

การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI/ TIRS

ณัฐพร อรรถอำนวย¹ อนุสรณ์ แสงประจักษ์² วีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ^{3*}

Received : May 15, 2020

Revised : December 22, 2020

Accepted : December 25, 2020

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI/ TIRS ใน 2 ช่วงเวลาคือปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2562 วิธีการดำเนินการ 1) ได้นำข้อมูล LANDSAT 8 OLI มาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่แหล่งน้ำ 2) นำข้อมูล LANDSAT 8 OLI แบนด์ที่ 4 แบนด์ที่ 5 และ TIRS มาวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวโดยใช้อัลกอริทึมแบบแยกหน้าต่าง ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2562 พบว่า เทศบาลกาฬสินธุ์ที่สามารถจำแนกเป็นพื้นที่การเกษตรเท่ากับ 7.607 ตร.กม. และ 5.583 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้เท่ากับ 0.873 ตร.กม. และ 0.551 ตร.กม. พื้นที่ชุมชนเมืองเท่ากับ 16.643 ตร.กม. และ 18.349 ตร.กม. พื้นที่แหล่งน้ำเท่ากับ 0.359 ตร.กม. และ 0.354 ตร.กม. ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวพบว่าในปี พ.ศ. 2558 มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 33.490 °C และค่าอุณหภูมิพื้นผิวของปี พ.ศ.2562 อยู่ที่ 35.360 °C นอกจากนี้จากทั้ง 2 ช่วงเวลายังพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ชุมชนเมืองจะปรากฏค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่การเกษตร และพื้นที่แหล่งน้ำ

คำสำคัญ : อุณหภูมิพื้นผิว การใช้ประโยชน์ที่ดิน การรับรู้จากระยะไกล ดาวเทียม LANDSAT 8 OLI/TIRS

¹ นิสิตปริญญาโท หลักสูตรพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

จังหวัดมหาสารคาม อีเมล: nutapohn@gmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย

จังหวัดมหาสารคาม อีเมล: saengprajak@gmail.com

³ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย

จังหวัดมหาสารคาม อีเมล: teerawong@msu.ac.th

* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: teerawong@msu.ac.th

ESTIMATE OF LAND SURFACE TEMPERATURE OF LANDUSE IN KALASIN MUNICIPALITY USING LANDSAT 8 OLI/ TIRS DATA

Nuttapohn Akhamnuay¹ Anusorn Sangprajak² Teerawong Laosuwan^{3*}

Abstract

The aim of this study is to estimate the land surface temperature for land use types in Kalasin municipality, using the data from LANDSAT-8 OLI/ TIRS in 2 time periods: 2015 and 2019. The research methodologies are as follows: 1) analyze land use in 4 types; i.e. agricultural area, forest area, urban area, and water area using LANDSAT-8 OLI, 2) analyze the land surface temperature using bands 4-5 of LANDSAT-8 OLI/ TIRS by using a split-windows algorithm. The results showed that, in 2015 and 2019, there were 7.607 km² and 5.583 km² of agricultural area, 0.873 km² and 0.551 km² of forest area, 16.643 km² and 18.349 km² of urban area, 0.359 km² and 0.354 km² of water area in Kalasin municipality. The results of land surface temperature analysis showed that the average temperature in 2015 was 33.490 °C and the average temperature in 2019 was 35.360°C. In addition, it was found in both periods that the average land surface temperature of the urban area was highest; followed by the forest area, agricultural area, and water area, respectively.

Keywords: Land surface temperature, land use, remote sensing, LANDSAT 8 OLI/TIRS

¹ Master student, Energy Program, Faculty of Science, Mahasarakham University, Khamriang Sub-District, Kantarawichai District, Maha Sarakham, e-mail: nutapohn@gmail.com

² Assistant Professor, Department of Physics, Faculty of Science, Mahasarakham University, Khamriang Sub-District, Kantarawichai District, Maha Sarakham, e-mail: saengprajak@gmail.com

³ Associate Professor, Department of Physics, Faculty of Science, Mahasarakham University, Khamriang Sub-District, Kantarawichai District, Maha Sarakham, e-mail: teerawong@msu.ac.th

* Corresponding author, e-mail teerawong@msu.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศโลกได้เปลี่ยนแปลงรุนแรงขึ้นและบ่อยครั้งขึ้นโดยเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสะท้อนให้เห็นจากปรากฏการณ์เอลนีโญ (แล้ง) และลานีญา (น้ำท่วม) ที่เกิดขึ้นรวมถึงอุณหภูมิพื้นผิวโลกที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Cai et al., 2015; FAO and The World Bank, 2019) สำหรับประเทศไทย เป็นประเทศที่กำลังพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมนั้นได้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการทำเกษตรกรรมไปเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องในสองสามทศวรรษที่ผ่านมา (Charoentrakulpeeti, 2012) ซึ่งโดยปกติแล้วอุณหภูมิของพื้นที่เกษตรกรรมจะสูงกว่าอุณหภูมิของพื้นที่ป่าไม้แต่ก็ยังคงต่ำกว่าอุณหภูมิของพื้นที่ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง (Laosuwan et al., 2017) จากความเจริญดังกล่าวส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของชุมชนที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์และโรงงานอุตสาหกรรม ในทางตรงข้ามพื้นที่สีเขียวที่ทำหน้าที่ดูดซับรังสีของดวงอาทิตย์และเปลี่ยนไปเป็นพลังงานในกระบวนการสังเคราะห์แสงนั้นมีน้อยลงทำให้อุณหภูมิเขตเมืองเพิ่มขึ้นจนเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban heat Island) ในที่สุด (Suksabai & Nakhapakorn, 2014)

ในการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวนั้นเป็นการตรวจสอบความร้อนของพื้นผิวของโลกอีกรูปแบบหนึ่งที่ยิมนำมาติดตามอุณหภูมิโลก ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีการนำอุณหภูมิพื้นผิวไปใช้ประโยชน์ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเนื่องจากโลกมีความร้อนที่เพิ่มมากขึ้น การศึกษารูปแบบของสภาพภูมิอากาศโดยตรวจสอบการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศที่มีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิว การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวที่ส่งผลกระทบต่อแผ่นน้ำแข็งขั้วโลก รวมถึงการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวที่ผลกระทบต่อพืชพรรณในระบบนิเวศในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก เป็นต้น (Wong & Yu, 2005; Zhou et al., 2011; Mathew et al., 2016) จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องในด้านการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวพบว่ามีหลายงานวิจัยที่ทำการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวด้วยข้อมูลจากดาวเทียม เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่เมือง (Youneszadeh et al., 2015; Rotjanakusol & Laosuwan, 2018A) การศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban heat Island) (Yang and Santamouris, 2018; Santamouris et al., 2018) และการตรวจวัดและระบุพื้นที่ที่เกิดไฟป่าจากอุณหภูมิพื้นผิว (Amraoui et al., 2010; Hally et al., 2018) เป็นต้น

นอกจากนี้ ในปัจจุบันก็พบว่าหลายงานวิจัยก็ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวด้วยเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล โดยเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลนั้นเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับว่าทันสมัยและมีประสิทธิภาพ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ติดตามและตรวจสอบปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนพื้นโลกได้ทันต่อเหตุการณ์ (Uttaruk & Laosuwan, 2016; Rotjanakusol & Laosuwan, 2018B; Khandelwal et al., 2018; Chokkuea, 2019; Uttaruk & Laosuwan, 2019) ในขณะที่เดียวกันก็ปรากฏหลายงานวิจัยได้มีการพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวร่วมกับข้อมูลจากดาวเทียม เช่น Radiative Transfer Equation-Based Method, Mono-Window/Single Channel

Algorithms, Split-Window Algorithms (Yu et al., 2014; Du et al., 2015; Wang et al., 2016) ด้วยความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตั้งที่กล่าวมาข้างต้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์ซึ่งปัจจุบันพบว่ามีการขยายพื้นที่ชุมชนเมืองอย่างรวดเร็วด้วยข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI/TIRS ใน 2 ช่วงเวลาคือในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2562

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่แหล่งน้ำ ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI ใน 2 ช่วงเวลา
2. เพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI/TIRS ใน 2 ช่วงเวลา โดยใช้อัลกอริทึมแบบแยกหน้าต่าง
3. เพื่อประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์ใน 2 ช่วงเวลา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI/TIRS บันทึกข้อมูลวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 และวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562

2. การวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษานี้จะขออธิบายถึงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นขั้นตอนต่าง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน: เป็นขั้นตอนการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินใน 2 ในเทศบาลกาฬสินธุ์จาก 2 ช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2562 ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI ใน 4 ประเภท คือ พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยใช้ค่าการสะท้อนแสงที่เรียกว่าค่าเชิงตัวเลข (Digital number) สำหรับการจัดกลุ่มชั้นข้อมูลเพื่อแสดงความแตกต่างทางกายภาพของวัตถุ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised classification) และแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood)

- 2) การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว: สำหรับการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI/TIRS โดยใช้อัลกอริทึมแบบแยกหน้าต่างสามารถแบ่งวิธีการได้ดังนี้

- การวิเคราะห์อุณหภูมิความสว่างในการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวโลกในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน โดยเมื่อการแผ่รังสี (Radiance) ของวัตถุเท่ากับการแผ่รังสีของวัตถุดำ (black body) ทั้งนี้การแผ่รังสีของวัตถุดำจะเป็นตัวกำหนดอุณหภูมิความสว่างของวัตถุ โดยวิธีการวิเคราะห์แสดงได้ดังสมการที่

1 (Rotjanakusol & Laosuwan, 2018) นอกจากนี้การแผ่รังสีของวัตถุจะขึ้นอยู่กับความยาวของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอีกทั้งเป็นสัดส่วนระหว่าง การสะท้อน (Reflection) การดูดซับ (Absorption) และการส่งผ่าน (Transmission) สำหรับวิธีการวิเคราะห์แสดงได้ดังสมการที่ 2 (Barsi et al., 2014)

$$T = \frac{k_2}{\ln\left(\frac{k_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (1)$$

เมื่อ; T = อุณหภูมิความสว่าง

k_1 = ค่าคงของดาวเทียม LANDSAT 8 TIRS (แบนด์ 10 = 774.89 และแบนด์ 11 = 480.89)

k_2 = ค่าคงของดาวเทียม LANDSAT 8 TIRS (แบนด์ 10 = 1321.08 และแบนด์ 11 = 1201.14)

L_λ = ค่าการแผ่รังสี

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

เมื่อ M_L = ค่า radiance multi band

A_L = ค่า radiance add band

Q_{cal} = ค่าเชิงตัวเลข

- การวิเคราะห์สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวโลก (Land Surface Emissivity: LSE): การแผ่รังสีของวัตถุจริงบนพื้นโลกไม่สามารถดูดกลืนพลังงานไว้ทั้งหมด โดยมีการแผ่รังสีออกมาเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับวัตถุดำ โดยสภาพการเปล่งรังสีสามารถประมาณค่าได้จากข้อมูลสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมดินที่ได้จากดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณแสดงได้ดังสมการที่ 3 (Rajeshwari & Mani., 2014) ซึ่งจากสมการที่ 3 จำเป็นจะต้องทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การปกคลุมของพื้นที่สีเขียว (Fractional Vegetation Cover: FVC) ดังสมการที่ 4 (Skokovic et al., 2014) ก่อน ซึ่งสัมประสิทธิ์การปกคลุมของพื้นที่สีเขียวนั้นเป็นการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณที่นำผลมาจากดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) (Sruthi & Mohammed, 2015) สามารถวิเคราะห์ได้ดังสมการที่ 5 สำหรับ p คือค่าการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสิ่งปกคลุมดินซึ่งจะขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นและสัดส่วนของการสะท้อน การดูดซับ และการส่งผ่าน โดยวิธีการวิเคราะห์แสดงได้ดังสมการที่ 6

$$LSE = \varepsilon_s (1 - FVC) + \varepsilon_v * FVC \quad (3)$$

เมื่อ; ε_s = ค่าคงที่ของ LANDSAT 8 TIRS แบนด์ 10 (0.971) และแบนด์ 11 (0.977)

ε_v = ค่าคงที่ของ LANDSAT 8 TIRS แบนด์ 10 (0.987) แบนด์ 11 (0.989)

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \quad (4)$$

เมื่อ; $NDVI_v$ = คือ NDVI ของพืชพรรณหรือค่าสูงสุดของ NDVI

$NDVI_s$ = คือ NDVI ของดินหรือค่าต่ำสุดของ NDVI

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (5)$$

เมื่อ; ρ_{NIR} = ค่าการสะท้อนของพืชพรรณในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

ρ_{Red} = ค่าการสะท้อนของพืชพรรณในช่วงคลื่นสีแดง

$$\rho_\lambda = M_p Q_{cal} + A_p \quad (6)$$

เมื่อ; M_p = คือ ค่า Reflectance Multi Band

A_p = คือ ค่า Reflectance Multi Band

Q_{cal} = ค่า Digital Number (DN)

- การวิเคราะห์ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ: สำหรับการวิเคราะห์ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Water Vapor: AWW) นั้น สามารถวิเคราะห์ได้จากการที่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ โดยใช้ค่าอุณหภูมิความสว่างของแบนด์ 10 และแบนด์ 11 วิธีการวิเคราะห์ที่แสดงได้ดังสมการที่ 7 (Ren et al., 2015)

$$WV = a + b \times \tau_{ij} / \tau_i \quad (7)$$

$$\text{เมื่อ; } \frac{\tau_{ij}}{\tau_i} \gg R_{ji} = \sum_{k=1}^N (T_{ij} - \bar{T}) (T_{ij} - \bar{T}) / \sum_{k=1}^N (T_{ij} - \bar{T})^2$$

a และ b = สัมประสิทธิ์ที่ได้จากการจำลอง

τ = ประสิทธิภาพในการทะลุผ่านของแบนด์ 10 และ 11

ij = แบนด์ 10 และแบนด์ 11 ของช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน

$T_{ij}, T_{j,k}$ = ค่าอุณหภูมิความสว่างของแบนด์ที่ 10 และ 11

\bar{T}_i, \bar{T}_j = ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิความสว่างของแบนด์ 10 และ 11

- การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว: การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในการศึกษาครั้งนี้จะวิเคราะห์จาก 1) ค่าอุณหภูมิความสว่างของแบนด์ 10 และแบนด์ 11 2) ค่าการวิเคราะห์สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวโลกแบนด์ 10 และแบนด์ 11 และ 3) ค่าการวิเคราะห์ไอน้ำในชั้นบรรยากาศ สำหรับวิธีการวิเคราะห์ที่แสดงได้ดังสมการที่ 8 (Skokovic et al., 2014)

$$LST = (T_{10} + C_{10} - T_{11}) + (T_{10} - T_{11})^2 C_0 + (C_3 + C_4 W)(1 - \epsilon) + (C_5 + C_6 W) \Delta \epsilon \quad (8)$$

เมื่อ; T_{10} , T_{11} = ค่าอุณหภูมิความสว่างของแบนด์ที่ 10 และ 11

ϵ = สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวเฉลี่ยของแบนด์ 10 และ 11

$\Delta \epsilon$ = ความแตกต่างสภาพเปล่งรังสีของแบนด์ 10 และ 11

$C_0 - C_6$ = ค่าคงที่ของสมการ (Skokovic et al., 2014)

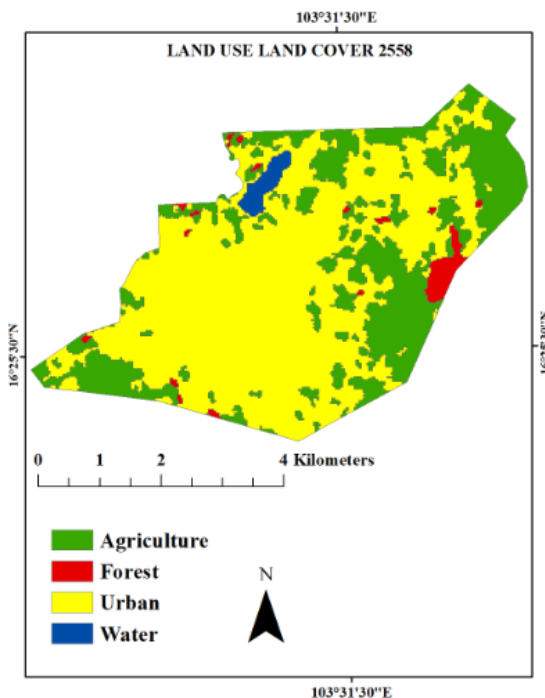
W = ค่าไอน้ำในชั้นบรรยากาศ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมสามารถแสดงได้ดังนี้

1. ผลจากการจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์

1) ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 OLI วันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ถูกนำมาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน 4 ประเภท พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่แหล่งน้ำ แสดงได้ดังภาพที่ 1



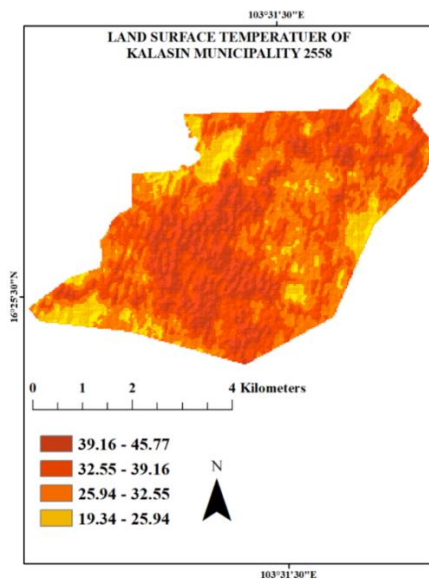
ภาพที่ 1 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์ปี พ.ศ. 2558

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยเทคนิคการจำแนกข้อมูลแบบควบคุม และแบบความน่าจะเป็นสูงสุด พบว่าจากพื้นที่เทศบาลกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 16.96 ตร.กม. จำแนกเป็นพื้นที่การเกษตรเท่ากับ 7.607 ตร.กม. คิดเป็น 30% พื้นที่ป่าไม้เท่ากับ 0.873 ตร.กม. คิดเป็น 3.5% พื้นที่ชุมชนเมืองเท่ากับ 16.643 ตร.กม. คิดเป็น 65% และพื้นที่แหล่งน้ำเท่ากับ 0.359 ตร.กม. คิดเป็น 1.5% จากรูปที่ 1 และตารางที่ 1 ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาลกาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่ทำการเกษตร พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์

พื้นที่	พื้นที่ชุมชนเมือง (ตร.กม)	พื้นที่ทำการเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่แหล่งน้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาลกาฬสินธุ์	16.643	7.607	0.873	0.359	25.482

สำหรับผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 TIRS ของวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ด้วยอัลกอริทึมแบบแยกหน้าต่าง พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 45.77 °C (พื้นที่ชุมชนเมือง) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 19.34 °C (พื้นที่แหล่งน้ำ) และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 33.49 °C โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 และตารางที่ 2

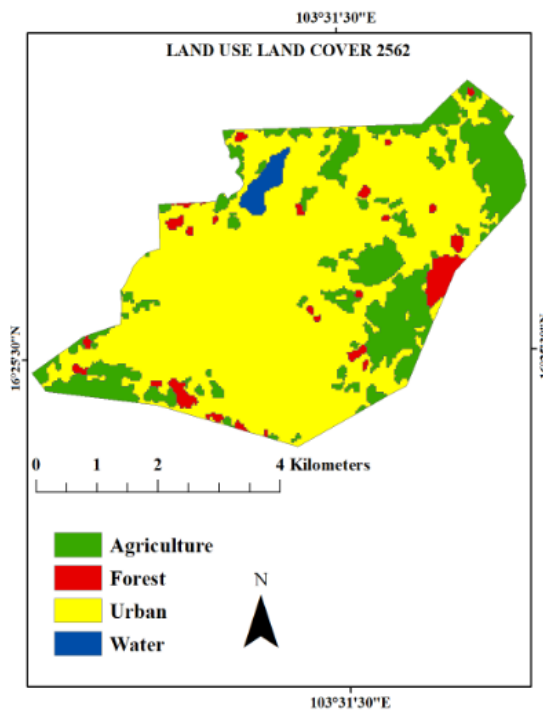


ภาพที่ 2 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ปี พ.ศ. 2558

ตารางที่ 2 อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์

พื้นที่	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เทศบาลกาฬสินธุ์	19.34°C	45.77°C	33.49°C	1.82

2) ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 OLI วันที่ 19 พฤศจิกายน 2562 ถูกนำมาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินใน 4 ประเภท พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่แหล่งน้ำ แสดงได้ดังภาพที่ 3 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยเทคนิคการจำแนกข้อมูลแบบควคุม และแบบความน่าจะเป็นสูงสุด พบว่าจากพื้นที่เทศบาลกาฬสินธุ์ที่มีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 16.96 ตร.กม. จำแนกเป็นพื้นที่การเกษตรเท่ากับ 5.583 ตร.กม. คิดเป็น 22.5% พื้นที่ป่าไม้เท่ากับ 0.551 ตร.กม. คิดเป็น 2% พื้นที่ชุมชนเมืองเท่ากับ 18.349 ตร.กม. คิดเป็น 74% พื้นที่แหล่งน้ำเท่ากับ 0.354 ตร.กม. คิดเป็น 1.5% จากรูปที่ 3 และตารางที่ 3 ผลการศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลได้แสดงให้เห็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาลกาฬสินธุ์จะเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่ทำการเกษตร พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่แหล่งน้ำ ตามลำดับ

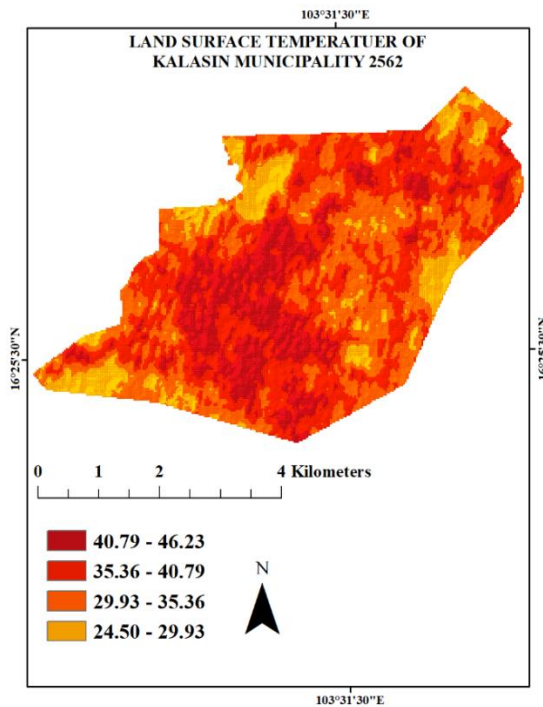


ภาพ ที่ 3 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์ปี พ.ศ. 2562

ตารางที่ 3 ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลกาฬสินธุ์

พื้นที่	พื้นที่ชุมชน เมือง (ตร.กม)	พื้นที่ทำ การเกษตร (ตร.กม)	พื้นที่ป่าไม้ (ตร.กม)	พื้นที่แหล่ง น้ำ (ตร.กม)	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม)
เทศบาลกาฬสินธุ์	18.34	5.583	0.551	0.354	24.839

สำหรับผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 TIRS ของวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ด้วยอัลกอริทึมแบบแยกหน้าต่าง พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 46.23 °C (พื้นที่ชุมชนเมือง) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 24.50 °C (พื้นที่แหล่งน้ำ) และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 35.36 °C โดยการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4 และตารางที่ 4



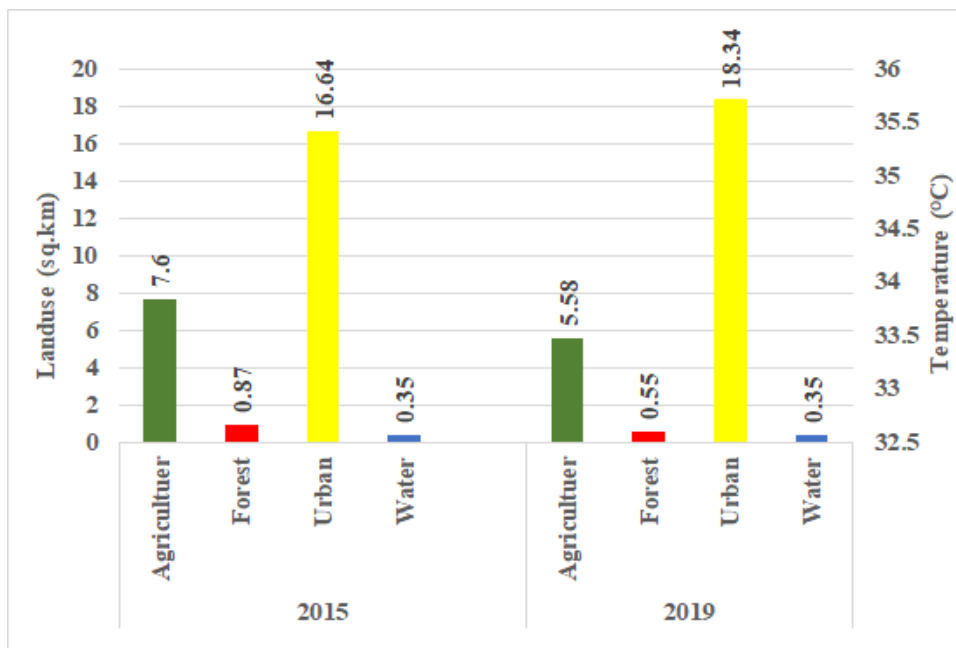
ภาพที่ 4 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ปี พ.ศ. 2562

ตารางที่ 4 อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์

พื้นที่	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เทศบาลกาฬสินธุ์	24.50°C	46.23°C	35.36°C	1.96

2. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ที่แบ่งตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดกาฬสินธุ์ที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลดาวเทียมสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และอุณหภูมิ

จากภาพที่ 5 สามารถอธิบายเทศบาลกาฬสินธุ์ (แสดงเส้นกราฟในแกน X) ได้ถูกจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 4 ประเภทคือ พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่แหล่งน้ำ จากสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้คือพื้นที่ที่เป็นตัวเมืองนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ จากกราฟในแกน Y ฝั่งด้านซ้ายจะแสดงขนาดของพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีหน่วยเป็น ตร.กม ฝั่งด้านขวาจะแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในหน่วยของ °C ทั้งนี้จากจากภาพที่ 5 ได้แสดงให้เห็นว่าแผนภูมิของอุณหภูมิเฉลี่ยจะเปลี่ยนไปตามการใช้ประโยชน์ของที่ดินในแต่ละประเภท จากผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2558 ซึ่งปรากฏอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 33.49°C และในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งปรากฏอุณหภูมิพื้นผิวเท่ากับ 35.36°C ซึ่งข้อมูลข้างต้นนั้นจะแสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของที่ดินเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ที่ปรากฏชัดเจนก็คือเมื่อพื้นที่ชุมชนเมืองเพิ่มมากขึ้นอุณหภูมิพื้นผิวก็จะเพิ่มขึ้นไปด้วยเช่นกัน

สรุป

จากการศึกษาการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งวัตถุประสงค์หลัก ๆ ออกเป็น 3 ส่วนคือ 1) เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์

ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนเมือง และพื้นที่แหล่งน้ำ ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI ใน 2 ช่วงเวลา 2) เพื่อวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในเทศบาลกาฬสินธุ์ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT 8 OLI/TIRS ใน 2 ช่วงเวลา โดยใช้อัลกอริทึมแบบแยกหน้าต่าง และ 3) เพื่อประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเทศบาลกาฬสินธุ์ใน 2 ช่วงเวลา ในการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ในเทศบาลกาฬสินธุ์ในปี พ.ศ. 2558 เป็นพื้นที่ชุมชนเมือง 65% รองลงมาเป็นพื้นที่การเกษตร 30% พื้นที่ป่าไม้ 3.5% และพื้นที่แหล่งน้ำ 1.5% และในปี พ.ศ. 2562 เป็นพื้นที่ชุมชนเมือง 74% รองลงมาเป็นพื้นที่การเกษตร 22.5% พื้นที่ป่าไม้ 2% และพื้นที่แหล่งน้ำ 1.5% ของพื้นที่เทศบาลกาฬสินธุ์ทั้งหมดแล้วนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงร่วมกับค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลจากดาวเทียมโดยใช้อัลกอริทึมแบบแยกหน้าต่าง ซึ่งทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI) การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การปกคลุมของพื้นที่สีเขียว (Fractional Vegetation Cover : FVC) การวิเคราะห์สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวโลก (Land Surface Emissivity : LSE) และการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิพื้นผิว (Land Surface Temperature : LST)

จากการดำเนินการได้พบว่าในปี พ.ศ. 2558 พื้นที่ชุมชนเมืองมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงสุดที่ 33.49 °C และในปี พ.ศ. 2562 พื้นที่ชุมชนเมืองมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงสุดที่ 35.36 °C โดยจะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิพื้นที่ชุมชนเมืองจะสูงกว่าอุณหภูมิของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ เนื่องจากพื้นที่ชุมชนเมืองมีส่วนปลูกสร้างเป็นส่วนใหญ่นอกจากนี้เมื่อนำค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้ดังกล่าวมาตรวจสอบกับอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยาในปี พ.ศ. 2558 ก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 5.94% โดยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมพบว่า มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ 33.49 °C ส่วนข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาปรากฏว่า 31.5 °C และในปี พ.ศ. 2562 ก็พบว่า มีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 6.25% โดยข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมพบว่า มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวอยู่ที่ 35.36 °C ส่วนข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาปรากฏว่า 33.15 °C ซึ่งสันนิษฐานได้ว่าตำแหน่งวัดอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยานั้นมีเพียงตำแหน่งเดียว (สถานีอุตุนิยมวิทยากาฬสินธุ์ ต.หลักเมือง อ.กมลาไสย จ.กาฬสินธุ์) ทั้งนี้ข้อมูลจากตำแหน่งเดียวนั้นไม่สามารถเป็นตัวแทนของทั้งจังหวัดได้ ส่วนข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมนั้น เป็นการวิเคราะห์จากพื้นที่ทุกตารางนิ้วของพื้นที่ทั้งจังหวัด จึงทำให้อุณหภูมิที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ชีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุสรณ์ แสงประจักษ์ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- Amraoui, M., Dacamara, C. C., Pereira, & J. M. C. (2010). Detection and monitoring of African vegetation fires using MSG-SEVIRI imagery. **Remote Sensing of Environment**, 114 (5): 1038-1052.
- Barsi J. A., Schott J. R., Hook S.J., Raquenon G., Markham B. L., & Radocinski R.G. (2014). Landsat-8 thermal infrared sensor (TIRS) vicarious radiometric calibration. **Remote Sensing**, 6(11): 11607-11626.
- Cai, W., Wang, G., Santoso, A., McPhaden, M. J., Wu, L., Jin, F-F., Timmermann, A., Collins, M., Vecchi, G., Lengaigne., M., England M.H., Dommenget, D., & Takahashi, K., Guilyardi, E. (2015). Increased frequency of extreme La Nina events under greenhouse warming. **Nature Climate Change**, 5(2): 132-137.
- Charoentrakulpeeti, W. (2012). Impact of Land Cover on Atmospheric Temperature in Bangkok. **NIDA Journal of Environmental Management**, 8(1): 1–18.
- Chokkuea W. (2019). Spatial-temporal Change of Land Surface Temperature using Satellite Remote Sensing Data. **Studia Universitatis “Vasile Goldis” Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)**, 29 (2): 65-69.
- Du, C., Ren, H., Qin, Q., Meng, J., & Zhao, S. (2015). A Practical Split-Window Algorithm for Estimating Land Surface Temperature from Landsat 8 Data. **Remote Sensing**, 7(1): 647-665.
- FAO & The World Bank. (2019). **Understanding the drought impact of El Niño/La Niña in the grain production areas in Eastern Europe and Central Asia: Russia, Ukraine and Kazakhstan**. Rome.
- Hally B., Wallace, L., Reinke, K., Jones, S., & Skidmore A. (2018). Advances in active fire detection using a multi-temporal method for next-generation geostationary satellite data. **International Journal of Digital Earth**, 12(9): 1030-1045.
- Khandelwal, S., Goyal, R., Kau, N., & Mathew, A. (2018). Assessment of land surface temperature variation due to change in elevation of area surrounding Jaipur, India. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, 21 (1): 87-94.
- Laosuwan, T., Gomasathit, T., & Rotjanakusol, T. (2017). Application of Remote Sensing for

- Temperature Monitoring: the Technique for Land Surface Temperature Analysis. **Journal of Ecological Engineering**, 18(3): 53-60.
- Mathew, A., Sreekumar, S., Khandelwal, S., Kaul, N., & Kumar, R. (2016). Prediction of surface temperatures for the assessment of urban heat island effect over Ahmedabad city using linear time series model. **Energy and Buildings**, 128: 605-616.
- Rajeshwari A., & Mani N.N. (2014). Estimation of Land Surface Temperature of Dindigul District using Landsat 8 Data. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, 3 (5): 122-126
- Ren H., Du C., Liu R., Qin Q., Yan G., Li Z-L., & Meng J. (2015). Atmospheric water vapor retrieval from Landsat 8 thermal infrared images. **J. Geophys. Res. Atmos**, 120, 1723.
- Rotjanakusol, T., & Laosuwan, T. (2018A). Estimation of land surface temperature using Landsat satellite data: A case study of Mueang Maha Sarakham District, Maha Sarakham Province, Thailand for the years 2006 and 2015. **Scientific Review Engineering and Environmental Sciences**, 27 (4): 401-409.
- Rotjanakusol, T., & Laosuwan, T. (2018B). Inundation Area Investigation Approach using Remote Sensing Technology on 2017 Flooding in Sakon Nakhon Province Thailand. **Studia Universitatis “Vasile Goldis” Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)**, 28 (4): 159-166.
- Santamouris, M., Haddad, S., Saliari, M., Vasilakopoulou, K., Synnefa, A., Paolini, R., Ulpiani, G., Garshasbi, S., & Fiorito, F. (2018). On the energy impact of urban heat island in Sydney: Climate and energy potential of mitigation technologies. **Energy Build**, 166: 154–164.
- Skokovic, D., Sobrino, J.A., Jimenez-Munoz, J.C., Soria, G., Julien, Y., Mattar, C & Cristobal, J. (2014). **Calibration and Validation of land surface temperature for Landsat8-TIRS sensor**. Retrieved from https://earth.esa.int/documents/700255/2126408/ESA_Lpve_Sobrino_2014a.pdf
- Sruthi, S., & Mohammed Aslam, M.A. (2015). Agricultural Drought Analysis Using the NDVI and Land Surface Temperature Data; a Case Study of Raichur District. **Aquatic Procedia**, 4: 1258-1264.
- Suksabai, K., & Nakhapakorn, K. (2014). Fire Detection Using LANDSAT Thermal Data: In Sai Yok

- District, Kanchanaburi Province, Thailand. **Thai Science and Technology Journal**, 22 (4): 462-473.
- Uttarak Y & Laosuwan T. (2016). Application of Geo-informatics and Vegetation Indices to Estimate Above-ground Carbon. **Studia Universitatis "Vasile Goldis" Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)**, 26 (4): 449-454.
- Uttarak Y & Laosuwan T. (2019). Drought Analysis Using Satellite-Based Data and Spectral Index in Upper Northeastern Thailand. **Polish Journal of Environmental Studies**, 28(6): 4447-4454.
- Wang, M., Zhang, Z., He, G., Wang, G., Long, T., & Peng, Y. (2016). An enhanced single-channel algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat series data, **J. Geophys. Res. Atmos.**, 121: 11, 712–11, 722.
- Wong, N.H., & Yu, C. (2005). Study of green areas and urban heat island in a tropical city. **Habitat International**, 29 (3): 547–558.
- Yang, J., & Santamouris, M. (2018). Urban Heat Island and Mitigation Technologies in Asian and Australian Cities - Impact and Mitigation. **Urban Science**, 2(3):74.
- Youneszadeh, S., Amiri, N., Pilesjö, P. (2015). The effect of land use change on land surface temperature in the Netherlands. **International Archives of the Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, 40 (1W5): 745-748.
- Yu, X., Guo, X., & Wu, Z. (2014). Land surface temperature retrieval from LANDSAT 8 TIRS: Comparison between radiative transfer equation-based method, split window algorithm and single channel method. **J. Remote Sensing**, 6 (10): 9829-9852.
- Zhou, J., Chen, Y.H., Wang, J.F., & Zhan, W.F. (2011). Maximum nighttime urban heat island (UHI) intensity simulation by integrating remotely sensed data and meteorological observations. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, 4: 138–146.