

การประเมินความชื้นในดินในป่าธรรมชาติจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2

กรณีศึกษา: เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง

Evaluating of Soil Moisture in Natural Forests Using Sentinel-2 Satellite Imagery: A Case Study of Doi Pha Mueang Wildlife Sanctuary

วารินทร์ วงษ์วรรณ¹ | Warin Wongwan¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความชื้นในดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำปางและลำพูน โดยใช้แพลตฟอร์ม Google Earth Engine ในการเข้าถึงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและประมวลเชิงพื้นที่บนระบบคลาวด์ การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชื้นในดิน (NSMI) ด้วยข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2 ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) แบนด์ 11 และ 12 ที่บันทึกภาพในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน พ.ศ.2564 มาคำนวณค่าดัชนีความชื้นในดินเพื่อกำหนดระดับความชื้นในดิน ผลการศึกษาพบว่า เดือนมีนาคมเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดของปี พ.ศ. 2564 มีพื้นที่ที่ไม่มีความชื้นในดิน ($NSMI < 0.24$) คิดเป็นร้อยละ 41.33 พื้นที่ความชื้นในดินต่ำ ($NSMI 0.24 - 0.3$) คิดเป็นร้อยละ 33.66 พื้นที่ความชื้นในดินปานกลาง ($0.3 < NSMI \leq 0.4$) คิดเป็นร้อยละ 24.91 และพื้นที่ความชื้นในดินสูง ($NSMI > 0.4$) มีพื้นที่เพียงเล็กน้อยคิดเป็นร้อยละ 0.1 โดยในช่วงเวลาที่แล้งจัด พื้นที่ระดับความชื้นในดินปานกลางนี้ควรเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับจัดทำหรือฟื้นฟูแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อให้สัตว์ป่ามีน้ำกินในระหว่างฤดูแล้ง

คำสำคัญ : ดัชนีความชื้นในดิน, การรับรู้จากระยะไกล, ดาวเทียม Sentinel-2

¹อาจารย์ประจำสาขาวิชาสังคมศึกษา / คณะครุศาสตร์ / มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง / wwongwan@lpru.ac.th

*E-Mail ผู้ส่งบทความ : wwongwan@lpru.ac.th/ เบอร์โทรศัพท์ 086-6323579/ รับเมื่อ วันที่ 2 มกราคม พ.ศ.2567

แก้ไขเมื่อ วันที่ 22 มกราคม พ.ศ.2567/ ตอบรับเมื่อ วันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2567/ เผยแพร่ วันที่ 1 พฤษภาคม พ.ศ.2567

Abstract

The aim of this study was to evaluate soil moisture levels in the Doi Pha Mueang Wildlife Sanctuary region using Sentinel-2 satellite imagery. The analysis utilized the Google Earth Engine platform for accessing satellite images and geospatial data stored in the cloud. The Normalized Soil Moisture Index (NSMI) was examined using Sentinel-2 satellite data from the short-wave infrared (SWIR) bands 11 and 12, collected during February, March, and April 2021. This analysis aimed to determine soil moisture levels, revealing that March 2021 was the driest period. The findings indicate that 41.33% of the area had no soil moisture ($NSMI < 0.24$), 33.66% exhibited low soil moisture ($NSMI 0.24-0.3$), 24.91% had medium soil moisture ($0.3 < NSMI \leq 0.4$), and only 0.1% showed high soil moisture ($NSMI > 0.4$). During periods of extreme drought, areas with moderate soil moisture could serve as suitable locations for creating or restoring small water bodies, thereby supporting wildlife by providing water during the dry season.

Keywords: Normalized Soil Moisture Index (NSMI), Remote Sensing, Sentinel-2

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล และความผันผวนของภูมิอากาศ เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือน โดยเฉพาอย่างยิ่งการทำลายป่าไม้และการเกิดไฟป่าก่อให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนที่สะสมในป่าไม้สู่บรรยากาศและรบกวนสมดุลคาร์บอนของป่าไม้ ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าไม้ พฤติกรรมของพืชและสัตว์ป่าต่าง ๆ (สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, 2566) พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยประสบภาวะภัยแล้งในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม จากการที่ฝนทิ้งช่วงหรือฝนตกน้อย ดินเก็บความชื้นได้ต่ำและปริมาณน้ำใต้ดินมีน้อย ช่วงเวลานี้ยังเป็นช่วงการเกิดไฟป่าในระดับที่รุนแรงและมีความถี่มากขึ้น จากการติดตามสถานการณ์จุดความร้อนสะสม (Hotspot) โดยอาศัยข้อมูลจากดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA) พบว่าในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนจุดความร้อนสะสมในพื้นที่รวม 43,046 จุด ปรากฏจุดความร้อนสะสมสูงสุดในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ร้อยละ 45.91 รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติร้อยละ 41.46 (กรมควบคุมมลพิษ, 2564) สภาพอากาศที่แห้งแล้งทำให้ไฟป่าลุกลามอย่างรวดเร็ว และเมื่อไฟลามเข้าสู่พื้นที่ป่าซึ่งมีเชื้อเพลิง (กิ่งไม้และใบไม้แห้ง) จำนวนมากจึงทำให้ไฟที่ลุกไหม้มีความรุนแรง เป็นสาเหตุของปัญหาหมอกควันภาคเหนือ โครงสร้างของดินเมื่อเกิดไฟป่าจะทำให้ดินในบริเวณนั้นมีความร้อนเพิ่มมากขึ้น ความชื้นในดินลดลงทำให้ความอุดมสมบูรณ์ในดินเปลี่ยนแปลงไป ความสามารถในการดูดซับน้ำของดินก็จะลดลง พืชต่าง ๆ ก็ขาดน้ำหล่อเลี้ยง ขาดความชุ่มชื้น ส่งผลยังโครงสร้างของป่าเปลี่ยนแปลงไป สัตว์ป่าขาดแคลนแหล่งน้ำและอาหารทำให้เกิดปัญหาสัตว์ป่าออกนอกพื้นที่ป่าตามมา

การสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียมทำให้ได้ข้อมูลเชิงพื้นที่หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้น ๆ โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสกับวัตถุ ไม่ต้องเข้าไปสำรวจในพื้นที่ซึ่งเหมาะในการใช้สำรวจพื้นที่ป่าไม้ที่ครอบคลุมพื้นที่กว้างใหญ่และมีความยากลำบากในการเข้าไปสำรวจในพื้นที่ หลักการดึงความชื้นในดิน (Soil Moisture) จากการสำรวจระยะไกลเกี่ยวข้องกับการใช้เซ็นเซอร์ (Sensor) บนดาวเทียมเพื่อวัดรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลก การวัดนี้สามารถวิเคราะห์เพื่อประเมินปริมาณความชื้นในดิน (สิทธิศักดิ์ หมูคำหล้า, 2566) วิธีการสำรวจระยะไกลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถประเมินความชื้นในดินในพื้นที่ห่างไกลได้เป็นบริเวณกว้างและติดตามสถานการณ์ความแห้งแล้งเป็นระยะเวลาต่อเนื่องได้ (สิทธิศักดิ์ สุขเกษมเกศวรา สิทธิโชค, และชูพันธุ์ ชมภูจันทร์, 2563) การเข้าถึงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในปัจจุบันมีบริการประมวลผลเชิงพื้นที่บนระบบคลาวด์ (Cloud) ที่สะดวกและไม่เสียค่าใช้จ่าย คือ แพลตฟอร์มกูเกิลเอิร์ธเอนจิน (Google Earth Engine: GEE) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มภูมิสารสนเทศของกูเกิล (Google) ใช้ในการวิเคราะห์และการสร้างภาพ (Visualization) จากชุดข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Information) ของภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งการประมวลผลแบบคลาวด์ของ GEE ช่วยลดปัญหาในการดาวน์โหลดข้อมูลดาวเทียมจำนวนมากและขนาดใหญ่จาก ESA (The European Space Agency) ผ่านเว็บไซต์ <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> โดยกูเกิลได้จัดทำภาพถ่ายดาวเทียมและเก็บข้อมูลบันทึกย้อนหลังมากกว่า 40 ปี ไว้ในแบบคลังข้อมูลสาธารณะ การใช้งานแพลตฟอร์ม GEE เป็นการเขียนโค้ดคำสั่ง (Code editor) ในภาษา JavaScript เพื่อเรียกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อนำมาวิเคราะห์และประมวลผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา (พงศ์พันธุ์ จันทะคัด, จิรภาส บุญทับ, โปรตปราน บุญยพุกกณะ, เยาวเรศ จันทะคัด และปิยะชาย ชาญสุข, 2564) การวิเคราะห์ค่าความชื้นในดินสามารถนำค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) แบนด์ 5 และแบนด์ 7 ของดาวเทียม Landsat-5 ระบบ Thematic Mapper (TM) มาใช้วิเคราะห์ค่าความชื้นในดินได้ สำหรับดาวเทียม Sentinel-2 ที่มีความละเอียดสูง (20 เมตร) ใช้ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) แบนด์ 11 และแบนด์ 12 มาคำนวณค่าดัชนีความชื้นในดิน (Normalized Soil Moisture Index, NSMI) (Fabre, Briottet, & Lesaignoux, 2015)

ข้อมูลปริมาณความชื้นในดินที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ป่าไม้ หน่วยงานภาครัฐอย่างกรมป่าไม้และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชสามารถใช้ประโยชน์ในการรับมือกับผลกระทบภายหลังจากการเกิดไฟป่าและสภาวะภัยแล้ง และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนและประกอบการตัดสินใจในการเตรียมการจัดทำหรือฟื้นฟูแหล่งน้ำขนาดเล็กในพื้นที่ที่มีปริมาณความชื้นในดินสูงและปานกลาง โดยกระจายไปในพื้นที่ป่าเพื่อให้สัตว์ปามีน้ำกินในระหว่างฤดูแล้ง ดังเช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำปางและจังหวัดลำพูน โดยพื้นที่ร้อยละ 87.36 มีสภาพเป็นป่าผลัดใบ คือ ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ลักษณะของป่าผลัดใบเป็นป่าที่มีความชื้นน้อยและทิ้งใบในฤดูแล้ง ไฟป่าเป็นสิ่งที่เกิดคู่กับป่าผลัดใบ แต่ปัจจุบันไฟป่าเกิดจากมนุษย์ที่เผาป่าเพื่อล่าสัตว์ หาของป่า ทำให้ความถี่ในการเกิดไฟป่ามากขึ้นเป็นผลเสียต่อระบบนิเวศอย่างมาก ในฤดูแล้งจึงมีการเตรียมการจัดทำหรือฟื้นฟูแหล่งน้ำขนาดเล็ก สร้างจุดเติมน้ำเพื่อให้สัตว์ป่าหลายชนิดโดยเฉพาะช้างป่าเข้ามาใช้ประโยชน์ ทำการสำรวจพื้นที่ในป่าที่ยังมีน้ำซึม น้ำซับหรือเป็นขุนน้ำ ต่อท่อจากจุดต้นน้ำเพื่อให้ไหลลงตามท่อ สร้างจุดเติมน้ำเป็นจุดพักน้ำเป็นระยะ ๆ ให้เป็นจุดที่สัตว์สามารถใช้ประโยชน์ เพื่อชะลอ

ไม่ให้ช้างออกมายังพื้นที่เกษตรกรรมและแหล่งประปาภูเขาของชุมชน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการประเมินค่าความชื้นในดินจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง และจัดทำแผนที่ระดับความชื้นในดินในช่วงเวลาที่แล้งที่สุด เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งที่มีความชื้นในดินสูงและปานกลาง สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการกำหนดตำแหน่งในการจัดทำหรือฟื้นฟูแหล่งน้ำขนาดเล็ก เพื่อให้สัตว์ป่ามีน้ำกินในระหว่างฤดูแล้ง ไม่ออกไปหาแหล่งน้ำตามชายป่าที่ติดกับพื้นที่เกษตรกรรมหรือชุมชนรอบแนวป่าซึ่งอาจจะเกิดอันตรายต่อสัตว์ป่าหรือไปรบกวนประชาชนได้

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินความชื้นในดินจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง โดยใช้แพลตฟอร์ม Google Earth Engine

วิธีการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง ครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่ทา อำเภอบ้านโฮ่ง อำเภอทุ่งห้วยช้าง จังหวัดลำพูน และอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ขนาดพื้นที่ประมาณ 364,449 ไร่ หรือ 583 ตารางกิโลเมตร โดยเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมืองมีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน ทอดตัวไปตามแนวทิศเหนือและทิศใต้ กั้นอาณาเขตระหว่างจังหวัดลำปางและจังหวัดลำพูน ความสูงจากระดับน้ำทะเล 250 - 1,293 เมตร ทรัพยากรป่าไม้ประกอบด้วย ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง และป่าดิบเขา

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ดาวเทียม Sentinel-2 เก็บข้อมูลในระบบ Multi-spectral imager (MSI) ครอบคลุมช่วงคลื่น (Bands) 13 ช่วงคลื่น ประกอบด้วย ช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (RGB) ช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (Near Infrared: NIR) และช่วงคลื่นรังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น (Shortwave infrared: SWIR) โดยมีค่าความละเอียดภาพเชิงพื้นที่ตั้งแต่ 10 เมตรถึง 60 เมตร ข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2 มีรายละเอียดช่วงคลื่นดังตาราง 1 ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 แบนด์ 3 4 8 11 และ 12 ขนาดความละเอียดจุดภาพ 20 เมตร บันทึกภาพระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2564 ถึงวันที่ 31 เมษายน 2564 ครอบคลุมพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำปางและลำพูน

ตาราง 1

ความยาวช่วงคลื่นที่บันทึกและวัตถุประสงค์ของการใช้งานภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2

Bands	Central Wavelength (nm)	Bandwith (nm)	Resolution (m)	Objective
Visible and Near Infrared				
Band 1	443	20	60	Aerosol Correction
Band 2	490	65	10	Aerosol Correction, Land Measurement Band
Band 3	560	35	10	Land Measurement Band
Band 4	665	30	10	Land Measurement Band
Band 5	705	15	20	Land Measurement Band
Band 6	740	15	20	Land Measurement Band
Band 7	783	20	20	Land Measurement Band
Band 8	842	115	10	Water Vapor Correction, Land Measurement Band
Band 8a	865	20	20	Water Vapor Correction, Land Measurement Band
Band 9	945	20	60	Water Vapor Correction
Short Wave Infrared				
Band 10	1380	20	60	Cirrus Detection
Band 11	1610	90	20	Land Measurement Band
Band 12	2190	180	20	Aerosol Correction, Land Measurement Band

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. Google Earth Engine การศึกษานี้ใช้แพลตฟอร์มกูเกิลเอิร์ธเอนจิน (Google Earth Engine: GEE) หรือ GEE ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มบนระบบคลาวด์ (Cloud) โดย Google ให้บริการการเข้าถึงภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลเชิงพื้นที่ที่หลากหลายสำหรับการวิเคราะห์และการแสดงผลภาพ (ภาพ 1) การใช้งานแพลตฟอร์ม GEE เป็นการเขียนโค้ดคำสั่งในภาษา JavaScript เพื่อเรียกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม วิเคราะห์และประมวลผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยการใช้งาน GEE แพลตฟอร์มประกอบด้วยการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

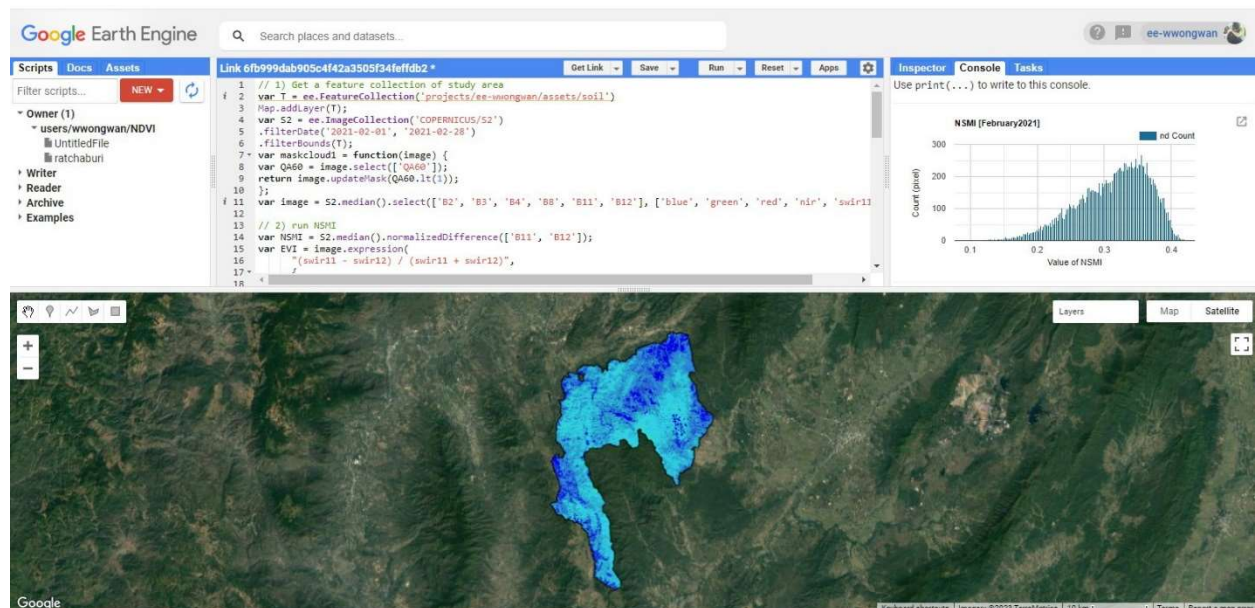
1) การเข้าถึงข้อมูลดาวเทียม (Image Collection) Sentinel-2

2) การจัดการข้อมูล ได้แก่ การกรองข้อมูล (Filtering Image) โดยกรองข้อมูลตามวันที่หรือช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษา กรองข้อมูลเฉพาะพื้นที่ที่ศึกษา และกรองเมฆ เป็นต้น การแสดงผลภาพ (Image Visualization) เป็นการสร้างการผสมสีเท็จโดยการรวมแบนด์ 8 แบนด์ 4 และแบนด์ 3 ของภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อแสดงพืชพรรณหรือพืชคลุมดิน

3) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ค่าสเปกตรัมของภาพถ่ายดาวเทียม ตั้งแต่สองแบนด์ขึ้นไป ซึ่งการศึกษานี้ทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ และค่าดัชนีความชื้นในดิน

4) การส่งออกข้อมูล (Export Data) การส่งออกข้อมูลออกจาก GEE เป็นการบันทึกผลของการคำนวณหรือการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบไฟล์ GeoTIFF จัดเก็บไว้บน Google Drive ซึ่งสามารถดาวน์โหลดเพื่อนำข้อมูลไปใช้สร้างแผนที่ได้

2. Quantum GIS เป็นโปรแกรมด้านภูมิสารสนเทศสำหรับการจัดเก็บ จัดการ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ การสร้างแผนที่



ภาพ 1 การใช้งานแพลตฟอร์ม GEE ในการแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) คือ ค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิว โดยคำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วน เป็นการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อนของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้แบนด์ 8 (NIR) กับช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงแบนด์ 4 (Red) มาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะกระจายแบบปกติดังสมการ 1

$$NDVI = \frac{\rho_{\#8} - \rho_{\#4}}{\rho_{\#8} + \rho_{\#4}} \quad (1)$$

โดย $\rho_{\#8}$ ช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดแบนด์ 8 (NIR) ดาวเทียม Sentinel-2

$\rho_{\#4}$ ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดงแบนด์ 4 (Red) ดาวเทียม Sentinel-2

ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้มีตัวเลขอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 หมายความว่า หากพืชไม่มีใบเขียวจะให้ค่าใกล้เคียงเท่ากับ 0 ในขณะที่ค่า 0 หมายถึง ไม่มีพืชพรรณ หากมีความหนาแน่นของพืชที่มีใบสีเขียวค่าเท่ากับ 1 ส่วนกรณีค่าติดลบจะเป็นลักษณะของพื้นน้ำ แบ่งกลุ่มค่าดัชนีพืชพรรณเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่ดินว่างเปล่า ($NDVI < 0.2$) พื้นที่ผสมของดินและพืชพรรณ ($NDVI 0.2-0.5$) และพื้นที่พืชพรรณสมบูรณ์ ($NDVI > 0.5$) (Alonso, López, Benito, & Tarquis, 2019)

2. ค่าดัชนีความชื้นในดิน (Normalized Soil Moisture Index, NSMI) เป็นการวัดค่าความชื้นในดิน ด้วยข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล (remote sensing) หรือข้อมูลภาพดาวเทียม โดยนำค่าความแตกต่างของการสะท้อนของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) มาวิเคราะห์ค่าความชื้นในดิน โดยคำนวณจากการนำช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) แบนด์ 11 และแบนด์ 12 มาคำนวณค่าดัชนีความชื้นในดิน (Normalized Soil Moisture Index, NSMI) ดังสมการ 2 (Fabre et al., 2015)

$$NSMI = \frac{\rho_{\#11} - \rho_{\#12}}{\rho_{\#11} + \rho_{\#12}} \quad (2)$$

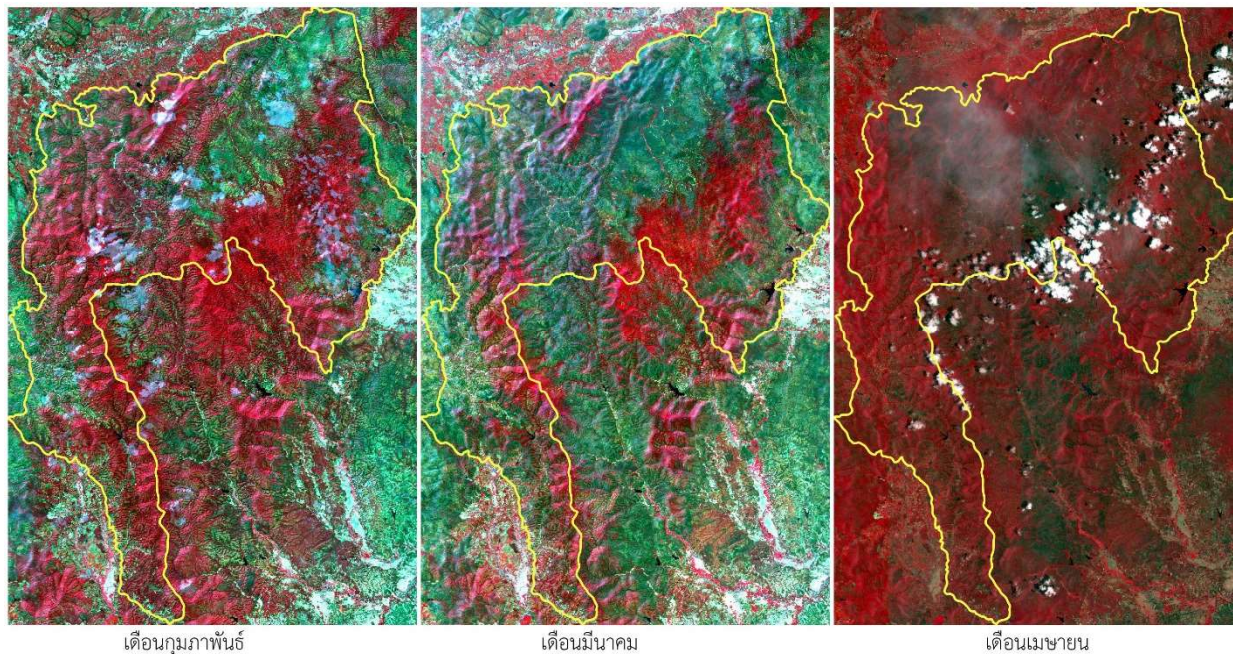
โดย $\rho_{\#11}$ ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้นแบนด์ 11 (SWIR) ดาวเทียม Sentinel-2
 $\rho_{\#12}$ ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้นแบนด์ 12 (SWIR) ดาวเทียม Sentinel-2

ค่าดัชนีความชื้นในดินที่วิเคราะห์ได้นำมาจัดทำแผนที่ระดับความชื้นในดิน โดยแบ่งเป็น 1) $NSMI < 0.21$ ไม่มีความชื้นผิวดิน (พื้นที่ดินเปล่า) 2) $NSMI 0.21 - 0.27$ ความชื้นต่ำมาก 3) $NSMI 0.27 - 0.33$ ความชื้นต่ำ 4) $NSMI 0.33 - 0.39$ ความชื้นปานกลาง 5) $NSMI 0.39 - 0.45$ ความชื้นสูง และ 6) $NSMI > 0.45$ ความชื้นสูงมาก

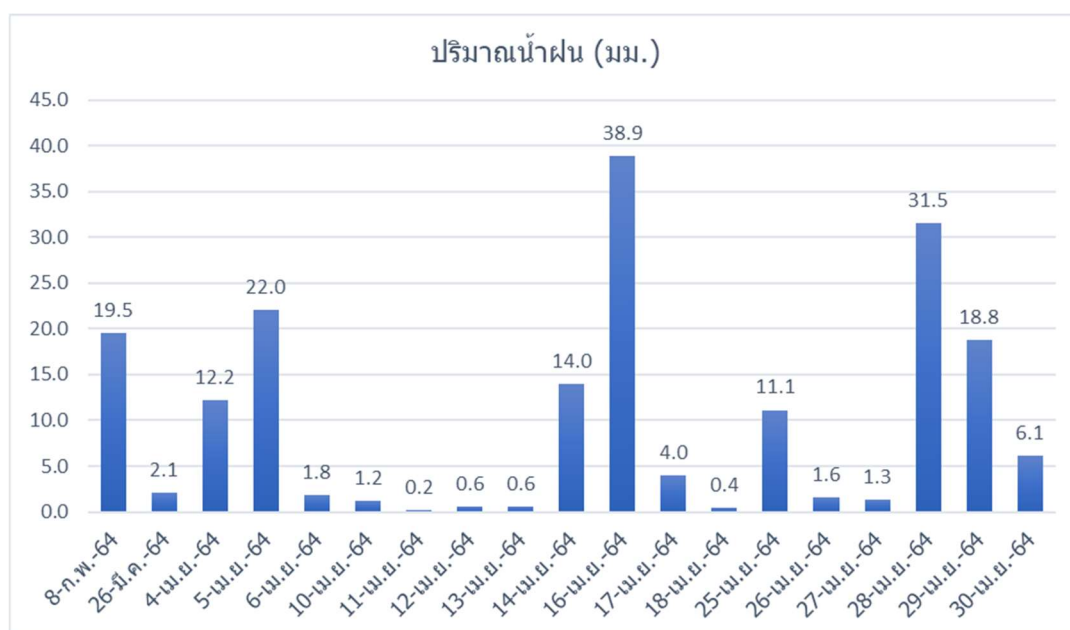
ผลการวิจัย

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ที่ผ่านการกรองข้อมูล (Filtering Image) โดยกรองข้อมูลตามช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาและการกรองเมฆ ได้แก่ ภาพถ่ายเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคมและเมษายน พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งของปี จากแพลตฟอร์ม GEE สำหรับวิเคราะห์ความชื้นในดินในช่วงเวลาที่แล้งที่สุดของปี ทำการรวมแบนด์ 3,4,8 เพื่อจัดทำภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) ด้วยช่วงคลื่น 843/RGB เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ป่าไม้ การผสมภาพดาวเทียมด้วยช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (แบนด์ 8) จะช่วยสะท้อนคลอโรฟิลล์ได้ดีเป็นพิเศษ เหมาะสำหรับเน้นพืชที่แข็งแรงและไม่แข็งแรง บริเวณที่พืชหนาแน่นจึงเห็นเป็นสีแดง ในขณะที่พื้นที่ในเมืองเป็นสีขาว ประโยชน์ของการทำภาพผสมสีเท็จเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ภาพด้วยสายตา และจำแนกลักษณะของพืชพรรณที่ปกคลุมดินในเบื้องต้น จากภาพ 2 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2564 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้หนาแน่นโดยเฉพาะบริเวณภูเขาสูงและมีเมฆ ในเดือนมีนาคมความหนาแน่นของป่าไม้ลดลงจากเดือนกุมภาพันธ์อย่างเห็นได้ชัด และในเดือนเมษายนพบเมฆปกคลุมพื้นที่ค่อนข้างมากและความหนาแน่นของป่าไม้เพิ่มขึ้นทั่วพื้นที่อย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานี

อุตุนิยมวิทยาลัยลำปาง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2564 พบว่า วันที่ 8 กุมภาพันธ์มีฝนตกปริมาณ 19.5 มม. เดือนมีนาคมมีฝนตกเล็กน้อยในวันที่ 26 มีนาคม ส่วนเดือนเมษายนมีฝนตกตั้งแต่ ต้นเดือน กลางเดือน และปลายเดือนดังภาพ 3



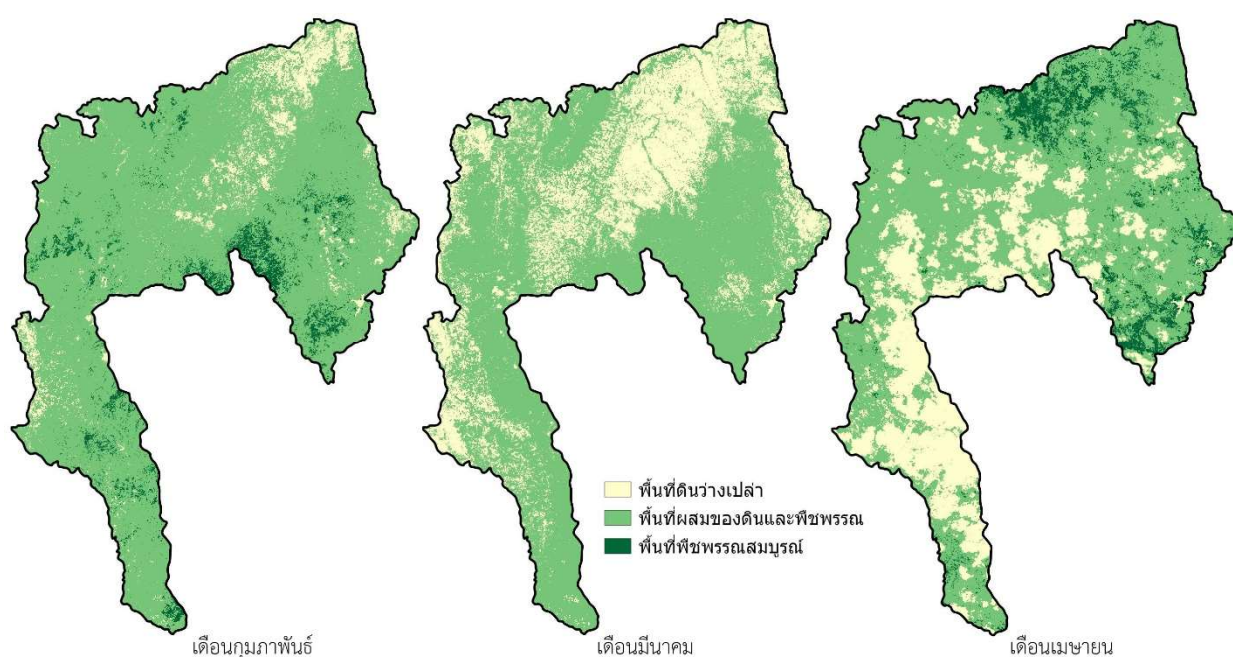
ภาพ 2 ภาพสีผสมเท็จ (RGB:843) เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคมและเมษายน พ.ศ. 2564



ภาพ 3 ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2564

ผลการวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ

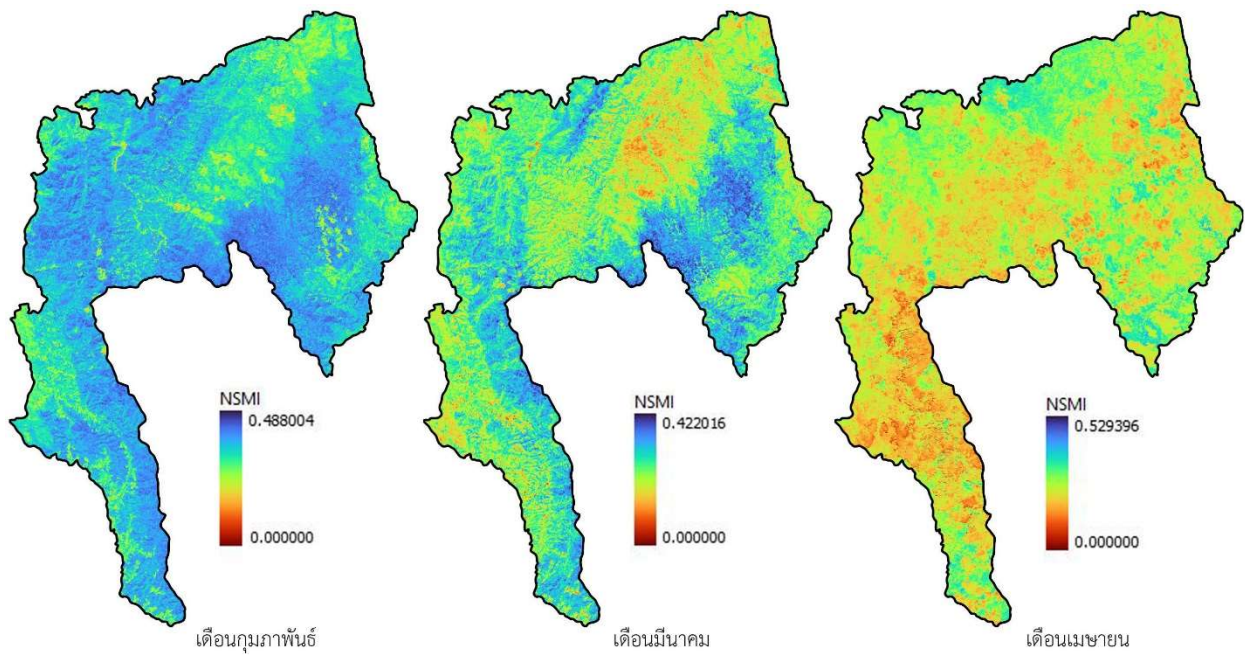
การวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน พ.ศ. 2564 แบ่งช่วงของค่าดัชนีพืชพรรณเป็นพื้นที่ดินว่างเปล่า ($NDVI < 0.2$) พื้นที่ผสมของดินและพืชพรรณ ($NDVI 0.2-0.5$) และพื้นที่พืชพรรณสมบูรณ์ ($NDVI > 0.5$) ดังภาพ 4 พบว่า ในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่ามีพื้นที่ที่พืชพรรณสมบูรณ์ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ผสมของดินและพืชพรรณ ส่วนพื้นที่ดินว่างเปล่าพบเพียงเล็กน้อย เนื่องจากยังมีความชื้นในดินสะสมอยู่ ในเดือนมีนาคมไม่พบพื้นที่ที่พืชพรรณสมบูรณ์ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ผสมของดินและพืชพรรณและพื้นที่ดินว่างเปล่า เนื่องจากป่าไม่มีการผลัดใบเพราะความชื้นในดินลดน้อยลงและไม่มีฝนตกในพื้นที่ ส่วนเดือนเมษายนมีฝนตกตลอดทั้งเดือนจึงพบพื้นที่พืชพรรณสมบูรณ์ และพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ผสมของดินและพืชพรรณ ส่วนพื้นที่ดินว่างเปล่าในพื้นที่เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากบริเวณดังกล่าวมีเมฆปกคลุม



ภาพ 4 ดัชนีพืชพรรณเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคมและเมษายน พ.ศ. 2564

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความชื้นในดิน

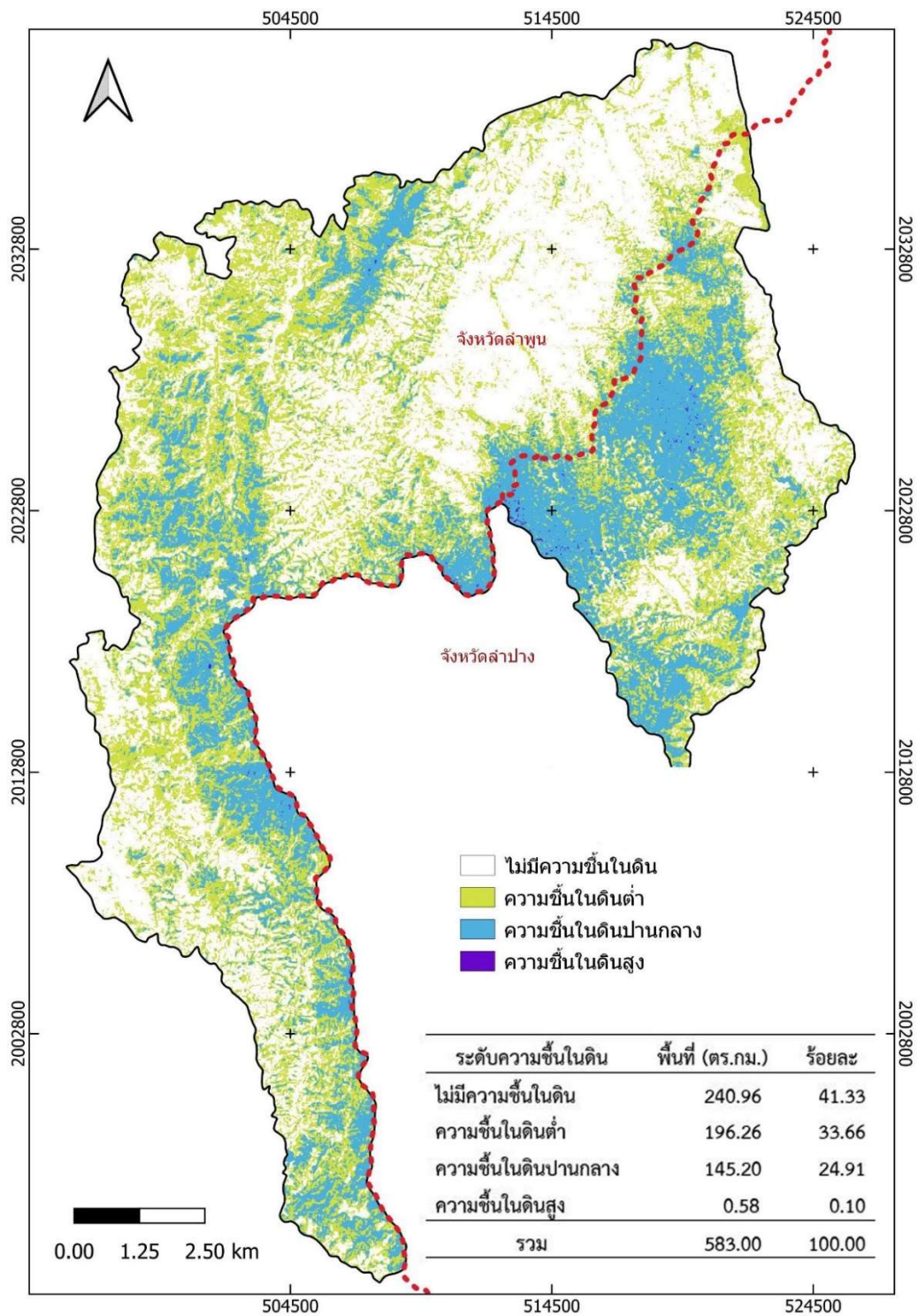
การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชื้นในดินในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคมและเมษายน พ.ศ. 2564 พบว่า เดือนในช่วงเดือนมีนาคมมีค่าดัชนีความชื้นในดินต่ำที่สุด คือ 0.422 เดือนกุมภาพันธ์มีค่าดัชนีความชื้นในดิน 0.488 และเดือนเมษายนมีค่าดัชนีความชื้นในดิน 0.529 ดังภาพ 5 ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์ภาพผสมสีเท็จด้วยสายตาเพื่อประเมินความหนาแน่นของพืชพรรณ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ดัชนีพืชพรรณและค่าดัชนีความชื้นในดินซึ่งมีความสอดคล้องกัน สามารถระบุได้ว่าเดือนมีนาคมเป็นช่วงเวลาที่แห้งแล้งที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2564 จึงนำค่าดัชนีความชื้นในดินเดือนมีนาคมไปจัดระดับความชื้นในดิน



ภาพ 5 ดัชนีความชื้นในดินเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคมและเมษายน พ.ศ. 2564

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) และค่าดัชนีความชื้นในดิน (NSMI) ที่คำนวณได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ค่าดัชนีพืชพรรณที่ถูกจำแนกเป็นดินว่างเปล่า ($NDVI < 0.2$) มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับค่าดัชนีความชื้นในดินต่ำกว่า 0.24 (Alonso et al., 2019) ผู้วิจัยจึงกำหนดระดับความชื้นในดินเป็น 4 ระดับ คือ 1) พื้นที่ที่ไม่มี ความชื้นในดิน ($NSMI < 0.24$) 2) พื้นที่ความชื้นในดินต่ำ ($NSMI 0.24 - 0.3$) 3) พื้นที่ความชื้นในดินปานกลาง ($0.3 < NSMI \leq 0.4$) และ 4) พื้นที่ความชื้นในดินสูง ($NSMI > 0.4$) พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณ 240.96 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 41.33 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ที่ไม่มี ความชื้นในดิน พื้นที่ประมาณ 196.26 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 33.66 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ความชื้นในดินต่ำ พื้นที่ประมาณ 145.20 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 24.91 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ความชื้นในดินปานกลาง และมีพื้นที่เพียง 0.58 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.1 ของพื้นที่ เป็นพื้นที่ความชื้นในดินสูง ดังแสดงในภาพ 6

จากผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชื้นในดินที่พบว่า เดือนมีนาคมมีค่าดัชนีความชื้นในดินต่ำที่สุด และไม่มีฝนตกลงมาในพื้นที่จึงเป็นช่วงเวลาที่แห้งแล้งที่สุดของปี พ.ศ. 2564 พื้นที่ความชื้นในดินปานกลางส่วนใหญ่พบอยู่ทางตะวันออกของพื้นที่ในเขตจังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกับพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์หรือความหนาแน่นของพืชพรรณที่พบในภาพสัสมเท็จ ทั้งนี้ บริเวณหรือตำแหน่งที่มีความชื้นในดินปานกลาง แม้เป็นช่วงที่พื้นที่มีความแห้งแล้งเช่นนี้ เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับจัดทำหรือฟื้นฟูแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อให้สัตว์ป่ามีน้ำกินในระหว่างฤดูแล้ง



ภาพ 6 แผนที่ระดับความชันในดินเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564

อภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ วิเคราะห์ค่าดัชนีความชันในดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำปางและลำพูน โดยใช้แพลตฟอร์ม Google Earth Engine ในการเข้าถึงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและประมวลเชิงพื้นที่บนระบบคลาวด์ การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชันในดิน (NSMI) ในการศึกษาเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2 ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น

(SWIR) แบนด์ 11 และ 12 ที่บันทึกภาพในช่วงฤดูแล้งของปี พ.ศ. 2564 คือเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคมและเมษายน เป็นกรณีศึกษา ผลการวิเคราะห์ดัชนีความชื้นในดินแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาที่แห้งแล้งที่สุด ได้แก่ เดือนมีนาคม ซึ่งสอดคล้องกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ซึ่งในเดือนมีนาคมไม่พบพื้นที่ที่พืชพรรณสมบูรณ์ ($NDVI > 0.5$) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ผสมของดินและพืชพรรณ ($NDVI 0.2-0.5$) และพื้นที่ดินว่างเปล่า ($NDVI < 0.2$) ดังนั้น ความสมบูรณ์หรือความหนาแน่นของพืชพรรณเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความชื้นในดิน นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและช่วงเวลาการตกของฝน (ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาศุวรรณ, 2540)

การประเมินระดับความชื้นในดินและจัดทำแผนที่ความชื้นในดินในช่วงที่แห้งแล้งที่สุดของปี พบว่า มีพื้นที่ที่ไม่มีความชื้นในดิน ($NSMI < 0.24$) คิดเป็นร้อยละ 41.33 พื้นที่ความชื้นในดินต่ำ ($NSMI 0.24-0.3$) คิดเป็นร้อยละ 33.66 พื้นที่ความชื้นในดินปานกลาง ($0.3 < NSMI \leq 0.4$) คิดเป็นร้อยละ 24.91 และพื้นที่ความชื้นในดินสูง ($NSMI > 0.4$) มีเพียงเล็กน้อยคิดเป็นร้อยละ 0.1 ของพื้นที่ โดยในช่วงเวลาที่แล้งจัดของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง พื้นที่ระดับความชื้นในดินปานกลางนี้จึงเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสร้างหรือฟื้นฟูแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อให้สัตว์ป่ามีน้ำกินในระหว่างฤดูแล้ง การใช้ข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2 ช่วงคลื่นรังสีอินฟราเรดช่วงคลื่นสั้น (SWIR) ทั้งแบนด์ 11 และ 12 ร่วมกันในการวิเคราะห์ทำให้การประมาณค่าความชื้นในพื้นที่ดินว่างเปล่ามีความแม่นยำ ซึ่งการประมาณความชื้นในดินว่างเปล่าที่ได้จากการใช้ดัชนีความชื้นในดินช่วยให้ได้แผนที่ความชื้นในดินที่มีความละเอียดของพื้นดินสูง (Yue, Tian, Tian, Xu, & Xu, 2019) การศึกษาความชื้นในดินโดยอาศัยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลได้รับการยอมรับว่าผลการศึกษความชื้นในดินไม่ต่างจากการตรวจวัดภาคพื้นดินด้วยเครื่องมือการตรวจวัดความชื้นในดิน (สุเจนต์ พรหมเหมือน, จอมภพ แววศักดิ์, ศุภกร กตาทิการกุล, และสุทธิษา ก้อนเรือง, 2561) ข้อมูลดาวเทียมนอกจากสามารถนำมาประเมินความชื้นในดินได้แล้วยังสามารถติดตามสภาพความแห้งแล้งในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้ โดยความชื้นในดินเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับความรุนแรงของภัยแล้ง (ฐิติศักดิ์ สุขเกษม, เกศวรา สิทธิโชค, และชูพันธุ์ ชมภูจันทร์, 2563) ดังนั้น การศึกษานี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางและเครื่องมือหนึ่งเพื่อการศึกษาความชื้นในดินสำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการรับมือกับปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอในการนำผลการวิจัยไปใช้ในด้านวิธีการและเครื่องมือสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาความชื้นในดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ผลลัพธ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการศึกษาปริมาณน้ำฝนและพืชพรรณที่ปกคลุมดิน สำหรับผลลัพธ์ของการศึกษานี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการจัดการแหล่งน้ำขนาดเล็กในพื้นที่ควรจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องในพื้นที่อีกครั้ง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป การศึกษาความชื้นในดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ที่สามารถเข้าสำรวจพื้นที่ได้ แนะนำให้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของผลการศึกษด้วยการเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดความชื้นในดินด้วยเครื่องมือตรวจวัดความชื้นในดินในพื้นที่เดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันเพื่อให้ผลลัพธ์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ (2564, 19 พฤศจิกายน). รายงานสถานการณ์ฝุ่นควันและไฟฟ้า ปี 2564.

<https://epo02.pcd.go.th/th/information/more/228/page/2>

จิตติศักดิ์ สุขเกษม, เกศวรา สิทธิโชค, และชูพันธุ์ ชมภูจันทร์. (2563). การวิเคราะห์ความแห้งแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีด้วยดัชนีความแห้งแล้งแบบ TVDI จากข้อมูลดาวเทียมระบบ MODIS. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 23(2), 74-83.

ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาศูวรรณ. (2540). ความชื้นในดินในป่าธรรมชาติของศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ บริเวณลุ่มน้ำห้วยไร่ อำเภอมะนัง จังหวัดสกลนคร (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.

พงศ์พันธุ์ จันทะคัต, จิรภาส บุญทับ, โปรตปราน บุญยพุกกณะ, เยาวเรศ จันทะคัต และปิยะชาย ชาญสุข. (2564). แนวทางการประยุกต์ใช้กูเกิลเอิร์ธเอนจินเพื่อการเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติ. ในอาทิตย์ เพชรศศิธร (บ.ก.), วิศวกรรมโยธากับการพัฒนาอย่างไว้ชีวิตจำกัด. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 26* (น. WRE-25). กรุงเทพฯ : ประเทศไทย

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. (2566). ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ. ใน ลดาวัลย์ พวงจิตกรม, วรรณวิภา วงศ์แสงนาค และวิชญ์ อรรถวานิช (บ.ก.). *การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับเศรษฐกิจสีเขียว*. (น. 48-65). วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิทธิศักดิ์ หมุกคำหล้า. (2566). *เทคนิคการวิเคราะห์ Geospatial Big Data on Google Earth Engine* (พิมพ์ครั้งที่ 1). Geography lounge.

สุเจนต์ พรหมเหมือน, จอมภพ แววศักดิ์, ศุภกร กตาทิการกุล, และสุทธิษา ก้อนเรือง. (2561). การศึกษาความชื้นของดินโดยอาศัยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลและการตรวจวัดภาคพื้นดินด้วยเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเอง: กรณีศึกษาจังหวัดพัทลุง. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 21(3), 224-232.

Alonso, C., López, P., Benito, R. M., & Tarquis, A. M. (2019). *Correlation between Vegetation Index and Soil Moisture Index using SENTINEL-2*. In *Proceedings of Estudios en la Zona No Saturada Volxiv* (pp.1-5). <https://www.researchgate.net/publication/341610598>

Fabre, S., Briottet, X., & Lesaignoux, A. (2015). Estimation of Soil Moisture Content from the Spectral Reflectance of Bare Soils in the 0.4–2.5 μm Domain. *Sensors*, 15(8), 3262-3281. <https://www.doi.org/10.3390/S150203262>

Yue, J., Tian, J., Tian, Q., Xu, K., & Xu, N. (2019). Development of soil moisture indices from differences in water absorption between shortwave-infrared bands. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 154(8), 216-230. <https://www.doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.06.012>