

การวิเคราะห์ความแห้งแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีด้วยดัชนีความแห้งแล้งแบบ TVDI จากข้อมูลดาวเทียมระบบ MODIS

An Analysis of Drought in Phetchaburi River Basin using TVDI Derived from MODIS Data

จิตติศักดิ์ สุขเกษม¹ เกศวรา สิทธิโชค² และชูพันธุ์ ชมภูจันทร์^{2*}

Titisak Sukkasem¹, Ketvara Sittichok² and Chuphan Chompuchan^{2*}

บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำเพชรบุรีเป็นพื้นที่เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานานอยู่บ่อยครั้ง ส่งผลให้เกิดความแห้งแล้ง โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทาน ทั้งนี้ความชื้นในดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่สัมพันธ์กับความรุนแรงของภัยแล้ง วิธีการสำรวจระยะไกลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถประเมินความชื้นดินในพื้นที่ห่างไกลได้เป็นบริเวณกว้างและติดตามสถานการณ์ความแห้งแล้งเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง ใต้งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความแห้งแล้งด้วยค่าดัชนีความแห้งแล้งจากอุณหภูมิ-พืชพรรณ (Temperature Vegetation Dryness Index: TVDI) โดยเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ MOD09A1 และ MOD11A2 ซึ่งเป็นข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมระบบ โมดิส (MODIS) แบบภาพผสมราย 8 วัน ช่วงระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 นำมาคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณแตกต่างแบบนอร์มัลไลซ์ และอุณหภูมิพื้นผิวดิน (T_s) จากนั้นจึงสร้างปฏิภูมิรูปลักษณ์ NDVI- T_s สำหรับวิเคราะห์หาค่า TVDI เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความชื้นในดินโดยน้ำหนักของดินแห้งที่ตรวจวัดจากภาคสนาม ผลการวิจัยพบว่าดัชนี TVDI มีค่าตั้งแต่ 0.19-0.91 และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าความชื้นในดินโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ -0.82 โดยในพื้นที่ที่มีความชื้นในดินสูงเป็นพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีค่า TVDI เฉลี่ย 0.23 ส่วนในพื้นที่ที่มีความชื้นในดินต่ำเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยนอกเขตชลประทานมีค่า TVDI เฉลี่ย 0.88 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าดัชนี TVDI สามารถนำมาประเมินความชื้นในดินและติดตามสภาพความแห้งแล้งทางการเกษตรในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้อย่างไรก็ตามดัชนี TVDI มีข้อจำกัดในช่วงฤดูฝนเนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม MODIS ไม่สามารถประมวลผลข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวดินได้

คำสำคัญ: ดัชนีความแห้งแล้งแบบ TVDI ความชื้นในดิน ลุ่มน้ำเพชรบุรี

¹ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

² อ.ดร., ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

¹ Master's Student, Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

² Lecturer Dr., Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

* Corresponding author: Tel.: 081-7652503 E-mail address: Chuphan.c@ku.ac.th

(Received: April 21, 2020; Revised: June 9, 2020; Accepted: June 16, 2020)

Abstract

Phetchaburi River Basin frequently faces dry spell periods resulting in water scarcity especially in a rainfed area. Soil moisture is one of main key factors related to drought severity. Satellite remote sensing could be used to estimate soil moisture in the remote areas with large coverage and also monitor drought situation for long period. The objective of this study is to investigate drought situation in the basin using Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI). MODIS 8-day composite products of MOD09A1 and MOD11A2 during January 1st 2019 to February 2nd 2020 were used to calculate Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and land surface temperature (T_s). The NDVI- T_s feature space was then applied to obtain TVDI data. Finally, the TVDI data was compared to gravimetric soil moisture measured in the study area. The research results revealed that TVDI of 0.19 - 0.91 was found with inverse correlation to soil moisture conducted in the field (R of -0.82). High soil moisture was presented for irrigated paddy fields while rainfed sugarcane areas showed low soil moisture with average TVDI of 0.23 and 0.88, respectively. These results indicated that TVDI is an efficient technique used to estimate soil moisture and monitor agricultural drought throughout the large-scale areas. However, using TVDI during a rainy season is limited due to MODIS satellite imagery data that are not capable to process land surface temperature.

Keywords: Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI), Soil Moisture, Phetchaburi River Basin

บทนำ

ความชื้นในดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่สัมพันธ์กับความรุนแรงของภัยแล้ง บ่งบอกถึงศักยภาพทางการเกษตรและการเก็บกักน้ำซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และบ่งชี้โดยตรงถึงภาวะภัยแล้งทางการเกษตร [1] รวมทั้งเป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ความรุนแรงและระยะเวลาความแห้งแล้ง การจัดการด้านการเกษตร การคาดการณ์ด้านอุทกภัย โดยทั่วไปการตรวจวัดความชื้นในดินจากภาคสนามเป็นวิธีที่มีความถูกต้องสูงแต่มีข้อจำกัดคือสามารถเก็บข้อมูลได้เฉพาะจุดและในขอบเขตพื้นที่ที่จำกัด ทั้งนี้วิธีการสำรวจระยะไกลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถประเมินความชื้นดินในพื้นที่ห่างไกลได้เป็นบริเวณกว้างและติดตามสถานการณ์ความแห้งแล้งเป็นระยะเวลาต่อเนื่องได้ ปัจจุบันดัชนีชี้วัดความแห้งแล้งด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมมีหลายดัชนี อาทิ Anomaly Vegetation Index (AVI) [2] Vegetation Condition Index (VCI) [3] Apparent Thermal Inertia (ATI) [4] Crop Water Stress Index (CWSI) [5] และ Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) [6] จากดัชนีดังกล่าว TVDI เป็นดัชนีความแห้งแล้งทางการเกษตรที่สามารถตรวจวัดได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม [7] ซึ่งเป็นดัชนีที่ได้รับความนิยมในการใช้งานสูงเนื่องจากมีความเรียบง่ายและแม่นยำในการตรวจวัด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความแห้งแล้งโดยใช้ดัชนี TVDI โดยเลือกลุ่มน้ำเพชรบุรีเป็นพื้นที่ศึกษาเนื่องจากเป็นพื้นที่เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานานอยู่บ่อยครั้ง ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค และเกิดความแห้งแล้งโดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทาน

วิธีการวิจัย

ข้อมูลและวิธีการ

งานวิจัยนี้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ข้อมูลภาพผสมราย 8 วัน MOD09A1 และ MOD11A2 จากภาพถ่ายจากดาวเทียมระบบ MODIS/Terra จาก USGS EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) ช่วงระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 นำมาคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณแตกต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) และอุณหภูมิพื้นผิวดิน (Land Surface Temperature, T_s) โดยค่า NDVI คำนวณจากสมการต่อไปนี้

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

เมื่อ ρ_{NIR} คือ ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-infrared) จากภาพแบนด์ 2

ρ_{RED} คือ ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (Visible Red) จากภาพแบนด์ 1

โดยค่า NDVI อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 เมื่อ NDVI มีค่าเป็นบวกแสดงถึงพืชพรรณปกคลุมดิน เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 1 จะหมายถึงพืชพรรณหนาแน่น เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงมีพืชพรรณปกคลุมดินน้อยหรือเป็นพื้นที่ว่างเปล่าที่ไม่มีพืชปกคลุมดิน ในขณะที่ค่า NDVI ติดลบจะหมายถึงพื้นที่ผิวน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแปลความหมายลักษณะการปกคลุมดินตามค่า NDVI

ลักษณะสิ่งปกคลุมดิน	ค่า NDVI
พืชใบเขียวปกคลุมหนาแน่น (Dense Green Leafy Vegetation)	> 0.600
พืชใบเขียวปกคลุมปานกลาง (Medium Green Leafy Vegetation)	0.150 – 0.600
พืชใบเขียวปกคลุมน้อย (Light Green Leafy Vegetation)	0.100 – 0.150
พื้นที่ดินว่างเปล่า (Bare Soil)	0.025 – 0.100
พื้นที่แหล่งน้ำ (Water Bodies)	< 0.025

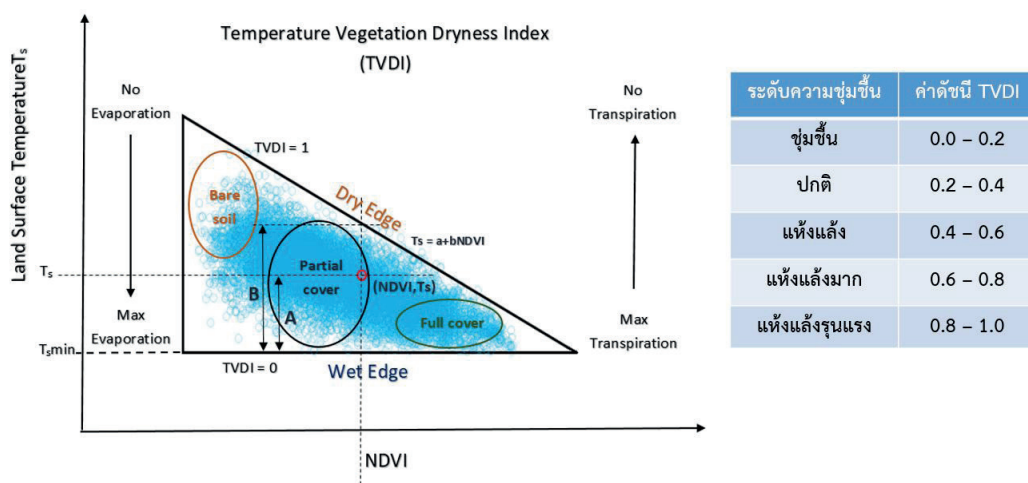
สำหรับค่า T_s เลือกใช้ค่า Daytime Land Surface Temperature (หน่วย: เคลวิน) จากผลิตภัณฑ์ MOD11A2 ซึ่งค่าอุณหภูมิพื้นผิวนั้นมีความสำคัญในการประเมินการคายระเหย ความชื้นของดิน และความเฉื่อยความร้อน [8]

จากนั้น นำค่า NDVI และ T_s มาสร้าง NDVI- T_s Feature Space ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยกำหนดขอบเขตการคำนวณใน Feature Space เป็นพื้นที่รูปสามเหลี่ยมและคำนวณค่า Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) ของแต่ละจุดภาพ (Pixel) ตามวิธีของ Sandholt และคณะ [6] ได้จากสัดส่วนระหว่างระยะ A กับ B และสามารถเขียนเป็นรูปสมการได้ดังต่อไปนี้

$$TVDI = \frac{A}{B} = \frac{T_s - T_{smin}}{a + bNDVI - T_{smin}} \quad (2)$$

- โดย T_s คือ ค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ตำแหน่งใดๆ ใน NDVI- T_s Feature Space
 T_{smin} คือ ค่าอุณหภูมิพื้นผิวด้านล่างสุดในพื้นที่สามเหลี่ยมใน NDVI- T_s Feature Space
 NDVI คือ ค่าดัชนีพืชพรรณแตกต่างแบบนอร์มัลไลซ์
 a, b คือ พารามิเตอร์สำหรับนิยามค่า Dry Edge ที่ได้จากการประมาณค่าสมการถดถอยเชิงเส้น
 ในรูป $T_{smax} = a + bNDVI$ โดย T_{smax} คือ ค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด

โดยค่า TVDI มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1 ในพื้นที่คือค่าที่อยู่ตามแนวเส้นขอบแห้ง (Dry Edge) ใน Feature Space ซึ่งหมายถึงไม่มีการคายระเหยน้ำหรือมีความชื้นในดินอย่างจำกัด ส่วนค่า TVDI ต่ำสุดเท่ากับ 0 ในพื้นที่คือค่าที่อยู่ตามแนวเส้นขอบเปียก (Wet Edge) ใน Feature Space ซึ่งหมายถึงมีการคายระเหยน้ำสูงสุดหรือมีความชื้นในดินอย่างไม่มีจำกัด [9] ทั้งนี้ พารามิเตอร์ a และ b ควรประมาณค่าจากพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีจำนวนจุดภาพมากเพียงพอและครอบคลุมพื้นที่ตัวแทนตั้งแต่พื้นที่ที่แห้งแล้งที่สุดและพื้นที่ที่ชุ่มชื้นที่สุด รวมทั้งเป็นลักษณะพื้นที่ดินว่างเปล่าไปจนถึงพื้นที่ที่มีพืชปกคลุมดินเต็มที่



ภาพที่ 1 การแปลความหมายของค่าดัชนี TVDI จาก NDVI- T_s Feature Space
(ดัดแปลงจาก Sandholt และคณะ (2002) [6])

งานวิจัยนี้ได้เก็บตัวอย่างดินจากภาคสนามเพื่อหาค่าความชื้นในดินเปรียบเทียบกับค่า TVDI โดยเลือกตำแหน่งครอบคลุมพื้นที่ที่มีค่า TVDI ตามความชุ่มชื้นในดินที่ระดับต่าง ๆ จำนวน 19 ตัวอย่าง นำตัวอย่างดินไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จนดินแห้งและมีน้ำหนักคงที่ แล้วทำการหาค่าความชื้นในดินโดยน้ำหนักดินแห้ง จากสมการที่ 3

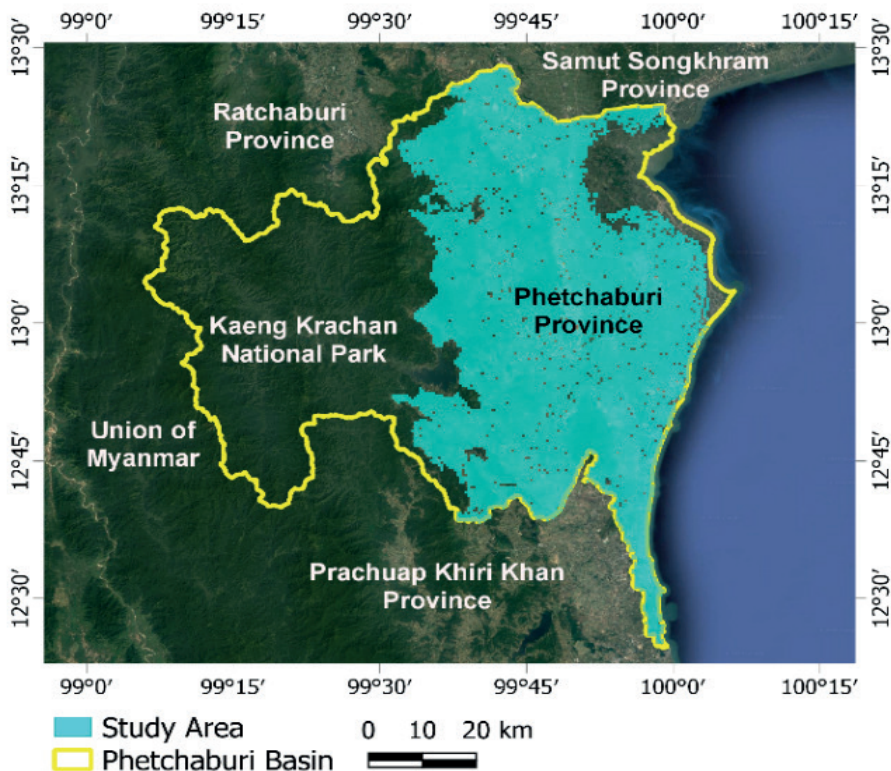
$$\%SM = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ W_w คือ น้ำหนักน้ำในดินตัวอย่าง (กรัม)

W_s คือ น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)

พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ได้คัดเลือกพื้นที่บางส่วนในกลุ่มน้ำเพชรบุรี ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยไม่พิจารณาพื้นที่ป่า ได้แก่ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานและพื้นที่ป่าชายเลน รวมทั้งพื้นที่ผิวน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำ นาเกลือ พื้นที่ประมงเพาะเลี้ยงชายฝั่ง เป็นต้น เนื่องจาก พื้นที่ดังกล่าวเมื่อทำ NDVI-T_s Feature Space จุดภาพจะปรากฏในตำแหน่งที่มีความผิดปกติ กล่าวคือ พื้นที่ผิวน้ำมีค่า NDVI ต่ำกว่า 0 และพื้นที่ป่าไม่มีค่า NDVI เข้าใกล้ 1 แต่มีอุณหภูมิพื้นผิวน้ำต่ำกว่าปกติ ซึ่งจะทำให้การประเมินค่า TVDI มีความผิดปกติได้

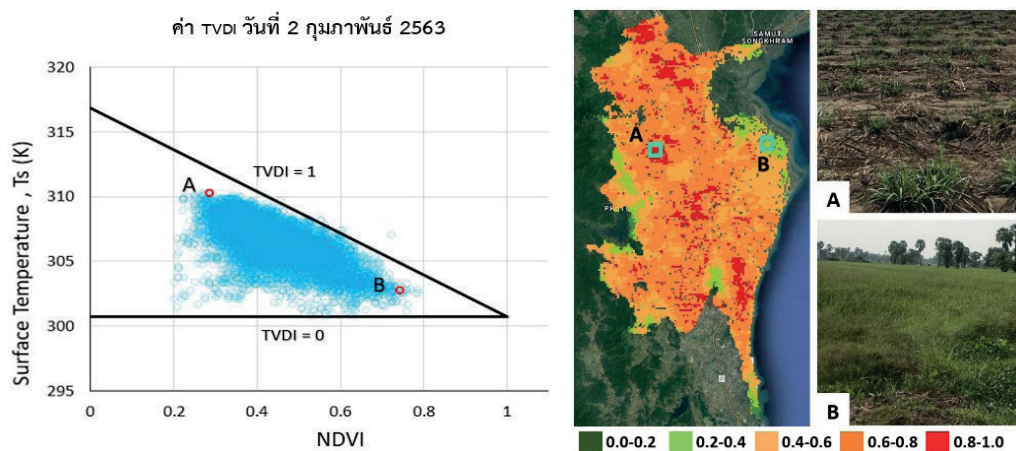


ภาพที่ 2 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

เมื่อทำการสร้าง NDVI-T_s Feature Space และกำหนดเส้นขอบเปียกและขอบแห้งดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3 จากนั้นจึงคำนวณค่า TVDI ของแต่ละจุดภาพและแสดงผลในแผนที่พื้นที่ศึกษาพบว่าภาพ TVDI ตัวอย่างวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2563 ส่วนมากมีค่าประมาณ 0.2-0.8 โดยพื้นที่ที่มีระดับความแห้งแล้งสูง

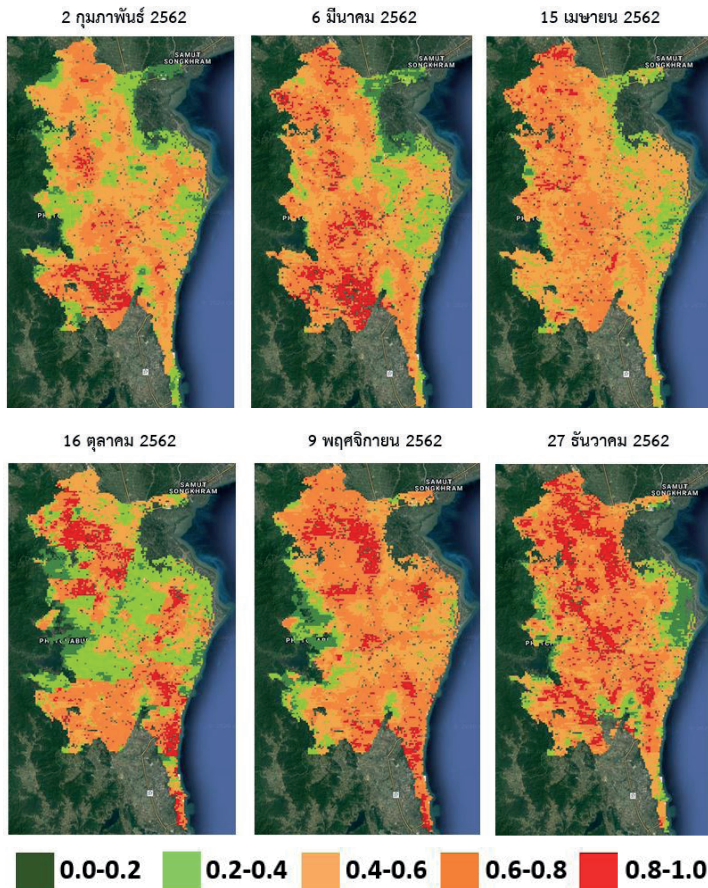
(ค่า TVDI มากกว่า 0.8) ส่วนมากเป็นพื้นที่ลาดเชิงเขาและพื้นที่ราบบริเวณนอกเขตชลประทาน ผลการสำรวจภาคสนามในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563 ตัวอย่างพิกัดตำแหน่ง A พบว่าเป็นไร่อ้อย สภาพการเพาะปลูกคือเป็นอ้อยต่อหลังการเก็บเกี่ยว มีการเจริญเติบโตปกคลุมดินไม่มากนัก สอดคล้องกับค่า NDVI ประมาณ 0.27 ซึ่งแสดงถึงระดับความเป็นพืชพรรณปกคลุมดินค่อนข้างต่ำ ในขณะที่พื้นที่ที่มีระดับความแห้งแล้งอยู่ในเกณฑ์ปกติ (ค่า TVDI ประมาณ 0.3) อยู่ในพื้นที่บริเวณรอยต่อของเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน และพื้นที่การเกษตรในเขตชลประทาน ผลจากการสำรวจภาคสนามจากตัวอย่างพิกัดตำแหน่ง B พบว่าเป็นนาข้าวอยู่ในระยะแตกกอ (Tillering Stage) มีสภาพใบปกคลุมดินหนาแน่น สอดคล้องกับค่า NDVI ประมาณ 0.76 ซึ่งแสดงระดับความเป็นพืชพรรณปกคลุมดินสูง ประกอบกับในนาข้าวมีการขังน้ำไว้ในแปลงนา จึงอยู่ในเกณฑ์ระดับความแห้งแล้งค่อนข้างต่ำกว่าพื้นที่อื่น



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการคำนวณค่า TVDI จากภาพถ่ายจากดาวเทียม
วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2563 และภาพการสำรวจภาคสนาม วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2563

จากผลการประเมินค่า TVDI ในช่วงเวลาต่าง ๆ ดังในภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษามีความแห้งแล้งในระดับรุนแรง เนื่องจากพื้นที่บริเวณนั้นอยู่นอกเขตชลประทาน มีปริมาณน้ำสำหรับการเกษตรไม่เพียงพอ จึงมีการเพาะปลูกพืชทนแล้ง เช่น อ้อย สับปะรด มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น โดยทั่วไปปฏิทินการเพาะปลูกอ้อยเริ่มเก็บเกี่ยวในเดือนมกราคมและทำการปลูกต่อเนื่องจึงทำให้ในช่วงเวลาดังกล่าวมีสภาพพืชพรรณปกคลุมดินไม่มากนัก ในขณะที่พื้นที่ทางด้านตะวันออกซึ่งอยู่ติดกับอำเภอไทยและเป็นพื้นที่ในเขตโครงการชลประทานเพชรบุรี มีน้ำเพียงพอต่อการทำการเกษตรจึงทำให้ระดับความแห้งแล้งโดยทั่วไปอยู่ในระดับปกติ สำหรับเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนพบว่าบริเวณทิศเหนือและทิศใต้ของพื้นที่อยู่ในระดับที่แห้งแล้งรุนแรงเนื่องจากทางทิศเหนือของพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นนาข้าวอยู่ในจังหวัดราชบุรี โดยทั่วไปปฏิทินการเพาะปลูกจะเริ่มปลูกข้าวในช่วงเดือนพฤษภาคมและเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคม ทำให้ในเดือนตุลาคมพื้นที่นาข้าวมีพืชพรรณปกคลุมดินค่อนข้างต่ำและมีความแห้งแล้งสูงมาก ส่วนทางด้านทิศใต้ของพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ดินรกร้าง สภาพดินเป็นดินร่วนปนทรายซึ่งมีค่าความจุความชื้นต่ำและการระบายน้ำดี ประกอบกับในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน เป็นช่วงรอยต่อระหว่างลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

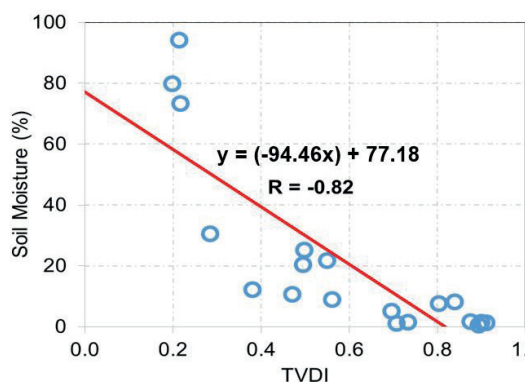
เฉียงเหนือทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีฝนตกน้อย จึงทำให้มีความแห้งแล้งสูงในช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนในเดือนธันวาคมพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านทิศเหนืออยู่ในระดับที่แห้งแล้งรุนแรงในขณะที่พื้นที่ทางทิศตะวันออกติดอ่าวไทยมีสภาพความชุ่มชื้นเนื่องจากเป็นพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานซึ่งโดยทั่วไปจะเริ่มเพาะปลูกข้าวนาปรังในเดือนตุลาคมและข้าวจะโตเต็มที่ในช่วงเดือนธันวาคม ดังนั้นจึงทำให้ในช่วงเวลาดังกล่าวมีพืชพรรณปกคลุมเต็มพื้นที่และมีความชุ่มชื้นสูง



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงค่าดัชนี TVDI

จากการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เพื่อหาค่าความชื้นในดินพบว่ามีความชื้นระหว่าง 0.50-95.00 % ซึ่งขึ้นอยู่กับบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง โดยพื้นที่เขตชลประทานที่มีการเพาะปลูกข้าว มีความชื้นในดินเฉลี่ย 69.56% และพื้นที่นอกเขตชลประทานที่มีการเพาะปลูกอ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สับปะรด มันสำปะหลัง มีความชื้นในดินเฉลี่ย 2.10 % เมื่อนำค่า TVDI ในตำแหน่งจุดภาพที่ตรงกับตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างดินมาหาความสัมพันธ์กับค่าความชื้นในดิน พบว่า TVDI มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าความชื้นในดินโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ -0.82 (ภาพที่ 5) แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าความชื้นในดินสูงขึ้นจะมีค่า TVDI ต่ำลง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Patel และคณะ [10] Han และคณะ [11] และ Bai และคณะ [7] ซึ่งได้หาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง TVDI และความชื้นในดินโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงลบ

อยู่ในช่วงระหว่าง -0.57 ถึง -0.87 จากความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของค่า TVDI ในการตรวจวัดค่าความชื้นในดินซึ่งสัมพันธ์กับความแห้งแล้งทางการเกษตรได้ เนื่องจากเมื่อความชื้นในดินสูงจะมีน้ำในดินเพียงพอต่อความต้องการของพืช ทำให้มีการคายระเหยน้ำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้อุณหภูมิผิวดินบริเวณที่พืชปกคลุมนั้นมีค่าต่ำ จึงทำให้ค่า TVDI มีค่าต่ำ ในทางตรงกันข้ามหากพื้นที่บริเวณนั้นเป็นพื้นที่ที่มีพืชปกคลุมดินน้อยหรือมีความชื้นในดินต่ำ ทำให้มีการคายระเหยน้ำน้อย ส่งผลให้อุณหภูมิผิวดินสูง ค่า TVDI ก็จะสูงขึ้น [12] อย่างไรก็ตามการแปลผลค่าดัชนี TVDI เป็นค่าความชื้นดินในภาพที่ 5 นี้ มีข้อจำกัดคือค่า TVDI ที่มีค่าน้อยกว่า 0.2 มีแนวโน้มจะเป็นดินชื้นในระดับอิ่มตัว (Saturated Soil) ส่วนค่า TVDI ที่มีค่าสูงกว่า 0.8 มีแนวโน้มจะเป็นดินแห้งที่มีความชื้นต่ำมาก นอกจากนี้ค่าดัชนี TVDI อาจมีความคลาดเคลื่อนสูงในพื้นที่นาข้าวเขตชลประทาน โดยเฉพาะช่วงก่อนการเก็บเกี่ยว สรีรวิทยาของข้าวจะคล้ายกับพืชพรรณที่มีความแห้งแล้ง โดยอาจส่งผลให้ค่า TVDI สูงขึ้นซึ่งไม่สอดคล้องกับความชื้นในแปลงนาที่ยังมีค่าค่อนข้างสูง [13]



ค่าดัชนี TVDI	ความชื้นในดิน (% Soil Moisture)
0.2	58.29
0.3	48.84
0.4	39.40
0.5	29.95
0.6	20.50
0.7	11.06
0.8	1.61

ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี TVDI กับ ความชื้นในดิน

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าดัชนีความแห้งแล้ง TVDI สามารถนำมาประเมินความชื้นในดินและติดตามสภาพความแห้งแล้งทางการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีได้ ค่าดัชนี TVDI แสดงให้เห็นว่าในฤดูร้อนพื้นที่ทางทิศตะวันตกมีสภาพความแห้งแล้งค่อนข้างปานกลาง และในฤดูหนาวพื้นที่ทางทิศเหนือมีสภาพความแห้งแล้งค่อนข้างสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปลายฤดูหนาว อย่างไรก็ตามค่าดัชนี TVDI มีข้อจำกัดในช่วงฤดูฝนเนื่องจากมีเมฆปกคลุมหนาแน่น ส่งผลให้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 ไม่สามารถตรวจวัดค่าอุณหภูมิผิวดินได้ ทั้งนี้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ภาพผสมราย 8 วัน ซึ่งการตรวจวัดอุณหภูมิผิวดินมีความแปรปรวนสูงในช่วงเวลาดังกล่าวอาจส่งผลต่อความสัมพันธ์ระหว่าง TVDI กับค่าความชื้นในดินที่เก็บจากภาคสนาม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย “การวิเคราะห์ภาวะการขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรี” ภายใต้แผนงานวิจัย: การเพิ่มผลสัมฤทธิ์และการลดความเสี่ยงในการบริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำเพชรบุรีด้วยฝนหลวง (PRP6305030930) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

Reference

- [1] Keyantash, J., & Dracup, J. A. (2002). The quantification of drought: an evaluation of drought indices. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83(8), 1167–1180.
- [2] Chen, W.Y., Xiao, Q.G., & Shen, Y.W. (1994). Application of the anomaly vegetation index to monitoring heavy drought in 1992. *Journal of Remote Sensing*, 9(2), 106–112. (in Chinese).
- [3] Kogan, F.N. (1995). Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Advances in Space Research*, 15(11), 91–100.
- [4] Price, J. C. (1985). On the analysis of thermal infrared imagery: The limited utility of apparent thermal inertia. *Remote Sensing of Environment*, 18(1), 59–73.
- [5] Jackson, R. D., & Pinter, P. J. (1981). Detection of water stress in wheat by measurement of reflected solar and emitted thermal IR radiation. In *The International Colloquium Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing*. 399–406. September 8-11, 1981, Avignon (France): Institute National de la Recherche Agronomique.
- [6] Sandholt, I., Rasmussen, K., & Andersen, J. (2002). A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of Environment*, 79(2-3), 213-224.
- [7] Bai, J. -J., Yu, Y., & Di, L. (2017). Comparison between TVDI and CWSI for drought monitoring in the Guanzhong Plain, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(2), 389–397.
- [8] Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., Gutman, G.G., Panov, N., & Goldberg, A. (2010). Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: merits and limitations. *Journal of Climate*, 23(3), 618–633.
- [9] Son, N. T., Chen, C. F., Chen, C. R., Chang, L. Y., & Minh, V. Q. (2012). Monitoring agricultural drought in the lower Mekong basin using MODIS NDVI and land surface temperature data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 18, 417–427.
- [10] Patel, N. R., Anapashsha, R., Kumar, S., Saha, S. K., & Dadhwal, V. K. (2009). Assessing potential of MODIS derived temperature/vegetation condition index (TVDI) to infer soil moisture status. *International Journal of Remote Sensing*, 30(1), 23–29.
- [11] Han, Y., Wang, Y., & Zhao, Y. (2010). Estimating soil moisture conditions of the greater Changbai mountains by land surface temperature and NDVI. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 48(6), 2509–2515.

- [12] Garcia, M., Fernandez, N., Villagarcia, L., Domingo, F., Puigdefabregas, J., & Sandholt, I. (2014). Accuracy of the temperature-vegetation dryness index using MODIS under water-limited vs. energy-limited evapotranspiration conditions. *Remote Sensing of Environment*, 149, 100–117.
- [13] Chen, C. -F., Son, N. -T., Chang, L. -Y., & Chen, C. C. (2011). Monitoring of soil moisture variability in relation to rice cropping systems in the Vietnamese Mekong Delta using MODIS data. *Applied Geography*, 31(2), 463–475.