นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าด้วยภาพถ่ายดาวเทียม ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน

Forest Fire Risk Area Assessment Using Satellite Images in Doi Phu Kha National Park, Nan Province

ธำรงรัตน์ ธนภัคพลชัย[1] Thamrongrat Thanaphakphonchai[1]

ต่อลาภ คำโย[2*] Torlarp Kamyo[2*]

อิสรีย์ ฮาวปินใจ[3] Itsaree Howpinjai[3]

ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด[4] Thanyarat Chuesaard[4]

[1] สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 54140

[1] Department of Forest Management, Maejo University Phrae Campus, Rong Kwang District, Phrae Province, 54140

[2] สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 54140

[2] Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Rong Kwang District, Phrae Province, 54140

[3] สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 54140

[3] Department of Forest Industry Technology, Maejo University Phrae Campus, Rong Kwang District, Phrae Province, 54140

[4] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 54140

[4] Department of Basic Science, Maejo University Phrae Campus, Rong Kwang District, Phrae Province, 54140

*Corresponding author: E-mail: torlarp66@gmail.com

รับต้นฉบับ 7 มิถุนายน 2566 **รับแก้ไข** 12 กันยายน 2566 **รับลงพิมพ์** 4 ตุลาคม 2566

ABSTRACT

Forest fire risk areas were evaluated in Doi Phu Kha National Park, Nan Province using thermal infrared sensor (TIRS) data from the LANDSAT 8 satellite to estimate the land surface temperature (LST) along with forest profile data. Hotspot data were obtained from the VIIRS system to identify forest fires to determine the accuracy of the forest fire risk zone data during March 2017– March 2021. The results showed that hotspots with 23.45–31.01 °C surface temperatures represented 77.23% of the study area. The type of forest with the most hotspots was mixed deciduous forests (47.52%), with Mae Charim district having the greatest area with the risk of forest fire (16,889 ha). The type of forest with the highest risk of forest fire was mixed deciduous forests covering 34,333 ha (56.17%), followed by non-forest areas covering 26,249 ha (42.95%). This research identified the forest fire risk areas in Doi Phu Kha National Park, Nan Province which should assist with developing appropriate planning and management for forest fire prevention and control.

Keywords: Doi Phu Kha National Park; Hotspot; LANDSAT 8; Land surface temperature

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าด้วยภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน จากข้อมูลการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม Landsat 8 ระบบบันทึกข้อมูล The Thermal Infrared Sensor (TIRS) เพื่อประมวลผลค่าอุณภูมิพื้นผิว (land surface temperature; LST) ร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อใช้เป็นปัจจัยสำหรับการประเมินความเสี่ยงการเกิดไฟป่า และใช้ข้อมูลจุดความร้อนที่ได้จากระบบ VIIRS เป็นตัวแทนของไฟป่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาและใช้ทดสอบความถูกต้องของข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเดินไฟป่า ช่วงเดือนมีนาคม ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2564 พบว่า โดยพบการกระจายของจุดความร้อนมากที่สุดในบริเวณที่มีอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ในช่วง 23.45องศาเซลเซียส - 31.01 องศา ร้อยละ 77.23 ชนิดป่าที่พบจุดความร้อนมากที่สุด คือ ป่าเบญจพรรณ ร้อยละ 47.52 อำเภอที่มีพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าสูงมากที่สุด ได้แก่ อำเภอแม่จริม โดยมีพื้นที่ 16,889 เฮกตาร์ ลักษณะป่าที่มีพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าสูงที่สุด ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ 34,333 เฮกตาร์ (ร้อยละ 56.17) รองลงมาคือพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า จำนวน 26,249 เฮกตาร์ (ร้อยละ 42.95) ทำให้ได้ฐานข้อมูลที่สามารถกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผน เพื่อกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่าได้ในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จุดความร้อน ดาวเทียม Landsat 8 อุณหภูมิพื้นผิว

บทนำ

การเกิดไฟป่าเป็นภัยจากธรรมชาติที่พบได้ทุกปีในช่วงฤดูแล้งของประเทศในเขตร้อนและก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรป่าไม้เป็นวงกว้าง บางครั้งอาจส่งผลกระทบต่อเขตที่อยู่อาศัยของประชาชนในบริเวณใกล้เคียง การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการวางแผนงานในการเฝ้าระวังและเข้าระงับเหตุในกรณีที่เกิดไฟป่าขึ้น ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์ไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เซนเซอร์ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (thermal infrared sensor; TIRS) สามารถตรวจจับความร้อนที่เปล่งหรือแผ่ออกจากวัตถุบนพื้นผิวโลก เช่นเดียวกับดาวเทียม Suomi NPP ที่มีระบบ VIIRS ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นดาวเทียมด้วยความสามารถดังกล่าว ดาวเทียมจึงถูกนำมาใช้ตรวจจับความร้อนที่ผิดปกติในพื้นที่ป่าทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งของไฟป่าที่เกิดขึ้นได้

อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,065,000 ไร่ (170,400 เฮกตาร์) หรือ 1,704 ตารางกิโลเมตร ใน 8 อำเภอ ของพื้นที่จังหวัดน่าน ได้แก่ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอทุ่งช้าง อำเภอเชียงกลาง อำเภอบ่อเกลือ อำเภอปัว อำเภอท่าวังผา อำเภอสันติสุข และอำเภอแม่จริม โดยมีพื้นที่ป่าสมบูรณ์ คิดเป็น 84 % พื้นที่ทำกินของราษฎร ตามมาตรา 64 พระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2562 คิดเป็นร้อยละ 16 แสดงได้ดัง Figure 1 ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวได้รับผลกระทบจากไฟป่าต่อเนื่องทุกปี (Doi Phu Kha National Park, 2022) จึงควรมีการศึกษาและกำหนดพื้นที่เสี่ยงการเกิดไปป่าในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา เพื่อใช้บริหารจัดการไฟป่าอย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบบันทึกข้อมูล The Thermal Infrared Sensor (TIRS) มาประมวลผลอุณภูมิพื้นผิว (land surface temperature; LST) และร่วมกับข้อมูลลักษณะป่า เพื่อใช้เป็นปัจจัยสำหรับการประเมินความเสี่ยงการเกิดไฟป่า และใช้ข้อมูลจุดความร้อนที่ได้จากระบบ VIIRS ในระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2560 – 2564) เป็นตัวแทนของไฟป่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาและใช้ทดสอบความถูกต้องของข้อมูลพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า

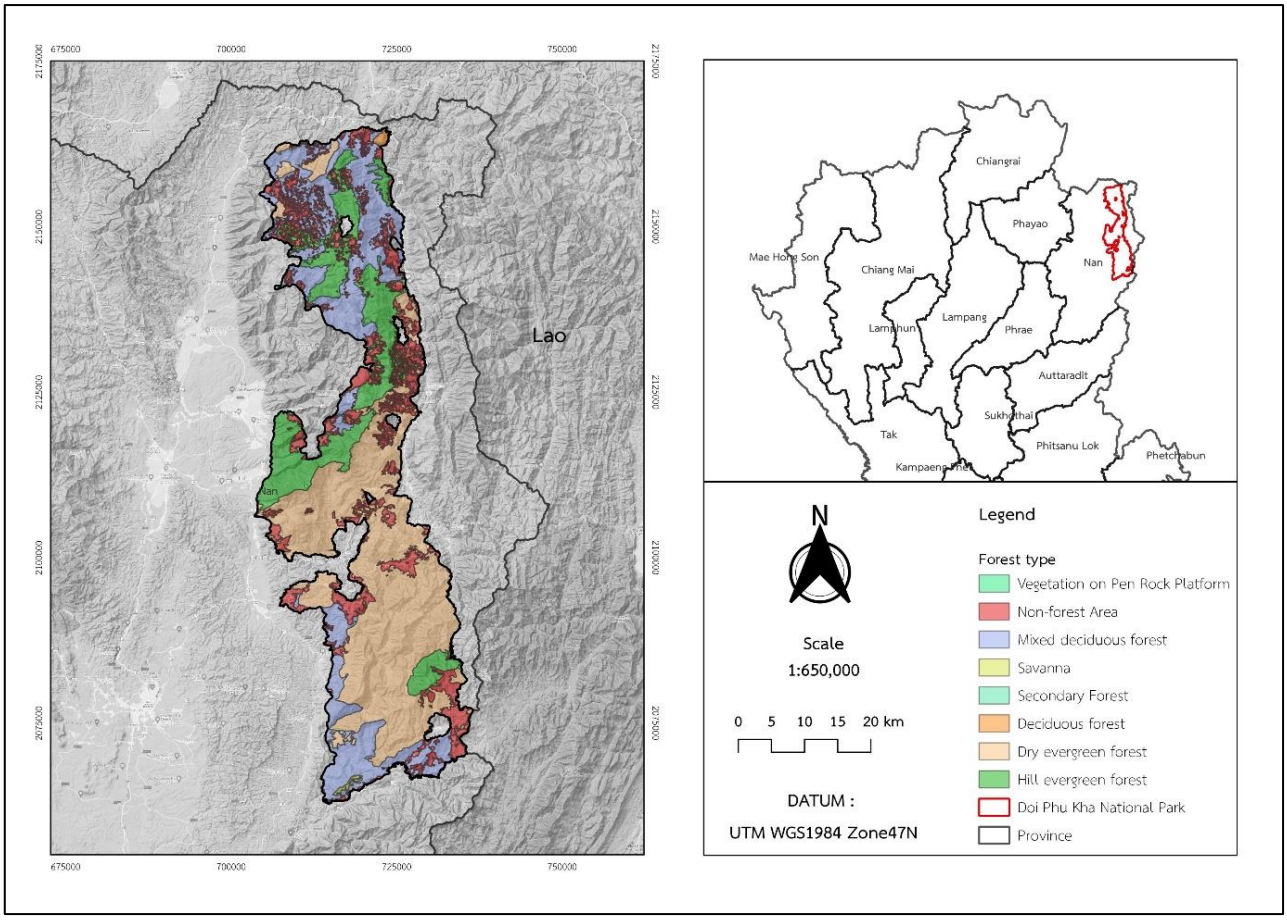

Figure 1 Doi Phu Kha National Park, Nan province.

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 8 บันทึกข้อมูลในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ ช่วงคลื่น Coastal aerosol (0.43-0.45 ไมโครเมตร) ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (0.45-0.51 ไมโครเมตร) ช่วงคลื่นสีเขียว (0.53-0.59 ไมโครเมตร) ช่วงคลื่นสีแดง (0.64-0.67 ไมโครเมตร) อินฟราเรดใกล้ (0.85-0.88 ไมโครเมตร) จำนวน 1 ช่วงคลื่น และอินฟราเรดคลื่นสั้น (1.57-1.65 ไมโครเมตร และ 2.11-2.29 ไมโครเมตร) จำนวน 2 ช่วงคลื่น ความละเอียดของจุดภาพ (pixel) 30 เมตร ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (thermal IR) จำนวน 2 ช่วงคลื่น ความละเอียด 100 เมตร และภาพขาวดำ (Panchromatic) ความละเอียด 15 เมตร (Peebkhunthod , 2017)

ทั้งนี้ดาวเทียม Landsat 8 ยังมีระบบการเก็บข้อมูลขนาด 16 บิต โคจรกลับมาถ่ายภาพซ้ำตำแหน่งเดิมทุก ๆ 16 วัน สำหรับการศึกษาครั้งนี้จะใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ความยาวคลื่น 10.60-11.19 ไมโครเมตร ช่วงคลื่นสายตามองเห็นสีแดง (red) ที่ความยาวคลื่น 0.64–0.67 ไมโครเมตร และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (near Infrared NIR) ที่ความยาวคลื่น 0.85–0.88 ไมโครเมตร แสดงดัง Table 1

Table 1 OLI and TIRS wavelength and resolution data for Landsat 8 imagery

Band	Landsat 8	
	Wavelength (μm)	Resolution (m)
1. Band 1 Coastal Aerosol	0.43–0.45	30
2. Band 2 Blue	0.45–0.51	30
3. Band 3 Green	0.53–0.59	30
4. Band 4 Red	0.64–0.67	30
5. Band 5 Near Infrared NIR	0.85–0.88	30
6. Band 6 SWIR 1	1.57–1.65	30
7. Band 7 SWIR 2	2.11–2.35	30
8. Band 8 Panchromatic	0.50–0.68	15
9. Band 9 Cirrus	1.36–1.38	30
10. Band 10 Thermal Infrared - TIRS 1	10.60–11.19	100
11. Band 11 Thermal Infrared - TIRS 2	11.50–12.51	100

การประมวลผลภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว

1) เตรียมข้อมูลภาพดาวเทียม (subset and mosaic image) ให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา

2) การประมาณค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น TOA spectral radiance (top of Atmosphere Reflectance: TOA) โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ระบบ TIRS แบนด์ 10-11 มาแปลงค่าจากตัวเลขดิจิตอล (digital number) เป็นค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น ด้วยสมการการคำนวณที่ (1) (Rosas *et al.,* 2017) และค่าคงที่ของพารามิเตอร์ดัง Table 2

$$L_{\lambda}=M_L \times Q_{cal}+A_L \quad (1)$$

โดยที่ L_{λ} = ค่า spectral radiance (m^2xsradxμm)

M_L = ค่าสัมประสิทธิ์ เพื่อคูนเข้าสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์ ได้จาก Metadata มีค่าเท่ากับ 0.0003342

Q_{cal} = ค่าการวัดและการนับจำนวนขนาดภาพ (digital number) คือ Thermal Infrared - TIRS 1

A_L = ค่าสัมประสิทธิ์เพื่อบวกเพิ่มสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้นได้จาก Metadata มีค่าเท่ากับ 0.1

3) การประมาณค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ (brightness temperature) จากค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น ด้วยสมการที่ (2) (Suresh *et al.,* 2016) และค่าคงที่ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ ดัง Table 2 ดังนี้

$$BT=\frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}}+1\right)}-273.15 \quad (2)$$

โดย BT = ค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่น โดยปกติแล้วจะมีหน่วยเป็นเคลวิน แต่เนื่องจากในสมการมีการแปลงหน่วยแล้ว จึงทำให้มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

L_{λ} = ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น มีหน่วยเป็น (Watts / (m^2* srad*μm)

K_1 = ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อนจากข้อมูลที่ให้มา มีค่าเท่ากับ 774.89

K_2 = ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อนจากข้อมูลที่ให้มา มีค่าเท่ากับ 1,321.08

Table 2 Metadata constants for Landsat 8 satellite data from bands 10–11 (thermal infrared bands).

Band	Radiance		K_1	K_2
	Mult_band	Add_band		
10	0.0003342	0.1	774.89	1,321.08
11	0.0003342	0.1	480.89	1,201.14

* Mult_band = Band specific multiplicative rescaling factor from the metadata

Add_band = Band specific additive rescaling factor from the metadata

K_1 = Degrees Kelville of the first period

K_2 = Degrees Kelville of the second period

4) การประมาณค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index: NDVI) ด้วยสมการการคำนวณที่ (3) (Rouse *et al.,* 1974) ดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR(Band\ 5) - R(Band\ 4)}{NIR(Band\ 5) + R(Band\ 4)} \quad (3)$$

โดย NDVI = ดัชนีพืชพรรณ

NIR = การสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (Band 5)

R = การสะท้อนในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นแสงสีแดง (Band 4)

5) การคำนวณค่าสัดส่วนของพืชพรรณ (P_v) ค่าสัดส่วนของการเปล่งรังสีพืชพรรณที่ปกคลุมดิน หาได้จากสมการที่ (4) (Rong-bo *et al.,* 2007) ซึ่งดัชนีพืชพรรณที่ใช้วัดความหนาแน่นของพืชพรรณ โดยใช้คลื่นการสะท้อนแสงของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และค่าสะท้อนแสงช่วงคลื่นสีแดง ซึ่งค่าความต่างต่างของพืชพรรณอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้ามีความหนาแน่นพืชพรรณมาก ค่าจะมากกว่า 0 แต่ถ้าค่าน้อยกว่า 0 จะมีความหนาแน่นของพืชพรรณน้อย

$$P_V = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}}\right)^2 \quad (4)$$

โดย $NDVI_{min}$ = ค่าต่ำสุดของดัชนีพืชพรรณ

$NDVI_{max}$ = ค่าสูงสุดของดัชนีพืชพรรณ

6) การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (emissivity) หาได้จากสมการที่ (5) (Pal and Ziaul, 2017)

$$\varepsilon = 0.004 \times P_V + 0.986 \quad (5)$$

โดย ε = ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (emissivity)

P_V = ค่าสัดส่วนของพืชพรรณ

7) การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวหาได้จากสมการที่ (6) (Suresh *et al.,* 2016)

$$LST = \frac{BT}{1 + w\left(\frac{BT}{\rho}\right) \times \ln(\varepsilon)} \quad (6)$$

โดย LST = อุณหภูมิพื้นผิว (ºC)

BT = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (ºC)

w = Wavelength of emitted radiance (11.5 μm)

ρ = h x C/S (1.438×10^{-2} mk)

เมื่อ h = Planck's Constant ($6.626 * 10^{-34}$ JS)

S = Boltzmann Constant ($1.38 * 10^{-23}$ J/K)

C = Velocity of Light ($2.998 * 10^{8}$ m/s)

จากนั้นแบ่งระดับชั้นของอุณหภูมิพื้นผิว โดยใช้ค่าพิสัย (range) ออกเป็น 5 ช่วง คำนวนโดยใช้สูตร

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{อุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด} - \text{อุณหภูมิพื้นผิวต่ำสุด}}{\text{จำนวนช่วง}}$$

จุดความร้อน (hotspot) ที่ตรวจพบ

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้อมูลจุดความร้อน ในระบบ VIIRS ที่ตรวจจับได้จากดาวเทียม Suomi NPP (ความละเอียดเชิงพื้นที่ 375 เมตร) ในช่วงที่ดาวเทียม Landsat 8 บันทึกภาพในเดือนมีนาคม ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564 (ระยะเวลา 5 ปี) ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน จากแหล่งข้อมูล

FIRMS Fire Information for Resource Management System (NASA, 2022) เพื่อใช้ระบุจุดที่เกิดไฟป่าในแต่ละช่วงอุณหภูมิพื้นผิวและในป่าแต่ละชนิด (Royal Forest Department, 2019)

พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

การจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าจากการซ้อนทับชั้นข้อมูลแผนที่ (overlay) ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวและชนิดของป่า โดยแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลแรสเตอร์ ใช้จุดภาพขนาด 100 x 100 เมตร ซึ่งในการซ้อนทับชั้นข้อมูลประเภทแรสเตอร์นั้นค่าในจุดภาพ หรือตารางกริดของแต่ละชั้นข้อมูลจะถูกรวมเข้าด้วยกัน (combine) โดยอาศัยตัวดำเนินการแบบเลขคณิต (arithmetic) หรือตรรกะแบบบูล (boolean) ในการสร้างค่าใหม่ให้แก่ชั้นข้อมูลแผนที่ผสม (composite map) เนื่องจากค่าข้อมูลที่ถูกแสดงในจุดภาพเป็นค่าตัวเลข ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชันพีชคณิตที่มีความซับซ้อนได้ เรียกลักษณะการใช้ฟังก์ชันพีชคณิตในการซ้อนทับนี้ว่าพีชคณิตสำหรับแผนที่ (Map algebra) (GISTDA, 2009)

ผลและวิจารณ์

อุณหภูมิพื้นผิวและการกระจายของจุดความร้อน

ผลประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เพื่อหาอุณหภูมิพื้นผิว (LST) บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน พบว่าในปี พ.ศ. 2560 มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด 40.39 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 8.29 องศาเซลเซียส ปี พ.ศ. 2561 มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด 36.04 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 12.74 องศาเซลเซียส ปี พ.ศ. 2562 มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด 46.16 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 13.79 องศาเซลเซียส ปี พ.ศ. 2563 มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด 45.97 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 9.07 องศาเซลเซียส และปี พ.ศ. 2564 มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด 35.16 องศาเซลเซียส ต่ำสุด 12.82 องศาเซลเซียส (Figure 2)

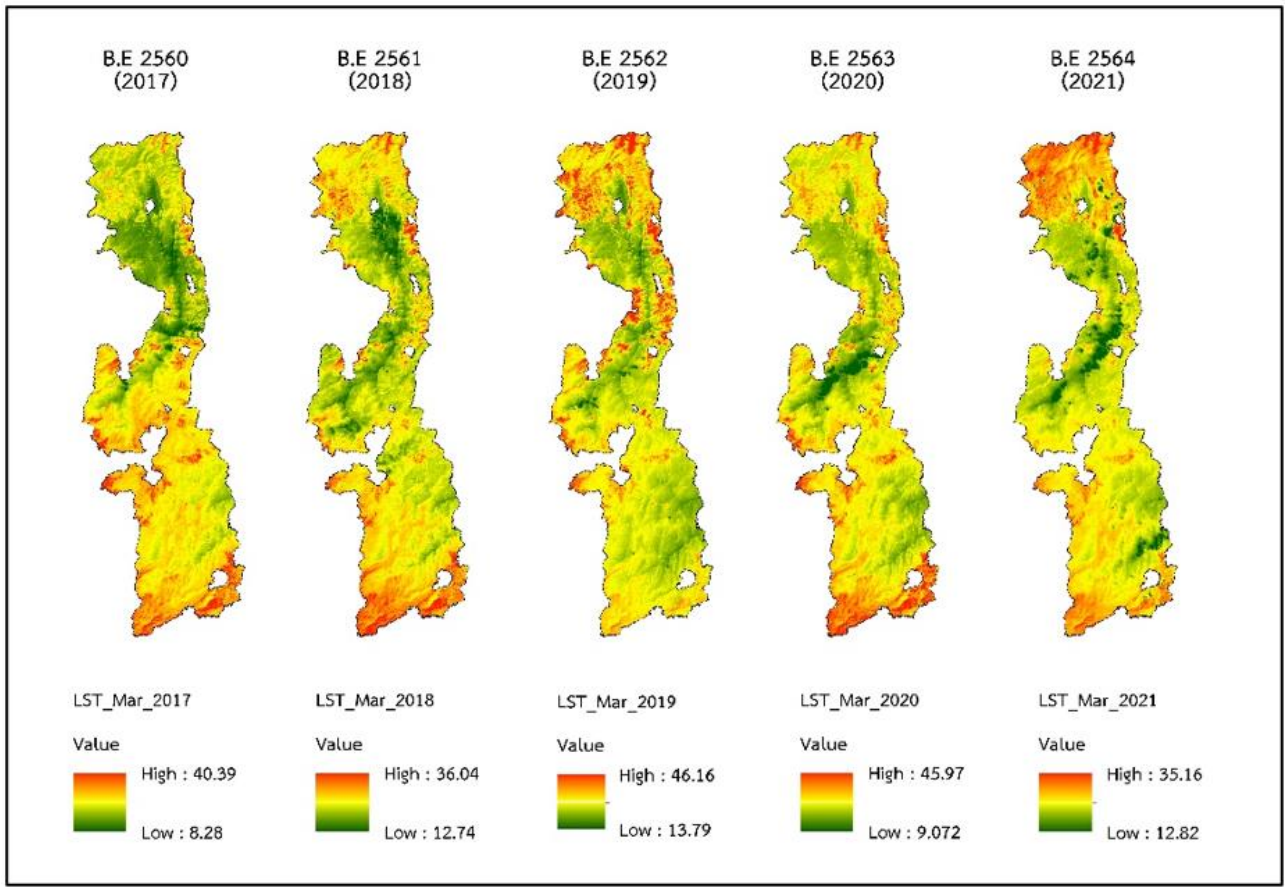

Figure 2 Land surface temperature (°C) by year

การกระจายของจุดความร้อนที่ตรวจพบโดยดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS มีจำนวนทั้งสิ้น 101 จุด แบ่งเป็นในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 17 จุด ปี พ.ศ. 2561 จำนวน 3 จุด ปี พ.ศ. 2562 จำนวน 38 จุด ปี พ.ศ. 2563 จำนวน 41 จุด และปี พ.ศ. 2561 จำนวน 2 จุด กำหนดช่วงชั้นของอุณหภูมิพื้นผิว (reclassify) จากค่าพิสัย (range) ออกเป็น 5 เกณฑ์อุณหภูมิช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 มีอุณหภูมิพื้นผิว 8.28-15.86 องศาเซลเซียส ช่วงที่ 2 มีอุณหภูมิพื้นผิว 15.87-23.44 องศาเซลเซียส ช่วงที่ 3 มีอุณหภูมิพื้นผิว 23.45-31.01 องศาเซลเซียส ช่วงที่ 4 มีอุณหภูมิพื้นผิว 31.02-35.16 องศาเซลเซียส และช่วงที่ 5 มีอุณหภูมิพื้นผิว 38.60-45.97 องศาเซลเซียส (Figure 3)

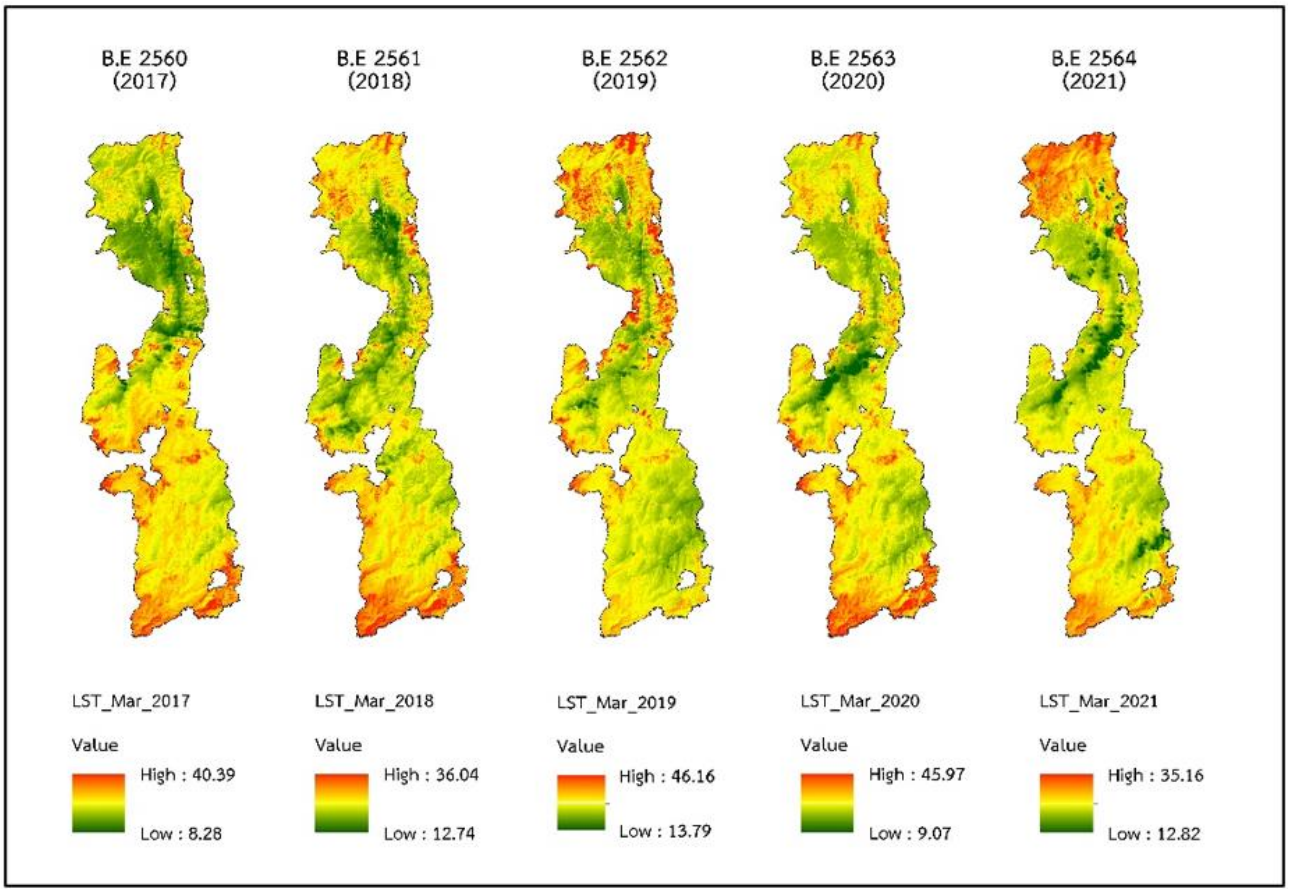

Figure 3 Distribution of hotspot by surface temperature class(℃) interval by year

อุณหภูมิพื้นผิวและจุดความร้อนในแต่ละลักษณะป่า

ปี พ.ศ. 2560 ตรวจพบเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 (23.45-31.01 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 852,263 ไร่ (136,362 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 80.03 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา รองลงมาคือ เกณฑ์อุณหภูมิที่ 2 (15.87-23.44 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 169,289 ไร่ (27,086 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 15.9 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา เกณฑ์อุณหภูมิที่ 4 (31.02-38.59 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 41,987 ไร่ (6,717 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 3.94 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา เกณฑ์อุณหภูมิที่ 1 (8.28-15.86 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 1,433 ไร่ (229 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.135 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา และเกณฑ์อุณหภูมิที่ 5 (38.60-40.39 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 28 ไร่ (5 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.003 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ซึ่งปีดังกล่าวตรวจพบจุดความร้อนทั้งหมด 17 จุด โดยเกิดขึ้นมากสุดบริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวในเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 บริเวณพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า จำนวน 4 จุด (ร้อยละ 23.52) รองลงมาคือ พื้นที่ไม่ใช่ป่า จำนวน 2 จุด (ร้อยละ 11.76) ตามลำดับ และพบจุดความร้อนมากสุดบริเวณพื้นที่ไม่ใช่ป่า ในช่วงที่ 4 ถึง 8 จุด (ร้อยละ 47.05) (Table 3)

Table 3 Area/hotspot by class interval for land surface temperature (2017) by year

Forest type	Area (ha) / Hot spot (2017)					Total (ha)
	1	2	3	4	5	
	8.28–15.86	15.87–23.44	23.45–31.01	31.02–38.59	38.60–40.39	
Hill Evergreen Forest	95	**(1 Hot)** 14,573	14,811	23	-	**29,502**
Dry Evergreen Forest	108	2,369	**(1 Hot)** 69,538	181	-	**72,198**
Mixed Deciduous Forest	-	7,985	**(4 Hot)** 30,793	**(1 Hot)** 1,185	-	**39,963**
Deciduous Forest	-	-	382	-	-	**382**
Savanna	-	-	26	261	-	**287**
Vegetation on Pen Rock Platform	-	5	13	-	-	**18**
Secondary Forest	-	30	8	-	-	**37**
Non-forest Area	26	2,124	**(2 Hot)** 20,791	**(8 Hot)** 5,067	5	**28,013**
Total (ha)	**229**	**27,086**	**136,362**	**6,717**	**5**	**170,400**

ปี 2561 ตรวจพบเกณฑ์อุณหภูมิที่ 2 (15.87-23.44 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 753,554 ไร่ (120,569 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 70.76 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา รองลงมาคือ เกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 (23.45-31.01 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 309,421 ไร่ (49,507 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 29.05 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา เกณฑ์อุณหภูมิที่ 4 (31.02-36.04 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 1,112 ไร่ (178 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.14 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา และเกณฑ์อุณหภูมิที่ 1 (8.28-15.86 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 913 ไร่ (146 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.08 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ซึ่งปีดังกล่าวตรวจพบจุดความร้อนทั้งหมด 3 จุด โดยเกิดขึ้นมากสุดบริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวในเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณและป่าดิบเขา ร้อยละ 50 (Table 4)

Table 4 Area/hotspot by class interval for land surface temperature (2018) by year

Forest type	Area (ha) / Hot spot (2018)					Total (ha)
	1	2	3	4	5	
	8.28–15.86	15.87–23.44	23.45–31.01	31.02–38.59	38.60–40.39	
Hill Evergreen Forest	67	**(1 Hot)** 28,074	**(1 Hot)** 1,361	-	-	**29,502**
Dry Evergreen Forest	2	59,937	12,259	-	-	**72,198**
Mixed Deciduous Forest	49	21,384	**(1 Hot)** 18,523	7	-	**39,963**
Deciduous Forest	-	113	269	-	-	**382**
Savanna	-	-	237	50	-	**287**
Vegetation on Pen Rock Platform	-	37	-	-	-	**37**
Secondary Forest	-	16	2	-	-	**18**
Non-forest Area	28	11,008	16,857	121	-	**28,013**
Total (ha)	**146**	**120,569**	**49,508**	**178**	**-**	**170,400**

ปี 2562 ตรวจพบเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 (23.45-31.01 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 770,438 ไร่ (123,270 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 73.34 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา รองลงมาคือ เกณฑ์อุณหภูมิที่ 2 (15.87–23.44 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 258,809 ไร่ (41,410 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 23.3 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา เกณฑ์อุณหภูมิที่ 4 (31.02-38.59 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 33,455 ไร่ (5,353 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 3.14 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติ

ดอยภูคา เกณฑ์อุณหภูมิที่ 5 (38.60-46.16 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 1,956 ไร่ (313 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.18 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา และเกณฑ์อุณหภูมิที่ 1 (13.79-15.86 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 341 ไร่ (55 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.03 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ซึ่งปีดังกล่าวตรวจพบจุดความร้อนทั้งหมด 38 จุด โดยเกิดขึ้นมากสุดบริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวในเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณ จำนวน 19 จุด (ร้อยละ 50) รองลงมาคือ ป่าดิบเขา จำนวน 8 จุด (ร้อยละ 21.05) ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Area/hotspot by class interval for land surface temperature (2019) by year

Forest type	Area (ha) / Hot spot (2019)					Total (ha)
	1	2	3	4	5	
	8.28–15.86	15.87–23.44	23.45–31.01	31.02–38.59	38.60–40.39	
Hill Evergreen Forest	13	16,941	**(8 Hot)** 12,391	155	1	**29,502**
Dry Evergreen Forest	37	**(1 Hot)** 17,646	**(4 Hot)** 54,453	61	-	**72,198**
Mixed Deciduous Forest	-	**(1 Hot)** 5,702	**(19 Hot)** 33,489	**(1 Hot)** 761	11	**39,963**
Deciduous Forest	-	-	**(2 Hot)** 368	14	-	**382**
Savanna	-	-	287	-	-	**287**
Vegetation on Pen Rock Platform	-	24	13	-	-	**37**
Secondary Forest	-	1	17	-	-	**18**
Non-forest Area	4	1,096	**(2 Hot)** 22,252	4,361	301	**28,013**
Total (ha)	**54**	**41,410**	**123,270**	**5,352**	**313**	**170,400**

ปี พ.ศ. 2563 ตรวจพบเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 (23.45-31.01 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 890,152 ไร่ (142,424 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 83.58 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา รองลงมาคือ เกณฑ์อุณหภูมิที่ 2 (15.87-23.44 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 113,970 ไร่ (18,235 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 10.7 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา เกณฑ์อุณหภูมิที่ 4 (31.02-38.59 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 52,912 ไร่ (8,466 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 4.97 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา เกณฑ์อุณหภูมิที่ 1 (9.07-15.86 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 7,517 ไร่ (1,203 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.7 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา และเกณฑ์อุณหภูมิที่ 5 (38.60-45.97 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 449 ไร่ (72 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.042 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ซึ่งปีดังกล่าวตรวจพบจุดความร้อนทั้งหมด 41 จุด โดยเกิดขึ้นมากสุดบริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวในเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณ จำนวน 18 จุด (ร้อยละ 43.9) รองลงมาคือ ป่าดิบแล้ง จำนวน 6 จุด (ร้อยละ 14.63) (Table 6)

Table 6 Area/hotspot by class interval for land surface temperature (2020) by year

Forest type	Area (ha) / Hot spot (2020)					Total (ha)
	1	2	3	4	5	
	8.28–15.86	15.87–23.44	23.45–31.01	31.02–38.59	38.60–40.39	
Hill Evergreen Forest	355	11,282	**(4 Hot)** 17,838	27	-	**29,502**
Dry Evergreen Forest	731	5,202	**(6 Hot)** 66,112	153	-	**72,198**
Mixed Deciduous Forest	-	1,392	**(18 Hot)** 35,671	**(3 Hot)** 2,895	5	**39,963**
Deciduous Forest	-	-	382	-	-	**382**
Savanna	-	-	8	279	-	**287**
Vegetation on Pen Rock Platform	-	4	34	-	-	**37**
Secondary Forest	-	-	18	-	-	**18**
Non-forest Area	116	355	**(4 Hot)** 22,362	**(5 Hot)** 5,113	**(1 Hot)** 67	**28,013**
Total (ha)	**1,202**	**18,235**	**142,425**	**8,467**	**72**	**170,400**

ในปี 2564 ตรวจพบเกณฑ์อุณหภูมิที่ 2 (15.87-23.44 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 566,195 ไร่ (90,591 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 53.16) ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา รองลงมาคือ เกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 (23.45-31.01 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 486,124 ไร่ (77,780 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 45.65) ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา เกณฑ์อุณหภูมิที่ 1 (12.82-15.86 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 10,817 ไร่ (1,731 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 1.02 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา และเกณฑ์อุณหภูมิที่ 4 (31.02-35.16 องศาเซลเซียส) ครอบคลุมพื้นที่ 1,864 ไร่ (298 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.17 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ซึ่งปีดังกล่าวตรวจพบจุดความร้อนทั้งหมด 2 จุด โดยเกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวในเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณ จำนวน 2 จุด (ร้อยละ 100) (Table 7)

Table 7 Area/hotspot by class interval for land surface temperature (2021) by year.

Forest type	Area (ha) / Hot spot (2021)					Total (ha)
	1	2	3	4	5	
	8.28–15.86	15.87–23.44	23.45–31.01	31.02–38.59	38.60–40.39	
Hill Evergreen Forest	494	24,609	4,398	1	-	**29,502**
Dry Evergreen Forest	677	46,903	**(2 Hot)** 24,618	-	-	**72,198**
Mixed Deciduous Forests	243	11,655	28,051	15	-	**39,963**
Deciduous Forest	-	-	382	-	-	**382**
Savanna	-	-	287	-	-	**287**
Vegetation on Pen Rock Platform	29	8	-	-	-	**37**
Secondary Forest	-	4	14	-	-	**18**
Non-forest Area	289	7413	20,030	282	-	**28,013**
Total (ha)	**1,732**	**90,592**	**77,780**	**298**	**-**	**170,400**

พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564 มีการกระจายของจุดความร้อนมากที่สุดในเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 (23.45-31.01 องศาเซลเซียส) ถึงร้อยละ 77.23 รองลงมาคือ เกณฑ์อุณหภูมิที่ 4 ร้อยละ 17.82 เกณฑ์อุณหภูมิที่ 2 ร้อยละ 3.96 และเกณฑ์อุณหภูมิที่ 5 ร้อยละ 0.99 ตามลำดับ โดยชนิดป่าที่พบจุดความร้อนมากที่สุด คือ ป่าเบญจพรรณ พบมากถึงร้อยละ 47.52 รองลงมาคือ พื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า ร้อยละ 21.78 ป่าดิบเขา ร้อยละ 14.85 ป่าดิบแล้ง ร้อยละ 13.86 และป่าเต็งรัง ร้อยละ 1.98 ตามลำดับ การจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ด้วยค่าอุณหภูมิพื้นผิวและชนิดของป่าที่พบจุดความร้อน โดยแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ให้อยู่ในรูปของชั้นข้อมูลเชิงกริด โดยใช้ Spatial analyst tools และการซ้อนทับชั้นข้อมูลแผนที่ (overlay) ซึ่งกำหนดให้อุณหภูมิพื้นผิวและชนิดของป่าที่พบจุดความร้อนมีค่าถ่วงน้ำหนัก (Table 8)

Table 8 Weighting of land surface temperature and forest type

Land surface temperature		Forest	
Temperature range	Weight	Forest type	Weight
Range 3 (23.45–31.01°C)	5	Mixed Deciduous Forests	5
Range 4 (31.02–38.59°C)	4	Non-Forest Area	4
Range 2 (15.87–23.44°C)	3	Hill Evergreen Forest	3
Range 5 (38.60–40.39°C)	2	Dry Evergreen Forest	2
Range 1 (8.28–15.86°C)	1	Deciduous forest, Secondary Forest, Vegetation on Pen Rock Platform and Savanna	1

การซ้อนทับชั้นข้อมูลแผนที่แยกเป็น 5 ปี (พ.ศ. 2560-2564) และ Reclassify เพื่อจำแนกระดับชั้นข้อมูลเชิงกริดใหม่ แล้วทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลแผนที่ทั้ง 5 ปีอีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าโดยใช้วิธีการ Raster Calculate ทำการ Reclassify ผลการซ้อนทับชั้นข้อมูลแผนที่ทั้ง 5 ปี แบ่งข้อมูลออกเป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด พื้นที่เสี่ยงมาก พื้นที่เสี่ยงปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ

ลักษณะป่าที่มีพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า ในเดือนมีนาคมมากที่สุด ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ จำนวน 214,583 ไร่ (34,333 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 56.21 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา รองลงมาคือ พื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า จำนวน 164,056 ไร่ (26,249 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 42.98 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ป่าดิบแล้ง จำนวน 1,632 ไร่ (261 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.42 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ป่าดิบเขา จำนวน 1,344 ไร่ (215 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.35 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ป่าทุ่งหญ้า จำนวน 49 ไร่ (7.8 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.013 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา และป่าอื่น ๆ จำนวน 24 ไร่ (3.9 เฮกตาร์) หรือร้อยละ 0.01 ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา

อำเภอที่มีพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า ในช่วงเดือนมีนาคมมากที่สุด ได้แก่ อำเภอแม่จริม จำนวน 16,889 เฮกตาร์ รองลงมาคือ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จำนวน 13,474 เฮกตาร์ อำเภอทุ่งช้าง 11,240 เฮกตาร์ อำเภอปัว จำนวน 7,608 เฮกตาร์ อำเภอบ่อเกลือ จำนวน 7,280 เฮกตาร์ อำเภอสันติสุข จำนวน 4,431 เฮกตาร์ และอำเภอเชียงกลาง จำนวน 195 เฮกตาร์ ตามลำดับ ส่วนอำเภอท่าวังผาไม่พบพื้นที่เสี่ยงสูงมาก

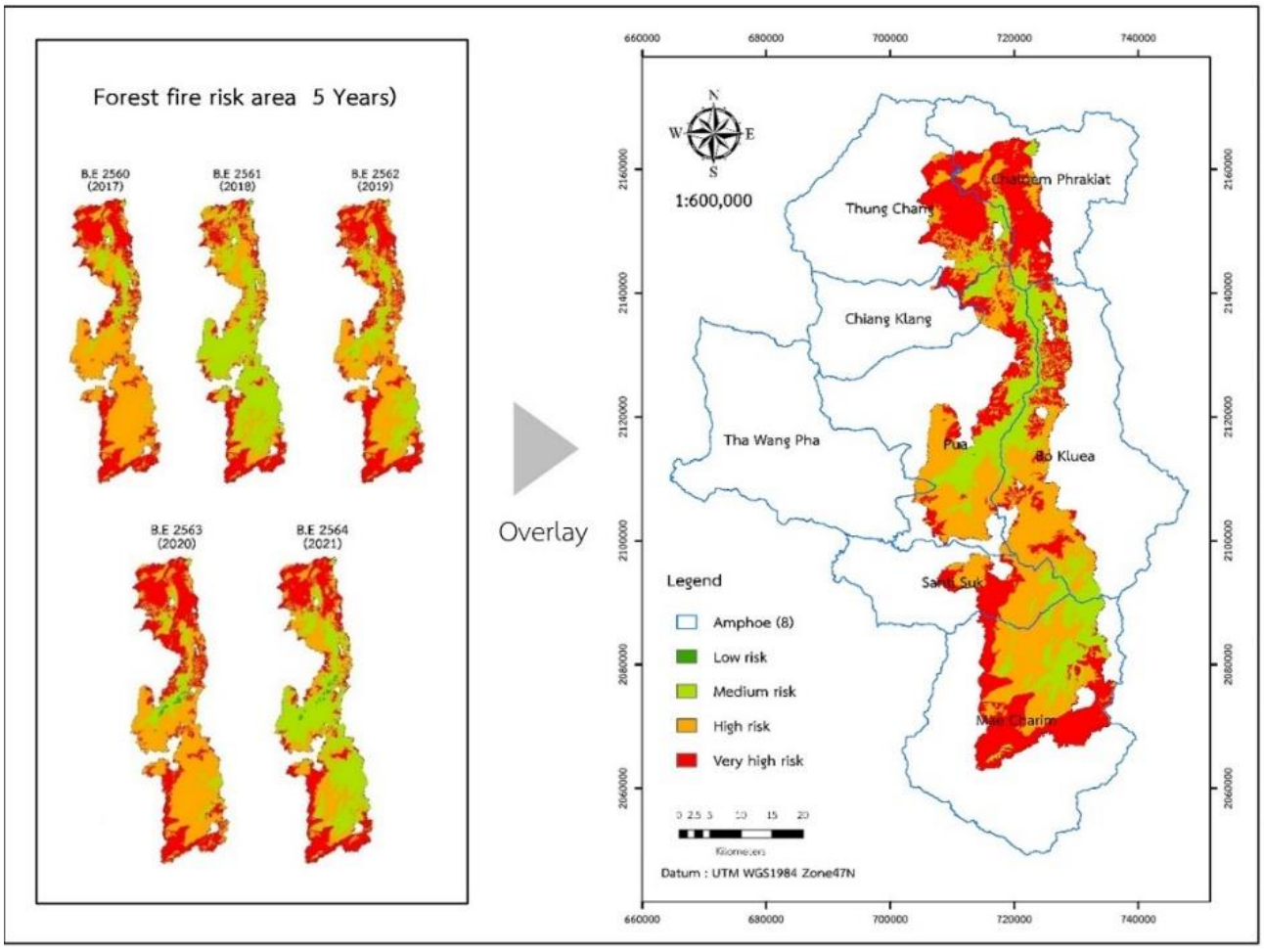

Figure 4 Forest fire risk area in Doi Phu Kha National Park by overlay 5 years

Table 9 Validation of accuracy of hotspots

Year	Hotspot (%)			
	Very high risk	High risk	Medium risk	Low risk
2017	88.24	5.88	5.88	0
2018	66.67	33.33	0	0
2019	60.53	34.21	5.26	0
2020	65.85	29.27	4.88	0
2021	0	100	0	0
Average	**56.26**	**40.54**	**3.2**	**0**

การตรวจสอบการประเมินพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่าด้วยภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน โดยใช้ปัจจัยอุณหภูมิพื้นผิวและลักษณะของป่าซึ่งเป็นปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่า ด้วยจุดความร้อนที่ตรวจพบจากการสำรวจระยะไกลของดาวเทียม Suomi NPP ระบบ VIIRS มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องที่จะเกิดไฟป่าในพื้นที่เสี่ยงสูงมาก ร้อยละ 56.26 และ ในพื้นที่เสี่ยงสูง ร้อยละ 40.54 และในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำไม่พบการปรากฏของจุดความร้อน

การศึกษาครั้งนี้พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวบริเวณจุดความร้อนที่ตรวจพบ จำนวน 101 จุดนั้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.02 องศาเซลเซียส ทั้งนี้บริเวณที่พบจุดความร้อนจากการสำรวจด้วยระบบ VIIRS ซึ่งมีความละเอียดจุดภาพที่ 375 เมตร (ครอบคลุมพื้นที่ 87.89 ไร่) อาจเป็นบริเวณที่ไฟป่าดับลงหรือลุกลามไปพื้นที่ใกล้เคียงแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย VIIRS 3.74 μm Shortwave IR Band (Dierking and Delamere, 2021) ซึ่งอธิบายถึงอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณที่ตรวจพบจุดความร้อนจากเซ็นเซอร์ VIIRS ในความช่วงคลื่นสั้นความถี่ 3.74 ไมโครเมตร บนดาวเทียม Suomi NPP ออกเป็น 5 ช่วง ได้แก่ 1) พื้นที่ที่กำลังลุกลามรุนแรง (หัวไฟ) มีอุณหภูมิพื้นที่ผิวประมาณ 80-95 องศาเซลเซียส 2) พื้นที่ที่กำลังลุกไหม้ (ปีกไฟ) มีอุณหภูมิพื้นที่ผิวประมาณ 50-65 องศาเซลเซียส 3) พื้นที่ที่ไฟลุกไม้ไม่รุนแรง (หางไฟ) มีอุณหภูมิพื้นที่ผิวระหว่าง 35-40 องศาเซลเซียส และ 4) พื้นที่หลังการเผาไหม้ มีอุณหภูมิพื้นที่ผิวประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส, และพื้นที่ที่เย็นผิดปกติ (เกิดบริเวณใจกลางของไฟเนื่องจากความอิ่มตัวของเซ็นเซอร์) มีอุณหภูมิพื้นที่ผิวประมาณ 47 องศาเซลเซียส ดังนั้น อุณหภูมิพื้นผิว 27.02 องศาเซลเซียส จึงอยู่ในช่วงอุณหภูมิของพื้นที่หลังการเผาไหม้

สรุป

ผลการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน จากการประมวลผลภาพดาวเทียม Landsat 8 ช่วงเดือนมีนาคม ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564 พบการกระจายของจุดความร้อนมากที่สุดในเกณฑ์อุณหภูมิที่ 3 มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดที่ 31.01 องศาเซลเซียส และต่ำสุดที่ 23.45 องศาเซลเซียส ร้อยละ 77.23 ชนิดป่าที่พบจุดความร้อนมากที่สุด คือป่าเบญจพรรณ ร้อยละ 47.52 รองลงมาคือพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่า (เกษตรกรรม) ร้อยละ 21.78 และอำเภอที่มีพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า ในช่วงเดือนมีนาคม มากที่สุด ได้แก่ อำเภอแม่จริม จำนวน 16,889 เฮกตาร์ รองลงมาคือ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จำนวน 13,474 เฮกตาร์ และการตรวจสอบการประเมินพื้นที่เสี่ยงการเกิดไฟป่า ด้วยจุดความร้อนที่ตรวจพบมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องที่จะเกิดไฟป่าในพื้นที่เสี่ยงสูงมาก ร้อยละ 56.26 และ ในพื้นที่เสี่ยงสูง ร้อยละ 40.54 และในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำไม่พบการปรากฏของจุดความร้อน

จากผลการศึกษาทำให้สามารถกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผน เพื่อกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาไฟป่า โดยเฉพาะช่วงฤดูแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังมีการผลัดใบและอยู่ในช่วงที่ราษฎรแผ้วถางเพื่อเตรียมพื้นที่เกษตรกรรม ควรมีการจัดการกับเชื้อเพลิง เช่น การชิงเผาภายใต้สภาวะที่เหมาะสม การทำแนวกันไฟ จัดให้มีการลาดตระเวนในบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟสูง เพื่อช่วยกันระมัดระวังและป้องกันการเกิดไฟป่าที่จะเกิดต่อไป

คำนิยม

งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้เพราะได้รับความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช อาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกเรื่องอุปกรณ์อาคารสถานที่ตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัยจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

REFERENCES

Dierking, C., Delamere, J. 2021. **VIIRS 3.74 µm shortwave IR band.** https://gina.alaska.edu/wpcontent/uploads/2021/07/VIIRS_3_74um_FireDetection_Quick_Guide.pdf, 30 November 2021.

Doi Phu Kha National Park. 2022. **Doi Phu Kha National Park Management Plan.** Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. Thailand. (in Thai)

Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization) (GISTDA). 2009. **Space Technology and Geo-Informatics.** Bangkok, Thailand. (in Thai)

NASA. 2022. **FIRMS Fire Information for Resource Management System.** https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/, 15 September 2022.

Pal, S., Ziaul, Sk. 2017. Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences,** 20: 125-145.

Peebkhunthod, U. 2017. **Application of Landsat Data for Detecting Land Surface Temperature in Mueang Maha Sarakham District, Maha Sarakham Province.** M.E. Thesis, Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand. (in Thai)

Rong-bo, X., Zhi-yun, O., Hua, Z., Wei-feng, L., Erich W, S., Xiao-ke, W. 2007. Spatial pattern of impervious surfaces and their impacts on land surface temperature in Beijing, China. **Journal of Environmental Sciences,** 19 (2): 250–256.

Rosas, J., Houborg, R., McCabe, M.F. 2017. Sensitivity of Landsat 8 surface temperature estimates to atmospheric profile data: a study using MODTRAN in dryland irrigated systems. **Remote Sensing,** 9 (10): 988.

Rouse, J.R., Hass, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W. 1974. **Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS.** Paper A 20. RS Center, Texas A & M University, College Station, Texas. Accessed Via: NASA Technical Report Server, USA.

Royal Forest Department. 2019. **Forest Area Data in Thailand Year 2017-2018.** https://www.forest.go.th/ land/wp-content/uploads/sites/2 9 / 2019/03/final-report-2561.pdf, 15 March 2022.

Suresh, S., Ajay, S.V., Mani, K. 2016. Estimation of land surface temperature of high range mountain landscape of Devikulam taluk using Landsat 8 data. **International Journal of Research in Engineering and Technology,** 5(1): 92–96.