



บทความวิจัย

การติดตามรูปแบบปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองปทุมธานีด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา

Monitoring the characteristics of Urban Heat Island (UHI) in Pathumthani, using multi – temporal satellite imageries

ชญญรัตน์ ไชยคราม^{1*} สุพรรณิ ปลัดศรีช่วย² ณัฐดนัย พรณูเจริญวงศ์³ ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช³

¹ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150

² สาขาวิชาภูมิศาสตร์และประวัติศาสตร์เชิงท่องเที่ยว คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม 10900

³ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 12120

Thanyarat Chaiyakarm^{1*} Supunnee Pladsrichuay² Nattadon Pannucharoenwong³
Phadungsak Rattanadecho³

¹ Faculty of Humanities and Social sciences, Mahasarakham University 44150

² Faculty of Humanities and Social Sciences, Chandrakasem Rajabhat University Bangkok 10900

³ Faculty of Engineering, Thammasat School of Engineering, Thammasat University 12120

* Corresponding author.

E-mail: cherry.mrtech@gmail.com; Telephone: 089 766 8620

วันที่รับบทความ 7 สิงหาคม 2565; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 13 ตุลาคม 2565; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 11 พฤศจิกายน 2565

วันที่ตอบรับบทความ 27 ธันวาคม 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การติดตามรูปแบบปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองปทุมธานี ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและติดตามรูปแบบของปรากฏการณ์เกาะความร้อน 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสิ่งปกคลุมดิน และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากรในจังหวัดปทุมธานีในระหว่างปี 2533 – 2563 ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 (TM) และ LANDSAT – 8 (OLI/TIRS) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วงฤดูกาล คือ ฤดูร้อน และฤดูหนาว เพื่อศึกษาค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีผลต่างของสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสิ่งปกคลุมดิน จำนวนและความหนาแน่นของประชากรโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่า จังหวัดปทุมธานีจะมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่ข้างเคียงที่มีความเป็นเมืองน้อยกว่าอย่างจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดฉะเชิงเทรา แต่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่ที่มีความเป็นเมืองมากกว่าอย่างกรุงเทพมหานคร โดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 18 – 40 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30.16 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงสุด คือ 40 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำที่สุด คือ 18 องศาเซลเซียส ผลจากการศึกษาและติดตามรูปแบบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนมีความสอดคล้องกับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือน ณ จุดตรวจวัด ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนร่วมกับสิ่งปกคลุมดิน จำนวนและความหนาแน่นของประชากร พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน ทั้งประเภทค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ และค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้างจะมีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูงมากทั้งในฤดูร้อน และฤดูหนาว ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) เท่ากับ 0.9919 0.9884 0.9422 และ 0.9773 ตามลำดับ ในขณะที่ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากร จะมีความสัมพันธ์กันใน

ระดับที่ต่ำ แต่จะมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ซึ่งจะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ของจำนวนประชากรและความหนาแน่นประชากร เท่ากับ 0.3080 และ 0.3918 ตามลำดับ

คำสำคัญ

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน การติดตาม ภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

Abstract

The objectives of this research were 1) to study and monitor characteristics of urban heat island, 2) to study relationship between characteristics of urban heat island and land cover and 3) to study relationship between characteristics of urban heat and number and density of population in Pathumthani province during 1990 – 2020 using multi- temporal satellite imageries from Landsat- 5 and Landsat- 8, thermal infrared, and operation land imagers which were divided into 2 seasons as summer and winter, in order to study normalized difference vegetation index (NDVI) and normalized difference built-up index (NDBI). Relationship between characteristics of urban heat island and land cover was measured including number and density of population using a simple linear regression equation. According to the study and monitoring, it was found that Pathumthani had higher temperature than neighboring provinces with less urbanization like Phra Nakhon Si Ayutthaya and Chachoengsao, but had lower temperature than more urbanized area like Bangkok. Its temperature ranged from 18-40 degrees Celsius, average temperature was 30.16 degrees Celsius, the highest temperature was 40 degrees Celsius and the lowest temperature was 18 degrees Celsius. The study and monitoring result characteristics of urban heat island was consistent with the study and analysis of average dry-bulb temperature, average relative humidity, and average monthly rainfall. The study results from the relationship between characteristics of urban heat island and land cover, and number and density of population found that the relationship between land surface temperature and land cover, based on NDVI and NDBI, was very high in summer and winter, R-squared (R^2) values were 0.9919, 0.9884, 0.9422 and 0.9773 respectively. The study results of the relationship between characteristics of urban heat island and number and density of population found the relationship was low but positively correlated. It was found that R-squared (R^2) value of the number of populations was 0.3080 and R-squared (R^2) value of the density of population was 0.3918.

Keywords

urban heat island; monitoring; multi – temporal satellite imageries; geo -information technology

1. คำนำ

วิกฤตการณ์ความเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของภูมิอากาศเริ่มค่อยๆเกิดขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ในช่วงปีคริสต์ศักราช 2000 เป็นต้นมา และส่งผลกระทบและทวีความรุนแรงมากขึ้นเป็นวงกว้างดังเช่นในปัจจุบัน [1] และยังเป็นปัญหาที่ท้าทายระดับโลก โดยเฉพาะปรากฏการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น จากรายงานการจัดอันดับดัชนีความเสี่ยงจากสภาพอากาศโลก (Global Climate Risk Index 2018) พบว่าประเทศไทยถูกจัดอยู่ในลำดับที่ 9 จากกลุ่มประเทศที่ต้องเผชิญเหตุภัยพิบัติจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ [2] อาจจะทำให้เกิดภัยพิบัติต่าง ๆ ขึ้น อาทิ เมื่อโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเพียง 1 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดภัยแล้ง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 2 องศาเซลเซียส ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

เพิ่มมากขึ้นไป ทำให้น้ำทะเลเป็นกรด แต่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 3 องศาเซลเซียส เป็นจุดที่นักวิทยาศาสตร์คาดการณ์ว่า จะทำให้น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลาย ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์แทบทั้งสิ้น [3]

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน หรือโดมความร้อน (Urban Heat Island : UHI) เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นจากอุณหภูมิในบริเวณกลางเมืองจะสูงกว่าบริเวณโดยรอบอย่างมีนัยยะ [4] ความแตกต่างของอุณหภูมิที่สูงกว่าดังกล่าวจะชัดเจนมากในตอนกลางคืนมากกว่าตอนกลางวัน ในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน [5] ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว คือ ภูมิทัศน์ของสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยน มีสิ่งปลูกสร้าง และถนนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะพื้นผิวที่เป็นคอนกรีตมาแทนที่พื้นที่เกษตรและพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณธรรมชาติ การใช้งานพาหนะเพิ่มขึ้น

หรือแม้กระทั่งการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ปรากฏการณ์ดังกล่าว มักเกิดขึ้นในพื้นที่ศูนย์กลางทางด้านเศรษฐกิจ [6] และมีความหนาแน่นของประชากรสูง เช่น เมืองเซินเจิ้น ในประเทศจีน [7] เมืองเบอร์ลิน ในประเทศเยอรมนี [8] และกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย [9] รวมทั้งเมืองที่เป็นศูนย์กลางทางด้านการค้า เศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และเมืองท่องเที่ยวที่มีนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก [10]

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะเกาะความร้อนเมือง ในเรื่องของประชากร เศรษฐกิจ กิจกรรม และการเติบโตของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง จะพบว่า จังหวัดปทุมธานี เป็นพื้นที่ที่มีความโดดเด่นในทางสถิติในเรื่องของความหนาแน่นของประชากร การย้ายเข้า - ย้ายออก โดยเฉพาะเทศบาลนครรังสิต และเทศบาลท่าโขลง ซึ่งมีประชากรเฉลี่ย 740 คนต่อตารางเมตร และเป็นจังหวัดที่มีสถิติความหนาแน่นของประชากร และสถิติรายได้ครัวเรือนต่อเดือนเฉลี่ยสูงสุดในลำดับที่ 2 รองจากกรุงเทพมหานคร รวมทั้งเป็นศูนย์กลางทางด้านความเจริญในหลาย ๆ ด้าน ทั้งด้านการศึกษา เศรษฐกิจ และสังคม และเป็นแหล่งแรงงาน เนื่องจากพื้นที่ตั้งอยู่ในเขตปริมณฑลใกล้กรุงเทพมหานคร ส่งผลให้มีสิ่งปลูกสร้างทั้งที่เป็นที่อยู่อาศัย ถนนหนทาง และสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อรองรับความเป็นเมืองเป็นจำนวนมาก และในขณะเดียวกันก็ยังมีอำเภอที่อยู่รอบนอกออกไป การดำเนินชีวิตและกิจกรรมของประชากรจะแสดงออกในลักษณะของชานเมือง สามารถแสดงออกในรูปแบบของตัวแทนพื้นที่ในชนบทได้เป็นอย่างดี ทำให้การวิจัยนี้จะเห็นถึงความแตกต่างระหว่างเกาะความร้อนในย่านเมืองและเกาะความร้อนในพื้นที่ชนบท

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เน้นการศึกษาระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสิ่งปกคลุมดิน หรือระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ แต่พบน้อยมากในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองร่วมกัน เพื่อเสนอแนวทางในการจัดการปัญหาดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและติดตามรูปแบบของปรากฏการณ์เกาะความร้อน ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสิ่งปกคลุมดิน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากรใน

จังหวัดปทุมธานีในระหว่างปี 2533 – 2563 ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 (TM) และ LANDSAT - 8 (OLI/TIRS) [11] และหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดินจำนวนและความหนาแน่นประชากร โดยใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนในการวางผังเมืองและวางแผนทิศทางการเติบโตของจังหวัดปทุมธานีได้รวมถึงทราบถึงความเป็นเมือง นำไปสู่แนวทางในการพัฒนาเมืองแต่ละพื้นที่อย่างยั่งยืน

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 พื้นที่ศึกษา

จังหวัดปทุมธานีตั้งอยู่ในภาคกลางประมาณเส้นรุ้งที่ 14 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศาตะวันออก อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 2.30 เมตร มีเนื้อที่ประมาณ 1,525.856 ตารางกิโลเมตร ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศเหนือ เป็นระยะทางประมาณ 27.8 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดเป็นที่ราบลุ่มริมสองฝั่งแม่น้ำโดยมีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านใจกลางจังหวัด มีลักษณะอากาศแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน มีฟ้าหลังขึ้นสลับกับฟ้าหลังแห้ง มีฝนตกปานกลางและสลับฤดูแล้ง บริเวณภาคกลางตอนล่าง อากาศจะชุ่มชื้นเนื่องจากตั้งอยู่ใกล้ทะเลอ่าวไทยเป็นปัจจัยที่ควบคุมอุณหภูมิได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่นำความชุ่มชื้นมาสู่จังหวัด แบ่งฤดูกาลออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน

2.2 อุปกรณ์การเตรียมข้อมูลและวิธีการวิจัย

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลและขอบเขตการวิจัย มีการรวบรวมข้อมูล 3 ประเภท คือ ข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานีตรวจวัด จากกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วง ปี 2533 ถึง ปี 2563 ในแต่ละสถานีตรวจวัด เพื่อตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลจำนวนประชากร ที่มีทะเบียนราษฎรจังหวัดปทุมธานีในปี 2563 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา 2 ระบบ คือ ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 (TM) ด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร จำนวน 63 ภาพ และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT - 8 (OLI/TIRS) ด้วย

ความละเอียดเชิงพื้นที่ 100 เมตร จำนวน 34 ภาพ รวมทั้งสิ้น 97 ภาพ [12] [13] [14]

2) ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล มีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดของภาพกับระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบกับข้อมูลระบบบันทึกภาพ หรือข้อมูลที่วัดได้จากความสูงและตำแหน่งภาพถ่ายหรือจุดควบคุมบนพื้นดิน หรือสภาพของบรรยากาศ และตัดขอบเขตภาพถ่ายจากดาวเทียม (Subset Image) ให้เหลือเฉพาะขอบเขตพื้นที่ศึกษาด้วยคำสั่ง Image Analysis

3) ขั้นตอนและกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เป็นรายปี จำนวน 30 ปี หรือ 1 คาบเวลา โดยในแต่ละปี ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงความแตกต่างกันของอุณหภูมิพื้นผิว เป็น 2 ช่วงฤดูกาล คือ ฤดูร้อน และฤดูหนาว เพื่อแสดงให้เห็นแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิวซึ่งมีกระบวนการและขั้นตอนดังต่อไปนี้

ปรากฏการณ์เกาะความร้อน ในงานวิจัยฉบับนี้จะวิเคราะห์จากอุณหภูมิพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลง Land Surface Temperature ทำการ Re-scaling ค่า Digital Number (DN) ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 (TM) และ LANDSAT - 8 (OLI/TIRS) แล้วปรับให้เป็นข้อมูลอุณหภูมิความสว่าง Brightness Temperature ในหน่วยของเคลวิน และแปลงเป็นค่าหน่วยองศาเซลเซียส ในแต่ละช่วงปี เพื่อนำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิวในแต่ละช่วงเวลา [9] คำนวณได้จากสมการที่ 1

$$LST = (DN \times 0.2) - 273.15 \quad (1)$$

เมื่อ LST คือ อุณหภูมิพื้นผิว และ
DN คือ ค่า Digital Number

จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ เป็น 2 ประเภท คือ ดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) และดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) ด้วยการคำนวณค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (Normalize Difference Vegetation Index: NDVI) โดย การใช้อัตราส่วนระหว่างการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของช่วงคลื่น

อินฟราเรดใกล้ และช่วงคลื่นสีแดง (Red Band) ซึ่งคลอโรฟิลล์ของพืชจะเป็นปัจจัยหลักในการสะท้อนหรือดูดกลืนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นสีแดง ถ้าพืชมีความสมบูรณ์มากพืชจะดูดกลืนคลื่นสีแดง [15] คำนวณได้จากสมการที่ 2

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho RED}{\rho NIR + \rho RED} \quad (2)$$

เมื่อ ρNIR คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และ ρRED คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นสีแดง

และคำนวณค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (Normalized Difference Built-up Index: NDBI) โดยการหาอัตราส่วนระหว่างผลต่างของปริมาณการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้น (SWIR) กับปริมาณการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (RED) ต่อผลรวมของปริมาณการสะท้อนพลังงานทั้งสองช่วงคลื่น [11] คำนวณได้จากสมการที่ 3 เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน

$$NDBI = \frac{SWIR - RED}{SWIR + RED} \quad (3)$$

เมื่อ NDBI คือ ดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง RED คือ ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ และ SWIR คือ การสะท้อนระหว่างช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น

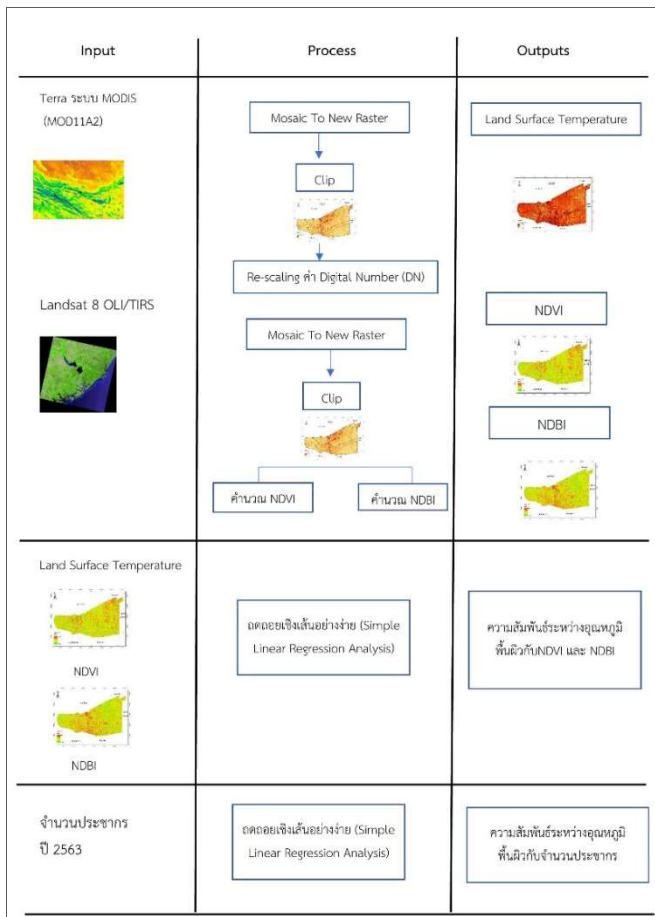
จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์อุณหภูมิพื้นผิวกับข้อมูลการสำมะโนประชากร จำนวนและความหนาแน่นของประชากรในปี 2563 ของจังหวัดปทุมธานี ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4

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

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

หลังจากนั้นตรวจสอบความถูกต้องร่วมกับข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณฝนรวมเฉลี่ย

รายเดือน ในช่วงปี 2533 – 2563 จากกรมอุตุนิยมวิทยา จัดทำแผนที่แสดงอุณหภูมิพื้นผิวแสดงการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มอุณหภูมิพื้นผิว และแสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน ระหว่างผลการวิจัย ดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากร ซึ่งสามารถแสดง ไดอะแกรมขั้นตอนการวิจัย ได้ดังรูปที่ 1



รูปที่1 ไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการวิจัย

3. ผลการทดลอง

3.1 การศึกษาและติดตามรูปแบบของปรากฏการณ์เกาะความร้อน

ผลจากการศึกษา และติดตามรูปแบบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนของจังหวัดปทุมธานีในระหว่างปี 2533 – 2563 พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวในจังหวัดปทุมธานีมีค่าอยู่ในช่วง 18 – 40 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30.16 องศาเซลเซียส

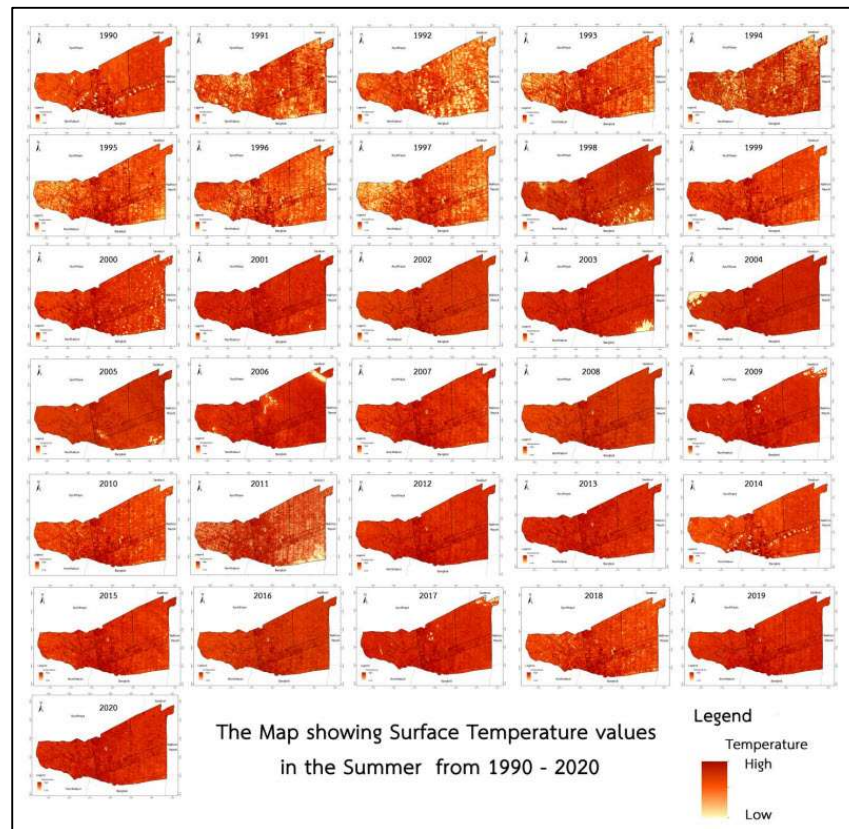
ลักษณะอากาศในแต่ละฤดูกาลตลอดทั้งปี แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ อยู่ในระดับ กำลังสบาย (18 – 24 องศาเซลเซียส) อุ่น (24 – 29 องศาเซลเซียส) ร้อน (29 – 35 องศาเซลเซียส) ไปจนถึง ร้อนระอุ (ตั้งแต่ 35 องศาเซลเซียสขึ้นไป) อ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา ปี 2564 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ลักษณะอากาศส่วนใหญ่ค่อนข้างไปทางร้อน จนถึง ร้อนระอุ และจากการติดตามรูปแบบปรากฏการณ์เกาะความร้อน พบว่า พื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงจะอยู่ในบริเวณอำเภอคลองหลวง อำเภอธัญบุรี อำเภอลำลูกกา แล้วค่อยๆกระจายไปรอบจนเกือบทั่วทั้งจังหวัดในช่วงปีถัดมา ซึ่งปรากฏการณ์เช่นนี้ เป็นทั้งในช่วงฤดูร้อน และฤดูหนาว โดยช่วงที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด คือ 40 องศาเซลเซียส ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อน และมีอุณหภูมิต่ำสุด คือ 18 องศาเซลเซียส ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูหนาว นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวจังหวัดปทุมธานี มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1 – 2 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องร่วมกับข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือน ที่ได้รับการอนุเคราะห์มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับข้อมูล พบว่า อุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ยในจังหวัดปทุมธานี ในช่วงปี 2533 – 2563 มีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่ข้างเคียง ซึ่งได้แก่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 30.19 และ 28.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แต่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของกรุงเทพมหานคร อยู่ที่ 31.29 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของเมืองที่พบว่า กรุงเทพมหานครมีพื้นที่สีเขียวน้อย แต่มีอาคารและสิ่งปลูกสร้างเป็นจำนวนมากแสดงถึงลักษณะของความเป็นเมืองมากกว่าจังหวัดปทุมธานี ในขณะที่จังหวัดปทุมธานีจะมีอาคารและสิ่งปลูกสร้างเป็นจำนวนมากบ่งบอกถึงความเป็นเมืองมากกว่าจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดฉะเชิงเทรา และสอดคล้องกับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแต่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของจังหวัดปทุมธานีจะมีค่าน้อยกว่าจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 75.2 และ 79.06 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และข้อมูลปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือน โดยจะพบว่า จังหวัดปทุมธานี จะมีค่าความชื้น

สัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 74.06 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมากกว่า กรุงเทพมหานคร ที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 73 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นได้ว่า จังหวัดปทุมธานีจะมีลักษณะอากาศที่ร้อนอบอ้าวกว่าจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ส่วนปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดปทุมธานี จะมีปริมาณ 115.95 มิลลิเมตร ในขณะที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือน 143.69 119.04 และ 92.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการติดตามรูปแบบปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองปทุมธานี ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา ในครั้งนี้จะมีความสัมพันธ์สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือน ที่ได้รับการอนุเคราะห์มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา ปี 2533 – 2563 ณ สถานีตรวจวัดซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการตรวจวัดจริง และจากการติดตาม

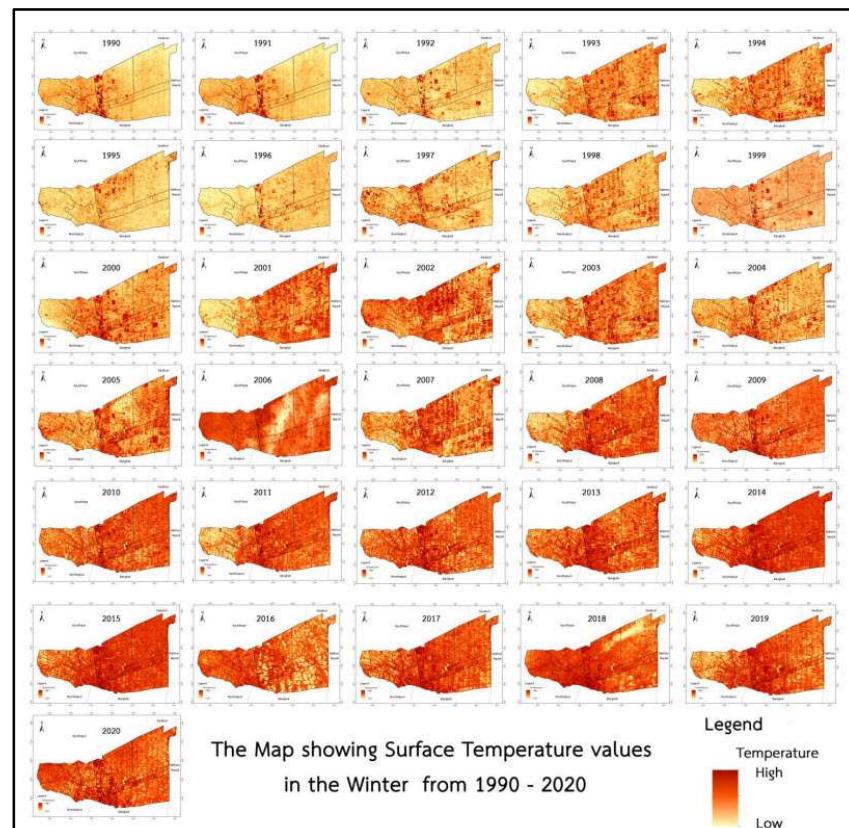
ปรากฏการณ์อุณหภูมิพื้นผิวในแต่ละช่วงเวลาโดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงปี 2533 – 2542 ช่วงปี 2543 - 2552 และช่วงปี 2553 – 2563 โดยพบว่า ในช่วงปี 2533 – 2542 อุณหภูมิพื้นผิวสูงค่อนข้างต่ำ หรือมีลักษณะอากาศในระดับกำลังสบาย โดยเริ่มมีอุณหภูมิสูงบริเวณตามแนวเส้นทางคมนาคม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคนจรด โดยเฉพาะเส้นทางหลวงพหลโยธินตัดผ่านในอำเภอคลองหลวง อำเภอธัญบุรี และอำเภอลำลูกกา และอุณหภูมิต่ำบริเวณพื้นที่ที่ติดกับแม่น้ำเจ้าพระยาในอำเภอสามโคก และอำเภอเมืองปทุมธานี ต่อมาในช่วงปี 2543 - 2552 อุณหภูมิจะค่อย ๆ สูงขึ้นและกระจายออกไปเกือบทั่วทั้งจังหวัด และช่วงปี 2553 – 2563 จังหวัดปทุมธานีจะอุณหภูมิพื้นผิวที่สูงขึ้นอย่างชัดเจนทั่วทั้งจังหวัด มีลักษณะอากาศร้อนระอุ อุณหภูมิของสิ่งปกคลุมดินทั้งประเภทพืชพรรณ และสิ่งปลูกสร้างเริ่มแตกต่างกันไม่มากนัก

ตารางที่ 1 ค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด และต่ำสุด รายเดือนของจังหวัดปทุมธานี ในระหว่างปี 2533 – 2563

Year	Temperature (°C)																								Average
	Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		Sep		Oct		Nov		Dec		
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
1990	19	34	20	35	23	36	24	37	25	37	25	34	25	35	24	35	24	35	24	34	23	34	20	34	29
1991	19	34	20	34	23	36	24	37	25	37	25	36	24	35	25	35	24	35	25	34	23	34	17	34	28.95
1992	19	34	20	34.5	23	36	24.5	37	25	37	24.5	36	24.5	35.5	25	35	24	35	24	34	23	34	17	34	28.97
1993	18	34	20	34.5	23	36	24.5	37	24.5	37	24.5	36	24	35	24	35	24	35	24	34	23	34	20	34	28.95
1994	22	32	23	33	25	34	26	35	27	34	27	34	26	34	26	33	25.5	34	25	33	24	33	22	31	29.1
1995	22	32	23	34	25	34	26	35	26	35	26	34	26	34	26	34	26	34	25.5	34	25	33	22	32	29.31
1996	22	31	23	33	25	34	26	35	26	35	26	34	26	34	26	34	26	34	26	32	25	33	24	32	29.25
1997	21	31	23	33	25	34	26	35	26	35	26	34	26	34	26	33	26	33	25.5	33	25	33	24	33	29.23
1998	22	34	24	34.5	25	37	27	38.5	28	38	27	37	26	36	26	35	26	35	25.5	34	25	34	24	35	30.56
1999	19	34	20	35	24	36	24	37	24	37	24	36	26	35	25	35	25	35	25	34	25	34	23	34	29.41
2000	22	32	23	34	25	36	26	37	27	38	26	36	26	35	26	35	25	35	25	34	25	34	22	34	29.91
2001	22	34	23	35	25	36	26	37	27	38	26	36	26	35	26	35	25.5	35	25	34	25	34	22	34	30.06
2002	22	34	23	35	25	36.5	26.5	37	27	39	27	36	26.5	35	26.5	37	25.5	37	25	37	25	34.5	23	35	30.62
2003	22	34	24	34.5	25	36.5	26	37	27	38	27	36.5	27	35.5	26.5	35	26	35	25.5	34.5	25	35	24	35	30.48
2004	22	34	24	35	25	37	26	40	27	38	27	37	26	36	26	36	26	35	25.5	34	23.5	36	24	34	30.58
2005	22	34	23.5	36	25	37	26.5	38	27	38	27	37	26	39	26	35	26	37	25.5	35	25	34	23	34	30.68
2006	22	35	23.5	35	25	37	27	38	27	38	27	38	26	36	26	35	26	34	25	35	25	35	24	35	30.6
2007	22	34	24	34.5	25	37	27	38.5	28	38	27	37	26	36	26	35	26	35	25.5	34	25	34	24	35	30.65
2008	22	35	23	35.5	25	37	27	38	28	38	27	37	27	37	26	35	26	35	25	35	25	34	24	34	30.64
2009	22	34	24	34.5	25	36	26	37	27	38	27	37	27	37	26	35	25	35	25	34	25	35	24	35	30.43
2010	22	35	24	34.5	25	37	27	38	28	39	28	37	27	37	26	35	26	35	36	35	26	35	24	35	31.31
2011	22	34	24	35	25	37	27	37	28	38	27	37	27	36	26	35	25	35	25	34	25	34	23	33	30.38
2012	22	34.5	24	34.5	25	36	26	37	28	38	25	37	25	36	25	35	26	35	26	34	25	34	23	34	30.2
2013	22	35	24	35	25	37	27	40	28	40	27	38	27	36	26	36	26	36	26	37	25	37	23	34	31.13
2014	22	34	24	35	25	37	26	37	28	38	27	38	27	37	26	35	26	37	25	37	25	34	23	34	30.7
2015	22	34	24	35	25	37	26	37	28	38	27	38	26	38	26	37	26	35	26	35	25	35	23	34	30.7
2016	22	34	24	35	25	37	27	40	28	40	27	37	27	38	25	36	26.5	36	24.5	34.5	25	35	23	34	30.85
2017	21	34	24	34	25	37	27	38	28	38	27	37	27	36	27	37	26	35	24	34	25	34	23	34	30.5
2018	22	34	23	34	24	36	27	38	28	37	27	37	27	36	25	35	25	35	26	35	25	35	23	35	31.4
2019	22	34	23	35	25	36	27	39	28	40	27	37	27	36	25	35	26	35	26	35	25	36	23	35	31.7
2020	22	35	23	34	25	39	27	38	28	38	27	37	27	37	26	35	26	37	26	34	25	37	23	34	31.83



รูปที่ 2 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวดูร้อนของจังหวัดปทุมธานี ในช่วง ปี 2533 – 2563



รูปที่ 3 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวดูหนาวของจังหวัดปทุมธานี ในช่วง ปี 2533 – 2563

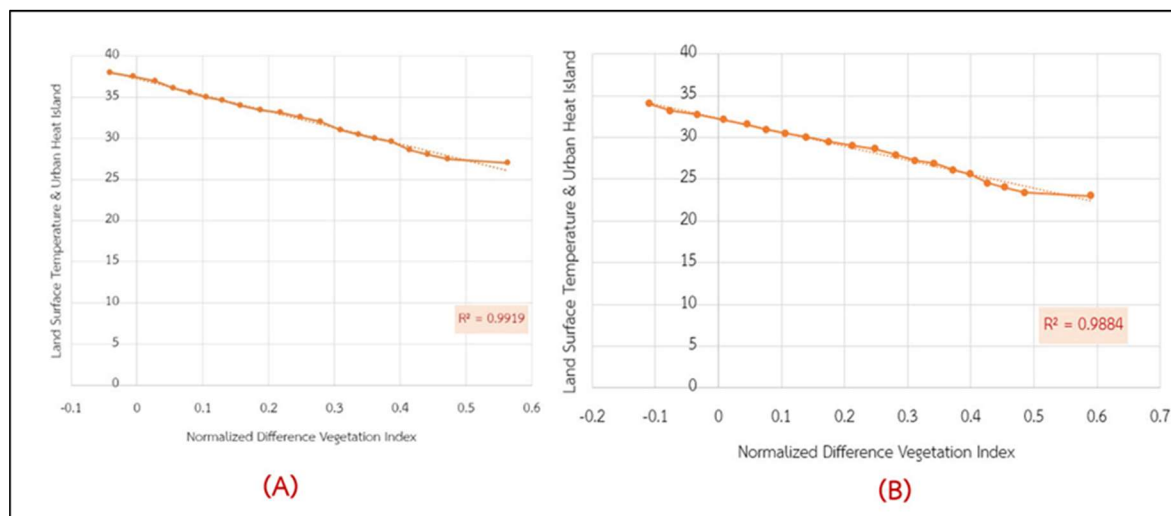
3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสิ่งปกคลุมดิน

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ จะแบ่งสิ่งปกคลุมดินเป็น 2 ประเภท คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) และจะเป็นการพิจารณาทั้งในฤดูร้อน และฤดูหนาว พบว่า มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน คือ มีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูงเช่นเดียวกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

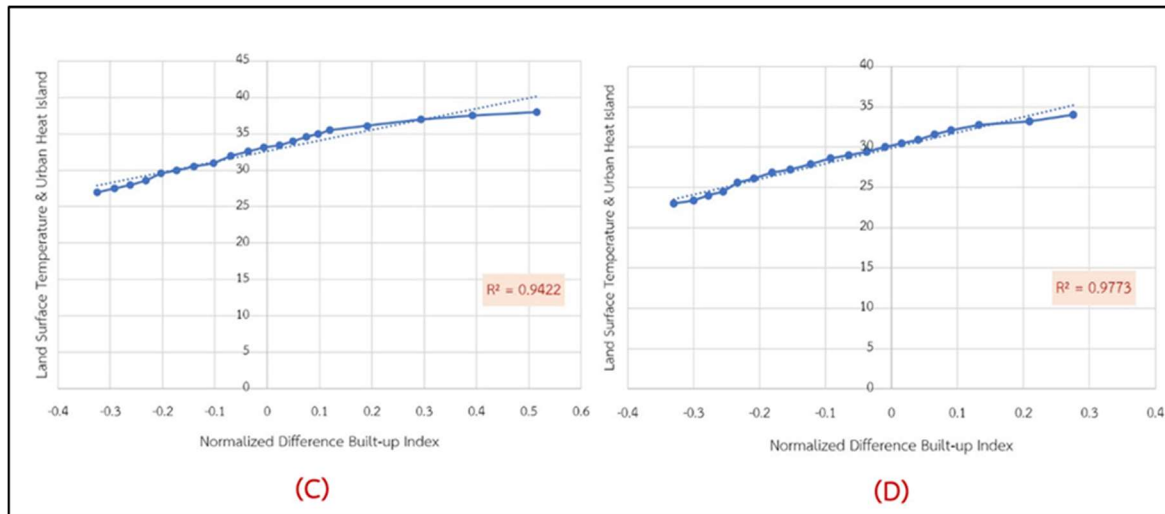
ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) ซึ่งจะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ในช่วงฤดูร้อน จะมีค่าเท่ากับ 0.9919 และค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ในช่วงฤดูหนาว จะมีค่าเท่ากับ 0.9884 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นทิศทางเดียวกัน คือ มีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูงมาก แต่เป็นความสัมพันธ์เชิงลบ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า พื้นที่ที่มีพืชพรรณหนาแน่นสูงจะส่งผลต่ออุณหภูมิให้อุณหภูมิพื้นผิวมีค่าต่ำ และพื้นที่บริเวณใดที่มีพืชพรรณเบาบางส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่เปิดกว้าง พื้นที่นั้นจะส่งผลต่ออุณหภูมิสูง

เนื่องจากพื้นที่เปิดกว้างไม่มีพืชพรรณพื้นที่นั้น จะมีความสามารถในการดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้มาก สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) ซึ่งจะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ในช่วงฤดูร้อน จะมีค่าเท่ากับ 0.9422 และค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ในช่วงฤดูหนาว จะมีค่าเท่ากับ 0.9773 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นทิศทางเดียวกัน คือ มีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูงมากเช่นเดียวกัน แต่เป็นความสัมพันธ์เชิงบวก ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อพื้นที่มีสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นทำให้มีวัสดุที่คอยดูดซับความร้อนโดยตรงจากแสงอาทิตย์ รวมไปถึงความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิง ไอเสียที่มาจากรถยนต์ จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยก็จะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5 จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสิ่งปกคลุมดิน และลักษณะการใช้ที่ดินในแต่ละประเภทต่างก็เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์เกาะความร้อน แต่จะมีลักษณะความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ การดูดซับความร้อน หรือการคายความร้อนของสิ่งปกคลุมดินนั่นเอง [16 - 17]



รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) ในช่วงฤดูร้อน (A) ฤดูหนาว (B)

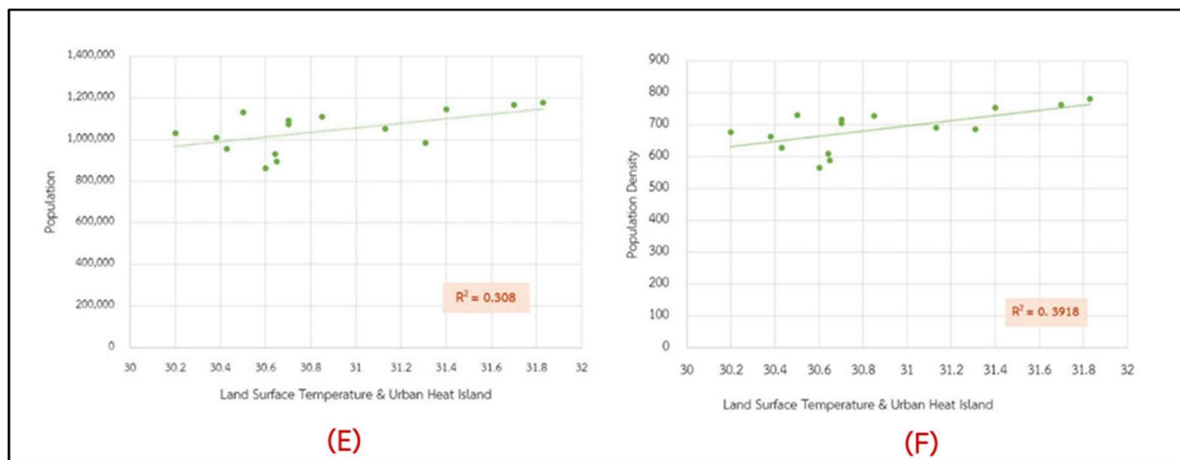


รูปที่ 5 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับดัชนีผลตาส่งปลูกสร้าง (NDBI) ในช่วงฤดูร้อน (C) ฤดูหนาว (D)

3.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากร

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากรที่ได้จากการสำมะโนประชากรรายจังหวัดในระหว่างปี 2533– 2563 ผลที่ได้พบว่า จำนวนและความหนาแน่นของประชากรในจังหวัดปทุมธานี มีความสัมพันธ์เชิงบวก กับปรากฏการณ์เกาะความร้อน แต่จะมีความสัมพันธ์กันในระดับที่ต่ำ ซึ่งจะพบค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ของจำนวนประชากร มีค่าเท่ากับ 0. 308 และค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ของความหนาแน่นประชากร มีค่าเท่ากับ 0. 3918สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6

สามารถอธิบายได้ว่า การเพิ่มขึ้นของประชากรอาจส่งผลต่อความเข้มข้นของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง เนื่องจาก ต้องมีการสร้างสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ เพื่อรองรับประชากรในจังหวัดปทุมธานี ซึ่งจะมีค่ามากและมีความหนาแน่นสูงเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ แต่ยังมีปริมาณไม่มากจนถึงกับขนาดแออัด หรือล้นเมืองจึงอาจทำให้มีความสัมพันธ์กันระดับที่ค่อนข้างน้อย แต่ก็ยังเป็นความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ดังนั้นในการศึกษาในอนาคตอาจต้องพิจารณาร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ ด้วย เช่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้า และความหนาแน่นของที่พัก เป็นต้น



รูปที่ 6 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวน (E) และความหนาแน่นของประชากร (F)

4. อภิปรายและสรุปผล

การศึกษาและติดตามปรากฏการณ์เกาะความร้อนจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-5 (TM) และ LANDSAT - 8 (OLI/TIRS) ด้วยเทคนิคการรับรู้จากระยะไกล จากนั้นทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับสิ่งปกคลุมดิน จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT - 8 (OLI/TIRS) มาทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และคำนวณค่าดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากร โดยใช้การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายสามารถอธิบายได้ว่า จังหวัดปทุมธานีจะมีอุณหภูมิสูงกว่าจังหวัดข้างเคียงที่มีความเป็นเมืองน้อยกว่าอย่างจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดฉะเชิงเทรา แต่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่ที่มีความเป็นเมืองมากกว่าอย่างกรุงเทพมหานคร โดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 18 - 40 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 30.16 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงสุด คือ 40 องศาเซลเซียส ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม และมีอุณหภูมิต่ำที่สุด คือ 18 องศาเซลเซียส ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งผลจากการศึกษาและติดตามรูปแบบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับสิ่งปกคลุมดินทั้ง 2 ประเภท คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ที่แสดงความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูง ทั้งในฤดูร้อน และฤดูหนาว แต่ความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อน

กับดัชนีผลต่างพืชพรรณ (NDVI) จะเป็นความสัมพันธ์เชิงลบ กล่าวคือ พื้นที่ที่มีพืชพรรณหนาแน่นพื้นที่นั้นจะส่งผลต่ออุณหภูมิทำให้อุณหภูมิพื้นผิวมีค่าต่ำ และพื้นที่บริเวณไหนที่มีพืชพรรณเบาบาง ส่วนใหญ่เป็นที่ดินเปิดกว้าง พื้นที่นั้นจะส่งผลต่ออุณหภูมิสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ในช่วงฤดูร้อนจะมีค่าเท่ากับ 0.9919 และค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ในช่วงฤดูหนาว จะมีค่าเท่ากับ 0.9884 ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่าง

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับดัชนีผลต่างสิ่งปลูกสร้าง (NDBI) จะเป็นความสัมพันธ์เชิงบวก กล่าวคือ เมื่อพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้นทำให้มีวัสดุที่คอยดูดซับความร้อนโดยตรงจากแสงอาทิตย์ จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยก็จะสูงขึ้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ในช่วงฤดูร้อน จะมีค่าเท่ากับ 0.9422 และค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ในช่วงฤดูหนาว จะมีค่าเท่ากับ 0.9773 ซึ่งมีความสอดคล้องกับการวิจัยของ T. Rotjanakusol, S. Sangpradid, J. Itsarawisut, และ T Laosuwan [18] และ P. Chotchaiwong & S. Wijitkosum [19] ที่ระบุว่าพื้นที่สีเขียวพืชพรรณธรรมชาติมาจากมาอุณหภูมิต่ำกว่า และมีสำหรับผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวนและความหนาแน่นของประชากรที่ได้จากการสำมะโนประชากรจังหวัดปทุมธานีในปี 2563 พบว่า จำนวนและความหนาแน่นของประชากรในจังหวัดปทุมธานี มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน แต่จะมีความสัมพันธ์กันในระดับที่ต่ำ ซึ่งจะพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ของจำนวนประชากร มีค่าเท่ากับ 0.3080 และค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ของความหนาแน่นประชากร มีค่าเท่ากับ 0.3918 ซึ่งมีความสอดคล้องกับการวิจัยของ V. Songsom, T. Suteerasak และ P. Sanwang [20] ที่ระบุว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อนกับจำนวนประชากร หรือนักท่องเที่ยวจะมีความสัมพันธ์กัน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้วางแผนระดับผังเมืองเพื่อเป็นประโยชน์ต่อชุมชน ภูมิภาค และประเทศ ทั้งแนวปฏิบัติและด้านนโยบายต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะกรรมการพิจารณาทุนอุดหนุนการวิจัย คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย กรมอุตุนิยมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิตุ้มแห้งเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังในระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2533 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2563 สำนักงานสถิติแห่งชาติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎรรายปีของจังหวัดปทุมธานี และขอขอบคุณคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่พิจารณาประเมินให้งานวิจัยฉบับนี้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการ

วิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามในรูปแบบ แบบยกเว้น
ตามเลขที่การรับรอง 323 – 324/2564

เอกสารอ้างอิง

- [1] Pakarnsereea T, Chunkaob K, Bualertb S. Physical characteristics of Bangkok and its urban heat island phenomenon. *Building and Environment*. 2018; 143: 561–569.
- [2] Eckstein D, Künzel V, Schäfer L. *Global Climate Risk Index*. Germanwatch e.V. Office Bonn. 2018.
- [3] Thai Meteorological Department. *Climate Variability and Changer*. 2019; Available from: <http://www.climate.tmd.go.th/content/file/1616>
- [4] Tokairin T, Mishima H, Kitada T. Influence of cold air from an urban green area on nocturnal temperature reduction. 2011; Available from: <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2011-6414.pdf>.
- [5] Puansurin K, Wongtragoon U, Singchan B, Suwanmaneepong S. The study of participatory monitoring of air quality and urban heat case study Udon Thani province Thailand. *International Journal of Agricultural Technology*. 2018; 14 (7 Special Issue): 1693 – 1708.
- [6] Fu P, Weng Q. A time series analysis of urbanization induced land use and land cover change and its impact on land surface temperature with Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*. 2014; 175: 205 – 214.
- [7] Wang W, Liu Tang K, Wang S. Remote sensing image-based analysis of the urban heat island effect in Shenzhen China. *Physics and Chemistry of the Earth*. Parts A/B/C. 2019; 110: 168 – 175.
- [8] Li H, Meier F, Lee X, Chakraborty T, Liu J, Schaap M, et al. Interaction between urban heat island and urban pollution island during summer in Berlin. *The Science of the Total Environment*. 2018; 636: 818 – 828.
- [9] Sancharoen W, Nakhapakorn K, Mutchimwong A, Jirakajohnkool S, Onchang R. 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.
- [10] Ruthirako P. Application of geo- information technology to study urban heat island phenomenon. *SDU Research Journal Humanities and Social Sciences*. 2016; 9(3): 147-163.
- [11] Phengphit N, Karnchanasutham S, Nualchawee K, Soyong P. 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*. 2017; 2(3): 27- 40.
- [12] Anbazhagan S, Paramasivam C. Statistical correlation between land surface temperature (LST) and vegetation index (NDVI) using multi - temporal landsat TM data. *International Journal of Advanced Earth Science and Engineering*. 2016; 5(1): 333 – 346.
- [13] Avdan U, Jovanovska G. Algorithm for automated mapping of land surface temperature using Landsat 8 satellite data. *Journal of Sensors*. 2016; 2016:1 - 8.
- [14] Zhu Z, Fu Y, Woodcock CE, Olofsson P, Vogelmann JE, Holden C, et al. Including land cover changes in analysis of greenness trends using all available Landsat 5, 7, and 8 images: A case study from Guangzhou China (2000–2014). *Remote Sensing of Environment*. 2016; 185: 243 – 257.
- [15] Wiriyaombut H, Traiyawong P. 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. Wisdom Power for Sustainable Development*. Songkhla Rajabhat University: 2018; 20th - 21st August 2018. 485 – 492.

- [16] Rhee J, Park S, Lu Z. Relationship between land cover patterns and surface temperature in urban areas. *GIScience & remote sensing*. 2014; 51(5): 521 -536.
- [17] Amiri R, Weng Q, Alimohammadi A, Alavipanah SK. Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area Iran. *Remote Sensing of Environment*. 2009; 113(12): 2606 – 2617.
- [18] Rotjanakusol T, Sangpradid S, Itsarawisut J, Laosuwan T. Estimation of land surface temperature by derivative analysis of MOD11A2 product data MODIS system. *Defense Technology Academic Journal*. 2020; 2(6):76 – 85.
- [19] Chotchaiwong P, Wijitkosum S. Relationship between Land Surface Temperature and Land Use in Nakhon Ratchasima City Thailand. *Engineering Journal*. 2019; 23(4):1-14
- [20] Songsom V, Suteerasak T, Sanwang P. The relationship between urban heat island and tourism at Chiangmai City Thailand based on remote sensing. *The Journal of KMUTNB*. 2020; 30 (4): 678 – 688.