

การวิเคราะห์ค่าความรุนแรงพื้นที่เผาไหม้จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ANALYSIS OF THE INTENSITY OF BURNED AREAS FROM SENTINEL-2 SATELLITE IMAGERY. CASE STUDY OF DOI SUTHEP-PUI NATIONAL PARK

อนุเภา ออบแพทย¹, ภูภัส ทองจับ¹, วันสิริ สุกสินวล¹ และ อาทิตยา ยียะ^{1*}

¹วิศวกรรมสำรวจและสารสนเทศภูมิศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดกรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

*Corresponding author address: atittaya.y@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงผลการศึกษาพื้นที่เผาไหม้ร่วมกับการประมวลผลด้วยโปรแกรม Quantum GIS เพื่อสร้างแผนที่วิเคราะห์ค่าความรุนแรงการเผาไหม้ (Burn Severity) และการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ โดยใช้เหตุการณ์การเกิดไฟป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในช่วงเวลาปี พ.ศ. 2560-2563 เป็นกรณีศึกษา โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมช่วงเดือนมกราคมเป็นข้อมูลภาพก่อนเกิดไฟป่าและเดือนเมษายนเป็นภาพหลังเกิดไฟป่า จากนั้นทำการประมวลผลค่าความรุนแรงการเผาไหม้ (Burn Severity) ด้วยโปรแกรม Quantum GIS ในการประมวลผล อ้างอิงจากสมการค่าผลต่างระหว่างค่าดัชนีการเผาไหม้ (Difference Normalization Burn Ration, dNBR) จากนั้นได้ทำการจัดกลุ่ม (Reclassification) ชั้นข้อมูลเป็น 5 ระดับความรุนแรงได้แก่ Unburned Low Severity Moderate-low Severity Moderate-high และ High Severity ตามที่ USGS กำหนด เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตพื้นที่การเผาไหม้ นอกจากนี้ยังทราบถึงการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของไฟป่า โดยคำนวณจากการหาดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index, VI) ด้วยวิธี Normalized Difference Vegetation Index, NDVI ดังนั้นผลการศึกษานี้สามารถนำมาทำแผนที่แสดงพื้นที่การเผาไหม้ (Burned area mapping) และแสดงการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ที่เป็นผลกระทบจากไฟป่า ไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการพิทักษ์และพัฒนากับศาสตร์อื่น ๆ

คำสำคัญ: ดาวเทียม Sentinel-2, ค่าความรุนแรงการเผาไหม้, ดัชนีการเผาไหม้, ดัชนีพืชพรรณ

Abstract

This study's objective was to demonstrate the results of combustion area studies with the Quantum GIS (QGIS) program to generate a map for analyzing the burn severity and degradation of forest areas. Based on a forest fire incident in Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai, we use Sentinel-2 satellite imagery from 2017 to 2020 as a case study. Satellite imagery will be used during January as pre-forest images and April as images after forest fires. Then the burn severity was processed by using the Quantum GIS program. According to the equation for the difference between the index of combustion (Difference Normalization Burn Ration, dNBR), then grouped (reclassification) the data layer in 5 severity levels namely Unburned, Low Severity, Moderate-low Severity, Moderate-high, and High Severity, as required by USGS to determine the combustion area boundary. It is also aware of the degradation of forest areas caused by the effects of forest fires. The Vegetation Index (VI) was calculated by using the Normalized Difference Vegetation Index, NDVI. Therefore, the study result could be applied for the burned area mapping and showing the forest area's degradation affected by forest fires in integration with the other related scientific domain for disaster management. Moreover, it can be used with other sciences for more applications approach.

Keywords: Sentinel-2 Satellite, Burn Severity, Model Designer, Burned Index, Vegetation Index

1. คำนำ

จังหวัดเชียงใหม่ของประเทศไทยเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าไม้และภูเขาประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด มีทั้งภูเขาหินแกรนิต ภูเขาหินปูน ซึ่งปกคลุมด้วยป่าไม้หลากหลายชนิดประกอบด้วย ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังและป่าเต็งรังผสมป่าสนเขา เป็นต้น พื้นที่ป่าไม้ ประกอบด้วย ป่าธรรมชาติ สวนป่า และป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ [9] ซึ่งในแต่ละปีมีปริมาณพื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ

0.02 ทุกปี [20] เนื่องจากหลายสาเหตุเช่นการตัดไม้ทำลายป่า การเกิดไฟป่า เป็นต้น ซึ่งการเกิดไฟป่าหลายครั้งยังมองเห็นเรื่องนี้เป็นเรื่องไกลตัว คิดว่าไฟป่าไม่มีอันตรายต่อทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อมมากเท่าไรนัก จนเกิดความเคยชินกับการเห็นไฟไหม้ป่าเป็นประจำทุกปีทำให้ยังไม่ตระหนักถึงความจำเป็นในการป้องกันไฟป่า นำไปสู่พฤติกรรมการใช้ไฟเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้พื้นที่ป่าถูกทำลายลงเป็นอันมาก โดยองค์ประกอบของไฟป่าเกิดจากการเผาไหม้ที่ต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่างคือ เชื้อเพลิง (อินทรีย์สารทุกชนิด

ที่มีคุณสมบัติติดไฟได้ง่ายหรือวัสดุไฟทั้งหลาย เช่น หญ้าแห้ง วัชพืช กิ่งไม้ ต้นไม้ พุ่มไม้ และตอไม้ รวมไปถึงอาคารบ้านเรือน ดิน อินทรีย์ ชั้นถ่านหินที่อยู่ใต้ผิวดิน) อากาศ (แหล่งสะสมออกซิเจน ที่สนับสนุนกระบวนการเผาไหม้ ซึ่งปริมาณและสัดส่วนของออกซิเจน ภายในป่า ณ จุดใดจุดหนึ่งอาจแปรผันตามทิศทางการเคลื่อนไหวและความเร็วลม) แหล่งความร้อน [22] (ตัวจุดประกายไฟที่ทำให้เกิดไฟป่า ทั้งแหล่งความร้อนในธรรมชาติ เช่น ไฟฟ้า การเสียดสีของกิ่งไม้ หรือการระเบิดของภูเขาไฟ รวมไปถึงแหล่งความร้อนจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การตั้งแคมป์ไฟ การเผาหญ้า การเผาขยะ หรือการทิ้งก้นบุหรี่ข้างทาง เป็นต้น) องค์ประกอบทั้ง 3 เรียกรวมกันว่า “สามเหลี่ยมไฟ” (Fire Triangle) และเมื่อมีองค์ประกอบครบในสัดส่วนที่พอเหมาะไฟจะลุกไหม้ขึ้น หากขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไป ไฟป่าจะไม่สามารถเกิดขึ้นหรือดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง [8] และสาเหตุของการเกิดไฟป่าเกิดจาก 2 สาเหตุหลัก [19] คือสาเหตุแรก ไฟป่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น ไฟฟ้า กิ่งไม้เสียดสีกัน ภูเขาไฟระเบิด ก้อนหินกระทบกัน แสงแดดตกกระทบเปลือกหิน แสงแดดส่องผ่านหยดน้ำปฏิกิริยาเคมีในดินป่าพรุ การลุกไหม้ในตัวเองของสิ่งมีชีวิต (Spontaneous Combustion) และสาเหตุที่สอง ไฟป่าที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเก็บหาของป่า การเผาไหม้ ความประมาท เป็นต้น [18]

ทางคณะผู้วิจัยจึงได้นำความรู้ด้านการสำรวจด้วยดาวเทียม (Satellite Surveying) มาใช้ในการจัดทำการออกแบบจำลอง Model Designer ในโปรแกรม Quantum GIS ซึ่งเป็นการผนวกขั้นตอนการประมวลผลเข้าด้วยกันเพื่อวิเคราะห์ค่าความรุนแรงการเผาไหม้ (Burn Severity) และการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2 และสอดคล้องกับความต้องการของผู้ที่ต้องการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา แกไขบริเวณพื้นที่เกิดไฟป่า และวางแผนฟื้นฟูป่าไม้ โดยนำภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นหลักในการทำงาน โดยแผนการดำเนินการวิจัยแสดงในรูปที่ 1

1.1. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

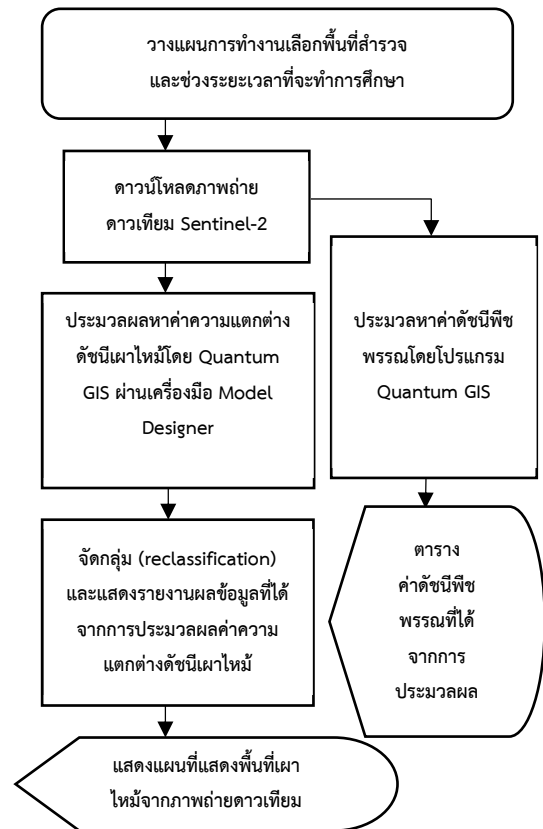
1.1.1. เพื่อวิเคราะห์ค่าความรุนแรงการเผาไหม้ (Burn Severity) จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยใช้โปรแกรม Quantum GIS ในการประมวลผล

1.1.2. เพื่อทราบถึงการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของไฟป่า อ้างอิงจากการคำนวณหาค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI)

1.2. ขอบเขตของการวิจัย

1.2.1. พื้นที่ศึกษา คือเหตุการณ์การเกิดไฟป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

1.2.2. ระยะเวลาของพื้นที่ศึกษา คือช่วงเดือนมกราคมของ พ.ศ. 2560-2563 เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนเกิดไฟป่าและเดือน เมษายน พ.ศ. 2560-2563 เป็นภาพถ่ายดาวเทียมหลังเกิดไฟป่า



รูปที่ 1 แผนการดำเนินการวิจัย

2. แผนที่แสดงพื้นที่เผาไหม้จากภาพถ่ายดาวเทียม

2.1. วางแผนการทำงานเลือกพื้นที่ศึกษา ช่วงระยะเวลาที่จะทำการศึกษา

การเลือกพื้นที่ศึกษาจากบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ตั้งอยู่ในเขตตำบลโป่งแยง ตำบลแม่แรม ตำบลแม่สา ตำบลตอนแก้ว อำเภอแม่ริม ตำบลบ้านปาง ตำบลหนองควาย อำเภอหางดง และตำบลช้างเผือก ตำบลสุเทพ ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่พื้นที่ทั้งหมด 161.06 ตารางกิโลเมตร ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 98 ตอนที่ 57 วันที่ 14 เมษายน 2524 ทั้งนี้จะไม่ครอบคลุมพื้นที่ได้ขยายขอบเขตเป็น 261.06 ตารางกิโลเมตร ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 99 ตอนที่ 137 วันที่ 26 กันยายน 2525 ช่วงระยะเวลาศึกษาเลือกช่วงเหตุการณ์ไฟป่าปี พ.ศ. 2560-2563

2.2. ดาวินโหลดภาพถ่ายดาวเทียม SENTINEL-2

ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 เป็นระบบบันทึกข้อมูลภาพที่มีเซ็นเซอร์เชิงแสง (Optical) แบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)

ทำให้สามารถบันทึกข้อมูลภาพในช่วงคลื่นแสงที่มองเห็น (Visible) ที่สามารถรับรู้ได้โดยธรรมชาติจนถึงช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) สำหรับการสำรวจซึ่งจะได้ภาพถ่ายที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 10 เมตร ถึง 60 เมตร มีอุปกรณ์ Multispectral instrument (MSI) 13 band [21] ซึ่งมีประโยชน์ในการตรวจจับความแตกต่างในพืชพรรณรวมถึงการเปลี่ยนแปลงของโลกและยังช่วยลดผลกระทบของสภาพอากาศที่มีผลต่อภาพอีกด้วย [2] [3] ในการดาวนโหลดจะเลือกภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในช่วงเดือนมกราคมของ พ.ศ. 2560-2563 เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนเกิดไฟป่าและเดือนเมษายน พ.ศ. 2560-2563 เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลังเกิดไฟป่า

2.3. นำภาพที่ดาวนโหลดมาประมวลผลโดยโปรแกรม QUANTUM GIS ผ่านเครื่องมือ MODEL DESIGNER

โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ที่ผ่านการประมวลผล (Process) ภาพด้วยการใช้ Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) ซึ่งเป็น Plugin ที่สามารถติดตั้งเพิ่มเติมได้ในโปรแกรม Quantum GIS [14] มีเครื่องมือหลายอย่างสำหรับการดาวนโหลดภาพถ่ายดาวเทียม เช่น ดาวเทียม Landsat ดาวเทียม Sentinel-2 ดาวเทียม Sentinel-3 ดาวเทียม ASTER และดาวเทียมในระบบ MODIS ซึ่งในการทำงานจะมีการประมวลผลก่อนและการประมวลผลภาพหลังการจำแนกประเภท และการคำนวณเชิงภาพ โดยในส่วนของการประมวลผล (Process) ภาพดาวเทียม Sentinel-2 อยู่ในส่วนของประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing) ซึ่งจะแก้ความคลาดเคลื่อนในชั้นบรรยากาศ เมื่อได้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ที่พร้อมใช้งาน นำไปประมวลผลผ่านการออกแบบจำลอง (Model Designer) ที่ผนวกเครื่องมือการคำนวณราสเตอร์ (Raster Calculator) ในการคำนวณภาพดาวเทียม ซึ่งอ้างอิงหลักการหาค่าดัชนีการเผาไหม้ Normalization Burn Ratio (NBR) โดยนำข้อมูลในช่วงคลื่น NIR (Near Infrared) [11] คือภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 Band 8A และ SWIR (Shortwave Infrared) คือภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 Band 12 ของทั้งภาพถ่ายดาวเทียมก่อนเกิดไฟป่าและหลังเกิดไฟป่า ตามสูตรที่ (1) และสูตรที่ (2) [4]

$$NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) \quad (1)$$

$$NBR = (B08A - B12) / (B08A + B12) \quad (2)$$

NBR = ดัชนีการเผาไหม้

NIR = Near infrared

SWIR = Shortwave infrared

จนได้ผลสุดท้ายออกมาเป็นภาพถ่ายดาวเทียม ค่า Difference Normalization Burn Ratio (dNBR) คือค่าผลต่างระหว่างค่าดัชนีการเผาไหม้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนเกิดไฟป่า (NBR-Pre) และค่าดัชนีการเผาไหม้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลังเกิดไฟป่า (NBR-Post)

[12] โดยอิงตามสูตรที่ (3) [13]

$$dNBR = (NBR - Pre) - (NBR - Post) \quad (3)$$

dNBR = ค่าความแตกต่างของค่าดัชนีการเผาไหม้ NBR

NBR-Pre = ค่าดัชนีการเผาไหม้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนเกิดไฟป่า

NBR-Post = ค่าดัชนีการเผาไหม้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลังเกิดไฟป่า

2.4. จัดกลุ่ม (RECLASSIFICATION)

จัดกลุ่ม (Reclassification) ของภาพถ่ายดาวเทียมค่า Difference Normalization Burn Ratio (dNBR) [1] เป็นชั้นข้อมูล 5 ระดับ ความรุนแรงโดยเริ่มจาก Unburned Low Severity, Moderate-low Severity Moderate-high และ High Severity เป็นลำดับตาม USGS กำหนด [7] ซึ่งค่า Difference Normalization Burn Ratio (dNBR) มีความแตกต่างกันออกไปแต่ละกรณี การตีความค่า dNBR ควรดำเนินการโดยการประเมินภาคสนามเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา United States Geological Survey (USGS) ได้เสนอตารางการจำแนกประเภทเพื่อตีความความรุนแรงของการเผาไหม้ดังนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ตารางการจัดกลุ่มค่าความแตกต่างของดัชนีการเผาไหม้ NBR ตาม USGS กำหนด

Severity Level	dNBR Range
Enhance regrowth, high	-0.500 to -0.251
Enhance regrowth, low	-0.250 to -0.101
Unburned	-0.100 to 0.099
Low severity	0.100 to 0.269
Moderate-low severity	0.270 to 0.439
Moderate-high severity	0.440 to 0.659
High severity	0.660 to 1.300

ที่มา: <https://un-spider.org>

แสดงรายงานข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลโดย ทำการรายงานผลตามกลุ่มที่ได้จัดไว้เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตพื้นที่การเผาไหม้ โดยแสดงผลลัพธ์เป็นพื้นที่ตารางกิโลเมตร

2.5. คำนวณหาค่าดัชนีพืชพรรณ

ผลกระทบจากสถานการณ์ไฟป่าที่เกิดขึ้นทำให้พื้นที่ป่าไม้เสื่อมสภาพ ดังนั้นจึงสามารถตรวจสอบพื้นที่ป่าที่เสื่อมสภาพได้โดยอ้างอิงหลักการหาค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) โดยอิงตามสูตรที่ (4) [6]

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red) \quad (4)$$

NDVI = ดัชนีพืชพรรณโดยวิธี Normalized Difference

Vegetation Index

NIR = ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

Red = ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นสีแดง

2.6. สร้างแผนที่แสดงพื้นที่เผาไหม้จากภาพถ่ายดาวเทียม

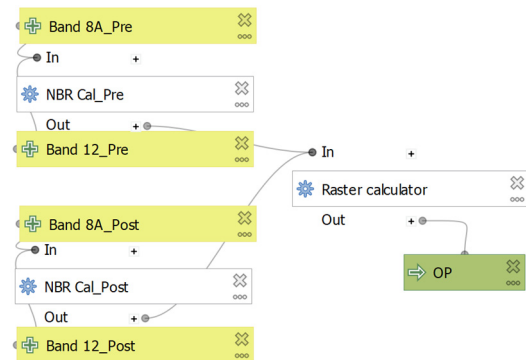
ขั้นตอนในการประมวลผลมีดังนี้

1. นำภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ที่ได้จากการดาวน์โหลดบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเดือนมกราคมของ พ.ศ. 2560-2563 เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนเกิดไฟป่าและในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560-2563 เป็นภาพถ่ายดาวเทียมหลังเกิดไฟป่าดัง ตารางที่ 2 โดยดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ <http://www.earthexplorer.usgs.gov/>

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียม

Date (dd/mm/yyyy)	Satellite	Doi Suthep-Pui Site
20/01/2560	Sentinel-2	Before burn
31/03/2560	Sentinel-2	After burn
25/01/2561	Sentinel-2	Before burn
25/04/2561	Sentinel-2	After burn
30/01/2562	Sentinel-2	Before burn
20/04/2562	Sentinel-2	After burn
15/01/2563	Sentinel-2	Before burn
04/04/2563	Sentinel-2	After burn

2. หลังจากทำการดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2560-2563 จากนั้นจึงได้ทำการประมวลผลด้วยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 L1C [5] [10] โดยใช้ plugin ติดตั้งเพิ่มเติมในโปรแกรม Quantum GIS (QGIS) ที่ชื่อว่า Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) ซึ่งในส่วนของการ Preprocessing: Sentinel-2 การเลือกภาพถ่ายดาวเทียมที่จะนำไปใช้ประมวลผลโดยในที่นี้ไม่จำเป็นต้องเลือกภาพทั้ง 12 Band สามารถเลือกใช้เฉพาะ Band 8A และ Band 12 ที่มีความจำเป็นในการใช้งานประมวลผลภาพ ต่อมาจึงได้ใช้ Model Designer ดังรูปต่อไปนี้ (รูปที่ 2) ในการประมวลผลผ่านเครื่องมือคำนวณด้วยข้อมูลราสเตอร์ (Raster Calculator) ซึ่งยังต้องอิงหลักการในการหาข้อมูลค่าดัชนีการเผาไหม้ (Normalization Burn Ratio (NBR)) จึงทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นภาพถ่ายดาวเทียมที่มีค่าความแตกต่างของดัชนีการเผาไหม้ (Difference Normalization Burn Ratio (dNBR) [17]



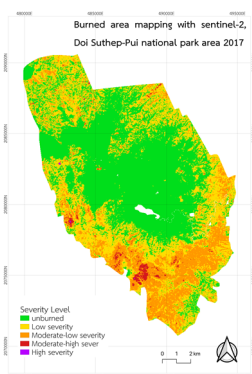
รูปที่ 2 หน้าต่างแสดงการใช้งานด้วยเครื่องมือในการออกแบบแบบจำลอง (Model Designer)

3. นำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลซึ่งเป็นข้อมูล Raster และทำการจัดกลุ่ม (reclassification) ชั้นข้อมูลให้เป็น 5 ระดับความรุนแรงโดยเริ่มจาก Unburned Low Severity Moderate-low Severity Moderate-high Severity และ High Severity แล้วแสดงรายงานข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลโดยทำการรายงานผลตามกลุ่มที่ได้จัดไว้เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตพื้นที่การเผาไหม้ โดยแสดงผลลัพธ์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์และประมวลผลดังกล่าวจากเหตุการณ์การเกิดไฟป่าที่เกิดขึ้น 4 ครั้งในช่วงระยะเวลาปี พ.ศ.2560-2563 ดังตารางต่อไปนี้ (ตารางที่ 3)

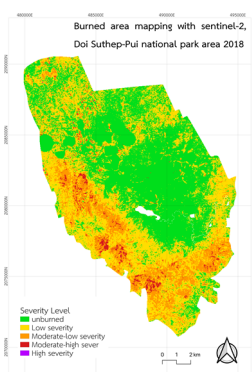
ตารางที่ 3 ตารางแสดงขอบเขตพื้นที่การเผาไหม้เป็น 5 ระดับความรุนแรง เป็นเปอร์เซ็นต์

Burn severity	Year			
	2560	2561	2562	2563
Unburned (%)	47.15	45.49	35.52	33.52
Low (%)	35.31	39.21	43.22	48.21
Moderate-low (%)	16.41	13.74	18.51	16.35
Moderate-high (%)	1.14	1.55	2.53	1.99
High (%)	0.04	0.01	0.23	0.01
Total (%)	100	100	100	100

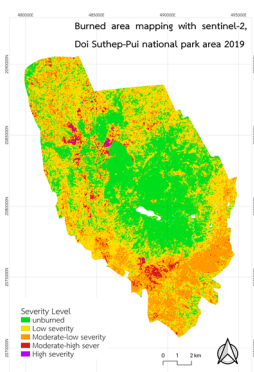
และแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบแผนที่แสดงพื้นที่เผาไหม้
ดังรูปที่ 3-6



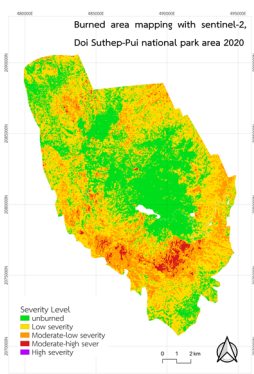
รูปที่ 3 แผนที่แสดงการเผาไหม้(Burned area mapping) ในเหตุการณ์การเกิดไฟป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ.2560 โดยมีพื้นที่ขนาด 164.79 ตารางกิโลเมตร



รูปที่ 4 แผนที่แสดงการเผาไหม้ (Burned area mapping) ในเหตุการณ์การเกิดไฟป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ.2561 โดยมีพื้นที่ขนาด 171.88 ตารางกิโลเมตร



รูปที่ 5 แผนที่แสดงการเผาไหม้ (Burned area mapping) ในเหตุการณ์การเกิดไฟป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ.2562 โดยมีพื้นที่ขนาด 170.53 ตารางกิโลเมตร



รูปที่ 6 แผนที่แสดงการเผาไหม้ (Burned area mapping) ในเหตุการณ์การเกิดไฟป่าบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ.2563 โดยมีพื้นที่ขนาด 171.90 ตารางกิโลเมตร

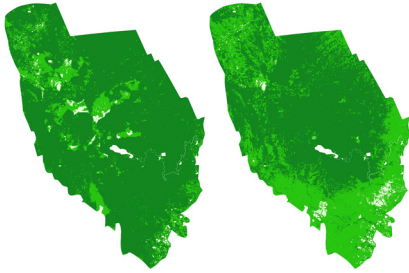
4. ต่อมาทำการประมวลผลภาพ Sentinel-2 ที่เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนเกิดไฟป่าและหลังเกิดไฟป่าโดยเลือกใช้ภาพประเภท Band 8 และ Band 4 ในการประมวลผล ซึ่งต่อมาจึงใช้ Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) และเครื่องมือประเภท Band Calculator ซึ่งอิงหลักการหาดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) แสดงผลเป็นข้อมูลราสเตอร์ (Raster) จากนั้นจัดกลุ่มโดยแบ่งชั้นข้อมูลเป็น 3 ระดับคือ Non vegetation (พืชปกคลุมน้อยมากหรือไม่มีอยู่เลย เช่น อาคาร) Low vegetation (พืชปกคลุมอยู่น้อย เช่น พื้นที่เกษตรกรรม) High vegetation (พืชปกคลุมอยู่มาก เช่น พื้นที่ป่าไม้) และรายงานผลตามกลุ่มที่ได้จัดไว้เพื่อให้ทราบขอบเขตพื้นที่ป่าไม้เสื่อมสภาพโดยแสดงผลลัพธ์เป็นเปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ตารางแสดงขอบเขตพื้นที่ดัชนีพืชพรรณเป็น 3 ระดับเป็นเปอร์เซ็นต์

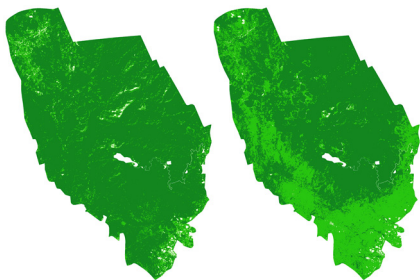
Year	Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)		
	Non vegetation (%)	Low vegetation (%)	High vegetation (%)
Before			
2560	1.7636	14.1645	84.0719
burn			
2561	1.3315	10.5242	88.1443
2562	1.245	16.7455	82.0010
2563	0.8819	20.0737	79.0375
After			
2560	2.1640	37.5699	60.2661
burn			
2561	0.8029	33.9166	65.2805
2562	0.8819	40.8879	58.2303
2563	12.5723	15.0314	72.3963

และแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบข้อมูลราสเตอร์ ดังรูปที่ 7-

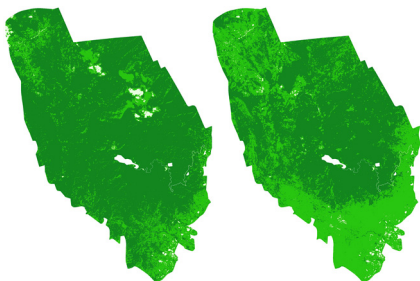
10



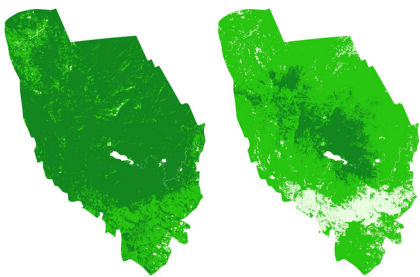
รูปที่ 7 การเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ โดยวิธีการ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ปีพ.ศ.2560 ก่อนเกิดไฟป่า (ด้านซ้าย) และหลังเกิดไฟป่า (ด้านขวา)



รูปที่ 8 การเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ โดยวิธีการ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ปีพ.ศ.2561 ก่อนเกิดไฟป่า (ด้านซ้าย) และหลังเกิดไฟป่า (ด้านขวา)



รูปที่ 9 การเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ โดยวิธีการ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ปีพ.ศ.2562 ก่อนเกิดไฟป่า (ด้านซ้าย) และหลังเกิดไฟป่า (ด้านขวา)



รูปที่ 10 การเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ โดยวิธีการ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ปีพ.ศ.2563 ก่อนเกิดไฟป่า (ด้านซ้าย) และหลังเกิดไฟป่า (ด้านขวา)

3. สรุปผลการดำเนินงานและอภิปรายผล

3.1. สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการดำเนินงานจากการวิเคราะห์ค่าความรุนแรงพื้นที่เผาไหม้จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย แยกได้เป็น 2 ส่วนหลักตามวัตถุประสงค์คือ เพื่อวิเคราะห์ค่าความรุนแรงการเผาไหม้ (Burn Severity) จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยใช้โปรแกรม Quantum GIS ในการประมวลผล และเพื่อทราบถึงการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของไฟป่า อ้างอิงจากการคำนวณหาค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) โดยมีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

คือในการวิเคราะห์ค่าความรุนแรงการเผาไหม้ (Burn Severity) จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยได้ใช้โปรแกรม Quantum GIS [15] โดยสร้างเครื่องมือจาก Model Designer เพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานให้น้อยลง ทำให้สามารถจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ การเผาไหม้ (Burned area mapping) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้มีการคำนวณพื้นที่การเผาไหม้และจัดทำเป็นชั้นข้อมูลที่แยกเป็น 5 ระดับความรุนแรงโดยเป็นเปอร์เซ็นต์ดังตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่ไม่ถูกเผาไหม้มีจำนวนน้อยลงทุกปี ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ที่พิจารณาได้จากระยะเวลาการเกิดไฟป่า 4 ครั้งในช่วงปีพ.ศ. 2560-2563 โดยที่ปีพ.ศ. 2560 มีพื้นที่ที่ไม่ถูกเผาไหม้ถึง 47.15 เปอร์เซ็นต์ ในปีพ.ศ. 2561 ได้ลดลงเหลือ 45.49 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาในปีพ.ศ. 2562 พื้นที่ที่ไม่ถูกเผาไหม้ได้ลดลงเหลือเป็น 35.52 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายในปีพ.ศ.2563เหลือเพียงแค่ 33.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการลดลงของพื้นที่ที่ไม่ถูกเผาไหม้อย่างเห็นได้ชัด

ในส่วนของการดำเนินงานจากการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ที่เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนและหลังเกิดไฟป่าโดยใช้โปรแกรม Quantum GIS ในการประมวลผลและอ้างอิงจากการคำนวณหาค่าดัชนีพืชพรรณ (รูปที่ 7-10) โดยใช้วิธีการ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ในการตรวจสอบการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ที่มีผลกระทบมาจากไฟป่า [16] ได้แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ดังตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังจากการเกิดไฟป่ามีพื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างเห็นได้ชัดซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้โดยพิจารณาได้จากผลต่างพื้นที่ Non vegetation ของข้อมูลก่อนเกิดไฟป่าและหลังเกิดไฟป่า ในระยะเวลาการเกิดไฟป่า 4 ครั้งในช่วงปีพ.ศ. 2560-2563 แสดงให้เห็นว่าภายในปีพ.ศ. 2563 จำนวนพื้นที่ป่าไม้มีการลดลงมากที่สุดและในปีพ.ศ. 2560 มีพื้นที่ป่าไม้ลดลงรองลงมาเป็นอันดับสอง ต่อมาในปีพ.ศ. 2562 มีพื้นที่ป่าไม้ลดลงมาเป็นอันดับสาม และสุดท้ายในปีพ.ศ. 2561 มีจำนวนพื้นที่ป่าไม้เสื่อมสภาพน้อยที่สุด

3.2. อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ค่ารุนแรงการเผาไหม้กับผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ ทำให้เห็นว่าพื้นที่ที่ไม่ถูกเผาไหม้ (unburned) จากผลการวิเคราะห์ค่าความรุนแรงการเผาไหม้มีพื้นที่ลดลงทุกปี ตั้งแต่ปีพ.ศ 2560 - 2563 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับผลวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ พบว่า พื้นที่พืชปกคลุมน้อยมากหรือไม่มีอยู่เลย (Non vegetation) นั้นมีเปอร์เซ็นต์พื้นที่เพิ่มขึ้นโดยแปรผกผันกัน กล่าวคือ ค่าความรุนแรงการเผาไหม้ (Burn Severity) สามารถใช้เป็นปัจจัยหนึ่งในการ บ่งชี้ถึงความเสี่ยงสภาพของพื้นที่ป่าไม้ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มขึ้นหรือลดลง และสามารถใช้ร่วมกันกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลลัพธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณคณะอาจารย์ บุคลากร เจ้าหน้าที่ ตลอดจนเพื่อนร่วมสาขา ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจและสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะคิด ตลอดจนการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนการดำเนินงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] ArcGIS for Desktop. (2016). Retrieved 10 October 2020, from
- [2] <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/reclassify.html>
- [3] Chou, W.C., Lin, W.T., Lin, C.Y., (2009). Vegetation recovery patterns assessment at landslides caused by catastrophic earthquake: a case study in central Taiwan. Environ. Monit. Assess. 152, 245–257. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-008-0312-8>.
- [4] Chuphan, C., Chao-Yuan, L. (2017). Ecological Indicators. (Online).
- [5] [https://swcdis.nchu.edu.tw/AlldataPos/AdvancePos/8101042007/Chuphan\(SCI\).pdf](https://swcdis.nchu.edu.tw/AlldataPos/AdvancePos/8101042007/Chuphan(SCI).pdf)
- [6] Cocke, A. E., Fule, P. Z., & Crouse, J. E. (2005). Comparison of burn severity assessments using differenced normalized burn ratio and ground data. International Journal of Wild land Fire, 14, 189-198. <https://nau.pure.elsevier.com/en/publications/comparison-of-burn-severity-assessments-using-differenced-normal>
- [8] ESA. (2020). LEVEL-1C. (ระบบออนไลน์). สืบค้น 3 พฤศจิกายน 2563, จาก
- [9] <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/product-types/level-1c>
- [10] Kabir, H. (2017). Detection and analysis of vegetation anomalies to derive the carbon production change using MODIS-NDVI data for carbon offset forestry projects in Europe.
- [11] <https://www.researchgate.net/project/Detection-and-analysis-of-vegetation-anomalies-to-derive-the-carbon-production-change-using-MODIS-NDVI-data-for-carbon-offset-forestry-projects-in-Europe>
- [12] Keeley, J. E. (2009). Fire intensity, fire severity and burn severity: A brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire*, 18(1), 116-126.
- [13] Minisite CMS :ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ - National Disaster Warning Center | รู้จักภัยจาก ไฟป่า.
- [14] http://ndwc.disaster.go.th/cmsdetail.ndwc-9.283/26662/menu_7525/4214.1/%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%A0%E0%B8%B1%E0%B8%A2%E0%B8%88%E0%B8%B2%E0%B8%81+%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%B2
- [15] NATIONAL GEOGRAPHIC ฉบับภาษาไทย. (2020). การเกิดไฟป่า (Wildfire) และประเภทของไฟป่า.
- [16] (ระบบออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2563. จาก
- [17] <https://ngthai.com/science/27026/wildfire/>
- [18] SENTINELHUB by SINERGISE. Sentinel-2 L1C. (ระบบออนไลน์). สืบค้น 3 พฤศจิกายน 2563, จาก
- [19] <https://docs.sentinel-hub.com/api/latest/data/sentinel-2-l1c/>
- [20] UNITED NATIONS OFFICE OF OUTER SPACE AFFAIRS. Burn Severity with Python and optical data (Sentinel-2). (ระบบออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2563, จาก <https://un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity/Step-by-Step/python-sentinel2>
- [21] UNITED NATIONS OFFICE OF OUTER SPACE AFFAIRS. Burn Severity with QGIS and optical data (Sentinel-2). (ระบบออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2563, จาก

- [22] <https://un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity/Step-by-Step/QGIS-sentinel2>
- [23] Van Wagendonk, J.W., Root, R.R., & Key, C.H. (2004). Comparison of AVIRIS and Landsat ETM+ detection capabilities for burn severity. *Remote Sensing of Environment*, 92, 397–408.
- [24] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S003442570400152X>
- [25] Veraverbeke, S., Lhermitte, S., Verstraeten, W.W., Goossens, R., (2010). The temporal dimension of differenced Normalized Burn Ratio (dNBR) fire/burn severity studies: the case of the large 2007 Peloponnese wildfires in Greece. *Remote Sens. Environ.* 114, 2548–2563.
- [26] <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2010.05.029>.
- [27] กองสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล. (2663). คู่มือการใช้งานโปรแกรม Quantum GIS 3.2 (Bonn). (ระบบออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2563. จาก
- [28] http://gid.bangkok.go.th/wms/qgis_manual.pdf
- [29] ค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index: VI). (ระบบออนไลน์).
- [30] <http://www.arcims.tmd.go.th/DailyDATA/drought%20index/documentsNDVI.pdf>
- [31] ผศ.พ.ท.ดร.สรวิศ สุกเวชัย. (2563). สร้างข้อมูลที่ได้รับผลกระทบและความรุนแรงจากไฟป่าจากข้อมูล NBR และ dNBR. (ระบบออนไลน์). <https://web.facebook.com/kusvagri/photos/pcb.178904810533035/178893753867474>
- [32] มีวงษ์, ย. (2011). ทฤษฎีเกี่ยวกับไฟป่า.
- [33] http://old.forest.go.th/wildfire/index.php?option=com_content&view=article&id=378%3A2011-09-20-03-ms&catid=34%3Ageneralknowledge&Itemid=535&lang=th
- [34] รำลึก 30 ปี สืบ นาคะเสถียร. (2021).
- [35] https://30thseub.jertam.com/?fbclid=IwAR1E4cKl0iZIf2mOQkdVdJzTJedxneyJTLnEVlFGlbgW-S2wr8U5V_QDHZA
- [36] สำนักงานที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2017).
- [37] <http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/executive%20summary%2060.pdf>
- [38] สำรวจ ไฟป่า ที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม. (2020).
- [39] <https://ngthai.com/science/27026/wildfire>
- [40] ส่วนควบคุมไฟป่า สำนักป้องกัน ปราบปราม และควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. Retrieved 10 October 2020, from
- [41] <http://www.dnp.go.th/forestfire/FIRESCIENCE/scince.html>