



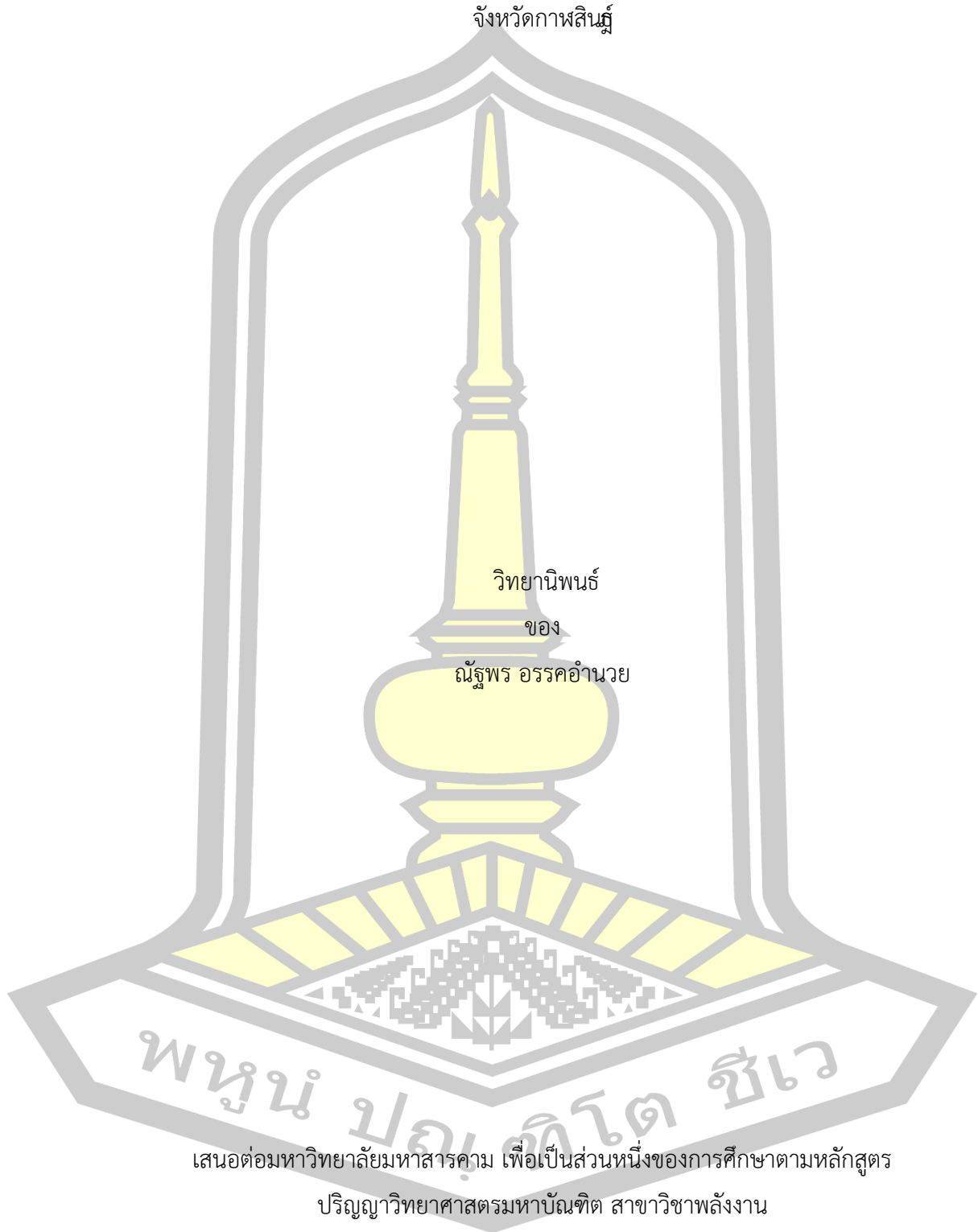
การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซทเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์
จังหวัดกาฬสินธุ์

วิทยานิพนธ์
ของ
ณัฐพร อรรคอำนวย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลังงาน
กันยายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซทเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์
จังหวัดกาฬสินธุ์



พูน ปลูกโต ชีเว

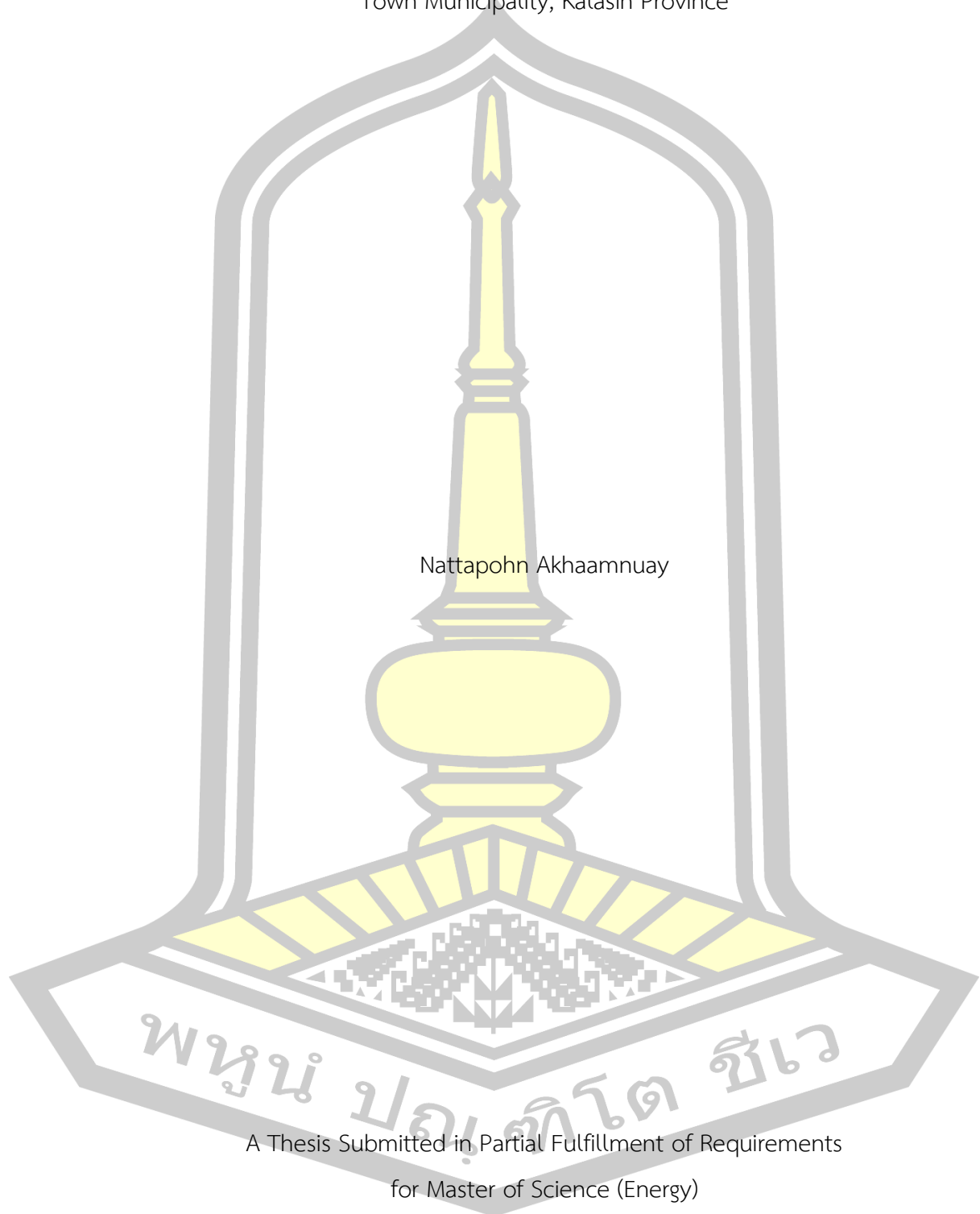
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลังงาน

กันยายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Application of Landsat Data for Monitoring Land Surface Temperature in Kalasin
Town Municipality, Kalasin Province



Nattapohn Akhaamnuay

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Energy)

September 2023

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวณัฐพร อรรค
อำนาจ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพลังงาน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. ไพศาล จิ์ฟู)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ชีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผศ. ดร. อนุสรณ์ แสงประจักษ์)

กรรมการ

(รศ. ดร. สุภกร หาญสูงเนิน)

กรรมการ

(รศ. ดร. พัฒนพล มีนา)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลังงาน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พูน บัณฑิต ชีวะ

ชื่อเรื่อง	การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซทเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์		
ผู้วิจัย	ณัฐพร อรรถอำนวย		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อธิวัฒน์ เหล่าสุวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุสรณ์ แสงประจักษ์		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	พลังงาน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 ระบบ OLI แบนด์ 1-7 ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2562 ได้ถูกนำมาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน 4 ประเภท พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่น้ำ โดยผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลแบบควบคุมและความน่าจะเป็นมากที่สุด พบว่าเทศบาลกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 25.156 ตารางกิโลเมตร ปรากฏพื้นที่เกษตรกรรม มีขนาดพื้นที่ 0.999 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 3.97% พื้นที่ป่าไม้ มีขนาดพื้นที่ 1.499 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 5.96% พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 22.258 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 88.48% และพื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 0.400 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 1.59% นำข้อมูลระบบ OLI แบนด์ที่ 4-5 พร้อมกับข้อมูลระบบ TIRS แบนด์ที่ 10-11 มาหาค่าดัชนีพืชพรรณค่า Fractional vegetation cover (FVC) ค่า Land surface emissivity (LSE) และค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ แล้วนำเข้าสู่หลักการคำนวณของ split-window เพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 37.55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 22.67 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30.11 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ดาวเทียมตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 37.55 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่กรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 38.50 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 2.46%

คำสำคัญ : ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ, ดาวเทียมแลนด์แซท 8

TITLE Application of Landsat Data for Monitoring Land Surface Temperature in Kalasin Town Municipality, Kalasin Province

AUTHOR Nattapohn Akhaamnuay

ADVISORS Associate Professor Teerawong Laosuwan , Ph.D.
Assistant Professor Anusorn Sangprajak , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Energy

UNIVERSITY Mahasarakham **YEAR** 2023
University

ABSTRACT

LANDSAT 8 Satellite data in OLI systems band 1-7 on December 3, 2019 have been classified into 4 types of land use: agricultural area, forest area, urban area and water resources area in supervised classification and maximum likelihood from Kalasin municipality with a total area of 25.156 square kilometers. The results show that agricultural area is 0.999 square kilometers or 3.97%, forest area is 1.499 square kilometers or 5.96%, urban area is 22.258 square kilometers or 88.48%, and water resources area is 0.400 square kilometers or 1.59%. Data of the OLI system band 4-5 and data of TIRS system band 10-11 were calculated into fractional vegetation cover (FVC), land surface emissivity (LSE) and brightness temperature (TB) by split-window algorithm. It is found that the highest temperature at 37.55 degrees Celsius, the lowest temperature at 22.67 degrees Celsius and the average temperature at 30.11 degrees Celsius. The relationship between the average surface temperature measured by satellites was analyzed as 37.55 degrees Celsius and the average surface that was measured by the Meteorological Department was 38.50 degrees Celsius. In addition, the calculation of measurement error, it is found that 2.46%.

Keyword : Normalized Difference, Vegetation Index. LANDSAT 8

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รศ.ดร. ชีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ผศ.ดร. อนุสรณ์ แสงประจักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ความรู้ คำแนะนำตลอดช่วงเวลาในการศึกษาในมหาวิทยาลัย แห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่คอยให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนให้ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดามารดา อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

ณัฐพร อรรคอำนวย

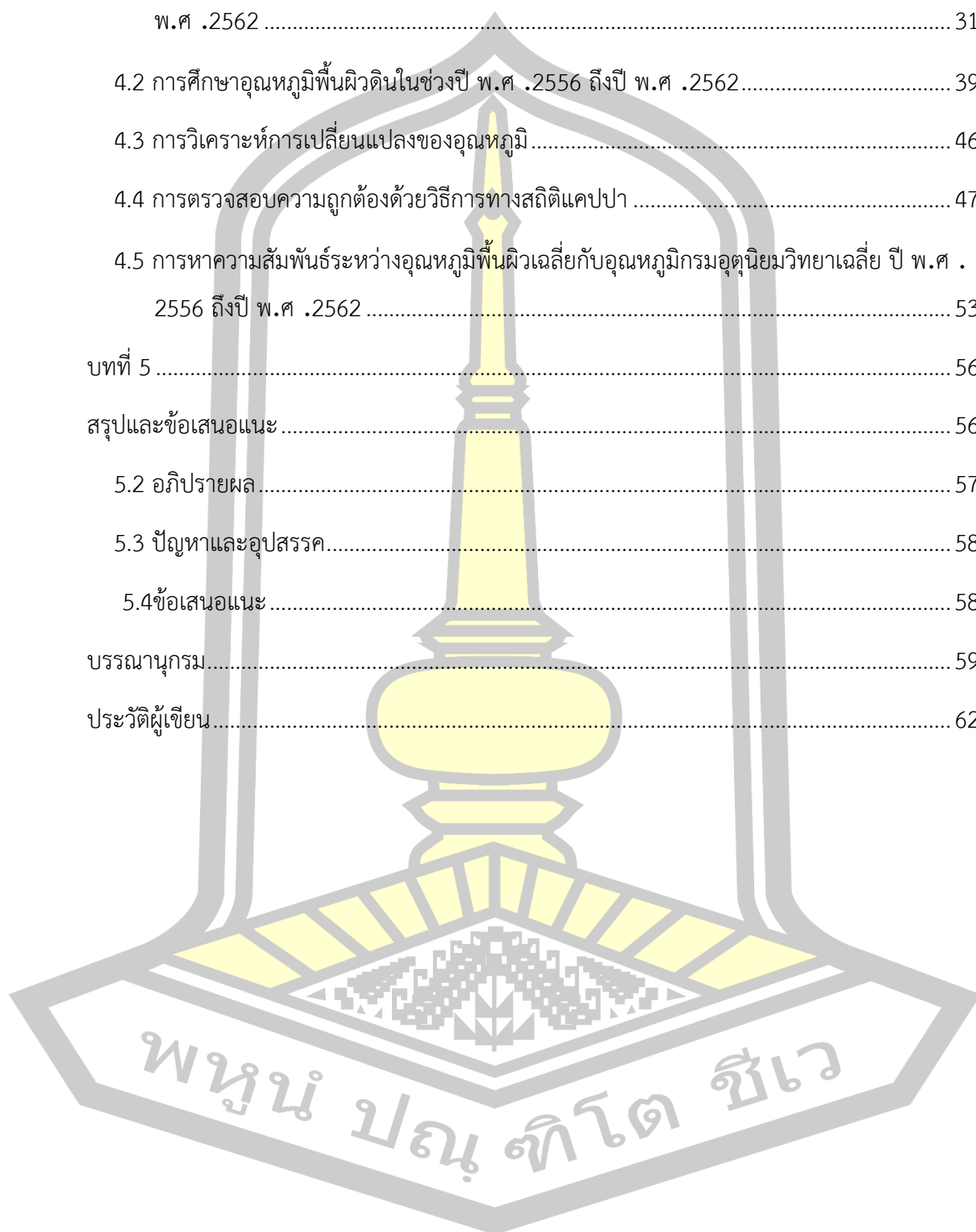


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1	1
บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2	4
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ลักษณะโดยทั่วไปของจังหวัดกาฬสินธุ์.....	4
2.1.1 ลักษณะทางกายภาพ	4
2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ.....	4
2.1.3 สภาพทางภูมิอากาศ.....	5
2.1.4 สภาพทางเศรษฐกิจ.....	5
2.2 การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing).....	5

2.2.1 องค์ประกอบและกระบวนการของการรับรู้จากระยะไกล	6
2.2.2 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับสิ่งปกคลุมผิวโลก	7
2.3 อุณหภูมิพื้นผิว	10
2.4 สมการที่ใช้ในการหาค่าดัชนี.....	10
2.4.1 ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบมาตรฐาน (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI).....	10
2.4.2 การประมาณค่าสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมดิน)Fractional Vegetation Cover : FVC)	11
2.4.3การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว)land surface emissivity :LSE)	11
2.4.5 การประมาณค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น)TOA spectral radiance).....	12
2.4.7 การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature: LST).....	13
2.5 ดาวเทียม Landsat 8 OLI และ Thermal Infrared Sensor (TIRS)	13
2.6 การจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม (Image Classification).....	14
2.7 วิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
บทที่ 3	17
วิธีการดำเนินงานการศึกษา	17
3.1การรวบรวมข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8	18
3.1.1 ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8.....	18
3.1.2 การดาวน์โหลดข้อมูลจากดาวเทียม	18
3.1.3ขั้นตอนการดาวน์โหลดข้อมูลจากดาวเทียม	18
3.3การตัดภาพข้อมูล	27
3.4การหาพื้นที่จากโปรแกรม ArcGIS 10.5	28
บทที่ 4	31
ผลการดำเนินงาน	31

4.1 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์พ.ศ .2556 ถึงปี พ.ศ .2562	31
4.2 การศึกษาอนุภูมิภาคพื้นผิวดินในช่วงปี พ.ศ .2556 ถึงปี พ.ศ .2562.....	39
4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอนุภูมิภาค.....	46
4.4 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแคปปา	47
4.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างอนุภูมิภาคพื้นผิวเฉลี่ยกับอนุภูมิภาคอนุภูมิภาคอนุภูมิภาคปี พ.ศ . 2556 ถึงปี พ.ศ .2562	53
บทที่ 5	56
สรุปและข้อเสนอแนะ	56
5.2 อภิปรายผล.....	57
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	58
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	59
ประวัติผู้เขียน.....	62

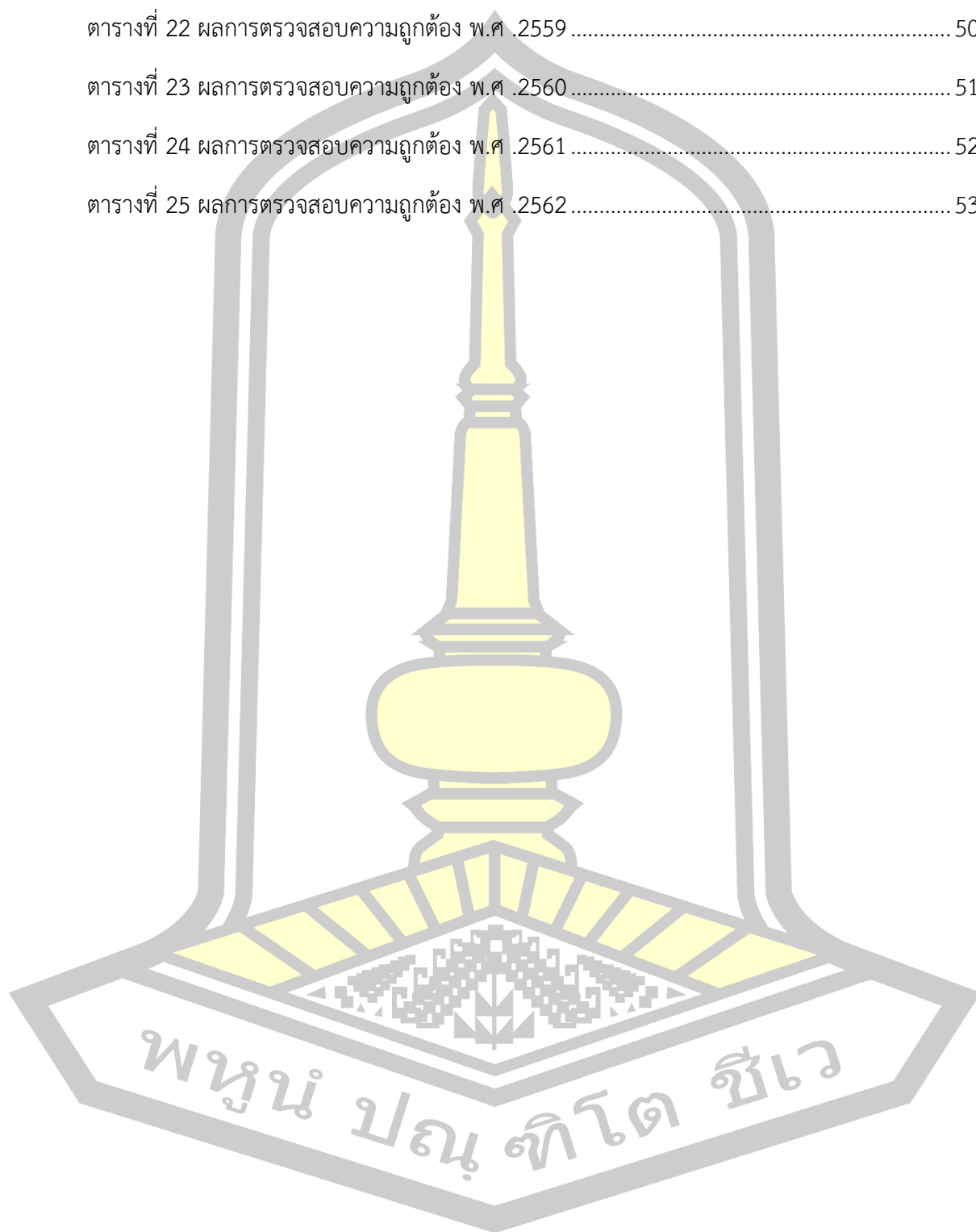


สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าการเปล่งรังสี (emissivity) ของ ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนแบนด์ 10 และ 11 ...	11
ตารางที่ 2 ค่าคงที่ metadata สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT8 แบนด์ 10 - 11 (ช่วงคลื่นอินฟราเรด ความร้อน(.....	12
ตารางที่ 3 ค่าคงที่สำหรับสูตรการคำนวณอุณหภูมิพื้นผิวหลักการ split-window	13
ตารางที่ 4 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 และ Thermal Infrared Sensor (TIRS)....	14
ตารางที่ 5 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ .2556	32
ตารางที่ 6 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ .2557	33
ตารางที่ 7 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ พ.ศ .2558	34
ตารางที่ 8 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ .2559	35
ตารางที่ 9 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ2560	36
ตารางที่ 10 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ .2561	37
ตารางที่ 11 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ .2562	38
ตารางที่ 12 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2556	39
ตารางที่ 13 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2557	40
ตารางที่ 14 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2558	41
ตารางที่ 15 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2559	42
ตารางที่ 16 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2560	43
ตารางที่ 17 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2561	44
ตารางที่ 18 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2562	45
ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ .2556	47
ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ .2557	48

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ .2558	49
ตารางที่ 22 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ .2559	50
ตารางที่ 23 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ .2560	51
ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ .2561	52
ตารางที่ 25 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ .2562	53



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบที่ 1 องค์ประกอบของการรับรู้จากระยะไกล	6
ภาพประกอบที่ 2 การรับรู้จากระยะไกลแบบ passive remote sensing และ active remote sensing	7
ภาพประกอบที่ 3 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับผิวโลก.....	8
ภาพประกอบที่ 4 Spectral signature.....	9
ภาพประกอบที่ 5 ลักษณะพื้นผิวหน้าของวัตถุที่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงาน.....	9
ภาพประกอบที่ 6 แผนการดำเนินงาน	17
ภาพประกอบที่ 7 ภาพแสดงหน้าเว็บไซต์ Earth Explorer	18
ภาพประกอบที่ 8 ใส่ข้อมูลของพื้นที่.....	19
ภาพประกอบที่ 9 เลือกข้อมูลที่เราต้องการดาวน์โหลด	19
ภาพประกอบที่ 10 เช็พื้นที่อยู่ในที่เราต้องการ	20
ภาพประกอบที่ 11 ดาวเทียมโหลดไฟล์แผนที่.....	20
ภาพประกอบที่ 12 แสดงตัวอย่างไฟล์ดาวเทียมโหลดที่ได้รับ	21
ภาพประกอบที่ 13 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา	21
ภาพประกอบที่ 14 แสดงวิธีการเลือกภาพ	22
ภาพประกอบที่ 15 ขั้นตอนการทำ Radiometric Calibration	22
ภาพประกอบที่ 16 ขั้นตอนการทำ Dark Subtraction.....	23
ภาพประกอบที่ 17 ขั้นตอนการทำ TOA.....	23
ภาพประกอบที่ 18 ขั้นตอนการทำ NDVI.....	24
ภาพประกอบที่ 19 ขั้นตอนการหาค่า Max, Min, Mean.....	24
ภาพประกอบที่ 20 ขั้นตอนการทำ LST	25

ภาพประกอบที่ 21	ขั้นตอนการเปลี่ยนZone 48N เป็น Zone 47N.....	25
ภาพประกอบที่ 22	ขั้นตอนการจำแนกสี.....	26
ภาพประกอบที่ 23	ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่.....	26
ภาพประกอบที่ 24	ขั้นตอนการทำ Vector to ROI.....	27
ภาพประกอบที่ 25	ขั้นตอนการตัดแผนที่เทศบาลกาฬสินธุ์.....	27
ภาพประกอบที่ 26	ภาพแผนที่เทศบาลกาฬสินธุ์.....	28
ภาพประกอบที่ 27	แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา.....	28
ภาพประกอบที่ 28	การเปิดใช้งานจากโปรแกรม ENVI.....	29
ภาพประกอบที่ 29	การแสดงชื่อของแต่ละพื้นที่.....	29
ภาพประกอบที่ 30	ขั้นตอนการทำ Dissolve หรือการรวมข้อมูลชุดเดียวกัน.....	30
ภาพประกอบที่ 31	การจำแนกพื้นที่โดยการใส่สี.....	30
ภาพประกอบที่ 32	แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2556.....	32
ภาพประกอบที่ 33	แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2557.....	33
ภาพประกอบที่ 34	แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2558.....	34
ภาพประกอบที่ 35	แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2559.....	35
ภาพประกอบที่ 36	แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ปี 2560.....	36
ภาพประกอบที่ 37	แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ปี 2561.....	37
ภาพประกอบที่ 38	แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2562.....	38
ภาพประกอบที่ 39	แสดงอนุกรมพื้นที่ผิวของปี 2556.....	39
ภาพประกอบที่ 40	แสดงอนุกรมพื้นที่ผิวของปี 2557.....	40
ภาพประกอบที่ 41	แสดงอนุกรมพื้นที่ผิวของปี 2558.....	41
ภาพประกอบที่ 42	แสดงอนุกรมพื้นที่ผิวของปี 2559.....	42
ภาพประกอบที่ 43	แสดงอนุกรมพื้นที่ผิวของปี 2560.....	43
ภาพประกอบที่ 44	แสดงอนุกรมพื้นที่ผิวของปี 2561.....	44

ภาพประกอบที่ 45 แสดงอนุภูมิภาคพื้นผิวของปี 2562	45
ภาพประกอบที่ 46 ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และอนุภูมิภาค	46
ภาพประกอบที่ 47 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอนุภูมิภาคพื้นผิวเฉลี่ยกับอนุภูมิภาค อุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย	54
ภาพประกอบที่ 48 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอนุภูมิภาคพื้นผิวเฉลี่ยกับอนุภูมิภาคอุตุนิยมวิทยา เฉลี่ย	55



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีสภาพภูมิอากาศที่การเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกหรือภาวะโลกร้อน (Global Warming) แม้ว่าอุณหภูมิจะสูงขึ้นไม่กี่ปีกว่าแต่ก็ทำให้ภัยพิบัติต่าง ๆ มีความรุนแรงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภัยแล้ง ไฟป่า อุทกภัยและวาตภัย ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาจะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากเกษตรกรรมสู่ชุมชนเมืองอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง การเพิ่มขึ้นของชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของพื้นที่เพิ่มขึ้น และมีส่วนทำให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (urban heat island) ยิ่งมีการขยายตัวของชุมชนและอุตสาหกรรมมากขึ้นเท่าไร ก็ยิ่งทำให้อุณหภูมิและปรากฏการณ์เกาะความร้อนขยายวงกว้างมากขึ้น ถึงแม้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นที่ประจักษ์ในระดับโลก แต่ก็ไม่สามารถลดความต้องการของมนุษย์ได้ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2556) อุณหภูมิพื้นผิวดินเป็นอุณหภูมิในรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาติดตามอุณหภูมิ โดยการตรวจวัดความร้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่อาศัยการแผ่รังสีความร้อนของสิ่งปกคลุมดินหรือพื้นผิวของโลกและสามารถบอกถึงอุณหภูมิในแต่ละสิ่งปกคลุมดินได้อย่างละเอียดและมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศหรือที่รู้จักกัน ได้แก่ การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) นั้นสามารถนำมาประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินจากข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-8 และยังสามารถพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติสำหรับโปรแกรม ArcGIS for Desktop ในการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดิน จากข้อมูลดาวเทียมรวมถึงการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองได้อีกด้วย ในปัจจุบันเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ สามารถนำมาประยุกต์ในการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดิน (Land Surface Temperature) จากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบอินฟราเรดความร้อนและติดตามอุณหภูมิของพื้นที่ในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ได้ ซึ่งปัจจุบันในงานวิชาการได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องอุณหภูมิพื้นผิวเป็นจำนวนมาก และให้ความสนใจในการพัฒนาหลักการวัดอุณหภูมิพื้นผิวจากอวกาศ จะเห็นได้จากการพัฒนาสมการเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิว เช่น radiative transfer equation-based method, split window algorithm, single channel algorithm (Yu, X et al., 2014)

โดยที่บางสมการจะใช้การคำนวณด้วยช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนเพียง 1 แบนด์ แต่เนื่องด้วยปัจจุบันข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-8 มีช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน จำนวน 2 แบนด์ ได้แก่ แบนด์ 10 และแบนด์ 11 ดังนั้นจึงเลือกใช้หลักการ split-window เนื่องจากมีการนำ 2 แบนด์ มาคำนวณร่วมกันในสมการเพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Rajeshwari, A. and Mani, N.D.,

2014) และมุ่งเน้นไปที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อหาพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน หาค่าอุณหภูมิพื้นผิว พร้อมกับศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินกับข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลในช่วง ความยาวคลื่นต่างๆได้แก่ ช่วงคลื่น Coastal aerosol (0.43-0.45 ไมโครเมตร) ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (0.45-0.51 ไมโครเมตร) ช่วงคลื่นสีเขียว (0.53-0.59 ไมโครเมตร) ช่วงคลื่นสีแดง (0.64-0.67 ไมโครเมตร) อินฟราเรดใกล้ (0.85-0.88 ไมโครเมตร) จำนวน 1 ช่วงคลื่น และอินฟราเรดคลื่นสั้น (1.57-1.65 และ 2.11-2.29 ไมโครเมตร) จำนวน 2 ช่วงคลื่น ความละเอียดของจุดภาพ 30 เมตร ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal IR) จำนวน 2 ช่วงคลื่น ความละเอียด 100 เมตร และภาพขาวดำ (Panchromatic) ความละเอียด 15 เมตร ทั้งนี้ดาวเทียมแลนดแซท 8 ยังมีระบบการเก็บข้อมูล ขนาด 16 บิต โคจรกลับมาถ่ายภาพซ้ำตำแหน่งเดิมทุกๆ 16 วัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-8
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดกาฬสินธุ์ ปี 2556 - 2562
2. ได้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาในพื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ด้วยข้อมูลจากดาวเทียมแลนดแซท 8

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การประมาณค่า (Estimation) หมายถึง การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินด้วยการขจัดปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน เพื่อให้ได้ค่าอุณหภูมิที่มีความใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด
2. อุณหภูมิพื้นผิวดิน (Land Surface Temperature) หมายถึง ความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีของวัตถุนบนพื้นผิวโลกที่ตรวจจับได้ในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนจากข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-8
3. สภาพเปล่งรังสี (Emissivity) หมายถึง อัตราส่วนของพลังงานทั้งหมดที่แผ่รังสีของวัตถุจริงใดๆหาด้วยพลังงานทั้งหมดที่แผ่รังสีของวัตถุดำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

4. ปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง (Urban Heat Island) หมายถึง ปรากฏการณ์ที่สภาพอากาศในบริเวณเขตเมืองจะมีแนวโน้มของอุณหภูมิที่สูงกว่าบริเวณชนบทข้างเคียง

5. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) หมายถึงระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการจัดเก็บ (Storage) จัดการ (Management) วิเคราะห์(Analysis) และแสดงผล (Display) ข้อมูลภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่

6. การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) หมายถึง วิทยาศาสตร์หรือศิลปะของการได้มาซึ่งวัตถุพื้นทีหรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะโดยทั่วไปของจังหวัดกาฬสินธุ์

2.1.1 ลักษณะทางกายภาพ

จังหวัดกาฬสินธุ์ตั้งอยู่ตอนกลางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่จังหวัดรวมทั้งสิ้น 6946.746 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,341,716 ไร่ จังหวัดกาฬสินธุ์ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด (เส้นรุ้ง) ที่ 16-17 องศาเหนือและลองจิจูด (เส้นแวง) ที่ 103-105 องศาตะวันออก ห่างจากกรุงเทพมหานคร โดยทางรถยนต์ประมาณ 419 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดสกลนครและจังหวัดอุดรธานีโดยมีลำน้ำปาวและห้วยลำพันชาด
- ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดร้อยเอ็ดและจังหวัดมหาสารคาม
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับจังหวัดสกลนครและจังหวัดมุกดาหาร
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดมหาสารคาม และบางส่วนติดต่อกับจังหวัดขอนแก่น

2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดกาฬสินธุ์มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงจนถึงที่ราบลุ่มแม่น้ำโขง ดังนี้

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะดังนี้

1. พื้นที่ที่เป็นภูเขา ได้แก่ เทือกเขาภูพานซึ่งมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 200-500 เมตร อยู่ทางทิศตะวันออกและทิศเหนือของจังหวัดในพื้นที่ของอำเภอสมเด็จ อำเภอเขาวง อำเภอภูผินรายณ์ อำเภอห้วยผึ้ง บริเวณนี้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญได้แก่ลำน้ำปาว ลำน้ำพาน
2. สภาพที่เป็นหุบเขา อยู่ในเขตอำเภอเขาวง มีลักษณะเป็นที่ราบระหว่างหุบเขาสภาพเป็นลูกคลื่น สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 175-250 เมตร มีลักษณะเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้น อยู่ในเขตอำเภอท่าคันโท อำเภอสหัสขันธ์ บริเวณทิศเหนือของอำเภอขามเฒ่า ทิศใต้ของอำเภอสมเด็จและบางส่วนของอำเภอห้วยผึ้ง
3. สภาพเป็นลูกคลื่นสูงจากระดับน้ำปานกลาง 175-250 เมตร มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนตื้น อยู่ในเขตอำเภอท่าคันโท อำเภอสหัสขันธ์ บริเวณทิศเหนือของอำเภอขามเฒ่า ทิศใต้ของอำเภอสมเด็จและบางส่วนของอำเภอห้วยผึ้ง
4. สภาพค่อนข้างราบ มีระดับน้ำทะเลปานกลาง 150-170 เมตร อยู่ในบริเวณอำเภอเมืองขามเฒ่าบางส่วนของทิศใต้ของอำเภอสหัสขันธ์ ทางทิศตะวันออกของอำเภอสมเด็จและอำเภอห้วยผึ้ง

5 สภาพพื้นที่ราบลุ่มริมฝั่งน้ำ เป็นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำชี ลำน้ำป่าว ลำน้ำพาน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 140-150 เมตร อยู่ในอำเภอกมลาไสย บางส่วนของอำเภอเมืองและอำเภอยางตลาด

2.1.3 สภาพทางภูมิอากาศ

ภูมิอากาศโดยทั่วไปของจังหวัดกาฬสินธุ์ จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับจังหวัดอื่น ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ มีอากาศร้อนและค่อนข้างหนาวในฤดูหนาว ส่วนฤดูฝนจะมีฝนตกชุก ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จังหวัดกาฬสินธุ์มีฝนตกเฉลี่ย 1398.4 มิลลิเมตร/ปี อุณหภูมิสูงสุด 41.5 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุด 12.7 องศาเซลเซียส (ที่มา : สถานีอุตุนิยมวิทยา กาฬสินธุ์ ข้อมูลเฉลี่ยรอบ 17 ปี)

2.1.4 สภาพทางเศรษฐกิจ

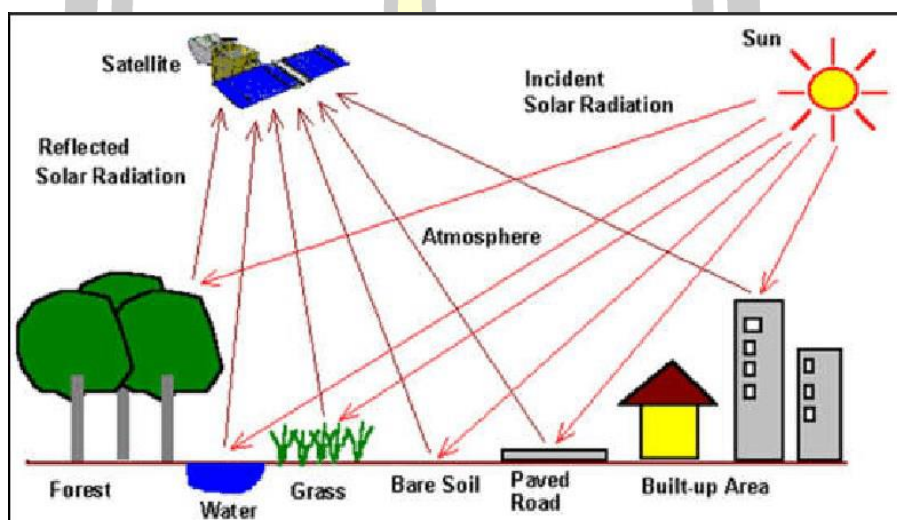
โดยทั่วไปและผลิตภัณฑ์มวลรวม สภาพทางเศรษฐกิจของจังหวัดกาฬสินธุ์ ใน ปี 2554 พบว่าประชากร ของจังหวัดมีรายได้เฉลี่ยต่อคน 42,775 บาทต่อปี รายได้ส่วนใหญ่มาจากภาคการ การล่าสัตว์และป่าไม้ ร้อยละ 23.37 คิดเป็นมูลค่า 10,117 ล้านบาท รองลงมาเป็นภาคอุตสาหกรรม ร้อยละ 119.48 คิดเป็นมูลค่า 8,432 ล้านบาท และภาคการศึกษาร้อยละ 17.07 คิดเป็นมูลค่า 7,391 ล้านบาท สำหรับสาขาค้าปลีกค้าส่งอยู่ลำดับที่ 4 ร้อยละ 9.12 คิดเป็นมูลค่า 3,949 ล้านบาท

2.2 การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing)

รีโมทเซนซิง เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ ทางด้านมนุษยศาสตร์ และ สังคมศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากรีโมทเซนซิงนั้นสามารถนำมาใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ได้ สำหรับการได้มาของข้อมูลจากรีโมทเซนซิงหลากหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งในปัจจุบันวิวัฒนาการในการสำรวจพื้น โลกได้ก้าวหน้าไปมาก มีการพัฒนาเพื่อใช้ดาวเทียมสำรวจพื้นโลกซึ่งครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างและ ให้รายละเอียดในระดับสูง อีกทั้งประสิทธิภาพในการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นที่สายตามนุษย์มองไม่เห็น (ใช้ พัลส์ธรรมดาบันทึกข้อมูลไม่ได้) เช่น ช่วงคลื่นอินฟราเรดอินฟราเรดใกล้ (near infrared) อินฟราเรดความร้อน (thermal infrared) และไมโครเวฟ (microwave) เป็นต้น จึงทำให้ได้ข้อมูลที่ยังไม่เคยทราบมาก่อนและมี ประโยชน์ในการนำมาใช้วางแผนและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และทันต่อเหตุการณ์มาก ยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ ข้อมูล จากดาวเทียมจึงถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ และ ทางด้านมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ สุระ, (2554) ให้ความหมายว่า “การรับรู้จากระยะไกลเป็นการสำรวจและตรวจสอบคุณลักษณะ ของวัตถุและสิ่งต่าง ๆ โดยได้ในการสัมผัสวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น โดยตรง หรืออาจกล่าวว่าการรับรู้จากระยะไกลเป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่ง

ข้อมูลเกี่ยวกับ วัตถุพื้นทีหรือปรากฏการณ์ จากเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัส วัตถุเป้าหมายทั้งนี้ อาศัยคุณสมบัติของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ คลื่นรังสี รูปทรง สันฐานของวัตถุนบน พื้นผิวโลก และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา”

2.2.1 องค์ประกอบและกระบวนการของการรับรู้จากระยะไกล

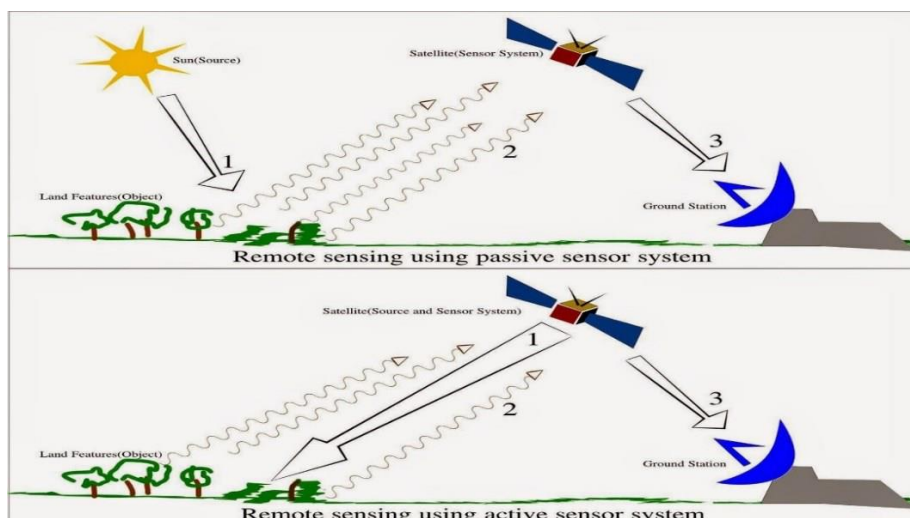


ภาพประกอบที่ 1 องค์ประกอบของการรับรู้จากระยะไกล

องค์ประกอบที่สำคัญของการรับรู้จากระยะไกล (ภาพประกอบที่ 1) ได้แก่

- 1) แหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น ดวงอาทิตย์
- 2) วัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกเช่น ป่าไม้ น้ำ ถนนลาดยางและสิ่งปลูก สร้าง เป็นต้น
- 3) เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลที่ถูกติดตั้งไว้บนดาวเทียมทั้งนี้การรับรู้จากระยะไกลที่ใช้พลังงานจากธรรมชาติเรียกว่า “passive remote sensing” (ภาพประกอบที่ 2)

พหุ ประถมศึกษา



ภาพประกอบที่ 2 การรับรู้จากระยะไกลแบบ passive remote sensing และ active remote sensing

ตามหลักทางฟิสิกส์ที่ว่าที่อุณหภูมิสูงกว่า 0 เคลวิน (K) หรือ (-273 องศาเซลเซียส) ทั้งนี้ สสารสามารถเปล่งรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนเครื่องบันทึกข้อมูลที่มีแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้นและส่งไปยังวัตถุเป้าหมาย เช่น ระบบเรดาร์เรียกว่า “active remote sensing” ในระบบนี้ดาวเทียมหรือเครื่องบันทึกภาพจะต้องส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปกระทบกับวัตถุแล้ววัดค่าที่สะท้อนมา ดังนั้นระบบนี้ดาวเทียมจะต้องมีแหล่งผลิตพลังงานที่มากกว่าในระบบแรก

2.2.2 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับสิ่งปกคลุมผิวโลก

เราสามารถจำแนกวัตถุต่าง ๆ ออกจากกันได้เนื่องจากความแตกต่างกันของลักษณะ ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับสิ่งปกคลุมผิวโลกได้ 3 ลักษณะ คือ การสะท้อนพลังงาน การ ดูดซับพลังงาน และการส่งพลังงานอันเป็นปรากฏการณ์สำคัญในการรับรู้จากระยะไกลของวัตถุบน พื้นผิวโลกทั้งนี้สามารถเขียนเป็นสมการความสมดุลพลังงาน (energy balance equation) ได้ดังสมการที่ 2.1

$$E_I(\lambda) = E_R(\lambda) - E_A(\lambda) + E_T(\lambda) \quad (2.1)$$

โดยที่ $E_I(\lambda)$ คือ พลังงานตกกระทบที่ความยาวคลื่น λ

$E_R(\lambda)$ คือ พลังงานสะท้อนที่ความยาวคลื่น λ

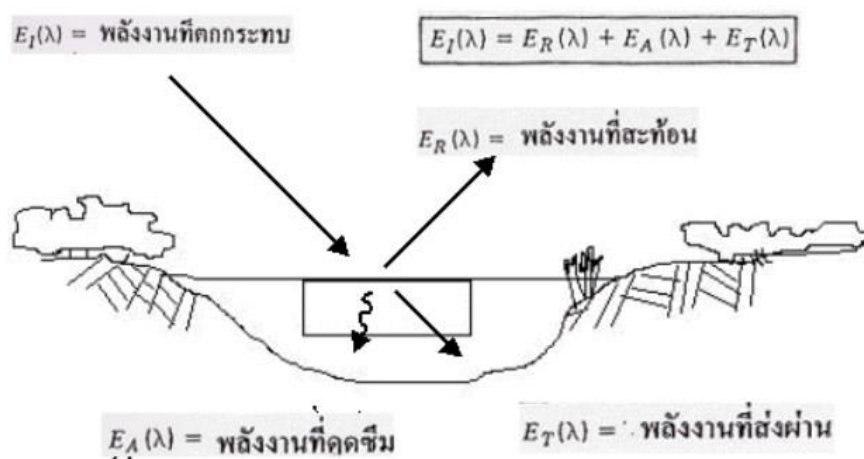
$E_A(\lambda)$ คือ พลังงานดูดกลืนที่ความยาวคลื่น λ

$E_T(\lambda)$ คือ พลังงานส่งผ่านที่ความยาวคลื่น λ

สัดส่วนของการดูดกลืนการส่งผ่านการสะท้อน พลังงานแตกต่างกันตามชนิดของสสารทำให้สามารถแยกชนิดของวัตถุในภาพถ่ายได้นอกจากนี้วัตถุเดียวกันสัดส่วนของการเกิดปฏิสัมพันธ์ทั้ง สามนี้แตกต่างกันตามความยาวของช่วงคลื่นที่ตกกระทบอีกด้วยวัตถุสองชนิดนี้อาจไม่แตกต่างกัน ในช่วงคลื่นหนึ่งแต่สามารถแยกจากกันได้ในช่วงคลื่นหนึ่ง ในช่วงคลื่นสายตามองเห็นความแตกต่างกัน ทางด้านเชิงคลื่นรังสีของวัตถุจะแสดงให้เห็นรูปแบบของสีต่าง ๆ เช่น การที่เรามองเห็นวัตถุเป็นสี เขียวเนื่องจากวัตถุสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีเขียวมากเนื่องจากระบบบันทึกพลังงานส่วนใหญ่ บันทึกพลังงานสะท้อน ดังนั้นการศึกษาเพื่อแยกชนิดของวัตถุจึงเป็นการศึกษาการสะท้อนพลังงาน ของวัตถุทั้งนี้สามารถเขียนเป็น สมการได้ดังสมการที่ 2.2 และแสดงได้ดัง (ภาพประกอบ ที่ 2.3)

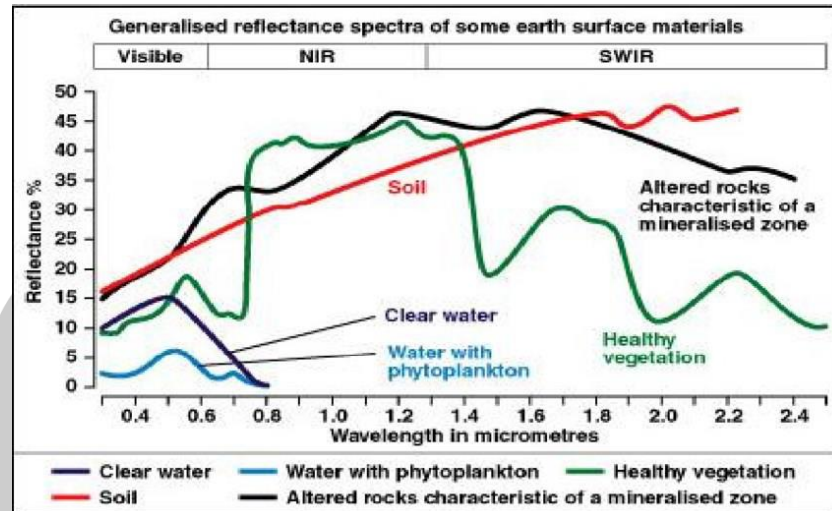
$$E_A(\lambda) = E_I(\lambda) + [E_R(\lambda) + E_T(\lambda)] \quad (2.2)$$

พลังงานสะท้อนมีค่าเท่ากับพลังงานตกกระทบวัตถุลบด้วยผลรวมของพลังงานดูดกลืนกับ พลังงานส่งผ่าน

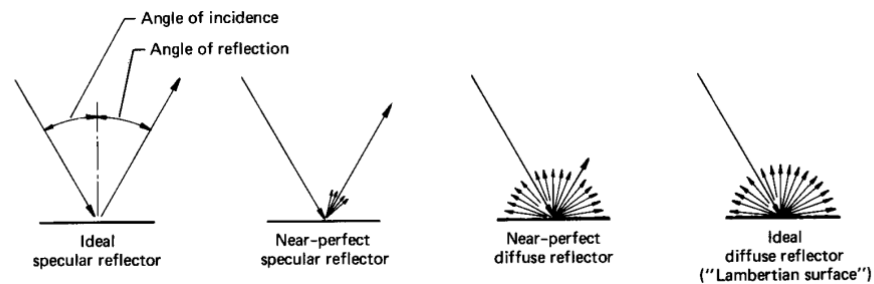


ภาพประกอบที่ 3 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับผิวโลก

ลักษณะพื้นผิวหน้าของวัตถุเป็นสิ่งสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงาน (ภาพประกอบที่ 4) วัตถุที่มีพื้นหน้าเรียบมุมสะท้อนพลังงานจะเท่ากับมุมตกกระทบเป็นลักษณะการสะท้อนแสงตรง (specular reflectors) ส่วนวัตถุที่มีพื้นหน้าขรุขระการสะท้อนพลังงานจะไม่เป็นระเบียบ เรียกว่า การสะท้อนแสงแผ่ (diffuse reflection) อย่างไรก็ตามวัตถุส่วนใหญ่มีลักษณะผสมผสานกัน ระหว่างสองลักษณะนี้ (ภาพประกอบที่ 5)



ภาพประกอบที่ 4 Spectral signature



ภาพประกอบที่ 5 ลักษณะพื้นผิวหน้าของวัตถุที่มีอิทธิพลต่อการสะท้อนพลังงาน

นอกจากลักษณะของพื้นผิววัตถุแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความยาวของช่วงคลื่นที่ตกกระทบวัตถุด้วย ถ้าเป็นพลังงานช่วงคลื่นสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดอนุภาคของวัตถุ หรือความต่างระดับของพื้นผิววัตถุ การสะท้อนแสงอาจเป็นแบบให้ลักษณะวัตถุพื้นผิวขรุขระได้ แต่ถ้าในวัตถุชนิดเดียวกันนี้ได้รับพลังงานตกกระทบในช่วงคลื่นยาว เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นผิววัตถุ การสะท้อนแสงอาจเป็นแบบลักษณะของวัตถุที่มีพื้นผิวราบได้ ในการรับรู้จากระยะไกลเป็นการวัดสัดส่วนในการสะท้อนพลังงานของวัตถุบนผิวโลก ณ ช่วงคลื่นใด ช่วงคลื่นหนึ่ง คือ การสะท้อนเชิงสเปกตรัม (spectral reflectance) ซึ่งหาได้จากสมการที่ 2.3

$$\rho_{\lambda} = \frac{E_r(\lambda)}{E_i(\lambda)} \quad (2.3)$$

โดยที่ ρ_{λ} = ความสะท้อนเชิงสเปกตรัมที่ช่วงคลื่น λ

ดังนั้นพลังงานที่วัดได้โดยเครื่องรับรู้จึงประกอบด้วยพลังงานที่สะท้อน หรือแผ่จากพื้นผิววัตถุ พลังงานบางส่วนจากปฏิสัมพันธ์ในชั้นบรรยากาศ พลังงานที่สะท้อนกลับโดยตรงจากก้อนเมฆ ค่าที่วัดได้นี้จะน้อยหรือมากหรือเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับสถานะของบรรยากาศ มุมของดวงอาทิตย์ตำแหน่งของเครื่องรับรู้คุณสมบัติของวัตถุในการสะท้อน การดูดกลืน และการส่งผ่านพลังงาน เป็นต้น

2.3 อุณหภูมิพื้นผิว

อุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature, LST) เป็นการศึกษาความร้อนพื้นผิวของโลกซึ่งจะ รับรู้ได้เมื่อสัมผัสสถานที่นั้น ๆ โดยที่มุมมองบนดาวเทียมพื้นผิวของโลกนั้นจะต้องมองผ่านชั้นบรรยากาศลง ไปยังพื้นที่ ซึ่งอาจเป็นหลังคาของอาคาร เรือนยอดของต้นไม้ น้ำแข็ง หรือหิมะ ดังนั้นอุณหภูมิพื้นผิวจึงไม่ได้ เหมือนกับอุณหภูมิในอากาศ ส่วนใหญ่จะมีการนำอุณหภูมิพื้นผิวไปใช้ประโยชน์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง สภาพอากาศของโลก เนื่องจากมีความร้อนที่เพิ่มมากขึ้น ศึกษา รูปแบบของสภาพภูมิอากาศ โดยตรวจสอบ การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่มีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิวการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวที่ ส่งผลกระทบต่อธารน้ำแข็ง แผ่นน้ำแข็ง และพืชพรรณในระบบนิเวศของโลก อีกทั้งยังมีงานวิจัยที่นำ อุณหภูมิพื้นผิว พร้อมกับช่วงคลื่นอินฟราเรด ความร้อนมาใช้ศึกษาการเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของ เมือง การตรวจวัดพื้นที่ที่เกิดไฟป่า การตรวจหาพื้นที่ระบาดของเพลี้ยแป้งในมันสำปะหลัง ด้วยวิธีการ คำนวณอุณหภูมิพื้นผิวที่แตกต่างกัน โดยปัจจุบันในงานวิชาการได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องอุณหภูมิ พื้นผิวเป็นจำนวนมาก และให้ความสนใจในการพัฒนาหลักการวัดอุณหภูมิพื้นผิวจากอวกาศด้วย

2.4 สมการที่ใช้ในการหาค่าดัชนี

2.4.1 ดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบมาตรฐาน (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI)

การประมาณค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI โดยนำผลลัพธ์ค่าการสะท้อนรังสีที่ปรับแก้ด้วยมุมความสูงของดวงอาทิตย์จากสูตรการคำนวณที่ 2.2 และ 2.3 พร้อมค่าคงที่ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ มาประมวลผลหาค่าดัชนีพืชพรรณในสูตรการคำนวณที่ 2.4 โดยค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง ระหว่าง -1 ถึง 1 ดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (2.4)$$

โดยที่ $NDVI$ คือ ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณแบบมาตรฐาน

NIR คือ ค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band)

RED คือ ค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีแดง (RED Band)

ทั้งนี้ค่าของ *NDVI* จะอยู่ในช่วง -1 ถึง +1

- บริเวณที่มีค่า *NDVI* อยู่ในช่วงค่าลบพื้นที่จะเป็นพื้นที่น้ำ
- บริเวณที่มีค่า *NDVI* เข้าใกล้ค่า 0 แสดงถึงพื้นที่ที่มีพืชพรรณสีเขียวน้อย
- บริเวณที่มีค่า *NDVI* เข้าใกล้ค่า +1 แสดงถึงพื้นที่ที่มีพืชพรรณสีเขียวปกคลุมมาก

2.4.2 การประมาณค่าสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมดิน (Fractional Vegetation Cover : FVC)

สัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมสามารถคำนวณจากปริมาณสัดส่วนของพืชพรรณใน แต่ละพิกเซลโดยในแต่ละพิกเซลจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 2 ประเภท คือ มีพืชพรรณปกคลุม และไม่มีพืชพรรณปกคลุม ทั้งนี้ความแม่นยำจะขึ้นอยู่กับแต่ละพิกเซลมีการผสมของสิ่งปกคลุมดิน มากน้อยแค่ไหน และสามารถคำนวณได้จากสมการ (2.5)

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \quad (2.5)$$

โดยที่ $NDVI_s$ คือ ค่า *NDVI* ของดิน

$NDVI_v$ คือ ค่า *NDVI* ของพืชพรรณ

การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว 2.4.3 (land surface emissivity :LSE)

จากค่า FVC ด้วยสูตรการคำนวณที่ (2.6) และค่าคงที่ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณดังตารางที่ 1 ดังนี้

$$LST = \epsilon_s * (1 - FVC) + \epsilon_v * FVC \quad (2.6)$$

โดยที่ ϵ_s คือ การแผ่รังสีของดิน

ϵ_v คือ การแผ่รังสีของพืช

ตารางที่ 1 ค่าการเปล่งรังสี (emissivity) ของ ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนแบนด์ 10 และ 11

Emissivity	แบนด์ 10	แบนด์ 11
ϵ_s	0.971	0.977
ϵ_v	0.987	0.989

2.4.4 การประมาณค่าเฉลี่ยและค่าผลต่างของ LSE ด้วยสูตรการคำนวณ ที่ 2.7 และ 2.8 ดังนี้

$$m = \frac{LST_{10} + LST_{11}}{2} \quad (2.7)$$

$$\Delta m = LST_{10} - LST_{11} \quad (2.8)$$

2.4.5 การประมาณค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA spectral radiance)

โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 ระบบ TIRS แบนด์ 10-11 มาแปลงค่าจากตัวเลข

ดิจิตอล (digital number) เป็นค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นด้วยสูตรการคำนวณที่ 2.9 และค่าคงที่ ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ ดังตารางที่ 2 ดังนี้

$$L_{\lambda} = M_{\lambda} Q_{cal} + A_L \quad (2.9)$$

โดยที่ L_{λ} คือ ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA spectral radiance) มีหน่วยเป็น (Watts / $(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$)

M_{λ} คือ ค่าการคูณสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้นจากข้อมูลที่ให้มา (RADIANCE_MULT_BAND_X, โดย X คือ จำนวนแบนด์)

Q_{cal} คือ ค่าการเพิ่มสำหรับการแปลงค่าเฉพาะแบนด์นั้นจากข้อมูลที่ให้มา (RADIANCE_ADD_BAND_X, โดย X คือ จำนวนแบนด์)

A_L คือ ค่าการวัดและการนับจำนวนขนาด ภาพ (DN)

ตารางที่ 2 ค่าคงที่ metadata สำหรับข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT8 แบนด์ 10 - 11 (ช่วงคลื่นอินฟราเรด ความร้อน)

แบนด์	Radiance		K1	K2
	Mult_band	Add_band		
10	0.0003342	0.1	774.89	1321.08
11	0.0003342	0.1	480.89	1201.14

2.4.6 การประมาณค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ (brightness temperature) จากค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นด้วยสูตรการคำนวณที่ 2.10 และค่าคงที่ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ ดังตารางที่ 2 ดังนี้

$$TB = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} - 273 \quad (2.10)$$

โดยที่ TB คือ ค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิง คลื่น โดยปกติแล้วจะมีหน่วยเป็นเคลวิน แต่เนื่องจากในสมการมีการแปลงหน่วยแล้ว จึงทำให้มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}C$)

L_{λ} คือ ค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่น (TOA spectral radiance) มีหน่วยเป็น (Watts / $(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$)

K_1 คือ ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อนจากข้อมูลที่ให้มา($K1_CONSTANT_BAND_x$, โดย x คือแบนด์ 10 หรือ 11)

K_2 คือ ค่าคงที่ในการแปลงของแบนด์ความร้อนจากข้อมูลที่ให้มา ($K2_CONSTANT_BAND_x$, โดย x คือแบนด์ 10 หรือ 11)

2.4.7 การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature: LST)

จากค่าคำนวณ ที่ได้จากข้อ 1-6 นำมาเข้าสู่สูตรการคำนวณที่ 2.11 พร้อมกับค่าคงที่ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ

$$LST = TB_{10} + C_1(TB_{10} - TB_{11}) + C_2(TB_{10} - TB_{11})^2 + C_0 + (C_3 + C_4W)(1 - m) + (C_5 + C_6W)\Delta m \quad (2.11)$$

โดยที่ TB_{10}, TB_{11} คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ (brightness temperature) ของแบนด์ 10 และ 11

C_0 ถึง C_6 คือ ค่าคงที่สำหรับหลักการ split-window

W คือ ค่าคงที่ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ (atmospheric water-vapour content :0.013)

m คือ ค่าเฉลี่ยของ LSE

Δm คือ ผลต่างของค่า LSE

LSE คือ ค่า Land Surface Emissivity

ตารางที่ 3 ค่าคงที่สำหรับสูตรการคำนวณอุณหภูมิพื้นผิวหลักการ split-window

ค่าคงที่	ค่าของค่าคงที่
C_0	-0.268
C_1	1.378
C_2	0.183
C_3	54.300
C_4	-2.238
C_5	-129.20
C_6	16.40

2.5 ดาวเทียม Landsat 8 OLI และ Thermal Infrared Sensor (TIRS)

Landsat 8 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับการพัฒนาโดยความร่วมมือระหว่างองค์กร National Aeronautics and Space Administration (NASA) และ United States Geological Survey (USGS) ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 และเริ่มปฏิบัติการวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 (ศูนย์ปฏิบัติการภูมิสารสนเทศสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 9 (อุบลราชธานี), 2557) ดาวเทียม Landsat 8 มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ที่ความสูงประมาณ 438 ไมล์หรือ 705 กิโลเมตร โดยจะโคจรซ้ำตำแหน่งเดิมทุก

16 วัน ความกว้างของแนวถ่ายภาพ 185 กิโลเมตร ประกอบด้วยระบบบันทึกภาพ 2 ชนิด คือ OLI มีทั้งหมด 11 ช่วงคลื่นดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 และ Thermal Infrared Sensor (TIRS)

แบนด์	ความยาวคลื่น(ไมโครเมตร)	รายละเอียดภาพ Resolution(เมตร)
1	0.43 – 0.45 (Coastal Aerosol)	30
2	0.45 – 0.51 (Blue)	30
3	0.53 – 0.59 (Green)	30
4	0.64 – 0.67 (Red)	30
5	0.85 – 0.88 (Near Infrared – NIR)	30
6	1.57 – 1.65 (SWIR 1)	30
7	2.11 – 2.29 (SWIR 2)	30
8	0.50 – 0.68 (Panchromatic)	15
9	1.36 – 1.38 (Cirrus)	30
10	10.60 – 11.19 (Thermal Infrared – TIRS 1)	100
11	11.50 – 12.51 (Thermal Infrared – TIRS 2)	100

2.6 การจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม (Image Classification)

เป็นการตรวจสอบวิเคราะห์ และแบ่งแยกข้อมูล ที่มีคุณสมบัติการดูดกลืนช่วงคลื่นแสงเหมือนกัน ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน (Class) และแบ่งแยกข้อมูล ที่มีคุณสมบัติการดูดกลืนช่วงคลื่นแสงต่างกัน ออกเป็นกลุ่มๆ โดยมีวิธีการจำแนกประเภทข้อมูล ออกเป็น 2 วิธีการหลักคือ

1. การจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลที่ต้องอาศัย สีของข้อมูลตัวอย่าง เพื่อนำมาใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลในภาพถ่ายฯ ที่แสดงสีเหมือนกัน อาทิ การกำหนดให้สีของนาข้าวสีเหลืองอ่อน เป็นตัวแทนของนาข้าวในฤดูเก็บเกี่ยวทั้งหมด หรือการกำหนดให้สี น้ำเงิน เป็นตัวแทนของพื้นผิวที่เป็นน้ำทั้งหมด

2. การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) เป็นวิธีการจำแนกข้อมูล โดยให้ข้อมูลแสดงเฉดสีได้อย่างอิสระ (อัตโนมัติ) โดยที่ผู้ทำการวิเคราะห์กำหนดจำนวนชั้นข้อมูลเพื่อให้ภาพถ่ายหลังการทำการจำแนกด้วยวิธีดังกล่าว แสดงจำนวนสีตามที่ได้กำหนด

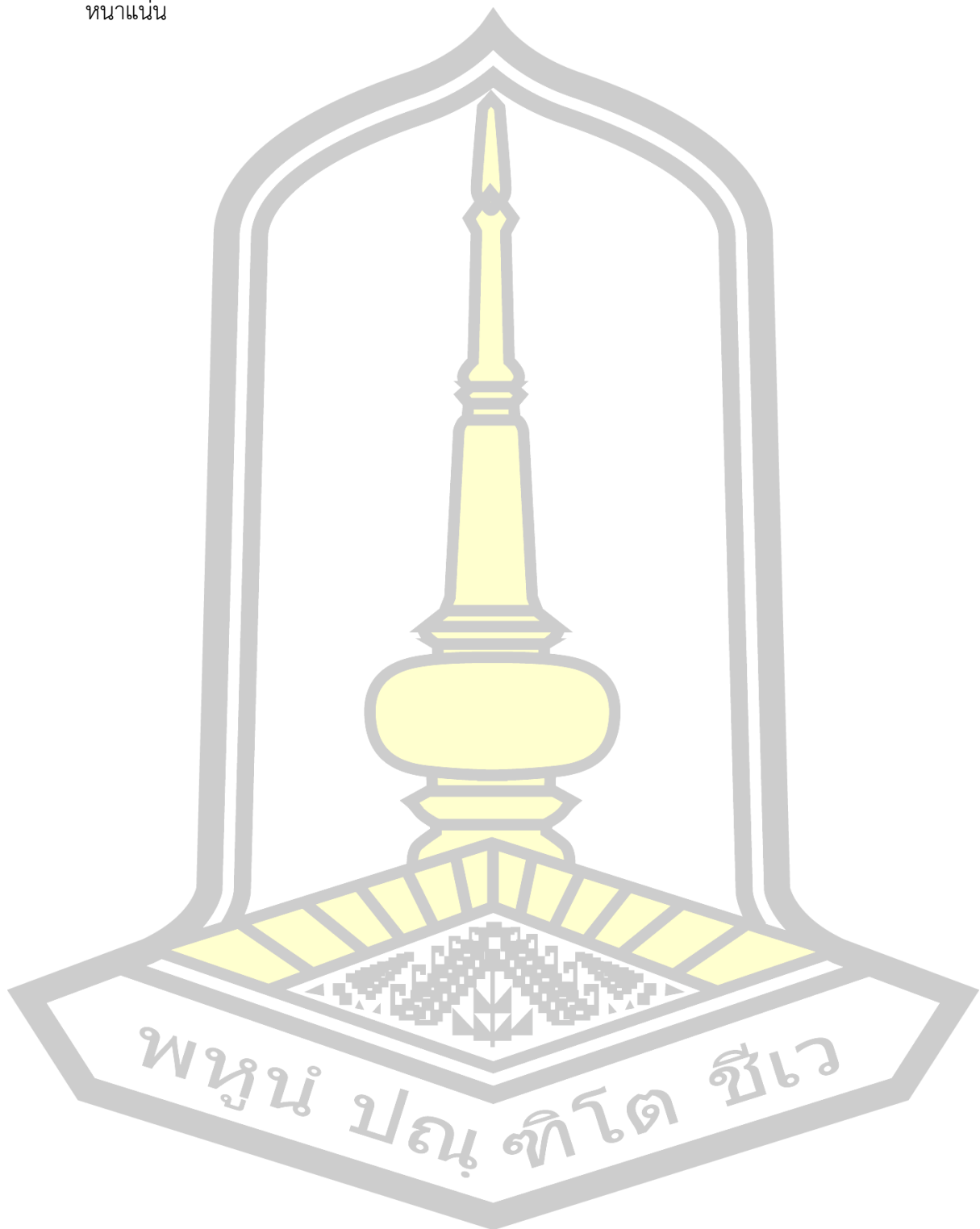
2.7 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

วลดา เดชะพงค์ธนา และคณะ (2557) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน หาค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการ ใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 วันที่ 17 พฤศจิกายน 2557 ซึ่งมีจำนวน 11 แบนด์ ประกอบด้วยระบบ OLI และ TIRS ได้ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้วนำข้อมูลระบบ OLI แบนด์ที่ 1-7 มาจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ 4 ประเภท พบว่ามีพื้นที่นาข้าว 200,594.44 ไร่ พื้นที่แหล่งน้ำ 2,595.52 ไร่ พื้นที่ชุมชนเมือง 47,283.2 ไร่ และพื้นที่ไม้ยืนต้น 68,286.84 ไร่ จากการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล มีค่าความถูกต้อง ทั้งหมด 84 % และนำข้อมูลระบบ OLI แบนด์ที่ 4-5 พร้อมกับข้อมูลระบบ TIRS แบนด์ที่ 10-11 มาหาค่าดัชนีพืชพรรณ ค่า Fractional Vegetation Cover (FVC) ค่า Land Surface Emissivity (LSE) ค่าอุณหภูมิ สัมบูรณ์ (TB) แล้วนำเข้าสู่หลักการคำนวณของ split-window พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ชุมชนเมืองมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 35.55 องศาเซลเซียส รองลงมาคือพื้นที่ไม้ยืนต้น พื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่นาข้าว มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 32.65, 32.46 และ 32.01 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

Teerawong Laosuan (2017) ได้นำเสนอเทคนิคในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของดินด้วย ข้อมูลจากกล้องถ่ายภาพปฏิบัติการ Landsat-8 (OLI) / เซ็นเซอร์อินฟราเรดความร้อน (TIR) ในอำเภอมืองมหาสารคามจังหวัดมหาสารคามภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การวิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้สามขั้นตอน: 1). การรวบรวมข้อมูลดาวเทียมในแถบอินฟราเรดความร้อนจากดาวเทียม Landsat-8 TIR เพื่อปรับค่าของ Top of Atmosphere (TOA) Reflectance จากนั้นทำการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของ แผ่นดิน 2).การรวบรวมหลายวง ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 OLI เพื่อปรับค่า Top of Atmosphere (TOA) Reflectance จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณปกติ (NDVI), พืชพรรณเศษส่วน (FVC) และพื้นผิวของแผ่นดิน (LSE) 3).การนำผลลัพธ์ จาก 1) และ 2) เพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของดินด้วย อัลกอริทึมแบบแยกหน้าต่าง ผลการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 OLI / TIR ใน วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2558 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย 33.57 °C

Rajeshwari, A. and Mani, ND (2014) ได้ศึกษาการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินตำบล ดินดิกูล จากข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-8 ระบบ OLI และเลือกใช้วิธี Split-Window ในการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดิน โดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ได้แก่ แบนด์ 10 (10.60 - 11.19 ไมโครเมตร) แบนด์ 11 (11.50 - 12.51 ไมโครเมตร) และได้ใช้เกณฑ์ของดัชนีพืชพรรณ NDVI มาช่วยในความแม่นยำของการ ประมาณค่า ผลการศึกษาพบว่า ค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินมีค่าความแตกต่างอยู่ระหว่าง 305 ถึง 324 เคลวิน ค่า อุณหภูมิพื้นผิวดินที่มากกว่า 324 เคลวิน พบมากในพื้นที่แห้งแล้งและพื้นที่ว่างเปล่า ค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินอยู่ ระหว่าง 313-318 เคลวิน พบในพื้นที่ที่มีการ

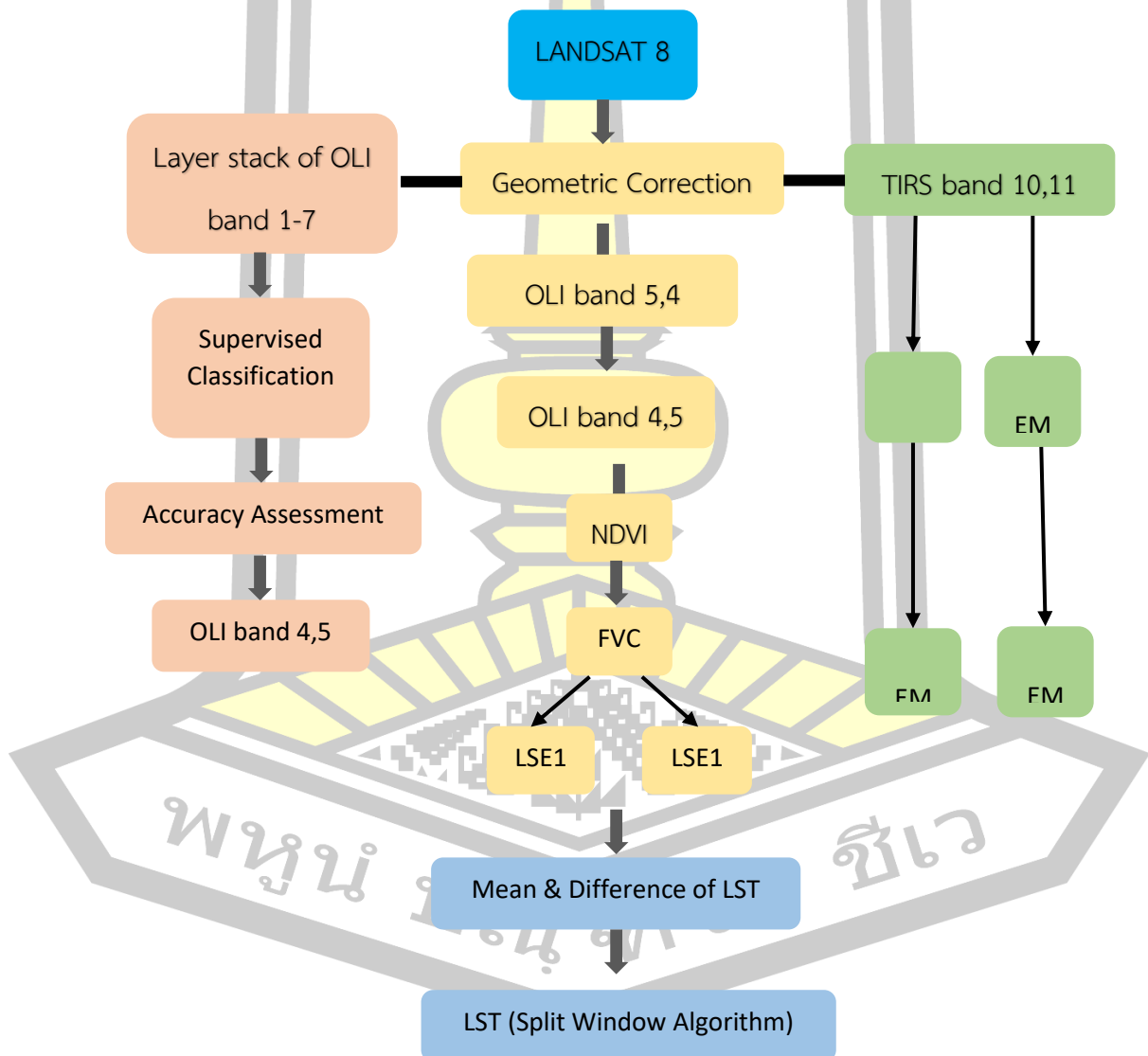
เพาะปลูกพืชส่วนค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินที่มีค่าต่ำกว่า 105 เคลวิน พบในพื้นที่ที่มีพืชขึ้นปกคลุมหนาแน่น



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ จากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT- เพื่อศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสัมพันธ์ระหว่าง 8 อุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน และยังคงศึกษาเพื่อทำการเกษตรในสถานที่นั้น โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT- ในระบบ 8OLI และ TIRS สำหรับวิธีการดำเนินงานในภาพรวมสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 6 ดังนี้



ภาพประกอบที่ 6 แผนการดำเนินงาน

การรวบรวมข้อมูลจากดาวเทียม 3.1 LANDSAT 8

การวิเคราะห์ข้อมูลของอุณหภูมипื้นผิวและข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลในการศึกษาดังนี้

3.1.1 ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8

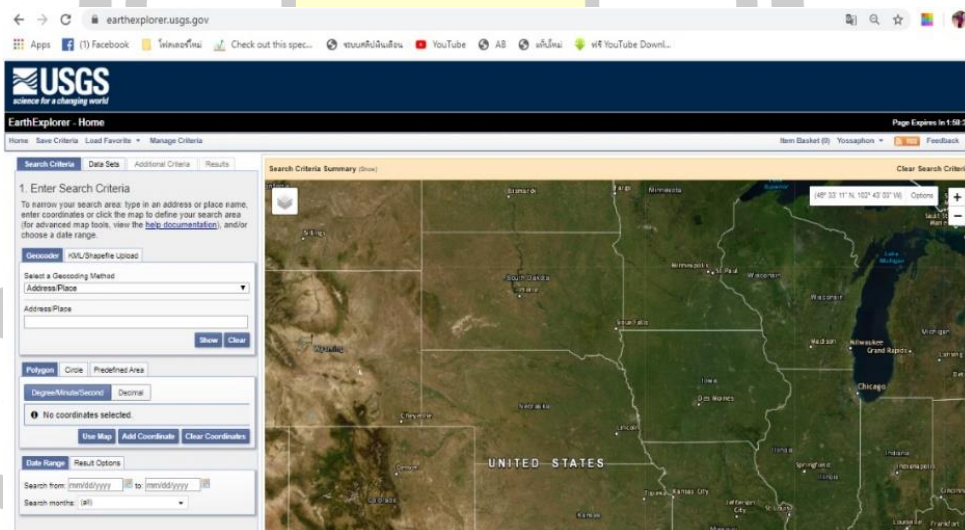
ดาวเทียม Landsat 8 ขึ้นสู่วงโคจรจากฐานปล่อยจรวด Vandenberg Air Force รัฐแคลิฟอร์เนีย เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2556 เริ่มปฏิบัติการวันที่ 30 พฤษภาคม 2556 ภายใต้การบริหารจัดการของ USGS โคจรสูงเหนือพื้นโลก 705 กิโลเมตร โดยจะสามารถใช้ข้อมูลจากดาวเทียมได้นานถึง 40 ปี ย้อนหลังมาช่วยในด้านสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องต่อไป โดยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 มีลำดับของช่วงคลื่น (Band) จะแตกต่างจากดาวเทียม Landsat ดวงอื่น โดยทำการเลือกใช้ข้อมูลจากดาวเทียม ในปี พ.ศ.2556 ถึงปี พ.ศ.2562

3.1.2 การดาวน์โหลดข้อมูลจากดาวเทียม

สำหรับการดาวน์โหลดข้อมูลดาวเทียมผู้ศึกษาได้ทำการดาวน์โหลดข้อมูล จากเว็บไซต์ <https://earthexplorer.usgs.gov/> โดยทำการดาวน์โหลดข้อมูลดาวเทียมใน พ.ศ.2556 ถึง พ.ศ.2562.

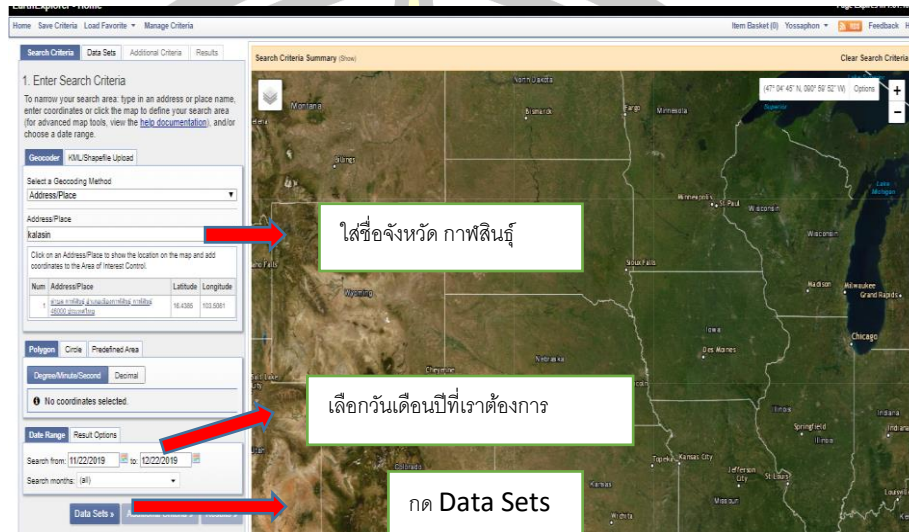
3.1.3 ขั้นตอนการดาวน์โหลดข้อมูลจากดาวเทียม

1) เข้าใช้บริการเว็บไซต์ที่สามารถให้ข้อมูลจากดาวเทียมได้ ไปที่เว็บไซต์ <https://earthexplorer.usgs.gov/>



ภาพประกอบที่ 7 ภาพแสดงหน้าเว็บไซต์ Earth Explorer

2) ทำการเลือกพื้นที่หรือตำแหน่งที่ต้องการดาวน์โหลดข้อมูลจากดาวเทียมในช่องภาพประกอบ 8



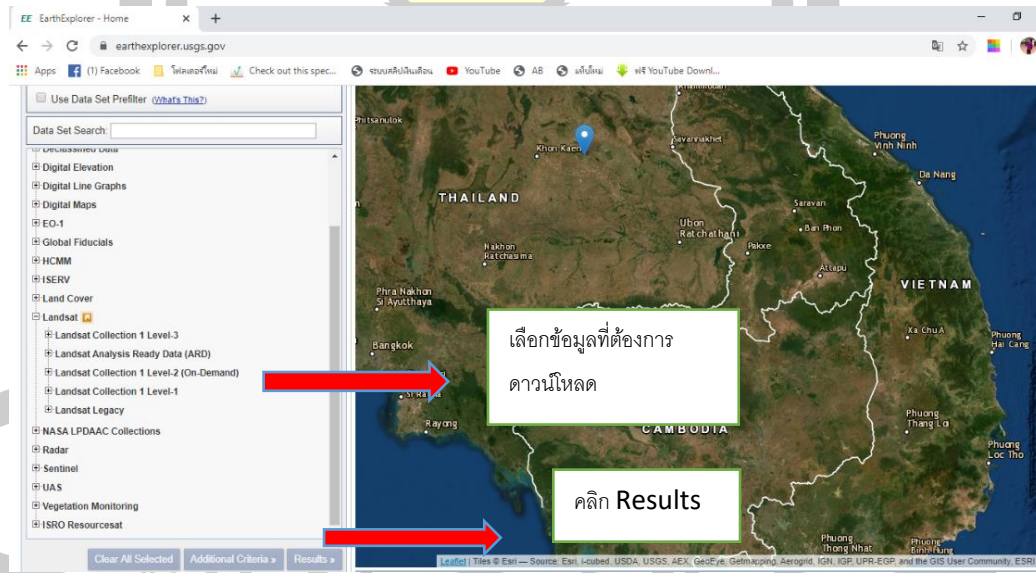
ใส่ชื่อจังหวัด กาฬสินธุ์

เลือกวันเดือนปีที่เราต้องการ

กด Data Sets

ภาพประกอบที่ 8 ใส่ข้อมูลของพื้นที่

3) ทำการเลือกข้อมูลจากดาวเทียมที่ต้องการดาวน์โหลดดังภาพ

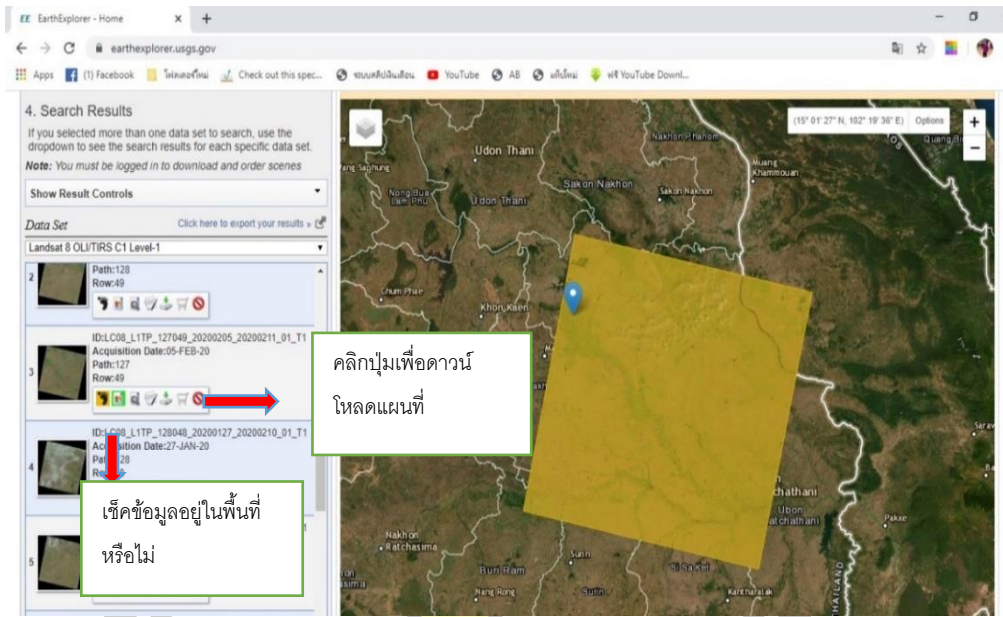


เลือกข้อมูลที่ต้องการดาวน์โหลด

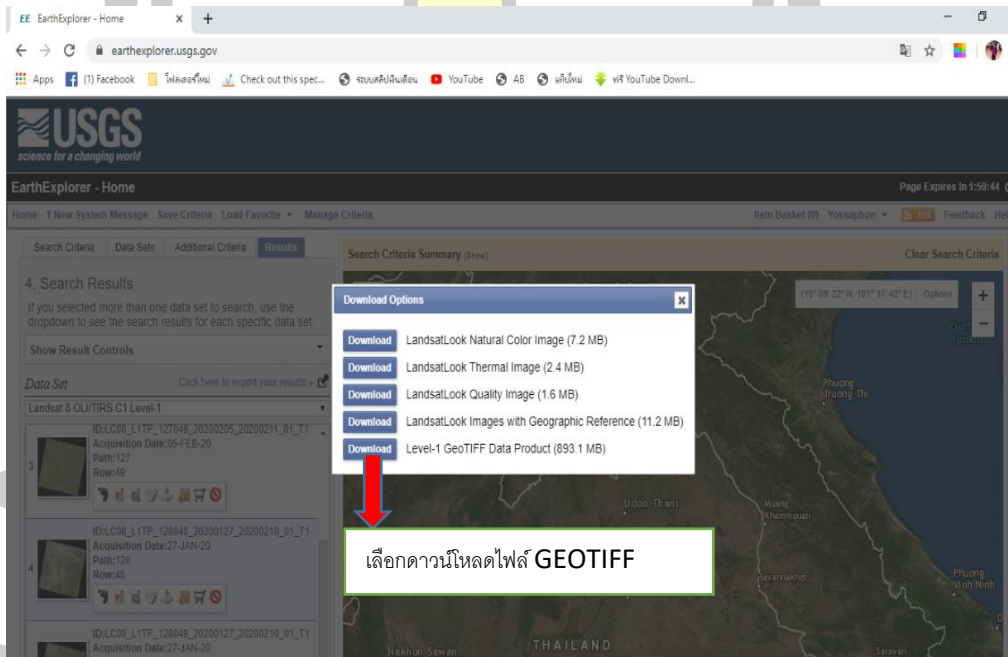
คลิก Results

ภาพประกอบที่ 9 เลือกข้อมูลที่เราต้องการดาวน์โหลด

4) ดาวเทียมโหลดข้อมูลของพื้นที่ที่เราเลือกไว้ดังภาพ

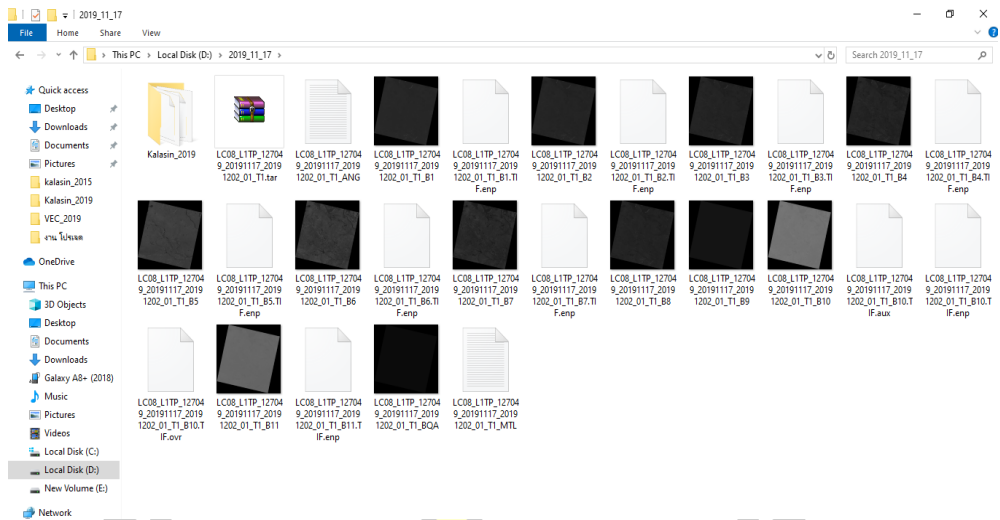


ภาพประกอบที่ 10 เช็คพื้นที่อยู่ในที่เราต้องการ



ภาพประกอบที่ 11 ดาวเทียมโหลดไฟล์แผนที่

5) แสดงภาพประกอบไฟล์ที่ดาวโหลดได้



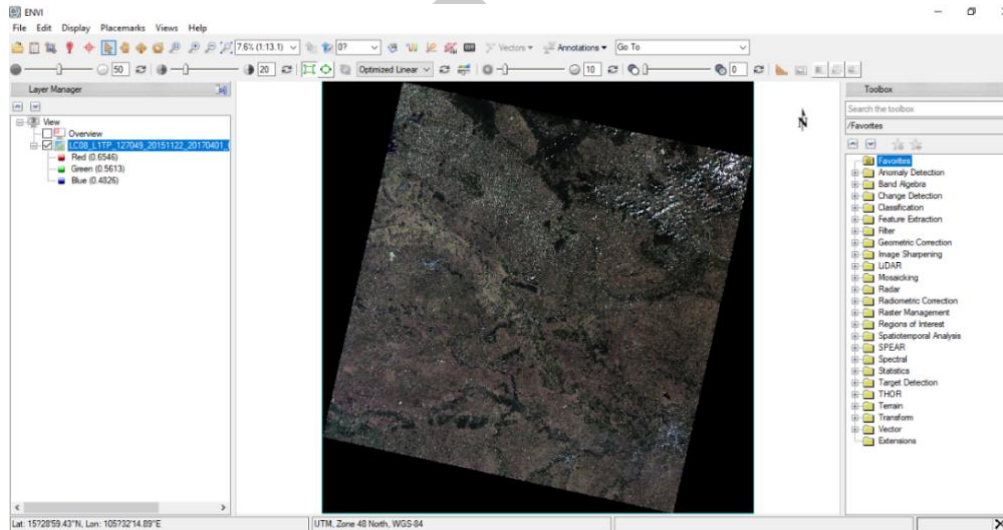
ภาพประกอบที่ 12 แสดงตัวอย่างไฟล์ดาวเทียมที่ได้รับ

3.2ปรับแก้ไขข้อมูลเป็นค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) (ในโปรแกรม ENVI 5.2)



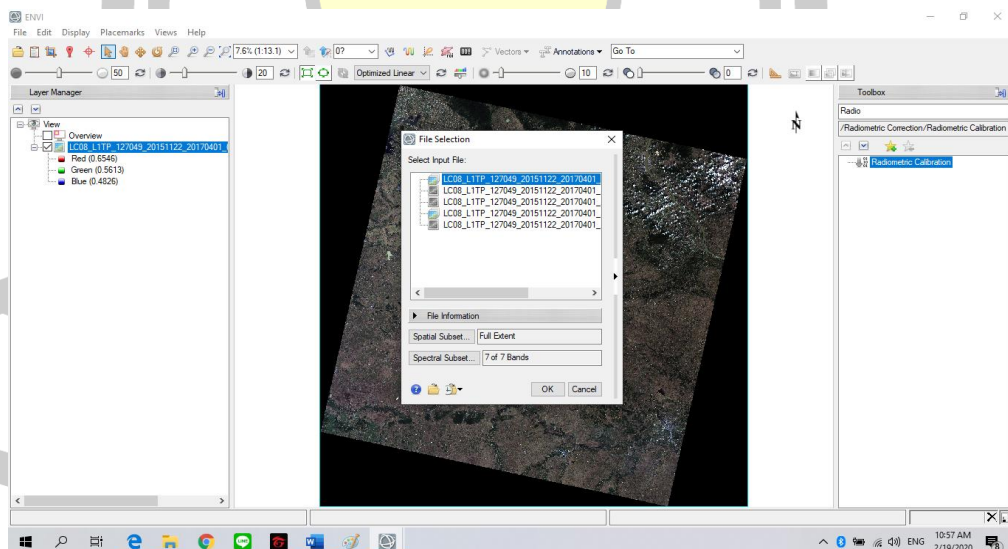
ภาพประกอบที่ 13 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 เปิดโปรแกรม ENVI 5.2 ขั้นตอนการหาค่าประมาณดัชนีพืชพรรณ (NDVI)คลิกที่ File > Open As > Landsat > GeoTiff > เลือกข้อมูลดาวเทียมที่ดาวินโหลตมา > OK ดังภาพ



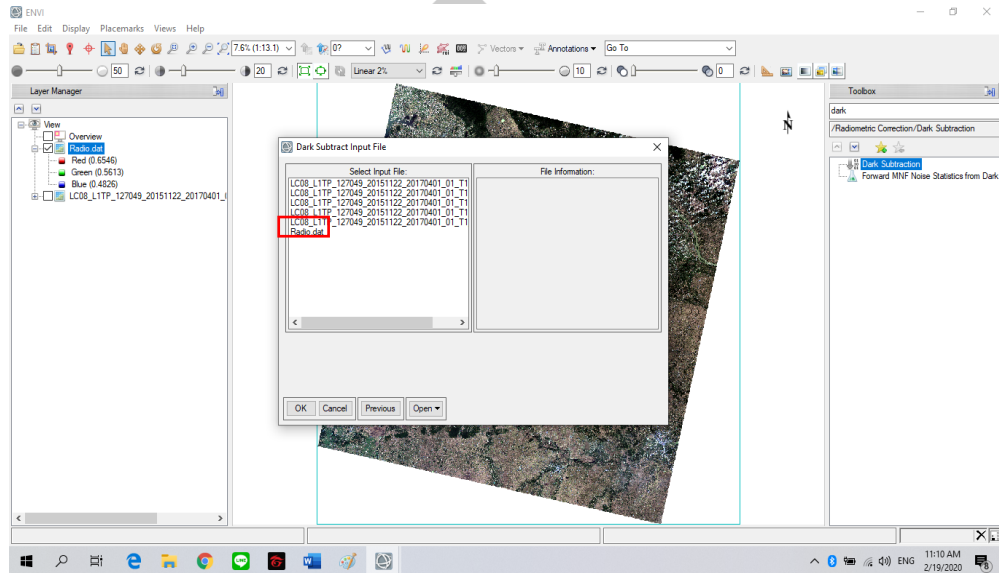
ภาพประกอบที่ 14 แสดงวิธีการเลือกภาพ

3.2.1.1 พิมพ์ในช่อง Toolbox > Radiometric Calibration > เลือก Multispectral > OK > เลือกที่เก็บ > OK



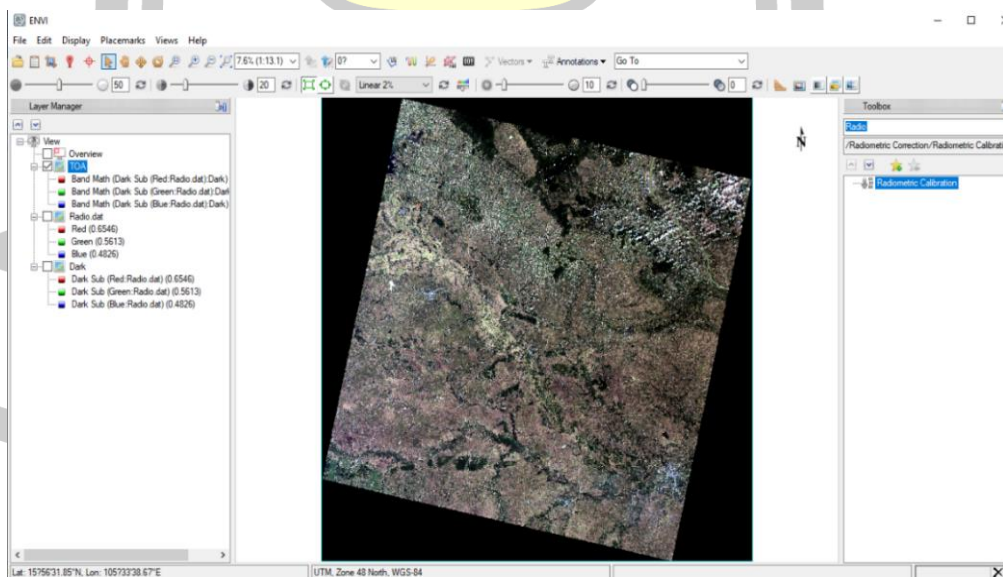
ภาพประกอบที่ 15 ขั้นตอนการทำ Radiometric Calibration

3.2.1.2 พิมพ์ในช่อง Toolbox > Dark Subtraction > เลือก Radio > OK > Choose > OK



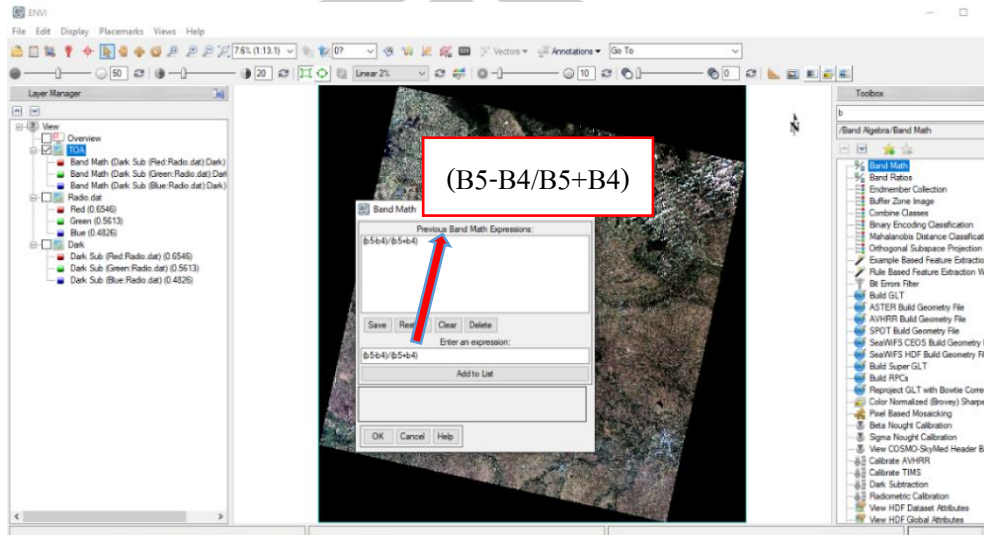
ภาพประกอบที่ 16 ขั้นตอนการทำ Dark Subtraction

3.2.1.3 พิมพ์ในช่อง Toolbox > Band Math > ใส่สมการของ TOA > Add to list > OK > Map Variable to Input File > Dark > OK > Choose > OK



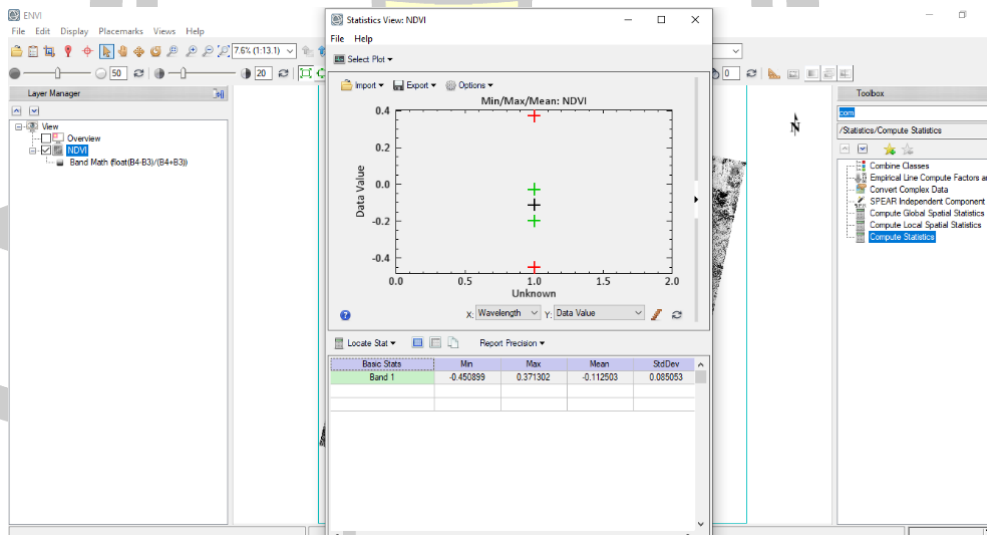
ภาพประกอบที่ 17 ขั้นตอนการทำ TOA

3.2.1.4 พิมพ์ในช่อง Toolbox > Band Math > ใส่สมการของ NDVI > Add to list > OK > B4=RED,B5=NIR > Choose > OK



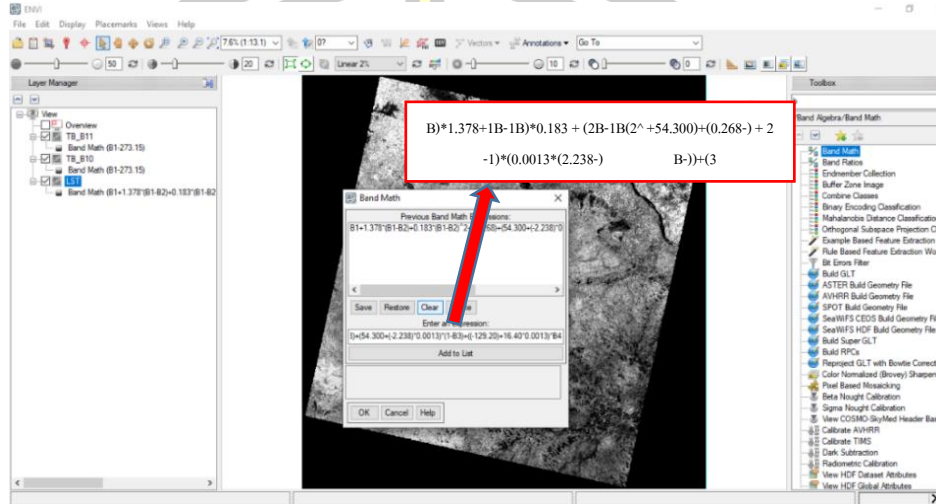
ภาพประกอบที่ 18 ขั้นตอนการทำ NDVI

3.2.1.5 พิมพ์ในช่อง Toolbox > Compute Statistics > NDVI > Stats Subset > Image > ครอบรูป > OK > OK > OK



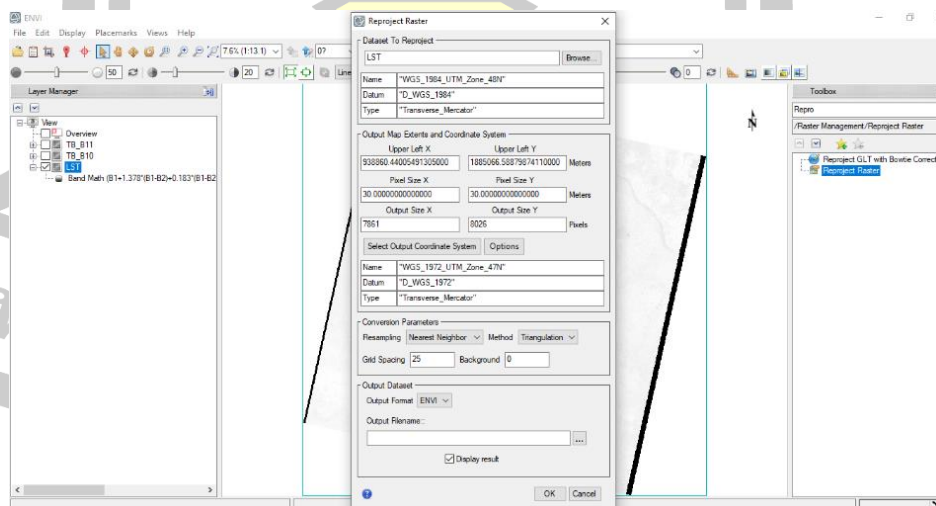
ภาพประกอบที่ 19 ขั้นตอนการหาค่า Max, Min, Mean

3.2.2 ขั้นตอนการทำการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature: LST) พิมพ์ในช่อง Toolbox > Band Math > ใส่สมการ LST > OK



ภาพประกอบที่ 20 ขั้นตอนการทำ LST

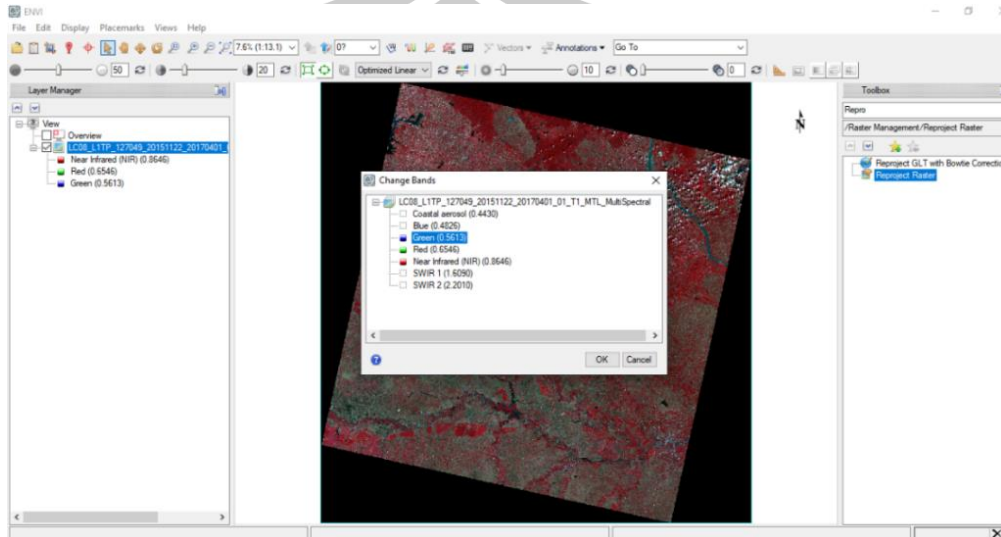
ทำการเปลี่ยนโซน 3.2.2.1 Open File > Toolbox > Reproject Raster > Browse > LST > OK > Select Coordinate System > Projected Coordinate System > UTM > WGS 1972 > Northern Hemisphere > WGS 1972 UTM Zone 47N > OK > เลือกที่เก็บ > OK



ภาพประกอบที่ 21 ขั้นตอนการเปลี่ยน Zone 48N เป็น Zone 47N

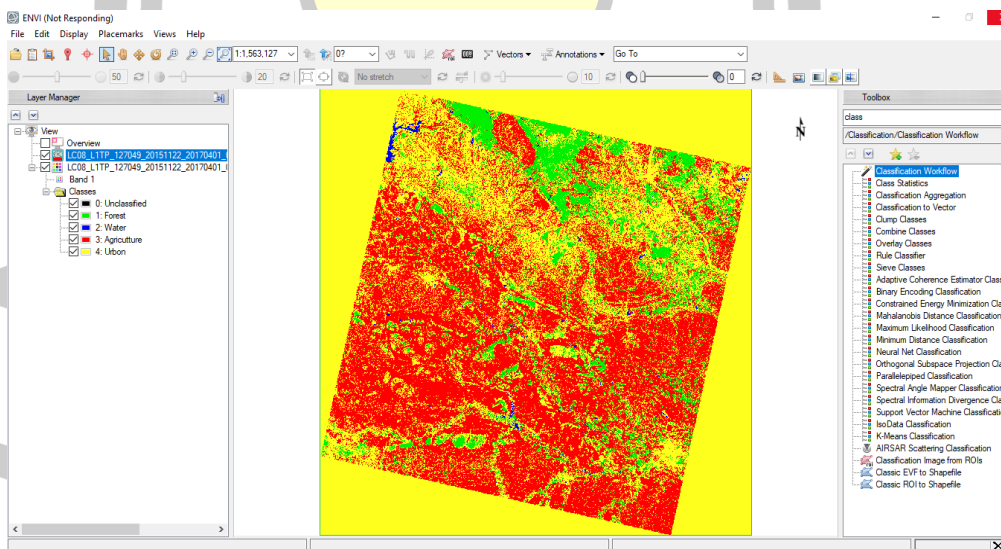
3.2.3 ขั้นตอนการจำแนกข้อมูล (Classification)

3.2.3.1 File > Open As > Landsat > Geo Tiff With Metadata > OK > คลิกขวา > Change RGB Bands > สีแดง=NIR, สีเขียว=RED, สีน้ำเงิน=GREEN > OK



ภาพประกอบที่ 22 ขั้นตอนการจำแนกสี

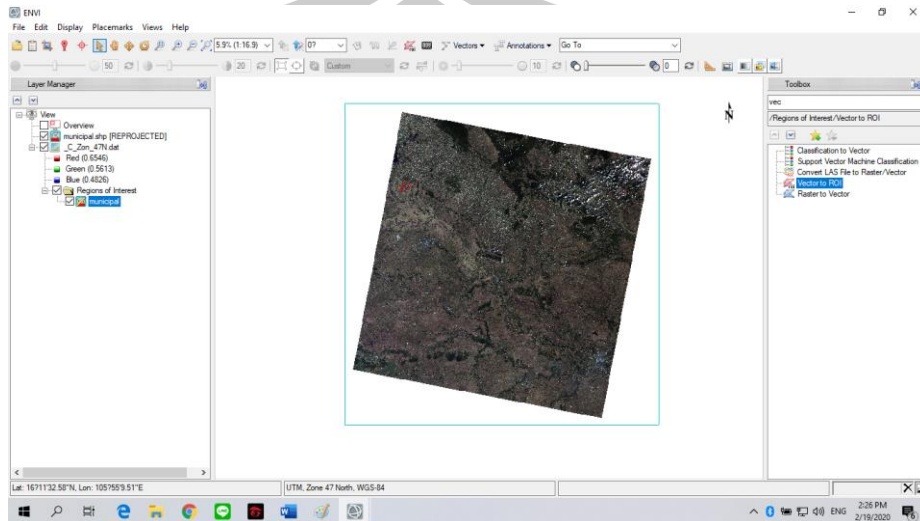
พิมพ์ในช่อง 3.2.3.2 Toolbox > Classification Workflow > Next > Use Training Data > Next



ภาพประกอบที่ 23 ขั้นตอนการจำแนกพื้นที่

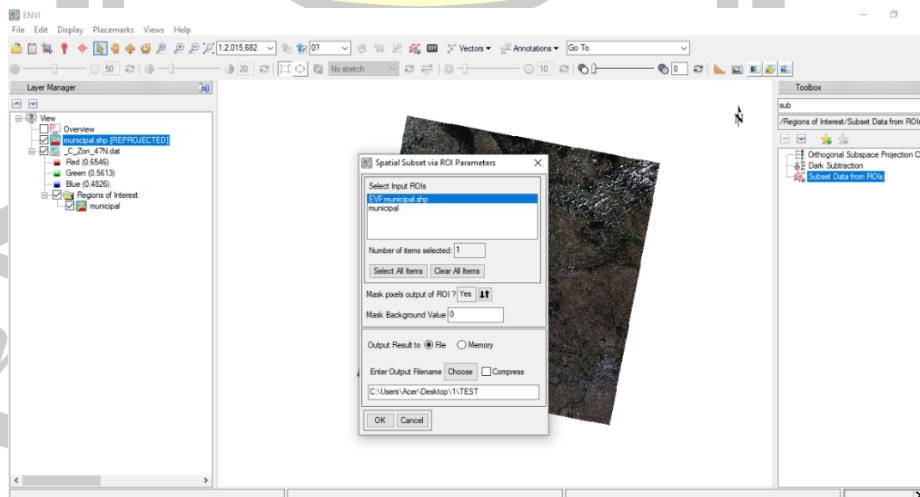
การตัดภาพข้อมูล 3.3

เปิดไฟล์แผนที่จังหวัด 3.3.1 > เปิดไฟล์เทศบาล > Vector to ROI > คลิกไฟล์จังหวัด > OK > OK



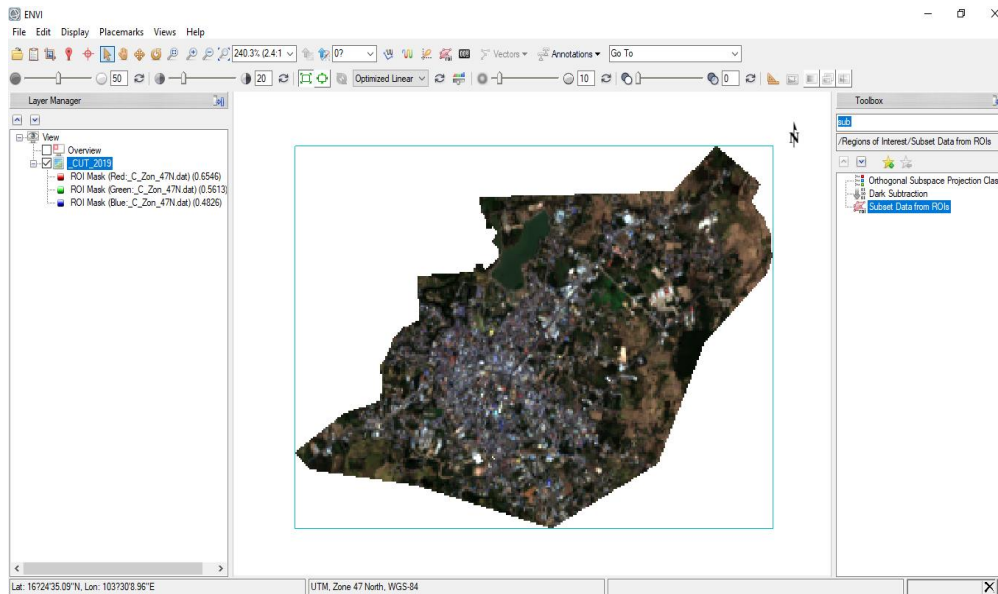
ภาพประกอบที่ 24 ขั้นตอนการทำ Vector to ROI

พิมพ์ในช่อง 3.3.2 Toolbox > Subset Data From ROIs > เลือกไฟล์แรก > OK > EVF : municipal > Yes > Choose > OK



ภาพประกอบที่ 25 ขั้นตอนการตัดแผนที่เทศบาลภาพสีอินฟราเรด

3.3.3 ได้แผนที่เทศบาลกาฬสินธุ์ จกาฬสินธุ์.



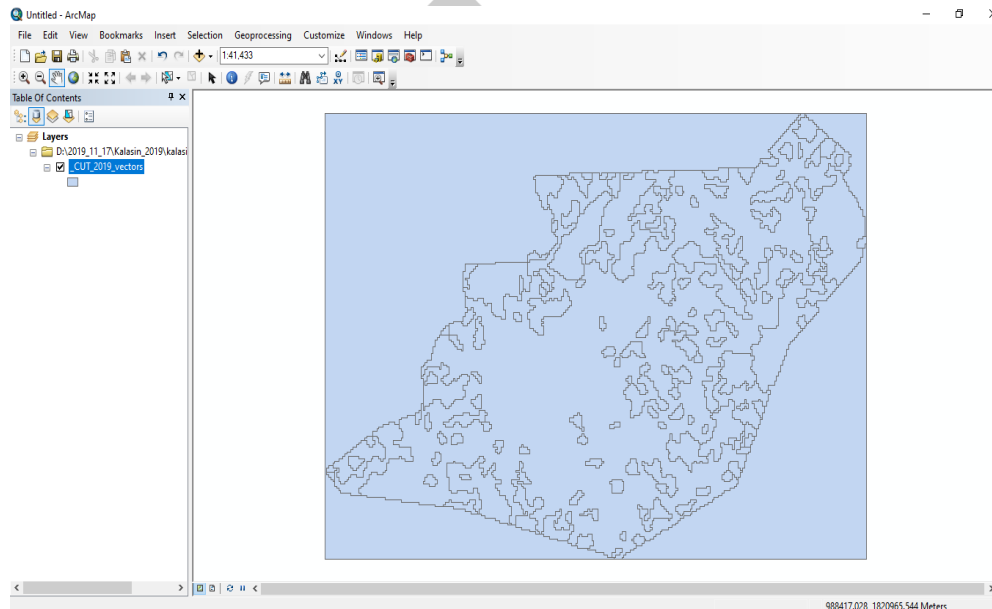
ภาพประกอบที่ 26 ภาพแผนที่เทศบาลกาฬสินธุ์

การหาพื้นที่จากโปรแกรม 3.4 ArcGIS 10.5



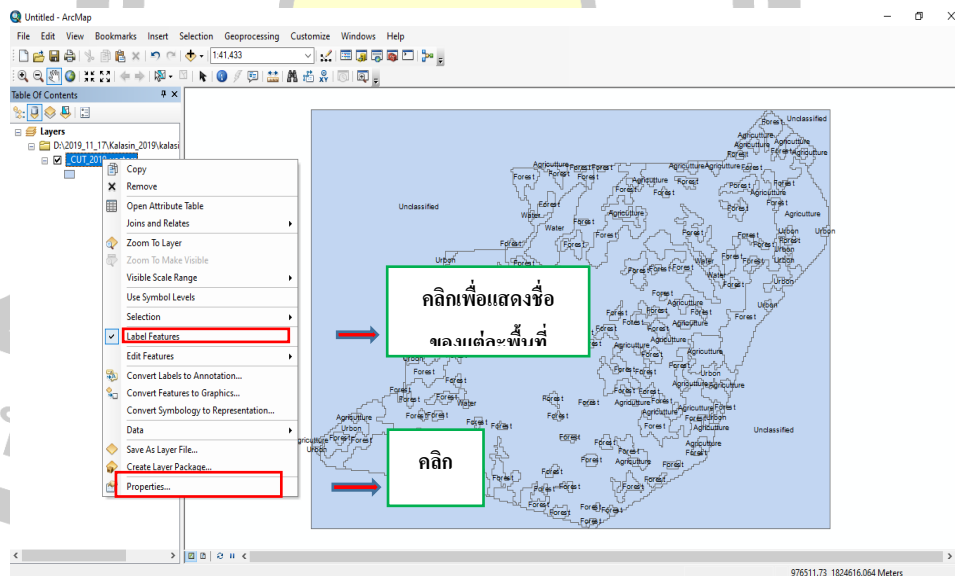
ภาพประกอบที่ 27 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา

3.4.1 Add data > เลือกไฟล์ที่เราตัดมาจาก 3.3.3 > Add



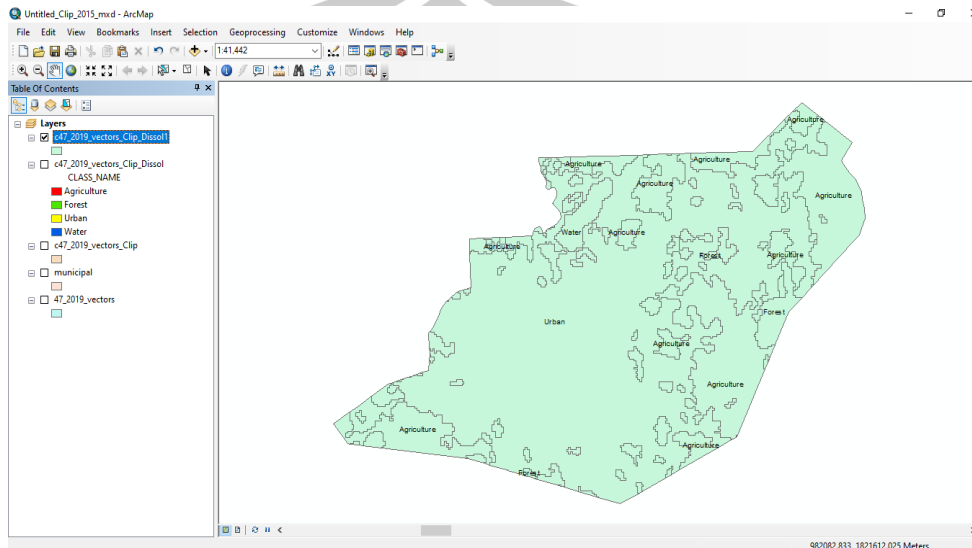
ภาพประกอบที่ 28 การเปิดใช้งานจากโปรแกรม ENVI

3.4.2 คลิกขวา > Properties > Labels > OK > คลิกขวา > Label Features



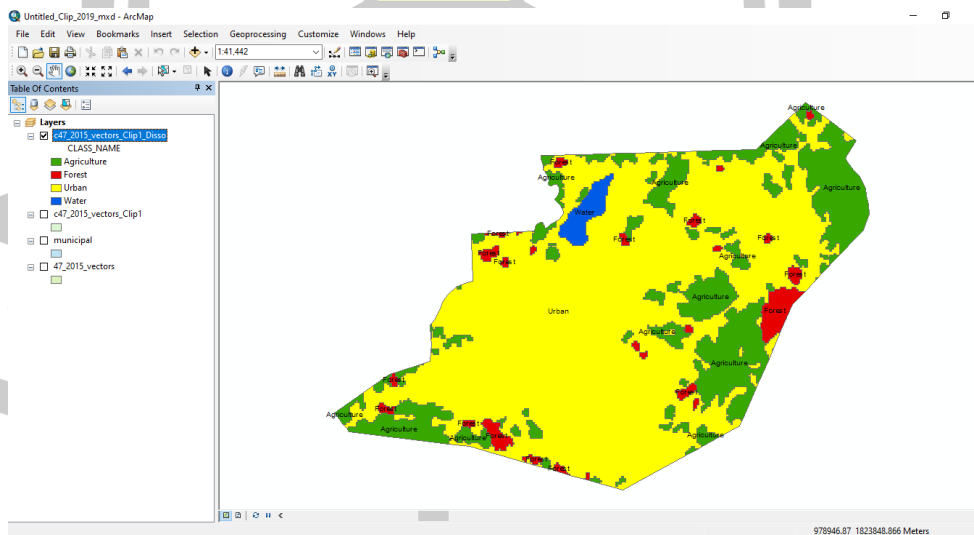
ภาพประกอบที่ 29 การแสดงชื่อของแต่ละพื้นที่

.3.43 Arc Toolbox > Data Management Tools > Generalization > Dissolve > ลากไฟล์มา
ที่ Input Featurset > OK > คลิกขวา > Properties > Label Features



ภาพประกอบที่ 30 ขั้นตอนการทำ Dissolve หรือการรวมข้อมูลชุดเดียวกัน

3.4.4 คลิกขวา > Properties > Symbology > Categories > Add All Values > เลือก
ประเภทสี > OK



ภาพประกอบที่ 31 การจำแนกพื้นที่โดยการใส่สี

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

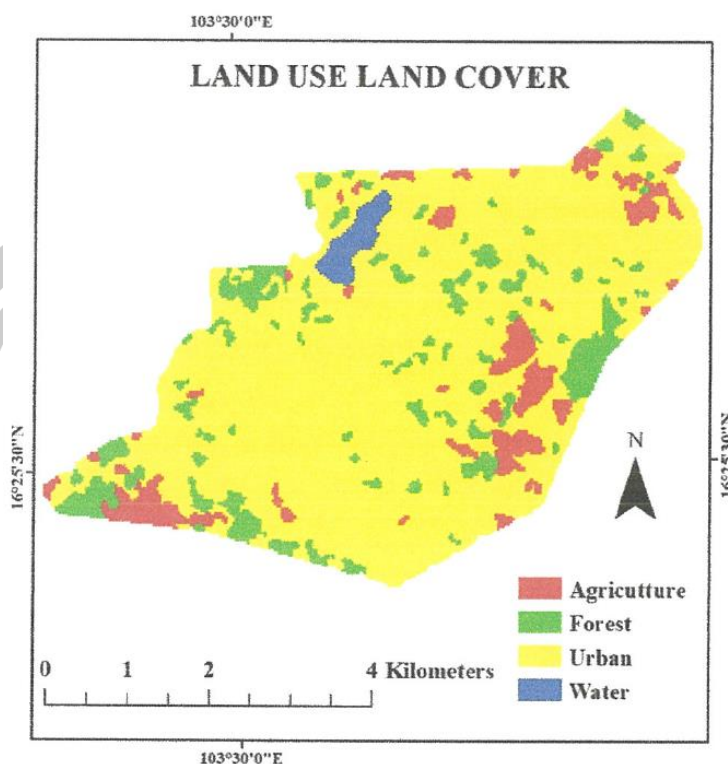
ผลการวิเคราะห์จากกระบวนการจำแนกประเภทข้อมูลจากดาวเทียม จัดกลุ่มชั้นของข้อมูล โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification) และการคำนวณอนุกรมมีพื้นผิว มีดังต่อไปนี้

4.1 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ พ.ศ.2556 ถึงปี พ.ศ.2562

ผู้ศึกษาได้จัดกลุ่มชั้นข้อมูลโดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification) และกำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่แหล่งน้ำ (Water), พื้นที่เกษตรกรรม (Agriculture), พื้นที่ป่าไม้ (Forest) และพื้นที่เมือง (Urban)

การศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2556 พบว่าจากพื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 25.113 ตารางกิโลเมตร ปรากฏค่า 1) พื้นที่การเกษตร มีขนาดพื้นที่ 1.92 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 7.64% 2) พื้นที่ป่าไม้มีขนาดพื้นที่ 2.856 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 11.37% 3) พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 19.927 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 79.34% 4) พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 0.41 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 1.65% แสดงได้ดังภาพที่ 32

พูน ปณ ทิโต ชีเว



ภาพประกอบที่ 32 แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2556

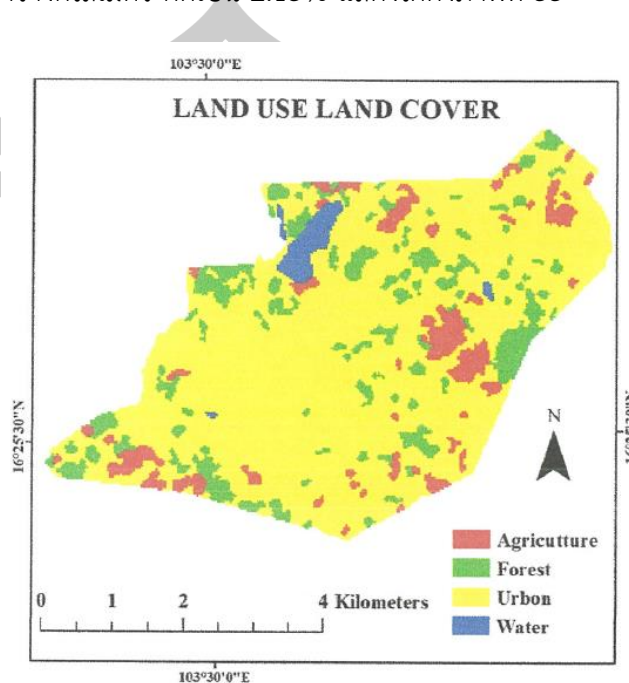
จากภาพประกอบที่ 32 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ของเทศบาลกาฬสินธุ์นั้น มีพื้นที่ทั้งหมด 25.113 ตารางกิโลเมตร ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่เมือง พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ.2556

พื้นที่	พื้นที่เมือง (ตร.กม)	พื้นที่การเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่น้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาลกาฬสินธุ์	19.927	1.920	2.856	0.410	25.113

การศึกษากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2557 พบว่าจากพื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 25.082 ตารางกิโลเมตร ปรากฏค่า 1) พื้นที่การเกษตร มีขนาดพื้นที่ 1.927 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 7.68% 2) พื้นที่ป่าไม้ มีขนาดพื้นที่ 3.249 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น

12.95% 3) พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 19 374 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 77.24% 4) พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 0.532 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 2.13% แสดงได้ดังภาพที่ 33



ภาพประกอบที่ 33 แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2557

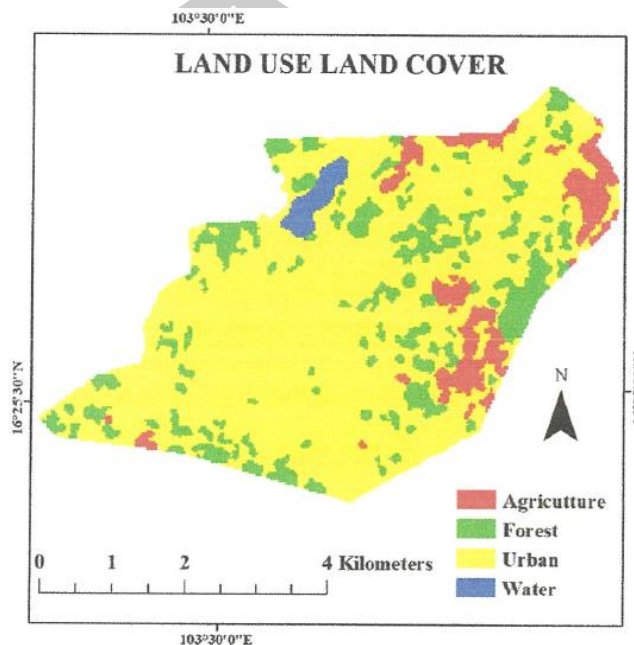
จากภาพประกอบที่ 33 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์นั้น มีพื้นที่ทั้งหมด 25.082 ตารางกิโลเมตร ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่เมือง พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ.2557

พื้นที่	พื้นที่ เมือง (ตร.กม)	พื้นที่ การเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่ น้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาล กาฬสินธุ์	19.374	1.929	3.249	0.532	25.082

การศึกษากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2558 พบว่าจากพื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 25.178 ตารางกิโลเมตร ปรากฏค่า 1).พื้นที่ การเกษตร มีขนาดพื้นที่ 1.824 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 7.24% 2) พื้นที่ป่าไม้มีขนาดพื้นที่ 4.046 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น

16.07% 3) พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 18.890 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 75.03% 4) พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 0.418 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 1.66% แสดงได้ดังภาพที่ 34



ภาพประกอบที่ 34 แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2558

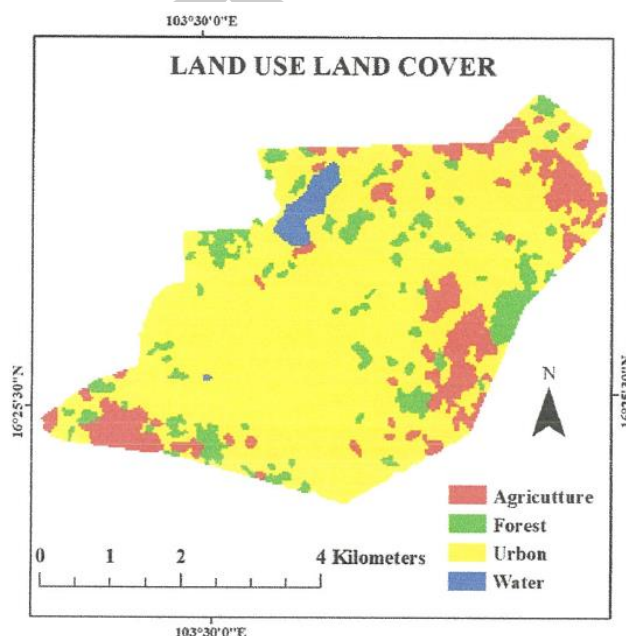
จากภาพประกอบที่ 34 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์นั้น มีพื้นที่ทั้งหมด 25.178 ตารางกิโลเมตร ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่เมือง พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของเทศบาลกาฬสินธุ์ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ พ.ศ.2558

พื้นที่	พื้นที่เมือง (ตร.กม)	พื้นที่การเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่น้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาลกาฬสินธุ์	18.890	1.824	4.046	0.418	25.178

การศึกษากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2559 พบว่า จากพื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 25.068 ตารางกิโลเมตร ปรากฏค่า 1) พื้นที่การเกษตร มีขนาดพื้นที่ 3.124 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 12.46% 2) พื้นที่ป่าไม้ มีขนาดพื้นที่ 2.435 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น

9.71% 3) พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 19.032 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 75.92% 4) พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 0.477 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 1.91% แสดงได้ดังภาพที่ 35



ภาพประกอบที่ 35 แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2559

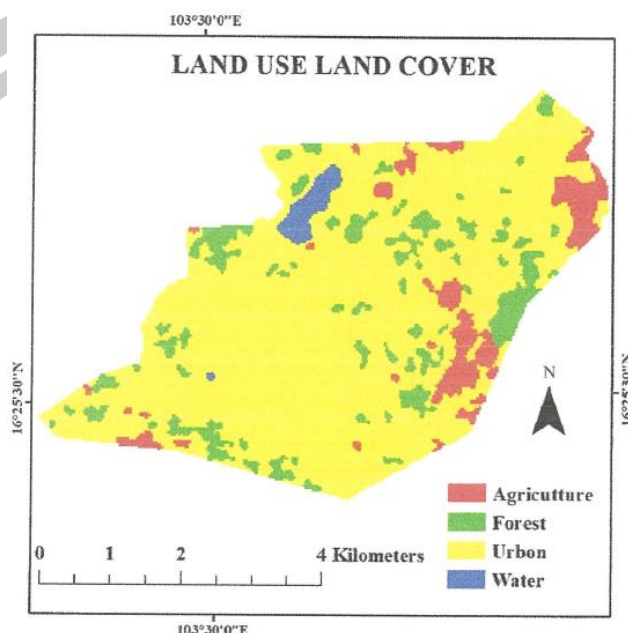
จากภาพประกอบที่ 35 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ของเทศบาลกาฬสินธุ์นั้น มีพื้นที่ทั้งหมด 25.068 ตารางกิโลเมตร ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาลกาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่เมือง พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ.2559

พื้นที่	พื้นที่เมือง (ตร.กม)	พื้นที่การเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่น้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาลกาฬสินธุ์	19.032	3.124	2.435	0.477	25.068

การศึกษาคัดจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2560 พบว่าจากพื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด (1 ตารางกิโลเมตร ปรากฏค่า 25.117พื้นที่ การเกษตร มีขนาดพื้นที่

(2 %6.93 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 1.742พื้นที่ป่าไม้ มีขนาดพื้นที่ ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 2.677
 (3 %10.67พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 20.27พื้นที่ .(4 %80.70พื้นที่แหล่งน้ำ
 มีขนาดพื้นที่ %1.70 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 0.428 แสดงได้ดังภาพที่ 36



ภาพประกอบที่ 36 แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ปี 2560

จากภาพประกอบที่ 36 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์นั้น มีพื้นที่ทั้งหมด ตารางกิโลเมตร ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของ 25.117 เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่เมือง พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ

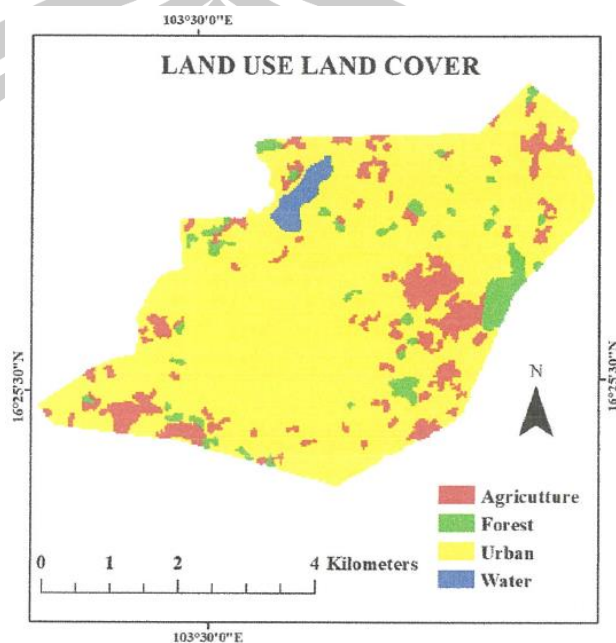
ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat ของเทศบาลกาฬสินธุ์ 8ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ. 2560 .ศ.

พื้นที่	พื้นที่เมือง (ตร.กม)	พื้นที่การเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่น้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาลกาฬสินธุ์	20.27	1.742	2.677	0.428	25.117

การศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2561 พบว่า จากพื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด (1 ตารางกิโลเมตร ปรากฏค่า 25.065พื้นที่ทำการเกษตร มีขนาด

พื้นที่ 2.702 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น (2 10.7896พื้นที่ป่าไม้ มีขนาดพื้นที่ ตารางกิโลเมตร 1.186 (3 %4.73 คิดเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ (4 %82.97 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 20.798พื้นที่ แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ %1.52 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 0.379 แสดงได้ดังภาพที่ 37



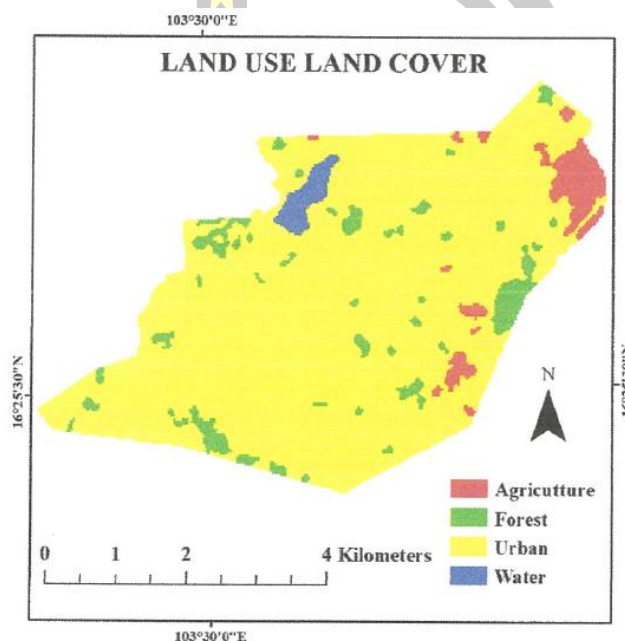
ภาพประกอบที่ 37 แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ปี 2561

จากภาพประกอบที่ 37 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์นั้น มีพื้นที่ทั้งหมด 25.065 ตารางกิโลเมตร ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาล กาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่เมือง พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการ วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของเทศบาลกาฬสินธุ์ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ.2561

พื้นที่	พื้นที่ เมือง (ตร.กม)	พื้นที่ การเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่ น้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาล กาฬสินธุ์	20.798	2.702	1.186	0.379	25.065

การศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2562 พบว่าจาก พื้นที่เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 25.156 ตารางกิโลเมตร ปรากฏค่า 1) พื้นที่การเกษตร มีขนาดพื้นที่ 0.999 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 3.97% 2) พื้นที่ป่าไม้ มีขนาดพื้นที่ 1.499 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 5.96% 3) พื้นที่ชุมชนเมือง มีขนาดพื้นที่ 22.258 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 88.48% 4) พื้นที่แหล่งน้ำ มีขนาดพื้นที่ 0.400 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 1.59% แสดงได้ดังภาพที่ 38



ภาพประกอบที่ 38 แสดงการใช้ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2562

จากภาพประกอบที่ 38 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์นั้น มีพื้นที่ทั้งหมด 25.156 ตารางกิโลเมตร ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาล กาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่เมือง พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ปี พ.ศ.2562

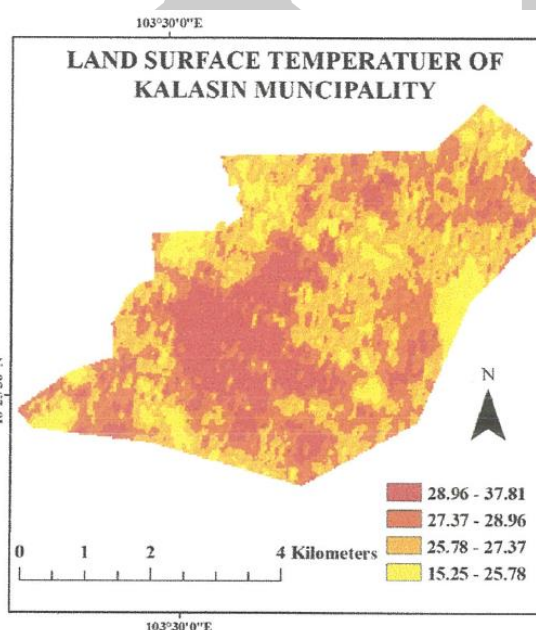
พื้นที่	พื้นที่เมือง (ตร.กม)	พื้นที่การเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่น้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาลกาฬสินธุ์	22.258	0.999	1.499	0.400	25.156

4.2 การศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวดินในช่วงปี พ .ศ.2556 ถึงปี พ .ศ.2562

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 18 ธันวาคม 2556 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 37.81 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 15.25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 26.53 องศาเซลเซียส โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2556

พื้นที่	ค่าต่ำสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าสูงสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าเฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
เทศบาล กาฬสินธุ์	15.25	37.81	26.53	1.97



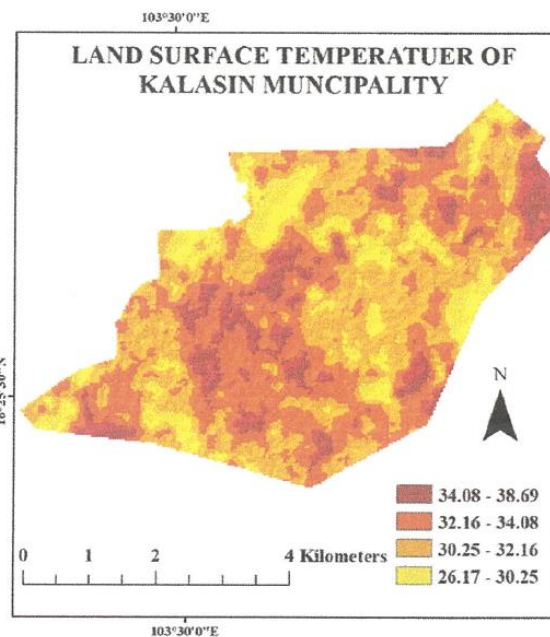
ภาพประกอบที่ 39 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวของปี 2556

จากภาพประกอบที่ 39 จะแสดงให้เห็นว่าผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 22 พฤศจิกายน 2556 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 37.81 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 15.25 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 25.53 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 21 ธันวาคม 2557 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 38.69 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 26.17 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 32.43 องศาเซลเซียส โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2557

พื้นที่	ค่าต่ำสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าสูงสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าเฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
เทศบาล กาฬสินธุ์	26.17	38.69	32.43	2.11



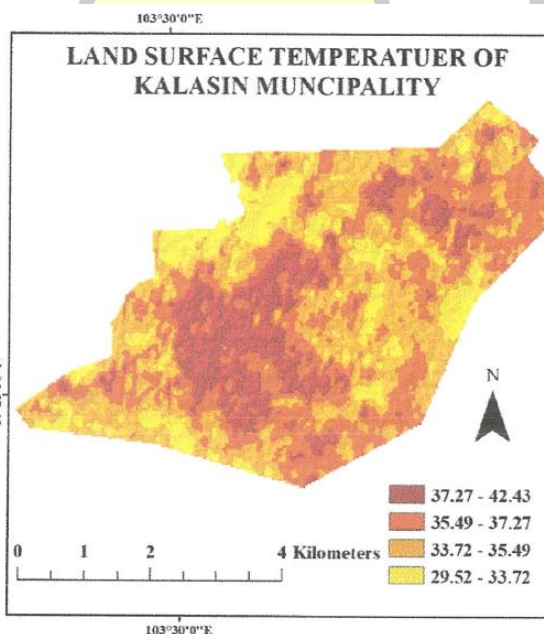
ภาพประกอบที่ 40 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวของปี 2557

จากภาพประกอบที่ 40 จะแสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 21 ธันวาคม 2557 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 38.69 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 26.17 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 32.43 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 22 พฤศจิกายน 2558 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุด อยู่ที่ 42.43 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 29.52 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 35.97 องศาเซลเซียส โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2558

พื้นที่	ค่าต่ำสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าสูงสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าเฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
เทศบาล กาฬสินธุ์	29.52	42.43	35.97	1.67



ภาพประกอบที่ 41 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวของปี 2558

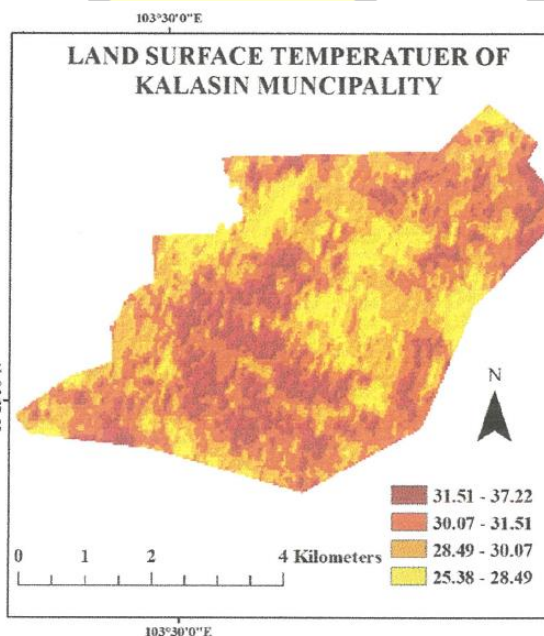
จากภาพประกอบที่ 41 จะแสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 22 พฤศจิกายน 2558 ช่วงคลื่น

TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 42.43 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 29.52 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 35.97 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat ช่วงคลื่น 2559 ธันวาคม 10 ของวันที่ 8TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ องศาเซลเซียส 37.22อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 25.38 องศาเซลเซียส โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์สามารถ 31.30 เฉลี่ยอยู่ที่ แสดงได้ดังตารางที่15

ตารางที่ 15 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2559

พื้นที่	ค่าต่ำสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าสูงสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าเฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
เทศบาล กาฬสินธุ์	25.38	37.22	31.30	2.96



ภาพประกอบที่ 42 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวของปี 2559

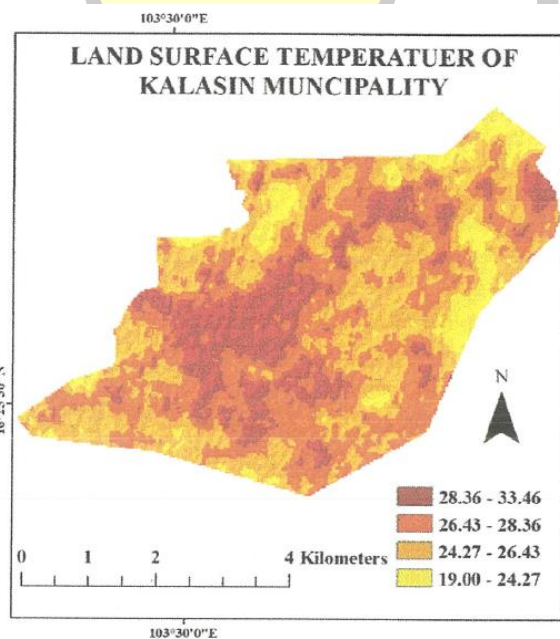
จากภาพประกอบที่ 42 จะแสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat ช่วงคลื่น 2559 ธันวาคม 10 ของวันที่ 8

TIR ด้วยวิธี Split window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 27 พฤศจิกายน 2560 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุด อยู่ที่ 33.46 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 19.00 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 26.23 องศาเซลเซียส โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2560

พื้นที่	ค่าต่ำสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าสูงสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าเฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
เทศบาล กาฬสินธุ์	19.00	33.46	26.23	2.57



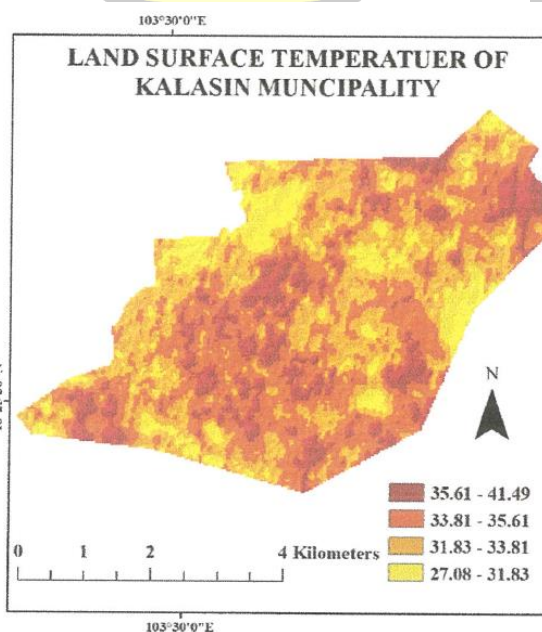
ภาพประกอบที่ 43 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวของปี 2560

จากภาพประกอบที่ 43 จะแสดงให้เห็นว่าผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat ช่วงคลื่น 2560 พฤศจิกายน 27 ของวันที่ 8TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 19.00 องศา เซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ องศาเซลเซียส 33.46

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 16 ธันวาคม 2561 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 41.49 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 27.08 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 34.25 องศา เซลเซียส โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2561

พื้นที่	ค่าต่ำสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าสูงสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าเฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
เทศบาล กาฬสินธุ์	27.08	41.49	34.25	2.65



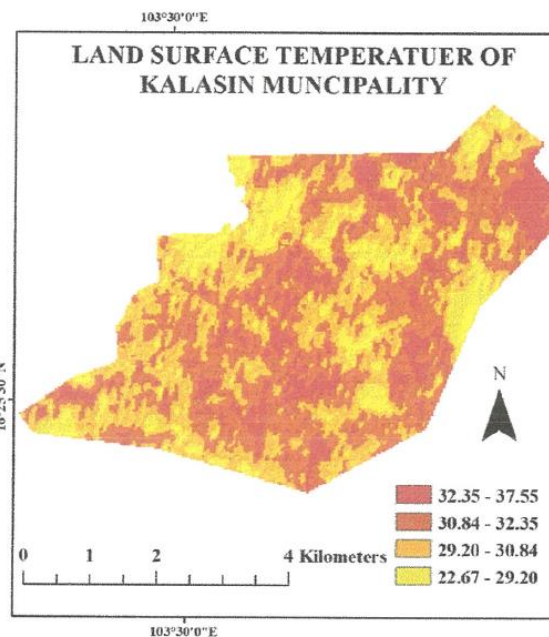
ภาพประกอบที่ 44 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวของปี 2561

จากภาพประกอบที่ 44 จะแสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 16 ธันวาคม 2561 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 41.49 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 27.08 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 34.25 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 3 ธันวาคม 2562 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 37.55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 22.67 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30.11 องศาเซลเซียส โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของเทศบาลกาฬสินธุ์ปี 2562

พื้นที่	ค่าต่ำสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าสูงสุด (องศา เซลเซียส)	ค่าเฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
เทศบาล กาฬสินธุ์	22.67	37.55	30.11	1.98

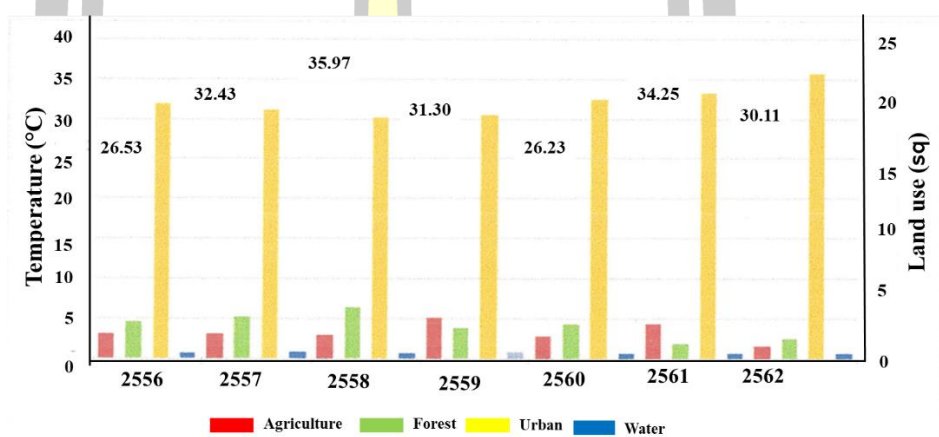


ภาพประกอบที่ 45 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวของปี 2562

จากภาพประกอบที่ 45 จะแสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ของวันที่ 3 ธันวาคม 2562 ช่วงคลื่น TIR ด้วยวิธี Split-window พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 37.55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 22.67 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30.11 องศาเซลเซียส

4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวเทศบาลกาฬสินธุ์ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในจังหวัดกาฬสินธุ์ที่สามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลดาวเทียมสามารถแสดงได้ดัง ภาพประกอบที่ 4.15)



ภาพประกอบที่ 46 ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และอุณหภูมิ

จากภาพประกอบที่ 46 สามารถอธิบายค่าเทศบาลกาฬสินธุ์ โดยแสดงเส้นกราฟในแกน X ซึ่ง ในแกน X ได้ถูกจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 4 ประเภทคือ 1) พื้นที่เมือง (Urban) 2) พื้นที่ การเกษตร (Agriculture) 3) พื้นที่ป่าไม้ (Forest) 4) พื้นที่แหล่งน้ำ (Water) จากสมมติฐานของการวิจัย ในครั้งนี้คือพื้นที่ที่เป็นตัวเมืองนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ จากกราฟใน แกน Y ฝั่งด้านซ้ายอุณหภูมิ มีหน่วยขององศาเซลเซียส ฝั่งด้านขวาจะแสดงขนาดของพื้นที่ของการใช้ ประโยชน์ที่ดิน มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร ทั้งนี้จากภาพประกอบที่ 4.2 ในภาพจะแสดงให้เห็นว่า แผนภูมิของอุณหภูมิ จะเปลี่ยนไปตามการใช้ประโยชน์ของที่ดินในแต่ละประเภท จากผลการศึกษานี้ ในปี พ.ศ.2556 ซึ่งปรากฏอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 26.53 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งปรากฏอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 32.43 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2558 ซึ่งปรากฏอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 35.97 องศา เซลเซียส ในปี พ.ศ.2559 ซึ่งปรากฏอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 31.30 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2560 ซึ่งปรากฏ อุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 26.23 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2561 ซึ่งปรากฏอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 34.25 องศาเซลเซียสและในปี พ.ศ.2562 ซึ่งปรากฏอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 30.11 องศาเซลเซียส จากกราฟแสดงความสัมพันธ์นั้นอุณหภูมิที่มีการขึ้นลงอาจจะเป็น

เพราะว่าโลกของเราช่วงที่ผ่านมานั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากบางปีมีอุณหภูมิที่ร้อนถึงร้อนมาก บางปีมีอุณหภูมิที่หนาวถึงหนาวมาก ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิมีค่าเชิงขึ้นลงซึ่งข้อมูลข้างต้นนั้นจะแสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจึงทำให้การใช้ประโยชน์ของที่ดินนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นไปตามการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ตามลำดับ

4.4 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแคปปา

ตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการสุ่มจุดตัวอย่างจำนวน 90 จุดโดยการเปรียบเทียบกับ Google Earth ดังต่อไปนี้

4.4.1 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแคปปา ปี พ.ศ.2556

ตารางที่ 19 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ.2556

ข้อมูลการ จำแนก	พื้นที่ เมือง	พื้นที่การเกษตร	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่น้ำ	รวม	user's accuracy (%)
พื้นที่เมือง	26	2	2	-	30	86.67
พื้นที่การเกษตร	-	28	-	2	30	93.33
พื้นที่ป่าไม้	2	-	28	-	30	93.33
พื้นที่น้ำ	1	2	-	27	30	90.00
รวม	26	27	29	38	120	
producer's accuracy (%)	89.66	87.50	93.33	93.31		
Overall accuracy (%)	90.83					

จากข้อมูลตารางที่ 19 เมื่อคำนวณค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ร้อยละ 90.83 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Statistics) ของความสอดคล้องเท่ากับ .0940 เมื่อพิจารณาเฉพาะคลาส (class) ของพื้นที่เมืองพบว่า มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) เท่ากับร้อยละ 89.66 (มีความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป omission error) เท่ากับร้อยละ 10.34 มีค่าความถูกต้อง

ของผู้ใช้ (user's accuracy) เท่ากับร้อยละ 86.67 มีค่าความผิดพลาดส่วนที่เกินเข้ามา (commission error) เท่ากับร้อยละ 13.33

4.4.2 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแบบปา ปี พ .ศ.2557

ตารางที่ 20 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ .ศ.2557

ข้อมูลการ จำแนก	พื้นที่ เมือง	พื้นที่การเกษตร	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่น้ำ	รวม	user's accuracy (%)
พื้นที่เมือง	29	-	1	-	30	96.67
พื้นที่การเกษตร	1	28	1	-	30	93.33
พื้นที่ป่าไม้	3	-	26	1	30	86.67
พื้นที่น้ำ	-	2	-	28	30	93.33
รวม	33	30	28	29	120	
producer's accuracy (%)	87.87	93.33	92.86	95.55		
Overall accuracy (%)	92.50					

จากข้อมูลตารางที่ 20 เมื่อกำหนดค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ร้อยละ 92.50 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Statistics) ของความสอดคล้องเท่ากับ .0948 เมื่อพิจารณาเฉพาะคลาส (class) ของพื้นที่เมืองพบว่า มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) เท่ากับร้อยละ 87.87 มีความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป (omission error) เท่ากับร้อยละ 12.13 มีค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) เท่ากับร้อยละ 96.67 มีค่าความผิดพลาดส่วนที่เกินเข้ามา (commission error) เท่ากับร้อยละ 3.33

4.4.3 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแบบปา ปี พ .ศ.2558

ตารางที่ 21 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ.ศ.2558

ข้อมูลการ จำแนก	พื้นที่ เมือง	พื้นที่การเกษตร	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่น้ำ	รวม	user's accuracy (%)
พื้นที่เมือง	28	-	2	-	30	93.33
พื้นที่การเกษตร	1	26	1	2	30	86.67
พื้นที่ป่าไม้	-	2	28	-	30	93.33
พื้นที่น้ำ	2	1	-	27	30	90.00
รวม	31	29	31	29	120	
producer's accuracy (%)	90.32	83.66	90.32	93.31		
Overall accuracy (%)	90.83					

จากข้อมูลตารางที่ 21 เมื่อคำนวณค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ร้อยละ 90.83 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Statistics) ของความสอดคล้องเท่ากับ .0938 เมื่อพิจารณาเฉพาะคลาส (class) ของพื้นที่เมืองพบว่า มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) เท่ากับร้อยละ 90.32 มีความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป (omission error) เท่ากับร้อยละ 9.68 มีค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) เท่ากับร้อยละ 93.33 มีค่าความผิดพลาดส่วนที่เกินเข้ามา (commission error) เท่ากับร้อยละ 6.67

พหุบัณฑิต ชีวะ

4.4.4 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแบบปา ปี พ .ศ.2559

ตารางที่ 22 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ .ศ.2559

ข้อมูลการ จำแนก	พื้นที่ เมือง	พื้นที่การเกษตร	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่น้ำ	รวม	user's accuracy (%)
พื้นที่เมือง	25	2	3	-	30	83.33
พื้นที่การเกษตร	1	27	-	2	30	90.00
พื้นที่ป่าไม้	1	1	27	1	30	90.00
พื้นที่น้ำ	1	-	1	28	30	93.33
รวม	28	30	31	31	120	
producer's accuracy (%)	89.29	90.00	87.10	90.32		
Overall accuracy (%)	89.17					

จากข้อมูลตารางที่ 22 เมื่อคำนวณค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ร้อยละ 89.17 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Statistics) ของความสอดคล้องเท่ากับ .0929 เมื่อพิจารณาเฉพาะคลาส (class) ของพื้นที่เมืองพบว่า มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) เท่ากับร้อยละ 89.29 มีความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป (omission error) เท่ากับร้อยละ 10.71 มีค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) เท่ากับร้อยละ 83.33 มีค่าความผิดพลาดส่วนที่เกินเข้ามา (commission error) เท่ากับร้อยละ 16.67

4.4.5 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแบบปลา ปี พ .ศ.2560

ตารางที่ 23 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ .ศ.2560

ข้อมูลการ จำแนก	พื้นที่ เมือง	พื้นที่การเกษตร	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่น้ำ	รวม	user's accuracy (%)
พื้นที่เมือง	27	-	2	1	30	90.00
พื้นที่การเกษตร	3	24	1	2	30	80.00
พื้นที่ป่าไม้	-	3	26	1	30	86.67
พื้นที่น้ำ	-	1	-	29	30	96.67
รวม	30	28	29	33	120	
producer's accuracy (%)	90.00	85.71	89.65	87.87		
Overall accuracy (%)	88.33					

จากข้อมูลตารางที่ 23 เมื่อดำเนินการคำนวณค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ร้อยละ 88.33 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Kappa Statistics) ของความสอดคล้องเท่ากับ .0922 เมื่อพิจารณาเฉพาะคลาส (class) ของพื้นที่เมืองพบว่า มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) เท่ากับร้อยละ 90.00 มีความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป (omission error) เท่ากับร้อยละ 10.00 มีค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) เท่ากับร้อยละ 90.00 มีความผิดพลาดส่วนที่เกินเข้ามา (commission error) เท่ากับร้อยละ 10.00

4.4.6 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแบบปลา ปี พ .ศ.2561

ตารางที่ 24 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ .ศ.2561

ข้อมูลการ จำแนก	พื้นที่ เมือง	พื้นที่การเกษตร	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่น้ำ	รวม	user's accuracy (%)
พื้นที่เมือง	27	1	1	1	30	90.00
พื้นที่การเกษตร	1	28	-	1	30	93.33
พื้นที่ป่าไม้	1	1	28	-	30	93.33
พื้นที่น้ำ	2	-	-	28	30	93.33
รวม	31	30	29	30	120	
producer's accuracy (%)	87.10	93.33	95.55	93.33		
Overall accuracy (%)	92.50					

จากข้อมูลตารางที่ 24 เมื่อกำหนดค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ร้อยละ 92.50 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Statistics) ของความสอดคล้องเท่ากับ .0948 เมื่อพิจารณาเฉพาะคลาส (class) ของพื้นที่เมืองพบว่า มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) เท่ากับร้อยละ 87.10 มีความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป (omission error) เท่ากับร้อยละ 12.90 มีค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) เท่ากับร้อยละ 90.00 มีค่าความผิดพลาดส่วนที่เกินเข้ามา (commission error) เท่ากับร้อยละ 10.00

4.4.6 การตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการทางสถิติแบบปา ปี พ .ศ.2562

ตารางที่ 25 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง พ .ศ.2562

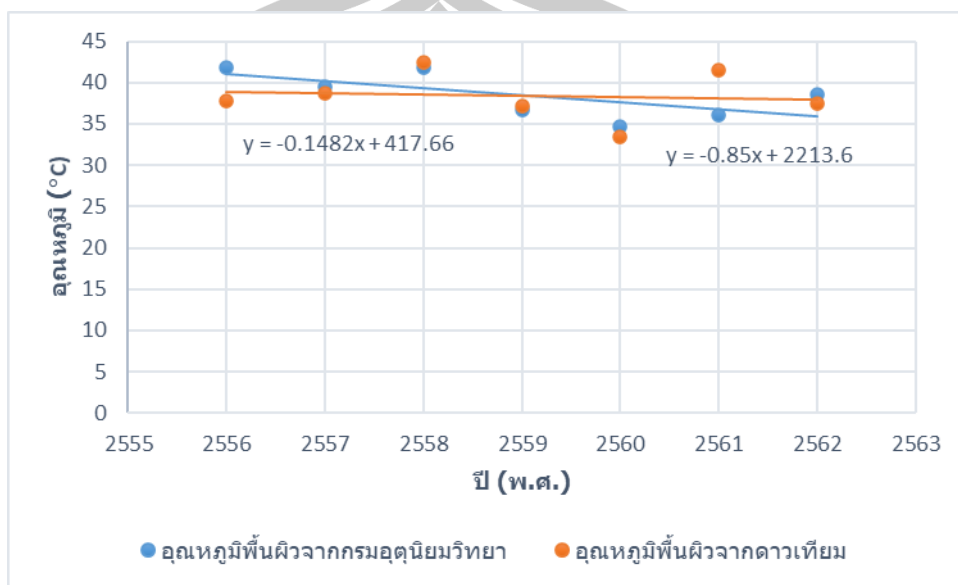
ข้อมูลการ จำแนก	พื้นที่ เมือง	พื้นที่การเกษตร	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่น้ำ	รวม	user's accuracy (%)
พื้นที่เมือง	27	1	1	1	30	90.00
พื้นที่การเกษตร	1	28	-	1	30	93.33
พื้นที่ป่าไม้	1	1	28	-	30	93.33
พื้นที่น้ำ	2	-	-	28	30	93.33
รวม	31	30	29	30	120	
producer's accuracy (%)	87.10	93.33	95.55	93.33		
Overall accuracy (%)	86.67					

จากข้อมูลตารางที่ 25 เมื่อกำหนดค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ร้อยละ 86.67 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Statistics) ของความสอดคล้องเท่ากับ .0909 เมื่อพิจารณาเฉพาะคลาส (class) ของพื้นที่เมืองพบว่า มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (producer's accuracy) เท่ากับร้อยละ 84.38 มีความผิดพลาดส่วนที่ขาดหายไป (omission error) เท่ากับร้อยละ 15.62 มีค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (user's accuracy) เท่ากับร้อยละ 90.00 มีค่าความผิดพลาดส่วนที่เกินเข้ามา (commission error) เท่ากับร้อยละ 10.00

4.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกับอุณหภูมิกรมอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย ปี พ .ศ. 2556 ถึงปี พ .ศ.2562

ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับอุณหภูมิกรมอุตุนิยมวิทยา ดังภาพ 4.16 ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมมาหาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อสร้างสมการเชิงเส้นของข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากกรมอุตุนิยมวิทยาพบว่าค่าสมการเชิงเส้น r^2

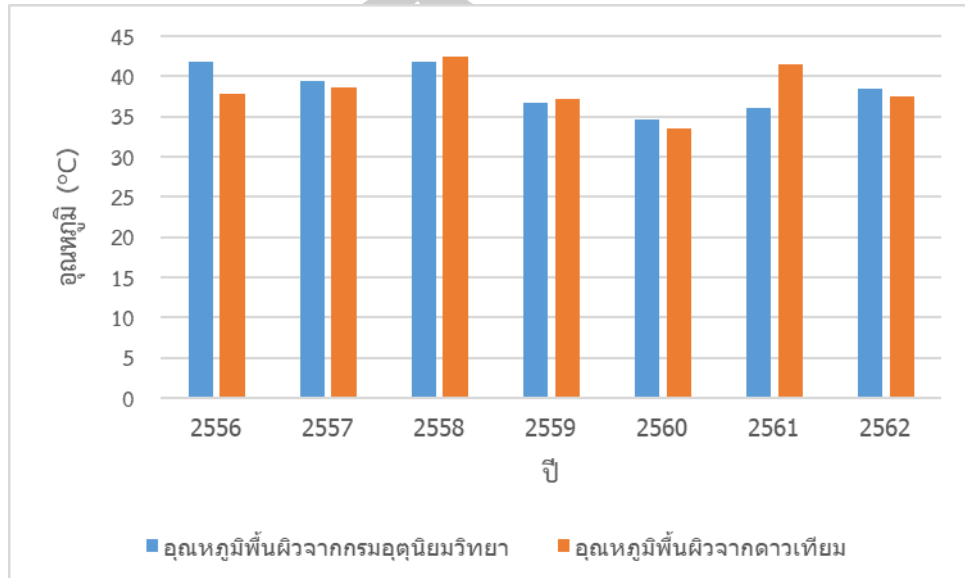
เท่ากับ 0.4379 แต่เมื่อนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมกับอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อสร้างสมการเชิงเส้นของข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากกรมอุตุนิยมวิทยาพบว่าค่าสมการเชิงเส้น r^2 เท่ากับ 0.0117 ดังภาพ 47



ภาพประกอบที่ 47 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกับอุณหภูมิกรมอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกับอุณหภูมิกรมอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยในปี พ.ศ.2556 ถึงปี พ.ศ. 2562 พบว่า พ.ศ.2556 พื้นที่ชุมชนเมืองมีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงที่สุด 37.81 องศาเซลเซียส เมื่อนำค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้มาตรวจสอบกับอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยาปี พ.ศ.2556 ก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 9.546 ส่วนข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาปรากฏว่า 41.8 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2557 ก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2.056 โดยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมพบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ 38.69 องศาเซลเซียส ส่วนข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาปรากฏว่า 39.5 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2558 ก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1.5% โดยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมพบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ 42.43 องศาเซลเซียส ส่วนข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาปรากฏว่า 41.8 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2559 ก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1.41% โดยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียม พบว่ามีค่าอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ 37.22 องศาเซลเซียส ส่วนข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาปรากฏว่า 36.7 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2560 ก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 3.57% โดยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมพบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ 33.46 องศาเซลเซียส ส่วนข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาปรากฏว่า 34.7 องศาเซลเซียส ในปี พ.ศ.2561 ก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 14.939% โดยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมพบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ 41.49 องศาเซลเซียส ส่วนข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ปรากฏว่า 36.1 องศาเซลเซียส และปี พ.ศ.

2562 ก็พบว่ามี ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2.46% โดยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมพบว่า มีค่า อุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ 37.55 องศาเซลเซียส จากข้อมูลดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังภาพที่ ภาพ 48



ภาพประกอบที่ 48 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกับอุณหภูมิกรม อุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย



บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ได้ทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน และหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวดิน สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท 8 ในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ โดยหาความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า

ในปี พ.ศ.2556 มีพื้นที่เมืองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 79.35 รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 11.37 เมื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติ พบว่ามีค่า สถิติแคปปา) Kappa Statistics) เท่ากับ 0.94 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 90.83 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ดาวเทียมตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 37.81 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่กรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 41.8 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 9.55%

ในปี พ.ศ.2557 มีพื้นที่เมืองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 77.24 รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 12.96 เมื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติ พบว่ามีค่า สถิติแคปปา) Kappa Statistics) เท่ากับ 0.95 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 92.50 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ดาวเทียมตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 38.69 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่กรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 39.69 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 2.06%

ในปี พ.ศ.2558 มีพื้นที่เมืองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 75.03 รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 16.07 เมื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติ พบว่ามีค่าสถิติแคปปา) Kappa Statistics) เท่ากับ 0.94 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 90.83 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ดาวเทียมตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 42.43 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่กรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 41.80 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 1.41%

ในปี พ.ศ.2559 มีพื้นที่เมืองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 75.92 รองลงมาคือพื้นที่การเกษตรคิดเป็นร้อยละ 12.46 เมื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติ พบว่ามีค่าสถิติแคปปา) Kappa Statistics) เท่ากับ 0.93 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 89.17 จาก

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ดาวเทียมตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 37.22 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่กรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 36.70 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 1.41%

ในปี พ.ศ.2560 มีพื้นที่เมืองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 80.70 รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 10.67 เมื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติ พบว่ามีค่าสถิติ (Kappa Statistics) เท่ากับ 0.92 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 88.33 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ดาวเทียมตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 33.46 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่กรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 34.70 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 3.57%

ในปี พ.ศ.2561 มีพื้นที่เมืองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 82.97 รองลงมาคือพื้นที่การเกษตรคิดเป็นร้อยละ 10.79 เมื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติ พบว่ามีค่าสถิติ (Kappa Statistics) เท่ากับ 0.95 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 92.50 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ดาวเทียมตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 41.49 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่กรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 36.10 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 14.94%

ในปี พ.ศ.2562 มีพื้นที่เมืองมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 88.48 รองลงมาคือพื้นที่การเกษตรคิดเป็นร้อยละ 5.97 เมื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติ พบว่ามีค่าสถิติ (Kappa Statistics) เท่ากับ 0.95 และค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 86.67 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ดาวเทียมตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 37.55 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่กรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดได้มีค่าเท่ากับ 38.50 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณหาความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 2.46%

5.2 อภิปรายผล

การศึกษาช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ จากข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท 8 ร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ยังคงเป็นพื้นที่เมืองมากที่สุดถึงร้อยละ 88.48 รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้ แต่เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เมืองกับอุณหภูมิพื้นผิว พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ ยังมีการขยายตัวของพื้นที่เมืองมากขึ้นเท่าไร ก็จะส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเท่านั้น และเมื่อวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ พบว่าเส้นกราฟมีการขึ้นลงจึงซึ่งสันนิฐานได้ว่าตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์นั้นมีเพียงตำแหน่งเดียว ซึ่งตั้งอยู่ที่ ต. กาฬสินธุ์.กมลาไสย จ.หลักเมือง อ. ดังนั้นข้อมูลของอุณหภูมิที่ได้มาจากตำแหน่ง

เดียนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของข้อมูลอุณหภูมิของพื้นที่ศึกษาได้ ซึ่งข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลดาวเทียมนั้นเป็นการวิเคราะห์จากพื้นที่ทุกตารางนิ้วของพื้นที่ศึกษา จึงทำให้อุณหภูมิที่วิเคราะห์ได้มีความคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อย

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

1. หาช่วงเวลาของการบันทึกภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเดียวกันแต่ต่างปีไม่ค่อยพบ ทำให้มีตัวเลือกน้อยลงในการเลือกช่วงเวลาของการบันทึกภาพถ่ายดาวเทียม
2. ในการจำแนกข้อมูลในบางครั้งโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์มีปัญหา ควรเลือกใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมกับข้อมูล

ข้อเสนอแนะ 5.4

1. ควรเลือกภาพถ่ายที่ไม่มีเมฆหรือมีเมฆปกคลุมพื้นที่ศึกษาน้อยที่สุดเพื่อความถูกต้องของผลการข้อมูล เพราะถ้ามีเมฆอยู่ในภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาที่จะทำการจำแนกผลมีความถูกต้องลดลงหรือมีผลที่คลาดเคลื่อน
2. อุณหภูมิที่มีการขึ้นลงอาจจะเป็นเพราะว่าโลกของเราช่วงที่ผ่านมานั้นมีการเปลี่ยนแปลงไป อย่างมาก บางปีมีอุณหภูมิที่ร้อนถึงร้อนมาก บางปีมีอุณหภูมิที่หนาวถึงหนาวมาก



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ. 2557. เทคโนโลยีอวกาศประยุกต์ (Space Technology Application). พิมพ์

ครั้งที่ 1 มหาสารคาม : ตักศิลาพิมพ์, 229 หน้า.

วลดา เดชะพงศ์ธนา, สุพรรณ กาญจนสุธรรม, แก้ว นวลฉวี และ นฤมล อินทรวีเชียร. (2560). การประมาณ ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(3), 378-387.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน):GISTDA.สืบค้นจาก :

<https://www.gistda.or.th/main/th/node/93>

A.K. Srivastava, M. Rajeevan, S.R. Kshirsagar, 2009, Development of a high resolution daily gridded temperature data set (1969-2005) for the Indian region, ATMOSPHERIC SCIENCE LETTERS. National Climate Centre, India Meteorological Department. 10: 249-254 (2009). DOI: 10.1002/asl.232.

Anbazhagan S, Paramasivam CR (2016) Statistical correlation between land surface temperature (LST) and vegetation index (NDVI) using multi-temporal Landsat TM data. Int J Adv Earth Sci Eng 5:333-346

Amiri, R., Weng, Q., Alimohammadi, A., Alavipanah S. K., 2009. Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and landuse/cover in the Tabriz urban area, Iran. Remote Sensing of Environment, 113,2606-2617.

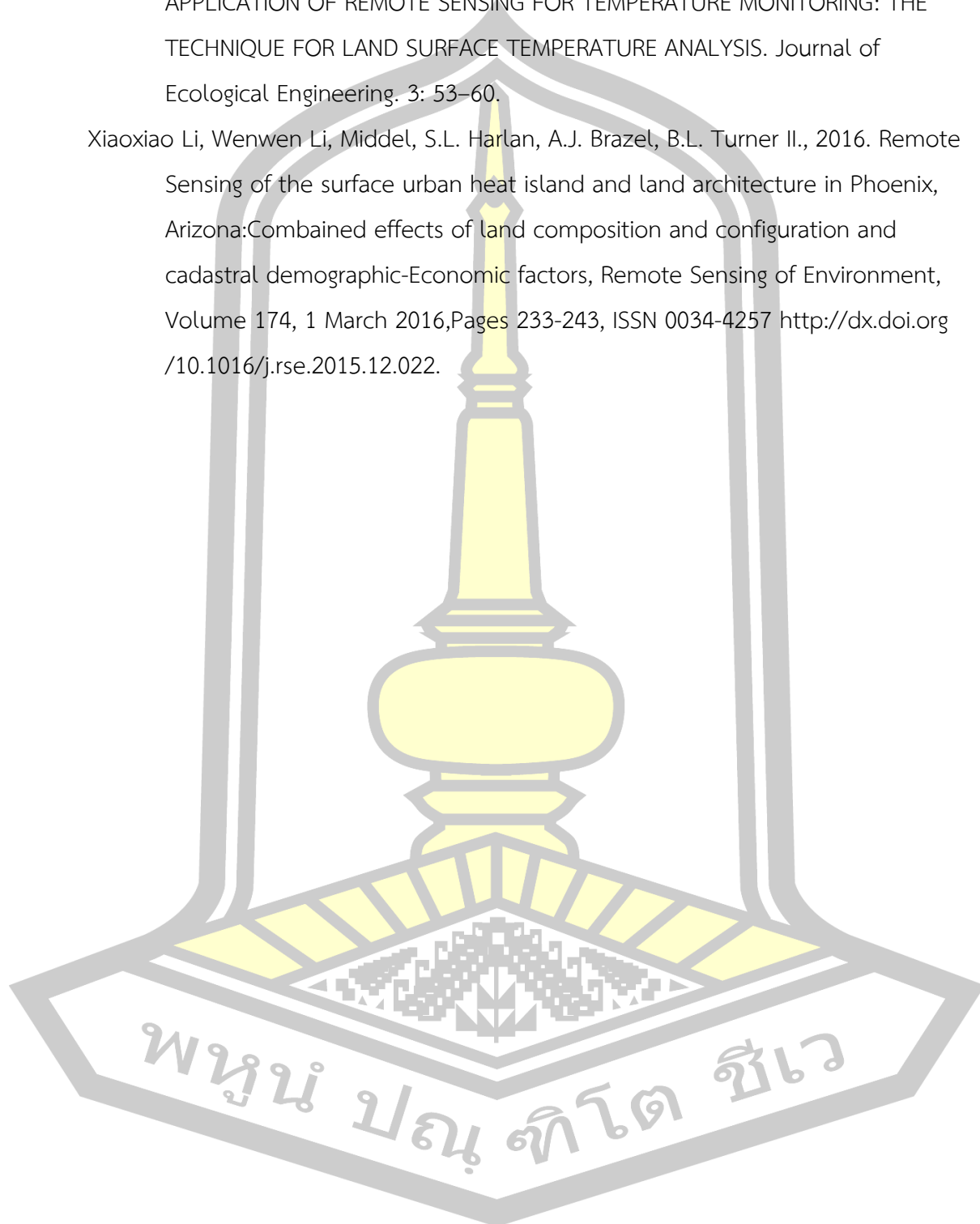
Guo, Z., Wang, S.D., Cheng, M.M., Shu, Y., 2012. Assess the effect of different degrees of Urbanization on land surface temperature using remote sensing images. Procedia Environmental Sciences, 13, 935-942.

Mallick, J., Singh, C. K., Shashtri, S., Rahman, A., Mukherjee, S., 2012, Land surface emissivity retrieval based on moisture index from LANDSAT TM satellite data over heterogeneous surfaces of Delhi city. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 19, 348-358.

Qihao Weng, Dengsheng Lu, Jacquelyn Schubring, 2004, Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island Studies: Remote Sensing of Environment, Volume 89, Issue 4, 29 February 2004, Pages 467-483 29 February 2004, Pages 467-483

Teerawong Laosuwan, Torsak Gomasathit, Tanutdech Rotjanakusol, 2017, APPLICATION OF REMOTE SENSING FOR TEMPERATURE MONITORING: THE TECHNIQUE FOR LAND SURFACE TEMPERATURE ANALYSIS. Journal of Ecological Engineering. 3: 53–60.

Xiaoxiao Li, Wenwen Li, Middel, S.L. Harlan, A.J. Brazel, B.L. Turner II., 2016. Remote Sensing of the surface urban heat island and land architecture in Phoenix, Arizona: Combined effects of land composition and configuration and cadastral demographic-Economic factors, Remote Sensing of Environment, Volume 174, 1 March 2016, Pages 233-243, ISSN 0034-4257 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.022>.



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวณัฐพร อรรคอำนวย
วันเกิด 28012519
สถานที่เกิด อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 203 หมู่ 4 ถนนเกิดแก้ว ตำบลกมลาไสย
ตำแหน่งหน้าที่การงาน ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนเมืองกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา

