

การเปรียบเทียบอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรด ความร้อนที่ 1 และ 2 ของดาวเทียม LANDSAT-8 Comparison of Brightness Temperatures from Thermal Infrared Band 1 and 2 of LANDSAT-8

วรยุทธ ต๊ะแก้ว*, พลภัทร เหมวรรณ และอริศรา เจริญปัญญาเนตร

สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

Worayut Takaew*, Phonpat Hemwan and Arisara Charoenpanyanet

Department of Geography, Faculty of Social Science, Chiang Mai University,

Suthep, Muang, Chiang Mai 50200

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 และ 2 ของดาวเทียม LANDSAT-8 มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ (1) เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจวัดอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนกับอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน และ (2) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลาในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2557-2561 โดยเลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอปัว จังหวัดน่าน วิธีการศึกษาเป็นการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 TIRS หรือช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 (แบนด์ 10) และ 2 (แบนด์ 11) มาคำนวณหาอุณหภูมิความส่องสว่างของทั้ง 2 แบนด์ตามช่วงเวลาที่กำหนด และเปรียบเทียบความสัมพันธ์การตรวจวัดเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน โดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันหาความสัมพันธ์ระหว่างกัน ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิความส่องสว่างจากแบนด์ 10 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ในทางบวกกับค่าอุณหภูมิจากสถานีวัดภาคพื้นดิน โดยมีค่าระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) 0.581 สำหรับผลลัพธ์ระหว่างอุณหภูมิความส่องสว่างจากแบนด์ 11 กับอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินนั้น พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 โดยมีค่าระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) 0.394 ซึ่งตามหลักเกณฑ์ทางสถิตินั้นถือว่ามีความสัมพันธ์ในระดับที่ต่ำมากหรืออีกนัยหนึ่ง คือ สามารถสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์สำหรับกรณีวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา เป็นการสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิในปี พ.ศ. 2557-2561 ทั้งในแนวแกน X และแกน Y ที่เป็นส่วนที่กว้างและยาวที่สุดของพื้นที่ศึกษา จำนวนทั้งสิ้น 41 จุด เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา ผลลัพธ์การวิเคราะห์แสดง

ให้เห็นค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิที่มีความแตกต่างกันในปี พ.ศ. 2557-2561 ซึ่งมีค่าการกระจายรวม 0.06, 0.03, 0.04, 0.11 และ 0.13 ตามลำดับ ส่วนความแตกต่างของระดับความสัมพันธ์ของจุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิในแต่ละปี พบว่าปี พ.ศ. 2558, 2559, 2560 และ 2561 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 กับปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) 0.562, 0.869, 0.748 และ 0.701 ตามลำดับ

คำสำคัญ : อุณหภูมิความส่องสว่าง; ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน; แบนด์ 10; แบนด์ 11; อุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา; สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

Abstract

The comparison of brightness temperatures from thermal infrared band 1 and 2 of LANDSAT 8 has 2 objectives; (1) to compare the relationship between brightness temperatures from thermal infrared bands and temperature from the ground station, and (2) to analyze the difference of multi-temporal temperatures in January to May from 2014 to 2018. The study area is in Pua district, Nan province. The thermal infrared bands of Landsat-8 data were used to calculate the brightness temperatures of 2 bands and also compare the relationship with temperature from the ground station. Pearson's correlation coefficient was selected to find a significant correlation among them. The results found that it is significant ($p < 0.01$) correlation between brightness temperatures from band 10 and temperature from the ground station with a coefficient of determination ($R = 0.581$). However, there is no significant ($p < 0.01$) correlation between brightness temperatures from band 11 and temperature from the ground station with a coefficient of determination ($R = 0.394$). For the analysis of difference of multi-temporal temperatures from 2014 to 2018, the 41-temperature sampling points of X-axis and Y-axis in the largest width and length of the study area were performed. This is to analyze the difference of multi-temporal temperatures. This result found that there is a standard deviation (S.D.) of temperature data from 2014 to 2018 with 0.06, 0.03, 0.04, 0.11 and 0.13, respectively. And there is significant ($p < 0.01$) correlation between temperature sampling points in 2014 and from 2015 to 2018 with coefficient of determine ($R = 0.562, 0.869, 0.748$ and 0.701 , respectively).

Keywords: brightness temperature; thermal infrared band; band 10; band 11; multi-temporal temperature; correlation coefficient

1. บทนำ

เทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (remote sensing) ในปัจจุบันเป็นทั้งวิทยาศาสตร์และ

ศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นการบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย การสำรวจด้วยเทคโนโลยีดาวเทียมเป็นวิธีการหนึ่งของ

หลายวิธีการในการสำรวจข้อมูลระยะไกล ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้รับสามารถนำมาวิเคราะห์ประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถอธิบายลักษณะรูปแบบ การเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์เกี่ยวกับปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ที่เกิดขึ้น ข้อดีของการสำรวจจากระยะไกลหรือการสำรวจด้วยดาวเทียม คือ ช่วยให้ประหยัดงบประมาณและลดระยะเวลาการสำรวจภาคสนาม เทคโนโลยีการสำรวจด้วยดาวเทียมมีการพัฒนาให้ก้าวหน้ามากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งประสิทธิภาพของอุปกรณ์ เทคนิค และวิธีการประมวลผลที่พัฒนาให้หลากหลายโดยกลุ่มนักวิจัย ทำให้เกิดทางเลือกในการนำไปประยุกต์ใช้ในวงกว้าง สำหรับประเทศไทยได้นำข้อมูลจากดาวเทียมไปใช้ในการศึกษาพัฒนาประเทศในหลายสาขา ได้แก่ การเกษตร ป่าไม้ การใช้ที่ดิน ธรณีวิทยา อุทกวิทยา และแหล่งน้ำ เป็นต้น [1] การสำรวจด้วยดาวเทียมได้ประยุกต์ใช้โดยหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน รวมถึงหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ เพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการแก้ปัญหาและเสริมสร้างการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพให้กับองค์กรหรือหน่วยงานที่นำไปใช้ประโยชน์ ข้อมูลจากดาวเทียมในปัจจุบันมีความถูกต้อง แม่นยำ ทันสมัย และมีแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เหมาะสมที่จะนำมาใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตามกระแสโลกาภิวัตน์ของโลก

ดาวเทียม LANDSAT เป็นชื่อชุดดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ดาวเทียม LANDSAT ดวงแรกที่ส่งขึ้นสู่วงโคจรจะบันทึกข้อมูลพื้นผิวโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1972 โดยได้มีการพัฒนาอุปกรณ์สำรวจบนดาวเทียมอย่างต่อเนื่อง ดาวเทียม LANDSAT ดวงที่ 1-8 มีช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (thermal infrared sensor, TIRS) ซึ่งมีสมบัติสามารถใช้ตรวจวัดรังสีความร้อนที่แผ่มาจากภูมิประเทศ ด้วยเหตุนี้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนจึงสามารถ

นำไปวิเคราะห์ประยุกต์ใช้อย่างหลากหลาย ได้แก่ การตรวจสอบการสูญเสียความร้อนของอาคาร การซึมของสารพิษสู่แหล่งน้ำ น้ำเน่าเสีย [2] การวัดความเสียหายในพืชจากความร้อนภายในพืช การแสดงความร้อนที่ผิดปกติบริเวณพื้นดิน การหาความแตกต่างของความชื้นผิวดิน การวิเคราะห์ความเครียดของพืชพรรณ (plant stress) เป็นต้น นอกจากนี้ค่ารังสีการสะท้อนของวัตถุที่มีความร้อนสูงกว่าค่า 0 สัมบูรณ์ หรือ -273.16 องศาเซลเซียส สามารถประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุโดยใช้หลักการของ Stefan-Boltzman [3] เห็นได้ชัดว่าช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนมีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำไปประยุกต์ใช้งานหลากหลายด้าน นอกจากนี้ค่าอุณหภูมิที่เป็นผลลัพธ์ยังเป็นตัวแปรและตัวชี้วัดหนึ่งในอีกหลายตัว ซึ่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์ ลักษณะรูปแบบ และความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่

สำหรับประเด็นปัญหาที่นำมาสู่การศึกษาในครั้งนี้เนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างตัวรับสัญญาณในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนในระบบใหม่ TIRS ของดาวเทียม LANDSAT-8 และตัวรับสัญญาณระบบเก่า TM (thematic mapper) หรือ ETM (enhanced thematic mapper) ของดาวเทียม LANDSAT ดวงอื่น กล่าวคือ ดาวเทียม LANDSAT-8 แบ่งการรับสัญญาณในช่วงอินฟราเรดความร้อนเป็น 2 ช่วงคลื่นหรือแบนด์ ซึ่งทำให้มีช่วงการรับสัญญาณที่แคบกว่าดาวเทียม LANDSAT ดวงอื่น จึงทำให้การประยุกต์ใช้ได้หลากหลายและสามารถวิเคราะห์แบ่งเป็นส่วนย่อยดียิ่งขึ้น [4] ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่แตกต่างกัน 2 ช่วงคลื่น ทำให้สามารถประยุกต์ใช้กับสมการการคำนวณอุณหภูมิทั้งแบบช่วงคลื่นเดี่ยว (single channel algorithm) และแบบ 2 ช่วงคลื่นร่วมกัน (split window algorithm) [5] นอกจากนี้การมี 2 ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ต่างกันนี้ ทำให้ความสามารถใน

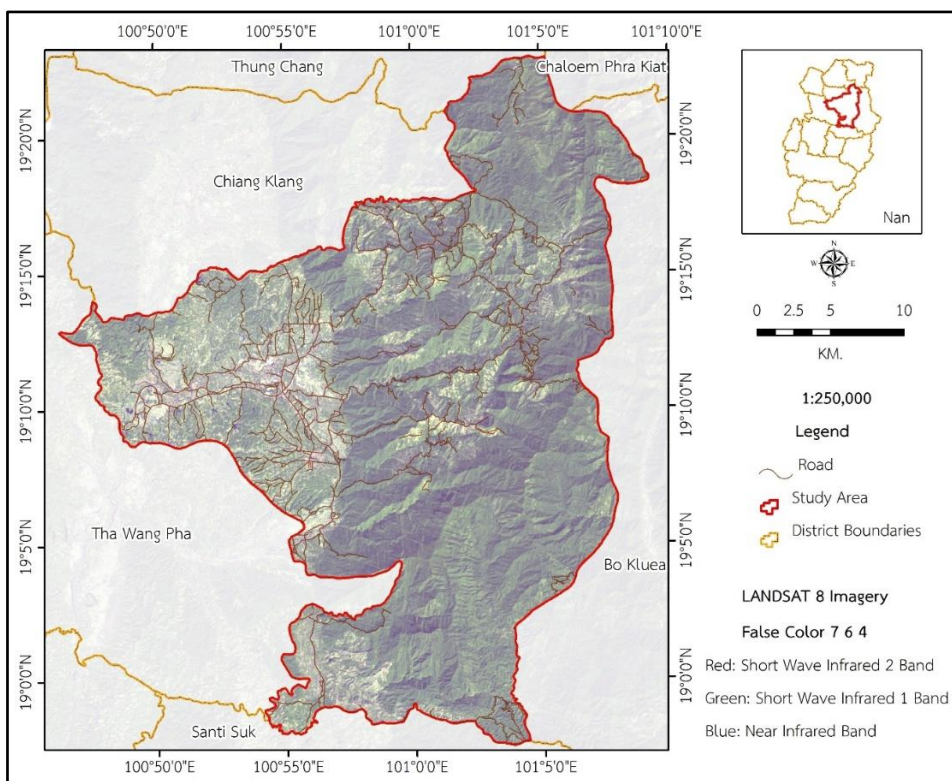


Figure 1 The study area

การตรวจวัดอุณหภูมิย่อมมีความแตกต่างกัน และเพื่อตอบคำถามในข้อสงสัยนี้จึงนำมาสู่การศึกษานี้

2. วัตถุประสงค์

2.1 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง การตรวจวัดอุณหภูมิ ความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนกับอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลาในปี พ.ศ. 2557-2561

3. วิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ คือ พื้นที่อำเภอปัว จังหวัดน่าน ดังรูปที่ 1 มีเนื้อที่ประมาณ

916.46 ตารางกิโลเมตร เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 Path 130 Row 47 ครอบคลุมพื้นที่ทั้งอำเภอ และมีสถานีตรวจวัดอุณหภูมิภาคพื้นดินที่มีการบันทึกข้อมูลช่วงเวลาเดียวกับภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นพื้นที่ศึกษาในการตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ในการศึกษาครั้งนี้

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 TIRS หรือช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 (แบนด์ 10) และ 2 (แบนด์ 11) บันทึกข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559, 2560 และ 2561 ใช้สำหรับการคำนวณหาอุณหภูมิความส่องสว่าง (brightness temperature) จากเว็บไซต์ USGS (United States Geological Survey)

ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 TIRS 1 (แบนด์ 10) มีความยาวคลื่น 10.60-11.19 ไมโครเมตร (μm) และ LANDSAT-8 TIRS 2 (แบนด์ 11) มีความยาวคลื่น 11.50-12.51 ไมโครเมตร (μm) โดยทั้ง 2 แบนด์ มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (spatial resolution) 100 เมตร [6]

3.2.2 ข้อมูลค่าระดับอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน ที่บันทึกข้อมูลในช่วงเวลาใกล้เคียงกับการบันทึกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 TIRS ซึ่งข้อมูลค่าระดับอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินได้รับความอนุเคราะห์จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา อำเภอปัว จังหวัดน่าน ตำแหน่งค่าพิกัดของสถานีตรวจวัดอุณหภูมิภาคพื้นดิน พิกัดละติจูด (latitude) 19 องศา 12 ลิปดา 1 พิลิปดาเหนือ และลองจิจูด (longitude) 101 องศา 4 ลิปดา 50 พิลิปดาตะวันออก ระดับความสูงสถานี 1,289 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง (mean sea level)

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 การคำนวณอุณหภูมิความส่องสว่างและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

อุณหภูมิความส่องสว่าง คือ ค่าอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุต่าง ๆ บนโลก เป็นไปตามกฎการแผ่รังสี (radiance) ของวัตถุตามหลักการทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งระบุว่า การแผ่รังสีของวัตถุมีค่าเท่ากับการแผ่รังสีของวัตถุดำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่กำหนดค่าอุณหภูมิความส่องสว่างของวัตถุหรืออุณหภูมิพื้นผิว สำหรับการคำนวณหาค่าอุณหภูมิความส่องสว่างสามารถคำนวณจากสมการความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละภาพตามช่วงเวลาต่าง ๆ ของทั้ง 2 แบนด์ ซึ่งจะกำหนดโดยค่าการแผ่รังสี เนื่องจากค่าคงที่ของตัวแปรแต่ละตัวในสมการที่มาพร้อมกับ metadata ของภาพถ่ายดาวเทียมมีค่าคงที่ของแบนด์ 10 และ 11 ที่มีค่าเท่ากัน ผลลัพธ์อุณหภูมิความส่องสว่างที่ได้จากการคำนวณโดยสมการ

$BT = K_2 / \ln(K_1 / L_{\lambda} + 1)$ ในแต่ละภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 แบนด์ 10 และ 11 ตามช่วงเวลาที่กำหนดตามกรอบการศึกษามีหน่วยของอุณหภูมิเป็นองศาเคลวิน (°K) [7] จะต้องแปลงหน่วยให้อยู่ในหน่วยองศาเซลเซียส (°C) $BT - 273.15$

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจวัดอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนกับอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน ผลลัพธ์อุณหภูมิความส่องสว่างจะนำมาวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์และเปรียบเทียบค่าระหว่างตัวแปรอุณหภูมิแต่ละชุด ค่าอุณหภูมิความส่องสว่างแบนด์ 10 และ 11 ที่นำมาวิเคราะห์เป็นค่า ณ ตำแหน่งพิกัดเดียวกับค่าอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดอุณหภูมิภาคพื้นดินของอุทยานแห่งชาติดอยภูคา วันที่ในการบันทึกข้อมูลวันเดียวกัน และช่วงเวลาที่ได้รับข้อมูลใกล้เคียงกัน ดังนั้นข้อมูลอุณหภูมิในการวิเคราะห์ประกอบด้วย (1) ค่าอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดอุณหภูมิภาคพื้นดิน จำนวน 25 ตัวแปร (2) ค่าอุณหภูมิความส่องสว่างแบนด์ 10 จำนวน 25 ตัวแปร และ (3) ค่าอุณหภูมิความส่องสว่างแบนด์ 11 จำนวน 25 ตัวแปร นำข้อมูลค่าอุณหภูมิทั้งหมดไปหาค่าสหสัมพันธ์ทางสถิติเพื่อดูทิศทางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, R) เป็นค่าแสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สมการความสัมพันธ์ $r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}$ [8]

3.3.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา

การวิเคราะห์ความแตกต่างอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา (multi-temporal) ใช้ผลลัพธ์อุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่มีระดับความสัมพันธ์ของการตรวจวัดอุณหภูมิตี

ที่สุดในการศึกษาครั้งนี้มาวิเคราะห์ โดยนำค่าอุณหภูมิ ความส่องสว่างระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559, 2560 และ 2561 มาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเพื่อใช้เป็นตัวแทนของอุณหภูมิรายปี ดังนั้นข้อมูลอุณหภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิในหลายช่วงเวลาเป็นข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559, 2560 และ 2561

การวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลาแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ประเด็น คือ (1) ความแตกต่างเชิงพื้นที่ในแต่ละช่วงชั้นอุณหภูมิเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559, 2560 และ 2561 และ (2) ความแตกต่างเกี่ยวกับค่าอุณหภูมิ จากจุดการสุ่มตัวอย่างบริเวณพื้นที่ศึกษาของปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559, 2560 และ 2561 ซึ่งในการวิเคราะห์ประเด็นที่ 1 ได้แบ่งช่วงชั้นค่าอุณหภูมิแต่ละช่วงชั้นให้ครอบคลุมค่าอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดของอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 5 ปีที่ศึกษา โดยมีจำนวนช่วงชั้นและพิสัยในแต่ละช่วงชั้นอุณหภูมิเท่ากันทั้ง 5 ปี สำหรับประเด็นที่ 2 การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกหน่วยตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic sampling) เพื่อสุ่มตัวอย่างค่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 5 ปี ตามแนวแกน X และ Y ซึ่งเป็นแนวเส้นตรงที่ตัดผ่านส่วนที่กว้างและยาวที่สุดของบริเวณพื้นที่ศึกษา ค่าอุณหภูมิตามจุดสุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่ระยะห่างทุก ๆ 2 กิโลเมตร ตามแนวที่กำหนดไว้ในช่วงต้น การสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิตามเงื่อนไขที่กำหนดทั้ง 5 ปี จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละปีตามหลักการทางสถิติเบื้องต้น

4. ผลการศึกษา

การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 และ 2 ของดาวเทียม LANDSAT-8 สามารถแบ่งผลการศึกษาเป็น

2 ประเด็น ดังนี้

4.1 ความสัมพันธ์ของการตรวจวัดอุณหภูมิความส่องสว่าง

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจวัดอุณหภูมิความส่องสว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 และ 2 ของดาวเทียม LANDSAT-8 กับอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน ข้อมูลค่าอุณหภูมิที่นำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลค่าอุณหภูมิ 3 ชุดตัวแปรที่ต่างกันตามช่วงเวลาต่าง ๆ หลังจากนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ผลลัพธ์ความสัมพันธ์ที่ได้แสดงถึงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังตารางที่ 2 ซึ่งผลลัพธ์พบว่าค่าอุณหภูมิความส่องสว่างจากแบนด์ 10 มีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติในเชิงบวก หรือมีทิศทางความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับข้อมูลอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.581 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานตามหลักการทางสถิติเบื้องต้นถือว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่าง 2 ตัวแปร นี้ในระดับปานกลางสูง สำหรับค่าอุณหภูมิความส่องสว่างจากแบนด์ 11 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.394 บ่งบอกถึงความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ปรากฏค่าความสัมพันธ์อยู่ในระดับที่น้อยมาก ซึ่งในทางสถิติสามารถสรุปว่าค่าผลลัพธ์จากแบนด์ 11 ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน

4.2 ความแตกต่างของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา ข้อมูลผลลัพธ์อุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559, 2560 และ 2561 จากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 ของดาวเทียม LANDSAT-8 ได้นำมา

Table 1 Temperature of the ground stations (TS) and the brightness temperatures (BT) from thermal infrared band 1 (band 10) and 2 (band 11) as recorded

No.	Date	Temperature (°C)		
		TS	BT 1	BT 2
1	24 January 2014	23.5	16.30	16.19
2	9 February 2014	26.0	20.17	19.08
3	29 March 2014	32.0	24.07	22.67
4	14 April 2014	29.5	19.56	16.73
5	16 May 2014	30.0	17.76	13.35
6	27 January 2015	25.0	18.98	18.36
7	28 February 2015	27.0	24.11	23.73
8	16 March 2015	28.5	23.42	22.63
9	1 April 2015	29.5	23.39	22.96
10	3 May 2015	30.5	18.57	15.87
11	30 January 2016	25.0	15.27	14.59
12	15 February 2016	26.0	22.08	21.20
13	18 March 2016	31.0	24.86	24.00
14	3 April 2016	29.0	22.99	22.24
15	5 May 2016	29.5	23.83	22.83
16	16 January 2017	25.0	15.39	14.36
17	1 February 2017	23.5	18.38	17.18
18	5 March 2017	28.5	22.56	21.57
19	22 April 2017	31.0	22.52	21.08
20	8 May 2017	27.0	19.54	17.98
21	19 January 2018	23.5	19.45	19.31
22	20 February 2018	26.0	19.93	19.13
23	24 March 2018	25.0	20.37	18.96
24	9 April 2018	25.5	22.00	19.82
25	11 May 2018	27.0	20.04	16.65

Table 2 Correlation between temperature of the ground stations (TS) and the brightness temperature (BT) 1 and 2

	TS	BT 1	BT 2	
TS	Pearson correlation	1	0.581**	0.394
	Sig. (2-tailed)		0.002	0.051
	N	25	25	25

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

ใช้เพื่อการวิเคราะห์ ผลลัพธ์อุณหภูมิเชิงพื้นที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลาทั้งด้านขนาดพื้นที่ของแต่ละช่วงชั้นอุณหภูมิ และค่าอุณหภูมิจากจุดสุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันตามช่วงเวลาที่ผ่านมา

4.2.1 ความแตกต่างด้านขนาดพื้นที่ของแต่ละช่วงชั้นอุณหภูมิ

ผลลัพธ์แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิมิบริเวณพื้นที่ศึกษาเชิงพื้นที่ 2 โดยแบ่งช่วงชั้นของค่าอุณหภูมิเป็น 7 ช่วงชั้น คือ ช่วงชั้นอุณหภูมิ 0-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35 และ 35-40 °C การแบ่งระดับช่วงชั้นอุณหภูมิออกตามช่วงชั้นที่กำหนดเปรียบเสมือนการกำหนดตัวแปรให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันเพื่อให้ง่ายต่อการแสดงความเหมือนหรือต่างกันของผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งผลลัพธ์ในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าขนาดพื้นที่ของอุณหภูมิในช่วงชั้นต่าง ๆ 7 ช่วงชั้น มีความแตกต่างเชิงพื้นที่ไปตามช่วงเวลาที่ผ่านมาในปี พ.ศ. 2557-2561

รูปที่ 2 แสดงให้เห็นความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละช่วงชั้นมีขนาดพื้นที่ รูปแบบ การเกาะกลุ่ม และรวมทั้งการกระจายตัวของอุณหภูมิที่

ต่างกัน โดยระดับอุณหภูมิ 7 ช่วงชั้น แสดงความแตกต่างของอุณหภูมิในปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559,

2560 และ 2561 ขนาดพื้นที่เฉลี่ยของอุณหภูมิในช่วงชั้นต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3

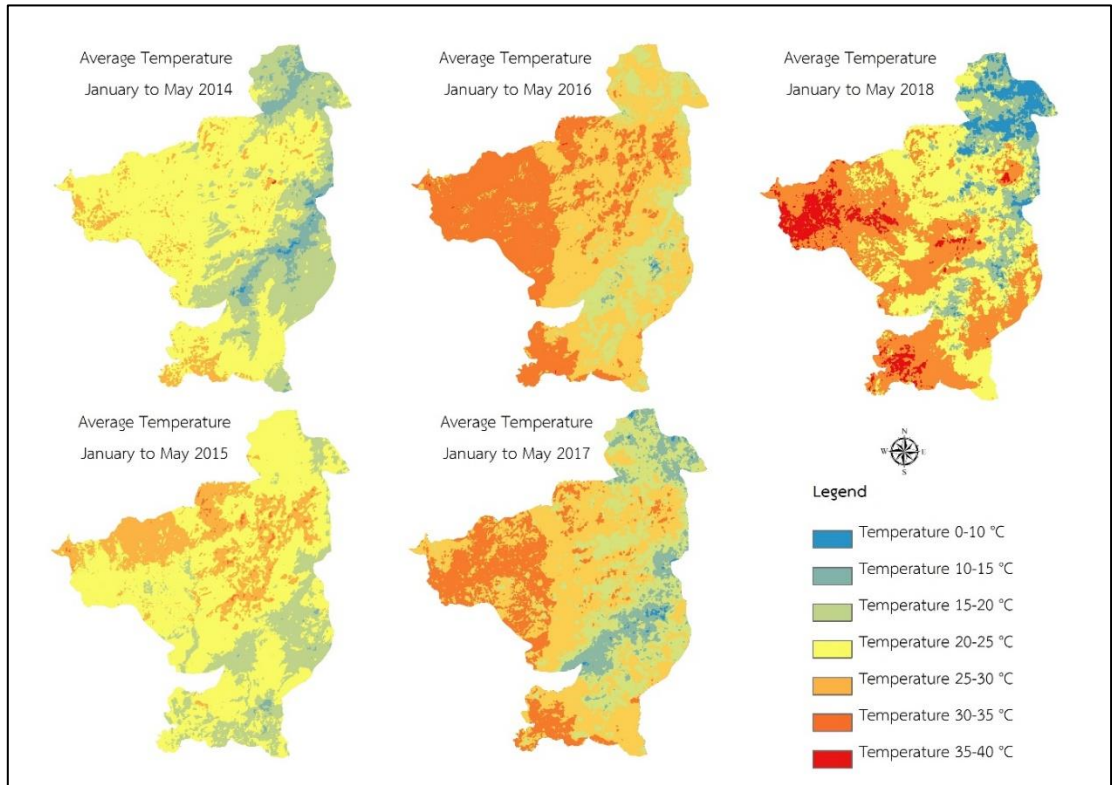


Figure 2 Interval temperature from 2014 to 2018

Table 3 Average area size in each interval temperature from 2014 to 2018

Interval temperature (°C)	Area size (square kilometers, SQKM)				
	2014	2015	2016	2017	2018
0-10	2.80	0.05	6.28	5.02	53.40
10-15	63.08	3.46	151.01	94.59	125.84
15-20	269.44	166.49	428.29	253.90	327.81
20-25	525.79	562.16	328.45	382.29	349.20
25-30	54.88	179.54	2.43	180.61	60.21
30-35	0.24	4.74	0	0.05	0
35-40	0.21	0.02	0	0	0
Σ	916.46	916.46	916.46	916.46	916.46

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2557 ช่วงชั้นอุณหภูมิ 20-25 °C มีพื้นที่มากที่สุด (525.79 ตารางกิโลเมตร) ช่วงชั้นอุณหภูมิ 35-40 °C มีพื้นที่น้อยที่สุด (0.21 ตารางกิโลเมตร) ปี พ.ศ. 2558 ช่วงชั้นอุณหภูมิ 20-25 °C มีพื้นที่มากที่สุด (562.16 ตารางกิโลเมตร) ช่วงชั้นอุณหภูมิ 35-40 °C มีพื้นที่น้อยที่สุด (0.02 ตารางกิโลเมตร) ปี พ.ศ. 2559 ช่วงชั้นอุณหภูมิ 15-20 °C มีพื้นที่มากที่สุด (428.29 ตารางกิโลเมตร) ช่วงชั้นอุณหภูมิ 30-35 และ 35-40 °C ไม่ปรากฏขนาดพื้นที่ ปี พ.ศ. 2560 ช่วงชั้นอุณหภูมิ 20-25 °C มีพื้นที่มากที่สุด (382.29 ตารางกิโลเมตร) ช่วงชั้นอุณหภูมิ 35-40 °C ไม่ปรากฏขนาดพื้นที่ ปี พ.ศ. 2561 ช่วงชั้นอุณหภูมิ 20-25 °C มีพื้นที่มากที่สุด (349.20 ตารางกิโลเมตร) ช่วงชั้นอุณหภูมิ 35-40 °C ไม่ปรากฏขนาดพื้นที่ โดยเห็นได้ว่าปี พ.ศ. 2557, 2558, 2560 และ 2561 มีผลลัพธ์ช่วงชั้นอุณหภูมิ 20-

25 °C มีขนาดพื้นที่มากที่สุด สอดคล้องกันทั้ง 4 ปี ซึ่งต่างจากปี พ.ศ. 2559 ที่มีช่วงชั้นอุณหภูมิ 15-20 °C มีขนาดพื้นที่มากที่สุด สำหรับช่วงชั้นอุณหภูมิที่มีขนาดพื้นที่น้อยที่สุด คือ 35-40 °C ซึ่งมีความสอดคล้องกันทั้ง 5 ปี (ปี พ.ศ. 2557-2561)

4.2.2 ความแตกต่างค่าอุณหภูมิจากจุดสุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าอุณหภูมิ ได้วิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าอุณหภูมิจากจุดตัวอย่างที่สุ่มบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งในแนวแกน X และ Y ของพื้นที่ จำนวนจุดสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 41 จุด แบ่งเป็น 17 จุดตามแนวแกน X และ 24 จุดตามแนวแกน Y ในปี พ.ศ. 2557-2561 ผลลัพธ์อุณหภูมิจากจุดสุ่มตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าอุณหภูมิในช่วงเวลาแต่ละปี ดังตารางที่ 4 และ 5

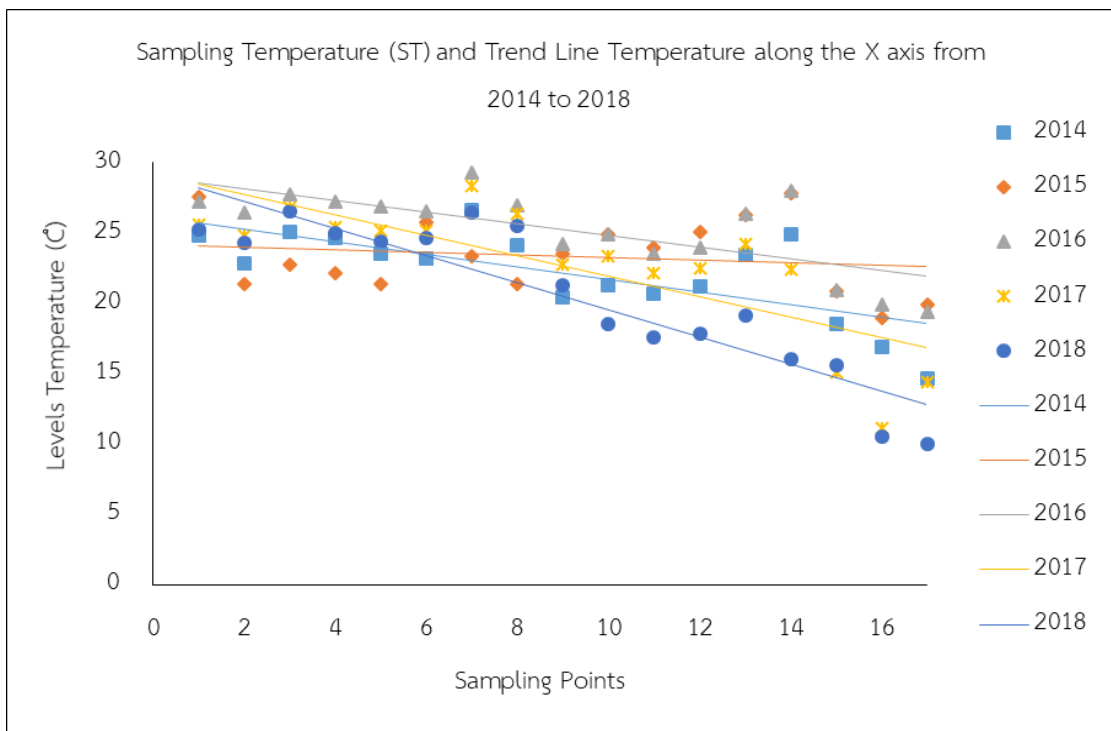


Figure 3 Trend line sampling temperature along the X-axis from 2014 to 2018

Table 4 Sampling temperature (ST) along the X axis from 2014 to 2018

No.	ST (°C)					X_i^2				
	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	25018
1	24.85	27.55	27.27	25.60	25.27	617.55	758.79	743.42	655.16	638.50
2	22.88	21.34	26.46	24.81	24.30	523.38	455.42	700.31	615.35	590.27
3	25.08	22.73	27.77	26.78	26.50	628.98	516.86	771.42	717.21	702.08
4	24.63	22.17	27.20	25.38	25.01	606.45	491.48	739.71	644.27	625.46
5	23.49	21.41	26.90	25.13	24.40	552.00	458.40	723.54	631.28	595.32
6	23.16	25.79	26.50	25.16	24.65	536.23	665.17	702.41	632.80	607.46
7	26.67	23.39	29.26	28.34	26.42	711.16	547.14	856.39	802.91	697.97
8	24.12	21.34	26.97	26.41	25.54	581.94	455.24	727.29	697.31	652.14
9	20.40	23.51	24.21	22.76	21.28	416.02	552.88	586.01	518.12	452.93
10	21.33	24.93	24.87	23.35	18.51	454.86	621.68	618.68	545.35	342.70
11	20.68	23.93	23.57	22.17	17.56	427.67	572.49	555.51	491.69	308.29
12	21.16	25.05	23.94	22.48	17.81	447.87	627.32	573.10	505.44	317.24
13	23.45	26.24	26.37	24.18	19.14	549.96	688.52	695.30	584.76	366.33
14	24.94	27.84	27.98	22.44	16.07	622.24	775.31	782.73	503.42	258.22
15	18.51	20.85	20.97	15.07	15.59	342.58	434.60	439.60	227.25	242.90
16	16.87	18.97	19.90	11.18	10.56	284.48	359.87	395.84	125.06	111.42
17	14.66	19.92	19.44	14.42	10.06	214.82	396.99	377.93	207.88	101.13
Σ	376.87	396.97	429.57	385.65	348.64	8518.18	9378.16	10989.19	9105.27	7610.37
\bar{X}	22.169	23.351	25.269	22.686	20.508					
S.D.	0.04	0.02	0.03	0.08	0.11					

$$S.D. = \sqrt{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 / (n-1)}$$

จุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิในแต่ละปี (ปี พ.ศ. 2557-2561) เมื่อพล็อตค่า 17 จุดตัวอย่าง และสร้างเส้นกราฟแนวโน้มตั้งรูปที่ 3 หากสังเกตจากกราฟเส้นแนวโน้มพบว่าค่าอุณหภูมิจากจุดการสุ่มตัวอย่างบริเวณพื้นที่ศึกษาตามแนวแกน X แสดงให้เห็นค่าอุณหภูมิตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าอุณหภูมิลดลงเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สอดคล้องกันทั้ง 5 ปี แต่ค่าอุณหภูมิในแต่ละปีมีความแตกต่างกันไป โดยปี พ.ศ. 2558 มีเส้น

แนวโน้มอุณหภูมิที่มีความชัน (slope) น้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่ต่างกันมากนัก และปี พ.ศ. 2561 มีเส้นแนวโน้มอุณหภูมิที่มีความชันมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงค่าอุณหภูมิที่ต่างกันมากและความแตกต่างที่เห็นได้ชัด คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละปี (ปี พ.ศ. 2557-2561) ที่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่า S.D. 0.04, 0.02, 0.03, 0.08 และ 0.11 ตามลำดับ

Table 5 Sampling temperature (ST) along the Y axis from 2014 to 2018

No.	ST (°C)					X _i ²				
	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	25018
1	19.85	21.70	19.60	10.21	11.98	394.04	471.03	384.25	104.33	143.45
2	14.68	21.11	17.80	15.24	11.61	215.45	445.50	316.82	232.35	134.76
3	18.41	21.73	18.53	10.86	11.55	338.94	472.32	343.54	117.97	133.38
4	15.33	22.22	18.53	18.23	12.40	234.96	493.75	343.47	332.36	153.85
5	11.25	21.17	17.89	15.59	15.42	126.56	448.07	320.21	242.97	237.67
6	19.53	21.92	22.16	19.96	12.26	381.25	480.57	491.06	398.27	150.25
7	22.40	24.80	24.16	17.75	16.92	501.75	614.98	583.53	315.12	286.13
8	21.07	24.00	23.63	17.25	17.75	444.02	576.10	558.50	297.41	315.01
9	21.79	23.98	19.89	21.70	17.54	474.65	574.85	395.58	470.90	307.74
10	26.01	25.38	25.06	22.34	16.99	676.76	643.92	627.78	499.20	288.66
11	22.68	25.93	24.15	22.51	18.30	514.24	672.30	583.12	506.90	334.84
12	20.11	22.95	22.89	21.19	18.92	404.49	526.62	523.95	449.01	357.94
13	19.84	22.13	22.18	19.93	16.40	393.67	489.77	492.13	397.02	268.98
14	18.94	20.83	21.30	19.46	19.93	358.82	433.77	453.89	378.53	397.38
15	13.30	18.25	16.02	9.67	13.68	177.00	333.13	256.57	93.49	187.10
16	18.50	20.47	17.80	14.05	16.18	342.36	419.11	316.79	197.54	261.90
17	16.42	21.36	21.04	15.33	17.13	269.69	456.38	442.48	235.15	293.40
Σ	18.88	20.52	22.63	21.16	17.06	356.50	421.04	512.30	447.75	290.97
\bar{X}	19.10	21.56	21.26	18.43	16.63					
S.D.	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02					

$$S.D. = \sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 / (n-1)}$$

จุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิในแต่ละปี (ปี พ.ศ. 2557-2561) เมื่อพล็อตค่า 24 จุดตัวอย่าง และสร้างเส้นกราฟแนวโน้มดังรูปที่ 4 หากสังเกตจากกราฟเส้นแนวโน้มพบว่าค่าอุณหภูมิจากจุดสุ่มตัวอย่างบริเวณพื้นที่ศึกษาตามแนวแกน Y ของพื้นที่ แสดงให้เห็นค่าอุณหภูมิตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันในปี พ.ศ. 2557, 2559,

2560 และ 2561 แต่ในปี พ.ศ. 2558 มีทิศทางค่าอุณหภูมิมีแนวโน้มลดลงตรงข้ามกับอีก 4 ปี โดยในปี พ.ศ. 2557 มีเส้นแนวโน้มอุณหภูมิที่มีความชัน (slope) น้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน ไม่ต่างกันมากนัก และปี พ.ศ. 2560 มีเส้นแนวโน้มอุณหภูมิที่มีความชันมากที่สุด แสดงให้เห็นค่าอุณหภูมิที่ต่างกันมาก และความแตกต่างที่เห็นได้ชัด

คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละปี (ปี พ.ศ. 2557-2561) ที่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่า S.D. 0.02, 0.01, 0.01, 0.03 และ 0.02 ตามลำดับ

การวัดการกระจายข้อมูลด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, S.D.) เป็นการวัดการกระจายที่ดีที่สุดนิยมใช้กันมากในการวัดการกระจายของข้อมูล ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยแสดงว่ามีการกระจายหรือมีความแตกต่างกันน้อย และถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากแสดงว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันมาก ค่า S.D. มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงข้อมูลมีการกระจายน้อย การศึกษาครั้งนี้ จุดสุ่มตัวอย่างทั้งในแนวแกน X และแกน Y บริเวณพื้นที่ศึกษามีค่า S.D. ที่เข้าใกล้ศูนย์ สอดคล้องกันทั้งในปี พ.ศ. 2557-2561 แต่ค่าการกระจายตัวแต่ละปีก็มีความแตกต่างกันไป แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษามีลักษณะการกระจายตัว การเกาะกลุ่ม รูปแบบของ

พื้นผิวสิ่งปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นลักษณะของพื้นผิวที่มีความแตกต่างกันของอุณหภูมิไม่มากนัก

Table 6 Correlation of the sampling temperature (ST) along X-axis and Y-axis from 2014 to 2018

		ST 2015	ST 2016	ST 2017
ST 2014	Pearson correlations	0.562**	0.869**	0.748**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000
	N	41	41	41

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

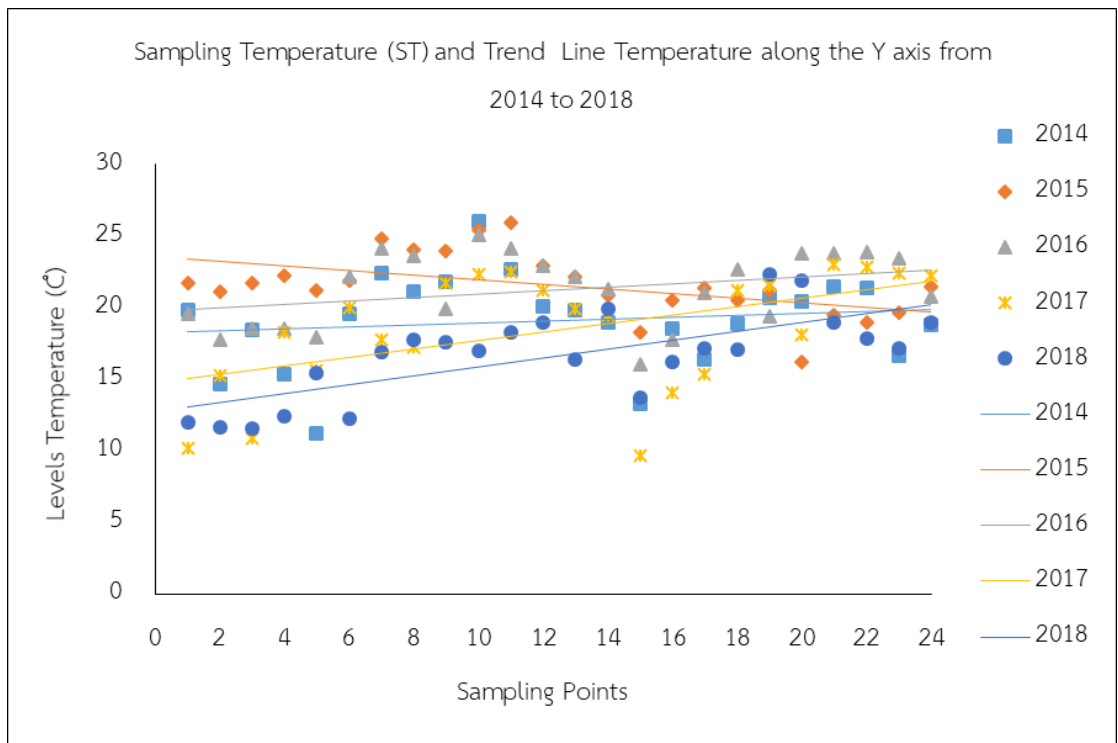


Figure 4 Trend line sampling temperature along the Y-axis from 2014 to 2018

ตารางที่ 6 แสดงให้เห็นความแตกต่างของระดับความสัมพันธ์ของจุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิทั้งหมดทั้งในแนวแกน X และแกน Y ของแต่ละปี โดยยึดปี พ.ศ. 2557 เป็นปีหลัก พบว่าจุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิปี พ.ศ. 2558, 2559, 2560 และ 2561 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 กับจุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิปี พ.ศ. 2557 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) 0.562, 0.869, 0.748 และ 0.701 ตามลำดับ แม้ว่าผลลัพธ์แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา แต่ระดับความสัมพันธ์มีความแตกต่างกัน ดังแสดงตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) บ่งชี้ว่าอุณหภูมิปี พ.ศ. 2557 มีความสัมพันธ์กับปี พ.ศ. 2559 มากที่สุด รองลงมาสัมพันธ์กับปี พ.ศ. 2560 และปี พ.ศ. 2561 ส่วนความสัมพันธ์กับปี พ.ศ. 2558 มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุด

5. การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษการเปรียบเทียบอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 และ 2 ของดาวเทียม LANDSAT-8 มีความสอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิความส่องสว่างจากทั้ง 2 ช่วงคลื่นของดาวเทียม LANDSAT-8 กับอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน หลังจากหาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติเปรียบเทียบกันทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพการตรวจวัดอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 หรือแบนด์ 10 มีค่าสหสัมพันธ์ที่สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ของช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 2 หรือแบนด์ 11 ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นผลลัพธ์ที่มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ สุจิตรา (2559) ที่ตรวจหาพื้นที่ระบาศของเพลิงแ่งในมันสำปะหลังด้วยช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน [9] ผลจากการวิจัยพบว่า

ความสัมพันธ์อุณหภูมิพื้นผิวแบนด์ 10 ($R^2 = 0.788$) มีประสิทธิภาพในการตรวจหาพื้นที่ระบาศได้ดีกว่าอุณหภูมิพื้นผิวแบนด์ 11 ($R^2 = 0.557$) ซึ่งเห็นได้ว่าการศึกษาทั้ง 2 งาน มีผลลัพธ์แสดงถึงความสอดคล้องของประสิทธิภาพในการตรวจวัดอุณหภูมิแบนด์ 10 ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าแบนด์ 11

รูปแบบ การกระจายตัว การเกาะกลุ่ม และระดับค่าอุณหภูมิมีความแตกต่างกันในแต่ละปี (ปี พ.ศ. 2557-2561) ซึ่งผลลัพธ์ความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงเวลาต่าง ๆ มีความสอดคล้องกับการศึกษา 2 เรื่อง คือ (1) การศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวและสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ผลลัพธ์แสดงอุณหภูมิพื้นผิวที่แตกต่างไปตามลักษณะสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน [10] และ (2) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับรูปแบบการใช้ที่ดินจากข้อมูลการสำรวจระยะไกล [11] รูปแบบการกระจายตัวของอุณหภูมิพื้นที่เหมือนกัน แต่อุณหภูมิต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2549 ขณะเดียวกันพื้นผิวที่มีลักษณะเดียวกันพบว่ามี ความแตกต่างของอุณหภูมิพื้นผิวในช่วงเวลาที่ต่างกัน ซึ่งผลลัพธ์จากทั้ง 2 การศึกษาดังกล่าว พบว่าอุณหภูมิมีความแตกต่างกันไปตามพื้นผิว ลักษณะสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ เช่น พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตร พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่เมือง เป็นต้น นอกเหนือจากอุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันตามพื้นผิวแล้ว ยังมีความแตกต่างของอุณหภูมิตามช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ พื้นผิวลักษณะเดียวกันอุณหภูมิจะต่างกันเมื่อตรวจวัดในช่วงเวลาต่างกัน ซึ่งประเด็นความแตกต่างของอุณหภูมิตามช่วงเวลาต่าง ๆ นั้นมีความสอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้ที่วิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลา

6. สรุป

การศึกษาการเปรียบเทียบอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 และ 2 ของดาวเทียม LANDSAT-8 สรุปประเด็นหลักได้ 2 ประเด็น ตามวัตถุประสงค์ดังนี้

การศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่าความสัมพันธ์การตรวจวัดอุณหภูมิความส่องสว่างจากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 1 (แบนด์ 10) มีความสัมพันธ์ในการตรวจวัดอุณหภูมิความส่องสว่างที่สูงกว่าช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ 2 (แบนด์ 11) ของดาวเทียม LANDSAT-8 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ระบุได้ว่าผลลัพธ์จากแบนด์ 10 มีระดับนัยสำคัญ (level of significant) ที่ระดับ 0.01 มีทิศทางความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน เป็นความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน แม้สรุปได้ว่าค่าอุณหภูมิความส่องสว่างจากดาวเทียม LANDSAT-8 ในแบนด์ 10 มีประสิทธิภาพในการตรวจวัดอุณหภูมิดีกว่าแบนด์ 11 แต่ขณะเดียวกันสังเกตเห็นว่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิความส่องสว่างแบนด์ 10 กับค่าอุณหภูมิจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียง 0.581 ซึ่งตามเกณฑ์มาตรฐานทางหลักการสถิติเบื้องต้นระบุให้มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางสูง ซึ่งเป็นการแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูล 2 ชุด ในระดับที่ไม่สูงมากนัก

การวิเคราะห์ความแตกต่างของอุณหภูมิแบบหลายช่วงเวลาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ทำให้เห็นถึงความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละปี (ปี พ.ศ. 2557-2561) อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละปีที่ได้จากอุณหภูมิความส่องสว่างแบนด์ 10 แสดงความแตกต่างด้านขนาดพื้นที่ในแต่ละช่วงชั้นอุณหภูมิของแต่ละปีที่มีการเปลี่ยนแปลงต่างกันไป และความแตกต่างอีกประการ

ด้านค่าอุณหภูมิในหลายช่วงเวลาจากการสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิปี พ.ศ. 557-2561 ทั้งในแนวแกน X และแกน Y ที่เป็นส่วนที่กว้างและยาวที่สุดของพื้นที่ศึกษาอำเภอปัว จังหวัดน่าน จำนวนทั้งหมด 41 จุด มีผลลัพธ์การวิเคราะห์แสดงให้เห็นความแตกต่างในการวัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของข้อมูลค่าอุณหภูมิที่ต่างกันในปี พ.ศ. 2557-2561 โดยมีค่า S.D. รวม 0.06, 0.03, 0.04, 0.11 และ 0.13 ตามลำดับ นอกจากนี้ความแตกต่างของระดับความสัมพันธ์ของจุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิทั้งหมด โดยใช้ปี พ.ศ. 2557 เป็นหลักในการเปรียบเทียบ พบว่าจุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิปี พ.ศ. 2558, 2559, 2560 และ 2561 มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 มีทิศทางความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน เป็นความสัมพันธ์เชิงบวกกับจุดสุ่มตัวอย่างอุณหภูมิปี พ.ศ. 2557 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.562, 0.869, 0.748 และ 0.701 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันไป

7. ข้อเสนอแนะ

การศึกษารังนี้สามารถเสนอแนะแนวทางในการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมดาวเทียม LANDSAT-8 TIRS มาใช้ประโยชน์ดังนี้

7.1 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 TIRS มีรอบการถ่ายซ้ำทุก 16 วัน และความละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 100 เมตร ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำหรับการวิเคราะห์ในรอบความถี่ที่สูง อีกทั้งอุณหภูมิบริเวณพื้นผิวโลกที่มีขนาดเล็กกว่า 100 เมตร สามารถถูกบดเบือนได้ง่าย ดังนั้นควรศึกษาและวิเคราะห์ร่วมกับช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนของดาวเทียมดวงอื่น

7.2 การคำนวณเพื่อหาอุณหภูมิความส่องสว่างจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 TIRS ในการศึกษารังนี้ได้จากสมการพื้นฐาน หากมีการศึกษาเพิ่มเติมเปรียบเทียบผลลัพธ์จากสมการที่ซับซ้อน อาจมี

ประเด็นที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

8. References

- [1] The Advantage of Satellite Surveying Resources in Various Fields, Thai Encyclopedia for Youth with the Intention of His Majesty the King, Available Source: <http://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=16&chap=9&page=t16-9-infodetail08.html>, October 30, 2015. (in Thai)
- [2] Cracknell, A. and Hayes, L., 1991, Introduction to Remote Sensing, University of Dundee, Scotland, 279 p.
- [3] Wilkie, D.S. and Finn, J.T., 1996, Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring, 5th Ed., Pearson Education, Inc., San Francisco, 732 p.
- [4] Jiménez- Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., Skoković, D., Mattar, C. and Cristóbal, J., 2014, Land surface temperature retrieval methods from Landsat-8 thermal infrared sensor data, IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. 11: 1840-1843.
- [5] Wang, F., Qin, Z., Song, C., Tu, L., Karnieli, A. and Zhao, S., 2015, An improved mono-window algorithm for land surface temperature retrieval from Landsat 8 thermal infrared sensor data, Remote Sens. 7: 4268-4289.
- [6] Barsi, J.A., Schott, J.R., Hook, S.J., Raqueno, N.G., Markham, B.L. and Radocinski, R.G., 2014, Landsat-8 thermal infrared sensor (TIRS) vicarious radiometric calibration, Remote Sens. 6: 11607-11626.
- [7] USGS, 2013, Using the USGS Landsat 8 Product, Available Source: http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php, October 30, 2015.
- [8] Kaiyawan, Y., 2010, Correlation Analysis, Principles of Research Statistics and the use of SPSS Programs, 2nd Ed., Chulalongkorn Publishing, Bangkok, 117 p. (in Thai)
- [9] Charoenhirunyinyos, S., 2016, Detection the Outbreak Area of the Cassava Mealybug Using Thermal Infrared Wavelength, Geoinfotech 2016, Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, 12 p. (in Thai)
- [10] Dontree, S. and Chotamonsak, C., 2009, The Relationship between Surface Temperature and Land Use Patterns from Remote Sensing Data in Chiang Mai-Lamphun, Research Report, Chiang Mai University, Chiang Mai, 90 p. (In Thai)
- [11] Kophim, W., 2013, Impacts of Land Use Cover Toward Surface Urban Heat Island in Bangkok Metropolitan, Master Thesis, Mahanakorn University of Technology, Bangkok, 65 p. (in Thai)