

## การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อศึกษาแนวหญ้าทะเล กรณีศึกษา อ่าวขาม อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง Application of Sentinel-2 Imageries for Study Seagrass Beds:

### A Case Study of Ao Kham, Haad Chao Mai National Park, Trang province

พิมรัก รุ่งเรือง<sup>1</sup>, ณัฐริกาท์ เหมภักทรสุวรรณ<sup>1</sup>, กุลปราโมช ประทุมชัย<sup>2</sup>, ศิริสุดา จำนงทอง<sup>1</sup>, และ เมธี แก้วเนิน<sup>1</sup>

Pimrak Rungrueng<sup>1</sup>, Nuttiga Hempattarasuwan<sup>1</sup>, Kulapramote Prathumchai<sup>2</sup>,

Sirisuda Jumnongsong<sup>1</sup> and Methee Keawnern<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2</sup> ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>1</sup> Department of Fishery management, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

<sup>2</sup> Department of Geography, Faculty of Social science, Kasetsart University

Received : 3 October 2022

Revised : 4 November 2022

Accepted : 18 November 2022

#### บทคัดย่อ

หญ้าทะเลเป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศที่มีความสำคัญ เป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งอาหารรวมถึงสร้างรายได้ให้กับชุมชนชายฝั่ง ในการอนุรักษ์ฟื้นฟูและบริหารจัดการ จำเป็นต้องมีข้อมูลที่มีความถูกต้องและได้มารวดเร็ว การวิจัยในครั้งนี้จึงประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ในการสร้างแผนที่แนวหญ้าทะเล บริเวณอ่าวขาม อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง โดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม (265 จุดตัวอย่าง) ร่วมกับข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม ในช่วงปี พ.ศ. 2564 นำมาคัดเลือกช่วงคลื่นที่ 2 (Blue) ช่วงคลื่นที่ 3 (Green) ช่วงคลื่นที่ 4 (Red) และช่วงคลื่นที่ 8 (Near Infrared) บันทึกภาพวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากมวลน้ำ (Water column correction) และใช้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised classification) จากการวิจัยพบว่าเทคนิคความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood classification) สามารถจำแนกแนวหญ้าทะเลได้ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 71.97 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) เท่ากับ 0.53 ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองวิธีการจำแนก (การจำแนกข้อมูลแบบระยะห่างต่ำสุด และการจำแนกข้อมูลแบบระยะห่างมาฮาลาโนบิส) ขนาดพื้นที่ของหญ้าทะเลที่วิเคราะห์ได้เท่ากับ 456.25 ไร่ (0.73 ตารางกิโลเมตร) ถึงแม้ว่าค่าความถูกต้องโดยรวมจะค่อนข้างสูง แต่ยังคงพบปัญหาจุดภาพผสม (Mixed pixel) ในข้อมูลเลนและทรายบางส่วนได้รับการแปลผลการจำแนกเป็นข้อมูลประเภทหญ้าทะเล เนื่องจากชนิดของหญ้าทะเลที่อ่าวขาม มีลักษณะใบกลมเล็ก และกระจายเป็นหย่อม ๆ ในอ่าว จากผลการวิจัยนี้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 มีความสามารถในการสร้างแผนที่แนวหญ้าทะเลได้แม้จะเป็นพื้นที่ขนาดเล็ก (592 ไร่) การได้มาซึ่งข้อมูลหญ้าทะเลที่ถูกต้องและรวดเร็วเป็นสิ่งสำคัญต่อการอนุรักษ์ฟื้นฟูและบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งได้อย่างยั่งยืน

**คำสำคัญ :** หญ้าทะเล ; การสำรวจจากระยะไกล ; ภาพถ่ายจากดาวเทียม ; อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ; เซนทิเนล



### Abstract

Seagrass is an important producer in ecosystem. It is a habitat for aquatic animals that generate food and income for coastal communities. In conservation, restoration, and management of seagrass resources accurate and up-to-date information is required. Sentinel-2 satellite imageries and field surveys (265 sample points) were used to map seagrass beds around Ao Kham in Haad Chao Mai National Park, Trang Province. Satellite data of wavelengths 2 (blue), 3 (green), 4 (red), and 8 (near-infrared), captured on 25 February 2021, were selected and the water column was corrected. The prepared data were then analyzed using supervised classification. The research found that the maximum likelihood classification technique was able to classify seagrass sites very well with the highest overall accuracy of 71.97% Kappa coefficient 0.53. The analyzed seagrass area was 456.25 Rai. The total is quite high. But in the muddy and sandy areas, seagrass remains. Because the seagrass species found at Ao Kham have small round leaves scattered in patches. Based on the results of this research, Sentinel-2 satellite imageries can be used to map seagrass beds even in small areas. Obtaining accurate and up-to-date seagrass data is critical to the conservation, restoration, and sustainable management of marine and coastal resources.

**Keywords :** seagrass ; remote sensing ; satellite images ; Haad Chao Mai National Park ; Sentinel

## บทนำ

หญ้าทะเล มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก ครอบคลุมแนวชายฝั่ง ทั้งบริเวณเขตอบอุ่นและเขตร้อน หญ้าทะเลมีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์และมีประเภทแตกต่างกันไปตามภูมิภาค โดยพื้นที่ที่พบความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลมากที่สุด คือ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Veettil *et al.*, 2020) สำหรับประเทศไทยพบหญ้าทะเลทั้งหมด 13 ชนิด หญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศที่สำคัญ โดยเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด ลักษณะโครงสร้างของหญ้าทะเลมีความสลับซับซ้อน เหมาะกับการเป็นแหล่งวางไข่ อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน และแหล่งหลบภัย ทำให้มีสัตว์ทะเลหลากหลายชนิดเข้ามาอาศัยอยู่ รวมถึงสัตว์น้ำที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ เช่น กุ้ง ปู ปลา และสัตว์ทะเลใกล้สูญพันธุ์ ได้แก่ พะยูน และเต่าทะเล อีกทั้งโครงสร้างของหญ้าทะเลยังช่วยในการชะลอความรุนแรงของกระแสน้ำที่พัดเข้าสู่ฝั่ง ช่วยลดอัตราการพังทลายและการกัดเซาะของชายฝั่งทะเลได้ และยังมีส่วนช่วยในการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น (Phuwachiranon, Adulyanukosol, Saelim, Charoenwattana, & Yamarunpattana, 2006)

การแพร่กระจายของหญ้าทะเลในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ทางฝั่งทะเลอันดามัน ซึ่งมีพื้นที่ 99,633 ไร่ และในขณะที่ฝั่งทะเลอ่าวไทยมีพื้นที่หญ้าทะเล 60,196 ไร่ ในปัจจุบันหญ้าทะเลมีสภาพเสื่อมโทรมหรือตายลงเป็นบริเวณกว้างจากการสำรวจโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง รายงานพบว่า ในปี พ.ศ. 2557-2560 มีพื้นที่แหล่งหญ้าทะเล 159,829 ไร่ ถัดมาในปี พ.ศ. 2561-2564 มีพื้นที่แหล่งหญ้าทะเล 98,932 ไร่ หรือลดลงร้อยละ 61.89 ซึ่งเกิดจากปัจจัยทางธรรมชาติและเกิดจากการกระทำโดยมนุษย์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่งผลให้แหล่งหญ้าทะเลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Wongphanit, 2021)

การสำรวจภาคสนามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลสภาพแหล่งหญ้าทะเลอย่างรวดเร็วและถูกต้อง สำหรับใช้ในการหาแนวทางจัดการอนุรักษ์ฟื้นฟู อย่างถูกวิธีและเกิดความยั่งยืนเป็นสิ่งสำคัญ ในการสำรวจภาคสนามจำเป็นต้องใช้แรงงานและบุคลากรในการสำรวจ ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูง มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนครั้งในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งหญ้าทะเล อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน เทคโนโลยีการสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing) มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และสามารถลดข้อจำกัดของวิธีการสำรวจภาคสนามได้ ทำให้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจจากระยะไกลเข้ามาช่วยในการสำรวจ จัดการ วางแผนการทำงาน สำหรับประเทศไทยการประยุกต์ใช้การสำรวจจากระยะไกลด้านสิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเกษตร ในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับหญ้าทะเลยังมีงานวิจัยไม่มาก

แหล่งหญ้าทะเลที่สำคัญของจังหวัดตรัง อยู่ที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม มีพื้นที่ประมาณ 4,044 ไร่ เป็นระบบนิเวศที่เชื่อมต่อระหว่างป่าชายเลนและปะการัง เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำ และมีความสำคัญต่อวิถีชุมชนประมงชายฝั่ง เนื่องจากเป็นแหล่งสร้างรายได้ให้กับชุมชนในพื้นที่ เพราะ มีสัตว์น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจที่หลากหลาย เช่น หอยชักตีน หอยของพลู ปูทะเล ปลาบางชนิด และปลิงขาว อีกทั้งยังเป็นที่อยู่อาศัยและพื้นที่หากินของสัตว์ทะเลขนาดใหญ่ และสัตว์บกหลายชนิด เช่น พะยูน เต่าทะเลบางชนิด กูทะเล นกประจำถิ่นและนกอพยพ เป็นต้น (Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation, 2020)

สำหรับงานวิจัยโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจจากระยะไกลที่เกี่ยวข้องกับแหล่งหญ้าทะเลในจังหวัดตรัง ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นศึกษาแหล่งหญ้าทะเลที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ อาทิ การศึกษาการจำแนกชนิดพันธุ์และมวลชีวภาพเหนือ

พื้นดินของหญ้าทะเลในพื้นที่เกาะลิบง จังหวัดตรัง ด้วยการสำรวจระยะไกล โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 มีพื้นที่ศึกษา 3,125 ไร่ (Prathep, Tontiprapas, Jaroenjit, & Koedsin, 2018) และการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก เพื่อกำหนดขอบเขตเชิงพื้นที่และการจำแนกประเภทหญ้าทะเล จังหวัดตรัง โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird มีพื้นที่ศึกษา 4,000 ไร่ (Yamakita *et al.*, 2019) อย่างไรก็ตาม แหล่งหญ้าทะเลขนาดเล็กยังคงมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำ และชุมชนเช่นเดียวกับแหล่งหญ้าทะเลขนาดใหญ่

การวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อการศึกษาแนวหญ้าทะเลขนาดเล็ก พื้นที่ศึกษา คือ บริเวณอ่าวขาม อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 843.75 ไร่ การได้มาซึ่งข้อมูลของพื้นที่หญ้าทะเลที่มีขนาดเล็ก จะช่วยประหยัดเวลาและงบประมาณในการสำรวจภาคสนาม ก่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดการและวางแผนการพัฒนา สร้างมาตรการอนุรักษ์ฟื้นฟู ให้ระบบนิเวศหญ้าทะเลเกิดความยั่งยืนต่อไป

### วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย โดยภาพรวมของขั้นตอนการดำเนินการมีรายละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 1

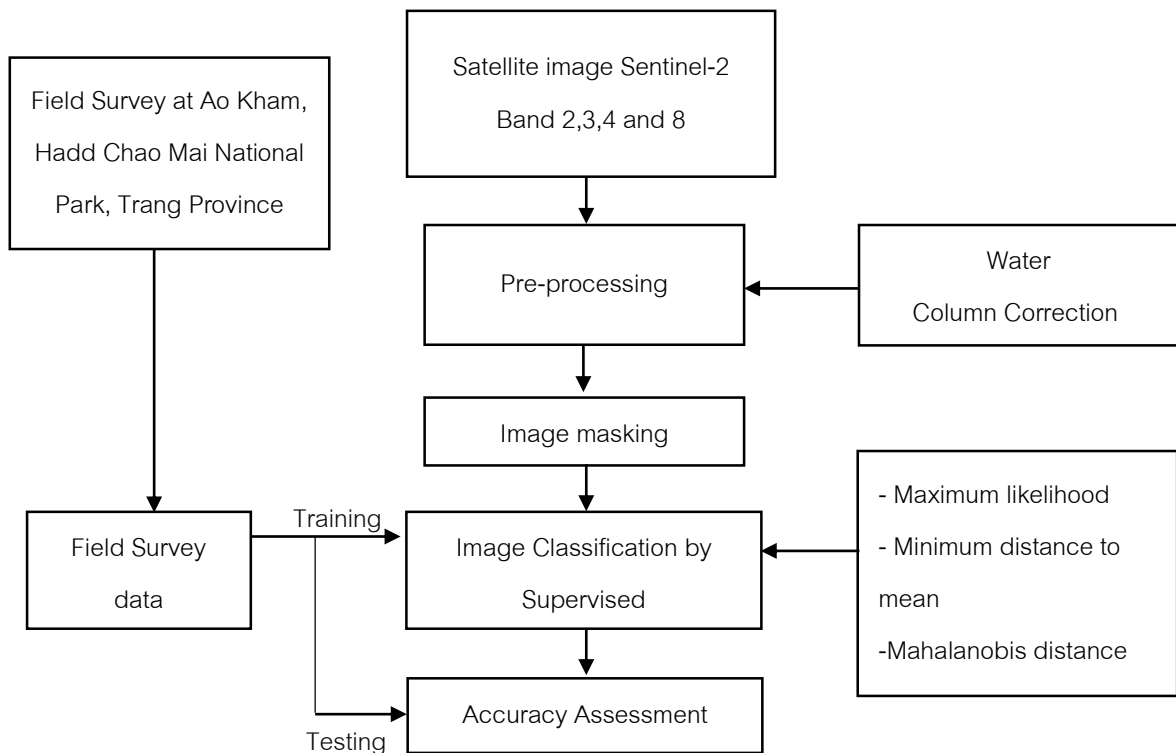


Figure 1 Method process

### 1. พื้นที่ศึกษา

อ่าวขาม ตั้งอยู่ในอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ผู้วิจัยได้ทำการกันขอบเขตพื้นที่ศึกษา 843.75 ไร่ (1.35 ตารางกิโลเมตร) (53700.00E, 832500.00N) ในระบบพิกัด UTM (Universal Transverse Mercator) กริดโซน 47P ตามระบบพิกัดมาตรฐาน (Global Datum) WGS 84 (World Geodetic) จากการรายงานของศูนย์ปฏิบัติการอุทยานแห่งชาติทางทะเล ที่ 3 จังหวัดตรัง บริเวณอ่าวขามมีการจัดตั้งพื้นที่อนุรักษ์พันธุ์หอยตะเกียบบริเวณหาดปากเมง ครอบคลุมถึงพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลอ่าวขามทั้งหมด จากความร่วมมือของหน่วยงานราชการ องค์การบริหารส่วนปกครองในพื้นที่ และชุมชน อีกทั้งยังได้รับการสนับสนุนจากภาคเอกชน โดยเฉพาะกิจกรรมการปลูกหญ้าทะเล พื้นที่อ่าวขามได้รับอิทธิพลจากตะกอนแขวนลอยจาก 2 แหล่ง คือ ตะกอนแขวนลอยจากปากแม่น้ำปากเมง และตะกอนจากพื้นที่ท้องน้ำที่เกิดจากแรงดันน้ำของใบพัดเรือขนาดกลาง และขนาดใหญ่บริเวณท่าเรือ และร่องน้ำเดินเรือ ส่งผลให้พื้นที่แหล่งหญ้าทะเลอ่าวขามมีอัตราการปกคลุมของหญ้าทะเลมากที่สุดในอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง หญ้าทะเลชนิดเด่นในพื้นที่อ่าวขาม คือ หญ้าเงา (*Halophila ovalis*) หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย (*Cymodocea serrulata*) หญ้าชะเงาใบมน (*Cymodocea rotundata*) หญ้ากุยช่ายทะเล (*Halodule uninervis*) หญ้ากุยช่ายเข็ม (*Halodule pinifolia*) และหญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) (Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation, 2020)

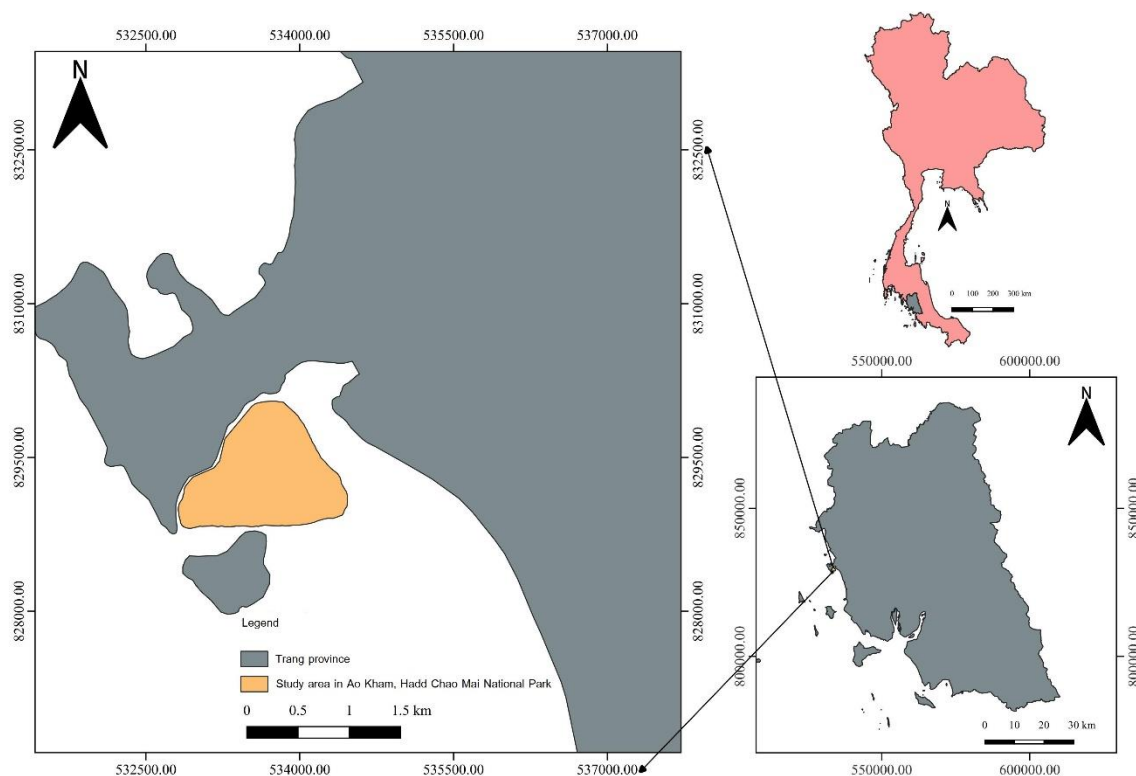


Figure 2 Study area in Ao Kham, Hadd Chao Mai National Park, Trang province

## 2. ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2

ดาวเทียม Sentinel-2 เป็นดาวเทียมภายใต้ European Copernicus Program ของ Airbus Defense and Space for European Space (ESA) การบันทึกข้อมูลเป็นแบบระบบบันทึกข้อมูลแบบภาพสีเชิงคลื่น Multispectral ประกอบด้วย 13 ช่วงคลื่น ความละเอียดเชิงพื้นที่ 10 ตารางเมตร 20 ตารางเมตร และ 60 ตารางเมตร ความกว้างภาพ 290 กิโลเมตร และไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้ข้อมูล ข้อมูลของ Sentinel-2 สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา ป่าไม้ การประเมินสถานการณ์ความมั่นคงด้านอาหาร กำหนดดัชนีพืชต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่บันทึกภาพเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 เนื่องจากเป็นภาพถ่ายที่มีการบันทึกได้ใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่มีการเก็บข้อมูลภาคสนามที่สุด (29 มกราคม พ.ศ. 2564) สอดคล้องกับเป็นช่วงเวลาที่น้ำทะเลลดลงต่ำสุดของจังหวัดตรัง ผู้วิจัยได้เลือกใช้ช่วงคลื่น 4 ช่วงคลื่น คือ ช่วงคลื่นที่ 2 (Blue) ช่วงคลื่นที่ 3 (Green) ช่วงคลื่นที่ 4 (Red) และ ช่วงคลื่นที่ 8 (Near Infrared) (ตารางที่ 1) เนื่องจากช่วงคลื่นเหล่านี้มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 10 เมตร และช่วงคลื่นที่ 2 (Blue) ช่วงคลื่นที่ 3 (Green) และช่วงคลื่นที่ 4 (Red) มีความสามารถในการทะลุผ่านน้ำได้ดี เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Prathep *et al.*, (2018); Fauzan *et al.*, (2017)

**Table 1** Wavelength Bands of the Sentinel-2A Satellite Utilized in Seagrass Research

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength ( $\mu\text{m}$ )	Band width (nm)	Resolution (m)
Band 2 (Blue)	0.490	65	10
Band 3 (Green)	0.560	35	10
Band 4 (Red)	0.665	30	10
Band 8 (Near Infrared)	0.842	115	10

## 3. ข้อมูลภาคสนาม

รวบรวมข้อมูลการสำรวจและติดตามสถานภาพแหล่งหญ้าทะเลบริเวณ อ่าวขาม อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ร่วมกับศูนย์ปฏิบัติการอุทยานแห่งชาติทางทะเล ที่ 3 จังหวัดตรัง ภายใต้โครงการการพัฒนาวิธีการฟื้นฟูและการตัดสินใจย้ายปลูกหญ้าทะเลเพื่อการอนุรักษ์หญ้าทะเล โดยใช้วิธีการสำรวจตามคู่มือ Survey Manual for Tropical Marine Resource ในการวางแนวเส้นตรง Line transect ร่วมกับวิธีการสุ่มสำรวจเป็นจุด Spot check แต่ละแนวห่างกัน 50 หรือ 100 เมตร และกำหนดจุดสำรวจห่างกัน 25 หรือ 50 เมตร ได้ทั้งหมด 11 แนวสำรวจ (English, Wilkinson, & Baker, 1998; Koedsin, Intararang, Ritchie, & Huete, 2016; Nguyen, Ngo, Vu, & Du, 2022) จากข้อมูลการสำรวจภาคสนาม ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งประเภทข้อมูลภาคสนาม ตามหลักการจัดแบ่งประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and Land cover; LULC) (Banko, 1998) โดยได้แบ่งข้อมูลในระดับที่ 1 (Level I) ออกเป็น 3 ประเภท คือ หญ้าทะเล (Seagrass) เลนและทราย (Mud & Sand) และน้ำลึก (Deep water) (ข้อมูลเลนและทราย เป็นจุดที่ไม่พบหญ้าทะเลจากการสำรวจภาคสนาม ส่วนข้อมูลน้ำลึก มาจากการเลือกจุดตัวอย่างเพิ่มเติมโดยใช้การตีความด้วยสายตาพร้อมกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์) เช่นเดียวกับการวิจัยแหล่งหญ้าทะเล บริเวณอ่าวป่าคลอก จังหวัดภูเก็ต (Koedsin *et al.*, 2016) ในแต่ละประเภทข้อมูลจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ในสัดส่วนประมาณ 50:50 ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวเป็นสัดส่วนขั้นต่ำที่แนะนำ

สำหรับการวิเคราะห์สิ่งปกคลุมดิน (Banko, 1998; Congalton, 1991) คือ ข้อมูลตัวอย่าง (Training) ที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล และข้อมูลตรวจสอบ (Testing) ซึ่งจะนำมาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องหลังการจำแนกข้อมูล ดังตารางที่ 2

**Table 2** Sample Size for Training and Testing Data

Class	Training Data	Testing Data
Seagrass	81	81
Mud & Sand	13	12
Deep water	39	39
Total (Sample point)	133	132

#### 4. การปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเบื้องต้น (Pre-processing)

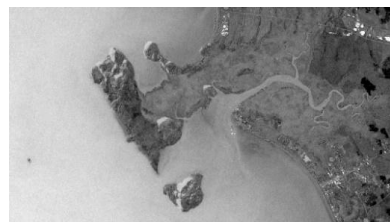
นำเข้าข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจาก <https://earthexplorer.usgs.gov/> โดยทำการตั้งค่าก่อนนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ดังนี้ อัตราเมฆปกคลุมไม่เกินร้อยละ 20 รูปแบบภาพ UNIT16 ความละเอียดของภาพสูงระบบพิกัด WGS 84 ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 มีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากชั้นบรรยากาศมาแล้ว (Drusch *et al.*, 2012; Magdalena *et al.*, 2017) ในส่วนของความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากแสงอาทิตย์ที่สะท้อนกับมวลน้ำ เนื่องจากแหล่งหญ้าทะเลส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณพื้นที่ที่มีการขึ้นลงของระดับน้ำทะเล ถึงแม้จะมีการตรวจสอบช่วงที่น้ำทะเลลดลงต่ำที่สุดแล้ว แต่ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ได้มาเพื่อศึกษาแหล่งหญ้าทะเลอาจไม่ใช่ช่วงเวลาในระดับน้ำลดลงต่ำที่สุด ดังนั้น ระดับน้ำทะเลในภาพถ่ายจากดาวเทียมอาจส่งผลกระทบต่อผลการวิจัยแหล่งหญ้าทะเลได้ จึงต้องมีการใช้เทคนิคปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากมวลน้ำ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลการวิจัยที่ถูกต้องมากที่สุด โดยการวิจัยครั้งนี้ไม่ทราบระดับความลึกของน้ำทะเลในพื้นที่ศึกษาจึงต้องใช้การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากมวลน้ำ (Water column correction) ตามคู่มือ Remote sensing handbook for tropical coastal management (Edmund P. Green & Clark, 2000) โดยนำช่วงคลื่นที่คัดเลือกไว้เข้าสู่วิธีการ Depth invariant bottom index (DIJ) ได้ออกมาเป็นชุดข้อมูลใหม่ ดังตารางที่ 3

$$\text{Depth-invariant index}_{ij} = \ln(L_i) - \left[ \left( \frac{k_i}{k_j} \right) \cdot \ln(L_j) \right] \quad (1)$$

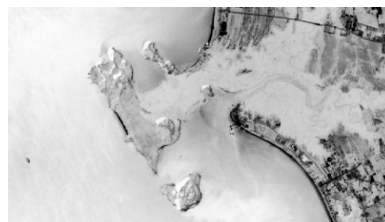
เมื่อ  $L_i$  = ค่า Radiance ของ Pixel ในช่วงคลื่น  $i$   
 $L_j$  = ค่า Radiance ของ Pixel ในช่วงคลื่น  $j$   
 $\frac{k_i}{k_j}$  = ค่าสัมประสิทธิ์ที่ทะลุผ่านน้ำ

**Table 3** Depth invariant bottom index (DIJ)

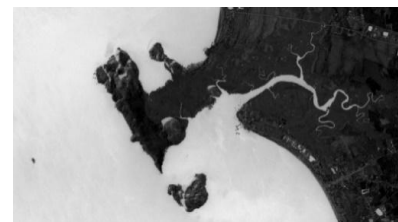
DIJ	Band	New band
DIJ <sub>23</sub>	Band 2 with Band 3	1
DIJ <sub>24</sub>	Band 2 with Band 4	2
DIJ <sub>28</sub>	Band 2 with Band 8	3
DIJ <sub>34</sub>	Band 3 with Band 4	4
DIJ <sub>38</sub>	Band 3 with Band 8	5
DIJ <sub>48</sub>	Band 4 with Band 8	6



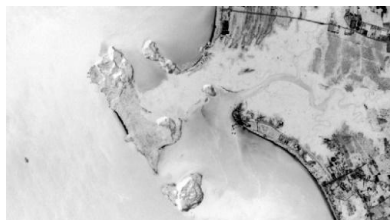
A. New band 1 (Band 2 with Band 3)



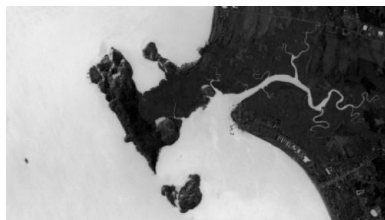
B. New band 2 (Band 2 with Band 4)



C. New band 3 (Band 2 with Band 8)



D. New band 4 (Band 3 with Band 4)



E. New band 5 (Band 3 with Band 8)



F. New band 6 (Band 4 with Band 8)

**Figure 3** Adjusted Band Resulting from Water Column Correction A. New band 1 (Band 2 with Band 3)

B. New band 2 (Band 2 with Band 4) C. New band 3 (Band 2 with Band 8) D. New band 4

(Band 3 with Band 4) E. New band 5 (Band 3 with Band 8) และ F. New band 6 (Band 4 with Band 8)

### 5. การกันขอบเขตภาพ (Image masking)

ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมจะถูกกันขอบเขต เฉพาะบริเวณที่มีการสำรวจภาคสนามและกันข้อมูลสิ่งปกคลุมดินที่อยู่บนฝั่งออกจากการประมวลผลข้อมูล

### 6. การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Image Classification by Supervised)

นำภาพ New band มาจำแนกข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล (Supervised classification) ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการจำแนกโดยทั่วไปสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่ชายฝั่งทะเลภูมิภาคเขตร้อนตามคู่มือ Remote sensing handbook for tropical coastal management (Edmund P. Green & Clark, 2000) ประกอบด้วย การจำแนกข้อมูลภาพแบบความ



น่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood classification) การจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด (Minimum distance to mean classification) และการจำแนกประเภทแบบระยะห่างมาฮาลานอบิส (Mahalanobis distance classification) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ของทั้ง 3 วิธีดังกล่าวในการสร้างแผนที่แหล่งหญ้าทะเล

การจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood classification) เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลที่ได้รับนิยามมากที่สุดในการจำแนกข้อมูลแบบก้ำกับลูแล (ERDAS, 1999) หลักการทำงานของวิธีการจำแนกข้อมูลแบบนี้ คือ จะต้องมีการคำนวณเวกเตอร์เฉลี่ย ค่าแปรปรวน และค่าสหสัมพันธ์ของช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทของชั้นข้อมูลจากข้อมูลตัวอย่าง โดยตั้งสมมติฐานว่าแต่ละชั้นข้อมูลจะต้องมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) การกระจายตัวของจุดภาพรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization) Remote Sensing and GIS Association of Thailand, 2009)

การจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด (Minimum distance to mean classification) เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลที่ง่ายที่สุดและประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การคำนวณค่าเฉลี่ยตัวเลข (DN) ของข้อมูลตัวอย่างจากทุกช่วงคลื่น เป็นค่าเฉลี่ยเวกเตอร์ (Mean vector) ถัดมาจึงนำข้อมูลที่จะจำแนก มาถูกจัดให้อยู่ในชั้นข้อมูลที่อยู่ใกล้ค่าเฉลี่ยเวกเตอร์ของชั้นนั้น และแนวเขตของข้อมูล (Data boundary) ถูกกำหนดให้อยู่รอบค่าเฉลี่ยเวกเตอร์ ดังนั้นหากจุดภาพใดตกอยู่นอกขอบเขตก็就会被จำแนกเป็นค่าที่ไม่ทราบ (Unknow) ( Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization) Remote Sensing and GIS Association of Thailand, 2009)

การจำแนกประเภทแบบระยะห่างมาฮาลานอบิส (Mahalanobis distance classification) เป็นวิธีการคำนวณระยะห่างระหว่างจุดภาพและจุดศูนย์กลางของกลุ่ม เป็นการวัดระยะทางระหว่างจุดภาพที่ต้องการทราบ ซึ่งจะใช้ค่าของทิศทางเฉลี่ย (Mean Vector) และเมตริกความแปรปรวนร่วม (Covariance matrix) ในการคำนวณ (Tso & Mather, 2009)

### 7. การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy assessment)

การจัดทำแผนที่แหล่งหญ้าทะเล แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 3 ประเภท คือ หญ้าทะเล เลนและทราย และน้ำลึก ในการประเมินความถูกต้องของแหล่งหญ้าทะเล ถูกประเมินโดยค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's accuracy) ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (User's accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) (Congalton, 1991) นำมาใช้ร่วมกันเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการจัดทำแผนที่แหล่งหญ้าทะเล

## ผลการวิจัย

### 1. การสำรวจภาคสนามหญ้าทะเล อ่าวขาม อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง

จากการสำรวจพื้นที่วิจัย โดยการวาง Line transect กระจายทั่วทั้งพื้นที่ทั้งหมด 11 แนวสำรวจ พบหญ้าทะเลจำนวน 8 ชนิด ดังนี้ หญ้าชะเงาใบพันเลื้อย หญ้าคาทะเล หญ้ากุ่มช่ายทะเล หญ้าเงาแคะ หญ้าเงาใบใหญ่ หญ้าเงาใบเล็ก หญ้าเงา และหญ้าชะเงาเต่า (ภาพที่ 4)

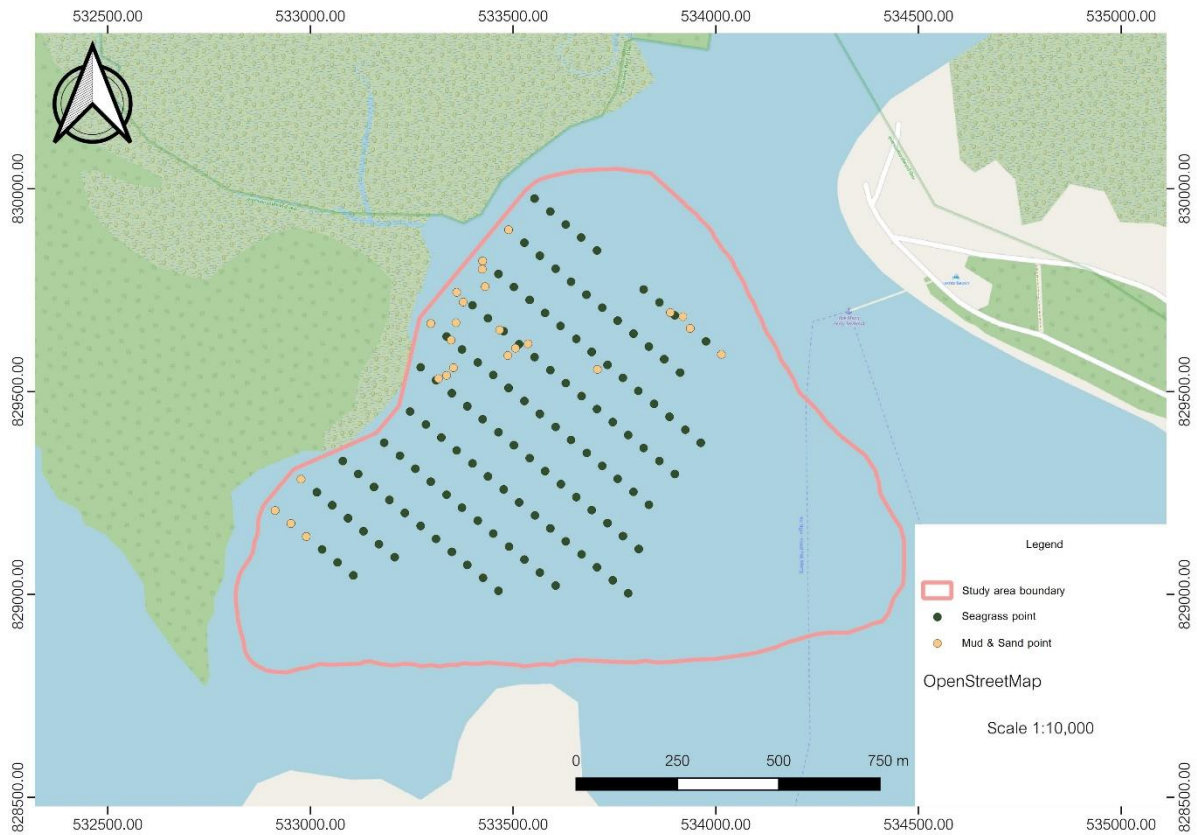


Figure 4 Survey point by line transect

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2

จากการวิจัยพบว่าการจำแนกขอบเขตแนวหญ้าทะเล โดยอาศัยเทคนิคการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum likelihood classification) การจำแนกแบบระยะทางสั้นที่สุด (Minimum distance classification) และเทคนิคการจำแนกประเภทแบบระยะห่างมาฮาลานอบิส (Mahalanobis distance classification) จากการรวมช่วงคลื่น New band all มีความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 71.97 44.7 และ 59.85 มีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา 0.53 0.20 และ 0.10 ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

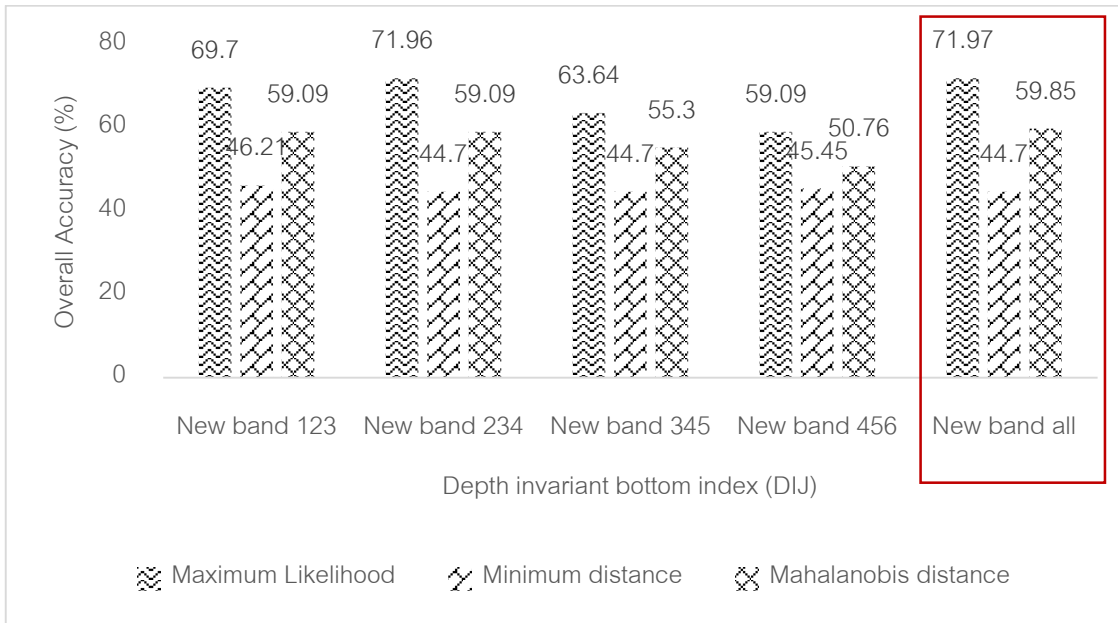


Figure 5 Comparing Overall Accuracy of Combined Wavelengths Obtained from Various DIJ Operations

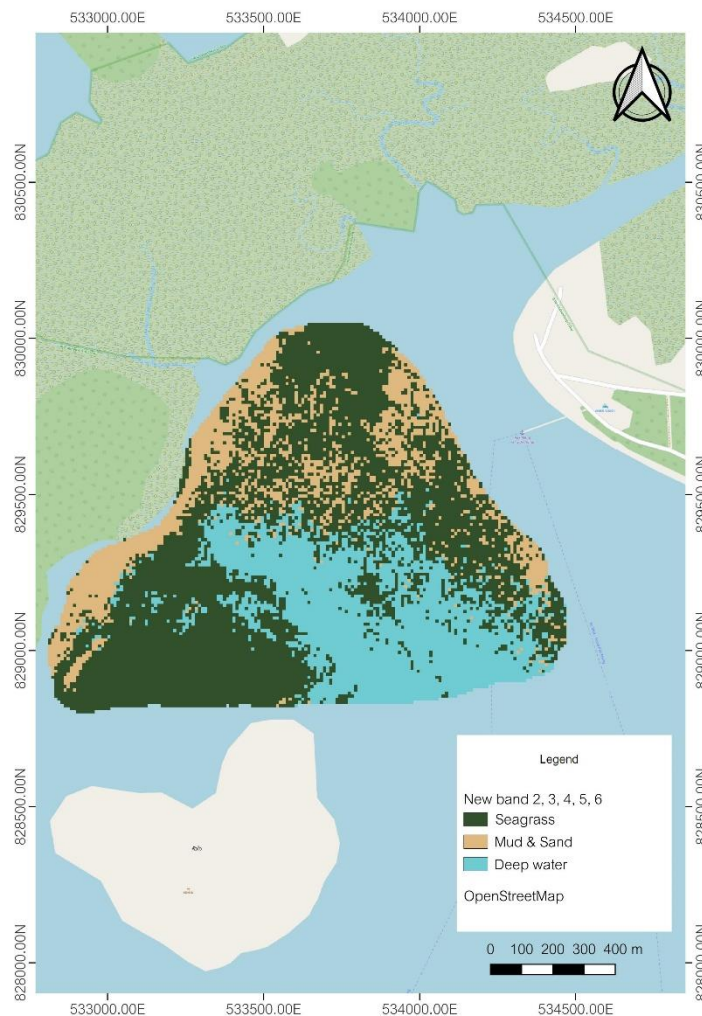
การประเมินความถูกต้องของการจำแนกขอบเขตแนวหญ้าทะเลจากการสร้างเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน (Error matrix) ด้วยการนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณความถูกต้องในแต่ละจุดภาพ ด้วยการพิจารณาความเหมือนหรือความแตกต่างของแต่ละประเภทข้อมูลในจุดภาพที่ตำแหน่งเดียวกัน โดยเปรียบเทียบระหว่างผลของการจำแนกประเภทข้อมูลที่ได้จากการใช้โปรแกรมด้านภูมิสารสนเทศกับผลจากการสำรวจภาคสนาม พบว่าข้อมูลประเภทหญ้าทะเล (Seagrass) มีความถูกต้องของจุดภาพที่เหมือนกัน 50 จุด ข้อมูลประเภทเลนและทราย (Mud & Sand) มีความถูกต้องของจุดภาพที่เหมือนกัน 6 จุด และข้อมูลประเภทน้ำลึก (Deep water) มีความถูกต้องของจุดภาพที่เหมือนกัน 39 จุด (ตารางที่ 5)

Table 5 Seagrass data in the error matrix of the seagrass vertical boundary classification using the maximum likelihood classification technique by combining the New band all wavelengths.

Classified Data	Seagrass	Mud & Sand	Deep water	Total	User's Accuracy (%)
Seagrass	50	6	0	56	89.29
Mud & Sand	11	6	0	17	35.29
Deep water	20	0	39	59	66.10
Total	81	12	39	132	
Producer's Accuracy (%)	61.73	50.00	100.00		

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกขอบเขตแนวหญ้าทะเลด้วยเทคนิคการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood classification) โดยการรวมช่วงคลื่นแบบ New band all มีค่าความ

ถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's accuracy) ดังนี้ หญ้าทะเล (Seagrass) มีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 61.73 และเลนและทราย (Mud & sand) มีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 50.00 และบริเวณน้ำลึก (Deep water) มีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 100 ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (User's accuracy) ดังนี้ หญ้าทะเล (Seagrass) มีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 89.29 และเลนและทราย (Mud & sand) มีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 35.29 และบริเวณน้ำลึก (Deep water) มีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 66.10 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 71.97 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) เท่ากับ 0.53 โดยวิเคราะห์พื้นที่ของแต่ละประเภทข้อมูลได้ดังนี้ หญ้าทะเล 456.25 ไร่ (0.73 ตารางกิโลเมตร) เลนและทราย 156.25 ไร่ (ตารางกิโลเมตร) และน้ำลึก 231.25 ไร่ (0.37 ตารางกิโลเมตร)



ภาพที่ 6 Satellite images classified by the maximum likelihood classification  
Using the New band all wavelength.

## วิจารณ์ผลการวิจัย

### 1. การแพร่กระจายของหญ้าทะเลอ่าวขาม อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง

การเลือกผสมช่วงคลื่น New band all และจำแนกด้วยวิธีความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด ในการวิจัยครั้งนี้ได้ค่าความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 71.97 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.53 จากการสำรวจภาคสนามพบว่าหญ้าทะเลบริเวณอ่าวขาม มีการแพร่กระจายจากชายฝั่งประมาณ 650 เมตร ผลการวิจัยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับรายงานการสำรวจแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง ซึ่งมีแหล่งหญ้าทะเลที่มีความสมบูรณ์มากอยู่ 3 ตำแหน่ง คือ ทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ของอ่าวขาม (Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation, 2020)

### 2. การจำแนกแหล่งหญ้าทะเลโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2

จากการวิจัยในครั้งนี้เปรียบเทียบกับผลการวิจัยที่ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ที่ผ่านมาริเวณอ่าวเรอริไม่กอส ทะเลเมดิเตอร์เรเนียนตะวันออก ประเทศกรีซ ด้วยช่วงคลื่นที่มีความละเอียด 10 ตารางเมตร (ช่วงคลื่นที่ 2 (Blue) ช่วงคลื่นที่ 3 (Green) และ ช่วงคลื่นที่ 4 (Red)) มีค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 85 (Traganos & Reinartz, 2018) งานวิจัยนี้มีค่าความถูกต้องโดยรวมที่สูงกว่าการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากบริเวณพื้นที่ดังกล่าวเป็นริมชายฝั่ง ขนาด 2,062.5 ไร่ (3.3 ตารางกิโลเมตร) มีหญ้าทะเลเพียง 2 ชนิด คือ *Posidonia oceanica* และ *Cymodocea nodosa* ลักษณะเป็นใบแบนยาว ต่างจากการวิจัยในครั้งนี้ที่มีขนาดพื้นที่เพียง 843.75 ไร่ และมีหญ้าทะเล 8 ชนิด ส่วนใหญ่มีลักษณะใบแบนสั้นรูปรี ส่งผลให้การวิจัยในครั้งนี้มีค่าความถูกต้องโดยรวมน้อยกว่างานวิจัยที่ของ Traganos & Reinartz (2018) ที่ผ่านมา ในขณะที่การจำแนกแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวทุ่งจีน เกาะลิบง จังหวัดตรัง ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษาที่มีความใกล้เคียงกับการวิจัยในครั้งนี้ โดยผู้วิจัยเลือกใช้ช่วงคลื่น 1 Aerosol Retrieval ช่วงคลื่น 2 Blue ช่วงคลื่น 5 Vegetation red edge และ ช่วงคลื่น 6 Vegetation red edge ร่วมกับการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากมวลน้ำ มีค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) เท่ากับร้อยละ 77.37 (Anchana et al., 2018) ผลการวิจัยดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากลักษณะของพื้นที่ศึกษามีความใกล้เคียงกัน ชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลมีความหลากหลายเหมือนกัน เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าในการวิจัยครั้งนี้สามารถจำแนกแหล่งหญ้าทะเลได้อย่างถูกต้องใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามหากพิจารณาตารางที่ 5 จะพบว่าผลการจำแนกข้อมูลเลนและทรายได้รับการแปลผลการจำแนกไปเป็นหญ้าทะเลอยู่บางส่วน เรียกว่า จุดภาพผสม (Mixed pixel) สอดคล้องกับการลงพื้นที่ภาคสนามที่พบว่า ชนิดของหญ้าทะเลมีขนาดเล็กและกระจายอยู่เป็นหย่อม ๆ บางบริเวณหญ้าทะเลมีการปกคลุมเพียงเล็กน้อย (น้อยกว่า 10 ตารางเมตร) จึงส่งผลให้การจำแนกเลนและทรายออกจากหญ้าทะเลยังคงเป็นข้อจำกัดสำหรับภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2

### 3. การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised classification)

เมื่อเปรียบเทียบผลการจำแนกแหล่งหญ้าทะเลแบบกำกับดูแลจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ที่ทำการวิจัยในปี 2012 บริเวณเซนต์โจเซฟฮาวด์ และท่าเรือเคลียร์วอเตอร์ รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ชนิดหญ้าทะเลที่พบ คือ *Syringodium filiforme* ใต้น้ำใบกลม *Halodule wrightii* และ *Thalassia testudinum* มีลักษณะใบแบนยาว ผู้วิจัยเลือกใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 เลือกใช้ช่วงคลื่นที่ 1 (Blue) ช่วงคลื่นที่ 2 (Green) ช่วงคลื่นที่ 3 (Red) และช่วงคลื่น

ที่ 4 (Near infrared) นำมาปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากมวลน้ำ และจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแลด้วยวิธีระยะห่าง มาฮาโนบิส มีความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 86 (Meyer & Pu, 2012) งานวิจัยนี้มีความถูกต้องโดยรวมจากการจำแนกด้วยวิธีระยะห่างมาฮาโนบิสสูงกว่าการวิจัยในครั้งนี้ เป็นไปได้ว่าในพื้นที่วิจัยมีชนิดหญ้าทะเลเพียง 3 ชนิด และน้ำทะเลบริเวณดังกล่าวมีความใสมากถึงร้อยละ 90 ส่งผลให้มีความถูกต้องโดยรวมสูงกว่าการวิจัยในครั้งนี้ สำหรับงานวิจัยแหล่งหญ้าทะเลในพื้นที่เขตร้อน (Tropical Zone) ที่ใกล้เคียงกับประเทศไทย พบว่าบริเวณจังหวัดนันทวน ประเทศเวียดนาม ในปี 2015 ได้มีการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 กับแหล่งหญ้าทะเลขนาด 1,721 ไร่ (2.7545 ตารางกิโลเมตร) แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 6 ประเภท คือ หญ้าทะเลที่มีความหนาแน่นต่ำ หญ้าทะเลที่มีความหนาแน่นสูง ปะการังแข็ง ปะการังน้ำลึก ทราล และน้ำลึก จำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแลด้วยวิธีความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด มีความถูกต้องโดยรวม เท่ากับร้อยละ 70.97 (Lau, Chen, & Phuoc, 2015) และที่จระหวารู เกาะลอมบอกตะวันออก ประเทศอินโดนีเซีย พื้นที่วิจัยมีความลึกของน้ำไม่เกิน 3 เมตร และเป็นเลนทราย มีหญ้าทะเล 3 ชนิดเด่น คือ *Enhalus acoroides* ลักษณะใบแบนยาว เส้นขอบใบแข็ง ใบมียาวมากถึง 1 เมตร ส่วน *Thalassia hemprichii* มีใบโค้งปลายมน ใบยาว 3-20 เซนติเมตร และ *Cymodocea rotundata* ใบยาว 7-15 ซม. ปลายใบมน ศึกษาการแพร่กระจายด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ช่วงคลื่นที่ใช้คือ ช่วงคลื่นที่ 2 (Blue) ช่วงคลื่นที่ 3 (Green) และช่วงคลื่นที่ 4 (Red) แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ หญ้าทะเล และไม่พบหญ้าทะเล ทำการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด มีความถูกต้องโดยรวม เท่ากับร้อยละ 61.9 (Fauzan *et al.*, 2017) ทั้งสองงานวิจัยมีความถูกต้องโดยรวมใกล้เคียงกับการวิจัยในครั้งนี้ จากลักษณะพื้นที่ที่ตั้งอยู่ในเขตร้อน บริเวณชายฝั่งน้ำลึกไม่เกิน 3 เมตร และมีลักษณะชนิดหญ้าทะเลใกล้เคียงกัน ดังนั้น พื้นที่แหล่งหญ้าทะเลที่มีความแตกต่างกัน ทั้งขนาดพื้นที่ ลักษณะความลึกน้ำ และความหลากหลาย ชนิด ส่งผลต่อการจำแนกหญ้าทะเล หากเป็นหญ้าที่มีลักษณะใบแบนยาว จะสามารถจำแนกได้มีความถูกต้องมากกว่า พื้นที่ชนิดหญ้าทะเลมีลักษณะใบเล็กกลม

นอกจากนี้ยังมีการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงในการสร้างแผนที่และจำแนกชนิดหญ้าทะเลบริเวณอ่าวป่าคลอก จังหวัดภูเก็ต ปี 2016 โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม WorldView-2 แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 3 ประเภท คือ หญ้าทะเล ทราล และน้ำลึก จำแนกข้อมูลด้วยวิธีความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด มีความถูกต้องโดยรวม ร้อยละ 90.67 (Koedsin *et al.*, 2016) และมีการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Pléiades บริเวณหมู่เกาะตริงซา ประเทศเวียดนาม ปี 2022 ในการสร้างแผนที่การแพร่กระจายของหญ้าทะเล มีความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 91 เมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยพบว่ามีความถูกต้องโดยรวมสูงกว่าการวิจัยในครั้งนี้ ถึงแม้ว่าภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง จะให้ค่าความถูกต้องโดยรวมที่สูงกว่า แต่ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้โดยปราศจากค่าใช้จ่าย และให้ค่าความถูกต้องที่สามารถยอมรับได้

### สรุปผลการวิจัย

การสำรวจแนวหญ้าทะเลในพื้นที่ขนาดเล็กโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ช่วงคลื่นที่ 2 (Blue) ช่วงคลื่นที่ 3 (Green) ช่วงคลื่นที่ 4 (Red) และช่วงคลื่นที่ 8 (Near infrared) ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม ในครั้งนี้มีพบว่ามี ความถูกต้องในการสร้างแผนที่ขอบเขตของหญ้าทะเลได้เป็นอย่างดี ผลการจำแนกข้อมูลแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด



(Maximum likelihood) มีประสิทธิภาพสูงกว่าการจำแนกแบบระยะทางสั้นที่สุด และการจำแนกแบบระยะห่างมาฮาลาโนบิส อีกทั้งภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้โดยปราศจากค่าใช้จ่าย มีรายละเอียดภาพให้เลือกใช้ได้หลายระดับตามความเหมาะสม (10 เมตร 20 เมตร และ 60 เมตร) และดาวเทียมใช้เวลาสั้นในการวนกลับมาถ่ายภาพซ้ำที่เดิม (5 วัน) จากผลการแปลตีความพื้นที่ศึกษาขนาดเล็ก มีความถูกต้องในระดับดีพอสมควร ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel จึงสามารถเป็นทางเลือกในการนำมาประยุกต์ใช้งานได้

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ภายใต้การดำเนินงานของโครงการการพัฒนาระบบการขึ้นฟูและการตัดสินใจย้ายปลูมหุ่นยนต์เพื่อการอนุรักษ์หญ้าทะเล โดยการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบคุณศูนย์ปฏิบัติการอุทยานแห่งชาติทางทะเล ที่ 3 จังหวัดตรัง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่ร่วมเก็บข้อมูล อนุเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม และสนับสนุนให้ความช่วยเหลือในการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

Banko, G. (1998). A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data and of Methods Including Remote Sensing Data in Forest Inventory.

Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 37(1), 35-46. doi:[https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)

Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation. (2020). *Survey and monitoring of sea grass resources in Hat Chao Mai National Park, Trang Province.* (in Thai)

Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., . . . Bargellini, P. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote Sensing of Environment*, 120, 25-36. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026>

Edmund P. Green, P. J. M., & Clark, A. J. E. a. C. D. (2000). *Remote sensing handbook for tropical coastal management.* Paris: Unesco Pub.

English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1998). *Survey manual for tropical marine resources. Second edition:* Australian Institute of Marine Science.



- ERDAS. (1999). *ERDAS Field Guide Fifth Edition, Revised and Expanded* <sup>TM</sup>. United States of America.: ERDAS, Inc.
- Fauzan, M. A., Kumara, I. S. W., Yogyantoro, R., Suwardana, S., Fadhilah, N., Nurmalasari, I., . . . Wicaksono, P. (2017). Assessing the Capability of Sentinel-2A Data for Mapping Seagrass Percent Cover in Jerowaru, East Lombok. *Indonesian Journal of Geography*, 49(2), 195-203. doi:10.22146/ijg.28407
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization) Remote Sensing and GIS Association of Thailand. (2009). *SPACE TECHNOLOGY AND GEO-INFORMATICS* (Vol. 5000). Bangkok: Space Technology and Geo-Informatics. (in Thai)
- Koedsin, W., Intararuang, W., Ritchie, R. J., & Huete, A. (2016). An Integrated Field and Remote Sensing Method for Mapping Seagrass Species, Cover, and Biomass in Southern Thailand. *Remote Sensing*, 8(4). doi:10.3390/rs8040292
- Lau, S. V.-K., Chen, C.-F., & Phuoc, H.-S. T. (2015). *Mapping seagrass beds and coral reefs in the coastal of Ninh Hai district, Ninh Thuan province of Vietnam using Landsat 8 OLI image*. Paper presented at the American Geophysical Union, Fall Meeting.
- Magdalena, M.-K., Bringfried, P., Jerome, L., Vincent, D., Uwe, M.-W., & Ferran, G. (2017). *Sen2Cor for Sentinel-2*. Paper presented at the Proc.SPIE.
- Meyer, C. A., & Pu, R. (2012). Seagrass resource assessment using remote sensing methods in St. Joseph Sound and Clearwater Harbor, Florida, USA. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(2), 1131-1143. doi:10.1007/s10661-011-2028-4
- Nguyen, D. H., Ngo, T. D., Vu, V. D., & Du, Q. V. V. (2022). Establishing distribution maps and structural analysis of seagrass communities based on high-resolution remote sensing images and field surveys: a case study at Nam Yet Island, Truong Sa Archipelago, Vietnam. *Landscape and Ecological Engineering*, 18(3), 405-419. doi:10.1007/s11355-022-00502-0





- Phuwachiranon, S., Adulyanukosol, K., Saelim, P., Charoenwattana, A., & Yamarunpattana, C. (2006). *Seagrass in Thai waters*. Limmak Advertising Company Limited (Printing House), Phuket Province: Marine, Coastal and Mangrove Resource Research and Development Institute, Department of Marine and Coastal Resources Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)
- Prathep, A., tontiprapas, P., Jaroenjit, K., & Koedsin, W. (2018). Seagrass as a carbon sink : a role of seagrass in the world climate change. In. Thailand: Prince of Songkla University. (in Thai)
- Traganos, D., & Reinartz, P. (2018). Mapping Mediterranean seagrasses with Sentinel-2 imagery. *Mar Pollut Bull*, 134, 197-209. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.06.075
- Tso, B., & Mather, P. M. (2009). *Classification methods for remotely sensed data* (2nd ed. ed.): CRC Press.
- Veettil, B. K., Ward, R. D., Lima, M. D. A. C., Stankovic, M., Hoai, P. N., & Quang, N. X. (2020). Opportunities for seagrass research derived from remote sensing: A review of current methods. *Ecological Indicators*, 117. doi:10.1016/j.ecolind.2020.106560
- Wongphanit, W. (2021). *Seagrass sites in Thailand: biodiversity, ecosystem services and management practices*. Bangkok: Marine and Coastal Resources Research and Development Institute. (in Thai)
- Yamakita, T., Sodeyama, F., Whanpetch, N., Watanabe, K., & Nakaoka, M. (2019). Application of deep learning techniques for determining the spatial extent and classification of seagrass beds, Trang, Thailand. *Botanica Marina*, 62, 291-307. doi:10.1515/bot-2018-0017