



การประเมินอัตราการรอดของหญ้าทะเลที่ได้รับการฟื้นฟู ด้วยภาพถ่าย  
จากอากาศยานไร้คนขับ บนแพลตฟอร์ม Google Earth Engine  
Survival Rate Assessment of Transplanted Seagrass Using Unmanned  
Aerial Vehicles Imagery on Google Earth Engine

พีรดนย์ เกิดผล<sup>\*</sup>

Peeradon Kirdpol<sup>\*</sup>

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ประเทศไทย

*Marine and Coastal Resources Research and Development Institute,*

*Department of Marine and Coastal Resources, Thailand*

Received : 12 April 2023

Revised : 19 May 2023

Accepted : 5 June 2023

### บทคัดย่อ

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ดำเนินโครงการฟื้นฟูหญ้าทะเลแบบบูรณาการทุกภาคส่วน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564 บริเวณอ่าวพังงา จังหวัดพังงา เป็นพื้นที่ 24 ไร่ต่อปี โดยได้ย้ายปลูกต้นพันธุ์หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides* (Linnaeus f.) Royle, 1839) รวม 153,600 ต้น อย่างไรก็ตาม การติดตามประเมินอัตราการรอดหลังจากการย้ายปลูกด้วยวิธีเก่า ใช้ทรัพยากรบุคคลมาก สิ้นเปลืองเวลา และไม่อาจประเมินผลได้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ การศึกษาครั้งนี้จึงได้นำภาพถ่ายความละเอียดสูงที่บันทึกด้วยอากาศยานไร้คนขับ มาประมวลผลบนแพลตฟอร์ม Google earth engine โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการประเมินอัตราการรอดของหญ้าคาทะเลที่ได้รับการฟื้นฟูที่รวดเร็วและครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่าหญ้าทะเลที่ได้รับการฟื้นฟูด้วยการย้ายปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 - 2564 มีอัตราการรอดเฉลี่ยร้อยละ  $31.62 \pm 4.52$  โดยที่ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำและความครบถ้วนในการตรวจจับกอหญ้าทะเล ร้อยละ  $0.85 \pm 0.05$  ภายใต้ข้อจำกัดบางประการ เช่น ระดับน้ำทะเล และความหนาแน่นของพันธุ์หญ้าที่ย้ายปลูกซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการตรวจนับจำนวนกอหญ้าทะเล ผลผลิตที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้ประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ของโครงการต่อไป

**คำสำคัญ** : อากาศยานไร้คนขับ ; Google Earth Engine ; ฟื้นฟูหญ้าทะเล ; อ่าวพังงา จังหวัดพังงา



### Abstract

Department of Marine and Coastal Resources (DMCR) together with local communities around Phangnga bay have restored 0.1536 square kilometer of *Enhalus acoroides* (Linnaeus f.) Royle, 1839. Total of 153,600 shoots and sprout has been transplanted to the site since 2018 to 2021. The survival rate of the seagrass was assessed by in-situ visual investigation which was time-consuming, labor-intensive and cover only small portion of the restoration area. This paper presents a faster and better area coverage assessment procedure using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) imagery analyzed on Google Earth Engine platform. The result of survival rate assessed by this method is  $31.62 \pm 4.52$  percent on average with mean accuracy detection ( $0.85 \pm 0.05$ ) under specific condition such as sea level and seagrass density which negatively affect the detection efficiency. The proposed model output can be implemented to assess the accomplishment of DMCR seagrass restoration project.

**Keywords :** Unmanned Aerial Vehicle (UAV) ; Google Earth Engine ; Seagrass restoration ; Phangnga bay Thailand



## บทนำ

ระบบนิเวศหญ้าทะเล มีความสำคัญเป็นแหล่งอนุบาลและที่หลบภัยของพันธุ์สัตว์น้ำเศรษฐกิจหลายชนิด เป็นแหล่งอาหารสำคัญของพะยูนและเต่าทะเล นอกจากนี้ ระบบนิเวศหญ้าทะเลยังมีนิเวศบริการ อีกหลายด้านไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม เช่น เป็นแหล่งดักจับตะกอนแขวนลอยทำให้น้ำสะอาดขึ้น เป็นแนวกันคลื่นตามธรรมชาติสร้างเสถียรภาพของชั้นดินตะกอนแนวชายฝั่ง รวมไปถึงการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญอีกแห่งหนึ่ง (Nordlund *et al.*, 2016) นับตั้งแต่การบันทึกขอบเขตของหญ้าทะเลครั้งแรกในคริสต์ศตวรรษที่ 19 พื้นที่หญ้าทะเลทั่วโลกลดลงกว่าร้อยละ 29 (Waycott *et al.*, 2009) ประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีศักยภาพเป็นแหล่งหญ้าทะเลทั้งสิ้น 160,628 ไร่ ประกอบด้วยหญ้าทะเล 13 ชนิด (Marine and Coastal Resources Research & Development Institute, 2020a) จากรายงานสถานการณ์ด้านทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศไทย พ.ศ. 2560 (Department of Marine and Coastal Resources, 2017) พบว่าแหล่งหญ้าทะเลมีความสมบูรณ์ลดลงจากสถานภาพสมบูรณ์ดี และดีมาก กลายเป็นสมบูรณ์ปานกลาง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เล็งเห็นแนวโน้มที่แหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทยอาจจะเสื่อมโทรมลง จึงได้ดำเนินโครงการฟื้นฟูหญ้าทะเลแบบบูรณาการทุกภาคส่วน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564 ปีละ 60 ไร่ โดยที่ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการและคอยสอดส่องดูแลพื้นที่ที่ได้รับการฟื้นฟู

หนึ่งในแปลงหญ้าทะเลที่ประสบความสำเร็จ ตั้งอยู่บริเวณอ่าวพังงาตอนบน ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดพังงา ซึ่งได้ดำเนินการฟื้นฟูหญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides* (Linnaeus f.) Royle, 1839) ด้วยวิธีการย้ายปลูกต้นพันธุ์จากพื้นที่ใกล้เคียง และวิธีการเพาะเมล็ด รวมปีละ 38,400 ต้น ครอบคลุมพื้นที่ 24 ไร่ต่อปี การติดตามผลความสำเร็จของการฟื้นฟูหญ้าทะเลที่ผ่านมา ได้ดำเนินการในหลายมิติ เช่น ศึกษาการเจริญเติบโต อัตรารอด ประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ ประชาคมสัตว์พื้นดิน และปัจจัยทางคุณภาพน้ำพื้นฐาน เป็นต้น จากรายงานผลการดำเนินงานฟื้นฟูหญ้าทะเลแบบบูรณาการทุกภาคส่วน ประจำปีงบประมาณ 2563 (Marine and Coastal Resources Research & Development Institute, 2020b) ได้ดำเนินการศึกษาอัตราการรอดของหญ้าคาทะเลที่ฟื้นฟูด้วยวิธีการย้ายปลูก โดยกำหนดกรอบตัวอย่างถาวร (Permanent quadrat) ขนาด 10 x 10 ตารางเมตร อย่างน้อย 4 กรอบ และนับจำนวนต้นหญ้าทะเลภายในกรอบทั้งหมดเพื่อคำนวณเป็นอัตราการรอด อย่างไรก็ตามพื้นที่แปลงปลูกฟื้นฟูแบบ แยกกอในแต่ละปีงบประมาณ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 14.625 ไร่ หรือ 23,400 ตารางเมตร การใช้กรอบถาวรที่ครอบคลุมพื้นที่รวมเพียง 400 ตารางเมตร (1.7% ของพื้นที่) อาจไม่เพียงพอในการประเมินอัตราการรอดของหญ้าที่ย้ายปลูกทั้งหมด จึงได้ประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ซึ่งสามารถบันทึกภาพที่มีความละเอียดสูงและครอบคลุมพื้นที่แปลงฟื้นฟูทั้งหมดได้ในระยะเวลาอันสั้น

Google earth engine เป็นแพลตฟอร์มการประมวลผล ที่อนุญาตให้บุคคลทั่วไปใช้โครงสร้างพื้นฐานของทางบริษัท และเข้าถึงชุดข้อมูลดาวเทียมหลายชนิด รวมไปถึงการอนุญาตให้นำเข้าข้อมูลภาพถ่ายของผู้ใช้งาน เพื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างอิสระด้วยการประมวลผลบนระบบคลาวด์ (Cloud Computing) ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ (Gorelick *et al.*, 2017) การศึกษาในครั้งนี้จึงได้นำแผนภาพออร์โธ (Orthophoto) ความละเอียดสูง ที่บันทึกด้วยอากาศยานไร้คนขับ มาประมวลผลบนแพลตฟอร์ม Google earth engine ผ่าน

กระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) เพื่อจำแนกภาพถ่ายทะเลที่ได้รับการฟื้นฟู โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการประเมินอัตราการรอดของหญ้าทะเลที่ได้รับการฟื้นฟู ที่รวดเร็วและครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### พื้นที่ศึกษา

แปลงฟื้นฟูหญ้าทะเลภายใต้โครงการฟื้นฟูหญ้าทะเลแบบบูรณาการทุกภาคส่วน อยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 3 กิโลเมตร บริเวณตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดพังงา ครอบคลุมพื้นที่ 96 ไร่ โดยแบ่งแปลงตามปีที่จัดกิจกรรมการปลูก ได้แก่ แปลงปี พ.ศ. 2561, 2562, 2563 และ 2564

กำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะในบริเวณที่มีการฟื้นฟูด้วยวิธีการย้ายปลูกลงต้นพันธุ์จากพื้นที่ใกล้เคียงเท่านั้น ดังแสดงใน Figure 1 จำนวนทั้งสิ้น 23,400 กอ ในปี พ.ศ. 2561-2563 และ 28,800 กอ ในปี พ.ศ. 2564 โดยหญ้าทะเลแต่ละกอจะปลูกห่างกัน 1 เมตร

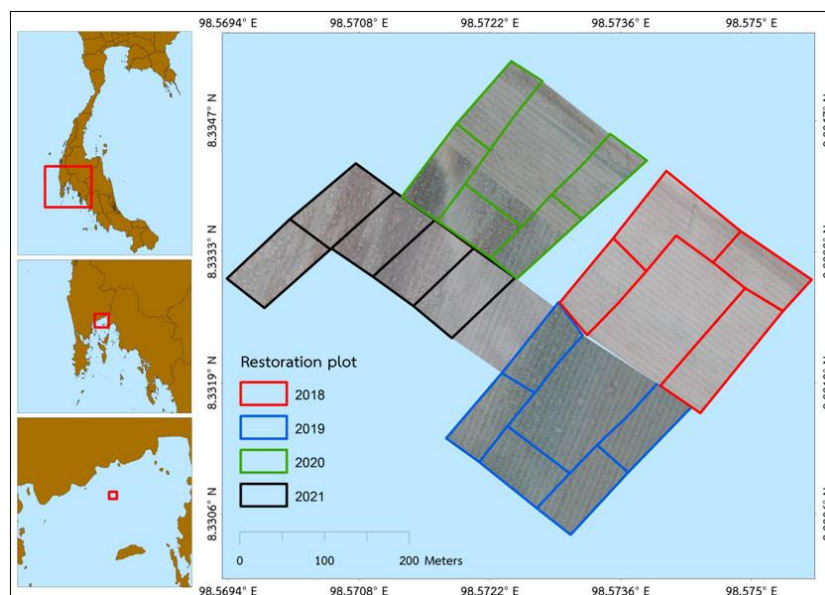


Figure 1 The Study Area.

#### การบินถ่ายภาพทางอากาศ และการเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

2.1 ถ่ายภาพในช่วงเวลาที่ระดับน้ำลดลงต่ำจนหญ้าใล่พ้นน้ำทั้งหมด ในช่วงระหว่างเดือน กันยายน ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2564 ด้วยอากาศยานไร้คนขับ ยี่ห้อ DJI รุ่น Phantom 4 Multispectral ติดตั้งกล้องถ่ายภาพแบบมีเซนเซอร์หลายช่วงคลื่น (Multi-spectrum) ในช่วงคลื่น สีน้ำเงิน (450 นาโนเมตร) สีเขียว (560 นาโนเมตร) สีแดง (650 นาโนเมตร) และช่วงใกล้อินฟราเรด (840 นาโนเมตร)

2.2 กำหนดเส้นทางการบิน ระดับความสูง และระดับการซ้อนทับของภาพที่ถ่าย โดยคำนึงถึงระยะเวลาที่สามารถปฏิบัติงานได้ภายใต้ข้อจำกัดของการขึ้น-ลงของระดับน้ำทะเล รวมไปถึงความละเอียดของภาพ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้บินที่ระดับความสูง 25 เมตร โดยที่ภาพถ่ายมีการซ้อนทับด้านหน้า (Front overlapped) ร้อยละ 80 และซ้อนทับด้านข้าง (Side overlapped) ร้อยละ 65

2.3 ชูดภาพถ่ายที่บันทึกได้จะถูกนำมารวมเข้าเป็นภาพขนาดใหญ่โดยผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Orthorectification) เพื่อให้ได้แผนที่แปลงพื้นพิกัดแผนที่ที่มีพิกัดถูกต้อง

2.4 บันทึกจุดพิกัดของแปลงพื้นฟูเพื่อกำหนดขอบเขตการวิเคราะห์

2.5 นำเข้าข้อมูลแผนที่แปลงพื้นฟูพิกัด และขอบเขต ในแพลตฟอร์ม Google earth engine

### กระบวนการแปลผลภาพถ่าย

3.1 ลำดับขั้นตอนการแปลผลภาพถ่ายประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก ดังแผนภาพใน Figure 2

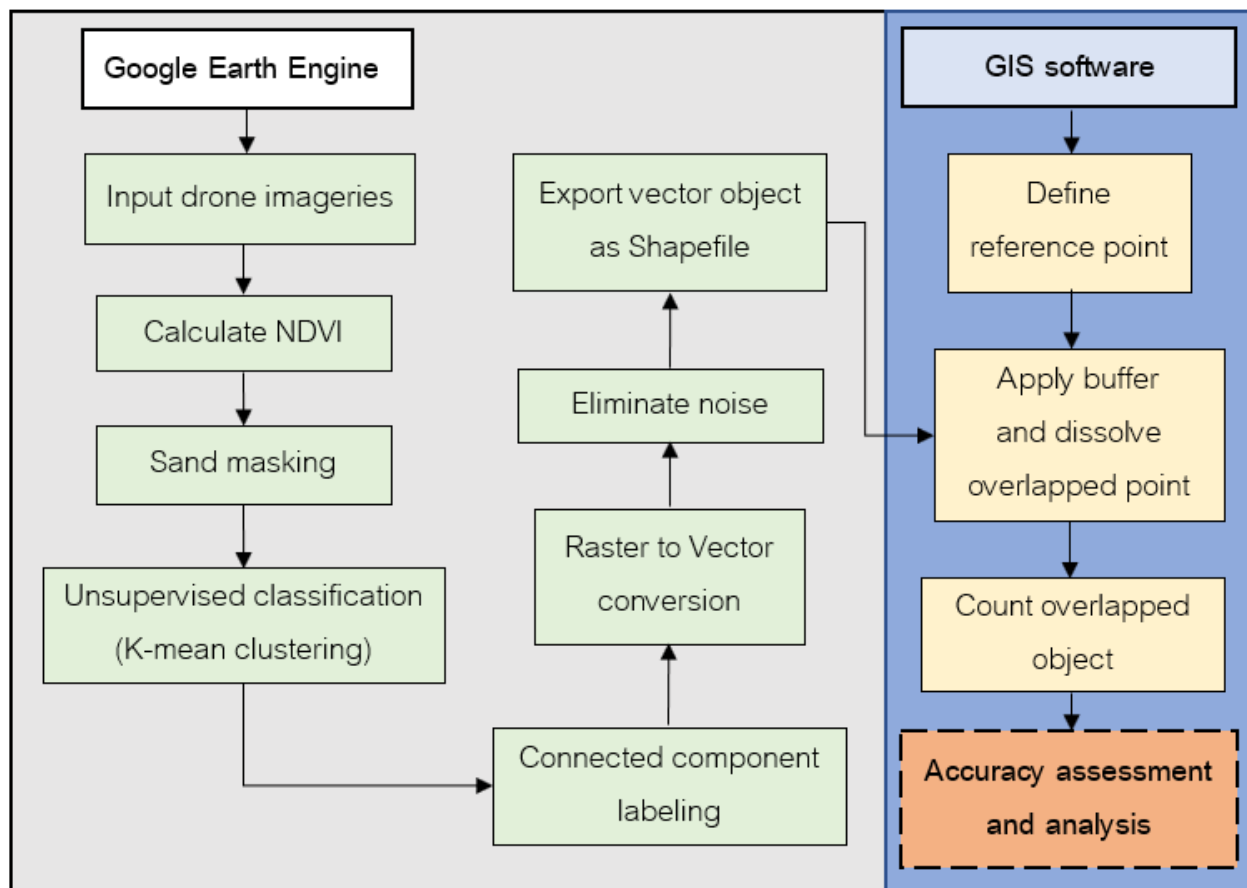


Figure 2 The workflow of UAV's image analysis

3.1.1 การศึกษาในครั้งนี้ ใช้ภาพถ่ายทางอากาศขนาดความละเอียดจุดภาพประมาณ  $1.3 \times 1.3$  ตารางเซนติเมตร โดยข้อมูลจุดภาพจะถูกแปลงค่าด้วยการคำนวณดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI) (Figure 3) เพื่อช่วยให้สามารถจำแนกวัตถุที่เป็นพืชพรรณได้ง่ายยิ่งขึ้นโดยการปรับข้อมูลจุดภาพให้อยู่ในช่วง 1 ถึง -1 (Pettoirelli *et al.*, 2005)

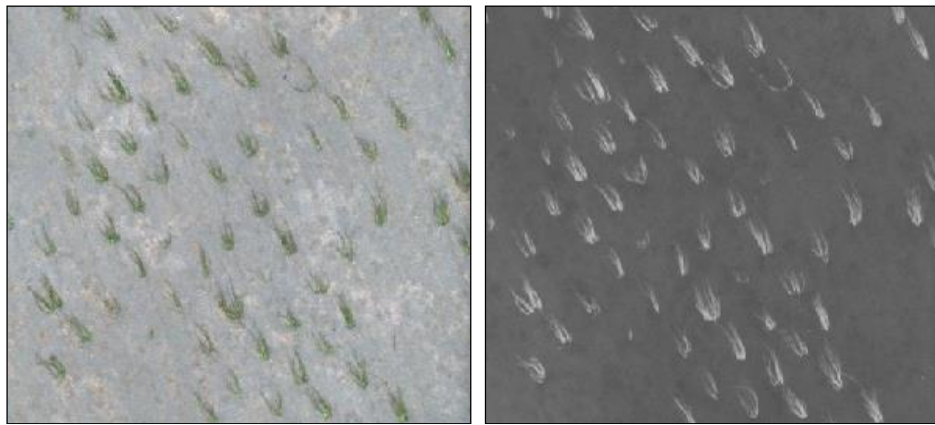


Figure 3 NDVI was calculated to make seagrass more distinguishable. Original image (left) NDVI derived image (right)

3.1.2 ทำการบดบังจุดภาพ (Masking) บริเวณที่เป็นพื้นทราย โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือก (Threshold) จากค่าดัชนี NDVI กล่าวคือ ดัชนี NDVI ที่อยู่ในช่วง -1 ถึง 0 จะมีลักษณะเป็นน้ำ ในขณะที่ช่วงที่ใกล้เคียงกับ 0 จะมีลักษณะเป็นพื้นดิน หรือทราย ส่วนค่าดัชนีที่สูงขึ้นจะแสดงถึงความหนาแน่นของพืชพรรณที่มากขึ้น (Barillé *et al.*, 2010; El-Gammal *et al.*, 2014; Ozyavuz, 2010) จึงได้ทดสอบปรับเปลี่ยนเกณฑ์จนได้ค่าดัชนีที่เหมาะสมที่สุดคือ 0.05 ซึ่งจะบดบังจุดภาพบริเวณที่เป็นพื้นทรายออกทั้งหมด

3.1.3 การศึกษาครั้งนี้ประยุกต์ใช้การจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification) เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการวิเคราะห์ภาพ เนื่องจากการจำแนกประเภทนี้ไม่ต้องนำเข้าข้อมูลอ้างอิงเพื่อให้แบบจำลองเรียนรู้ โดยโมเดลที่นำมาใช้คือ K-mean clustering เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลจุดภาพให้อยู่ในประเภทที่กำหนด ซึ่งในที่นี้จะแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ หญ้าทะเล และสิ่งอื่น ๆ

3.1.4 การรวมกลุ่มจุดภาพที่เกาะกลุ่มใกล้เคียงกัน อาศัยอัลกอริทึม “Connected-component labeling” ซึ่งสามารถเรียกใช้ใน Google earth engine ซึ่งอัลกอริทึมนี้เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการวิเคราะห์ภาพ พัฒนามาจากทฤษฎีกราฟ (Rosenfeld & Pfaltz, 1966) โดยคำนวณหาจุดภาพโดยรอบที่มีข้อมูลใกล้เคียงกันจากการจำแนกในข้อ 3.1.3 และจับกลุ่มเข้าด้วยกัน



3.1.5 การแปลงกลุ่มจุดภาพให้กลายเป็นภาพเวกเตอร์ (Vector graphic) อาศัยอัลกอริทึมที่สามารถเรียกใช้ใน Google earth engine ได้เช่นกัน โดยแปลงข้อมูลภาพให้กลายเป็นข้อมูลเชิงเรขาคณิตเพื่อให้ง่ายต่อการจัดการข้อมูล

3.1.6 กำจัดภาพเวกเตอร์ที่ไม่เกี่ยวข้อง (Noise) โดยเรียกใช้คำสั่งการกรอง (filter) ใน Google earth engine โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทดสอบปรับเปลี่ยนเกณฑ์การคัดกรองภาพเวกเตอร์ที่มีข้อมูลปริมาณจุดภาพ จนได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ ช่วงระหว่าง 5 ถึง 500 จุดภาพ

3.1.7 การส่งออกข้อมูลเป็น Shapefile สามารถเลือกรูปแบบได้ทั้งแบบจุด (Centroid) กรอบ (Bounding box) หรือ รูปหลายเหลี่ยม (Polygon) โดยการศึกษาครั้งนี้จะใช้รูปแบบจุด เพื่อนำไปวิเคราะห์ในโปรแกรมทางภูมิสารสนเทศ

3.2 การตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการวิเคราะห์ สามารถใช้วิธีการได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับผลผลิตที่กระบวนการ หรือโมเดลนั้น ๆ ถ่ายทอดออกมา การศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) เพื่อใช้ประโยชน์ในการตรวจจับวัตถุ (Object detection) จึงได้นำวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในศาสตร์ของการตรวจจับวัตถุมาใช้ ได้แก่ Completeness บ่งบอกถึงร้อยละของปริมาณกอนุภาคที่สามารถตรวจจับได้, Correctness บ่งบอกถึงร้อยละของความถูกต้องของการตรวจจับ และ Mean accuracy detection (MAD) บ่งบอกถึงโอกาสที่จะตรวจจับวัตถุได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน (Zhan *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2019; Wickramarathna *et al.*, 2021) ดังสมการดังต่อไปนี้

$$Completeness = \frac{N_{match}}{N_{gis}} \quad (1)$$

$$Correctness = \frac{N_{match}}{N_{gee}} \quad (2)$$

$$MAD = \frac{2N_{match}}{(N_{gis} + N_{gee})} \quad (3)$$

3.3 พิจารณาความซ้ำซ้อนของข้อมูลจากผลที่นับได้จาก Google earth engine ดังสมการที่ (4)

$$Duplicate (\%) = \frac{N_{gee}}{N_{dissolve}} \times 100 \quad (4)$$

3.4 อัตรารอดของหญ้าคาทะเลหลังจากการย้ายปลูก ดังสมการที่ (5)

$$Survival (\%) = \frac{N_{match}}{N_{plant}} \times 100 \quad (5)$$



โดย	$N_{match}$	คือ จำนวนกอหญ้าทั้งหมดที่นับได้ถูกต้อง
	$N_{gis}$	คือ จำนวนกอหญ้าทั้งหมดที่นับด้วยสายตาผ่านโปรแกรมภูมิสารสนเทศ
	$N_{gee}$	คือ จำนวนกอหญ้าทั้งหมดที่นับด้วย Google earth engine
	$N_{dissolve}$	คือ จำนวนกอหญ้าทั้งหมดที่นับหลังจากรวมกลุ่มจุดที่ใกล้เคียงกัน
	$N_{plant}$	คือ จำนวนกอหญ้าทั้งหมดที่นำมาปลูก

## ผลการวิจัย

### ผลการนับจำนวนกอหญ้าทะเล

จากการวิเคราะห์ภาพบนแพลตฟอร์ม Google earth engine (Figure 4) สามารถจำแนกและนับจำนวนกอหญ้าทะเลที่ได้ย้ายปลูกในปี พ.ศ. 2561 2562 2563 และ 2564 ( $N_{gee}$ ) ได้ 8,564, 9,133, 8,093 และ 10,894 กอ ตามลำดับ ส่วนหญ้าทะเลทั้งหมดที่นับด้วยสายตาบนโปรแกรมภูมิสารสนเทศ ( $N_{gis}$ ) มีจำนวน 8,773, 9,913, 7,405 และ 10,532 กอ ตามลำดับ (Figure 5 และ Table 1)

### ผลการตรวจสอบความถูกต้อง

เมื่อเปรียบเทียบจุดตำแหน่งกอหญ้าทะเลของการนับบนแพลตฟอร์ม Google earth engine ( $N_{gee}$ ) และการนับด้วยสายตาบนโปรแกรมภูมิสารสนเทศ ( $N_{gis}$ ) ที่ซ้อนทับกัน จะแปรผลได้เป็นจำนวนกอหญ้าที่นับได้ถูกต้อง ( $N_{match}$ ) เป็นจำนวน 7,603, 8,602, 6,031 และ 9,058 กอ ตามลำดับ (Table 1) เมื่อนำตัวแปรข้างต้น มาคำนวณ Completeness, Correctness และ Mean accuracy detection (MAD) พบว่าความแม่นยำในการตรวจจับกอหญ้าทะเลในการศึกษารั้งนี้มีค่าเฉลี่ย  $0.85 \pm 0.02$ ,  $0.85 \pm 0.07$  และ  $0.85 \pm 0.05$  ตามลำดับ

### อัตราการรอดของหญ้าทะเล

จากการคำนวณอัตราการรอด ด้วยจำนวนกอหญ้าที่นับได้ถูกต้อง ( $N_{match}$ ) กับจำนวนต้นพันธุ์ทั้งหมดที่ได้ย้ายปลูก ( $N_{plant}$ ) พบว่าหญ้าทะเลที่ได้ย้ายปลูกในปี พ.ศ. 2561 2562 2563 และ 2564 มีอัตราการรอดร้อยละ 32.49, 36.76, 25.77 และ 31.45 ตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ  $31.62 \pm 4.52$  โดยหญ้าทะเลที่ย้ายปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2563 มีอัตราการรอดต่ำที่สุด

## วิจารณ์ผลการวิจัย

### ประสิทธิภาพของกระบวนการวิเคราะห์ภาพด้วย Google earth engine

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล ผ่านแพลตฟอร์มนี้ ให้ผลผลิตที่มีความแม่นยำสูง จากค่า Completeness Correctness และ MAD ใน Table 1 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการวิเคราะห์ภาพในการศึกษารั้งนี้สามารถตรวจจับกอหญ้าทะเลที่ย้ายปลูกได้ถูกต้องและครบถ้วนในอัตราร้อยละ 85 โดยเฉลี่ย เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการวิเคราะห์ด้วย





สายตาผ่านโปรแกรมทางภูมิสารสนเทศ สามารถร่นเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์หลังได้อย่างมาก และยังคงลดข้อจำกัดของบุคคลากรที่ต้องมีความชำนาญในการจำแนกหญ้าทะเลออกจากสิ่งแวดล้อม

ความซ้ำซ้อนของข้อมูลจุดตำแหน่งเกิดขึ้นจากหญ้าที่มีขนาดใหญ่ รวมไปถึงลักษณะการเรียงตัวของใบหญ้า หลังจากระดับน้ำลดลงต่ำ ทำให้มีการแปลผลซ้ำในบางจุด โดยที่แปลงปลูก ปี 2564 มีความซ้ำซ้อนของข้อมูลน้อยที่สุด ยกเว้นในแปลงปลูกปี 2563 เนื่องจากสภาพพื้นที่มีน้ำขัง (Figure 6-a) ทำให้การจำแนกหญ้าทะเลผิดพลาด อย่างไรก็ตาม จุดที่ซ้ำซ้อนสามารถกำจัดได้โดยการขยายพื้นที่ของแต่ละจุดเป็นวงกันชน (buffer) เพื่อเชื่อมต่อกับจุดที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากหญ้าทะเลแต่ละกอมีระยะห่างกันประมาณ 1 เมตร ทำให้สามารถใช้วิธีนี้ได้โดยที่ไม่เกิดการซ้อนทับของแนวกันชน (Figure 6-b)

**Table 1** Comparison of calculated results of plant count and other parameters between restoration plots

Parameters	Year of transplantation				average
	2018	2019	2020	2021	
$N_{plant}$	23,400	23,400	23,400	28,800	
$N_{gee}$	8,564	9,133	8,093	10,894	
$N_{gis}$	8,773	9,913	7,405	10,532	
$N_{match}$	7,603	8,602	6,031	9,058	
Completeness	0.87	0.87	0.81	0.86	0.85 ±0.02
Correctness	0.89	0.94	0.75	0.83	0.85 ±0.07
MAD	0.88	0.90	0.78	0.85	0.85 ±0.05
Duplicate (%)	34.05	18.8	26.75	6.84	21.61 ±10.09
Survival (%)	32.49	36.76	25.77	31.45	31.62 ±4.52

**อัตราการรอดของหญ้าทะเลหลังจากการย้ายปลูก**

อัตราการรอดของหญ้าทะเล ที่ย้ายปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 2562 2563 และ 2564 พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ  $31.62 \pm 4.52$  (Table 1) โดยแปลงปลูกปี 2563 มีอัตราการรอดต่ำที่สุด เนื่องจากมีการฟื้นฟูโดยการย้ายปลูกเป็นกลุ่ม (Figure 5-c) ทำให้ปริมาณหญ้าที่นับได้ทั้งจากการนับด้วยสายตา และการนับด้วยระบบอัตโนมัติ ต่ำกว่าความเป็นจริง

จากผลการติดตามอัตราการรอดด้วยวิธีการเดิม ในรายงานผลการดำเนินงานฟื้นฟูหญ้าทะเลแบบบูรณาการทุกภาคส่วน ประจำปีงบประมาณ 2563 (Marine and Coastal Resources Research & Development Institute, 2020b) โดยกำหนดกรอบตัวอย่างถาวร ขนาด  $10 \times 10$  ตารางเมตร จำนวน 4 กรอบ ในแต่ละแปลงปลูกของปี พ.ศ. 2561 2562 และ 2563 พบว่ามีอัตราการรอดสูงถึงร้อยละ 80, 80 และ 95 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับผลการศึกษาในครั้งนี้อย่างมาก เนื่องมาจากการ



กำหนดกรอบตัวอย่างถาวรมีขนาดเพียง 10 x 10 ตารางเมตร จำนวน 4 กรอบ คิดเป็นร้อยละ 1.7 ของพื้นที่ ซึ่งอาจจะไม่เพียงพอต่อการเป็นตัวแทนของข้อมูลพื้นที่ทั้งหมด จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติม

### ข้อจำกัดที่มีอิทธิพลต่อผลการวิเคราะห์

การใช้อากาศยานไร้คนขับมีข้อจำกัดบางประการ เช่น สภาพอากาศไม่เหมาะสม นอกจากนี้ผลผลิตจากการศึกษาในครั้งนี้ อาจไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในพื้นที่ที่มีน้ำทะเลท่วมถึงตลอดเวลา เนื่องจากแสงในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (Near-infrared) ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการคำนวณดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จะถูกดูดกลืนโดยน้ำทะเล

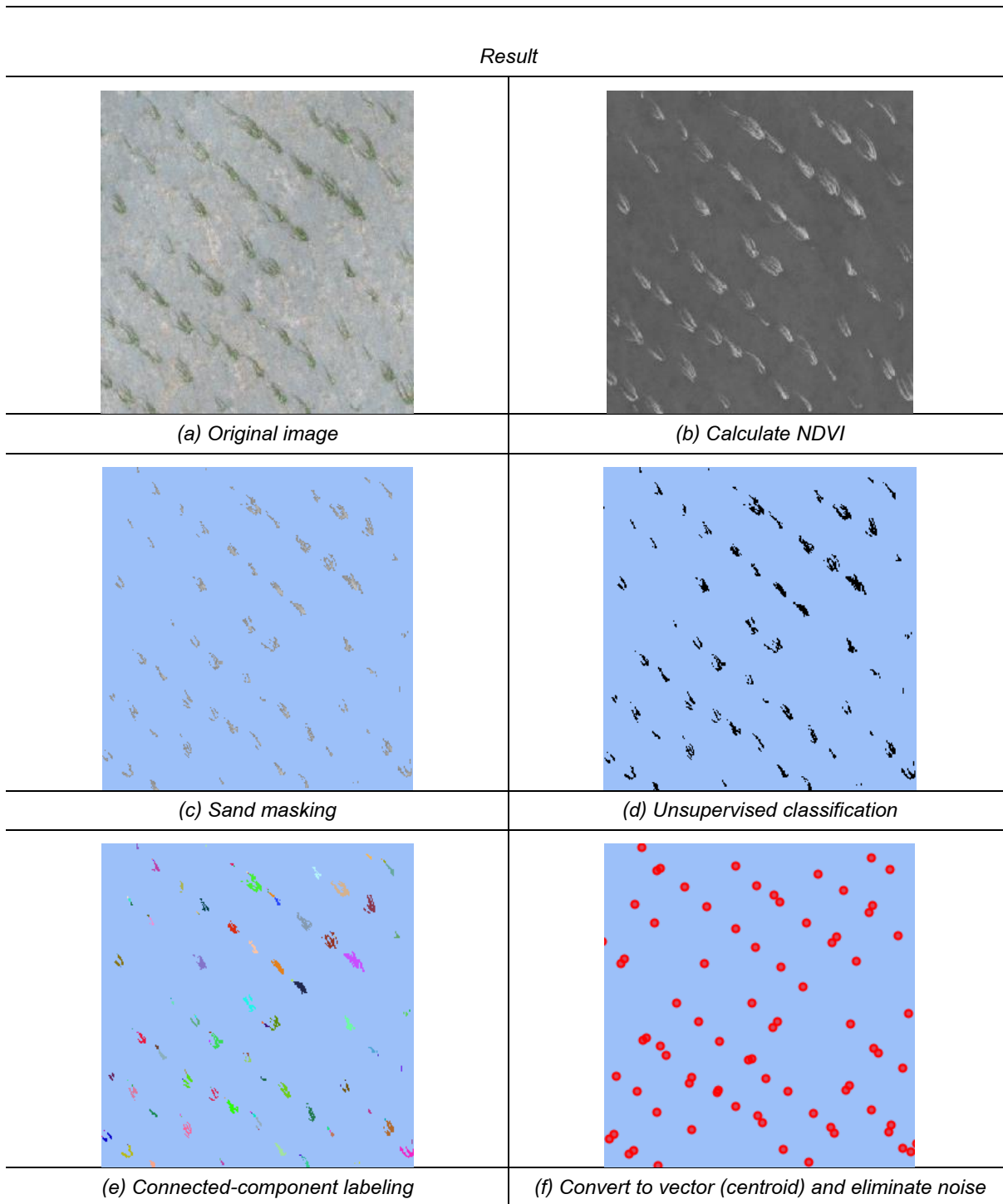
จากข้อมูลความชื้นซึ่มใน Table 1 แสดงให้เห็นว่า การเจริญเติบโตและการแพร่กระจายในแนวราบที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ผ่านไปหลังการย้ายปลูก ส่งผลให้ผลการตรวจนับกอหญ้าเกิดความชื้นซึ่มมากขึ้น การติดตามอัตราการรอดด้วยวิธีการจำแนกแบบอัตโนมัติในการศึกษาครั้งนี้ จึงไม่สามารถใช้กับแปลงพื้นที่ที่เป็นกระจุก ดังเช่นในแปลงปลูกพื้นที่ปี พ.ศ. 2563 (Figure 5-c) อย่างไรก็ตาม หากแปลงพื้นที่นั้นมีการปกคลุมของหญ้าทะเลที่หนาแน่น ก็สามารถเปลี่ยนไปใช้วิธีการติดตามในเชิงพื้นที่ด้วยการศึกษาขอบเขตการปกคลุมของแนวหญ้าทะเลได้ เช่นเดียวกับการสำรวจพื้นที่หญ้าทะเลในธรรมชาติ (Chayhard *et al.*, 2018)

### **สรุปผลการวิจัย**



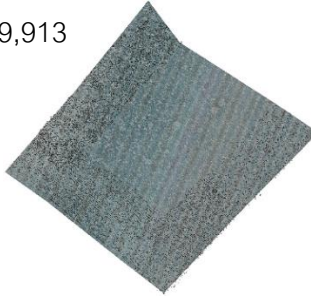
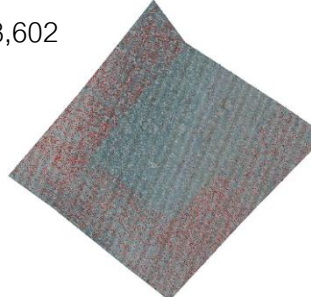
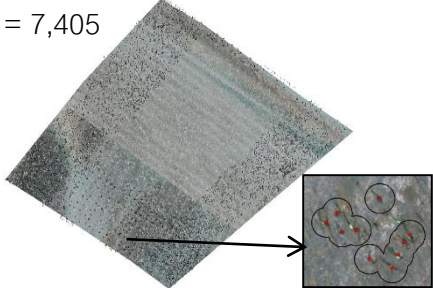
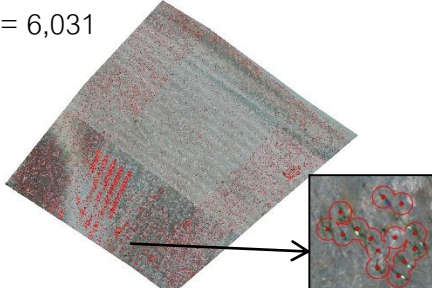

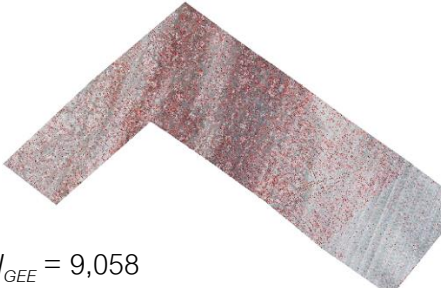
การศึกษาในครั้งนี้ได้นำเสนอแนวทางใหม่ ในการติดตามอัตราการรอดของหญ้าคาทะเล *E. acoroides* หลังจากการฟื้นฟูด้วยวิธีการย้ายปลูกต้นพันธุ์จากธรรมชาติ บริเวณแปลงปลูกพื้นที่หญ้าทะเลของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศความละเอียดสูง โดยประยุกต์ใช้ศาสตร์ของการวิเคราะห์ภาพ การตรวจจับวัตถุ และการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ผ่านแพลตฟอร์ม Google earth engine และโปรแกรมภูมิสารสนเทศ ผลการศึกษาพบว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ได้เสนอในเอกสารฉบับนี้ ให้ผลที่มีความครบถ้วน (Completeness) ความถูกต้อง (Correctness) ค่าเฉลี่ยความแม่นยำของการตรวจจับ (MAD) ที่สูง และสามารถประเมินอัตราการรอดของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายได้อย่างรวดเร็ว และครอบคลุมพื้นที่การฟื้นฟูทั้งหมด ภายใต้ข้อจำกัดบางประการ เช่น กอหญ้าที่ย้ายปลูกต้องไม่ซ้อนทับกัน และระดับน้ำทะเลต้องลดลงต่ำ ผลผลิตที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้ประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ของโครงการต่อไป

### **กิตติกรรมประกาศ**

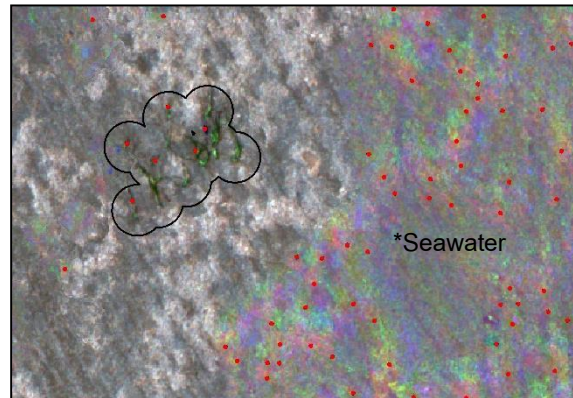
ขอขอบคุณ ดร.สมเกียรติ ขอบเกียรติวงศ์ ที่ให้โอกาสให้ผู้วิจัยได้รู้จักแพลตฟอร์ม Google earth engine ภายใต้วามมือระหว่างกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และ IOC-WESTPAC ขอขอบคุณ คุณปัทมกร อารีชน คุณพีระศักดิ์ มະโน และเจ้าหน้าที่กลุ่มงานทรัพยากรทางสิ่งมีชีวิตทางทะเล ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามันตอนบน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำเกี่ยวกับทรัพยากรหญ้าทะเล และโครงการฟื้นฟูหญ้าทะเลแบบบูรณาการทุกภาคส่วน



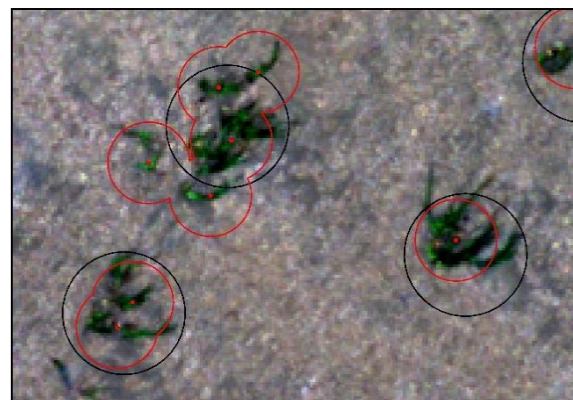
*Figure 4* Result of image processed on Google earth engine following the work flow in *Figure 2*.

Year of transplantation	Manual count ( $N_{GIS}$ )	Calculated in Google Earth Engine ( $N_{GEE}$ )
a) 2018	$N_{GIS} = 8,773$ 	$N_{GEE} = 7,603$ 
b) 2019	$N_{GIS} = 9,913$ 	$N_{GEE} = 8,602$ 
c) 2020	$N_{GIS} = 7,405$ 	$N_{GEE} = 6,031$ 
d) 2021	$N_{GIS} = 10,532$ 	$N_{GEE} = 9,058$ 

**Figure 5** Number of transplanted *E. acoroides* manually counted in GIS software (left) and calculated in Google Earth Engine (right). Noted that the south of 2020 plot are transplanted in a group of 5 – 10 shoots.



(a)



(b)

**Figure 6** (a) Seawater left in 2020 plot cause distortion to near-infrared pixel data thus confused the NDVI and plant count calculations, (b) Used of buffer reduce duplicated count (red = calculated result; black = references)

### เอกสารอ้างอิง

Barillé, L., Robin M. Harin, N., Bargain, A. & Launeau, P. (2010). Increase in seagrass distribution at Bourgneuf Bay (France) detected by spatial remote sensing. *Aquatic Botany*, 92, 185-194.

Chayhard, S., Manthachitra, V., Nualchawee, K., & Buranapratheprat, A. (2018). Multi-temporal mapping of seagrass distribution by using integrated remote sensing data in Kung Kraben Bay (KKB), Chanthaburi Province, Thailand. *International Journal of Agricultural Technology*, 14, 161-170.



Department of Marine and Coastal Resources. (2017). State of marine and coastal resources and coastal erosion Thailand national report 2017. Bangkok : Strategy and planning division. (in Thai)

Elgammal, M., Ali, R., & Samra, R. (2014). NDVI Threshold Classification for Detecting Vegetation Cover in Damietta Governorate. *Journal of American Science*, 10(8), 108-113.

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*.

Marine and Coastal Resources Research & Development Institute. (2020a). Thailand seagrass map 2020. Bangkok : BORN TO BE PUBLISHING CO.,LTD. (in Thai)

Marine and Coastal Resources Research & Development Institute. (2020b). Report on “Joint operation seagrass restoration project” fiscal year 2020. Bangkok : A.P. PRINTING MEDIA CO., LTD. (in Thai)

Nordlund, L. M., 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.

Özyavuz M., (2010). Analysis of changes in vegetation using multitemporal satellite imagery, the case of Tekirdag Coastal Town. *Journal of Coastal Research*, 26, 1038-1046.

Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, J. C. & Stenseth, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in ecology & evolution*, 20(9), 503-510.

Rosenfeld, A. & Pflatz, J. L. (1996). Sequential operator in digital pictures processing. *Journal of ACM*, 13(4), 471-494.



- Waycott, M., Duarte, C. M., Carruthers, T. J. B., Orth, R. J., Dennison, W. C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J. W., Heck, K. L., Hughes, A. R., Kendrick, G. A., Kenworthy, W. J., Short, F. T. & Williams, S. L. (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106, 12377-12381.
- Wickramarathna, S., Van Den Hoek, J. & Strimbu, B. M. (2021). Automated detection of individual juniper tree location and forest cover changes using Google Earth Engine. *Annals of Forest Research*, 64, 61-72.
- Zhan, Q., Molenaar, M., Tempfli, K. & Shi, W. (2005). Quality assessment for geo-spatial objects derived from remotely sensed data. *Int J Remote Sens*, 26(14), 2953-2974.
- Zhang, W., Wan, P., Wang, T., Cai, S., Chen, Y., Jin, X. & Yan, G. (2019). A Novel approach for the detection of standing tree stems from plot-level terrestrial laser scanning data. *Remote Sens*, 11(2), 211.