

โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงใหม่ นพรัตน์ กาญจนเจริญชัย^{1*} และ พงศกรณ์ อีนปัน^{2*}

Landscape Structure of Green Spaces and Its Effect on Land Surface Temperature in Chiang Rai City Area, Thailand

Nopparat Kanchanacharoenchai^{1*} and Pongsakorn Ainpan^{2*}

¹ Bachelor of Science (Geoinformatics) Program and Research Unit of Spatial Innovation Development, Department of Geographic Information Science, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao 56000

² Department of Public Works and Town & Country Planning

*Corresponding author: nopxo2543@gmail.com

Received: December 16, 2022; Revised: February 12, 2023; Accepted: March 9, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียว และ 2) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเขตเมืองเชียงใหม่ โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ด้วยมาตรวัดทางภูมิทัศน์ซึ่งประเมินจากลักษณะโครงสร้าง ได้แก่ 1) ขนาด 2) รูปร่าง และ 3) แก่น ของหย่อมสีเขียว โดยในการศึกษานี้มาตรวัดต่าง ๆ ได้ถูกคำนวณผ่านโปรแกรม QGIS 2.8 โดยใช้ LECOS-FRAGSTATS Tool จากนั้นทำการตรวจสอบผลกระทบของโครงสร้างภูมิทัศน์ของหย่อมสีเขียวต่ออุณหภูมิพื้นผิวที่ระบุจากภาพความร้อนของข้อมูลดาวเทียม Landsat 8-TIRS ซึ่งบันทึก ณ วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญในการระบุถึงผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเขตเมืองเชียงใหม่ โดยการคัดเลือกมาตรวัดผ่านการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามาตรวัดลักษณะทางโครงสร้างภูมิทัศน์ เช่น ขนาดรอยแตกหรือรอยร้าวของพื้นที่สีเขียว อาจส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพื้นผิวได้อย่างมีนัยสำคัญ ยังรวมไปถึงมาตรวัดอื่น ๆ ได้แก่ รูปร่าง ผลรวมเส้นขอบ และขนาดรอยแตกหรือรอยร้าว โดยมีค่าความสัมพันธ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.174 การค้นพบนี้สามารถช่วยให้แนวทางแผนพัฒนาเมืองใช้มาตรวัดทางภูมิทัศน์เหล่านี้เพื่อสร้างความสมดุลของพื้นที่สีเขียวในการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเมืองและการปรับปรุงสภาพภูมิอากาศเมืองเชียงใหม่ต่อไป

คำสำคัญ: โครงสร้างภูมิทัศน์, มาตรวัดทางภูมิทัศน์, พื้นที่สีเขียว, อุณหภูมิพื้นผิว

¹ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (ภูมิสารสนเทศ) และหน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนาวัตกรรมการเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

² กรมโยธาธิการและผังเมือง

Abstract

The research of this study aimed to 1) to study the landscape structure of the green area and 2) to analyze the impact of the urban heat island phenomenon in the urban area of Chiang Rai. The landscape structure of the green area can be described and examined by landscape measures assessed from the structural characteristics i.e. 1) size, 2) shape, and 3) core of the green patch. In this study, these measures were calculated through the QGIS 2.8 program using the LECOS- FRAGSTATS Tool. Landsat 8- TIRS, recorded on 9 March 2021, is an important parameter in determining the urban heat island effect in Chiang Rai. The measures were selected through multiple regression analysis. The results show that measures of structural characteristics such as crack/crack size of the green area can significantly reduce the mean surface temperature. Also included were the core index and border sum metrics, with a decision coefficient (R^2) of 0.174. Green space in urban green infrastructure planning and urban climate improvement Chiang Rai next word.

Keywords: Landscape Structure, Landscape Measures, Green Area, Surface Temperature

บทนำ

พื้นที่เมืองในจังหวัดเชียงรายได้รับการพัฒนาให้เป็นศูนย์กลางสำคัญสำหรับกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประชากรเป็นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดเชียงรายมีอัตราการเพิ่มของประชากรเมืองมากเป็นอันดับ 2 ของภาคเหนือ มีอัตราการเพิ่มของประชากรเมืองร้อยละ 20.5 ในบทบาทของการเป็นเมืองใหญ่หรือเมืองศูนย์กลางความเจริญของภาคเหนือทั้งด้านเศรษฐกิจ การค้า และเป็นที่ตั้งของเขตเศรษฐกิจพิเศษ จึงทำให้มีขยายตัวของตัวเมืองอย่างรวดเร็ว ทำให้พื้นที่เมืองในจังหวัดเชียงรายมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดเกาะความร้อนของเมืองอาจส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมของชุมชนและคุณภาพชีวิตในเมืองเชียงราย จากลักษณะสภาพอากาศในพื้นที่และการเพิ่มขึ้นของสิ่งปลูกสร้างอย่างรวดเร็วในปัจจุบันจึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการวิเคราะห์ปรากฏการณ์เกาะความร้อนภายในเมือง เนื่องจากความหลากหลายของประเภทที่ดินและการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว (กรมการปกครอง, 2561) จึงทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเกาะความร้อนเมือง (Surface urban heat island, SUHI) ของเมืองเชียงราย และอำเภอข้างเคียงเพิ่มขึ้นถึง 5 องศาเซลเซียส จากปี พ.ศ. 2552 โดยในปี พ.ศ. 2562 อุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองมีค่าเฉลี่ยสูงสุดถึง 31.4 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงฤดูร้อนตั้งแต่ต้นเดือนมีนาคมจนถึงปลายเดือนพฤษภาคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561)

โครงสร้างภูมิทัศน์พื้นที่สีเขียวที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเมืองให้เกิดความยั่งยืนเพราะเป็นพื้นที่ที่มีส่วนทำให้เมืองเกิดความน่าอยู่และมีชีวิตชีวา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบททางสภาพแวดล้อมเชิงภูมิอากาศของเมืองในเขตร้อนที่พื้นที่สีเขียวของเมืองเป็น พื้นที่เกาะความเย็นเมือง (Urban cool islands, UCIs) เพื่อการปรับปรุงคุณภาพเพื่ออาศัยอยู่ในพื้นที่สาธารณะเมืองให้เกิดประสิทธิภาพด้านความรู้สึกสบายต่อการอยู่อาศัยในพื้นที่เมือง จากผลกระทบจากการขยายตัวของเมือง (Urbanization) ที่มีสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรเมืองและเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจส่งผลต่อความต้องการใช้ที่ดินที่เพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะบริเวณใจกลางเมืองที่มีความหลากหลายทั้งในเรื่องของการใช้งาน ความเข้มข้นของกิจกรรม และความหนาแน่น เข้ามาแทนที่พื้นที่สีเขียวในเมือง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัณฐานเมือง (Urban morphology) หรือรูปแบบเมือง (Urban form) ที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของการพัฒนา เมืองอย่างรวดเร็ว การขยายตัวของ

เมืองสมัยใหม่ที่ไม่ได้มีการวางแผนก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา เช่น การใช้พลังงานในอาคารเพิ่มมากขึ้น ปริมาณมลพิษทางอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของภูมิอากาศเมือง อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง หรือ Urban heat island (UHI) (Chena et al., 2012)

ทั้งนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินต้องปรับตัวเพื่อเตรียมเมืองตั้งรับสภาพภูมิอากาศ เช่น มาตรการควบคุมอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวเมือง การกำหนดสัดส่วนพื้นที่สีเขียวอย่างเหมาะสม โดยอาจมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิศาสตร์และสภาพแวดล้อมพื้นที่นั้น ๆ เพื่อลดผลกระทบอุณหภูมิเมืองลงให้มากที่สุด

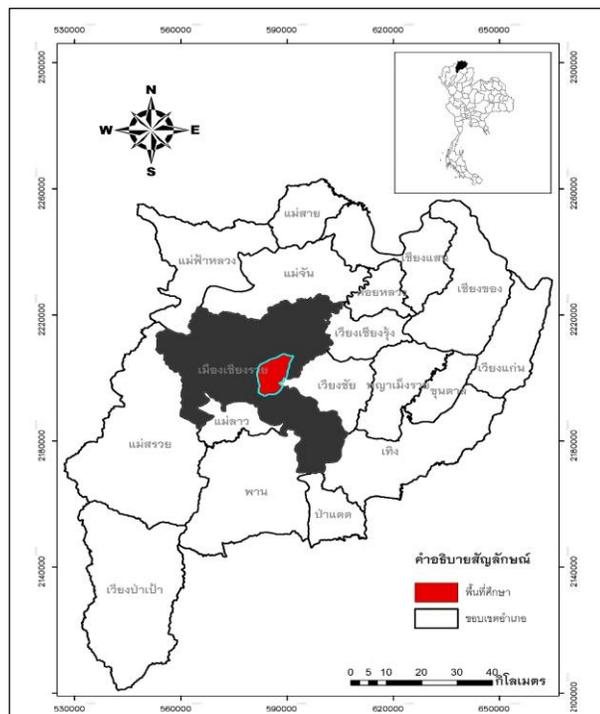
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองเชียงราย
2. เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในเขตเมืองเชียงราย

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

พื้นที่อำเภอเมืองเชียงราย ประกอบด้วย 15 ตำบล 174 หมู่บ้าน การวิจัยนี้กำหนดให้เมืองเชียงรายเป็นเขตพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ ณ ละติจูด 19.921 องศาเหนือ ลองจิจูด 99.808 องศาตะวันออก ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปมีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบมีแม่น้ำไหลผ่านพื้นที่ตอนบน และมีตอยบ่อเป็นภูเขาสูงอยู่ทางด้านทิศเหนือและทิศตะวันตกของพื้นที่ เนื้อที่ประมาณ 86.88 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุม พื้นที่ส่วนใหญ่ของตัวเมืองเชียงราย ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คือข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat8 ซึ่งบันทึก ณ วันที่ 9 เมษายน ปี พ.ศ. 2564



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา อำเภอเมืองจังหวัดเชียงราย

ขั้นตอนการดำเนินการ

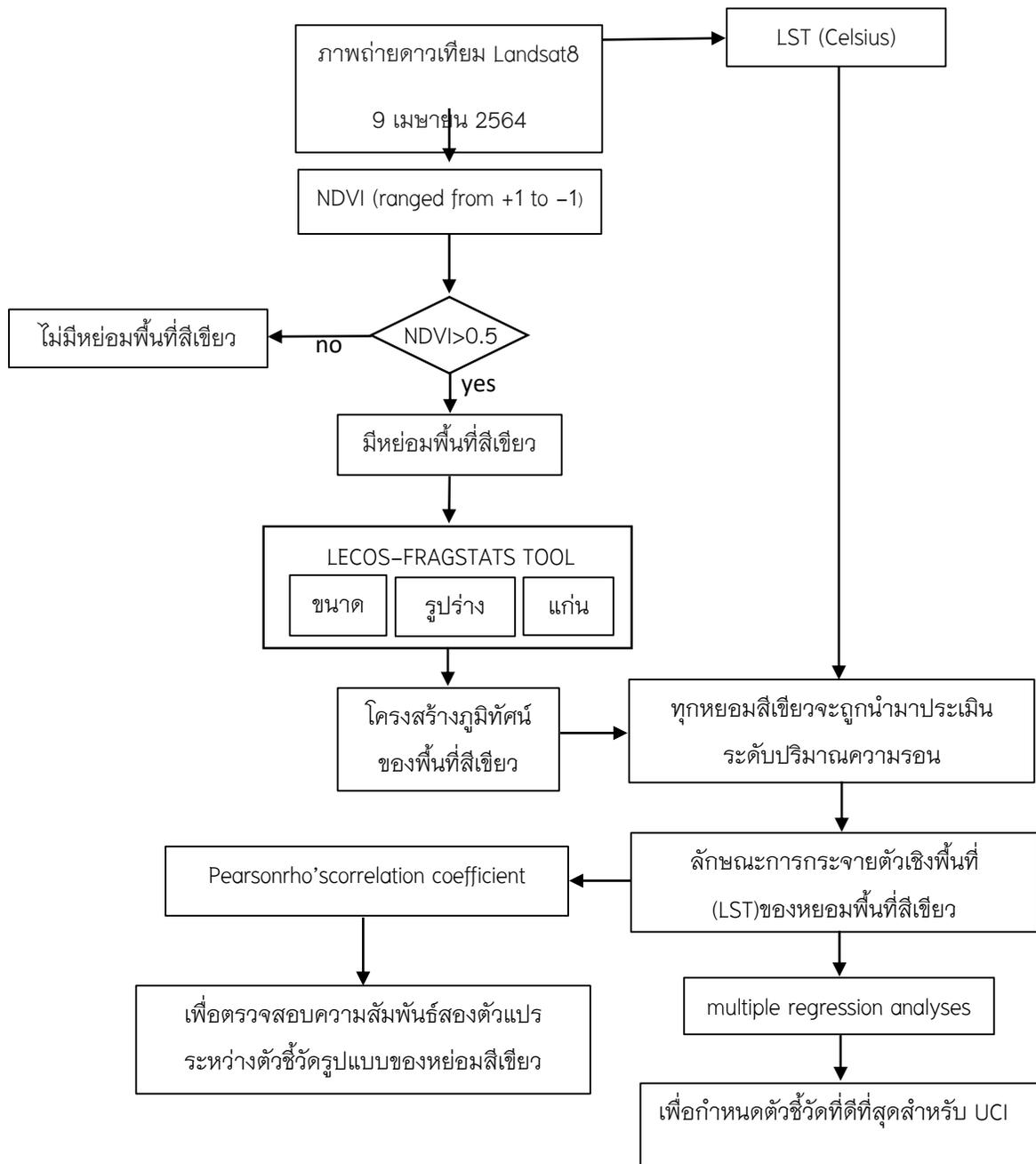
หอย่อมพื้นที่สีเขียวได้จากการวิเคราะห์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยการประเมินค่าดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized difference vegetation index, NDVI) (มานัส ศรีวณิช, 2565) และการวิเคราะห์มาตราวัดทางภูมิทัศน์โดยโปรแกรม QGIS 2.8 ผ่านเครื่องมือชื่อ LECOS-FRAGSTATS Tool (ตารางที่ 1 และรูปที่ 3) (McGarigal et al., 2012) จากนั้นทุกหอย่อมสีเขียวจะถูกนำมาประเมินระดับปริมาณความร้อน (Thermal load) ที่ได้จากการประเมินข้อมูลภาพถ่ายช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared band) ช่วงต้นฤดูร้อน ของ Landsat 8 TIRS-Thermal Infrared Sensor (รูปที่ 4) ซึ่งถูกนำมาใช้ทดสอบความเสถียรของอุณหภูมิพื้นผิว (Land surface temperature, LST) ในพื้นที่หอย่อมสีเขียวที่ต่างกัน การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis) ด้วยการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) ที่เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรทำนายความสัมพันธ์ระหว่างมาตราวัดทางภูมิทัศน์ที่เป็นตัวแปรอิสระ กับอุณหภูมิพื้นผิวที่เป็นตัวแปรตาม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561) ซึ่งมีขั้นตอนในรายละเอียดการทำงานดังนี้

1. จัดหาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษา และทำการกำหนดขอบเขตภายในพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 เขต ได้แก่ เขตเมืองชั้นใน เขตเมืองชั้นกลาง และเขตเมืองชั้นนอก เพื่อชี้ให้เห็นถึงรูปแบบและความแตกต่างของพื้นที่สีเขียวตามความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา โดยภาพถ่ายดาวเทียมการเกิดเกาะความร้อนใช้ข้อมูลข้อมูลซึ่งบันทึก ณ วันที่ 9 เมษายน ปี พ.ศ. 2564 ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat8ระบบTIRS บริเวณอำเภอเมืองจังหวัดเชียงรายจำนวน 1 ภาพ โดยมีทั้งหมด 11 แบนด์ ซึ่งช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการศึกษาคือแบนด์ 4,5และแบนด์10 เพื่อหาค่าดัชนีพืชพรรณ NDVIและค่าอุณหภูมิพื้นผิว LST (รายละเอียด 30 เมตร)

2. ภายหลังจากได้ข้อมูลค่าดัชนีพืชพรรณ NDVIและค่าอุณหภูมิพื้นผิว LSTจะทำการระบุหอย่อมพื้นที่สีเขียวโดยการแบ่งค่าดัชนีพืชพรรณ NDVIที่มากกว่าค่ากลางของเพื่อจำแนกเอาเฉพาะพื้นที่ที่มีหอย่อมพื้นที่สีเขียวแล้วนำไปวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวด้วยเครื่องมือ LECOS-FRAGSTATS Tool เพื่อให้ได้ซึ่งลักษณะโครงสร้าง เช่น ขนาด รูปร่าง และ แก่นของพื้นที่สีเขียว LECOS-FRAGSTATS Tool ฟังก์ชันประกอบด้วยการคำนวณเมตริกบนแรสเตอร์และเลเยอร์เวกเตอร์ นอกจากนี้ยังมีเครื่องมือซ้อนทับรูปหลายเหลี่ยมเพื่อให้การคำนวณง่ายขึ้น นอกจากนี้ LecoS ยังมีฟังก์ชันบางอย่างเพื่อจัดการกับภาพแรสเตอร์ที่จัดประเภทไว้สามารถนำมาใช้กับโปรแกรมทางด้าน GIS โดยตรงเนื่องจากเป็นปลั๊กอินที่อยู่ในโปรแกรมQGISอยู่แล้ว

3. การประเมินระดับปริมาณความร้อน โดยการนำข้อมูลโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว LST โครงสร้างพื้นที่สีเขียวทุกหอย่อมสีเขียวจะถูกนำมาประเมินระดับปริมาณความร้อน ด้วยวิธี Zonal statistic เป็นการคำนวณค่าสถิติของแรสเตอร์ภายในโซนของชุดข้อมูล

4. ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์และกำหนดตัวชี้วัดได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ ทางสถิติ (Statistical analysis) ด้วยเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์สองตัวแปรระหว่างตัวชี้วัดรูปแบบของหอย่อมสีเขียวทั้งหมดด้วยวิธีแบบเพียร์สัน (Pearsonrho'scorrelation coefficient) และ การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) ที่เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรทำนายความสัมพันธ์ระหว่างมาตราวัดทางภูมิทัศน์ที่เป็นตัวแปรอิสระ กับอุณหภูมิพื้นผิวที่เป็นตัวแปรตาม

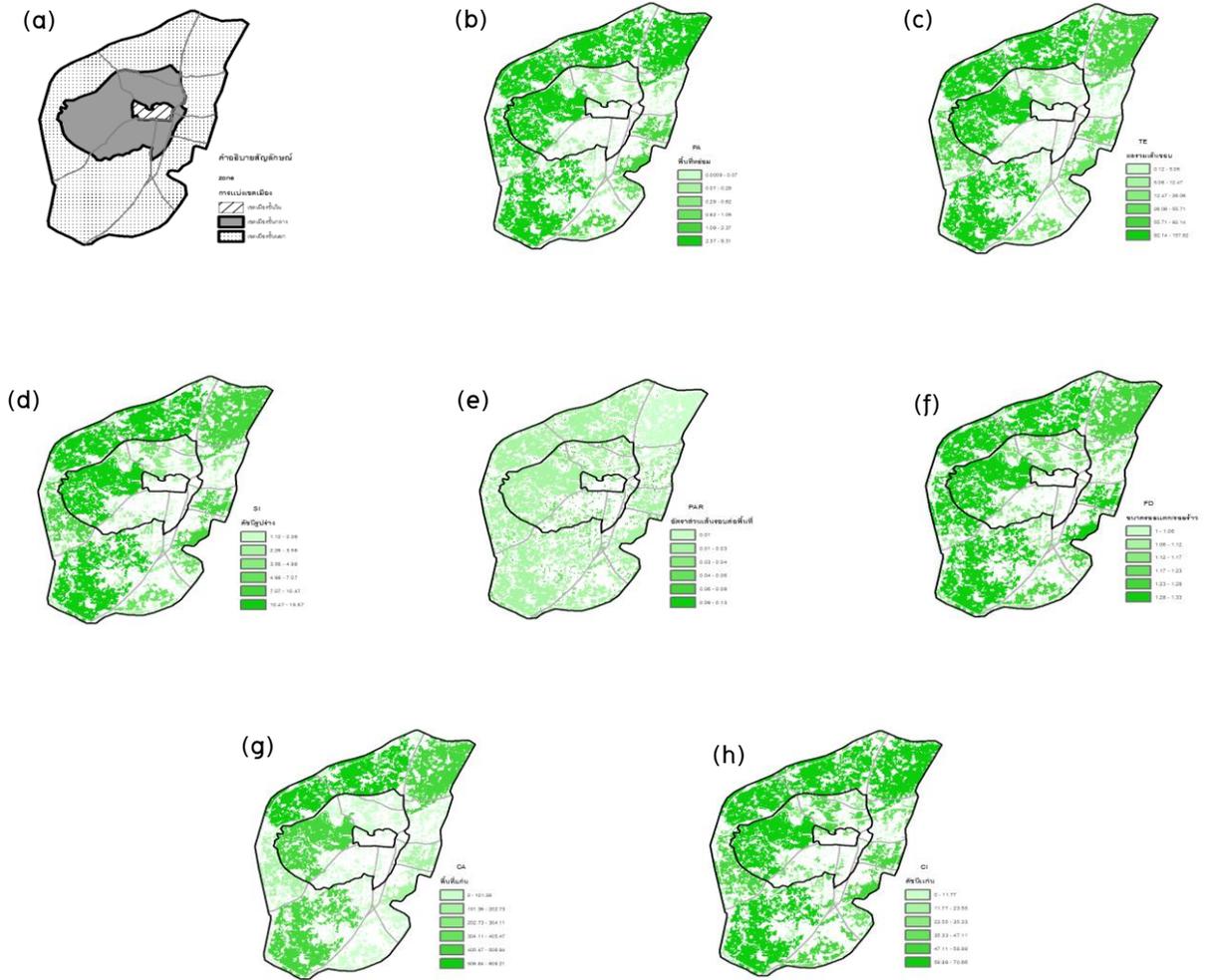


รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

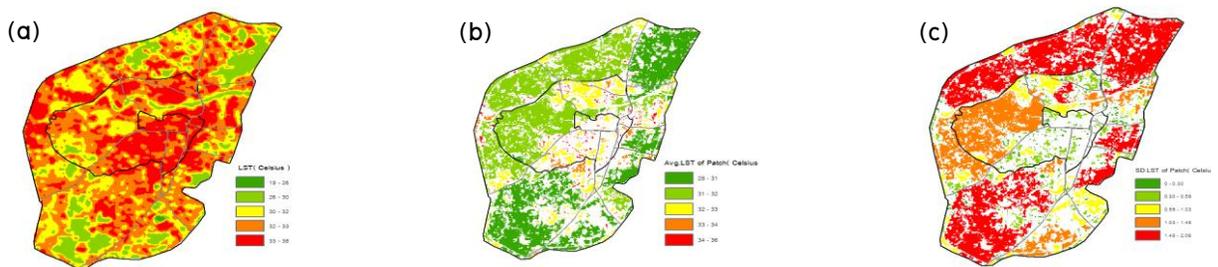
ตารางที่ 1 มาตรฐานทางภูมิทัศน์ในการวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์ชนบทพื้นที่สีเขียวในการศึกษาค้างนี้

มาตรวัดทางภูมิทัศน์ (Landscape metrics)	คำอธิบาย (Description)	สมการ (ช่วงค่ามาตรวัด)* Equations (Metric range)
(a) พื้นที่หย่อม (Patch Area, PA) (ตร.กม.) ขนาด (Size)	พื้นที่ของหย่อมพื้นที่สีเขียว ซึ่งหย่อมมีความ อุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิตมักจะ พบว่ามีความสัมพันธ์กับขนาด ของหย่อมพื้นที่สีเขียวที่มีขนาดใหญ่	PA=Patch area, (PA>0)
(b) ผลรวมเส้นขอบ (Total Edge, TE) (กม.)	หย่อมสีเขียวที่มีความอุดมสมบูรณ์หรือไม้นั้น ความยาวของเส้นขอบพื้นที่หย่อมจะส่งผลถึง ความอุดมสมบูรณ์และ ความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิตของพื้นที่ภายในหย่อมด้วย	TE=Sum of patch edge, (TE>0)
(c) ดัชนีรูปร่าง (Shape Index, SI)	โดยปกติอัตราส่วนของเส้นรอบรูปต่อพื้นที่นั้น จะมี ลักษณะของรูปร่างที่ซับซ้อน ซึ่งจะนำไป เปรียบเทียบกับรูปร่างมาตรฐาน (สี่เหลี่ยม) ที่ มีขนาดเดียวกัน	SI=P/(2√□PA), (SI≥1)
(d) อัตราส่วน รูปร่าง (Shape) เส้นรอบรูปต่อพื้นที่ (Perimeter–Area Ratio, PAR)	อัตราส่วนของเส้นรอบรูป (Perimeter, P) ต่อขนาด พื้นที่หย่อมสีเขียว	PAR=P/PA, (PAR>0)
(e) ขนาดรอยแตก/ รอยราว (Fractal Dimension, FD)	การวัดขนาดรอยแตก หรือ รอยราวระดับ ต่าง ๆ ภายในหย่อมพื้นที่สีเขียว	FD=2ln(0.25P)/ln(PA), (1≤FD≤2)
(f) พื้นที่แกน (Core Area, CA) (ตร.กม.) แกน (Core)	พื้นที่ของแกนภายในหย่อมพื้นที่สีเขียวแต่ละ หย่อม ซึ่งจะขึ้นกับรูปร่าง พื้นที่ และความลึก จากขอบ	CA=Core area of a patch, (CA>0)
(g) ดัชนีแกน (Core Index, CI) (%)	อัตราส่วนร้อยละของพื้นที่แกนภายในหย่อม พื้นที่สีเขียวต่อพื้นที่ของหย่อมพื้นที่สีเขียวใน แต่ละหย่อม	CI=(CA/PA)×100, (0≤FD≤100)

ที่มา: * ดัดแปลงจาก Chen et al., 2014 และ McGarigal et al., 2012



รูปที่ 3 รูปแบบการกระจายตัวและลักษณะทางโครงสร้างภูมิทัศน์นหย่อมพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองเชียงราย
 (a) การแบ่งเขตเมือง, (b) พื้นที่หย่อม, (c) ผลรวมเส้นขอบพื้นที่, (d) ดัชนีรูปร่าง, (e) อัตราส่วนเส้นรอบต่อพื้นที่,
 (f) รอยแตก/รอยร้าว, (g) พื้นที่เกาะ และ (h) ดัชนีเกาะ



รูปที่ 4 (a) ลักษณะการกระจายตัวของอุณหภูมิพื้นผิว (LST) และสรุปผลของ (b) ค่าเฉลี่ย, (c) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของหย่อมพื้นที่สีเขียวจากการประมวลผล LANDSAT 8 TIRS–Thermal Infrared Sensor บันทึก ณ วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2564

ผลการศึกษา

1. ลักษณะทางโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียว

จากการวิเคราะห์ขนาดของหย่อมพื้นที่สีเขียวพบว่า บริเวณเขตเมืองชั้นนอก (Outer zone) นั้นเป็นพื้นที่สีเขียวที่มีขนาดใหญ่มากที่สุดเท่ากับ 34.39 ตารางกิโลเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้ เช่น นาข้าว พื้นที่สวนพื้นที่ป่า โดยมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 ตารางกิโลเมตร ในขณะที่เขตเมืองชั้นใน (Inner zone) มีขนาดพื้นที่สีเขียวเล็กที่สุดเท่ากับ 0.33 ตารางกิโลเมตร โดยมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 0.01 ตารางกิโลเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ปล่อยให้รกร้างรอการพัฒนาในบริเวณศูนย์กลางเมือง นอกจากนี้ยังพบว่า เขตเมืองชั้นในมีขนาดของหย่อมพื้นที่สีเขียวที่ใหญ่ที่สุด เท่ากับ 0.15 ตารางกิโลเมตร และขนาดพื้นที่สีเขียวบริเวณเขตเมืองชั้นนอกมีขนาดใหญ่ที่สุด เท่ากับ 9.30 ตารางกิโลเมตร ในส่วนของขนาดเล็กที่สุดของพื้นที่หย่อมมีขนาด 0.0009 เท่ากันทุกเขตนั้นเกิดจากความละเอียด (resolution) ของภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การกระจายตัวของหย่อมพื้นที่สีเขียวจำแนกตามเขตพื้นที่เมืองเชียงราย

เขตพื้นที่เมือง (Urban zones)	จำนวน หย่อม	ขนาดเฉลี่ย (ตร.กม.)	ขนาดพื้นที่หย่อมสีเขียว (ตร.กม.)			
			พื้นที่รวม	เล็กที่สุด	ใหญ่ที่สุด	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1.เขตเมืองชั้นใน (Inner zone)	25	0.01	0.33	0.0009	0.15	0.03
2.เขตเมืองชั้นกลาง (Middle zone)	230	0.04	10.24	0.0009	0.18	0.41
3.เขตเมืองชั้นนอก (Outer zone)	421	0.08	34.39	0.0009	9.30	0.67

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินค่าเฉลี่ยของมาตรวัดทางภูมิทัศน์ของหย่อมพื้นที่สีเขียว พบว่า พื้นที่เขตศูนย์กลางเมืองเชียงราย นอกจากจะมีขนาดเฉลี่ยของพื้นที่หย่อม (PA) เล็กที่สุดแล้ว ยังมีรูปร่างของหย่อมสีเขียวที่ไม่ซับซ้อน (SI) และมีอัตราส่วนเส้นรอบต่อพื้นที่ (PAR) เฉลี่ยมากที่สุด และมีขนาดรอยแตกหรือรอยร้าว (FD) ในระดับปานกลาง ส่วนพื้นที่แกน (CA) และดัชนีแกน (CI) พบว่ามีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณอื่น ๆ ของเมืองเชียงราย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการเติบโตของพื้นที่เมืองที่กำลังทำลายโครงสร้างภูมิทัศน์พื้นที่สีเขียวในย่านใจกลางเมืองออกไปสู่พื้นที่ชานเมือง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลการประเมินมาตรวัดทางภูมิทัศน์ของหย่อมพื้นที่สีเขียว

เขตพื้นที่เมือง (Urban zones)	จำนวน หย่อม	ค่าเฉลี่ยของมาตรวัดทางภูมิทัศน์ (Landscape metrics)						
		ขนาด (Size)		รูปร่าง (Shape)			แกน (Core)	
		PA	TE	SI	PAR	FD	CA	CI
1.เขตเมืองชั้นใน (Inner zone)	25	0.013	0.0005	1.48	0.100	1.044	0.38	3.86
2.เขตเมืองชั้นกลาง (Middle zone)	230	0.044	0.0011	1.59	0.091	1.052	2.44	6.15
3.เขตเมืองชั้นนอก (Outer zone)	421	0.081	0.018	1.66	0.090	1.056	4.70	6.67

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดทางภูมิทัศน์ต่อสภาพแวดล้อมเชิงความร้อน

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดทางภูมิทัศน์ของหย่อมพื้นที่สีเขียวซึ่งประกอบไปด้วย 7 มาตรวัดกับอุณหภูมิพื้นผิวของเมืองปี พ.ศ. 2564 ซึ่งจะแบ่งอุณหภูมิออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิ (Standard Deviation) ซึ่งเป็นค่าอุณหภูมิเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิภายในแต่ละ patch ทั้งนี้จะใช้วิธีการ Pearson's correlation เพื่อการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (ตารางที่ 4) จากตารางความสัมพันธ์ พบว่า ภาพรวมความสัมพันธ์ระดับพื้นที่ศึกษา (All zone), มาตรวัดภูมิทัศน์ทุกดัชนีมีสหสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิพื้นผิวที่แตกต่างกัน โดยมาตรวัดภูมิทัศน์ที่มีค่าความสัมพันธ์มากที่สุดกับอุณหภูมิพื้นผิวส่วนใหญ่ คือ ดัชนีอัตราส่วนเส้นรอบต่อพื้นที่ (PAR) นอกจากนี้ดัชนีแกน (CA) ดัชนีรอยแตกหรือรอยร้าว (FD) และดัชนีรูปร่าง (SI) ยังมีความสัมพันธ์ที่รองลงมาตามลำดับกับอุณหภูมิเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่ของหย่อมพื้นที่ที่เชื่อมกับอุณหภูมิพื้นผิว

LST (Celsius)		มาตรวัดทางภูมิทัศน์ (Landscape metrics)						
		ขนาด (Size)		รูปร่าง (Shape)			แก่น (Core)	
		PA	TE	SI	PAR	FD	CA	CI
(a) All Zone	Mean	-.176**	-.191**	-.294**	.323**	-.321**	-.167**	-.409**
	Sd	.436**	.468**	.703**	-.734**	.776**	.418**	.765**
(b) Inner Zone	Mean	-.648**	-.668**	-.651**	.585**	-.613**	-.608**	-.629**
	Sd	.612**	.725**	.919**	-.868**	.959**	.488*	.528**
(c) Middle Zone	Mean	-.153*	-.191**	-.356**	.344**	-.366**	-.139*	-.467**
	Sd	.328**	.396**	.694**	-.734**	.756**	.302**	.768**
(d) Outer Zone	Mean	-.179**	-.190**	-.273**	.319**	-.303**	-.172**	-.394**
	Sd	.475**	.499**	.707**	-.734**	.782**	.460**	.771**

หมายเหตุ: ** p<0.01 , *p<0.05

การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ พบว่า ทุกสมการจะมีความสัมพันธ์ระหว่างมาตรวัดภูมิทัศน์และอุณหภูมิพื้นผิวอย่างมีนัยยะสำคัญ (Sig. < 0.01) ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่แตกต่างกันไป และเกือบทุกสมการจะมีระดับค่า R² อยู่ในระดับกลางถึงต่ำ พิจารณาในภาพรวมของทั้งพื้นที่ศึกษา พบว่า สมการอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสมการส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุณหภูมิจะเป็นสมการที่มีค่า R² ในระดับปานกลางเท่ากับ 0.174 และ 0.742 โดยสมการอุณหภูมิเฉลี่ยจะมีความสัมพันธ์กับดัชนีแก่น (CI) มากที่สุด และสมการอุณหภูมิส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนเส้นรอบต่อพื้นที่ (PAR) ขนาดรอยแตกหรือรอยร้าว (FD) และ ดัชนีแก่น (CI) ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิพื้นผิวกับมาตรวัดทางภูมิทัศน์มีความสัมพันธ์กัน หากมีการขยายตัวของชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมากขึ้นจะทำขนาดพื้นที่สีเขียวลดลงขณะเดียวกันจะส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวพื้นของเมืองสูงขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis)

Equals		R ²	Sig.
(a) All Zone	LSTmean =36.985+4.646PA-2.210TE+0.167SI-0.481PAR-3.174FD+2.837CA-0.028CI	0.174**	<0.01
(b) Inner Zone	LSTsd =-1.245-2.327PA-5.624TE+0.051SI-1.867PAR+1.443FD+1.363CA+0.007CI	0.742**	<0.01
(c) Middle Zone	LSTmean =28.208-13.111PA+0.659TE-1.608SI+0.953PAR+7.584FD-0.112CA-0.031CI	0.235**	<0.01
(d) Outer Zone	LSTsd =-2.494-9.641PA+0.041TE-0.176SI-1.287PAR+2.863FD-0.006CA+0.009CI	0.714**	<0.01
(a) All Zone	LSTmean =35.910+3.587PA-0.005TE+0.074SI+0.352PAR-2.278FD+4.950CA-0.027CI	0.161**	<0.01
(d) Outer Zone	LSTsd =-0.919+8.311PA-0.017TE+0.115SI-2.036PAR+1.068FD+0.003CA+0.007CI	0.764**	<0.01

หมายเหตุ: ** p<0.05

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า บริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิพื้นผิว ทำให้มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นชุมชนหนาแน่น ได้แก่ เขตเมืองชั้นในพื้นที่ที่อยู่อาศัยหนาแน่น และพื้นที่ใกล้แนวเส้นทางคมนาคมขนส่งสายหลัก แสดงให้เห็นว่าหย่อมพื้นที่สีเขียวในบริเวณดังกล่าวมีลักษณะโครงสร้างทางภูมิทัศน์ที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการให้ความเย็นแก่พื้นที่ย่านใจกลางเมือง เนื่องจากพื้นที่หย่อมสีเขียวถูกทำลายจากกระบวนการกลายเป็นเมือง อีกทั้งรูปร่าง ผลรวมเส้นขอบ และขนาดรอยแตกหรือรอยร้าวของหย่อมพื้นที่สีเขียวจากการพัฒนาเมือง เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำลายโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวของเมือง ในขณะที่บริเวณเขตชานเมืองยังคงหลงเหลือพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่จำนวนมาก โดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สวน และพื้นที่ป่า ซึ่งเป็นบริเวณที่มีพื้นที่แก่นขนาดใหญ่ ส่งผลต่ออัตราการลดลงของอุณหภูมิที่สูงกว่าพื้นที่ใจกลางเมืองถือได้ว่าเป็นพื้นที่เกาะความเย็นบริเวณชานเมือง

ผลการศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงใหม่พบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิพื้นผิว ทำให้มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นชุมชนหนาแน่น ได้แก่ เขตเมืองชั้นในพื้นที่ที่อยู่อาศัยหนาแน่น แสดงให้เห็นว่าหย่อมพื้นที่สีเขียวในบริเวณดังกล่าวมีลักษณะโครงสร้างทางภูมิทัศน์ที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการให้ความเย็นแก่พื้นที่ย่านใจกลางเมือง เนื่องจากพื้นที่หย่อมสีเขียวถูกทำลายจากกระบวนการกลายเป็นเมืองทั้งนี้อาจเป็นเพราะจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ผืนเมืองที่วางไว้ไม่สามารถรองรับได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่องทำให้พื้นที่สีเขียวถูกทำลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชมพูนุท คงพูนพิน และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวและผลกระทบของอุณหภูมิพื้นผิวในเขตเมืองเชียงใหม่ พบว่าบริเวณเขตศูนย์กลางเมือง เชียงใหม่เป็นบริเวณที่พบว่ามีจำนวนหย่อมพื้นที่สีเขียวที่มีทั้งจำนวน ปริมาณการคลุม และโครงสร้างภูมิทัศน์ของพื้นที่สีเขียวที่มีอยู่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการทำความเย็นให้แก่พื้นที่ย่านใจกลางเมืองโดยเฉพาะดัชนีภูมิทัศน์ด้านแก่น (Core) ของพื้นที่หย่อมสีเขียวปัจจุบันที่มีโครงสร้างทั้งขนาดและจำนวนแก่นถูกทำลายจากกระบวนการกลายเป็นเมือง และยังทำให้ ค้นพบอีกว่าการมีขนาดพื้นที่หย่อมสีเขียว (Patch size) ที่มีขนาดพื้นที่รวมมากอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการบรรเทาผลกระทบของปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง รูปร่าง (Shape) ของหย่อมสีเขียวทั้งจากความยาวของเส้นรอบรูปพื้นที่ การมีขนาดรอยแตกหรือรอยร้าวของหย่อมพื้นที่สีเขียวจากการพัฒนาเมืองเป็น องค์ประกอบหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการทำลายโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

ดังนั้น มาตรการควบคุมเชิงพื้นที่จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีการส่งเสริมเพื่อลดอุณหภูมิ จึงต้องมีการควบคุมการขยายตัวของเมืองในแนวราบ เพื่อป้องกันการขยายตัวของเมืองอย่างไร้ทิศทางที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหนาแน่นของเมือง และสนับสนุนการขยายตัวในแนวตั้งเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรองรับการเจริญเติบโต นอกจากนี้การแบ่งเขตการจัดการพื้นที่ (Zoning) การกำหนดสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสมให้สอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่ เงื่อนไข และข้อกำหนดด้านผังเมืองก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการควบคุมการพัฒนาเมืองและการพัฒนาพื้นที่ ซึ่งสามารถนำมาใช้ควบคุมพื้นที่ย่านที่มีการใช้ที่ดินซับซ้อนได้ เช่น พื้นที่ที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ ย่านที่มีลักษณะพิเศษ การแบ่งเขตการจัดการพื้นที่ที่มีอยู่ภายใต้การดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยมีการบังคับใช้ระเบียบและข้อกำหนดต่าง เช่น ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อนุญาตให้กระทำได้ ระดับความเข้มข้นหรือความหนาแน่นของการพัฒนา ความสูงของอาคาร และการกำหนดรายละเอียดโครงสร้างอาคารของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งนี้ต้องมีความเชื่อมโยงและ

สอดคล้องกับข้อกำหนดจากเทศบัญญัติและข้อกำหนดด้านผังเมืองรวม รวมทั้งการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เมืองและการกำหนดพื้นที่สีเขียวเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมที่ดีของพื้นที่เมือง โดยประเภทของพื้นที่สีเขียวในเมืองมีทั้งหมด 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่สีเขียวธรรมชาติ พื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ พื้นที่สีเขียวเฉพาะ พื้นที่สีเขียวบริเวณริมทางสัญจร และพื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชน แต่เนื่องจากพื้นที่เมืองเชิงรายมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่พื้นที่สีเขียว โดยเฉพาะพื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจชุมชน ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรมของเมืองลดขนาดลงอย่างรวดเร็วจากการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง รวมถึงขนาดของพื้นที่สีเขียวธรรมชาติมีจำกัด และไม่สามารถเพิ่มขนาดพื้นที่ได้มากนัก ดังนั้นมาตรการเชิงนโยบายในการจัดการพื้นที่สีเขียวจึงควรพัฒนาพื้นที่สีเขียวในรูปแบบพื้นที่สีเขียวแนวตั้ง ซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองที่กำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังเหมาะกับพื้นที่ที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก ตึกแถว อาคารชุด ที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่เมืองเชิงราย พื้นที่สีเขียวดังกล่าวยังช่วยลดอุณหภูมิพื้นผิวของเมือง สร้างความสวยงามให้แก่สถานที่และภูมิทัศน์ที่ดีของเมืองได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามความสำเร็จในวางแผนพัฒนาเมืองเพื่อลดผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงต้องประสานการทำงานและความร่วมมือจากสถาปนิก และนักผังเมืองบนพื้นฐานความเข้าใจเดียวกัน ซึ่งส่งผลต่อการปรับตัว (Adaptation) เพื่อบรรเทา (Mitigation) ความรุนแรงที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะพื้นที่เมืองเพื่อประโยชน์ที่จะได้รับในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมการปกครอง. (2561). *ส่วนบริหารและพัฒนาเทคโนโลยีการทะเบียนสำนัก บริหารการทะเบียน เรื่อง สถิติจำนวนประชากรและบ้าน*. สืบค้นจาก <https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMONTH/statmonth/#/mainpage>
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2561). *ศูนย์ภูมิอากาศและกองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา เรื่อง สถิติอุณหภูมิสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทยระหว่างพ.ศ. 2494 – 2565*. สืบค้นจาก <https://www.tmd.go.th/climate/tempxmaxstatlatest>
- ชมพูนุท คงพูนพิน, มานัส ศรีวณิช และภาวิณี เข้มมตระกูล. (2560). *การประเมินศักยภาพพื้นที่สีเขียวเพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืนในจังหวัดนครนายก. การประชุมวิชาการ ทรัพยากรธรรมชาติและสารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 2 (NatGen 2nd)*, วันที่ 15 ธันวาคม 2560 (น. 101-104). พิษณุโลก: ภาควิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มานัส ศรีวณิช. (2565). *การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศการวิเคราะห์ในเมืองการวางแผนสิ่งแวดล้อมและพื้นที่สีเขียว*. [เอกสารประกอบการสอน]. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Chena A, Yaoc XA, Suna R, & Chena L. (2012). *Effect of urban green patterns on surface urban cool islands and its seasonal variations*. *Urban Forestry & Urban Greening, Environmental Science*, 11(2), 646-654. Retrieved from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-urban-green-patterns-on-surface-urban-cool-Chena-Yaoc/69b6cf05113ea32cb1388f4235e8e810cecaea18>
- McGarigal K, Cushman S, & Ene E. (2012). *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts. Retrieved from: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>