[1] สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพ
[2] ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม
*Corresponding author; E-mail address: polpech.sa@ku.th

บึงบอระเพ็ดเป็นบึงทะเลสาบน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย พื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบบึงอยู่นอกเขตชลประทานและไม่สามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่ใช้น้ำจากบึงได้ชัดเจน ทำให้ไม่สามารถประเมินปริมาณการใช้น้ำได้โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาระดับน้ำในบึงลดต่ำและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุพื้นที่เพาะปลูกข้าวซึ่งเป็นกิจกรรมการใช้น้ำหลักในฤดูแล้งโดยใช้เทคนิคการรับรู้จากระยะไกล การวิเคราะห์ใช้ภาพผสมดัชนีพืชพรรณ NDVI และดัชนีน้ำ NDWI จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ต่างช่วงเวลา (Multi-temporal) ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2562 ถึงสิงหาคม 2563 จำแนกพื้นที่โดยใช้วิธี K-Means และกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วยการวิเคราะห์ Dendrogram ผลการวิจัยพบว่าในพื้นที่ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดขอบเขตบึงบอระเพ็ดขนาด 132,737 ไร่ สามารถจำแนกได้ 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ผิวน้ำ 11,774.70 ไร่ (ร้อยละ 8.87) พื้นที่ปลูกข้าวฤดูแล้ง 91,438.05 ไร่ (ร้อยละ 68.89) พื้นที่ไม่ปลูกข้าวฤดูแล้ง 28,460.55 ไร่ (ร้อยละ 21.44) และพื้นที่ไม่มีข้อมูล 1,063.70 ไร่ (ร้อยละ 0.80) ผลการจำแนกได้รับการตรวจสอบผ่าน Google Street View ผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินความต้องการใช้น้ำและปรับปรุงการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในบึงบอระเพ็ดอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ดาวเทียม Landsat-8, พื้นที่เพาะปลูกข้าว, บึงบอระเพ็ด

Bueng Boraphet is Thailand's largest freshwater lake. Agricultural areas surrounding the lake are outside irrigation systems that lack clearly defined boundaries of lake water usage zones. This limits the assessment of water consumption, particularly during dry seasons, resulting in critically low water levels and ecosystem impacts. This research used remote sensing techniques to identify rice cultivation areas, the primary water-consuming activities during dry seasons. The analysis utilized composite imagery of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Normalized Difference Water Index (NDWI) derived from multi-temporal Landsat-8 satellite imagery from May 2019 to August 2020. Land classification was conducted using K-Means clustering, with optimal cluster numbers determined through Dendrogram analysis. Results show that within the Royal Decree designated area of 132,737 rai, four distinct land use categories were identified: water bodies covering 11,774.70 rai (8.87%), dry season rice cultivation areas of 91,438.05 rai (68.89%), non-rice cultivation zones of 28,460.55 rai (21.44%), and no data areas of 1,063.70 rai (0.80%). Classification accuracy was verified through Google Street View. These findings can be utilized to assess agricultural water requirements and enhance the efficiency of water resource management in Bueng Boraphet.

Keywords Landsat-8, Rice cultivation area, Bueng Boraphet

บึงบอระเพ็ดเป็นแหล่งน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีความสำคัญทั้งด้านนิเวศวิทยา เศรษฐกิจ และการดำรงชีวิตของประชาชนในพื้นที่ โดยเฉพาะในด้านการประมงและเกษตรกรรม แต่ในปัจจุบันบึงบอระเพ็ดเผชิญกับวิกฤตระดับน้ำลดต่ำลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญของประเทศ จากข้อมูลพบว่าระดับน้ำในบึงที่เคยมีความลึกเฉลี่ย 3 เมตร ได้ลดลงเหลือเพียง 1.5-2.5 เมตร [1] สาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือการขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบ โดยการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2536-2546 พบว่าพื้นที่บริเวณรอบบึงมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 150 [2] ซึ่งส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำจากบึงมีปริมาณสูงขึ้น โดยเฉพาะการปลูกข้าวในฤดูแล้ง (นาปรัง) ที่เป็นกิจกรรมใช้น้ำหลัก คิดเป็นร้อยละ 55 ของการใช้น้ำทั้งหมดจากบึงในช่วงฤดูแล้ง [3] อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการน้ำในพื้นที่กลับมีข้อจำกัดหลายประการ ทั้งการที่พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่อยู่นอกเขตชลประทาน ไม่มีระบบ

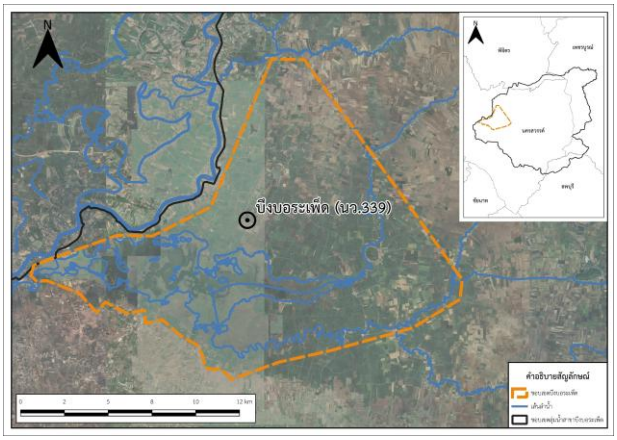
การส่งน้ำที่ชัดเจน และไม่สามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ใช้น้ำได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ การปลูกข้าวในพื้นที่ดังกล่าวยังมีทั้งที่ปลูกเฉพาะในฤดูฝน (นาปี) และปลูกตลอดทั้งปี (นาปีและนาปรัง) ทำให้การระบุพื้นที่ที่มีการใช้น้ำจากบึงในช่วงฤดูแล้งเป็นเรื่องที่ซับซ้อน

การสำรวจข้อมูลระยะไกลเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากสามารถสำรวจได้ครอบคลุมพื้นที่กว้างและต่อเนื่อง [4] การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกลแบบทั่วไปมีข้อจำกัดสำคัญในการระบุพื้นที่ปลูกข้าวตามช่วงเวลา เนื่องจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเดิมมักจะระบุได้เพียงว่าพื้นที่นั้นเป็นนาข้าว แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีการปลูกข้าวในช่วงเวลาใดบ้าง โดยเฉพาะในฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้น้ำจากบึงโดยตรง ข้อจำกัดนี้เกิดจากลักษณะเฉพาะของนาข้าวที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพอย่างต่อเนื่องตลอดวงจรการเพาะปลูก โดยเริ่มจากการเป็นพื้นที่ผิวน้ำในช่วงเตรียมแปลงและเริ่มปลูก จากนั้นเปลี่ยนเป็นพื้นที่พืชพรรณที่มีความเขียวเพิ่มขึ้นในช่วงเจริญเติบโต และในที่สุดกลายเป็นพื้นที่ดินแห้งหลังการเก็บเกี่ยว [5] การแก้ปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบหลายช่วงเวลา (multi-temporal) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่นาข้าวตลอดช่วงฤดูแล้ง ร่วมกับการใช้ดัชนีหลายประเภท เช่น ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index; NDVI) และดัชนีน้ำ (Normalized Difference Water Index; NDWI) ดัชนีทั้งสองเมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกันสามารถสะท้อนลักษณะเฉพาะของพื้นที่นาข้าวที่มีทั้งการเจริญเติบโตของพืชและการขังน้ำในแปลงนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6] [11]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุพื้นที่เพาะปลูกข้าวในฤดูแล้งรอบบึงบอระเพ็ด โดยใช้ข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีน้ำ (NDWI) จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 แบบหลายช่วงเวลา เพื่อจำแนกกลุ่มการใช้ที่ดินที่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของดัชนีคล้ายคลึงกัน ทำให้สามารถระบุได้ว่าพื้นที่ใดมีการปลูกข้าวในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ใช้น้ำจากบึงเป็นหลัก ผลการวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่บึงบอระเพ็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อันจะนำไปสู่การสร้างสมดุลระหว่างการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและการอนุรักษ์ระบบนิเวศของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญแห่งนี้อย่างยั่งยืน

2.1 พื้นที่ศึกษา

บึงบอระเพ็ดเป็นบึงน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย มีความสำคัญในฐานะพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำและพรรณพืชนานาชนิด รวมถึงเป็นที่อยู่อาศัยของนกมากกว่า 110 ชนิด [7] บึงบอระเพ็ดตั้งอยู่บริเวณจุดออกของลุ่มน้ำสาขาบึงบอระเพ็ดก่อนไหลออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยา (รูปที่ 1) ครอบคลุมพื้นที่ 132,737 ไร่ ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดขอบเขต อยู่ในเขตพื้นที่ 3 อำเภอของจังหวัดนครสวรรค์ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอท่าตะโก และอำเภอชุมแสง



พื้นที่ศึกษา

การบริหารจัดการพื้นที่บึงบอระเพ็ดได้มีการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 โซนหลัก ประกอบด้วย โซนที่ 1 เป็นพื้นที่เขตหวงห้ามทำการประมงโดยเด็ดขาด ครอบคลุมพื้นที่ 38,850 ไร่ และโซนที่ 2 เป็นพื้นที่เขตหวงห้ามที่อนุญาตให้ทำการประมงโดยใช้เครื่องมือชนิดที่กำหนด มีพื้นที่ 93,887 ไร่ [7] ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบบึงบอระเพ็ดส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยของประชาชน

2.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite imagery)

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ดาวน์โหลดผ่านเว็บไซต์ของหน่วยงาน USGS ที่ URL https://earthexplorer.usgs.gov ข้อมูลภาพมีความละเอียดจุดภาพ 30x30 เมตร มีรอบการบันทึกภาพซ้ำทุก 16 วัน ซึ่งเพียงพอต่อการจำแนกพื้นที่เกษตรกรรมในบริเวณรอบบึงบอระเพ็ด ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้คัดเลือกภาพที่ปราศจากเมฆปกคลุมในช่วงเดือนพฤษภาคม 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2563 จำนวน 12 ภาพ (ตารางที่ 1) ครอบคลุมตำแหน่ง Path 129 / Row 49 แม้จะพบว่าขอบเขตภาพถ่ายดาวเทียมไม่ครอบคลุมพื้นที่บึงบอระเพ็ดทั้งหมด (รูปที่ 2) แต่เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการวิจัยมุ่งเน้นการจำแนกพื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบบึง ซึ่งส่วนที่ไม่ครอบคลุมนั้นส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ผิวน้ำ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์ โดยพื้นที่ดังกล่าวจะถูกระบุเป็นพื้นที่ไม่มีข้อมูล

รายละเอียดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ลำดับ	ดาวเทียม	Path	Row	วันที่บันทึกข้อมูล
1	Landsat-8	129	49	7 พฤษภาคม 2562
2	Landsat-8	129	49	28 กันยายน 2562
3	Landsat-8	129	49	14 ตุลาคม 2562
4	Landsat-8	129	49	15 พฤศจิกายน 2562
5	Landsat-8	129	49	17 ธันวาคม 2562
6	Landsat-8	129	49	18 มกราคม 2563
7	Landsat-8	129	49	3 กุมภาพันธ์ 2563
8	Landsat-8	129	49	22 มีนาคม 2563
9	Landsat-8	129	49	7 เมษายน 2563
10	Landsat-8	129	49	9 พฤษภาคม 2563
11	Landsat-8	129	49	10 มิถุนายน 2563
12	Landsat-8	129	49	29 สิงหาคม 2563

ขอบเขตภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 Path 129 Row 49

2.3 ดัชนีพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีน้ำ (NDWI)

ดัชนีพืชพรรณเป็นค่าที่ใช้ประเมินสุขภาพและความหนาแน่นของพืช โดยอาศัยความแตกต่างของค่าการสะท้อนระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (NIR) กับช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (Red) คำนวณได้จากสมการ (1) โดยค่า NDVI มีช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 โดยค่าที่สูงแสดงถึงพืชที่มีสุขภาพดีและมีความหนาแน่นมาก ค่าใกล้ 0 หรือติดลบบ่งชี้ว่าไม่มีพืชพรรณใบเขียวในพื้นที่ ขณะที่ค่าประมาณ 0.6-0.8 แสดงถึงพื้นที่ที่มีพืชใบเขียวหนาแน่นมาก [10]

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

โดย NIR และ RED คือ ค่าการสะท้อนพื้นผิวของดาวเทียม Landsat-8 ใน Band 5 ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (ความยาวคลื่น 0.85-0.88 µm) และ Band 4 ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (ความยาวคลื่น 0.64-0.67 µm) ตามลำดับ

ดัชนีน้ำเป็นค่าที่ใช้ประเมินพื้นที่ผิวน้ำหรือพื้นที่ที่มีความชื้นสูง มีหลายวิธีที่ได้รับความนิยม ซึ่งปัจจุบันวิธีดัชนีน้ำแบบปรับปรุง (modified NDWI หรือ mNDWI) เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางว่ามีความเสถียรและน่าเชื่อถือ และถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในงานวิจัยจำนวนมาก [8] ดัชนีน้ำ mNDWI คำนวณได้จากสมการ (2) โดยค่า mNDWI มีช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 โดยค่าเป็นบวกบ่งชี้ว่าพื้นที่นั้นมีลักษณะเป็นผิวน้ำหรือมีความชื้นสูง

$mNDW$ [illegible] NDW [illegible] R

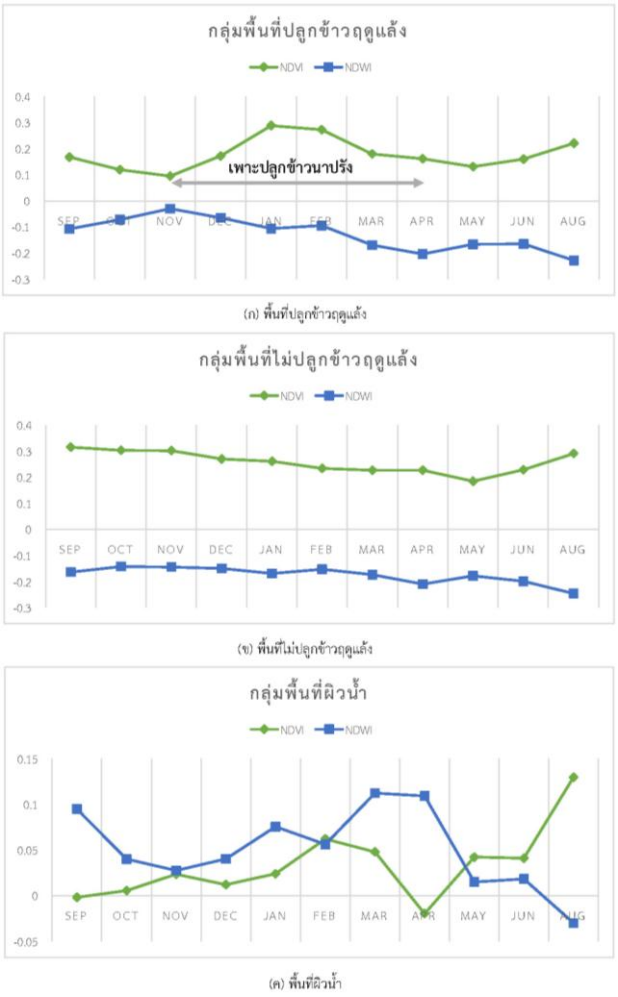
ลดลงเข้าใกล้ศูนย์หรือติดลบเล็กน้อย ซึ่งอาจสะท้อนการลดลงของระดับน้ำในพื้นที่ที่ตื้นเขิน ในช่วงเดียวกันนี้ค่า NDVI มักมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แสดงถึงการเจริญเติบโตของพืชน้ำหรือวัชพืชในพื้นที่ที่ระดับน้ำลดลง

การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลาทำให้สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างพื้นที่นาข้าวที่มีการเพาะปลูกในฤดูแล้งกับไม่มีการเพาะปลูกดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 4 พบว่า ในขอบเขตบึงบอระเพ็ดพื้นที่ส่วนใหญ่ร้อยละ 68.89 มีการปลูกข้าวในฤดูแล้ง ส่วนพื้นที่ที่ไม่มีการปลูกข้าวในฤดูแล้งคิดเป็นร้อยละ 21.44 ของพื้นที่ทั้งหมด ในขณะที่พื้นที่ผิวน้ำมีเพียงร้อยละ 8.87

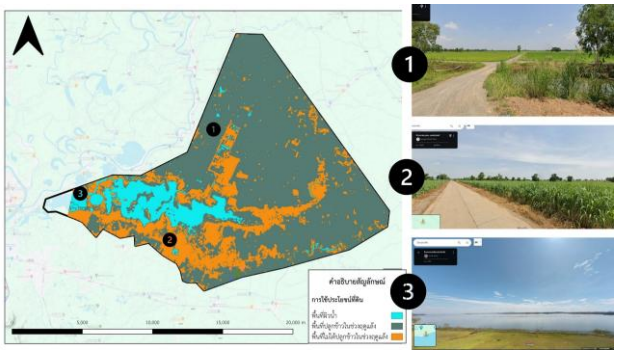
ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่โดยเปรียบเทียบกับภาพจาก Google Street View ในช่วงเวลาที่สอดคล้องกับช่วงการวิเคราะห์ (รูปที่ 4) โดยช่วงเวลาของภาพที่ใช้ตรวจสอบประกอบด้วย พื้นที่ปลูกข้าวช่วงเดือนเมษายน 2565 พื้นที่ไม่ปลูกข้าวฤดูแล้งช่วงเดือนมิถุนายน 2565 และพื้นที่ผิวน้ำช่วงเดือนพฤศจิกายน 2565 พบว่าผลการจำแนกมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงพื้นที่ที่ถูกจำแนกเป็นพื้นที่ปลูกข้าวในฤดูแล้งมีลักษณะตรงกับพื้นที่นาข้าวที่มีการเพาะปลูกจริงในช่วงฤดูแล้ง เช่นเดียวกับพื้นที่ผิวน้ำที่ตรงกับแหล่งน้ำในภาพถ่าย สำหรับพื้นที่ที่ถูกจำแนกเป็นกลุ่ม "พื้นที่ไม่ปลูกข้าวในฤดูแล้ง" พบว่าครอบคลุมหลายประเภทพื้นที่ ทั้งพื้นที่นาข้าวที่ไม่มีการปลูกข้าวในฤดูแล้ง พื้นที่พืชไร่ พื้นที่อาคารสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ประมง และพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่พื้นที่เพาะปลูกข้าวในช่วงฤดูแล้ง

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบหลายช่วงเวลา (multi-temporal) ร่วมกับการวิเคราะห์ดัชนี NDVI และ mNDWI มีประสิทธิภาพในการติดตามพลวัตการเพาะปลูกข้าว สามารถระบุพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวในฤดูแล้งได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับการศึกษาของ [9] ที่พบว่าการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลาสามารถติดตามวงจรการเพาะปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพตามระยะการเติบโตของข้าว

การพบพื้นที่มีการปลูกข้าวในฤดูแล้งรอบบึงบอระเพ็ดสูงถึง 9 หมื่นไร่ สะท้อนให้เห็นว่ามีความต้องการใช้น้ำสูงมากในช่วงฤดูแล้ง สอดคล้องกับการศึกษาของ [7] ที่พบว่าการใช้ที่ดินบริเวณรอบบึงบอระเพ็ดมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและระดับน้ำในบึง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งเมื่อระดับน้ำลดลง พื้นที่ที่เคยท่วมขังจะถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรมากขึ้น การที่พื้นที่ผิวน้ำในช่วงฤดูแล้งที่ลดลงเหลือเพียง 1 หมื่นไร่ และสะท้อนถึงการลดลงของพื้นที่ชุ่มน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและการทำหน้าที่ของพื้นที่ชุ่มน้ำในระยะยาว



รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนี NDVI และ NDWI ในพื้นที่เพาะปลูกข้าวฤดูแล้ง พื้นที่ไม่ปลูกข้าวฤดูแล้ง และพื้นที่ผิวน้ำ



การตรวจสอบผลการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกข้าวในฤดูแล้งด้วย Google Street View

ผลการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกข้าวในฤดูแล้ง

พื้นที่ปลูกข้าวในฤดูแล้ง	91,438.05	68.89
พื้นที่ไม่ปลูกข้าวในฤดูแล้ง	28,460.55	21.44
พื้นที่ผิวน้ำ	11,774.70	8.87
พื้นที่ไม่มีข้อมูล	1,063.70	0.80

การวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีน้ำ (NDWI) จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 แบบหลายช่วงเวลาในการระบุพื้นที่เพาะปลูกข้าวในฤดูแล้งรอบบึงบอระเพ็ด ผลการวิจัยสามารถจำแนกพื้นที่ในเขตบึงบอระเพ็ดออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ พื้นที่มีการปลูกข้าวในฤดูแล้ง (ร้อยละ 68.89) พื้นที่ไม่มีการปลูกข้าวในฤดูแล้ง (ร้อยละ 21.44) และพื้นที่ผิวน้ำ (ร้อยละ 8.87) การใช้ข้อมูลดาวเทียมหลายช่วงเวลาสามารถติดตามพลวัตการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่นาข้าวซึ่งมีลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงตามระยะการเพาะปลูก โดยพื้นที่ปลูกข้าวในฤดูแล้งแสดงรูปแบบเฉพาะของการเปลี่ยนแปลงค่า NDVI และ NDWI ที่แตกต่างจากพื้นที่ไม่ปลูกข้าวในฤดูแล้งและพื้นที่ผิวน้ำอย่างชัดเจน ผลการตรวจสอบความถูกต้องเปรียบเทียบกับภาพจาก Google Street View พบว่าผลการจำแนกมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง

ข้อมูลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่บึงบอระเพ็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่มีความต้องการใช้น้ำสูง โดยพื้นที่ปลูกข้าวในฤดูแล้งที่สูงถึง 9 หมื่นไร่ สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการกำหนดมาตรการและแนวทางการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม เพื่อสร้างสมดุลระหว่างการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและการอนุรักษ์ระบบนิเวศของพื้นที่ชุ่มน้ำ นอกจากนี้ วิธีการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อสนับสนุนการทำงานของหน่วยงานด้านน้ำเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เพาะปลูกในเขตพื้นที่ชุ่มน้ำอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้ เพื่อสนับสนุนการวางแผนการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืนต่อไป

อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้อาจยังไม่ครอบคลุมกรณีปีน้ำมากซึ่งระดับน้ำในบึงอยู่ในระดับสูง อาจส่งผลให้พื้นที่โดยรอบยังคงมีน้ำท่วมขังต่อเนื่องและไม่สามารถเพาะปลูกได้ในช่วงต้นฤดู ทำให้การเริ่มต้นเพาะปลูกล่าช้าออกไป ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตจึงควรพิจารณาวิเคราะห์พื้นที่ปลูกข้าวในฤดูแล้งในกรณีปีน้ำมากเพิ่มเติมด้วย

ขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทาน และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติที่ได้จัดทำรายงานและข้อมูลที่นำมาใช้สนับสนุนในงานวิจัยนี้

[1] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2546). *ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรน้ำธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*

[2] Sriwongsitanon, N., Surakit, K., Hawkins, P.R. and Chandrasena, N.R. (2006). Planning for Wise-Use of Bung Boraphet Wetland's Water Resources. In *3 rd APHW Conference on "Wise Water Resources Management Towards Sustainable Growth and Poverty Reduction"*, Bangkok, Thailand, 16-18 October 2006.

[3] Sriwongsitanon, N., Surakit, K., Hawkins, P.R. and Chandrasena, N.R. (2007). Decision Support Tools for Water Resource Management: A Case Study of Bung Boraphet Wetland, Thailand. *Journal of Developments in Sustainable Agriculture*, 2(1), 17–26.

[4] Gómez, C., White, J. C., and Wulder, M. A. (2016). Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review, ISPRS *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 116, 55–72. https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.03.008.

[5] Fernández-Urrutia, M., Arbelo, M., and Gil, A. (2023). Identification of Paddy Croplands and Its Stages Using Remote Sensors: A Systematic Review, *Sensors*, 23(15), 6932. https://doi.org/10.3390/s23156932

[6] Zhao, R., Li, Y., and Ma, M. (2021). Mapping paddy rice with satellite remote sensing: A review, *Sustainability*, 13(2), 503. https://doi.org/10.3390/su13020503

[7] พงศธร อั่วหงวน, กัญจน์ชญา เม้าสิ้ว, ปฑมกร มูลทะสิทธิ์, จามจุรี ดีปินตา และ จรัญธร บุญญานุภาพ (2563). การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง สาเหตุ และผลกระทบของการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 51(1) (พิเศษ), 92–100.

[8] Huang, C., Chen, Y., Zhang, S., and Wu, J. (2018). Detecting, Extracting, and Monitoring Surface Water from Space Using Optical Sensors: A Review, *Reviews of Geophysics*, 56(2), 333–360. https://doi.org/10.1029/2018RG000598

[9] Shew, A. M. and Ghosh, A. (2019). Identifying dry-season rice-planting patterns in Bangladesh using the Landsat archive, *Remote Sensing*, 11(10), 1235. https://doi.org/10.3390/rs11101235

[10] Pannak, M., Okwala, T., and Chompuchan, C. (2022). Reducing irrigation water requirements of the Chao Chet - Bang Yihon Operation and Maintenance Project by defining new cropping calendar based on time series NDVI. THA 2022 International Conference on Moving Towards Sustainable Water and Climate Change Management After COVID-19, Online platform, 26-28 January 2022.

[11] Xiao, X., Boles, S., Frolking, S., Salas, W., Moore III, B., Li, C., He, L., and Zhao, R. (2002). Observation of flooding and rice transplanting of paddy rice fields at the site to landscape scales in China using VEGETATION sensor data. International

Journal of Remote Sensing, 23(15), 3009–3022.
https://doi.org/10.1080/01431160110107734