



## การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา

### Estimation of Land Surface Temperature in Northeast, Thailand Using Multi – Temporal Satellite Imageries

มาริสสา หมกประโคน และ ธัญญรัตน์ ไชยคราม

Marisa Mhokprakhon and Thanyarat Chaiyakarn

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mahasarakham University

Received : 24 April 2022

Revised : 26 February 2022

Accepted : 6 May 2022

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปี 2543 – 2563 2) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน และ 3) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากร จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/Aqua ระบบ MODIS และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI/TIRS ด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล เพื่อประเมินค่าดัชนีผลต่างของสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) และค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน จำนวนและความหนาแน่นของประชากรโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ผลจากการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปี 2543 - 2563 พบว่า ในแต่ละจังหวัดมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้นในทุก ๆ จังหวัดทั้งในฤดูร้อนและฤดูหนาว โดยพบว่า จังหวัดนครราชสีมา มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดอยู่ที่ 43.55 องศาเซลเซียส และจังหวัดเลย มีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำที่สุดอยู่ที่ 16.71 องศาเซลเซียส และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันถึง 26.84 องศาเซลเซียส โดยพบว่า ในช่วงฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว จังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดรองลงมา คือ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดยโสธร จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ ในขณะที่จังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดรองลงมา คือ จังหวัดหนองคาย จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดมุกดาหาร จังหวัดสกลนคร และจังหวัดบึงกาฬ และผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน จำนวนและความหนาแน่นของประชากรพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน ทั้งประเภทค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ และค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้างจะมีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูงมากซึ่งมีค่า ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.9318 และ 0.897 ตามลำดับ ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนประชากรจะมีค่าความสัมพันธ์กันน้อย ซึ่งมีค่า ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.6159 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง และค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) ของความหนาแน่นประชากร มีค่าเท่ากับ 0.0734 ซึ่งแสดงถึงค่าความสัมพันธ์กันที่น้อยมาก

**คำสำคัญ :** การประมาณค่า ; อุณหภูมิพื้นผิว ; ภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา



### Abstract

The objectives of this research were 1) to estimate land surface temperature in the Northeast during 2000 to 2020, 2) to study the relationship between surface temperature and land cover, and 3) to study the relationship between land surface temperature and populations. This research studied the data from Terra/Aqua - MODIS satellite images and Landsat 8 image data from OLI (Operational Land Imager)/TIRS (Thermal Infrared Sensor) satellites using remote sensing techniques to evaluate the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) and Normalized difference vegetation index (NDVI). The relationship between land surface temperature and land cover and population density was then determined using a simple linear regression equation. The results of the estimation of land surface temperature in the Northeast from 2000 to 2020 in each province had higher land surface temperature in all provinces both in summer and winter. The highest was 43.55 degrees celsius in Nakhon Ratchasima province and Loei province had the lowest surface temperature at 16.71 degrees celsius, and by comparison, the difference between surface temperatures was 26.84 degrees celsius. It is found that the land surface temperature during summer is presumably higher than winter. Provinces with high temperature including Roi-Et, Maha Sarakham, Yasothon, Bureeram and Surin. Meanwhile in Nong Khai, Chaiyaphum, Mukdaharn, Sakhon Nakorn and Buengkan are recorded as the provinces with lowest land surface temperature. The research also found that the relations between land surface temperature with land cover and its population; with the normalized difference vegetation index: NDVI and the normalized difference Built-up Index: NDBI have its high relation which are equal ( $R^2$ ) = 0.9318 and 0.897 chronologically. Additionally, the relation between land surface temperature and its population have resulted in ( $R^2$ ) = 0.6159 which is resulted in a median level. The relation between land surface temperature and its the density of population have resulted in ( $R^2$ ) = 0.0734 which is resulted in a low level.

**Keywords :** estimation ; land surface temperature ; multi – temporal satellite imageries



## บทนำ

ปัจจุบันปรากฏการณ์เกาะความร้อนเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการขยายตัวของเมือง พื้นที่ธรรมชาติถูกรุกทำลายทำให้เกิดการกลายเป็นเมือง พื้นที่เต็มไปด้วยสิ่งปลูกสร้าง อาคาร ถนน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติในการดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้เกิดความร้อนสะสม อุณหภูมิบริเวณเมืองสูงกว่าอุณหภูมิชานเมืองหรือชนบท (Sancharoen *et al.*, 2019) สาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดเกาะความร้อนอีกหนึ่งสาเหตุมาจากพฤติกรรม การขับเคื้อนมนุษย์ก็จะมีกิจกรรมต่าง ๆ เมื่อมีประชากรที่เพิ่มมากขึ้น (Ruthirako, 2015) ทั้งนี้ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเกิดจากหลายปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ พื้นที่ที่ถูกปกคลุมไปด้วยสิ่งปลูกสร้าง การลดลงของพื้นที่สีเขียว การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของอาคารสูง ทำให้พื้นที่โดยรอบอากาศไม่ระบายลม ลมไม่สามารถพัดผ่านได้ มีการสะสมพลังงานความร้อนจึงมีการใช้เครื่องปรับอากาศที่เพิ่มขึ้น (Songsom *et al.*, 2020)

ภาวะโลกร้อนเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีการสร้างอาคาร การทำการเกษตร อุตสาหกรรม และอื่น ๆ ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงกว่าค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม 1.0 องศาเซลเซียส ในปี 2560 และสูงขึ้นต่อทศวรรษละ 0.2 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องในช่วง 0.1 - 0.3 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษ เป็นที่แน่ชัดว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในปี 2562 จะสูงกว่าค่าเฉลี่ย แต่ก็ยังมีความผันแปรของอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่บนแผ่นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ (Thai Meteorological Department, 2019) สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทย เมื่อพิจารณาในช่วงเกือบ 40 ปีที่ผ่านมา (ปี 2524 - 2561) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของไทยมีแนวโน้มสูงขึ้น ในอดีตกลางวันและกลางคืนจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันค่อนข้างมาก ซึ่งไม่ได้ร้อนทั้งวัน แต่ปัญหาสภาพอากาศในปัจจุบันนี้คือ ลักษณะอากาศมีความร้อนอบอ้าวทั้งวัน อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดจะใกล้เคียงกัน โดยมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 30 - 40 องศาเซลเซียส ทำให้คนรู้สึกถึงอากาศที่ร้อนจัด ซึ่งประเทศไทยในปี 2563 นั้นมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงเป็นอันดับที่ 2 ในรอบ 70 ปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 28.0 องศาเซลเซียส สูงกว่าค่าปกติ 0.9 องศาเซลเซียส จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทยและในภูมิภาคย่อยส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิต (National Research Council of Thailand (NRCT), 2016)

จากข้อมูลสถิติแห่งชาติพบว่าปี 2533 มีประชากร 54,548,530 คน อัตราการเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 1.96% และจำนวนประชากร ปี 2563 มีจำนวน 66,534,850 คน จะสังเกตได้ว่าใน 30 ปี ประชากรเพิ่มขึ้นถึง 11,986,320 คน เพิ่มขึ้น 11% (National Statistical Office, 2020) ซึ่งประเทศไทยนั้นปัจจุบันมีประชากรอาศัยอยู่ในเมืองแล้วกว่าร้อยละ 51 และคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 69.5 ในอีก 30 ปีข้างหน้า การเปลี่ยนแปลงนี้สะท้อนให้เห็นว่าประเทศไทยในอนาคตพื้นที่ส่วนมากมีกระบวนการกลายเป็นเมืองอย่างต่อเนื่อง เมื่อมีจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น (Tawannachot, 2020) ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ มลพิษจะเพิ่มมากขึ้น สภาพอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลง อากาศถ่ายเทได้ไม่สะดวก นอกจากนี้ยังมีผลทางสังคมและเศรษฐกิจในภาพรวม เช่น พื้นที่อยู่อาศัยในเขตเมืองที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีการเปลี่ยนแปลงทางพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมากที่สุดโดยปี 2543 และปี 2544 มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้างทั้งหมด 3,816,838 ไร่ ในปี 2560 และปี 2561 มีพื้นที่สิ่งปลูกสร้างถึง 6,095,420 ไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้น

เกือบเท่าตัว นอกจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านพื้นที่แล้วภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังมีจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร มากที่สุดในประเทศไทย ซึ่งมีมากถึง 21,848,228 คน หรือคิดเป็น 33% ของจำนวนประชากรทั้งหมดในประเทศไทย (National Statistical Office, 2020) ถึงแม้ว่าจะเป็นภาคที่มีประชากรมากที่สุด แต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความหนาแน่นเป็นที่ 2 ของประเทศ รองจากภาคกลาง จังหวัดที่มีประชากรหนาแน่นที่สุด ได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดหนองคาย จังหวัด สุรินทร์ จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดขอนแก่น ตามลำดับ จะพบว่าในช่วงปี 2523 - 2543 ประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองของ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัว จาก 1.8 ล้านคนเป็น 3.5 ล้านคน นอกจากการเพิ่มขึ้นของประชากร แล้ว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้วยังมีการเติบโตและเปลี่ยนแปลงตามระบบเศรษฐกิจและสังคมโลกอย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งหมดที่กล่าวมานั้นล้วนส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนทั้งสิ้น

ปัจจุบันเทคนิคการรับรู้ระยะไกลสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิพื้นผิวได้ด้วยข้อมูลภาพถ่าย จากดาวเทียม Terra/Aqua ระบบ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 ด้วยการ Re-scaling ค่า Digital Number (DN) (Rotjanakusol et al., 2020) และการประเมินค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) จากข้อมูล ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI/TIRS (Phengphit et al., 2017) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับ สิ่งปกคลุมดิน จำนวนและความหนาแน่นประชากรโดยใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย แต่ด้วยข้อจำกัดของข้อมูลและขนาด ของพื้นที่ศึกษาใหญ่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก ทำให้การศึกษาและวิจัยก่อนหน้านี้มักจะทำวิเคราะห์ในระดับรายเฉพาะเพียงราย จังหวัดเท่านั้น และยังไม่มีการวิเคราะห์ในระดับภูมิภาคทำให้การเข้าถึงสาเหตุหรือการเปรียบเทียบเชิงพื้นที่ยังไม่ชัดเจน เท่าที่ควร อีกทั้งยังเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้างหรือค่าดัชนีผลต่างพืช พรรณเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น

ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการบริหารจัดการเชิงเปรียบเทียบทั้งรายจังหวัดและรายภูมิภาค รวมทั้ง ปัญหาที่เกิดขึ้นจึงมีความสนใจที่จะวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปี 2543 ถึง ปี 2563 ด้วย เทคนิคการรับรู้ระยะไกล โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/Aqua ระบบ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 และหา ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน ทั้งประเภทค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณควบคู่ไปกับค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูก สร้าง และหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากร โดยใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่าง ง่าย ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนในการวางผังเมืองและวางแผนทิศทางการเติบโต ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รวมถึงทราบถึงความเป็นเมือง นำไปสู่แนวทางในการพัฒนาเมืองแต่ละพื้นที่อย่างยั่งยืน

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งประกอบด้วยจังหวัดต่าง ๆ จำนวน 20 จังหวัด มีพื้นที่ประมาณ 168,854 ตารางกิโลเมตร และเป็นภาคที่มีพื้นที่กว้างมากที่สุดในประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 14 – 18 องศาเหนือและ ลองจิจูด 101 - 105 องศาตะวันออก ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูง และทิวเขา คือ ทิวเขาตองพญาเย็น ทิวเขา

เพชรบูรณ์ ทิวเขาพนมดงรัก ทิวเขาสันกำแพง มีแม่น้ำชีและแม่น้ำมูลเป็นแม่น้ำสายสำคัญจะไหลลงสู่มแม่น้ำโขง มี 3 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว อุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 39.51 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 18.27 องศาเซลเซียส และจากการสำมะโนประชากร ในปี 2563 พบว่าเป็นพื้นที่ที่มีจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎรมากที่สุด 21,848,228 คน สามารถแสดงได้ดัง Figure 1

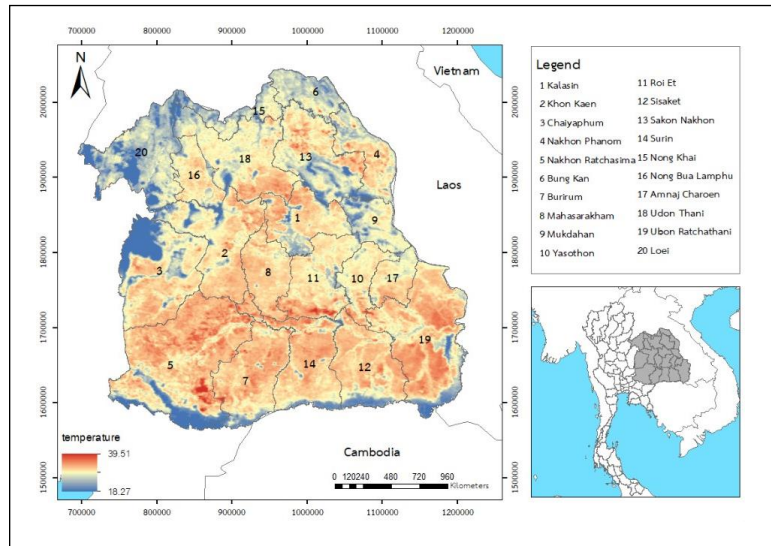


Figure 1 The Study Area

## 2. การเก็บรวบรวมข้อมูลและขอบเขตการวิจัย

2.1 ข้อมูลสถิติของอุณหภูมิ ณ สถานีตรวจวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี 2543 ถึง ปี 2563 ในแต่ละสถานีตรวจวัด

2.2 ข้อมูลจำนวนประชากร ที่มีทะเบียนราษฎรรายจังหวัดที่อยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปี 2563 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ให้ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

2.3 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI/TIRS ทำการดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียมจากเว็บไซต์ <https://glovis.usgs.gov/app?fullscreen=1> จำนวน 13 ภาพ และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/Aqua ระบบ MODIS (MOD11A2) จากเว็บไซต์ <https://earthexplorer.usgs.gov> จำนวน 20 ภาพ ด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่ 250 เมตร จำนวน 20 ภาพ สามารถแสดงได้ดังตาราง Table 1



**Table 1** Table of detail download Terra/Aqua - MODIS & Landsat 8 - OLI/TIRS satellite images in Northeast, Thailand

| Terra/Aqua - MODIS |            | Landsat 8 - OLI/TIRS |            |
|--------------------|------------|----------------------|------------|
| Path/Row           | Date       | Path/Row             | Date       |
| 128/49             | 07/05/2000 | 129/28               | 07/01/2020 |
| 125/50             | 07/05/2000 | 129/47               | 03/02/2020 |
| 128/49             | 06/03/2000 | 128/48               | 31/03/2020 |
| 125/50             | 06/03/2000 | 128/47               | 31/03/2020 |
| 128/49             | 09/04/2005 | 127/48               | 08/03/2020 |
| 125/50             | 09/04/2005 | 127/49               | 05/02/2020 |
| 128/49             | 05/02/2005 | 126/49               | 13/01/2020 |
| 125/50             | 05/02/2005 | 126/50               | 13/01/2020 |
| 128/49             | 07/05/2010 | 127/50               | 20/01/2020 |
| 125/50             | 07/05/2010 | 128/50               | 12/02/2020 |
| 128/49             | 05/02/2010 | 129/49               | 19/02/2020 |
| 125/50             | 05/02/2010 | 128/49               | 12/02/2020 |
| 128/49             | 03/04/2015 | 129/50               | 03/02/2020 |
| 125/50             | 03/04/2015 |                      |            |
| 128/49             | 07/01/2015 |                      |            |
| 125/50             | 07/01/2015 |                      |            |
| 128/49             | 01/04/2020 |                      |            |
| 125/50             | 09/04/2020 |                      |            |
| 128/49             | 01/01/2020 |                      |            |
| 125/50             | 01/01/2020 |                      |            |

3. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

3.1 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดของภาพกับระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบกับข้อมูลระบบบันทึกภาพ หรือข้อมูลที่วัดได้จากความสูงและตำแหน่งภาพถ่ายหรือจุดควบคุมบนพื้นดิน หรือสภาพของบรรยากาศ

3.2 รวบรวมภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/Aqua ระบบ MODIS จำนวน 20 ภาพ และภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI/TIRS จำนวน 13 ภาพ ด้วยเครื่องมือ Mosaic to New Raster

3.3 ตัดขอบเขตภาพถ่ายจากดาวเทียม (Subset Image) ให้เหลือเฉพาะขอบเขตพื้นที่ศึกษาคือ พื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยคำสั่ง Image Analysis



3.4 สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ มีวิธีในการตรวจสอบและประเมินความถูกต้องของ Land Surface Temperature ด้วย 2 วิธีการ ดังนี้ คือ 1) นำอุณหภูมิพื้นผิว Land Surface Temperature ที่ได้จากการวิเคราะห์มาตรวจสอบกับข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ณ สถานีตรวจวัดต่าง ๆ ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงวันและเวลาเดียวกันกับข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์จากกรมอุตุนิยมวิทยา จากนั้น 2) ลงพื้นที่สำรวจพร้อมทั้งตรวจวัด Land Surface Temperature จากจุดตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันของอุณหภูมิทั้งในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์หาอุณหภูมิเฉลี่ยร่วมกับแอปพลิเคชัน Yahoo อากาศอัปเดตและแจ้งเตือนสภาพอากาศ และเว็บไซต์ windy.com ในทุก ๆ จังหวัดทั่วทั้งภูมิภาค

#### 4. ขั้นตอนและกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งช่วงเวลาเป็น 5 ช่วงปี คือ การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในช่วงปี 2543, 2548, 2553, 2558 และปี 2563 โดยในแต่ละช่วงปี ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงความแตกต่างกันของอุณหภูมิพื้นผิว เป็น 2 ช่วงฤดูกาล คือ ฤดูร้อน และฤดูหนาว เพื่อแสดงให้เห็นแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีกระบวนการและขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 วิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว Land Surface Temperature โดยทำการ Re-scaling ค่า Digital Number (DN) ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/Aqua ระบบ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 7,500 – 65,535 ให้เป็นข้อมูลอุณหภูมิความสว่าง Brightness Temperature ในหน่วยของเคลวิน และแปลงเป็นค่าหน่วยองศาเซลเซียส ในแต่ละช่วงปี เพื่อนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิวในแต่ละช่วงเวลา (Rotjanakusol et al., 2020) คำนวณดัง สมการที่ 1

$$LST = (DN * 0.2) - 273.15 \tag{1}$$

|       |     |                             |
|-------|-----|-----------------------------|
| เมื่อ | LST | คือ อุณหภูมิพื้นผิว         |
|       | DN  | คือ ค่า Digital Number (DN) |

จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ เป็น 2 ประเภท คือ ดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) และดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) ด้วยหลักการคำนวณดังนี้

4.2 คำนวณค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (Normalized Difference Built-up Index: NDBI) โดยการหาอัตราส่วนระหว่างผลต่างของปริมาณการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้น (SWIR) กับปริมาณการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (RED) ต่อผลรวมของปริมาณการสะท้อนพลังงานทั้งสองช่วงคลื่น (Wiriyasombut, 2017) คำนวณได้จากสมการที่ 2 เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน

$$NDBI = \frac{SWIR - RED}{SWIR + RED} \tag{2}$$





|       |      |   |
|-------|------|---|
| เมื่อ | NDBI | คือ ดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง                    |
|       | RED  | คือ ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นสีแดง                  |
|       | SWIR | คือ การสะท้อนระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น |

4.3 คำนวณค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalize Difference Vegetation Index: NDVI) โดย การใช้อัตราส่วนระหว่างค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และช่วง คลื่นสีแดง (Red Band) ซึ่งคลอโรฟิลล์ของพืชจะเป็นปัจจัยหลักในการสะท้อนหรือดูดกลืนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นสีแดง ถ้าพืชมีความสมบูรณ์มากพืชจะดูดกลืนคลื่นสีแดง (Phengphit et al., 2017) คำนวณได้จากสมการที่ 3

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (3)$$

|       |              |   |
|-------|--------------|---|
| เมื่อ | $\rho_{NIR}$ | คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ |
|       | $\rho_{RED}$ | คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นสีแดง         |

4.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์อุณหภูมิพื้นผิวกับข้อมูลการสำมะโนประชากร จำนวนและความหนาแน่นของประชากรรายจังหวัดในปี 2563 ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$Y = a + bX \quad (4)$$

|       |   |   |
|-------|---|---|
| เมื่อ | Y | คือ อุณหภูมิพื้นผิว                         |
|       | X | คือ ปัจจัยตัวแปรต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์     |
|       | a | คือ ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกับแกน |
|       | b | คือ ค่าความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ          |

จากนั้นจัดทำแผนที่แสดงอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีในช่วงปี 2543, 2548, 2553, 2558 และปี 2563 เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มอุณหภูมิพื้นผิว และแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งแบ่งเป็น ดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) และดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนประชากรและความหนาแน่นของประชากร สามารถแสดงเป็น Flowchart ได้ดัง Figure 2



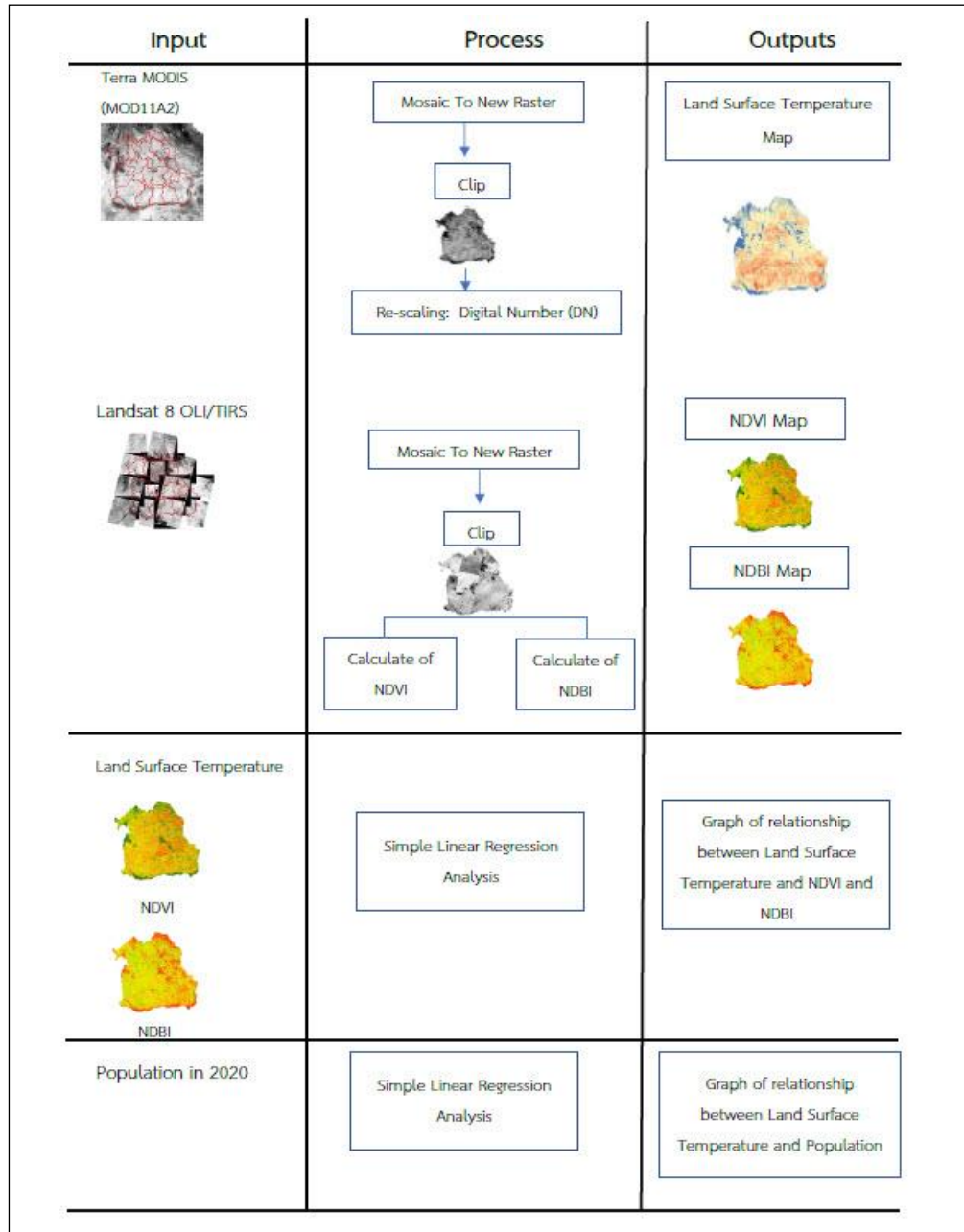


Figure 2 The process of estimation of land surface temperature in Northeast, Thailand

### ผลการวิจัย

#### 1. ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีในช่วงปี 2543 - 2563

ผลจากการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปี 2543, 2548, 2553, 2558 และปี 2563 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วงฤดูกาล คือ ฤดูร้อน และฤดูหนาว พบว่า ในช่วงปี 2543 - 2563 อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับอุณหภูมิพื้นผิวในภูมิภาคอื่น ๆ ภายในช่วงเวลาเดียวกัน (อ้างอิงจากข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย จากกรมอุตุนิยมวิทยา ปี 2543 - 2563) และพบว่า อุณหภูมิพื้นผิวในช่วงฤดูร้อน จะมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว จังหวัดที่มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด คือ จังหวัดนครราชสีมา มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดอยู่ที่ 43.55 องศาเซลเซียส และจังหวัดเลย มีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำที่สุดอยู่ที่ 16.71 องศาเซลเซียส โดยพบว่า ในช่วงฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว จังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดรองลงมา คือ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดยโสธร จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ ในขณะที่จังหวัดที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดรองลงมา คือ จังหวัดหนองคาย จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดมุกดาหาร จังหวัดสกลนคร และจังหวัดบึงกาฬ และพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวในแต่ละจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง สามารถแสดงได้ดังกราฟ Figure 3 และแผนที่ Figure 4

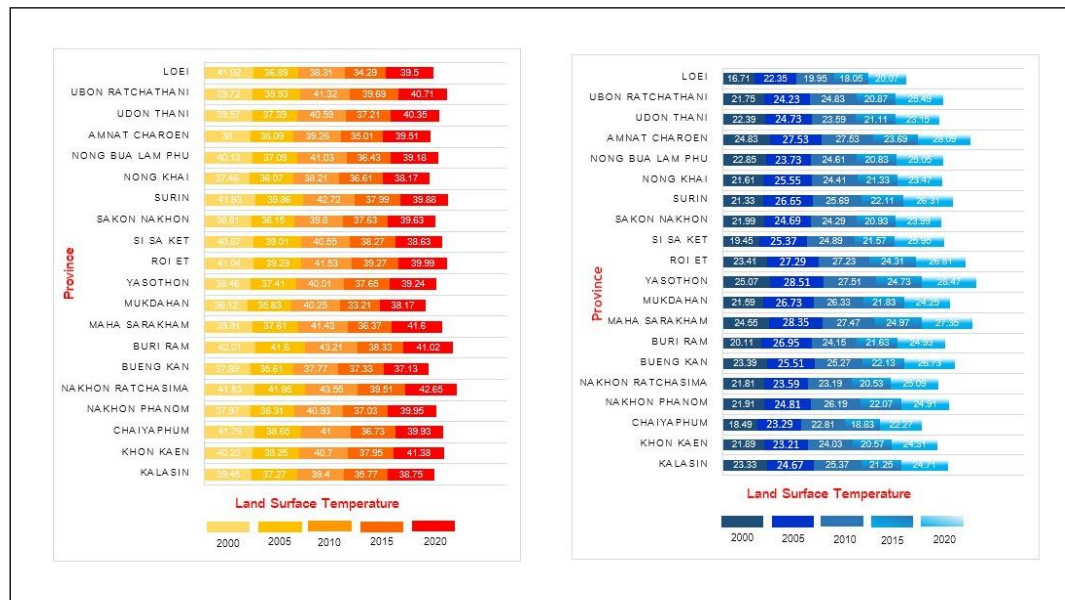


Figure 3 The highest and lowest surface temperature each province in 2000, 2005, 2010, 2015 and 2020

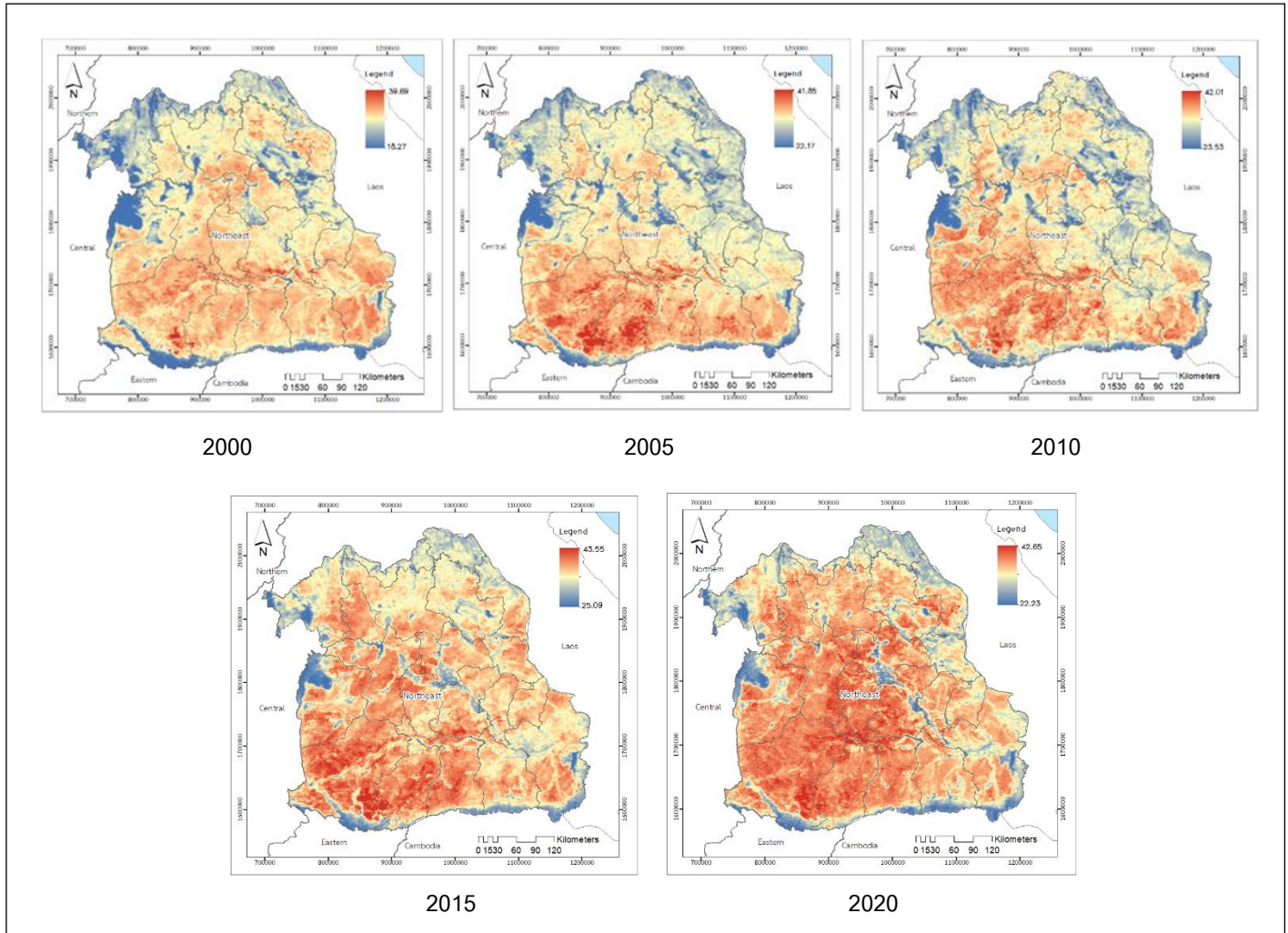


Figure 4 The Map showing surface temperature values from 2000 - 2020

จาก Figure 4 แสดงให้เห็นได้ว่าพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในแต่ละช่วงปีจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงจะอยู่บริเวณทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของภูมิภาค และค่าอุณหภูมิพื้นผิวจะมีค่าค่อย ๆ สูงขึ้น และครอบคลุมเกือบทั้งภูมิภาคในปี 2563 และมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดกับอุณหภูมิพื้นผิวต่ำสุด จะมีอุณหภูมิแตกต่างกันถึง 26.84 องศาเซลเซียส โดยที่ฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิพื้นผิวแตกต่างกันมากถึง + 4.84 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวมีอุณหภูมิพื้นผิวแตกต่างกัน + 4.98 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถแสดงได้ดัง Table 2 และผลจากการศึกษาจะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่จังหวัดที่มีความเป็นเมืองและมีสิ่งปลูกสร้างเป็น



จำนวนมาก หรือมีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ในขณะที่พื้นที่ที่มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวดำจะเป็นพื้นที่ที่ติดแม่น้ำโขง มีป่าไม้ และเทือกเขาสูง หรือเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ด้านเกษตรกรรม

**Table 2** The results of the analysis of surface temperature at the province in summer and winter of 2000 – 2020

| Province          | 2000      |       |           |       | 2005      |       |           |       | 2010      |       |           |       | 2015      |       |           |       | 2020      |       |           |       |
|-------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|                   | Summer ☀️ |       | Winter ❄️ |       | Summer ☀️ |       | Winter ❄️ |       | Summer ☀️ |       | Winter ❄️ |       | Summer ☀️ |       | Winter ❄️ |       | Summer ☀️ |       | Winter ❄️ |       |
|                   | Max       | Min   | Max       | Min   | Max       | Min   | Max       | Min   | Max       | Min   | Max       | Min   | Max       | Min   | Max       | Min   | Max       | Min   | Max       | Min   |
| Kalasin           | 39.45     | 25.91 | 34.01     | 23.33 | 38.27     | 26.09 | 36.89     | 25.67 | 40.40     | 28.29 | 36.87     | 25.37 | 35.77     | 23.27 | 33.95     | 21.25 | 40.75     | 24.93 | 36.52     | 24.71 |
| Khon Kaen         | 40.23     | 24.42 | 35.43     | 20.89 | 39.25     | 25.03 | 37.53     | 24.21 | 41.70     | 27.51 | 36.29     | 24.03 | 37.95     | 21.43 | 34.79     | 20.57 | 41.38     | 28.75 | 39.21     | 24.31 |
| Chaiyaphum        | 41.79     | 24.04 | 34.57     | 18.49 | 39.65     | 25.65 | 37.67     | 24.29 | 42.00     | 25.99 | 38.95     | 22.81 | 36.73     | 19.16 | 34.23     | 18.83 | 40.93     | 24.53 | 38.46     | 22.27 |
| Nakhon Phanom     | 37.97     | 26.03 | 34.89     | 21.91 | 37.31     | 27.11 | 35.47     | 25.81 | 40.93     | 29.37 | 36.77     | 26.19 | 37.03     | 23.09 | 34.56     | 22.07 | 39.95     | 26.37 | 37.64     | 24.91 |
| Nakhon Ratchasima | 41.83     | 25.46 | 37.63     | 19.81 | 42.85     | 26.47 | 39.81     | 24.59 | 43.21     | 25.98 | 38.88     | 23.19 | 39.51     | 21.75 | 38.19     | 20.53 | 42.65     | 26.22 | 39.99     | 25.09 |
| Bueng Kan         | 37.89     | 25.99 | 33.85     | 23.39 | 36.61     | 26.87 | 35.73     | 26.51 | 37.77     | 28.41 | 32.83     | 25.27 | 37.33     | 24.69 | 33.75     | 22.13 | 37.13     | 26.39 | 38.39     | 26.73 |
| Buri Ram          | 42.01     | 27.46 | 34.97     | 22.11 | 42.6      | 28.59 | 39.45     | 27.95 | 43.21     | 27.43 | 36.96     | 24.15 | 38.33     | 22.89 | 36.09     | 21.63 | 41.02     | 27.55 | 38.17     | 24.93 |
| Maha Sarakham     | 39.91     | 26.69 | 38.21     | 24.55 | 38.61     | 28.23 | 37.47     | 29.35 | 41.43     | 29.37 | 36.21     | 27.47 | 36.37     | 26.67 | 36.03     | 24.97 | 41.6      | 28.89 | 36.83     | 27.35 |
| Mukdahan          | 36.12     | 25.59 | 33.01     | 21.59 | 36.83     | 27.35 | 35.83     | 27.73 | 40.25     | 31.17 | 36.01     | 26.33 | 33.21     | 23.21 | 31.29     | 21.83 | 38.17     | 24.03 | 36.19     | 24.26 |
| Yasothon          | 38.46     | 27.59 | 33.31     | 25.07 | 38.41     | 29.07 | 37.57     | 29.51 | 40.01     | 30.59 | 35.65     | 27.51 | 37.65     | 26.21 | 36.53     | 24.73 | 39.24     | 26.01 | 36.13     | 28.47 |
| Roi Et            | 41.04     | 28.59 | 34.65     | 23.41 | 40.29     | 28.27 | 38.33     | 28.29 | 41.53     | 29.43 | 37.81     | 27.23 | 39.27     | 25.33 | 37.21     | 24.31 | 40.99     | 28.12 | 39.31     | 26.81 |
| Si Sa Ket         | 40.87     | 26.81 | 34.48     | 19.45 | 40.01     | 28.47 | 36.63     | 26.37 | 40.55     | 29.47 | 36.35     | 24.89 | 38.27     | 23.91 | 36.23     | 21.57 | 38.63     | 25.45 | 37.74     | 25.95 |
| Sakon Nakhon      | 38.81     | 23.53 | 35.69     | 21.99 | 37.15     | 24.39 | 36.53     | 25.69 | 39.8      | 27.21 | 36.21     | 24.29 | 37.63     | 21.77 | 34.65     | 20.93 | 39.63     | 24.11 | 37.25     | 23.99 |
| Surin             | 41.93     | 27.53 | 34.58     | 21.33 | 40.86     | 29.13 | 38.84     | 27.65 | 42.72     | 28.91 | 36.29     | 25.69 | 37.99     | 24.09 | 35.21     | 22.11 | 40.88     | 25.67 | 37.83     | 26.31 |
| Nong Khai         | 37.46     | 25.11 | 32.55     | 21.61 | 37.07     | 26.55 | 36.49     | 26.55 | 38.21     | 29.33 | 32.73     | 24.41 | 36.61     | 21.97 | 33.09     | 21.33 | 38.17     | 27.31 | 36.28     | 23.47 |
| Nong Bua Lam Phu  | 40.13     | 24.81 | 32.82     | 22.85 | 38.09     | 25.43 | 37.29     | 24.73 | 41.03     | 28.11 | 35.19     | 24.61 | 36.43     | 22.31 | 33.39     | 20.83 | 39.18     | 30.13 | 35.63     | 25.05 |
| Amnat Charoen     | 38.00     | 26.83 | 33.06     | 24.83 | 37.09     | 29.59 | 35.47     | 29.53 | 39.26     | 31.77 | 35.87     | 27.53 | 35.01     | 25.51 | 32.51     | 23.69 | 39.51     | 28.19 | 36.45     | 28.09 |
| Udon Thani        | 39.57     | 24.79 | 34.01     | 21.29 | 38.39     | 26.49 | 36.81     | 25.73 | 40.59     | 28.49 | 34.93     | 23.59 | 37.21     | 21.61 | 34.31     | 21.11 | 40.35     | 25.93 | 38.85     | 23.15 |
| Ubon Ratchathani  | 39.72     | 25.41 | 34.5      | 20.75 | 39.93     | 25.87 | 36.42     | 25.23 | 41.32     | 26.47 | 36.93     | 24.83 | 39.69     | 23.69 | 35.15     | 20.87 | 40.71     | 25.49 | 38.61     | 25.49 |
| Loei              | 41.02     | 28.59 | 31.37     | 16.71 | 37.89     | 23.17 | 35.96     | 23.35 | 41.31     | 25.09 | 34.49     | 19.95 | 34.29     | 18.27 | 32.93     | 18.05 | 40.73     | 22.23 | 35.07     | 20.07 |

## 2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน

ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) และดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดินทั้ง 2 ประเภท มีค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) ที่แสดงความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูง ซึ่งจะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ มีค่าเท่ากับ 0.9318 แสดงถึงระดับความสัมพันธ์กันสูงมาก อธิบายได้ว่าพื้นที่ที่มีพืชพรรณหนาแน่นพื้นที่นั้นจะส่งผลต่ออุณหภูมิทำให้อุณหภูมิพื้นผิวมีค่าที่ต่ำ และพื้นที่บริเวณไหนที่มีพืชพรรณเบาบาง ส่วนใหญ่เป็นที่ดินเปิดกว้าง พื้นที่นั้นจะส่งผลต่ออุณหภูมิที่สูง เนื่องจากพื้นที่เปิดกว้างไม่มีพืชพรรณพื้นที่นั้นจะมีความสามารถในการดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ สามารถแสดงได้ดัง Figure 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ

และผลจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง มีค่าเท่ากับ 0.897 แสดงถึงระดับความสัมพันธ์กันสูงมากเช่นกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อพื้นที่สิ่งปลูก



สร้างเพิ่มขึ้นทำให้มีวัสดุที่คอยดูดซับความร้อนโดยตรงจากแสงอาทิตย์ รวมไปถึงความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิง ไอเสียที่มาจากรถยนต์ จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยก็จะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน สามารถแสดงได้ดัง Figure 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง

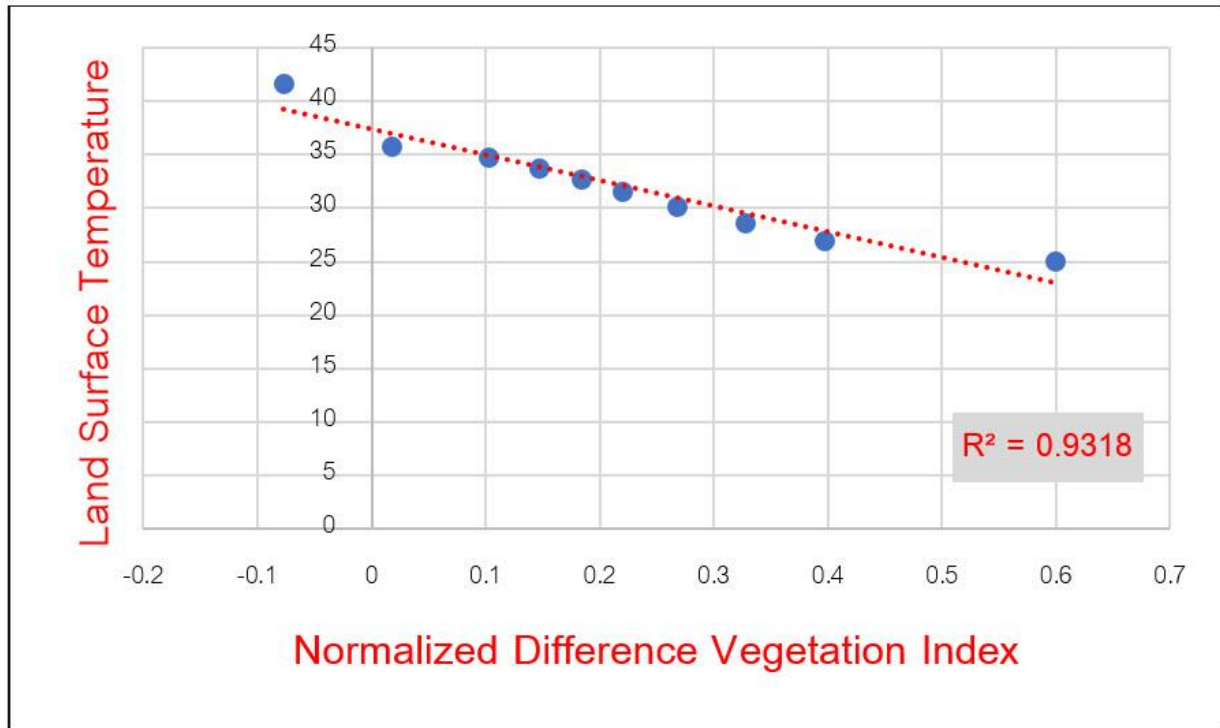


Figure 5 The relationship between Normalized difference vegetation index (NDVI) and land surface temperature

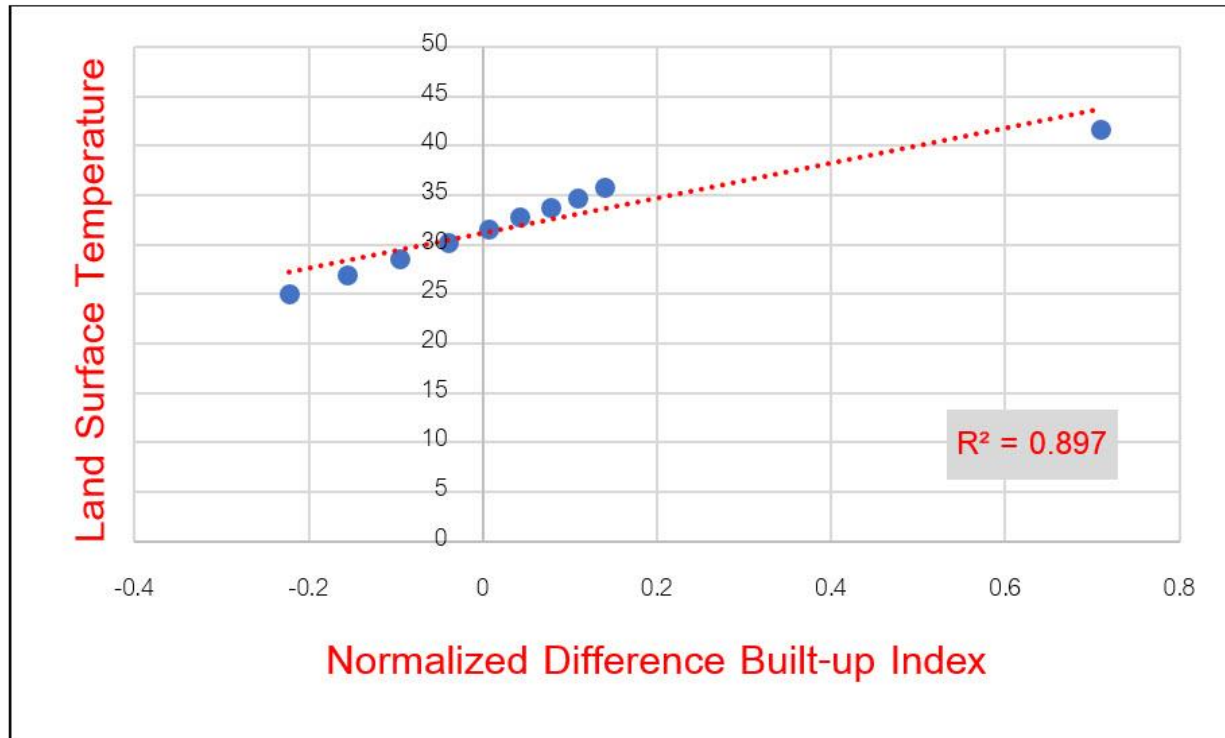


Figure 6 The relationship between Normalized Difference Built-up Index (NDBI) and land surface temperature

### 3. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากร

ผลจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนประชากรที่ได้จากการสำมะโนประชากรรายจังหวัดในปี 2563 มีค่าเท่ากับ 0.6159 แสดงถึงระดับความสัมพันธ์กันปานกลาง ซึ่งอธิบายได้ว่าเมื่อพื้นที่ใดที่มีจำนวนประชากรมากอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยก็จะเพิ่มขึ้น แต่การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับความหนาแน่นประชากรรายจังหวัด จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.0734 แสดงถึง การไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก สามารถแสดงได้ดัง Figure 7

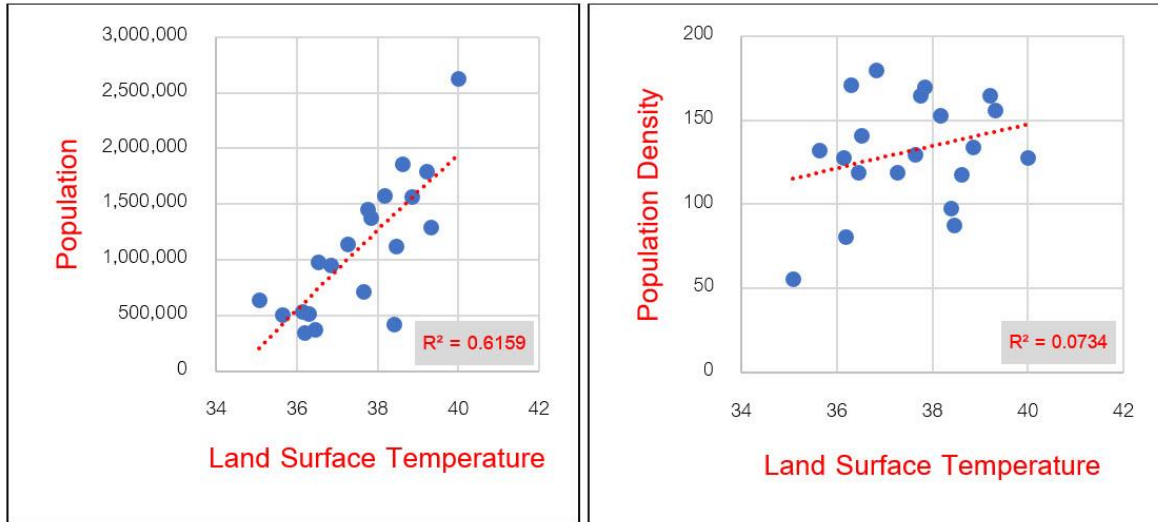


Figure 7 The relationship between Population, population density and land surface temperature

การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปี 2543 – 2563 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2543 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2563 ที่ได้รับการอนุเคราะห์มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา และ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสุ่มตัวอย่าง ตรวจสอบพื้นที่จากการลงพื้นที่สำรวจสิ่งปกคลุมดินทั้งประเภทพืชพันธุ์ และสิ่งปลูกสร้างแสดงความเป็นเมืองร่วมกับแอปพลิเคชัน Yahoo อากาศอัปเดตและแจ้งเตือนสภาพอากาศ และเว็บไซต์ windy.com สามารถแสดงได้ Figure 8

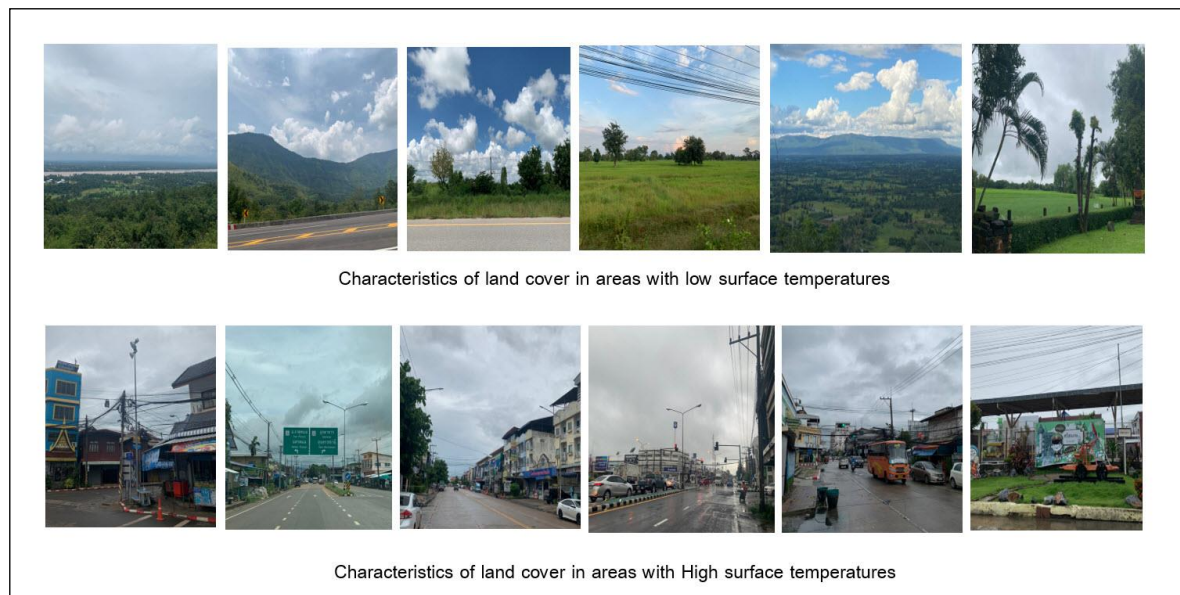


Figure 8 Land cover from the area sampling from the survey





## วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีในช่วงปี 2543 ถึง ปี 2563 พบว่า จังหวัดนครราชสีมา มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด 43.55 องศาเซลเซียส และจังหวัดเลย มีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำที่สุด 16.71 องศาเซลเซียส จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิ ทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวในช่วงฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว บริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงจะอยู่บริเวณทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของภูมิภาคและค่าอุณหภูมิพื้นผิวจะมีค่าค่อย ๆ สูงขึ้น และครอบคลุมเกือบทั้งภูมิภาคในปี 2563 และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต และพื้นที่ที่มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวต่ำจะอยู่บริเวณที่ภูเขาต่าง ๆ ผลการศึกษาและวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ (Rotjanakusol et al., 2020) ที่ศึกษาการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวด้วยการวิเคราะห์ค่าอนุพันธ์ของข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ MOD11A2 ระบบ MODIS และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ ได้แก่ ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalize Difference Vegetation Index: NDVI) และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (Normalized Difference Built-up Index: NDBI) ซึ่งมีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.9318 และ 0.897 ตามลำดับ เนื่องจากพื้นที่ที่มีพืชพรรณหนาแน่นพื้นที่นั้นจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ต่ำ และพื้นที่ที่มีสิ่งปลูกสร้างอยู่หนาแน่นมากพื้นที่นั้นจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่สูง ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ (Kophim, 2013) ที่ศึกษาอิทธิพลของการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนพื้นผิวของกรุงเทพมหานคร สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนประชากร พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก ได้แก่ จำนวนประชากรรายจังหวัด ปี 2563 มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.6159 สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับความหนาแน่นประชากรรายจังหวัด จะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) มีค่าเท่ากับ 0.0734 แสดงถึง การไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ (Songsom et al., 2020) ที่ศึกษาการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเกาะความร้อนเมืองและจำนวนนักท่องเที่ยวในตัวเมืองเชียงใหม่ด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล

## สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ทำการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปี 2543 ถึง ปี 2563 ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Terra/Aqua ระบบ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A2 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยการนำภาพถ่ายจากดาวเทียมมาทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต การรวมภาพถ่ายจากดาวเทียม การตัดขอบเขตและนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมาวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปีในช่วงปี 2543 - 2563 พบว่า จังหวัดนครราชสีมา มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุดอยู่ที่ 43.55 องศาเซลเซียส และจังหวัดเลย มีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำที่สุดอยู่ที่ 16.71 จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวในช่วงฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว บริเวณพื้นที่ที่มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงจะอยู่บริเวณทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของภูมิภาคและค่าอุณหภูมิพื้นผิวจะมีค่าค่อย ๆ สูงขึ้น และครอบคลุมเกือบทั้งภูมิภาคในปี 2563 และมี



แนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต จากนั้นทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดินและจำนวนและความหนาแน่นของประชากร โดยทำการดาวน์โหลดข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI/TIRS มาทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต การรวมภาพถ่ายจากดาวเทียม การตัดขอบเขตและนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมาวิเคราะห์ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และคำนวณค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก ได้แก่ ค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.897 เนื่องจากพื้นที่ที่มีสิ่งปลูกสร้างอยู่หนาแน่นมาก พื้นที่นั้นจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่สูง และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ ได้แก่ ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.9318 เนื่องจากพื้นที่ที่มีพืชพรรณหนาแน่น พื้นที่นั้นจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ต่ำ และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดินและจำนวนและความหนาแน่นของประชากร โดยใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนประชากร พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกทั้ง 2 ปัจจัย โดยพบว่า จำนวนประชากรรายจังหวัด ปี 2563 มีค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.6159 และค่าสัมประสิทธิ์ ( $R^2$ ) ของความหนาแน่นประชากร มีค่าเท่ากับ 0.0734 ซึ่งแสดงถึงค่าความสัมพันธ์กันที่น้อยมาก สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ เป็นการวิเคราะห์ในพื้นที่ศึกษาที่ค่อนข้างใหญ่เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบเชิงพื้นที่ ที่จะให้มองเห็นถึงภาพรวมทั้งหมดซึ่งไม่ค่อยพบในการศึกษาก่อนหน้านี้ อีกทั้งเป็นการวิเคราะห์ทั้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้างและค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณควบคู่กัน ทำให้เห็นถึงอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิวได้อย่างชัดเจน

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2543 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2563 สำนักงานสถิติแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎรรายจังหวัด พ.ศ.2563 ขอขอบคุณคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่พิจารณาประเมินให้งานวิจัยฉบับนี้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามในรูปแบบแบบยกเว้น ตามเลขที่การรับรอง 312 – 304/2564 และทำยาสุดขอขอบคุณ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

### เอกสารอ้างอิง

Kophim, W. (2013). Impacts of Land Use and Land Cover Toward Surface Urban Heat Island in Bangkok

Metropolitan. A thematic paper submitted in partial fulfillment of the requirements. For the degree of Master of Science Graduate School of Geographic information System Technology Mahanakorn University of Technology. (in Thai).



- National Research Council of Thailand (NRCT). (2016). Research Strategy (2012-2016): Northeastern Thailand. Retrieved January 19, 2021. From: <http://www2.kku.ac.th/images/strategy-ne.pdf>
- National Statistical Office. (2020). Demography Population and Housing Branch. Retrieved January 20, 2021. from: <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/01.aspx>.
- Phengphit,N., Karnchanasutham, S., Nualchawee, K. and Phattraporn Soyong. (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* Vol. 2 No. 3 January - June 2017. 27- 40. (in Thai).
- Rotjanakusol, T., Sangpradid, S., Itsarawisut, J., and Laosuwan,T. (2020). Estimation of Land Surface Temperature by Derivative Analysis of MOD1 1 A2 Product Data, MODIS System. *Defence Technology Academic Journal*. Volume 2 Number 6 September-December 2020. pp 76 - 85. (in Thai).
- Ruthirako, P. (2015). Application of Geo-information Technology to Study Urban Heat Island Phenomenon. *SDU Research Journal Humanities and Social Sciences*. 9(3): Sep – Dec 2016. 147- 163. (in Thai)
- Sanecharoen, W., Nakhapakorn,K., Mutchimwong,A., Jirakajohnkool, S. and Onchang,R. (2019). Assessment of Urban Heat Island Pattern in Bangkok Metropolitan Area Using Time – Series of LANDSAT Thermal Infrared Data. *Environment and Natural Resources Journal* 2019; 17(4), 87 – 102
- Songsom,V., Suteerasak,T., and Sanwang, P. (2020). The Relationship between Urban Heat Island and Tourism at Chiangmai City, Thailand Based on Remote Sensing. *The Journal of KMUTNB.*, Vol. 30, No. 4, Oct.–Dec. 2020. 678 – 688. (in Thai)
- Tawannahot, N. (2020). The New Isan: From Urbanisation to Globalisation. (2020). Retrieved January 20, 2021. from: <https://web.tcdc.or.th/th/Articles/Detail/the-new-isan>.



Thai Meteorological Department. (2019). Climate Variability and Changer. Retrieved January 19, 2021. from:  
<http://www.climate.tmd.go.th/content/file/1616>

Wiriyasombut, H., & Traiyawong, P. (2017). The Relationships between NDVI and NDWI of Land Cover Changes in Hatyai district, Songkhla province. Proceedings of the 1st Conference of Humanity and Social Sciences, Songkhla Rajabhat University "Wisdom Power for Sustainable Development" on 20th - 21st August 2018. 485 – 492.