วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 30, ฉบับที่ 4 ต.ค.–ธ.ค. 2563
The Journal of KMUTNB., Vol. 30, No. 4, Oct.–Dec. 2020

บทความวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเกาะความร้อนเมืองและจำนวนนักท่องเที่ยวในตัวเมืองเชียงใหม่ด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล

วีรนันท์ สงสม ธงชัย สุธีรศักดิ์* และ พีรภพ สันหวัง
คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 7627 6120 ต่อ 6134 อีเมล: thongchai.s@phuket.psu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.06.007
รับเมื่อ 9 มกราคม 2563 แก้ไขเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2563 ตอบรับเมื่อ 23 มีนาคม 2563 เผยแพร่ออนไลน์ 23 มิถุนายน 2563
© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองแบบรายเดือนในตัวเมืองเชียงใหม่ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองกับจำนวนนักท่องเที่ยว โดยอาศัยข้อมูลอุณหภูมิจากภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS (MOD11A1) ความละเอียดเชิงพื้นที่ 1,000 เมตร แบ่งเป็นช่วงเวลากลางวันและกลางคืน และสถิติจำนวนนักท่องเที่ยวแบบรายเดือนตั้งแต่ พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2560 ผลการศึกษาทำให้ทราบว่า ตัวเมืองเชียงใหม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในทุกเดือนโดยสามารถสังเกตความแตกต่างของอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองในพื้นที่เมือง และพื้นที่รอบนอกได้ชัดในช่วงกลางวันของฤดูร้อนคือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน และฤดูหนาวคือ ช่วงเดือนธันวาคม และมกราคมในบางปี แต่ช่วงเดือนที่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเกาะความร้อนเมืองกับจำนวนนักท่องเที่ยวพบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกโดยค่าความสัมพันธ์ในเวลากลางคืนสูงกว่ากลางวัน แต่ค่าความสัมพันธ์ของปริมาณทั้งสองอยู่ในเกณฑ์น้อย อย่างไรก็ตาม การประเมินปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองจากนักท่องเที่ยวทำให้ทราบถึงข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนเพื่อรองรับการท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ: ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง นักท่องเที่ยว การรับรู้ระยะไกล เมืองเชียงใหม่

การอ้างอิงบทความ: วีรนันท์ สงสม ธงชัย สุธีรศักดิ์ และ พีรภพ สันหวัง, "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเกาะความร้อนเมืองและจำนวนนักท่องเที่ยวในตัวเมืองเชียงใหม่ด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 30, ฉบับที่ 4, หน้า 678–688, ต.ค.–ธ.ค. 2563.

Research Article

The Relationship between Urban Heat Island and Tourism at Chiangmai City, Thailand Based on Remote Sensing

Veeranun Songsom, Thongchai Suteerasak* and Phiraphop Sanwang
Faculty of Technology and Environment, Prince of Songkla University, Phuket Campus, Phuket, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 7627 6120 Ext. 6134, E–mail: thongchai.s@phuket.psu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.06.007
Received 9 January 2020; Revised 11 February 2020; Accepted 23 March 2020; Published online: 23 June 2020
© 2020 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

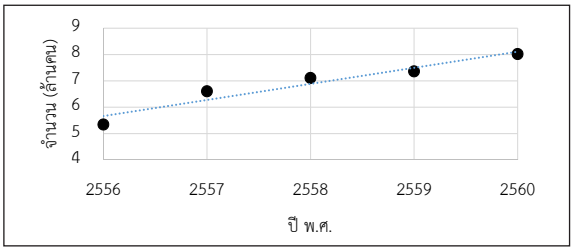
The objectives of this research are: 1) to evaluate monthly urban heat island in Chiang Mai city, Thailand and 2) to assess the relationship between urban heat island and tourist number. The MODIS (MOD11A1) with 1,000 meters resolution were used and combined with the monthly tourist number from 2013 to 2017. The results show that the urban heat island in Chiangmai city occurs in every month which can be clearly observed in the urban and sub-urban areas during the midday of hot season in February to June and December to January (in some years). But the maximum urban heat island temperature is during August to October. There is a positive relationship between urban heat island and the tourist number in daytime and night time but with the higher correlation coefficient in the night time. However, the study of urban heat island and the tourist number assessment in spatial data can be used as information for urban planning to sustainably and effectively support tourism in the future.

Keywords: Urban Heat Islands, Tourist, Remote Sensing, Chiangmai City

Please cite this article as: V. Songsom, T. Suteerasak, and P. Sanwang , "The relationship between urban heat island and tourism at Chiangmai city, Thailand based on remote sensing," *The Journal of KMUTNB*, vol. 30, no. 4, pp. 678–688, Oct.–Dec. 2020 (in Thai).

1. บทนำ

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองเป็นปัญหาหนึ่งทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวคือ การเปลี่ยนสภาพของพื้นที่จากบริเวณที่มีต้นไม้อยู่อย่างหนาแน่นไปเป็นพื้นที่เมือง [1] โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและสังคม ส่งผลให้บริเวณในพื้นที่ดังกล่าวมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่บริเวณชานเมืองที่มีต้นไม้จำนวนมาก [2] โดยความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นที่เมืองกับพื้นที่ชานเมืองที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองอยู่ที่ประมาณ 2–5°C [3] นอกจากนี้ปัจจัยที่เสริมให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองที่สำคัญๆ ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของประชากรภายในเมือง ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของพื้นที่ที่เป็นอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัย การเพิ่มขึ้นของอาคารสูงทำให้ความสามารถในการระบายอากาศภายในพื้นที่ลดลง การใช้วัสดุประเภทคอนกรีตที่ทำให้มีการสะสมความร้อนและขาดการคายความร้อน การเพิ่มขึ้นของการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีการปล่อยความร้อนออกมาจากภายในอาคาร รวมถึงการลดลงของพื้นที่แหล่งน้ำ [4] อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยว ซึ่งจากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติรายงานจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยในช่วงเวลา 15 ปี (ตั้งแต่ พ.ศ. 2543 ถึง 2558) ที่ผ่านมาพบว่า ประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวจาก 10 ล้านคน ไปเป็น 30 ล้านคน หากพิจารณาสถิตินักท่องเที่ยวแยกตามเมืองใหญ่ๆ เช่น จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภูเก็ต และเชียงใหม่ พบว่า มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นในอัตราประมาณ 3 ล้านคนต่อปี 2 ล้านคนต่อปี และ 0.84 ล้านคนต่อปี (รูปที่ 1) ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองโดยข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน (พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2561) ระบุว่าจังหวัดกรุงเทพมหานคร ภูเก็ต และเชียงใหม่ มีอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองประมาณ 30,000 ไร่ต่อปี 6,500 ไร่ต่อปี และ 33,000 ไร่ต่อปี ซึ่งสังเกตเห็นว่าจังหวัดเชียงใหม่มีอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองสูงมากจึงเป็นที่มาของการศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในจังหวัดเชียงใหม่ของงานวิจัยนี้



รูปที่ 1 สถิติจำนวนนักท่องเที่ยวรายปีของ พ.ศ. 2556–2560 ของจังหวัดเชียงใหม่ [19]

ปัจจุบันมีหลายงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองทั้งการตรวจวัด จำลองผลและติดตามผล รวมถึงการศึกษาผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนเพื่อหาแนวทางในการลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนดังกล่าว [5]–[7] วิธีการที่ใช้ศึกษาและวิจัยปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองมีอยู่หลายวิธี เช่น การตรวจวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิเพื่อประเมินผลเชิงพื้นที่ [4], [8], [9] และเทคโนโลยีทางด้านการรับรู้ระยะไกล ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Quan และคณะ [6] Weng และคณะ [7] และ Miles และ Esau [10] เป็นต้น ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองได้ถูกกล่าวถึงในหลายเมืองที่เป็นศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจและมีความหนาแน่นของประชากรสูง เช่น เมือง Shenzhen ในสาธารณรัฐประชาชนจีน [11] เมือง Budapest ประเทศฮังการี [12] เมือง Berlin ประเทศเยอรมนี [13] สหรัฐอเมริกา [14] และกรุงเทพมหานคร [15], [16] รวมถึงอีกหลายเมืองที่เป็นศูนย์กลางทางการค้า เศรษฐกิจและอุตสาหกรรม [3]

การทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองกับจำนวนนักท่องเที่ยวมีน้อย โดยส่วนใหญ่เน้นไปที่จำนวนประชากรเป็นหลักโดยไม่ได้แยกข้อมูลนักท่องเที่ยวออกมาจากประชากร [2], [17], [18] งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศูนย์กลางเมืองเชียงใหม่ด้วยเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลอาศัยการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS

รวมถึงการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองกับจำนวนนักท่องเที่ยว ด้วยสมมติฐานที่ว่า “เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวอาจส่งผลให้ความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องมีการสร้างสิ่งปลูกสร้างต่างๆ เพื่อรองรับการท่องเที่ยวในพื้นที่เมืองและพื้นที่รอบนอก” การทดสอบสมมติฐานจะพิจารณาจากความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างจำนวนนักท่องเที่ยวกับการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

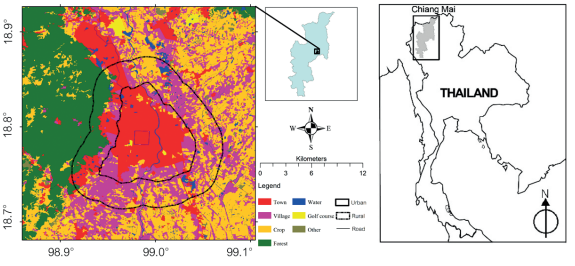
2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 พื้นที่ศึกษา

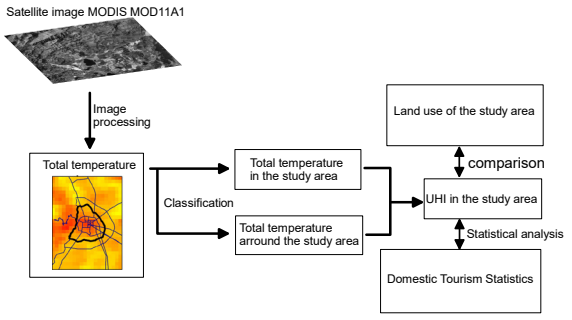
จังหวัดเชียงใหม่ตั้งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ทั้งจังหวัดประมาณ 20,107 ตารางกิโลเมตร ทางทิศเหนือติดกับประเทศเมียนมาร์ ทางทิศใต้ติดกับจังหวัดตาก ทิศตะวันออกติดกับจังหวัดลำพูน ลำปาง และเชียงราย ทางทิศตะวันตกติดกับจังหวัดแม่ฮ่องสอน อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 25.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.8 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนตลอดปีเฉลี่ยประมาณ 1,100 มิลลิเมตร [20] จังหวัดเชียงใหม่มีทรัพยากรทางการท่องเที่ยวที่สามารถสร้างรายได้หลักจากนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติและชาวไทย ความโดดเด่นเชิงที่ตั้งทางการท่องเที่ยวดังกล่าวส่งผลให้มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทุกปี (รูปที่ 1) พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ละติจูดที่ 18.793 °N และลองจิจูดที่ 98.991 °E ตั้งอยู่ภายในขอบเขตถนนสมโภชเชียงใหม่ 700 ปี และถนนรอบเมืองเชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ มีขนาดพื้นที่ 81.95 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 พื้นที่รอบนอกในงานวิจัยนี้หมายถึงพื้นที่ที่มีระยะห่างจากขอบเขตพื้นที่ศึกษาออกไป 3 กิโลเมตร [15], [16] โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่อยู่อาศัยชานเมือง (Suburban Residential or Village) ป่าไม้ (Forest) เกษตรกรรม (Agriculture) เช่น นาข้าว (Paddy Field) และผลไม้ (Orchard) เป็นต้น (รูปที่ 2)

2.2 อุปกรณ์ การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการทำงาน 2 ส่วน คือ 1) การเตรียมข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวโลกด้วยวิธีการทางรับรู้ระยะไกล และ 2) การวิเคราะห์ผลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองกับจำนวนนักท่องเที่ยวด้วยวิธีการทางสถิติ ดังแสดงขั้นตอนการศึกษาในรูปที่ 3 ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวโลกได้จากภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ชุดผลิตภัณฑ์ MOD11A1 v006 MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 1,000 เมตร ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเริ่มจากการดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียม MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD11A1 แบบรายวัน ในช่วง พ.ศ. 2556 ถึง 2560 จากนั้นนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาปรับแก้ และแปลงระบบพิกัดของภาพถ่ายดาวเทียม แปลงหน่วยของอุณหภูมิที่บันทึกได้จากเคลวินเป็นองศาเซลเซียส และการแปลงข้อมูลทั้งหมดจากรายวันให้เป็นรายเดือน โดยแยกเป็นชั้นข้อมูลแผนที่อุณหภูมิพื้นผิวโลกทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน ด้วยโปรแกรม ArcMap 10.2 [21] หลังจากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิภายในพื้นที่ศึกษาและอุณหภูมิพื้นที่รอบนอก สำหรับข้อมูลอุณหภูมิทั้งสองพื้นที่จะถูกนำไปกรองโดยใช้ระเบียบวิธีของ Savisky และ Golay [22] เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดจากเมฆหรือสิ่งรบกวนต่างๆ ในชั้นบรรยากาศซึ่งเหมาะสมสำหรับข้อมูลในรูปแบบอนุกรมเวลา [23], [24] ในส่วนของการคำนวณอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองใช้สมการผลต่างของอุณหภูมิพื้นที่เมืองกับพื้นที่รอบนอกดังแสดงในสมการที่ (1) [25]



รูปที่ 2 พื้นที่ศึกษาและขอบเขตพื้นที่ศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ และการซ้อนทับกับการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ (พ.ศ. 2559) โดยมีจุดศูนย์กลางภาพละติจูดที่ 18.793 °N และลองจิจูดที่ 98.991 °E



รูปที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

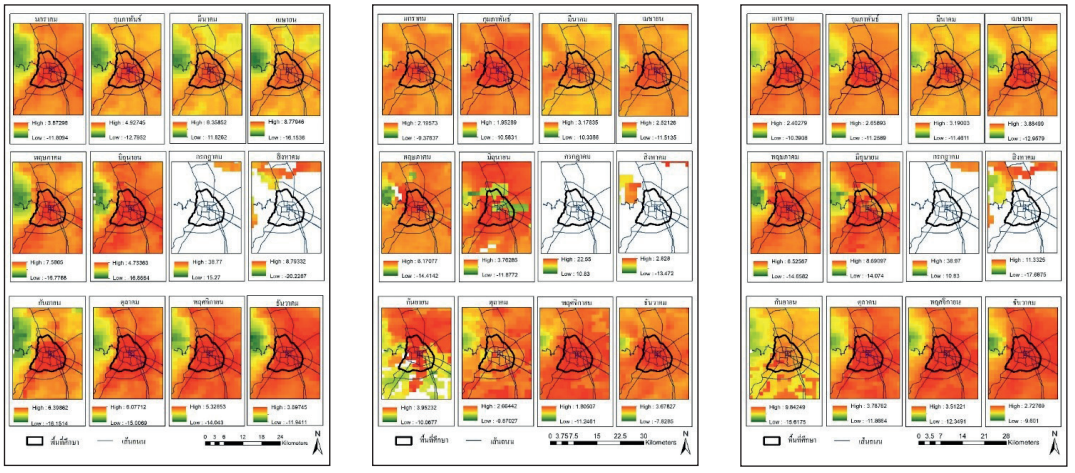
$$\Delta T_{u-r} = T_u - T_r \quad (1)$$

เมื่อ ΔT_{u-r} คือ อุณหภูมิเกาะความร้อนเมือง (Urban Heat Islands Intensity; UHI) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ส่วน T_u และ T_r คือ อุณหภูมิในพื้นที่เมือง (Urban Temperature) และอุณหภูมิในพื้นที่รอบนอก (Rural Temperature) ตามลำดับ ในการศึกษานี้ค่าอุณหภูมิที่นำมาหาความสัมพันธ์กับนักท่องเที่ยวในพื้นที่ดังกล่าวที่เป็นค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่คิดจากอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองทุกพิกเซลที่อยู่ในขอบเขตของพื้นที่ศึกษา [10], [15], [16]) สำหรับข้อมูลสถิติจำนวนนักท่องเที่ยวที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลเป็นข้อมูลที่ได้จากกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา [19] ที่มีการจัดเก็บเป็นรายการเดือนและแยกเป็นรายจังหวัด การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองกับจำนวนนักท่องเที่ยวพิจารณาจากสมการการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; R) ของตัวแปรทั้งสอง โดยตัวแปรต้นคือจำนวนนักท่องเที่ยวรวมรายปี และตัวแปรตามคืออุณหภูมิเกาะความร้อนเมือง (UHI) เฉลี่ยรายปี หลังจากนั้นเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3. ผลและวิเคราะห์ผลการวิจัย

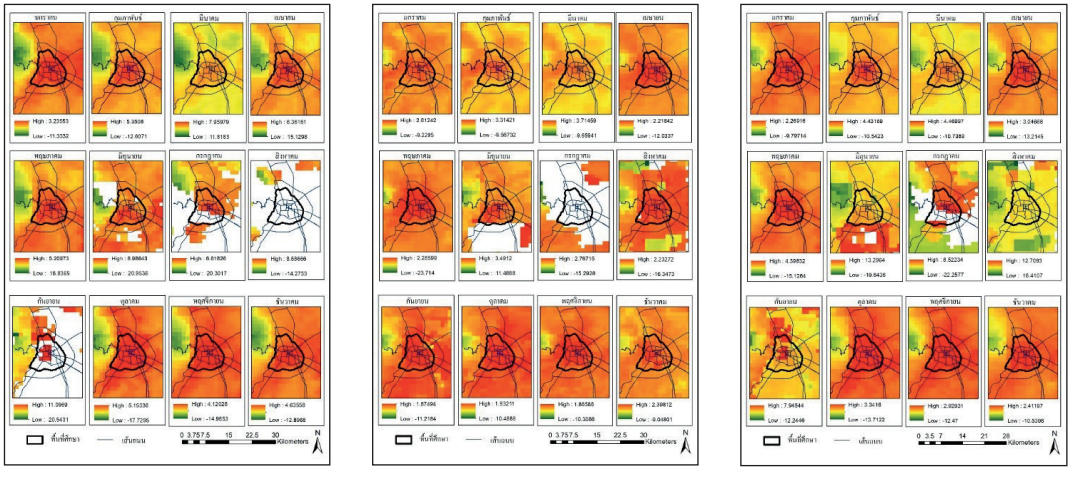
3.1 การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง

รูปที่ 4 แสดงแผนที่อุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองบริเวณตัวเมืองเชียงใหม่ในช่วงเวลากลางวัน กลางคืน และเฉลี่ยทั้งวันแบบรายเดือนในช่วง พ.ศ. 2556 ถึง 2560 ซึ่งใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ MODIS (MOD11A1) ความละเอียดเชิงพื้นที่ 1000 เมตร จากแผนที่พบว่า ภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ MODIS มีศักยภาพในการแยกความแตกต่างของอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองบริเวณเขตเมือง (พื้นที่ในกรอบเส้นทึบ) ได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันในงานวิจัยของ Xie และคณะ [26] ซึ่งได้ศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเมือง San Antonio, Texas โดยมีพื้นที่คล้ายกับจังหวัดเชียงใหม่กล่าวคือด้านหนึ่งของพื้นที่เมืองอยู่ติดกับภูเขา หรืองานวิจัยของ Li และคณะ [13] ซึ่งได้ศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในกรุงเบอร์ลิน ประเทศเยอรมนีโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ MODIS 3000 เมตร เมื่อพิจารณาแผนที่ในรูปที่ 4 พบว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองสามารถสังเกตได้ชัดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน (ช่วงฤดูร้อน) และธันวาคมถึงมกราคม (ช่วงฤดูหนาว) ในขณะที่บางปี (พ.ศ. 2560) สามารถสังเกตได้ตั้งแต่เดือนสิงหาคม เป็นต้นไป ทั้งนี้ เมื่อเทียบกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (รูปที่ 2) พบว่า ข้อมูลมีความสอดคล้องกัน กล่าวคือบริเวณที่อุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองภายในกรอบเส้นทึบแสดงเป็นสีแดงหรือสีเข้มสอดคล้องกับพื้นที่เมือง สำหรับพื้นที่ที่อุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองแสดงเป็นแถบสีจางหรือสีเหลืองจนถึงสีเขียวสอดคล้องกับบริเวณที่เป็นชานเมืองหรือพื้นที่ป่าไม้ซึ่งสามารถสังเกตได้ในบริเวณทางทิศเหนือและทิศใต้ รวมถึงฝั่งทิศตะวันออกมีลักษณะเป็นพื้นที่ที่ขยายตัวออกมาจากพื้นที่เมืองเชียงใหม่ อย่างไรก็ตาม มีข้อมูลในบางช่วงเวลาขาดหายไปของภาพถ่ายดาวเทียม MOD11A1 อันเนื่องมาจากการปรับแก้การปกคลุมของเมฆของภาพถ่ายดาวเทียม MOD11A1 ส่งผลให้เกิดความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลอุณหภูมิเชิงพื้นที่สามารถสังเกตได้ในแผนที่อุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองในตอนกลางวันและกลางคืนในบางเดือนของทั้ง 4 ปี ได้แก่ ข้อมูลเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมของ พ.ศ. 2556 ข้อมูลเดือนมิถุนายนถึงกันยายนของ พ.ศ. 2557 ข้อมูลเดือนมิถุนายนถึงกันยายนของ พ.ศ. 2558 ข้อมูลเดือนมิถุนายนถึงกันยายนของ พ.ศ. 2559



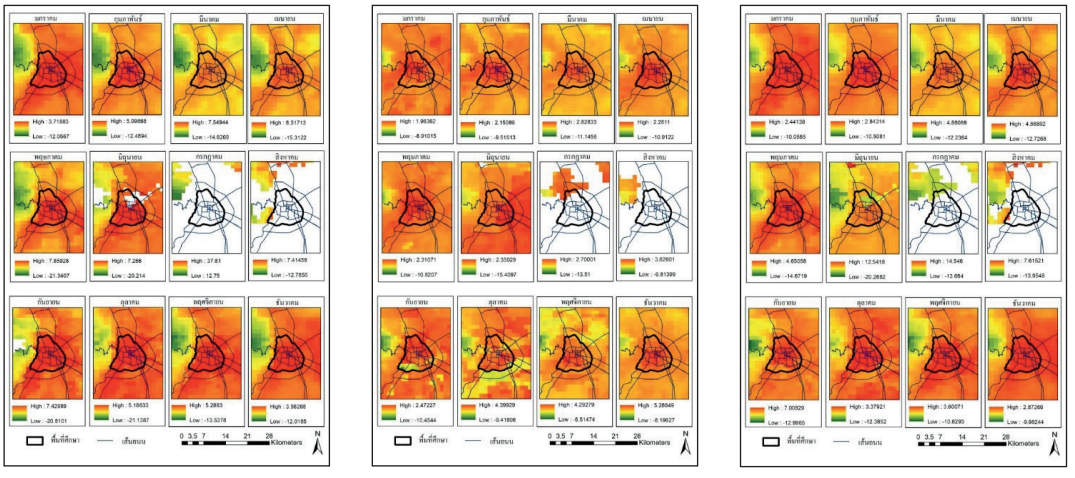
(ก)

(ข)



(ค)

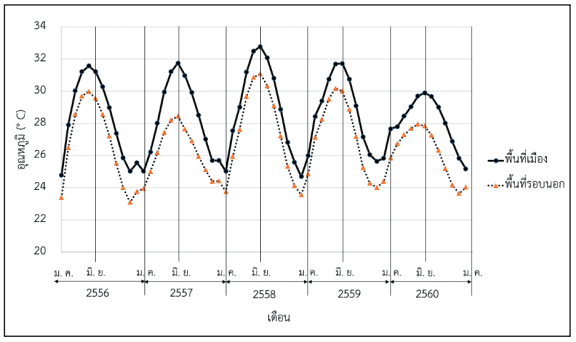
(ง)



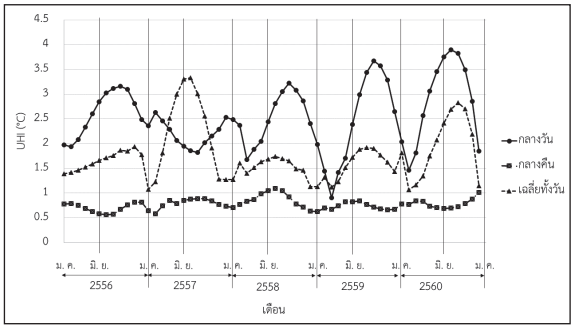
(จ)

รูปที่ 4 แผนที่อุณหภูมิเกาะความร้อนเมือง (°C) ของปี 2556 (ก) 2557 (ข) 2558 (ค) 2559 (ง) และ 2560 (จ) โดยแสดงลำดับจากซ้ายไปขวาเป็นกลางวัน กลางคืน และเฉลี่ยทั้งวัน การเรียงของเดือนในแต่ละรูปมีลำดับการเรียงที่เหมือนกัน โดยเรียงจากซ้ายไปขวาเป็นดังนี้ แถวที่ 1 เป็น มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน แถวที่ 2 เป็น พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม แถวที่ 3 เป็น กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม

ข้อมูลเดือนมิถุนายนถึงกันยายนของ พ.ศ. 2560 หากพิจารณาเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกในพื้นที่ศึกษา (พื้นที่เมือง) พบว่า อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน [รูปที่ 5 (ก)] แต่อุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองในช่วงเวลากลางวันมีค่าสูงในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม [รูปที่ 5 (ข)] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในเมืองเชียงใหม่เกิดความร้อนสะสมมีผลทำให้เกิดการเลื่อนของเวลา (Time Lag) นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองรายเดือนสามารถกล่าวได้ว่า จังหวัดเชียงใหม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในทุกเดือนและเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางวัน โดยช่วงเวลากลางคืนไม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง



(ก)

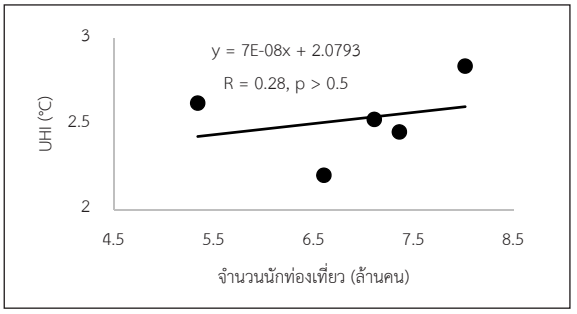


(ข)

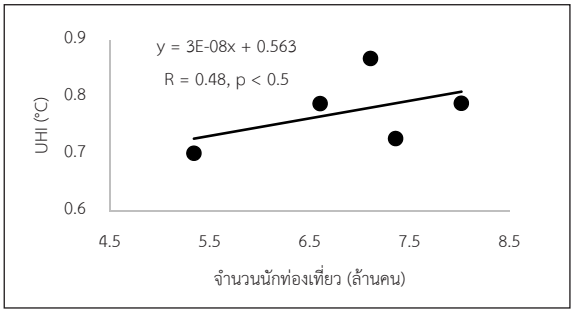
รูปที่ 5 อุณหภูมิรายเดือนแบบอนุกรมเวลา (ก) อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลก (°C) โดยแยกเป็นพื้นที่ศึกษาและพื้นที่รอบนอก ระหว่าง พ.ศ. 2556–2560 (ข) อุณหภูมิเกาะความร้อนเมือง (UHI) โดยแยกเป็นกลางวัน กลางคืนและเฉลี่ยทั้งวัน

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองกับการท่องเที่ยว

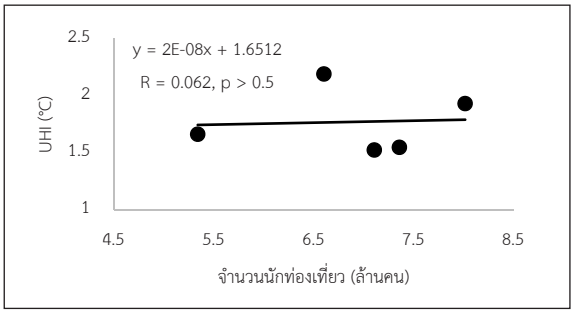
พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองกับจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในเมืองเชียงใหม่ตลอดในช่วง พ.ศ. 2556–2560 ผลที่ได้พบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในเมืองเชียงใหม่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองทั้งในเวลากลางวัน [รูปที่ 6 (ก)] และเวลากลางคืน [รูปที่ 6 (ข)] กล่าวคือจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang และ Wu [27] ที่ระบุว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองในประเทศจีนมีความสอดคล้องกับจำนวนนักท่องเที่ยว



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักท่องเที่ยวกับอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองในช่วงเวลากลางวัน (ก) ช่วงเวลากลางคืน (ข) และเฉลี่ยทั้งวัน (ค)

ในช่วงวันหยุดปีใหม่จีนโดยมีระดับความสำคัญ (Significant) สูงถึง 99% เมื่อเทียบกับช่วงเวลาปกติ การศึกษานี้ยังพบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนักท่องเที่ยวกับอุณหภูมิเกาะความร้อนในจังหวัดเชียงใหม่ของข้อมูลในช่วงเวลากลางคืนมีค่าสูงกว่าช่วงเวลากลางวันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Charoentrakulpeeti และ Mahawan [9] ที่ระบุว่าความเข้มของอุณหภูมิเกาะความร้อนในบริเวณเมืองเชียงใหม่เกิดขึ้นใน

เวลากลางคืนมากกว่ากลางวัน ทั้งนี้ อาจเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ต่างๆ เช่น ถนนคนเดินเชียงใหม่ในย่านประตูท่าแพ สถานบันเทิงต่างๆ เป็นต้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cao และคณะ [17] ที่ระบุว่าการเพิ่มขึ้นของประชากรในประเทศจีนทำให้อัตราการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเวลากลางคืนสูงถึง 0.7±0.3 เคลวิน อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ของทั้งสองปริมาณในงานวิจัยนี้มีค่าน้อย ดังนั้นตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ว่า “เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวอาจส่งผลให้ความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องมีการสร้างสิ่งปลูกสร้างต่างๆ เพื่อรองรับการท่องเที่ยวในพื้นที่เมืองและพื้นที่รอบนอก” อาจมีความเป็นไปได้น้อย ซึ่งส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการใช้ข้อมูลอุณหภูมิเฉพาะในเขตเมืองเชียงใหม่ แต่จำนวนนักท่องเที่ยวเป็นข้อมูลทั้งจังหวัด ทั้งนี้ หลายงานวิจัยได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองกับจำนวนประชากรพบว่า ปริมาณทั้งสองให้ค่าความสัมพันธ์เป็นอย่างสูง เช่น 1) การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทำให้อุณหภูมิเกาะความร้อนทั้งในเมือง Bogotá ประเทศกัมพูชา [18] และเมือง Quebec ประเทศแคนาดา [2] เพิ่มขึ้น 2) งานวิจัยของ Miles และ Esau [10] ยังระบุว่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองมีความสัมพันธ์สูงกับจำนวนประชากรทั้งในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว และ 3) นอกจากความสอดคล้องระหว่างอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองกับจำนวนประชากรแล้วพบว่า ผลผลิตมวลรวมภายในประเทศ (GDP) ยังมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอีกด้วยโดยเกิดขึ้นทั้งในประเทศจีนและประเทศสหรัฐอเมริกา [28] ดังนั้นเมื่องานวิจัยนี้พบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับอุณหภูมิเกาะความร้อนจึงเป็นไปได้ว่าจำนวนนักท่องเที่ยวเป็นปัจจัยเสริมให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองดังกล่าวขึ้น และการศึกษาในอนาคตอาจพิจารณาร่วมกับตัวแปรอื่นๆ ด้วย เช่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และความหนาแน่นของที่พักอาศัยที่เป็นโรงแรมและบ้านพัก เป็นต้น

4. สรุป

การใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Terra ระบบ MODIS ชุดผลิตภัณฑ์ MOD11A1 ซึ่งมีความละเอียดพื้นที่ 1,000 เมตร สามารถศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเขตเมืองเชียงใหม่ได้โดยสามารถแยกความแตกต่างของข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เมืองกับพื้นที่รอบนอกได้ชัดเจนทั้งในช่วงฤดูร้อนคือกุมภาพันธ์ถึงเมษายน และฤดูหนาวคือธันวาคมถึงมกราคมในปีถัดไป ผลการศึกษาของงานวิจัยนี้พบว่า จังหวัดเชียงใหม่เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในทุกช่วงเดือน และเกิดในช่วงเวลากลางวัน โดยอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากอุณหภูมิพื้นผิวโลกมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเกาะความร้อนเมืองกับจำนวนนักท่องเที่ยวพบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน โดยค่าความสัมพันธ์ในช่วงเวลากลางคืนมีค่ามากกว่าเวลากลางวัน อย่างไรก็ตามค่าความสัมพันธ์ของปริมาณทั้งสองยังคงน้อยส่งผลให้สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวอาจส่งผลให้ความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องมีการสร้างสิ่งปลูกสร้างต่างๆ เพื่อรองรับการท่องเที่ยวในพื้นที่เมืองและพื้นที่รอบนอก อาจมีความเป็นไปได้น้อยด้วยเช่นกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ที่ได้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และทุนวิจัยระดับปริญญาตรีสำหรับดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดินสำหรับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในการการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Hough, *Cities and Natural Process*. London: Routledge, 1995.

[2] T. R. Oke, “City size and the urban heat island,” *Atmos. Environ*, vol. 7, no. 8, pp. 769–779, 1973.

[3] N. Theetawatwong, “The concept for mitigating urban heat island in high density: Case study

of Silom road," M.S. thesis, Graduate School, Silpakorn University, Bangkok, 2015 (in Thai).

[4] P. Ruthirako, "The application of GIS to urban heat island study in Hatyai City Municipality and suburban area," Research report, Hatyai University, Songkhla. 2015 (in Thai).

[5] Y. Abbassi, H. Ahmadikia, and E. Baniasadi, "Prediction of pollution dispersion under urban heat island circulation for different atmospheric stratification," *Building and Environment*, vol. 168, no. 106374, pp. 1–19, 2019.

[6] J. Quan, Y. Chen, W. Zhan, J. Wang, J. Voogt, and M. Wang. "Multi-temporal trajectory of the urban heat island centroid in Beijing, China based on a Gaussian volume model," *Remote Sensing of Environment*, vol. 149, pp. 33–46, 2014.

[7] Q. Weng, D. Lu, and J. Schubring, "Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies," *Remote Sensing of Environment*, vol. 89, no. 4, pp. 467–483, 2004.

[8] N. Phengphit, S. Karnchanasutham, K. Nualchawee, and P. Soytong, "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, pp. 27–40, 2017 (in Thai).

[9] W. Charoentrakulpeeti and N. Mahawan, "Temporal and spatial dimensions of urban heat island in Chiang Mai," *Journal of the Faculty of Architecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang*, vol. 19, no. 2, pp. 162–172, 2014 (in Thai).

[10] V. Miles and I. Esau, "Seasonal and spatial characteristics of urban heat islands (UHIs) in northern West Siberian cities," *Remote Sensing*, vol. 9, no. 10, pp. 989–1004, 2017.

[11] W. Wang, K. Liu, R. Tang, and S. Wang, "Remote sensing image-based analysis of the urban heat island effect in Shenzhen, China," *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, vol. 110, pp. 168–175, 2019.

[12] C. Dian, R. Pongrácz, Z. Dezső, and J. Bartholy, "Annual and monthly analysis of surface urban heat island intensity with respect to the local climate zones in Budapest," *Urban Climate*, vol. 31, pp. 100573–100589, 2020.

[13] H. Li, F. Meier, X. Lee, T. Chakraborty, J. Liu, M. Schaap, and S. Sodoudi, "Interaction between urban heat island and urban pollution island during summer in Berlin," *Sci Total Environ*, vol. 636, pp. 818–828, 2018.

[14] M. L. Imhoff, P. Zhang, R. E. Wolfe, and L. Bounoua, "Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA," *Remote Sens. Environ*., vol. 114, no. 3, pp. 504–513, 2010.

[15] C. Keeratikasikorn and S. Bonafoni, "Satellite images and Gaussian parameterization for an extensive analysis of urban heat Islands in Thailand," *Remote Sensing of Environment*, vol. 10, no. 5, pp. 1–19, 2018.

[16] C. Keeratikasikorn and S. Bonafoni, "Urban heat island analysis over the land use zoning plan of Bangkok by means of Landsat 8 imagery," *Remote Sensing of Environment*, vol. 10, no. 3, pp. 440–453, 2018.

[17] C. Cao, X. Lee, S. Liu, N. Schultz, W. Xiao, M. Zhang, and L. Zhao, "Urban heat islands in

China enhanced by haze pollution," *Nature Communications*, vol. 7, pp. 1–7, 2016.

[18] E. A. Ramírez-Aguilar and L. C. Lucas Souza, "Urban form and population density: Influences on urban heat island intensities in Bogotá, Colombia," *Urban Climate*, vol. 29, pp. 100497, 2019.

[19] Ministry of Tourism and Sports. (2014). Domestic Tourism Statistics Q1-Q4 (Classify by region and province). Ministry of Tourism and Sports. Bangkok, Thailand [Online]. Available: https://www.mots.go.th/old/more_news.php?cid=531&filename=index

[20] Northern Meteorological Center. Climate of Chiang Mai Province. Northern Meteorological Center, Thailand [Online]. Available: http://www.cmmet.tmd.go.th/index1.php

[21] ESRI. (2011). ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands. Environmental Systems Research Institute., CA. [Online]. Available: http://www.oalib.com/references/11136683

[22] A. Savitzky and M.J.E. Golay, "Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures," *Analytical Chemistry*, vol. 36, no. 8, pp. 1627–1639, 1964.

[23] J. Chen, P. Jönsson, M. Tamura, Z. Gu, B. Matsushita, and L. Eklundh, "A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky-Golay filter," *Remote Sensing of Environment*, vol. 91, no. 3–4, pp. 332–344, 2004.

[24] L. Ulsig, C. J. Nichol, K. F. Huemmrich, D. R. Landis, E. M. Middleton, A. I. Lyapustin, I. Mammarella, J. Levula, and A. Porcar-Castell, "Detecting inter-annual variations in the phenology of evergreen conifers using long-term MODIS vegetation index time series," *Remote Sensing*, vol. 9, no. 49, pp. 1–21, 2017.

[25] J. Martin-Vide, P. Sarricolea, and M. C. Moreno-García, "On the definition of urban heat island intensity: The 'rural' reference," *Frontiers in Earth Science*, vol. 3, pp. 2–4, 2015.

[26] H. Xie, H. Guan, and S. Ytuarte, "Heat island of San Antonio, Texas detected by MODIS/Aqua temperature product," in *Proceedings 20th Biennial Workshop on Aerial Photography. Videography, and High Resolution Digital Imagery for Resource Assessment*, 2005, pp. 306–312.

[27] J. Zhang and L. Wu, "Modulation of the urban heat island by the tourism during the Chinese New Year holiday: A case study in Sanya City, Hainan province of China," *Science Bulletin*, vol. 60, no. 17, pp. 1543–1546, 2015.

[28] Y. Cui, X. Xu, J. Dong, and Y. Qin, "Influence of urbanization factors on surface urban heat island intensity: A comparison of countries at different developmental phases," *Sustainability*, vol. 8, no. 8, pp. 706–720, 2016.