

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำกับข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลบริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงหอยทะเล  
ในพื้นที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

The Relationships of Water Quality Index and Remote Sensing Data in Shellfish  
Aquaculture in Ban Leam District Phetchaburi Province

อดุลวิทย์ ชูเชิด<sup>1</sup>

ชูเดช โลศิริ<sup>2</sup>

อสมภรณ์ ลิทธิ<sup>3</sup>

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นด้วยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2A ในระยะเวลาตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562 รวมจำนวน 4 ปี โดยทำการแปลงค่าการสะท้อนพลังงานเพื่อแปลงค่าจากตัวเลขดิจิทัล (digital number : DN) ให้ออกมาในรูปแบบของค่าการสะท้อนพลังงานด้วยเครื่องมือ Semi-Automatic Classification Plugin บนโปรแกรม QGIS จากนั้นหลอมภาพโดยใช้ช่วงคลื่นที่ 2 ถึง 6 และสกัดค่าการสะท้อนพลังงานด้วยเครื่องมือ Point Sampling Tool จากข้อมูลคุณภาพน้ำชายฝั่งจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดเพชรบุรี โดยมีจุดตรวจวัดจำนวน 13 จุดตรวจที่อยู่ในพื้นที่อนุญาตให้เพาะเลี้ยงหอยทะเลในจังหวัดเพชรบุรี เพื่อนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) กับปัจจัยจำนวน 10 ปัจจัย ได้แก่ แอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรท์ ความเป็นกรด-เบส ความเป็นด่าง ฟอสเฟต ความเค็มของน้ำ การละลายออกซิเจน อุดหนุน และความโปร่งใส โดยจะเลือกใช้ค่า  $R^2$  ที่มากที่สุดในแต่ละปัจจัย โดยผลการศึกษาพบว่าค่า  $R^2$  ที่มากที่สุดที่ 0.548 คืออูดหนุน ในช่วงคลื่น 5 ของ พ.ศ. 2562 และค่า  $R^2$  ที่น้อยที่สุดที่ 0.187 คือค่าแอมโมเนีย ในช่วงคลื่น 2 ของ พ.ศ. 2561 พบว่าส่วนใหญ่มีค่าความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างน้อยและบางปัจจัยอาจมีความสัมพันธ์ที่น้อยมากหรือไม่มีความสัมพันธ์กัน

**คำสำคัญ:** การรับรู้จากระยะไกล, คุณภาพน้ำชายฝั่ง, การเพาะเลี้ยงหอยทะเล

**Abstract**

The purpose of this study was to analyze the correlation between multi-wavelength image data with remote sensing data using data from Sentinel-2A satellite imagery over the period 2016-2019, totaling 4 years. By converting the reflectance energy to convert from digital number (DN) into the form of Energy reflection value by instrument Semi-Automatic Classification Plugin on QGIS. The images were then fused using band 2 to 6 and reflected energy values were extracted with the Point Sampling Tool from coastal water quality data from Phetchaburi Coastal Fisheries Resaech & Development Center. There are 13 sampling points located within the sea snail culture permit area in Phetchaburi Province. To find the decision coefficient ( $R^2$ ) with 10 factors as follows: ammonia, nitrates, nitrites, pH, alkalinity, phosphates, salinity,

<sup>1</sup> นิสิตปริญญาโทหลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาภูมิสารสนเทศ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

<sup>2</sup> นิสิตปริญญาโทหลักสูตรมหาบัณฑิตสาขาภูมิสารสนเทศ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

<sup>3</sup> อาจารย์ประจำภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

dissolve oxygen, temperature and transparency, that using the highest value of  $R^2$  is chosen for each factor. The results showed that the highest  $R^2$  value at 0.548 was the temperature in band 5 of 2019, and the lowest  $R^2$  value at 0.187 was the ammonia in band 2 of 2018. It was found that most had relatively low correlation values and some factors may have little or no correlation.

**Keywords:** Remote Sensing, Coastal Water Quality, Shellfish Aquacultural

## บทนำ

ในปัจจุบันพบว่าทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงอย่างต่อเนื่องและพบปัญหามากขึ้นเช่น ปริมาณน้ำเสียที่ไหลจากปากแม่น้ำ ปัญหาขยะและสิ่งปนเปื้อนที่มีพิษ รวมถึงปัญหาเรื่องน้ำเสียจากชุมชนเมือง ซึ่งการไหลของน้ำจะพัดพาธาตุอาหารและน้ำเสียลงสู่ทะเลปริมาณมาก ซึ่งเป็นสาเหตุของการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอน เมื่อแพลงก์ตอนเหล่านี้ตายส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ขึ้นปลาวาฬ (Red tide) เมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะสามารถขยายได้อย่างรวดเร็วโดยใช้เวลาอันสั้น (จรรยา อรรถบุตร และคณะ, 2558) ทำให้มักจะพบปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำ ซึ่งส่งผลสัตว์ทะเล รวมถึงการเพาะเลี้ยงหอยทะเลและหอยทะเลตามธรรมชาติด้วย การเพาะเลี้ยงหอยทะเลมักเลี้ยงในบริเวณดินดอนปากแม่น้ำหรือบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอ่าวไทยตอนใน ในบริเวณจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งคุณภาพน้ำในบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังมีปัญหาเรื่องน้ำเสีย ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อการเลี้ยงหอยทะเลอย่างมาก

จากสถิติการเลี้ยงหอยทะเลประจำปี 2560 พบว่า ผลผลิตในพ.ศ. 2560 มีทั้งสิ้น 98,255.79 ตัน ลดลงจาก พ.ศ. 2559 ร้อยละ 32.67 มีจำนวนฟาร์มเลี้ยงหอย (เฉพาะที่มีผลผลิต) จำนวน 5,055 ฟาร์ม ลดลงจาก พ.ศ. 2559 คิดเป็นร้อยละ 13.41 โดยจังหวัดที่มีจำนวนฟาร์มเลี้ยงหอยทะเลมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดเพชรบุรี (กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, 2560) จากการค้นหาข้อมูลพบว่าจังหวัดเพชรบุรีเป็นจังหวัดที่มีความหลากหลายของชนิดหอยและมีเกษตรกรจำนวนมาก รวมถึงมีวิธีการเลี้ยงที่หลากหลายมากกว่าพื้นที่อื่น และเป็นจังหวัดที่มีการบริหารจัดการและควบคุมด้านพื้นที่เลี้ยงหอยทะเลให้เป็นไปตามกฎหมาย ด้วยการกำหนดพื้นที่ให้เป็นไปตามประกาศฯ ของจังหวัดเพชรบุรี อีกทั้งในพื้นที่ดังกล่าวยังพบปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำที่ใช้สำหรับเพาะเลี้ยงหอยทะเลอีกด้วย

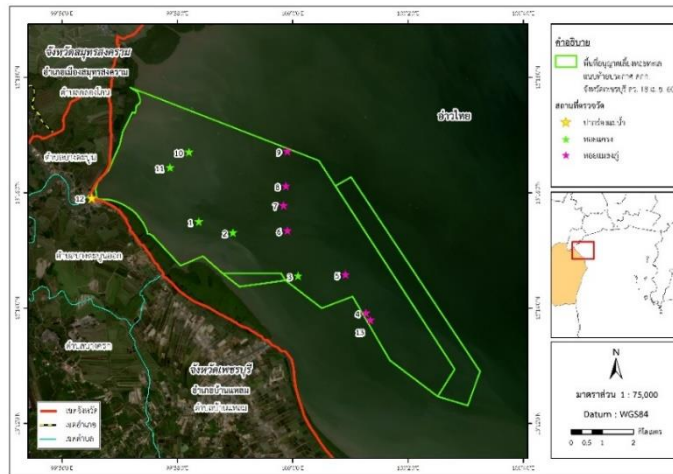
ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาปัญหาและผลกระทบต่างๆ รวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำ โดยการศึกษาจากการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ จากข้อมูลที่ได้หน่วยงาน จำนวน 10 ปัจจัย จากจุดตรวจวัดจำนวน 13 จุดตรวจ เพื่อนำมาประมวลผลรวมกับการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม Sentinel-2 เข้ามาประยุกต์ในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากช่วงเวลาการซ้ำรอบในพื้นที่เดิมในระยะเวลา 5 วัน จึงทำให้ได้ภาพถ่ายที่มีความหลากหลาย ให้เลือกใช้งานได้มากกว่า อีกทั้งยังได้คุณภาพของภาพที่ดีกว่าเนื่องจากมีขอบเขตของสีที่ละเอียด และมีข้อมูลภาพย้อนหลังมากกว่า 4 ปี ซึ่งมีข้อมูลเพียงพอและครอบคลุมการด้านขอบเขตเชิงเวลาในการวิจัย มีความเหมาะสมในการศึกษาความสัมพันธ์ของแหล่งเพาะเลี้ยงหอยทะเล เพื่อวิเคราะห์ เฝ้าระวัง และส่งเสริมการเพาะเลี้ยงหอยทะเลให้กับเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นด้วยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2A กับดัชนีคุณภาพน้ำทะเลที่ได้จากจุดตรวจวัด

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตเชิงพื้นที่ ในตำบลบางตะบูนและตำบลบ้านแหลม อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีพื้นที่ทั้งหมด 44.91 ตารางกิโลเมตร เป็นพื้นที่เขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสำหรับกิจการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควบคุม ประเภทการเพาะเลี้ยงหอยทะเล ที่อนุญาตให้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามมาตรา 79 แนบท้ายประกาศคณะกรรมการประมงประจำจังหวัดเพชรบุรี ลงวันที่ 18 เมษายน 2560 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา 22 พฤษภาคม 2560 ตามภาพที่ 1

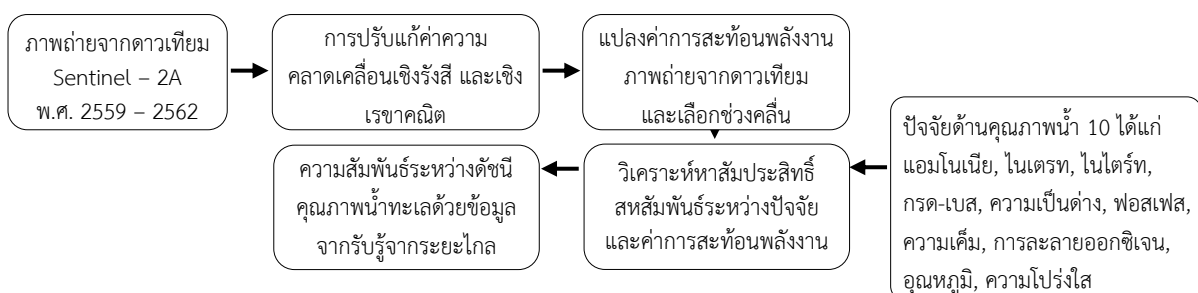


ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาและจุดตรวจวัดจำนวน 13 จุดตรวจ

2. ขอบเขตเชิงเนื้อหา เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นด้วยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลโดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2A ในระยะเวลาตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562 รวมทั้งหมด 4 ปี กับข้อมูลคุณภาพน้ำชายฝั่ง จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดเพชรบุรี โดยมีจุดตรวจวัดจำนวน 13 จุดตรวจวัดที่อยู่ภายในพื้นที่อนุญาตให้เพาะเลี้ยงหอยทะเลในจังหวัดเพชรบุรี โดยมีจำนวน 10 ปัจจัย ได้แก่ แอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรท์ ความเป็นกรด-เบส ความเป็นด่าง ฟอสเฟต ความเค็มของน้ำ การละลายออกซิเจน อุณหภูมิ และความโปร่งใส จากนั้นนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย

3. ขอบเขตเชิงเวลา ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel - 2A ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2562 มีระยะเวลาทั้งหมด 4 ปี

กรอบความคิดที่ใช้วิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

ในการวิเคราะห์การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นของการรับรู้จากระยะไกลเพื่อหาค่าการสะท้อนพลังงานจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2A โดยเลือกพื้นที่ที่ศึกษาเพื่อค้นหาภาพถ่าย สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Geological Survey: USGS): <https://earthexplorer.usgs.gov> และทางเว็บไซต์ขององค์การอวกาศยุโรป (European Space Agency: ESA): <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> ระยะเวลาหมายเลข T47PPQ ตรวจสอบความถูกต้องของภาพรวมถึงการคัดเลือกภาพที่มีการปกคลุมของเมฆให้น้อยที่สุด จากนั้นจึงดาวน์โหลดภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลภาพทั้งหมด พบว่า ใน พ.ศ. 2560 เป็นปีที่มีปริมาณเมฆปกคลุมมาก รายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

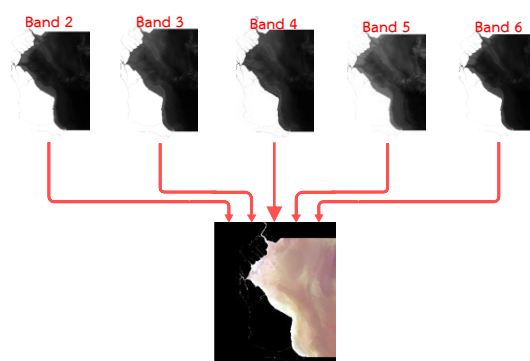
พ.ศ.	วันที่										จำนวน (ภาพ)
2559	13 ม.ค. 59	12 ก.พ. 59	13 มี.ค. 59	13 เม.ย. 59	25 ส.ค. 59	12 ก.ย. 59	19 ต.ค. 59	18 พ.ย. 59	18 ธ.ค. 59		9
2560	27 ม.ค. 60	26 ก.พ. 60	8 มี.ค. 60	27 เม.ย. 60	25 ส.ค. 60	14 ก.ย. 60	23 ธ.ค. 60				7
2561	11 ก.พ. 61	21 ก.พ. 61	3 มี.ค. 61	12 เม.ย. 61	12 พ.ค. 61	10 ก.ค. 61	9 ต.ค. 61	18 พ.ย. 61	28 ธ.ค. 61		9
2562	17 ม.ค. 62	5 ก.พ. 62	28 มี.ค. 62	17 เม.ย. 62	17 พ.ค. 62	16 ก.ค. 62	24 ต.ค. 62	3 พ.ย. 62	13 ธ.ค. 62		9

2. การแปลงค่าการสะท้อนพลังงานและการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนที่มาจากชั้นบรรยากาศ

เมื่อดาวน์โหลดภาพเสร็จแล้วให้ทำการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี (radiometric correction) และการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (geometric correction) หลังจากนั้นทำการแปลงค่าการสะท้อนพลังงานเพื่อแปลงจากค่าตัวเลขดิจิทัล (digital number: DN) ให้ออกมาในรูปแบบของค่าการสะท้อนพลังงาน โดยจะทำการศึกษาด้วยเครื่องมือ Semi-Automatic Classification Plugin บนโปรแกรม QGIS จากนั้นเลือกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมทีละภาพ และเลือกรายละเอียดของข้อมูล (metadata file: MTL) ซึ่งการวิจัยนี้ใช้อัลกอริทึม Dark Object Subtraction 1 (DOS-1) เพื่อทำการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนที่มาจากชั้นบรรยากาศ เพื่อปรับปรุงการประมาณการค่าการสะท้อนพลังงานของพื้นผิว

3. การสกัดข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ได้จากจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำ

เมื่อแปลงค่าการสะท้อนพลังงานแล้ว เลือกภาพในช่วงคลื่นที่ 2 ถึง 6 นำมาหลอมภาพ (merge) และตัดภาพด้วยขอบเขตพื้นที่ที่ศึกษา (subset) หลังจากได้ภาพแล้ว ทำการสกัดค่าการสะท้อนพลังงานด้วยจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยเครื่องมือ Point Sampling Tool บนโปรแกรม QGIS เพื่อให้ได้ค่าการสะท้อนพลังงานที่อยู่จุดเดียวกันกับจุดตรวจวัดเพื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลในลำดับต่อไป ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การหลอมภาพ (merge) หลังจากทำการแปลงค่าการสะท้อนพลังงาน

#### 4. ข้อมูลคุณภาพน้ำชายฝั่ง

ข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลได้จากการเก็บตัวอย่างจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 13 จุดตรวจ มีจำนวน 10 ปัจจัย โดยเลือกข้อมูลที่เป็นวันเดียวกันหรือวันที่ใกล้เคียงกันกับภาพถ่ายดาวเทียม คือข้อมูลภาพตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559-ธันวาคม พ.ศ. 2562 เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย โดยจะใช้การตรวจวัดระดับบน คือ การตรวจคุณภาพน้ำลึกลงไปประมาณ 50 เซนติเมตรนับจากบริเวณผิวน้ำ

#### 5. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำสมการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (pearson correlation) โดยนำค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ค่าการสะท้อนพลังงานที่ได้จากจุดตรวจวัดและข้อมูลคุณภาพน้ำชายฝั่งที่ได้จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 13 จุด เข้าสู่การประมวลผลในโปรแกรมทางสถิติ เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย เมื่อได้ผลการศึกษาจะแสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination:  $R^2$ )

#### ผลการวิจัย

การศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำจำนวน 13 จุดตรวจ มีจำนวน 10 ปัจจัย เปรียบเทียบกับค่าการสะท้อนพลังงานจำนวน 5 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่น 2 (blue) ช่วงคลื่น 3 (green) ช่วงคลื่น 4 (red) ช่วงคลื่น 5 (vegetation red edge) และช่วงคลื่น 6 (vegetation red edge) จากภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-2 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562 สามารถแสดงรายละเอียดของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ดังนี้

**ตารางที่ 2** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าแอมโมเนียกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.083	0.053	0.003	0.014	0.001
2560	0.004	0.012	0.104	0.000	0.005
2561	0.187	0.021	0.026	0.055	0.001
2562	0.072	0.094	0.082	0.000	0.000

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าแอมโมเนียกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียม ในช่วงคลื่นที่ 2 – ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่ 0.187 ในช่วงคลื่นที่ 2 ของ พ.ศ. 2561 รองลงมาคือ 0.104 และ 0.094 ในช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2560 และในช่วงคลื่นที่ 3 ของ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ

**ตารางที่ 3** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าไนเตรทกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.017	0.290	0.240	0.018	0.062
2560	0.080	0.018	0.049	0.046	0.028
2561	0.010	0.004	0.007	0.000	0.045
2562	0.010	0.011	0.050	0.168	0.131

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าโคเรลกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียม ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสนใจมากที่สุดที่ 0.290 ในช่วงคลื่นที่ 3 ของ พ.ศ. 2559 รองลงมาคือ 0.240 และ 0.168 ในช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2559 และในช่วงคลื่นที่ 5 ของ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสนใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าโคเรลกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.239	0.064	0.004	0.004	0.012
2560	0.080	0.128	0.126	0.348	0.289
2561	0.092	0.051	0.021	0.000	0.039
2562	0.000	0.011	0.035	0.000	0.033

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าโคเรลกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสนใจมากที่สุดที่ 0.348 ในช่วงคลื่นที่ 5 ของ พ.ศ. 2560 รองลงมาคือ 0.289 และ 0.239 ในช่วงคลื่นที่ 6 ของ พ.ศ. 2560 และในช่วงคลื่นที่ 2 ของ พ.ศ. 2559 ตามลำดับ

**ตารางที่ 5** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสนใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบสกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.052	0.001	0.003	0.074	0.065
2560	0.000	0.054	0.022	0.255	0.104
2561	0.030	0.010	0.046	0.000	0.017
2562	0.019	0.004	0.000	0.153	0.127

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าความเป็นกรด-เบสกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสนใจมากที่สุดที่ 0.255 ในช่วงคลื่นที่ 5 ของ พ.ศ. 2560 รองลงมาคือ 0.153 และ 0.127 ในช่วงคลื่นที่ 5 ของ พ.ศ. 2562 และในช่วงคลื่นที่ 6 ของ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ

**ตารางที่ 6** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสนใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าความเป็นด่างกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2- ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.044	0.125	0.169	0.024	0.047
2560	0.033	0.045	0.027	0.000	0.000
2561	0.292	0.173	0.173	0.040	0.029
2562	0.091	0.000	0.055	0.063	0.002

จากตารางที่ 6 พบว่าค่าความเป็นต่างกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่ 0.292 ในช่วงคลื่นที่ 2 ของ พ.ศ. 2561 รองลงมาคือ 0.173 และ 0.169 ในช่วงคลื่นที่ 3 และช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2561 และในช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2559 ตามลำดับ

**ตารางที่ 7** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าฟอสเฟตกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.096	0.205	0.170	0.003	0.020
2560	0.070	0.002	0.022	0.005	0.000
2561	0.006	0.025	0.150	0.098	0.138
2562	0.011	0.027	0.161	0.079	0.167

จากตารางที่ 7 พบว่าค่าฟอสเฟตกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่ 0.205 ในช่วงคลื่นที่ 3 ของ พ.ศ. 2559 รองลงมาคือ 0.170 และ 0.167 ในช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2559 และในช่วงคลื่นที่ 6 ของ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ

**ตารางที่ 8** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าความเค็มกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.103	0.166	0.029	0.052	0.008
2560	0.007	0.047	0.129	0.015	0.006
2561	0.116	0.040	0.146	0.005	0.188
2562	0.004	0.143	0.077	0.079	0.088

จากตารางที่ 8 พบว่าค่าความเค็มกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียม ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่ 0.188 ในช่วงคลื่นที่ 6 ของ พ.ศ. 2561 รองลงมาคือ 0.166 และ 0.146 ในช่วงคลื่นที่ 3 ของ พ.ศ. 2559 และในช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2551 ตามลำดับ

**ตารางที่ 9** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าการละลายออกซิเจนกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.073	0.000	0.015	0.002	0.005
2560	0.107	0.161	0.268	0.158	0.056
2561	0.024	0.000	0.063	0.070	0.069
2562	0.036	0.012	0.110	0.037	0.056



จากตารางที่ 9 พบว่าค่าการละลายออกซิเจนกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่ 0.268 ในช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2560 รองลงมาคือ 0.161 และ 0.158 ในช่วงคลื่นที่ 3 ของ พ.ศ. 2560 และในช่วงคลื่นที่ 5 ของ พ.ศ. 2560 ตามลำดับ

**ตารางที่ 10** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าอุณหภูมิกับค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.355	0.038	0.13	0.16	0.063
2560	0.067	0.298	0.126	0.224	0.157
2561	0.278	0.040	0.252	0.057	0.201
2562	0.024	0.006	0.131	0.548	0.222

จากตารางที่ 10 พบว่าค่าอุณหภูมิกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่ 0.548 ในช่วงคลื่นที่ 5 ของ พ.ศ. 2562 รองลงมาคือ 0.355 และ 0.298 ในช่วงคลื่นที่ 2 ของ พ.ศ. 2559 และในช่วงคลื่นที่ 3 ของ พ.ศ. 2560 ตามลำดับ

**ตารางที่ 11** ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ( $R^2$ ) ระหว่างค่าความโปร่งใสค่าการสะท้อนพลังงาน ในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 ตั้งแต่ พ.ศ. 2559-2562

พ.ศ.	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 6
2559	0.008	0.070	0.011	0.203	0.072
2560	0.010	0.171	0.475	0.118	0.088
2561	0.105	0.105	0.217	0.178	0.277
2562	0.059	0.006	0.097	0.102	0.023

จากตารางที่ 11 พบว่าค่าความโปร่งใสกับค่าการสะท้อนพลังงานจากดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ 2-ช่วงคลื่นที่ 6 มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากที่สุดที่ 0.475 ในช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2560 รองลงมาคือ 0.277 และ 0.217 ในช่วงคลื่นที่ 6 ของ พ.ศ. 2561 และในช่วงคลื่นที่ 4 ของ พ.ศ. 2561 ตามลำดับ

### สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ใช้ในการประเมินปัจจัยด้านคุณภาพน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการใช้เพาะเลี้ยงหอยทะเล มีความสามารถในการตรวจสอบและหาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำได้ ในช่วงคลื่นที่ 2 และ 3 (Xing-Ping Wen, 2011) จึงได้นำมาหาความสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ค่าแอมโมเนีย ค่าไนโตรท ค่าไนเตรท ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความเป็นด่าง ค่าฟอสเฟต ค่าความเค็ม และค่าการละลายออกซิเจนในน้ำ เป็นปัจจัยทางด้านเคมี โดยพบว่าค่าแอมโมเนีย ไนโตรท ไนเตรท และฟอสเฟต เป็นปัจจัยของคุณภาพน้ำที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของหอยมากที่สุด ค่าแอมโมเนียมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ที่ 0.187 ในช่วงคลื่นที่ 2 ค่าไนเตรทมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ที่ .290 ในช่วงคลื่นที่ 3 และยังสามารถนำเข้าสู่สมการเพื่อคำนวณค่าไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen: TN) ได้ โดยการใช้ค่า



ไนโตรเจนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนใจอยู่ที่ 0.348 ในช่วงคลื่นที่ 5 ค่าฟอสเฟตที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนใจอยู่ที่ 0.255 ในช่วงคลื่นที่ 5 จะเห็นได้ว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนใจที่ใกล้เคียงกัน แต่ยังคงอยู่ในระดับที่น้อยมาก

ปัจจัยค่าการละลายออกซิเจนในน้ำและค่าความเป็นกรด-เบส มีความสอดคล้องการศึกษาของ Fernanda, Philippe, Adrielly และ Camila (2563) ได้มีการใช้ช่วงคลื่นที่ต่างๆ ของภาพถ่ายดาวเทียมและแปลงเป็นค่าการสะท้อนแสงของค่าการละลายออกซิเจนในน้ำในช่วงคลื่นที่ 2 4 6 และ 11 ในการศึกษา มีความสอดคล้องกับช่วงคลื่นที่ 4 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนใจอยู่ที่ 0.268 และค่าความเป็นกรด-เบส ในช่วงคลื่นที่ 1 3 6 และ 8 ผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์การดูดกลืนใจมากที่สุดที่ระดับ 0.255 ในช่วงคลื่นที่ 5 ซึ่งในการศึกษาพบว่าการพบเจอในช่วงคลื่นที่ 6 เช่นกัน แต่ไม่ได้อยู่ระดับที่มากที่สุด ในส่วนของปัจจัยค่าความเป็นด่างและค่าความเค็ม ยังไม่อาจจะสรุปได้แน่ชัดว่ามีความสัมพันธ์ที่ระดับใด ซึ่งอาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความสัมพันธ์การดูดกลืนใจที่ระดับ 0.292 ในช่วงคลื่นที่ 2 และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนใจที่ระดับ 0.188 ในช่วงคลื่นที่ 6 ตามลำดับ

ปัจจัยค่าอุณหภูมิและปัจจัยค่าความโปร่งใส ด้วยข้อจำกัดของดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษานั้นไม่มีอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิจึงใช้ค่าการสะท้อนพลังงานที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมในการตรวจวัด พบว่ามีความสัมพันธ์การดูดกลืนใจที่ระดับ 0.548 ในช่วงคลื่นที่ 5 โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางเดียวกัน ซึ่งอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับกระบวนการทางเคมีบางประการในทะเลมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของแสง ซึ่งถ้ามีปริมาณสารแขวนลอยในน้ำหรือปริมาณแพลงก์ตอนมากก็จะดูดแสงทำให้อุณหภูมิน้ำในบริเวณนั้นสูงขึ้น (จรรยา อรรถบุตร และคณะ, 2558) ส่วนปัจจัยค่าความโปร่งใส มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนใจที่ระดับ 0.475 ในช่วงคลื่นที่ 4 จากการศึกษาพบว่าในช่วงคลื่นที่สีแดงเป็นช่วงคลื่นที่มีความสัมพันธ์กับค่าความโปร่งใสมากที่สุด ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ถูกประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าความขุ่นของน้ำหลากได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของธีรวัฒน์ สุวรรณเลิศเจริญ และคณะ (2563) โดยผลลัพธ์ที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางที่แปรผกผันกัน อาจเนื่องมาจากการใช้ค่าเฉลี่ยของจุดตรวจวัดซึ่งมีการเก็บตัวอย่างในระดับความลึกที่ต่างกัน

จากการศึกษาพบว่าการหาค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยคุณภาพน้ำทางด้านเคมีกับค่าการสะท้อนพลังงานจากภาพถ่ายดาวเทียม มีความยาวช่วงคลื่นที่ระหว่าง 490-740 nm. นั้น ซึ่งมีความสัมพันธ์ในการดูดกลืนใจที่น้อยมากและในบางปัจจัยที่ศึกษาอาจมีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามหรือไม่มีความสัมพันธ์กัน อาจจะไม่มีความเหมาะสมหรือมีความเหมาะสมน้อยในการพิจารณาเพื่อหาความสัมพันธ์กับค่าการสะท้อนพลังงานที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมนั้น ซึ่งอาจจะต้องใช้ปัจจัย วิธีการวิจัย สถิติเชิงบรรยาย หรือสถิติเชิงอนุมานอื่นๆ เพื่อช่วยในการสนับสนุนในการนำมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย อีกทั้งยังสามารถใช้ในการกำหนดเชิงนโยบายในเบื้องต้นสำหรับการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและการวางแผนในการพัฒนาหรือปรับปรุงคุณภาพน้ำในบริเวณที่ศึกษาได้

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาโดยแยกเป็นช่วงฤดูกาลต่างๆ เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยคุณภาพน้ำในแต่ละช่วงเวลาได้
2. ควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นประกอบด้วย เพื่อให้ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์เอ ปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ เป็นต้น
3. ผลของการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดกลืนใจ ( $R^2$ ) ระหว่างปัจจัยด้านคุณภาพน้ำกับค่าการสะท้อนพลังงานจากภาพถ่ายดาวเทียมนั้น สามารถนำผลของการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ได้จากจุดตรวจวัด นำมาคาดการณ์และประเมินผลคุณภาพน้ำเบื้องต้นได้

## เอกสารอ้างอิง

- กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง. (2560). **สถิติฟาร์มเพาะเลี้ยงหอยทะเล ประจำปี 2560 (ฉบับที่ 17/2561)**. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง.
- จรรยา อรรถบุตร และคณะ. (2558). **การติดตามการเปลี่ยนแปลงแหล่งที่ขบบริเวณอ่าวไทยตอนในด้วยการรับรู้จากระยะไกล**. การประชุมวิชาการนิสิตนักศึกษาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8.
- ธีรวัฒน์ สุวรรณเลิศเจริญ และคณะ. (2563). การประเมินค่าความขุ่นของน้ำ จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 หลายช่วงเวลา เพื่อเพิ่มศักยภาพการประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค. **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม**, 16(2/2563), 74-93.
- นลพรรณ คำคงแสง และคณะ. (2562). การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อประเมินคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณอ่าวพังงา จังหวัดพังงา. **วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย**, 20 (ฉบับพิเศษ), 317-330.
- ประกาศคณะกรรมการประมงประจำจังหวัดเพชรบุรี เรื่อง กำหนดเขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสำหรับกิจการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควบคุม ประเภทการเพาะเลี้ยงหอยทะเล พ.ศ. 2560. (2560, 22 พฤษภาคม 2560). **ราชกิจจานุเบกษา (เล่ม 234 ตอนพิเศษ 137 ง น. 34 )**. สืบค้นจาก <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2560/E/137/34.PDF>
- พระราชบัญญัติกำหนดเขตจังหวัดในอ่าวไทยตอนใน พ.ศ. 2502. (2502, 22 กันยายน 2502). **ราชกิจจานุเบกษา (เล่ม 76 ตอนที่ 92 น. 430-437)**. สืบค้นจาก <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2502/A/092/430.PDF>
- Chavez Jr, P.S. (1988). An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction for multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, 24, 459-479.
- Fernanda, M. C. P., Philippe, M., Adrielly, F. F. F. & Camila, C. A. (2020). Estimation of water quality in a reservoir from Sentinel-2 MSI and Landsat-8 OLI sensors. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, (V-3-2020), 400-408.
- Xing-Ping Wen and Xiao-Feng Yang (2011). **Monitoring of Water Quality Using Remote Sensing Data Mining**. Knowledge-Oriented Applications in Data Mining, 135-146.