเป็น 8 ระดับ ได้แก่ Extinct (สูญพันธุ์), Extinct in the wild (สูญพันธุ์ในธรรมชาติ), Critically Endangered (ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง), Endangered (ใกล้สูญพันธุ์), Vulnerable (มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์), Near Threatened (ใกล้ถูกคุกคาม), Least Concern (ไม่ถูกคุกคาม) และ Data Deficient (ข้อมูลไม่เพียงพอที่จะประเมิน) (IUCN, 2010) พบว่า ร้อยละ 25 ของหญ้าทะเลทั้งหมด อยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ โดยแบ่งเป็น ระดับ Endangered (ใกล้สูญพันธุ์) 3 สายพันธุ์ (ร้อยละ 4) ระดับ Vulnerable (มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์) 7 สายพันธุ์ (ร้อยละ 9.5) และ ระดับ Near Threatened (ใกล้ถูกคุกคาม) 5 สายพันธุ์ (ร้อยละ 7)

จากการศึกษาพบว่าหญ้าทะเลทั่วโลกจำนวน 22 สายพันธุ์มีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะหญ้าทะเลในบริเวณเขตเหนือเส้นศูนย์สูตร เช่น ออสเตรเลีย อินโด-แปซิฟิก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการพัฒนามากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบหญ้าทะเลสายพันธุ์ *Halophila beccarii* ซึ่งถูกจัดให้อยู่ในระดับ Vulnerable (มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์) นอกจากนี้สายพันธุ์อื่นที่อยู่ในระดับ Least Concern (ไม่ถูกคุกคาม) ก็มีพื้นที่ลดลง

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังคงขาดความรู้และความเข้าใจอีกมากเกี่ยวกับหญ้าทะเล ในฐานะที่เป็นบริการของระบบนิเวศ และการให้ประโยชน์แก่มนุษย์ (Nordlund et al., 2016) เมื่อเปรียบเทียบกับบริการของระบบนิเวศแบบอื่น พบว่าหญ้าทะเลได้รับความสนใจน้อยมาก และยังมีข้อมูลและบทบาทไม่มากนักในการใช้ประกอบการตัดสินใจด้านการจัดการชายฝั่งทะเล

2.2 การแพร่กระจายของหญ้าทะเลในประเทศไทย

แหล่งหญ้าทะเลของประเทศไทย พบได้ในบริเวณที่เป็นน้ำกร่อย แม่น้ำที่มีป่าชายเลน ชายฝั่งทะเลน้ำตื้นที่เป็นทรายปนโคลน และที่ลึกลึกติดกับแนวปะการัง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2558) ซึ่งแหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทยพบทั้งชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยและอันดามัน ในพื้นที่ 19 จังหวัด โดยแบ่งออกเป็นบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยด้านตะวันตก 9 จังหวัด (เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส) อ่าวไทยด้านตะวันออก 4 จังหวัด (ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด) และชายฝั่งทะเลอันดามัน 6 จังหวัด (ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล)

หญ้าทะเลที่พบในประเทศไทยมีทั้งหมด 13 สายพันธุ์ ซึ่งทุกสายพันธุ์พบในชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย ในขณะที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน พบ 12 สายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ที่ไม่พบ คือ หญ้าตะกานน้ำเค็ม (ตารางที่ 2-1) อย่างไรก็ตาม ทุกพื้นที่ที่พบหญ้าทะเลไม่ได้หมายความว่า จะมีหญ้าทะเลทุกสายพันธุ์เจริญเติบโตอยู่ เช่น อ่าวไทยตอนบน พบหญ้าตะกานน้ำเค็มเพียงชนิดเดียวในจังหวัดเพชรบุรี และมีพื้นที่ไม่มากนัก อ่าวไทยตอนกลางพบหญ้าทะเล 10 ชนิด โดยมีหญ้าคาทะเล หญ้าใบมะกรูด หญ้าใบมะกรูด และหญ้าเงาแคะ เป็นชนิดที่เด่นกว่าหญ้าทะเลชนิดอื่น ในขณะที่อ่าวไทยตอนล่าง พบ 9 ชนิด โดยมีหญ้ากุยช่ายทะเล หญ้าใบมะกรูด หญ้าเงาใส และหญ้าคาทะเลเด่นกว่าหญ้าทะเลชนิดอื่น ในบริเวณอ่าวไทยด้านตะวันออกตั้งแต่จังหวัด ชลบุรี จนถึง จังหวัดตราด พบหญ้าทะเล 9 ชนิด มีหญ้าทะเลที่เด่น คือ หญ้ากุยช่ายทะเล หญ้าใบมะกรูด หญ้าเงาใส และหญ้าคาทะเล (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554)

ตารางที่ 2-1 ชนิดของหญ้าทะเลที่พบบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและอันดามัน

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อภาษาไทย	อ่าวไทย	ทะเลอันดามัน
<i>Cymodocea rotundata</i>	หญ้าชะเงาใบมน	✓	✓
<i>Cymodocea serrulata</i>	หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย	✓	✓
<i>Enhalus acoroides</i>	หญ้าคาทะเล	✓	✓
<i>Halophila beccarii</i>	หญ้าเงาแคะหรือหญ้าใบพาย	✓	✓
<i>Halophila decipiens</i>	หญ้าเงาใส	✓	✓
<i>Halophila minor</i>	หญ้าเงาใบเล็ก	✓	✓
<i>Halophila ovalis</i>	หญ้าเงาหรือหญ้าอำพันหรือหญ้าใบมะกรูด	✓	✓
<i>Halophila major</i> (Zoll.)			
<i>Miquel</i>	หญ้าเงาใบใหญ่	✓	✓
<i>Halodule uninervis</i>	หญ้ากุกช่ายทะเล	✓	✓
<i>Halodule pinifolia</i>	หญ้ากุกช่ายเข็ม	✓	✓
<i>Ruppia maritima</i>	หญ้าตะกานน้ำเค็ม	✓	-
<i>Syringodium isoetifolium</i>	หญ้าต้นหอมทะเล	✓	✓
<i>Thalassia hemprichii</i>	หญ้าชะเงาเต่า	✓	✓

ที่มา : ดัดแปลงมาจากรายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพและศักยภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง : ปะการังและหญ้าทะเล ปี 2558 (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งและป่าชายเลน, ม.ป.ป.)

การสำรวจพื้นที่หญ้าทะเลของประเทศไทย ในปี พ.ศ.2554 พบว่ามีพื้นที่ทั้งหมด 118,665 ไร่ แบ่งออกเป็นที่พบในฝั่งทะเลอันดามัน 86,100 ไร่ และฝั่งอ่าวไทย 32,565 ไร่ สำหรับพื้นที่อ่าวไทย ด้านตะวันออกพบหญ้าทะเลรวม 9 ชนิด มีพื้นที่หญ้าทะเล 11,958 ไร่ แบ่งออกเป็นพื้นที่หญ้าทะเลที่พบในจังหวัดชลบุรี 614 ไร่ จังหวัดระยอง 332 ไร่ จังหวัดจันทบุรี 6,407 ไร่ และจังหวัดตราด 4,605 ไร่ ชนิดที่เด่นของหญ้าทะเลในแต่ละจังหวัดก็แตกต่างกัน กล่าวคือ จังหวัดชลบุรีมีหญ้าเงาใส หญ้าเงาใบเล็ก หญ้ากุกช่ายทะเลเด่น จังหวัดตราดมีหญ้าคาทะเลกับหญ้ากุกช่ายทะเลเด่น ในขณะที่จังหวัดจันทบุรีหญ้ากุกช่ายทะเลเด่นเพียงชนิดเดียว ส่วนจังหวัดระยองหญ้าคาทะเลกับหญ้าใบมะกรูดทะเล

เด่น และมีความสมบูรณ์ปานกลาง กิจกรรมของมนุษย์ เช่น การประมงพื้นบ้าน และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้หญ้าทะเลของจังหวัดระยองเสื่อมโทรมลง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554)

จากรายงานการสำรวจพื้นที่ที่แหล่งหญ้าทะเล ปี พ.ศ.2558 พบว่าทั้งประเทศมีพื้นที่หญ้าทะเลรวม 159,829 ไร่ (255.7 ตารางกิโลเมตร) เป็นชายฝั่งทะเลอันดามัน 99,033 ไร่ และฝั่งอ่าวไทย 60,190 ไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิม และเป็นผลจากการใช้อุปกรณ์การสำรวจที่ทันสมัยมากขึ้น ทำให้สามารถเข้าไปสำรวจในบริเวณที่ในอดีตไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้ ทำให้มีพื้นที่หญ้าทะเลทั่วประเทศมีมากกว่าเดิมที่เคยสำรวจมา แต่ไม่ได้หมายความว่าหญ้าทะเลแต่ละแหล่งที่พบในประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบหญ้าตะกานน้ำเค็มที่ฝั่งทะเลอ่าวไทยด้วย ทำให้ประเทศไทยมีหญ้าทะเล 13 ชนิด เฉพาะอ่าวไทยด้านตะวันออก มีพื้นที่หญ้าทะเลที่สำรวจได้เพิ่มจาก 11,958 ไร่ (ปี 2554) เป็น 25,554 ไร่ (ปี 2558) และพบหญ้าทะเล 9 ชนิด จังหวัดระยองพบหญ้าทะเลมีพื้นที่มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ชลบุรี และจันทบุรี (6,350 ไร่, 5,706 ไร่ และ 2,046 ไร่ ตามลำดับ) (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2558)

ในพื้นที่จังหวัดระยองพบแหล่งหญ้าทะเลทั้งบริเวณชายฝั่งทะเลติดกับแผ่นดินใหญ่และรอบเกาะ จากการติดตามสถานภาพแหล่งหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งติดกับแผ่นดินระหว่าง พ.ศ.2546-2558 (ตารางที่ 2-2) แหล่งหญ้าทะเลในจังหวัดระยองครอบคลุมพื้นที่ 2,349 ไร่ ประกอบด้วยแหล่งหญ้าทะเลตามแผนสำรวจเดิม ได้แก่ หาดทรายแก้ว (58 ไร่) อ่าวมะขามป้อม (52 ไร่) และปากน้ำประแส (1,376 ไร่) กับแหล่งสำรวจใหม่สำหรับติดตามผลกระทบภายหลังจากน้ำมันรั่วในทะเลอ่าวไทยและพบคราบน้ำมัน บริเวณเกาะเสม็ด ได้แก่ วังแก้วรีสอร์ท (35 ไร่)

จากข้อมูลการสำรวจบริเวณหาดทรายแก้วและปากน้ำประแส ปรากฏว่าไม่พบหญ้าทะเลในการสุ่มสำรวจ พ.ศ.2557-2558 (ปี 2546 บริเวณหาดทรายแก้วพบหญ้าทะเลเงาใสกับหญ้าเงาใบเล็ก บริเวณปากน้ำประแส พบหญ้ากุยช่ายเชื่อมกับหญ้าเงาใส) บริเวณอ่าวมะขามป้อมพบเฉพาะหญ้ากุยช่ายเชื่อมสภาพสมบูรณ์ปานกลาง (ปี 2546 พบหญ้ากุยช่ายเชื่อม กับหญ้าใบมะกรูดสมบูรณ์ปานกลาง) ในขณะที่หมู่บ้านริออคคาร์เด็นถึงบ้านเนินช้อพบหญ้ากุยช่ายเชื่อม และหญ้าเงาใสคงสภาพตามธรรมชาติถึงสมบูรณ์ปานกลาง (ปี 2546 พบหญ้ากุยช่ายเชื่อม และหญ้าเงาใส สภาพสมบูรณ์ปานกลาง) แต่ในช่วงระหว่างปี 2557-2558 พบว่าหญ้าทะเลมีการลดลงจาก เดิม 384 ไร่ ในปี 2557 เหลือเพียง 53 ไร่ในปี 2558 จึงอาจสรุปได้ว่าแหล่งหญ้าทะเลบริเวณนี้ลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 2-2 เปรียบเทียบสถานภาพแหล่งหญ้าทะเลบริเวณ จังหวัดระยองระหว่างปี 2546-2558

แหล่ง หญ้าทะเล	ชนิด	ขนาดพื้นที่และร้อยละการปกคลุม		
		2546	2557	2558
วังแก้วรีสอร์ท	หญ้าเงาใส หญ้าเงา ใบเล็ก	พื้นที่ 35 ไร่ ร้อยละ 5 คงสภาพตาม ธรรมชาติ	ไม่พบ	
หาดทรายแก้ว		พื้นที่ 58 ไร่ ร้อยละ 5-10 คงสภาพตาม ธรรมชาติ		
อ่ามมะขามป้อม	หญ้า กุยช่ายเข็ม หญ้า ใบมะกรูด	พื้นที่ 52 ไร่ ร้อยละ 20-40 สมบูรณ์ปานกลาง	พื้นที่ 84 ไร่ ร้อยละ 35 สมบูรณ์ปานกลาง *พบเพียงหญ้ากุยช่ายเข็ม	
เรือคาร์ทเด้นท์- บานเนินซ้อ	หญ้า กุยช่ายเข็ม หญ้าเงาใส	พื้นที่ 828 ไร่ ร้อยละ 50,10 สมบูรณ์ปานกลาง	พื้นที่ 384 ไร่ ร้อยละ 25-50 คงสภาพตาม ธรรมชาติ สมบูรณ์ ปานกลาง	พื้นที่ 53 ไร่ ร้อยละ 25-50 คงสภาพตาม ธรรมชาติ สมบูรณ์ปาน กลาง
ปากน้ำประแสร์	หญ้า กุยช่ายเข็ม หญ้าเงาใส	พื้นที่ 1,376 ไร่ ร้อยละ 50,10 สมบูรณ์ปานกลาง	ไม่พบ	

ที่มา : ดัดแปลงมาจากรายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพและศักยภาพทรัพยากรทางทะเล
และชายฝั่ง : ปะการังและหญ้าทะเล ปี 2558 (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง
และป่าชายเลน, ม.ป.ป.)

จากการศึกษาของ (Short et al., 2011) พบว่า จากหญ้าทะเลที่พบในประเทศไทย 12 สายพันธุ์ มีหญ้าทะเลสายพันธุ์ *Halophila beccarii* อยู่ในระดับ Vulnerable: VU (เสี่ยง) มีแนวโน้มพื้นที่ลดลง ส่วนอีก 11 สายพันธุ์ อยู่ในระดับ Least Concern : LC (เสี่ยงต่ำ) กล่าวคือ มีพื้นที่ คงเดิม (ได้แก่ *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serulata*, *Halodule uninervis*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassia hemprichii* และ *Ruppia maritima*) มีพื้นที่ลดลง (ได้แก่ *Halodule pinifolia* และ *Enhalus acoroides*) และมีพื้นที่เพิ่มขึ้น (*Halophila decipiens*) ในขณะที่สายพันธุ์ *Halophila minor* ไม่แน่ชัดว่าแนวโน้มเป็นอย่างไร พบว่าสายพันธุ์หญ้าทะเลที่พบในพื้นที่ศึกษาบริเวณหมู่บ้านร็อคคาร์เด็น จังหวัดระยอง ประกอบด้วย หญ้าทะเล 2 สายพันธุ์ คือ *Halodule pinifolia* ซึ่งมีแนวโน้มลดลง และ *Halodule uninervis* มีพื้นที่คงที่

2.3 สาเหตุการเสื่อมโทรมของหญ้าทะเล

การลดลงของหญ้าทะเล เป็นผลกระทบจากการเพาะเลี้ยงสัตว์ การประมงพื้นบ้าน และการทับถมของดินตะกอน สามารถแบ่งสาเหตุที่ทำให้หญ้าทะเลลดลงได้เป็น 2 ประการหลัก ได้แก่ผลกระทบทางตรงจากการพัฒนาชายฝั่งทะเล และการขุดลอกชายฝั่งทะเล และผลกระทบทางอ้อมจากคุณภาพน้ำที่ลดลง ส่วนสาเหตุย่อยนั้นเกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติ เช่น พายุหรือการรบกวนทางน้ำ ในทางกลับกันการเพิ่มขึ้นของหญ้าทะเลก็เกิดจากคุณภาพน้ำดีขึ้น และมีการฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งทะเล ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อหญ้าทะเลจึงประกอบด้วย การรुक้าพื้นที่ การตัดแปลงพื้นที่เชิงการเกษตร มลพิษจากธาตุอาหารและตะกอน การเจริญเติบโตของพืชต่างถิ่น และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ถ้าสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ หญ้าทะเลก็สามารถคงอยู่หรือเพิ่มพื้นที่ขึ้นได้

ข้อมูลจากการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทั่วประเทศ พบว่าปากน้ำประแสร์มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับพอใช้ การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบเป็นแหล่งชุมชน สภาพแวดล้อมบริเวณชายฝั่งมีร้านอาหาร ที่นั่งเล่นริมหาด เรือประมง และคนหาของทะเล พบว่ามีค่าความเค็ม 15 psu ออกซิเจนละลาย 5.8 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณสารแขวนลอย 51.5 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนียไนโตรเจนทั้งหมด 48.1 ไมโครกรัม/ลิตร แอมโมเนียรูปที่ไม่มีไอออน 1.6 ไมโครกรัม/ลิตร ไนโตรเจนไนโตรเจน 112 ไมโครกรัม/ลิตร แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด 3,300 เอ็มพีเอ็น/100มิลลิตร แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม 132 ซีเอฟยู/100มิลลิตร สารหนู 1.55 ไมโครกรัม/ลิตร แคดเมียม 1.19 ไมโครกรัม/ลิตร โครเมียม, ตะกั่ว และสังกะสี แต่ละธาตุ <0.1 ไมโครกรัม/ลิตร ทองแดง 0.41 ไมโครกรัม/ลิตร และปรอท <0.01 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งจะเห็นว่าไนโตรเจนมีสูงกว่าระดับปกติในน้ำทะเล ถ้ามีฟอสฟอรัสสูงสู่ทะเลในระดับสูงจะมีโอกาสเกิดมีความเข้มข้นของธาตุอาหารมากเกินไป (Eutrophication) ทำให้น้ำทะเลเสื่อมคุณภาพลงได้ (สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, 2555)

คุณภาพน้ำทะเลมีผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งหญ้าทะเล ซึ่งผลการประเมินคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี), 2559) จังหวัดระยอง พ.ศ. 2559 พบว่ามีบริเวณที่จัดอยู่ในเกณฑ์ดี ได้แก่ หาดแม่รำพึง ปากน้ำระยอง สวนรุกชาติ ปากคลองแกลง แหลมแม่พิมพ์ และบนเกาะเสม็ด จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ บ้านหนองแพบ หาดสุขาดา ท่าเรือประมงเพ และปากน้ำประแสร์ และจัดอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม ได้แก่ หาดพยุหะ พื้นที่ปากน้ำประแสร์อยู่ห่างจากบริเวณหมู่บ้านรือคการ์เดินไปทางตะวันออกเฉียงเหนือไม่เกิน 10 กิโลเมตร เดิมเคยมีแหล่งหญ้าทะเล แต่สำรวจไม่พบใน พ.ศ. 2558 ทำให้มีความเป็นไปได้ที่คุณภาพน้ำทะเลที่ลดลงจะเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้ไม่พบแหล่งหญ้าทะเลบริเวณดังกล่าว และส่งผลต่อคุณภาพของน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณหมู่บ้านรือคการ์เดินซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษาได้เช่นเดียวกัน

2.4 การศึกษาหญ้าทะเลในภาคสนาม

การสำรวจหญ้าทะเลในภาคสนามมีวิธีที่นิยมใช้ 4 วิธี ได้แก่ การสำรวจแบบเส้นตรง การสุ่มสำรวจเป็นจุด การใช้ภาพถ่าย และการใช้กล้องวิดีโอ (McKenzie et al., 2001) รายละเอียดดังสรุปในตารางที่ 2-3 ในการสำรวจภาคสนามสามารถเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีประกอบกัน เพื่อศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเล เนื่องจากแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดที่ต่างกัันดังรายละเอียดในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-3 วิธีการติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศแหล่งหญ้าทะเล

วิธีการศึกษา	วัตถุประสงค์
การสำรวจแบบเส้นตรง (Line Transect)	ศึกษาการปกคลุมและการแพร่กระจายของหญ้าทะเล ระดับความลึกต่างกันอย่างละเอียด ข้อมูลนั้นเป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษาได้
การสุ่มสำรวจเป็นจุด (Spot Check)	ศึกษาการปกคลุมและการแพร่กระจายของหญ้าทะเล ระดับความลึกต่างกัน โดยการสุ่มศึกษาในบริเวณกว้าง ข้อมูลนั้นเป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษาได้
การใช้ภาพถ่าย (Photo Transect)	ศึกษาการปกคลุมและการแพร่กระจายของหญ้าทะเล ระดับความลึกต่างกัน โดยอาศัยเครื่องมือในการเก็บข้อมูลแบบสุ่มในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลนั้นเป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษาได้

วิธีการศึกษา	วัตถุประสงค์
การใช้กล้องวิดีโอ (Video Transect)	ศึกษาการปกคลุมและการแพร่กระจายของหญ้าทะเล ระดับความลึกต่างกัน โดยการสุ่มศึกษาในบริเวณกว้าง โดยอาศัยเครื่องมือในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์และประมวลผลอย่างละเอียด

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก รายงานติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในแหล่งหญ้าทะเลกระบือโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 2-4 ข้อดีและข้อเสียของวิธีการติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศแหล่งหญ้าทะเล

วิธีการศึกษา	ข้อดี	ข้อจำกัด
การสำรวจแบบเส้นตรง (Line Transect)	ข้อมูลที่ได้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และมีความละเอียด	ใช้คนจำนวนมาก และใช้เวลาในการศึกษานาน
การสุ่มสำรวจเป็นจุด (Spot Check)	มีความสะดวกและรวดเร็วในการศึกษา และได้ข้อมูลครอบคลุมในพื้นที่ศึกษาบริเวณกว้าง	เสียค่าใช้จ่ายสูง ในกรณีที่ไม่สามารถเดินได้ ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับเรือ และได้ข้อมูลละเอียดน้อยกว่าวิธี การสำรวจแบบเส้นตรง
การใช้ภาพถ่าย (Photo Transect)	มีความสะดวก รวดเร็ว ข้อมูลที่ได้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และสามารถถ่ายภาพเปรียบเทียบในจุดเดิมแต่ต่างช่วงเวลาได้	ค่าใช้จ่ายสูงในการซื้ออุปกรณ์บันทึกภาพและใช้เวลานานในการวิเคราะห์จากภาพถ่าย หากภาพถ่ายไม่คมชัดอาจทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาด
การใช้กล้องวิดีโอ (Video Transect)	มีความสะดวก รวดเร็ว ใช้คนน้อย ได้ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ข้อมูลมีความละเอียด และสามารถถ่ายภาพเปรียบเทียบในจุดเดิมแต่ช่วงเวลาได้	ค่าใช้จ่ายสูงในการซื้ออุปกรณ์บันทึกภาพ ใช้อุปกรณ์และเวลามากในการวิเคราะห์ข้อมูล

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก รายงานติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในแหล่งหญ้าทะเลกระบือโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน, ม.ป.ป.)

2.5 การศึกษาหญ้าทะเลโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกล

หญ้าทะเลมีบทบาทหลายประการที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศและรักษาความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์ในบริเวณชายฝั่งทะเลของเขตร้อน เขตกึ่งร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลก (Green et al., 2003) ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะ และความหลากหลายทางชีวภาพของหญ้าทะเล เช่น ชนิด แหล่งที่พบ และการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเลจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีมาตราส่วนและรายละเอียดที่แม่นยำ (Bell et al., 2007) ปัจจุบันมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียมและอากาศยานไร้คนขับในการจัดทำแผนที่จำแนกชนิด ประเมินการปกคลุมพื้นที่ และประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือดินของหญ้าทะเลได้

2.5.1 ภาพถ่ายจากดาวเทียม

การติดตามการเปลี่ยนแปลงแหล่งหญ้าทะเลมักใช้วิธีการสำรวจในพื้นที่ ได้แก่ การดำน้ำสำรวจ การเก็บตัวอย่างภาคพื้นดิน การใช้เรือโฮเวอร์คราฟต์ (Hovercraft) ร่วมกับการสำรวจระยะไกล (Gotceitas et al., 1997) สามารถใช้คำนวณปริมาณการปกคลุมพื้นที่หญ้าทะเล และติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หญ้าทะเลได้ เช่น

การศึกษาของจตุพร (2554) โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลร่วมกับการสำรวจภาคสนามเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากหลายแหล่งในการจำแนกหญ้าทะเลบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS และ ALOS จำนวนทั้งหมด 8 ภาพ เพื่อเปรียบเทียบผลการจำแนกหญ้าทะเลด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกลโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมต่างชนิดกัน และเปรียบเทียบผลของการจำแนกหญ้าทะเล ตามฤดูกาลที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า การจำแนกหญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* ด้วยวิธี Minimum Distance to Means และวิธี Maximum Likelihood โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม THEOS มีค่าความถูกต้องสูงสุด (ร้อยละ 75) และการจำแนกหญ้าทะเลชนิด *Halodule pinifolia* ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม THEOS มีค่าความถูกต้องสูงสุด (ร้อยละ 89.47) สำหรับการจำแนกหญ้าทะเลตามฤดูกาลโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS พบว่า หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* ในฤดูแล้งมีพื้นที่ 1,432.1 ไร่ ฤดูฝนเพิ่มขึ้นเป็น 1,793.7 ไร่ แต่หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* ในฤดูแล้งมีพื้นที่ 1,503.4 ไร่ ฤดูฝนลดลงเหลือ 1,179.7 ไร่

การศึกษาของวิศรุทธิ์ (2558) เพื่อสร้างแผนที่ขอบเขตและการแพร่กระจายของหญ้าทะเลบริเวณอ่าวปากคลอง จังหวัดภูเก็ต โดยประยุกต์ใช้การสำรวจภาคสนามแบบ Line Transect และแบบ Spot Check ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Worldview-2 จำแนกสิ่งปกคลุมเป็น 5 ประเภท ได้แก่ หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* หญ้าทะเลชนิด *Halophila spp.* หญ้าทะเลชนิด *Thalassia hemprichii* ทวายและเลน และ บริเวณน้ำลึก โดยใช้เทคนิคการจำแนกภาพแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ผลการศึกษาพบว่าเทคนิคการจำแนกแบบ Minimum

Distance ด้วยการคัดเลือกลักษณะเด่น (Feature Selection) มีค่าความถูกต้องโดยรวมสูงที่สุด ประมาณร้อยละ 82.35 และมีค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's accuracy) ดังนี้ หญ้าทะเลชนิด *Enhalus acoroides* และบริเวณน้ำลึกมีค่าความถูกต้องสูงที่สุด (ร้อยละ 100) รองลงมา คือ ทวายและเลน (ร้อยละ 66.67) หญ้าทะเลชนิด *Thalassia hemprichii* (ร้อยละ 62.50) และหญ้าทะเลชนิด *Halophila spp.* (ร้อยละ 46.15) ผลการศึกษา สรุปได้ว่าการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงสามารถใช้สร้างแผนที่ขอบเขตและการแพร่กระจายของหญ้าทะเลได้ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้างในการจำแนกหญ้าทะเล เนื่องจากยังมีการปะปนของหญ้าชนิดอื่น และต้องใช้ค่าความหยาบละเอียด (texture) ของภาพช่วยในการจำแนกด้วย

อย่างไรก็ตามการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อศึกษาหญ้าทะเลยังมีข้อจำกัด ได้แก่ 1) รายละเอียดเชิงพื้นที่ไม่ละเอียดมากพอที่จะมองเห็นต้นหญ้าทะเลแต่ละต้น 2) ช่วงคลื่นที่บันทึกไม่สามารถมองเห็นหญ้าทะเลได้ถ้ามีเมฆบดบัง 3) รอบโคจรของดาวเทียมมักจะไม่ตรงกับช่วงเวลาที่น่าสนใจศึกษา ซึ่งการถ่ายภาพหญ้าทะเลจะขึ้นอยู่กับเวลาน้ำขึ้นน้ำลง และ 4) หญ้าทะเลมีขนาดเล็กและมีการกระจายเชิงพื้นที่ค่อนข้างมากทำให้มองเห็นได้ไม่ชัดเจนด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และอาจส่งผลให้การประมาณค่าชีวมวลคลาดเคลื่อนได้

2.5.2 อากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft Vehicle : UAV) หรือเรียกทั่วไปว่า “โดรน” (Drone) เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจข้อมูลระยะไกล นอกเหนือจากดาวเทียมและเครื่องบิน ปัจจุบันได้รับการพัฒนาจนกระทั่งมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและราคาไม่แพง องค์ประกอบในการทำงานของอากาศยานไร้คนขับ ประกอบด้วย สถานีควบคุมภาคพื้นดิน และกลไกการขึ้นบิน เป็นการสำรวจที่ไม่มีมนุษย์อยู่บนอากาศยาน สามารถบินได้อัตโนมัติ หรือควบคุมจากระยะไกลผ่านรีโมตควบคุมได้ ข้อดีของอากาศยานไร้คนขับเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีประเภทอื่นที่ใช้ในการสำรวจระยะไกล เช่น ดาวเทียม คือ ราคาถูกและสามารถบินสำรวจได้หลายครั้งในบริเวณเดิม แต่อากาศยานไร้คนขับก็มีข้อจำกัดในด้านความเสถียรในการบิน เนื่องจากจะเกิดการสั่นสะเทือนเมื่อปะทะกับลมแรง ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพของภาพที่ได้

ปัจจุบันได้มีการนำอากาศยานไร้คนขับมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยเชิงพื้นที่หลายด้าน ได้แก่ ธรณีวิทยา อุทกภัย สถาปัตยกรรม การเกษตร การทหาร และทรัพยากรชายฝั่ง สำหรับการศึกษเกี่ยวกับทรัพยากรชายฝั่งทะเลและหญ้าทะเล มีการนำเอาเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับมาประยุกต์ใช้ ดังนี้

การประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับเพื่อการระบุตำแหน่งและการทำแผนที่พื้นที่อนุบาลปลาชายฝั่งทะเล (Ventura et al., 2016) ทำการศึกษาพื้นที่ชายฝั่งทะเลใน Giglio Island โดยใช้การ

วิเคราะห์และจำแนกข้อมูลภาพแบบกึ่งอัตโนมัติ (Maximum Likelihood, ECHO และ Object based) ผลการศึกษาพบว่า วิธีการจำแนกข้อมูลแบบ Maximum Likelihood มีค่าความถูกต้องน้อยที่สุด (ร้อยละ 78.8) ในขณะที่วิธีการจำแนกแบบ Object based มีความถูกต้องมากที่สุด (ร้อยละ 89.1)

การประเมินพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลโดยใช้ระบบ optical image และ อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก (Duffy et al., 2018) ทำการศึกษาพื้นที่แหล่งหญ้าทะเล 2 แห่งในแคว้นเวลส์ สหราชอาณาจักรโดยนำข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงมาก (ประมาณ 4 มิลลิเมตร) นำมาจำแนกประเภทข้อมูลเพื่อประเมินการปกคลุมแหล่งหญ้าทะเลในแต่ละแห่ง ผลการศึกษาพบว่า วิธีการจำแนกข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised classification) ดีกว่าการจำแนกข้อมูลแบบเชิงวัตถุ (Object based classification) และภาพมีความละเอียดที่คมชัด (43 มิลลิเมตรต่อพิกเซล) ทำให้สามารถเห็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่บนหญ้าทะเล เช่น หอยแครง

ในประเทศไทยยังไม่เคยมีการประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับกับการสำรวจหญ้าทะเลแต่เคยมีการนำไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่น เช่น ศิวา (2561) ประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นหม่อน ในแปลงหม่อนศูนย์ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมใหม่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยบันทึกภาพต้นหม่อนด้วยอากาศยานไร้คนขับพร้อมติดตั้งกล้องมีความละเอียด 12 ล้านพิกเซล กำหนดระยะสูงบิน 15 เมตร และ 50 เมตร หลังจากนั้นประมวลผลภาพเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์เรขาคณิตของต้นหม่อน การประมาณค่าชีวมวลเหนือพื้นดินของต้นหม่อน ระยะสูงบิน 15 เมตร มีค่า Root Mean Square Error (RMSE) 0.57 และระยะสูงบิน 50 เมตร มีค่า Root Mean Square Error (RMSE) 0.70 การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าภาพจากอากาศยานไร้คนขับสามารถประมาณค่าการสะสมชีวมวลเหนือพื้นดินของต้นหม่อนได้

2.6 มวลชีวภาพ

มวลชีวภาพ คือ ปริมาณของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งในสถานการณ์ใดใด นิยมวัดค่าในรูปแบบของน้ำหนักสด (Fresh Weight) น้ำหนักแห้ง (Dry Weight) น้ำหนักปราศจากขี้เถ้า (Ash Free Dry Weight) น้ำหนักคาร์บอน (Carbon Weight) คิดเป็นน้ำหนักต่อต้นหรือต่อพื้นที่ (Demoll, 1972) ซึ่งสอดคล้องกับ Brown (1997) ที่ให้ความหมายไว้ว่า มวลชีวภาพ คือ ปริมาณของสารอินทรีย์ในสิ่งมีชีวิตทั้งหมดในพืชที่มีการสังเคราะห์ขึ้นด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงที่เปลี่ยนจากพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานเคมีซึ่งอยู่ในรูป

สารอินทรีย์ โดยนำธาตุอาหารมาจากดินและอากาศมาใช้ ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้จะเปลี่ยนเป็นมวลชีวภาพสามารถวัดออกมาเป็นน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ได้

การทราบมวลชีวภาพของพื้นที่ใดใดสามารถบอกถึงสภาพแวดล้อมบางอย่างได้ โดยเฉพาะความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ เช่น ในพื้นที่ขนาดเท่ากันภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน บริเวณที่มีมวลชีวภาพสูงกว่า หมายความว่าพื้นที่ตรงนั้นมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่า (มีธาตุอาหารมากกว่า) บริเวณที่มีมวลชีวภาพต่ำกว่า ในทำนองเดียวกัน ถ้าเดิมพื้นที่นั้นเคยมีมวลชีวภาพระดับหนึ่ง แต่เมื่อเวลาผ่านไปมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากเดิม ค่ามวลชีวภาพนี้จึงใช้เป็นตัวชี้ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม



บทที่ 3

พื้นที่ศึกษา

3.1 ที่ตั้งและลักษณะทั่วไป

พื้นที่ชายหาดบริเวณหมู่บ้านร็อคคาร์เด็นท์ ตั้งอยู่ที่ตำบลกร่ำ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือมีอาณาเขตติดต่อกับชายฝั่งทะเล พื้นที่ศึกษาวางตัวทอดยาวเป็นแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่อำเภอมะขามป้อม (ด้านตะวันตก) จนถึงปากน้ำประแส (ด้านทิศเหนือ) ส่วนบริเวณทิศใต้และทิศตะวันออก เป็นเขตทะเลอ่าวไทยนอกชายฝั่ง (ภาพที่ 3-1)

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ มีน้ำทะเลท่วมถึง การใช้ที่ดินบริเวณโดยรอบพื้นที่ส่วนมากเป็นแหล่งชุมชนและสถานที่พักผ่อน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมงในทะเล และเลี้ยงกุ้งบนแผ่นดิน ซึ่งหากระบบการจัดการน้ำของบ่อกุ้งเหล่านี้ไม่ดีพอ อาจทำให้น้ำบางส่วนจากพื้นที่ทำการประมงร่วมกับน้ำจากแหล่งชุมชนบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ศึกษาไหลลงสู่ทะเลได้เช่นกัน พื้นที่ศึกษาเป็นแหล่งหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลซึ่งมีเอกลักษณ์เฉพาะ (อิพิงศ์, 2559) หญ้าทะเลจะขึ้นอยู่ในแอ่งที่ต่ำกว่าแผ่นดิน และสันทรายที่อยู่นอกชายฝั่งออกไปประมาณ 300-500 เมตร สันทรายเหล่านี้จะเห็นชัดเจนเมื่อน้ำทะเลลงต่ำสุด ภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นสันทรายนอกชายฝั่งเป็นแนวกันกระแทกจากคลื่นและลมที่จะพัดเข้าสู่ฝั่ง ส่งผลให้พบหญ้าทะเลตลอดปีในบริเวณพื้นที่ศึกษา แต่ปริมาณที่พบอาจแตกต่างกันไปตามฤดูกาล

ภูมิอากาศของจังหวัดระยอง มี 2 ลักษณะ คือ ด้านตะวันตกของจังหวัดเป็นแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน ส่วนด้านตะวันออกของจังหวัดไปจนถึงจันทบุรีและตราดเป็นเขตร้อนชื้น พื้นที่ศึกษาอยู่ด้านตะวันออก ภูมิอากาศจึงเป็นแบบมรสุมเขตร้อน ซึ่งมีฝนตกมากในฤดูฝน ปริมาณฝนตกเฉลี่ยตลอดปี 2,500-3,000 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 27.4 องศาเซลเซียส (กรมอุตุฯ นิยมวิทยา, ม.ป.ป.) และเนื่องจากเป็นชายฝั่งทะเลจึงได้รับอิทธิพลจากพายุ ลมและคลื่นมากกว่าส่วนที่เป็นแผ่นดินที่อยู่ลึกเข้าไป ถ้ามีฝนตกหรือพายุรุนแรง อาจทำให้มีตะกอนจากทั้งแผ่นดินและจากทะเลมาทับถมมากกว่าปกติ



ภาพที่ 3-1 พื้นที่ศึกษา บริเวณชายหาดหน้าหมู่บ้านร็อคการ์เด้น จ.ระยอง

3.2 ททรัพยากรชายฝั่งทะเล

จากรายงานของ(สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน, 2561) พบว่า จังหวัดระยองมีแนวชายฝั่งทอดยาวเป็นระยะทางประมาณ 105 กิโลเมตร เป็นจังหวัดที่มีระบบนิเวศวิทยาที่หลากหลาย และมีทรัพยากรชายฝั่งทะเลที่สำคัญ ได้แก่

3.2.1 หล้าทะเล

หล้าทะเลเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยา เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารและแหล่งที่อยู่อาศัยให้กับสัตว์น้ำหลายสายพันธุ์ โดยเฉพาะสัตว์น้ำหายาก เช่น พะยูน เต่านที่ ในประเทศไทยมีหล้าทะเลกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ชายฝั่งภาคตะวันออกและภาคใต้ โดยบริเวณฝั่งทะเลอันดามันมีพื้นที่หล้าทะเลประมาณ 99,633 ไร่ และฝั่งทะเลอ่าวไทยมีพื้นที่ 60,196 ไร่ สำหรับพื้นที่ภาคตะวันออกพบหล้าทะเลบริเวณจังหวัดจันทบุรี ตราด ชลบุรี และระยอง ซึ่งแหล่งหล้าทะเลจะพบอยู่ในบริเวณชายฝั่งทะเลที่ติดกับแผ่นดินใหญ่ และรอบพื้นที่เกาะ แหล่งหล้าทะเลในจังหวัดระยองมีพื้นที่รวมประมาณ 332 ไร่

3.2.2 ป่าชายเลน

เป็นระบบนิเวศวิทยาที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นแผ่นดินกับพื้นน้ำทะเล ในป่าชายเลนประกอบด้วย พืชพรรณและสัตว์หลายชนิดนานาชนิด ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกัน พื้นที่ป่าชายเลนจะมีน้ำทะเลท่วมถึงอยู่อย่างสม่ำเสมอ พันธุ์ไม้สำคัญที่พบในป่าชายเลนในพื้นที่จังหวัดระยอง ได้แก่ ไม้โกงกาง ปัจจุบันจังหวัดระยองมีขนาดพื้นที่ป่าชายเลนคงสภาพรวม 10,191 ไร่ ครอบคลุม กระจายอยู่ในพื้นที่ 2 อำเภอ 14 ตำบล (ตารางที่ 3-1) โดยในพื้นที่ตำบลกร่ำ อำเภอแกลง มีพื้นที่ป่าชายเลนคงสภาพคิดเป็นประมาณร้อยละ 4 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดในจังหวัดระยอง

ตารางที่ 3-1 พื้นที่ป่าชายเลนรายตำบลในจังหวัดระยอง

อำเภอ	ตำบล	ป่าชายเลนคงสภาพ (ไร่)
แกลง	กร่ำ	405.28
	กองดิน	975.99
	คลองปูน	1,546.65
	ชากพง	156.41
	ทางเกวียน	998.65
	ทุ่งควายกิน	1,350.17
	เนินขี้	1,667.09
	บ้านนา	68.04
	ปากน้ำประแส	1,290.65
	พังราด	1,187.12
เมืองระยอง	วังห้ว	64.40
	เชิงเนิน	62.23
	ท่าประดู่	266.79
	เนินพระ	151.26
รวมพื้นที่ (ไร่)		10,191

ที่มา : ดัดแปลงมาจากรายงานข้อมูลทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งจังหวัดระยอง (2558)

3.2.3 สัตว์ทะเลหายาก

จากข้อมูลการสำรวจและประเมินสถานภาพสัตว์ทะเลหายากในจังหวัดระยอง ปี 2558 พบ สัตว์ทะเลหายาก รวม 7 สายพันธุ์ ดังข้อมูลในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 สัตว์ทะเลหายากที่พบในจังหวัดระยอง ปี 2558

สัตว์ทะเล	จำนวน (ตัว)
โลมาปากขวด (Indo-Pacific Bottlenose dolphin, <i>Tursiops aduncus</i>)	5
โลมาหัวบาตรหลังเรียบ (Finless porpoise, <i>Neophocaena phocaenoides</i>)	15
โลมาหลังโหนก (Indo-Pacific Humpback dolphin, <i>Sousa chinensis</i>)	3
โลมาอิรวดี (Irrawaddydolphin, <i>Orcaella brevirostris</i>)	20
แม่พันธุ์เต่ากระ (<i>Chelonia mydas</i>)	1
แม่พันธุ์เต่าตนุ (<i>Eretmochelys imbricata</i>)	5
พะยูน (<i>Dugong dugon</i>)	2

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก รายงานข้อมูลทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งจังหวัดระยอง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2558)

3.3 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม

ในอดีตจังหวัดระยองมีเศรษฐกิจแบบยังชีพ ดำรงชีวิตด้วยการพึ่งพาอาศัยทรัพยากรในท้องถิ่น แต่ในปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างมาก มีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมตั้งแต่ พ.ศ. 2525 เป็นต้นมา ภายใต้โครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยรัฐบาลมีนโยบายให้จังหวัดระยองเป็นฐานเศรษฐกิจในภูมิภาค ส่งผลให้มียุทธศาสตร์ของชาวจีนเข้ามาลงทุนจำนวนมาก จังหวัดระยองมีนิคมอุตสาหกรรมรวม 8 แห่ง (โอฬาร, 2559) ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด นิคมอุตสาหกรรมตะวันออก นิคมอุตสาหกรรมผาแดง นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด นิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ นิคมอุตสาหกรรมเอเชีย นิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด และ นิคมอุตสาหกรรมอาร์ ไอ แอล ปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดระยอง รวมทั้งหมด 1,944 โรงงาน อำเภอที่มีจำนวนสถานประกอบการมากที่สุด คือ อำเภอเมืองระยอง รองลงมา คือ ปลวกแดง และ แกลง ตามลำดับ (ตารางที่ 3-3)

ตารางที่ 3-3 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมจำแนกเป็นรายอำเภอ

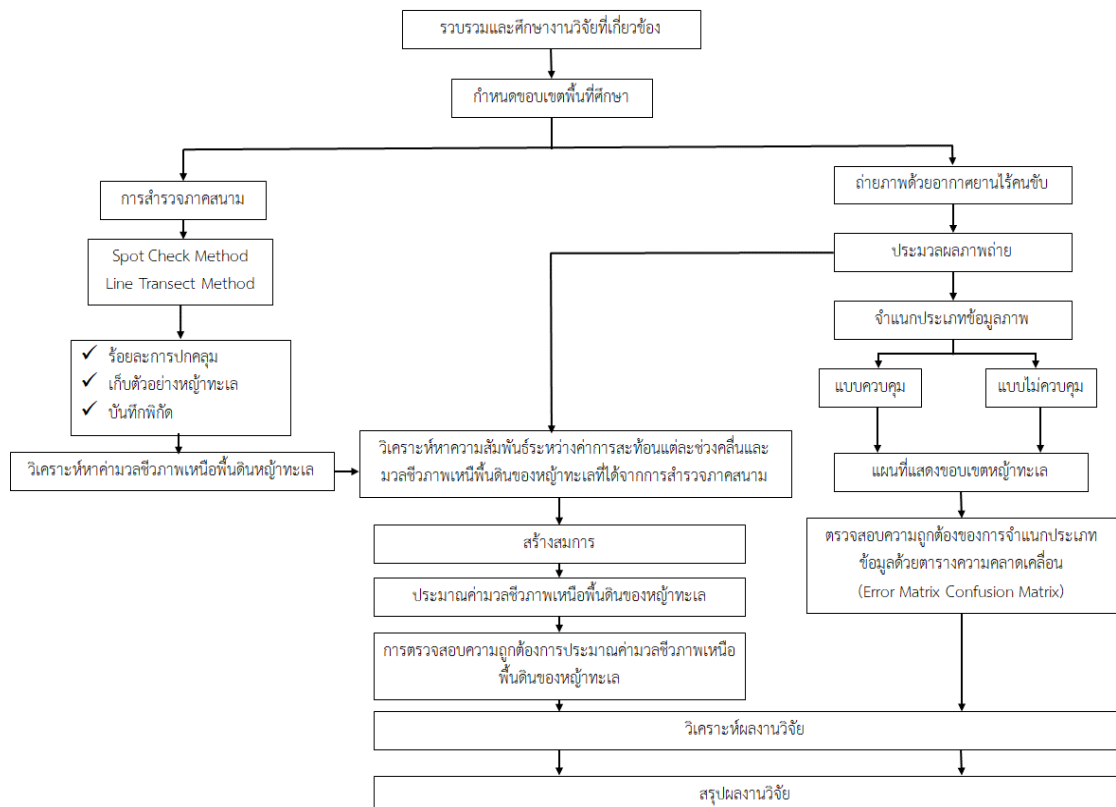
อำเภอ	จำนวน
เมืองระยอง	638
บ้านฉาง	73
แกลง	287
วังจันทร์	22
บ้านค่าย	230
ปลวกแดง	457
เขาชะเมา	8
นิคมพัฒนา	229
รวมทั้งหมด	1,944

ที่มา : ดัดแปลงมาจากเอกสารสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง ปี 2555 (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง, 2555)

บทที่ 4

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับร่วมกับการสำรวจระยะไกล เพื่อจำแนกขอบเขต ประเมินพื้นที่การปกคลุมของหญ้าทะเล และประมาณค่าการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ มีขั้นตอน และวิธีการศึกษาดังนี้ (ภาพที่ 4-1)



ภาพที่ 4-1 ภาพรวมขั้นตอนการศึกษา

4.1 รวบรวมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

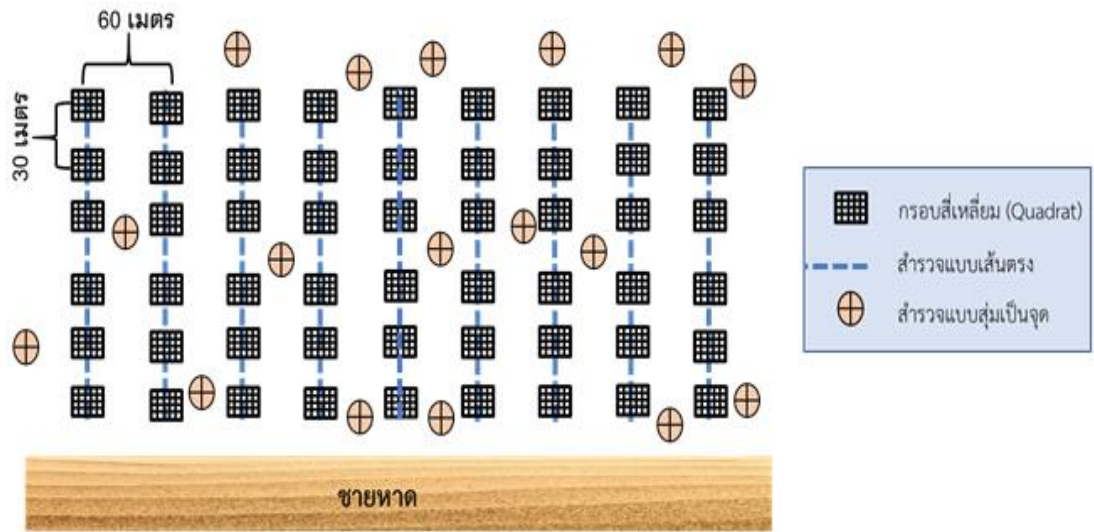
ศึกษาข้อมูลเอกสารเกี่ยวกับหญ้าทะเล และข้อมูลพื้นฐานของหญ้าทะเลที่พบในพื้นที่ศึกษา เช่น สายพันธุ์ การแพร่กระจาย แนวโน้มและปัจจัยที่มีผลต่อการสูญพันธุ์ รวมถึงวิธีการถ่ายภาพทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ การประมวลผลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อสร้างภาพออร์โธสีเชิงเลข การสำรวจหญ้าทะเลในภาคสนาม การวิเคราะห์หญ้าทะเลโดยใช้ข้อมูลระยะไกล และการหามวลชีวภาพของหญ้าทะเล เพื่อเป็นแนวทางประกอบการวิจัยในครั้งนี้ ดังรายละเอียดในบทที่ 2

4.2 กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา

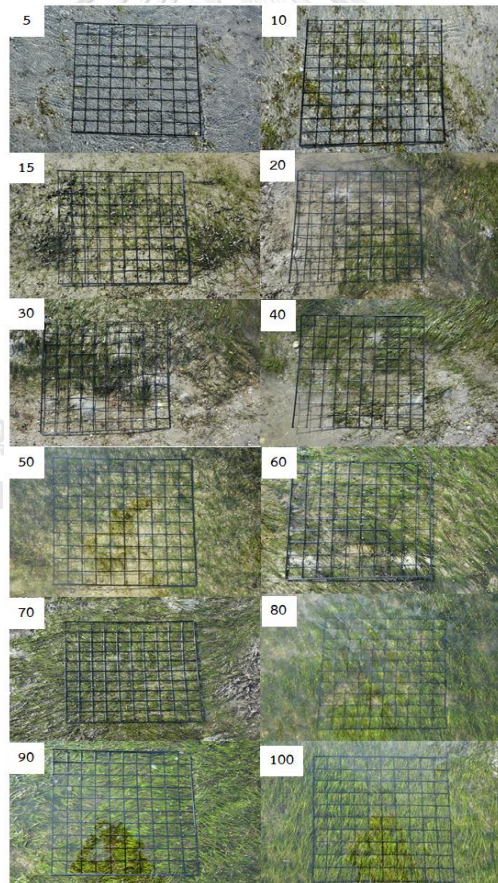
กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาโดยศึกษาข้อมูลแหล่งหญ้าทะเลจากรายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพและศักยภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2558) พบว่าในจังหวัดระยองมีแหล่งหญ้าทะเลกระจายตัวอยู่ในบริเวณเขาแหลมหญ้า บ้านเพ สวนสน ปากน้ำประแส และหมู่บ้านร็อคคาร์เด็นท์ หลังจากการลงสำรวจพื้นที่เบื้องต้น เมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 เพื่อสำรวจการกระจายของหญ้าทะเล ภูมิภาค รวมทั้งสภาพแวดล้อมทั่วไป จึงกำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลบริเวณหมู่บ้านร็อคคาร์เด็นท์ ตำบลกร่ำ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง พื้นที่ศึกษาขนาด 121 ไร่ เนื่องจากสถิติพบว่าแหล่งหญ้าทะเลบริเวณนี้มีขนาดพื้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยใน ปี 2546 พบหญ้าทะเลพื้นที่ 828 ไร่ ต่อมาปี 2557 ลดลงเหลือ 384 ไร่ และในปี 2558 มีพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลคงเหลือ 53 ไร่ นอกจากนี้แหล่งหญ้าทะเลบริเวณนี้มีหญ้าทะเลชนิดที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ตามรายงานการประเมินความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของหญ้าทะเล (Short et al., 2011) อีกด้วย

4.3 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

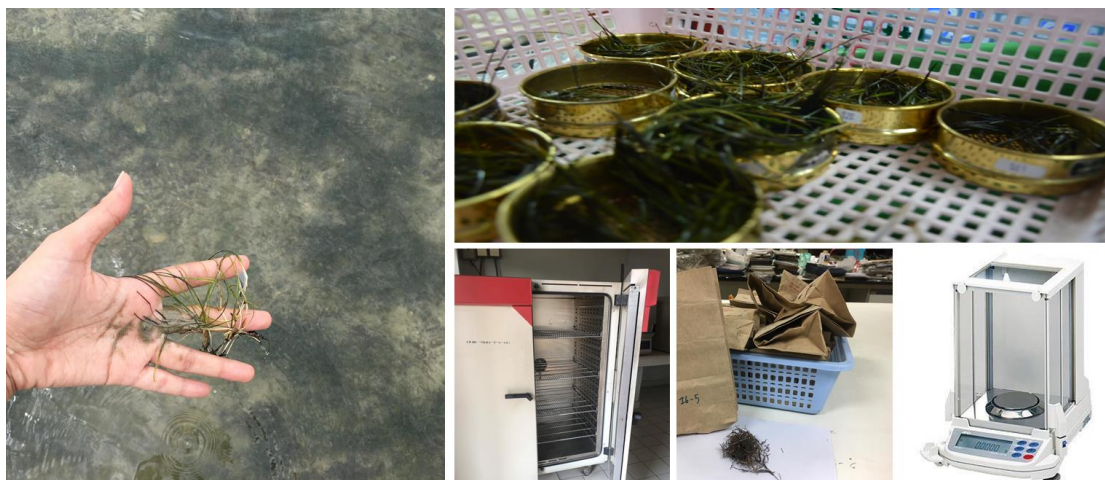
การเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลและการบันทึกภาพแหล่งหญ้าทะเลต้องทำในช่วงที่ระดับน้ำทะเลลดต่ำที่สุด ดังนั้นจึงเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลก่อนการบันทึกภาพ 1 วัน คือ วันที่ 13 กรกฎาคม 2562 ช่วงเวลา 07:00-16:00 น. โดยใช้วิธีเก็บตัวอย่างสุ่มสำรวจแบบเส้นตรง (Line Transect) ร่วมกับแบบสุ่มเป็นจุด (Spot Check) ทั้งหมด 150 จุด (ภาพที่ 4-2) ในจำนวนนี้จะสุ่มอีกครั้งหนึ่งเป็นจำนวน 110 จุด เพื่อนำไปสร้างสมการ และ 40 จุดเป็นจุดทดสอบสมการ บันทึกข้อมูลตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ทุกจุด และเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลโดยใช้กรอบสี่เหลี่ยม (Quadrat) ขนาด 0.4 x 0.4 ตารางเมตร ภายในกรอบสี่เหลี่ยมมี 100 ช่อง ประเมินร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลภายในกรอบสี่เหลี่ยม (ภาพที่ 4-3) แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลภายในช่องสี่เหลี่ยมจำนวน 10 ช่อง นำตัวอย่างหญ้าทะเลที่ได้มาล้างให้สะอาดด้วยน้ำเปล่า แยกเอาเฉพาะส่วนที่อยู่เหนือดินไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน จากนั้นจึงชั่งน้ำหนักและนำไปคำนวณหาน้ำหนักแห้งต่อหน่วยพื้นที่ของแต่ละจุดที่สำรวจ (ภาพที่ 4-4) โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนาม ดังภาพที่ 4-5



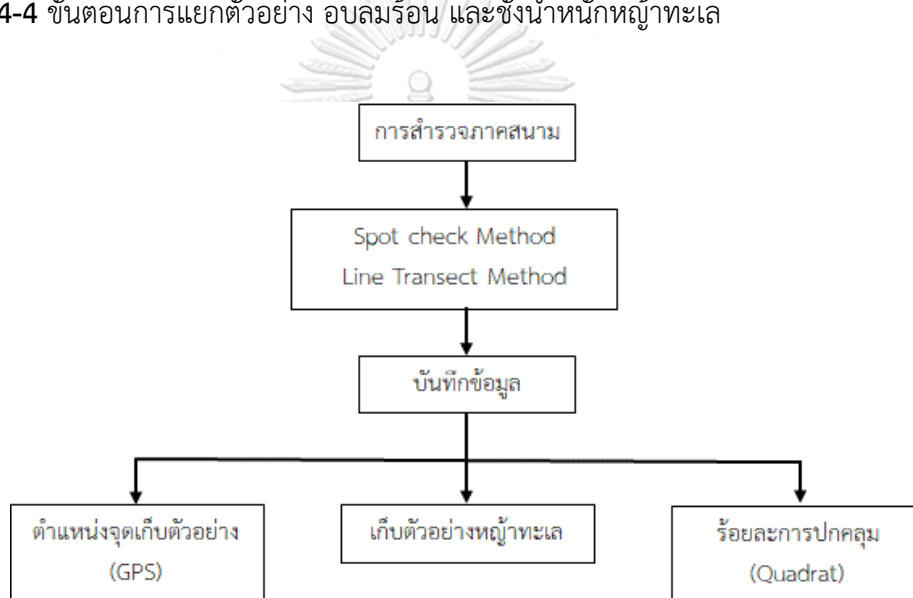
ภาพที่ 4-2 การสำรวจแบบเส้นตรงร่วมกับการสำรวจแบบสุ่มเป็นจุด



ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างการประเมินร้อยละการปกคลุมหญ้าทะเลโดยใช้กรอบสี่เหลี่ยม



ภาพที่ 4-4 ขั้นตอนการแยกตัวอย่าง อบลมร้อน และชั่งน้ำหนักหญ้าทะเล

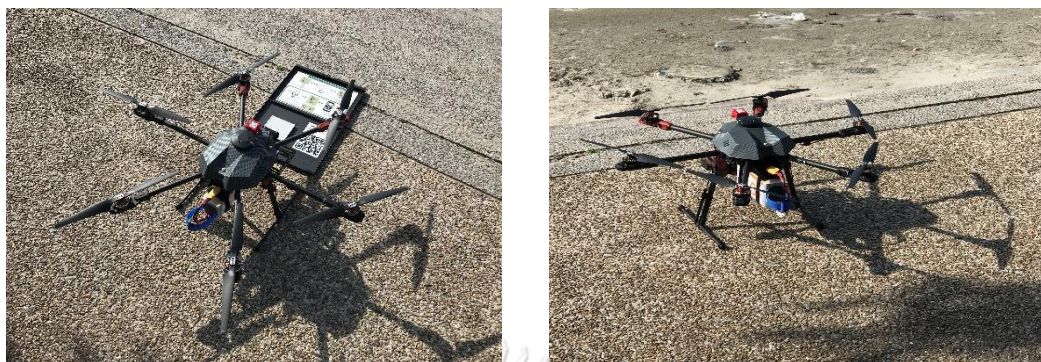


ภาพที่ 4-5 ขั้นตอนการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

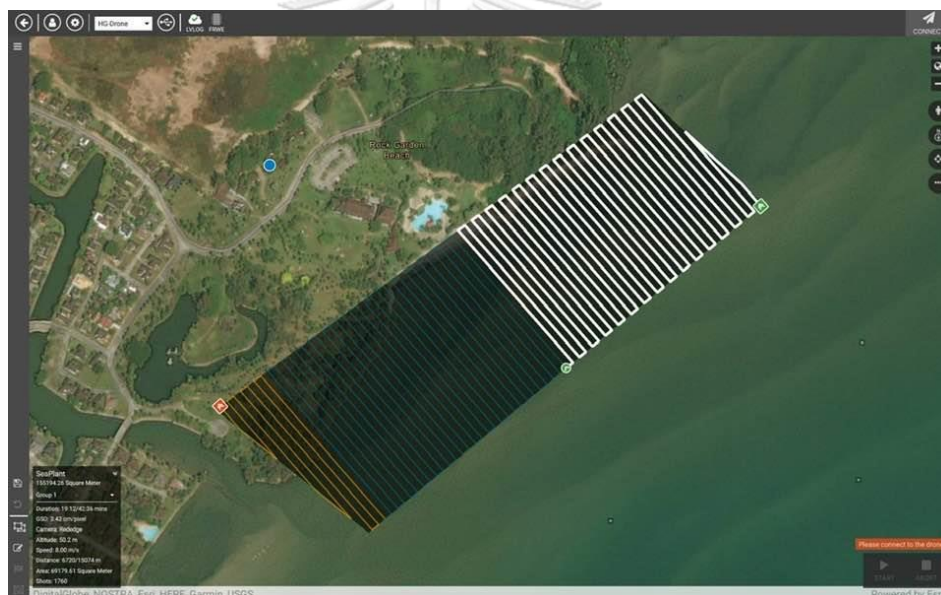
4.4 การเก็บข้อมูลด้วยอากาศยานไร้คนขับ

บันทึกภาพแหล่งหญ้าทะเล โดยใช้อากาศยานไร้คนขับวันที่ 14 กรกฎาคม 2562 ช่วงเวลา 8.00 – 11.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ระดับน้ำทะเลลดต่ำสุด โดยใช้อากาศยานไร้คนขับยี่ห้อ Vespa Hex ติดตั้งกล้อง Red Edge-M (ภาพที่ 4-6) โดยวางแผนการบิน กำหนดระยะสูงบิน 52 เมตร ถ่ายภาพให้มีระยะซ้อนทับด้านหน้าร้อยละ 80 ระยะซ้อนทับด้านข้างร้อยละ 60 กำหนดให้แนวการบินตั้งฉากกับชายฝั่ง มีพื้นที่การบินกว้างประมาณ 267 เมตร และยาวขนานกับชายฝั่งทะเลประมาณ 725 เมตร คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 121 ไร่ (ภาพที่ 4-7) นำภาพทั้งหมดมาประมวลผลเพื่อสร้างภาพสีออร์โธ และคำนวณค่าการสะท้อนของภาพเพื่อนำไปประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลในขั้นตอนต่อไป หลังจากการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศเสร็จสิ้นทำการบันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ประเภทข้อมูลอ้างอิงเพื่อ

ใช้สำหรับตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลประเภทต่อประเภท ประกอบด้วยข้อมูล ภูเขาทะเล บริเวณน้ำ และทราย ทั้งหมด 119 จุด



ภาพที่ 4-6 อากาศยานไร้คนขับยี่ห้อ Vespa Hex ติดตั้งกล้อง Red Edge-M



ภาพที่ 4-7 การสร้างแนวนบินเพื่อบันทึกภาพ

4.5 การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

การจำแนกข้อมูลภาพ (Image classification) เป็นการประมวลผลทางสถิติเพื่อแยกข้อมูลจุดภาพภายในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดออกเป็นกลุ่มย่อย ด้วยการใช้เกณฑ์ทางสถิติเป็นตัวกำหนดความแตกต่างระหว่างจุดภาพ โดยที่กลุ่มจุดภาพของข้อมูลประเภทเดียวกันจะมีลักษณะทางสถิติเฉพาะกลุ่มที่มีความใกล้เคียงกัน ภาพที่จำแนกได้นั้นจะบ่งบอกถึงสิ่งปกคลุมพื้นดินประเภทต่างๆ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2556) ซึ่งการจำแนกประเภทข้อมูลภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี ได้แก่ การจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วยเทคนิคการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด และ การจำแนกข้อมูลแบบไม่

ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster เพื่อจำแนกหญาทะเลและสิ่งปกคลุมอื่นๆ (วิศรุทธิ, 2557)

4.5.1 การจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification)

การจำแนกข้อมูลที่ผู้วิเคราะห์ทราบสภาพภูมิประเทศ และสิ่งปกคลุมต่างๆ บนพื้นผิวก่อนแล้ว ผู้วิเคราะห์จะกำหนดพื้นที่ตัวอย่างของสิ่งปกคลุมที่ต่างชนิดกัน ซึ่งการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างนั้นจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ จากนั้นใช้โปรแกรมทางภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่าง ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จะถือเป็นตัวแทนของสิ่งปกคลุมประเภทนั้น ต่อมาจึงนำค่าสถิติที่เป็นตัวแทนของข้อมูลแต่ละประเภทมาใช้ในการจำแนกข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด เพื่อให้ได้ผลของการจำแนกข้อมูลตามจำนวนพื้นที่ตัวอย่างที่กำหนดไว้เมื่อเริ่มต้น ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เทคนิคการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) เป็นการจำแนกข้อมูลโดยการพิจารณาค่าเฉลี่ย (Mean) และเมทริกซ์ความแปรปรวน (Covariance Matrix) ของแต่ละประเภทข้อมูล ซึ่งมีการคำนวณค่าความน่าจะเป็นสูงสุดของแต่ละจุดภาพว่าจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มประเภทข้อมูลใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

4.5.2 การจำแนกข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification)

การจำแนกข้อมูลแบบไม่ควบคุมเป็นการกำหนดจำนวนกลุ่มประเภทข้อมูล (Cluster) โดยแต่ละประเภทจะมีตำแหน่งศูนย์กลางกลุ่มข้อมูล (Class Center) ของตนเอง ซึ่งเป็นการสมมติว่าตำแหน่งนี้เป็นตัวแทนของข้อมูลในกลุ่มข้อมูลดังกล่าว หลังจากนั้นจะเป็นการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างค่าสถิติของจุดภาพตำแหน่งต่างๆ กับที่ศูนย์กลางข้อมูล เพื่อคัดแยกข้อมูลต่างชนิดออกจากกันหรือรวมข้อมูลชนิดเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยกระทำจนครบทุกจุดภาพ เทคนิคการจำแนกข้อมูลแบบไม่ควบคุมนี้มีอยู่หลายวิธี ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการจำแนกข้อมูลแบบเป็นระบบเดียวกัน (Iso Cluster) ซึ่งเป็นการจำแนกประเภทข้อมูลคล้ายลักษณะ K-Means โดยเฉพาะการรวมข้อมูลกลุ่มข้อมูล การตัดแบ่งข้อมูล รวมทั้งการยกเลิกกลุ่มข้อมูลขนาดเล็ก โดยมีการกำหนดปัจจัยเพิ่มเติมจากจำนวนประเภทข้อมูล จำนวนรอบสูงสุดของการคำนวณซ้ำ หลังจากนั้นโปรแกรมจะคำนวณกลุ่มข้อมูลตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภท เพื่อหาตำแหน่งศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลเริ่มต้นให้กับทุกกลุ่มข้อมูลโดยคร่าวๆแล้วคำนวณค่าระยะทาง Minimum Euclidean Distance ระหว่างแต่ละจุดภาพกับศูนย์กลางกลุ่มข้อมูล ทั้งนี้กลุ่มข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะถูกตัดแบ่งโดยอาศัยค่าทางสถิติ เช่น ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด ค่าระยะทางระหว่างกลุ่มข้อมูลเฉลี่ย และจำนวนจุดภาพของข้อมูลแต่ละประเภท การคำนวณซ้ำจะกระทำต่อเนื่องและหยุดเมื่อการย้ายที่ของศูนย์กลางกลุ่มข้อมูลน้อยที่สุดหรือไม่ย้ายเลยหรืออาจหยุดเมื่อครบจำนวนรอบสูงสุดที่กำหนดไว้

4.6 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพ

การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล โดยใช้ตารางความคลาดเคลื่อน (Error Matrix Confusion Matrix) ด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลทดสอบแบบประเภทต่อประเภทที่ได้จากภาคสนามเป็นข้อมูลอ้างอิงกับข้อมูลที่ได้จากการจำแนกในจุดพิกัดเดียวกัน แนวตั้งของตารางจะเป็นข้อมูลอ้างอิงหรือข้อมูลที่เชื่อว่าถูกต้อง ส่วนแนวนอนเป็นผลจากการจำแนกข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องการตรวจสอบความถูกต้อง โดยค่าความถูกต้องที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's accuracy) และค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (User's accuracy)

4.7 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากข้อมูลภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ

นำค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลในภาคสนาม โดยการสุ่มมาจำนวน 110 จุด มาหาความสัมพันธ์กับค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นต่าง ๆ (ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน ช่วงคลื่นสีเขียว ช่วงคลื่นสีแดง ช่วงคลื่นขอบแดง และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้) วิเคราะห์ด้วยวิธีถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ซึ่งคัดเลือกตัวแปรแบบอิสระ ด้วยวิธี Stepwise เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกตัวแปรที่เหมาะสม ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 \dots + b_n x_n \quad (1)$$

เมื่อ Y = ค่าปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล
ในภาคสนาม

a = ค่าที่เส้นสมการถดถอยตัดแกน y (y -intercept)

$b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ = ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอย

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ = ค่าการสะท้อนของแต่ละช่วงคลื่น

การคัดเลือกตัวแปรจะใช้ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เป็นเกณฑ์ การเลือกตัวแปร x เพื่อนำไปสร้างสมการทำนายสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล

4.8 การตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากข้อมูลภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ

ตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล โดยใช้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากภาคสนาม กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ประมาณได้จากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (Richards and Jia, 2006) ซึ่งค่าที่ได้ถ้าเข้าใกล้ 0 ถือว่าการทำนาย (Predicted) นั้นมีค่าต่างจากไปจากภาคสนาม (Observed) น้อย ดังสมการที่ (2)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\sum \frac{(\text{Observed} - \text{Predicted})^2}{n}} \quad (2)$$

เมื่อ

RMSE = ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

Observed = ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากการสำรวจภาคสนาม

Predicted = ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการประมาณค่าจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ

n = จำนวนของชุดข้อมูลที่ใช้ (n= 40)

บทที่ 5

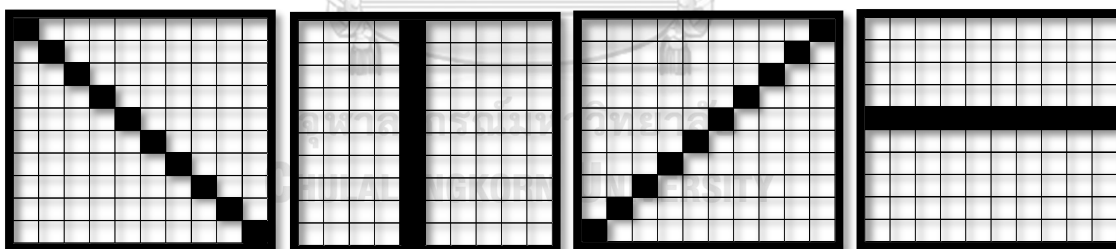
ผลการศึกษา

ผลการศึกษาประกอบด้วย ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม การจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพถ่าย การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งมีรายละเอียด ดังจะนำเสนอในบทนี้

5.1 ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม

5.1.1 การเก็บตัวอย่าง และการประเมินการปกคลุมของหญ้าทะเล

เก็บตัวอย่างหญ้าทะเล และประเมินร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเล รวมทั้งบันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ของจุดที่สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลโดยใช้สี่เหลี่ยม ขนาด 0.4×0.4 ตารางเมตร ทั้งหมด 150 จุด ในแต่ละจุดภายหลังการประเมินร้อยละการปกคลุมพื้นที่แล้ว สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล จำนวนร้อยละ 10 ของสี่เหลี่ยม (10 ช่องจาก 100 ช่อง ภายในสี่เหลี่ยมนับตัวอย่าง) ดังแสดงในภาพที่ 5-1 และภาพที่ 5-2 อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้บันทึกระยะเวลาการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล และบันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ประเภทข้อมูลอ้างอิงที่ใช้สำหรับตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลหลังจากการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศเสร็จสิ้น ประกอบด้วยข้อมูล หญ้าทะเล บริเวณน้ำ และทราย ทั้งหมด 119 จุด



ภาพที่ 5-1 สี่เหลี่ยมขนาด 0.4×0.4 เมตร และตัวอย่างสุ่มเก็บหญ้าทะเล จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์ของสี่เหลี่ยม

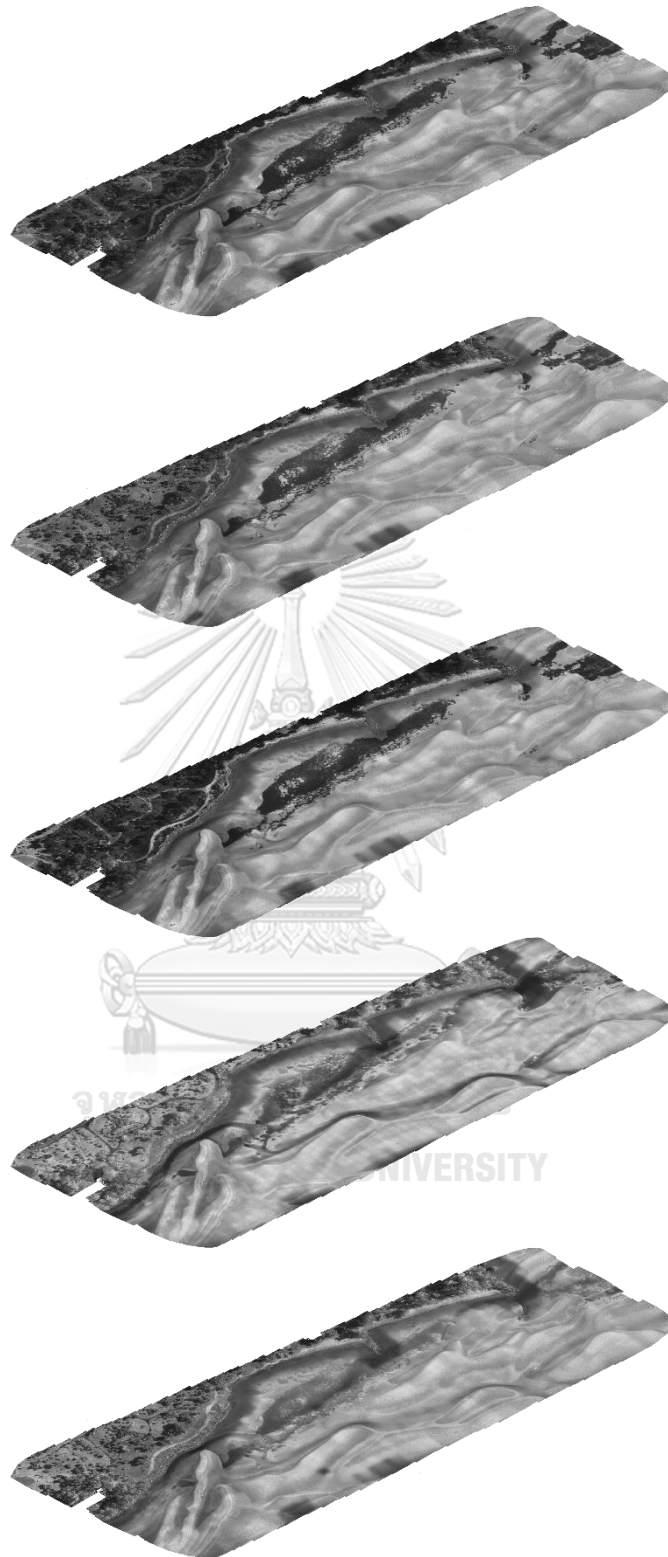


ภาพที่ 5-2 การเก็บตัวอย่าง และการประเมินการปกคลุมของหญ้าทะเล

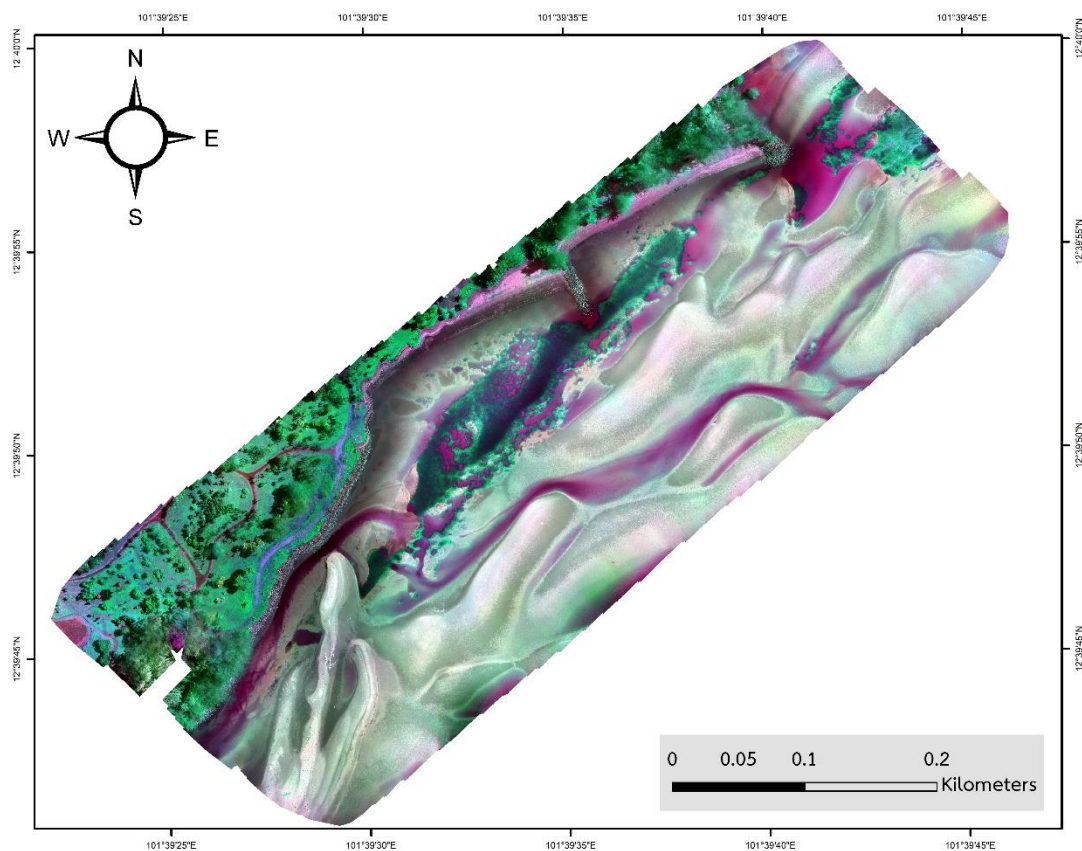
5.1.2 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ

ภาพถ่ายทางอากาศจากการบันทึกภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ เป็นการบินตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลที่ระยะสูงบิน 52 เมตร โดยมีส่วนซ้อนทับด้านหน้าร้อยละ 80 และด้านข้างร้อยละ 60 ครอบคลุมพื้นที่ 185,000 ตารางเมตร จำนวนภาพทั้งหมด 7,830 ภาพ ขนาดพิกเซลเท่ากับ 1280 x 960 พิกเซล และมีความละเอียดของจุดภาพเท่ากับ 0.0361 x 0.0361 ตารางเมตรบนภูมิประเทศจริง ประกอบด้วยข้อมูลภาพพื้นที่ศึกษา ที่บันทึกออกมาด้วยช่วงคลื่นที่ต่างกัน 5 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (blue) ช่วงคลื่นสีเขียว (green) ช่วงคลื่นสีแดง (red) ช่วงคลื่นขอบแดง (red edge) และ ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (near infrared) (ภาพที่ 5-3) พบว่ามีหญ้าทะเลปกคลุมมากบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา ส่วนบริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือและด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษาไม่พบหญ้าทะเล ดังแสดงในภาพที่ 5-4





ภาพที่ 5-3 ภาพถ่ายออร์โธที่ได้จากการบันทึกภาพ 5 ช่วงคลื่น




ภาพที่ 5-4 ภาพถ่ายออร์โธที่ได้จากการผสมสีด้วยช่วงคลื่นสีน้ำเงิน ช่วงคลื่นสีแดง และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

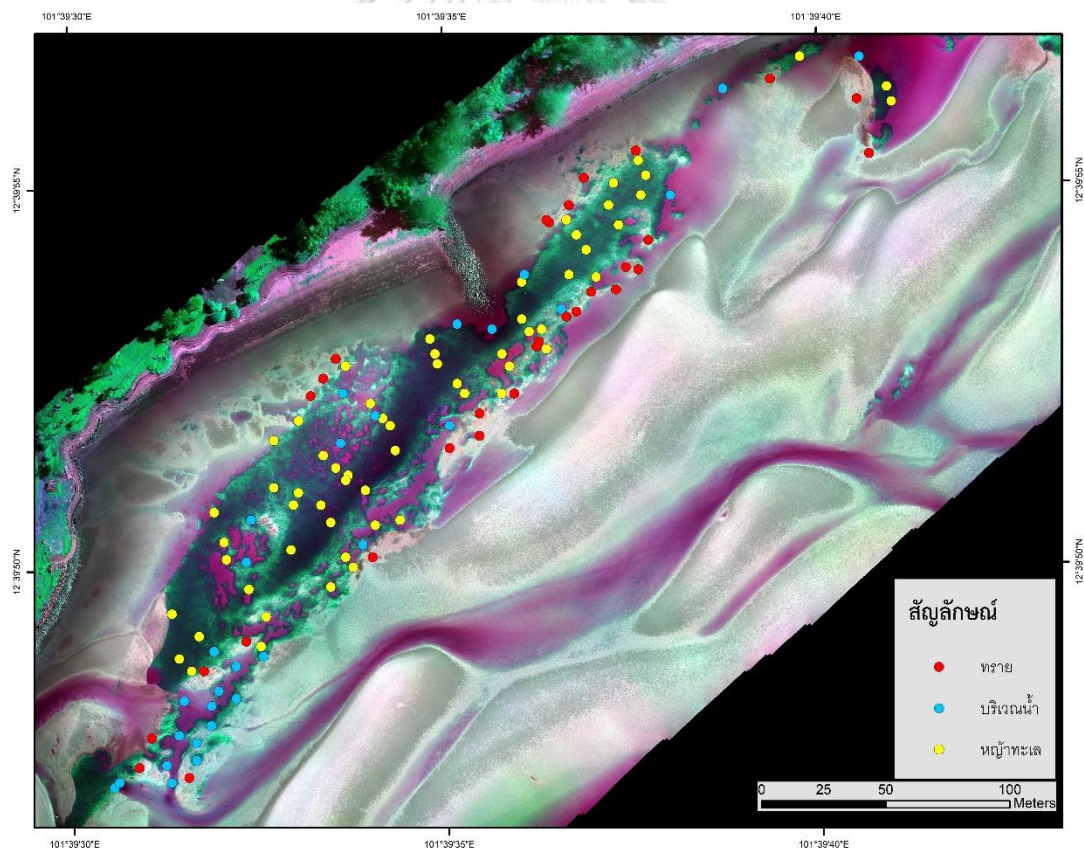
5.2 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

การศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ 2 แบบ คือ แบบควบคุม วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood และแบบไม่ควบคุม วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Iso Cluster โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับที่ทำการบันทึกข้อมูลด้วยกล้อง Multispectral การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายทำการผสมสีโดยใช้ 3 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน ช่วงคลื่นสีแดง และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (ภาพที่ 5-4) จากนั้นจึงนำไปจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 2 แบบ ภายในพื้นที่ศึกษาพบว่า ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ 1) หญ้าทะเล 2) บริเวณน้ำ 3) ทราบ (ตารางที่ 5.1) เปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามด้วยการสุ่มตัวอย่างโดยวิธี Spot check ทั้งหมด 119 จุด (ภาพที่ 5-5)

ตารางที่ 5-1 รายละเอียดของข้อมูลแต่ละประเภทที่จำแนกได้ในพื้นที่ศึกษา

ประเภทของข้อมูล	ตัวอย่างภาพ	รายละเอียด
หญ้าทะเล		บริเวณสีเขียว ประกอบด้วยหญ้าทะเล ทุกระยะการเจริญเติบโต
บริเวณน้ำ		บริเวณสีม่วง มีน้ำขังและไม่พบหญ้าทะเล
ทราย		บริเวณสีขาวเหลือง พื้นดินว่างเปล่าที่ไม่มี น้ำขังและไม่พบหญ้าทะเล



ภาพที่ 5-5 แผนที่แสดงข้อมูลอ้างอิงที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม สุ่มตัวอย่างโดยวิธี Spot check จำนวน 119 ตัวอย่าง

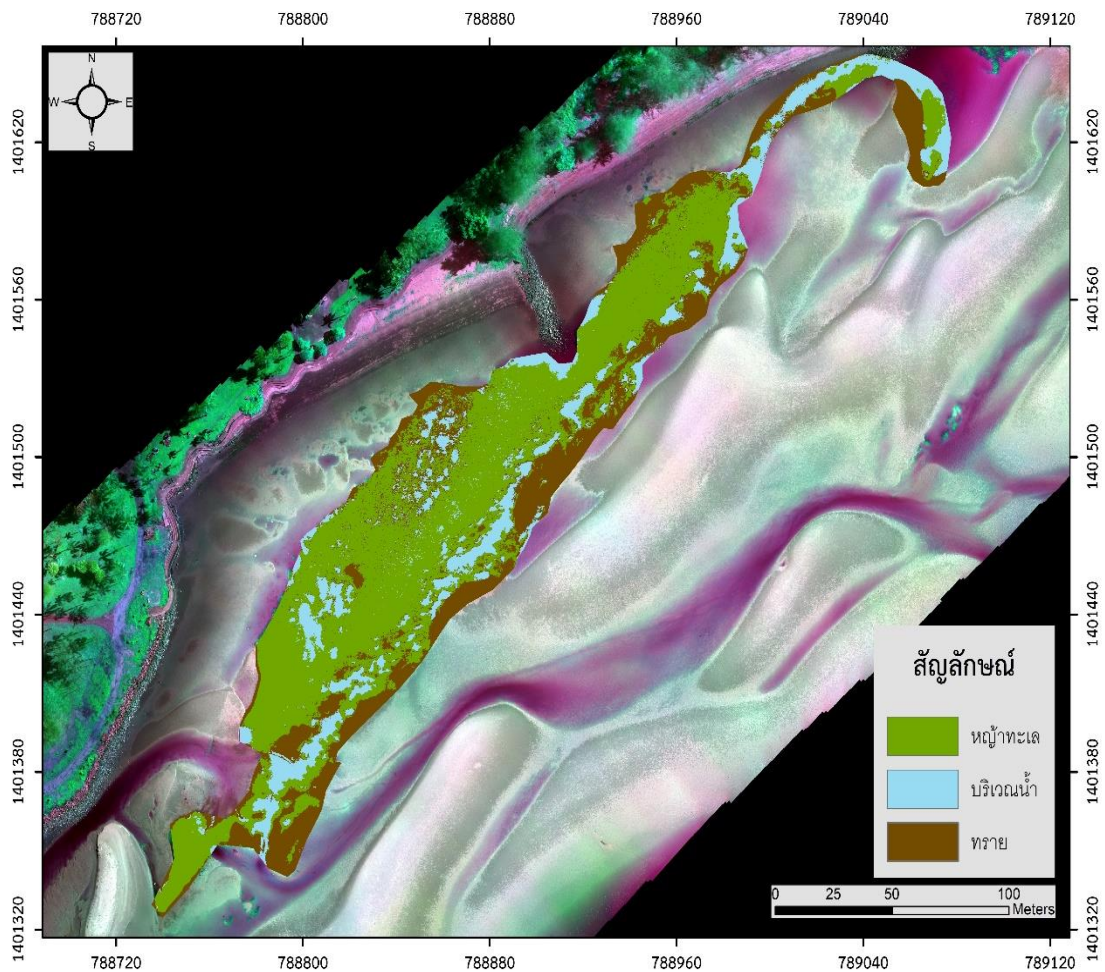
5.2.1 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม Supervised Classification

5.2.1.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood

ตารางที่ 5-2 แสดงผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมโดยอาศัยเทคนิคการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดพบว่าภายในพื้นที่ศึกษามีพื้นที่หญ้าทะเลมากที่สุด คือ 6.56 ไร่ หรือร้อยละ 56.02 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ทরาย ซึ่งมีพื้นที่ 3.22 ไร่ หรือร้อยละ 27.50 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และบริเวณน้ำเป็นประเภทข้อมูลที่พบน้อยที่สุด คือ 1.93 ไร่ หรือร้อยละ 16.48 (ภาพที่ 5-6)

ตารางที่ 5-2 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood

ประเภทของข้อมูล	ขนาดพื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
หญ้าทะเล	6.56	56.02
บริเวณน้ำ	1.93	16.48
ทরาย	3.22	27.50
รวม	11.71	100



ภาพที่ 5-6 แผนที่แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood

5.2.1.2 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood

การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลที่ได้จากการบันทึกด้วยอากาศยานไร้คนขับของพื้นที่ศึกษาโดยเป็นการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม โดยเทคนิค Maximum Likelihood นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม สุ่มตัวอย่างโดยวิธี Spot check จำนวน 119 ตัวอย่าง (ภาพที่ 5-5) ประกอบด้วย 1. หญ้าทะเล 60 จุด, บริเวณน้ำ 29 จุด และ ทราย 30 จุด พบว่า แผนที่แสดงการจำแนกประเภท โดยใช้วิธีแบบควบคุมนี้ให้ค่า Overall accuracy (ความถูกต้องโดยรวม) ร้อยละ 89.08 (ตารางที่ 5-3) รายละเอียดของความถูกต้องและความผิดพลาดของแต่ละประเภทข้อมูลที่ได้จากการจำแนก เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงเป็นดังนี้

หญ้าทะเลจากข้อมูลอ้างอิงที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม สุ่มตัวอย่างโดยวิธี Spot check มีจำนวนจุดที่เป็นหญ้าทะเล 60 จุด เมื่อเปรียบเทียบกับแผนที่ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมเทคนิค Maximum Likelihood พบว่ามีจำนวนจุดที่ตรงกัน 54 จุด ส่วนอีก 6 จุด เกิดจากการนำเอาบริเวณน้ำ (1 จุด) และทราย (5 จุด) มารวมเข้ากับหญ้าทะเลไว้ด้วย นั่นคือการจำแนกประเภทข้อมูลหญ้าทะเลโดยอาศัยเทคนิคนี้ เกิดความผิดพลาดเนื่องจากรวมเอาพื้นที่อื่นเข้ามาด้วย (Error of Commission) ร้อยละ 10 และได้ค่า User's Accuracy (ความถูกต้องของผู้ใช้) ร้อยละ 90 ในทางตรงกันข้าม บนแผนที่ซึ่งได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมเทคนิคนี้ ได้จำแนกหญ้าทะเลให้เป็นบริเวณน้ำ 4 จุด และเป็นทราย 1 จุด นั่นคือ มีความผิดพลาดเนื่องจากการจำแนกข้อมูลหายไปจากความเป็นจริง (Error of Omission) ร้อยละ 8.47 และมีค่า Producer's Accuracy (ความถูกต้องของผู้ผลิต) ร้อยละ 91.53

การจำแนกบริเวณน้ำ จากข้อมูลอ้างอิงจากภาคสนาม ได้บันทึกบริเวณน้ำเอาไว้ทั้งสิ้น 29 จุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแผนที่ที่ได้จากการวิเคราะห์จำแนกประเภทข้อมูลภาพ พบว่าตรงกัน 23 จุด ส่วนอีก 6 จุด จำแนกเป็นหญ้าทะเล (4 จุด) และทราย (2 จุด) นั่นคือ แผนที่การจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับนั้น เกิดความผิดพลาดเนื่องจากการจำแนกพื้นที่อื่นเป็นพื้นที่บริเวณน้ำ (Error of Commission) ร้อยละ 20.69 นั่นคือ ข้อมูลการจำแนกบริเวณน้ำบนแผนที่การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ มี User's Accuracy ร้อยละ 79.31 ในทางตรงกันข้าม บนแผนที่ซึ่งได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคนี้ ได้จำแนกบริเวณน้ำให้เป็นหญ้าทะเล 1 จุด พบว่ามีความผิดพลาดเนื่องจากการจำแนกข้อมูลหายไปจากความเป็นจริง (Error of Omission) ร้อยละ 4.16 และมีค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 95.83

การจำแนกทราย จากข้อมูลอ้างอิงจากภาคสนาม ได้บันทึกตำแหน่งที่เป็นพื้นทรายเอาไว้จำนวน 30 จุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแผนที่ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ พบว่าตรงกันเกือบทั้งหมด (29 จุด) ยกเว้น 1 จุด ที่เกิดจากการนำเอาพื้นที่หญ้าทะเลมารวมไว้ด้วย นั่นคือการจำแนกประเภทข้อมูลหญ้าทะเลโดยอาศัยเทคนิคนี้ เกิดความผิดพลาดเนื่องจากเอาพื้นที่อื่นเข้ามาด้วย (Error of Commission) ร้อยละ 3.33 และได้ค่า User's Accuracy ร้อยละ 96.67 ในทางตรงกันข้าม บนแผนที่ซึ่งได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยเทคนิคนี้ ได้จำแนกทรายให้เป็นบริเวณหญ้าทะเล 5 จุด และเป็นน้ำ 2 จุด นั่นคือ มีความผิดพลาดเนื่องจากการจำแนกข้อมูลหายไปจากความเป็นจริง (Error of Omission) ร้อยละ 19.44 และมีค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 80.56

ตารางที่ 5-3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกขอบเขตของหญ้าทะเล โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) ด้วยเทคนิค Maximum Likelihood

ประเภทข้อมูล	ข้อมูลอ้างอิง			ผลรวม	User's Accuracy (%) (Error of Commission)
	หญ้าทะเล	บริเวณน้ำ	ทราย		
หญ้าทะเล	54	1	5	60	90.00 % (10.00 %)
บริเวณน้ำ	4	23	2	29	79.31 % (20.69 %)
ทราย	1	-	29	30	96.67 % (3.33 %)
ผลรวม	59	24	36	119	
Producer's Accuracy (%) (Error of Omission)	91.53 % (8.47 %)	95.83 % (4.16 %)	80.56% (19.44%)		89.08 % (Overall Accuracy)

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของวิศรุทธ์ (2557) ซึ่งใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม WorldView-2 ร่วมกับการสำรวจภาคสนามแบบ Line Transect และ Spot Check เพื่อทำแผนที่ขอบเขตและการปกคลุมหญ้าทะเลบริเวณอ่าวป่าคลอก จังหวัดภูเก็ต โดยใช้วิธีจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) เช่นเดียวกับงานวิจัยนี้ พบว่า Overall accuracy ของการศึกษารุ่นนี้ (ร้อยละ 89.08) สูงกว่าที่พบในการศึกษาของวิศรุทธ์ (ร้อยละ 82.35) สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากภาพถ่ายทางอากาศยานไร้คนขับมีรายละเอียดเชิงพื้นที่มากกว่าทำให้จำแนกสิ่งปกคลุมได้ถูกต้องมากกว่า ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาที่ความถูกต้องของหญ้าทะเล บริเวณน้ำ และทราย (Producer's accuracy) มีมากถึงร้อยละ 91.53, 95.83 และ 80.56 ตามลำดับ ในขณะที่ Producer's Accuracy จากการศึกษาของวิศรุทธ์ พบว่า ทรายและเลนถูกต้องเพียงร้อยละ 66.67 หญ้าทะเลชนิด *Halophilo spp.* (ซึ่งมีขนาดเล็ก) ร้อยละ 46.15 หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemisprichi*) ซึ่งมีขนาดปานกลาง ร้อยละ 62.50 ส่วนหญ้าคาทะเลซึ่งมีขนาดใหญ่ถูกต้องร้อยละ 100 ผลการศึกษายืนยันว่า ภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับซึ่งสามารถ

บันทึกภาพภายในระยะต่ำ (ในงานวิจัยนี้อยู่ที่ระดับ 52 เมตรจากพื้นดิน) สามารถจำแนกวัตถุที่มีขนาดเล็ก (หญ้ากุ่มชายเข็มและกุ่มชายทะเล) ได้ดีกว่าภาพถ่ายดาวเทียม

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของจตุพร (2554) ซึ่งใช้เทคนิคความน่าจะเป็นสูงสุดในการจำแนกข้อมูล *Halodule pinifolia* บริเวณอ่าวคังกระเบน จังหวัดจันทบุรี ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม THEOS โดยมี Producer's Accuracy ร้อยละ 89.47 พบว่า การใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับในการศึกษาครั้งนี้ จำแนกหญ้าทะเลชนิดเดียวกันได้ Producer's Accuracy คือ ร้อยละ 91.53 นั่นคือ ข้อมูลที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ที่ดีกว่าจะทำให้จำแนกข้อมูลเดียวกันได้ถูกต้องมากกว่า



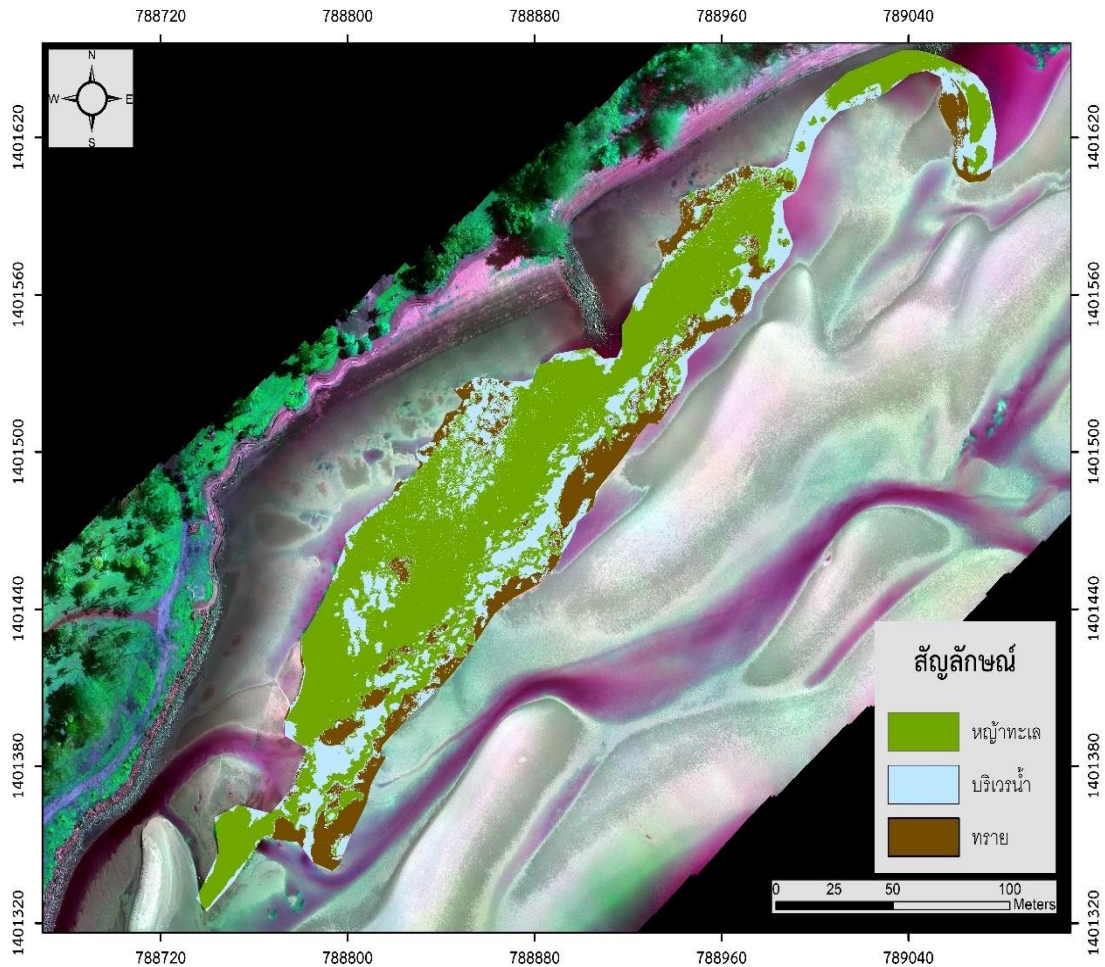
5.2.2 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม Unsupervised Classification

5.2.2.1 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Iso Cluster

ตารางที่ 5-4 แสดงผลการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ศึกษาแบบไม่ควบคุมโดยใช้เทคนิค Iso Cluster พบว่าในพื้นที่ศึกษามีพื้นที่หญ้าทะเลมากที่สุดในพื้นที่ศึกษา คือ 6.74 ไร่ หรือร้อยละ 57.56 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด รองลงมาได้แก่ บริเวณน้ำ ซึ่งมีพื้นที่ 3.15 ไร่ หรือร้อยละ 26.90 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และทราายเป็นประเภทข้อมูลที่พบน้อยที่สุด คือ 1.82 ไร่ หรือร้อยละ 15.54 (ภาพที่ 5.7)

ตารางที่ 5-4 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster

ประเภทของข้อมูล	ขนาดพื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
หญ้าทะเล	6.74	57.56
บริเวณน้ำ	3.15	26.90
ทราย	1.82	15.54
รวม	11.71	100



ภาพที่ 5-7 แผนที่แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster

5.2.2.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster

การตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่แสดงการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ โดยใช้วิธีแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster ได้ค่า Overall accuracy เท่ากับ ร้อยละ 88.24 (ตารางที่ 5-5) รายละเอียดของความถูกต้องและความผิดพลาดของแต่ละประเภทข้อมูลที่ได้จากการจำแนก เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิง เป็นดังนี้

การจำแนกขอบเขตหญ้าทะเล จากข้อมูลอ้างอิงที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม สุ่มตัวอย่าง โดยวิธี Spot check มีจำนวนจุดที่เป็นหญ้าทะเล 60 จุด เมื่อเปรียบเทียบกับแผนที่ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ พบว่ามีจำนวนจุดที่ตรงกันเพียง 53 จุด จุด ส่วนอีก 7 จุด เกิดจากรวมเอาบริเวณน้ำ (5 จุด) และทราย (2 จุด) เข้าไว้กับหญ้าทะเล นั่นคือการจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วย

เทคนิคนี้ เกิดความผิดพลาดเนื่องจากเอาพื้นที่อื่นเข้ามาด้วย (Error of Commission) ร้อยละ 11.67 และได้ค่า User's Accuracy เท่ากับร้อยละ 88.33 ในทางตรงกันข้าม บนแผนที่ซึ่งได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยเทคนิคนี้ ได้จำแนกหญ้าทะเลให้เป็นบริเวณน้ำ 5 จุด ทำให้มีความผิดพลาดเนื่องจากการจำแนกข้อมูลหายไปจากความเป็นจริง (Error of Omission) เท่ากับร้อยละ 8.62 และมีค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 91.38

การจำแนกบริเวณน้ำ เมื่อนำเอาข้อมูลอ้างอิงจากภาคสนามมาเปรียบเทียบกับแผนที่ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ พบว่าตรงกันเพียง 24 จุด ที่เหลืออีก 5 จุด ได้จำแนกเป็นหญ้าทะเล นั่นคือ การจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับนั้น เกิดความผิดพลาดเนื่องจากการจำแนกพื้นที่อื่นเป็นพื้นที่น้ำ (Error of Commission) ร้อยละ 17.24 ซึ่งถือว่าข้อมูลการจำแนกบริเวณน้ำ มี User's Accuracy ร้อยละ 82.76 ในทางตรงกันข้าม บนแผนที่ซึ่งได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ ได้จำแนกบริเวณน้ำให้เป็นหญ้าทะเล 5 จุด และเป็นทราย 2 จุด พบว่ามีความผิดพลาดเนื่องจากการจำแนกข้อมูลหายไปจากความเป็นจริง (Error of Omission) ร้อยละ 22.58 และมีค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 77.42

การจำแนกเป็นทราย ข้อมูลอ้างอิงจากภาคสนาม มีข้อมูลตำแหน่งที่เป็นทราย จำนวน 30 จุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแผนที่ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ พบว่ามีจำนวนจุดที่ตรงกัน 28 จุด ส่วน 2 จุดที่เหลือ เกิดจากการรวมเอาพื้นที่หญ้าทะเลมารวมไว้ด้วย นั่นคือการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ เกิดความผิดพลาดเนื่องจากเอาพื้นที่อื่นเข้ามาด้วย (Error of Commission) ร้อยละ 6.67 และได้ User's Accuracy ร้อยละ 93.33 ในทางตรงกันข้าม บนแผนที่ซึ่งได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ ได้จำแนกบริเวณทรายให้เป็นบริเวณหญ้าทะเล 2 จุด พบว่ามีความผิดพลาดเนื่องจากการจำแนกข้อมูลหายไปจากความเป็นจริง (Error of Omission) ร้อยละ 6.67 และมีค่า Producer's Accuracy ร้อยละ 93.33

ตารางที่ 5-5 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกขอบเขตของหญ้าทะเล โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค Iso Cluster

ประเภทข้อมูล	ข้อมูลอ้างอิง			ผลรวม	User's Accuracy (%) (Error of Commission)
	หญ้าทะเล	บริเวณน้ำ	ทราย		
หญ้าทะเล	53	5	2	60	88.33 % (11.67 %)
บริเวณน้ำ	5	24	-	29	82.76 % (17.24 %)
ทราย	-	2	28	30	93.33 % (6.67 %)
ผลรวม	58	31	30	119	
Producer's Accuracy (%) (Error of Omission)	91.38 % (8.62 %)	77.42 % (22.58 %)	93.33 % (6.67 %)		88.24 % (Overall Accuracy)

จะเห็นว่า Producer's Accuracy จำแนกข้อมูลหญ้าทะเลแบบไม่ควบคุมมีมากกว่า User's Accuracy (ร้อยละ 91.38 และ 88.33) ในขณะที่การจำแนกข้อมูลทรายไม่แตกต่างกัน (ร้อยละ 93.33) แต่บริเวณน้ำต่ำกว่า (ร้อยละ 77.42 และ 82.76) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Duffy et al. (2018) ที่ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ รายละเอียดเชิงพื้นที่สูงมาก (4 มิลลิเมตร) จำแนกหญ้าทะเล 2 ชนิด บริเวณแคว้นเวลส์ สหราชอาณาจักร ที่พบว่าวิธีการจำแนกข้อมูลแบบไม่ควบคุมใช้ประเมินการปกคลุมหญ้าทะเลทั้ง 2 ชนิดได้ดีกว่าการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification) ผลการศึกษานี้ยืนยันว่า ในกรณีที่ภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง การจำแนกหญ้าทะเลแบบไม่ควบคุม ได้ผลดีกว่าเทคนิคอื่น แม้ว่า Producer's Accuracy ในการจำแนกหญ้าทะเล โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (ร้อยละ 91.53) จะไม่แตกต่างจากแบบไม่ควบคุมมากนัก (ร้อยละ 91.38) อย่างไรก็ตาม การที่ความถูกต้องมากของผู้ผลิตในการจำแนกบริเวณน้ำ และทรายด้วยการจำแนกข้อมูลประเภทควบคุมมีมากกว่าแบบไม่ควบคุม จึงทำให้ Overall Accuracy ของการจำแนกแบบควบคุมสูงกว่า

เมื่อเปรียบเทียบ Overall accuracy ของแผนที่ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 2 วิธี พบว่าวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยใช้เทคนิค Maximum Likelihood ให้ค่า Overall accuracy สูงกว่าวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุมโดยใช้เทคนิค Iso Cluster เล็กน้อย (ร้อยละ 89.08 และ 88.24 ตามลำดับ) (ตารางที่ 5-6) ดังนั้นจึงนำเลือกขอบเขตของหญ้าทะเลที่ได้จากการจำแนกแบบควบคุมไปใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งพื้นที่ศึกษา และเป็นขอบเขตในสร้างแผนที่มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลด้วย

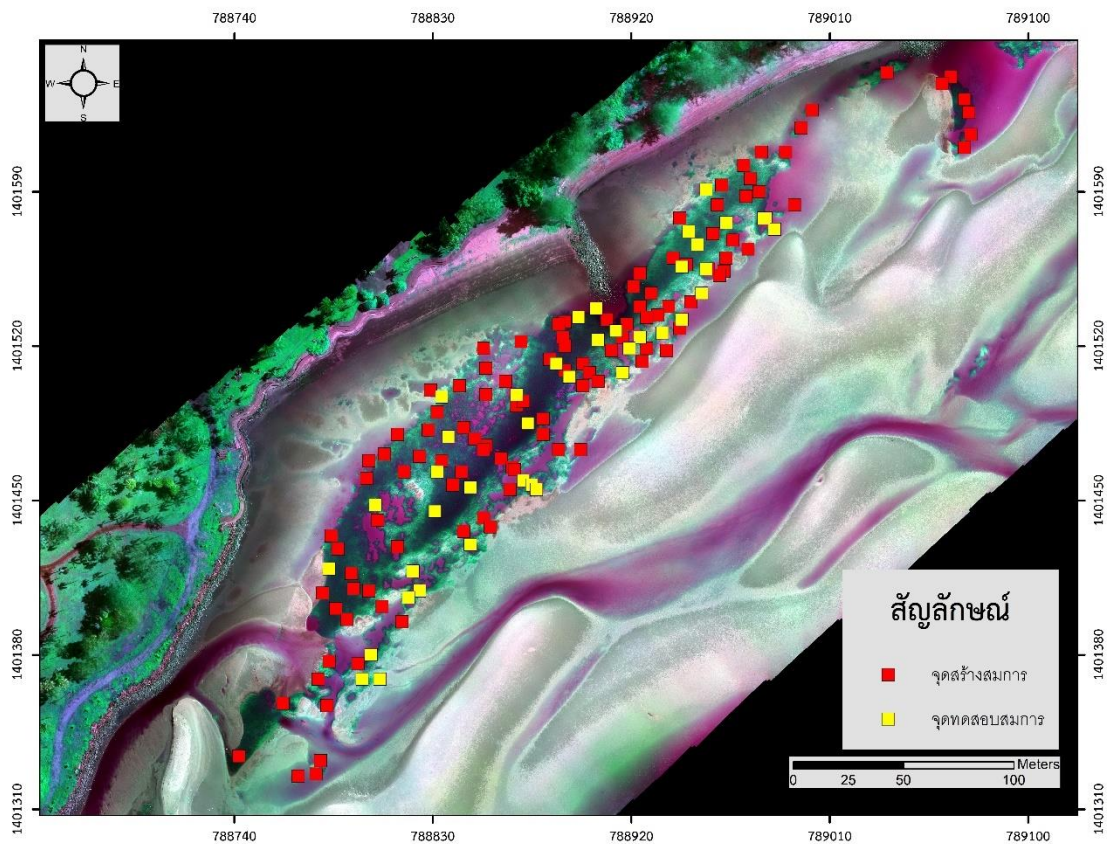
ตารางที่ 5-6 ผลการจำแนกข้อมูลภาพทั้ง 2 วิธี คือ 1. Maximum Likelihood 2. Iso Cluster

	หญ้าทะเล (ไร่)	บริเวณน้ำ (ไร่)	ทราย (ไร่)	Overall accuracy (%)
Maximum Likelihood	6.56	1.93	3.22	89.08
Iso Cluster	6.74	3.15	1.82	88.24

5.3 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล

5.3.1 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากการสำรวจภาคสนาม

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลและประเมินร้อยละการปกคลุมพื้นที่หญ้าทะเลด้วยกรอบสี่เหลี่ยม ขนาด 0.4×0.4 ตารางเมตร จำนวน 150 จุด ทั้งที่เป็นแบบเส้นตรง และ สุ่มเป็นจุด พบว่า ร้อยละการปกคลุมพื้นที่ภายในกรอบสี่เหลี่ยมของทุกจุดที่สุ่มเก็บตัวอย่างอยู่ในพิสัย ร้อยละ 10 ถึง ร้อยละ 100 อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้นำเอาระยะการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลมาร่วมพิจารณาด้วย ภายในจำนวนจุดเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล 150 จุดนั้นได้สุ่มคัดเลือกตัวอย่างอีกครั้งหนึ่งเป็นจำนวน 110 จุด เพื่อนำมาสร้างสมการทำนาย (กำหนดเป็น จุดสร้างสมการ) ส่วนอีก 40 จุดเป็นตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบสมการ (ภาพที่ 5-8) เมื่อนำเอาน้ำหนักแห้งหญ้าทะเลจากแต่ละกรอบสี่เหลี่ยม ของทั้ง 150 จุด มาคำนวณเป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลทั้งพื้นที่ศึกษา พบว่า มีน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลเท่ากับ 3,433.55 kgDW



ภาพที่ 5-8 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล จุดแดง คือ จุดสร้างสมการ และจุดเหลือง คือ จุดทดสอบสมการ

5.3.2. การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ

เมื่อนำมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม จำนวน 110 จุด ที่เป็นจุดสร้างสมการ มาหาความสัมพันธ์กับค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นโดยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) คัดเลือกตัวแปรแบบ Stepwise ผลการศึกษาพบว่า มีตัวแปรอิสระเพียง 1 ตัว คือ ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นขอบแดง (Red Edge) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่เป็นจุดสร้างสมการอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 5.7) จึงคัดเลือกตัวแปรอิสระดังกล่าวเข้าไปใช้ในการสร้างสมการ ดังสมการที่ (3)

ตารางที่ 5-7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนามกับค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นขอบแดง (Red Edge)

	Unstandardized		Standardized		
	Coefficients		Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	102.413	14.047		7.291	.000
Red Edge	-1217.607	326.326	-.338	-3.731	.000

$$Y = 102.413 + (-1217.607) \times (\text{Red Edge}) \quad (3)$$

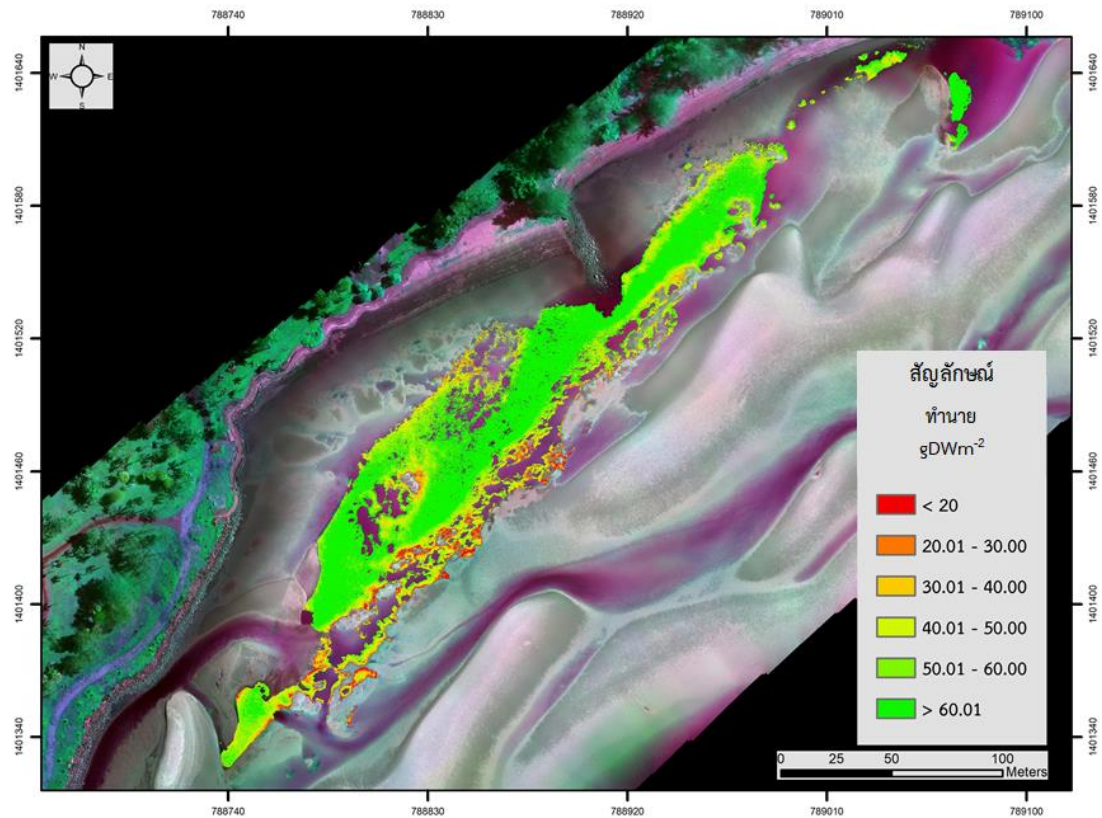
เมื่อ Y = ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม

102.413 = ค่าที่เส้นสมการถดถอยตัดแกน y (y -intercept)

-1217.607 = ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอย

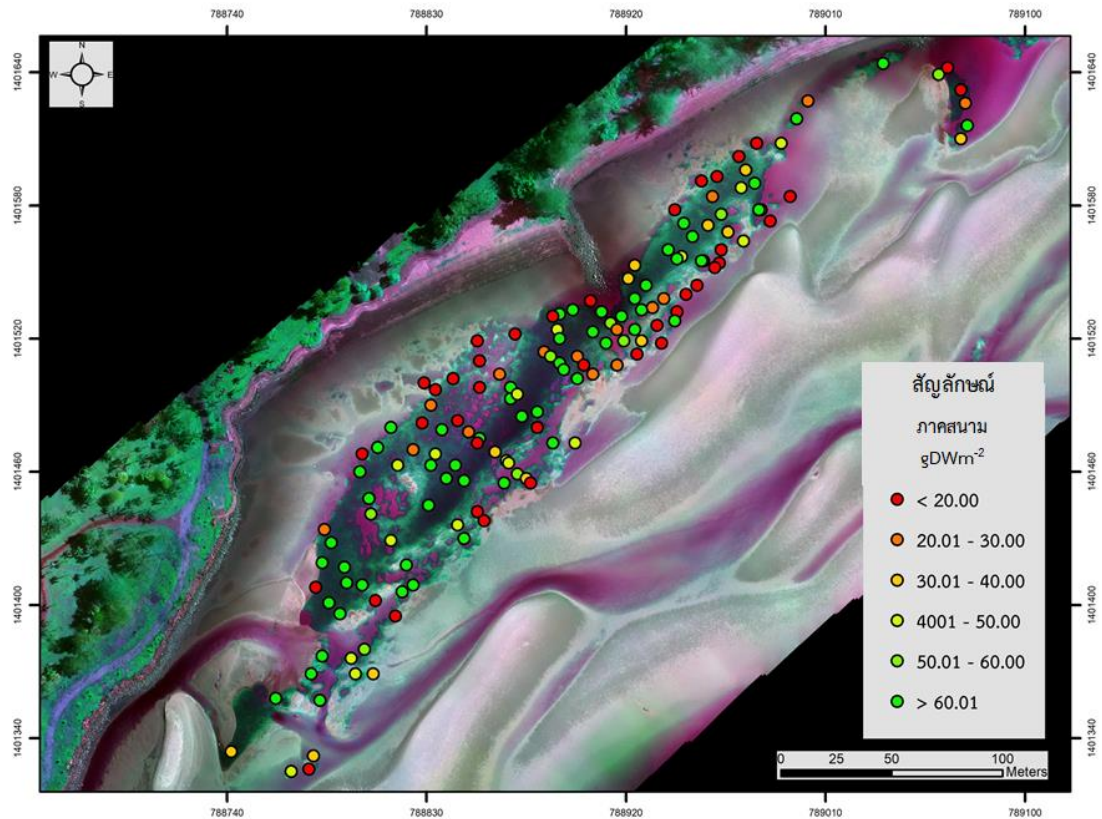
Red Edge = ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นขอบแดง (Red Edge)

นำสมการนี้ไปทำนายค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลในพื้นที่ศึกษา โดยนำค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นขอบแดง ของแต่ละจุดที่เป็นจุดทดสอบสมการ จำนวน 40 จุด มาแทนค่าในสมการ พบว่าทั้งพื้นที่ที่มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่คำนวณได้ เท่ากับ 3,363.76 kgDW คิดเป็นน้ำหนักเฉลี่ย 51.28 gDWm⁻² เมื่อนำเอามวลชีวภาพเหนือพื้นดินหญ้าทะเลที่ได้จากการทำนายด้วยสมการที่ 3 มาสร้างเป็นแผนที่ (ภาพที่ 5-9) พบว่าเกือบทั้งแปลงมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลมากกว่า 50 gDWm⁻² บริเวณที่มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลต่ำกว่า 20 gDWm⁻² พบน้อยมาก และส่วนใหญ่พบที่ขอบแปลงด้านติดกับทะเลนอกชายฝั่งตั้งแต่ช่วงกลางของขอบแปลงลงไปทางตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลในช่วง 20-30 gDWm⁻² 30-40 gDWm⁻² และ 40-50 gDWm⁻² พบกระจายอยู่บริเวณขอบแปลงด้านที่ติดชายฝั่งและด้านนอกที่ติดกับทะเล



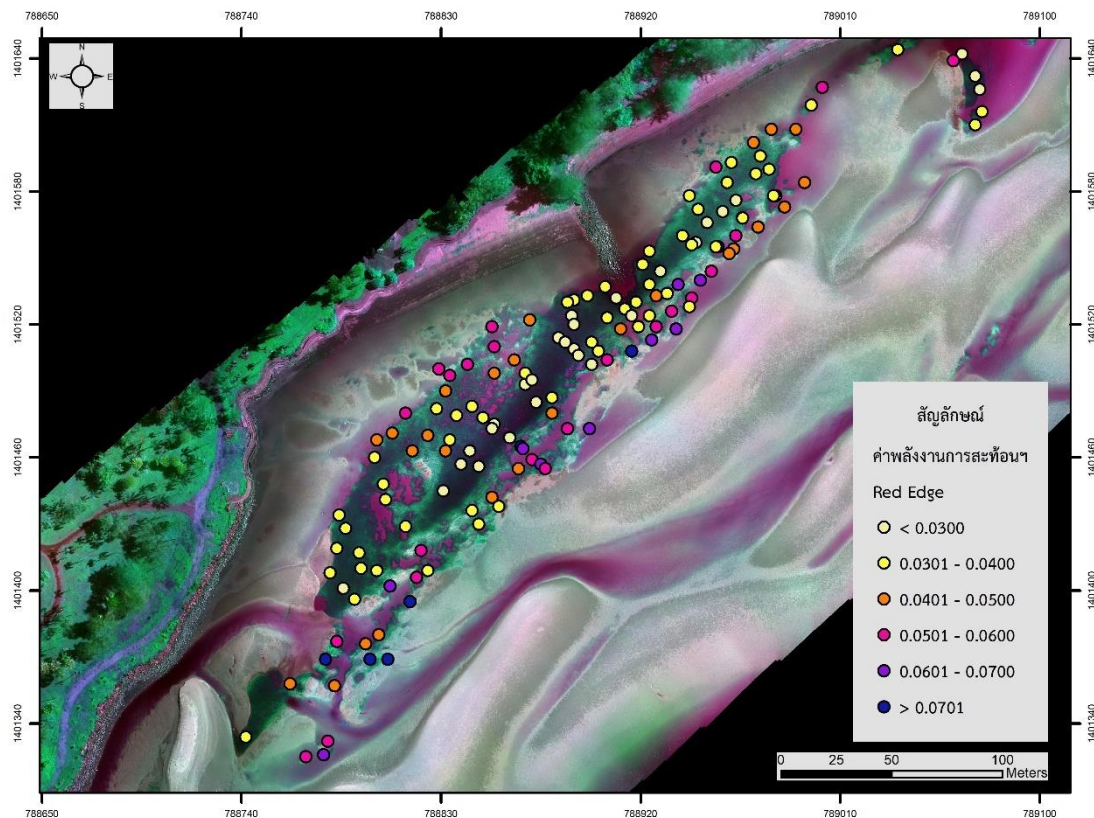
ภาพที่ 5-9 แผนที่แสดงค่าประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการทำนาย

จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการทำนายด้วยสมการมาเปรียบเทียบกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากภาคสนามจำนวน 150 จุด (ภาพที่ 5-10) ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างที่มีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลมากกว่า 50 gDWm⁻² ขึ้นไป จะพบบริเวณตอนกลางของแปลง ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลน้อยกว่า 20 gDWm⁻² จะพบที่ขอบแปลงด้านในที่ติดกับชายฝั่งและด้านนอกที่ติดกับทะเล



ภาพที่ 5-10 แผนที่แสดงค่าประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากภาคสนาม

เมื่อเปรียบเทียบแผนที่แสดงมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนามและจากการทำนายด้วยสมการ พบว่าค่าที่ทำนายได้สูงกว่าค่าที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่ค่าที่ทำนายได้ต่ำกว่าค่าที่ได้จากภาคสนามพบที่บริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของขอบแปลง แสดงให้เห็นว่าค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการทำนายมีค่าแตกต่างกับค่าจากภาคสนาม แม้ว่าการบันทึกภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับจะดำเนินการในช่วงที่ระดับน้ำทะเลลดลงต่ำสุดก็ตาม การมีน้ำอยู่ในพื้นที่มีผลต่อค่าการสะท้อนที่แท้จริงของหญ้าทะเล โดยที่หญ้าทะเลที่อยู่ตรงบริเวณที่ระดับน้ำลึกกว่าจะสะท้อนช่วงคลื่นออกมาได้น้อยกว่า (ภาพที่ 5-11) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Phinn et al. (2008)

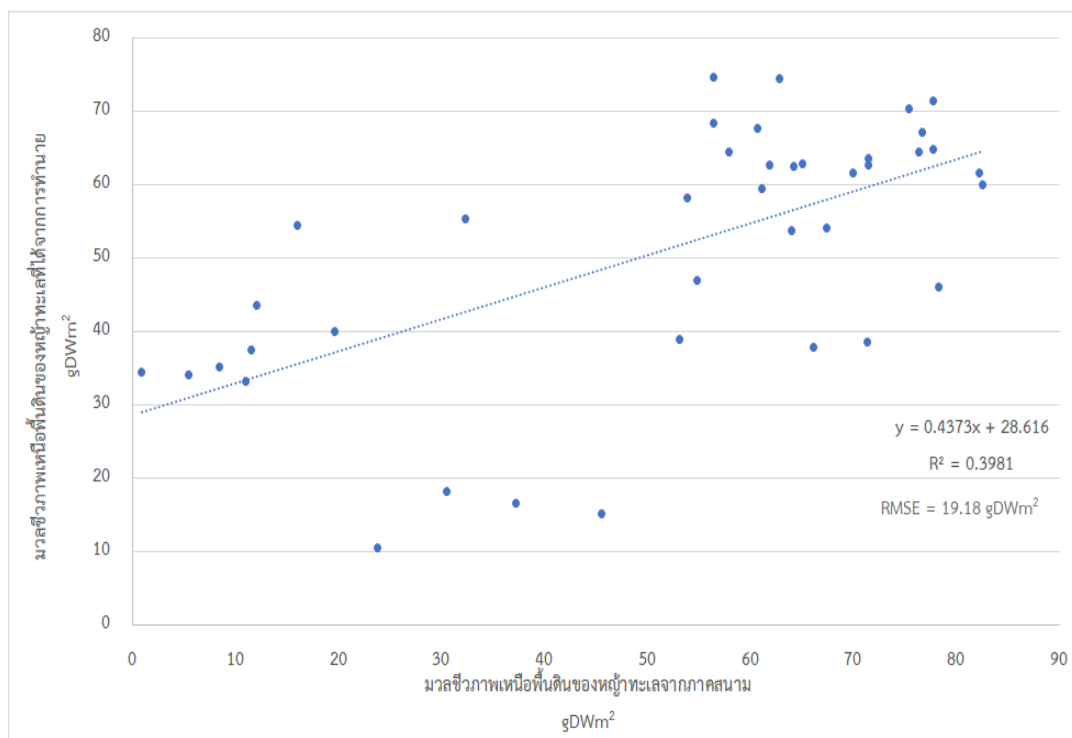


ภาพที่ 5-11 แผนที่แสดงค่าการพลังงานการสะท้อนที่แท้จริงของช่วงคลื่นขอบแดง (Red Edge)

5.3.3 การตรวจสอบความถูกต้องการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากข้อมูลภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับ

เมื่อตรวจสอบความถูกต้องระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ประมาณจากภาพถ่ายทางอากาศยานไร้คนขับและจากภาคสนามด้วยสมการที่แสดงในสมการที่ 3 มีความคลาดเคลื่อน (RMSE) เท่ากับ 19.18 gDWm^{-2} แสดงว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลในตำแหน่งเดียวกัน จะมีความแตกต่างของข้อมูลจากภาคสนามและข้อมูลประมาณจากภาพถ่ายทางอากาศยานไร้คนขับอยู่ที่ 19.18 gDWm^{-2} ความแตกต่างดังกล่าวนี้ส่วนหนึ่งเกิดจากการมีน้ำทะเลท่วมขังในแปลงหญ้าทะเล แม้ว่าระดับน้ำทะเลจะลดลงต่ำที่สุดก็ตาม มวลน้ำก็ยังมีอิทธิพลต่อค่าการสะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริงของหญ้าทะเลในบริเวณนั้น ทำให้มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลในบริเวณดังกล่าวมีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 5-12) นอกจากนี้การประเมินร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลไม่ได้นำเอาระยะการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลมารวมพิจารณาด้วย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ เนื่องจากมีหลายจุดที่ร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลเท่ากัน แต่ระยะการเจริญเติบโตต่างกัน สิ่งนี้ส่งผลให้ค่าการพลังงานสะท้อนมีความแตกต่างกัน จึงทำให้มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ประมาณได้ต่างกัน และค่าที่ได้ยังแตกต่างจากค่าการ

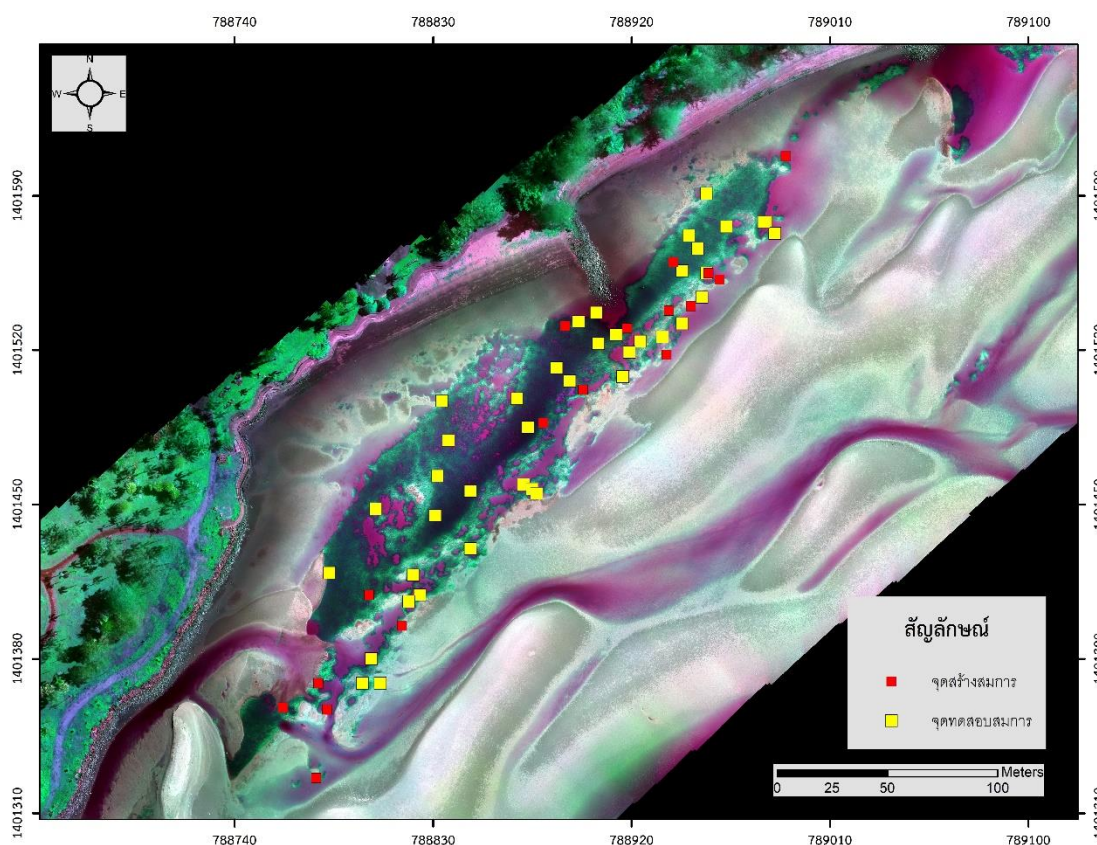
สำรวจภาคสนามอีกด้วย เมื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนามและจากการทำนาย (ภาพที่ 5-12) พบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวก โดยมีค่า $R^2 = 0.3981$



ภาพที่ 5-12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากการทำนาย (จุดทดสอบสมการ 40 จุด)

ผลการศึกษานี้ สอดคล้องผลการศึกษาของRoelfsema et al. (2014) ซึ่งศึกษา มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล บริเวณอ่าว Moreton ซึ่งตั้งอยู่แถบชายฝั่งตะวันออกของ ออสเตรเลีย ที่ประกอบด้วยหญ้าทะเลหลายสายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ *Z.muelleri* / *H.uninervis* (*H.uninervis* คือ สายพันธุ์เดียวกับการศึกษาครั้งนี้) มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล จากการสังเกตภาคสนาม และจากการทำนายของทุกสายพันธุ์ แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก โดยมีค่า Pearson's $R = 0.81$ และ $RMSE = 15.71 \text{ gDWm}^{-2}$ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ ที่เป็น สายพันธุ์ *Z.muelleri* / *H.uninervis* เพียงอย่างเดียวก็ยังสามารถทำนายมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมได้ แต่ค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากระดับน้ำมีผลต่อค่าพลังงาน การสะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริงของหญ้าทะเล ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่มีหญ้าทะเล สายพันธุ์เดียวกัน

เพื่อยืนยันการอภิปรายผลที่ว่าความลึกของน้ำทะเลในขณะที่บันทึกภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับมีอิทธิพลต่อค่าพลังงานการสะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริงทำให้มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการทำนายสูงกว่าที่ได้จากภาคสนาม จึงมีการทดสอบเพิ่มเติมโดยการคัดเลือกตำแหน่งสำรวจหญ้าทะเลจากภาคสนามที่ได้รับอิทธิพลของระดับน้ำทะเลน้อยที่สุด ประกอบด้วยจุดสร้างสมการ 17 จุด (จากเดิม 110 จุด) และจุดทดสอบสมการยังคงเป็นจุดเดิม (ภาพที่ 5-13)



ภาพที่ 5-13 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล สีแดง คือ จุดสร้างสมการ และ สีเหลือง คือ จุดทดสอบสมการ

นำเอาทั้ง 17 จุด มาหาความสัมพันธ์กับค่าพลังงานการสะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริงโดยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) คัดเลือกตัวแปรแบบ Stepwise พบว่าค่าสะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริงของช่วงคลื่นสีแดงเพียงตัวแปรเดียวเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 5-8) จึงนำเอาตัวแปรดังกล่าวไปสร้างสมการทำนายมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลดังสมการที่ 4

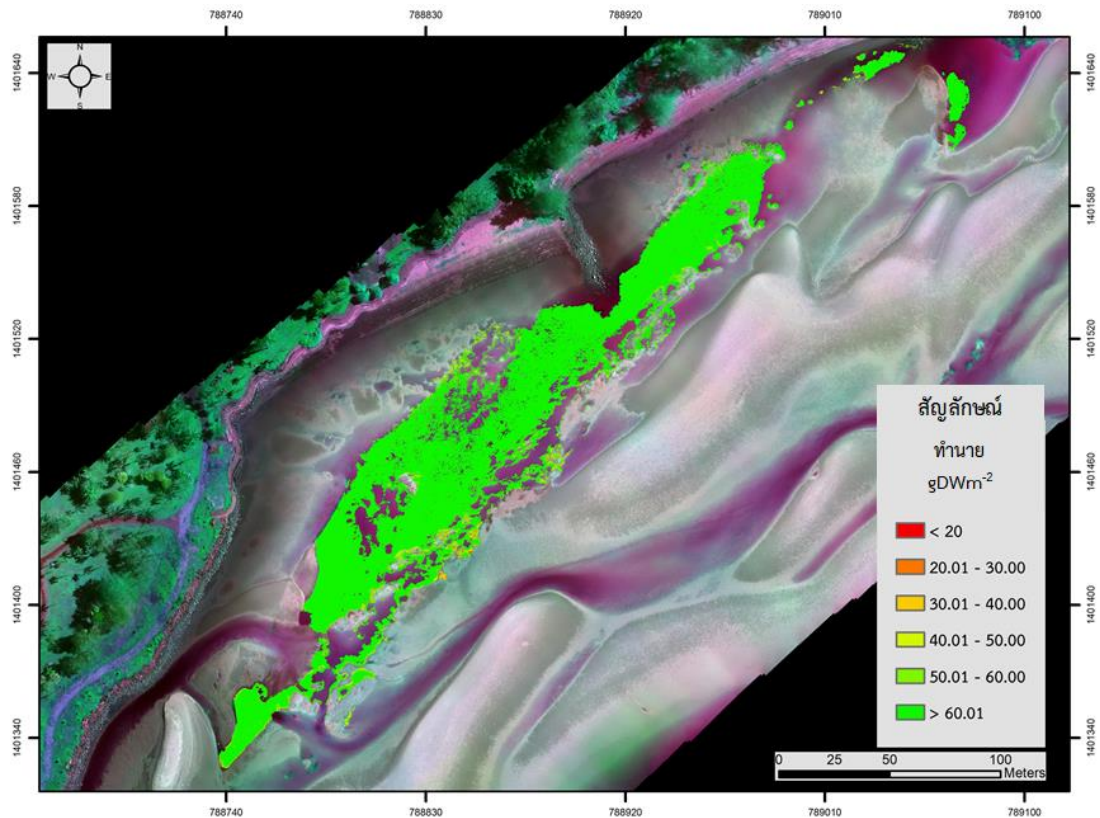
ตารางที่ 5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลกับค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นสีแดง (Red)

	Unstandardized		Standardized		
	Coefficients		Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	t	Sig.
(Constant)	93.045	5.333		17.446	.000
Red	-1069.061	112.915	-.926	-9.468	.000

$$Y = (93.045) + (-1069.061) X \text{ Red} \quad (4)$$

เมื่อ	Y	= ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม
	93.045	= ค่าที่เส้นสมการถดถอยตัดแกน y (y-intercept)
	-1069.061	= ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอย
	Red	= ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นสีแดง

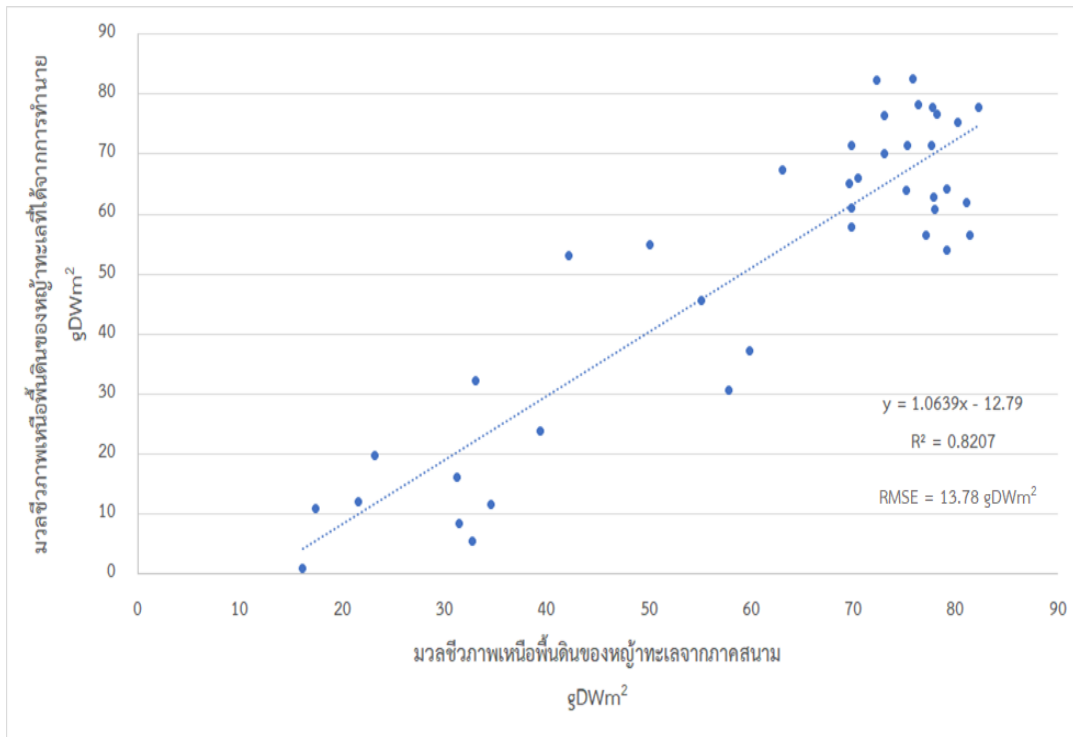
เมื่อนำค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากการทำนายมาสร้างแผนที่ (ภาพที่ 5-14) และนำไปเปรียบเทียบกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากภาคสนาม (ภาพที่ 5-10) พบว่าความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามและการทำนายแตกต่างจากเดิม (ภาพที่ 5-9) โดยเฉพาะบริเวณช่วงกลางแปลง และขอบแปลงทั้งด้านที่ติดกับชายฝั่งและด้านที่ติดกับทะเล ผลการทดสอบครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำมีอิทธิพล ทำให้ค่าการสะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริงของหญ้าทะเลต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เมื่อนำมาสร้างสมการทำนายจึงส่งผลให้มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลสูงกว่าค่าที่ควรจะเป็น แต่เมื่อลดอิทธิพลของน้ำโดยเลือกจุดที่มีระดับน้ำตื้นที่สุดมาสร้างสมการ ผลที่ได้จึงมีความใกล้เคียงกับข้อมูลในพื้นที่จริงมากขึ้น



ภาพที่ 5-14 แผนที่แสดงค่าประมณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหล้าทะเลที่ได้จากการทำนาย

เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประมณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหล้าทะเล โดย RMSE พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 13.78 gDWm^{-2} นั่นคือ ตำแหน่งเดียวกันมีความแตกต่างระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากภาคสนามและจากการทำนาย เท่ากับ 13.78 gDWm^{-2}

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหล้าทะเลจากภาคสนามและจากการทำนาย (ภาพที่ 5-15) พบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวก โดยมีค่า $R^2 = 0.8207$ จากการทดสอบครั้งนี้เป็นสิ่งยืนยันว่าระดับน้ำทะเลส่งผลต่อค่าการสะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริงทำให้มวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากการทำนายแตกต่างจากที่ควรจะเป็น แม้ว่าค่าที่ได้จากการทำนาย (จาก 40 จุด) และค่าที่ได้จากภาคสนามจะมีความสัมพันธ์กัน แต่ค่า R^2 ต่ำ เมื่อคัดเลือกตัวแปรเพื่อลดอิทธิพลของระดับน้ำ (การทดสอบ) ทำให้ค่า R^2 สูงขึ้น



ภาพที่ 5-15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากการทำนาย

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ เพื่อจำแนกประเภทข้อมูล และประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล หมู่บ้านเรือकार์เด็นท์ ตำบลกร่ำ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง โดยบันทึกภาพด้วยกล้อง Multispectral ในช่วงเวลาที่ระดับน้ำทะเลลดลงต่ำที่สุด และก่อนหน้าช่วงเวลา 1 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลในช่วงเวลาที่ระดับน้ำทะเลลดลงต่ำที่สุด เช่นเดียวกัน ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 การสำรวจในภาคสนาม

ในการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับภายในพื้นที่ 267 x 725 ตารางเมตร เมื่อนำภาพทั้งหมดมาประมวลผล พบว่าภายในพื้นที่ศึกษามีสิ่งปกคลุม 3 ประเภท ประกอบด้วย หญ้าทะเล บริเวณน้ำ และทราย ซึ่งเป็นพื้นที่หญ้าทะเลทั้งหมด 6.56 ไร่

6.2 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพจากอากาศยานไร้คนขับ

การจำแนกประเภทข้อมูลที่ได้จากการบันทึกภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ โดยเปรียบเทียบเทคนิคการจำแนกแบบควบคุมและแบบไม่ควบคุม พบว่าการจำแนกแบบควบคุมโดยเทคนิค Maximum Likelihood ให้ผลดีกว่าการจำแนกแบบไม่ควบคุม เนื่องจากให้ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) สูงกว่า

การวิจัยในครั้งนี้พบว่า การใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อศึกษาหญ้าทะเลมีข้อดี ได้แก่ 1) สามารถกำหนดเวลาที่สนใจบันทึกภาพถ่ายในพื้นที่ศึกษาได้ 2) รายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) ของข้อมูลจากการบันทึกภาพถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับมีความละเอียดเพียงพอที่จะใช้จำแนกหญ้าทะเลได้ และ 3) ข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเมื่อเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมมีรายละเอียดสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตาม การใช้อากาศยานไร้คนขับยังมีข้อจำกัดในเรื่องความเสถียรในการบันทึกภาพในช่วงเวลาที่จำกัด และในการบินเพื่อบันทึกภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพอากาศช่วงเวลาที่ทำการสำรวจอีกด้วย

6.3 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล

6.3.1 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม

ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากการสำรวจในภาคสนาม ของตัวอย่างทั้งหมด 150 จุด หรือคัดเลือกเฉพาะ 110 จุด หรือ 40 จุด พบว่าค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลทั้งพื้นที่ศึกษาไม่แตกต่างกันนัก (3,527.77 kgDW, 3,445.89 kgDW และ 3,399.63 kgDW ตามลำดับ) โดยร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลทั้งหมดอยู่ในพิสัยร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 100

แผนที่การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม พบตำแหน่งที่มีมวลชีวภาพหญ้าทะเลต่ำกว่า 20 gDWm^{-2} อยู่บริเวณขอบแปลงด้านที่ติดกับชายฝั่งทะเล โดยส่วนใหญ่มวลชีวภาพหญ้าทะเลที่มีน้ำหนักมากกว่า 60 gDWm^{-2} พบมากที่บริเวณตอนกลางแปลงของพื้นที่ ซึ่งเป็นบริเวณที่ระดับน้ำทะเลค่อนข้างลึกกว่าบริเวณอื่น

6.3.2 การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

การประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งมีเฉพาะค่าพลังงานการสะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริง ช่วงคลื่นขอบแดง (Red Edge) เท่านั้นที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลทั่วทั้งแปลงคือ $3,363.76 \text{ kgDW}$ ซึ่งต่ำกว่าการประมาณค่ามวลชีวภาพในภาคสนามคิดเป็นร้อยละ 1.07

แผนที่มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลที่ได้จากการทำนาย บริเวณที่มีค่าน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลน้อยกว่า 20 gDWm^{-2} มีพื้นที่น้อยกว่าที่พบในแผนที่มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม และพบกระจุกตัวบริเวณขอบแปลงด้านนอกชายฝั่งทะเล ซึ่งส่วนใหญ่มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลในแผนที่ที่ได้จากการทำนายจะมีค่ามากกว่า 50 gDWm^{-2} จะพบว่าบริเวณที่มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากการทำนายแตกต่างจากภาคสนามนั้นเป็นพื้นที่ที่มีระดับน้ำทะเลค่อนข้างสูงกว่าส่วนอื่น การมีน้ำทำให้การสะท้อนแสงจากผิวโลกที่แท้จริง ความยาวช่วงคลื่นสะท้อนออกมาต่ำ ทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนรบกวนกำลังสองเฉลี่ย 19.18 gDWm^{-2}

6.4 ข้อเสนอแนะ

6.4.1 ควรบันทึกระยะเวลาการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลมาพิจารณา ร่วมกับการประเมินร้อยละการปกคลุมพื้นที่ของหญ้าทะเลด้วย

6.4.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของค่าพลังงานการสะท้อนที่ได้รับอิทธิพลจากมลน้ำในภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อความถูกต้องที่มากขึ้น

6.4.3 ควรมีการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลหลายช่วงเวลาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของหญ้าทะเลในแต่ละช่วงเวลา

6.4.4 การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล ควรเก็บตัวอย่างหญ้าทะเลในบริเวณที่ระดับน้ำทะเลตื้นที่สุด เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของค่าการสะท้อนที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำ



บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2554). สถานภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเล พ.ศ.2550-2554 29-39.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2558). รายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพและศักยภาพ ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง : ปะการังและหญ้าทะเล ปี 2558 65-121.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). ภูมิอากาศจังหวัดจันทบุรี.
- จตุพร พันธุ์ทอง. (2554). การประยุกต์เทคนิคการรับรู้ระยะไกลเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจาก หลายแหล่งในการจำแนกหญ้าทะเล กรณีศึกษา : อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี. การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มสธ., (ครั้งที่ 1).
- วิศรุทธิ์ อินทรเรือง. (2557). การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลเพื่อสร้างแผนที่ขอบเขตและการ แพร่กระจายของหญ้าทะเล กรณีศึกษา อ่าวป่าคลอก จังหวัดภูเก็ต. การประชุมวิทยาศาสตร์ ทางทะเล, (ครั้งที่ 4), 102-112.
- ศิวา แก้วปลั่ง. (2561). การประเมินการใช้ภาพถ่ายทางอากาศยานไร้คนขับสำหรับการประมาณค่าชีวมวลเหนือพื้นดินของต้นหม่อน. แก่นเกษตร 46 ฉบับพิเศษ 1 381-387.
- สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ. (2555). ข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเทศไทย พ.ศ.2555 ครั้งที่ 1.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน. (2561). รายงานการสำรวจและประเมิน สถานภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ปะการังและหญ้าทะเล ปีงบประมาณ 2561.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่ง และป่าชายเลน. (ม.ป.ป.). รายงานติดตามการ เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในแหล่งหญ้าทะเลกระบี่โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). รายงานสถานการณ์คุณภาพ สิ่งแวดล้อม พ.ศ.2560.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2556). ตำราเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศศาสตร์.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี). (2559). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม ภาคตะวันออก ปี 2559.
- สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง. (2555). เอกสารสารสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง ปี 2555.

- อธิพงษ์ ศิริมังคละ. (2559). อิทธิพลของฤดูกาลต่อการแพร่กระจายของหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดระยอง. *แก่นเกษตร* 44, 745-751.
- โอฬาร ถิ่นบางเตียว. (2559). จังหวัดระยอง : จากเศรษฐกิจชุมชนถึงทุนนิยมโลกาภิวัตน์. *เศรษฐศาสตร์การเมืองบูรพา*, 47-71.
- Bell, S. S., Mark S. Fonseca, & Stafford., N. B. (2007). "Seagrass ecology: new contributions from a landscape perspective.". 625-645.
- Brown, S. (1997). Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: A Primer. *FAO Forestry Paper*, 134.
- Costanza R, Ralph d'Arg, Rudolf de Groot, Stephen Farberk, Monica Grasso, Bruce Hannon, et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. 253-260.
- Demoll, R. (1972). "Betrachtungen uber produktions berechnungen. *hydrobiol*, 18, 460-463.
- Duarte, C. M., & Chiscano, C. L. (1999). Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquatic botany*, 65(1-4), 159-174.
- Duarte, C. M., Dennison, W. C., Orth, R. J. W., & Carruthers, T. J. B. (2008). The Charisma of Coastal Ecosystems: Addressing the Imbalance. *Estuaries and Coasts*, 31(2), 233-238. doi:10.1007/s12237-008-9038-7
- Duffy, J. P., Pratt, L., Anderson, K., Land, P. E., & Shutler, J. D. (2018). Spatial assessment of intertidal seagrass meadows using optical imaging systems and a lightweight drone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 200, 169-180.
- Gotceitas, V., Fraser, S., & Brown, J. A. (1997). Use of eelgrass beds (*Zostera marina*) by juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54(6), 1306-1319.
- Green, E. P., Frederick T. Short, & Frederick., T. (2003). World atlas of seagrasses. *Univ of California Press*.
- McKenzie, J. L., M. A. Finkbeiner, & Kirkman., H. (2001). Methods for mapping seagrass distribution. Global Seagrass Research Methods. *Global Seagrass Research Methods* 101-121.

- Mtwana Nordlund, L., Koch, E. W., Barbier, E. B., & Creed, J. C. (2016). Seagrass Ecosystem Services and Their Variability across Genera and Geographical Regions. *PLoS One*, 11(10), e0163091. doi:10.1371/journal.pone.0163091
- Phinn, S., Roelfsema, C., Dekker, A., Brando, V., & Anstee, J. (2008). Mapping seagrass species, cover and biomass in shallow waters: An assessment of satellite multi-spectral and airborne hyper-spectral imaging systems in Moreton Bay (Australia). *Remote Sensing of Environment*, 112(8), 3413-3425
- Richards, J. A., & Jia, X. (2006). Remote sensing digital image analysis: an introduction (4th ed).
- Roelfsema, C. M., Lyons, M., Kovacs, E. M., Maxwell, P., Saunders, M. I., Samper-Villarreal, J., et al. (2014). Multi-temporal mapping of seagrass cover, species and biomass: A semi-automated object based image analysis approach. *Remote Sensing of Environment*, 150, 172-187. doi:10.1016/j.rse.2014.05.001
- Short, F. T., Polidoro, B., Livingstone, S. R., Carpenter, K. E., Bandeira, S., Bujang, J. S., et al. (2011). Extinction risk assessment of the world's seagrass species. *Biological Conservation*, 144(7), 1961-1971. doi:10.1016/j.biocon.2011.04.010
- Térrados, J., & Borum, J. (2004). "Why are seagrasses important? - Goods and services provided by seagrass meadows": "The M".
- Ventura, D., Bruno, M., Jona Lasinio, G., Belluscio, A., & Ardizzone, G. (2016). A low-cost drone based application for identifying and mapping of coastal fish nursery grounds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 171, 85-98.
- Watson, R. A., Coles, R. G., & Lee Long, W. J. (1993). Simulation estimates of annual yield and landed value for commercial penaeid prawns from a tropical seagrass habitat, Northern Queensland, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 44(1). doi:10.1071/mf9930211
- Waycotta M, Carlos M. Duarteb, Tim J. B. Carruthersc, Robert J. Orthd, William C. Dennisonc, Suzanne Olyarnike, et al. (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the national academy of sciences*, 12377-12381.
- Willis, D. P. (1983). Moorland and shore : their place in the human geography of old Orkney.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



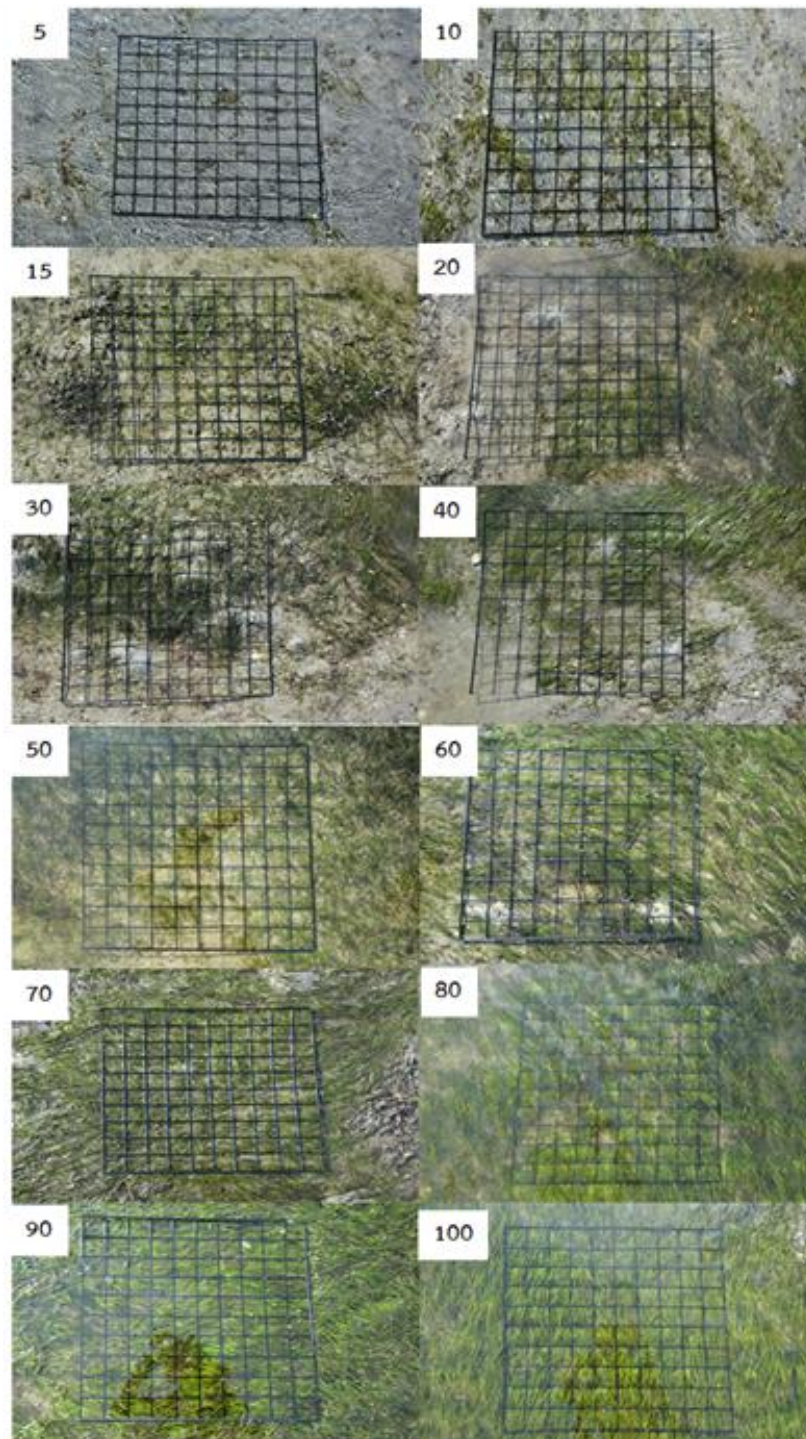
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY





ภาพผนวกที่ 1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม



ภาพผนวกที่ 2 ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลตำแหน่ง ข้อมูลอ้างอิงในภาคสนามสำหรับเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จาก
 จำแนกประเภทข้อมูลจากภาพถ่ายอากาศยานไร้คนขับ

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)		ประเภทข้อมูล
	ตะวันออก	เหนือ	
1	789073	1401626	หญ้าทะเล
2	789071	1401632	หญ้าทะเล
3	789036	1401644	หญ้าทะเล
4	788971	1401602	หญ้าทะเล
5	788974	1401596	หญ้าทะเล
6	788961	1401593	หญ้าทะเล
7	788972	1401588	หญ้าทะเล
8	788959	1401584	หญ้าทะเล
9	788963	1401576	หญ้าทะเล
10	788942	1401578	หญ้าทะเล
11	788946	1401572	หญ้าทะเล
12	788950	1401566	หญ้าทะเล
13	788954	1401555	หญ้าทะเล
14	788943	1401556	หญ้าทะเล
15	788924	1401553	หญ้าทะเล
16	788924	1401538	หญ้าทะเล
17	788927	1401533	หญ้าทะเล
18	788932	1401534	หญ้าทะเล
19	788934	1401526	หญ้าทะเล
20	788916	1401524	หญ้าทะเล
21	788919	1401519	หญ้าทะเล
22	788916	1401508	หญ้าทะเล
23	788901	1401508	หญ้าทะเล
24	788898	1401512	หญ้าทะเล
25	788890	1401520	หญ้าทะเล
26	788889	1401524	หญ้าทะเล
27	788887	1401530	หญ้าทะเล

ลำดับที่	ตำแหน่งพิชิตภูมิศาสตร์ (UTM)		ประเภทข้อมูล
	ตะวันออก	เหนือ	
28	788873	1401485	หญ้าทะเล
29	788871	1401495	หญ้าทะเล
30	788868	1401498	หญ้าทะเล
31	788863	1401504	หญ้าทะเล
32	788853	1401519	หญ้าทะเล
33	788834	1401497	หญ้าทะเล
34	788844	1401483	หญ้าทะเล
35	788849	1401478	หญ้าทะเล
36	788854	1401475	หญ้าทะเล
37	788853	1401473	หญ้าทะเล
38	788861	1401469	หญ้าทะเล
39	788875	1401457	หญ้าทะเล
40	788865	1401455	หญ้าทะเล
41	788824	1401470	หญ้าทะเล
42	788834	1401468	หญ้าทะเล
43	788832	1401463	หญ้าทะเล
44	788843	1401463	หญ้าทะเล
45	788847	1401456	หญ้าทะเล
46	788800	1401460	หญ้าทะเล
47	788853	1401442	หญ้าทะเล
48	788856	1401438	หญ้าทะเล
49	788831	1401445	หญ้าทะเล
50	788847	1401430	หญ้าทะเล
51	788804	1401448	หญ้าทะเล
52	788805	1401441	หญ้าทะเล
53	788814	1401429	หญ้าทะเล
54	788821	1401418	หญ้าทะเล
55	788824	1401489	หญ้าทะเล
56	788819	1401406	หญ้าทะเล

ลำดับที่	ตำแหน่งพิชิตภูมิศาสตร์ (UTM)		ประเภทข้อมูล
	ตะวันออก	เหนือ	
57	788783	1401419	หญ้าทะเล
58	788794	1401410	หญ้าทะเล
59	788786	1401401	หญ้าทะเล
60	788791	1401396	หญ้าทะเล
61	788760	1401349	บริเวณน้ำ
62	788762	1401351	บริเวณน้ำ
63	788783	1401351	บริเวณน้ำ
64	788781	1401358	บริเวณน้ำ
65	788786	1401370	บริเวณน้ำ
66	788793	1401360	บริเวณน้ำ
67	788793	1401367	บริเวณน้ำ
68	788799	1401374	บริเวณน้ำ
69	788788	1401384	บริเวณน้ำ
70	788799	1401382	บริเวณน้ำ
71	788802	1401388	บริเวณน้ำ
72	788809	1401385	บริเวณน้ำ
73	788809	1401398	บริเวณน้ำ
74	788820	1401402	บริเวณน้ำ
75	788800	1401404	บริเวณน้ำ
76	788813	1401440	บริเวณน้ำ
77	788815	1401457	บริเวณน้ำ
78	788860	1401447	บริเวณน้ำ
79	788851	1401488	บริเวณน้ำ
80	788852	1401508	บริเวณน้ำ
81	788865	1401499	บริเวณน้ำ
82	788895	1401495	บริเวณน้ำ
83	788898	1401536	บริเวณน้ำ
84	788912	1401534	บริเวณน้ำ
85	788925	1401556	บริเวณน้ำ

ลำดับที่	ตำแหน่งพิชิตภูมิศาสตร์ (UTM)		ประเภทข้อมูล
	ตะวันออก	เหนือ	
86	788940	1401542	บริเวณน้ำ
87	788984	1401588	บริเวณน้ำ
88	789005	1401631	บริเวณน้ำ
89	789060	1401644	บริเวณน้ำ
90	789064	1401605	บริเวณน้ำ
91	789059	1401627	ทราย
92	789024	1401635	ทราย
93	788970	1401606	ทราย
94	788949	1401595	ทราย
95	788943	1401584	ทราย
96	788935	1401577	ทราย
97	788975	1401570	ทราย
98	788971	1401558	ทราย
99	788966	1401559	ทราย
100	788934	1401578	ทราย
101	788962	1401550	ทราย
102	788952	1401549	ทราย
103	788946	1401541	ทราย
104	788942	1401539	ทราย
105	788931	1401529	ทราย
106	788930	1401527	ทราย
107	788921	1401508	ทราย
108	788907	1401500	ทราย
109	788907	1401491	ทราย
110	788895	1401486	ทราย
111	788849	1401522	ทราย
112	788844	1401514	ทราย
113	788839	1401507	ทราย
114	788864	1401442	ทราย

ลำดับที่	ตำแหน่งศึกษาศาสตร์ (UTM)		ประเภทข้อมูล
	ตะวันออก	เหนือ	
115	788813	1401408	ทราย
116	788796	1401396	ทราย
117	788775	1401369	ทราย
118	788790	1401353	ทราย
119	788770	1401357	ทราย



ตารางผนวกที่ 2 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่าง และประเมินร้อยละการปกคลุมหญ้าทะเล ในพื้นที่ศึกษา
หมู่บ้านรือคการ์เด็นท์ อ.แกลง จ.ระยอง

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)		ร้อยละ การปกคลุมหญ้า ทะเล	น้ำหนักแห้งของหญ้า ทะเล g / Quadrat
	ตะวันออก	เหนือ		
1	789065	1401642	50	3.1670
2	789061	1401639	60	8.9562
3	789071	1401632	80	2.7072
4	789073	1401626	50	3.5880
5	789074	1401616	80	24.3360
6	789071	1401610	60	5.6316
7	789036	1401644	100	22.7180
8	789002	1401627	50	4.6615
9	788997	1401619	80	10.3928
10	788990	1401608	90	7.7328
11	788979	1401608	20	1.1996
12	788971	1401602	15	0.9527
13	788974	1401596	50	5.1655
14	788978	1401590	80	18.5872
15	788981	1401578	70	5.1765
16	788994	1401584	15	0.2108
17	788985	1401573	30	1.9344
18	788980	1401578	90	11.2005
19	788972	1401588	70	6.4407
20	788961	1401593	50	1.0250
21	788954	1401591	15	0.8727
22	788959	1401584	40	3.2416
23	788963	1401576	70	9.0384
24	788966	1401568	60	5.3748
25	788973	1401564	80	6.5112
26	788963	1401560	20	0.6942

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)		ร้อยละ	น้ำหนักแห้งของหญ้า
	ตะวันออก	เหนือ	การปกคลุมหญ้า ทะเล	ทะเล g / Quadrat
27	788957	1401571	40	6.2320
28	788942	1401578	20	0.3352
29	788946	1401572	70	11.4387
30	788950	1401566	70	12.0673
31	788962	1401554	20	0.4038
32	788960	1401552	60	2.7696
33	788955	1401555	80	8.9528
34	788943	1401556	70	11.4443
35	788939	1401560	60	10.8168
36	788945	1401557	70	7.9737
37	788954	1401555	70	10.4223
38	788952	1401544	40	1.7600
39	788947	1401540	40	1.0928
40	788943	1401532	50	3.1500
41	788932	1401534	40	3.9192
42	788937	1401538	50	3.9440
43	788929	1401544	80	19.5288
44	788924	1401553	60	5.3478
45	788921	1401547	50	4.9845
46	788924	1401538	80	15.2296
47	788927	1401533	80	13.2104
48	788934	1401526	40	1.3520
49	788942	1401528	80	14.7624
50	788936	1401518	30	0.8499
51	788927	1401519	60	5.8872
52	788924	1401524	70	10.7835
53	788918	1401530	70	9.8693
54	788904	1401537	40	2.5720

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)		ร้อยละ	น้ำหนักแห้งของหญ้า
	ตะวันออก	เหนือ	การปกคลุมหญ้า ทะเล	ทะเล g / Quadrat
55	788909	1401532	70	15.1361
56	788913	1401527	60	9.2748
57	788916	1401524	50	3.9425
58	788919	1401519	60	8.6304
59	788925	1401513	20	0.4928
60	788916	1401508	50	3.8060
61	788911	1401518	50	9.9850
62	788905	1401523	50	10.2755
63	788896	1401533	70	13.1691
64	788890	1401531	70	12.8660
65	788887	1401530	30	1.5171
66	788889	1401524	70	7.1862
67	788890	1401520	80	28.3736
68	788898	1401512	50	3.8170
69	788901	1401508	60	2.9196
70	788905	1401504	40	4.3524
71	788898	1401502	70	10.2256
72	788892	1401506	60	12.2766
73	788890	1401509	60	16.3890
74	788886	1401512	70	9.0398
75	788883	1401514	50	3.5350
76	788870	1401522	20	0.7276
77	788853	1401519	20	0.3800
78	788854	1401510	15	0.4454
79	788863	1401504	50	3.9060
80	788868	1401498	80	12.2160
81	788871	1401495	70	7.3066
82	788880	1401487	60	13.5630

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)		ร้อยละ	น้ำหนักแห่งของหลั้ว
	ตะวันออก	เหนือ	การปกคลุมหลั้ว	ทะเล
			ทะเล	g / Quadrat
83	788897	1401473	70	6.9692
84	788887	1401473	80	22.4240
85	788880	1401480	50	2.1715
86	788873	1401485	70	10.0583
87	788868	1401493	70	21.7434
88	788854	1401498	30	0.7731
89	788842	1401502	30	3.1896
90	788829	1401500	15	0.8456
91	788832	1401490	50	4.1505
92	788844	1401483	40	3.1856
93	788854	1401475	70	17.4020
94	788861	1401469	60	5.1510
95	788866	1401465	80	7.4928
96	788871	1401459	70	8.4980
97	788875	1401457	60	4.8882
98	788877	1401455	15	0.1482
99	788834	1401497	30	1.8510
100	788849	1401478	40	4.7444
101	788853	1401473	30	2.6397
102	788867	1401464	80	7.0608
103	788865	1401455	90	27.6570
104	788847	1401456	50	12.4460
105	788843	1401463	70	18.2623
106	788834	1401468	60	7.2324
107	788837	1401479	40	9.7804
108	788828	1401482	30	3.1311
109	788814	1401480	80	13.5344
110	788824	1401470	50	4.5215

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)		ร้อยละ	น้ำหนักแห้งของหญ้า
	ตะวันออก	เหนือ	การปกคลุมหญ้า ทะเล	ทะเล g / Quadrat
111	788832	1401463	60	12.5388
112	788839	1401457	70	24.0779
113	788853	1401442	40	1.7984
114	788856	1401438	10	0.1346
115	788847	1401430	70	10.2368
116	788844	1401436	60	6.6378
117	788831	1401445	50	9.7200
118	788817	1401463	40	7.1952
119	788808	1401471	60	14.9646
120	788801	1401468	50	3.1815
121	788800	1401460	70	17.2431
122	788804	1401448	60	12.4518
123	788805	1401441	40	8.0064
124	788814	1401429	60	6.8862
125	788821	1401418	70	10.5805
126	788824	1401409	70	13.2083
127	788819	1401406	80	11.4240
128	788816	1401395	30	1.9686
129	788807	1401402	30	2.3205
130	788801	1401409	70	13.8152
131	788794	1401410	70	17.9102
132	788793	1401417	80	20.2952
133	788783	1401419	80	9.9112
134	788787	1401428	80	36.7856
135	788784	1401434	40	4.3140
136	788780	1401408	30	2.0787
137	788786	1401401	70	32.2805
138	788791	1401396	80	17.7760

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)		ร้อยละ	น้ำหนักแห้งของหญ้า
	ตะวันออก	เหนือ	การปกคลุมหญ้า ทะเล	ทะเล g / Quadrat
139	788802	1401380	60	8.7780
140	788806	1401369	40	5.9560
141	788798	1401369	60	7.2948
142	788796	1401376	30	6.6201
143	788783	1401377	70	10.3425
144	788778	1401369	80	11.3560
145	788782	1401357	70	13.1026
146	788762	1401358	80	13.6584
147	788779	1401332	60	4.9212
148	788777	1401326	30	1.8072
149	788769	1401325	50	6.4760
150	788742	1401334	70	5.8009



ภาพผนวกที่ 3 มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล



ตารางผนวกที่ 3 ตำแหน่งจุดเก็บข้อมูลค่าการสะท้อนที่ได้จากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับสำหรับสร้างสมการ

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)				ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น					มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm ⁻²
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR			
1	789065	1401642	0.040050	0.061316	0.040348	0.023876	0.009189	19.79		
2	789071	1401610	0.018860	0.031010	0.020619	0.032834	0.026942	35.20		
3	788990	1401608	0.050595	0.074300	0.058843	0.042161	0.022980	48.33		
4	788979	1401608	0.047216	0.068908	0.059066	0.044854	0.029041	7.50		
5	788978	1401590	0.017491	0.028901	0.018923	0.034074	0.032054	116.17		
6	788994	1401584	0.058981	0.082610	0.066972	0.047672	0.027283	1.32		
7	788966	1401568	0.016780	0.028590	0.018859	0.030329	0.026653	33.59		
8	788963	1401560	0.055026	0.079197	0.065628	0.051166	0.033000	4.34		
9	788957	1401571	0.012205	0.021127	0.012124	0.027483	0.028651	38.95		
10	788962	1401554	0.056424	0.080703	0.067196	0.048884	0.029792	2.52		
11	788960	1401552	0.053372	0.078384	0.064204	0.049982	0.035382	17.31		
12	788955	1401555	0.017196	0.033727	0.019291	0.034900	0.023816	55.96		
13	788939	1401560	0.014856	0.027722	0.017410	0.032925	0.028731	67.61		

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)			ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น					มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm ⁻²	
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR			
14	788945	1401557	0.018200	0.027101	0.016604	0.026380	0.022222	49.84		
15	788947	1401540	0.066307	0.091941	0.072645	0.063605	0.047044	6.83		
16	788937	1401538	0.052459	0.073779	0.056070	0.063451	0.061470	24.65		
17	788929	1401544	0.013128	0.024461	0.014479	0.028551	0.022487	122.06		
18	788921	1401547	0.016438	0.030966	0.017160	0.039771	0.046671	31.15		
19	788936	1401518	0.062927	0.095249	0.073348	0.068535	0.045369	5.31		
20	788918	1401530	0.015018	0.027783	0.017001	0.034779	0.031557	61.68		
21	788909	1401532	0.017859	0.029635	0.017731	0.021402	0.011199	94.60		
22	788925	1401513	0.038212	0.064380	0.043164	0.068528	0.068588	3.08		
23	788911	1401518	0.057101	0.085713	0.062395	0.047624	0.021154	62.41		
24	788890	1401531	0.015923	0.027246	0.017141	0.032749	0.033491	80.41		
25	788898	1401502	0.014819	0.022783	0.015179	0.026084	0.022833	63.91		
26	788890	1401509	0.013477	0.021836	0.011284	0.024715	0.016510	102.43		
27	788883	1401514	0.018068	0.026783	0.016993	0.024471	0.016384	22.09		

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)				ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น				มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm ⁻²	
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR			
28	788870	1401522	0.050201	0.075627	0.061142	0.049103	0.030033	4.55		
29	788854	1401510	0.048262	0.077416	0.058929	0.053248	0.033100	2.78		
30	788880	1401487	0.018028	0.031103	0.018061	0.034731	0.025853	84.77		
31	788897	1401473	0.074094	0.106961	0.082446	0.064237	0.039241	43.56		
32	788887	1401473	0.074152	0.107328	0.081532	0.058345	0.029369	140.15		
33	788880	1401480	0.053744	0.077945	0.052962	0.049692	0.025216	13.57		
34	788868	1401493	0.012731	0.020627	0.011189	0.024216	0.019976	135.90		
35	788842	1401502	0.033244	0.057581	0.037975	0.058682	0.051966	19.94		
36	788829	1401500	0.044186	0.071143	0.055808	0.056084	0.049287	5.28		
37	788814	1401480	0.064314	0.090596	0.074556	0.057894	0.037046	84.59		
38	788839	1401457	0.014102	0.022573	0.012800	0.025326	0.018807	150.49		
39	788817	1401463	0.023581	0.042200	0.024286	0.041772	0.030564	44.97		
40	788816	1401395	0.085459	0.109312	0.089061	0.083305	0.077611	12.30		
41	788801	1401409	0.012452	0.022404	0.012133	0.032713	0.032514	86.35		

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)				ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น					มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm ⁻²	
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR				
42	788787	1401428	0.013012	0.023148	0.012625	0.031471	0.030307	229.91			
43	788784	1401434	0.018814	0.031238	0.019290	0.036611	0.036164	26.96			
44	788778	1401369	0.033069	0.056893	0.033110	0.072038	0.093587	70.98			
45	788782	1401357	0.024300	0.044732	0.025006	0.047538	0.036659	81.89			
46	788762	1401358	0.014247	0.028917	0.012974	0.044914	0.054338	85.37			
47	788779	1401332	0.019690	0.038515	0.021360	0.056635	0.062281	30.76			
48	788777	1401326	0.059782	0.084743	0.068981	0.067437	0.052957	11.30			
49	788769	1401325	0.019962	0.039293	0.021888	0.050584	0.052266	40.48			
50	788742	1401334	0.018329	0.028245	0.018895	0.035361	0.038035	36.26			
51	789061	1401639	0.071132	0.086106	0.072445	0.054166	0.046634	55.98			
52	789071	1401632	0.011435	0.017446	0.009087	0.018136	0.012607	16.92			
53	789073	1401626	0.012546	0.018527	0.011470	0.017345	0.011996	22.43			
54	789074	1401616	0.043540	0.068655	0.047037	0.031778	0.011570	152.10			
55	789036	1401644	0.014163	0.027094	0.015287	0.036023	0.047501	141.99			

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)			ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น					มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm ⁻²	
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR			
56	789002	1401627	0.053556	0.079254	0.064365	0.052521	0.032573		29.13	
57	788997	1401619	0.020259	0.033316	0.021879	0.032388	0.024004		64.96	
58	788971	1401602	0.016976	0.033078	0.018944	0.040583	0.044601		5.95	
59	788974	1401596	0.016907	0.028772	0.017600	0.033810	0.035763		32.28	
60	788972	1401588	0.013073	0.025830	0.015386	0.034764	0.035402		40.25	
61	788961	1401593	0.016434	0.029568	0.017844	0.039939	0.044797		6.41	
62	788959	1401584	0.012925	0.022679	0.013004	0.030974	0.033175		20.26	
63	788973	1401564	0.056266	0.079494	0.061938	0.045544	0.024868		40.70	
64	788942	1401578	0.028424	0.047335	0.033623	0.039697	0.031597		2.10	
65	788932	1401534	0.013904	0.024489	0.014760	0.034586	0.038166		24.50	
66	788924	1401553	0.017299	0.030943	0.019834	0.030216	0.023045		33.42	
67	788924	1401538	0.013974	0.025813	0.015274	0.031557	0.028074		95.19	
68	788927	1401533	0.025348	0.047431	0.029225	0.045677	0.032282		82.57	
69	788942	1401528	0.021634	0.036655	0.025143	0.033721	0.025621		92.27	

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)				ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น					มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm ⁻²	
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR				
70	788927	1401519	0.058177	0.085166	0.066419	0.053856	0.029055	36.80			
71	788916	1401524	0.013556	0.024159	0.015248	0.029686	0.025483	24.64			
72	788887	1401530	0.024338	0.040934	0.029296	0.034749	0.018256	9.48			
73	788889	1401524	0.016801	0.029076	0.016950	0.029167	0.020303	44.91			
74	788890	1401520	0.012178	0.020206	0.011468	0.022871	0.015155	177.34			
75	788898	1401512	0.014883	0.028615	0.015605	0.033226	0.026065	23.86			
76	788901	1401508	0.014928	0.028171	0.015427	0.037382	0.039879	18.25			
77	788905	1401504	0.064223	0.089068	0.070736	0.051799	0.028498	27.20			
78	788853	1401519	0.033815	0.058163	0.042806	0.056876	0.048683	2.38			
79	788863	1401504	0.021267	0.038067	0.022893	0.045607	0.048455	24.41			
80	788871	1401495	0.014004	0.021452	0.012449	0.024754	0.018186	45.67			
81	788854	1401498	0.019393	0.038159	0.022253	0.047602	0.045730	4.83			
82	788832	1401490	0.026119	0.048701	0.030733	0.045805	0.035585	25.94			
83	788844	1401483	0.021786	0.037450	0.024170	0.038338	0.027257	19.91			

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)			ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น					มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm ⁻²	
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR			
84	788854	1401475	0.014022	0.021795	0.013387	0.024944	0.017979	108.76		
85	788861	1401469	0.014048	0.022493	0.012826	0.025628	0.019416	32.19		
86	788866	1401465	0.062826	0.095321	0.067074	0.071718	0.038757	46.83		
87	788849	1401478	0.027366	0.043743	0.029535	0.035252	0.019670	29.65		
88	788853	1401473	0.017606	0.026901	0.016311	0.026116	0.017449	16.50		
89	788867	1401464	0.063439	0.097380	0.066875	0.060519	0.026592	44.13		
90	788865	1401455	0.014967	0.028029	0.014826	0.041446	0.043157	172.86		
91	788843	1401463	0.012620	0.022482	0.012916	0.029607	0.025064	114.14		
92	788834	1401468	0.015627	0.027500	0.014832	0.031296	0.025065	45.20		
93	788828	1401482	0.026151	0.040730	0.025561	0.036032	0.031673	19.57		
94	788824	1401470	0.017747	0.033525	0.019285	0.040350	0.033775	28.26		
95	788853	1401442	0.019437	0.034657	0.022649	0.040503	0.035084	11.24		
96	788856	1401438	0.056506	0.063164	0.050415	0.039977	0.030152	0.84		
97	788844	1401436	0.017983	0.033764	0.017487	0.039505	0.034804	41.49		

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM)			ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น					มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของ หญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm ⁻²	
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR			
98	788808	1401471	0.016578	0.029639	0.017652	0.041372	0.047844	93.53		
99	788801	1401468	0.025650	0.040613	0.026526	0.044741	0.046557	19.88		
100	788800	1401460	0.016173	0.028937	0.015414	0.035937	0.034623	107.77		
101	788805	1401441	0.014911	0.028688	0.014422	0.038865	0.043960	50.04		
102	788814	1401429	0.013238	0.023192	0.013381	0.031919	0.030726	43.04		
103	788807	1401402	0.026876	0.047995	0.028664	0.065000	0.076669	14.50		
104	788794	1401410	0.016508	0.029960	0.016426	0.036913	0.030500	111.94		
105	788793	1401417	0.012033	0.021168	0.011285	0.031969	0.031691	126.85		
106	788780	1401408	0.018956	0.033245	0.018694	0.038687	0.036016	12.99		
107	788786	1401401	0.013751	0.021294	0.011556	0.027618	0.025671	201.75		
108	788791	1401396	0.016815	0.027156	0.016615	0.033568	0.032361	111.10		
109	788796	1401376	0.017251	0.031374	0.019264	0.042517	0.042988	41.38		
110	788783	1401377	0.020523	0.038405	0.021411	0.055697	0.073212	64.64		

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) คัดเลือกตัวแปรแบบ Stepwise (จำนวน 110 จุด)

Regression

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.338 ^a	.114	.106	45.203162256681175

a. Predictors: (Constant), Red Edge

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	28447.790	1	28447.790	13.922	.000 ^b
	Residual	220679.195	108	2043.326		
	Total	249126.985	109			

a. Dependent Variable: มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm²

b. Predictors: (Constant), Red Edge

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
		B	Std. Error			
1	(Constant)	102.413	14.047		7.291	.000
	Red Edge	-1217.607	326.326	-.338	-3.731	.000

a. Dependent Variable: มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม gDWm²

Excluded Variables^a

Model	Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics	
					Tolerance	
1	Blue	-.117 ^b	-.852	.396	-.082	.440
	Green	-.135 ^b	-.896	.372	-.086	.361
	Red	-.167 ^b	-1.206	.230	-.116	.425
	NIR	.099 ^b	.722	.472	.070	.442

a. Dependent Variable: มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม $gDWm^2$

b. Predictors in the Model: (Constant), Red Edge

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression) คัดเลือกตัวแปรแบบ Stepwise (จำนวน 17 จุด)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables		Method
	Entered	Removed	
1	Red		Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter \leq .050, Probability-of-F-to-remove \geq .100).

CHULALONGKORN UNIVERSITY

a. Dependent Variable: มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม $gDWm^2$

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.926 ^a	.857	.847	12.101249794159818

a. Predictors: (Constant), Red

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	13126.872	1	13126.872	89.640	.000 ^b
	Residual	2196.604	15	146.440		
	Total	15323.476	16			

a. Dependent Variable: มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม $gDWm^{-2}$

b. Predictors: (Constant), Red

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	93.045	5.333		17.446	.000
	Red	-1069.061	112.915	-.926	-9.468	.000

a. Dependent Variable: มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม $gDWm^{-2}$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Excluded Variables^a

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics Tolerance
1	Blue	1.661 ^b	1.877	.082	.448	.010
	Green	1.193 ^b	1.582	.136	.389	.015
	Red Edg	.187 ^b	1.095	.292	.281	.322
	NIR	.131 ^b	1.232	.238	.313	.811

a. Dependent Variable: มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม $gDWm^{-2}$

b. Predictors in the Model: (Constant), Red

ตารางผนวกที่ 6 ตำแหน่งจุดเก็บหญ้าทะเล ค่าการสะท้อนที่ได้จากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเลจากภาคสนาม และจากการทำนาย (ทำนายครั้งที่ 1 Red Edge) (ทำนายครั้งที่ 2 Red)

ลำดับที่	ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์				ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น				มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล gDWm ⁻²		
	X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR	ภาคสนาม	ทำนาย ครั้งที่ 1	ทำนาย ครั้งที่ 2	
1	788981	1401578	0.05083	0.07622	0.05613	0.03857	0.01840	32.35	55.45	33.04	
2	788985	1401573	0.06009	0.08447	0.06690	0.04829	0.02763	12.09	43.62	21.52	
3	788980	1401578	0.01681	0.03299	0.01866	0.03340	0.02192	70.00	61.75	73.10	
4	788954	1401591	0.04978	0.07223	0.05640	0.05606	0.05511	5.45	34.16	32.75	
5	788963	1401576	0.01332	0.02411	0.01488	0.02784	0.02501	56.49	68.51	77.14	
6	788946	1401572	0.01433	0.02547	0.01656	0.03252	0.03073	71.49	62.82	75.34	
7	788950	1401566	0.01116	0.01995	0.01199	0.02629	0.02696	75.42	70.40	80.23	
8	788943	1401556	0.01319	0.02585	0.01437	0.03190	0.02720	71.53	63.57	77.68	
9	788954	1401555	0.02026	0.03332	0.02188	0.03239	0.02400	65.14	62.98	69.65	
10	788952	1401544	0.06341	0.09025	0.07078	0.05681	0.03721	11.00	33.24	17.37	
11	788943	1401532	0.06110	0.08779	0.06537	0.05122	0.02548	19.69	40.05	23.16	
12	788934	1401526	0.04748	0.06873	0.05764	0.05510	0.04770	8.45	35.32	31.42	

ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์		ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น							มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล gDWm ⁻²		
X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR	ภาคสนาม	ทำนาย ครั้งที่ 1	ทำนาย ครั้งที่ 2		
13	788924	1401524	0.02405	0.04020	0.02801	0.03957	0.02890	67.40	54.23	63.10	
14	788904	1401537	0.04994	0.07548	0.05787	0.03933	0.01957	16.08	54.53	31.18	
15	788913	1401527	0.01926	0.03582	0.02168	0.03116	0.02200	57.97	64.47	69.86	
16	788919	1401519	0.01222	0.02296	0.01303	0.03629	0.04648	53.94	58.23	79.12	
17	788916	1401508	0.04600	0.07365	0.05018	0.07541	0.07733	23.79	10.59	39.40	
18	788905	1401523	0.01252	0.02375	0.01301	0.03268	0.03309	64.22	62.62	79.13	
19	788896	1401533	0.01683	0.03248	0.01945	0.03350	0.02788	82.31	61.62	72.25	
20	788892	1401506	0.01440	0.02404	0.01393	0.02884	0.02676	76.73	67.29	78.15	
21	788886	1401512	0.01242	0.02047	0.01088	0.02268	0.01489	56.50	74.79	81.42	
22	788868	1401498	0.01692	0.02839	0.01868	0.03110	0.02485	76.35	64.55	73.07	
23	788873	1401485	0.01637	0.02430	0.01422	0.02287	0.01383	62.86	74.57	77.84	
24	788871	1401459	0.04144	0.07180	0.04756	0.05202	0.02829	53.11	39.08	42.20	
25	788875	1401457	0.03044	0.05313	0.03293	0.06905	0.05965	30.55	18.34	57.84	
26	788877	1401455	0.06450	0.09430	0.07195	0.05567	0.03094	0.93	34.63	16.13	

ตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์		ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น							มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล gDWm ⁻²		
X	Y	Blue	Green	Red	Red Edge	NIR	ภาคสนาม	ทำนาย ครั้งที่ 1	ทำนาย ครั้งที่ 2		
27	788834	1401497	0.04514	0.07317	0.05473	0.05324	0.03659	11.57	37.59	34.53	
28	788847	1401456	0.01248	0.02116	0.01010	0.02540	0.01786	77.79	71.48	82.25	
29	788837	1401479	0.02174	0.03714	0.02175	0.03526	0.02434	61.13	59.48	69.79	
30	788832	1401463	0.01722	0.03304	0.01563	0.04619	0.05565	78.37	46.17	76.34	
31	788847	1401430	0.01488	0.02867	0.01666	0.03989	0.03988	63.98	53.84	75.23	
32	788831	1401445	0.01613	0.02658	0.01412	0.02839	0.01988	60.75	67.85	77.95	
33	788804	1401448	0.01529	0.02528	0.01427	0.03083	0.02694	77.82	64.87	77.79	
34	788821	1401418	0.01918	0.03894	0.02112	0.05295	0.05722	66.13	37.94	70.46	
35	788824	1401409	0.01562	0.02486	0.01610	0.03474	0.03676	82.55	60.12	75.83	
36	788819	1401406	0.02335	0.03950	0.02172	0.05237	0.06730	71.40	38.65	69.82	
37	788783	1401419	0.01199	0.02163	0.01118	0.03255	0.03552	61.95	62.77	81.09	
38	788802	1401380	0.03441	0.05972	0.04021	0.04548	0.02659	54.86	47.04	50.06	
39	788806	1401369	0.03135	0.05079	0.03100	0.07046	0.08478	37.23	16.62	59.90	
40	788798	1401369	0.03375	0.05874	0.03545	0.07157	0.08098	45.59	15.27	55.15	

ลำดับที่

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวปิยะพร ประกอบผล
วัน เดือน ปี เกิด	23 Oct 1991
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลสมุทรปราการ
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาปฐพีวิทยา
ที่อยู่ปัจจุบัน	272/5 ซ.ลาดกระบัง13/8 ถ.อ่อนนุช-ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ผลงานตีพิมพ์	การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของหญ้าทะเล กรณีศึกษา หมู่บ้านรือคการ์เด็นท์ จังหวัดระยอง
รางวัลที่ได้รับ	รางวัลระดับดีเด่น ในการนำเสนอแบบบรรยายในงานประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 21 ประจำปี 2563