

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

Spatial Analysis of Mangrove Forest Area Change in Prasae River Mouth of Rayong Province Using Satellite Imageries

ประสาร อินทเจริญ^{1*} และสุนิตา มะลิวัลย์²

Prasarn Intacharoen^{1*} and Sunita Maliwan²

บทคัดย่อ

ผลของการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่บริเวณแนวชายฝั่งทะเลส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของป่าชายเลนซึ่งความสมบูรณ์ของป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งของปากแม่น้ำประแสร์มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลมาศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งของปากแม่น้ำประแสร์ใน พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2562 ทำการศึกษาในเขตพื้นที่ 4 ตำบล ของอำเภอแกลง จังหวัดระยอง ได้แก่ ตำบลปากน้ำกระแสด ตำบลพังราด ตำบลเนินฆ้อ และตำบลคลองปูน โดยทำการประเมินค่าดัชนีพืชพรรณเพื่อบ่งบอกถึงมวลชีวภาพที่ปกคลุมดิน ผลการศึกษาพบว่า ค่าความถูกต้องโดยรวมในแต่ละปีมีค่าร้อยละ 80.56 79.17 และ 82.64 ตามลำดับ ขนาดของพื้นที่ป่าชายเลน พบว่าใน พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2562 มีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 11,316.48 ไร่ 18,058.19 ไร่ และ 10,060.86 ไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ได้แสดงผลการทำนายพื้นที่ป่าชายเลนจากแบบจำลอง CA-Markov มีพื้นที่ป่าชายเลนรวมประมาณ 7,662.14 ไร่ ซึ่งลดลงประมาณร้อยละ 23 ใน พ.ศ. 2572

คำสำคัญ: ป่าชายเลน การสำรวจระยะไกล ดัชนีพืชพรรณ CA-Markov

Abstract

The effect of spatial change on the coastal area affected the status of mangrove forest. Richness of mangrove forest of Prasae estuary has been changed over time due to human activities. This research aimed to use remote sensing technology to investigate the richness of the mangrove forest in the coastal of Prasae estuary in years 2009, 2014, and 2019. Four sub-districts of Klang district, Rayong province were analyzed; namely Paknam Krasae, Pang Rad, Nern Koh, and Klong Pun. Normalized Difference Vegetation Index was evaluated for indicated of biomass that covers land area. The results showed that

¹อ.ดร., ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

²นิสิตระดับปริญญาตรี ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

¹Lecturer, Dr., Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20131, Thailand

²Undergraduate Student, Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20131, Thailand

*Corresponding author: E-mail address: prasarni@buu.ac.th

(Received: June 26, 2020; Revised: August 17, 2020; Accepted: September 1, 2020)

overall accuracy each year was 80.56, 79.17, and 82.64 %, respectively. The areas of mangrove forest in 2009, 2014, and 2019 were 11,316.48, 18,058.19, and 10,060.86, rai respectively. The prediction of the mangrove forest areas using CA-Markov model indicated that the mangrove area in 2029 would be 7,662.14 rai, which approximately decreases for 23 %

Keywords: Mangroves Forest, Remote Sensing, NDVI, CA-Markov

บทนำ

ชายฝั่งทะเลเป็นบริเวณที่มีคุณค่าทางธรรมชาติและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งมีพื้นที่เชื่อมต่อกันระหว่างแผ่นดินกับทะเล มีระบบนิเวศเฉพาะตัวที่มีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา [1] มีทรัพยากรที่หลากหลายและมีค่ามากมาย เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำ แร่ธาตุ อาหาร ชายหาด รวมทั้งป่าชายเลน และยังเป็นพื้นที่สำคัญของ โครงข่ายคมนาคมทางเศรษฐกิจ ดังนั้นพื้นที่ชายฝั่งทะเลจึงเป็นฐานเศรษฐกิจได้มากมาย ปัจจุบันพื้นที่ชายฝั่งทะเลถูกนำไปใช้ประโยชน์โดยกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและเกิดความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง การถูกทำลาย การใช้ประโยชน์จากที่ดินและการใช้ทรัพยากรมากเกินไป เช่น ป่าชายเลน ที่ดินชายหาด แนวปะการัง หญ้าทะเล เป็นต้น จากข้อมูลเชิงสถิติของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง [2] รายงานว่า ป่าชายเลนถูกทำลายอย่างรวดเร็วมากกว่าที่เคยเป็นมาในอดีตและมีพื้นที่ป่าชายเลนที่เปลี่ยนสภาพไปอย่างถาวร เช่น บริเวณที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น ซึ่งป่าชายเลนนอกจากเป็นแหล่งอาหาร แหล่งอนุบาลของสัตว์น้ำวัยอ่อนแล้ว ยังมีบทบาทในการรักษาสมดุลของธาตุอาหารและความสมบูรณ์ของชายฝั่งทะเล เป็นเขื่อนป้องกันคลื่นลมจากทะเล ขณะที่รากของต้นไม้ในป่าชายเลนยังทำหน้าที่ดักกรองสารพิษและสารมลพิษต่างๆ จากบนบกไม่ให้ลงสู่ทะเล เช่น โลหะหนัก ขยะ และคราบน้ำมัน เป็นต้น นอกจากนี้ป่าชายเลนยังเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สูงกว่าป่าประเภทอื่นและช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศ ดังนั้นป่าชายเลนจึงเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศที่มีความสำคัญมาก [3]

พื้นที่ชายฝั่งและบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ ในอำเภอแกลง จังหวัดระยอง เป็นพื้นที่หนึ่งที่ถูกบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าชายเลนลดลงอย่างต่อเนื่อง สาเหตุเกิดจากการใช้พื้นที่เพื่อพัฒนากิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เกษตรกรรม การทำเหมืองแร่ เป็นต้น ป่าชายเลนในพื้นที่ดังกล่าวถูกนำมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก จากข้อมูลของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง [4] ได้ศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดระยองใน พ.ศ. 2557 พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด ความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทั้งทางกายภาพและชีวภาพเป็นอย่างมาก

ดังนั้นเพื่อความรวดเร็วในการติดตามเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทั้งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ที่เกิดขึ้นในอดีตและปัจจุบัน จึงนิยมใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเชิงเวลา [5] และสามารถทำนายโอกาสที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยวิธี CA-Markov [6-8] ที่มักจะใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว [9] โดยหลักคิดของแบบจำลองนี้จะใช้ตรรกะความเป็นไปได้ของโอกาสที่จะมีการเปลี่ยนแปลง (Transition Probability) ของสภาวะการณ์อย่างหนึ่งไปสู่สภาวะการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของจุดภาพต่อจุดภาพ

(Pixel by Pixel) ที่มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา [10] ซึ่งในการศึกษานี้ได้นำคุณสมบัติของค่าดัชนีของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI) มาใช้จำแนกระดับความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ [11] บริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่งของปากแม่น้ำประแสร์ เพื่อจำแนกและติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน เพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการเชิงพื้นที่และเชิงอนุรักษ์ต่อไปในอนาคต โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลของปากแม่น้ำประแสร์ และศึกษาสถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ อำเภอกะเลง จังหวัดระยอง โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การศึกษาวิจัยนี้ทำการศึกษากการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่บริเวณตำบลที่ติดกับชายฝั่งทะเลของบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ อำเภอกะเลง จังหวัดระยอง จำนวน 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลเนินฆ้อ ปากน้ำกระแสด คลองปูน และพังราด แสดงดังภาพที่ 1 ทำการเปรียบเทียบข้อมูลใน 3 ช่วงเวลาระยะห่างกัน 5 ปี โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-5 TM พ.ศ. 2552 และ Landsat-8 OLI-TIRS ของ พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2562 ทั้งนี้ได้นำข้อมูลภาพจาก Google Earth ของทั้ง 3 ช่วงเวลามาใช้ในการอ้างอิงเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความ นำข้อมูลมาเตรียมการก่อนการประมวลผล (Pre-processing) ได้แก่ การปรับค่าความสว่างหรือความชัดคมของภาพ (Image Enhancement) จากนั้นตัดเลือกพื้นที่ที่จะทำการศึกษา (Subset Study Area) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าดัชนีพืชพรรณต่อไป

การวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณเป็นการนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมในแต่ละปีมาวิเคราะห์ตามสมการดังนี้ $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ เมื่อ NIR คือ ช่วงคลื่นอินฟราเรด RED คือ ช่วงคลื่นสีแดง ทำการจำแนกผลของข้อมูลที่ได้เป็น 3 กลุ่ม โดยการอ้างอิงค่าดัชนีพืชพรรณดังตารางที่ 1

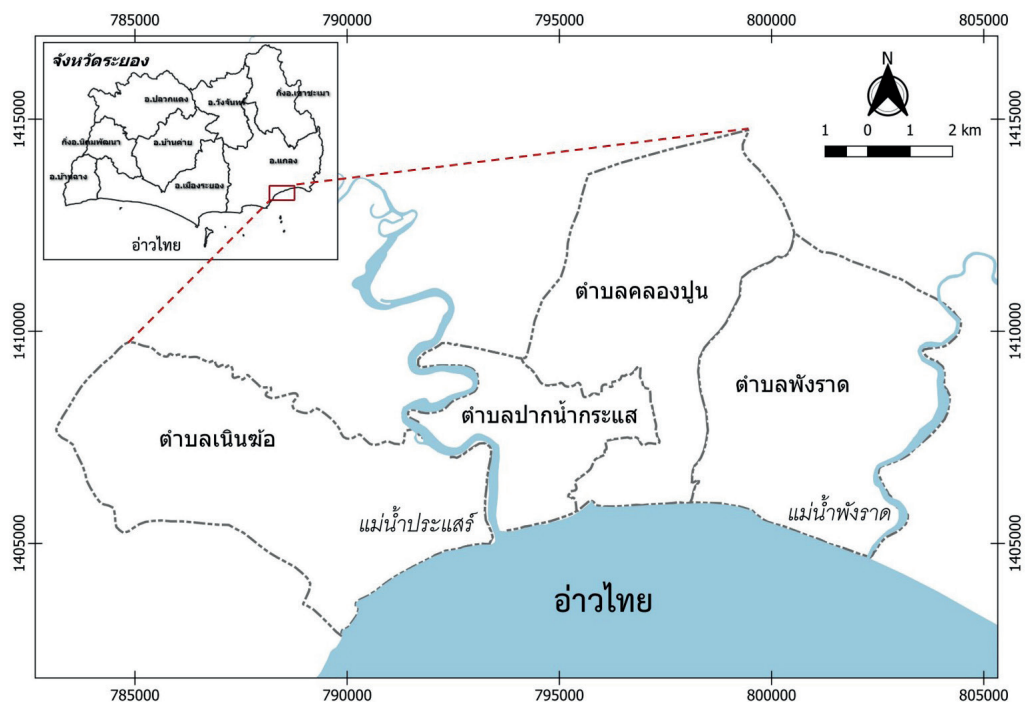
ตารางที่ 1 เกณฑ์การจำแนกประเภทข้อมูลจากค่าดัชนีพืชพรรณ [11]

ค่าดัชนีพืชพรรณ	กลุ่ม	ความหมาย
0.3 – 1.0	1	มีพื้นที่พืชพรรณหนาแน่น ได้แก่ กลุ่มป่าไม้ ป่าชายเลน พืชสวน
0.2 – 0.3	2	มีพื้นที่พืชพรรณหนาแน่นน้อย ได้แก่ พืชไร่ (อ้อย มันสำปะหลัง นาข้าว) ทุ่งหญ้า ไม้พุ่มเตี้ย
(-1.0) – 0.2	3	ไม่มีพืชพรรณปกคลุม ได้แก่ พื้นที่แหล่งน้ำ สิ่งก่อสร้าง ชุมชน ถนน พื้นดิน ที่โล่งแจ้ง

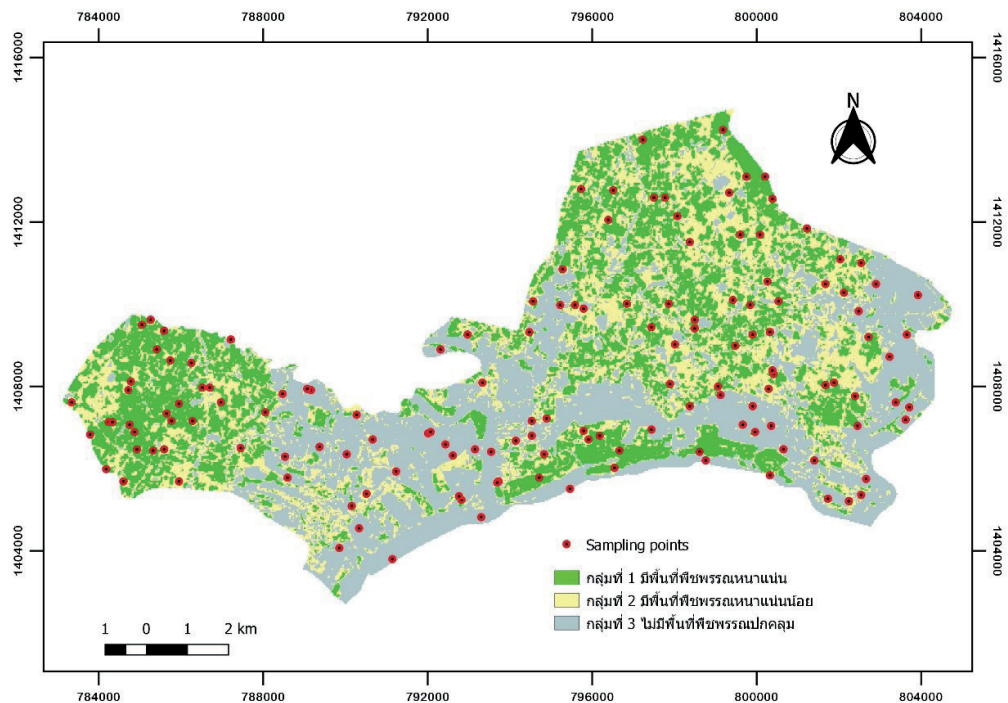
ตรวจสอบความถูกต้องผลของการจำแนกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยทำการสุ่มจากข้อมูลภาพที่ผ่านการจำแนกประเภทข้อมูลค่าดัชนีพืชพรรณ เพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์เชิงสถิติทำการคำนวณจุดตัวอย่างในพื้นที่สำรวจโดยใช้สมการ $N = (Z^2pq)/E^2$ เมื่อ N คือ จำนวนของจุดภาพ E คือ ร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ p คือ ความถูกต้องที่คาดหวังเป็นร้อยละ q คือ 100-p และ Z คือ ค่า Z จากตารางความเบี่ยงเบนมาตรฐานปกติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด โดยการศึกษาในครั้งนี้ กำหนดความถูกต้องที่คาดหวังร้อยละ 90 และความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ร้อยละ 5

เมื่อกำหนดจำนวนจุดสุ่มตัวอย่างดังสมควรข้างต้นเท่ากับ 144 จุดตัวอย่าง แสดงดังภาพที่ 2 การตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy Assessment) ทำการวิเคราะห์จำแนกว่าสอดคล้องกับประเภทข้อมูลทางภาคพื้นดิน (ที่มีอยู่จริง) โดยพิจารณาจากค่าความถูกต้องรวม (Overall Accuracy) ค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ไม่การจำแนกขาดหายไป (Omission Error) และค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ไม่การจำแนกเกินมา (Commission Error) นอกจากนี้จะพิจารณาค่าสถิติแคปป่า (Kappa Statistics) เป็นการแสดงความถูกต้องโดยรวมเช่นกัน แต่พิจารณาในรูปแบบความสอดคล้องของข้อมูลควบคู่ไปกับค่าความถูกต้องโดยรวม หากว่าค่าทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันไปในทิศทางสูงถือว่าผลในการจำแนกข้อมูลนั้นดี

สำหรับการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนออกจากพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ทั้ง 4 ตำบลในพื้นที่ศึกษาจะนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องของ 2 ปัจจัยมาพิจารณาได้แก่ระยะห่างจากแนวชายฝั่งทะเลโดยกำหนดเขต (Buffer Zone) ไว้ในระยะไม่เกิน 1,000 เมตร และขอบเขตจากเส้นทางน้ำในบริเวณพื้นที่บนบกในระยะห่างไม่เกิน 500 เมตร จากนั้นนำผลที่ได้ไปจัดทำเป็นแผนที่ของพื้นที่ที่มีสภาพเป็นป่าชายเลนใน พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2562 เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ อำเภอกแสลง จังหวัดระยอง และนำแบบจำลอง CA-Markov มาใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงในอีก 10 ปี ข้างหน้าคือ พ.ศ. 2572 โดยใช้ฐานข้อมูลของ พ.ศ. 2552 และ พ.ศ. 2562



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

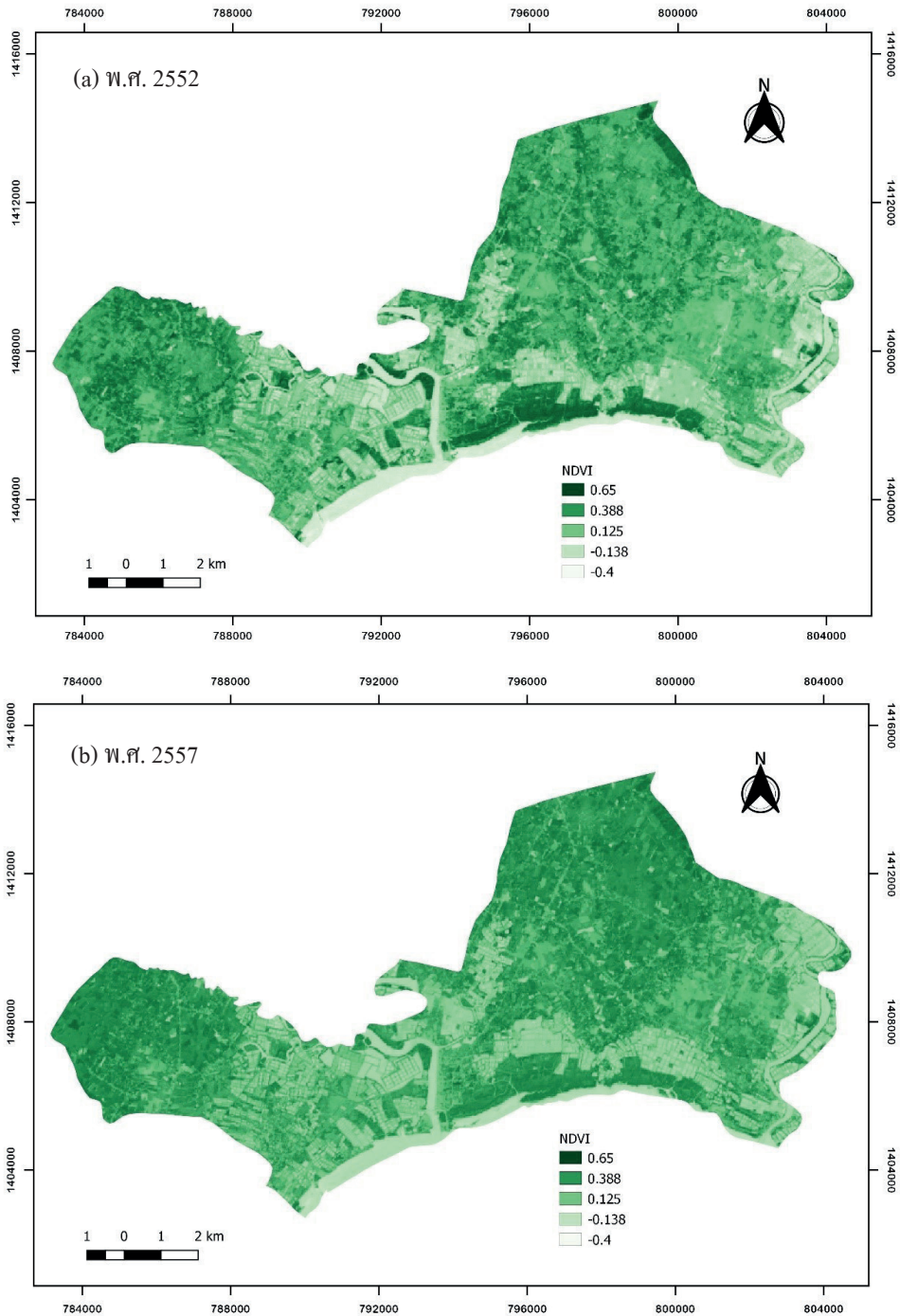


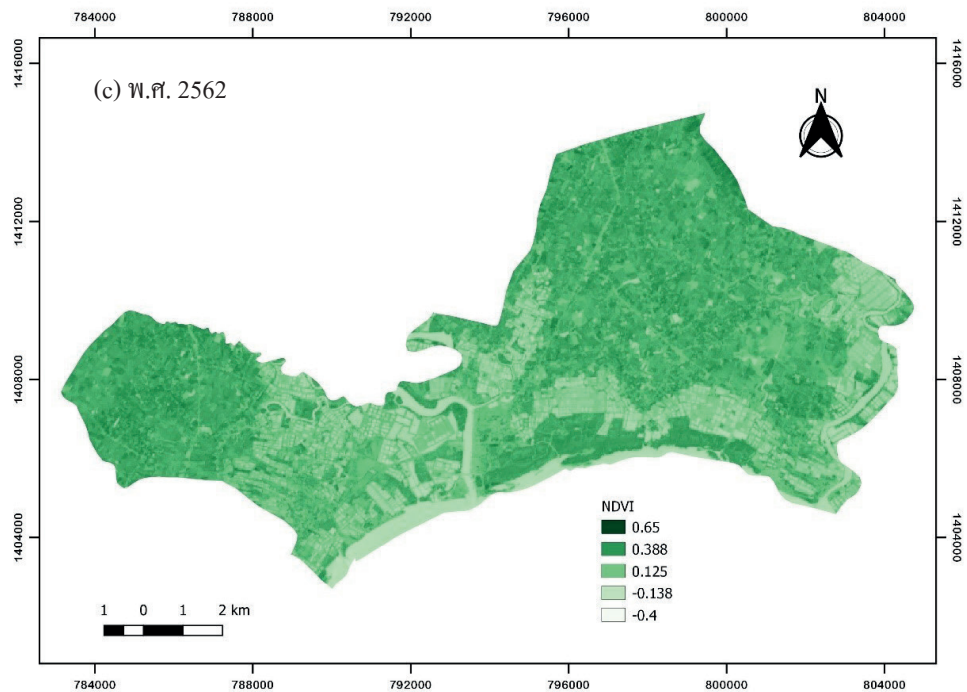
ภาพที่ 2 สถานีสุ่มตัวอย่างข้อมูลเพื่อการตรวจสอบความถูกต้องจากภาคสนาม พ.ศ. 2562

ผลการวิจัย

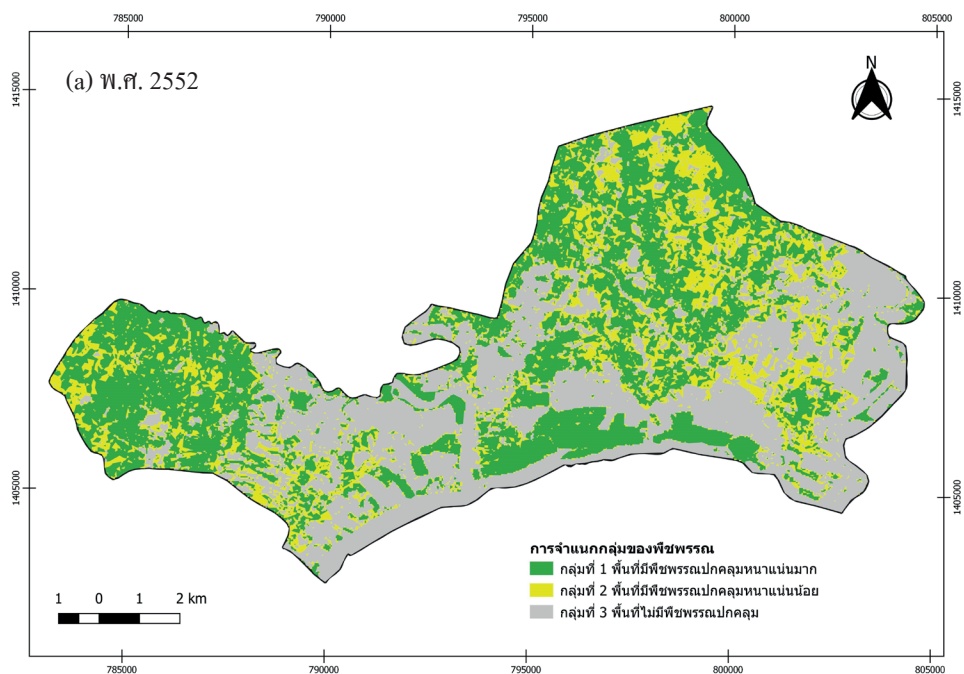
ผลจากการนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-5 และ Landsat-8 ของปี พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2562 ที่นำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีพืชพรรณด้วยวิธี NDVI เพื่อประเมินสถานภาพความสมบูรณ์ของพืชพรรณบริเวณพื้นที่ 4 ตำบล จำนวน 3 ปี พบว่ามีค่าดัชนีพืชพรรณอยู่ระหว่าง -0.4 ถึง 0.65 ซึ่งค่าสูงที่สุดพบใน พ.ศ. 2552 ดังแสดงผลภาพที่ 3 (a) - (c) และผลของการจำแนกกลุ่มของข้อมูลโดยใช้ค่าดัชนีพืชพรรณตามค่าในตารางที่ 1 ที่ทำการจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 คือ มีพื้นที่พืชพรรณหนาแน่น (สีเขียว) กลุ่มที่ 2 คือ มีพื้นที่พืชพรรณหนาแน่นน้อย (สีเหลือง) และกลุ่มที่ 3 คือ ไม่มีพื้นที่พืชพรรณปกคลุม (สีเทา) ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์นั้นพื้นที่ป่าชายเลนที่ติดกับชายฝั่งทะเลบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ ถูกจัดจำแนกอยู่ในกลุ่มที่ 1 มากที่สุดซึ่งแสดงให้เห็นถึงบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนมีพืชพรรณหนาแน่นปกคลุม และมีพื้นที่บางส่วนของป่าชายเลนที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 ส่วนกลุ่ม 3 แสดงให้เห็นถึงบริเวณที่ไม่มีพืชพรรณปกคลุม เช่น พื้นที่แหล่งน้ำ สิ่งปลูกสร้าง พื้นดิน เป็นต้น เมื่อทำการจำแนกประเภทข้อมูลทำให้สามารถเห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของสถานภาพความสมบูรณ์ของป่าชายเลนได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 4 (a), 4 (b) และ 4 (c) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบสถานภาพความสมบูรณ์ของป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2562 (ภาพที่ 7) จะเห็นได้ว่าสถานภาพความสมบูรณ์ของป่าชายเลนในแต่ละรอบ 5 ปี มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาสามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ทั้งนี้อาจมีปัจจัยจากการกระทำของมนุษย์ และธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้อง การตรวจสอบความถูกต้อง นำข้อมูลภาพที่ผ่านการวิเคราะห์จำแนกประเภทข้อมูลตามค่าดัชนีพืชพรรณ 3 ระดับดังกล่าวมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลภาพทั้ง 3 ปี โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากชั้นข้อมูลทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์เชิงสถิติให้กับข้อมูลภาพ จำนวนจุดสุ่มทั้งหมด 144 จุด ดังภาพที่ 2 ทั้งนี้ได้

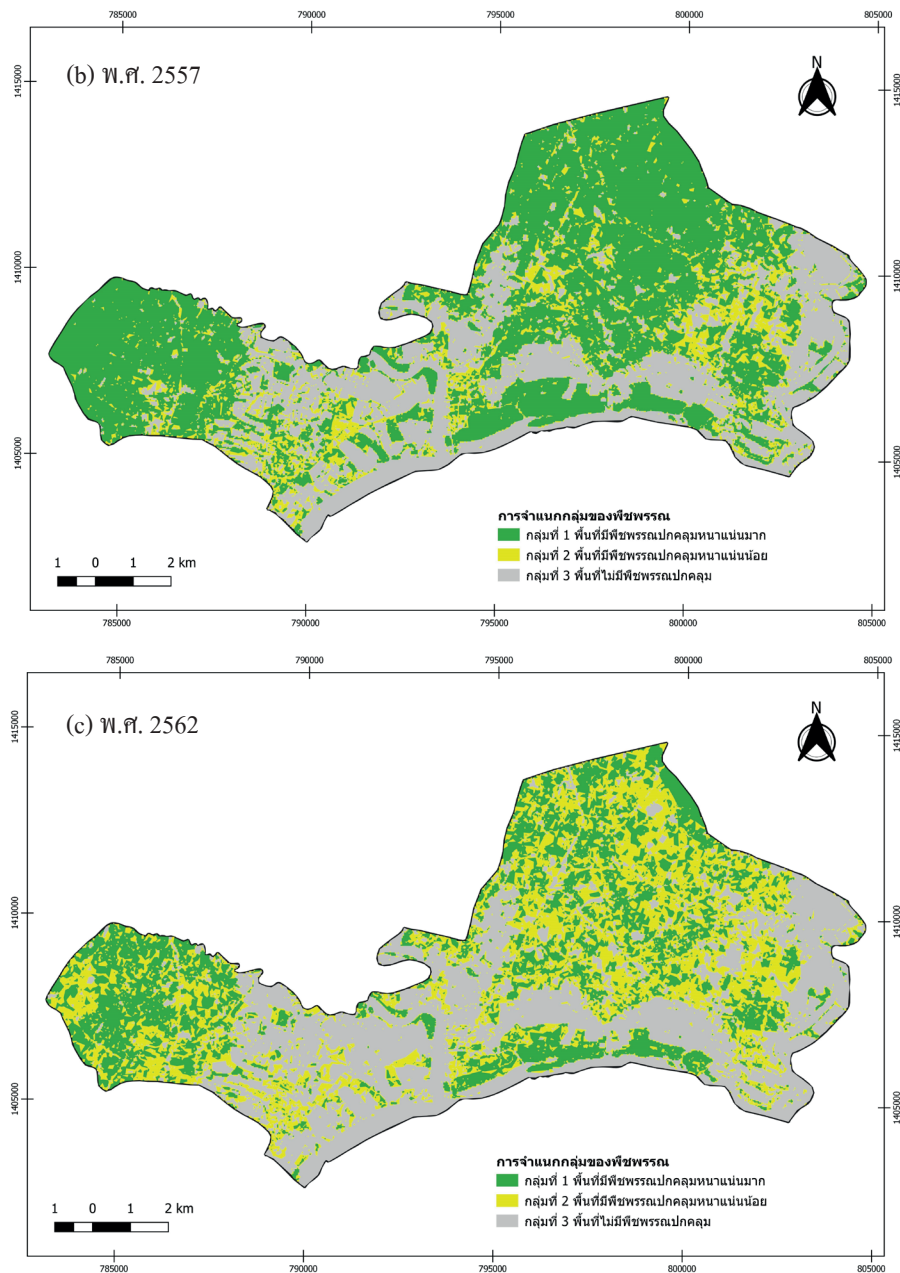
แสดงตัวอย่างผล การวิเคราะห์ของข้อมูล พ.ศ.2562 ดังตารางที่ 2 ผลของค่าความถูกต้องโดยรวมของข้อมูล พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2562 ในแต่ละปีมีค่าร้อยละ 80.56 79.17 และ 82.64 ตามลำดับ และผลของ สถิติเคีปปาเท่ากับ 0.70 0.68 และ 0.74 ตามลำดับ ดังแสดงตัวอย่างข้อมูล พ.ศ. 2562 ในตารางที่ 2





ภาพที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณใน พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2562





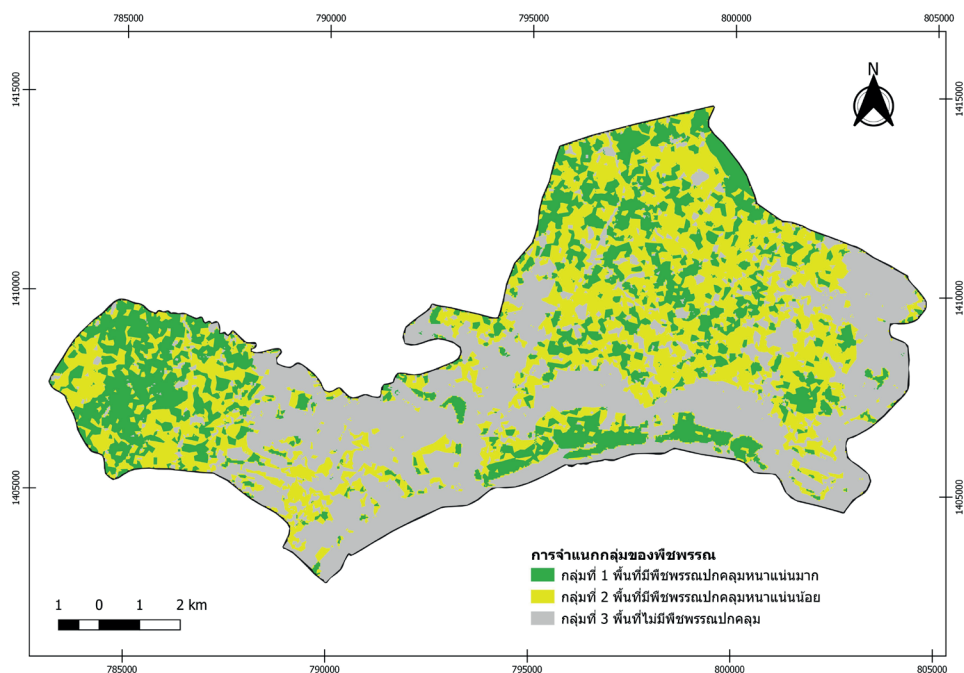
ภาพที่ 4 การจำแนกประเภทข้อมูลพืชพรรณตามระดับค่าดัชนีพืชพรรณ
(a) พ.ศ. 2552 (b) พ.ศ. 2557 (c) พ.ศ. 2562

ผลการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนใน 4 ตำบล บริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง การแยกประเภทพื้นที่ป่าชายเลนออกจากป่าประเภทอื่นๆ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 2 ปัจจัย เป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้แก่ เส้นแนวชายฝั่งทะเลและเส้นทางน้ำ เนื่องจากบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนพืชจะสามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่ระดับน้ำทะเลท่วมถึง ซึ่งจากการสำรวจพื้นที่ป่าชายเลนที่ติดกับชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำประแสร์

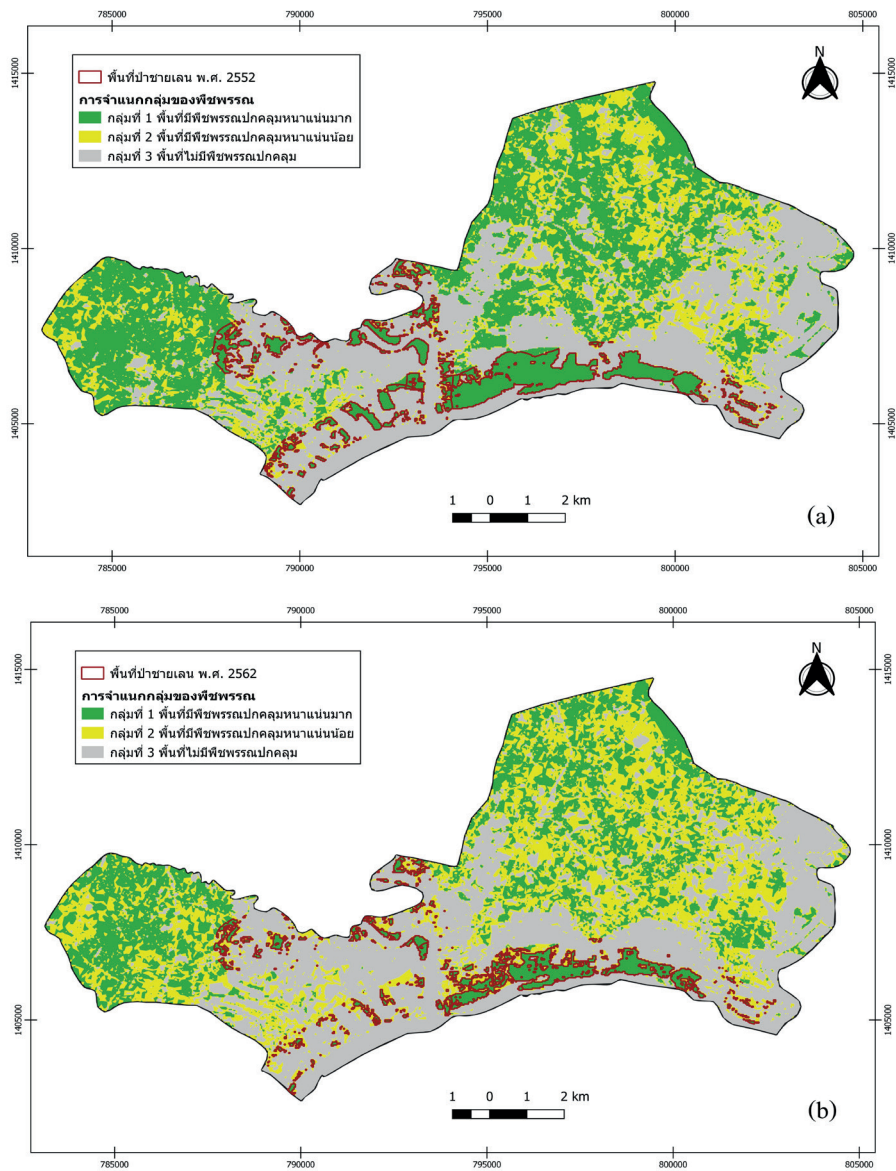
จากข้อมูลสถานการณ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งในจังหวัดระยอง [11] และการตรวจสอบจาก Google Earth พบว่า ป่าชายเลนจะสามารถเจริญเติบโตในพื้นที่แนวชายฝั่งทะเลไปประมาณ 1,000 เมตร และป่าชายเลนจะเจริญเติบโตได้ในพื้นที่บริเวณเส้นทางน้ำไม่เกิน 500 เมตร ซึ่งผลจากการวิเคราะห์หาพื้นที่ป่าชายเลนทั้ง 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลปากน้ำกระแสด ตำบลพังราด ตำบลเนินฆ้อ ตำบลคลองปูน อำเภอแกลงจังหวัดระยอง ดังภาพที่ 6 และ 7 ทั้งนี้ได้แสดงผลของพื้นที่ป่าชายเลนรายตำบลดังแสดงในตารางที่ 3 ใน พ.ศ. 2552 2557 และ 2562 ซึ่งมีพื้นที่โดยรวมประมาณ 11,316.48 ไร่ 18,058.19 ไร่ และ 10,060.86 ไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ได้แสดงผลการทำนายพื้นที่ป่าชายเลนจากแบบจำลอง CA-Markov ใน พ.ศ. 2572 มีพื้นที่รวมประมาณ 7,662.14 ไร่

ตารางที่ 2 ความคลาดเคลื่อนของการจำแนกข้อมูล พ.ศ. 2562

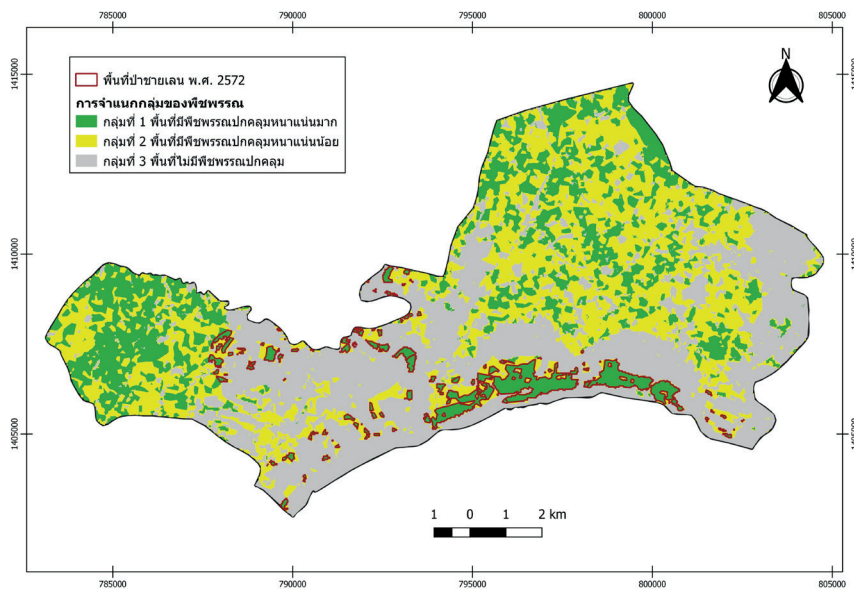
Reference Data					
Classified Data		Class 1	Class 2	Class 3	Total
	Class 1	40	6	3	49
	Class 2	14	25	2	41
	Class 3	0	0	54	54
	Total	54	31	59	119
	Producer's Accuracy	74.07 %	80.65 %	91.53 %	
Overall Accuracy = 82.64 %					
Overall Kappa Statistics = 0.74					



ภาพที่ 5 ผลที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลอง CA-Markov ใน พ.ศ. 2572



ภาพที่ 6 การจำแนกประเภทข้อมูลพืชพรรณตามระดับค่าดัชนีพืชพรรณ (a) พ.ศ. 2552 (b) พ.ศ. 2562



ภาพที่ 7 ผลการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลน ที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลอง CA-Markov ใน พ.ศ. 2572

ตารางที่ 3 พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 พ.ศ. 2562 และการทำนายใน พ.ศ. 2572

ตำบล	พื้นที่ที่มีสภาพเป็นป่าชายเลน (ไร่)			
	พ.ศ.2552	พ.ศ.2557	พ.ศ.2562	พ.ศ.2572
เนินขี้	2,440.54	2,016.63	989.42	764.58
ปากน้ำกระแสด	5,111.77	9,025.81	4,340.42	3,041.37
คลองปูน	2,808.64	4,838.71	2,730.46	1,850.98
พังราด	955.53	2,177.04	2,000.56	2,005.21
รวม	11,316.48	18,058.19	10,060.86	7,662.14

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ค่าดัชนีพืชพรรณนอกจากจะใช้พิจารณาสถานภาพความสมบูรณ์ของพืชพรรณบริเวณแนวชายฝั่งได้แล้ว ยังสามารถนำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนโดยใช้เกณฑ์ตามค่าที่ได้จำแนกไว้[11] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suppawit [5] ที่ได้รายงานค่าดัชนีของป่าชายเลนไว้ว่าควรมีค่ามากกว่า 0.49 และนำไปใช้ในวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของป่าชายเลนตลอดจนทำนายพื้นที่ป่าชายเลนในอนาคตโดยใช้แบบจำลอง CA-Markov สำหรับผลของการตรวจสอบความถูกต้องโดยรวมของข้อมูลภาพใน พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2562 มีค่าความถูกต้องร้อยละ 80.56 79.17 และ 82.64 ตามลำดับ และมีค่าสถิติ kappa เท่ากับ 0.70 0.68 และ 0.74 ตามลำดับ ซึ่งให้ผลการศึกษาที่ดีเช่นเดียวกับการศึกษาของ Intacharoen, *et al.* [8] ทั้งนี้ผลของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งของปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยองใน พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2557 พบว่าพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้น

6,741.71 ไร่ และ ในพ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2562 มีพื้นที่ป่าชายเลนลดลง 7,997.33 ไร่ เมื่อพิจารณาถึงขนาดของพื้นที่ที่ได้มีการทำนายโดยใช้แบบจำลอง CA-Markov ตั้งแต่ พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2572 รวมระยะเวลา 20 ปี แล้วพบว่า จะยังคงมีพื้นที่ป่าชายเลนที่ลดลงประมาณ 3,654.34 ไร่ โดยผลการวิเคราะห์ใน พ.ศ. 2557 นั้นมีพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าชายเลนที่ได้จากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง [12] ที่มีพื้นที่รวมทั้ง 4 ตำบล ประมาณ 16,445 ไร่ ซึ่งค่าความต่างของพื้นที่นี้อาจจะเกิดจากค่าความผิดพลาดในการแปลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และเนื่องจากยังไม่มีข้อมูลที่สามารถนำมาอ้างอิงการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนได้ จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมของปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำประแสร์ ทั้ง 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลปากน้ำกระแสะ ตำบลพังราด ตำบลเนินฆ้อ ตำบลคลองปูน ในโอกาสต่อไปและผลจากแบบจำลองของ CA-Markov นั้นในอนาคตพื้นที่ป่าชายเลนจะมีแนวโน้มลดลงประมาณร้อยละ 23 ในพ.ศ. 2572 ดังนั้นจึงสามารถนำผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ไปใช้เพื่อประกอบการวางแผนการตัดสินใจด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน ตลอดจนการศึกษาวิจัยเชิงนิเวศวิทยา [5] ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การกักเก็บคาร์บอนของไม้ป่าชายเลน การติดตามหรือการศึกษาระบบนิเวศของป่าชายเลนต่อไป

สำหรับแนวทางการปรับปรุงงานวิจัยเกี่ยวกับป่าชายเลนในอนาคตจำเป็นต้องใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงกว่านี้จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ดียิ่งขึ้น เช่น IKONOS Quick Bird หรือ ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงจากอากาศยานไร้คนขับ เป็นต้น การพิจารณาปัจจัยที่นำมาใช้ในการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลน ได้แก่ ปัจจัยของเส้นแนวชายฝั่งทะเลและเส้นทางน้ำ สามารถนำมาเป็นปัจจัยใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ป่าชายเลนได้ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องการทำ Buffer Zone เนื่องจากที่ตั้งของป่าชายเลนในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน ในการกำหนด Buffer Zone ของงานวิจัยนี้อาจจะไม่เหมาะสมในการศึกษาป่าชายเลนในพื้นที่อื่น

References

- [1] Satumanatpan, S. (2011). *Coastal management: Integration to sustainability*. Nakhon Pathom: Mahidol University, Inc.
- [2] Seejun, P. (2005). *Coast-land and coastal zone (1st Ed)*. Bangkok: Department of Marine and Coastal Resources.
- [3] Department of Marine and Coastal Resources. (2013). *Manual of mangrove knowledge (5th Ed)*. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment.
- [4] Department of Marine and Coastal Resources. (2015). *Geo-information of marine and coastal resources (2nd Ed)*. Chon Buri: Pattaya Graphic Print, Inc.
- [5] Suppawimut, W. (2019). Application of mangrove index for mangrove forest classification using landsat 8 imageries: A case study of Thung Kha-Sawi bay, Chumphon province. In *The 4th National Conference on Science and Technology of Southern Network 2019*, 468–475, February 7–8, 2019, Songkhla: Songkhla Rajabhat University.
- [6] Hua, A.K. (2017). Application of CA-Markov Model and land use/land cover changes in Malacca River Watershed, Malaysia. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(4), 605–622.

- [7] Imsawas, K., & Pleerux, N. (2015). Monitoring oil palm cultivation areas in Chon Buri Province. *Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand*, 16(1), 18–27.
- [8] Intacharoen, P., Thaipichitburapha, P., Buranapratheprat, A., & Na-u-dom, T. (2021). Geoinformatics applications to spatial relation assessment of land use and water quality in the Prasae watershed, Rayong province. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, 13(1), 174–190.
- [9] Lee, T. M., & Yeh, H. C. (2009). Applying remote sensing techniques to monitor shifting wetland vegetation: A case study of Danshui river estuary mangrove communities, Taiwan. *Ecological Engineering*, 35(4), 487–496.
- [10] Eastman, J. R. (2016). *TerrSet geospatial monitoring and modelling system manual*. Worcester, MA. USA: Clark Labs, Clark University.
- [11] Yasowong, P., & Jarussakulchai, C. (2013). Indexing remote sensing image retrieval using clustering and vegetation indices. *Journal of Information Science and Technology*, 4(2), 1–8.
- [12] Department of Marine and Coastal Resources. (2018). *Data base of marine and coastal resources of Rayong Province*. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment.