

## แนวทางการประยุกต์ใช้กูเกิลเอิร์ธเอนจินเพื่อการเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติ GUIDELINE OF THE APPLICATION OF GOOGLE EARTH ENGINE FOR MONITORING AND DAMAGE ASSESSMENT OF NATURAL DISASTER

พันเอก พงศ์พันธุ์ จันทร์ศักดิ์<sup>1,\*</sup>, จิรภาส บุญทับ<sup>2</sup>, โปรตปราวณ บุญยพุกกณะ<sup>2</sup>, ยศวรยศ จันทร์ศักดิ์<sup>3</sup> และ ร้อยโท ปิยะชาย ชาญสุข<sup>1</sup>

<sup>1</sup> กองวิชาวิศวกรรมโยธา, ส่วนการศึกษา, โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, นครนายก, ประเทศไทย

<sup>2</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

<sup>3</sup> คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, นครราชสีมา, ประเทศไทย

\*Corresponding author address: pongpun.ju@crma.ac.th

### บทคัดย่อ

การเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติเป็นข้อมูลที่มีค่าและประโยชน์เพื่อการจัดการภัยธรรมชาติ การสื่อสาร และการบรรเทาสาธารณภัยในช่วงเวลาของการเกิดภัยธรรมชาติ การศึกษานี้ได้เสนอแนวทางการประยุกต์ใช้กูเกิลเอิร์ธเอนจิน (Google Earth Engine: GEE) เพื่อการเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติในแบบใกล้เวลาจริงและอัตโนมัติ โดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) และ Sentinel-2 ซึ่งการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นการวิเคราะห์และประเมินผลภัยน้ำท่วมช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ในพื้นที่อำเภอปักธงชัย และอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา และไฟป่าช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ในบริเวณพื้นที่เทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าภัยน้ำท่วมช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ในอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา คาดการณ์ว่ามีพื้นที่น้ำท่วมขัง 65 ตร.กม. จำนวนผู้ประสบภัย 7,126 คน พื้นที่เพาะปลูกที่ถูกผลกระทบ 883 ตร.กม. และพื้นที่ชุมชนที่ถูกผลกระทบ 68 ตร.กม. และในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา คาดการณ์ว่ามีพื้นที่น้ำท่วมขัง 34 ตร.กม. จำนวนผู้ประสบภัย 25,505 คน พื้นที่เพาะปลูกที่ถูกผลกระทบ 709 ตร.กม. และพื้นที่ชุมชนที่ถูกผลกระทบ 1,420 ตร.กม. สำหรับพื้นที่ความเสียหายจากไฟป่าช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ในบริเวณพื้นที่เทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก คาดการณ์ว่ามีพื้นที่ความเสียหายจากไฟไหม้ป่าในระดับความรุนแรงมาก ~0.2 ตร.กม. (0.36% ของพื้นที่ศึกษา) ระดับความรุนแรงปานกลาง ~11 ตร.กม. (20.44% ของพื้นที่ศึกษา) ระดับความรุนแรงต่ำ ~16 ตร.กม. (29.42% ของพื้นที่ศึกษา) ขนาดพื้นที่ที่มีการฟื้นฟูป่าไม้ในระดับการฟื้นฟูป่าต่ำ ~2.43 ตร.กม. (4.39% ของพื้นที่ศึกษา) ระดับการฟื้นฟูป่าสูง ~0.08 ตร.กม. (0.14% ของพื้นที่ศึกษา) และพื้นที่ที่คาดการณ์ว่าไม่ได้ถูกผลกระทบจากไฟไหม้ป่า ~25 ตร.กม. (45.25% ของพื้นที่ศึกษา) จากการตรวจสอบความถูกต้องของผลการศึกษาในการประเมินพื้นที่น้ำท่วม พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 76.11 (อ.ปักธงชัย) และ 73.34 (อ.เมือง จ.นครราชสีมา) และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของความสอดคล้องเท่ากับ 0.64 และ 0.63 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความสอดคล้องระดับดี สำหรับการประเมินความถูกต้องของพื้นที่เผาไหม้จากไฟป่าได้เปรียบเทียบกับค่าสำรวจจริงของพื้นที่ศึกษา พบว่ามีค่าความคาดเคลื่อนเพียง 0.06 ตร.กม. หรือ 37.5 ไร่ ดังนั้นจากผลของการศึกษานี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนการจัดการภัยธรรมชาติ เช่น การเพิ่มความสามารถการระบายน้ำในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง และการสร้างแนวป้องกันไฟป่า เป็นต้น

**คำสำคัญ:** กูเกิลเอิร์ธเอนจิน, เฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหาย, ภัยธรรมชาติ, ภาพถ่ายดาวเทียม

### Abstract

The monitoring and damage assessment of natural disaster provide valuable and useful information for natural disaster management, communication, and mitigation at the time of disaster events. This study presented the guideline of the application of Google Earth Engine (GEE) for monitoring and damage assessment of natural disaster by analyzing satellite imagery of Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) and Sentinel-2. The present study focused on the analysis and assessment of flood risk (October 2020) in Amphoe Pak Thong Chai and Amphoe Muang, Nakhonratchasima province and forest fire (February 2020) around mountain in Amphoe Muang, Nakhonnaiyok province. The results of the study indicated that due to flood risk in October 2020 in Amphoe Pak Thong Chai, Nakhonratchasima province, it was expected the flooded area of 65 sq.km., exposed people of 25,505 people, affected cropland of 709 sq.km., and affected urban of 1,420 sq.km. For the area of burn severity due to forest fire in February 2020 in the areas of mountain in Amphoe Muang, Nakhonnaiyok province, it was expected the area in the level of high severity of ~0.2 sq.km. (0.36% of the study area), the level of moderate severity of ~11 sq.km. (20.44% of the study area), the level of low severity of ~16 sq.km. (29.42% of the study area), the area

in the level of high enhanced regrowth of  $\sim 0.08$  sq. km. (0.14% of the study area), and the unburned area of  $\sim 25$  sq. km. (45.25% of the study area). For the accuracy assessment of flooded area, the study indicated that the values of total accuracy were 76.11% (Amphoe Pak Thong Chai) and 73.34% (Amphoe Muang, Nakhonratchasima province) and the Kappa coefficient of correlation were 0.64 and 0.63, respectively. It means the results in good level. For the accuracy assessment of burned area from forest fire, the result of study was compared with the data survey of study area and showed that the different values of burned area was only 0.06 sq. km or 37.5 rai. As the results, it can be used for the natural disaster management such as increasing the ability of drainage in flooded area and building forest firebreaks etc.

**Keywords:** Google Earth Engine, Monitoring and damage assessment, Natural disaster, Satellite imagery

## 1. บทนำ

น้ำท่วมและไฟป่า (Flood and forest fire) เป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในหลายหลายประเทศ ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่ต้องเผชิญกับปัญหาน้ำท่วมและไฟป่าประจำทุกปีในช่วงฤดูกาลในหนึ่งรอบปี ซึ่งภัยธรรมชาติดังกล่าวนี้วันก็จะยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) [1]–[3] ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use change) โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชุมชน (Urban area) เป็นปัจจัยหลักหนึ่งซึ่งส่งผลกระทบต่อตรงและทางอ้อมต่อการเกิดขึ้นของภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วมและไฟป่า เป็นต้น [3]

ดังนั้นการเฝ้าระวังติดตามและการประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติได้อย่างทันถ่วงทีในแบบใกล้เคียงกับเวลาจริง (Near real-time) จะเป็นข้อมูลที่มีค่าและประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการภัยธรรมชาติในด้านต่างๆ เช่น การป้องกัน การระงับเหตุ การสื่อสารข่าวสารของเหตุการณ์ การบรรเทาสาธารณภัยระหว่างเกิดเหตุภัยธรรมชาติ และการช่วยเหลือผู้ประสบภัยหลังจากการเกิดภัยธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งการเฝ้าติดตามและการประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติได้อย่างทันถ่วงทีและรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลานั้น ยังคงเป็นความท้าทายเป็นอย่างมากสำหรับเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบและมีอำนาจการตัดสินใจในการระงับเหตุและบรรเทาสาธารณภัยที่จะต้องมีความรู้ข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องรวดเร็วและประหยัดงบประมาณค่าใช้จ่าย เพื่อการจัดการภัยธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า [4],[5] ในช่วงสิบปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีข้อมูลระยะไกลภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite remote sensing technology) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อการจัดการภัยธรรมชาติอย่างแพร่หลาย เหตุผลหลักหนึ่งคือค่าใช้จ่ายที่น้อยลงมากสำหรับการใช้งานภาพถ่ายดาวเทียมในปัจจุบัน [6]–[8]

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเฝ้าติดตามและประเมินผลจากเหตุการณ์ภัยธรรมชาติในปัจจุบันนั้นได้มีการศึกษาโดยการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ MODIS นำมาวิเคราะห์และแสดงผลพื้นที่น้ำท่วมขังในรอบหนึ่งสัปดาห์ [6] และยังสามารถที่จะ

ประมวลผลและแสดงผลในแบบใกล้เวลาจริงของพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมได้ [7] ยิ่งไปกว่านั้นได้มีการศึกษาการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM มาวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมตามแนวแม่น้ำเช่นกัน [8] สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับเหตุการณ์ไฟป่าในประเทศไทยได้มีการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 นำมาใช้ในการวิเคราะห์และประเมินหาความแตกต่างของการเกิดไฟป่าในพื้นที่อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในปี พ.ศ.2562 และ พ.ศ.2563 ในโปรแกรม ArcGIS [9] และยังมีมีการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ MODIS กับ VIIRS นำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลจุดความร้อนร่วมกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ในปี พ.ศ.2559 ถึง พ.ศ.2562 ในโปรแกรม ArcGIS เช่นกัน [10] จากตัวอย่างงานวิจัยที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่ายังไม่มีมีการนำโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธเอนจินมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติอย่างจริงจังในประเทศไทย

โดยในปัจจุบันได้มีโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธเอนจิน (Google Earth Engine: GEE) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มภูมิสารสนเทศของกูเกิล (Google) ใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และการสร้างภาพ (Visualization) จากชุดข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial information) ของภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite image) โดยกูเกิลได้จัดทำภาพถ่ายดาวเทียมและเก็บข้อมูลบันทึกย้อนหลังมากกว่า 40 ปี ไว้ในแบบคลังข้อมูลสาธารณะ (Data mining) โดยการใช้งานโปรแกรม GEE จะเป็นการเขียนโค้ดคำสั่ง (Code editor) ในภาษา JavaScript เพื่อเรียกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม นำมาวิเคราะห์และประมวลผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา เช่น แสดงข้อมูลอุณหภูมิ (Temperature) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (Precipitation) หรือข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) เป็นต้น [11]

การศึกษานี้จึงได้เสนอแนวทางการประยุกต์ใช้กูเกิลเอิร์ธเอนจิน (GEE) เพื่อการเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติโดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) และ Sentinel-2 โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์และประเมินผลภัยน้ำท่วมช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ในพื้นที่อำเภอปักธงชัย และอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา และ

ไฟฟ้าช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ในบริเวณพื้นที่เทือกเขา  
อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก

## 2. การดำเนินการศึกษา

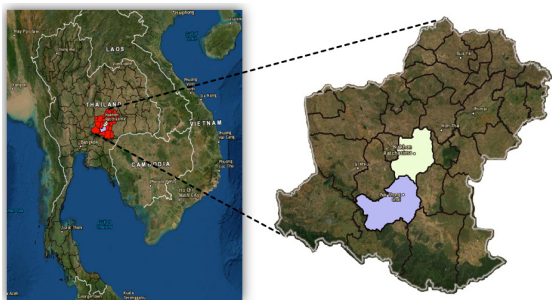
### 2.1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์และประเมินผลภัยน้ำท่วมช่วง  
เดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ในพื้นที่อำเภอปักธงชัย และอำเภอเมือง  
จังหวัดนครราชสีมา และไฟฟ้าช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ใน  
บริเวณพื้นที่เทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก เป็นพื้นที่ศึกษา  
สำหรับการเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัย  
ธรรมชาติ โดยใช้กูเกิลเอิร์ธเอนจิน (GEE) เพื่อการวิเคราะห์และ  
ประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม

#### 2.1.1. อำเภอปักธงชัย และอำเภอเมือง จังหวัด นครราชสีมา

จังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ  
ประเทศไทย มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 20,494 ตร.กม. และมีจำนวน  
ประชากรในจังหวัดทั้งสิ้น 2,648,927 คน ในปี พ.ศ.2562 โดยมี  
จำนวนอำเภอในการปกครองทั้งสิ้น 32 อำเภอ ซึ่งพื้นที่ศึกษา ได้แก่  
อำเภอปักธงชัย มีพื้นที่ประมาณ 1,375 ตร.กม. และจำนวน  
ประชากร 116,146 คน และอำเภอเมืองนครราชสีมา มีพื้นที่  
ประมาณ 756 ตร.กม. และจำนวนประชากร 439,466 คน [12]

สภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมาจัดอยู่ในประเภททุ่ง  
หญ้าเขตร้อนโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 27.4 องศา  
เซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด  
เฉลี่ยที่ 33 องศาเซลเซียส [12] รูปที่ 1 แสดงที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา  
อำเภอปักธงชัย (สีเขียวอ่อน) และอำเภอเมือง (สีม่วง) จังหวัด  
นครราชสีมา

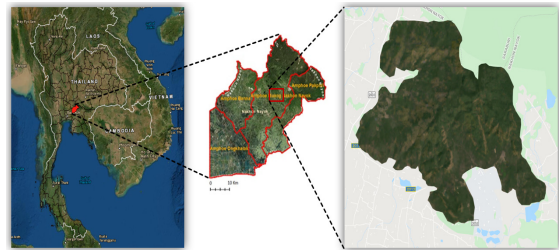


รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา (อำเภอปักธงชัย และอำเภอเมือง จังหวัด  
นครราชสีมา)

#### 2.1.2. พื้นที่เทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก

อำเภอเมืองนครนายก เป็นหนึ่งอำเภอในทั้งหมดสี่อำเภอของ  
จังหวัดนครนายก ได้แก่ อำเภอเมืองนครนายก อำเภอบ้านนา  
อำเภอปากพลี และอำเภอองครักษ์ ซึ่งอำเภอเมือง จังหวัด

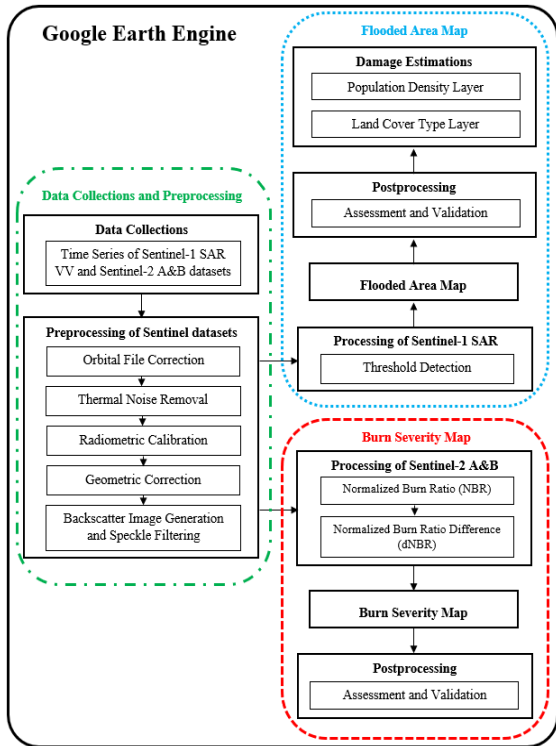
นครนายก มีพื้นที่ประมาณ 728 ตร.กม. จากพื้นที่ทั้งจังหวัด 2,122  
ตร.กม. คิดเป็นหนึ่งในสามของพื้นที่ทั้งจังหวัด มีสภาพภูมิอากาศ  
อุณหภูมิต่ำสุดที่ 24 องศาเซลเซียส ในเดือนธันวาคม และอุณหภูมิ  
สูงสุดที่ 34 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายนของทุกปี ปริมาณน้ำฝน  
เฉลี่ยทั้งปีประมาณ 193 มม. มีจำนวนประชากรในพื้นที่อำเภอเมือง  
นครนายก ประมาณ 102,266 คน ในปี พ.ศ.2562 [13] โดยทางทิศ  
เหนือของพื้นที่ของอำเภอเมือง จังหวัดนครนายก จะเป็นพื้นที่  
เทือกเขา ส่วนทางทิศใต้จะเป็นพื้นที่ราบเหมาะกับการเพาะปลูก  
และทำการเกษตร [13] รูปที่ 2 แสดงที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาบริเวณ  
เทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก



รูปที่ 2 พื้นที่ศึกษา (พื้นที่เทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก)

### 2.2. วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้นำโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธเอนจิน (GEE) มา  
ประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อ  
การเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติ โดย  
ในรูปที่ 3 ได้แสดงขั้นตอนของการศึกษาในโปรแกรม GEE ผ่านการ  
เขียนโค้ดคำสั่งด้วยภาษา JavaScript เพื่อเรียกใช้ข้อมูลภาพถ่าย  
ดาวเทียมนำมาวิเคราะห์และประมวลผล



รูปที่ 3 แผนผังของวิธีการศึกษา

### 2.2.1. การรวบรวมข้อมูล (DATA COLLECTION)

สำหรับการวิเคราะห์และประเมินผลภัยน้ำท่วมได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 (SAR) ในแบบการรับส่งสัญญาณ VV Polarization ซึ่งได้นำมาใช้ในการศึกษาในช่วงเวลาก่อนเกิดภัยน้ำท่วม (ระหว่างวันที่ 15 สิงหาคม ถึง 10 กันยายน 2563) และระหว่างการเกิดน้ำท่วมขัง (ระหว่างวันที่ 11 ตุลาคม ถึง 23 ตุลาคม 2563) และสำหรับการวิเคราะห์และประเมินผลความรุนแรงของไฟป่าได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ซึ่งได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในช่วงเวลาก่อนเกิดไฟป่า (ระหว่างวันที่ 1 กุมภาพันธ์ ถึง 20 กุมภาพันธ์ 2563) และภายหลังการเกิดไฟป่า (ระหว่างวันที่ 1 มีนาคม ถึง 30 เมษายน 2563)

### 2.2.2. การประมวลผลเบื้องต้นของภาพถ่ายดาวเทียม (PREPROCESSING OF SATELLITE IMAGES)

ภายหลังจากการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 (SAR) และ Sentinel-2 ได้นำมาประมวลผลภาพถ่ายเบื้องต้น (Preprocessing) ก่อนการประมวลผลภาพถ่าย (Processing) เพื่อการวิเคราะห์หลักนั้น สามารถแบ่งวิธีการได้ดังนี้ 1) การปรับแก้วงโคจรข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Orbital file correction) 2) การลบสัญญาณรบกวน (Thermal noise removal) 3) การตรวจแก้คลื่นรังสี (Radiometric calibration) 4) การตรวจแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction) และ 5) การสร้างภาพกระจัดกระจายกลับและการกรองสัญญาณรบกวนภาพ (Backscatter image

generation and speckle filtering) [14],[16]

### 2.2.3. การประมวลผลของภาพถ่ายดาวเทียม (PROCESSING OF SATELLITE IMAGES)

สำหรับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการวิเคราะห์และประเมินผลภัยน้ำท่วมในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีการค่าขีดแบ่งแบบอัตโนมัติ (Automatic threshold detection method) ในแบบวิธีของ Otsu [16] ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการกำหนดค่าขีดแบ่งภาพถ่ายดาวเทียมในแบบ SAR เพื่อจำแนกพื้นที่น้ำ (Water area) และพื้นที่ที่ไม่เป็นผิวน้ำ (Non-water area) [17],[18] สำหรับการหาพื้นที่น้ำท่วมขัง (Flooded area) ที่เกิดขึ้นภายหลังจากการเกิดพายุฝนนั้น การศึกษานี้หาได้จากความแตกต่างระหว่างพื้นที่ผิวน้ำในข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนเกิดภัยน้ำท่วมและระหว่างการเกิดน้ำท่วม

สำหรับการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการวิเคราะห์และประเมินผลความเสียหายจากไฟป่าในการศึกษานี้ได้ใช้วิธีการหาค่าความแตกต่างดัชนีการเผาไหม้ (Different Normalized Burn Ratio: dNBR) [19]-[21] ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) ดังนี้

$$dNBR = NBR_{pre-fire} - NBR_{post-fire} \quad (1)$$

โดย dNBR คือค่าความแตกต่างดัชนีการเผาไหม้  $NBR_{pre-fire}$  คือค่าดัชนีการเผาไหม้ข้อมูลภาพก่อนเกิดไฟป่า และ  $NBR_{post-fire}$  คือค่าดัชนีการเผาไหม้ข้อมูลภาพหลังเกิดไฟป่า

สำหรับค่าดัชนีบ่งชี้การเผาไหม้ (Normalized Burn Ratio: NBR) นั้น สามารถคำนวณได้จากช่วงคลื่นแสงใกล้อินฟราเรด (Near Infrared: NIR) และคลื่นความยาวคลื่นสั้น (Short-wave Infrared: SWIR) ของภาพถ่ายดาวเทียม ดังแสดงในสมการที่ (2) [19]-[21] ดังนี้

$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)} \quad (2)$$

### 2.2.4. การประเมินผลและการตรวจสอบ (ASSESSMENT AND VALIDATION)

สำหรับการประเมินผลและการตรวจสอบของภาพแผนที่แสดงพื้นที่น้ำท่วมขัง (Flooded area map) นั้น ได้ดำเนินการโดย (1) เปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมขังและพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขังจากการศึกษาในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ของพื้นที่อำเภอปรางค์กู่และอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กับพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2561-2563 และ (2) เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขังตามภาพถ่ายในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563

สำหรับการประเมินผลและการตรวจสอบของภาพแผนที่แสดงพื้นที่การเผาไหม้ของไฟป่า (Burn severity map) นั้น ได้ทำคล้ายกับการประเมินผลและการตรวจสอบของภาพแผนที่แสดงพื้นที่น้ำ

ท่วมขัง โดย (1) เปรียบเทียบพื้นที่การเผาไหม้จากผลการศึกษา ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ของพื้นที่บริเวณเทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก กับพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561-2563 และ (2) เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่มีการเผาไหม้จากไฟป่าตามภาพข่าวเหตุการณ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของผลการศึกษา การศึกษา นี้ได้ใช้การเปรียบเทียบผลการศึกษาข้อมูลในรายงานสถิติจำนวน ตำแหน่งที่เกิดน้ำท่วม จากรายงานข้อมูลของสำนักงานจังหวัด นครราชสีมา [12] และจากข้อมูลสำนักงานจังหวัดนครนายก [22],[23] โดยจะมุ่งเน้นการตรวจสอบผลการศึกษาข้อมูลอ้างอิง ในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พื้นที่อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 180 จุด และพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 150 จุด และขนาดพื้นที่ถูกเผาไหม้จากไฟป่าในจังหวัดนครนายก

ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของโคเฮน (Cohen's Kappa) [24] ได้ถูกนำมาหาค่าความสอดคล้องระหว่างผลการศึกษาและ เหตุการณ์ไฟป่าที่เกิดขึ้นจริงตามจำนวนอ้างอิงในพื้นที่ศึกษาใน โปรแกรมอาร์ (Program R) โดยค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของโคเฮน ( $\hat{k}$ ) หาได้จากสมการ [24]

โดย  $p_0$  คือ ความน่าจะเป็นความสอดคล้องของค่าสังเกต (Observe probability of agreement),  $p_e$  คือ ความน่าจะเป็น ความสอดคล้องของค่าคาดหวัง (Hypothetical expected probability of agreement) ในสมการที่ 4 และ 5 แสดงการ คำนวณหาค่า  $p_0$  และ  $p_e$  ตามลำดับ ดังนี้

$$p_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_{ii} \quad (4)$$

$$p_e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i} \quad (5)$$

		Commission Errors →				
		Reference Data (Ex. Class form field)				
		Class 1	Class 2	Class k	Sum	
← Omission Errors	Classified Data	Class 1	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1k}$	$n_{1+}$
		Class 2	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2k}$	$n_{2+}$
		.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.
		.	.	.	.	.
Class k	$n_{k1}$	$n_{k2}$	$n_{kk}$	$n_{k+}$		
Sum	$n_{+1}$	$n_{+2}$	$n_{+k}$	$n$		

การแปลความหมายของค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของโคเฮน พิจารณาดังแสดงในตารางที่ 1 [24]

ตารางที่ 1 ความหมายของค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของโคเฮน (Cohen's Kappa) [24]

ค่าสัมประสิทธิ์ (Kappa)	ขนาดความสอดคล้อง (Strange of Agreement)
< 0.00	แย่ (Poor)
0.00 - 0.20	น้อย (Slight)

0.21 - 0.40	พอใช้ (Fair)
0.41 - 0.60	ปานกลาง (Moderate)
0.61 - 0.80	ดี (Substantial)
0.81 - 1.00	ดีมาก (Almost perfect)

สำหรับการประเมินค่าความถูกต้องเป็นการพิจารณาข้อมูล ผลการจำแนกชั้นข้อมูล ณ ตำแหน่งที่ตั้งหน่วยตัวอย่าง (จุดสำรวจ) เปรียบเทียบความสอดคล้องกันกับความเป็นจริงที่พบในภาคสนามที่ ถือว่าเป็นข้อมูลอ้างอิง แล้วทำการแจกแจงให้อยู่ในรูปของ ตารางข้อมูลที่เรียกว่า Error Matrix หรือเรียกว่า Confusion Matrix หรือ Contingency Table โดยสามารถใช้วิเคราะห์หาค่า แสดงความถูกต้องได้หลายลักษณะด้วยกัน ดังนี้ 1) ความถูกต้อง ของผู้ผลิต (Producer's Accuracy: PA) เป็นการสะท้อนให้เห็น ประสิทธิภาพของการขึ้นข้อมูลของตัวจำแนก (Classifier), 2) ความ ถูกต้องของผู้ใช้ (User's Accuracy: UA) เป็นการสะท้อน ประสิทธิภาพของการจำแนกสามารถบ่งบอกความน่าเชื่อถือในการนำ ข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูลไปใช้ และ 3) ความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy: OA) เป็นการแสดงความถูกต้องของการ จำแนกข้อมูลที่มีความสอดคล้องตรงกันระหว่างจุดตรวจสอบกับ

$$\hat{k} = \frac{p_0 - p_e}{1 - p_e} \quad (9)$$

ข้อมูลอ้างอิงคิดเป็นร้อยละของจุดตรวจสอบทั้งหมดโดยไม่คำนึงถึง ลักษณะของความผิดพลาด ซึ่งจะเป็นการพิจารณาโดยรวมของทุก ชั้นข้อมูลที่จำแนกได้แสดงเป็นค่าความถูกต้องเดียว โดยสมการที่ 6 - 10 แสดงการคำนวณหาค่าต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมา ดังนี้ [24]

ค่าผลรวมตามแนวนอน:

$$n_{i+} = \sum_{j=1}^k n_{ij} \quad (6)$$

ค่าผลรวมตามแนวตั้ง:

$$n_{+j} = \sum_{i=1}^k n_{ij} \quad (7)$$

ความถูกต้องของผู้ผลิต (PA):

$$PA = \frac{n_{ii}}{n_{+j}} \quad (8)$$

ความถูกต้องของผู้ใช้ (UA):

$$UA = \frac{n_{ii}}{n_{i+}} \quad (9)$$

ความถูกต้องโดยรวม (OA):

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \quad (10)$$

## 2.2.5. การประมาณความเสียหาย (DAMAGE ESTIMATION)

สำหรับการประมาณความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วมขัง ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ของพื้นที่อำเภอปักธงชัย และอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ได้นำข้อมูลจำนวนประชากรเชิงพื้นที่จาก

JRC Global Human Settlement Population Layer (GHSL in 2015) [25] และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจาก MODIS Land Use/Land Cover (LULC) [26] มาซ้อนทับกับพื้นที่น้ำท่วมซึ่งที่ได้จากผลการศึกษา

สำหรับการประมาณความเสียหายจากเหตุการณ์ไฟป่าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ของพื้นที่บริเวณเทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ได้จำแนกระดับความรุนแรงของการเผาไหม้จากไฟป่าออกเป็น 7 ระดับ ตามที่ United States Geological Survey (USGS) (un-spider.org) [27],[28] ได้กำหนดระดับความรุนแรงของการเผาไหม้จากไฟป่าไว้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความรุนแรงของการเผาไหม้จากไฟป่า กำหนดโดย USGS [27],[28]

ระดับที่ (No.)	ระดับความรุนแรงของการเผาไหม้ (Severity Level)	ช่วงค่า dNBR
1	Enhanced Regrowth, High	-500 to -251
2	Enhanced Regrowth, Low	-250 to -101
3	Unburned	-100 to +99
4	Low Severity	+100 to +269
5	Moderate-Low Severity	+270 to +439
6	Moderate-High Severity	+440 to +659
7	High Severity	+660 to +1300

### 3. ผลการศึกษาและการอภิปราย

ผลการศึกษาของการวิเคราะห์และประเมินผลพื้นที่น้ำท่วมขัง และพื้นที่ที่เกิดไฟป่าของพื้นที่ศึกษา สามารถดูผ่านแพลตฟอร์ม Google Earth Engine (GEE) ได้ที่

<https://juntakut37.users.earthengine.app/view/flooding-2563-in-korat> และ

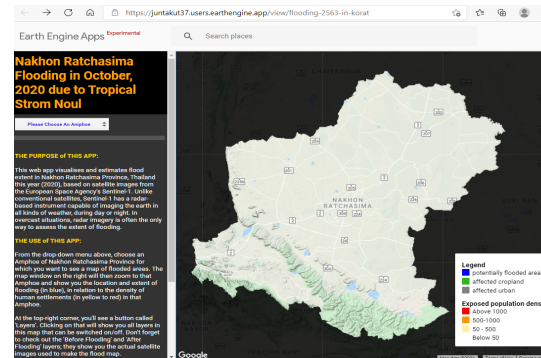
<https://juntakut37.users.earthengine.app/view/crmatest> ตามลำดับ สำหรับโค้ดภาษา JavaScript ที่ใช้ในแพลตฟอร์มของกูเกิลเอิร์ธเอนจิน (GEE) เพื่อการวิเคราะห์และประเมินผลภาพถ่ายดาวเทียมในการศึกษานี้สามารถดาวน์โหลดได้ที่ <http://thai-deutsch-civilengineering.blogspot.com/>

#### 3.1. การวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมขัง

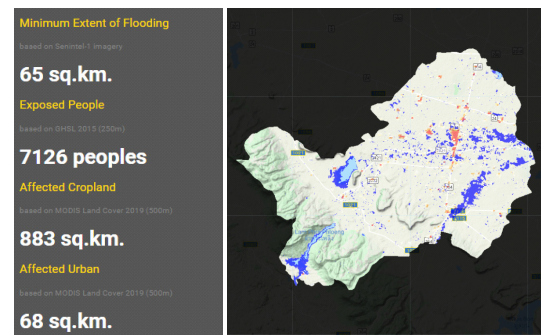
ผลการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) เพื่อคำนวณหาพื้นที่น้ำท่วมขังและประมาณความเสียหายจากภัยน้ำท่วมในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 จากผลการศึกษาคาดการณ์ว่ามีพื้นที่น้ำท่วมขัง 65 ตร.กม. จำนวนผู้ประสบภัย 7,126 คน พื้นที่เพาะปลูกที่ถูกผลกระทบ 883 ตร.กม. และพื้นที่ชุมชนที่ถูกผลกระทบ 68 ตร.กม. และในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา คาดการณ์ว่ามีพื้นที่น้ำท่วมขัง 34 ตร.กม. จำนวนผู้ประสบภัย 25,505 คน พื้นที่เพาะปลูกที่ถูกผลกระทบ 709

ตร.กม. และพื้นที่ชุมชนที่ถูกผลกระทบ 1,420 ตร.กม. ดังแสดงในรูปที่ 4

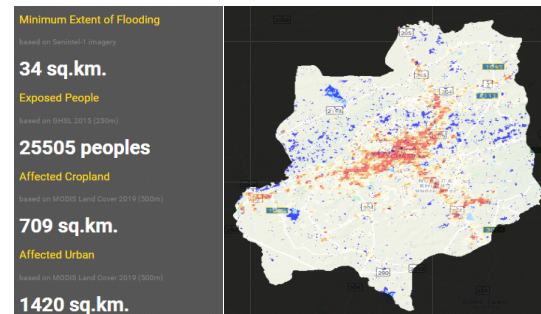
#### จังหวัดนครราชสีมา



#### อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา



#### อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

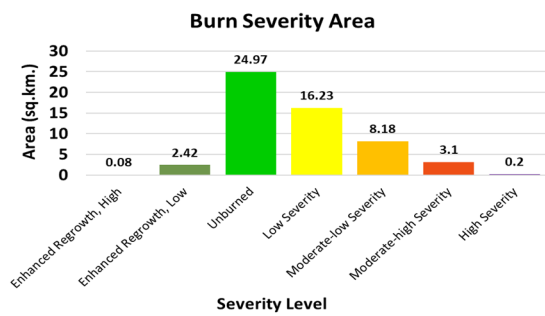
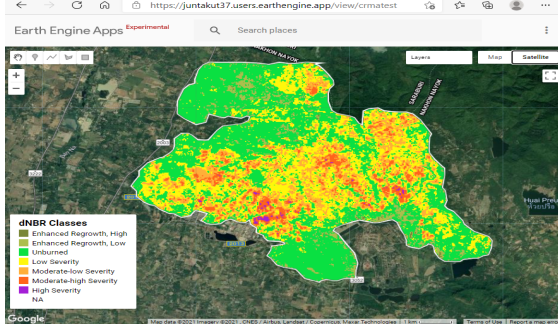


รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) เพื่อคำนวณหาพื้นที่น้ำท่วมขังและประมาณความเสียหายจากภัยน้ำท่วมในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563

#### 3.2. การวิเคราะห์พื้นที่ที่เกิดไฟป่า

ผลการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อคำนวณหาพื้นที่ที่เกิดไฟป่าและประมาณความเสียหายจากไฟป่าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ของพื้นที่บริเวณเทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก จากผลการศึกษาคาดการณ์ว่ามีพื้นที่ความเสียหายจากไฟไหม้ป่าในระดับความรุนแรงมาก ~0.2 ตร.กม. (0.36% ของพื้นที่ศึกษา) ระดับความรุนแรงปานกลาง ~11 ตร.กม. (20.44% ของพื้นที่ศึกษา) ระดับความรุนแรงต่ำ ~16 ตร.กม. (29.42% ของพื้นที่ศึกษา) ขนาดพื้นที่ที่มีการฟื้นฟูของป่าไม้น

ระดับการฟื้นฟูต่ำ ~2.43 ตร.กม. (4.39% ของพื้นที่ศึกษา) ระดับการฟื้นฟูสูง ~0.08 ตร.กม. (0.14% ของพื้นที่ศึกษา) และพื้นที่ที่คาดการณ์ว่าไม่ได้ถูกผลกระทบจากไฟไหม้ป่า ~25 ตร.กม. (45.25% ของพื้นที่ศึกษา) ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผลการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อคำนวณหาพื้นที่การเกิดไฟป่าและประมาณความเสียหายจากไฟป่าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ของพื้นที่บริเวณเทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก

### 3.3. การตรวจสอบผลการศึกษา

ผลการเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมขังและพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขังจากผลการศึกษาในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ของพื้นที่อำเภอปักธงชัย และอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กับพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2561-2563 และผลการเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขังตามภาพถ่ายในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ดังแสดงในรูปที่ 6

บ้านห้วยใต้ ต.สะแกกราช อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา		
ต.ค.61	ต.ค.62	ภาพถ่าย
ต.ค.63 (น้ำท่วม)	ผลการศึกษา	<a href="https://tna.mcot.net/region-565244">https://tna.mcot.net/region-565244</a>

บ้านหนองจอก ต.ตม อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา		
ต.ค.61	ต.ค.62	ภาพถ่าย
ต.ค.63 (น้ำท่วม)	ผลการศึกษา	<a href="https://www.thairath.co.th/news/local/northeast/1957456">https://www.thairath.co.th/news/local/northeast/1957456</a>
ต.โคกสูง ต.โคกกรวด อ.เมือง จ.นครราชสีมา		
ต.ค.61	ต.ค.62	ภาพถ่าย
ต.ค.63 (น้ำท่วม)	ผลการศึกษา	<a href="https://www.nationontv.tv/main/content/378798931">https://www.nationontv.tv/main/content/378798931</a>

รูปที่ 6 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมขังและพื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขังกับผลการศึกษาในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563

ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การเผาไหม้จากผลการศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ของพื้นที่บริเวณเทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก กับพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2561-2563 และผลการเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่มีการเผาไหม้จากไฟป่าตามภาพถ่ายเหตุการณ์ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ดังแสดงในรูปที่ 7

ต.เขาพระ อ.เมือง จ.นครนายก		
ก.พ.61	ก.พ.62	ภาพถ่าย
ก.พ.63 (ไฟป่า)	ผลการศึกษา	<a href="https://highlight.kapook.com/view/200411">https://highlight.kapook.com/view/200411</a>
		<a href="https://www.thairath.co.th/news/local/central/1777641">https://www.thairath.co.th/news/local/central/1777641</a>

รูปที่ 7 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่การเผาไหม้กับผลการศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของผลการศึกษาพื้นที่น้ำ

ท่วม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์แคบปาของโคเฮนที่  $\hat{k} = 0.64$  แสดงถึงมีขนาดความสอดคล้องในระดับดี และมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 76.11 ในพื้นที่อำเภอปรางค์ชัย จังหวัดนครราชสีมา สำหรับในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ได้ค่าสัมประสิทธิ์แคบปาของโคเฮนที่  $\hat{k} = 0.63$  แสดงถึงมีขนาดความสอดคล้องในระดับดี และมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 73.34 ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

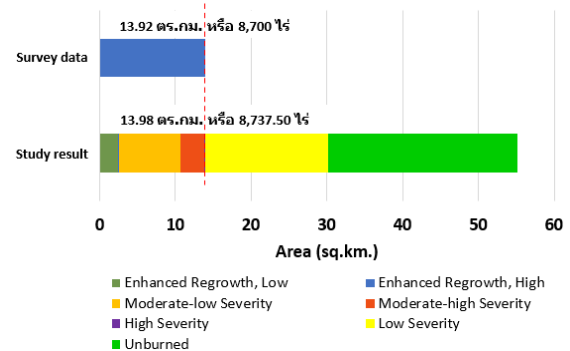
ตารางที่ 3 การตรวจสอบความถูกต้องของจุดทดสอบอ้างอิง ในพื้นที่อำเภอปรางค์ชัย จังหวัดนครราชสีมา

Class	จุดพื้นที่ มีน้ำ	จุดที่ไม่ มีน้ำ	รวม	ความ ถูกต้อง ของผู้ใช้ (%)
	ท่วมซ้ำ	ท่วมซ้ำ		
จุดในพื้นที่มีน้ำท่วมซ้ำ	120	8	128	93.75
จุดที่ไม่มีย่าน้ำท่วมซ้ำ	17	35	52	67.31
รวม	137	43	180	
ความถูกต้องของผู้ผลิต (%)	87.59	81.39		
ความถูกต้องรวม (%)	76.11			
ค่า Cohen's Kappa	0.64			

ตารางที่ 4 การตรวจสอบความถูกต้องของจุดทดสอบอ้างอิง ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

Class	จุดพื้นที่ มีน้ำ	จุดที่ไม่ มีน้ำ	รวม	ความ ถูกต้อง ของผู้ใช้ (%)
	ท่วมซ้ำ	ท่วมซ้ำ		
จุดในพื้นที่มีน้ำท่วมซ้ำ	95	8	103	92.23
จุดที่ไม่มีย่าน้ำท่วมซ้ำ	15	32	47	68.09
รวม	110	40	150	
ความถูกต้องของผู้ผลิต (%)	86.36	80.00		
ความถูกต้องรวม (%)	73.34			
ค่า Cohen's Kappa	0.63			

ผลการเปรียบเทียบระหว่างผลการศึกษาพื้นที่การเผาไหม้จากไฟฟ้า ณ ตำบลเขาพระ จังหวัดนครนายก และข้อมูลการสำรวจพื้นที่จริงจากสำนักงานจังหวัดนครนายกและส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกัน ปรามปราม และควบคุมไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่ามีค่าผลลัพธ์ใกล้เคียงกันแตกต่างกันเพียง 0.06 ตร.กม. หรือ 37.5 ไร่ ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบระหว่างผลการศึกษาพื้นที่การเผาไหม้จากไฟฟ้าในพื้นที่ จังหวัดนครนายก และข้อมูลการสำรวจพื้นที่จริง

#### 4. สรุป

การศึกษานี้ได้เสนอและชี้ให้เห็นแนวทางการประยุกต์ใช้กูเกิลเอิร์ธเอนจิน (Google Earth Engine: GEE) เพื่อการเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติโดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) และ Sentinel-2 ซึ่งการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นการวิเคราะห์และประเมินผลภัยน้ำท่วมช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ในพื้นที่อำเภอปรางค์ชัย และอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา และไฟฟ้าช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ในบริเวณพื้นที่ที่เฝ้าดู อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก เป็นกรณีศึกษา โดยจากการตรวจสอบความถูกต้องของผลการศึกษาในการประเมินพื้นที่น้ำท่วมซ้ำ พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 76.11 (อ.ปรางค์ชัย) และ 73.34 (อ.เมือง จ.นครราชสีมา) และค่าสัมประสิทธิ์แคบปาของความสอดคล้องเท่ากับ 0.64 และ 0.63 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความสอดคล้องระดับดี สำหรับการประเมินความถูกต้องของพื้นที่เผาไหม้จากไฟฟ้าได้เปรียบเทียบค่าสำรวจจริงของพื้นที่ศึกษา พบว่ามีค่าความคาดเคลื่อนเพียง 0.06 ตร.กม. หรือ 37.5 ไร่

ดังนั้นผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์ม GEE ด้วยภาษา JavaScript สามารถนำมาใช้เพื่อการเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติ ซึ่งจะมีประโยชน์เป็นอย่างมากต่อการจัดการภัยธรรมชาติเชิงพื้นที่ได้อย่างทันถ่วงที ในแบบใกล้เคียงกับเวลาจริง (Near real-time) ในด้านต่างๆ เช่น การป้องกัน การระงับเหตุ การสื่อสารข่าวสารของเหตุการณ์ การบรรเทาสาธารณภัยระหว่างเกิดเหตุภัยธรรมชาติ และการช่วยเหลือผู้ประสบภัยหลังจากการเกิดภัยธรรมชาติ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามควรมีการสำรวจและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลกับพื้นที่จริงในภาคสนามอย่างละเอียดและต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องของการจัดการภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้น

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยภายใต้หลักสูตร



วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการป้องกันประเทศ ระหว่าง รร.จปร. และ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งได้รับทุนวิจัยจากกองทุนพัฒนาโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก พร้อมทั้งได้รับคำแนะนำจากศูนย์ฝึกบรรเทาสาธารณภัย หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา ดังนั้นคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณการสนับสนุนด้านงบประมาณและคำปรึกษาด้านต่างๆ สำหรับการศึกษาและวิจัยนี้

## 6. การอ้างอิง

- [1] DDPM (2015). National Disaster Risk Management Plan. Department of Disaster Prevention and Mitigation, Ministry of Interior, Thailand, 1-12.  
[https://www.disaster.go.th/upload/download/file\\_at\\_tach/584115d64fcee.pdf](https://www.disaster.go.th/upload/download/file_at_tach/584115d64fcee.pdf)
- [2] Alfieri L., Burek P., Feyen L., Forzieri G. (2015). Global warming increases the frequency of river floods in Europe. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 2247–2260.
- [3] Schiermeier Q. (2011). Increased flood risk linked to global warming. *Nature*, 470, 316.
- [4] Merkuryeva G., Merkuryev Y., Sokolov B.V., Potryasaev S., Zelentsov V.A., Lektuers A. (2014). Advanced river flood monitoring modelling and forecasting, *Journal of Computer Sci-Neth*, 10, 77-85.
- [5] Zhou S.L., Zhang W.C. (2017). Flood monitoring and damage assessment in Thailand using multi-temporal HJ-1A/1B and MODIS images, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 57, 012016,  
<http://iopscience.iop.org/1755-1315/57/1/012016>
- [6] Chen Y., Huang C., Ticehurst C., Merrin L., Thew P. (2013). An evaluation of MODIS daily and 8-day composite products for floodplain and wetland inundation mapping, *Wetlands*, 33, 823–835.
- [7] Nigro J., Slayback D., Policelli F., Brakenridge G.R. (2014). NASA/DFO MODIS Near Real-Time (NRT) Global Flood Mapping Product Evaluation of Flood and Permanent Water Detection., *Eval. Greenbelt MD*,  
[https://floodmap.modaps.eosdis.nasa.gov/documents/NASAGlobalNRTEvaluationSummary\\_v4.pdf](https://floodmap.modaps.eosdis.nasa.gov/documents/NASAGlobalNRTEvaluationSummary_v4.pdf)
- [8] Wang Y., Colby J.D., Mulcahy K.A. (2002). An efficient method for mapping flood extent in a coastal floodplain using Landsat TM and DEM data, *Int. J. Remote Sens.*, 23, 3681–3696.
- [9] นวพล ลินดำ (2563). การหาพื้นที่เผาไหม้จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 กรณีศึกษา อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน, *วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร*.
- [10] พิจิตรา พะยิ้ม (2562). การเปรียบเทียบการกระจายตัวของจุดความร้อนที่ตรวจวัดได้ระหว่าง MODIS C6 กับ VIIRS ในพื้นที่อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี, *วิทยาศาสตร์บัณฑิต วท.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร*.
- [11] Google Earth Engine (2020). Official website:  
<https://earthengine.google.com>
- [12] สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา (2563). รายงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2562  
[http://nkrat.nso.go.th/index.php?option=com\\_content&view=category&id=102&Itemid=507](http://nkrat.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=category&id=102&Itemid=507)
- [13] สำนักงานจังหวัดนครนายก (2564). รายงานบรรยายสรุปจังหวัดนครนายก ประจำปี 2564  
[http://www2.nakhonnayok.go.th/news\\_devpro1](http://www2.nakhonnayok.go.th/news_devpro1)
- [14] Stasolla M., Neyt X. (2018). An Operational Tool for the Automatic Detection and Removal of Border Noise in Sentinel-1 GRD Products. *Sensors*. Oct 14; 18(10):3454.
- [15] Preet L., Aniket P., Amit K. (2020). Google Earth Engine for concurrent flood monitoring in the lower basin of Indo-Gangetic-Brahmaputra plains, *Springer Natural Hazards*, 104:1947–1952  
<https://doi.org/10.1007/s11069-020-04233-z>
- [16] Otsu N. (1979). A threshold selection method from gray level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 9(1), 62–66.
- [17] Clement M.A., Kilsby C.G., Moore P. (2018). Multi-temporal synthetic aperture radar flood mapping using change detection: Multi-temporal SAR flood mapping using change detection. *J Flood Risk Manag.* Jun; 11(2):152–68.
- [18] Cao H., Zhang H., Wang C., Zhang B. (2019). Operational Flood Detection Using Sentinel-1 SAR Data over Large Areas. *Water*. Apr 16; 11(4):786.
- [19] Kokaly R.F., Rockwell B.W., Haire S.L., King T.V. (2007). Characterization of post-fire surface cover, soils, and burn severity at the Cerro Grande Fire, New Mexico, using hyperspectral and multispectral remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 106(3), pp.305-325.

- [20] Suresh B.K.V., Arijit R., Ridhika A. (2018). Mapping of Forest Fire Burned Severity using the Sentinel Datasets. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-5.
- [21] Parson A., Robichaud P.R., Lewis S.A., Napper C., Clark J.T. (2010). Field guide for mapping post-fire soil burn severity. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-243. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- [22] ส่วนควบคุมไฟฟ้า สำนักป้องกันปราบปราม และควบคุมไฟฟ้า (2021).  
<http://portal.dnp.go.th/Content/firednp?contentId=1570>
- [23] [16] สำนักงานจังหวัดนครนายก (2564). รายงานการฟื้นฟูพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้  
<http://ww2.nakhonnayok.go.th/frontpage>
- [24] Landis J., Koch G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data, *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- [25] GHSL (2020). Global Human Settlement Layers, Population Grid 1975-1990-2000-2015,  
<https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/>
- [26] NASA (2020). Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS),  
<https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataproduct/mod12.php>
- [27] United Nations (2020). UN-SPIDER website:  
<https://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity/in-detail/normalized-burn-ratio>
- [28] 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.