

การใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงไฟป่าในเขตพื้นที่ป่าโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
และพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดนครนายก

The Application of Remote Sensing and GIS in Area Assessment of
Forest Fire Hazard for Chulachomklao Royal Military Academy,
Nakhon Nayok Province and Its Vicinity

ร้อยเอกหญิง ปาริฉัตต์ สุขศรี^{1*}

Captain Parichat Sooksri^{1*}

รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล²

Associate Professor Dr. Sirima Panyametheekul²

พันเอกหญิง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตยาภรณ์ เจริญผล³

Colonel Assistant Professor Dr. Krittayaporn Charoenpol³

รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์²

Associate Professor Dr. Pichaya Rachdawong²

ดร.กัมปนาท ดีอุดมจันทร์⁴

Dr. Kampanat Deedomchan⁴

^{1*}นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการป้องกันประเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย

^{1*}Master student, Department of Defense Engineering and Technology,
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

²ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย

²Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering,
Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

³กองวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ส่วนการศึกษา

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า นครนายก 26001 ประเทศไทย

³Department of Environmental Science, Academic Division,
Chulachomklao Royal Military Academy, Nakhon Nayok, 26001, Thailand

⁴สำนักภูมิสารสนเทศ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรุงเทพมหานคร 10210 ประเทศไทย

⁴Geo-Informatics Office, Geo-Informatics and Space Technology Development Agency
(Public Organization), Ministry of Science and Technology, Bangkok 10210, Thailand

*Corresponding Author. E-mail : parichat.So@crma.ac.th

(Received: May 2, 2024, Revised: July 2, 2024, Accepted: July 3, 2024)

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยจากไฟฟ้าและถอดบทเรียนกรณีศึกษาการเกิดไฟฟ้าในเขตพื้นที่โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าและพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดนครนายก ซึ่งวิธีการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยจากไฟฟ้าได้ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 บันทึกข้อมูลภาพปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566 และนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index: NDVI) และค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land surface temperature: LST) นอกจากนี้ยังใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 บันทึกข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566 มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีการเผาไหม้ (Difference Normalized Burn Ratio: dNBR) เพื่อหาพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้โดยใช้โปรแกรม SNAP โดยทั้งนี้การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้านั้นนำไปจัดจำแนกต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดชัน ทิศด้านลาด ชนิดป่า ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากตำแหน่งหมู่บ้าน ระยะห่างจากพื้นที่เกษตรกรรม ค่าดัชนี NDVI และ ค่า LST

พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษาได้กำหนดค่าคะแนนความสามารถของปัจจัยแต่ละตัว (Rating value) โดยใช้ในการคำนวณเปอร์เซ็นต์ CV (Coincided Value) ช่วยในการพิจารณา ส่วนค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญระหว่างปัจจัย (Weight Score) ได้จากการให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญและนำมาคำนวณด้วยวิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยจากไฟฟ้าสามารถจำแนกได้ 4 ชั้น คือ พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด พื้นที่เสี่ยงมาก พื้นที่เสี่ยงปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงน้อย คิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 30,982.19 ไร่ (17.98%), 34,307.94 ไร่ (19.90%), 103,087.69 ไร่ (59.81%) และ 3,977.44 ไร่ (2.31%) ตามลำดับ โดยพื้นที่เสี่ยงมากที่สุดส่วนใหญ่อยู่ในตำบลพรหมณี อำเภอเมือง

ในส่วนผลการถอดบทเรียนไฟฟ้าพบว่า ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากฝีมือมนุษย์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงจากไฟฟ้าในด้านปัจจัยระยะห่างจากพื้นที่เกษตรกรรม ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ที่มีคะแนนความสำคัญมากที่สุด และรองลงมาคือปัจจัยระยะห่างจากหมู่บ้าน ล้วนเป็นปัจจัยที่แสดงถึงความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่และกิจกรรมที่อาจส่งผลต่อการเกิดไฟฟ้า การจัดการปัญหาไฟฟ้าควรเริ่มตั้งแต่การเฝ้าระวัง การบริหารจัดการ เชื้อเพลิงก่อนถึงฤดูไฟฟ้า การทำแนวกันไฟเพิ่มในพื้นที่เสี่ยง การรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาไฟฟ้า การเตรียมความพร้อมบุคลากรโดยจัดอบรมและฝึกซ้อมดับไฟฟ้า การป้องกัน เฝ้าระวัง ลาดตระเวน และเพิ่มจุดตรวจ ช่วยลดการลักลอบการจุดไฟได้ ขอรับการสนับสนุนงบประมาณเพิ่มในเรื่องอุปกรณ์ดับไฟฟ้า ควรเพิ่มโทษทางกฎหมายต่อผู้กระทำความผิด สิ่งสำคัญที่สุดคือการสนธิกำลังและบูรณาการความร่วมมือกันของทุกภาคส่วนทั้งหน่วยงานของรัฐและชาวบ้าน

คำสำคัญ: ไฟฟ้า พื้นที่เสี่ยงไฟฟ้า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การสำรวจระยะไกล

Abstract: This thesis aims to evaluate forest fire risk areas learned from a wildfire case study in the vicinity of Chulachomklao Royal Military Academy (CRMA) and nearby areas in Nakhon Nayok Province. The study employed techniques from Remote Sensing and GIS to process SENTINEL-2 satellite imagery from 2016, 2020, and 2023 to analyze the Normalized Difference vegetation index (NDVI) and Land surface temperature (LST). The images from Sentinel-2 satellite recorded in 2016, 2020 and 2023 were used to calculate the Difference Normalized Burn Ratio (DNBR) to look for the burned areas by using the SNAP program. The analysis of risk wildfire was considered by different factors to help with the GIS are elevation, slopes, aspect, forest type, distances from the roads, distances from districts, distances from agricultural areas, NDVI, and LST.

The forest fire risk areas determine rating value by using Coincided Value (CD) in order to require Weight Score by experts by using Analytic Hierarchy Process (AHP). As a result, the forest fire risk areas were divided into 4 levels: highest risk, high risk, moderate risk and low risk, calculated into the areas 4,957.15 ha. (17.98%), 5,489.3 ha. (19.90%), 16,494.0 ha. (59.81%), and 636.4 ha. (2.31%) accordingly. The highest risk area is in Prommani, Ampher Muang. As a result of the wildfire study, we found out that it is caused by human activities. Aligned with the results of factor testing used to analyze areas at risk of wildfires, the factors of distance from agricultural areas and proximity to transportation routes ranked highest in importance. Following these, factors such as distance from villages consistently indicated accessibility to areas and activities that could affect wildfire occurrence. The wildfire management should implement the following precautions: 1) fuel management before wildfire season 2) increase fire lines in forest fire risk areas 3) having campaigns illustrating wildfire problems 4) personnel training seminars 5) practicing putting out wildfire 6) prevention: precautions and patrols 7) adding check points to reduce fire ignition 8) requesting more budgets re the fire extinguisher equipment 9) stricter laws for lawbreakers and 10) most importantly involving and collaborating with all stakeholders including governmental agencies and local communities.

Keywords: Forest Fire, Forest Fire Rick Area, Geographic Information System, Remote sensing

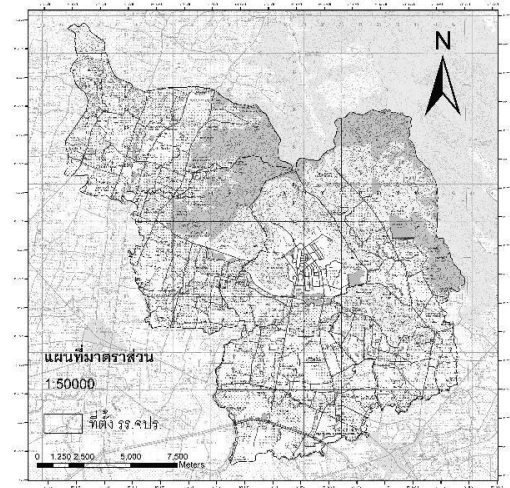
1. บทนำ

ปัจจุบันไฟป่าเป็นปัญหาหนึ่งที่รุนแรงมากขึ้นตามสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวน ร่วมกับปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์ซึ่งไฟป่าก่อให้เกิดผลกระทบมากมายหลายด้าน เช่น ความเสียหายต่อทรัพยากรธรรมชาติทั้งป่าไม้ ดิน น้ำ สัตว์ป่า และในระยะยาวอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตทั้งทางด้านสุขภาพ หรือแม้แต่ความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจ [1]

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า (รร.จปร.) เป็นสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาทางทหาร ตั้งอยู่ในจังหวัดนครนายก มีเนื้อที่ประมาณ 21,000 ไร่ (33.60 ตร.กม.) โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาและพื้นที่ป่าไม้ ประกอบด้วย เขาชะโงก เขาแหลม เขาคอก และเขาชะพลู นอกจากนี้ ยังอยู่ติดกับพื้นที่ป่าไม้ภูเขาอื่น ๆ ได้แก่ เขาฝาละมี และเขาตะแบก และยังอยู่ติดเขตพื้นที่ป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ หากย้อนกลับไปในเมื่อปี พ.ศ. 2559 ถึง พ.ศ. 2566 เป็นเวลา 8 ปี ได้เกิดสถานการณ์ไฟป่าขึ้นบริเวณแนวเขาดังกล่าว จำนวน 4 ครั้งในปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566 [2] ซึ่งพื้นที่ป่านั้นยังมีขอบเขตที่ติดต่อกับส่วนราชการทางทหารอีก 2 ส่วน คือ โรงเรียนทหารการสัตว์ กรมการสัตว์ทหารบก และโรงเรียนเตรียมทหาร จึงมีการระดมสรรพกำลังเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง กำลังทหาร รวมถึงหน่วยงานต่าง ๆ เข้ามาสกัดกั้นไฟไม่ให้ไฟลามเข้าไปยังพื้นที่สำคัญ

จากสถานการณ์ไฟป่าที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันนำมาสู่การวิจัยครั้งนี้ เพื่อเป็นการถอดบทเรียน และเพื่อเป็นการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าบริเวณโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าและพื้นที่ใกล้เคียง โดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เพื่อจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากไฟป่า อันเป็นข้อมูลที่สำคัญที่ใช้ในการเตรียมการเป็นแนวทางการวางแผนการบริหารของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการป้องกันการเกิดไฟป่า ทำให้สามารถควบคุม บริหารจัดการไฟป่าได้ ส่งผลให้

สามารถคุ้มครองพื้นที่ป่าให้ยังคงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ และลดพื้นที่ป่าที่ถูกทำลาย



ภาพที่ 1 แผนที่ภูมิประเทศ แสดงพื้นที่ศึกษา

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อถอดบทเรียนกรณีศึกษาการเกิดไฟป่าในเขตพื้นที่โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า และพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดนครนายก

2.2 เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยจากไฟป่าในเขตพื้นที่โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า และพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดนครนายก

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 นิยามของไฟป่า

ไฟป่า หมายถึง ไฟที่เกิดขึ้นจากสาเหตุใดก็ตาม ในป่าธรรมชาติ พุ่มหญ้า หรือสวนป่า แล้วลุกลามไปอย่างเสรีโดยปราศจากการควบคุม ทั้งนี้รวมถึงไฟป่าที่เกิดจากธรรมชาติและคนจุดด้วย โดยลักษณะที่สำคัญที่แยกไฟป่าออกจากไฟที่เผาตามกำหนด (Prescribe Burning) คือ ไฟป่ามีการลุกลามอย่างอิสระ ปราศจากการควบคุม ในขณะที่ไฟที่เผาตามกำหนดจะมีการควบคุมการลุกลามให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดเอาไว้เท่านั้น [3]

3.1.2 สาเหตุของการเกิดไฟป่า

ไฟป่า เกิดได้จาก 2 สาเหตุ [4] ดังนี้

3.1.2.1 ไฟป่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น พายุฟ้าผ่า กิ่งไม้เสียดสีกัน ภูเขาไฟระเบิด ก้อนหินกระทบกัน แสงแดดตกกระทบผลึกหิน แสงแดดส่องผ่านหยดน้ำ ปฏิกิริยาเคมีในดินป่าพรุ การลุกไหม้ในตัวเองของสิ่งมีชีวิต (Spontaneous Combustion)

3.1.2.2. ไฟป่าที่เกิดจากมนุษย์ โดยกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ได้กำหนดสาเหตุไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ดังนี้ เกือบหาของป่า เผาไร่กำจัดวัชพืช แก่งล้งจุด ทิ้งก้นบุหรี่ ล่าสัตว์ เลี้ยงปศุสัตว์ จุดเล่นนักท่องเที่ยวก่อไฟเผาไหม้บุกรุกพื้นที่ป่าไม้ เผาถางป่า หรือเผาป่าทำไร่เลื่อนลอย

3.1.3 ผลกระทบจากไฟป่า

ไฟไหม้ทั้งโทษและประโยชน์ต่อระบบนิเวศป่าไม้ โดยประโยชน์จะเกิดขึ้นเมื่อไฟที่เกิดขึ้นนั้นไม่รุนแรง อย่างเช่น ในป่าที่มีอัตราการย่อยสลายช้า ไฟช่วยย่อยสลายซากพืชอย่างรวดเร็วจึงทำให้การหมุนเวียนธาตุอาหารเร็วขึ้น ส่งผลให้ต้นไม้เจริญเติบโตดีขึ้น ไฟช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ให้แกดิน ช่วยกำจัดเชื้อเพลิง จำพวกเศษไม้ ใบไม้ รวมทั้งโรคแมลงและปรสิตที่เกาะกินสัตว์ป่า เป็นต้น ด้านการทำลาย ไฟป่าทำให้คุณภาพของเนื้อไม้ลดลง ลำต้นเป็นแผลหรือตายลง รวมถึงส่งผลกระทบต่อ การอนุรักษ์ดินและน้ำ ในบางครั้งยังทำลายทรัพยากรสัตว์ป่าที่อยู่อาศัยของทั้งมนุษย์และสัตว์ด้วย [4] โดยผลของไฟจะเกิดมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความถี่ของการเกิดไฟ ฤดูที่ไฟไหม้ ปริมาณเชื้อเพลิง ระยะเวลาที่ไฟไหม้ ชนิดของระบบนิเวศ เหล่านี้ทำให้ในแต่ละพื้นที่เกิดผลกระทบแตกต่างกัน

3.1.4 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

คือกระบวนการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personnel Design) ใน

การเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูลให้แสดงผลในรูปแบบของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ [5]

3.1.5 การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะ ที่ได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุพื้นผิว หรือปรากฏการณ์ จากเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือช่วงคลื่น, รูปทรงสัญญาณของวัตถุนบนพื้นผิวโลก และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา [6]

3.1.6 ค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI)

ใช้วิเคราะห์สัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิว โดยการนำแถบความยาวคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) กับช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (Red) ที่สะท้อนจากพื้นผิว มาคำนวณผลต่างของการสะท้อน โดยบริเวณที่มีพืชพรรณปกคลุม NDVI มีค่าเป็นบวก ในขณะที่บริเวณพืชไม่สมบูรณ์หรือบริเวณที่เกิดความแห้งแล้ง ค่า NDVI ที่คำนวณได้จะมีค่าใกล้เคียง 0 และบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำ NDVI จะมีค่าติดลบ [7]

3.1.7 ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature: LST)

เป็นค่าความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีของวัตถุนบนพื้นผิวโลกที่ตรวจจับได้ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนจากข้อมูลจากดาวเทียม มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 TIRS, Band 10 ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) [8] มาคำนวณโดยใช้ชุดสมการที่กำหนด ผ่านคำสั่งคำนวณใน Software

3.1.8 อัตราส่วนการเผาไหม้ปกติ (Normalized Burn Ratio: NBR)

เป็นดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ในเขตเพลิงไหม้ โดยคำนวณอัตราส่วนระหว่างแถบความยาวคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) และอินฟราเรด

คลื่นสั้น (SWIR) โดยค่า NBR ที่สูงบ่งชี้ถึงพืชพรรณที่มีความอุดมสมบูรณ์ ในขณะที่ค่า NBR ที่ต่ำบ่งชี้ถึงพื้นที่โล่งและพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ [9]

3.1.9 อัตราส่วนการเผาไหม้ปกติที่แตกต่างกัน
(Differenced Normalized Burn Ratio: dNBR)

เป็นการคำนวณค่าความแตกต่างระหว่าง NBR ก่อนการเผาไหม้ และหลังการเผาไหม้ สามารถใช้ในการประเมินความรุนแรงของการเผาไหม้ได้ [9]

3.1.10 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
(Analytic Hierarchy Process: AHP)

เป็นการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยในการตัดสินใจเป็นรายคู่ (Pair wise comparison) [10] เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างปัจจัยโดยใช้ตัวเลขแทนค่าเพื่อคำนวณค่าคะแนนความสำคัญรวมของแต่ละปัจจัย โดยใช้ตารางเมทริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การสร้างตารางเมทริกซ์แบบเปรียบเทียบเป็นคู่
ตารางที่ สร้างตารางเมทริกซ์แบบเปรียบเทียบเป็นคู่

เกณฑ์ C $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$		เกณฑ์				
		A_1	A_2	A_3	...	A_n
เกณฑ์	A_1	1	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
	A_2	$1/a_{12}$	1	a_{23}	...	A_{2n}
	A_3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	...	A_{3n}
	...	...	...	...	...	...
	A_n	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	$1/a_{3n}$	...	1

ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล โดยการคำนวณอัตราส่วนความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Ratio: CR) ดังสมการ ($CR < 0.1$)

ดังสมการ

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

คือ ดัชนีความสมเหตุสมผล

เมื่อ CI คือ ดัชนีความสมเหตุสมผล

CR คือ สัดส่วนความสมเหตุสมผล

RI คือ ดัชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล ดังตารางที่ 2

$$C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)}$$

เมื่อ n คือ ขนาดของสแควร์เมทริกซ์

λ_{max} คือ ผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแนวตั้งแต่ละแนว มาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแนวนอนแต่ละแนว แล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีสุ่ม ค่า RI

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชินปัญญ์ ปลั่งศิริ [11] ศึกษาและประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ณ อุทยานแห่งชาตินาแห้ว จังหวัดเลย โดยใช้ปัจจัยทางด้านชีวกายภาพ ได้แก่ ทิศด้านลาด, ความลาดชัน, ระดับความสูง และชนิดป่า โดยกลุ่มปัจจัยจากมนุษย์ ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม, ไร่เลื่อนลอย, หมู่บ้าน และถนน โดยนำข้อมูลแต่ละประเภทมาซ้อนทับกับข้อมูลพื้นที่ไฟป่าในแต่ละปี และได้จำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ตามปริมาณร้อยละของพื้นที่ไฟไหม้ในแต่ละปัจจัย บ่งชี้ว่าการวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวสามารถนำมาประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า และใช้ประโยชน์ในการวางแผนจัดการไฟป่าได้

กัมปนาท และ อนุสรณ์ [12] ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-TM วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ดัชนีความแตกต่างของการเผาไหม้ (dNBR) และนำปัจจัยด้านชนิดป่า, ความลาดชัน, ทิศด้านลาด, ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม, ระยะห่างจากตำแหน่งหมู่บ้าน, ระยะห่างจากพื้นที่เกษตรกรรม และความถี่ของการเกิดไฟมากำหนดค่า Rating Value และค่า Weight Score โดยสามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงเป็น 5 ระดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้ดัชนี dNBR วิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ โดยให้ค่าคะแนนความสำคัญและน้ำหนักปัจจัยสามารถใช้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าได้

พงศ์เทพ สุวรรณวารี [13] ศึกษาความสัมพันธ์ของจุดเกิดไฟป่ากับปัจจัยด้านภูมิประเทศ และลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2552-2556 รวมถึงการประเมินผลกระทบของไฟป่า และการเกิดมลภาวะทางอากาศ พบว่า พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ (Burned area) อยู่ในเขตป่าเบญจพรรณมากที่สุด รองลงมาคือเขตป่าสมบูรณ์และพื้นที่เกษตรกรรม โดยจุดไฟส่วนใหญ่อยู่ใกล้แนวถนนระยะไม่เกิน 1 กม. บ่งชี้ว่าน่าจะเกิดจากการกระทำของมนุษย์ นอกจากนั้นจากการศึกษาพบว่าดัชนีคุณภาพอากาศ NDAI มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่า PM 10 สูง ($R^2 = 0.661$) สามารถนำมาพัฒนาเป็นแผนที่คุณภาพอากาศ (AQI map) สำหรับการเตือนภัยเชิงสุขภาพให้กับประชาชนได้

ภัทรา และคณะ [14] ศึกษาสถานการณ์ไฟป่าที่เกิดขึ้นในป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่แจ้ฟ้า จังหวัดลำปาง ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2559 โดยแปลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 จากการใช้ค่าความแตกต่างระหว่างดัชนีการเผาไหม้ (DifNBR) และรวบรวมข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ จำนวน 12 ปัจจัยจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าในระดับสูง คือ ระยะห่างจากหมู่บ้านและความหนาแน่นของประชากร รองลงมาคือ ดัชนีพืชพรรณ (NDVI), ปริมาณเชื้อเพลิงและความลาดชัน โดยสามารถแบ่งระดับความเสี่ยงของการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง, พื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลาง และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำ ตามลำดับ

ศราวุธ และ โสภณวิชญ์ [15] ศึกษาการจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุกรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติน้ำตกตาดโตน จังหวัดชัยภูมิ ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI จากการศึกษาค้นคว้าสามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงได้ 3 ระดับ ได้แก่ เสี่ยงน้อย เสี่ยงปานกลาง และเสี่ยงมาก พบว่าในพื้นที่เสี่ยงสูงเป็นพื้นที่ที่เกิดไฟส่วนใหญ่ มีค่าของปัจจัยดังนี้ 1) ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) มากกว่า 0.38

2) ดัชนีความร้อนของแบนด์ (Thermal infrared) มากกว่า 34,000 3) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม น้อยกว่า 150 เมตร 4) ความลาดชัน มากกว่า 53% และ 5) ความเป็นสีเขียวของพืชพรรณ (GVI) มากกว่า 1,800 โดยครอบคลุมพื้นที่ป่าไม้ผลัดใบเป็นส่วนใหญ่

Suhrabuddin และ Kaan [16] ศึกษาความรุนแรงของพื้นที่เผาไหม้ และการฟื้นฟูพืชพรรณ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในการทำแผนที่พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ ผลการศึกษาพบว่าดัชนีความแตกต่างของการเผาไหม้ (dNBR) จำแนกระดับความรุนแรงของการเผาไหม้เป็น 5 ระดับ และดัชนีผลต่างดัชนีพืชพรรณปรับแก้ดิน (dSAVI) สามารถจำแนกระดับความรุนแรงของการเผาไหม้เป็น 5 ระดับ บ่งบอกว่าค่า dNBR และ dSAVI สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และทำแผนที่พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ได้

อนุเภา และคณะ [17] ศึกษาการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ก่อนเกิดไฟป่า และหลังเกิดไฟป่า พบว่าค่าผลต่างดัชนีการเผาไหม้ของพื้นที่ที่ไม่ถูกเผาไหม้มีจำนวนน้อยลงทุกปีบ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ และพบว่าค่าดัชนีการเผาไหม้แปรผกผันกับค่าดัชนีพืชพรรณ สามารถใช้เป็นปัจจัยหนึ่งในการบ่งชี้ถึงความเสื่อมสภาพของพื้นที่ป่าไม้ได้ และสามารถใช้อัตราความรุนแรงของการเผาไหม้ (Burn Severity) ร่วมกันกับค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลลัพธ์ได้

Boden [18] ศึกษาค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) ที่สัมพันธ์กับอัตราส่วนการเผาไหม้ปกติ (NBR) โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 พบว่ามี ดัชนี NBR และ NDVI ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ บริเวณไฟไหม้ส่วนใหญ่มีความรุนแรงจากการเผาไหม้ในระดับต่ำถึงปานกลาง หลังเกิดไฟป่าค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ลดลงเนื่องจากพืชถูกเผาไหม้ หลังเวลาผ่านไปผลการวิเคราะห์ดัชนี NDVI เพิ่มขึ้น ตามการฟื้นตัวของพืชพรรณ จึงสามารถใช้ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ ที่แปรผันกับ

อัตราส่วนการเผาไหม้ปกติในการพิสูจน์ว่าพื้นที่ป่าไม้ถูกเผาไหม้ หรืออยู่ในช่วงของการฟื้นฟูของพืชพรรณ

Natasya และ Arie [19] ศึกษาพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้แบบเวลาเดียว และหลายเวลาโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยใช้ 6 ดัชนี ได้แก่ ดัชนีความแตกต่างของการเผาไหม้ 1 (dNBR), ดัชนีความแตกต่างของการเผาไหม้ 2 (dNBR2), ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ Normalized (dNDVI), ดัชนีพืชพรรณปรับแก้ดิน (dSAVI), ดัชนีดินซาร์ (dCSI), ดัชนีพื้นที่การเผาไหม้ (dBAIS2) และดัชนีการเผาไหม้ของอินฟราเรดกลาง (dMIRBI) เป็นข้อมูลนำเข้าของโมเดล ผลการศึกษาพบว่า ดัชนี dNBR, dMIRBI และ dNBR2 มีความสัมพันธ์มากที่สุดกับพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้

4. วิธีดำเนินการศึกษา

4.1 กำหนดพื้นที่ศึกษา

บริเวณโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าพื้นที่ศึกษา และพื้นที่ใกล้เคียงในเขตจังหวัดนครนายก มีพื้นที่ทั้งหมด 172,355.25 ไร่ (27,577 ตารางกิโลเมตร) ครอบคลุมพื้นที่ 2 อำเภอ ได้แก่ 1) อำเภอเมือง ประกอบด้วย ตำบลพรหมณี และตำบลเขาพระ 2) อำเภอบ้านนา ประกอบด้วย ตำบลเขาเพิ่ม และตำบลศรีกะอาง จังหวัดนครนายก

4.2 การรวบรวมข้อมูล

4.2.1 การถอดบทเรียนเฉพาะประเด็นที่เน้นระบบของการเตรียมความพร้อมในการป้องกันและรองรับสถานการณ์ไฟป่า โดยทบทวนขั้นตอนการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและนำมาสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย 1) การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เอกสารและข่าวที่เกี่ยวข้อง 2) การสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานดับไฟป่า ได้แก่ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานดับไฟป่า จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และเจ้าหน้าที่ทหารจากกองพันทหารราบ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

4.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงไฟป่า ดังแสดงในตารางที่ 3

4.3 กำหนดเครื่องมือใช้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงไฟป่า

4.3.1 โปรแกรม ArcGIS 10.5 เป็นชุดโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ใช้ในการจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ ผลิตและจัดจำหน่ายโดยบริษัท ESRI จำกัด

4.3.2 โปรแกรม SNAP 10 ใช้สำหรับการประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมภายใต้สัญญาของ General Public License (GPL) ผู้ใช้สามารถใช้งานซอฟต์แวร์โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์

ลำดับ	ข้อมูล	ประเภทข้อมูล	แหล่งข้อมูล
1	ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat-8 Path 129 Row 50 ระหว่างเดือน ม.ค. ถึง เม.ย. ปี พ.ศ. 2559, 2563 และ 2566	TTIF File	สตอก.
2	ข้อมูลภาพจากดาวเทียม Sentinel-2 ระหว่างเดือน ม.ค. ถึง เม.ย. พ.ศ. 2559, 2563 และ 2566	TTIF File	สตอก.
3	แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ลำดับชุด L7018	TTIF File	กรมแผนที่ทหาร
4	ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (DEM)	TTIF File	กรมแผนที่ทหาร
5	ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดนครนายก มาตราส่วน 1: 50,000	SHP File	สตอก.
6	ข้อมูล หมู่บ้าน และ เส้นทางคมนาคม	SHP File	สตอก.

4.4 ขั้นตอนดำเนินการศึกษาการถอดบทเรียน

4.4.1 ถอดบทเรียนโดยการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

4.4.2 ทำการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานดับไฟ จำนวน 5 นาย ดังนี้ 1) การลำดับเหตุการณ์ในการเกิดไฟฟ้า 2) การตอบโต้สถานการณ์ไฟฟ้า 3) การให้ความช่วยเหลือจากหน่วยงานต่าง ๆ 4) ความเสียหายและผลกระทบที่เกิดขึ้น 5) ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน และ 6) ข้อเสนอแนะและมาตรการฟื้นฟู

4.4.3 วิเคราะห์เนื้อหาที่ได้ โดยการตีความเรื่องราวที่ปรากฏและเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องของข้อมูล

4.5 กำหนดค่าปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงจากไฟฟ้า [12]

ประกอบด้วย 9 ปัจจัย ได้แก่ ค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) ชนิดป่า ความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน ทิศด้านลาด ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากหมู่บ้าน และระยะห่างจากพื้นที่เกษตร

4.5.1 การหาค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) [20] โดยนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ที่ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรม ArcGIS 10.5

1) คำนวณค่าการแผ่รังสีชั้นบนของบรรยากาศ (Top of Atmospheric spectral radiance: TOA)

$$TOA(L) = (ML \times Qcal) + AL$$

เมื่อ ML = ค่า RADIANCE_MULT_BAND_10

AL = ค่า RADIANCE_ADD_BAND_10

Qcal = ค่าการวัดและการนับจำนวนขนาดภาพ (Band 10)

2) คำนวณค่าอุณหภูมิส่องสว่าง (TOA to Brightness Temperature conversion: BT)

$$BT = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L+1}\right)} - 273.15$$

เมื่อ L = ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA Spectral Radiance)

K1 = ค่า K1_CONSTANT_BAND_10

K2 = ค่า K2_CONSTANT_BAND_10

3) คำนวณค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index: NDVI)

$$NDVI = \text{Float} \frac{(\text{Band } 5 - \text{Band } 4)}{(\text{Band } 5 + \text{Band } 4)}$$

เมื่อ Band 5 = ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ แบนด์ที่ 5

Band 4 = ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง แบนด์ที่ 4

4) คำนวณค่าสัดส่วนพืชพรรณ (Proportion of vegetation: PV)

$$PV = \text{Square} \frac{(NDVI - NDVI_{\min})}{(NDVI_{\max} - NDVI_{\min})}$$

เมื่อ PV = ค่าสัดส่วนพืชพรรณ

NDVI = ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ

NDVI_{min} = ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณต่ำสุด

NDVI_{max} = ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณสูงสุด

5) คำนวณค่าการเปล่งรังสี (Calculate Emissivity: E)

$$E = 0.004 \times PV + 0.986$$

เมื่อ PV = ค่าสัดส่วนพืชพรรณ

6) คำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land surface temperature: LST)

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(\lambda \times \frac{BT}{C2}\right)} \times \ln(E)$$

เมื่อ BT = ค่าอุณหภูมิส่องสว่าง

λ = ค่าความยาวคลื่น emitted radiance (Landsat8 band10 = 10.8)

$C2 = h \times c / s = 1.4388 \times 10^{-2} \text{ mK} = 14388 \text{ } \mu\text{mK}$

h = ค่าคงตัวของพลังค์ = $6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$

s = ค่าคงตัวบ็อลทซ์มันน์ = $1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}$

c = อัตราเร็วของแสง = $2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$

E = ค่าการเปล่งรังสี

4.5.2 การหาพื้นที่การเผาไหม้ นำภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ไปวิเคราะห์หาค่าดัชนีการเผาไหม้ (dNBR) ด้วยโปรแกรม SNAP 10 [21]

1) คำนวณค่าดัชนีการเผาไหม้ (Normalized Burn Ratio: NBR)

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

เมื่อ NIR = ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ แบนด์ที่ 8

SWIR = ช่วงคลื่นอินฟราเรด แบนด์ที่ 12

2) คำนวณค่าผลต่างระหว่างค่าดัชนีการเผาไหม้ (Differenced Normalized Burn Ratio: dNBR)

$$dNBR = (PreFireNBR - PostFireNBR)$$

เมื่อ dNBR = ค่าผลต่างระหว่างค่าดัชนีการเผาไหม้

PreFireNBR = ค่าดัชนีการเผาไหม้ก่อนเกิดไฟ

PostFireNBR = ค่าดัชนีการเผาไหม้หลังเกิดไฟ

4.5.3 การจัดชั้นข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดไฟป่าโดยนำชั้นข้อมูลปัจจัยมาจัดชั้น (Reclassification) ดังแสดงในตารางที่ 4

4.5.4 กำหนดค่าความสามารถของปัจจัยย่อย (Rating Value หรือ RV) ด้วยการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ Coincided Value (CV) ซึ่งจะมีค่าจาก 0-100 เปอร์เซ็นต์ โดยหากพื้นที่ที่เกิดไฟป่า (พื้นที่การเผาไหม้ในข้อ 4.5.2) มีตำแหน่งตรงกับปัจจัยย่อย ค่า %CV ที่ได้จะมีค่ามาก หากพื้นที่ที่เกิดไฟป่ามีตำแหน่งตรงกับปัจจัยย่อยบางส่วน หรือไม่ตรงตำแหน่งเลย ค่า %CV ก็จะมีค่าลดลงจนลงมาถึง 0 โดยคำนวณจากสมการ

$$\%Coincided\ Value\ (CV) = \frac{(2 \times S)}{(R + F)} \times 100$$

เมื่อ S = ปัจจัยย่อยที่มีพื้นที่ตรงกับพื้นที่เกิดไฟไหม้ป่า

R = พื้นที่ที่เกิดไฟไหม้ป่าในพื้นที่ศึกษา

F = พื้นที่ปัจจัยย่อยที่มีพื้นที่ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 4 การจัดชั้นข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดไฟป่า

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย
1. ความสูงภูมิประเทศ (เมตร)	0 - 156	6. ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม (เมตร)	3,000 - 4,000
	156 - 321		> 4,000
	321 - 486		< 800
	486 - 651		800 - 1,600
	651 - 816		1,600 - 2,400
	<5		2,400 - 3,200
2. ความลาดชันของพื้นที่ (องศา)	5 - 15	7. ชนิดป่า	> 3,200
	15 - 25		ป่าไม่ผลัดใบ
	25 - 35		ป่าผลัดใบ
	> 35		
3. ทิศด้านลาด (องศา)	0 - 90	8. ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) (องศาเซลเซียส)	< 24
	90 - 180		24 - 28
	180 - 270		28 - 32
	270 - 360		32 - 34
4. ระยะห่างจากตำแหน่งหมู่บ้าน (เมตร)	< 1,000	9. ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI)	> 34
	1,000 - 2,000		< 0
	2,000 - 3,000		0 - 0.1
	3,000 - 4,000		0 - 0.2
	> 4,000		0.2 - 0.3
5. ระยะห่างจากพื้นที่เกษตรกรรม (เมตร)	< 1,000		0.3 - 0.4
	1,000 - 2,000		> 0.4
	2,000 - 3,000		

4.5.5 การกำหนดค่าความสามารถของปัจจัยย่อยใหม่ (Rating Value: RV) โดย %CV ของปัจจัยย่อยที่มีค่ามาก จะกำหนดคะแนน RV ให้ปัจจัยชั้นนั้นมีค่าเท่ากับ 5, 4, 3, 2 และ 1 ลดหลั่นตาม %CV ตามลำดับ หากค่า %CV ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันให้ค่า RV เป็นค่าเดียวกันได้ จากนั้นกำหนดค่า RV ลงในชั้นข้อมูลโดยใช้คำสั่ง Weighted Overlay ในโปรแกรม ArcGIS 10.5 ทำการกรอกค่า RV ให้กับทุกชั้นข้อมูลย่อยที่คอลัมน์ Scale Value

4.5.6 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก (Weighting Score หรือ W) ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยการเปรียบเทียบปัจจัยหลักเป็นรายคู่ จะได้ค่า Eigenvector ใช้ในการกำหนดค่า W ของแต่ละปัจจัยหลัก โดยในงานวิจัยนี้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ระบุค่าคะแนนน้ำหนัก

4.6 การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

4.6.1 วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าด้วยการนำค่า Rating Value (RV) และค่า Weighting Score (W) ที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) โดยใช้คำสั่ง Raster Calculator ในโปรแกรม ArcGIS 10.5

$$\text{Suitability (S)} = (R1 \times W1) + (R2 \times W2) + \dots + (Rn \times Wn)$$

เมื่อ S = ระดับความรุนแรง/ความเสี่ยง

R = กำหนดค่าความสามารถของปัจจัยย่อย

W = ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

4.6.2 จัดชั้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า โดยนำค่าที่คำนวณได้ในข้อ 4.6.1 มาจัดชั้นข้อมูลใหม่ให้เป็น 4 ชั้นข้อมูล (ความเสี่ยง 4 ระดับ)

4.6.3 จัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

5. ผลการศึกษา

5.1 การถอดบทเรียนกรณีศึกษา

5.1.1 ลำดับเหตุการณ์

1) เกิดไฟป่าระหว่างวันที่ 27 กุมภาพันธ์ ถึง 4 มีนาคม พ.ศ. 2559 (6 วัน) คาดการณ์ว่าสาเหตุเบื้องต้นเกิดจากฝีมือมนุษย์ พบว่ามีความสอดคล้องต่อปัจจัยที่ทำการศึกษาในด้านระยะห่างจากแหล่งชุมชน และระยะห่างจากถนน เนื่องจากจุดแรกที่เกิดไฟอยู่ใกล้กับอ่างเก็บน้ำคลองโสดซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวและมีถนนตัดผ่านโดยบริเวณดังกล่าว มีบุคคลต่าง ๆ สัญจรไปมาได้ และยังพบว่าเป็นฝีมือของกลุ่มที่เสียผลประโยชน์เกี่ยวกับการลักลอบตัดไม้บนเขาเนื่องจากเจ้าหน้าที่ได้ทำการจับกุมและสามารถยึดไม้ต้องห้ามได้

2) เกิดไฟป่าระหว่างวันที่ 18 ถึง 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 (10 วัน) คาดการณ์ว่าสาเหตุเบื้องต้นมาจากฝีมือมนุษย์ พบว่ามีความสอดคล้องเกี่ยวกับระยะห่างจากแหล่งชุมชนและระยะห่างจากถนน เนื่องจากบริเวณใกล้เคียงที่เกิดไฟไหม้ พบชาวบ้านในพื้นที่มีการจุดไฟเผากองขยะ สันนิษฐานได้ว่าบุคคลสามารถเข้าไปทำกิจกรรมที่อาจก่อให้เกิดไฟใกล้พื้นที่ดังกล่าวได้

3) เกิดไฟป่าระหว่างวันที่ 29 มีนาคม ถึง 3 เมษายน พ.ศ. 2566 (6 วัน) สาเหตุเกิดจากจังหวัดนครนายกได้เกิดลมพายุรุนแรง และมีผู้พบเห็นฟ้าผ่าซึ่งทำให้เกิดไฟไหม้บริเวณเขาชะพลู 1 จุด จากนั้นไฟป่าลุกลามอย่างต่อเนื่อง พบว่ามีความสอดคล้องต่อปัจจัยด้านชนิดป่าไม้ เนื่องจากบริเวณที่เกิดไฟผ่านนั้น เป็นป่าไม้ชนิดผลัดใบซึ่งต้นไม้จะมีการผลัดใบในฤดูแล้ง โดยใบไม้จะร่วงหล่นและทับถมบริเวณพื้นดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งต่อมาจะกลายเป็นเชื้อเพลิงผิวดินที่อาจก่อให้เกิดไฟป่าลุกลามต่อไปได้

4) เกิดไฟป่าระหว่างวันที่ 20 ถึง 25 เมษายน พ.ศ. 2566 (6 วัน) เนื่องจากเกิดไฟไหม้ในบริเวณเดิมที่เคยเกิดไฟไหม้เมื่อวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2566 จึงคาดการณ์สาเหตุไว้ 2 ประเด็น ดังนี้ 1) เกิดจากฝีมือมนุษย์ 2) เกิดความร้อนสะสมจากการลุกไหม้ของไฟป่าครั้งก่อนหน้า จึงอาจสอดคล้องทั้งในปัจจัยด้านที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงพื้นที่ของบุคคล หรือ ปัจจัยด้านชนิดป่าไม้ เนื่องจาก

บริเวณที่เกิดไฟป่า เป็นบริเวณเดิมที่เคยเกิดไฟป่าครั้งก่อนหน้า และป่าไม้เป็นชนิดผลัดใบมีใบไม้ทับถมบริเวณพื้นดิน และผนวกกับพื้นดินบริเวณดังกล่าวอาจมีความร้อนสะสม ซึ่งอาจก่อให้เกิดชนวนไฟป่าครั้งต่อไปได้

5.1.2 การตอบโต้สถานการณ์

การตอบโต้สถานการณ์ ประกอบด้วย 3 หน่วยปฏิบัติ ดังนี้

1) หน่วยภาคพื้นดิน ประกอบด้วย หมู่ดับไฟป่าต่าง ๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ ชุดดับไฟป่าจากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กองกำลังทหารจากกองพันทหารราบ รร.จปร., ชุดปฏิบัติการพิเศษดับไฟป่า, หมู่ดับไฟป่า อบต. และอาสาสมัคร ในพื้นที่

2) หน่วยเครื่องจักรกล ประกอบด้วย รถดับเพลิง, เครื่องฉีดน้ำดับไฟป่าติดรถยนต์ (Sip on tank), รถบรรทุกน้ำ, รถดับเพลิง และรถแบ็กโฮ

3) หน่วยอากาศยาน ประกอบด้วย เฮลิคอปเตอร์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรมป้องกันบรรเทาสาธารณภัย และกองทัพบก, เครื่องบินบรรทุกสารเคมีดับไฟจากกองทัพอากาศ อากาศยานไร้คนขับ UAV ตรวจจับจุดความร้อน และชุดปฏิบัติการฝนหลวง

5.1.3 การให้ความช่วยเหลือ

มีการสนับสนุนให้ความช่วยเหลือทางด้านหน่วยแพทย์ พยาบาล อาหาร น้ำดื่ม รวมถึงการอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ให้เพียงพอต่อความต้องการของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ทั้งจากหน่วยงานของภาครัฐ และเอกชน

5.1.4 ความเสียหาย ผลกระทบ

สัตว์ป่าชนิดเล็ก ๆ เช่น กระรอก, เต่า, งู ถูกไฟคลอก เนื่องจากหลบหนีไฟป่าไม่ทัน และเกิดผลกระทบจากควัน, ฝุ่น และควัน ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ทำให้ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ในส่วนความเสียหายของพื้นที่ราชการบริเวณเรือนรับรองและ

กองพยาบาลภายในเขตโรงเรียนเตรียมทหาร ส่วนพื้นที่ป่าไม้ที่เสียหายส่วนใหญ่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความเสียหายต่อพื้นที่ป่าไม้

เหตุการณ์	ความเสียหายต่อพื้นที่ป่าไม้
27 ก.พ. – 4 มี.ค. 59	พื้นที่เสียหายประมาณ 530 ไร่ - เทือกเขาผาลามมี ต.เขาพระ อ.เมือง เกิดพื้นที่เสียหายประมาณ 500 ไร่ - บริเวณเขาลำควน ต.เขาพระ อ.เมือง เกิดพื้นที่เสียหายประมาณ 30 ไร่
18 - 27 ก.พ. 63	พื้นที่เสียหายประมาณ 8,000 ไร่ - พื้นที่ทหาร (รร.จปร., รร.ตท., รร.ทหารการสัตว์) ประมาณ 4,000 ไร่ - พื้นที่ป่าอนุรักษ์ ประมาณ 1,000 ไร่ - พื้นที่เขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ประมาณ 3,000 ไร่
29 มี.ค. – 3 เม.ย. 66	บริเวณเขาชะพลู เขาแหลม และเขาตะแบก พื้นที่เสียหายรวมประมาณ 1,805 ไร่
20-25 เม.ย. 66	เกิดซ้ำในบริเวณเดิมที่เคยเกิดไฟป่าเมื่อ 29 มี.ค. 66 คือบริเวณเขาตะแบก

5.1.5 ปัญหาและอุปสรรค

ในการดับไฟป่าในแต่ละครั้งมักพบกับปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ทำให้เกิดความยากลำบากต่อการปฏิบัติการขาดแคลนอุปกรณ์ดับไฟ เครื่องเป่าลม ไม้ดับไฟ พลั่ว ตะขอสับ ถังน้ำแบบสะพายหลัง รถดับเพลิง เครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ นักบินจำนวนจำกัด ในส่วนของพื้นที่ป่ามีลักษณะภูมิประเทศที่สูงชัน ไม่สามารถเดินขึ้นไปดับไฟยังจุดเกิดไฟได้โดยตรง ทำได้เพียงควบคุมไม่ให้ไฟลุกลามและทำแนวกันไฟบริเวณโดยรอบ และช่วงที่เกิดไฟ มีลมกระโชกแรงทำให้ไฟลามเป็นบริเวณกว้างเร็วขึ้น ไฟยังเป็นอุปสรรคต่อการทำฝนหลวงเนื่องจากลมพัดกลุ่มเมฆฝอลอยไปตกบริเวณอื่น และในบางพื้นที่ไม่มีแนวกันไฟ ในหลายพื้นที่ทำให้ไฟลุกลามเร็ว รวมทั้งแนวกันไฟเดิม

ถูกปกคลุมด้วยป่ารก ไม้หนาม และวัชพืช อีกทั้งมีกับดักสัตว์ อยู่ตามเส้นทางทำให้เกิดความยากลำบากต่อเจ้าหน้าที่ ภาคพื้นดิน รวมไปถึงสภาพผืนป่ามีความแห้งแล้ง ซึ่งเป็น เชื้อเพลิงอย่างดีต่อการลามของไฟ

5.1.6 ข้อเสนอแนะ และมาตรการฟื้นฟู

ข้อเสนอแนะในการป้องกันและรับมือต่อ สถานการณ์ควรมีการจัดทำอุปกรณ์ดับไฟให้เพียงพอต่อการ ใช้งาน โดยมีการจัดฝึกอบรมการป้องกันไฟป่าให้กับกำลังพล เพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดการสถานการณ์ไฟป่า รวมถึงส่งเสริมให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำแนวกันไฟ รณรงค์ให้ความรู้แก่ชาวบ้านโดยชี้ให้เห็นความสำคัญ รวมถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากไฟป่า และจัดการประชุมหารือระหว่างหน่วยงานราชการเพื่อวางแผนในการจัดการ และป้องกันไฟป่า ในส่วนของมาตรการฟื้นฟูที่ได้กระทำไป เป็นการดำเนินการฟื้นฟูพื้นที่ป่าในลักษณะประชาสัมพันธ์ หน่วยงานทหารดำเนินการปลูกป่าฟื้นฟูในพื้นที่เกิดไฟป่า และการปล่อยให้ป่าฟื้นฟูเองตามธรรมชาติในช่วงฤดูฝน

5.2 ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยจากการเกิดไฟป่า

5.2.1 ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI)

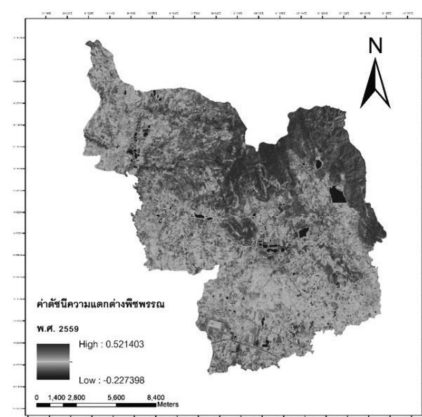
ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) ในปีที่เกิด ไฟป่า ได้แก่ ปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566 ดังแสดงในภาพที่ 2-4 ตามลำดับ โดยในแต่ละปีมีค่า NDVI ดังตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าบริเวณที่เป็นพื้นที่ป่าไม้จะมีค่า NDVI อยู่ในช่วง 0.05-0.57

จากการวิเคราะห์การซ้อนทับค่าดัชนีความ แตกต่างพืชพรรณ (NDVI) ระหว่าง ปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566 เพื่อเป็นตัวแทนค่าดัชนีความ แตกต่างพืชพรรณ 3 ปี ซึ่งสามารถจัดชั้นข้อมูลได้ 6 ชั้น ดังแสดงในภาพที่ 5 ประกอบด้วย NDVI < 0, NDVI 0-0.1, NDVI 0.1-0.2, NDVI 0.2-0.3, NDVI 0.3-0.4 และ NDVI > 4 มีพื้นที่ 447.25 ไร่, 1,982.75 ไร่, 10,336.0 ไร่, 46,446.50 ไร่, 76,446.50 ไร่ และ 39,220 ไร่ ตาม ลำดับ พบว่าพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมหนาแน่น NDVI มี ค่ามากกว่า 0.4 จะอยู่ในพื้นที่ป่าไม้ผลัดใบเป็นส่วนใหญ่

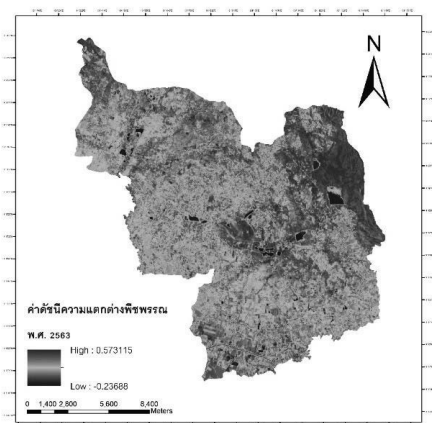
ในขณะที่บริเวณพื้นดินไม่มีพืชพรรณ หรือพืชไม่สมบูรณ์ หรือพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ ค่า NDVI จะอยู่ในช่วง 0.1-0.3 ส่วนบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำ NDVI จะมีค่าน้อยกว่า 0

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI)

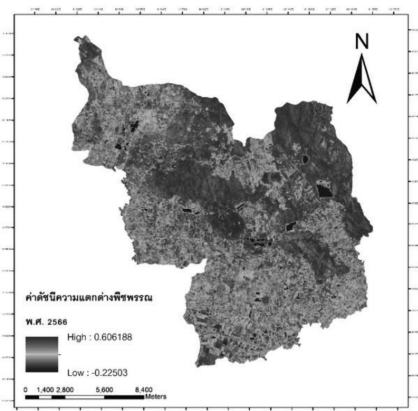
NDVI	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
ปี พ.ศ. 2559				
พื้นที่ทั้งหมด	-0.23	0.52	0.29	0.08
พื้นที่ป่าไม้	0.05	0.52	0.35	0.06
ปี พ.ศ. 2563				
พื้นที่ทั้งหมด	-0.24	0.58	0.30	0.09
พื้นที่ป่าไม้	0.08	0.54	0.34	0.09
ปี พ.ศ. 2566				
พื้นที่ทั้งหมด	-0.23	0.61	0.36	0.10
พื้นที่ป่าไม้	0.06	0.56	0.42	0.09
ซ้อนทับข้อมูล ปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566				
พื้นที่ทั้งหมด	-0.21	0.58	0.33	0.09
พื้นที่ป่าไม้	0.09	0.54	0.38	0.07



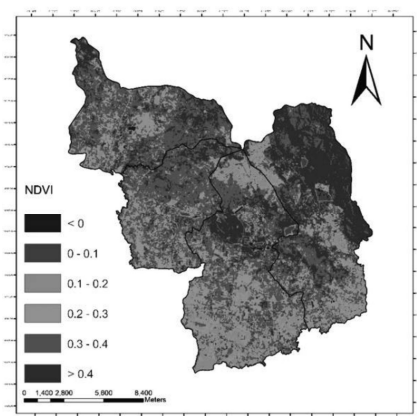
ภาพที่ 2 แผนที่ค่า NDVI ปี 2559



ภาพที่ 3 แผนที่ค่า NDVI ปี 2563



ภาพที่ 4 แผนที่ค่า NDVI ปี 2563



ภาพที่ 5 แผนที่ชั้นค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI)
ปี 2559-2566

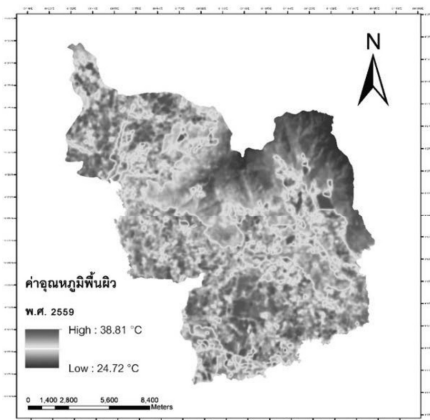
5.2.2 ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST)

จากการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) ในปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566 สามารถแสดงแผนที่อุณหภูมิพื้นผิวในแต่ละปีได้ ดังภาพที่ 6-8 ตามลำดับ โดยค่า LST ในแต่ละปีสามารถแสดงผลได้ตามตารางที่ 7 จากการศึกษาพบว่า บริเวณที่เป็นพื้นที่ป่าไม้มีค่า LST อยู่ในช่วงกว้าง เท่ากับ 19.38-37.69°C

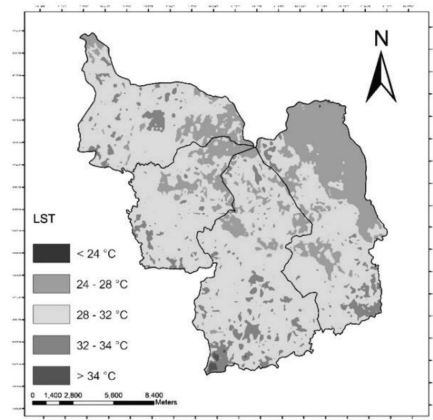
ซึ่งสามารถจัดชั้นข้อมูลได้ 5 ชั้น ดังแสดงในภาพที่ 9 ประกอบด้วย LST < 24°C, LST 24-28°C, LST 28-32°C, LST 32-34°C และ LST > 34°C มีพื้นที่ 28.75 ไร่, 34,460.00 ไร่, 119,245.25 ไร่, 14,372.50 ไร่ และ 269.00 ไร่ ตามลำดับ พบว่าพื้นที่ป่าไม้รวมถึงพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมดินจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวค่อนข้างต่ำ อยู่ในช่วง 19.38-24.72°C แต่หากวิเคราะห์ค่าในห้วงที่เกิดไฟป่าจะเห็นความแตกต่างของค่า LST ที่สูงขึ้นกว่าปกติ อยู่ในช่วง 33.83-38.81°C เนื่องจากการสะท้อนของคลื่นความร้อนที่เกิดจากไฟป่า

ตารางที่ 7 ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST)

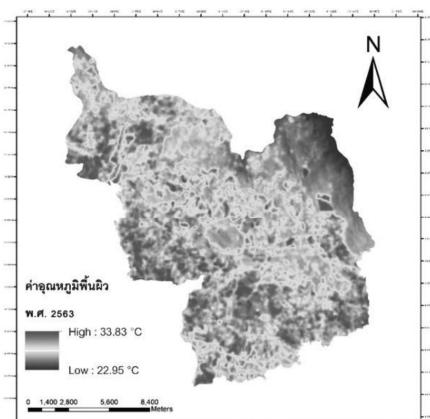
LST	ค่าต่ำสุด (°C)	ค่าสูงสุด (°C)	ค่าเฉลี่ย (°C)	SD
ปี พ.ศ. 2559				
พื้นที่ทั้งหมด	24.72	38.81	30.93	2.20
พื้นที่ป่าไม้	24.72	37.69	28.69	1.64
ปี พ.ศ. 2563				
พื้นที่ทั้งหมด	22.95	33.83	28.70	1.88
พื้นที่ป่าไม้	22.95	33.83	27.01	1.69
ปี พ.ศ. 2566				
พื้นที่ทั้งหมด	19.38	37.14	29.34	1.96
พื้นที่ป่าไม้	19.38	36.00	27.58	1.63
ซ้อนทับข้อมูล ปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566				
พื้นที่ทั้งหมด	23.89	37.14	29.58	1.89
พื้นที่ป่าไม้	23.89	36.00	27.93	1.60



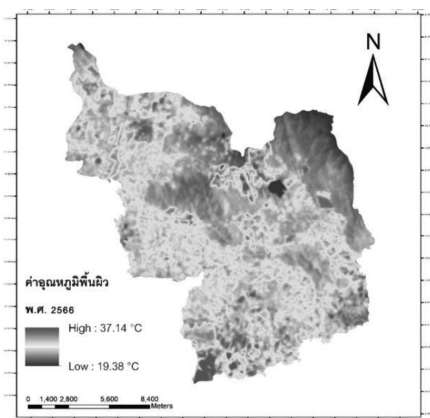
ภาพที่ 6 แผนที่ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) ปี 2559



ภาพที่ 9 แผนที่ชั้นค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) ปี 2559-2566



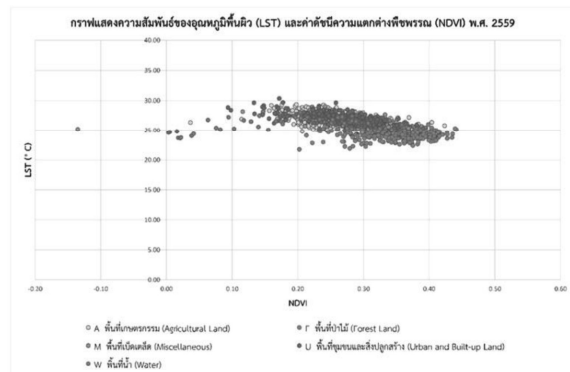
ภาพที่ 7 แผนที่ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) ปี 2563



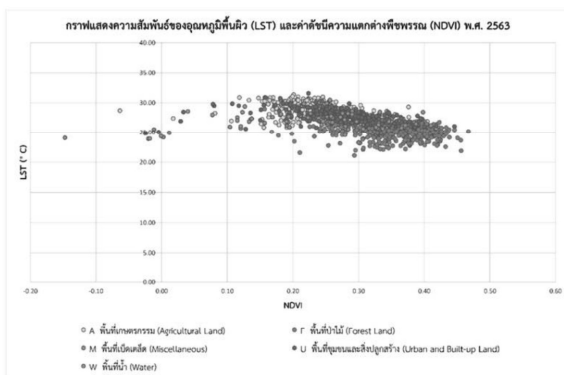
ภาพที่ 8 แผนที่ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) ปี 2566

5.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) กับค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST)

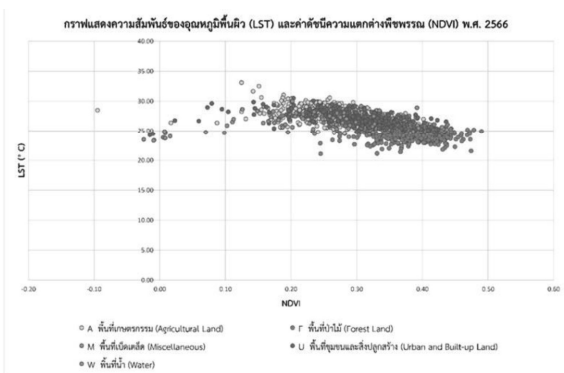
จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ Correlation Coefficient (r) ระหว่างค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) กับค่าอุณหภูมิพื้นผิว (LST) ของพื้นที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2566 พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.590, -0.569 และ -0.589 ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ และค่าอุณหภูมิพื้นผิว มีความสัมพันธ์เชิงลบ (Negative Correlation) หรือแปรผกผัน โดยข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง [22] กล่าวคือพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมดินมาก จะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวดำซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ ส่วนพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมดินน้อย หรือ พื้นที่ป่าถูกเผาไหม้ หรือ พื้นที่การเกษตรที่มีการเก็บเกี่ยวพืชแล้ว หรือ พื้นที่ชุมชน จะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูง ดังแสดงในภาพที่ 10-12



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และ LST ปี 2559



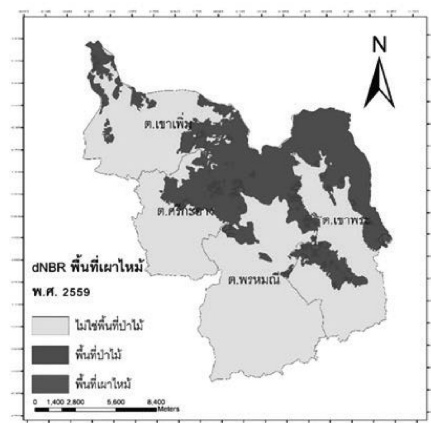
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และ LST ปี 2563



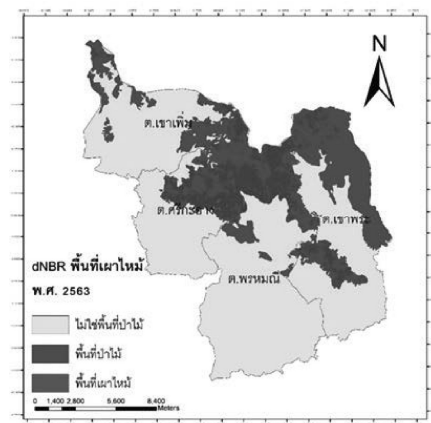
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI และ LST ปี 2566

5.2.4 พื้นที่เผาไหม้ (Burned Area)

ได้จากการวิเคราะห์ค่าผลต่างระหว่างค่าดัชนีการเผาไหม้ (dNBR) ได้ผลดังนี้ พื้นที่เผาไหม้ ในปี พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2563, พ.ศ. 2566 มีพื้นที่จำนวน 2,090.00 ไร่ 4,980.75 ไร่ และ 1,258.50 ไร่ คิดเป็น 3.64%, 8.67% และ 2.19% ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 13-15 และพื้นที่เผาไหม้ที่เกิดจากการซ้อนทับข้อมูลรวม 3 ปี (ปี พ.ศ. 2559, 2563 และ 2566) มีพื้นที่ จำนวน 8,329.50 ไร่ คิดเป็น 14.54% ของพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 16 พื้นที่เผาไหม้ส่วนใหญ่อยู่ในตำบลศรีกระอาง และตำบลพรหมณี โดยเกิดในป่าผลัดใบเป็นส่วนมาก



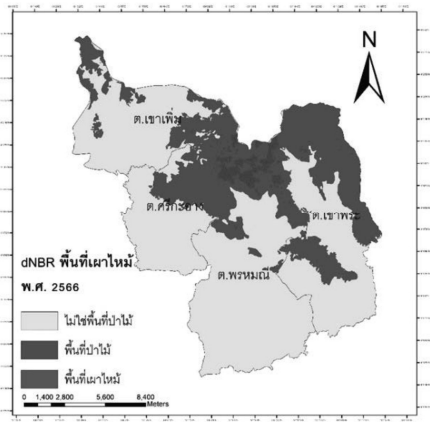
ภาพที่ 13 พื้นที่เผาไหม้ในเขตพื้นที่ป่าไม้ ปี 2559



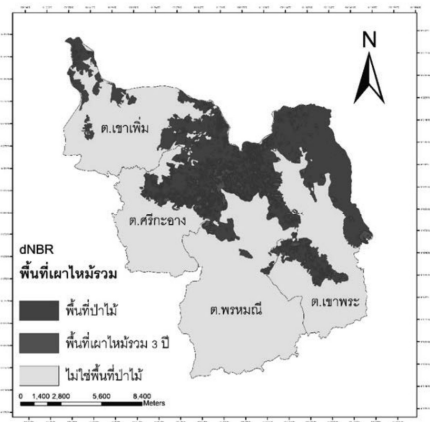
ภาพที่ 14 พื้นที่เผาไหม้ในเขตพื้นที่ป่าไม้ ปี 2563

ตารางที่ 8 ค่าเปอร์เซ็นต์ CV, RV และ W

ปัจจัย	ปัจจัยย่อย	S (ไร่)	R (ไร่)	F (ไร่)	% CV	RV	W
1. ความสูง ของพื้นที่ (เมตร)	0 - 156	2,264.50	8,329.25	24,733	13.70	3	0.08
	156 - 321	3,051.00	8,329.25	19,125.00	22.23	5	
	321 - 486	1,887.75	8,329.25	9,250.00	21.48	4	
	486 - 651	493.75	8,329.25	3,111.00	8.63	2	
	651 - 816	57.75	8,329.25	1,014.75	1.24	1	
2. ความ ลาดชันของ พื้นที่ (องศา)	<5	158.75	8,329.25	2,986	2.81	1	0.04
	5 - 15	1,916.75	8,329.25	16,997.50	15.14	3	
	15 - 25	3,753.50	8,329.25	24,209.50	23.07	5	
	25 - 35	1,779.75	8,329.25	11,262.00	18.17	4	
	> 35	128.25	8,329.25	1,437.75	2.63	1	
3. ทิศ ด้านลาด (องศา)	0 - 90	1,524	8,329.25	10,713.00	16.01	3	0.05
	90 -180	2,354.00	8,329.25	13,210.75	21.86	5	
	180 -270	2,798.50	8,329.25	21,837.00	18.55	4	
	270 -360	1,060.50	8,329.25	11,131.50	10.90	2	
4. ระยะ ห่างจาก ตำแหน่ง หมู่บ้าน (เมตร)	< 1,000	465.00	8,329.25	7,875.78	5.74	1	0.19
	1,000 - 2,000	2,006.25	8,329.25	20,764.50	13.79	2	
	2,000 - 3,000	2,831.50	8,329.25	17,026.75	22.33	4	
	3,000 - 4,000	2,300.00	8,329.25	10,027.75	25.06	5	
	> 4,000	153	8,329.25	1,550.50	3.09	1	
5. ระยะ ห่างจาก พื้นที่ เกษตรกรรม (เมตร)	< 1,000	3,071.75	8,329.25	31,237.00	15.53	3	0.24
	1,000 - 2,000	2,799.75	8,329.25	14,992	24.01	5	
	2,000 - 3,000	1,804.75	8,329.25	8,619.25	21.30	4	
	3,000 - 4,000	81.00	8,329.25	2,161.00	1.54	1	
	> 4,000	0	8,329.25	276.50	0	1	
6. ระยะ ห่างจาก เส้นทาง คมนาคม (เมตร)	< 800	3,218.25	8,329.25	30,826.00	16.44	3	0.24
	800 - 1,600	3,446.75	8,329.25	17,875.75	26.31	5	
	1,600 - 2,400	977.25	8,329.25	7,422.25	12.41	2	
	2,400 - 3,200	115.50	8,329.25	997.50	2.48	1	
	> 3,200	0	8,329.25	184.00	0	1	
7. ชนิดป่า	ไม่ผลัดใบ	33.50	8,329.25	5,842.75	0.47	1	0.11
	ผลัดใบ	7,671.25	8,329.25	51,470	5.66	5	
8. ค่า อุณหภูมิ พื้นผิว (°C)	< 24	20.25	8,329.25	99	0.48	1	0.03
	24 - 28	143.25	8,329.25	1,905.75	2.80	1	
	28 - 32	5,687.75	8,329.25	51,083.25	19.15	2	
	32 - 36	1,884	8,329.25	4,148	30.20	3	
	> 36	20.25	8,329.25	31.00	0.91	5	



ภาพที่ 15 พื้นที่เผาไหม้ในเขตพื้นที่ป่าไม้ ปี 2566



ภาพที่ 16 พื้นที่เผาไหม้ 3 ปี (ปี 2559, 2563 และ 2566)

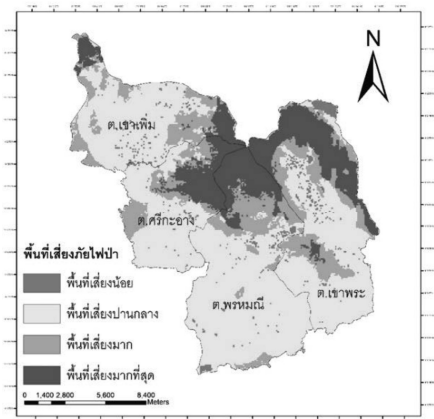
5.2.5 พื้นที่เสี่ยงภัยจากไฟป่า

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความสามารถของปัจจัยย่อย (RV) ด้วยการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ CV และการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก (W) แสดงดังตารางที่ 8 นำมาจัดชั้นข้อมูลใหม่ และให้ค่าลำดับคะแนน

ตารางที่ 8 ค่าเปอร์เซ็นต์ CV, RV และ W (ต่อ)

ปัจจัย	ปัจจัยย่อย	S (ไร่)	R (ไร่)	F (ไร่)	% CV	RV	W
9. ค่าดัชนี ความ แตกต่าง พืชพรรณ	< 0	8.75	8,329.25	9.00	0	1	0.03
	0 - 0.1	1,680	8,329.25	3,524.00	28	4	
	0 - 0.2	3,577.25	8,329.25	8,532.50	42	5	
	0.2 - 0.3	1,890.25	8,329.25	11,842.25	19	3	
	0.3 - 0.4	545.50	8,329.25	14,966.25	5	2	
	> 0.4	52.75	8,329.25	18,358.00	0	1	

โดย S = ปัจจัยย่อยที่มีพื้นที่ตรงกับพื้นที่เกิดไฟไหม้ป่า
R = พื้นที่เกิดไฟไหม้ป่าในพื้นที่ศึกษา
F = พื้นที่ปัจจัยย่อยที่ทั้งหมดปรากฏในพื้นที่ศึกษา
จากตารางที่ 8 คำนวณหาพื้นที่เสี่ยงไฟป่าจากการ
วิเคราะห์การซ้อนทับข้อมูลค่าน้ำหนักความสำคัญของ
ปัจจัยหลัก (W) และค่าความสามารถของปัจจัยย่อย (RV)
ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.5 จะได้พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิด
ไฟป่าออกมา ทำการจัดชั้นความเสี่ยงออกเป็น 4 ระดับ คือ
พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด พื้นที่เสี่ยงมาก พื้นที่เสี่ยงปานกลาง
และพื้นที่เสี่ยงน้อย มีพื้นที่ 30,982.19 ไร่, 34,307.94
ไร่, 103,087.69 ไร่ และ 3,977.44 ไร่ คิดเป็น 17.98%,
19.90%, 59.81% และ 2.31% ของพื้นที่ศึกษา พบว่า
พื้นที่เสี่ยงมากที่สุดอยู่ในตำบลศรีกะอางและตำบลเขาเพิ่ม
เขตอำเภอบ้านนา และตำบลพรหมณีและตำบลเขาพระ
เขตอำเภอมือง ดังแสดงในภาพที่ 17



ภาพที่ 17 พื้นที่เสี่ยงภัยจากไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

6. สรุปและอภิปรายผล

6.1 ผลการวิเคราะห์การถอดบทเรียนไฟป่า

การถอดบทเรียนไฟป่าระหว่างปี พ.ศ. 2559-2566
แบ่งออกเป็น 6 ประเด็น ดังนี้ 1) การลำดับเหตุการณ์
พบว่าสาเหตุของการเกิดไฟป่าส่วนใหญ่เกิดจากมนุษย์
ซึ่งสอดคล้องกับ ศราวุธ และ โสภณวิชญ์ [15] พบว่า
ไฟป่าส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะ
อย่างยิ่งการสูบบุหรี่ หรือ การเผาป่าเพื่อล่าสัตว์ หรือ การ
กำจัดวัชพืช โดยปัจจัยระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยที่
แสดงถึงความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่และกิจกรรมใด ๆ
ที่อาจส่งผลต่อการเกิดไฟป่า 2) การตอบโต้สถานการณ์
ประกอบด้วย 3 หน่วยปฏิบัติ ได้แก่ หน่วยผู้ปฏิบัติงาน
ดับไฟป่าภาคพื้นดิน หน่วยเครื่องจักรและรถดับเพลิง
และหน่วยอากาศยานเฮลิคอปเตอร์ดับไฟ ร่วมประสาน
งาน หรือ ลงพื้นที่ปฏิบัติการตลอดภารกิจ 3) การให้
ความช่วยเหลือ ได้รับการสนับสนุนและอำนวยความสะดวก
ในด้านต่าง ๆ จากหน่วยงานของภาครัฐและ
เอกชน ได้แก่ หน่วยแพทย์ พยาบาล อาหาร และน้ำดื่ม
4) ความเสียหายและผลกระทบ ได้แก่ สัตว์ป่าชนิด
เล็ก ๆ ถูกไฟคลอก เกิดมลพิษทางอากาศ เกิดความ
เสียหายต่ออาคารสถานที่ของราชการ และเกิดการ
สูญเสียทรัพยากรป่าไม้ที่สำคัญ 5) ปัญหาและอุปสรรค
ที่เกิดขึ้น ได้แก่ ขาดแคลนเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ดับ
ไฟป่า ลักษณะภูมิประเทศมีความสูงชัน และมีกับังค้ำสัตว์
ทำให้เกิดความยากลำบากในการเข้าถึงพื้นที่ และมีลม
กระโชกแรงรวมถึงสภาพผืนป่ามีความแห้งแล้งทำให้เกิด
การลุกลามของไฟอย่างรวดเร็ว และ 6) ข้อเสนอแนะใน
การดำเนินการ ได้แก่ การเฝ้าระวัง การบริหารจัดการ
เชื้อเพลิงก่อนถึงฤดูไฟป่า การทำแนวกันไฟในพื้นที่เสี่ยง
ให้ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับปัญหา
ไฟป่า ซึ่งเป็นการลดการเกิดไฟที่ต้นเหตุ อบรบและ
ฝึกซ้อมการดับไฟป่าแก่ส่วนราชการและอาสาสมัคร การ
เฝ้าระวัง ลาดตระเวน และเพิ่มจุดตรวจจะช่วยลดการ
ลักลอบการจุดไฟได้ การขอรับการสนับสนุนงบประมาณ

เพิ่มให้เพียงพอต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และการสำรวจและจัดแนวทำแนวกันไฟตามเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อตัดเส้นทางไฟป่าและเป็นเส้นทางสำหรับรถดับเพลิง, รถบรรทุกน้ำ, ยานพาหนะที่ลำเลียงเจ้าหน้าที่ และอุปกรณ์เพื่อดับไฟ, และควรบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องต่อผู้กระทำผิดอย่างจริงจัง

6.2 พื้นที่เสี่ยงภัยจากการเกิดไฟป่า แบ่งออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด, พื้นที่เสี่ยงมาก, พื้นที่เสี่ยงปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงน้อย พื้นที่ 30,982.19 ไร่ (17.98%), 34,307.94 ไร่ (19.90%), 103,087.69 ไร่ (59.81%) และ 3,977.44 ไร่ (2.31%) ตามลำดับ พื้นที่ชุมชนที่เสี่ยงต่อไฟป่ามากที่สุด ประกอบด้วย 1) หมู่ที่ 1, 4, 5 และ 6 ตำบลศรีกระอาง อำเภอบ้านนา 2) หมู่ที่ 9 ตำบลเขาเพิ่ม อำเภอบ้านนา 3) หมู่ที่ 4, 9 และ 13 ตำบลพรหมณี อำเภอเมือง และ 4) หมู่ที่ 5, 11, 12 และ 16 ตำบลเขาพระ อำเภอเมือง พื้นที่ป่าที่มีความเสี่ยงสูงมากที่สุดที่ต้องเฝ้าระวังและป้องกัน มีดังนี้ 1) ทางทิศตะวันตกของ รร.จปร. ประกอบด้วยเขาชะโงก 2) ทางทิศเหนือของ รร.จปร. ประกอบด้วยเขาตะแบก 3) ทางทิศตะวันออกของ รร.จปร. ประกอบด้วยเขาแหลม และเขาชะพลู ในตำบลพรหมณี อำเภอเมือง 4) ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของ รร.จปร. ประกอบด้วยเขาฝาละมี, เขาพระ และเขากะลิม ในตำบลเขาพระ อำเภอเมือง และ 5) ทางทิศตะวันตกของ รร.จปร. ติดกับ รร.ตท. ประกอบด้วยเขาอีหูด เขาคอก และเขามะค่าทอง ในตำบลศรีกระอาง อำเภอบ้านนา

โดยพื้นที่เสี่ยงต่อไฟป่ามากที่สุดส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง มีความลาดชัน เป็นป่าเบญจพรรณซึ่งเป็นป่าผลัดใบ โดยส่วนใหญ่อยู่ติดกับพื้นที่ชุมชนและถนน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พงศ์เทพ สุวรรณาวาร [13] ที่พบว่าไฟป่ามักเกิดในป่าผลัดใบมากที่สุด ซึ่งในฤดูแล้งไปไม้จะร่วงหล่นและทับถมที่พื้นป่าปริมาณมาก กลายเป็นเชื้อเพลิงผิวดินทำให้ไฟที่เกิดขึ้นลุกลามต่อเนื่องไปได้ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ภัทรา และคณะ [14] ซึ่ง

พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟในระดับสูง คือระยะห่างจากหมู่บ้านหรือชุมชน ซึ่งต้นเหตุมาจากมนุษย์จำเป็นต้องเฝ้าระวังป้องกันพื้นที่ให้มากที่สุด

7. บรรณานุกรม

- (1) สุชาติ โกษฉัตร, "การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยไฟป่าในประเทศไทย," กลุ่มปฏิบัติการภูมิสารสนเทศส่วนภูมิสารสนเทศ, สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ, 2553.
- (2) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. "จำนวนพื้นที่ป่าในเขตพื้นที่อนุรักษ์ที่ถูกไฟไหม้." ระบบบัญชีข้อมูล (Data Catalog) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. <https://catalog.dnp.go.th/dataset/fire1> (10 มิ.ย. 67).
- (3) สันต์ เกตุปราณี, นิพนธ์ ตั้งธรรม, สุวิทย์ แสงทองพราว, ปริชาธรรมานนท์, นริศ ภูมิภาคพันธ์ และ ศิริ อัคระอักษร, "ไฟป่าและผลกระทบต่อระบบป่าไม้ในประเทศไทย," คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2534.
- (4) สมชาย โกมลคงอยู่, "คู่มือการสร้างเครือข่ายและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควัน," กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ, 2561.
- (5) อภินันท์ ปลอดเปลี่ยว, บพิตร มณีรัตน์ และ วันชัย ปานาคะพิทักษ์, "การประเมินค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจที่เกิดจากไฟป่า," กองจัดการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, 2536.
- (6) สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์, "หลักการเบื้องต้นของการสำรวจข้อมูลระยะไกล," สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ, 2536.
- (7) USGS. "USGS EROS Archive Sentinel-2 Comparison of Sentinel-2 and Landsat." USGS science for a changing world. <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-sentinel-2-comparison-sentinel-2-and-landsat> (25 Jan 2023).
- (8) Cook, M, Schott, and J. R., "Atmospheric Compensation for a Landsat Land Surface Temperature Product," Landsat Science Team Meeting, 2014.
- (9) Keeley and J. E., "Fire intensity, fire severity and burn severity," A brief review and suggested usage, International Journal of Wildland Fire, pp. 116-126, 2009.
- (10) แพร้วา วิจิตรนสาร และ อนุเผ่า อบแพทย์, "การพัฒนาแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติทางธรรมชาติในประเทศไทย," การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, หน้า 13-17, 2565.
- (11) ชินบัญญัติ ปลั่งศิริ, "การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า อุทยานแห่งชาตินาแห้ว จังหวัดเลย," วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรชีวภาพ), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, 2543.

- (12) กัมปนาท ดีอุดมจันทร์ และ อนุสรณ์ รังสิพานิช, "เทคนิคการสำรวจจากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า," สำนักภูมิสารสนเทศ, สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ, 2551.
- (13) พงศ์เทพ สุวรรณวารี, "ผลกระทบของไฟป่าต่อความสมบูรณ์ของป่าไม้และคุณภาพอากาศในจังหวัดเชียงใหม่," มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2558.
- (14) ภัทธรา ม่วงเพชร, ชัยวัฒน์ คงสม และ ดุสิต เวชกิจ, "การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการรับรู้ระยะไกลเพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่แจ่ม จังหวัดลำปาง," มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2560.
- (15) ศราวุธ ลักขวุธ และ โสภณวิษณุ คำพิลัง, "การจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ภาพเชิงวัตถุ กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติน้ำตกตาดโตน ตำบลนาฝาย อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ," คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2560.
- (16) Suhrabuddin N., Kaan K, "Burn Area Detection and Burn Severity Assessment Using Sentinel 2 MSI Data. Izmir/Turkey: The Case of Karabağlar District," Turkish Journal of Geosciences, pp. 72-77, 2020.
- (17) อนุเผ่า อับแพทย์, ภูภัส ทองจับ, วันสิริ สุกสินวล, และ อาทิตยา ยีบ๊ะ, "การวิเคราะห์ค่าความรุนแรงพื้นที่เผาไหม้จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย," การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ, ครั้งที่ 26, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2564.
- (18) Matthew B., "Normalized Burn Ratio (NBR) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Study of Vegetation Health and Regrowth Rate Post 2018 Mendocino Complex Fire in Northern California Coastal Mountains." The University of Arizona. USA, 2022.
- (19) Natasya A., Arie Wahyu W, "Mono-temporal and multi-temporal approaches for burnt area detection using Sentinel-2 satellite imagery (a case study of Rokan Hilir Regency, Indonesia)," Ecological Informatics, Vol. 69, July 2022.
- (20) R. M. Grajeda Rosado, E. Alonso-Guzman, C. J. Esparza Lopez, W. Martinez Molina, H. García, and E. Yedra, "Mapping the LST (Land Surface Temperature) with Satellite Information and Software ArcGis," IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 811, p. 012045, 05/14 2020.
- (21) Serco Italia SPA, "Burned Area Mapping with Sentinel-2 (SNAP)," Portugal (version 1.2), pp 5-32, 2017.
- (22) สมถวิล วิจิตรวรรณ, สถิติความสัมพันธ์: เลือกใช้อย่างไร. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์, 2565. หน้า 10-13.