

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

Analysis of Correlation between the Land Surface Temperature, the Land-use and Land-Cover in Mueang District, Lampang Province

วารินทร์ วงษ์วรรณ^{1*} และ สืบพงษ์ พงษ์สวัสดิ์²
Warin Wongwan^{1*} and Subpong Pongsawat²

Received: 12 September 2022

Revised: 30 March 2023

Accepted: 7 April 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 วิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 ในช่วงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2557 ถึง ปี พ.ศ. 2563 มีจำนวน 11 แบนด์ ประกอบด้วยระบบ OLI และ TIRS ได้ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว นำข้อมูลระบบ OLI แบนด์ที่ 4 และ 5 มาหาค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) พร้อมกับข้อมูลระบบ TIRS แบนด์ที่ 10 และ 11 มาหาค่าอุณหภูมิพื้นผิว นำข้อมูลระบบ OLI แบนด์ที่ 7 5 และ 3 มาจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ 5 ประเภท คือ 1) พื้นที่สีเขียว 2) พื้นที่ถูกเผาไหม้ 3) พื้นที่เมือง 4) พื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่น้ำ และ 5) พื้นที่ดินเปิด โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยวิธีการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับการใช้ที่ดินประเภทพื้นที่สีเขียว ($r = -0.7980$) และพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำ ($r = -0.211$) ส่วนอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ดินเปิด ($r = 0.500$) พื้นที่เมือง ($r = 0.340$) และพื้นที่ถูกเผา ($r = 0.080$) ตามลำดับ

คำสำคัญ : อุณหภูมิพื้นผิว การใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน

¹ สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง ประเทศไทย 52100

² Department of Social Study, Faculty of Humanities and Social Sciences, Lampang Rajabhat University, Lampang, Thailand, 52100

² สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะนวัตกรรม เทคโนโลยี และการสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น เชียงใหม่ ประเทศไทย 50100

² Department of Digital Technology, Faculty of Innovation Technology and Creativity, The Far Eastern University, Chiang Mai Thailand, 50100

* ผู้พันธ์ประสานงาน (Corresponding author) e-mail: wwongwan@lpru.ac.th

ABSTRACT

The purpose of this research was to estimate the land surface temperature and analyze the relation between the land surface temperature and land use and land cover of Mueang District, Lampang Province. By using data from Landsat 8 satellite from March, 2014 to 2020. There are 11 bands consisting of OLI and TIRS system which were processed through geometric correction. Data of OLI system band 4-5 were calculated into normalized difference vegetation index (NDVI) and data of TIRS system band 10-11 were calculated into land surface temperature. Data of OLI system band 753/RGB were then categorized in supervised classification into 5 types of land use and land cover; 1) green area 2) burned area 3) urban area 4) wetland/water 5) bare soil, and analysis of relationship between land surface temperature and proportion of land use and land cover by Pearson Product Moment Correlation method. The results found that the land surface temperature was negative correlated with green area and wetland/water with correlation (r) values -0.798 and -0.211. The land surface temperature was related in the same direction with bare soil, urban area and burned area with correlation values 0.500, 0.340 and 0.080.

Keywords: Land Surface Temperature; Land-Use; Land-Cover

บทนำ

จังหวัดลำปางเป็นจังหวัดที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอย่างรวดเร็วภายในช่วงเวลาที่ผ่านมา จากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดลำปางในเดือนเมษายน ปี 2562 พบว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของจังหวัดลำปางอยู่ที่ 43 องศาเซลเซียส [1] ซึ่งปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้จังหวัดลำปางมีอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นอันดับที่ 1 ของประเทศ อาจมีสาเหตุเนื่องจาก สภาพภูมิประเทศ ทั้งนี้เนื่องจาก จังหวัดลำปางมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบล้อมรอบด้วยภูเขา และมีลักษณะเป็นแอ่งแผ่นดินหรืออ่างเรียกว่า “อ่างลำปาง” เป็นอ่างที่ยาวและกว้างที่สุดในภาคเหนือ ทำให้อากาศไม่สามารถระบายหรือถ่ายเทออกไปได้ง่าย [2] นอกจากนี้ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศของจังหวัดลำปางแล้ว ยังมีสาเหตุจากการขยายตัวของเมืองลำปางที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ ภูมิทัศน์ของสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป อาคาร ถนน และสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ เกิดขึ้นมาแทนที่พื้นที่โล่งและพืชพรรณธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงพื้นผิวจากบริเวณที่เป็นต้นไม้เป็นพื้นที่แข็ง ก่อให้เกิดการสะสมตัวของความร้อน จากการดูดซับรังสีความร้อนของอาคาร ถนน และวัสดุปูพื้น [3] นอกจากนี้ยังเกิดจากปัญหาของสภาพหมอกควันทั้งในตัวเมืองและรอบนอก ที่เกิดจากการเผาตอซังและเศษวัสดุทางการเกษตรของเกษตรกรเพื่อทำการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกในครั้งต่อไป รวมถึงการจุดไฟเผาป่าเพื่อหาของป่า [4] ซึ่งปัจจัยทั้งหมดนี้ได้เป็นเหมือนแรงเสริมให้อุณหภูมิสูงยิ่งขึ้นไปอีก

กิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่ส่งผลทางลบต่อสิ่งแวดล้อม การเพิ่มขึ้นของประชากรและมลพิษ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของชั้นบรรยากาศและพื้นผิวดิน ผลพวงดังกล่าว ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “ปรากฏการณ์เกาะความร้อน Urban Heat Island” หรือ “โดมความร้อน” ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ คือการที่อากาศใกล้พื้นดินในเขตชุมชนเมืองที่มีอาคารบ้านเรือนและตึกสูงอยู่เป็นจำนวนมาก มีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณ

ที่เป็นป่าไม้ที่อยู่ติดออกไปรอบ ๆ [5] มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิพื้นผิวดินด้วยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) จากข้อมูลดาวเทียมอย่างแพร่หลาย ดังการวิจัยของ Piyatadsananon and Salakkham [6] ที่ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ระบบ Operational Land Imager (OLI) ในการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินในเขตเทศบาลเมืองบุรีรัมย์ ทำให้สามารถติดตามค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินในเขตเมืองได้นอกจากนี้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนการศึกษาของ Aslan and Koc-San [7] ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 7 ระบบ Enhance Thematic Mapper (ETM) และ Landsat 8 OLI ในการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวดินในเมือง Antalya ประเทศตุรกี โดยพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวดินที่สูงสัมพันธ์กับพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เปิดโล่ง ในขณะที่อุณหภูมิพื้นผิวที่ต่ำลงสัมพันธ์กับพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรมในเขตชลประทาน และ Zaeemdar and Baycan [8] ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 OLI ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเกาะความร้อนในเมืองกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในเมือง Istambul ประเทศตุรกี ที่พบว่าบริเวณที่ปกคลุมด้วยวัสดุสังเคราะห์ที่สะท้อนแสงต่ำ และบริเวณที่มีพืชปกคลุมอยู่น้อย ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวดินสูงขึ้น ในทำนองเดียวกันกับงานวิจัยของ Arifin et al. [9] ที่พบว่า บริเวณที่มีต้นไม้ปกคลุมมีอุณหภูมิพื้นผิวดินต่ำกว่าบริเวณที่มีต้นไม้ปกคลุมอยู่น้อยหรือไม่มีเลย เช่นเดียวกับ Kimuku and Ngigi [10] ที่ได้พบว่าพื้นที่เมืองส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Bonafoni and Keeratikasikorn [11] คำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินจากดาวเทียม MODIS LST วิเคราะห์ร่วมกับการใช้ที่ดินจากดาวเทียม Landsat 7 ETM และ Landsat 8 OLI ทำให้ได้ปริมาณความสัมพันธ์ของอุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ที่ดินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) และการศึกษาของ Espinoza-Molina et al. [12] ได้พบว่าอุณหภูมิพื้นผิวดินมีความสัมพันธ์แบบสวนทางกับดัชนีพืชพรรณ เนื่องจากพืชปกคลุมพื้นดินไว้ไม่ได้รับความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ ดังนั้นการใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 7 และ Landsat 8 OLI ทำให้ได้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวดินได้อย่างต่อเนื่องและเป็นปัจจุบัน [13]

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจจากระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน รวมไปถึงพื้นที่สีเขียวในเมือง ด้วยข้อมูลดาวเทียม สามารถช่วยศึกษาพื้นที่ในบริเวณกว้างอย่างพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการติดตามสถานการณ์การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้ใกล้เคียงกับช่วงเวลาปัจจุบัน นอกจากนั้นยังสามารถวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวโดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared Band) ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 เพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์เกี่ยวกับการศึกษาอุณหภูมิในเมืองต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขสภาพแวดล้อมในเมืองเพื่อช่วยลดความร้อนในเมืองได้ในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

1.1 ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ระบบ Operational Land Imager (OLI) และ Thermal Infrared Sensor (TIRS) Collection 2 Level-1 Path 130 Row 47 บันทึกภาพในวันที่ 13 มีนาคม 2557 วันที่ 16 มีนาคม 2558 วันที่ 18 มีนาคม 2559 วันที่ 5 มีนาคม 2560 วันที่ 8 มีนาคม 2561 วันที่ 25 มีนาคม 2562 และวันที่ 14 มีนาคม 2563 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เข้าสู่ฤดูร้อนและอุณหภูมิมีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดย

ใช้แบนด์ 1-7 และ 9 ขนาดจุดภาพ 30 เมตร แบนด์ 8 ขนาดจุดภาพ 156 เมตร แบนด์ 10-11 ขนาดจุดภาพ 100 เมตร โดยปรับปรุงขนาดจุดภาพเป็น 30 เมตร เพื่อให้มีขนาดจุดภาพเท่ากับแบนด์อื่น โดยเป็นข้อมูลดาวเทียมที่ให้บริการโดย สำนักงานสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Geological Survey: USGS) จากเว็บไซต์ <https://earthexplorer.usgs.gov/> โดยมีรายละเอียดช่วงคลื่นดังนี้

Table 1 Landsat 8 band designations for the Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)

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

1.2 ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน ของจังหวัดลำปาง จากสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา ดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ http://www.cmmet.tmd.go.th/forecast/pt/Max_Min_Rainfall.php

อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ตั้งอยู่ที่ระดับความสูง 268.80 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำวัง มีลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่ง มีภูเขาล้อมรอบ ลักษณะที่เป็นแอ่งคล้ายก้นกะทะ จึงทำให้อากาศร้อนอบอ้าวเกือบตลอดทั้งปี อากาศร้อนจัดในฤดูร้อน และหนาวจัดในฤดูหนาว โดยฤดูร้อนเริ่มต้นประมาณเดือนมีนาคมจนถึงเดือนพฤษภาคม อากาศร้อนอบอ้าวมาก เดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดคือเดือนเมษายน ฤดูฝนเริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฤดูหนาวเริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ [14]

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 คำนวณค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) โดยใช้ภาพดาวเทียม Landsat 8 แบนด์ 4 ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (RED) และแบนด์ 5 ช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (Near Infrared: NIR)

2.2 วิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนของดาวเทียม Landsat 8 แบนด์ 10 และแบนด์ 11

2.3 จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ทำภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) แบนด์ 753 (RGB) ใช้วิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแล (Supervised Classification)

2.4 หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ซอฟต์แวร์ Envi 5.3 (เป็นซอฟต์แวร์ที่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จัดซื้อลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย) ใช้สำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยวิธีการจำแนกด้วยวิธีกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยใช้ตัวจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum-Likelihood Classifier) [15]

3.2 ซอฟต์แวร์ Quantum GIS 3.10 ซึ่งเป็นโปรแกรมด้านภูมิสารสนเทศสำหรับการจัดเก็บจัดการ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ การสร้างแผนที่ และการนำเสนอผลการวิเคราะห์ และสามารถแปลงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเป็นชนิดไฟล์ในการวิเคราะห์อุณหภูมิ โดยแสดงเป็นข้อมูลไฟล์ภาพ และข้อมูลค่าตัวเลข นอกจากนี้ยังเป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open Source) และซอฟต์แวร์เสรี (Free Software) สามารถใช้งานได้ฟรี ดัดแปลงและพัฒนาได้โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ <https://download.qgis.org/downloads/>

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature: LST) เป็นการศึกษาความร้อนพื้นผิวโลก รับรู้จากการสัมผัสพื้นผิวโลกจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ซึ่งอาจเป็นหลังคาบ้าน ยอดตึก น้ำ หรือน้ำแข็ง ดังนั้น อุณหภูมิพื้นผิวจึงไม่เหมือนกับอุณหภูมิภายในอากาศ ในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวสำหรับการศึกษาดังนี้ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 แบนด์ 10 (Thermal Infrared - TIRS 1) และแบนด์ 11 (Thermal Infrared - TIRS 2) และใช้แบนด์ 4 และ 5 สำหรับคำนวณค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) โดยมีวิธีการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว ดังนี้

การคำนวณค่าการแผ่รังสีของภาพจากดาวเทียม [16] ดังสมการ 1

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

L_λ คือ ค่าการแผ่รังสีเชิงสเปกตรัม (Spectral Radiance) มีหน่วยเป็น $W \cdot m^{-2} \cdot Sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$

M_L คือ ค่า Radiance Multi Band มีค่าเท่ากับ 0.0003342

A_L คือ ค่า Radiance Add Band มีค่าเท่ากับ 0.10000

Q_{cal} คือ ค่าความเข้มแสงที่วัดได้ (Digital Number: DN) (แบนด์ 10)

4.2 การคำนวณอุณหภูมิสัมบูรณ์จากการแผ่รังสีเชิงคลื่นของภาพจากดาวเทียม และแปลงค่าอุณหภูมิองศาเซลเซียสเป็นค่าอุณหภูมิองศาเคลวิน [17] ดังสมการ 2

$$TB = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} - 273.16 \quad (2)$$

TB คือ ค่า Brightness Temperature แปลงหน่วยให้มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}C$)

L_1 คือ ค่าการแผ่รังสีเชิงสเปกตรัม (ได้จากการคำนวณสมการ 1)

K_1 คือ ค่าคงที่ของดาวเทียม Landsat 8 TIR 1 แบนด์ 10 และ 11 มีค่าเท่ากับ 774.89 องศาเคลวิน

K_2 คือ ค่าคงที่ของดาวเทียม Landsat 8 TIR 1 แบนด์ 10 และ 11 มีค่าเท่ากับ 1321.08 องศาเคลวิน

4.3 การคำนวณอุณหภูมิพื้นผิว (LST) สามารถคำนวณได้จากค่า Brightness Temperature (TB) [17] ดังสมการ 3

$$LST = TB / [1 + (\lambda \times \frac{TB}{C_2}) \times \ln(e)] \quad (3)$$

TB คือ ค่า Brightness Temperature (ได้จากการคำนวณสมการ 2)

λ คือ wavelength of emitted radiance (Landsat 8 แบนด์ 10 = 10.8 แบนด์ 11 = 12)

C_2 คือ $h \times c / s = 1.4388 \times 10^{-2} \text{ m K} = 14388 \text{ } \mu\text{m K}$

e คือ $(0.004 \times P_v) + 0.986$

P_v คือ $((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})) - 2$

4.4 ค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) คือ ค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิว โดยนำช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (NIR) หรือแบนด์ 5 กับช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (RED) หรือแบนด์ 4 ที่สะท้อนจากพื้นผิวมาคำนวณผลต่างของการสะท้อน [18] ดังสมการ 4

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \quad (4)$$

NDVI คือ ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index)

NIR คือ ช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (Near Infrared)

Red คือ ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (Red)

ทำการคำนวณเช่นเดียวกันนี้กับแบนด์ 11 แล้วนำภาพทั้ง 2 มาหาค่าเฉลี่ย จะได้เป็นภาพ Raster ที่อุณหภูมิพื้นผิวที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4.5 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI บันทึกภาพในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557-2563 โดยทำการรวมแบนด์ 2, 3, 4, 5, 6, 7 แล้วจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากภาพสีผสมเท็จ (False Color) ซึ่งประกอบด้วยช่วงคลื่น 753/RGB ทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยโปรแกรม Envi 5.3 เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมทั้งสิ่งปกคลุมดิน โดยจำแนกออกเป็น 5 ประเภทข้อมูล คือ 1) พื้นที่สีเขียว 2) พื้นที่ถูกเผาไหม้ 3) พื้นที่เมือง 4) พื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่น้ำ และ 5) พื้นที่ดินเปิด

การผสมภาพสีเท็จ (False Color Composite) 753/RGB ช่วงคลื่น SWIR-NIR-Green จากภาพ Landsat 8 OLI/TIRS เพื่อใช้ตรวจหาพื้นที่ตัวอย่างพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้ โดยพื้นที่ที่ถูกเผาไหม้จะปรากฏเป็นขอบเขตสีม่วงถึงม่วงเข้ม ในลักษณะกระจายไปโดยรอบจากศูนย์กลางการเกิดไฟ หรือตามทิศทางการลามของไฟ ขณะที่พื้นที่ที่กำลังเกิดไฟ (Active Fire) จะแสดงเป็นสีส้มจนถึงแดง ส่วนพื้นที่อื่น ๆ พื้นที่ป่าไม้จะปรากฏเป็นสีเขียวพื้นที่ป่าผลัดใบจะปรากฏเป็นสีม่วงอ่อน สีชมพู และสีขาว พื้นที่โล่งแจ้งจะปรากฏเป็นสีขาว สีชมพู หรือสีส้มอ่อน แหล่งน้ำจะปรากฏเป็นสีน้ำเงินเข้ม และพื้นที่เกษตรกรรมจะปรากฏเป็นโทนสีขาว สีเขียวอ่อน

หรือสีเขียวเข้มขึ้นอยู่กับชนิดพืช และความหนาแน่นของพืชปกคลุมดิน [18] ทั้งนี้ ตัวอย่างภาพพื้นที่กำลังถูกเผาไหม้จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 OLI/TIRS และพื้นที่ก่อนและหลังการเผาไหม้แสดงได้ดังรูปที่ 1

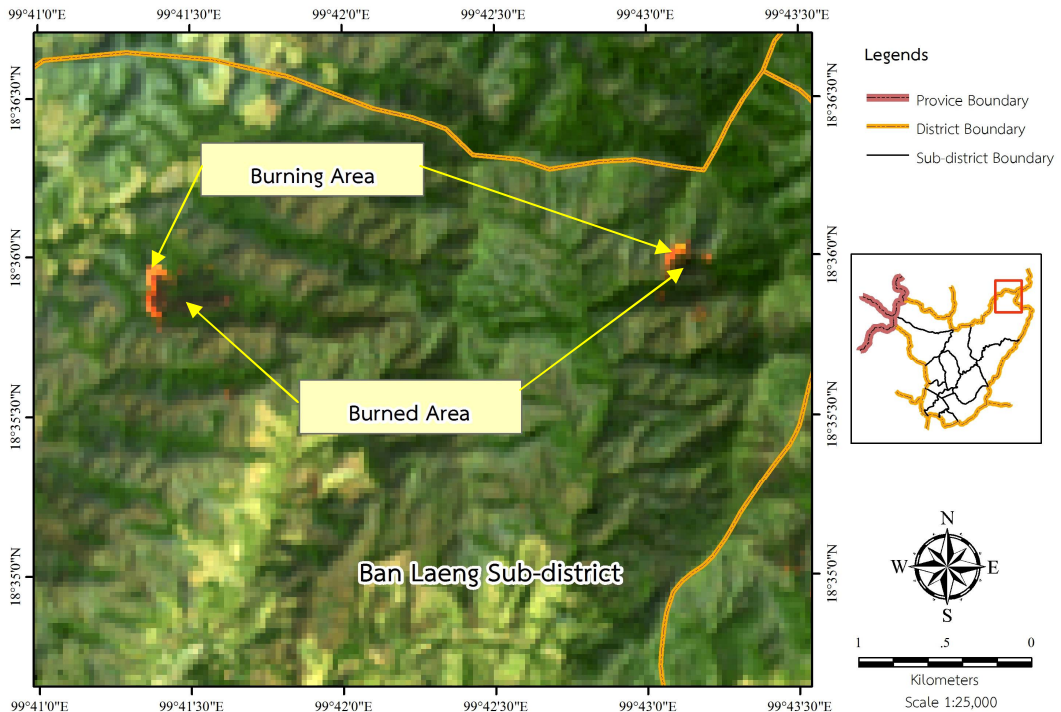


Figure 1 Burning and burned area in Ban Laeng Sub-district from Landsat 8 imagery acquired on 26 March 2019 from <https://earthexplorer.usgs.gov/>

4.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับข้อมูลร้อยละของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation: r) [16] ดังสมการที่ 5

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2][\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2]}} \quad (5)$$

r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

X คือ ร้อยละของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ทั้งหมดในแต่ละตำบล

Y คือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในแต่ละตำบล และความต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดในแต่ละตำบล

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว

การวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิพื้นผิว พื้นที่อำเภอเมืองลำปาง จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 บันทึกภาพวันที่ 13 มีนาคม 2557 วันที่ 16 มีนาคม 2558 วันที่ 18 มีนาคม 2559 วันที่ 5 มีนาคม 2560 วันที่ 8 มีนาคม 2561 วันที่ 25 มีนาคม 2562 และวันที่ 14 มีนาคม 2563 พบว่ามีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดเฉลี่ย และต่ำสุด แสดงดังตารางที่ 2

Table 2 Land surface temperature (°C) of Mueang Lampang from 2014 to 2020 calculated from Landsat 8 imagery

Year	Maximum	Minimum	Average	S.D.
2014	41.23	24.39	32.71	2.73
2015	34.10	22.62	27.14	1.24
2016	42.97	26.11	33.92	1.87
2017	35.15	22.19	28.14	1.80
2018	32.79	18.23	26.23	1.60
2019	37.75	22.49	29.96	2.04
2020	43.78	20.99	33.57	2.16

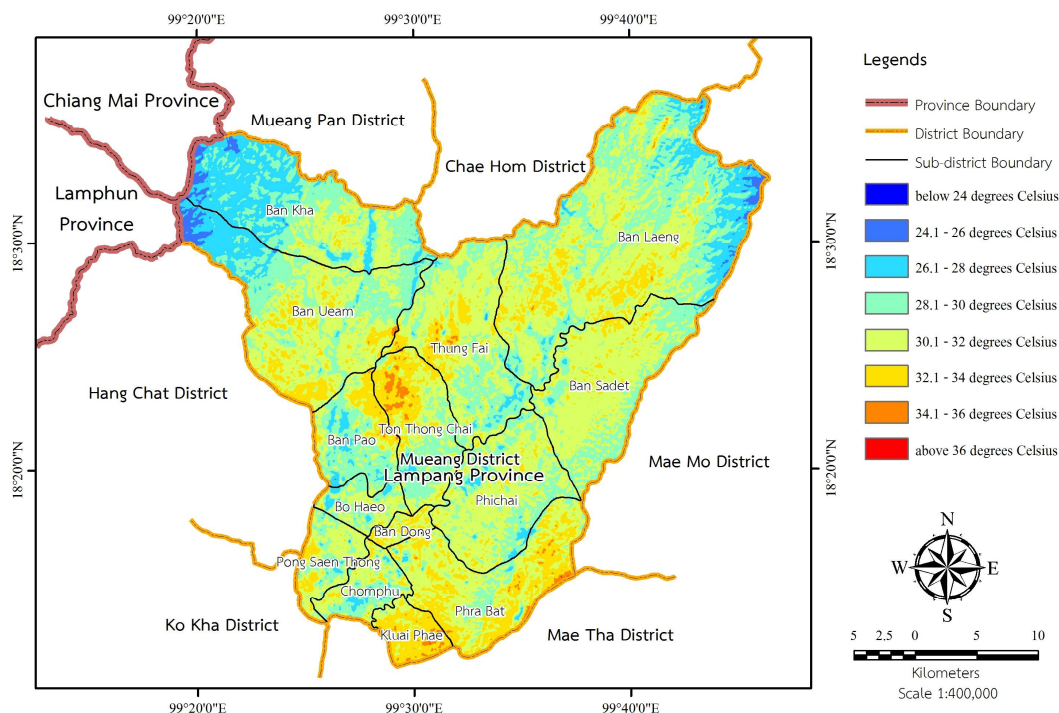
จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิพื้นผิว ปี พ.ศ. 2557-2563 พบว่า ในช่วงเดือน มีนาคมปี พ.ศ. 2563 พื้นที่อำเภอเมืองลำปางมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดในรอบ 7 ปี โดยมีอุณหภูมิสูงสุด 43.78 °C เมื่อพิจารณาอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด เฉลี่ยและต่ำสุด ปี พ.ศ. 2559 มีอุณหภูมิสูงสุด 42.97 °C มีอุณหภูมิต่ำสุดสูงกว่าปีอื่นคือ 26.11 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าปีอื่นคือ 33.92 °C ส่วนปี พ.ศ. 2561 มีอุณหภูมิต่ำกว่าปีอื่น ๆ

เมื่อนำอุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้ทั้ง 7 ปีมาหาค่าเฉลี่ย มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด เฉลี่ย และต่ำสุด ในแต่ละตำบล แสดงดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 7 ปี ในแต่ละตำบล พบว่า ตำบลที่มีอุณหภูมิสูงสุด ได้แก่ ตำบลกล้วยแพะ มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงกว่าตำบลอื่นคือ 32.73 °C ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณตำบลกล้วยแพะเป็นพื้นที่ราบจึงประกอบไปด้วยพื้นที่เมือง พื้นที่ดินเปิด และพื้นที่ถูกเผาไหม้เป็นส่วนใหญ่ และมีพื้นที่สีเขียวเล็กน้อยเท่านั้น จึงส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยมีค่าสูง ส่วนตำบลบ้านคำ เป็นตำบลที่มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยนต่ำกว่าตำบลอื่นคือ 28.63 °C ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณตำบลบ้านคำ ประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวเป็นส่วนใหญ่ (รูปที่ 2) สำหรับพื้นที่ตัวเมืองลำปางหรือเขตเทศบาลนครลำปาง คือพื้นที่ทั้งหมดของตำบลบ้านดงและบางส่วนของตำบลชมพู และพระบาท พบว่ามีอุณหภูมิต่ำสุดสูงกว่าตำบลอื่น และผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดมีค่าน้อยกว่าพื้นที่อื่น ทั้งนี้เนื่องจาก มีพื้นที่เมืองและพื้นที่ดินเปิดจำนวนมาก

Table 3 Average land surface temperature (°C) from 2014 to 2020 of Mueang Lampang classified by Sub-district

Sub-district	Maximum	Minimum	Average	Maximum- Minimum	S.D.
Phra Bat	36.4	26.2	31.56	10.2	1.33
Chomphu	34.2	26.2	30.03	8.0	1.40
Kluai Phae	36.2	27.6	32.73	8.6	1.02
Pong Saen Thong	33.7	25.2	30.55	8.5	1.26
Ban Laeng	34.4	24.5	29.97	9.9	1.63
Ban Sadet	34.5	26.9	30.61	7.6	1.04
Phichai	33.5	26.1	30.33	7.4	1.07
Thung Fai	35.6	25.7	30.56	9.9	1.34
Ban Ueam	36.0	23.6	29.96	12.5	1.91
Ban Pao	35.4	25.8	29.99	9.6	1.78
Ban Kha	33.3	24.3	28.63	9.0	1.62
Bo Haeo	33.3	26.1	29.92	7.1	1.29
Ton Thong Chai	35.4	26.1	31.06	9.3	1.73
Ban Dong	33.5	28.6	31.67	4.9	0.76
Mueang Lampang	36.4	23.6	30.24	12.8	1.72

**Figure 2** Average land surface temperature (°C) from 2014 to 2020 of Mueang Lampang

2. ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI บันทึกภาพในช่วงเดือนมีนาคมของปี พ.ศ. 2557-2563 ทำภาพสีผสมเท็จ แบนด์ 753 (RGB) ทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละปีระหว่าง พ.ศ. 2557-2563 โดยจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ออกเป็น 5 ประเภท คือ พื้นที่สีเขียว พื้นที่ที่ถูกเผา พื้นที่เมือง พื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่น้ำ และพื้นที่ดินเปิด ดังรูปที่ 3 จากการกระจายทางพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินกับอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยพบว่า พื้นที่ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่สูงมีการกระจายตัวอยู่ในการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ดินเปิด พื้นที่เมือง และพื้นที่ที่ถูกเผา เนื่องจากพื้นที่ดินเปิดได้รับความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์โดยตรง จึงมีการดูดซับความร้อนได้อย่างรวดเร็ว ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงขึ้น ส่วนพื้นที่เมืองมีวัสดุหรือสิ่งก่อสร้างที่ดูดซับความร้อนไว้ จึงทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงขึ้น

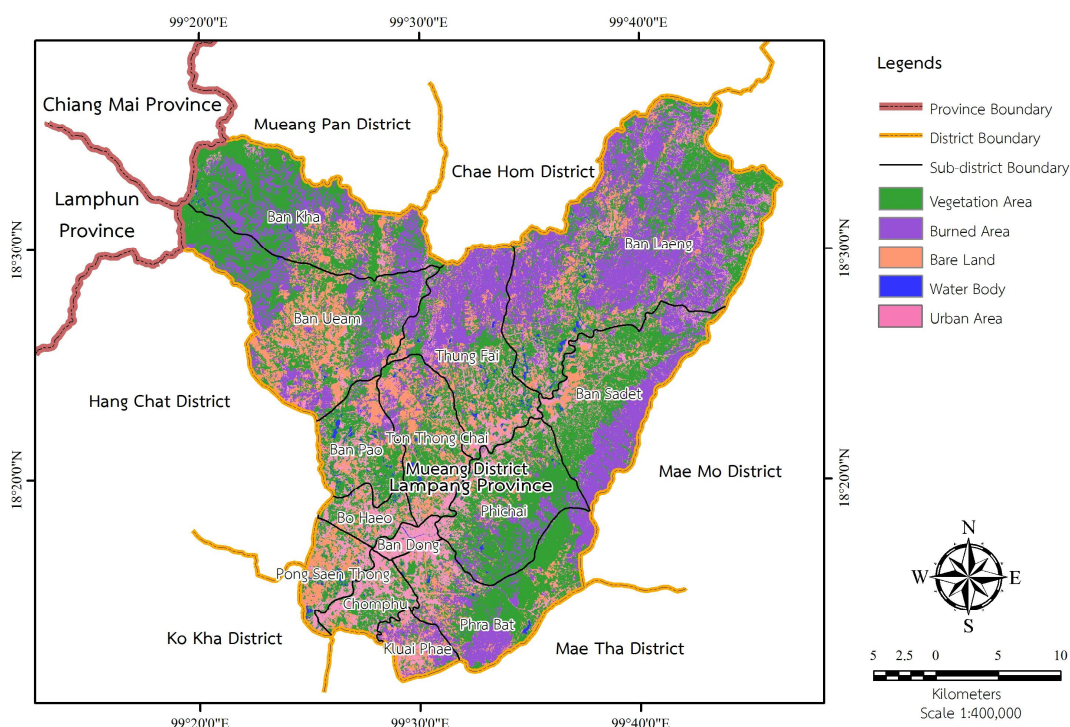


Figure 3 Land use and land cover classification from Landsat 8 OLI acquired on March 2019

ผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินทั้ง 5 ประเภท เป็นข้อมูลในแต่ละปีระหว่างปี พ.ศ. พ.ศ. 2557-2563 มาหาค่าเฉลี่ย แล้วหาสัดส่วนหรือร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด พบว่า อำเภอเมืองลำปางมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวประมาณร้อยละ 50 พื้นที่ที่ถูกเผาร้อยละ 25.73 พื้นที่เมืองร้อยละ 9.76 พื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่น้ำร้อยละ 1.74 และพื้นที่ดินเปิดร้อยละ 12.78 เมื่อพิจารณาเป็นรายตำบล พบว่าตำบลที่มีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมากที่สุดคือตำบลบ้านคำ สัดส่วนพื้นที่ที่ถูกเผาพบในตำบลบ้านแลง และทุ่งผาย มากสุดคือร้อยละ 28.93 และ 37.81 ตามลำดับ สัดส่วนพื้นที่เมืองมากที่สุดคือตำบลบ้านดงซึ่งเป็นเขตเทศบาลนครลำปางรองลงมาคือตำบลชมพู ร้อยละ 83.79 และ 36.26 ตามลำดับ สัดส่วนพื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่น้ำมากที่สุดคือตำบลบ่อแก้วรองลงมาคือตำบลปงแสนทอง ร้อยละ 8.28 และ 6.25 ตามลำดับ สำหรับสัดส่วนพื้นที่ดิน

เปิด มากที่สุดคือตำบลกล้วยแพะ รองลงมาคือตำบลปงแสนทอง ร้อยละ 34.81 และ 27.85 ตามลำดับ โดยสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละปี ดังรูปที่ 4

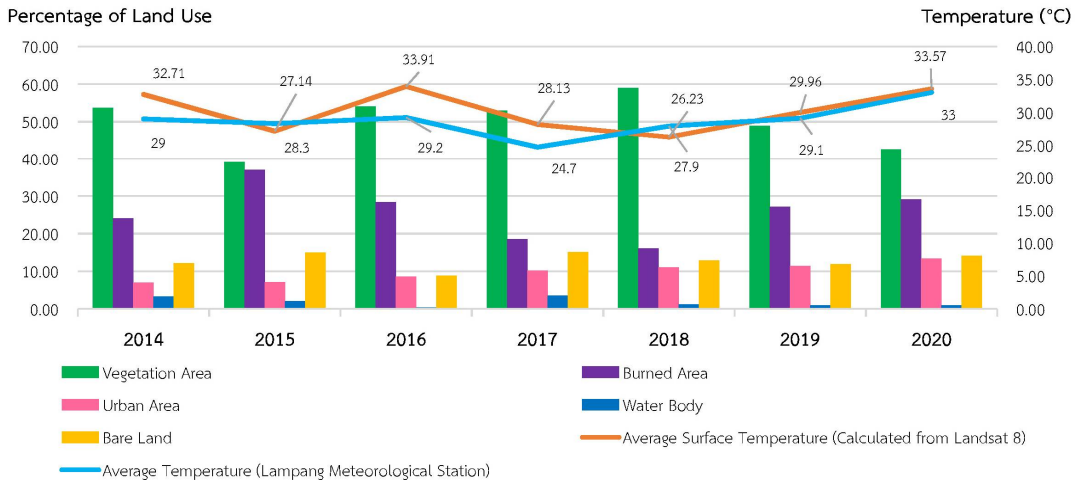


Figure 4 Percentage of land use and land cover with land surface tempterature on March from 2014 to 2020 of Mueang Lampang

จากรูปที่ 4 พบว่า การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทส่งผลต่ออุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย กล่าวคือ พื้นที่สีเขียวและพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำมีแนวโน้มที่ลดลงแต่อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกลับมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ในขณะที่พื้นที่เปิด พื้นที่เมือง และพื้นที่ถูกเผา มีพื้นที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยก็เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วย ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อบอกทิศทางของความสัมพันธ์

3. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

จากการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ได้แก่ สัดส่วนของพื้นที่สีเขียว พื้นที่ถูกเผา พื้นที่เมือง พื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่น้ำ และพื้นที่ดินเปิด (ร้อยละ) กับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ได้แก่ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย และผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุด (รูปที่ 5) พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 79.80 ($r = -0.7980$) แสดงว่า เมื่อพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยลดลง หรือพื้นที่สีเขียวลดลงจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงขึ้น นั่นคือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเป็นผลมาจากพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 63.68 (Coefficient of Determination (r^2) = 0.6368) อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพื้นที่ถูกเผา ร้อยละ 8.00 ($r = 0.0800$) แสดงว่า เมื่อพื้นที่ถูกเผาเพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงขึ้น หรือพื้นที่ถูกเผาลดลงจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยลดลง นั่นคือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเป็นผลมาจากพื้นที่ถูกเผา ร้อยละ 0.64 ($r^2 = 0.0064$) อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพื้นที่เมือง ร้อยละ 34.00 ($r = 0.340$) แสดงว่า เมื่อพื้นที่เมืองเพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงขึ้น หรือพื้นที่เมืองลดลงจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยลดลง นั่นคือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเป็นผลมาจากพื้นที่เมือง ร้อยละ 11.56 ($r^2 = 0.1156$) อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำ ร้อยละ 21.11 ($r = -0.2110$) แสดงว่า เมื่อพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำเพิ่มขึ้นจะ

ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยลดลง หรือพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำลดลงจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น นั่นคือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเป็นผลมาจากพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำร้อยละ 4.45 ($r^2 = 0.0445$) อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพื้นที่ดินเปิด ร้อยละ 50.00 ($r = 0.5000$) แสดงว่า เมื่อพื้นที่ดินเปิดเพิ่มขึ้น จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น หรือพื้นที่ดินเปิดลดลงจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยลดลง นั่นคือ อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยเป็นผลมาจากพื้นที่ดินเปิด ร้อยละ 25.00 ($r^2 = 0.2500$)

สรุปได้ว่า อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ลดลงเป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่สีเขียว และพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำ ตามลำดับ และอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่สูงขึ้นมีสาเหตุมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ดินเปิด พื้นที่เมือง และพื้นที่ถูกเผา ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจาก พื้นที่ดินเปิดและสิ่งก่อสร้างในตัวเมืองได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง จึงดูดซับความร้อนไว้ ส่งผลให้ในบริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิพื้นผิวที่สูงขึ้น นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินยังมีความสัมพันธ์ต่อผลต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ดังรูปที่ 5

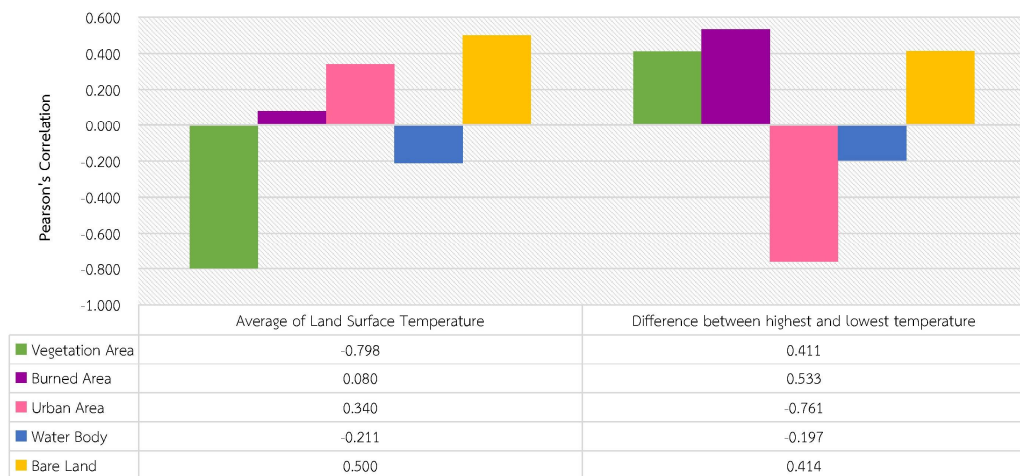


Figure 5 Pearson's Correlation between land use and land cover with 7 year average land surface temperature (from 2014 to 2020)

จากรูปที่ 5 ผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับพื้นที่เมือง ร้อยละ 76.10 ($r = -0.761$) แสดงว่า เมื่อพื้นที่เมืองมากขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดไม่แตกต่างกันมากนัก จึงทำให้มีอากาศร้อนอย่างต่อเนื่อง สำหรับผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพื้นที่ถูกเผา ร้อยละ 53.30 ($r = 0.533$) แสดงว่า เมื่อพื้นที่ถูกเผายิ่งมากขึ้นส่งผลทำให้ผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดมากขึ้นตามไปด้วย และผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับต่ำสุดมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำ ร้อยละ 21.10 ($r = -0.211$) หมายความว่า สัดส่วนของพื้นที่ชุ่มน้ำหรือพื้นที่น้ำที่เพิ่มขึ้นมีผลให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยลดลงได้

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการดำเนินงานข้างต้นสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนในการวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิพื้นผิว ผลการศึกษาพบว่า ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน สามารถวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวได้ [4] ซึ่งค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยจากสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกในระดับสูงถึงสูงมาก ($r = 0.636$) สอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ [19] ที่นำข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากดาวเทียมมาเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่า ค่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และการศึกษาของ อุเทน พิษขุนทด และคณะ [20] ที่ได้นำผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียมมาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยผลของความสัมพันธ์ได้แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันของข้อมูลในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียมนั้นมีความน่าเชื่อถือ

จากการนำค่าอุณหภูมิพื้นผิวไปหาความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับสูงมากกับสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ซึ่งพื้นที่สีเขียว ได้แก่ พื้นที่ที่ยังคงสภาพป่าไม้ และพื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรม หากมีสัดส่วนมากจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวลดลง ในส่วนพื้นที่ดินเปิดหรือพื้นที่เปิดโล่ง รวมถึงพื้นที่ถูกเผาไหม้ทั้งในพื้นที่เกษตรและพื้นที่ป่าไม้หากมีสัดส่วนมากขึ้นจะส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้น นอกจากนี้ อุณหภูมิพื้นผิวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพื้นที่เมือง ซึ่งเป็นพื้นที่ย่านการค้า ที่อยู่อาศัย แหล่งชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เมื่อสัดส่วนของพื้นที่เมืองมากขึ้นจะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้นด้วย สำหรับพื้นที่ชุ่มน้ำ/พื้นที่น้ำมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิพื้นผิว สอดคล้องกับผลการศึกษาของ วลดา เดชะพงค์ธนา และคณะ [21] ที่พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ชุ่มน้ำเมืองมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ไม่ไยต้น พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่นาข้าว แสดงให้เห็นว่าหากสัดส่วนของพื้นที่ชุ่มน้ำ/พื้นที่น้ำเพิ่มขึ้นมีผลให้อุณหภูมิลดลงได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ วิษณุ ก่อพิมพ์ [22] และ นรธิป เฟ่งพิศ และคณะ [16] และ กมลวรรณ ปรีเปรมโมทย์ และคณะ [23] ในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่สีเขียว พื้นที่เมืองและพื้นที่แหล่งน้ำ

จากการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง อุณหภูมิพื้นผิวมีความสัมพันธ์เชิงลบกับสัดส่วนพื้นที่สีเขียว และพื้นที่ชุ่มน้ำ/พื้นที่น้ำ อุณหภูมิพื้นผิวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับสัดส่วนพื้นที่เมือง พื้นที่ดินเปิดและพื้นที่ถูกเผา ซึ่งหมายความว่าหากมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวลดลงได้

จากผลการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 วิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ด้วยช่วงคลื่นใน แบนด์ 10 (Thermal Infrared - TIRS 1) และแบนด์ 11 (Thermal Infrared - TIRS 2) และใช้แบนด์ 4 และ 5 สำหรับคำนวณค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ ทำให้ได้การกระจายทางพื้นที่ของอุณหภูมิพื้นผิวดินในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง และเมื่อวิเคราะห์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวดินเป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวดินมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับพื้นที่สีเขียว และพื้นที่ชุ่มน้ำ และอุณหภูมิพื้นผิวดินมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพื้นที่เปิด พื้นที่เมือง และพื้นที่ดินเปิด

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ด้านวิธีการและเครื่องมือ สามารถใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวดินและความสัมพันธ์กับการใช้ที่ดินในพื้นที่อื่น แต่ผลลัพธ์ที่ได้อาจมีความแตกต่างกันเนื่องจากหลายปัจจัย เช่น ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ลักษณะภูมิอากาศ ความหนาแน่นและลักษณะทางกายภาพของเมือง การนำผลการวิจัยไปใช้ด้านนโยบาย ใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดนโยบายการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เมืองลำปาง เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวลงได้ และยังช่วยเพิ่มอากาศบริสุทธิ์ในช่วงเวลาที่พื้นที่รอบ ๆ มีการลักลอบเผาพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่าไม้ รวมทั้งเป็นการพัฒนาเมืองที่ช่วยลดปัญหาโลกร้อนหรือบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการพัฒนาเมืองควรคำนึงถึงทิศทางลมและแสง ความหนาแน่นและความสูงของอาคาร ที่ช่วยให้การระบายอากาศและถ่ายเทความร้อนได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป การศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน แนะนำให้ทำการเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากพื้นที่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกับดาวเทียมบันทึกภาพ ความถูกต้องในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน นอกจากนี้ควรมีการศึกษาค่าอุณหภูมิพื้นผิวดินในเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ เพื่อให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงในพื้นที่เดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันที่ผ่านมาในอดีต ทำให้ทราบแนวโน้มของค่าอุณหภูมิและสามารถพยากรณ์ค่าอุณหภูมิในอนาคตได้ รวมทั้ง ควรมีการวางแผนเก็บข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องกับอุณหภูมิพื้นผิวดินที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลดาวเทียม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้สนับสนุนการวิจัย คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ขอขอบคุณคณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ที่ให้คำปรึกษาด้านระเบียบวิธีการวิจัย ตลอดจนนักศึกษาที่มีส่วนร่วมกับงานวิจัย

References

- [1] Climatological Center, Thai Meteorological Department. (2019). *Lampang Province Climate*. Available from <http://climate.tmd.go.th/data/province/เหนือ/ภูมิอากาศลำปาง.pdf>. Accessed date: 20 July 2020.
- [2] Department of Mineral Resources. (2016). *Geological and Mineral Resources of Lampang Province*. Available from <http://www.dmr.go.th/download/digest/ลำปาง.pdf>. Accessed date: 15 December 2019.
- [3] Ruthirako, P. (2016). Application of Geo-information Technology to Study Urban Heat Island Phenomenon. *SDU Research Journal of Sciences and Technology*, 9(3), 147-163.
- [4] Suksabai, K. & Kakhapakorn, K. (2014). Fire Detection Using LANDSAT Thermal Data: In SaiYok District, Kanchanaburi Province, Thailand. *Thai Science and Technology Journal*, 22(4), 462-473.
- [5] Charoentrakulpeeti, W. & Mahawan, N. (2014). Temporal and Spatial Dimensions of Urban Heat Island in Chiang Mai. *Journal of the Faculty of Architecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*, 19(2), 162-172.

- [6] Piyatadsananon, P. & Salakkham, E. (2018). Land surface temperature estimation for Buriram town municipality Thailand. *Journal of Science and Agricultural Technology*, 3(1), 1-7.
- [7] Aslan, N. & Koc-San, D. (2016). Analysis of Relationship between Urban Heat Island Effect and Land Use/Cover type using Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI Images. *ISPRS International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLI-B8, 821-828.
- [8] Zaeemdar, S. & Baycan, T. (2017). Analysis of the Relationship between Urban Heat Island and Land Cover in Istanbul through Landsat 8 OLI. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 8(11), 309-325.
- [9] Arifin, S. S., et al. (2022). Effects of Vegetation on Urban Heat Island Using Landsat 8 OLI/TIRS Imagery in Tropical Urban Climate. *Civil Engineering and Architecture*, 10(1), 395-405.
- [10] Kimuku, W. C. & Ngigi, M. (2017). Study of Urban Heat Island Trends to Aid in Urban Planning in Nakuru County-Kenya. *Journal of Geographic Information System*, 9(3), 309-325.
- [11] Bonafoni, S. & Keeratikasikorn, C. (2018). Land Surface Temperature and Urban Density: Multiyear Modeling and Relationship Analysis Using MODIS and Landsat Data. *Remote Sensing*, 10(9), 1471.
- [12] Espinoza-Molina, J., et al. (2022). Spatiotemporal Analysis of Urban Heat Islands in Relation to Urban Development, in the Vicinity of the Atacama Desert. *Climate*, 10(6), 87.
- [13] Xu, X., et al. (2023). Long-term analysis of the urban heat island effect using multisource Landsat images considering inter-class differences in land surface temperature products. *Science of The Total Environment*, 858(1), 159777.
- [14] Thailand Science Research and Innovation. (2020). *Situation and overview of research for development and problems solving in Lampang Provice* (Research reports). Bangkok: Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation.
- [15] Research Systems. (2004). *ENVI User's Guide*. Available from http://aviris.gl.fcen.uba.ar/Curso_SR/biblio_sr/ENVI_userguid.pdf. Accessed date: 25 March 2023.
- [16] Phengphit, N., et al. (2017). The Study of Correlation Between Land Surface Temperature with Urban and Building Area, A Case Study of Amphoe Mueang Rayong, Rayong Province, Thailand. *Journal of Geoinformation Technology of Burapha University*, 2(3), 27-40.
- [17] Weng, Q., et al. (2004). Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 89(4), 467-483.
- [18] Ruthamnong, S. (2019). Burned area extraction using multitemporal difference of spectral indices from Landsat 8 data: A case study of Khlong Wang Chao, Klong Lan

-
- and Mae Wong National Park. *The Golden Teak: Humanity and Social Science Journal*, 25(2), 49-65.
- [19] Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (2015). Application of LANDSAT for monitoring surface temperature. Available from https://www.gistda.or.th/news_view.php?n_id=2453&lang=TH. Accessed date: 14 January 2020.
- [20] Peebkhunthod, U., et al. (2018). Application of Landsat Data for Detecting Land Surface Temperature in Mueang Maha Sarakham District, Maha Sarakham Province. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 37(1), 130-135.
- [21] Dechaphongthana, W. et al. (2017). Estimation of Land Surface Temperature of Land Using Satellite Data. *Thai Science and Technology Journal*, 25(3), 377-387.
- [22] Kophim, W. (2017). *Impacts of Land Use and Land Cover Toward Surface Urban Heat Island in Bangkok Metropolitan*, (Master thesis, Mahanakorn University of Technology).
- [23] Preepremmote, K. et al. (2017). Study of index of Relationship between Land Use Chang and Urban Heat Island of Mice City Pattaya. *Journal of Humanities and Social Sciences, Rajapruk University*, 5(2), 93-109.