

แนวทางการกำหนดพื้นที่ไฟป่าด้วยข้อมูลดัชนีเชิงสเปกตรัมของภาพถ่ายจากดาวเทียม

Approaches to Identifying Wildfire Area using Spectral Indices of Satellite Data

คันสนีย์ มณีโชติ

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์

ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Sunsanee Maneechot

Charat Mongkolsawat

Geo-Informatics Center for Development of
Northeast Thailand, KhonKaen University

บทคัดย่อ

การประเมินตำแหน่งที่เผาไหม้ของไฟป่ามีความสำคัญต่อความเข้าใจในผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อพืชพรรณหลังเกิดไฟป่ารวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินดัชนีของข้อมูลดาวเทียมสำหรับการทำแผนที่ความรุนแรงของการเกิดไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ดัชนีไฟป่า (Normalized Burn Ratio: NBR) และดัชนีการเผาไหม้ผสม (Composite Burn Index CBI) ของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5-TM ได้ถูกเลือกมาใช้ภายใต้บทวิจารณ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความรุนแรงของการเกิดไฟป่า แต่ละดัชนีจะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการใช้ภาพถ่ายหลังเกิดไฟป่าเพียงอย่างเดียว (Single date) และวิธีการใช้ภาพถ่ายทั้งก่อนและหลังเกิดไฟป่า (bi-temporal) ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีและการประเมินข้อมูลภาคสนามของความรุนแรงในการเกิดไฟป่าจะนำมาใช้เพื่อระบุว่าเป็นดัชนีที่น่าเชื่อถือ ความสัมพันธ์ของดัชนีที่ดีที่สุดจะถูกนำมาใช้ในการทำแผนที่แสดงความรุนแรงของไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง การวิเคราะห์ด้วยวิธีการแบบสองช่วงเวลาของ NBR จะให้ค่าความสัมพันธ์อยู่ที่ 0.795 ซึ่งเป็นดัชนีที่ทำงานได้ดีที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ความรุนแรงของไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการแบบสองช่วงเวลาของ NBR คิดเป็นร้อยละ 4.79, 44.82, 49.62 และ 0.77 ของพื้นที่ทั้งหมดสำหรับบริเวณที่ไม่มีความรุนแรงของไฟป่า, ความรุนแรงของไฟป่าต่ำ, ความรุนแรง

ของไฟป่าปานกลาง และความรุนแรงของไฟป่าสูงตามลำดับ

คำสำคัญ: ความรุนแรงของการเกิดไฟป่า, ดัชนีไฟป่า, ดัชนีการเผาไหม้ผสม

Abstract

Estimates of wildfire burn sites are important for understanding the impacts of fire on post-fire vegetation and the changes of environment. This study aims to evaluate indices of satellite data for mapping burn severity in the Phu Luang Wildlife Sanctuary (PLWS). The Normalized Burn Ratio (NBR) and Composite Burn Index (CBI) of LANDSAT 5-TM were chosen based on a literature review of the burn severity studies. Each index was used as both a single date (post-burn) and a bi-temporal (pre-and post-burn) analysis. The correlation between the indices and field evaluation of the burn severity was performed to identify the reliable performing index. The best correlating index was then used to produce the burn severity map for the PLWS. The bi-temporal analysis of the NBR gave correlation of 0.795 which was the best performing index in this study. The burn severity sites in the

PLWS as analyzed by bi-temporal NBR accounted for 4.79%, 44.82%, 49.62% and 0.77% of the total area for unburned, low, moderate and high severity classes respectively.

KEYWORD: burn severity, Normalized Burn Ratio (NBR), Composite Burn Index (CBI)

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1 สาเหตุของการเกิดไฟป่าและผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

ไฟป่าเป็นความไม่สงบอย่างหนึ่งซึ่งสร้างความเสียหายต่อทรัพยากรป่าไม้เป็นอย่างมาก ซึ่งในประเทศไทยนั้นเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนพฤษภาคม โดยพื้นที่ที่ประสบปัญหาไฟป่าเป็นประจำได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าสน สวนป่าต่างๆ พุ่มหญ้า และไร่ร้างตามภูเขา สาเหตุของไฟป่านั้นมีทั้งที่เกิดจากธรรมชาติ คือเกิดจากฟ้าผ่าในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งอากาศและเชื้อเพลิงเริ่มมีความชื้นสูงขึ้น เมื่อเกิดฟ้าผ่าลงมาตรงต้นไม้แห้งที่ยืนต้นตายและเกิดไฟไหม้ ไฟจะไม่สามารถลุกลามต่อไปได้ เนื่องจากสภาพอากาศ และความชื้นของเชื้อเพลิงในพื้นที่รอบข้างไม่อำนวย และไฟป่าที่เกิดจากมนุษย์ ซึ่งไฟป่าในประเทศไทยเกือบ 100 % เกิดจากน้ำมือของมนุษย์แทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการจุดบู่หรือโดยไม่เจตนา แล้วโยนทิ้งข้างทางทำให้เกิดไฟลุกไหม้ สะเก็ดไฟปลิวเข้าไปในพื้นที่ป่าที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งสร้างความเสียหายให้แก่ทรัพยากรธรรมชาติเป็นอย่างมาก ถึงแม้ไฟป่าที่เกิดในประเทศไทยจะไม่ค่อยรุนแรงมากนัก เนื่องจากอยู่ในเขตร้อนชื้น มีลมมรสุมพัดผ่าน และมีความชื้นสัมพัทธ์สูง (สันต์ เกตุปราณีต, 2541) แต่ในการเกิดไฟป่าแต่ละครั้งได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลายๆ ด้านด้วยกัน กล่าวคือ เมื่อเกิดไฟป่าขึ้นไฟป่าจะเข้าทำลายกล้าไม้เล็กๆ ในป่า ทำให้หมดโอกาสเจริญเติบโตเป็นไม้ใหญ่ เกิดเป็นหน้าดินเปิดโล่งเมื่อฝนตกลงมาเมล็ดพันธุ์จะกระแทกกับหน้าดินโดยตรง ส่งผลให้เกิด

การชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย ซึ่งจะพัดพาเอาน้ำที่เต็มไปด้วยตะกอนและเชื้อราไหลสู่ลำห้วยลำธาร ทำให้ลำห้วยขุ่น เศษดินตะกอนและเศษอินทรีย์วัตถุที่เผาไหม้ไม่หมดจะไปทับถมในแม่น้ำมากขึ้นทำให้เกิดการเน่าเปื่อย ไม่สามารถนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคได้อีก ส่วนในชั้นบรรยากาศจะเกิดควันไฟลอยขึ้นสู่ท้องฟ้าปกคลุมอยู่เป็นเวลานาน ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น บดบังแสงอาทิตย์ ลดทัศนวิสัยในการมองเห็นซึ่งอาจเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุบนท้องถนนได้ อีกทั้งยังสร้างความเสียหายให้กับบ้านเรือนของชาวบ้านที่อาศัยอยู่บริเวณชายป่า ส่งผลต่อสุขภาพโดยเฉพาะกับระบบทางเดินหายใจเกิดอาการแสบจมูกและแสบตา และต่อสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในป่าและสัตว์ป่าทำให้สัตว์ป่าได้รับบาดเจ็บหรือตาย เนื่องมาจากการขาดอากาศหายใจ อีกทั้งยังเป็นการทำลายแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าอีกด้วย

1.2 การประยุกต์ใช้ข้อมูลดัชนีเชิงสเปกตรัมของภาพถ่ายจากดาวเทียมในการทำแผนที่ความรุนแรงของไฟป่า

ไฟป่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมมากมายด้วยการเผาผลาญพืชพรรณ การทำลายคลอโรฟิลล์ในใบพืช การเปิดโล่งของหน้าตัดดิน การเผาไหม้ลำต้น และการเปลี่ยนแปลงความชื้นทั้งบนผิวดินและใต้ดิน การลดลงของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ทำให้เกิดการสะท้อนที่เพิ่มขึ้นในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ร่วมกับการทำลายเนื้อเยื่อของใบทำให้เกิดการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared NIR; band 4:0.76–0.90 μm .) ลดลง (Epting, Verbyla and Sorbel, 2005) ในทางตรงกันข้าม เมื่อมีเงาสะท้อนลดลงและความชื้นที่ปกคลุมลดลง จะทำให้เกิดการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดกลาง (Mid-Infrared MIR; band 7:2.08–2.35 μm .) เพิ่มขึ้นตามไฟป่าที่เกิดขึ้น (van Wagtenonk, Root and Key, 2004; Epting et al., 2005) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงในช่วงคลื่น NIR และ MIR จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการทำแผนที่บริเวณที่ถูกเผาไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Epting et al., 2005)

ดัชนีต่างๆ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อการทำแผนที่บริเวณที่ถูกเผาไหม้ ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการแบบช่วงเวลาหนึ่ง คือ ช่วงเวลาหลังจากที่เกิดไฟป่า และแบบสองช่วงเวลา คือ ทั้งช่วงก่อนที่จะเกิดและหลังเกิดไฟป่า แบบจำลองของช่วงเวลาหนึ่งมีข้อได้เปรียบหลายอย่างมากกว่าแบบจำลองสองช่วงเวลา เนื่องจากว่ามีราคาถูกกว่า สิ้นเปลืองเวลาน้อยกว่า และสามารถลดระดับความผิดพลาดที่มีอยู่โดยธรรมชาติซึ่งพบในแบบจำลองสองช่วงเวลาได้เช่นกัน (Epting et al., 2005) การใช้ภาพถ่ายหลังการเผาไหม้เพียงอย่างเดียวจะให้ผลที่ไม่ถูกต้องมากนัก เนื่องจากไม่มีภาพถ่ายก่อนการเผาไหม้มาเป็นภาพอ้างอิง ซึ่งทำให้ยากต่อการทำแผนที่เชิงสเปกตรัมที่ใกล้เคียงกับพื้นที่จริงได้

โดยส่วนใหญ่แล้วแผนที่ความรุนแรงของไฟป่าจะถูกสร้างมาจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ระบบ Thematic Mapper (TM) หรือ Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) (Robichaud et al., 2007) ระบบ TM และ ETM+ ถูกนำมาใช้ในการศึกษาไฟป่าบ่อยครั้งเนื่องจากประกอบด้วยช่วงคลื่น NIR และช่วงคลื่น MIR ซึ่งจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งในพืชและดินได้เป็นอย่างดี (Lutes et al., 2006; van Wagtenonk et al., 2004; Robichaud et al., 2007) การลดลงของพืชสีเขียวและความชื้นของพืชอันเนื่องมาจากไฟป่าหรือความอุดมสมบูรณ์ในพืชเป็นสาเหตุทำให้ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ลดลง ขณะที่ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดกลางจะเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความชื้นและเงาของเรือนยอดต้นไม้ที่ลดลงและการมีหน้าตัดดินที่เปิดโล่ง รวมทั้งมีชั้นหินโผล่มากขึ้น (Lutes et al., 2006) ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างสองช่วงคลื่นนี้ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ “Normalized Burn Ratio” (NBR) หรือดัชนีไฟป่า จึงถูกนำมาใช้เป็นดัชนีความรุนแรงของการเผาไหม้ (Robichaud et al., 2007) ดัชนี NBR ได้คำนวณจาก $(TM\ 4 - TM\ 7) / (TM\ 4 + TM\ 7)$ และด้วยเหตุที่การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของพืชพรรณและดินที่เกิดจากไฟป่านั้น เป็นวิธีการประเมินผลกระทบที่เหมาะสมกว่าสภาวะในช่วง

หลังเกิดไฟป่าเพียงอย่างเดียว จึงต้องมีการคำนวณด้วยค่าความแตกต่างของดัชนี NBR ทั้งก่อนและหลังเกิดไฟป่า จาก $\Delta NBR = NBR_{pre} - NBR_{post}$ ซึ่งมีชื่อว่า “differenced Normalized Burn Ratio (dNBR)” หรืออัตราความแตกต่างของการเผาไหม้ (Lutes et al., 2006)

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การนำเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาพื้นที่เกิดไฟป่า

การศึกษาในยุคแรกๆ ของการประยุกต์ใช้การรับรู้จากระยะไกลเพื่อที่จะประเมินพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้จะใช้วิธีการคำนวณค่าดัชนีจากระบบตรวจวัดของดาวเทียม (van Wagtenonk et al., 2004) ระบบตรวจวัดหลากหลายระบบ เช่น MODIS AVIRIS เป็นต้น ได้ถูกนำมาใช้ทดสอบความสามารถที่มีความสัมพันธ์กับการสำรวจความรุนแรงในภาคสนาม ซึ่งพบว่าระบบตรวจวัดของ LANDSAT-TM ได้เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายว่าเหมาะสมที่สุดในการศึกษาความรุนแรงของการเผาไหม้ (van Wagtenonk et al. 2004; Epting et al. 2005)

ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำเอาวิทยาการเหล่านี้มาใช้ในการศึกษาในหลายๆ ด้าน ได้แก่ การจัดการสิ่งแวดล้อม การคมนาคม การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้มุ่งเน้นถึงการนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่เกิดไฟป่า ซึ่งสำนักควบคุมไฟป่า โดยความร่วมมือกับส่วนวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ได้ทำการวิเคราะห์ประเมินพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้โดยการสำรวจข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2542-2544 โดยการนำเอาข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5-TM มาผลิตเป็นภาพถ่ายดาวเทียมแบบสีธรรมชาติจากแถบช่วงคลื่น 7 4 2 มาตราส่วน 1:50,000 และทำการแปลตีความหมายภาพถ่ายจากดาวเทียมพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ พร้อมทั้งทำการประเมินพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกไฟไหม้ในแต่ละปีพบว่า ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ได้รับสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการจัดการและควบคุมไฟป่าของประเทศไทยได้อย่างดี (สุวิทย์ อ่องสมหวัง, นฤมล

นุชเปลี่ยน, อนุสรณ์ รังสิพานิช และอนุชิต รัตนสุวรรณ, 2544) เช่นเดียวกับ Vibulsresth, Ratanasermping and Suwanweelakamtorn (1994) ที่ได้ทำการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5-TM เพื่อติดตามการเกิดไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งในปี พ.ศ. 2531-2537 พบว่าการเกิดไฟไหม้ในปี พ.ศ.2537 มีความรุนแรงมากที่สุด โดยเฉพาะในป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง ซึ่งจากการประเมินด้วยภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5-TM ที่ถ่ายได้ในวันที่ 6 มีนาคม และ 7 เมษายน พ.ศ.2537 นำมาสร้างเป็นภาพสีผสมแบบ 4 5 7 (RGB) พบว่ามีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบประมาณ 1.144 ตารางกิโลเมตร แสดงให้เห็นเปลวไฟเป็นสีเหลืองอ่อนพื้นที่ในป่าผลัดใบที่ถูกไฟไหม้แล้วเป็นสีเหลืองปนเขียว ส่วนในป่าดิบเป็นสีน้ำเงิน

การประยุกต์ใช้ดัชนีไฟป่า (Normalized Burn Ratio : NBR) และดัชนีความแตกต่างของการเผาไหม้ (differenced Normalized Burn Ratio : dNBR) ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

ดัชนีสเปกตรัมสามารถแสดงให้เห็นถึงข้อได้เปรียบในการทำความเข้าใจความรุนแรงของไฟป่าภายใต้การเปลี่ยนแปลงของช่วงคลื่น NIR และช่วงคลื่น MIR ของดาวเทียม LANDSAT 5 หรือ 7 ซึ่งจากการศึกษาในยุคแรกๆ ของ Lopez-Garcia and Caselles, 1991 ที่เป็นการใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-TM เพื่อแสดงให้เห็นถึงข้อได้เปรียบของการใช้ข้อมูล LANDSAT-TM และโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงคลื่นที่ 4 และ 7 เพื่อทำแผนที่บริเวณที่ถูกเผาไหม้ในสเปนเมื่อกลางปี ค.ศ.1980 และนี่คือบางส่วนของการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงวิธีการที่สามารถนำไปสู่ดัชนีหนึ่งที่รู้จักกันในชื่อ “Normalized Burn Ratio (NBR)” เป็นการคำนวณจาก

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

ซึ่งตามทฤษฎีแล้ว NBR จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ค่าที่เป็นลบแสดงให้เห็นถึงจุดภาพที่ถูกเผาไหม้

จึงสรุปได้ว่าความรุนแรงของการเผาไหม้นั้นจะเพิ่มขึ้นตามค่าของ NBR ที่เป็นลบมากขึ้น และด้วยเหตุที่การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของพืชพรรณและดินที่เกิดจากไฟป่านั้น เป็นวิธีการประเมินผลกระทบที่เหมาะสมกว่าสถานะในช่วงหลังเกิดไฟป่าเพียงอย่างเดียว จึงต้องมีการคำนวณด้วยค่าความแตกต่างของดัชนี NBR ทั้งก่อนและหลังเกิดไฟป่า ซึ่งมีชื่อว่า “differenced Normalized Burn Ratio (dNBR) ” หรืออัตราความแตกต่างของการเผาไหม้ (Lutes et al., 2006; Robichaud et al., 2007) จาก

$$dNBR = NBR_{prefire} - NBR_{postfire} \quad (2)$$

dNBR มีค่าอยู่ในระหว่าง -2.0 ถึง +2.0 ตามทฤษฎี และค่าเป็นบวกแสดงว่าเป็นจุดภาพที่ถูกเผาไหม้ จึงสรุปได้ว่า ความรุนแรงของไฟนั้นจะมีการเพิ่มขึ้นตามค่าของ dNBR ที่เป็นบวกมากขึ้น แต่ในทางปฏิบัติ นิยมนำค่าของ dNBR มาคูณด้วย 1000 ค่าจึงอยู่ระหว่าง -2000 ถึง +2000 ซึ่งง่ายต่อการพิจารณา

ตารางที่ 1 เกณฑ์การจำแนกระดับความรุนแรงของไฟป่า

Severity level	dNBR Range
Enhanced regrowth, high	-500 to -251
Enhanced regrowth, low	-250 to -101
Unburned	-100 to +99
Low severity	+100 to +269
Moderate-low severity	+270 to +439
Moderate-high severity	+440 to +659
High severity	+660 to +1300

ที่มา : Key & Benson, 2006

จากการศึกษาของกัมปนาท ดีอุดมจันทร์ และอนุสรณ์ รังสิพานิช (2550) ได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยที่จะเกิดไฟป่าโดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-TM หลายช่วงเวลาในแต่ละปีบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยการคำนวณหาพื้นที่เกิดไฟป่าโดยใช้ดัชนี dNBR แล้วนำผลที่ได้มาจัดทำเป็นแผนที่ความถี่ของการ

เกิดไฟป่า ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่านั้นได้นำปัจจัยต่างๆ เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งใช้การกำหนดค่าคะแนนความสามารถของปัจจัยแต่ละตัวโดยอาศัยการคำนวณเปอร์เซ็นต์ CV (Coincided Value) ในการพิจารณาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญระหว่างปัจจัย (Weight Score) และคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธี Pairwise Comparison ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าจำแนกได้ 5 ชั้น คือ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ามากที่สุด พื้นที่เสี่ยงมาก พื้นที่เสี่ยงปานกลาง พื้นที่เสี่ยงน้อย และพื้นที่เสี่ยงน้อยมาก เช่นเดียวกับสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2550) ได้ทำการประเมินหาพื้นที่เกิดไฟป่าด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 โดยการใช้ค่าดัชนี dNBR และค่าดัชนี NBR ครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกของประเทศไทย ผลการประเมินพื้นที่เกิดไฟป่าปี พ.ศ. 2550 พบว่า มีพื้นที่เกิดไฟป่าคิดเป็นพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 23,290 ตารางกิโลเมตร หรือ 14,556,224 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.75 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ที่เกิดไฟป่ามากที่สุดคือจังหวัดเชียงใหม่ คิดเป็นพื้นที่ 5,740.9 ตารางกิโลเมตร

การประยุกต์ใช้ดัชนี NBR ร่วมกับข้อมูลภาคสนาม เพื่อประเมินความรุนแรงของการเผาไหม้

แม้ว่าไฟป่าจะสามารถนำมาประเมินด้วยการใช้ดัชนีสเปกตรัม เพื่อทำแผนที่แสดงพื้นที่เกิดไฟป่า ลักษณะของสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดไฟป่า ตลอดจนลักษณะของภูมิประเทศได้ แต่ยังมีงานวิจัยอีกมากมายที่ประสบความสำเร็จในการนำความสัมพันธ์ของดัชนีสเปกตรัมกับการสำรวจภาคสนามมาใช้เพื่อกำหนดความสามารถของดัชนีสเปกตรัมต่อการประเมินความรุนแรงของการเผาไหม้อย่างถูกต้อง ซึ่งการประยุกต์ใช้ดัชนีสเปกตรัมเพื่อการทำแผนที่บริเวณที่เผาไหม้และความรุนแรงของไฟป่าได้ถูกพัฒนาเพิ่มมากขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ วิธีการทำแผนที่ดังกล่าวจะประกอบไปด้วยการนำอัตราส่วนของช่วงคลื่น

ดัชนีต่างๆ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นมาใช้ในการทำแผนที่เพื่อการประเมินและแสดงความรุนแรงของการเผาไหม้ที่เกิดขึ้น (Lentile et al., 2006)

การวิเคราะห์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นเป็นการใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลภาคสนามและข้อมูลดาวเทียมด้วยการนำระบบตรวจวัดของดาวเทียม LANDSAT มาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการเผาไหม้ตรงตำแหน่งที่ถูกไฟป่ารบกวนซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ส่วนวิธีการรวบรวมข้อมูลภาคสนามนั้นจะแสดงผลของไฟป่าที่ได้มาจากการประเมินด้วยสายตา ซึ่งถูกพัฒนามาโดย Key and Benson, 2006 โดยให้ชื่อว่า “Composite Burn Index : CBI” หรือดัชนีการเผาไหม้ผสม ถูกออกแบบมาเพื่อกำหนดความรุนแรงของการเผาไหม้ที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศน์ ซึ่งได้มาจากการประเมินปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้และขอบเขตของพื้นที่ที่มีพืชพรรณเจริญเติบโตขึ้นใหม่ (Miller, Safford, Crimmins and Thode, 2009) ด้วยการนำมาคำนวณสำหรับแต่ละแปลงตัวอย่างที่ได้มาจากการเก็บรวบรวมหลังการเกิดไฟป่า แบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ ได้แก่ 1) เชื้อเพลิงบนผิวดินและดิน 2) พืชสมุนไพร พุ่มไม้เตี้ยๆ และต้นไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1 เมตร 3) พุ่มไม้และต้นไม้ที่มีความสูง 1 ถึง 5 เมตร 4) ต้นไม้ขนาดกลาง 5) ต้นไม้ขนาดใหญ่ ข้อมูลที่ได้นั้นจะถูกบันทึกเป็นค่าดัชนีที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 3 ซึ่ง 0 จะบ่งบอกว่าไม่มีการเผาไหม้ที่เกิดจากไฟป่า และ 3 เป็นความรุนแรงที่ร้ายแรงที่สุด

การเลือกค่าของ CBI ว่าค่าไหนควรใช้เป็นค่ามาตรฐานระหว่างระดับความรุนแรงนั้นเป็นสิ่งที่ค่อนข้างจะแตกต่างกันของแต่ละบุคคล ต่อมา Miller and Thode, 2007 ได้จัดทำมาตรฐานโดยการใช้ค่ากึ่งกลางระหว่างค่าปกติของข้อมูล CBI จากระดับความรุนแรงต่ำ ปานกลาง และสูง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจำแนกระดับความรุนแรงของข้อมูลภาคสนามจากดัชนี CBI

ระดับความรุนแรง	ค่าความรุนแรงที่ได้จากการวัดข้อมูลภาคสนาม	นิยาม
ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (Unchanged)	0 – 0.1	พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ไม่สามารถจำแนกออกจากสภาวะก่อนเกิดไฟป่าได้ นั่นคือไม่สามารถบ่งบอกถึงพื้นที่ที่ไม่ถูกเผาไหม้ได้ หลังจากเกิดไฟไหม้มาแล้ว 1 ปี
ความรุนแรงต่ำ (Low)	0.1 – 1.24	พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้มีความเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยบนผิวดิน และมีการตายของพืชพรรณเพียงเล็กน้อย
ความรุนแรงปานกลาง (Moderate)	1.25 – 2.24	พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้จะแสดงให้เห็นส่วนที่ได้รับผลกระทบ ตั้งแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย ไปจนถึงเปลี่ยนแปลงมาก
ความรุนแรงสูง (High)	2.25 – 3.0	พืชพรรณบริเวณนั้นมีอัตราการตายสูง

ที่มา: Miller and Thode (2007)

Key and Benson, 1999 ได้พัฒนาเทคนิคการประเมินความรุนแรงของการเผาไหม้ขึ้นเพื่อติดตามวิธีการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่มีสาเหตุมาจากไฟป่า โดยที่ช่วงคลื่น NIR จะตอบสนองต่อพืชสีเขียวและการสังเคราะห์แสง การสะท้อนกลับที่ให้ค่าสูงนั้นจะแสดงให้เห็นว่าบริเวณนั้นมีพืชเจริญเติบโตอยู่มาก ส่วน MIR จะตอบสนองต่อวัตถุที่ถูกเผาไหม้รวมทั้งบริเวณพื้นผิวดิน การสะท้อนกลับที่ให้ค่าสูงนั้นจะแสดงให้เห็นว่าบริเวณนั้นมีหน้าดินเปิดโล่งมาก ซึ่งโดยทั่วไปจะนำดัชนี CBI ของแต่ละแปลงตัวอย่างมาพิจารณาร่วมกับดัชนี NBR ด้วย ดังเช่น van Wagtenonk et al. (2004) ได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลเกี่ยวกับความรุนแรงของการเผาไหม้ที่รวบรวมจาก Airborne Visible and Infrared Imaging Spectrometer: AVIRIS หลายช่วงเวลาพร้อมกับ LANDSAT ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) เพื่อสำรวจการตอบสนองของสเปกตรัมที่มีต่อระดับความรุนแรงต่ำ ปานกลาง และสูงในพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ ด้วยการใช้นี้ dNBR ร่วมกับข้อมูลภาคสนามที่ได้จากดัชนี CBI พบว่า มีช่วงคลื่น Hyperspectral 2 ช่วงคลื่น ที่สามารถ

จะใกล้เคียงกับ ช่วงคลื่น NIR ของ LANDSAT และ ช่วงคลื่นที่ 210 จะใกล้เคียงกับช่วงคลื่น MIR ของ LANDSAT ส่วน Epting et al. (2005) ได้ทำการประเมินดัชนีสเปกตรัม 13 ดัชนี เทียบกับตำแหน่งของไฟป่าที่เผาไหม้ทางตอนกลางของอลาสกา ดัชนีที่ใช้ประกอบไปด้วย ช่วงคลื่นเชิงเดี่ยว อัตราส่วนระหว่างช่วงคลื่น ดัชนีพืชพรรณ และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยแต่ละดัชนีจะถูกประเมินร่วมกับวิธีการที่ใช้ค่าดัชนีหลังถูกเผาไหม้ และค่าดัชนีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังถูกเผาไหม้ ดัชนีเหล่านี้ได้นำมาประเมินด้วยการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสเปกตรัมและค่าข้อมูลภาคสนามของดัชนี CBI โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson (r) ซึ่งบริเวณที่ถูกเผาไหม้นั้นประกอบไปด้วยระบบนิเวศของป่าและต้นไม้พุ่ม พบว่า ดัชนี NBR เป็นดัชนีที่เหมาะสมต่อความรุนแรงของไฟในพื้นที่ป่ามากที่สุด สอดคล้องกับ Hoy (2007) ซึ่งได้ประเมินศักยภาพของดัชนี dNBR และดัชนีเชิงสเปกตรัมอื่นๆ สำหรับการทำความเข้าใจความรุนแรงของไฟป่าใน อลาสกา ด้วยการใช้อนุกรมถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่า dNBR ที่ได้มาจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT สัมพันธ์กับวิธีการประเมินภาคสนามของความรุนแรงไฟ

ป่า การวิเคราะห์การถดถอยจะให้ผลของความสัมพันธ์เพียงเล็กน้อย คือ มีค่า R^2 สูงที่สุดสำหรับการเปรียบเทียบระหว่าง dNBR และ CBI อยู่ที่ 0.52 , $p < 0.0001$

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินดัชนีของข้อมูลดาวเทียมและจำแนกระดับความรุนแรงของไฟฟ้าแต่ละระดับ ด้วยการใช้ดัชนีสเปกตรัมจากภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบตำแหน่งที่เกิดไฟฟ้า รวมทั้งผลการจำแนกระดับความรุนแรงของไฟฟ้าในแต่ละระดับด้วยการใช้ดัชนีสเปกตรัมจากภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจ เพื่อวางแผนป้องกันไฟฟ้าของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

4. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 พื้นที่ศึกษา

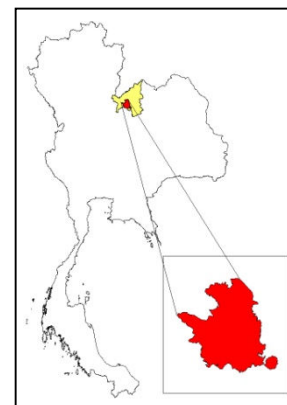
พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง อำเภอภูหลวง จังหวัดเลย อยู่ระหว่างละติจูดที่ 17 องศา 3 ลิปดา ถึง 17 องศา 24 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 101 องศา 16 ลิปดา ถึง 101 องศา 21 ลิปดาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 560,593.00 ไร่

ลักษณะภูมิประเทศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ประกอบไปด้วย ภูเขาสูงและที่ราบบนภูเขา แนวเขตเริ่มจากระดับความสูงประมาณ 400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง เทือกเขาซีกตะวันออก มีลักษณะเป็นภูเขาสูงใหญ่ที่มีที่ราบบนหลังเขา เทือกเขาซีกตะวันตกเป็นภูเขาสูงเล็กๆ ตั้งชันสลับซับซ้อนเป็นลูกคลื่น ภูเขาทางทิศตะวันออกเป็นหน้าผาสูงชันลาดลงสู่ทิศตะวันตกเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเลย และแม่น้ำป่าสัก

มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาเช่นเดียวกับที่ราบสูงทั่วไป มีลักษณะของชั้นที่วางตัวแบบกระแทง

(Syncline) ในแนวเหนือ-ใต้ มีแนวรอยเลื่อน (Fault) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกอีกหลายแห่ง ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของโครงสร้างทางธรณีวิทยาในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ได้มีการยกตัวมาแต่อดีต และในหลายพื้นที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ประกอบด้วยเขาหินและหินโผล่ โดยทั่วไป ลักษณะทางธรณีจะประกอบด้วยหินอัคนีและหินตะกอนของหินชุดโคราช (Korat Group) และหินชุดราชบุรี (Ratburi Group) โดยทั้งหมดเกิดในช่วงอายุ (age) Lower-Middle Cretaceous จนถึง Permian (กรมทรัพยากรธรณี, 2527)

การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ 188,085 ไร่ (33.55 %) รองลงมาคือ ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง สวนป่า และป่าเบญจพรรณ มีเนื้อที่ 169,982 ไร่ (30.32 %), 118,487 ไร่ (21.13 %), 42,339 ไร่ (7.55 %) และ 17,841 ไร่ (3.18 %) ตามลำดับ (ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า และมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543) พื้นที่เกษตรกรรมที่พบส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกยางพารา นาข้าว พืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง ข้าวโพด เป็นต้น



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

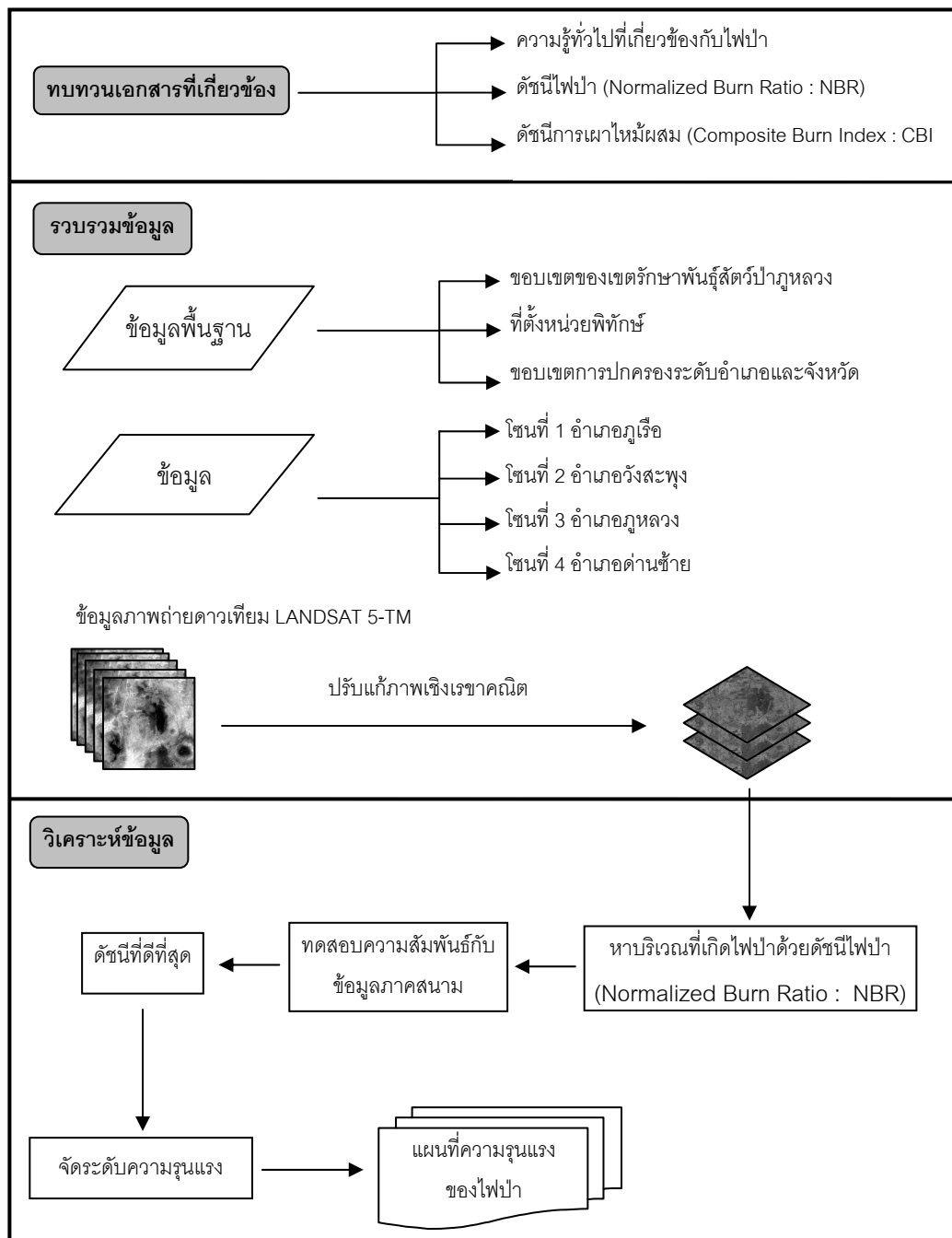
4.2 หลักในการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าได้ทำการวิเคราะห์หาความรุนแรงของการเกิดไฟฟ้าแต่ละระดับด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม จากการใช้อินเตอร์เฟซข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบธีแมติกแมปเปอร์ (Thematic Mapper

:TM) ในช่วงปี พ.ศ.2551 – 2552 โดยการนำดัชนีไฟป่า (Normalized Burn Ratio : NBR) ทั้งสองวิธี คือ แบบช่วงเวลาหนึ่ง (Single-date) และแบบสองช่วงเวลา (Bi-temporal) มาทดสอบความสัมพันธ์กับค่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่เกิดไฟป่าของดัชนีการเผาไหม้ผสม (Composite Burn Index : CBI) ดัชนีที่ดีที่สุดจะถูกนำมาใช้ในการจำแนกความรุนแรงของการเกิดไฟป่า

4.3 ขั้นตอนในการดำเนินการ

ในการดำเนินการศึกษาความรุนแรงของไฟป่าด้วยดัชนีสเปกตรัม ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1. ทบทวนเอกสารเกี่ยวกับดัชนีไฟป่า 2. การรวบรวมข้อมูล และ 3. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการดำเนินการ

1) ทบทวนเอกสารเกี่ยวกับดัชนีไฟป่า

2) การรวบรวมข้อมูล ได้ทำการรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

2.1) ข้อมูลพื้นฐาน

ทำการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานในขอบเขตพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ขอบเขตของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ในเขต ขอบเขตการปกครองระดับอำเภอและจังหวัด

2.2) ข้อมูลภาคสนาม

ข้อมูลภาคสนามสำหรับพื้นที่เผาไหม้ได้ทำการรวบรวมในช่วงระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม ปี พ.ศ.2553 บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย จำนวน 30 แปลงตัวอย่าง โดยแต่ละแปลงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร ซึ่งในการออกสำรวจนั้นได้ใช้ดัชนีการเผาไหม้ผสม (Composite Burn Index : CBI) มาประเมินความรุนแรงของการเผาไหม้ในภาคสนาม ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งเป็นโซนของหน่วยพิทักษ์เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จำนวนทั้งหมด 4 โซน ได้แก่

- โซนที่ 1 อำเภอภูเรือ มีเนื้อที่ 188,912.84 ไร่ ประกอบด้วย ที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง หน่วยพิทักษ์โคกนกกระบา หน่วยพิทักษ์เลยน้อย

- โซนที่ 2 อำเภอวังสะพุง มีเนื้อที่ 118,150.94 ไร่ ประกอบด้วย หน่วยพิทักษ์กกบก หน่วยพิทักษ์น้ำจันท์ หน่วยพิทักษ์ห้วยแบ่ง หน่วยพิทักษ์โหล่นแต่ หน่วยพิทักษ์น้ำทบ หน่วยพิทักษ์น้ำค้อ

- โซนที่ 3 อำเภอภูหลวง มีเนื้อที่ 169,559.42 ไร่ ประกอบด้วย หน่วยพิทักษ์น้ำไค้ หน่วยพิทักษ์ขุนเลย หน่วยพิทักษ์ภูหอ หน่วยพิทักษ์ห้วยหินลับ หน่วยพิทักษ์เลยวังใส

- โซนที่ 4 อำเภอด่านซ้าย มีเนื้อที่ 83,969.79 ไร่ ประกอบด้วย หน่วยพิทักษ์ห้วยผักกูด หน่วยพิทักษ์ปากแดง หน่วยพิทักษ์ภูชน

2.3) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

เราได้ใช้ข้อมูลจาก LANDSAT 5-TM ความแยกชัดเชิงพื้นที่ 30 เมตร ไฟป่าที่เกิดขึ้นบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงนั้นเริ่มเกิดในช่วงปลายเดือนมกราคม ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5-TM ที่บันทึกภาพระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ.2551 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2552 จึงถูกนำมาใช้ ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์ พื้นที่ศึกษาดังกล่าวครอบคลุมพื้นที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5-TM ตรงกับดัชนีภาพที่ Path 129 Row 48 คิดเป็นพื้นที่ 10,000 ตารางกิโลเมตร รายละเอียดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5-TM ที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	ดาวเทียม	ระบบการถ่ายภาพ	รายละเอียดภาพ	วันที่ถ่ายภาพ
1.	LANDSAT 5	Thematic Mapper	30 m.	5 มี.ค. 2551
2.	LANDSAT 5	Thematic Mapper	30 m.	2 ธ.ค. 2551
3.	LANDSAT 5	Thematic Mapper	30 m.	3 ม.ค. 2552
4.	LANDSAT 5	Thematic Mapper	30 m.	8 มี.ค. 2552



3) การวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1) ทำการสำรวจพื้นที่หลังการเกิดไฟป่า

เพื่อสำรวจร่องรอยการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นตามการประเมินการเผาไหม้ด้วยค่าดัชนีการเผาไหม้ผสม (Composite Burn Index: CBI) จำนวน 30 แปลงตัวอย่าง โดยอาศัยจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่ดูแลตามหน่วยต่างๆ แล้วทำการจดค่าพิกัดของพื้นที่ด้วยเครื่อง GPS พร้อมทั้งถ่ายภาพพื้นที่โดยรอบ ซึ่งได้ทำการสำรวจในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ.2553

3.2) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่หลังเกิดไฟป่า

1) ทำการประเมินระดับความรุนแรงของการเผาไหม้ด้วยค่าดัชนีการเผาไหม้ผสม (Composite Burn Index : CBI) โดยมีการกำหนดไว้ 5 ระดับชั้น ได้แก่ เชื้อเพลิงบนผิวดินและใต้ดิน (Substrate) พืชสมุนไพรหรือพุ่มไม้ขนาดเล็ก (Herbs, Low Shrubs) พุ่มไม้ใหญ่ (Tall Shrubs) ต้นไม้ขนาดกลาง (Intermediate Trees) และ ต้นไม้ขนาดใหญ่ (Canopy Trees) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 3 ค่าที่เป็น 0 จะสอดคล้องกับบริเวณที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากไฟป่า ขณะที่ค่าที่เป็น 3 จะบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมากที่สุด

2) นำค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลทั้งหมดมาสร้างเป็นค่าคะแนนของดัชนี CBI ของแต่ละแปลงตัวอย่าง ดังนั้นจากผลการศึกษาจะได้ค่าคะแนนของดัชนี CBI ที่จะบ่งบอกถึงความรุนแรงของการเผาไหม้ในแต่ละแปลง เพื่อนำไปทดสอบความสัมพันธ์ที่มีต่อดัชนีสเปกตรัมในขั้นตอนต่อไป

3.3) การวิเคราะห์พื้นที่เกิดไฟป่าด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม

1) ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

ภาพถ่ายที่นำมาใช้ในการศึกษาพื้นที่เกิดไฟป่าครั้งนี้ ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5-TM ที่บันทึกภาพระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ.2551 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2552 ตรงกับดัชนีภาพที่ Path 129 Row 48 คิดเป็นพื้นที่ 10,000 ตารางกิโลเมตร

2) การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

การปรับแก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีความคลาดเคลื่อนหรือความบิดเบี้ยวที่เกิดขึ้นได้แทบทุกระบบของการบันทึกข้อมูลในภาพถ่ายดาวเทียม จึงต้องทำการปรับแก้ไขให้ถูกต้องตามตำแหน่งจริงในภูมิประเทศ โดยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ กำหนดระบบพิกัดตำแหน่งเป็น UTM zone 47 WGS 84 ให้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ซึ่งในที่นี้เลือกใช้วิธีใช้แผนที่ที่มีการแก้ไขแล้วอ้างอิงพิกัดไปสู่ภาพถ่ายดาวเทียมที่ยังไม่มีพิกัด (Image to Map Registration)

การเน้นข้อมูลภาพเชิงคลื่น (Spectral Enhancement) ด้วยวิธีการใช้อัตราส่วนเชิงคลื่น (Spectral Ratio) คือ ดัชนีไฟป่า $NBR = (NIR - MIR) / (NIR + MIR)$ หลังจากนั้นจะนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Single-date และ Bi-temporal ของพื้นที่เกิดไฟป่าทั้งหมด โดยใช้โปรแกรม PCI version 7.0 และ ERDAS

3.4) การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีที่ใช้กับข้อมูลหลังการเกิดไฟป่าที่ได้จากการสำรวจ

ทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีที่ใช้กับค่าคะแนนของดัชนี CBI ด้วยการใช้วิธีทางสถิติ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson(r) ด้วยโปรแกรม SPSS ดัชนีที่สัมพันธ์กับข้อมูลภาคสนามมากที่สุด ซึ่งจะนำมาใช้ในการทำแผนที่ความรุนแรงของการเผาไหม้

3.5) ดัชนีที่สัมพันธ์กับข้อมูลภาคสนามมากที่สุดจะนำมาใช้ในการทำแผนที่ความรุนแรงของการเกิดไฟป่า

นำดัชนีที่สัมพันธ์กับข้อมูลภาคสนามมากที่สุดมาใช้ในการจำแนกความรุนแรงของการเกิดไฟป่าจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยที่ระดับความรุนแรงนั้นจะสอดคล้องกันกับข้อมูลภาคสนามที่ได้จากดัชนี CBI ในระดับเดียวกัน มีการกำหนดระดับความรุนแรงของไฟป่าออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความรุนแรงของไฟป่าสูง ความ

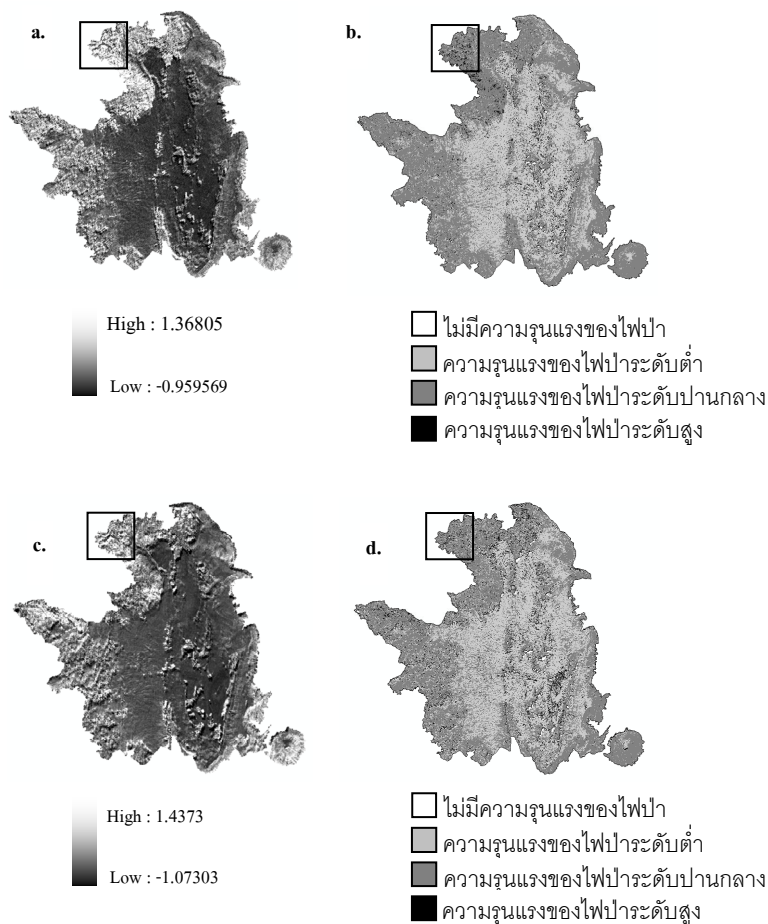
รุนแรงของไฟป่าปานกลาง ความรุนแรงของไฟป่าต่ำ ไม่มี
ความรุนแรงของไฟป่า

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามร่วมกับดัชนี สเปกตรัม

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล
ภาคสนาม จำนวน 30 แปลงตัวอย่าง ร่วมกับดัชนี NBR
ที่มาจากทั้งสองวิธีการ คือ วิธีการ Single-date ซึ่งเป็นการ
ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงหลังเกิดไฟป่าเพียงอย่างเดียว
และวิธีการ Bi-temporal ที่เป็นการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม

ทั้งช่วงก่อนและหลังเกิดไฟป่า มาทำการทดสอบ
ความสัมพันธ์ด้วยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
Pearson (r) ซึ่งพบว่า ดัชนี dNBR มีความสัมพันธ์กับ
ข้อมูลภาคสนามมากที่สุด ดังตารางที่ 4 จึงได้นำดัชนี
dNBR มาจัดทำแผนที่แสดงระดับความรุนแรงของไฟป่า
พบว่า บริเวณที่มีความรุนแรงของไฟป่าสูงจะสัมพันธ์กับ
ค่า dNBR ที่มีค่าเป็นบวกมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่ง
เป็นภาพที่ได้จากดัชนี dNBR และระดับความรุนแรงของ
ไฟป่าที่มาจากดัชนีนี้



ภาพที่ 3 แสดงความแตกต่างของการเกิดไฟป่า ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2552

- ดัชนี dNBR ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ.2551
- ระดับความรุนแรงของไฟป่าปี พ.ศ.2551
- ดัชนี dNBR ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ.2552
- ระดับความรุนแรงของไฟป่าปี พ.ศ.2552

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson (r) ระหว่างข้อมูลภาคสนามกับดัชนี NBR

		CBI	dNBR	NBR
CBI	Pearson Correlation	1	.795**	-.725**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	30	30	30
dNBR	Pearson Correlation	.795**	1	-.955**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	30	30	30
NBR	Pearson Correlation	-.725**	-.955**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	30	30	30

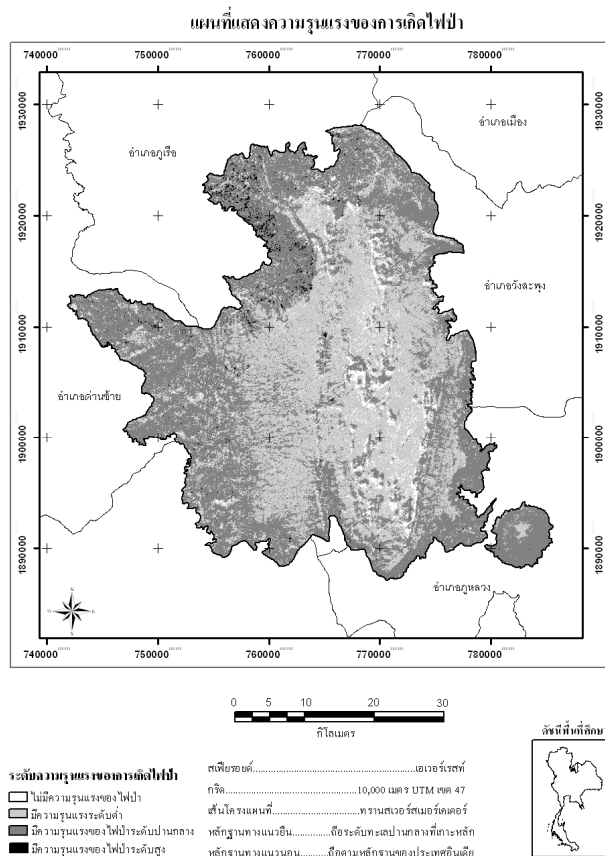
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

จากตาราง สรุปได้ว่า ที่ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาคสนาม CBI และ ดัชนี NBR มีค่า $r = -0.725$ ** และค่า Sig.(2-tailed) = 0.000 แสดงว่า ข้อมูลภาคสนาม CBI กับดัชนี NBR มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เนื่องจากเครื่องหมายของ r ติดลบ นั่นคือเมื่อค่าข้อมูลภาคสนาม CBI เพิ่มขึ้น ดัชนี NBR จะมีค่าลดลง

ที่ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาคสนาม CBI และ ดัชนี dNBR มีค่า $r = 0.795$ ** และค่า Sig.(2-tailed) = 0.000 แสดงว่า ข้อมูลภาคสนาม CBI กับดัชนี dNBR มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เนื่องจากเครื่องหมายของ r เป็นบวก นั่นคือ เมื่อค่าข้อมูลภาคสนาม CBI เพิ่มขึ้น ดัชนี dNBR จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

5.2 ผลการศึกษาระดับความรุนแรงของไฟฟ้าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2552

ผลการศึกษาระดับความรุนแรงของไฟฟ้าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ในช่วง ปี พ.ศ. 2551-2552 พบว่า เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงมีพื้นที่ทั้งหมด หรือ 560,593.00 ไร่ ซึ่งในการวิเคราะห์ความรุนแรงของไฟฟ้าได้แบ่งระดับความรุนแรงออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ที่มีความรุนแรงของไฟฟ้าสูง พื้นที่ที่มีความรุนแรงของไฟฟ้าปานกลาง พื้นที่ที่มีความรุนแรงของไฟฟ้าต่ำ และพื้นที่ที่ไม่มีความรุนแรงของไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่า ในช่วงปีพ.ศ.2551-2552 มีพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าส่วนใหญ่อยู่นในระดับความรุนแรงปานกลาง รองลงมาคือระดับความรุนแรงต่ำ ไม่มีความรุนแรง และระดับความรุนแรงสูง โดยมีพื้นที่ 278,172.58 ไร่, 251,237.30 ไร่, 26,857.13 ไร่ และ 4,325.99 ไร่ ตามลำดับ โดยแสดงเป็นสัดส่วนพื้นที่ที่เกิดไฟฟ้าแต่ละระดับต่อพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงในช่วง ปีพ.ศ.2551-2552 ดังตารางที่ 5 และแผนที่ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงความรุนแรงของการเกิดไฟป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2552

ตารางที่ 5 สัดส่วนระดับความรุนแรงของไฟป่าต่อพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงใน ปี พ.ศ. 2551-2552

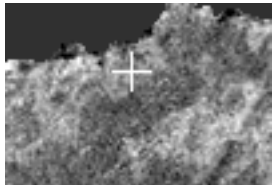
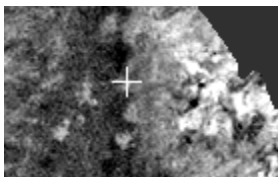
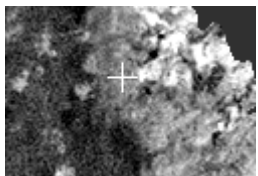
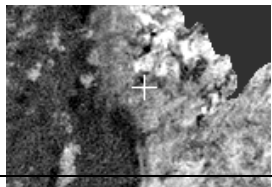
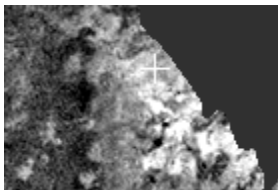
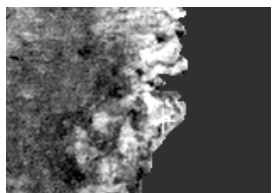
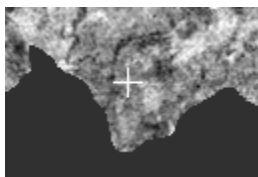
ระดับความรุนแรงของไฟป่า	พื้นที่ที่เกิดไฟป่า (ไร่)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด
ไม่มี	26,857.13	4.79
ต่ำ	251,237.30	44.82
ปานกลาง	278,172.58	49.62
สูง	4,325.99	0.77
รวม	560,593.00	100.00

จากผลการศึกษา พบว่า พื้นที่ที่มีความรุนแรงของไฟป่าระดับสูง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งประกอบไปด้วย มันสำปะหลัง และข้าวโพด เนื่องจากภายหลังฤดูกาลเก็บเกี่ยว เกษตรกรจะทำการเตรียมพื้นที่เพื่อเตรียมเพาะปลูกในรอบต่อไปด้วยการเผาไร่ โดยไม่มีการทำแนวกันไฟหรือการควบคุมใดๆ จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดไฟลุกลามไหม้ลามเข้าป่าที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้ ส่วน

ความรุนแรงระดับปานกลางเกิดขึ้นบริเวณป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ สวนป่า หุบหญ้า ป่าสนเขา รวมทั้งพื้นที่หินโผล่ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงใหญ่ที่มีที่ราบบนหลังเขาที่ระดับความสูง 1,200–1,500 เมตร เนื้อที่ประมาณ 100 ตารางกิโลเมตร ความรุนแรงระดับต่ำเกิดขึ้นบริเวณป่าดิบเขาและป่าดิบแล้งเป็นส่วนใหญ่



ตารางที่ 6 ตัวอย่างจุดสำรวจในการออกภาคสนามพื้นที่เกิดไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง

พิกัดจุดสำรวจ ภาคสนาม	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5-TM	Digital numberของดัชนี dNBR	สำรวจภาคสนาม									
X: 781032 Y: 1894274		<table><tr><td>0.2346</td><td>0.2414</td><td>0.1696</td></tr><tr><td>0.2863</td><td>0.1906</td><td>0.2275</td></tr><tr><td>0.3442</td><td>0.2457</td><td>0.2213</td></tr></table>	0.2346	0.2414	0.1696	0.2863	0.1906	0.2275	0.3442	0.2457	0.2213	
0.2346	0.2414	0.1696										
0.2863	0.1906	0.2275										
0.3442	0.2457	0.2213										
X: 774846 Y: 1900283		<table><tr><td>0.1441</td><td>0.1706</td><td>0.1797</td></tr><tr><td>0.1939</td><td>0.3774</td><td>0.3328</td></tr><tr><td>0.1978</td><td>0.3628</td><td>0.3520</td></tr></table>	0.1441	0.1706	0.1797	0.1939	0.3774	0.3328	0.1978	0.3628	0.3520	
0.1441	0.1706	0.1797										
0.1939	0.3774	0.3328										
0.1978	0.3628	0.3520										
X: 774909 Y: 1900048		<table><tr><td>0.2223</td><td>0.3189</td><td>0.2963</td></tr><tr><td>0.3178</td><td>0.4241</td><td>0.2936</td></tr><tr><td>0.3075</td><td>0.3198</td><td>0.2274</td></tr></table>	0.2223	0.3189	0.2963	0.3178	0.4241	0.2936	0.3075	0.3198	0.2274	
0.2223	0.3189	0.2963										
0.3178	0.4241	0.2936										
0.3075	0.3198	0.2274										
X: 774997 Y: 1899899		<table><tr><td>0.2255</td><td>0.2524</td><td>0.1362</td></tr><tr><td>0.2318</td><td>0.3511</td><td>0.2132</td></tr><tr><td>0.3277</td><td>0.3287</td><td>0.2241</td></tr></table>	0.2255	0.2524	0.1362	0.2318	0.3511	0.2132	0.3277	0.3287	0.2241	
0.2255	0.2524	0.1362										
0.2318	0.3511	0.2132										
0.3277	0.3287	0.2241										
X: 775701 Y: 1901309		<table><tr><td>0.3527</td><td>0.2973</td><td>0.3353</td></tr><tr><td>0.4345</td><td>0.4925</td><td>0.4248</td></tr><tr><td>0.4143</td><td>0.4642</td><td>0.3556</td></tr></table>	0.3527	0.2973	0.3353	0.4345	0.4925	0.4248	0.4143	0.4642	0.3556	
0.3527	0.2973	0.3353										
0.4345	0.4925	0.4248										
0.4143	0.4642	0.3556										
X: 777005 Y: 1903049		<table><tr><td>0.6421</td><td>0.6686</td><td>0.4890</td></tr><tr><td>0.6715</td><td>0.6857</td><td>0.4885</td></tr><tr><td>0.4523</td><td>0.4335</td><td>0.3571</td></tr></table>	0.6421	0.6686	0.4890	0.6715	0.6857	0.4885	0.4523	0.4335	0.3571	
0.6421	0.6686	0.4890										
0.6715	0.6857	0.4885										
0.4523	0.4335	0.3571										
X: 773871 Y: 1891012		<table><tr><td>0.2782</td><td>0.3787</td><td>0.3291</td></tr><tr><td>0.2909</td><td>0.4066</td><td>0.3698</td></tr><tr><td>0.2860</td><td>0.3289</td><td>0.2936</td></tr></table>	0.2782	0.3787	0.3291	0.2909	0.4066	0.3698	0.2860	0.3289	0.2936	
0.2782	0.3787	0.3291										
0.2909	0.4066	0.3698										
0.2860	0.3289	0.2936										

5.3 ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจข้อมูลภาคสนามเป็นการสำรวจพื้นที่ที่มีการเกิดไฟป่า ซึ่งได้ทำการสำรวจในเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม รวมทั้งสิ้น 30 แปลงตัวอย่าง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เมตร

6. สรุปผลการวิจัย

ดัชนี NBR ที่ใช้วิธีการ Bi-temporal จะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลภาคสนามมากที่สุดด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson (r) = 0.795 ซึ่งจะถูกนำมาจัดทำแผนที่แสดงความรุนแรงของไฟป่า ในปี พ.ศ.2551-2552 โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ที่มีความรุนแรงของไฟป่าสูง พื้นที่ที่มีความรุนแรงของไฟป่าปานกลาง พื้นที่ที่มีความรุนแรงของไฟป่าต่ำ และพื้นที่ที่ไม่มี ความรุนแรงของไฟป่า เมื่อนำทั้งสองช่วงเวลามาซ้อนทับกันจะได้แผนที่แสดงความรุนแรงแต่ละระดับ ซึ่งพบว่า มีพื้นที่ที่เกิดไฟป่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับความรุนแรงปานกลาง รองลงมาคือ ระดับความรุนแรงต่ำ ไม่มีความรุนแรง และระดับความรุนแรงสูง โดยมีพื้นที่ 278,172.58 ไร่, 251,237.30 ไร่, 26,857.13 ไร่ และ 4,325.99 ไร่ ตามลำดับ

ในการหาแนวทางการป้องกันไฟป่า จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่ที่เกิดไฟป่าในระดับต่างๆ ให้ละเอียด เพื่อค้นหาปัจจัยของพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า โดยการบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นสาเหตุของไฟป่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะทำให้ประกอบแบบจำลองในการทำนายการเกิดไฟป่าที่ถูกต้อง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในพื้นที่ทั้งประเทศ

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. (2527). แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย จ.เลย มาตราส่วน 1:250,000. ระวัง NE 47-12. กัมปนาท ดิอุดมจันทร์ และ อนุสรณ์ รังสิพานิช. (2550).วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, 8(3), 8-18.

สันต์ เกตุปราณีต. (2541). บทบาทไฟป่าในประเทศไทย, น. 21-44. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการไฟป่ากับการมีส่วนร่วมของชุมชน วันที่ 23 มกราคม 2541 ณ ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน).[ม.ป.ป.]. รายงานสรุปการประยุกต์ใช้ ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 เพื่อหาพื้นที่เกิดไฟป่าปี พ.ศ.2550. [ม.ป.ท.:ม.ป.พ.].

สุวิทย์ อ่องสมหวัง,นฤมล นุชเปลี่ยน, อนุสรณ์ รังสิพานิช และอนุชิต รัตนสุวรรณ. (2544). การประเมินพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกไฟไหม้ในปี พ.ศ. 2544 โดยการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์,

สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่าและมหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2543). โครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสำรวจตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง. รายงานฉบับสมบูรณ์ กรมป่าไม้ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Epting, J., Verbyla, D. & Sorbel, B. (2005). Evaluation of Remotely Sensed Indices for Assessing Burn Severity in Interior Alaska Using LANDSAT-TM and ETM+. Remote Sensing of Environment, 96, 328-339.

Hoy, E.E. (2007). Evaluating the potential of the normalized burn ratio and other spectral indices for assessment of fire severity in Alaskan black spruce forests. Master of Arts in Geography. University of Maryland.

- Key, C.H. & Benson, N.C. (1999). The Normalized Burn Ratio, a Landsat TM radiometric index of burn severity incorporating multi-temporal differencing, Retrieved November 20, 2009, from <http://nrmssc.usgs.gov/research/nbr.htm>.
- _____. & _____. (2006). **Landscape Assessment: Ground measure of severity, the Composite Burn Index: and remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio.** In D.C. Lutes; R.E. Department of Agriculture Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 1 CD.
- Miller, J.D.,&Thode, AE. (2007). Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR). **Remote Sensing of Environment**, 109(1), 66–80.
- Miller, J.D., Safford, H.D., Crimmins M.,& Thode A.E. (2009). Quantitative evidence for increasing forest fire severity in the Sierra Nevada and Southern Cascade Mountains, California and Nevada,USA. **Ecosystems**, 12, 16–32.
- Robichaud, P.R , Lewis, S.A., Laes D., Hudak, A., Kokaly, R.F.,& Zamudio, J.A. (2007). Postfire soil burn severity mapping with hyperspectral image unmixing. **Remote Sensing of Environment**, 104, 467– 480.
- van Wagtendonk, J.W., Root, R.R.,& Key, C.C. (2004). Comparison of AVIRIS and Landsat ETM+ detection capabilities for burn severity. **Remote Sensing of Environment**, 92(3), 397– 408.
- Vibulsresth, S., Ratanasermpong, S.,& Suwanweelakamtorn, R. (1994). **Forest Fire Monitoring and Assessment by using TM Image.** Retrieved December 9, 2009, from <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1994/ts5/ts5001a.shtml>.
- Keane; J.F. Caratti; C.H. Key; N.C. Benson; S. Sutherland; and L.J. Gangi. 2006. FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System. USDA Forest Service Rocky Mountain Research Station, Ogden, UT. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD: LA-51. Retrieved November 20, 2009, from http://frames.nbii.gov/projects/firemon/FIREMON_LandscapeAssessment.pdf.
- Lentile, L.B., Holden, Z.A., Smith, A.M.S., Falkowsk, M.J., Hudak, A.T.,& Morgan, P. et al. (2006). Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. **International Journal of Wildland Fire**, 15(3), 319-345.
- Lopez-Garcia, M.J.,& Caselles, V. (1991). Mapping burns and natural reforestation using Thematic Mapper data. **Geocarto International**, 1(6), 31–37.
- Lutes, D.C., Keane, R.E., Caratti, J.F., Key, C.H., Benson, N.C., Sutherland, S. et al. (2006). **FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System.** Gen.Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins, Colorado: US

