18 มี.ค. 2546

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

กรกนก วชิโรภาสนันท์

อภินันทนาการ
จาก
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ม.มหิดล

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2542

ISBN 974-663-104-7

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

วพ
ก152ก
2542
ฉ.2

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

.....

นางสาว กรกนก วชิโรภาสนันท์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุระ พัฒนเกียรติ, วท.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นาย ศรี อัคคะอัคร, M.Sc.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศรัณยา สุจริตกุล, พบ.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์ เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์

Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

นาย ชาลี นาวานุเคราะห์, Ph.D.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม

วันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2542

.....

นางสาว กรกนก วชิโรภาสนันท์

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุระ พัฒนเกียรติ, วท.ม.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

นาย ศิริ อัคคะอัคร, M.Sc.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์ วุฒิพล หัวเมืองแก้ว, Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศรัณยา สุจริตกุล, วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์ เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์

Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์ รุ่งจรัส หุตะเจริญ, วท.ม.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้เนื่องด้วยความกรุณาอย่างสูงของ ผศ.สุระ พัฒนเกียรติ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ศรัณยา สุจริตกุล และคุณศิริ อัคคะอัคร กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วุฒิพล หัวเมืองแก้ว กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาในการให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ คุณอุบล มุสิกวัตร กองสารสนเทศ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ที่ให้คำปรึกษาด้านเทคนิคในการจัดการข้อมูล คุณดุสิต อาทิตยวารและเจ้าหน้าที่สำนักงานเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในพื้นที่ คุณจรัญธร บุญญานุภาพ ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำ คุณมาโนช ดิษฐวิศาล ที่ให้คำปรึกษาตลอดจนแผนกสำรวจ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ได้เอื้อเฟื้อในการใช้สถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ

ขอขอบคุณด้วยใจจริงสำหรับ สุรชัย อินทสุวรรณ วิรัชดา แพทอง ปฐมาภรณ์ ลิหงวน จันทนา นามเทพ กำธร อุณหกาญจน์กิจ ที่ได้สละเวลาให้ความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่าง ขอขอบคุณคุณเยาวพรรณ ฉวีสุข และอุทัยรัตน์ กลับคล้าย ในการจัดพิมพ์รูปเล่ม ตลอดจนเพื่อน ๆ สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม รุ่นที่21 ทุกคนที่ร่วมเป็นกำลังใจซึ่งกันและกัน และขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ท้ายที่สุดขอขอบคุณสกุลยุช ศรุตานนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอกราบรำลึกถึงพระคุณของคุณปู่ คุณย่า และคุณตาผู้ล่วงลับ ตลอดจนคุณยายและญาติๆ พี่ น้อง ทุกคน ที่ให้การสนับสนุนมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้ชีวิตและโอกาสที่ดี จนพบกับความสำเร็จในวันนี้

กรกนก วชิโรภาสนันท์

Copyright by Mahidol University

3736416 ENTM/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม ; วท.ม. (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ : พื้นที่เสี่ยงภัย / ไฟป่า / ห้วยขาแข้ง

กรกนก วชิโรภาสนันท์ : การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (FOREST FIRE RISK CLASSIFICATION OF HUAI KHA KHAENG WILDLIFE SANCTUARY) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : สุระ พัฒนเกียรติ, วท.ม., ศิริ อัคคะอัคร, M.Sc., ศรัณยา สุจริตกุล, พบ.ม., 84 หน้า. ISBN 974-663-104-7

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่าง ๆ และจัดทำแผนที่แสดงระดับความเสี่ยง เพื่อหามาตรการในการป้องกันไฟป่าในพื้นที่ศึกษา ในการศึกษาได้กำหนดปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าทั้งหมด 7 ปัจจัย ประกอบด้วยปัจจัยด้านกายภาพและชีวภาพบางประการ รวมถึงปัจจัยด้านภูมิอากาศ ซึ่งได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศด้านลาด ความชื้นของเชื้อเพลิง ความชื้นของดิน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จัดทำเป็นฐานข้อมูลเชิงกริด โดยกำหนดขนาดของกริดที่ใช้ในการศึกษาเท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ระบบ Thematic Mapper แสดงขอบเขตพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ปี พ.ศ.2537 เป็นพื้นฐานในการหาเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้ง 7 ปัจจัยนั้นมีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษาทุกปัจจัย โดยที่อุณหภูมิ ความลาดชันและทิศด้านลาด เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบทางบวกต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า ในขณะที่ระดับความสูงของพื้นที่ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นของเชื้อเพลิงและความชื้นของดินเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบทางลบต่อเปอร์เซนต์การเกิดไฟป่า โดยที่อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อเปอร์เซนต์การเกิดไฟป่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จากผลการศึกษาสามารถจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าได้ 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงครอบคลุมบริเวณตอนใต้และตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลาง ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำ จะครอบคลุมด้านตะวันออกของพื้นที่ศึกษา การกำหนดขอบเขตของพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่าง ๆ ลงในแผนที่ เพื่อประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางสำหรับวางแผนควบคุมไฟป่าในพื้นที่ศึกษาต่อไป

Copyright by Mahidol University

3736416 ENTM/M : MAJOR : TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT ; M.Sc. (TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT)
KEY WORDS : RISK CLASSIFICATION / FOREST FIRE / HUAI KHA KHAENG

KORNKANOK VACHIROPASNAN : FOREST FIRE RISK CLASSIFICATION OF HUAI KHA KHAENG WILDLIFE SANCTUARY. THESIS ADVISORS : SURA PATHANAKIAT, M.Sc., SIRI AKAAKARA, M.Sc., SARANYA SUTJARITKUL, M.D., 84 p.
ISBN 974-663-104-7

The objective of this study is centered on the environmental factors that influenced forest fire in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. This lead to the identification of the forest fire risk areas at various levels, to map fire risk areas and lastly to find fire preventive ways and means in the studied. Environmental factors which influenced forest fire have been identified physical, biological and also including climatic factor. These factors are classified into elevation, slope, aspect, fuel moisture, soil moisture, temperature and relative humidity. Database was initiated within grid cell size of 1 square kilometer by using Geographic Information System (GIS). The SPSS program was employed for data analysis by Stepwise Multiple Regression Analysis. Percentage of forest fire in the study area was based on Landsat5 Thematic Mapper imagery that showed the burning area in 1994.

The study shows that those seven environmental factors relatively affected on forest fire in the study area. The factors positively influencing forest fire are included temperature, slope and aspect whereas the factors negatively influencing forest fire are elevation, relative humidity, fuel moisture and soil moisture. Temperature is the most influencing factor of causing a forest fire with a significant 0.01. Finally, forest fire risk areas can be mapped and classified into 3 levels. The highest risk were located in southern and northwestern areas. The moderate risk was located mostly in the central area and the lowest risk was located in the eastern area. The map of forest fire risk classification would be useful for planning the forest fire prevention in the study area.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา..... 3

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา..... 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ไฟป่า..... 5

2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 24

2.3 สภาพพื้นที่ศึกษา..... 34

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 38

3. วิธีการศึกษา

3.1 การจำแนกข้อมูล..... 40

3.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... 42

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา..... 42

3.4 การแสดงผลและการนำเสนอข้อมูล..... 46

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

4. ผลการศึกษา

4.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา..... 48

4.2 แบบจำลองในการพยากรณ์การเกิดไฟป่า..... 63

4.3 ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า..... 71

4.4 การอภิปรายผล..... 74

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา..... 77

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 79

บรรณานุกรม..... 81

ประวัติผู้วิจัย..... 84

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงสาเหตุของไฟป่าที่เกิดจากมนุษย์	9
ตารางที่ 3.1	แสดงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ศึกษา	40
ตารางที่ 4.1	แสดงระดับความสูงของพื้นที่	49
ตารางที่ 4.2	แสดงระดับความลาดชัน	51
ตารางที่ 4.3	แสดงลักษณะพืชพรรณ	55
ตารางที่ 4.4	แสดงค่าความชื้นของเชื้อเพลิง	57
ตารางที่ 4.5	แสดงค่าความชื้นของดิน	59
ตารางที่ 4.6	แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูไฟป่า พ.ศ. 2537	60
ตารางที่ 4.7	แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า	64
ตารางที่ 4.8	แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 1	65
ตารางที่ 4.9	แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 2	65
ตารางที่ 4.10	แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 3	66
ตารางที่ 4.11	แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 4	67
ตารางที่ 4.12	แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 5	68
ตารางที่ 4.13	แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 6	69
ตารางที่4.14	แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 7	70

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1	แสดงสามเหลี่ยมไฟ	11
ภาพที่ 2.2	แสดงสามเหลี่ยมพฤติกรรมไฟ	13
ภาพที่ 2.3	แสดงขั้นตอนการทำงานของ GIS	31
ภาพที่ 3.1	แสดงขอบเขตพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ พ.ศ. 2537 บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	45
ภาพที่ 3.2	แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษา	47
ภาพที่ 4.1	แสดงระดับความสูงของพื้นที่	50
ภาพที่ 4.2	แสดงระดับความลาดชันของพื้นที่	52
ภาพที่ 4.3	แสดงทิศด้านลาดของพื้นที่	54
ภาพที่ 4.4	แสดงลักษณะพืชพรรณ	56
ภาพที่ 4.5	แสดงจุดเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงและดิน	58
ภาพที่ 4.6	แสดงเส้นอุณหภูมิเท่า	61
ภาพที่ 4.7	แสดงเส้นชั้นความชื้นสัมพัทธ์	62
ภาพที่ 4.8	แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า	73

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าไม้และพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงในปัจจุบัน ทำให้เกิดความเสียหายและผลกระทบอย่างรุนแรงติดตามมา ซึ่งเป็นที่ตระหนักอย่างแน่ชัดแล้วว่า ไฟป่า เป็นตัวการหนึ่งที่นับวันจะสำคัญยิ่งในลำดับต้นของการทำลายทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม

ไฟป่าในประเทศไทยนั้นเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะในฤดูแล้ง หรือที่เรียกว่า ฤดูไฟป่า คือตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคมโดยประมาณ ไฟป่าสามารถเผาผลาญทรัพยากรป่าไม้ได้อย่างรวดเร็วและเป็นบริเวณกว้าง เมื่อมีไฟป่าเกิดขึ้น สิ่งแรกที่ถูกทำลายคือ พืช สัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น และผลที่ตามมาก็คือ สภาพแวดล้อมเกิดความเปลี่ยนแปลงตลอดจนความสมดุลทางธรรมชาติและระบบนิเวศน์ของป่าถูกทำลายซึ่งยากที่จะแก้ไขให้ฟื้นคืนสภาพเดิมได้อีก นอกจากนั้นเมื่อไฟป่าเกิดขึ้นในพื้นที่หนึ่ง ๆ ไม่เพียงแต่จะก่อความเสียหายแก่พื้นที่นั้นเท่านั้นหากแต่จะครอบคลุมสร้างความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์รวมของโลกอีกด้วย จากรายงานผลการสำรวจข้อมูลไฟป่า โดยกรมป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2537 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ถูกไฟป่าเผาทำลายไปประมาณ 4.8 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 5.6 ของพื้นที่ป่าทั้งประเทศ (1) ดังนั้นในปีหนึ่ง ๆ จึงมีพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายเป็นจำนวนหลายล้านไร่ และมักจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากเหตุการณ์ไฟไหม้ครั้งใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ซึ่งเป็นพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาในการควบคุมไฟป่ามาโดยตลอด ช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนเมษายน พ.ศ.2537 ปัญหานี้ได้ก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่อดุลยภาพทางนิเวศวิทยาของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ผืนนี้ ทั้งนี้เพราะพื้นที่ป่าผืนนี้ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ทั้งพืชพรรณและสัตว์ป่าจัดได้ว่ามีความหลากหลายของระบบนิเวศน์สูง จึงทำให้พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นมรดกทางธรรมชาติของโลก ไฟป่าได้เผาผลาญทำความเสียหายให้กับพื้นที่ถึง 715,000 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 41 ของพื้นที่ ซึ่งส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบนิเวศน์อันประเมินค่ามิได้ (2)

ปัญหาไฟป่าในประเทศไทยเกิดขึ้นมานานแล้วแต่มักไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร ทั้ง ๆ ที่ทำความเสียหายให้แก่ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศอย่างมหาศาล ปัจจุบันกรมป่าไม้ได้เล็งเห็นความสำคัญของไฟป่ามากขึ้น การป้องกันและควบคุมไฟป่าได้รับความสนใจและพัฒนาขึ้นเป็น

Copyright by Mahidol University

ลำดับ แต่การศึกษาถึงสาเหตุของการเกิดไฟป่านั้นเป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนหลายประการเนื่องจากความรุนแรงของไฟป่าที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหลายปัจจัยซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น สภาพภูมิประเทศ สภาพอากาศ ปัจจัยด้านเชื้อเพลิง เป็นต้น

ดังนั้นการจะลดความเสี่ยงและอันตรายที่เกิดจากไฟป่าในพื้นที่ต่าง ๆ ได้นั้น จำเป็นต้องศึกษาถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า ทั้งข้อมูลด้านกายภาพ ชีวภาพ รวมทั้งข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ของพื้นที่ซึ่งมีปริมาณมากและมีความสลับซับซ้อน ฉะนั้นจึงถือได้ว่าไฟป่าเป็นปัญหาในเชิงพื้นที่ ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเทคโนโลยีที่มีข้อได้เปรียบในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้หลายประเภทพร้อมกัน สามารถจัดเก็บข้อมูลที่มีปริมาณมากได้อย่างเป็นระบบ ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายซึ่งทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และประมวลผล สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงความทันสมัยของข้อมูลได้ทันต่อเหตุการณ์ ถึงแม้ข้อมูลจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาก็ตาม ซึ่งปัจจุบันระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับจากนานาประเทศว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาเชิงพื้นที่ได้อย่างดียิ่ง เพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ และปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จนบรรจุลงในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) อีกด้วย

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงได้พิจารณานำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า โดยทำการศึกษาบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยใช้ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่ามาวิเคราะห์ร่วมกับกระบวนการทางสถิติ เพื่อจัดทำเป็นแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการวางแผนควบคุมไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังช่วยป้องกันหรือลดความรุนแรงของไฟป่าที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาหรือในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า
2. เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าและจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่าง ๆ
3. เพื่อเสนอแนะแนวทางในการควบคุมไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

Copyright by Mahidol University

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา ถึง 15 องศา 45 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 99 องศา ถึง 99 องศา 30 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1,755,400.375 ไร่ หรือประมาณ 2,808.64 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ตำบลคอกควาย และตำบลแก่นมะกรูด อำเภอบ้านไร่ ตำบลทองหลาง อำเภอห้วยคต ตำบลระบำ ตำบลป่าอ้อ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี และตำบลแม่ละมุ้ง อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก

2. ขอบเขตวิธีการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ มุ่งทำการศึกษาในเนื้อหาต่างๆ ดังนี้

2.1 ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า ซึ่งได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศด้านลาด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นของเชื้อเพลิงและความชื้นของดิน

2.2 ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ ในการหาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า บริเวณพื้นที่ศึกษา

2.3 จัดทำแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่างๆ

2.4 เสนอแนะแนวทางในการควบคุมไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

พื้นที่เสี่ยงภัย หมายถึง พื้นที่ที่จะได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละครั้งที่มีการเกิดจะมีขอบเขตของความเสียหายมากน้อยต่างกันไปตามภูมิภาค ภูมิประเทศ และระดับความรุนแรงของภัยธรรมชาตินั้น ๆ โอกาสที่จะเกิดภัยธรรมชาติในแต่ละรูปแบบนั้น แม้ว่าปัจจุบันวิทยาการในการพยากรณ์จะก้าวหน้าไปมากแต่ก็ยังเป็นเรื่องยากที่จะกำหนดเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้อย่างในทันทีทันใด ด้วยเหตุนี้ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นไว้ในระดับหนึ่ง ในประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงมักจะกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยรูปแบบต่าง ๆ ไว้บนแผนที่ โดยอาศัยพฤติการณ์การเกิดของภัยธรรมชาตินั้น ๆ ที่เกิดขึ้นในอดีต เป็นเครื่องมือในการกำหนด

การศึกษาในครั้งนี้พื้นที่เสี่ยงภัย จะหมายถึง พื้นที่ที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าเท่านั้น

Copyright by Mahidol University

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 ฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ศึกษา

2 ทำให้ทราบถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าและจัดระดับความเสี่ยงของพื้นที่

3 เพื่อเสนอแนวทางในการดำเนินงานควบคุมไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาถึงแนวคิด หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดไฟป่า เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ไฟป่า
2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3. สภาพพื้นที่ศึกษา

2.1 ไฟป่า

2.1.1 ความหมายของไฟป่า

ไฟป่า (Forest Fire หรือ Wild Fire) ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ซึ่งแต่ละความหมายก็จะใกล้เคียงกัน ตัวอย่างเช่น

Brown and Davis (3) ไฟป่า หมายถึง ไฟที่ไหม้อย่างไม่มีขอบเขตจำกัด และแผ่ขยายอย่างอิสระพร้อมกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงตามธรรมชาติของไฟป่า เช่น เศษไม้ ปลายไม้ที่ร่วงหล่นลงสู่ดิน หญ้า วัชพืช ไม้พื้นล่างและต้นไม้

U.S. Forest Service (4) ไฟป่า หมายถึง ไฟที่เผาไหม้เชื้อเพลิงตามธรรมชาติในป่าแล้วลุกลามอย่างเสรีไม่มีการควบคุมเชื้อเพลิงตามธรรมชาติที่ถูกเผาไหม้ ได้แก่ อินทรียวัตถุที่กำลังสลายตัว เศษไม้ ปลายไม้ และใบไม้ที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นป่า หญ้า กิ่งไม้แห้ง ท่อนไม้ ตอไม้ ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้นบางส่วน

อภินันท์ ปลอดเปลี่ยวและคณะ (5) ไฟป่า หมายถึงไฟที่เกิดขึ้นจากสาเหตุใดก็ตาม ในป่าธรรมชาติ ทุ่งหญ้า หรือสวนป่า แล้วลุกลามไปอย่างเสรีโดยปราศจากการควบคุม ทั้งนี้รวมถึงไฟป่าที่เกิดจากธรรมชาติและคนจุดด้วย

2.1.2 ชนิดของไฟป่า

ในประเทศไทย ได้ยึดเอาวิธีการแบ่งชนิดของไฟป่า ตามวิธีของ Brown and Davis (3)โดยได้จำแนกไฟป่าออกเป็น 3 ชนิด ตามลักษณะที่เกิดของไฟ โดยเริ่มตั้งแต่ผิวดินจนถึงเรือนยอดของต้นไม้ คือ

Copyright by Mahidol University

1) ไฟใต้ดิน (Ground Fire) คือ ไฟป่าที่เผาไหม้เชื้อเพลิงที่ยังทับถมอยู่ในดิน อันได้แก่ อินทรียวัตถุที่สลายตัวแล้วและกำลังสลายตัวอยู่ภายใต้เศษซากพืช ไฟใต้ดินอาจจะเกิดภายหลังไฟผิวดินและเผาไหม้อย่างช้า ๆ ไม่มีเปลวไฟให้เห็น หรือมีควันเพียงเล็กน้อย เป็นไฟที่ลุกลามได้ช้าที่สุด แต่มีอำนาจการทำลายล้างสูงโดยจะไหม้แม้กระทั่งรากไม้ ไฟชนิดนี้มักจะเกิดในประเทศในเขตอบอุ่นหรือที่สูงจากระดับน้ำทะเลมาก ๆ ซึ่งอากาศหนาวเย็นทำให้อัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ ทำให้มีการสะสมตัวของอินทรียวัตถุเป็นชั้นหนาบนหน้าดิน ไฟชนิดนี้อาจจะเป็นสาเหตุของไฟป่าชนิดอื่นต่อไปได้และยากต่อการดำเนินการดับไฟ ในประเทศไทยอาจจะพบไฟใต้ดินเป็นบางครั้งบางคราวในป่าพรุทางภาคใต้ของประเทศ

2) ไฟผิวดิน (Surface Fire) คือ ไฟที่เผาไหม้เชื้อเพลิงบนผิวดิน ซึ่งเชื้อเพลิงเหล่านี้ ได้แก่ เศษซากพืชที่ร่วงลงสู่ผิวดินและพืชชั้นล่าง เช่น เครือเถา ไม้พุ่ม ลูกไม้และวัชพืช ไฟชนิดนี้อาจจะมีการลุกลามได้รวดเร็วและรุนแรง ขึ้นอยู่กับลักษณะของเชื้อเพลิงและความหนาแน่นของเชื้อเพลิงบนพื้นที่ป่า บางครั้งไฟผิวดินจะลุกลามขึ้นสู่เรือนยอด เรียกว่า Torching Out

3) ไฟเรือนยอด (Crown Fire) คือ ไฟป่าที่เผาไหม้และลุกลามไปตามเรือนยอดของต้นไม้ จะพบมากในเขตป่าสน โดยเฉพาะป่าสนในเขตอบอุ่น เพราะไม้จำพวกนี้มียางช่วยในการลุกไหม้ของไฟได้ดี ไฟเรือนยอดนี้มักจะรุนแรงมากและยากต่อการดำเนินการดับไฟ จึงเป็นไฟป่าที่สามารถสร้างความเสียหายให้แก่ป่าเป็นอย่างมาก

นอกจากนี้ อภินันท์และคณะ (5) ยังได้แบ่งย่อยไฟเรือนยอดออกเป็นอีก 2 ประเภท คือ

3.1) <u>ไฟเรือนยอดที่ต้องอาศัยไฟผิวดินเป็นสื่อ</u>

คือไฟป่าที่ลุกลามไปตามเรือนยอดของไม้ชั้นบน แต่ต้องอาศัยไฟที่ลุกลามไปตามพื้นป่าเป็นตัวนำเชื้อเพลิงไปสู่เรือนยอดต้นอื่นที่อยู่ใกล้เคียง ไฟชนิดนี้มักจะเกิดในป่าที่ต้นไม้เรือนยอดอยู่ห่างกันและพื้นที่ป่าประกอบด้วยหญ้าหรือวัชพืชอื่น ๆ ที่เป็นเชื้อเพลิงได้ดี การลุกลามจากยอดไม้ต้นหนึ่งไปสู่ยอดไม้อีกต้นหนึ่งจะต้องอาศัยการลุกลามของหญ้าหรือเชื้อเพลิงอื่นบนพื้นที่ป่าเป็นตัวนำเปลวไฟ และให้ความร้อนจนต้นไม้ที่ถูกไฟผิวดินลุกลามแห้งและร้อนจนถึงจุดลุกไหม้ ลักษณะไฟป่าชนิดนี้จะเห็นไฟผิวดินลุกลามไปก่อนและตามด้วยไฟเรือนยอด

3.2) <u>ไฟเรือนยอดที่ไม่ต้องอาศัยไฟผิวดิน</u>

เกิดในป่าที่มีต้นไม้ยืนต้นที่ติดไฟง่าย และมีเรือนยอดแน่นทึบติดต่อกัน เช่น ป่าในเขตอบอุ่น การลุกไหม้จะเป็นไปอย่างรุนแรง เรือนยอดของต้นไม้ที่ถูกไฟไหม้จะให้ความร้อนและจุดเพลิงให้แก่ต้นข้างเคียง ซึ่งก่อให้เกิดการลุกลามไปเรื่อย ๆ ลูกไฟจากเรือนยอดจะตกลงบนพื้นดินและลุกไหม้พื้นป่าตามไปด้วย ทำให้ป่าเผาไหม้อย่างมาก การดับไฟทำได้ยากและอันตรายมาก

Copyright by Mahidol University

ในประเทศไทยนั้น ไฟที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักเป็นไฟผิวดิน ส่วนไฟใต้ดินเกิดขึ้นเป็นบางครั้งในป่าพรุทางภาคใต้ของประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม ไฟป่าที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งอาจจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันหลายประเภท ในพื้นที่หนึ่ง ๆ หรือในบางครั้ง ไฟผิวดินอาจจะลุกลามไปเป็นไฟเรือนยอดหรือถ้าไหม้นานๆ อาจจะลามลงไปเป็นไฟใต้ดินได้เช่นกัน

2.1.3 สาเหตุของไฟป่า

แบ่งออกได้เป็น 2 สาเหตุใหญ่ ๆ คือ

1.) <u>สาเหตุธรรมชาติ</u> ไฟป่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น จากภูเขาไฟระเบิด, กิ่งไม้เสียดสีกัน หรือฟ้าผ่า หินกระทบกันและจากการลุกไหม้ในตัวเองของสิ่งมีชีวิต (Spontaneous Combustion) แต่สาเหตุที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1.1) ฟ้าผ่า เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดไฟป่าสาเหตุหนึ่งในประเทศเขตอบอุ่น ฟ้าผ่าที่ทำให้เกิดไฟป่ามีอยู่ 2 ชนิด คือ ฟ้าผ่าเปียก (Wet หรือ Blue Lightning) และฟ้าผ่าแห้ง (Dry หรือ Red Lightning)

- ฟ้าผ่าเปียก (Wet หรือ Blue Lightning)

คือฟ้าผ่าในขณะที่ฝนเริ่มจะตกหรือกำลังจะตก แสงฟ้าจะมีสีน้ำเงิน ดังนั้นถึงแม้ว่าจะเกิดไฟไหม้ก็จะเกิดการไหม้เฉพาะส่วน ไม่ลุกลามต่อไป

- ฟ้าผ่าแห้ง (Dry หรือ Red lightning)

คือฟ้าที่ผ่าลงมาโดยไม่มีฝน แสงฟ้าผ่าจะมีสีแดงเกิดจากเมฆฟ้าผ่า โดยเมฆชนิดนี้จะมีโซนที่จะเคลื่อนตัวของมันเองเป็นประจำทุกปี เมื่อเคลื่อนผ่านในแนวหนึ่งก็จะผ่าเป็นระยะไปตลอด ถ้าถูกเชื้อเพลิงก็จะลุกเป็นไฟขึ้นมา

1.2) กิ่งไม้เสียดสีกัน (Friction)

อาจจะเกิดขึ้นได้ในพื้นที่ที่มีป่าไม้หนาแน่นและสภาพอากาศแห้งจัด เมื่อกิ่งไม้ เช่น ไผ่ และสน เสียดสีกันจะทำให้เกิดความร้อนและเปลวไฟลุกลามต่อไปได้ แต่ในประเทศไทยอากาศมีความชื้นสูงและเชื้อไฟแตกต่างจากเขตอบอุ่นที่มีไม้ตระกูลไวไฟ ทำให้ในประเทศไทยไม่ค่อยมีไฟป่าที่เกิดขึ้นจากสาเหตุดังกล่าว

1.3) แสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์ (Reflection of Sun 's Rays)

ซึ่งอาจจะเกิดจากแสงอาทิตย์สะท้อนกับผลึกของหินเขี้ยวหนุมาน เกิดการหักเหของแสงไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่งซึ่งมีเชื้อเพลิงอยู่ ทำให้เกิดความร้อนและเปลวไฟขึ้น

Copyright by Mahidol University

2.) สาเหตุจากคน

ได้แก่ การที่คนเข้าไปทำกิจกรรมต่าง ๆ ในป่า เช่น การตั้งแคมป์ไฟ การเข้าไปหาของป่า การล่าสัตว์ หรือบางครั้งการนำเครื่องจักรกลเข้าไปใช้ในป่า ทำให้เกิดประกายไฟ (Spark) ที่เกิดจากการใช้เครื่องยนต์ เช่น การใช้รถและเลื่อยยนต์ เป็นต้น เมื่อประกายไฟไปถูกเชื้อเพลิง ทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้น ซึ่งประเทศไทยในปัจจุบันไม่พบไฟป่าอันมีสาเหตุจากธรรมชาติ แต่สาเหตุส่วนใหญ่เกิดมาจากคนซึ่งเกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม เกิดขึ้นทั้งด้วยความตั้งใจและความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 2 สาเหตุ (5) คือ

2.1) จุดไฟโดยมีวัตถุประสงค์อย่างหนึ่ง

2.1.1) เก็บหาของป่า เป็นสาเหตุที่สำคัญอันดับหนึ่งที่ก่อให้เกิดไฟป่า โดยชาวบ้านที่เก็บหาของป่ามาขาย จะเผาป่าเพื่อความสะดวกในการเก็บหาของป่า เช่น ไข่มดแดง ใบตองตึง เห็ด ผักหวานและฟืน เป็นต้น

2.1.2) เผาไร่เพื่อกำจัดวัชพืช เตรียมพื้นที่เพาะปลูก และใช้ขี้เถ้ามาทำปุ๋ย ซึ่งจุดไฟโดยไม่มีการควบคุมทำให้ไฟลุกลามเข้าป่าเกิดไฟป่าขึ้น

2.1.3) ล่าสัตว์เพื่อให้สัตว์หนีไฟออกจากที่ซ่อนเพื่อความสะดวกในการล่า หรือในกรณีพรานล่านกจะจุดไฟเผาป่าเพื่อให้แมลงที่อยู่บนพื้นป่าบินหนีไฟขึ้นสู่อากาศ นกจะพากันมาจับแมลงกิน พรานจะยิงนกอีกทอดหนึ่ง นอกจากนี้ หญ้าที่ขึ้นหลังจากเผาป่าแล้วจะแตกใบอ่อนเหมาะสำหรับเป็นอาหารสัตว์ จึงมีสัตว์กินหญ้าชนิดต่าง ๆ มากินหญ้าระบัด ทำให้บริเวณที่มีการเผาป่ากลายเป็นแหล่งล่าสัตว์ที่สำคัญและสะดวก

2.1.4) จุดเพื่อกลั่นแกล้ง เช่นในกรณีบางพื้นที่อาจจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างเจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานของทางราชการกับประชาชนในพื้นที่ปฏิบัติงาน ทำให้เกิดการลักลอบจุดไฟเผาป่าขึ้น

2.1.5) การเลี้ยงสัตว์ มักจะทำในบริเวณป่าที่ติดต่อกับหมู่บ้าน ชาวบ้านจะจุดไฟเผาป่าเพื่อให้หญ้าระบัดเป็นอาหารของสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย

2.1.6) เพื่อสะดวกในการเดินผ่านป่า เพื่อให้ป่าโล่ง ง่ายต่อการเดินหรือในกรณีของคนที่เดินผ่านในเวลากลางคืนมักจุดไฟเผาป่าเพื่ออาศัยแสงสว่างเพื่อให้ง่ายต่อการเดินทาง

2.1.7) ไฟที่จุดโดยคนที่เข้าไปพักแรมในป่า เช่น หุงต้มอาหาร ให้ความอบอุ่นให้แสงสว่างหรือไฟจากก้นบุหรี่ที่ผู้จุดปล่อยปละละเลย ไม่ดับให้สนิท จนทำให้เกิดการลุกลามกลายเป็นไฟป่า

Copyright by Mahidol University

2.2) จุดไฟโดยความคึกคะนองปราศจากเหตุผลใด ๆ

สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์ (6) ได้อ้างถึงรายงานการสำรวจขององค์กรยูเอ็นเอฟเอโอและจากการพูดคุยกับชาวบ้านริมเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งพบว่า การเผาป่าเพื่อทำทางเดินให้สะดวกเป็นสาเหตุหลักของการจุดไฟเผาป่า รองลงมาเป็นไฟที่ลามจากการเผาไร่นา นอกจากนั้นเป็นการเผาเพื่อเก็บหาของป่าต่างๆ

อย่างไรก็ตามจากรายงานคู่มือการปฏิบัติงานควบคุมไฟป่าประจำปี พ.ศ. 2537 ของส่วนจัดการไฟป่าและภัยธรรมชาติ สำนักป้องกันและปราบปราม กรมป่าไม้ (2) ปรากฏว่าการเผาป่าเพื่อเก็บหาของป่า กลายเป็นสาเหตุอันดับหนึ่ง จากไฟป่าที่เกิดขึ้น ทั่วประเทศทั้งหมด 4,365 ครั้ง พื้นที่เสียหาย 191,804 ไร่ โดยมีสาเหตุต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง 2.1

ตาราง 2.1 แสดงสาเหตุของไฟป่าที่เกิดจากมนุษย์

สาเหตุ	ความถี่ (%)	พื้นที่เสียหาย (%)
นักท่องเที่ยว	1.68	2.53
หาของป่า	23.95	11.32
ล่าสัตว์	14.62	19.03
ทำไม้	5.39	2.26
เผาไร่	18.24	14.34
แกล้งจุด	19.67	24.67
เลี้ยงสัตว์	3.43	2.37
หน่วยราชการ	0.86	2.05
บุหรี่	1.54	0.6
จุดเล่น	1.39	0.42
ไม่ทราบสาเหตุ	9.23	20.41
รวม	**100.00**	**100.00**

ที่มา : ส่วนจัดการไฟป่าและภัยธรรมชาติ กรมป่าไม้ (2)

จากสถิติและข้อมูลต่าง ๆ จะพบว่าสาเหตุการเกิดไฟป่าในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากคน โดยมีสาเหตุต่าง ๆ กันไปในแต่ละพื้นที่ เช่น ในพื้นที่ซึ่งมีนักท่องเที่ยวเข้าไปจำนวนมาก ก็

Copyright by Mahidol University

อาจจะมีสาเหตุมาจากการตั้งแคมป์ของนักท่องเที่ยว เป็นต้น ส่วนในพื้นที่ซึ่งมีประชาชนเข้าไปมีกิจกรรมในพื้นที่ก็อาจจะมีสาเหตุมาจากการหาของป่า การล่าสัตว์ เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดสาเหตุของการเกิดไฟป่าที่แตกต่างกันไป การควบคุมและป้องกันไฟป่าจึงต้องตระหนักถึงความสำคัญในสาเหตุดังกล่าว ดังนั้น แนวทางในการแก้ปัญหาจำเป็นต้องมีการป้องกันอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ทั้งทางด้านการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ การให้การศึกษาแก่เยาวชนและชี้แจงให้ประชาชนทั่วไปเกิดความเข้าใจและตระหนักถึงความเสียหายอันเกิดจากไฟป่า

จากการศึกษาของ Emilio และ Javier ในปี ค.ศ. 1994 (7) ในการหาการกระจายของพื้นที่ซึ่งได้รับอันตรายจากไฟป่า ได้ใช้ปัจจัยที่เกี่ยวกับกิจกรรมของมนุษย์ โดยจากการศึกษาสถิติย้อนหลังในรอบ 15 ปี พบว่า พื้นที่ซึ่งอยู่ในเขตรัศมี 30 เมตร จากถนน ทางเดินเท้าและสถานที่นันทนาการ มีการเกิดไฟป่าถึง 135 ครั้ง จากจำนวนไฟป่าที่เกิดขึ้นทั้งหมด 296 ครั้ง และจากการศึกษาของ Amyและคณะ (8) ในการหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ได้เลือกปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) มาพิจารณา โดยให้เหตุผลไว้ว่า ในบางพื้นที่ เช่น พื้นที่ตั้งแคมป์ ก็มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าเนื่องจากมนุษย์ได้เข้าไปมีกิจกรรมในพื้นที่ได้เช่นกัน

ดร.สุรชัย และรัศมี (9) ทำการศึกษาไฟป่าบริเวณห้วยขาแข้ง ด้วยภาพจากดาวเทียม พบว่าไฟป่าบางส่วนเกิดจากบริเวณภายนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง แล้วได้ลุกลามเข้าไปในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์ฯ เนื่องจากปัจจุบันการเพิ่มของประชากรที่อาศัยอยู่รอบๆแนวเขตป่าอนุรักษ์ก่อให้เกิดไฟป่าที่มิได้ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งสาเหตุหลักคือการจุดไฟเผาป่าเพื่อทำทางเดินให้สะดวก

จากแผนแม่บทการจัดการพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (10) พบว่าในพื้นที่โดยรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีหมู่บ้านที่อยู่ในแนวกันชนระยะ 5 กิโลเมตร จากแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าจำนวน 26 หมู่บ้าน 2,405 ครัวเรือน ใน 4 ตำบล 3 อำเภอ และจากการสำรวจโดยคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้มีข้อคิดเห็นว่าหมู่บ้านที่ตั้งอยู่รอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า จะส่งผลกระทบทางด้านลบต่อพื้นที่เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ซึ่งจะเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา

2.1.4 องค์ประกอบของไฟป่า

ไฟป่าเกิดจากการสันดาป ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ ความร้อน เชื้อเพลิงและก๊าซออกซิเจน (11)

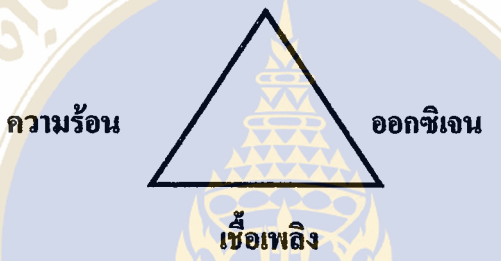
Copyright by Mahidol University

1) เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดไฟป่า ได้แก่ ต้นไม้ ไม้พุ่ม กิ่งไม้ ใบไม้ หญ้า และวัชพืชอื่น ๆ

2) ออกซิเจน ซึ่งมีอยู่ทั่วไปในอากาศในป่า

3) ความร้อน แหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดไฟป่า แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ แหล่งความร้อนตามธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่าหรือการเสียดสีของกิ่งไม้ และแหล่งความร้อนจากมนุษย์ ซึ่งจุดไฟด้วยสาเหตุต่าง ๆ กัน

องค์ประกอบทั้ง 3 สิ่งนี้ เรียกว่า สามเหลี่ยมไฟ ถ้าขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไฟก็จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้



ภาพที่ 2.1 แสดงสามเหลี่ยมไฟ

เมื่อเกิดไฟขึ้นมาส่วนของไฟด้านเหนือลมเรียกว่า หัวไฟ (Head) ซึ่งจะมีอัตราการลุกลามรวดเร็วที่สุด ส่วนของเปลวไฟยาวที่สุด และความรุนแรงของไฟจะมากที่สุด ส่วนของไฟที่ลุกลามในทิศทางที่ลมพัดเรียกว่า ไฟลามด้านหัว (Heading fire) ในขณะเดียวกันส่วนที่ลุกลามทวนลมจะลุกลามช้า ๆ เรียกว่า ไฟลามด้านหาง (Backing fire) โดยที่ตรงขอบของไฟลามด้านหางเรียกว่า หางไฟ (Back) เปลวไฟของไฟลามด้านหางจะต่ำกว่าเปลวไฟของไฟลามด้านหัว ส่วนด้านข้างของไฟเรียกว่า ข้างไฟ (Flank) ไฟที่ลุกลามด้านข้างเรียกว่า ไฟลามข้าง (Flanking fire) ในบริเวณที่ลาดชันพฤติกรรมของไฟจะมีลักษณะเหมือนพฤติกรรมของไฟในที่ลมพัด กล่าวคือ หัวไฟจะอยู่ที่ลาดชันด้านบน หางไฟจะอยู่ทางด้านลาดชันด้านล่าง ส่วนข้างไฟจะลุกลามไปตามแนวขอบเขา (Contour line)

2.1.5 พฤติกรรมของไฟป่า (Fire Behavior)

พฤติกรรมไฟ หมายถึง ลักษณะที่แสดงออกของไฟและลักษณะการไหม้ลุกลามของไฟป่าตามสภาวะแวดล้อมในขณะนั้น ดังนั้น สิ่งที่นิยมใช้แสดงถึงพฤติกรรมของไฟ คือ อัตราการลุกลาม

Copyright by Mahidol University

ของไฟ (Rate of Fire Spread) ความยาวของเปลวไฟ (Flame Length) และความรุนแรงของไฟ (Fire Intensity) (11)

อัตราการลุกลามของไฟ (Rate of Fire Spread)

หมายถึง ความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของไฟ ซึ่งสามารถวัดออกมาได้ 2 แบบ คือ ระยะทางต่อเวลา (Rate of Lineal Advance) และพื้นที่ต่อหน่วยเวลา (Rate of Area Growth) ซึ่งอัตราการลุกลามของไฟจะขึ้นกับลักษณะของเชื้อเพลิงและความเร็วลม

ความรุนแรงของไฟ (Fire Intensity)

หมายถึง อัตราของการปลดปล่อยพลังงานของเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ ซึ่งจะมีความรุนแรงผันแปรไปตามลักษณะของเชื้อเพลิง ความชื้นและโครงสร้างของเชื้อเพลิง ความรุนแรงของไฟสามารถวัดได้โดยการสังเกตอิทธิพลของไฟที่มีต่อพืช หรือดิน การวัดอุณหภูมิของอากาศ แต่ที่นิยมกันมาก (11) คือ

1. การวัดความรุนแรงของแนวไฟ (Fire Line Intensity) ซึ่งคิดโดย Byram (1959) ซึ่งเป็นการวัดอัตราการปลดปล่อยของพลังงานต่อหน่วยระยะทางของการลุกลามของหัวไฟ มีหน่วยเป็น BTU/Ft./Sec. หรือ Kw /min.

2. การวัดความรุนแรงของปฏิกิริยาย้อนกลับของไฟ (Fire Reaction Intensity) ซึ่งคิดโดย Rothermal ในปี ค.ศ.1972 เป็นการวัดอัตราพลังงานที่ถูกปลดปล่อยต่อหน่วยพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ โดยจะมีหน่วยเป็น BTU/Ft^2/Sec. หรือ Kj/ m^2/min.

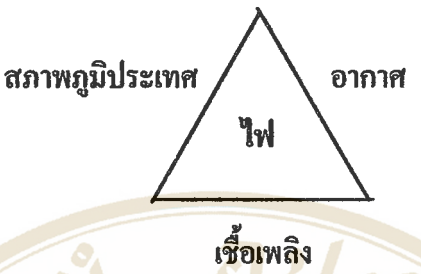
ความยาวของเปลวไฟ (Flame Length)

หมายถึง ระยะจากยอดของเปลวไฟถึงกึ่งกลางฐานของเปลวไฟ ซึ่งติดต่อกับผิวของเชื้อเพลิง มีหน่วยเป็นฟุต หรือเมตร (11)

พฤติกรรมของไฟ มีประโยชน์ในการที่จะบอกระดับ ลักษณะและความรุนแรงของเปลวไฟที่เกิดขึ้นเพื่อประโยชน์ในการควบคุมไฟ พฤติกรรมของไฟจะผันแปรไปตามสภาวะแวดล้อมของไฟ ดังนั้น จึงไม่มีไฟใด ๆ ที่มีพฤติกรรมคงที่ตลอดตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุด

สิ่งแวดล้อมของไฟประกอบด้วยปัจจัยเกี่ยวกับเชื้อเพลิง (Fuel) อากาศ (Weather) และสภาพภูมิประเทศ (Topography) ซึ่งเขียนเป็นสามเหลี่ยมพฤติกรรมของไฟ (Fire Behavior Triangle) ได้ดังนี้

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 2.2 แสดงสามเหลี่ยมพฤติกรรมไฟ (11)

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน รวมทั้งปัจจัยของไฟเองเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมและลักษณะของไฟในแต่ละท้องที่และกาลเวลา เนื่องจากสิ่งแวดล้อมของไฟเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและท้องที่ ดังนั้น พฤติกรรมของไฟจึงเปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งพฤติกรรมของไฟและสิ่งแวดล้อมของไฟเป็นปรากฏการณ์เฉพาะและคล้ายคลึงกันในสภาพการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้น จึงสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับพฤติกรรมของไฟได้เพื่อประโยชน์ในการวางแผนจัดการไฟป่า

2.1.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมไฟ (Environmental Factors Affecting Fire Behavior)

สิ่งแวดล้อมของไฟ (11) หมายถึง สภาพการณ์รอบ ๆ บริเวณที่เกิดไฟซึ่งมีผลต่อการติดไฟ การลุกลามของไฟ และพฤติกรรม ซึ่งประกอบไปด้วย เชื้อเพลิง สภาพอากาศ และสภาพภูมิประเทศ

1.) <u>ปัจจัยด้านเชื้อเพลิง</u> (Fuel)

คุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้พฤติกรรมของไฟแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งประกอบไปด้วย คุณสมบัติอนุภาคเชื้อเพลิง คุณสมบัติของแหล่งเชื้อเพลิงและความชื้นของเชื้อเพลิง

1.1) คุณสมบัติของอนุภาคเชื้อเพลิง (Particles Properties of Fuel)

1.1.1) ขนาดของอนุภาค (Particles Size)

จะมีผลเกี่ยวกับปริมาณความร้อนที่อนุภาคได้รับ ความเร็วช้าของการถ่ายเทความร้อน ดังนั้น ขนาดของอนุภาคยิ่งเล็กก็จะยิ่งติดไฟง่ายและลุกลามได้เร็วกว่าเชื้อเพลิงที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ แต่อนุภาคขนาดใหญ่เมื่อติดไฟแล้ว จะมีความรุนแรง และเผาไหม้ได้นานกว่า

Copyright by Mahidol University

1.1.2) ความหนาแน่นอนุภาค (Particle Density)

หมายถึงมวลต่อปริมาตรของเชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นมากจะต้องการความร้อนเพื่อให้จุดไฟมากกว่าเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นน้อย Fons และคณะได้ศึกษาไว้เมื่อ ค.ศ. 1960 พบว่า ความหนาแน่นของอนุภาคจะแปรผกผันกับอัตราการลุกลามของไฟ

1.1.3) ปริมาณความร้อน (Heat Content)

คือ ปริมาณความร้อนของอนุภาคเชื้อเพลิงที่ปลดปล่อยออกมาในขณะเผาไหม้ จะผันแปรไปตามส่วนประกอบของเชื้อเพลิง ปริมาณความร้อนนี้มีส่วนช่วยในการประมาณค่าความรุนแรงของไฟและอัตราการลุกลาม

1.1.4) ส่วนประกอบทางเคมี (Chemical Composition)

จะแบ่งออกได้เป็น 2 พวกคือ พวกที่มีซิลิกา และพวกที่ไม่มีซิลิกา เพราะแร่ธาตุที่มีซิลิก้าจะช่วยในการลุกไหม้ของไฟ ไม่แทรกแซงขบวนการเผาไหม้ แต่ถ้าเป็นแร่ธาตุอื่น เช่น โปแตสเซียม แคลเซียม และฟอสฟอรัส จะเข้าไปแทรกแซงขบวนการเผาไหม้

1.1.5) ส่วนประกอบที่เป็นสารสกัดพวกน้ำมัน (Composition Extractive)

ได้แก่ พวกสารประกอบของอีเทอร์ เช่น ขี้ผึ้ง (Waxs) น้ำยาง (Resins) ไขมัน (Fats) และน้ำมัน (Oils) ซึ่งง่ายต่อการติดไฟเนื่องจากสารเหล่านี้มีปริมาณความร้อน (Heat Content) สูง ทำให้ใช้เวลาในการติดไฟต่ำ

1.2) คุณสมบัติของแหล่งเชื้อเพลิง (Properties of Fuel Beds)

ในแต่ละแหล่งเชื้อเพลิงจะประกอบไปด้วยอนุภาคเชื้อเพลิงหลาย ๆ ชนิดประกอบกัน ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมไฟเช่นกัน ส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาพฤติกรรมไฟ (11) ได้แก่

1.2.1) น้ำหนักของเชื้อเพลิงต่อหน่วยพื้นที่ (Fuel Loading)

จะมีผลต่อความรุนแรงและการลุกลามของไฟ โดยถ้าให้อัตราการลุกลามของไฟและความร้อนสุทธิคงที่ ความรุนแรงของไฟจะแปรผันตรงกับปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกเผา ถ้าปริมาณเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น 2 เท่า อัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้น 2 เท่าและความรุนแรงของไฟจะเพิ่มขึ้น 4 เท่า

1.2.2) ความลึกของแหล่งเชื้อเพลิง (Fuel Bed Depth)

จะมีผลต่อความยาวของเปลวไฟ โดยความลึกของแหล่งเชื้อเพลิงจะแปรผันโดยตรงกับความยาวของเปลวไฟ

Copyright by Mahidol University

1.2.3) ความต่อเนื่องและการเรียงตัวของเชื้อเพลิง (Fuel Continuity and Aarrangement)

- ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง อธิบายได้ทั้งในแนวราบและแนวดิ่งของเชื้อเพลิง ในแนวราบ ก็คือ การที่เชื้อเพลิงมีการกระจายทั่วพื้นที่เป็นผืนใหญ่ เช่น ในทุ่งหญ้า หรือในแนวดิ่ง เช่น การเรียงตัวของซากพืช ใบไม้ต่อไปกับไม้พื้นล่างและต่อเนื่องไปจนถึงเรือนยอดของต้นไม้ หรือการมีเถาวัลย์พาดพันไปตามต้นไม้

- การเรียงตัวของเชื้อเพลิง เป็นสิ่งสำคัญอันหนึ่ง หากเชื้อเพลิงกองรวมกันอยู่ อาจจะไหม้หมด แต่ถ้าเป็นไม้ตายยืนต้นเดี่ยว ๆ ไฟอาจจะไหม้เพียงผิว เพราะเชื้อเพลิงขนาดใหญ่จะคายความร้อนได้เร็วกว่ารับความร้อน ดังนั้น หากเชื้อเพลิงขนาดใหญ่อยู่ห่างกันและไม่สามารถรับความร้อนจากอนุภาคข้างเคียงได้ เชื้อเพลิงจะดับในเวลาอันสั้นหลังจากที่ติดไฟ

1.2.4) ความอัดแน่นของเชื้อเพลิง (Fuel Bed Compactness)

ถ้าเชื้อเพลิงอัดแน่นกันมากเกินไปอากาศที่ถูกพัดเข้าไปก็จะถูกจำกัดและขาดออกซิเจน การเผาไหม้ก็จะเกิดขึ้นช้า

1.2.5) ความชื้นของเชื้อเพลิง (Fuel Moisture)

จะมีอิทธิพลต่อการติดไฟและการลุกลามของไฟ เมื่อเชื้อเพลิงมีความชื้นมากจะติดไฟยาก และเผาไหม้ไม่ดี เพราะการที่จะให้อุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้น 1°F จะต้องใช้ความร้อนมากเป็น 4 เท่า ของความร้อนที่จะทำให้ไม้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 1°F เชื้อเพลิงจะมีความชื้นน้อยในช่วงฤดูแล้ง และจะมีความชื้นมากที่สุดในช่วงฤดูการเจริญเติบโต (ฤดูฝน) ปกติเชื้อเพลิงที่มีชีวิต (Live Fuel) จะมีความชื้นประมาณร้อยละ 30-35 และในเชื้อเพลิงที่ตายแล้ว (Dead Fuel) จะมีความชื้นประมาณร้อยละ 1.5-30 โดยเชื้อเพลิงขนาดเล็กที่ตายแล้วจะติดไฟดีเมื่อมีความชื้นประมาณร้อยละ 15-20 ส่วนเชื้อเพลิงขนาดใหญ่จะติดไฟดีเมื่อมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 20

ตามกฎของพฤติกรรมไฟเกี่ยวกับความชื้นของเชื้อเพลิง ได้ระบุว่า ถ้าความชื้นของเชื้อเพลิงน้อยกว่าร้อยละ 5 การลุกลามของไฟในเชื้อเพลิงขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ จะมีอัตราการลุกลามเท่ากัน ถ้าความชื้นของเชื้อเพลิงอยู่ระหว่างร้อยละ 5-10 อัตราการลุกลามของไฟในเชื้อเพลิงขนาดเล็กจะเร็วกว่าในเชื้อเพลิงขนาดใหญ่ ส่วนความชื้นของเชื้อเพลิงระหว่างร้อยละ 10-15 ไฟในเชื้อเพลิงขนาดเล็กและใหญ่จะมีอัตราการลุกลามเท่ากัน ถ้าความชื้นของเชื้อเพลิงเกินร้อยละ 15 เชื้อเพลิงขนาดเล็กจะถูกเผาไหม้หมดไปก่อน

ความชื้นในเชื้อเพลิงโดยทั่วไปแล้วจะผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม อันได้แก่ ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน ลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศช่วงเวลากลางวัน และสภาพภูมิประเทศ เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

จากการศึกษาเกี่ยวกับไฟป่าในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย พบว่า องค์ประกอบและโครงสร้างของเชื้อเพลิง จะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของป่า และปัจจัยเกี่ยวกับเชื้อเพลิงจะมีผลต่อความรุนแรงของไฟ โดยชนิดของเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันจะทำให้ค่าความรุนแรงของไฟที่ได้แตกต่างกันออกไป โดยในพื้นที่ที่เป็นทุ่งหญ้า ความรุนแรงของไฟจะมีค่ามากกว่าในพื้นที่ป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณมีค่าความรุนแรงของไฟน้อยที่สุด ดังผลการศึกษาต่อไปนี้

<u>ในสภาพป่าเต็งรัง</u>

ศิริ และสานิตย์ (12) ได้ทำการศึกษาลักษณะเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2534 ถึง พฤษภาคม พ.ศ.2535 อันเป็นช่วงฤดูไฟป่าของพื้นที่ศึกษา พบว่า ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ยตลอดฤดูไฟป่าเท่ากับ 5,190 กิโลกรัม ทั้งนี้ มีปริมาณการสะสมของเชื้อเพลิงมากที่สุดในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน โดยเชื้อเพลิงหลักที่มีความสำคัญที่สุดในพื้นที่ได้แก่ ใบไม้ (ในช่วงกลางฤดูไฟป่าคือ กุมภาพันธ์ ถึง เมษายน) รองลงมาได้แก่ หญ้าและไม้พื้นล่าง ส่วนกิ่งไม้แห้งมีความสำคัญมากและมีปริมาณคงที่ตลอดฤดูไฟป่า แต่ในช่วงต้นฤดูไฟป่า คือ พฤศจิกายนถึงต้นกุมภาพันธ์ หญ้าจะกลายเป็นเชื้อเพลิงหลัก

ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง ซึ่งหมายถึง เปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นดินของเชื้อเพลิง พบว่าเชื้อเพลิงมีความต่อเนื่องโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 89 ของพื้นที่ โดยที่ใบไม้มีความต่อเนื่องของเชื้อเพลิงมากที่สุด รองลงมาคือ หญ้า ไม้พื้นล่าง และกิ่งก้านไม้แห้ง ทั้งนี้ เชื้อเพลิงจะมีความต่อเนื่องเต็มพื้นที่ในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน

ความชื้นของเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยตลอดฤดูไฟป่า (พฤศจิกายนถึงพฤษภาคม) เท่ากับร้อยละ 19 โดยความชื้นจะลดลงเรื่อย ๆ ตั้งแต่กลางเดือนพฤศจิกายนเป็นต้นมา จนต่ำสุดตอนต้นเดือนเมษายน ซึ่งมีความชื้นเพียงร้อยละ 5 เนื่องจากในระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน อากาศแห้งจัด ทำให้เชื้อเพลิงแห้งจัด และหลังเดือนเมษายน ปริมาณความชื้นในอากาศเริ่มเพิ่มขึ้น ทำให้ความชื้นของเชื้อเพลิงเพิ่มตาม ทั้งนี้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเชื้อเพลิงถึงร้อยละ 54.31

จากผลการศึกษาดังกล่าวได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ศิริ อัคคะอัคร (13) เกี่ยวกับการจัดระดับชั้นอันตรายจากไฟป่าในป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าความชื้นของเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมปัจจัยเดียวที่มีอิทธิพลต่อความรุนแรงของไฟอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับ 0.05) กล่าวคือ เมื่อความชื้นของเชื้อเพลิงลดลง ความรุนแรงของไฟจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ความรุนแรงของไฟจะเป็นตัวกำหนดอันตรายจากไฟป่า คือ ถ้าไฟป่ามีความรุนแรงน้อย อันตรายก็จะน้อย ในทางตรงข้าม หากไฟมีความรุนแรงมาก อันตรายก็จะมีมากตามไปด้วย ดัง

Copyright by Mahidol University

นั้นจึงมีการแบ่งระดับอันตรายจากไฟป่าออกเป็น 4 ระดับ ตามดัชนีใหม่ที่ใช้กันอย่างคร่าว ๆ ในประเทศไทย ได้ดัชนีไฟที่กำหนดโดยความชื้นของเชื้อเพลิง ดังนี้

ความชื้นเชื้อเพลิง (%)	ระดับอันตรายจากไฟป่า
น้อยกว่า 15	สูงมาก (Extreme)
15 - 26	สูง (High)
26 -37	ปานกลาง (Moderate)
มากกว่า 37	ต่ำ (Low)

สุรเด่น สัญญาอาจ (14) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของไฟต่อพืชพรรณและดินในป่าเต็งรังสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2527 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ.2529 ผลการศึกษาพบว่า สภาพเชื้อเพลิงเป็นหญ้าเพ็กที่แห้งติดต่อกันเป็นผืน มีซากพืชที่ร่วงหล่นจากไม้ชั้นบนปะปนอยู่บ้าง ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ยร้อยละ 770.78 กรัม/ตารางเมตร ความชื้นของเชื้อเพลิงเฉลี่ยร้อยละ 27 ความยาวของเปลวไฟประมาณ 2.58 เมตร ความรุนแรงของไฟมีค่า 266.03 Kw./min. หรือ 77.15 BTU/Ft/Sec ลักษณะไฟที่เกิดเป็นไฟลามช้า ซึ่งถือว่าไม่อยู่ในขั้นอันตรายเนื่องจากความรุนแรงของไฟน้อยกว่า 100 BTU/Ft/Sec และมีความยาวของเปลวไฟน้อยกว่า 3.35 เมตร

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (15) ได้ทำการศึกษาปริมาณเชื้อเพลิงในป่าชนิดต่าง ๆ ตามโครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ บริเวณลุ่มน้ำภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคกลาง ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้ คือ

ลักษณะของเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จะเป็นพวกซากพืชที่ร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก รองลงมาจะเป็นพวกไม้พื้นล่าง และพวกเศษไม้ปลายไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 0-¼ นิ้ว (Fine fuels) จะมีปริมาณน้อยที่สุด ปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงเท่ากับร้อยละ 27 อัตราการลุกลามเฉลี่ย 2 เมตร/นาที ความรุนแรงของไฟป่าเท่ากับ 266.03 Kw/min (77.15 BTU/Ft/Sec) ลักษณะไฟที่เกิดเป็นไฟลามช้า ถ้าปริมาณความชื้นในเชื้อเพลิงลดลงและพื้นที่มีความลาดชัน ความรุนแรงของไฟก็จะเพิ่มขึ้น

ศุภรัตน์ สำราญ (16) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความชื้นในเชื้อเพลิงกับสภาพอากาศในท้องถิ่นบริเวณป่าเต็งรังอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร ผลการศึกษาพบว่าเชื้อเพลิงหลักในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วยเศษไม้ใบไม้ ซึ่งมีปริมาณมากสุด หญ้าและไม้พื้นล่างซึ่งมีปริมาณน้อยที่สุด โดยมีมวลซึ่งภาพเฉลี่ยรวม 4,133 กิโลกรัม/เฮกแตร์ ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิงใน

Copyright by Mahidol University

ช่วงฤดูแล้งอยู่ระหว่างร้อยละ 70-100 ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิงรวมจะมีปริมาณมากขึ้นตามเวลา โดยมีค่าน้อยตอนต้นฤดูแล้ง และสะสมมากขึ้นตามลำดับจนถึงปลายฤดูแล้ง การเพิ่มขึ้นของความต่อเนื่องนี้ขึ้นอยู่กับความต่อเนื่องของเศษไม้ใบไม้เป็นส่วนใหญ่ ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงอยู่ระหว่างร้อยละ 31-49 โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดฤดูประมาณร้อยละ 37 และค่าความชื้นเฉลี่ยต่ำสุดอยู่กลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเมื่อพิจารณาตามชนิดของเชื้อเพลิงปรากฏว่า เศษไม้ใบไม้มีค่าความชื้นต่ำที่สุดคือ ค่าเฉลี่ยตลอดฤดูแล้งประมาณร้อยละ 15 ในขณะที่ไม้พื้นล่างมีค่าความชื้นสูงที่สุดคือมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 53 และปริมาณความชื้นในหญ้าอยู่ระหว่างร้อยละ 42

สมเกียรติ คำเวช (17) ทำการศึกษาพฤติกรรมของไฟในป่าเต็งรังในพื้นที่เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง พบว่าเชื้อเพลิงส่วนใหญ่เป็นหญ้าแห้งเป็นผืนติดต่อกันปะปนกับใบไม้แห้งและไม้พื้นล่างบางส่วน ปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ย 543.3 กรัมต่อตารางเมตรและความชื้นของเชื้อเพลิงเฉลี่ย 26.3 เปอร์เซ็นต์

<u>ในสภาพพื้นที่ป่าเบญจพรรณ</u>

สำนักงานนโยบายแผนสิ่งแวดล้อม (15) ได้ทำการศึกษาลักษณะเชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณ บริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี พบว่าลักษณะเชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะเป็นซากพืชร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก รองลงมาจะเป็นพวกเศษไม้ปลายไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 0-½ นิ้ว และน้อยที่สุดคือ พวกไม้พื้นล่างปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงเท่ากับร้อยละ 30 อัตราการลุกลามเฉลี่ยเท่ากับ 0.733 เมตร/นาที การแผ่ขยายของไฟเป็นรูปวงรี ความรุนแรงของไฟเท่ากับ 52 BTU/Ft/Sec ซึ่งจัดได้ว่ามีความรุนแรงน้อย

ศิริ อัคคะอัคร (18) ลักษณะของเชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พบว่าปริมาณเชื้อเพลิงเฉลี่ยตลอดฤดูไฟป่า (เดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม) เท่ากับ 5,490 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ชนิดของเชื้อเพลิงหลักมีการเปลี่ยนแปลงบ้างในระหว่างฤดูไฟป่า กล่าวคือ ในช่วงต้นฤดูไฟป่า (เดือนธันวาคม) เชื้อเพลิงหลักได้แก่ กิ่งก้านไม้แห้ง รองลงมาได้แก่ ใบไม้แห้ง ไม้พื้นล่างและหญ้ามีปริมาณน้อยที่สุด โดยจะมีปริมาณเชื้อเพลิงสะสมมากที่สุดในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนมีนาคม ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิงเท่ากับร้อยละ 93 โดยใบไม้แห้งมีความต่อเนื่องมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ไม้พื้นล่าง กิ่งก้านไม้แห้งและหญ้าตามลำดับ ความชื้นของเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18 โดยมีความชื้นต่ำสุดถึงร้อยละ 9 ในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนมีนาคม

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาลักษณะเชื้อเพลิงป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยในป่าเต็งรังถึงแม้ว่าเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญมากที่สุดจะเป็นใบไม้

Copyright by Mahidol University

แห้ง เช่นเดียวกัน แต่เชื้อเพลิงที่มีความสำคัญรองลงมากลับเป็นหญ้าและไม้พื้นล่าง โดยมี กิ่งก้านไม้แห้งเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากความแตกต่างในเรื่อง โครงสร้างของป่า โดยป่าเต็งรังจะเป็นป่าโปร่งกว่า ทำให้แสงแดดส่องถึงพื้นป่ามากกว่า ทำให้มีพรรณไม้พวกหญ้าและไม้พื้นล่างอื่น ๆ ที่ชอบแสงขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นกว่าในป่าเบญจพรรณ ซึ่งเป็นป่าที่มีชั้นเรือนยอดต้นไม้แน่นทึบกว่า ทำให้แสงสว่างส่องถึงพื้นป่าน้อยกว่า ดังนั้น พรรณไม้พื้นล่างและหญ้าจึงมีน้อยกว่าในป่าเต็งรัง

เนื่องจากเชื้อเพลิงหลักในพื้นที่เป็นใบไม้แห้ง ทำให้ติดไฟง่ายและรวดเร็ว แต่มีความรุนแรงไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม เชื้อเพลิงประเภทกิ่งก้านไม้แห้ง ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด ซึ่งติดไฟค่อนข้างช้าแต่ให้ความร้อนสูงกว่าเชื้อเพลิงประเภทใบไม้มาก ฉะนั้น พฤติกรรมของไฟป่าจะเป็นไฟผิวดินที่มีอัตราการลุกลามค่อนข้างช้า แต่ในทางตรงข้ามจะมีความรุนแรงค่อนข้างมาก

ในสภาพพื้นที่ป่าดิบแล้ง

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (15) ทำการศึกษาปริมาณเชื้อเพลิงในป่าดิบแล้งของพื้นที่ 2 จังหวัด คือ จังหวัดฉะเชิงเทราและจันทบุรี พบว่า ลักษณะของเชื้อเพลิงจะเป็นซากพืชที่ร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก รองลงมาจะเป็นพวกเศษไม้ ปลายไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.25 ถึง 1.00 นิ้ว (Medium Fuels) และน้อยที่สุด คือ ไม้พื้นล่าง ซึ่งปริมาณเชื้อเพลิงจะมีผลต่อความรุนแรงและอัตราการลุกลามของไฟ ส่วนปริมาณความชื้นของเชื้อเพลิงจะเท่ากับร้อยละ 31.10 ซึ่งเป็นปริมาณความชื้นที่มาก และจะเป็นเหตุให้เชื้อเพลิงติดไฟยาก อัตราการลุกลามน้อยเป็นไฟที่เปลวไฟต่ำ ไฟที่เกิดจะเป็นไฟผิวดินลามช้า (Creeping Surface Fire) จะทำให้ความรุนแรงของไฟที่เกิดขึ้นไม่เกิน 100 BTU/Fy/Sec (345.86 Kw/Min)

ในสภาพพื้นที่ป่าดิบเขา

Rey S. Ofren and Edward Harvey (19) ศึกษาสภาพป่าดิบเขาที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง พบว่า ลักษณะพืชพรรณจะปกคลุมพื้นที่สูงถึง 10-15 เมตร ไม้พื้นล่างจะเป็นไม้พุ่มเตี้ยและหญ้า ปกคลุมพื้นที่หนาแน่นบริเวณหุบเขาที่มีดินลึก

จากการที่ปัจจัยเกี่ยวกับเชื้อเพลิงมีผลต่อพฤติกรรมไฟ การเกิดไฟป่าจึงน่าจะมีความ เกี่ยวเนื่องกับเชื้อเพลิงเช่นกัน ดังการศึกษาของ Lopez และคณะ (1991) ในการหาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดไฟป่า โดยใช้ดาวเทียม NOAA พบว่า ชนิดของพืชพรรณมีผลต่อการเกิดไฟป่า เนื่องจากชนิดของพืชพรรณเป็นตัวที่กำหนดชนิดของเชื้อเพลิง นอกจากนี้จากการศึกษาของ Amy และคณะ(8) ซึ่งใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในเขตอุทยานแห่ง

Copyright by Mahidol University

ชาติ Crowders Mountain ประเทศสหรัฐอเมริกา ก็ได้กำหนดให้ชนิดของพืชพรรณเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมตัวหนึ่งที่ใช้ในการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงกำหนดให้ชนิดของพืชพรรณ เป็นปัจจัยตัวหนึ่งซึ่งน่าจะมีผลต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

2.) ปัจจัยเกี่ยวกับอากาศ (Weather)

อากาศเป็นปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟซึ่ง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม (11)

2.1) อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature)

เป็นตัวแปรที่สำคัญมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟ คือถ้าอุณหภูมิยิ่งเพิ่มสูงขึ้นเท่าใดจะทำให้เชื้อเพลิงติดไฟง่ายและอัตราการเผาไหม้ก็จะเพิ่มตามไปด้วย จากการศึกษาของ Fons ในปี ค.ศ. 1946 พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 28°C อัตราการลุกลามจะเพิ่มขึ้นเป็น 30% แสงอาทิตย์มีผลต่ออุณหภูมิของเชื้อเพลิง แหล่งเชื้อเพลิงที่ได้รับและจากดวงอาทิตย์ เชื้อเพลิงก็จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศข้างเคียง ในช่วงสายจนถึงช่วงบ่ายของวัน ความร้อนที่ผิวดินจะสูง ในเวลานี้เชื้อเพลิงขนาดเล็กจะติดไฟได้ดีที่สุด ส่วนในช่วงอื่น ๆ เชื้อเพลิงจะมีความชื้นมากขึ้น ซึ่งจะทำให้อัตราการลุกลามและความรุนแรงของไฟลดลง

ศุภรัตน์ (16) ศึกษาความสัมพันธ์ของความชื้นในเชื้อเพลิงกับสภาพอากาศในท้องถิ่น บริเวณป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติภูพาน จ.สกลนคร พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิสูงสุดมีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณความชื้นในเศษใบไม้อย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน

นอกจากนี้ ชนะชัย (4) ได้ศึกษาในพื้นที่ป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความรุนแรงของไฟมากที่สุดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 คือ อุณหภูมิ

2.2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ คือ ปริมาณไอน้ำในอากาศ เพราะฉะนั้น ถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์สูง เชื้อเพลิงก็จะติดไฟยาก นอกจากนี้ ความชื้นสัมพัทธ์ยังเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของอากาศ คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง จากการศึกษาของ Brown and Davis (3) ในปี ค.ศ.1973 พบว่า เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงทุก ๆ 11°C ความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มหรือลดเป็น 2 เท่าของความชื้นสัมพัทธ์เดิม และที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 40% เป็น Threshold Value คือ ถ้าค่าความชื้น

Copyright by Mahidol University

สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่านี้จนถึง 20% เชื้อเพลิงจะลุกไหม้อย่างง่ายดาย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 40 % อัตราการลุกลามของไฟจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้จากการศึกษาของ ศิริ (20) ศึกษาพฤติกรรมของไฟป่าในทุ่งหญ้าที่จังหวัดสระบุรี พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความรุนแรงของไฟมากที่สุดและรองลงมาคือ ความชื้นของเชื้อเพลิง และในการศึกษาของ ศุภรัตน์ (16) ได้ทำการศึกษาบริเวณป่าแต้งรัง อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นในเชื้อเพลิงมากที่สุด คิดเป็นอัตราส่วนได้ถึง 89% โดยที่ความชื้นของเชื้อเพลิงจะแปรผันตามกับความชื้นสัมพัทธ์ โดยที่เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ความชื้นในเชื้อเพลิงก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

2.3) ลม (Wind)

ลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่ ลมมีความสำคัญ 2 ประการคือ ประการแรก เป็นการเพิ่มออกซิเจนให้แก่เชื้อเพลิงที่กำลังเผาไหม้โดยตรง และประการที่สอง คือ ลมที่พัดแรงจะทำให้อัตราการลุกลามเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ลมยังสามารถเปลี่ยนทิศทางการลุกลามของไฟ ทำให้ไฟมีพฤติกรรมไม่แน่นอน

3.) <u>สภาพภูมิประเทศ</u> (Topography)

สภาพภูมิประเทศ เป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการกำหนดพฤติกรรมของไฟ โดยเฉพาะทิศทางและอัตราการลุกลามของไฟ ลักษณะภูมิประเทศที่สำคัญและมีผลโดยตรงต่อพฤติกรรมของไฟ ได้แก่ ความลาดชัน (Slope) ทิศด้านลาด (Aspect) และความสูงของพื้นที่ (Elevation) (21)

3.1) ความลาดชัน (Slope)

จะมีผลต่ออัตราการลุกลามของไฟ ในเวลากลางวันไฟจะไหม้ลุกลามไปทางขึ้นเขาเสมอ เนื่องจากอิทธิพลของระบบลมหุบเขา ซึ่งจะพัดขึ้นหุบเขาในเวลากลางวันและพัดลงหุบเขาในเวลากลางคืน ส่วนในที่ลาดชันไฟจะลุกลามเร็วกว่าในที่ราบ เพราะเปลวไฟจะพุ่งไปก่อนทำให้เชื้อเพลิงแห้งจึงลุกไหม้ได้อย่างรวดเร็ว

จากการศึกษาโดย Countryman (1964) พบว่า เมื่อในพื้นที่ใดมีความลาดชันเกิน 20° ความลาดชันที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 15° จะทำให้อัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แต่จากการศึกษาของ McArthur (1962) พบว่าอัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้น 2 เท่าทุก ๆ ความลาดชันที่เพิ่มขึ้น 10° ในขณะที่ Chanler (1963) กลับพบว่าในพื้นที่ที่มีความลาดชันไม่เกิน 30° ในความลาดชันที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 15° จะทำให้อัตราการลุกลามของไฟเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แต่ถ้าในพื้นที่ ๆ มีความลาดชันมากกว่า 30° อัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ทุก ๆ ความลาดชันที่เพิ่มขึ้น 10° นอกจากนี้ Chandler และคณะ ได้ศึกษาเพิ่มเติมอีก ในปี ค.ศ.1983 พบว่า อัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้น 10 เท่าเมื่อความลาดชันเกิน 35°

Copyright by Mahidol University

3.2) ทิศด้านลาด (Aspect)

คือทิศทางของความลาดชัน ทิศด้านลาดที่รับแสงจากดวงอาทิตย์ในตอนบ่ายและรับลม เชื้อเพลิงจะแห้งและไฟจะลุกลามได้เร็วกว่าทิศด้านลาดที่รับแสงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเช้า

3.3) ความสูงของพื้นที่ (Elevation)

คือ ความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล เนื่องจากความสูงของพื้นที่จะมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำฝน, ชนิดของพืชพรรณหรือพรรณไม้ และความยาวนานของฤดูไฟป่า นอกจากนี้ ไฟที่เกิดในที่สูง การแผ่รังสีจะน้อยกว่า เนื่องจากในที่สูงอากาศจะเจือจาง ความกดอากาศจึงต่ำ ดังนั้นประสิทธิภาพของการแผ่รังสีความร้อนของเปลวไฟจึงลดลง

นอกจากนี้ ปัจจัยเกี่ยวกับดินจะมีอิทธิพลต่อไฟป่าเช่นเดียวกัน กล่าวคือ ในแต่ละสภาพป่าลักษณะความชื้นของดินจะแตกต่างกัน และถ้าความชื้นของดินมากจะส่งผลกระทบต่อความชื้นของเชื้อเพลิงและยังช่วยชลอความรุนแรงของไฟป่าอีกด้วย

2.1.6 ผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

ไฟป่ามีผลดีและผลเสียทั้งต่อ พืชพรรณ ดิน น้ำ อากาศ ความสวยงามของภูมิประเทศและสัตว์ป่า ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความถี่ของการเกิดไฟ ความรุนแรงของไฟ ระยะเวลาของการเผาไหม้ ชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิง ชนิดป่า ชนิดดิน สภาพภูมิประเทศและชนิดสัตว์ป่า

ผลดีของไฟป่า

1. ช่วยรักษาสภาพระบบนิเวศน์และความหลากหลายทางพันธุกรรมในป่าไม้บางประเภท เช่น ป่าโปร่งแอฟริกา ป่าผลัดใบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ป่าไม้พุ่มเมดิเตอร์เรเนียน หรือป่าสนโปร่ง ที่ปรากฏตามส่วนต่าง ๆ ในโลก โดยป่าชนิดต่าง ๆ เหล่านี้ใช้ไฟช่วยในการสืบพันธุ์ โดยการคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะกับการอยู่รอดในสภาพตามธรรมชาติ

2. ช่วยเตรียมพื้นที่ในการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ โดยการที่ไฟจะช่วยทำลายวัชพืชที่ขึ้นแก่งแย่ง, ทำลายแมลง และเชื้อโรคในดิน

3. ช่วยย่อยสลายซากพืชทำให้มีการหมุนเวียนของแร่ธาตุเพิ่มมากขึ้นและเร็วขึ้น,ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน เนื่องจาก ในพื้นที่ ๆ แห้งแล้งซากพืชย่อยสลายได้ช้า ไฟจะช่วยเผาซากพืชเหล่านั้น

4. ช่วยเตรียมพื้นที่ในการปลูกสร้างสวนป่าและกำจัดวัชพืชในป่า โดยไฟจะช่วยทำลายไม้คลุมดิน วัชพืชที่ไม่ต้องการหรือต้นไม้ที่อ่อนแอเป็นโรค

Copyright by Mahidol University

5. ช่วยจัดการแหล่งอาหารสำหรับสัตว์โดยการคงอยู่ของทุ่งหญ้า การเกิดหญ้าระบัดหลังไฟไหม้

ผลเสียของไฟป่า

1. ในด้านพืชพรรณ ไฟป่าทำให้ต้นไม้ใหญ่เจริญเติบโตช้าลง ไม้วัยรุ่นเจริญเติบโตลดลงร้อยละ20-25 และตายประมาณร้อยละ 40 ลูกไม้และไม้พื้นล่างจะตายเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังทำความเสียหายต่อรากไม้ ทำให้รากไม้ที่ใกล้ผิวดินตายประมาณร้อยละ80

2. ในด้านเศรษฐกิจ ทำให้พื้นที่ป่าเสียหาย เนื้อไม้มีตำหนิ มีมูลค่าความเสียหายหลายล้านบาท จากการประมาณค่าของมูลค่าความเสียหายจากไฟป่าโดยตรง โดยศุภรัตน์ สำราญ (22) ได้ทำการประเมินมูลค่าความเสียหายอันเกิดจากพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลายทั่วประเทศ โดยอาศัยตัวเลขมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยต่อไร่ในพื้นที่ป่าทั้ง3ชนิด คือป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังและป่าสน พบว่าความเสียหายคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 48,026 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ควันไฟยังทำให้สนามบินต้องมีการยกเลิกเที่ยวบิน โดยจากสถิติของการท่าอากาศยาน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในปี พ.ศ.2536 พบว่ามีการยกเลิกเที่ยวบินเนื่องจากควันไฟในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนถึง 40 เที่ยวบิน

3. ในด้านดินและน้ำ ไฟทำให้คุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงในทางที่เลวลง เช่น ความพรุนของดิน การซึมผ่านของน้ำ หน้าดินไม่มีพืชปกคลุม ทำให้เกิดการชะล้างพังทะลายของดินเพิ่มขึ้น 3-30 เท่า มีผลเกี่ยวเนื่องทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์และแหล่งน้ำมีตะกอนมากขึ้น

นอกจากนี้ คุณสมบัติของดินที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อมีการศึกษาต่อไปพบว่า อัตราการซึมซับน้ำของพื้นดินในป่าที่ไม่ถูกไฟไหม้ จะสูงกว่าพื้นดินในป่าที่ถูกไฟไหม้ในบริเวณใกล้เคียงกันถึงร้อยละ 38 (23) ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำของพื้นดินในป่าเสื่อมลง ความชื้นในดินที่เคยเก็บไว้ได้ในฤดูแล้งก็จะหายไป

4. ในด้านอากาศ ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นจากการที่ควันไฟไปกั้นการสะท้อนกลับของความร้อน และการที่ป่าไม้มีพื้นที่ลดลงทำให้แหล่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

5. ผลกระทบต่อสัตว์ ทำให้สัตว์ที่เคลื่อนที่ช้า ลูกอ่อนของสัตว์ เสียชีวิต นอกจากนี้ยังทำลายจุลินทรีย์และสัตว์ขนาดเล็กในดินซึ่งช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน รวมทั้งทำลายที่อยู่อาศัยและที่หากินของสัตว์

Copyright by Mahidol University

2.2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System ที่มีตัวย่อว่า GIS ได้เริ่มตีพิมพ์ครั้งแรกในเอกสารของมหาวิทยาลัยนอร์ธเวสท์เทิร์น (Northwestern University) ในปี ค.ศ.1965 โดย Michael Duane และ Marble ในเอกสารดังกล่าว คำว่า Geographic Information Management Technology ได้ถูกใช้อย่างกว้างขวาง โดยหมายรวมถึงระบบคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับทำแผนที่และประมวลผลข้อมูลสภาพพื้นที่ (Spatial Information) รวมถึง ระบบที่ใช้ทำแบบทางด้านวิศวกรรมโยธา ระบบการสอบถามและการจัดการฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่สลับซับซ้อนหรือการทำแผนที่รูปทรง (Modelling)

2.2.1 ความหมาย

ไม่มีคำจัดความที่ตายตัวสำหรับความหมายของ GIS ในปัจจุบัน แต่ได้มีผู้ที่พยายามจะให้ความหมายดังนี้ (24)

John C. Antenucci and Others (1991) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับทำแผนที่และประมวลผลข้อมูลสภาพพื้นที่ (Spatial Information) รวมถึงระบบที่ใช้ทำแบบทางด้านวิศวกรรมโยธา ระบบการสอบถามและการจัดการฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่สลับซับซ้อนหรือการทำแผนที่รูปทรง (Modelling)

Federal Interagency Coordination Committee (1988) ได้ให้ความหมายว่า เป็นระบบคอมพิวเตอร์ ทั้ง Hardware Software และ กรรมวิธีที่ออกแบบมาสำหรับรวบรวม จัดการ ควบคุม วิเคราะห์ หาความสัมพันธ์และแสดงผลของข้อมูลสภาพพื้นที่ เพื่อช่วยแก้ปัญหาของการวางแผนและการจัดการที่ยุ่งยาก

Phil Parent (1988) กล่าวไว้ว่า เป็นระบบที่ประกอบไปด้วยข้อมูลสภาพพื้นที่ซึ่งสามารถวิเคราะห์และเปลี่ยนแปลงเป็นสารสนเทศเฉพาะที่ เพื่อใช้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ลักษณะที่สำคัญของ GIS คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อผลิตสารสนเทศใหม่

Francis Hanigan (1988) ได้ให้ความหมายว่า เป็นระบบการจัดการสารสนเทศใด ๆ ซึ่งมีความสามารถในการ

- เก็บรวบรวมและเรียกใช้สารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่
- ค้นหาตำแหน่งภายในพื้นที่เป้าหมายเพื่อตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด
- หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภายในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง
- วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

Copyright by Mahidol University

- ง่ายต่อการเลือกและส่งผ่านข้อมูลเพื่อการประยุกต์ใช้
- แสดงผลได้ทั้งเป็น Graphic และเป็นตัวเลข ทั้งก่อนและหลังการวิเคราะห์

Environmental System Research Institute, Inc. (25) ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์และบุคลากร ซึ่งมีหน้าที่ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมสารสนเทศที่ต้องการเพื่อที่จะทำการแปลงเข้าจัดเก็บในระบบการปรับปรุง การจัดการ การวิเคราะห์ และการแสดงสารสนเทศภูมิศาสตร์เหล่านั้นในรูปแบบที่มีการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ตามต้องการ

สำหรับในประเทศไทย GIS ได้เริ่มใช้ครั้งแรกในปี พ.ศ.2528 โดยธนาคารโลกได้นำเข้ามาใช้เพื่อการวิเคราะห์นโยบายที่ดินในประเทศไทย จนกระทั่งในปัจจุบันได้มีการนำ GIS เข้ามาใช้ในหลายหน่วยงานทั้งในภาครัฐและเอกชนและในประเทศไทยได้มีผู้ให้คำจำกัดความของ GIS ไว้ดังนี้

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (26) หมายถึง กระบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟท์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือหมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บและการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ นั่นเอง

จากความหมายต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น GIS จึงมีความหมายโดยรวม คือ กระบวนการในการใช้คอมพิวเตอร์ ทั้งฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personal Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพข้อมูล การนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงหรือแก้ไขข้อมูล การคำนวณหรือการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลออกมาในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ เพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การวางแผนจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร การป้องกันภัยธรรมชาติ เป็นต้น

2.2.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Components of Geographic Information System)

มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 3 องค์ประกอบ คือ

Copyright by Mahidol University

1.) คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Computer Hardware) ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1.1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit หรือ CPU) จะมีหน่วยควบคุม(Control Unit: CU) ในการจัดลำดับของระบบ และหน่วยคำนวณเปรียบเทียบข้อมูล (Arithmetic logic unit: ALU) โดยใช้หลักคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์

1.2) หน่วยจัดเก็บข้อมูลด้วยเครื่องขับดิสก์ (Disk Drive Storage Unit)

1.3) เครื่องอ่านค่าพิกัด (Digitizer) เป็นส่วนในการเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลจากแผนที่ (Analog) ให้อยู่ในรูปของDigitalเพื่อส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยจัดเก็บข้อมูล

1.4) เครื่องเขียนรูปและเครื่องพิมพ์ (Plotter and Printer) สำหรับแสดงผล โดย Plotter จะแสดงผลข้อมูลที่เป็นลายเส้น และ Printer จะแสดงข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือหรือข้อความต่าง ๆ

1.5) เครื่องขับเทป (Tape Drive) จะใช้ในการเก็บข้อมูล และอ่านข้อมูลจากเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape)

1.6) หน่วยแสดงผล (Visual Display Unit หรือ Terminal) เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุม คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ อันได้แก่ Plotter Printer Digitizer หรือเครื่องมืออื่น ๆ ที่เชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์

2.) ซอฟต์แวร์ (Software) มีส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

2.1) การป้อนข้อมูลและการทวนสอบความถูกต้อง (Data Input and Verification) หมายรวมถึง การแปลงข้อมูลทุกรูปแบบ ซึ่งอาจได้จากแผนที่ การสำรวจภาคสนามหรือ เครื่องรับรู้ (ซึ่งรวมถึงภาพถ่ายทางอากาศ ดาวเทียม เป็นต้น) ให้อยู่ในรูปของ Digital โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Digitizer หรือ Scanners และเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลซึ่งบรรจุในสื่อแม่เหล็ก เช่น จานแม่เหล็ก

2.2) การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล (Data Storage and Database Management) เป็นการจัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์เกี่ยวกับจุด เส้น หรือพื้นที่ รายละเอียดของข้อมูลในเชิงพื้นที่ (Position, Topology and Atribute) ให้มีโครงสร้าง ที่สามารถจัดเก็บและเรียกใช้ได้สะดวกรวดเร็ว

2.3) การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation and Analysis) ในส่วนนี้จะสามารถทำการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลได้หลายรูปแบบ สามารถปรับปรุงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลนั้น ๆ

Copyright by Mahidol University

2.4) การรายงานผลข้อมูล (Data Output and Presentation) เป็นการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยแสดงในรูปของแผนที่ ตาราง กราฟ ฯลฯ

2.5) การโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interaction with the User) ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญ ทำให้ผู้ใช้ยอมรับและใช้ประโยชน์จากระบบข้อมูล ซอฟท์แวร์ที่ดีจะต้องสร้างรายการ (Menu) ต่าง ๆ ที่ไม่ยุ่งยาก เข้าใจง่าย และมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสมบูรณ์

3) องค์กรในการดำเนินงาน (Organization Aspects) เพื่อที่จะใช้ระบบ GIS ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นที่จะต้องมีรูปแบบการจัดการที่เหมาะสมเพื่อที่จะได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ จึงต้องมีองค์ประกอบของ Organization Aspects คือ ผู้ใช้งานระบบ GIS ทำหน้าที่พัฒนาระบบ GIS ให้สามารถรองรับและตอบสนองต่อการวางแผนการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความพร้อมในการปรับตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของ GIS.

2.2.3 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Characteristic of GIS Information)

ลักษณะของข้อมูลในระบบ GIS ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วนคือ

1.) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นโลก ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่ จะจัดเก็บอยู่ใน 3 รูปแบบ คือ

1.1) รูปแบบของจุด (Point) ใช้อ้างอิงตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งต่าง ๆ โดยกำหนดตำแหน่งด้วยค่าพิกัด X, Y เพียง 1 คู่ จุดจะอธิบายตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งโรงเรียนหรือที่ตั้งของวัด

1.2) รูปแบบของเส้น (Line) เป็นชุดของจุดที่เรียงต่อกัน ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง, เส้นหักมุม และเส้นโค้ง โดยใช้แสดงสัญลักษณ์ที่แคบและยาว เช่น ถนน หรือแม่น้ำ ซึ่งรูปร่างของเส้นเหล่านี้จะอธิบายถึงลักษณะต่าง ๆ

1.3) รูปแบบของพื้นที่ (Polygon) เป็นเส้นรอบรูปปิด ประกอบไปด้วยลักษณะขอบเขต พื้นที่ที่เรียกว่า Polygon ซึ่งประกอบด้วยลักษณะต่าง ๆ เช่น Convex, Concave, Area with a Hole ลักษณะเหล่านี้จะใช้อธิบายขอบเขตของข้อมูลต่าง ๆ เช่น ขอบเขตพื้นที่การปกครอง หรือพื้นที่ป่าไม้

2.) ข้อมูลเชิงบรรยาย (Non-Graphic Data หรือ Attribute Data) เป็นข้อมูลที่บอกคุณลักษณะ ของ Feature ต่าง ๆ เช่น ชื่อถนน ชื่อแม่น้ำ ความกว้างของถนน หรือจำนวนประชากร ลักษณะข้อมูลเชิงเฉพาะและเชิงพื้นที่นี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นทั้งแบบต่อเนื่อง

Copyright by Mahidol University

(Continuous) และไม่ต่อเนื่อง (Discrete) เช่น แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) จะแสดงถึงเส้นชั้นความสูงที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่จำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ในแต่ละระดับชั้นความสูงนั้นจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง โดยจะแปรผันไปตามปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิต

2.2.4 ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลในระบบ GIS (GIS Structure)

ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (24) แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.) ลักษณะโครงสร้างแบบเวคเตอร์ (Vector Structure)

ในระบบข้อมูลเวคเตอร์นั้น จะใช้ลักษณะของจุดและเส้นในการแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ โดยจุดที่เชื่อมโยงต่อกันด้วยเส้นตรงที่เรียกว่า Arc เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลรูปแบบเส้น (Linear Feature) เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น ปลายของเส้น Arc หลาย ๆ Arc ที่ต่อกันจนเกิดเป็นขอบเขตนั้นเรียกว่า Polygon กระบวนการของข้อมูลแบบเวคเตอร์นี้จะใช้คู่ของพิกัด X และ Y เป็นตัวชี้ตำแหน่งและลักษณะของสิ่งต่าง ๆ แล้วผ่านกระบวนการ Generalization เพื่อปรับรูปร่างลักษณะ มาตราส่วน และรายละเอียดตามต้องการ

2.) ลักษณะโครงสร้างแบบราสเตอร์ (Raster Structure)

ลักษณะโครงสร้างข้อมูลแบบราสเตอร์จะประกอบด้วยลักษณะของช่องสี่เหลี่ยมที่เรียกว่า Grid Cell แต่ละช่องกริดจะอ้างอิงด้วยลำดับที่ของ Row และ Column จะมีตัวเลขแสดงชนิดหรือค่าของลักษณะประจำที่จะแสดงในแผนที่ในโครงสร้างแบบราสเตอร์ จุด จะแสดงด้วยช่องกริด 1 ช่อง เส้น จะแสดงด้วยกริดที่เรียงต่อกันจำนวนหนึ่งในทิศทางที่กำหนด และพื้นที่จะแสดงด้วยกริดที่อยู่ติดต่อกันเป็นกลุ่ม ขนาดของกริดจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ หรืออยู่ที่ข้อจำกัดรายละเอียดของข้อมูลนั้น และขึ้นอยู่กับขนาดที่เหมาะสมของพื้นที่ที่ศึกษา ลักษณะโครงสร้างแบบนี้จะง่ายต่อการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บ การคำนวณ และการแสดงผล

จากลักษณะโครงสร้างข้อมูลทั้ง 2 แบบนี้ ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการเลือกใช้ลักษณะโครงสร้างแบบใดในงานต่าง ๆ ที่ต้องการนั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของแต่ละโครงสร้างเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของงานนั้น ๆ

Copyright by Mahidol University

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกใช้โครงสร้างข้อมูลแบบเวคเตอร์ เนื่องจากสามารถแสดงข้อมูลเชิงปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ดี ข้อมูลกระทัดรัดและมีความถูกต้องในเชิงกราฟิกสูง รวมทั้งสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอได้ดี

2.2.5 ขั้นตอนการทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การดำเนินงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

1.) การนำเข้าข้อมูล (Data Input)

เป็นการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น แผนที่หรือข้อมูลภาพให้เป็นตัวเลขหรืออยู่ในลักษณะของตัวเลข (Digital) โดยผ่านทางเครื่องมือที่เรียกว่า Digitizer หรือ Scanner ส่วนข้อมูลคุณลักษณะนำเข้าโดยการพิมพ์ผ่านทางแป้นพิมพ์ (Keyboard) ซึ่งขั้นตอนนี้นับว่าสำคัญมากสำหรับการสร้างฐานข้อมูลให้กับระบบ GIS เพราะคุณภาพของสารสนเทศที่จัดเก็บเข้าไว้ในระบบจะส่งผลถึงประสิทธิภาพที่ได้รับเมื่อนำสารสนเทศไปใช้ในการวิเคราะห์ วิธีการนำเข้าข้อมูลจะขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างของข้อมูลซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

1.1) ลักษณะโครงสร้างแบบเวคเตอร์ มีวิธีการนำเข้าข้อมูลดังนี้

- การนำเข้าข้อมูลที่เป็นจุด (Point Entities) จะใช้คู่พิกัด X และ Y เพียง 1 คู่ เพื่อแสดงตำแหน่งของข้อมูลทางภูมิศาสตร์หรือลักษณะของภาพต่างๆ

- การนำเข้าข้อมูลรูปแบบเส้น (Linear Entities) ข้อมูลรูปแบบเส้น โดยหมายรวมถึงลายเส้นทุกชนิดที่ประกอบด้วยเส้นตรง ซึ่งกำหนดด้วยค่าพิกัด X,Y 2 คู่หรือมากกว่า และจำเป็นต้องมีข้อมูลจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น สำหรับเส้นที่มีลักษณะต่อเนื่องและซับซ้อน จะใช้ลักษณะของคู่พิกัด X,Y จำนวน n คู่ในการอธิบาย ได้แก่ ลักษณะของเส้นโค้ง (Arc) สายโซ่ (Chain) หรือสายอักขระ (String) จะต้องมี Node เป็นตัวเชื่อมและบันทึกข้อมูลของแต่ละ Chain ที่อยู่ร่วมในแต่ละ Node

- การนำเข้าข้อมูลรูปแบบพื้นที่ (Area Entities) จะพิจารณาในรูปของ Polygon เพื่อใช้อธิบายคุณสมบัติทางโทโพโลยีของพื้นที่ซึ่งได้แก่ รูปร่าง (Shape) พื้นที่ต่อเนื่อง (Neighbor) ในลักษณะที่สามารถแสดงและคำนวณผลเป็นข้อมูลในแผนที่ได้

1.2) ลักษณะโครงสร้างแบบราสเตอร์ เป็นการป้อนข้อมูลให้อยู่ในรูปตัวเลข (Digital) ลงในตารางกริด (Grid Cells or Pixels) โดยวิธีการป้อนข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

- Chain Codes เป็นการป้อนข้อมูลโดยกำหนดทิศทางและจำนวนกริดตามขอบ เขตของพื้นที่ในลักษณะตามเข็มนาฬิกา

Copyright by Mahidol University

- Run-lenght Codes โดยกำหนดจำนวนกริดในแต่ละแถวจากซ้ายไปขวา เหมาะกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลจำกัด

- Block Codes ใช้กริดกำหนดในการป้อนข้อมูล ในแต่ละกริดจะประกอบด้วยจำนวนกริดย่อย ๆ ภายในช่องสี่เหลี่ยม หรือกริดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเหมาะสำหรับการประกอบกันเป็นพื้นที่ต่อเนื่องกัน

2.) การจัดการข้อมูล (Data Management)

ประกอบด้วยการจัดเก็บข้อมูล (Storage) การตรวจสอบความถูกต้องและการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล (Data Update) การค้นหาและเรียกใช้ข้อมูล (Data Retrieve) เช่น การตรวจสอบความถูกต้องของพิกัดทางภูมิศาสตร์ รวมทั้งเป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Data) อีกด้วย วิธีจัดเก็บข้อมูลสามารถจัดเก็บได้หลายวิธี คือ

2.1) Manual Capture ส่วนใหญ่เป็นการเก็บข้อมูล Spatial และ Attribute ที่มีอยู่ในรูปของตัวเลขโดยใช้ Terminal Keyboard ป้อนข้อมูลผ่านไปยังระบบคอมพิวเตอร์

2.2) Semi Automatic Capture เป็นการกำหนดจุดควบคุม 2 จุด โดยให้จุดแรกเริ่มที่มุมบนซ้าย กำหนดให้ค่าพิกัด X-min, Y-min และจุดที่สองอยู่ที่มุมล่างขวา มีค่าพิกัดที่ X-max, Y-max ซึ่งอยู่ในรูปพิกัดทางภูมิศาสตร์ แล้วกำหนดขอบเขตลักษณะต่าง ๆ ในแผนที่ต้นแบบให้อยู่ในรูป Spatial Code และแสดงบนจอกราฟฟิค และปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องก่อนจัดเก็บในคอมพิวเตอร์

2.3) Automatic Capture เป็นการเปลี่ยนข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงเฉพาะให้อยู่ในรูปของ Digital Image โดยอัตโนมัติ โดยผ่านทางเครื่องมือ Scanner

3.) การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation and Analysis)

เป็นการจัดการข้อมูลให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ โดยใช้หลักการ และวิธีการต่าง ๆ ประกอบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลนี้จะอาศัยหลักการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) โดยการนำเอาลักษณะข้อมูลเฉพาะเรื่อง (Layer) ในชั้นต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 Layer ขึ้นไปมาซ้อนทับกันตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่ถนน แผนที่แม่น้ำ เป็นต้น ทำให้ได้ผลลัพธ์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ยังสามารถหาค่าเชิงพื้นที่ได้เช่น เนื้อที่และความยาว ตลอดจนการวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่าง ๆ ด้วย

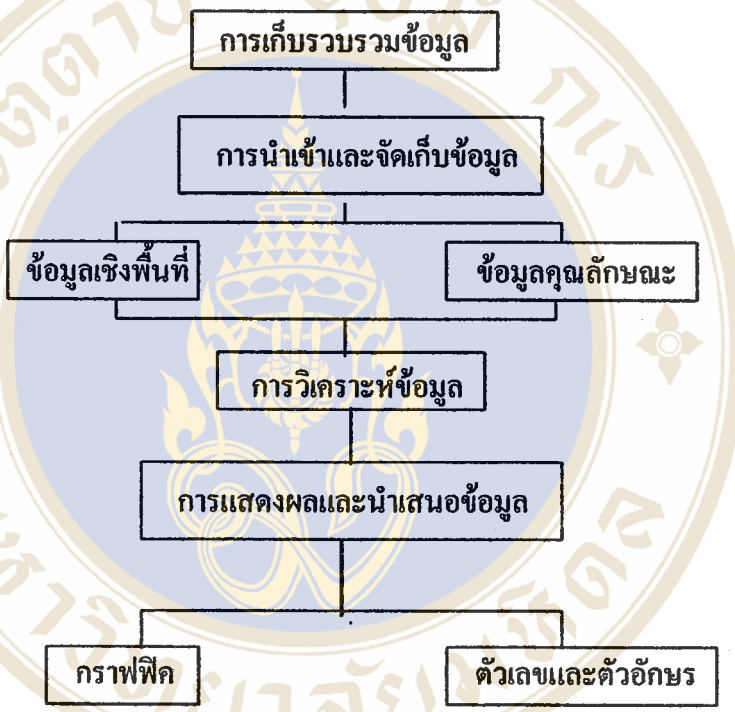
4.) การแสดงผลและการนำเสนอข้อมูล (Data Output and Representation)

การแสดงผลข้อมูลเป็นขบวนการในการที่จะนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์คำนวณให้อยู่ในรูปของการนำเสนอข้อมูล ซึ่งสามารถแสดงได้หลายแบบตามความต้องการในการนำไปใช้ เช่น การนำเสนอข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่ ตาราง รายงาน และการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่

Copyright by Mahidol University

ในรูปแบบที่เป็นกราฟฟิค (Graphic Representation) ซึ่งเป็นการแสดงข้อมูลที่สามารถทำให้มองให้เห็นภาพได้มากขึ้นในลักษณะที่เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบของ Bar Chart, Pie Chart, Linear Graph หรือในรูปของ Thematic Map ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งในการวิเคราะห์ข้อมูล Spatial Analysis

ขั้นตอนการทำงานของ GIS สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของ GIS

2.2.6 ข้อได้เปรียบของ GIS

GIS ในประเทศไทยปัจจุบันใช้ในการจัดการด้านต่าง ๆ เช่น การวางผังเมือง การวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การวางแผนการจราจร การปฏิรูปที่ดิน ฯลฯ เนื่องจากมีข้อได้เปรียบกว่าวิธีอื่น ๆ สรุปได้ดังนี้

1. มีความสามารถในการปรับปรุงให้สารสนเทศเชิงพื้นที่นั้นมีความทันสมัยอยู่เสมอ

Copyright by Mahidol University

2. การเรียกใช้ข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ สามารถนำไปใช้ในการวางแผน การปรับเปลี่ยนข้อมูลที่บันทึกไว้ก่อนให้เป็นข้อมูลใหม่ได้รวดเร็ว

3. เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่สามารถสร้างแบบจำลอง (Model) เพื่อให้เห็นภาพอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมขึ้น และช่วยตอบคำถามได้หลายประการ โดยสร้างเป็นแผนที่สถานการณ์ทั่วไป ซึ่งจะช่วยให้เห็นสภาพปัญหาในปัจจุบันและแนวทางแก้ไขที่ชัดเจนได้

4. ผู้มีหน้าที่ตัดสินใจสามารถวางแผน แล้วเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยเปลี่ยนลักษณะของการวิเคราะห์ไปในแบบต่าง ๆ ทำให้ได้ผลที่จะนำมาเสนอหลายรูปแบบและรวดเร็ว

2.2.7 แนวคิดในการจัดทำระบบสารสนเทศ

1. มีความสามารถในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ คือ สามารถบอกแนวโน้มของสิ่งที่สนใจ เช่น ศักยภาพในการผลิตขยะมูลฝอยของพื้นที่ต่าง ๆ การกระจายตัวของชุมชน เป็นต้น

2. แสดงผลเชิงพื้นที่ในลักษณะที่เข้าใจง่าย เนื่องจากการแสดงผลในรูปของแผนที่เป็นการแสดงผลที่เข้าใจง่ายและสอดคล้องกับกระบวนการวางแผนภาคปฏิบัติโดยทั่วไป ซึ่งการแสดงผลในเชิงพื้นที่นี้ สามารถใช้เป็นสื่อกลางระหว่างบุคคลหลาย ๆ กลุ่ม ทั้งประชาชน เจ้าหน้าที่ของรัฐ และ ผู้บริหารระดับสูง

3. สอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่ เนื่องจากการพัฒนาระบบฐานข้อมูลจะเริ่มจากข้อมูลที่มีอยู่ก่อน แล้วค่อยปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้นเมื่อมีข้อมูลมากขึ้นในภายหลัง ดังนั้น ในการออกแบบจึงต้องอาศัยข้อมูลที่มีอยู่และความต้องการของผู้ใช้ในปัจจุบันเป็นหลัก

4. สามารถที่จะบำรุงรักษาและเปลี่ยนแปลงฐานข้อมูลในอนาคตได้ ซึ่งขึ้นกับความต้องการหรือวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปของปัญหาสิ่งแวดล้อม (27)

2.2.8 ระบบ GIS ที่มีใช้ในปัจจุบัน

ระบบ GIS ที่มีใช้ในปัจจุบันมีหลายระบบ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบ GIS ที่ใช้กันกว้างขวางในประเทศไทย

1 SPANS (Spatial Analysis System) ของประเทศแคนาดา มีลักษณะของโครงสร้างข้อมูลแบบ Raster สามารถทำงานด้านวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านพื้นที่ การทำแผนที่โดยใช้คอมพิวเตอร์ (Desktop Mapping) ระบบวิเคราะห์แผนที่ (Map Analysis Function) การวิเคราะห์

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด

เชิงพื้นที่ (Surface Analysis) การกำหนดแนวป้องกัน (Generate Buffer) และการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่(Polygon Operation) เป็นต้นหน่วยงานที่ใช้ เช่น สภาวิจัยแห่งชาติ กรมประมง และมหาวิทยาลัยขอนแก่น

2 ILWIS (Integrated Land and Watershed Management Information System) ของ International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ใช้งานได้ทั้งในระบบ Remote Sensing และ GIS มีลักษณะโครงสร้างของข้อมูลแบบ Raster สามารถใช้งานได้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ การจัดการที่ดิน และการจัดการลุ่มน้ำ หน่วยงานที่ใช้ได้แก่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และกรมพัฒนาที่ดิน เป็นต้น

3 ERDAS (Earth Resource Data Resource System) ของบริษัท ERDAS Inc. Atlanta, America. เป็นซอฟท์แวร์ที่มีลักษณะโครงสร้างของข้อมูลเป็นแบบ Raster ใช้งานได้ทั้งในระบบ Remote Sensing และ GIS ควบคู่กัน หน่วยงานที่ใช้ เช่น สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4 IDRISI เป็น Software ของ Clark University, America โครงสร้างของข้อมูลเป็นแบบ Raster ทำงานได้ทั้งในระบบ Remote Sensing และ GIS ใช้กับพื้นที่ขนาดเล็ก ในการฝึกอบรม สามารถวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ระบบวิเคราะห์แผนที่ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ การกำหนดแนวป้องกัน และการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นต้น

5 ARC/INFO ของ Environmental Systems Research Institute (ESRI) Redlands. California, America. เป็นซอฟท์แวร์ที่มีผู้ใช้มากที่สุด มีลักษณะของข้อมูลแบบ Vector สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เป็นต้น หน่วยงานที่ใช้ เช่น กรมที่ดิน สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ธนาคารกรุงศรีอยุธยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศไทย เป็นต้น

6 PAMAP เป็นซอฟท์แวร์ของประเทศแคนาดา ใช้ในการวิเคราห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้ทั้งข้อมูลแบบ Vector และ Raster ใช้ในการวิเคราะห์ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ หน่วยงานที่ใช้ เช่น กรมประมง สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย และมหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นต้น

7 INTERGRAPH ของบริษัทล็อกซ์เลย์ อินเตอร์กราฟ จำกัดโครงสร้างของข้อมูลเป็นแบบ Vector ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ หน่วยงานที่ใช้เช่น กรมเศรษฐกิจ และกรมแผนที่ทหาร ใช้ทำแผนที่ภูมิประเทศ

Copyright by Mahidol University

I 15599933

2.2.9 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในประเทศไทยได้ประยุกต์เอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดการข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ คือ

- Environmental Information เช่น ข้อมูลดิน ธรณีวิทยา แหล่งน้ำ พรรณพืช เป็นต้น
- Infrastructure Information เช่น อาคารสิ่งปลูกสร้าง สิ่งอำนวยความสะดวก ระบบสื่อสารและขนส่ง เป็นต้น
- Cadastral Information เช่น การประเมินสิทธิการครอบครอง กรรมสิทธิ์ และการควบคุมการใช้ที่ดิน เป็นต้น
- Socio-Economic Information เช่น การกระจายตัวของประชากรและสาธารณูปโภคต่าง ๆ เป็นต้น

ในปัจจุบันจึงได้มีการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ทั้งในหน่วยงานของทางราชการ หน่วยงานเอกชน มหาวิทยาลัยต่าง ๆ หรือองค์กรระหว่างประเทศ งานด้านต่าง ๆ ที่ได้นำเข้าไปประยุกต์ใช้ เช่น

1. การวางแผนการใช้ที่ดิน
2. การวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม
3. การเกษตรและป่าไม้
4. การพัฒนาแหล่งพลังงาน
5. การวิจัยการประมงและมหาสมุทร
6. การวิจัยด้านการตลาด
7. อื่น ๆ

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการไฟป่าโดยการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการจัดการไฟป่าให้มีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการควบคุมไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

2.3 สภาพพื้นที่ศึกษา

2.3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา ถึง 15 องศา 45 ลิบดาเหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 99 องศา ถึง 99 องศา 30 ลิบดา ตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 1,755,400.375 ไร่หรือประมาณ 2,808.64 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ตำบลคอกควาย ตำบล

Copyright by Mahidol University

แก่นมะกรูด อำเภอบ้านไร่ ตำบลทองหลาง กิ่งอำเภอห้วยคต ตำบลระบำ ตำบลป่าอ้อ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี และตำบลแม่ละมุ้ง อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก โดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้ (10)

ทิศเหนือ ติดกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง จังหวัดตาก และอุทยานแห่งชาติแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์

ทิศใต้ ติดกับอุทยานแห่งชาติศรีนครินทร์ ป่าสงวนแห่งชาติน้ำโจนและพื้นที่กักเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี

ทิศตะวันออก ติดกับป่าสงวนแห่งชาติห้วยทับเสลา-ห้วยคอกควาย จังหวัดอุทัยธานี

ทิศตะวันตก ติดกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก ของจังหวัดตาก และจังหวัดกาญจนบุรี

2.3.2. ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยทั่วไปประกอบด้วยภูเขาสลับซับซ้อนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาถนนธงไชย ยอดเขาสูงสุดคือ เขาปลายห้วยขาแข้ง สูง 1,687 เมตรจากระดับน้ำทะเล อันเป็นจุดเริ่มต้นของลำห้วยขาแข้งที่ไหลผ่านตอนกลางของพื้นที่ จากทิศเหนือสู่ แม่น้ำแควใหญ่อันเป็นบริเวณกักเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ทางด้านทิศใต้ มีความลาดยาวตลอดลำน้ำประมาณ 100 กิโลเมตร มีที่ราบแคบๆ จากต้นห้วยแล้วขยายออกเป็นที่ราบค่อนข้างกว้างในบริเวณส่วนล่างของลำห้วยขาแข้ง มีเทือกเขาสูงทอดขนานกับลำห้วยทั้งสองฝั่ง ยอดเขาสูงที่สำคัญ เช่น เขาใหญ่ (1,554 เมตรจากระดับน้ำทะเล) เขาน้ำเย็น (1,530 เมตรจากระดับน้ำทะเล) เขาองทั่ง(898 เมตรจากระดับน้ำทะเล) เป็นต้น

นอกจากนี้เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ยังประกอบไปด้วยลุ่มน้ำใหญ่ ๆ 5 ลุ่มน้ำ คือ

ลุ่มน้ำห้วยขาแข้ง เป็นลุ่มน้ำที่มีความสำคัญและมีขนาดใหญ่ที่สุดของพื้นที่ประกอบด้วยห้วยน้ำสาขามากมายทั้งจากทางด้านตะวันออกและตะวันตกของพื้นที่ ลำห้วยที่สำคัญคือ ห้วยไอ้เยาะ และห้วยแม่ดี

ลุ่มน้ำห้วยทับเสลา มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาปลายห้วยขาแข้ง เขาเขียว และเขานางรำ ประกอบด้วยห้วยสาขาที่สำคัญคือ ห้วยทับเสลาตอนบน ห้วยสองทางมารวมกันแล้วไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนทับเสลา และห้วยระบำซึ่งรับน้ำจากเขาใหญ่แล้ว ไหลลงห้วยทับเสลาบริเวณเหนือสันเขื่อนทับเสลาเช่นเดียวกัน

ห้วยน้ำวิ่งและห้วยอีซะ รับน้ำจากเทือกเขาน้ำเย็นแล้วไหลลงห้วยคอกควาย

ลุ่มห้วยองทั่ง อยู่ทางด้านใต้ของพื้นที่รับน้ำจากเขาองเอี้ยง เขาโป่งฟ้า เขาองทั่ง เขาน้ำโจน แล้วไหลลงสู่แม่น้ำแควใหญ่

Copyright by Mahidol University

ลุ่มห้วยแม่ละมุ้ง ลุ่มน้ำนี้พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออกเฉพาะฝั่งขวาตอนล่างที่มีพื้นที่อยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งรับน้ำแล้วไหลขึ้นเหนือ เข้าไปในประเทศสหภาพพม่า

2.3.3 ลักษณะภูมิอากาศ

จากข้อมูลการจดบันทึกอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนของสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ ซึ่งตั้งอยู่ภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งในรอบ 9 ปี (พ.ศ. 2525 - 2533) พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีค่า 1,475.72 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30.68 องศา อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 19.26 องศา อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 24.97 องศา ซึ่งสามารถแบ่งฤดูกาลในพื้นที่ออกกว้าง ๆ ได้เป็น 2 ฤดูกาล คือ ช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน

2.3.4 สังคมพืชและชนิดพรรณไม้

การกระจายและลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งจากการใช้ระดับความสูงของภูมิประเทศเป็นเกณฑ์ในการศึกษาพบว่า สังคมพืชมีขอบเขตการกระจายแตกต่างกัน สามารถแบ่งออกได้ 4 สังคม คือ สังคมป่าเต็งรัง พบอยู่ในความสูงช่วง 400-600 เมตรจากระดับน้ำทะเล สังคมป่าผสมผลัดใบพบอยู่ในความสูงช่วง 400-950 เมตรจากระดับน้ำทะเล สังคมป่าดิบแล้ง พบอยู่ในความสูงช่วง 400-1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล และสังคมป่าดงดิบเขาพบอยู่ในช่วงความสูง 1,000-1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเล

โดยที่ลักษณะโครงสร้างและชนิดพรรณไม้ที่ปรากฏในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งโดยทั่วไป เป็นดังนี้

1) สังคมป่าเต็งรัง พบตามบริเวณที่ราบและเนินเขาที่แห้งแล้ง ดินตื้นและมีหินผสมอยู่มาก ไม้เด่นในสังคมได้แก่ เต็ง รัง ยางเหียง ยางพลวง ไม้ชั้นรองได้แก่ พุดป่า ผักหวาน นอกจากนี้ในพื้นที่บางแห่งอาจพบปรง เป้ง พืชในวงศ์ขิงข่าและหญ้าหลายชนิด เช่น หญ้าหนวดฤาษี หญ้าลูกน่อง หญ้าไผ่หรือหญ้าขุย เป็นต้น หญ้าเหล่านี้พบขึ้นหนาทึบในฤดูฝน พอฤดูแล้งส่วนที่อยู่เหนือผิวดินของไม้ล้มลุกและหญ้าจะถูกไฟป่าเผาไหม้อย่างรุนแรง

2.) สังคมป่าผสมผลัดใบ หรือป่าเบญจพรรณ สังคมพืชชนิดนี้จะพบในดินค่อนข้างลึก ตามบริเวณที่ค่อนข้างราบทั้งบริเวณสองฝั่งของลำห้วยสายใหญ่และเนินเขา สภาพป่าค่อนข้างโปร่ง พรรณไม้ที่สำคัญ เช่น เสลา ตีนนก ตะคร้อ มะกอกป่าและสมอภิเภก เป็นต้น ไม้ชั้นรอง เช่น ติ้วเสี้ยว เป็นต้น สังคมพืชชนิดนี้เป็นที่รวมของไผ่หลายชนิด เช่น ไผ่ป่า ไผ่ซางนวลและไผ่ไร่ เป็นต้น ไม้พื้นล่าง เช่น หญ้าคมบาง หญ้ารังกา หญ้าไผ่ หญ้าแฝก พืชในวงศ์ขิงข่าและพืชพวกถั่ว เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

3.) สังคมป่าดงดิบแล้ง เป็นสังคมของป่าประเภทไม่ผลัดใบ พบตามบริเวณลาดเนินที่มีดินลึกเก็บความชื้นได้ดี อาจพบบริเวณหุบเขาหรือเชิงเขาที่มีระดับความสูงมาก ๆ และบริเวณริมลำห้วย พรรณไม้ที่สำคัญประกอบด้วย ยางแดง สะเดาปัก ยางดอน อาจพบยางนา ตะเคียนทอง ไม้ชั้นรองที่สำคัญ เช่น ค้างคาว กระเบากลัก มะไฟป่า เป็นต้น

4.) สังคมป่าดงดิบเขา เป็นสังคมป่าประเภทไม่ผลัดใบพบในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตรขึ้นไป ปัจจัยที่กำหนดสังคมพืชชนิดนี้ ได้แก่ ความหนาวเย็น และความชื้นอันเนื่องมาจากระดับความสูง ไม้เด่นของสังคม เช่น ก่อใบเลื่อม ก่อหมวก พญามะขามป้อมดง จำปา อบเชย เลือดควาย เป็นต้น ไม้ชั้นรอง เช่น มะนาวควาย เป็นต้น

จากผลการบินสำรวจข้อมูลไฟป่า กรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2537 (1) พบว่าได้เกิดเหตุการณ์ไฟไหม้ครั้งใหญ่ในพื้นที่เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เมื่อต้นเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนเมษายน ไฟป่าได้เผาพลาญทำความเสียหายไปประมาณร้อยละ 41 ของพื้นที่ประกอบกับการศึกษาไฟป่าด้วย ภาพจากดาวเทียม โดย ดร.สุรชัย และรัศมี ในปี พ.ศ. 2537 (9) ซึ่งทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะและลำดับการเกิดไฟป่า บริเวณเขตป่าอนุรักษ์ด้านตะวันตก โดยเฉพาะในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยใช้เทคโนโลยีภาพจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM (Thematic Mapper) บันทึกภาพเมื่อวันที่ 17 มกราคม วันที่ 2 และ 18 กุมภาพันธ์ วันที่ 6 มีนาคม และ วันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2537 พบว่า พื้นที่เขตรักษาพันธุ์ฯ ได้ถูกไฟป่าเผาผลาญพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 715,000 ไร่ โดยพื้นที่ที่เกิดไฟไหม้เมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ ครอบคลุมพื้นที่ 15, 625 ไร่ ไฟได้ลุกลามเข้าไปในเขตรักษาพันธุ์ฯ และเมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ ได้บันทึกภาพการเกิดไฟป่าทางทิศใต้บริเวณห้วยแม่ดี และป่าเขาบันได และเมื่อวันที่ 6 มีนาคม ปรากฏไฟป่าบริเวณห้วยระบำ ด้านตะวันตกของอ่างเก็บน้ำ ทับเสลา ลามเข้าไปในเขตรักษาพันธุ์ฯ รวมของเขตพื้นที่ถูกไฟไหม้หลังวันที่ 18 กุมภาพันธ์ จนถึงวันที่ 6 มีนาคม ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 308,750 ไร่ และ หลังวันที่ 6 มีนาคม ถึงวันที่ 7 เมษายน ขอบเขตพื้นที่ถูกไฟไหม้ประมาณ 308,750 ไร่

ซึ่งจากการศึกษาภาพดาวเทียมทำให้ทราบถึงบริเวณที่เกิดไฟซึ่งโดยส่วนใหญ่มักเกิดบริเวณป่าเต็งรัง ซึ่งในช่วงต้นฤดูแล้งมักเกิดการร่วงหล่นของใบไม้เป็นจำนวนมาก แต่ปริมาณเชื้อไฟดังกล่าวมักมีปริมาณจำกัดในแต่ละปี ไฟป่าที่เกิดขึ้นจึงมักดับเองตามธรรมชาติเป็นประจำทุกปี แต่ในปัจจุบันไฟป่าบางส่วนก็เกิดจากบริเวณภายนอกเขตรักษาพันธุ์ฯ แล้วจึงลุกลามเข้าไป เนื่องจากปัจจุบันการเพิ่มของประชากรที่อาศัยอยู่รอบๆแนวเขตป่าอนุรักษ์ก่อให้เกิดไฟป่าที่มิได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการจุดไฟเผาป่าเพื่อทำทางเดินให้สะดวก

จากแผนแม่บทการจัดการพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (10) พบว่าในพื้นที่โดยรอบเขตรักษาพันธุ์ฯนั้นยังมีหมู่บ้านที่อยู่ในแนวกันชนระยะ 5 กิโลเมตรจากแนวเขตจำนวน 26 หมู่

Copyright by Mahidol University

บ้าน 2,405 ครัวเรือน ใน 4 ตำบล 3 อำเภอ และจากการสำรวจโดยคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้มีข้อคิดเห็นว่าหมู่บ้านที่ตั้งอยู่รอบเขตรักษาพันธุ์ฯนั้นจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับงานด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงภัยในด้านต่างๆ ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ (ลุ่มน้ำภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคกลาง) การประเมินหาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม การประเมินหาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษสารหนูเรื้อรัง เป็นต้น สำหรับการประยุกต์ใช้ในเขตรักษาพันธุ์นั้นสัตว์ป่านั้นมีเพียงแต่การจัดทำฐานข้อมูลและการเก็บข้อมูลในภาคสนาม เช่นตำแหน่งที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า เส้นทางคมนาคมและเส้นทางน้ำเป็นต้น แต่สำหรับงานทางด้านการจัดการไฟป่านั้น มีเพียงการประยุกต์ใช้ในต่างประเทศเท่านั้น เช่น

การศึกษาของ Amy และคณะ (8) เมื่อปี ค.ศ. 1994 ได้มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการจัดการเกี่ยวกับไฟป่า ที่ Crowders Mountain State Park ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยพิจารณาจากปัจจัยทางกายภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า อันได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ (Topography) ความลาดชัน (Slope) ลักษณะการใช้ที่ดิน (Land Use) ชนิดของดิน (Soil) และชนิดของพืชพรรณ (Vegetation) ทำการวิเคราะห์พื้นที่โดยใช้หลักการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Technique) ร่วมกับระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปสู่ผลสรุปหรือคำตอบของปัญหานั้น เพื่อเสนอแนวทางจัดการที่เหมาะสมกับพื้นที่

การศึกษาของ Emilio และ Javier (7) ในปี ค.ศ. 1993 ที่ประเทศสเปน ได้มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาการกระจายของพื้นที่ซึ่งได้รับอันตรายจากไฟป่า ผลการศึกษานำเสนอในรูปของแผนที่ซึ่งแสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่าง ๆ การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลทางกายภาพ อันได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ (Topography) อุณหภูมิ (Temperature) ความลาดชัน (Slope) ลักษณะการใช้ที่ดิน (Land Use) และชนิดของพืชพรรณ (Vegetation) นำมาหาความสัมพันธ์ โดยใช้หลักการทางสถิติและสูตรสำเร็จ (Model)

จากการศึกษาของ Rey S.Ofren and Edward Harley ในปี 1997 (19) ในการวิเคราะห์ด้านชีวกายภาพของป่าเต็งรัง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความถี่ของการเกิดไฟป่ากับลักษณะสิ่งแวดล้อมของไฟโดยใช้ปัจจัยทางชีวกายภาพ ซึ่งได้แก่ ชนิดของพืชพรรณ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิอากาศ ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละระบบนิเวศน์

Copyright by Mahidol University

ประกอบกับการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในพื้นที่ป่า ซึ่งก็เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดไฟป่าได้ เช่นกัน ซึ่งการศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ตาม หลักการทางสถิติ โดยกำหนดให้ความสัมพันธ์ของปริมาณเชื้อเพลิงและความชื้นของเชื้อเพลิงในป่าแต่ละชนิดเป็นปัจจัยสำคัญ ผลการศึกษาพบว่าการเกิดไฟป่าจะสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อเพลิงในป่า แต่ละชนิด คือ ไฟป่าที่เกิดในเขตรักษาพันธุ์ฯส่วนใหญ่จะเกิดในพื้นที่ป่าผลัดใบ ในระดับความสูง 200-800 เมตร โดยด้านที่รับแสงจากดวงอาทิตย์มากที่สุดคือ ด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ตะวันตก และตะวันตกเฉียงใต้ โดยเฉพาะป่าที่มีไผ่ขึ้นปะปนอยู่และในบริเวณป่าเต็งรัง เชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะเป็นพวกใบไม้แห้ง เศษไม้ใบไม้และหญ้า ทั้งนี้ป่าเต็งรังจะมีปริมาณเชื้อเพลิงแห้งมากที่สุด ความชื้นของเชื้อเพลิงเฉลี่ย 8.39%

สำหรับในประเทศไทยมีเพียงการศึกษาไฟป่าด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม เช่น การศึกษาไฟป่าบริเวณห้วยขาแข้ง ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม โดย ดร. สุรชัย และรัศมี ในปี พ.ศ. 2537 (9) เพื่อศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะและลำดับการเกิดไฟป่า บริเวณและพื้นที่ที่เกิดไฟป่าในเขตป่าอนุรักษ์ด้านตะวันตก โดยเฉพาะในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยใช้เทคโนโลยีภาพจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM (Thematic Mapper) ที่มีประสิทธิภาพและความถูกต้องสูง ทำให้รู้ตำแหน่งที่เกิดไฟป่าและทิศทางที่ไฟลุกลาม เพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วยในการวางแผนจัดการไฟป่าได้อย่างถูกต้อง และทันท่วงที ตลอดจนใช้ในการตรวจสอบและติดตามประเมินผลเสียหายที่เกิดจากไฟป่าได้ในระยะเวลาอันสั้น

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยพิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า ซึ่งได้แก่

1) ระดับความสูงของพื้นที่ (Elevation)
2) ความลาดชัน (Slope)
3) ทิศด้านลาด (Aspect)
4) อุณหภูมิ (Temperature)
5) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
6) ความชื้นของเชื้อเพลิง (Fuel Moisture)
7) ความชื้นของดิน (Soil Moisture)

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยพิจารณาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า โดยมีขั้นตอนดำเนินการศึกษาดังนี้

3.1 การจำแนกข้อมูล

จากการศึกษาหลักการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดไฟป่า ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลทุติยภูมิ ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่างๆเอาไว้แล้ว และข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งได้แก่ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม โดยมีรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) คือ ข้อมูลที่ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลเชื้อเพลิงและดินบริเวณพื้นที่ศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาความชื้น โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาจำนวน 8 จุด โดยกระจายไปตามลักษณะพืชพรรณในพื้นที่ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่ศึกษา

จุดเก็บตัวอย่าง	สถานที่
1	บริเวณระหว่างที่ทำการเขตฯกับหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่า
2	บริเวณระหว่างหน่วยพิทักษ์ป่าซับฟ้าผ่ากับสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ
3	บริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ
4	บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยแม่ดี
5	บริเวณหน่วยทหารพราน
6	บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าไซเบอร์
7	บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าเขาบันได
8	บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่ากะปุกกะเปียง

Copyright by Mahidol University

ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทำการวางแปลงทดลองย่อยขนาด 1 ตารางเมตรจำนวน 3แปลง เพื่อทำการเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงและดิน ซึ่งได้แก่

1) ข้อมูลความชื้นของเชื้อเพลิงในแต่ละสภาพป่า

ทำการเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงจำนวน 100 กรัมในแปลงทดลองย่อยทั้ง 3 แปลง ชั่งน้ำหนักสดในแต่ละแปลงแล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยตู้อบเชื้อเพลิง โดยนำตัวอย่างเชื้อเพลิงที่เก็บในภาคสนามมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 36 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งหาน้ำหนักแห้งและคำนวณหาเปอร์เซนต์ความชื้นของเชื้อเพลิง โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด - น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

2) ข้อมูลความชื้นดินในแต่ละสภาพป่า

ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองเดียวกัน ในกระป๋องเก็บตัวอย่างดินและนำตัวอย่างดินที่เก็บในภาคสนาม มาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 36 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งหาน้ำหนักแห้งและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน โดยใช้สูตรเช่นเดียวกับสูตรการหาความชื้นของเชื้อเพลิงดังกล่าวข้างต้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักเปียก - น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

3.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้แก่ ข้อมูลและแผนที่ต่างๆ

1) แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 รายละเอียดของระวางมีดังนี้

ระวางที่ 4739 II ชื่อระวาง เขาดีกะ
ระวางที่ 4838 I ชื่อระวาง เขาพุเตย
ระวางที่ 4839 I ชื่อระวาง เขามโนรา
ระวางที่ 4839 II ชื่อระวาง บ้านทองหลาง
ระวางที่ 4839 III ชื่อระวาง บ้านหนองม้า
ระวางที่ 4839 IV ชื่อระวาง บ้านเสมียนหละ
ระวางที่ 4840 II ชื่อระวาง ดอยป่าซาง

Copyright by Mahidol University

ระวางที่ 4840 III ชื่อระวาง ห้วยขาแข้ง

ระวางที่ 4840 IV ชื่อระวาง เขาโมโกจู

2) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM (Thematic Mapper) ในช่วงคลื่นอินฟาเรด แบนด์ 3,5,4 (น้ำเงิน,เขียว,แดง) บันทึกภาพเมื่อวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2537 จากกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะ กรรมการวิจัยแห่งชาติ (9)

3) ข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศด้านลาด จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50000 ของกรมแผนที่ทหาร

4) ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูไฟป่า คือ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2536 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2537 บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จากสถานีตรวจอากาศบริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ (27) และสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา (28) ซึ่งได้แก่ สถานีตรวจอากาศนครสวรรค์ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี อุ้มผางและชัยนาท

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วย

- Computer Hardware ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ PC
- Computer Software ได้แก่ โปรแกรม ArcView Version 3.0 a

2) อุปกรณ์แสดงผลข้อมูลคือ เครื่องพิมพ์ผล (Printer) และ Plotter ของ Hewlet Packard DesignJet 750c แสดงผลในรูปของแผนที่

3.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า มีวิธีการศึกษาดังนี้

3.3.1 การจัดเก็บและจัดการข้อมูล

เมื่อทำการจำแนกข้อมูลดังกล่าวแล้ว ทำการบันทึกข้อมูลเหล่านั้นจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลแผนที่(Coverage) เพื่อสะดวกต่อการเรียกใช้งานและเตรียมข้อมูลเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้ทำการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของฐานข้อมูลเชิงกริด (Raster Data) ทั้งนี้เพื่อ

Copyright by Mahidol University

ให้สอดคล้องกับฐานข้อมูลเดิมที่รวบรวมได้ และเพื่อความสะดวกในการนำมาใช้งาน โดยกำหนดขนาดของกริดเท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร ด้วยโปรแกรม ArcView Module Spatial Analyst V.1.0a โดยข้อมูลที่จัดเก็บแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) จัดเก็บในรูปของแผนที่ชั้นฐาน (Base Map Layer) ซึ่งฐานข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

- ฐานข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่
  - ข้อมูลแสดงระดับความสูงของพื้นที่ (Elevation)

โดยการแปลงข้อมูลเส้นชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเล (Contour) จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 กรมแผนที่ทหาร ให้อยู่ในลักษณะของจุด (Point) ที่เก็บค่าความสูงไว้แล้วทำการแปลงจุดความสูงนั้นให้อยู่ในรูปของข้อมูลพื้นผิว (Surface) โดยกำหนดขนาดของกริดเท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร เพื่อทำการประมาณค่าระดับความสูงของพื้นที่ (Elevation) ด้วยวิธีที่เรียกว่า Inverse distance Weighted (IDW) ซึ่งเป็นการประมาณค่าความสูงจากกริดที่อยู่รอบข้างที่ใกล้ที่สุด

  - ข้อมูลที่แสดงความลาดชัน (Slope)

คำนวณจากข้อมูลพื้นผิวที่แสดงระดับความสูงของพื้นที่ (Elevation) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่

  - ข้อมูลแสดงทิศด้านลาด (Aspect)

คำนวณจากข้อมูลพื้นผิวที่แสดงระดับความสูงของพื้นที่ เพื่อแสดงทิศทางการหันของพื้นผิวโดยคำนวณจากทิศเหนือที่ 0 องศาเป็นหลักตามเข็มนาฬิกามาทางตะวันออกคือ 90 องศา ลงมาทางใต้ คือ 180 องศาและทางตะวันตก 270 องศา

- ฐานข้อมูลพืชพรรณและดิน ได้แก่
  - ข้อมูลความชื้นของเชื้อเพลิงและดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง แปลงเข้าสู่ฐานข้อมูลเชิงกริดขนาด 1 ตารางกิโลเมตร และจัดทำแผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงและดิน

- ฐานข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่
  - ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยและข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในฤดูไฟป่าปี พ.ศ.2537

Copyright by Mahidol University

บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จากสถานีตรวจอากาศในสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำและสถานีตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา ทั้งหมด 7 สถานี เพื่อทำเป็นเส้นอุณหภูมิเท่าและเส้นชั้นความชื้นสัมพัทธ์เท่า แล้วแปลงเข้าสู่ฐานข้อมูลเชิงกริดขนาด 1 ตารางกิโลเมตร

2) ข้อมูลเชิงบรรยาย (Non-Spatial Data) ได้แก่ ข้อมูลแสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งจะจัดเก็บในรูปของตารางฐานข้อมูล

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

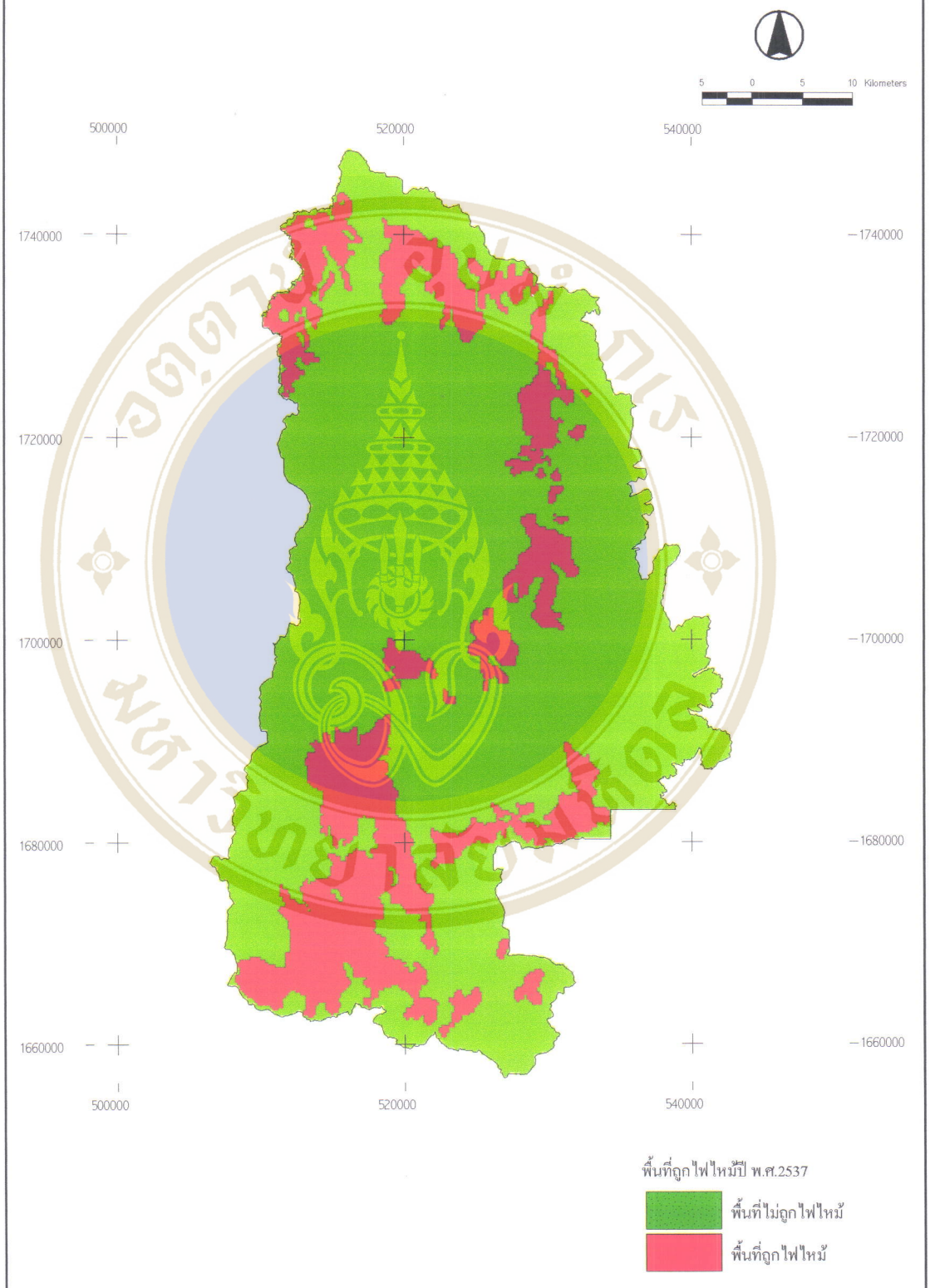
ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า โดยอาศัยข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลเชิงกริดขนาด 1 ตารางกิโลเมตร มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการทางสถิติเพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์การเกิดไฟป่าบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อหาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าและจัดระดับความเสี่ยงของพื้นที่ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1) ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเป็นพื้นฐานในการหาพื้นที่ที่ได้รับความเสียหายจากไฟป่า โดยทำการแปลภาพถ่ายดาวเทียมให้อยู่ในรูปฐานข้อมูลเชิงกริด ดังแสดงในภาพ3.1 ป้อนเข้าสู่คอมพิวเตอร์โปรแกรม ArcView Module Spatial Analyst V.1.0a เพื่อเปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ จากสมการต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า} = \frac{\text{พื้นที่ซึ่งถูกไฟไหม้}}{\text{พื้นที่ทั้งหมด 1 Grid (1 km}^2\text{)}} \times 100$$

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่ากับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าโดยวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ซึ่งเป็นขั้นตอนการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม เพื่อวิเคราะห์ให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม เพื่อดูปัจจัยแต่ละตัวมีผลมากน้อยต่อการเกิดไฟป่าอย่างไร ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ตัวแปรตาม คือ เปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า และตัวแปรอิสระ ได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศด้านลาด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นของเชื้อเพลิงและ ความชื้นของดิน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 3.1 แสดงขอบเขตพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ปี พ.ศ. 2537 บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ที่มา : จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM ปี พ.ศ. 2537

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Copyright by Mahidol University

3) จัดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา โดยการนำปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ทางสถิติแล้วนั้นมาดูการกระจายของข้อมูล และแบ่งระดับชั้นโดยใช้ค่าพิสัย (Range) เพื่อจัดระดับความเสี่ยงของพื้นที่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

- พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูง
- พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าปานกลาง
- พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าต่ำ

คำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{ค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าสูงสุด - ค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าต่ำสุด}}{\text{จำนวนช่วง}}$$

4) แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่างๆบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

5) เสนอแนะแนวทางในการควบคุมไฟป่าในพื้นที่ศึกษา

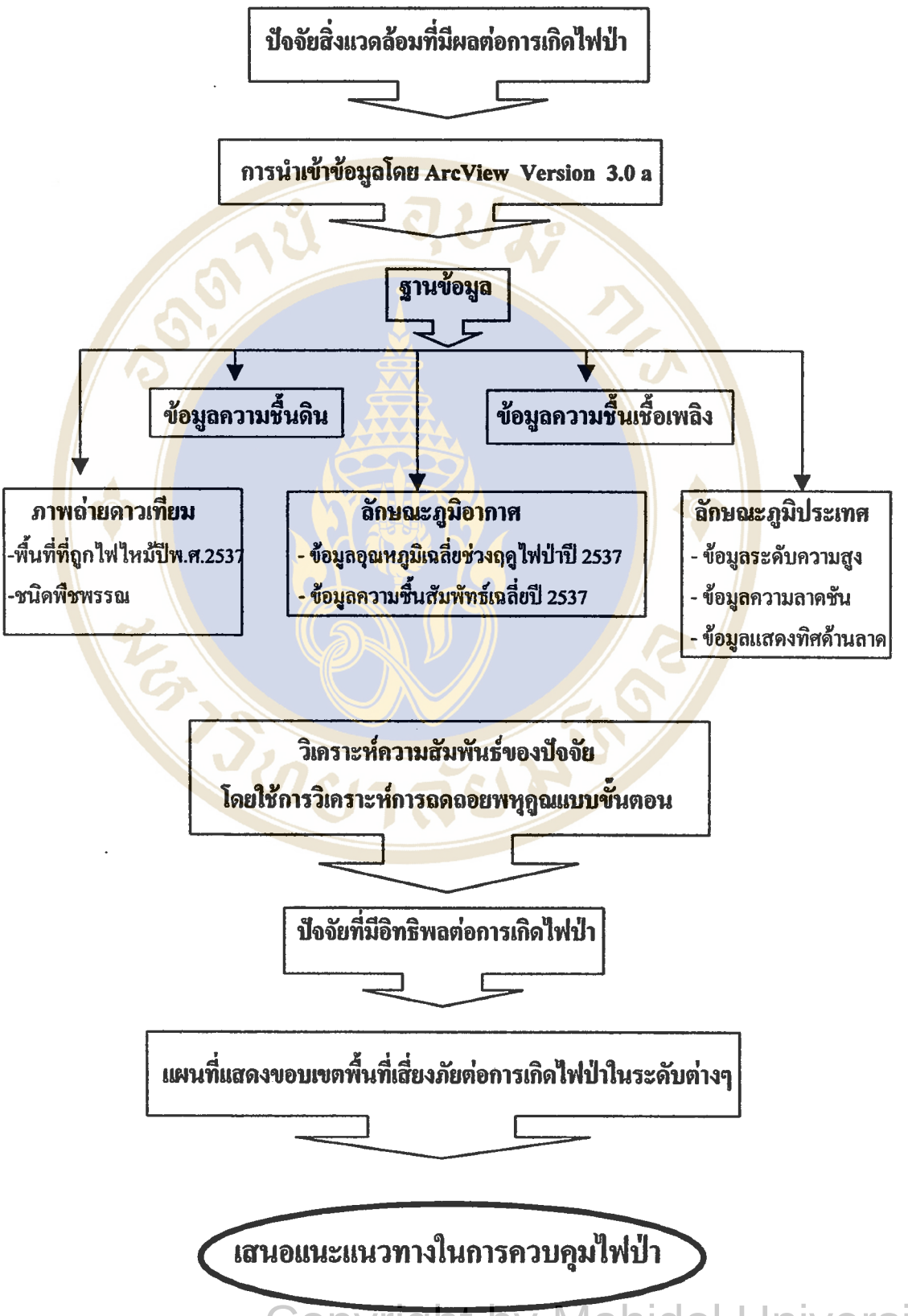
3.4 การแสดงผลข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล

ทำการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในรูปของแผนที่ซึ่งแสดงขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่างๆบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง พร้อมทั้งอธิบายถึงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ของข้อมูลแผนที่ด้วยโปรแกรม ArcView Version 3.0a และในส่วนข้อมูลเชิงบรรยาย แสดงผลข้อมูลโดยการจัดพิมพ์ในรูปของรายงาน

ขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 3.2

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษา



Copyright by Mahidol University

บทที่ 4
ผลการศึกษา

จากการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เพื่อประเมินหาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิเคราะห์ร่วมกับหลักการสถิติ โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคุณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

จากการศึกษาพบว่า ผลที่ได้จากฐานข้อมูลเชิงกริด (Raster Data) ขนาด 1 ตารางกิโลเมตร ของปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศด้านลาด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นของเชื้อเพลิง และความชื้นของดิน ผลการศึกษาจำแนกได้ดังนี้

4.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

4.1.1 ลักษณะภูมิประเทศ (TOPOGRAPHY)

ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการกำหนดพฤติกรรมไฟจำแนกได้ดังนี้

1) ระดับความสูงของพื้นที่ (Elevation)

ระดับความสูงของพื้นที่ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับความสูงระหว่าง 0-200 เมตร 201-500 เมตร 501-1000 เมตร และ 1001-2000 เมตร จากระดับน้ำทะเล (29)

จากการศึกษาพบว่า พื้นที่เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งส่วนใหญ่มีช่วงความสูงระหว่าง 501-1,000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,270 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 45.21 ของพื้นที่ รองลงไปคือ ช่วงความสูงระหว่าง 201-500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 1,157 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 41.19 ของพื้นที่ ช่วงความสูง 1001-2000 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 241 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.58 ของพื้นที่ และช่วงความสูง 0-200 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 141 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.02 ของพื้นที่ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4 .1 แสดงระดับความสูงของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ระดับความสูงของพื้นที่ (เมตร)	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
0 – 200	141	5.02
201 – 500	1,157	41.19
501 – 1000	1,270	45.21
1001 – 2000	241	8.58
รวม	**2,809**	**100**

ที่มา : จรัญธร บุญญานุภาพ (29)

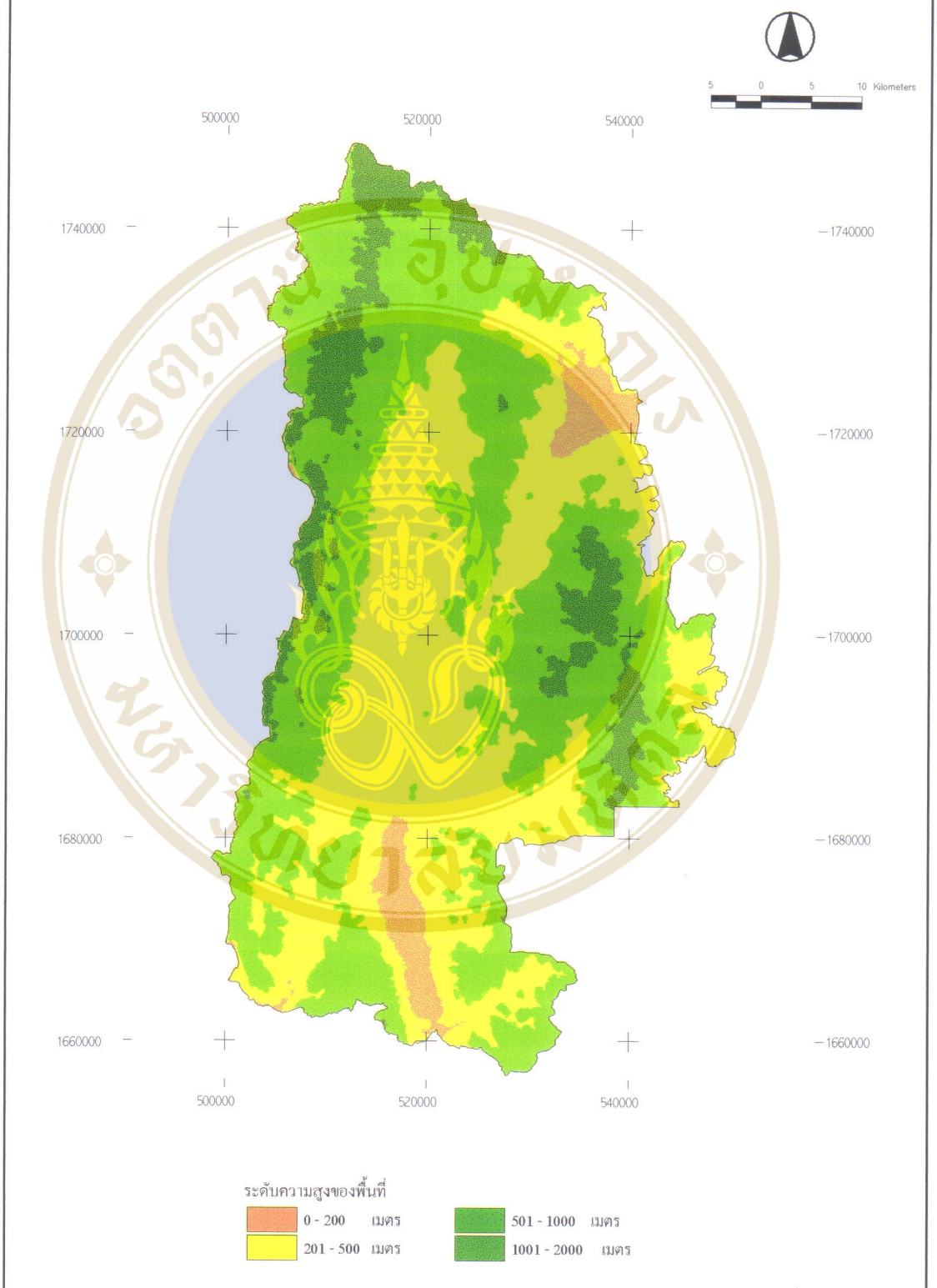
2) ความลาดชัน (Slope) จำแนกโดยอาศัยค่าพิสัยของความลาดชันของสภาพภูมิประเทศ เนื่องจากขนาดของกริดที่ทำการศึกษามีขนาดใหญ่ คือขนาด 1 ตารางกิโลเมตร ทำให้รายละเอียดของข้อมูลน้อยลง ดังนั้นจึงกำหนดค่าของความลาดชันได้ดังนี้ (30)

พื้นที่ราบหรือเกือบราบ (Flat or almost flat) หรือ พื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำประมาณ 0-2%
พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด (Undulating) หรือ พื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 2-8%
พื้นที่ลูกคลื่นลอนชัน (Rolling) หรือ พื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 8-16%
พื้นที่เนินเขา (Hilly or Moderately steep) หรือ พื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 16-30%
พื้นที่สูงชัน (Steep) หรือ พื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า30% ขึ้นไป

จากการศึกษาพบว่า ลักษณะภูมิประเทศโดยส่วนใหญ่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จะมีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด ซึ่งมีความลาดชันประมาณ 2-8 % ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,226 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 43.65 ของพื้นที่ทั้งหมด

รองลงมาจะเป็นลักษณะพื้นที่ลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 8-16% ครอบคลุมพื้นที่ด้านตะวันออกของพื้นที่ศึกษาโดยจะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 967 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34.42 ของพื้นที่ทั้งหมด เนื่องจากบริเวณนี้เป็นแนวเทือกเขาที่ขนานกันไปจากเหนือลงมาใต้ โดยมีลำห้วยขาแข้งเป็นแนวแบ่งตรงกลางพื้นที่ ทำให้บริเวณตอนกลางของพื้นที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบหรือเกือบราบ ซึ่งมีความลาดชันประมาณ 0-2% ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 309 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 11 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนบริเวณที่เป็นเนินเขา และพื้นที่สูงชัน ซึ่งมีความลาดชัน16-30% และมากกว่า 30% จะพบบริเวณแนวเทือกเขาด้านตะวันออก และตะวันตกของพื้นที่

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.1 แสดงระดับความสูงของพื้นที่

ที่มา : ปรับปรุงจากนายจรัญธร บุญญานุภาพ 2541

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Copyright by Mahidol University

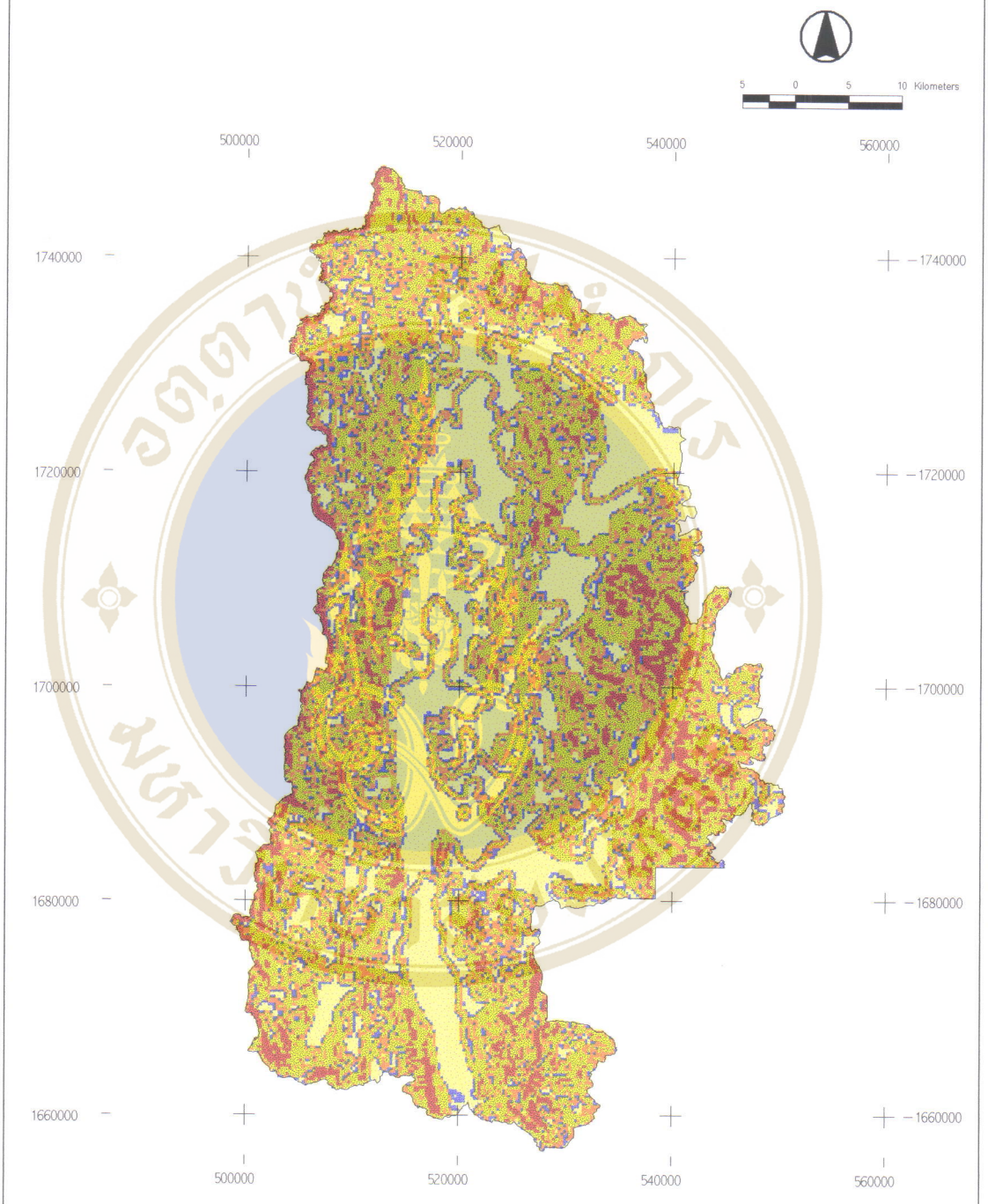
ศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วยสันเขาต่างๆมากมาย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 307 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 10.93 ของพื้นที่ทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงความลาดชันบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ระดับความลาดชัน	พื้นที่(ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
0-2%	309	11.00
2-8%	1,226	43.65
8-16%	967	34.42
16-30%	300	10.68
มากกว่า 30%	7	0.25
รวม	**2,809**	**100**

ที่มา : สุวลีย์ ตัณฑวิวัฒน์ (30)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.2 แสดงระดับความลาดชันของพื้นที่

ที่มา : ปรับปรุงจากนายจรัญธร บุญญานุภาพ 2541

Copyright by Mahidol University

3) ทิศด้านลาด (Aspect)

คือ ทิศทางการหันของพื้นผิวภูมิประเทศเข้าหาดวงอาทิตย์ โดยคำนวณจากทิศเหนือที่ 0 องศาเป็นหลัก

จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ด้านตะวันออกของลำห้วยขาแข้งซึ่งอยู่ตอนกลางของพื้นที่ มีทิศทางลาดหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งมีทิศด้านลาดอยู่ระหว่าง 239.564 – 279.762 องศา ส่วนพื้นที่ด้านตะวันตกของลำห้วยขาแข้งมีทิศด้านลาดในทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีทิศด้านลาดอยู่ระหว่าง 39.109-79.218 องศา และ 79.218-119.327 องศา ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ประกอบไปด้วยสองเทือกเขาที่ขนานกันไปจากเหนือลงใต้ โดยมีลำห้วยขาแข้งเป็นแนวแบ่งตรงกลางของพื้นที่ ทำให้สภาพภูมิประเทศลาดเทไปทางตอนใต้และเป็นลักษณะของที่ราบบริเวณริมฝั่งลำห้วยขาแข้ง เป็นแนวยาวลงมา แต่เป็นบริเวณไม่กว้างขวางมากนัก

ดังแสดงในภาพที่ 4.3

4.1.2 ลักษณะพืชพรรณ

ข้อมูลลักษณะโครงสร้างของพืชพรรณในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ระบบ Thematic Mapper (TM) แบนด์ 4,5,3 (RGB) ปีพ.ศ.2538 มาตราส่วน 1:50,000 ที่มีความละเอียดของภาพ (Resolution) ขนาด 30 x 30 เมตร แปลงเข้าสู่ฐานข้อมูลขนาด 1 ตารางกิโลเมตร จากการศึกษาพบว่า

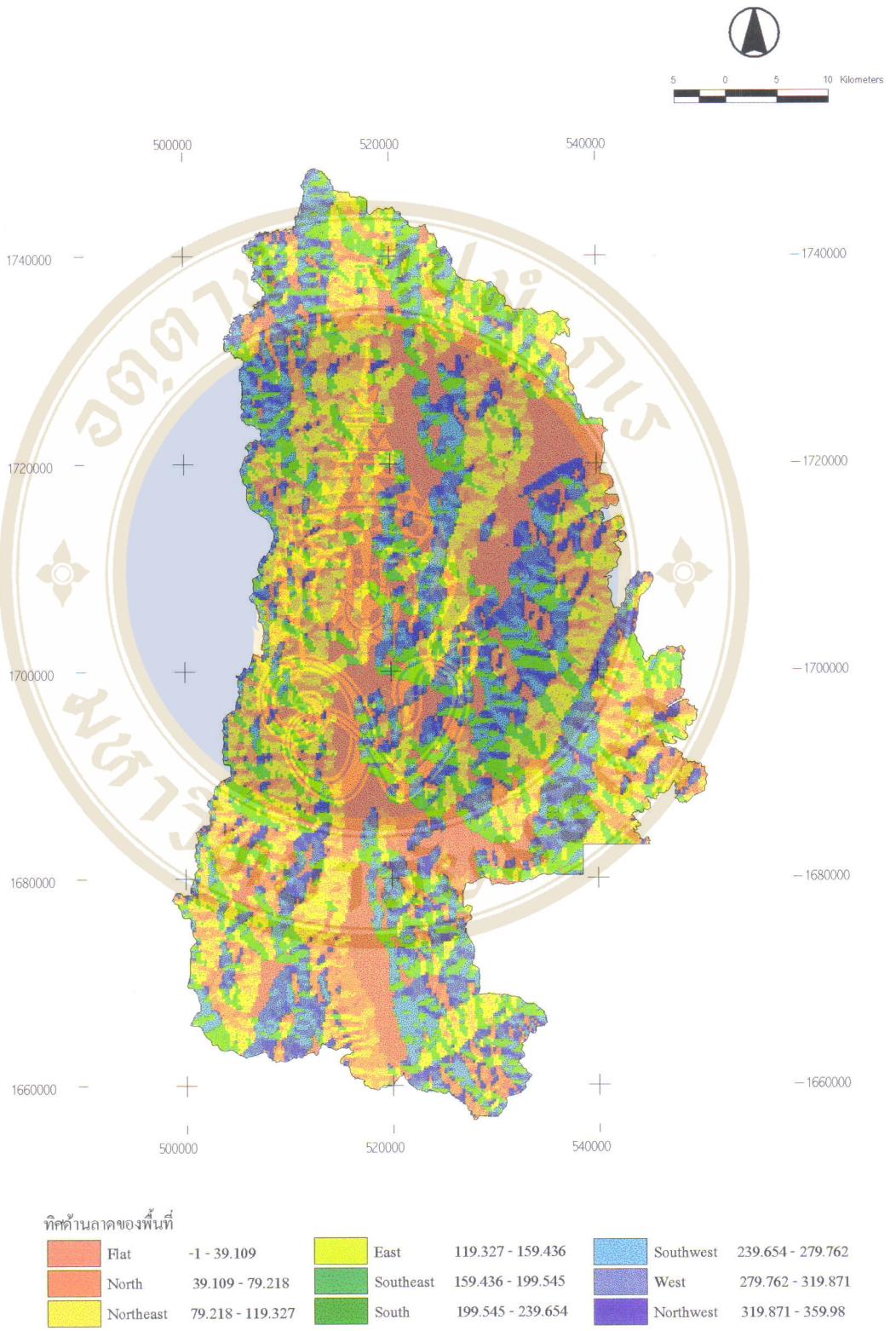
ลักษณะโครงสร้างของพืชพรรณในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จะกระจายตามระดับความสูงของพื้นที่ จากการศึกษาพบว่าลักษณะพืชพรรณจะแบ่งออกเป็น

1) ป่าดิบแล้ง คลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,326 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 47.21 ของพื้นที่ทั้งหมด พบเป็นแนวยาวทางเทือกเขาด้านทิศเหนือลงมาทางทิศตะวันตก และเทือกเขาด้านตะวันออกถึงตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ และบางส่วนพบตามริมลำน้ำ ลักษณะพื้นที่ของป่าชนิดนี้จะพบบริเวณที่ลาดชันสูง ภูเขาสูงและบางส่วนพบตามริมน้ำ

2) ป่าเบญจพรรณ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,208 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 43.00 ของพื้นที่ทั้งหมด พบกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ โดยส่วนใหญ่จะปกคลุมบริเวณตอนกลาง และตอนล่างของพื้นที่ จะพบตามบริเวณที่ลาดชัน เนินเขา และบริเวณที่ราบริมน้ำ

3) ป่าเต็งรัง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 163 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.80 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่จะพบสลับกับพื้นที่ป่าเบญจพรรณ โดยจะกระจายอยู่ตอนกลางและพบโดยทั่วไปบริเวณตอนล่างของพื้นที่

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.3 แสดงทิศด้านลาดของพื้นที่

ที่มา : ปรับปรุงจากนายจรัญธร บุญญานุภาพ 2541

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Copyright by Mahidol University

4) พื้นที่อื่น ๆ ซึ่งได้แก่ พื้นที่ไร่ร้าง ไร่เลื่อนลอยและแหล่งน้ำ เป็นพื้นที่ป่าที่มีสภาพถูกแผ้วถางมาก่อน แล้วถูกปกคลุมด้วยลูกไม้ และหญ้าคา เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่ถูกทิ้งร้าง หรือพื้นที่ที่เกิดการทดแทนทางธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะพบบริเวณริมลำห้วยขาแข้งตอนล่าง บางส่วนกระจายอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 112 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.99 ของพื้นที่

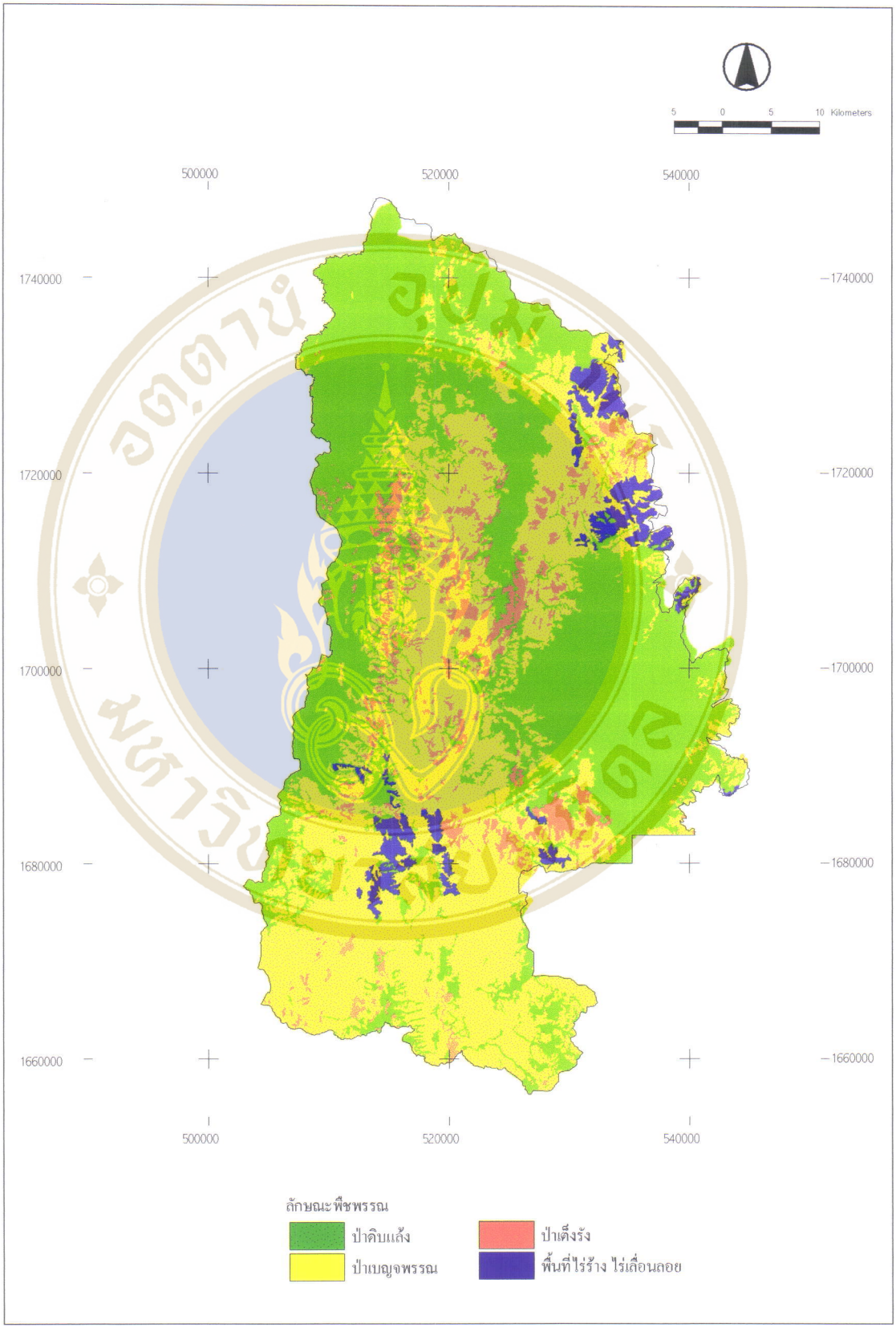
. ลักษณะของพืชพรรณดังแสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะพืชพรรณ

ลักษณะพืชพรรณ	พื้นที่(ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
ป่าดิบแล้ง	1,326	47.21
ป่าเบญจพรรณ	1,208	43.00
ป่าเต็งรัง	163	5.80
พื้นที่ไร่ร้าง ไร่เลื่อนลอย	112	3.99
รวม	**2,809**	**100**

ที่มา : ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM มาตราส่วน 1:50,000 ปี พ.ศ.2538

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะพืชพรรณ

ที่มา : ปรับปรุงจากนายจรัญธร บุญญานุภาพ 2541

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Copyright by Mahidol University

4.1.3 ปัจจัยด้านความชื้นของเชื้อเพลิง

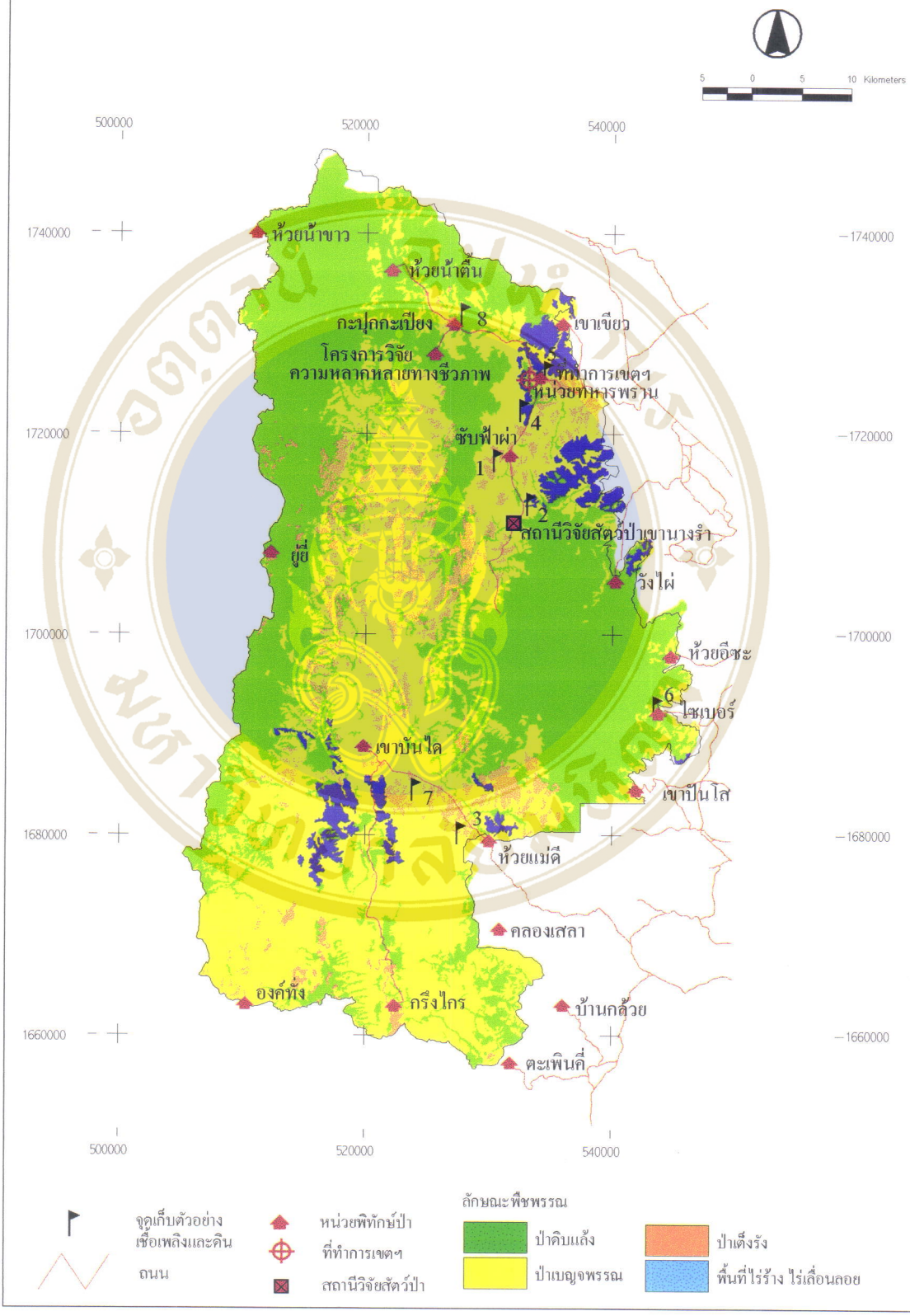
ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างของเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา โดยจะทำการเก็บตัวอย่างในช่วงปลายเดือนเมษายน ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงฤดูไฟป่า โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 จุด ดังแสดงในภาพที่ 4.5 แต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ซ้ำนำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำมาวิเคราะห์หาความชื้นของเชื้อเพลิงในห้องปฏิบัติการ และจัดทำเป็นฐานข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ

จากการศึกษาพบว่า ค่าความชื้นของเชื้อเพลิงในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาแสดงได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความชื้นของเชื้อเพลิง

จุดเก็บตัวอย่าง	ความชื้นของเชื้อเพลิง (เปอร์เซ็นต์)
1	4.50
2	3.53
3	3.94
4	3.77
5	4.23
6	5.79
7	3.92
8	4.62

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.5 แสดงจุดเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงและดิน

ที่มา : จากผลการศึกษา

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Copyright by Mahidol University

4.1.4 ความชื้นของดิน

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินในบริเวณเดียวกันกับจุดเก็บตัวอย่างของเชื้อเพลิง เนื่องจากลักษณะของดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งนี้จะแปรผันไปตามลักษณะของพืชพรรณในพื้นที่ แล้วทำการวิเคราะห์หาค่าความชื้นดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูล และนำไปวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ

จากการศึกษาพบว่า ความชื้นของดินในพื้นที่ศึกษา แสดงได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความชื้นของดิน

จุดเก็บตัวอย่าง	ความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)
1	23.73
2	25.65
3	23.94
4	22.54
5	28.59
6	24.73
7	25.08
8	24.20

4.1.5 สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมไฟ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งจากการศึกษาสถิติข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา ในช่วงฤดูไฟป่า คือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ.2537 จากสถานีตรวจอากาศภายในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง(27) และสถานีตรวจอากาศรอบนอก(28) ซึ่งได้แก่ สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ สถานีตรวจอากาศนครสวรรค์ ชัยนาท สุพรรณบุรี กาญจนบุรี และอุ้มผาง ซึ่งเป็นสถานีตรวจอากาศที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษามากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 4.6 และ 4.7

จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดฤดูไฟป่าของแต่ละสถานี แสดงได้ดังตารางที่ 4.6

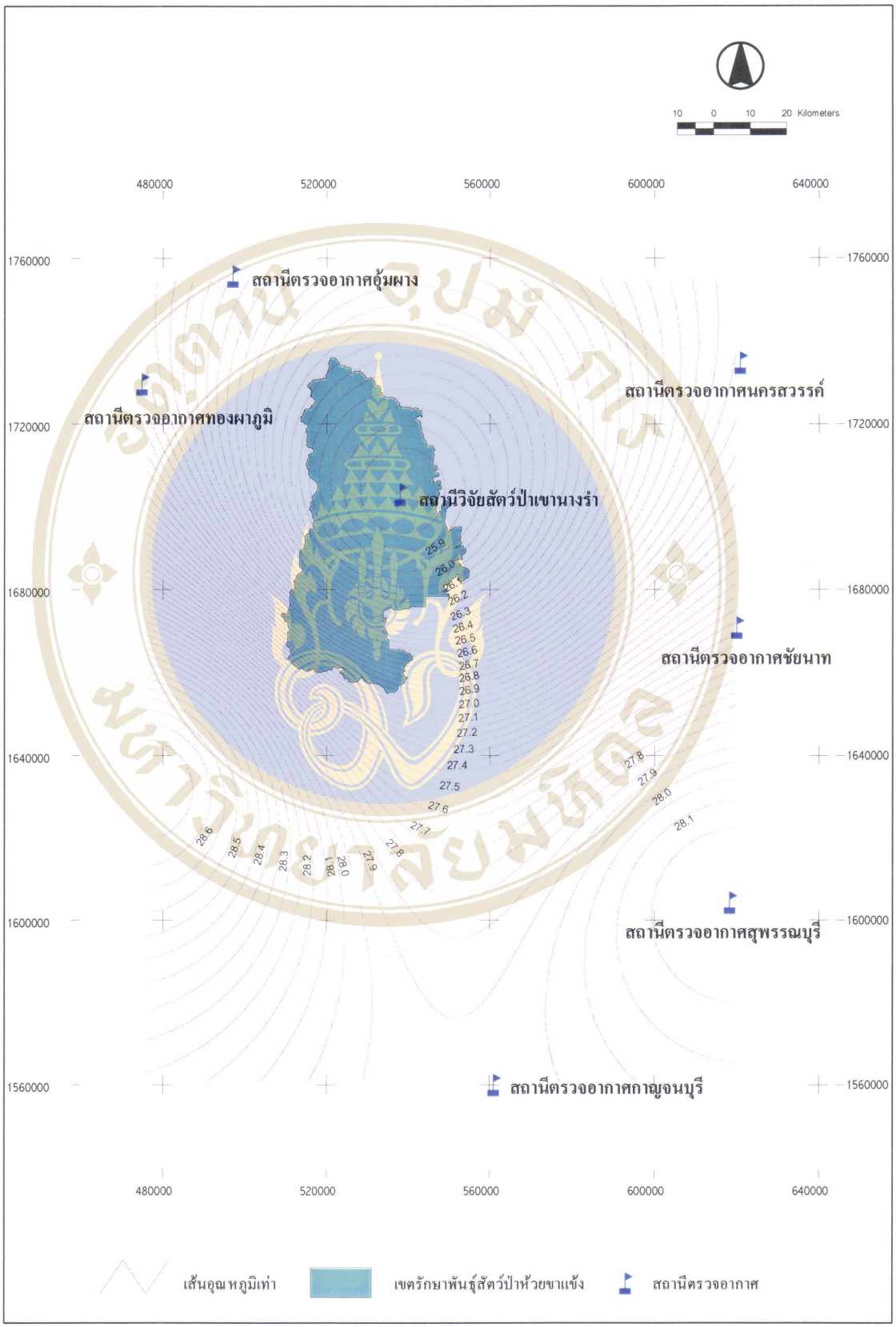
Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.6 แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูไฟป่า พ.ศ. 2537

สถานีตรวจอากาศ	อุณหภูมิ(เซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ	25.8	54
นครสวรรค์	28.7	62
สุพรรณบุรี	28.2	70
ทองผาภูมิ	26.6	70
กาญจนบุรี	28.4	62
อุ้มผาง	22.6	74
ชัยนาท	28.7	76

ที่มา : สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำและกรมอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ. 2537

Copyright by Mahidol University

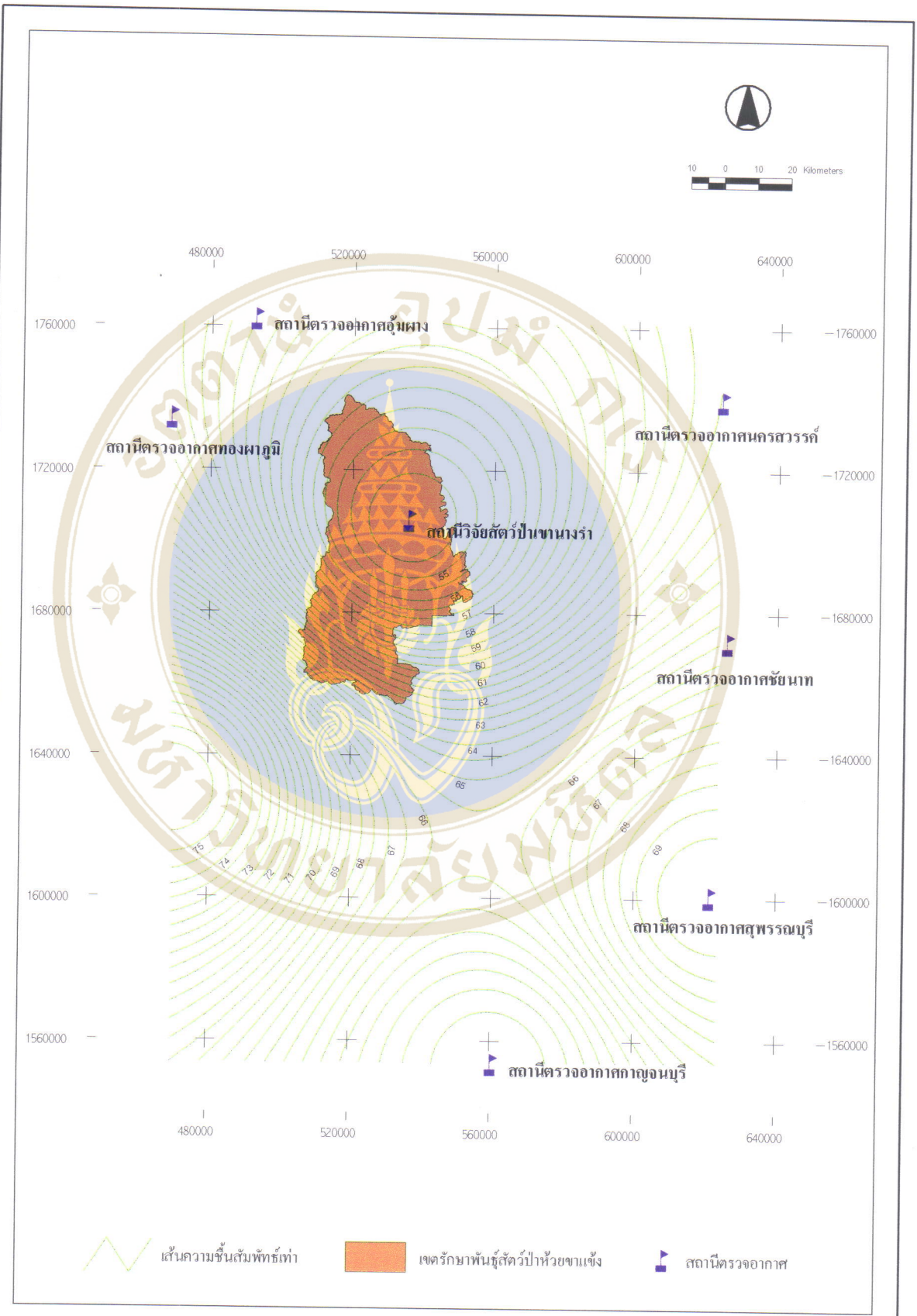


รูปที่ 4.6 แสดงเส้นอุณหภูมิเท่า

ที่มา : สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำและกรมอุตุนิยมวิทยา

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.7 แสดงเส้นชั้นความชื้นสัมพัทธ์

ที่มา : สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำและกรมอุตุนิยมวิทยา

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Copyright by Mahidol University

4.2 แบบจำลองในการพยากรณ์การเกิดไฟป่า

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการพยากรณ์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา โดยการสร้างแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่าง ๆ และตัวแปรตาม เพื่อจุดประสงค์ในการพยากรณ์ค่าตัวแปรตาม โดยตัวแปรอิสระที่เปลี่ยนไป ซึ่งลักษณะของความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำมาใช้พยากรณ์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ได้เมื่อเราทราบค่าของตัวแปรอิสระ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ตัวแปรตาม ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ และตัวแปรอิสระที่คาดว่าจะมีผลต่อตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศด้านลาด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นของเชื้อเพลิง และความชื้นของดิน โดยสถิติที่ใช้ในการศึกษา คือ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคุณ (Multiple Regression Analysis) โดยทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับตัวแปรตาม เข้าไปในสมการเป็นขั้น ๆ ทีละตัว ที่เรียกว่า วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคุณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา โดยมีรูปแบบของสมการ ดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + ... + b_kX_k$$

โดยที่ Y = ตัวแปรตาม ในที่นี้คือ เปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าในพื้นที่

a = ค่าคงที่ (Intercept)

b_i = สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวที่ i โดยที่ $i = 1, 2, ..., k$

X_i = ตัวแปรอิสระตัวที่ i ในที่นี้ประกอบด้วย

X_1 = ทิศด้านลาด (องศา)

X_2 = ระดับความสูงของพื้นที่ (เมตร)

X_3 = ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)

X_4 = ความชื้นของเชื้อเพลิง (เปอร์เซ็นต์)

X_5 = ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)

X_6 = ความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)

X_7 = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

สำนักหอสมุด
Copyright© by Mahidol University

ผลการศึกษาปรากฏดังนี้

4.2.1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม คือ เปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่ากับตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัว โดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ได้แก่ทิศด้านลาด (X_1) ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2) ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4) ความชื้นของดิน (X_6) และอุณหภูมิ (X_7) สามารถแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
X_1	1.00						
X_2	0.120**	1.00					
X_3	0.057**	-0.103**	1.00				
X_4	-0.077**	0.177**	-0.042*	1.00			
X_5	0.142**	0.379**	0.055**	0.169**	1.00		
X_6	0.087**	-0.178**	0.269**	-0.128**	-0.084**	1.00	
X_7	0.058**	-0.073**	0.997**	-0.030	0.064**	0.267**	1.00
Y	0.064**	-0.188**	0.240**	-0.175**	-0.012	0.047**	0.247**

หมายเหตุ * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

4.2.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า

เมื่อนำตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัว มาทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ตัวแปรอิสระตัวแรกที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 คือ อุณหภูมิ (X_7) โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าและมีรูปแบบของสมการในการพยากรณ์ดังสมการที่ 1 คือ

$$Y = -9.272 + 0.363\ X_7 \quad \text{...สมการที่ 1}$$

Copyright by Mahidol University

สมการดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.247 ซึ่งแสดงว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.061 แสดงว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า (Y) สามารถอธิบายโดยใช้ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิ (X_7) ได้ร้อยละ 6.10 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 93.90 นั้นเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งสมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ เท่ากับ 0.3495 ค่าสถิติของสมการที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 1

ลำดับที่	ตัวแปรอิสระ	B	SE.B	Beta	F	Sig. of F
1	อุณหภูมิ (X_7)	0.363	0.027	0.247	181.778	0.000
	Constant = -9.272			R = 0.247		

ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการเป็นลำดับที่ 2 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 คือ ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2) โดยมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า โดยมีรูปแบบของสมการในการพยากรณ์ดังสมการที่ 2 คือ

$$Y = -8.651 + 0.344\ X_7 - 0.000228\ X_2 \quad \text{...สมการที่ 2}$$

สมการดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.30 ซึ่งแสดงว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.09 แสดงว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า (Y) สามารถอธิบายโดยใช้ตัวแปรอิสระอุณหภูมิ (X_7) ร่วมกับตัวแปรระดับความสูงของพื้นที่ (X_2) ได้ร้อยละ 9 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 91 นั้นเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งสมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ 0.3441 ค่าสถิติของสมการที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 2

ลำดับที่	ตัวแปรอิสระ	B	SE.B	Beta	F	Sig. of F
1	อุณหภูมิ (X_7)	0.344	0.027	0.234	181.778	0.000
2	ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2)	-0.000228	0.000	-0.171	138.674	0.000
	Constant = -8.651			R = 0.30		

Copyright by Mahidol University

ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการเป็นลำดับที่ 3 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) โดยมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า โดยมีรูปแบบของสมการในการพยากรณ์ดังสมการที่ 3 คือ

$$Y = -66.342 + 3.853\ X_7 - 0.000325\ X_2 - 0.608\ X_3 \quad \text{...สมการที่ 3}$$

สมการดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.342 ซึ่งแสดงว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.117 แสดงว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า (Y) สามารถอธิบายโดยใช้ตัวแปรอิสระอุณหภูมิ (X_7) ร่วมกับตัวแปรระดับความสูงของพื้นที่ (X_2) และความชื้นสัมพัทธ์ (X_3)ได้ร้อยละ 11.70 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 88.30 นั้นเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งสมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ 0.3389 ค่าสถิติของสมการที่ 3 ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 3

ลำดับที่	ตัวแปรอิสระ	B	SE.B	Beta	F	Sig. of F
1	อุณหภูมิ (X_7)	3.853	0.378	2.618	181.778	0.000
2	ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2)	-0.000325	0.000	-0.244	136.674	0.000
3	ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3)	-0.608	0.065	-2.396	124.204	0.000
	Constant = -66.342			R = 0.342		

ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการเป็นลำดับที่ 4 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 คือ ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4) โดยมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า โดยมีรูปแบบของสมการในการพยากรณ์ดังสมการที่ 4 คือ

$$Y = -70.854 + 4.175\ X_7 - 0.000297X_2 - 0.665X_3 - 0.178X_4 \quad \text{...สมการที่ 4}$$

สมการดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.377 ซึ่งแสดงว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.142 แสดงว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า (Y) สามารถอธิบายโดยใช้ตัวแปรอิสระอุณหภูมิ (X_7) ร่วมกับตัวแปรระดับความสูงของพื้นที่ (X_2) ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) และ

Copyright by Mahidol University

ความชื้นของเชื้อเพลิง(X_4) ได้ร้อยละ 14.20 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 85.80 นั้นเป็นผลมาจากปัจจัยอื่นๆ ซึ่งสมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ 0.3342 ค่าสถิติของสมการที่ 4 ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 4

ลำดับที่	ตัวแปรอิสระ	B	SE.B	Beta	F	Sig. of F
1	อุณหภูมิ (X_7)	4.175	0.374	2.837	181.778	0.000
2	ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2)	-0.000297	0.000	-0.222	138.674	0.000
3	ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3)	-0.665	0.065	-2.619	124.204	0.000
4	ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4)	-0.178	0.020	-0.160	115.941	0.000
	Constant = -70.854			R = 0.377		

ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการเป็นลำดับที่ 5 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 คือ ความชื้นของดิน (X_6) โดยมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า โดยมีรูปแบบของสมการในการพยากรณ์ดังสมการที่ 5 คือ

$$Y = -70.482 + 4.257X_7 - 0.000312X_2 - 0.674X_3 - 0.186X_4 - 0.07814X_6 \quad \text{...สมการที่ 5}$$

สมการดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.383 ซึ่งแสดงว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.147 แสดงว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า (Y) สามารถอธิบายโดยใช้ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิ (X_7) ร่วมกับตัวแปรระดับความสูงของพื้นที่ (X_2) ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4) และความชื้นของดิน (X_6) อธิบายได้ร้อยละ 14.7 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 85.30 นั้นเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งสมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ 0.3333 ค่าสถิติของสมการที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 4.12

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 5

ลำดับที่	ตัวแปรอิสระ	B	SE.B	Beta	F	Sig. of F
1	อุณหภูมิ (X_7)	4.257	0.374	2.893	181.778	0.000
2	ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2)	-0.000312	0.000	-0.234	138.674	0.000
3	ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3)	-0.674	0.065	-2.656	124.204	0.000
4	ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4)	-0.186	0.020	-0.168	115.941	0.000
5	ความชื้นของดิน (X_6)	-0.07814	0.020	-0.073	96.375	0.000
	Constant = -70.482			R = 0.383		

ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการเป็นลำดับที่ 6 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 คือ ความลาดชัน (X_5) โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า โดยมีรูปแบบของสมการในการพยากรณ์ดังสมการที่ 6 คือ

$$Y = -71.454 + 4.32X_7 - 0.000348X_2 - 0.687X_3 - 0.195X_4 - 0.07573X_6 + 0.006727X_5 \quad \text{...สมการที่ 6}$$

สมการดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.388 ซึ่งแสดงว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.151 แสดงว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า (Y) สามารถอธิบายโดยใช้ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิ (X_7) ร่วมกับตัวแปรระดับความสูงของพื้นที่ (X_2) ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4) ความชื้นของดิน (X_6) และความลาดชัน(X_5) ซึ่งอธิบายได้ร้อยละ 15.10 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 84.90 นั้นเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ สมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ 0.3326 ค่าสถิติของสมการที่ 6 ดังแสดงในตารางที่ 4.13

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 6

ลำดับที่	ตัวแปรอิสระ	B	SE.B	Beta	F	Sig. of F
1	อุณหภูมิ (X_7)	4.32	0.373	2.936	181.778	0.000
2	ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2)	-0.000348	0.000	-0.261	138.674	0.000
3	ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3)	-0.687	0.065	-2.707	124.204	0.000
4	ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4)	-0.195	0.020	-0.175	115.941	0.000
5	ความชื้นของดิน (X_6)	-0.07573	0.020	-0.071	96.375	0.000
6	ความลาดชัน (X_5)	0.006727	0.002	0.071	83.027	0.000
	Constant = -71.454			R = 0.388		

ตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการเป็นลำดับสุดท้าย ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 คือ ทิศด้านลาด(X_1) โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า โดยมีรูปแบบของสมการในการพยากรณ์ดังสมการที่ 7 คือ

$$Y = -71.883 + 4.338X_7 - 0.000355X_2 - 0.691X_3 - 0.188X_4 - 0.0703X_6 + 0.006166X_5 + 0.000184X_1 \quad \text{สมการที่ 7}$$

สมการดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.392 ซึ่งแสดงว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เพิ่มขึ้นเป็น 0.153 ซึ่งแสดงว่าเมื่อใช้ตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัวรวมกัน ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ (X_7) ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2) ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3) ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4) ความชื้นของดิน (X_6) ความลาดชัน (X_5) และทิศด้านลาด(X_1) สามารถอธิบายเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 15.30 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 84.70 นั้นเป็นผลมาจากปัจจัยอื่นๆ สมการดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ 0.3321 ค่าสถิติของสมการที่ 7 ดังแสดงในตารางที่ 4.14

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าทางสถิติของสมการถดถอยสมการที่ 7

ลำดับที่	ตัวแปรอิสระ	B	SE.B	Beta	F	Sig. of F
1	อุณหภูมิ (X_7)	4.338	0.373	2.948	181.778	0.000
2	ระดับความสูงของพื้นที่ (X_2)	-0.000355	0.000	-0.266	138.674	0.000
3	ความชื้นสัมพัทธ์ (X_3)	-0.691	0.064	-2.273	124.204	0.000
4	ความชื้นของเชื้อเพลิง (X_4)	-0.188	0.020	-0.169	115.941	0.000
5	ความชื้นของดิน (X_6)	-0.0703	0.020	-0.066	96.375	0.000
6	ความลาดชัน (X_5)	0.006166	0.002	0.065	83.027	0.000
7	ทิศด้านลาด (X_1)	0.000184	0.000	0.052	72.553	0.000
	Constant = -71.883			R = 0.392		

จากผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณพบว่า อุณหภูมิ ความลาดชันและทิศด้านลาด เป็นตัวแปรที่มีผลทางบวกต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า ส่วนระดับความสูงของพื้นที่ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นของเชื้อเพลิงและความชื้นของดิน เป็นตัวแปรที่มีผลทางลบต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่า กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าจะสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศจะส่งผลต่อความชื้นของเชื้อเพลิง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เชื้อเพลิงมีสภาพแห้งแล้งและมีความชื้นต่ำ ทำให้เชื้อเพลิงติดไฟง่าย ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ ถ้าพื้นที่มีความลาดชันสูงไฟจะลุกลามได้รวดเร็วกว่าพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นที่ราบ ประกอบกับพื้นที่ที่มีทิศทางของความลาดชันทางทิศตะวันตกเฉียงใต้จะรับแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ในช่วงบ่าย ทำให้อุณหภูมิสูงกว่าด้านที่หันรับแสงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเช้า มีผลทำให้เชื้อเพลิงยิ่งแห้งและติดไฟได้ง่ายขึ้น โอกาสเกิดไฟป่าจึงสูงขึ้นด้วย ในทางตรงข้ามปัจจัยระดับความสูงของพื้นที่ ถ้าพื้นที่ยิ่งสูงความกดอากาศจะต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพของการแผ่รังสีของเปลวไฟจะลดลง นอกจากนี้ระดับความสูงของพื้นที่จะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของอากาศ กล่าวคือ ในที่สูงอุณหภูมิจะต่ำและมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง ซึ่งมีผลทำให้ความชื้นของเชื้อเพลิงและความชื้นของดินสูงขึ้นด้วย ทำให้เชื้อเพลิงติดไฟยาก ดังนั้นโอกาสที่จะเกิดไฟป่าจึงน้อยลง

Copyright by Mahidol University

4.3 ผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า

จากการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าทั้ง 7 ปัจจัยเพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เพื่อหาสมการที่เหมาะสมในการพยากรณ์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา และเมื่อทำการแทนค่าตัวแปรอิสระลงในสมการดังกล่าว ผลการศึกษาสามารถจัดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ได้ 3 ระดับดังนี้

- พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูง แสดงว่ามีพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่
- พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าปานกลาง แสดงว่ามีพื้นที่ที่ถูกไฟตั้งแต่ 0.01 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่
- พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าต่ำ แสดงว่ามีพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ต่ำกว่า 0.01 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่

จากผลการศึกษาสามารถจัดทำเป็นแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่าง ๆ บริเวณพื้นที่ศึกษา ได้ดังนี้

1) พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูง ได้แก่ พื้นที่ป่าเบญจพรรณทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษาเป็นส่วนใหญ่ และพื้นที่ป่าดิบแล้งทางตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 436 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 15.52 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่ทางตอนใต้มีระดับความสูงอยู่ในช่วง 200-500 เมตร เป็นลักษณะของที่ราบขึ้นไปถึงเนินเขา มีความลาดชันอยู่ในช่วง 2-8 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปจนถึงความลาดชัน 30% และมีทิศด้านลาดอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนพื้นที่เสี่ยงทางตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา มีระดับความสูงอยู่ในช่วง 500-1000 เมตร เป็นลักษณะของพื้นที่ลูกคลื่นลอนชันขึ้นไปจนถึงเนินเขาซึ่งมีความลาดชันอยู่ในช่วง 8-16 เปอร์เซ็นต์ จนถึงความลาดชัน 30 เปอร์เซ็นต์ และมีทิศด้านลาดอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ลักษณะเชื้อเพลิงส่วนใหญ่มีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นของดินเฉลี่ยอยู่ในช่วง 22.58-25.08 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่มีความเสี่ยงสูงนี้มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.10 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 58 เปอร์เซ็นต์

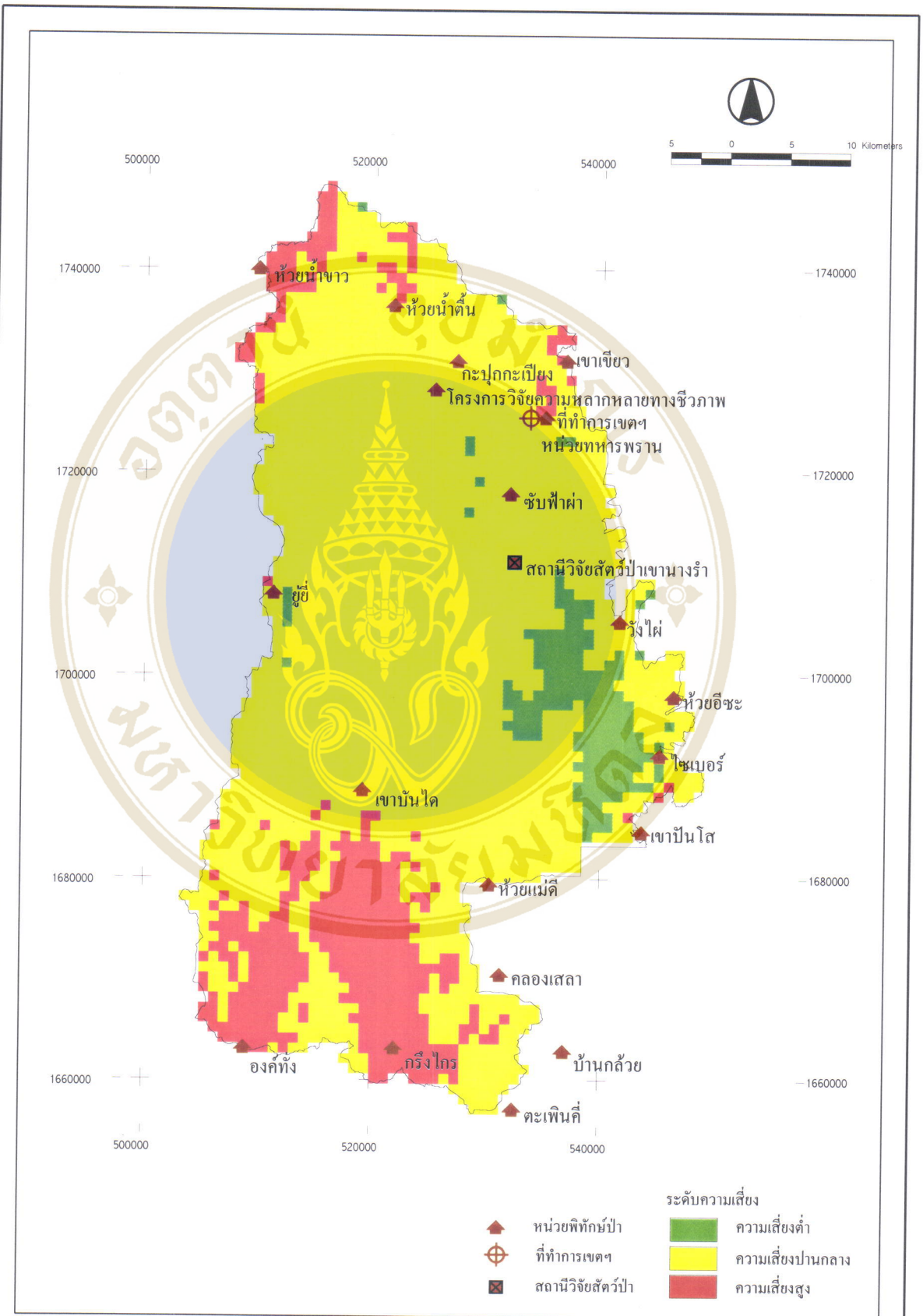
Copyright by Mahidol University

2) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลาง ได้แก่ บริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษาเป็นส่วนใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ 2,200 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 78.32 ของพื้นที่ทั้งหมด มีระดับความสูงอยู่ในช่วงตั้งแต่ 200-500 เมตร ซึ่งมีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปจนถึงระดับความสูง 1000-1600 เมตร ซึ่งมีความลาดชัน 16-30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากบริเวณตอนกลางของพื้นที่มีลำห้วยขาแข้งเป็นแนวแบ่งตรงกลางพื้นที่ ดังนั้นด้านตะวันออกของลำน้ำจะมีทิศด้านลาดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนด้านตะวันตกของลำน้ำมีทิศด้านลาดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณที่มีความเสี่ยงปานกลางนี้เป็นลักษณะของพืชพรรณหลายชนิดปะปนกันอยู่ ซึ่งได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง ดังนั้นลักษณะของเชื้อเพลิงส่วนใหญ่มีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นของดินเฉลี่ย 24.80 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 26.08 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 56.52 เปอร์เซ็นต์

3) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าต่ำ ได้แก่ พื้นที่สูงทางตะวันออกของพื้นที่ศึกษา ครอบคลุมพื้นที่ 173 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.16 ของพื้นที่ทั้งหมด มีระดับความสูงอยู่ในช่วง 500-1000 เมตร ซึ่งมีความลาดชันตั้งแต่ 2-8 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปจนถึง 30 เปอร์เซ็นต์ และมีทิศด้านลาดอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณนี้จะเป็นลักษณะของป่าดิบแล้ง เชื้อเพลิงจะมีความชื้นเฉลี่ย 4.81 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นของดินเฉลี่ยอยู่ในช่วง 24.8-25.19 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 25.8 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 55.18 เปอร์เซ็นต์

ขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.8

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 4.8 แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

ที่มา : จากผลการศึกษา

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Copyright by Mahidol University

4.4 การอภิปรายผล

4.4.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า

จากการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าทั้ง 7 ปัจจัย ผลการศึกษาสามารถอธิบายได้ว่าปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามสถานที่และเวลา ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ระดับความสูงของพื้นที่ เป็นลักษณะภูมิประเทศที่เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการกำหนดพฤติกรรมของไฟ จากผลการศึกษาพบว่าบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่า เป็นบริเวณที่มีระดับความสูงไม่มากนัก คือมีระดับความสูงอยู่ในช่วง 201-500 เมตร ส่วนบริเวณที่มีความเสี่ยงต่ำ จะเป็นบริเวณที่เป็นภูเขาสูง ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 500 เมตรขึ้นไปจนถึงระดับความสูง 1600 เมตร ซึ่งจากการศึกษาของสันต์ เกตุปราณีต (11) พบว่าความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลนั้น จะมีอิทธิพลต่อชนิดของพืชพรรณหรือชนิดของเชื้อเพลิง ความยาวนานของฤดูไฟป่า ซึ่งไฟที่เกิดในที่สูงการแผ่รังสีความร้อนจะน้อยกว่าไฟที่เกิดในที่ต่ำกว่า เนื่องจากในที่สูงความกดอากาศจะลดลง ดังนั้นประสิทธิภาพของการแผ่รังสีความร้อนของเปลวไฟจะลดลง ดังนั้นความสูงของพื้นที่จึงมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของไฟ

ความลาดชัน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลุกลามของไฟ เนื่องจากไฟจะมีอัตราการลุกลามเร็วขึ้นเมื่อมีความลาดชันเพิ่มขึ้น และในที่ลาดชันไฟจะลุกลามได้เร็วกว่าในที่ราบ จากผลการศึกษาพบว่า บริเวณที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่าจะมีความลาดชันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ความลาดชัน 2-8 เปอร์เซ็นต์ จนถึงความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ซึ่งตามกฎของพฤติกรรมไฟ (11) ความลาดชันของภูเขามีผลต่ออัตราการลุกลามของไฟ ในเวลากลางวันไฟจะไหม้ลุกลามไปทางขึ้นเขาเสมอ เปลวไฟจะพุ่งขึ้นไปก่อน ทำให้เชื้อเพลิงด้านบนแห้งและลุกไหม้อย่างรวดเร็ว ซึ่งอัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าทุก ๆ ความลาดชันที่เพิ่มขึ้น 10 องศา และอัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อพื้นที่มีความลาดชันเกิน 20 องศา

ทิศด้านลาด คือ ทิศทางของความลาดชัน ดังนั้นความลาดชันที่ต่างกัน ทำให้ด้านลาดของพื้นผิวต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้พฤติกรรมไฟต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากด้านลาดของพื้นผิวเป็นการหันเข้าสู่ดวงอาทิตย์และทิศทางของลมประจำ จากผลการศึกษาพบว่าบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่าจะมีทิศด้านลาดอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนบริเวณที่มีความเสี่ยงต่ำจะมีทิศด้านลาดอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสันต์ เกตุปราณีต (11) ที่กล่าว

Copyright by Mahidol University

ว่า ทิศด้านลาดที่รับแสงจากดวงอาทิตย์ในตอนบ่ายและรับลม อุณหภูมิจะสูงกว่าทิศด้านลาดที่รับแสงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเช้า ทำให้เชื้อเพลิงแห้งเร็ว และไฟลุกลามได้เร็วกว่า

อุณหภูมิ เป็นปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศจะส่งผลต่อความชื้นของเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการกำหนดพฤติกรรมไฟ กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิยิ่งเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้เชื้อเพลิงติดไฟได้ง่ายขึ้นและเพิ่มอัตราการเผาไหม้ ซึ่งตามหลักทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผิวโลก (4) กล่าวว่า อุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ บนผิวโลกแตกต่างกันเนื่องจากที่จุดต่าง ๆ จะได้รับปริมาณรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศจึงมีผลต่อเวลาและความรุนแรงของไฟป่า ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงนั้นมีทิศด้านลาดอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งจะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ในช่วงบ่าย ทำให้อุณหภูมิสูงกว่าด้านลาดทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งจะได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเช้า ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงอุณหภูมิประมาณ 26.76 องศาเซลเซียส ส่วนพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำอุณหภูมิประมาณ 25.92 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและมีอิทธิพลต่อปริมาณความชื้นในเชื้อเพลิง โดยที่ความชื้นในเชื้อเพลิงจะแปรผันตามกับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ คือเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ความชื้นในเชื้อเพลิงก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ในการศึกษาครั้งนี้อุณหภูมิของอากาศจะมีอิทธิพลต่อความชื้นของเชื้อเพลิงมากกว่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ

ความชื้นของเชื้อเพลิง จะมีอิทธิพลต่อการติดไฟและการลุกลามของไฟ เมื่อเชื้อเพลิงมีความชื้นมากจะติดไฟยากและเผาไหม้ไม่ดี โดยทั่วไปแล้วความชื้นในเชื้อเพลิงจะแปรผันไปตามสภาพแวดล้อม ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และสภาพภูมิประเทศ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าความชื้นในเชื้อเพลิงจะแตกต่างกันไปตามแต่ละสภาพป่าและระดับความสูงของพื้นที่ ดังจะเห็นได้จากบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่า ส่วนใหญ่เป็นลักษณะของป่าเบญจพรรณ ซึ่งลักษณะของเชื้อเพลิงจะเป็นใบไม้แห้งกิ่งก้านไม้แห้งและซากพืชร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก ซึ่งในฤดูแล้งความชื้นของเชื้อเพลิงจะต่ำ ทำให้ติดไฟง่ายและรวดเร็ว คือประมาณ 4.14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบริเวณที่มีความเสี่ยงต่ำ ส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณป่าดิบแล้ง ซึ่งเชื้อเพลิงจะมีความชื้นสูงกว่า คือประมาณ 4.81 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ติดไฟยาก และเผาไหม้ไม่ดี

Copyright by Mahidol University

ความชื้นของดิน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชื้นของเชื้อเพลิง และในป่าแต่ละชนิดลักษณะความชื้นของดินจะแตกต่างกัน (5) ถ้าความชื้นของดินสูงจะส่งผลกระทบต่อความชื้นของเชื้อเพลิง อีกทั้งยังช่วยชลอความรุนแรงของไฟป่าอีกด้วย จากการศึกษาพบว่าดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยทั่วไปแล้วเก็บความชื้นได้ไม่ดี เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นดินที่เกิดในที่สูงชัน ดังนั้นความชื้นในดินจึงผันแปรไปตามสภาพดิน และลักษณะภูมิประเทศ

4.4.2 ขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า

จากผลการศึกษา เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้ง 7 ปัจจัยเพื่อหาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า พบว่าบริเวณป่าเต็งรังมีความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง แต่ในความเป็นจริงป่าเต็งรังมักเกิดไฟป่ามากกว่าป่าชนิดอื่น เนื่องจากมีสภาพแห้งแล้งและเชื้อเพลิงหลักจะเป็นพวกหญ้าและใบไม้แห้งซึ่งติดไฟง่าย ปริมาณความชื้นในเชื้อเพลิงต่ำ แต่ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล คือช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงปลายเดือนเมษายน ซึ่งเริ่มมีฝนตกเล็กน้อยในพื้นที่ศึกษา ทำให้ข้อมูลค่าความชื้นของเชื้อเพลิงและความชื้นของดินที่วิเคราะห์ได้อาจเกิดความผิดพลาด ประกอบกับจำนวนตัวอย่างข้อมูลน้อยเกินไปไม่ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ จึงทำให้พื้นที่เสี่ยงที่วิเคราะห์ได้ผิดไปจากความเป็นจริง ดังนั้นผู้ศึกษาจึงทดลองทำการตัดปัจจัยด้านความชื้นของเชื้อเพลิงและความชื้นของดินออกจากการวิเคราะห์ แต่ผลการศึกษาที่ได้ไม่เปลี่ยนแปลง จึงอาจกล่าวได้ว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้ง 7 ปัจจัยนั้น มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าทุกปัจจัยและมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า เพื่อหาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำฐานข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา และกำหนดขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่างๆ เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของแผนที่ที่อ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ จากการศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า

ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้ง 7 ปัจจัย ซึ่งได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชัน ทิศด้านลาด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นของเชื้อเพลิง และความชื้นของดิน โดยสมการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน สรุปได้ว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้ง 7 ปัจจัยนั้นมีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าทุกปัจจัย เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและท้องที่ โดยที่อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้เนื่องจาก ปัจจัยด้านสภาพอากาศนั้นเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความผันแปรมากที่สุด มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งกาลเวลาและสถานที่ ส่วนปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศนั้นเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างคงที่มีการเปลี่ยนแปลงได้น้อยมาก และปัจจัยด้านเชื้อเพลิงมักมีการเปลี่ยนแปลงได้ช้าและไม่มากนัก

5.1.2 แบบจำลองที่เหมาะสมต่อการพยากรณ์การเกิดไฟป่า

1) ผลการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าทั้ง 7 ปัจจัย สามารถสร้างสมการที่เหมาะสมในการพยากรณ์การเกิดไฟป่าสำหรับการศึกษาครั้งนี้ คือ

$$Y = -71.883 + 4.338X_7 - 0.000355X_2 - 0.691X_3 - 0.188X_4 - 0.0703X_6 + 0.006166X_5 + 0.000184X_1$$

Copyright by Mahidol University

โดยที่ Y = เปอร์เซ็นต์การเกิดไฟป่าในพื้นที่

X_1 = ทิศด้านลาด (องศา)

X_2 = ระดับความสูงของพื้นที่ (เมตร)

X_3 = ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)

X_4 = ความชื้นของเชื้อเพลิง (เปอร์เซ็นต์)

X_5 = ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)

X_6 = ความชื้นของดิน (เปอร์เซ็นต์)

X_7 = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

5.1.3 ขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า

จากสมการในการพยากรณ์การเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษา เมื่อทำการแทนค่าตัวแปรอิสระต่างๆในสมการ สามารถจัดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าได้ 3 ระดับได้แก่ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง พื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลางและพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำ

และประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปของแผนที่ที่แสดงขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าในระดับต่างๆบริเวณพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการจัดอันดับความสำคัญของแต่ละพื้นที่ว่าพื้นที่ใดควรกำหนดแนวทางในการป้องกันการเกิดไฟป่าก่อนหรือหลัง

ขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าสรุปได้ดังนี้

1) **พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง** ครอบคลุมพื้นที่ 436 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 15.52 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยจะครอบคลุมพื้นที่ป่าเบญจพรรณทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษาเป็นส่วนใหญ่ บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าองค์ทั่ง หน่วยพิทักษ์ป่ากรึงไกร จนถึงหน่วยพิทักษ์ป่าเขาบันได รวมถึงพื้นที่ป่าดิบแล้งทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยน้ำขาวและหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยน้ำตื้น

2) **พื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลาง** ครอบคลุมพื้นที่ 2,200 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 78.32 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยจะครอบคลุมพื้นที่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งบริเวณนี้จะประกอบไปด้วยพืชพรรณหลายชนิดปะปนกัน ซึ่งได้แก่ ป่าดิบแล้งด้านตะวันตกของพื้นที่ ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังปะปนกันอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่

Copyright by Mahidol University

3) **พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำ** ครอบคลุมพื้นที่ 173 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.16 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยจะครอบคลุมพื้นที่ป่าดิบแล้งด้านตะวันออกของพื้นที่ศึกษาเป็นส่วนใหญ่ บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าไซเบอร์และหน่วยพิทักษ์ป่าเขาปันโส

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการจัดการพื้นที่

การกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าบริเวณพื้นที่ศึกษา ทำให้ทราบถึงระดับความเสี่ยงในบริเวณต่าง ๆ ของพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการวางแผน และกำหนดมาตรการป้องกัน แก้ไขปัญหาได้ตรงจุดยิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้แบบจำลองในการพยากรณ์การเกิดไฟป่ายังเป็นการช่วยประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าได้อีกทางหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการเกิดไฟป่า เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่สำคัญที่เป็นตัวกำหนดความชื้นของเชื้อเพลิง แต่เนื่องจากเป็นปัจจัยที่สามารถคาดคะเนช่วงเวลาของการเกิดได้ ทำให้สามารถกำหนดช่วงระยะเวลาในการควบคุมปริมาณเชื้อเพลิงในป่า เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ดังนี้

1) ควรมีการจัดการเชื้อเพลิง คือมีการควบคุมเชื้อเพลิงในด้านเกี่ยวกับปริมาณเชื้อเพลิงและการเรียงตัวของเชื้อเพลิง เพื่อป้องกันการติดไฟของเชื้อเพลิง ซึ่งกระทำโดยการกำจัดเศษไม้ ใบไม้ และไม้พื้นล่างที่สะสมบริเวณพื้นป่า เพื่อลดปริมาณของเชื้อเพลิง และความรุนแรงของไฟ ควรเริ่มทำก่อนฤดูไฟป่า ภายใต้สภาวะอากาศที่เหมาะสม โดยเฉพาะบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่า

2) ทำแนวกันไฟ เพื่อลดความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง และเพื่อความสะดวกในการตรวจดูพื้นที่ นอกจากนี้ควรมีการกำจัดเชื้อเพลิงที่สะสมในแนวกันไฟอย่างสม่ำเสมอ

3) ควรจัดให้มีการลาดตระเวนบ่อยครั้ง โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่า ซึ่งได้แก่ บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าห้วยน้ำขาวและห้วยน้ำตื้นทางตอนเหนือของพื้นที่ บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าองค์ทั่งและกรึงไกรทางตอนใต้ของพื้นที่

4) ควรเร่งให้มีการประชาสัมพันธ์อย่างเอาจริงเอาจังให้กับราษฎรในชุมชนเป้าหมายให้ตระหนักถึงโทษและผลเสียมหันต์ต่อราษฎรในพื้นที่เอง และต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศชาติที่ได้รับจากการเกิดไฟป่าทั้งทางตรงและทางอ้อม

5) ควรพิจารณาตั้งหน่วยพิทักษ์ป่าใกล้กับบริเวณที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูง

Copyright by Mahidol University

5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้ได้พบปัญหาบางประการ ซึ่งสามารถสรุปปัญหาและเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

1) ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้พิจารณาเฉพาะปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่า ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ยังมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าด้วยเช่นกัน เช่น ทิศทางและความเร็วลม เนื่องจากลมช่วยทำให้เชื้อเพลิงแห้งและลุกลามอย่างรวดเร็ว ซึ่งอัตราการลุกลามของไฟจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วลม ดังนั้น ในการศึกษาปัจจัยสภาพอากาศที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟจึงควรศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับลมด้วย รวมถึงปัจจัยด้านเชื้อเพลิงบางประการ เช่นปริมาณของเชื้อเพลิงและความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดไฟป่าด้วยเช่นกัน

2) ในด้านความละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา เนื่องจากมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งไม่สามารถรับข้อมูลที่มีจำนวนมากได้ ประกอบกับพื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่ ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดขนาดของฐานข้อมูลในแต่ละช่องกริดเท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร ซึ่งถือว่ามีขนาดใหญ่มาก ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความละเอียดน้อย ดังนั้น ข้อมูลในแต่ละช่องกริดที่นำมาใช้วิเคราะห์นั้นอาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรพิจารณาในเรื่องความละเอียดของข้อมูลด้วย

3) ในการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างของเชื้อเพลิงและดิน ควรกำหนดจุดเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ เพื่อให้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั่วพื้นที่ ซึ่งการเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างในพื้นที่เพียง 8 จุดเท่านั้น ทำให้จำนวนตัวอย่างและการกระจายตัวของข้อมูลน้อยเกินไป ดังนั้นหากมีการศึกษาครั้งต่อไป ควรที่จะทำการเก็บตัวอย่างแบบกระจายทั่วทั้งพื้นที่ที่ต่างกัน เพื่อให้แบบจำลองในการพยากรณ์การเกิดไฟป่าที่ได้สามารถนำไปใช้ทำนายการเกิดไฟป่า ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Copyright by Mahidol University

บรรณานุกรม

1. กรมป่าไม้. **รายงานผลการบินสำรวจข้อมูลไฟป่า.** ส่วนจัดการไฟป่าและภัยธรรมชาติ. สำนักป้องกันและปราบปราม., 2537.
2. กรมป่าไม้. **คู่มือการปฏิบัติงานการป้องกันไฟป่าในประเทศไทย.** ส่วนจัดการไฟป่าและภัยธรรมชาติ. สำนักป้องกันและปราบปราม., 2537.
3. A.A. Brown and K.P. David. **Forest Fire : Control and Use.** New York : Mc Graw - Hill., 1973.
4. ชนะชัย เลิศสุชาตวณิช. **ดัชนีไฟเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ป่าแต้งรัง กรณีศึกษา : อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล., 2538.
5. อภินันท์ ปลอดเปลี่ยว และคณะ. **แนวทางการควบคุมไฟป่าในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : ฝ่ายวิชาการและแผนงาน. สำนักงานช่วยเหลือผู้ประสบภัยธรรมชาติ. กรมป่าไม้., 2536.
6. สรณรัชย์ กาญจนะวณิชย์. นิตยสารสารคดี. 9(108). 110-128., 2537.
7. Chuvieco Emilio and Salas Javier. **" Mapping The Spatial Distribution of Forest Fire Danger Using GIS "**, Internationational Journal of Geographic Information Systems. Vol. 10 : No. 3., 1996.
8. Gronlund. Amy Goulstone, Xiang. Wei-Ning, Sox Joseph. **" GIS, Expert System Technologies Improve Forest Fire Management Technique. "** GIS World. Vol. 7 : No. 2., 1994.
9. ดร.สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ และรัศมีสุวรรณ วีระกำธร. **การศึกษาไฟป่าบริเวณห้วยขาแข้งด้วยภาพจากดาวเทียม.** จุลสารดาวเทียม ฉบับที่ 48 (1 เมษายน 2537). หน้า 1-10. กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
10. กรมป่าไม้. **รายงานความก้าวหน้าโครงการจัดทำแผนแม่บทการจัดการพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ระยะที่ 2.** กรุงเทพมหานคร., เอกสารอัดสำเนา. สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ. ส่วนทรัพยากรที่ดินและป่าไม้., (2539).

Copyright by Mahidol University

11. สันต์ เกตุปราณีต. **ไฟป่าและการควบคุม.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาวนวัฒนวิทยา. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์., 2530.

12. ศิริ อัคคะอัคร และสานิตย์ กิตติสิทโธ. **ลักษณะของเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่.** รายงานการวิจัย. สำนักงานช่วยเหลือผู้ประสบภัยธรรมชาติ (ส.ป.ช.) กรมป่าไม้.

13. ศิริ อัคคะอัคร. **การจัดระดับชั้นอันตรายจากไฟป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย** : รายงานการวิจัย. กรุงเทพฯ : ส่วนจัดการไฟป่าและภัยธรรมชาติ สำนักป้องกันและปราบปราม กรมป่าไม้., 2538.

14. สุรเด่น สัญญาอาจ. **ผลกระทบของไฟต่อพืชพรรณและดินในป่าเต็งรังสะแกราช นครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์). ภาควิชาวนวัฒนวิทยา. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์., 2532.

15. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. **โครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ (ลุ่มน้ำภาคตะวันออก ภาคตะวันตกและภาคกลาง).**, 2539.

16. ศุภรัตน์ สำราญ. **ความสัมพันธ์ของความชื้นในเชื้อเพลิงกับสภาพอากาศในท้องถิ่น : บริเวณป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร.** กรุงเทพฯ : รายงานการวิจัย. สำนักงาน ช่วยเหลือผู้ประสบภัยธรรมชาติ. กรมป่าไม้., 2535.

17. สมเกรียติ คำเวช. **พฤติกรรมของไฟในป่าเต็งรังห้วยขาแข้ง อุทัยธานี.** ปัญหาพิเศษ ปริญญาโท. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาศาสตร์., 2538.

18. ศิริ อัคคะอัคร. **ลักษณะของเชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.** รายงานการวิจัย. ส่วนจัดการไฟป่าและภัยธรรมชาติ. สำนักงานป้องกันและปราบปราม. กรมป่าไม้., 2539.

19. Rey S.Ofren and Edward Harvey. **An Ecological and Spatial Assessment of the Dry Tropical Forest of Thailand.** Geography Department. University of Auckland. New Zealand.

20. ศิริ อัคคะอัคร. **พฤติกรรมของไฟป่าในทุ่งหญ้า จังหวัดสระบุรี.** รายงานการวิจัยลำดับที่2 สถานีควบคุมไฟป่าภาคกลางที่2 ฝ่ายควบคุมไฟป่า กองจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้., 2534

21. สันต์ เกตุปราณีต และคณะ. **ไฟป่าและผลกระทบต่อระบบป่าไม้ในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาวนวัฒนวิทยา. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์., 2534.

22. ศุภรัตน์ สำราญ. **รายงานสัมมนาวิชาการไฟป่ากับการมีส่วนร่วมของชุมชน.** เศรษฐกิจการป้องกันไฟป่า. ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก. มหาวิทยาลัย

Copyright by Mahidol University

เกษตรศาสตร์. ม.ป.พ., 2541.

23. กรมป่าไม้. **ไฟป่ากับเอลนีโญ ผลกระทบที่ไม่อาจเลี่ยง.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร์แห่งประเทศไทย., 2541.

24. มาโนช ดิษฐวิศาล. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการหาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่เกิดจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ. บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย., 2538.

25. Environmental System Research Institute, Inc. **6.0 Arc/Info Data Model, Concepts, & Key Terms.** California., 1991.

26. สุระ พัฒนเกียรติ. **หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ., มปป.

27. กรมป่าไม้. **รวมเอกสารวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ.** เล่มที่ 6 (ตุลาคม 2541) หน้า 2-5. ส่วนวิจัยสัตว์ป่า. สำนักวิชาการป่าไม้., 2536-2541.

28. กรมอุตุนิยมวิทยา. **ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ปี พ.ศ.2537.**

29. จรัญธร บุญญานุภาพ. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวนศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์., 2541.

30. สุวลีย์ ตัณฑวิวัฒน์. **การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อประเมินหาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษสารหนูเรื้อรัง กรณีศึกษา อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล., 2539.

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาว กรกนก วชิโรภาสนันท์
วัน เดือน ปีเกิด	16 กุมภาพันธ์ 2513
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ. 2531-2534 ศิลปศาสตรบัณฑิต(ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2537-2542 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	พ.ศ. 2535- ปัจจุบัน แผนกสำรวจ ฝ่ายสำรวจ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตำแหน่ง : นักคอมพิวเตอร์ ระดับ 5

Copyright by Mahidol University