



การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 และพิจารณาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิแบบ IDW และ Kriging กรณีศึกษา: จังหวัดเชียงใหม่

Analysis of surface temperature from Landsat-8 satellite data and consideration of interpolation with temperature using IDW and Kriging methods in Chiang Mai.

เจษรินทร์ ใจดี

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

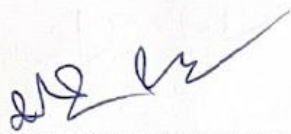
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์

ตุลาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และหัวหน้าภาควิชา
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง “การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 และพิจารณาการ
ประมาณค่าเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิแบบ IDW และ Kriging กรณีศึกษา: จังหวัดเชียงใหม่” (Analysis of surface
temperature from Landsat-8 satellite data and consideration of interpolation with temperature
using IDW and Kriging methods in Chiang Mai.) ของ เจษรินทร์ ใจดี เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร



(อาจารย์ประสิทธิ์ เมฆอรุณ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(อาจารย์ธัญญาลักษณ์ จันทรสมบัติ)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร. รังสรรค์ เกตุอืด)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากบุคคลหลายท่านให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือให้การให้ข้อมูลเก็บรวบรวมข้อมูล ให้คำปรึกษาข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ตลอดจนกำลังใจ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประสิทธิ์ เมฆอรุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลาอันมีค่า พร้อมให้คำปรึกษาแนะนำ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทั้งยังตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และติดตามผลการศึกษายู่เสมอตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหิต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำดำเนินงานอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้กับผู้วิจัย เพื่อให้สามารถนำเอาความรู้ที่เรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป และได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมจนสามารถให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์อุตุนิยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสถิติอุณหภูมิจังหวัดเชียงราย, ข้อมูลสถิติอุณหภูมิจังหวัดแม่ฮ่องสอน, ข้อมูลสถิติอุณหภูมิจังหวัดเชียงใหม่, ข้อมูลสถิติอุณหภูมิจังหวัดลำพูน, ข้อมูลสถิติอุณหภูมิจังหวัดลำปาง และข้อมูลสถิติอุณหภูมิจังหวัดตาก อันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ให้การช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในสิ่งที่ยังไม่รู้ รวมทั้งกำลังใจจากมวลมิตร ที่คอยเอาใจช่วยจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์และคุณค่าจากงานวิจัยนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ที่มีส่วนให้ชีวิตและอบรมสั่งสอนผู้วิจัยให้เป็นคนดี มีคุณธรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เจชรินทร์ ใจดี

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 และ พิจารณาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิแบบ IDW และ Kriging กรณีศึกษา: จังหวัดเชียงใหม่
ผู้วิจัย	เจษรินทร์ ใจดี
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ประสิทธิ์ เมฆอรุณ
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์วท.บ. สาขาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566
คำสำคัญ	อุณหภูมิพื้นผิว, เกาะความร้อนของเมือง, การประมาณค่าเชิงพื้นที่

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว โดยการประยุกต์ใช้การรับรู้จากระยะไกลและซอฟต์แวร์ที่สเปซเปิด Google Earth Engine ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 เพื่อนำเสนอการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวในจังหวัดเชียงใหม่ และเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลจาก 2 ช่วงเวลา คือ ปีพ.ศ. 2557 และปีพ.ศ. 2564 จากนั้นตรวจสอบความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง 2 วิธี ว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แสดงในรูปแบบของร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิพื้นผิว พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเวลา 8 ปี มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1.01 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูร้อน และช่วงฤดูหนาว มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.92 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงฤดูฝน มีอุณหภูมิลดลงโดยเฉลี่ย 0.59 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 ช่วงฤดูร้อน แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูฝน แบบวิธี IDW มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูหนาว แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และในช่วงปีพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูร้อน แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูฝน แบบวิธี IDW มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูหนาว แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่จากข้อมูลอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยาจากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 พบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 3 ฤดูกาล

Title ANALYSIS OF SURFACE TEMPERATURE FROM LANDSAT-8 SATELLITE DATA AND CONSIDERATION OF INTERPOLATION WITH TEMPERATURE USING IDW AND KRIGING METHODS IN CHIANG MAI.

Author Jetsarin Jaidee

Advisor Prasit Mekarun

Academic Paper Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2023

Keywords land surface temperature, Urban Heat Island, Interpolation

ABSTRACT

This study aims to investigate and analyze surface temperatures using remote sensing data and Google Earth Engine open-source software. It presents the estimation of surface temperatures in Chiang Mai province and compares them with temperatures obtained from spatial interpolation methods, specifically Inverse Distance Weighting (IDW) and Kriging, for two different years: 2014 and 2021. Subsequently, the accuracy of the temperature models is examined to determine which method is the most efficient and has the least error, expressed as percentages.

The analysis of the changes in surface temperatures revealed that, on average, temperatures increased by 1.01 degrees Celsius during the hot season and 0.92 degrees Celsius during the cold season over an 8-year period. However, during the rainy season, temperatures decreased by an average of 0.59 degrees Celsius. When comparing the relationship with temperatures obtained from spatial interpolation using IDW and Kriging during the 2014 season, Kriging showed the least error during the hot season, IDW had the least error during the rainy season, and Kriging had the least error during the cold season.

In the 2021 season, Kriging exhibited the least error during the hot season, IDW had the least error during the rainy season, and Kriging had the least error during the cold season when comparing the accuracy of spatial interpolation methods with temperature data from ground-based meteorological stations. Therefore, Kriging was found to be the most effective method for all three seasons in terms of accuracy.

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ..... 1
	1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1
	1.2 วัตถุประสงค์..... 2
	1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
	1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 3
	1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ..... 4
	1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6
	2.1 ข้อมูลดาวเทียม Landsat-8..... 6
	2.2 การสำรวจระยะไกล..... 7
	2.3 การประมาณค่าเชิงพื้นที่..... 10
	2.4 ลักษณะของการเกิดเกาะความร้อน..... 13
	2.5 เกณฑ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา..... 15
	2.6 อุณหภูมิพื้นผิวดิน..... 15
	2.7 ดัชนีพืชพรรณ..... 16
	2.8 ซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine..... 17
	2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 18
3	วิธีดำเนินงานวิจัย..... 20
	3.1 วิธีการศึกษา..... 20
	3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล..... 21
	3.3 เครื่องมือ อุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย..... 21
	3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	41
4.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์หัดเปิด Google Earth Engine ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	41
4.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์หัดเปิด Google Earth Engine เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	44
4.3 การตรวจสอบความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	53
5 บทสรุป.....	61
5.1 อภิปรายผลการศึกษา.....	61
5.2 สรุปผลการศึกษา.....	62
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	63
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	63
บรรณานุกรม.....	65
ประวัติผู้วิจัย.....	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ระบบช่วงคลื่นการถ่ายภาพดาวเทียม Landsat-8.....	7
3.1 ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	21
3.2 ข้อมูลการบันทึกช่วงคลื่น ดาวเทียม Landsat-8.....	28
4.1 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ตาม ฤดูกาลจังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงปีพ.ศ. 2557.....	42
4.2 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ตาม ฤดูกาลจังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงปีพ.ศ. 2564.....	43
4.3 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine เปรียบเทียบ ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557.....	44
4.4 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine เปรียบเทียบ ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2564.....	45
4.5 เปรียบเทียบความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557.....	53
4.6 เปรียบเทียบความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2564.....	54
4.7 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	55
4.8 อุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณเขต พื้นที่เมือง ช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	56
4.9 ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณ เขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	56
4.10 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	57
4.11 อุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณเขต พื้นที่เมือง ช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.12	ความแม่นยำถูกต้องของอนุภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	58
4.13	แสดงอนุภูมิพื้นผิวบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงฤดูหนาวปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	59
4.14	อนุภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูหนาวปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	60
4.15	ความแม่นยำถูกต้องของอนุภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูหนาว ปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564.....	60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญญภาพ

ภาพ	หน้า	
1.1	แผนที่จังหวัดเชียงใหม่.....	3
1.2	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
2.1	ดาวเทียม Landsat-8.....	6
2.2	องค์ประกอบของการรับรู้จากระยะไกล.....	8
2.3	องค์ประกอบของการรับรู้จากระยะไกล.....	8
2.4	ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	9
2.5	การเปรียบเทียบการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยกระบวนการต่าง ๆ.....	10
2.6	แนวคิดการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ IDW.....	11
2.7	แนวคิดการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ Kriging.....	12
2.8	การประมาณค่าด้วยเซมิวาริโอแกรม (Semi-variogram)	13
2.9	แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่.....	14
2.10	ตัวอย่างแพลตฟอร์ม Google Earth Engine.....	18
3.1	การนำเข้าข้อมูลแผนที่อีเล็กทรอนิกส์ (Shapefile) สำหรับกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	22
3.2	ขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (Shapefile)	22
3.3	รายละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ที่แสดงใน Image Collection.....	24
3.4	ผลลัพธ์การกรองข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ในขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่.....	24
3.5	ผลลัพธ์ภาพแผนที่แสดงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI).....	25
3.6	ผลลัพธ์ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ในแบนด์ที่ 10 (Thermal Infrared Band).....	26
3.7	ผลลัพธ์แสดงค่าต่ำสุดและสูงสุดของดัชนีพืชพรรณในแถบ console.....	26
3.8	ผลลัพธ์ภาพแผนที่แสดงค่าสัดส่วนพืชพรรณ (Fractional Vegetation: FV).....	27
3.9	ผลลัพธ์ภาพแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity: EM).....	28
3.10	ผลลัพธ์อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปด Google Earth Engine จังหวัดเชียงใหม่.....	29
3.11	การส่งออกผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวลง Google Drive Account ในแถบ Tasks.....	29
3.12	แสดงขั้นตอนการกำหนดค่าช่วงอุณหภูมิพื้นผิว.....	30
3.13	ผลลัพธ์แสดงอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564	30
3.14	ตารางข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ปีพ.ศ. 2557.....	31

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
3.15 ขั้นตอนการนำเข้าขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (Shapefile).....	31
3.16 ขั้นตอนการทำแผนที่ขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (Shapefile) แบบโปร่งใส.....	32
3.17 ขั้นตอนการนำข้อมูล จากไฟล์ Excel เปิดในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS..	32
3.18 ขั้นตอนการสร้างข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งสถานที่เป้าหมาย โดยใช้ไฟล์ Excel บันทึกพิกัด.....	33
3.19 ผลลัพธ์ข้อมูลจุด (Point) จากไฟล์ Excel ที่บันทึกจากพิกัดทางภูมิศาสตร์.....	33
3.20 ขั้นตอนค้นหาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW.....	34
3.21 การกำหนดข้อมูลการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ IDW.....	34
3.22 การกำหนด Environments เพื่อตัดขอบข้อมูล.....	35
3.23 การประมาณค่าเชิงพื้นที่ วิธี IDW.....	35
3.24 ขั้นตอนค้นหาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging.....	36
3.25 การกำหนดข้อมูลการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ Kriging.....	36
3.26 การกำหนด Environments เพื่อตัดขอบข้อมูล.....	37
3.27 การประมาณค่าเชิงพื้นที่ วิธี Kriging.....	37
3.28 แสดงภาพอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูร้อน.....	38
3.29 แสดงภาพอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ฤดูฝน.....	38
3.30 แสดงภาพอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ฤดูหนาว.....	38
3.31 การเพิ่ม Field ใน Attribute Table.....	39
3.32 การคำนวณข้อมูลอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจาก field calculator.....	40
3.33 ผลการคำนวณค่าข้อมูลอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงของวิธี IDW และ Kriging.....	40
4.1 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2557.....	42
4.2 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2564.....	43
4.3 แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปี พ.ศ. 2557.....	47

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4.4	แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปี พ.ศ. 2557.....	48
4.5	แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปี พ.ศ. 2557.....	49
4.6	แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปี พ.ศ. 2564.....	50
4.7	แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปี พ.ศ. 2564.....	51
4.8	แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปี พ.ศ. 2564.....	52
4.9	แสดงภาพอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 และการมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงฤดูร้อน.....	55
4.10	แสดงภาพอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 และการมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงฤดูฝน.....	57
4.11	แสดงภาพอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 และการมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงหนาว.....	59

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

สภาพภูมิอากาศในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก หรือภาวะโลกร้อน แม้ว่าอุณหภูมิจะสูงขึ้นไม่กี่ปีกว่า แต่ก็ทำให้ภัยพิบัติต่าง ๆ มีความรุนแรงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภัยแล้ง, ไฟป่า, อุทกภัยและวาตภัย ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา จนมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากเกษตรกรรมสู่ชุมชนเมืองอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง การเพิ่มขึ้นของชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของพื้นที่เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนองค์ประกอบของบรรยากาศโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เห็นได้ชัดเจน คือการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดสภาพอากาศรุนแรงจนถึงสภาพอากาศรุนแรงสุดขีด

อุณหภูมิพื้นผิว (land surface temperature: LST) คือความร้อนที่พื้นผิวของโลกจะรู้สึกได้เมื่อสัมผัสในสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง จากมุมมองของดาวเทียม ซึ่งเป็นสิ่งที่มองเห็นเมื่อมองผ่านชั้นบรรยากาศมายังพื้นดิน อาจเป็นหิมะและน้ำแข็ง หยาดบนสนามหญ้า หลังคาอาคาร หรือใบไม้บนยอดไม้ ยังมีงานวิจัยที่นำอุณหภูมิพื้นผิวพร้อมกับช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนมาใช้ศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองที่อุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่เมืองถูกความร้อนที่แผ่ออกมาในตอนกลางวันและถูกสะสมไว้ เมื่อถึงเวลากลางคืนความร้อนที่ถูกสะสมไว้แผ่ออกมาทำให้พื้นที่ภายในเมือง มีอุณหภูมิที่ร้อนกว่าบริเวณเขตชานเมือง ด้วยวิธีการคำนวณอุณหภูมิพื้นผิวที่แตกต่างกัน (บุญยงช รุธิโรโก, 2557)

ในจังหวัดเชียงใหม่มีสภาพอากาศค่อนข้างเย็นเกือบตลอดทั้งปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 26.2 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.5 องศาเซลเซียสอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.3 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา) จากการศึกษาการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองเชียงใหม่ และการวิเคราะห์ปัจจัยในการเกิดเกาะความร้อนในเมืองเชียงใหม่ จากค่าความเข้มของเกาะความร้อนของเมือง (Urban Heat Island Intensity: UHI) ซึ่งค่า UHI ของอุณหภูมิเฉลี่ยในจังหวัดเชียงใหม่เท่ากับ 2.8 องศาเซลเซียส และ UHI ของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในจังหวัดเชียงใหม่เท่ากับ 3.23 องศาเซลเซียส (จารุวรรณ ทองมีแสง, 2554) ปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองในจังหวัดเชียงใหม่เกิดจากการใช้รถยนต์ ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองเชียงใหม่ คือสภาพการจราจรที่หนาแน่น ความหนาแน่นของประชากร การใช้พลังงาน ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ ยังมีความเกี่ยวเนื่องกันและส่งผลร่วมกันอีกด้วย อย่างไรก็ตามการทำความเข้าใจปรากฏการณ์เกาะ ความร้อนของเมืองที่สัมพันธ์กับการขยายตัวของเมืองเชียงใหม่ที่ในระยะหลังมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วนั้น ยังต้องมีการศึกษาในอีกหลายมิติ

โดยเฉพาะมิติเชิงพื้นที่และเวลาที่สามารถนำข้อมูลดาวเทียมที่มีช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนมาวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวเพื่อเป็นปัจจัยในการเทียบเคียงกับอุณหภูมิของอากาศต่อไป

สำหรับการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้มุ่งศึกษาและวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว โดยการประยุกต์ใช้การรับรู้จากระยะไกลและซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 จังหวัดเชียงใหม่ ตามฤดูกาลจาก 2 ช่วงเวลา คือ ปีพ.ศ. 2557 และปีพ.ศ. 2564 นำเสนอการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว และเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging จากนั้นตรวจสอบความแม่นยำถูกต้องของข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากวิธีทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 2 วิธี ว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แสดงในรูปแบบของร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวโดยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 จังหวัดเชียงใหม่ ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564
- 2) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine และข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่
- 3) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ระหว่างข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากวิธีการแบบ IDW และวิธีการแบบ Kriging

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทำให้ทราบถึงอุณหภูมิพื้นผิวของจังหวัดเชียงใหม่ ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564
- 2) ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่วิเคราะห์ได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine และข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่
- 3) ทำให้ทราบถึงระดับความถูกต้องแม่นยำของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ระหว่างข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากวิธีการแบบ IDW และวิธีการแบบ Kriging

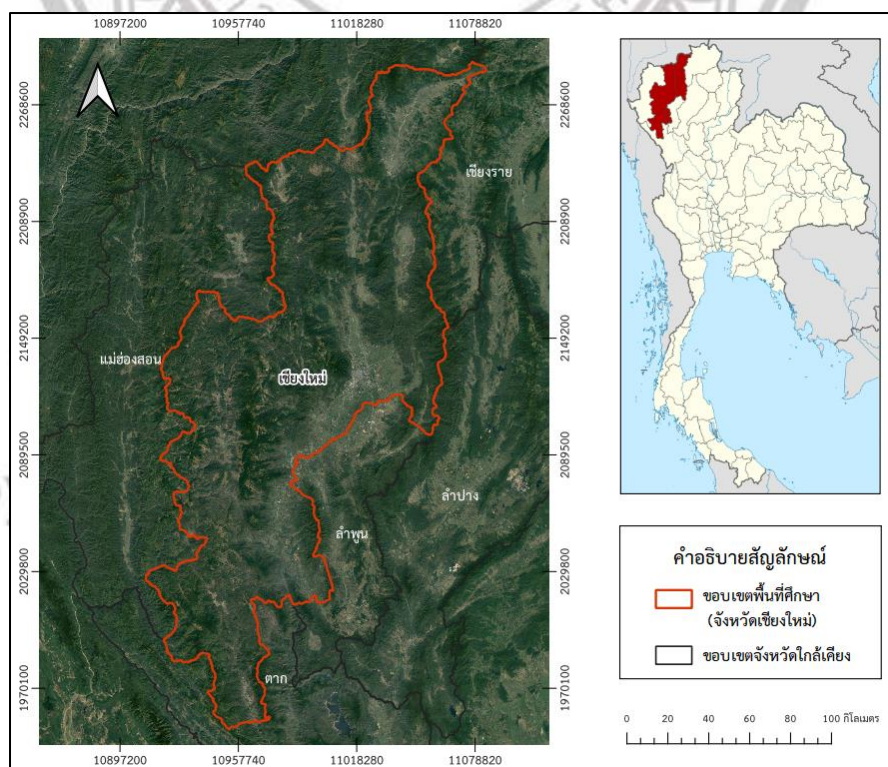
1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2564 โดยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ด้วยวิธีการ IDW และ วิธีการ Kriging จากนั้นตรวจสอบและเปรียบเทียบความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 2 วิธี ว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ร่วมกับการใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง อาทิ QGIS และ ArcGIS เป็นต้น

1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกศึกษาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ดังภาพที่ 1.1 โดยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 22,311.074 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 13,944,421.25 ไร่ แบ่งการปกครองออกเป็น 25 อำเภอ โดยมีอำเภอเมืองเชียงใหม่เป็นศูนย์กลางของจังหวัด ซึ่งเป็นศูนย์กลางการคมนาคม การปกครอง การศึกษา การแพทย์ การท่องเที่ยว และวัฒนธรรมของจังหวัดเชียงใหม่ นับเป็นอำเภอที่มีความเจริญมากที่สุดของจังหวัดและของภาคเหนือ มีสภาพอากาศค่อนข้างเย็นเกือบตลอดทั้งปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 26.2 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.5 องศาเซลเซียสอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.3 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 1.1 แผนที่จังหวัดเชียงใหม่

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

อุณหภูมิพื้นผิว หมายถึง การสะสมรังสีคลื่นยาวที่มีการแผ่เข้ามา และความเข้มของปริมาณรังสีคลื่นยาว การสะท้อนกลับของคลื่นอินฟราเรด การไหลเวียนของความร้อนแฝง และการไหลเวียนของพื้นความร้อน เพราะฉะนั้นอุณหภูมิพื้นผิวจึงเป็นตัวชี้วัดที่ดีของสมดุลพลังงานบนพื้นผิวโลก ทั้งนี้สมดุลของการแผ่รังสีขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการส่งผ่านความร้อนของน้ำ ใอน้ำ เมฆ และองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น (Jones, 1994)

เกาะความร้อนของเมือง หมายถึง การที่อุณหภูมิอากาศในเขตชุมชนเมืองสูง กว่าพื้นที่โดยรอบที่เป็นเขตเกษตรกรรมและพื้นที่ปกคลุมด้วยป่าไม้ ประมาณ 2-5 องศาเซลเซียส หรือกล่าวสรุปว่า คือปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิในเขตเมืองสูงกว่าอุณหภูมิในเขตชนบท (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, ม.ป.ป.)

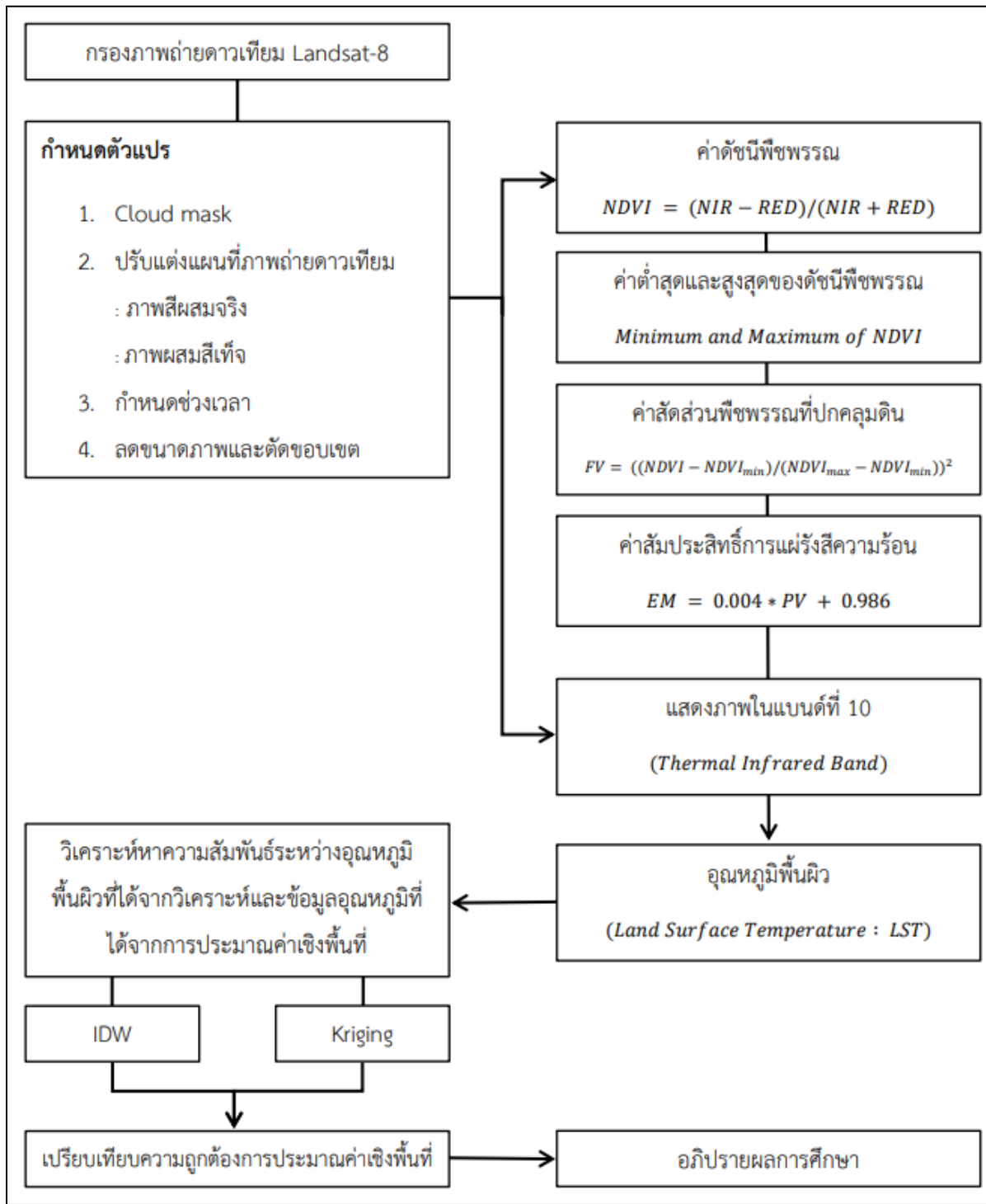
Landsat-8 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับการพัฒนาโดยความร่วมมือ ระหว่างองค์การ NASA และ USGS (U.S. Geological Survey) มีการโคจรซ้ำตำแหน่งเดิมทุก ๆ 16 วัน ความกว้างของแนวถ่ายภาพ 185 กิโลเมตร ประกอบด้วยระบบบันทึกภาพ 2 ชนิด คือ Operation land Image (OLI) และ The Thermal Infrared Sensor (TIRS) จำนวน 11 ช่วงคลื่น ให้รายละเอียดจุดภาพช่วงคลื่น visible, NIR, SWIR 30 เมตร ช่วงคลื่น thermal 100 เมตร และ panchromatic 15 เมตร

Google Earth Engine เป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open-source software) และคลาวด์คอมพิวติง (Cloud computing platform) ให้บริการโดยกูเกิล (Google Inc.) ตั้งแต่ พ.ศ. 2553 เป็นต้นมา ให้บริการเพื่อการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทางภูมิสารสนเทศ (Geospatial data) เช่น ชุดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ชุดข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวและชุดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละพื้นที่ เป็นต้น ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (<https://earthengine.google.com>) โดยไร้ข้อจำกัดเรื่องความสามารถของอุปกรณ์และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจากปริมาณของข้อมูลทางภูมิสารสนเทศที่มีขนาดใหญ่ ถือเป็นเครื่องมือประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างมากสำหรับการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล โดยไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดข้อมูล (Neetu & S. Ray, 2019) หากใช้เพื่อการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้อง สามารถใช้บริการได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ถือเป็นทางเลือกการละเมิดลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (อังกาบ พุทธชรรณกาญจน์, 2552) และลดข้อจำกัดในการเข้าถึงซอฟต์แวร์ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทางภูมิสารสนเทศที่อาจมีราคาสูง (กัญชกะ โลภวิบูล, 2563)

การประมาณค่าช่วง เป็นการประมาณค่าตัวเลขบริเวณที่ไม่มีข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความต่อเนื่องในพื้นที่ที่ต้องการ โดยการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยเทคโนโลยี (Geographic Information System: GIS) (รัตนาทองย้อย, 2563)

1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 และพิจารณาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิแบบ IDW และ Kriging กรณีศึกษา จังหวัดเชียงใหม่ กรอบแนวคิดในการศึกษา ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 และพิจารณาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิแบบ IDW และ Kriging กรณีศึกษา จังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยทำการรวบรวมหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดของประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ดังนี้

- 2.1 ข้อมูลดาวเทียม Landsat-8
- 2.2 การสำรวจระยะไกล
- 2.3 การประมาณค่าเชิงพื้นที่
- 2.4 ลักษณะของการเกิดเกาะความร้อน
- 2.5 เกณฑ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา
- 2.6 อุณหภูมิพื้นผิวดิน
- 2.7 ดัชนีพืชพรรณ
- 2.8 ซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลดาวเทียม Landsat-8

ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับการพัฒนาโดยความร่วมมือ ระหว่างองค์การ NASA และ USGS (U.S. Geological Survey) ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2556 โคจรซ้ำตำแหน่งเดิมทุก ๆ 16 วัน ความกว้างของแนวถ่ายภาพ 185 กิโลเมตร ประกอบด้วยระบบบันทึกภาพ 2 ชนิด คือ Operation land Image (OLI) และ Thermal Infrared Sensor (TIRS) จำนวน 11 ช่วงคลื่น ให้รายละเอียดจุดภาพช่วงคลื่น Visible, NIR, SWIR 30 เมตร Panchromatic 15 เมตร และช่วงคลื่น Thermal 100 เมตร



ภาพที่ 2.1 ดาวเทียม Landsat-8

ตารางที่ 2.1 ระบบช่วงคลื่นการถ่ายภาพดาวเทียม Landsat-8

Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) และ Thermal Infrared Sensor (TIRS)

แบนด์	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	รายละเอียดภาพ Resolution (เมตร)
1	0.43 - 0.45 (Coastal Aerosol)	30
2	0.45 - 0.51 (Blue)	30
3	0.53 - 0.59 (Green)	30
4	0.53 - 0.59 (Green)	30
5	0.85 - 0.88 (Near Infrared NIR)	30
6	1.57 - 1.65 (SWIR 1)	30
7	2.11 - 2.29 (SWIR 2)	30
8	0.50 - 0.68 (Panchromatic)	15
9	1.36 - 1.38 (Cirrus)	30
10	10.60 - 11.19 (Thermal Infrared - TIRS 1)	100
11	11.50 - 12.51 (Thermal Infrared - TIRS 2)	100

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

2.2 การสำรวจระยะไกล

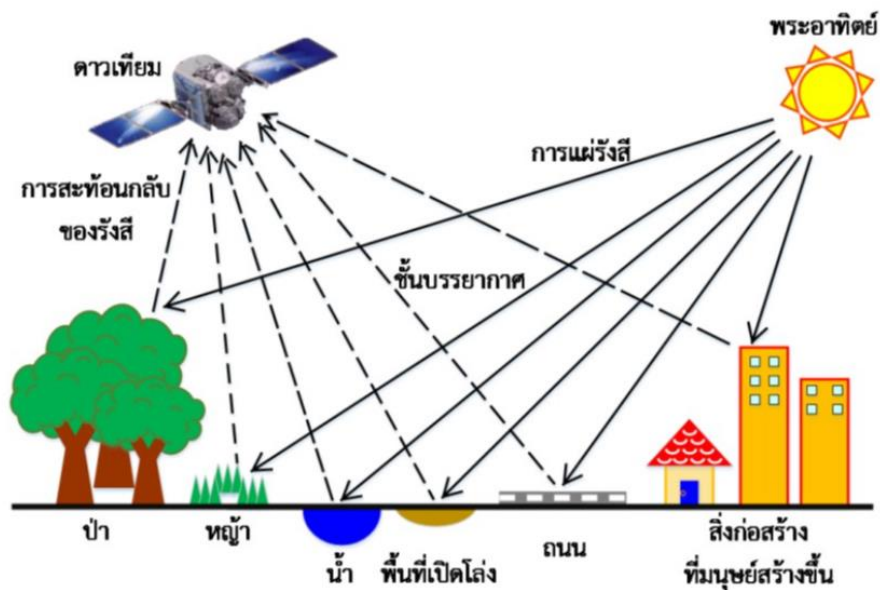
2.2.1 ความหมายของการรับรู้จากระยะไกล

การรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing) ตามศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถานในปี พ.ศ. 2544 ได้ใช้คำว่า “การรับรู้จากระยะไกล” หมายถึงการบันทึกหรือการได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่เป้าหมาย ด้วยอุปกรณ์บันทึกข้อมูล (Sensor) โดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุนั้น ๆ โดยอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัญญาณ (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) ของสิ่งต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก

2.2.2 องค์ประกอบและกระบวนการของการรับรู้จากระยะไกล

องค์ประกอบที่สำคัญของการรับรู้จากระยะไกล (ภาพที่ 2.2) ได้แก่ 1) แหล่งกำเนิดพลังงาน เช่น ดวงอาทิตย์ 2) วัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก เช่น ป่าไม้ น้ำ ถนนลาดยาง และสิ่งปลูกสร้าง เป็นต้น และ 3) เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลที่ถูกติดตั้งไว้บนดาวเทียม

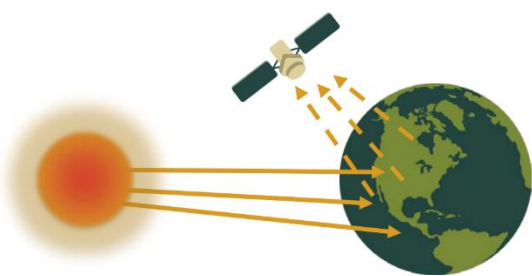
ทั้งนี้การรับรู้จากระยะไกลที่ใช้พลังงานจากธรรมชาติเรียกว่า “Passive remote sensing” (ภาพที่ 2.3) ซึ่งในระบบนี้จะอาศัยพลังงานจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่มาตกกระทบกับวัตถุแล้วสะท้อนกลับไปยังเครื่องบินที่เก็บข้อมูลซึ่งส่วนใหญ่ก็จะอยู่บนดาวเทียม



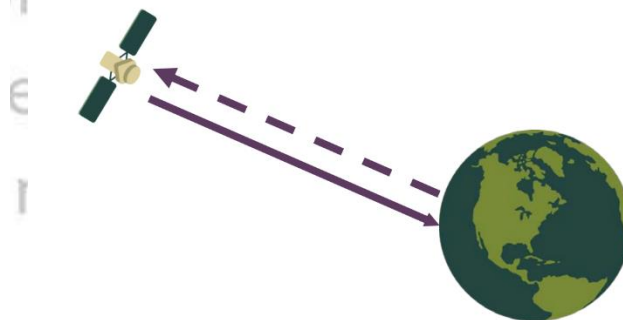
ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบของการรับรู้จากระยะไกล

นอกจากนี้ยังมีพลังงานอีกส่วนหนึ่งเป็นการเปล่งรังสีของวัตถุเอง ตามหลักทางฟิสิกส์ที่ว่าที่อุณหภูมิสูงกว่า 0 เคลวิน (K) (-273 องศาเซลเซียส) สสารสามารถเปล่งรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนเครื่องบินที่เก็บข้อมูลที่มีแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้นและส่งไปยังวัตถุเป้าหมาย เช่น ระบบเรดาร์เรียกว่า “Active remote sensing” ในระบบนี้ดาวเทียมหรือเครื่องบินที่ภาพจะต้องส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปกระทบกับวัตถุแล้ววัตถุคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนกลับมา ทั้งนี้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic spectrum) นั้น สามารถแบ่งตามความยาวคลื่นที่เรียกว่าช่วงคลื่น (Band) ได้ตั้งแต่ช่วงคลื่นสั้นจนถึงช่วงคลื่นยาวดังภาพที่ 2.4

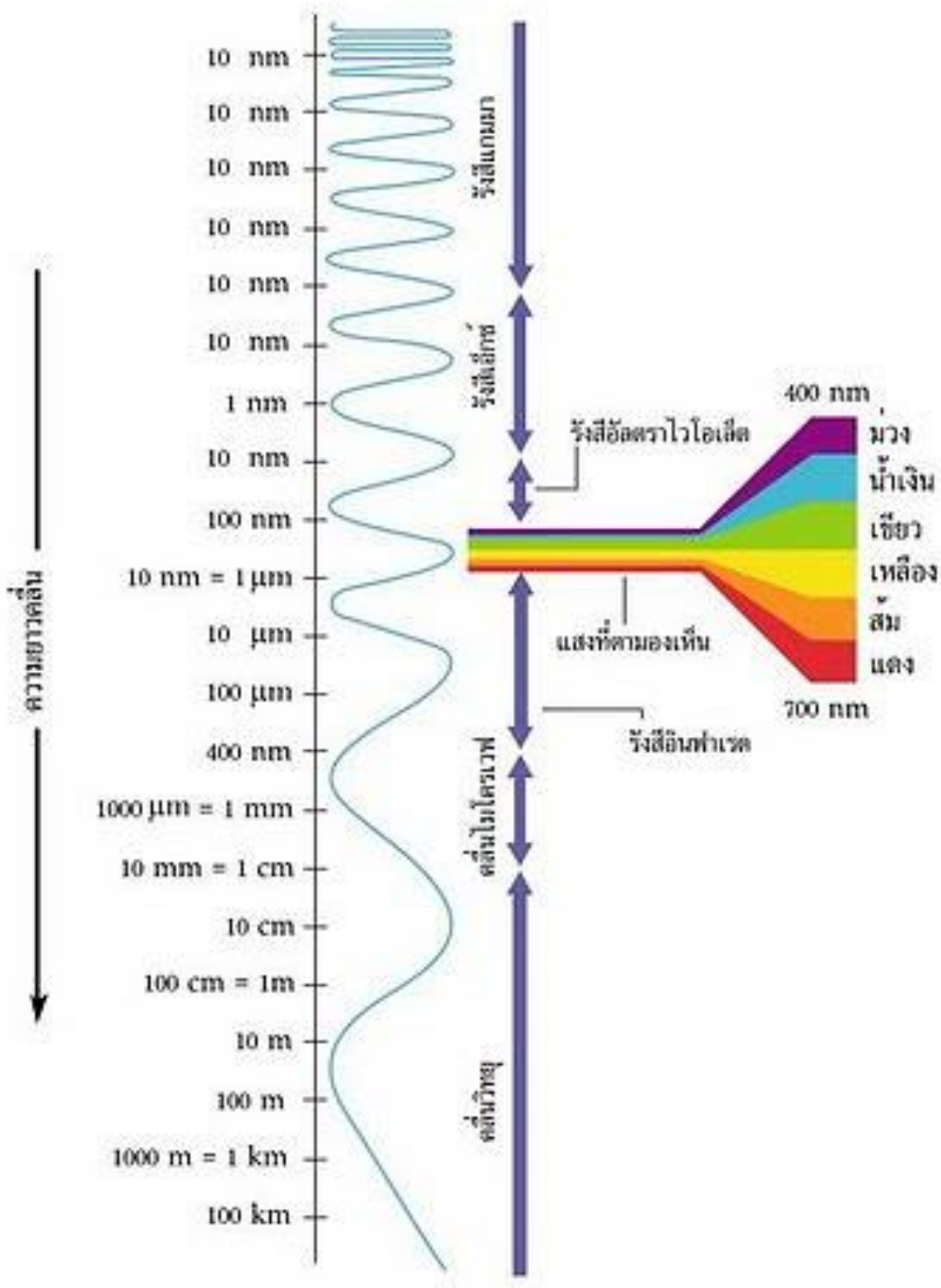
Passive Sensors



Active Sensors



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของการรับรู้จากระยะไกล

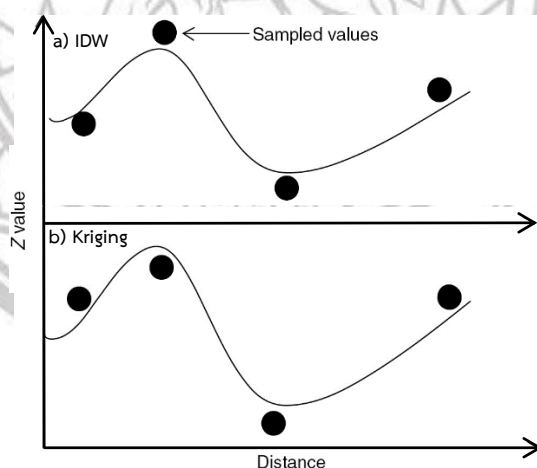


ภาพที่ 2.4 ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.3 การประมาณค่าเชิงพื้นที่

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (2552); ESRI (2009, 2012) ได้อธิบายการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ไว้ว่า เป็นวิธีการทำนายค่าของพื้นที่ในตำแหน่งที่ข้อมูลมีไม่เพียงพอหรือข้อมูลที่สูญหายไป โดยใช้ค่าข้อมูลที่อยู่ข้างเคียงสมมุติฐานทั่วไปในการคำนวณ คือข้อมูลแต่ละข้อมูลมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่กันหรือข้อมูลที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกันจะมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าบริเวณที่อยู่ไกลออกไป ความถูกต้องของการประมาณค่าขึ้นอยู่กับจำนวนและการกระจายตัวของเซลล์ที่ทราบค่ารวมทั้งสมการหรือฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ เทคนิควิธีที่ใช้ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Interpolation) มีหลากหลายวิธีการแต่ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเพียง 2 วิธีซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการประมาณค่าข้อมูลอุตุนิยมนวิทยา คือ

- วิธีการ Inverse distance weight (IDW) ค่าที่ได้จะไม่เกินกว่าค่าตั้งต้นในการประมาณ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการประมาณปรากฏการณ์ที่มีการกระจายตัวของค่าข้อมูลขึ้นกับระยะทาง
- วิธีการคริกกิง (Kriging) เป็นวิธีประมาณค่าที่ใช้หลักการทางด้านสถิติ พื้นผิวที่ได้จากการประมาณค่าอาจมีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าจริง แต่จะให้ค่าที่เหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 2.5 การเปรียบเทียบการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยกระบวนการต่าง ๆ

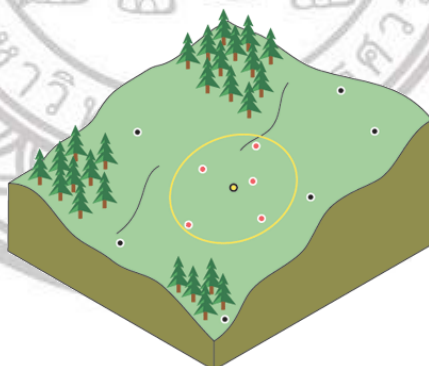
2.3.1 การประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ Inverse distance weight (IDW)

Philip and Watson (1982); Walson and Philip (1985) ได้อธิบายการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ Inverse distance weight (IDW) ไว้ว่าเป็นการประมาณค่าโดยทำการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่สามารถส่งผลกระทบต่อเซลล์ที่ต้องการประมาณค่า ซึ่งจะมีผลน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไปจากเซลล์ที่ต้องการประมาณ ดังนั้นจุดที่อยู่ใกล้กับเซลล์ที่ต้องการประมาณค่าจะมีค่าน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไป ซึ่งเราสามารถเจาะจงจำนวนจุดหรืออาจใช้จุดทุกจุดที่อยู่ในรัศมีที่กำหนดมาประมาณค่าให้กับเซลล์ที่ต้องการรู้ค่าได้ แสดงดังภาพที่ 2.6 วิธีการ IDW เหมาะกับตัวแปรที่อ้างอิงกับระยะทางในการคำนวณทุก ๆ จุด

ตัวอย่างมีอิทธิพลกับระยะทางหรือกรณีที่ตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแผนที่ที่มีค่าปรับตามระยะทางจากจุดตัวอย่าง ตัวแปรที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ โดยกระบวนการ IDW คือ ตัวยกกำลังของสมการ (Power) ซึ่งยิ่งตัวยกกำลังของสมการมีค่ามากจะให้ความสำคัญกับจุดที่อยู่ใกล้มากกว่าจุดที่อยู่ไกลออกไป มีผลทำให้พื้นที่ที่คำนวณได้ไม่เรียบ ในทางตรงกันข้ามยิ่งตัวยกกำลังของสมการมีค่าน้อยจะให้ความสำคัญกับจุดที่อยู่ไกลออกไปด้วย มีผลทำให้พื้นที่ที่คำนวณได้เรียบ การประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ Inverse distance weight IDW นั้น ถูกอธิบายในรูปแบบของสมการที่ 1

$$Z_j = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{z_i}{d_{ij}} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_{ij}} \right)} \quad (1)$$

โดย Z_j คือ จุดที่ต้องการประมาณค่า
 z_i คือ จุดที่ทราบค่า
 d_{ij} คือ ระยะทางจากจุดที่ทราบค่า
 n คือ เลขยกกำลังของสมการ (มักจะเป็น 1, 2, 3)



ภาพที่ 2.6 แนวคิดการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ IDW (ESRI, 2009)

2.3.2 การประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการคริกกิง (Kriging)

McBratncy and Webster (1986); Oliver (1990); Royle et al. (1981) ได้อธิบายการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการคริกกิง (Kriging) ไว้ว่าเป็นการประมาณค่าด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weight average technique) จากจุดข้อมูลที่อยู่รอบตำแหน่งที่ต้องการทำนายค่าและใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณเพื่ออ้างเหตุผล วิธีคริกกิงอาศัยการวัดระยะห่างของจุดข้อมูลทุกคู่ (Pairs of sample point) ดังภาพที่ 2.7 เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันเชิงพื้นที่ (Spatial autocorrelation) โดยใช้แบบจำลองเซมิวาริโอแกรม

(Semi-variogram) วิธีคริกกิงเป็นวิธีที่ให้ค่าการประมาณที่ค่อนข้างแม่นยำ ผลการประมาณที่ดีที่สุดจะมีค่าตรงกับข้อมูลตั้งต้น การประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ คริกกิง (Kriging) นั้นถูกอธิบายในรูปแบบของสมการที่ 2

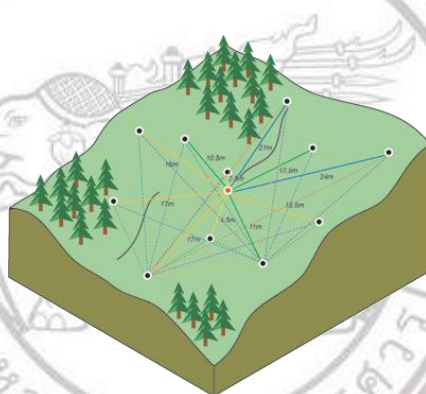
$$Z_0 = \sum_{i=1}^S z_x w_x \quad (2)$$

โดย Z_0 คือ จุดที่ต้องการประมาณค่า

z_x คือ จุดที่ทราบค่า

w_x คือ น้ำหนักที่มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่ต้องการประมาณค่ากับจุดที่ทราบค่าแล้ว

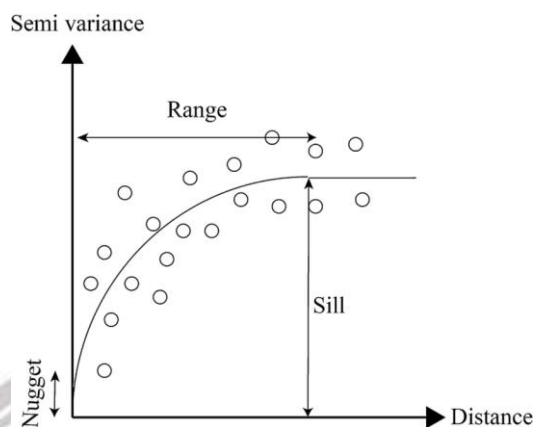
S คือ จำนวนจุดที่ทราบค่าที่จะใช้ในการประมาณค่า



ภาพที่ 2.7 แนวคิดการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ Kriging (ESRI, 2009)

การประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการคริกกิง ใช้หลักการการประมาณค่าสิ่งที่อยู่ใกล้กันจะมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าสิ่งที่อยู่ห่างออกไป เมื่อคู่ระยะห่างของข้อมูลถูกแสดงในเซมิวาริโอแกรมดังนั้นจึงพบว่าจุดข้อมูลที่อยู่ใกล้กับ (ระยะห่างตามแกน X น้อย) ค่าความแปรปรวนที่แสดงในกราฟเซมิวาริโอแกรม (แกน Y) จะมีค่าน้อย โดยทั่วไปการวิเคราะห์กราฟเซมิวาริโอแกรมจะพิจารณาองค์ประกอบรวม ดังภาพที่ 2.8 โดยที่

- Sill คือ ค่าเซมิวาริโอแกรมสูงสุดที่ไม่เปลี่ยนแปลงอีกแม้ระยะทางเพิ่มขึ้น แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ณ ตำแหน่งนี้เป็นต้นไป ค่าความแปรปรวนของความแตกต่างทุกค่าไม่แปรผันตามระยะทางระหว่างจุดข้อมูล
- Nugget คือ ค่าเซมิวาริโอแกรมที่ระยะทาง 0 เป็นค่าที่แสดงความคลาดเคลื่อนอิสระ (Independent error) ของชุดข้อมูล
- Range คือ ระยะทางตามแนวแกน X จากตำแหน่งที่มีค่าเซมิวาริโอแกรมต่ำสุด กระทั่งมีค่าสูงสุด (ตำแหน่ง Sill) ดังนั้นช่วงระยะ Range จะแสดงให้เห็นทราบว่าช่วงระยะห่างเท่าใดของจุดข้อมูลที่มีค่าความแตกต่างของจุดข้อมูลขึ้นกับระยะทาง



ภาพที่ 2.8 การประมาณค่าด้วยเซมิวาริโอแกรม (Semi-variogram)

2.4 ลักษณะของการเกิดเกาะความร้อน

ลักษณะของการเกิดเกาะความร้อนเมือง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังต่อไปนี้ 1) การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองบนพื้นผิวของสิ่งปกคลุม (Surface; UHI) และ 2) การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในบรรยากาศ (Atmospheric: UHI)

2.4.1 การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองบนพื้นผิวของสิ่งปกคลุม (Surface: UHI)

ในวันที่มีอุณหภูมิสูงเนื่องมาจากสถานะอากาศที่ร้อนจัด แสงจากดวงอาทิตย์สามารถให้ความร้อนกับพื้นผิวชนิดต่าง ๆ ในเขตเมือง เช่น ผิวอาคาร พื้นผิวของหลังคา และพื้นถนน ซึ่งสะสมความร้อนได้มาก ทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าบรรยากาศโดยรอบได้ถึง 27-50 องศาเซลเซียส ในขณะที่เวลาที่พื้นที่ในร่มเงาหรือพื้นผิวที่มีความชื้น ซึ่งเป็นพื้นผิวที่ซึ่งอยู่ในชนบทเป็นส่วนใหญ่ส่งผลให้ยังคงมีอุณหภูมิลดลงเคียงกับบรรยากาศ การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban Heat Island) ที่พื้นผิวสามารถเกิดขึ้นทั้งในเวลากลางวันและเวลากลางคืน แต่มีแนวโน้มที่จะเกิดมากในช่วงกลางวัน เมื่อแสงอาทิตย์ส่องลงมายังพื้นผิวความแตกต่างของอุณหภูมิโดยเฉลี่ยในช่วงกลางวันพื้นผิวระหว่างเขตพื้นที่เมืองที่มีการพัฒนาและพื้นที่ชนบทอาจสูงถึง 10-15 องศาเซลเซียส และช่วงกลางคืน ความแตกต่างจะมีค่า ประมาณ 5-10 องศาเซลเซียส

ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง (Urban Heat Island) ที่พื้นผิวมากหรือน้อยจะเปลี่ยนไปตามฤดูกาล อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ได้แก่ ความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์สิ่งปกคลุมดิน และสภาพอากาศ ซึ่งส่งผลทำให้ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่พื้นผิวเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากในฤดูร้อนท้องฟ้าโปร่งเปิดโล่ง จึงส่งผลให้รังสีจากดวงอาทิตย์สามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงกระทบพื้นผิวได้มากกว่าฤดูอื่น ๆ ทั้งยังไม่มีกระแสลมช่วยพัดพาความร้อนออกจากเขตเมืองไปสู่เขตชนบท ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเขตเมืองและเขต ชนบทเพิ่มสูงขึ้นในฤดูร้อน

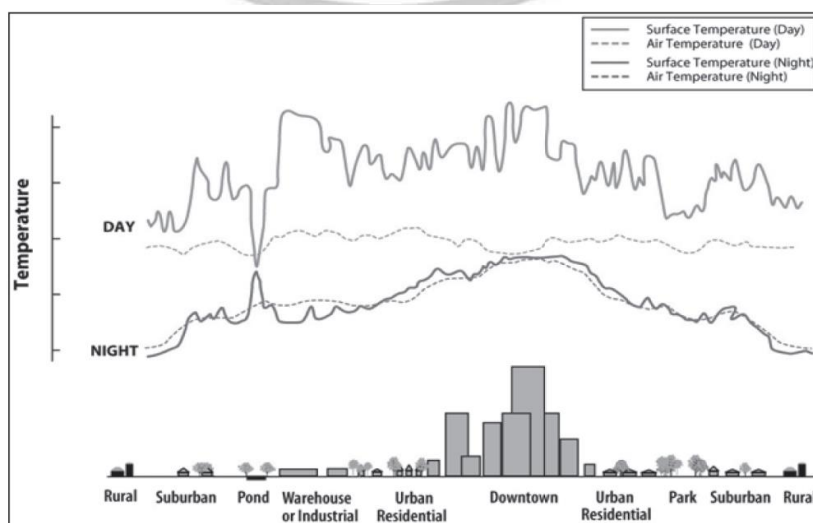
2.4.2 การเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในบรรยากาศ (Atmospheric; UHI)

เขตพื้นที่เมืองจะมีอากาศในชั้นบรรยากาศที่ร้อนกว่าเมื่อเทียบกับพื้นที่ชนบทโดยรอบ ซึ่งเกิดขึ้นจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมืองในบรรยากาศการเกิดปรากฏการณ์ลักษณะนี้สามารถแบ่งลักษณะการเกิดกับชั้นบรรยากาศออกเป็นสองประเภทที่แตกต่างกันได้แก่

1) ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นของบรรยากาศที่ต่ำกว่าเรือนยอดต้นไม้ เกิดกับชั้นบรรยากาศที่ติดกับพื้นผิวเป็นชั้นบรรยากาศที่ผู้คนอาศัยอยู่ ปรากฏการณ์นี้นับจากพื้นดินขึ้นไปจนถึงเรือนยอดต้นไม้หรือหลังคาบ้าน และ

2) ปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นของบรรยากาศที่สูงกว่าเรือนยอดต้นไม้ ไปขึ้นไปเริ่มนับจากยอดต้นไม้หรือหลังคาบ้านและขยายขึ้นไปถึงยังจุดที่เขตเมืองไม่ส่งผลต่อชั้นบรรยากาศ โดยทั่วไปชั้นนี้จะมีความสูงขึ้นไปในบรรยากาศได้ถึง 1.5 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก ปรากฏการณ์เกาะความร้อนในบรรยากาศจะส่งผลค่อนข้างน้อยในช่วงสายตลอดถึงทั้งวันและจะส่งผลมากขึ้นมากเมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าไป เนื่องจากการปลดปล่อยความร้อนอย่างช้า ๆ จากโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ในเมือง ช่วงเวลาที่อุณหภูมิขึ้นสูงสุดจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพื้นผิวเมืองและชนบทโดยรอบ ฤดูกาลและสภาพอากาศ

อุณหภูมิของพื้นผิวส่งผลโดยอ้อมแต่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุณหภูมิของอากาศในชั้นที่ติดกับพื้นผิว อย่างเช่น ในสวนสาธารณะหรือในพื้นที่เพาะปลูก จะมีอุณหภูมิพื้นผิวที่เย็นกว่าจึงทำให้อากาศเย็นกว่า ในทางตรงข้ามในพื้นที่ที่เต็มไปด้วยอาคารในเมืองส่งผลให้มีอุณหภูมิในอากาศที่ร้อนกว่า เนื่องจากอากาศที่ผสมปนเปกันในชั้นบรรยากาศ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของพื้นผิว และอากาศจะไม่คงที่ และอุณหภูมิของอากาศโดยทั่วไปจะต่ำกว่าอุณหภูมิของพื้นผิวทั่วทุกพื้นที่ตามภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่

2.5 เกณฑ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา

เกณฑ์อากาศร้อน ใช้อุณหภูมิสูงสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูร้อน

- 1) อากาศร้อน (Hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 35.0 – 39.9 องศาเซลเซียส
- 2) อากาศร้อนจัด (Very Hot) อุณหภูมิตั้งแต่ 40.0 องศาเซลเซียสขึ้นไป

เกณฑ์อากาศหนาว ใช้อุณหภูมิต่ำสุดประจำวันและใช้เฉพาะในฤดูหนาว

- 1) อากาศเย็น (Cool) อุณหภูมิตั้งแต่ 16.0 – 22.9 องศาเซลเซียส
- 2) อากาศหนาว (Cold) อุณหภูมิตั้งแต่ 8.0 – 15.9 องศาเซลเซียส
- 3) อากาศหนาวจัด (Very Cold) อุณหภูมิตั้งแต่ 7.9 องศาเซลเซียสลงไป

2.6 อุณหภูมิพื้นผิวดิน

อุณหภูมิพื้นผิวดิน (land surface temperature: LST) คืออุณหภูมิการแผ่รังสีของพื้นดินซึ่งได้มาจากรังสีอินฟราเรดความร้อน อุณหภูมิพื้นผิวดิน เป็นตัวแปรสำคัญในระบบภูมิอากาศของโลก อธิบายกระบวนการต่าง ๆ เช่น การแลกเปลี่ยนพลังงานและน้ำระหว่างผิวดินและบรรยากาศ และมีอิทธิพลต่ออัตราและระยะเวลาในการเจริญเติบโตของพืชการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว

อุณหภูมิความส่องสว่าง (Conversion to TOA Radiance) ความยาวคลื่น และสัดส่วนระหว่างการดูดกลืนการสะท้อน และการปล่อยผ่าน โดยวัตถุที่มีการดูดกลืนได้ดีจะมีการแผ่รังสีที่ดีด้วย แสดงได้ดังสมการที่ 3

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (3)$$

โดย L_{λ} คือ ค่าการแผ่รังสี (Radiance) เชิงสเปกตรัม

M_L ค่า Radiance Multi Band มีค่าคงที่เท่ากับ 0.0003342

A_L คือ ค่า Radiance Add Band มีค่าคงที่เท่ากับ 0.1

Q_{cal} คือ Digital Number (DN) ค่าเชิงเลขของช่วงคลื่นที่ 10

อุณหภูมิบรรยากาศ (Brightness Temperature) เป็นอุณหภูมิในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน ซึ่งข้อมูลที่ตรวจวัดจากดาวเทียม Landsat-8 ที่จัดเก็บในรูปแบบของค่าเชิงเลข (Digital Number: DN) ต้องทำการแปลงจากค่าเชิงเลขเป็นค่าการแผ่รังสี (Radiance) เชิงสเปกตรัมของวัตถุ ดังสมการที่ 4

$$TB = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} - 273.15 \quad (4)$$

โดย L_{λ} คือ ค่าการแผ่รังสี(Radiance) เชิงสเปกตรัม

K_2 คือ ค่าคงที่ 774.89 ในแบนด์ 10 และ 480.89 ในแบนด์ 11 ของ Landsat-8

K_1 คือ ค่าคงที่ 1321.08 ในแบนด์ 10 และ 1201.14 ในแบนด์ 11 ของ Landsat-8

อุณหภูมิพื้นผิวดิน (Conversion from At-Satellite Temperature to Land Surface Temperature)
 โดยการนำค่าอุณหภูมิความสว่างชั้นบรรยากาศ แสดงได้ดังสมการที่ 5

$$T = TB/[1 + (\lambda * TB/C_2) * \ln(e)] \quad (5)$$

โดย TB คือ ข้อมูลอุณหภูมิบรรยากาศ

λ คือ ความยาวคลื่นของความส่องสว่างของ Landsat-8 TIRS Band 11 เท่ากับ 10.8

C_2 คือ ค่าคงที่ โดย $h*c/s = 1.4388 * 10^{-2} = 14,338 \mu\text{m k}$

h คือ ค่าคงที่ Planck เท่ากับ $6.626 * 10^{-34} \text{ J s}$

c คือ ค่าความเร็วของแสง เท่ากับ $2.998 * 10^8 \text{ m/s}$

s คือ ค่าคงที่ Boltzmann เท่ากับ $1.38 * 10^{-23} \text{ J/K}$

e คือ การแผ่รังสีผิวดิน

2.7 ดัชนีพืชพรรณ

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) การคำนวณโดยนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำ สัดส่วนซึ่งกันและกัน แล้วให้ผลลัพธ์ในการจำแนกบริเวณที่มีปริมาณพืชปกคลุมกับบริเวณที่ไม่ใช่พืชพรรณช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณได้แก่ ช่วงคลื่นตามมองเห็นสีแดง วัดค่าการสะท้อนจากส่วนที่มีการดูดกลืน พลังงานในใบพืช และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้มีคุณสมบัติในการแยกแยะพืชพรรณ

คำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) ค่าดัชนีเป็นการจำแนกสิ่งปกคลุมดินชนิดหนึ่งออกมาออกจากสิ่งปกคลุมอื่น ๆ โดยอาศัยการสะท้อนของรังสีของสิ่งปกคลุมดิน การใช้ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญของการศึกษาสภาพภูมิอากาศในเมือง ดังสมการที่ 6

$$NDVI = (NIR - RED)/(NIR + RED) \quad (6)$$

โดย $NDVI$ = ดัชนีพืชพรรณ

NIR = ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

RED = ช่วงคลื่นตามมองเห็นสีแดง

ลิขสิทธิ์ © มหาวิทยาลัยนเรศวร
 Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมดิน (Proportion of Vegetation Cover) สามารถคำนวณได้จากความสมบูรณ์ของพืชพรรณในแต่ละพิกเซล แสดงได้ดังสมการที่ 7

$$PV = \left((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}) \right)^2 \quad (7)$$

โดย $NDVI$ คือ ดัชนีความสมบูรณ์ของพืชพรรณ (Normalize Difference Vegetation)

$NDVI_{max}$ คือ $NDVI$ ของพืชพรรณหรือค่าสูงสุดของ $NDVI$

$NDVI_{min}$ คือ ค่าต่ำสุดของ $NDVI$

การแผ่รังสีของผิวดิน Land Surface Emissivity (LSE) แสดงได้ดังสมการที่ 8

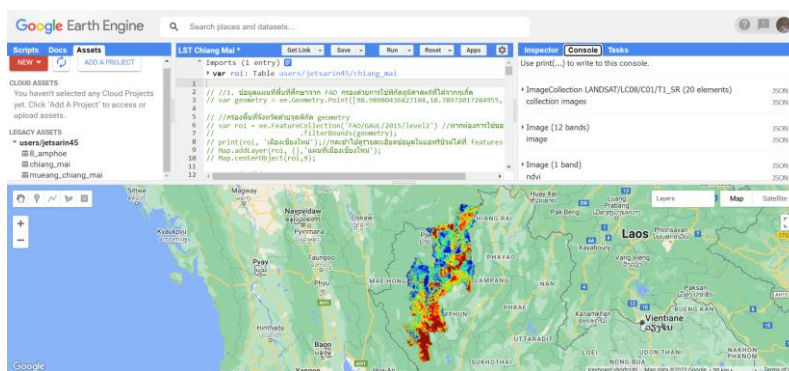
$$e = 0.004 * PV + 0.986 \quad (8)$$

โดย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแผ่รังสี คือ 0.004

ค่าการแผ่รังสีมาตรฐานสำหรับพืชพรรณ คือ 0.986

2.8 ซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine

Google Earth Engine ให้บริการโดย Google Inc. ตั้งแต่ พ.ศ. 2553 เป็นต้นมา เป็นซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Open-source software) ที่ให้บริการในลักษณะคลาวด์คอมพิวติง (Cloud computing) ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดซอฟต์แวร์และจัดเก็บข้อมูลโดยใช้ทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการ สามารถประมวลผลการประมวลผลข้อมูลภูมิสารสนเทศออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ earthengine.google.com (ภาพที่ 2.10) ถือเป็นโปรแกรมประยุกต์ซอฟต์แวร์ผ่านเว็บไซต์อินเทอร์เน็ต (Interactive development environment: IDE) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการ แพลตฟอร์มแบบโต้ตอบสำหรับการพัฒนาอัลกอริทึมในการทำงานด้านภูมิสารสนเทศในระดับพื้นที่ต่าง ๆ โดยไม่คิดค่าบริการ (ในปัจจุบัน) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลชุดข้อมูลทางภูมิสารสนเทศขนาดใหญ่ (Geospatial big data) ประกอบด้วยชุดข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสภาพอากาศ (Climate and Weather) ชุดข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (Imagery) และชุดข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์ (Geophysical) ฯลฯ ครอบคลุมพื้นที่ระดับโลก (Planetary scale) ซึ่งเป็นตัวกลางที่เชื่อมการทำงานเข้ากับระบบปฏิบัติการ (Application programming interface: API) ผ่านการใช้งานในภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming language) ในภาษา Python และ JavaScript



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างแพลตฟอร์ม Google Earth Engine

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ญาโณทัย แก้วทอง (2564) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิพื้นผิวต่อพื้นที่สีเขียวด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล บริเวณอำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิพื้นผิวต่อพื้นที่สีเขียวด้วยการรับรู้ระยะไกลอำเภอเมืองพิษณุโลก จากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 ในช่วงปีพ.ศ.2558- พ.ศ.2562 มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิพื้นผิวต่อพื้นที่สีเขียว ผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับพื้นที่สีเขียวในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบผกผัน โดยพบว่าในเขตตำบลที่มีขนาดเนื้อที่พื้นที่สีเขียวที่น้อยมักจะพบว่ามีอุณหภูมิพื้นผิวที่มากในช่วงเวลาดังกล่าว ผลการวิจัยที่ได้ในครั้งนี้สามารถนำไปช่วยในการบริหารจัดการพื้นที่เมืองอย่างเบื้องต้น ด้วยการพิจารณาวางแผนและออกแบบการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง เพื่อช่วยลดความร้อนของตัวเมืองได้

ธนกฤต พิษขุนทด (2563) ได้ทำการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซทเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวในจังหวัดมหาสารคาม เพื่อนำเสนอวิธีการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวในจังหวัดมหาสารคามด้วยข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซทจาก 2 ช่วงเวลา คือ ปีพ.ศ. 2550 และ ปีพ.ศ. 2558 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมร่วมกับวิธีการทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากดาวเทียมแลนด์แซทกับอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดิน ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจากดาวเทียมแลนด์แซทกับอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดอุณหภูมิภาคพื้นดินนั้นมีความสอดคล้องกัน ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากดาวเทียมแลนด์แซทนั้นมีความน่าเชื่อถือรวมถึงสามารถนำมาใช้ในประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วลดา เดชะพงค์ธนา (2560) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน หาค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 วันที่

17 พฤศจิกายน 2557 ซึ่งมีจำนวน 11 แบนด์ ประกอบด้วยระบบ OLI และ TIRS ได้ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว นำข้อมูลระบบ OLI แบนด์ที่ 1-7 มาจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ 4 ประเภท พบว่ามีพื้นที่นาข้าว 200,594.44 ไร่ พื้นที่แหล่งน้ำ 2,595.52 ไร่ พื้นที่ชุมชนเมือง 47,283.2 ไร่ และพื้นที่ไม้ยืนต้น 68,286.84 ไร่ จากการตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อมูล มีค่าความถูกต้องทั้งหมด 84 % และนำข้อมูลระบบ OLI แบนด์ที่ 4-5 พร้อมกับข้อมูลระบบ TIRS แบนด์ที่ 10-11 มาหาค่าดัชนีพืชพรรณ ค่า fractional vegetation cover (FVC) ค่า land surface emissivity (LSE) ค่าอุณหภูมิสัมบูรณ์ (TB) แล้วนำเข้าสู่หลักการคำนวณของ split-window พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ชุมชนเมืองมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 35.55 องศาเซลเซียส รองลงมาคือพื้นที่ไม้ยืนต้น พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่นาข้าว มีค่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ย 32.65, 32.46 และ 32.01 องศาเซลเซียสตามลำดับ

Bishal Roy and Ehsanul Bari. (2022). Examining the relationship between land surface temperature and landscape features using spectral indices with Google Earth Engine. ได้ทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับภูมิประเทศ โดยใช้ดัชนีสเปกตรัมด้วย Google Earth Engine ได้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงใน LST จาก -6°C ถึง $+4^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลากว่าสิบแปดปี พื้นที่ที่สร้างขึ้นและแห้งแล้งมี LST เพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อเทียบกับสิ่งปกคลุมดินอื่น ๆ ดินเปล่าและพื้นที่ที่สร้างขึ้นมี LST สูงกว่าที่แสดงโดย NDVI, NDWI และ NDBAI แสดงการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับ LST ในขณะที่ NDBI บ่งชี้ถึงแนวโน้มที่ลดลงแบบผสมผสานกับ LST และยังพบความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งระหว่าง LST และดัชนีอื่น ๆ ดัชนีสเปกตรัมส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา

Ronald C Estoque และคณะ (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่พื้นผิว (Land surface temperature: LST) และรูปแบบเชิงพื้นที่ของพื้นผิวสิ่งปกคลุมดินและพื้นที่สีเขียว ในหลายเมืองใหญ่ในอาเซียน เช่น กรุงเทพมหานคร (ประเทศไทย) จาการ์ตา (อินโดนีเซีย) และมะนิลา (ฟิลิปปินส์) งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า จากการตรวจวัดข้อมูลในหลายพื้นที่สิ่งปกคลุมดินพวก Built-up หรือพื้นผิวหนาที่ความร้อนซึมผ่านไม่ได้ จะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่า พื้นที่สีเขียว ถึง 3 องศาเซลเซียส ดังนั้นการมีพื้นที่สีเขียวจะช่วยแก้ปัญหา Urban heat island (UHI) หรือเกาะความร้อนเมืองได้ Urban heat island (UHI) หรือเกาะความร้อนเมือง ยังอยู่ในพื้นที่เมือง ป่าคอนกรีต ที่รายล้อมด้วยตึก อาคารสูง ความร้อนสะสมในพื้นที่ช่วงกลางวันก็จะยิ่งสูงมากขึ้น แต่ถ้าพื้นที่มีต้นไม้หรือพื้นที่สีเขียวมากขึ้น ก็จะสามารถลดความร้อนลดอุณหภูมิเหนือผิวดินได้เป็นอย่างมาก

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 และพิจารณาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิแบบ IDW และ Kriging กรณีศึกษา จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดในวิธีการดำเนินงานวิจัย โดยมีรายละเอียดแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

- 3.1 วิธีการศึกษา
- 3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
- 3.3 เครื่องมือ อุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิธีการศึกษา

การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 และพิจารณาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิแบบ IDW และ Kriging กรณีศึกษา จังหวัดเชียงใหม่ การกำหนดหัวข้อวิจัย จากนั้นจึงทำการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาวิธีการและข้อมูลที่เกี่ยวข้องและแนวทางที่เหมาะสมในการทำวิจัย เมื่อได้แนวทางวิธีการและกรอบแนวคิด ให้กำหนดขอบเขตพื้นที่การศึกษา จากนั้นเข้าสู่กระบวนการค้นหาข้อมูล การรวบรวมข้อมูลในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล โดยการประยุกต์ใช้ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปได้ดจากซอฟต์แวร์ที่สเปด Google Earth Engine เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวได้จากการวิเคราะห์และข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ และเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ระหว่างข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากวิธีการแบบ IDW และวิธีการแบบ Kriging เมื่อได้ผลการดำเนินงาน ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและผลลัพธ์ เขียนโครงร่างวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี และนำเสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี นำเสนอความคืบหน้างานวิจัย ประมวลผลสรุปงานวิจัยและอภิปรายผลและนำเสนอผลลัพธ์งานวิจัย จัดทำเล่มวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี และส่งวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีฉบับสมบูรณ์ ระยะเวลาถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566

3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูล	ที่มา	ช่วงปี พ.ศ.
1. ข้อมูลอุณหภูมิมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่	https://earthengine.google.com/	2557-2564
2. ข้อมูลอุณหภูมิกากาศ สถานีตรวจอากาศเชียงราย	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	2557-2564
3. ข้อมูลอุณหภูมิกากาศ สถานีตรวจอากาศแม่ฮ่องสอน	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	2557-2564
4. ข้อมูลอุณหภูมิกากาศ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	2557-2564
5. ข้อมูลอุณหภูมิกากาศ สถานีตรวจอากาศลำพูน	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	2557-2564
6. ข้อมูลอุณหภูมิกากาศ สถานีตรวจอากาศลำปาง	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	2557-2564
7. ข้อมูลอุณหภูมิกากาศ สถานีตรวจอากาศจังหวัดตาก	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	2557-2564

3.3 เครื่องมือ อุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1 เครื่องมือฮาร์ดแวร์

- 1) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ระบบปฏิบัติการ Window 11 ประกอบด้วย
 - Processor: AMD Ryzen 5 5500U with Radeon Graphics 2.10 GHz
 - Installed memory (RAM): 16.00 GB
 - Hard disk: 512 GB
 - Display: 15.6" IPS Full HD 144Hz.

3.3.2 เครื่องมือซอฟต์แวร์

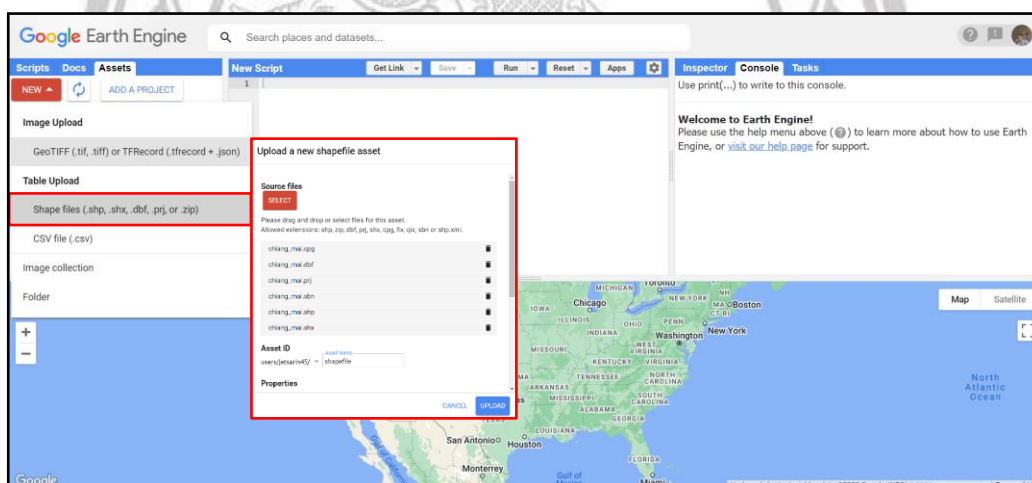
- 1) ซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลอุณหภูมิมิพื้นผิว
- 2) โปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ QGIS (version 3.32.3) และ ArcGIS (version 10.8) ใช้ในการนำเข้าและประมวลผลข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ และสร้างแผนที่แสดงผล
- 3) โปรแกรม Microsoft Office ใช้ในการทำงานเอกสารและการจัดการเกี่ยวกับข้อมูล
 - Microsoft Word
 - Microsoft Excel
- 4) แพลตฟอร์มออกแบบสำหรับสร้างสื่อการนำเสนอ Canva

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

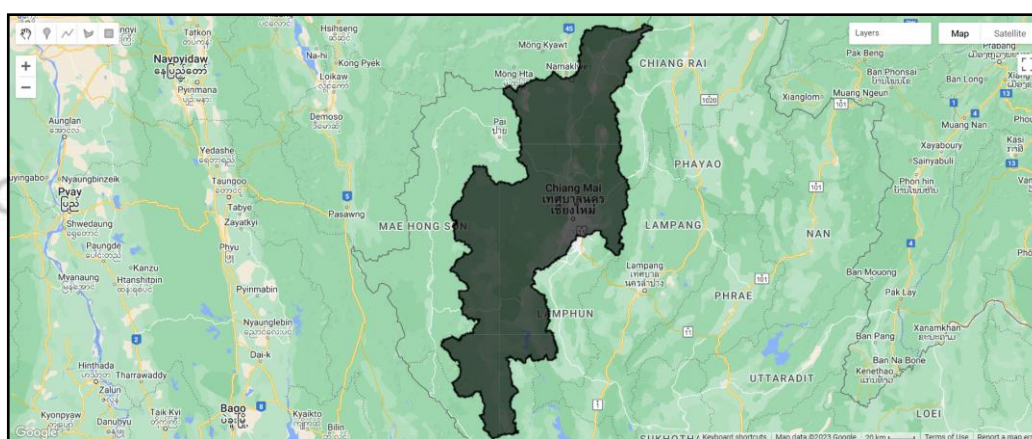
3.4.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล โดยการประยุกต์ใช้ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในรูปโค้ดจากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine

โดยโค้ดนี้สามารถวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาลของจังหวัดเชียงใหม่ ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

1) การนำเข้าข้อมูล Spatial Data แบบ Vector เช่น ในรูปแบบ Shapefile เพื่อใช้ในการประมวลผลและวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวบน Google Earth Engine Platform เลือกที่แถบ Assets ที่ด้านซ้ายบนของหน้าจอ จากนั้นเลือกที่ New ใช้ตัวเลือก Shape files จะแสดงหน้าต่าง Upload a new shapefile assets ให้คลิกปุ่ม Select แล้วไปที่ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล Shapefile เลือกทั้งหมด (.shx, .shp, .sbn, .prj, .dbf, .cpg) กำหนดชื่อ Assets Name จากนั้นคลิกปุ่ม Upload ที่ด้านล่างของหน้าต่างดังกล่าว (ภาพที่ 3.1 และภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.1 การนำเข้าข้อมูลแผนที่ที่อิเล็กทรอนิกส์ (Shapefile) สำหรับกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 3.2 ขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (Shapefile)

2) ทำการสร้างฟังก์ชันการทำ cloud mask ในการขจัดเมฆและเงาในภาพถ่ายดาวเทียม

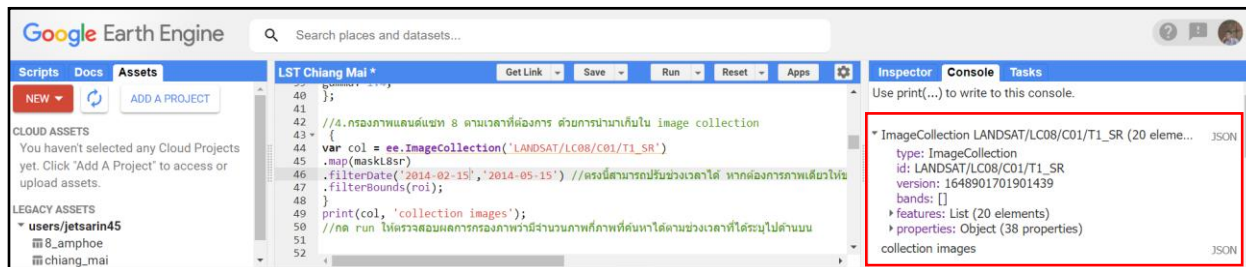
```
function maskL8sr(col) {
  // Bits ที่ 3 และ 5 แทนเงาของเมฆและเมฆตามลำดับ
  var cloudShadowBitMask = (1 << 3); // กำหนดตัวแปรเงาเมฆ
  var cloudsBitMask = (1 << 5); // กำหนดตัวแปรเมฆ
  // รับค่าจุดภาพที่อยู่ในแบนด์ควบคุมคุณภาพหรือ QA band
  var qa = col.select('pixel_qa');
  // ค่า flags ของทั้งเงาเมฆและเมฆที่พบใน pixel_qa ที่มีค่าเป็น 0 จะถูกกำหนดให้เป็น mask เพื่อระบุว่าเป็นพื้นที่ทั้งสอง
  // หากไม่ทำขั้นตอนนี้ การคำนวณ LST จะรวมพื้นที่ที่มีเมฆไปด้วย
  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudShadowBitMask).eq(0)
    .and(qa.bitwiseAnd(cloudsBitMask).eq(0));
  return col.updateMask(mask); // ทำการอัปเดต mask เข้าไปใน image collections ใ้ผ่านฟังก์ชันนี้
}
```

3) สร้างตัวแปรเพื่อปรับแต่งแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมจากภาพสีผสมจริงและภาพสีผสมเท็จ

```
var vizParams = {
  bands: ['B5', 'B6', 'B4'], // RGB: จะได้ภาพสีผสมเท็จ
  min: 0,
  max: 4000,
  gamma: [1, 0.9, 1.1]
};
var vizParams2 = {
  bands: ['B4', 'B3', 'B2'], // RGB: จะได้ภาพสีผสมจริง
  min: 0,
  max: 3000,
  gamma: 1.4,
};
```

4) กรองข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ตามเวลาที่ต้องการ และนำมาเก็บใน Image Collection (ภาพที่ 3.3)

```
{
  var col = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1_SR')
    .map(maskL8sr)
    .filterDate('2018-02-15', '2018-05-15') // ตรงนี้สามารถปรับช่วงเวลาได้ หากต้องการภาพเดี่ยวให้
  // ขยับวันให้ห่างกัน 16 วันตาม revisit time
    .filterBounds(roi);
}
print(col, 'collection images');
// กด run ให้ตรวจสอบผลการกรองภาพว่ามีจำนวนภาพกี่ภาพที่ค้นหาได้ตามช่วงเวลาที่ได้ระบุไปด้านบน
```



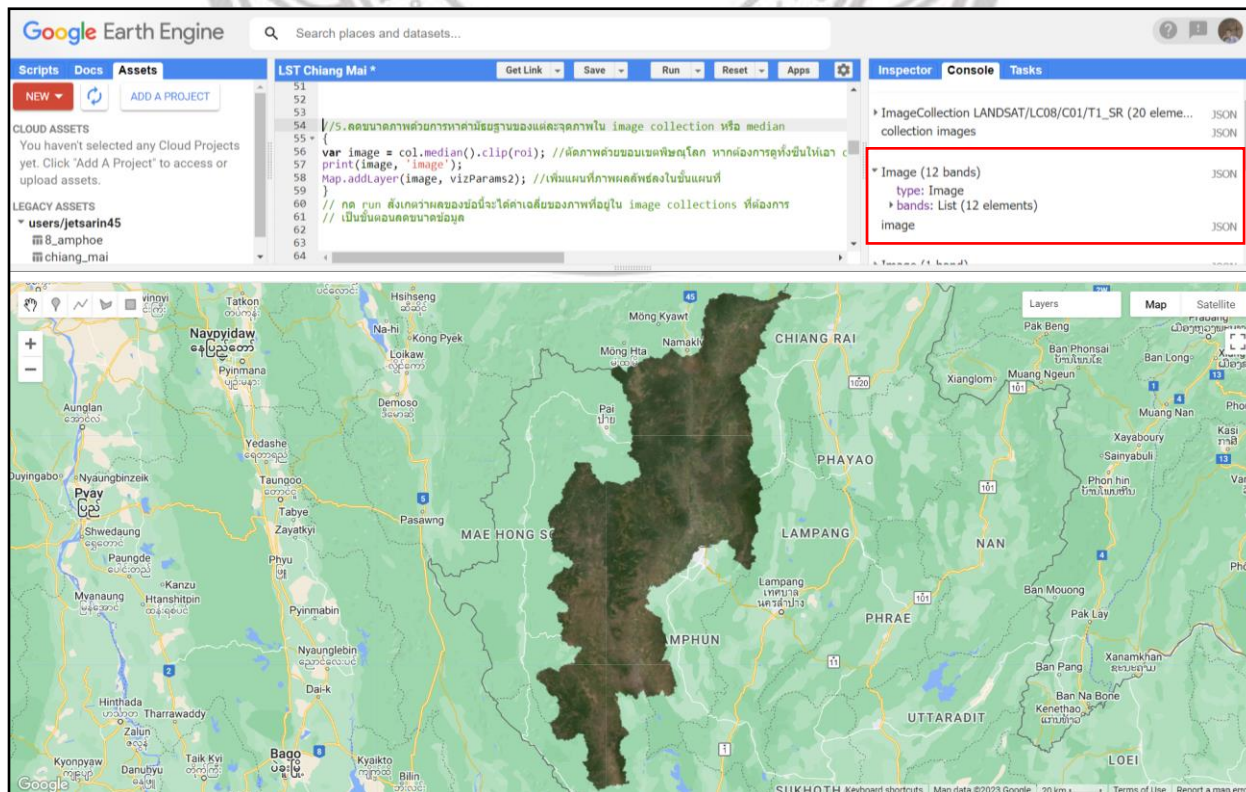
ภาพที่ 3.3 รายละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ที่แสดงใน Image Collection

5) ลดขนาดภาพด้วยการหาค่ามัธยฐานของแต่ละจุดภาพใน Image Collection หรือ Median และทำการตัดขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (ภาพที่ 3.4)

```

{
var image = col.median().clip(roi); // ตัดภาพด้วยขอบเขตจังหวัดเชียงใหม่ หากต้องการดูทั้งชิ้นให้เอา clip ออก
print(image, 'image');
Map.addLayer(image, vizParams2); // เพิ่มแผนที่ภาพผลลัพธ์ลงในชั้นแผนที่
}
// กด run สังเกตว่าผลของข้อนี้จะได้อ่าเฉลี่ยของภาพที่อยู่ใน image collections ที่ต้องการ
// เป็นขั้นตอนลดขนาดข้อมูล

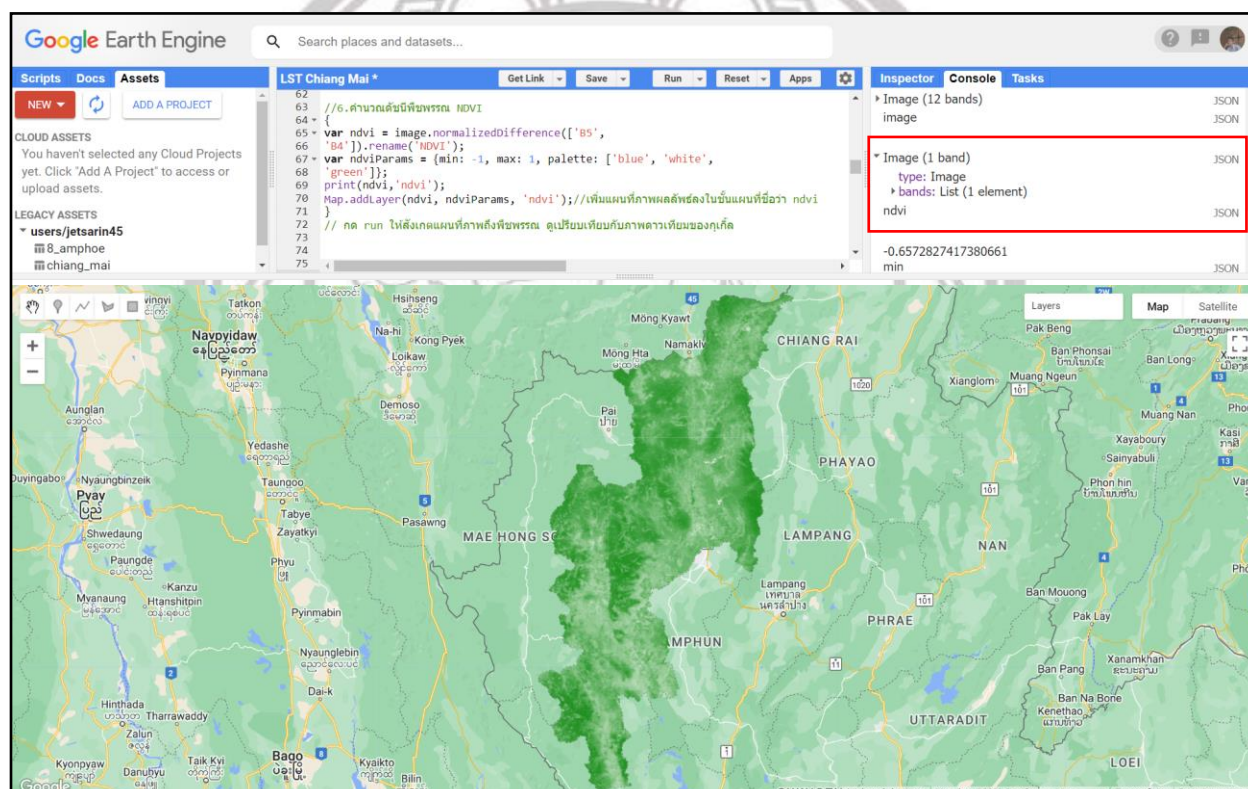
```



ภาพที่ 3.4 ผลลัพธ์การกรองข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ในขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

6) คำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) (ภาพที่ 3.5)

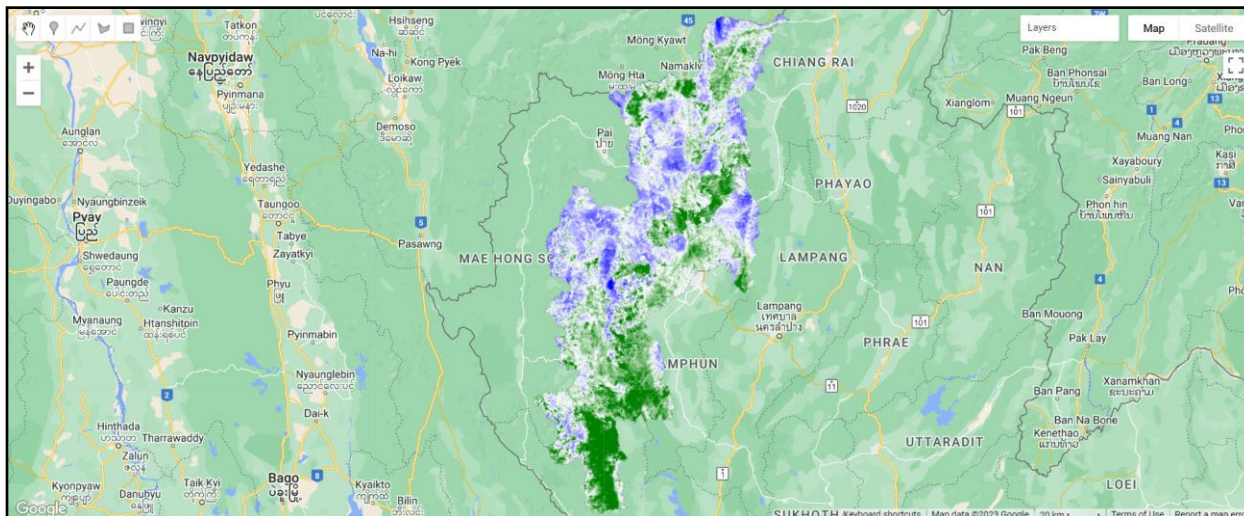
```
{
var ndvi = image.normalizedDifference(['B5',
'B4']).rename('NDVI');
var ndviParams = {min: -1, max: 1, palette: ['blue', 'white',
'green']};
print(ndvi,'ndvi');
Map.addLayer(ndvi, ndviParams, 'ndvi'); // เพิ่มแผนที่ภาพผลลัพธ์ลงในชั้นแผนที่ชื่อว่า ndvi
} // กด run ให้สังเกตแผนที่ภาพถึงพืชพรรณ ดูเปรียบเทียบกับภาพดาวเทียมของกูเกิ้ล
```



ภาพที่ 3.5 ผลลัพธ์ภาพแผนที่แสดงค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI)

7) แสดงภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ในแบนด์ที่ 10 แล้วเพิ่มลงไปบนแผนที่ ซึ่งยังไม่มีการคำนวณใด ๆ (ภาพที่ 3.6)

```
var thermal= image.select('B10').multiply(0.1);
var b10Params = {min: 291.918, max: 302.382, palette: ['blue',
'white', 'green']}; // ค่า min และ max สามารถปรับได้ตามภาพของเรา
Map.addLayer(thermal, b10Params, 'thermal');
// กด run ให้สังเกตแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมว่าตรงไหนที่มีค่าสูงหรือต่ำ
```



ภาพที่ 3.6 ผลลัพธ์ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 ในแบนด์ที่ 10 (Thermal Infrared Band)

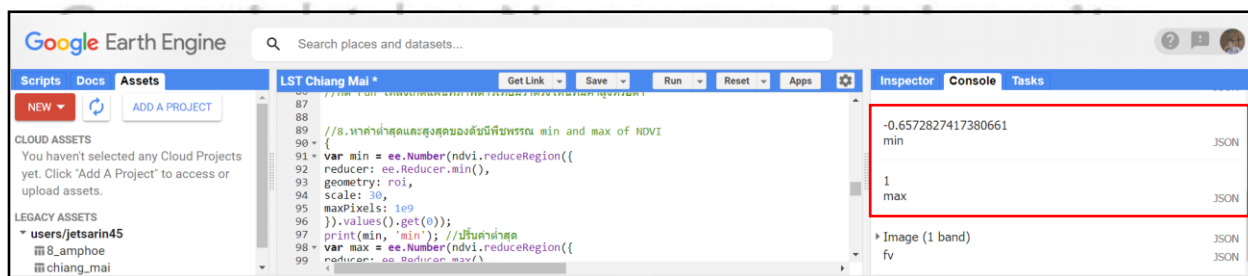
8) หาค่าต่ำสุดและสูงสุดของดัชนีพืชพรรณ (Minimum and Maximum of NDVI) (ภาพที่ 3.7)

```

{
  var min = ee.Number(ndvi.reduceRegion({
    reducer: ee.Reducer.min(),
    geometry: roi,
    scale: 30,
    maxPixels: 1e9
  })).values().get(0);
  print(min, 'min'); // ปรี้นค่าต่ำสุด
  var max = ee.Number(ndvi.reduceRegion({
    reducer: ee.Reducer.max(),
    geometry: roi,
    scale: 30,
    maxPixels: 1e9
  })).values().get(0);
  print(max, 'max'); // ปรี้นค่าสูงสุด
}

```

// กด run ดูผลลัพธ์ค่าต่ำสุดและสูงสุดได้ในแถบของ console

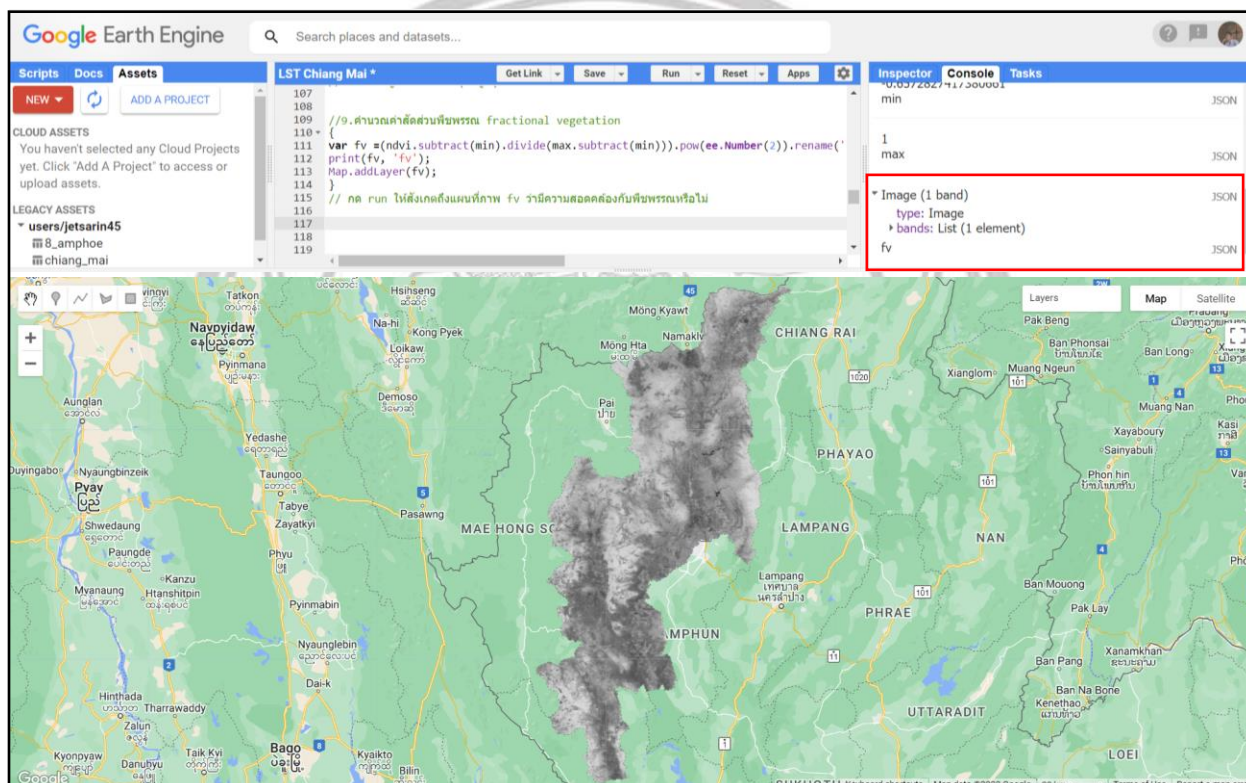


ภาพที่ 3.7 ผลลัพธ์แสดงค่าต่ำสุดและสูงสุดของดัชนีพืชพรรณในแถบ console

9) คำนวณค่าสัดส่วนพืชพรรณ (Fractional Vegetation: FV) (ภาพที่ 3.8)

```
{
var fv=(ndvi.subtract(min).divide(max.subtract(min))).pow(ee.Number(2)).rename('FV');
print(fv, 'fv');
Map.addLayer(fv);
}
```

// กด run ให้สังเกตถึงแผนที่ภาพ FV ว่ามีความสอดคล้องกับพืชพรรณหรือไม่

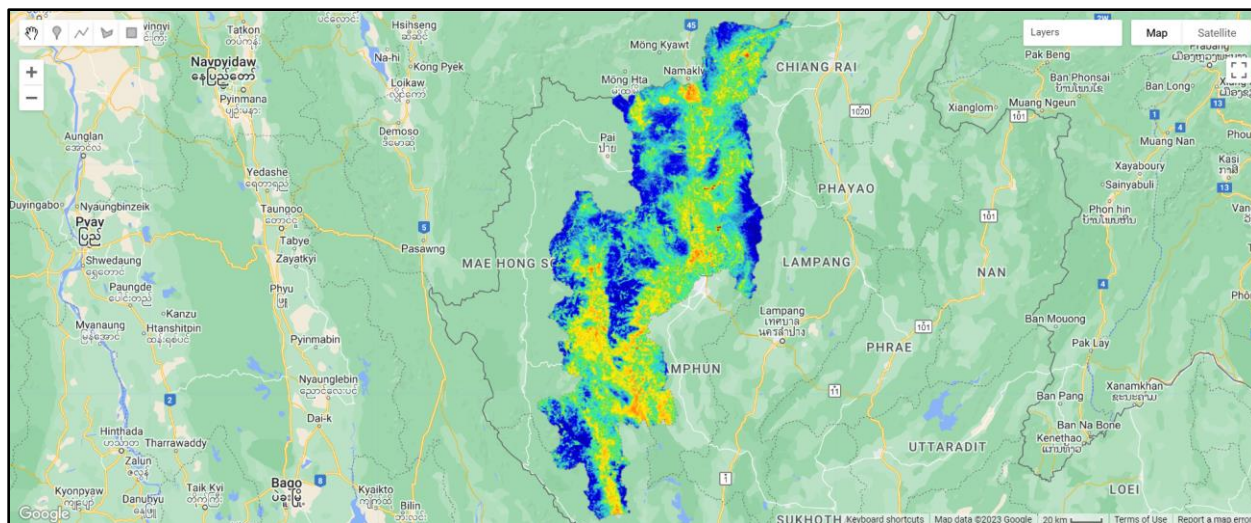


ภาพที่ 3.8 ผลลัพธ์ภาพแผนที่แสดงค่าสัดส่วนพืชพรรณ (Fractional Vegetation: FV)

10) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity: EM) (ภาพที่ 3.19)

```
var a= ee.Number(0.004);
var b= ee.Number(0.986);
var EM=fv.multiply(a).add(b).rename('EMM');
var imageVisParam3 = {min: 0.9865619146722164, max:0.989699971371314,
palette: [
'911003', 'a71001', 'c21301', 'de0101', 'ff0000', 'ff500d',
'ff6e08', 'ff8b13', 'ffb613', 'ffd611', 'fff705', 'd6e21f',
'b5e22e', '3ae237', '86e26f', '3ff38f', '3be285', '32d3ef',
'30c8e2', '269db1', '307ef3', '235cb1', '0602ff', '0502e6',
'0502ce', '0502b8', '0502a3', '040281', '040274'
]};
```

Map.addLayer(EM, imageVisParam3,'EMM');// กด run ให้สังเกตถึงแผนที่ภาพ ค่าสูงหรือต่ำอยู่ตรงไหน สอดคล้องกับแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมชนิดของสิ่งปกคลุมดินหรือไม่



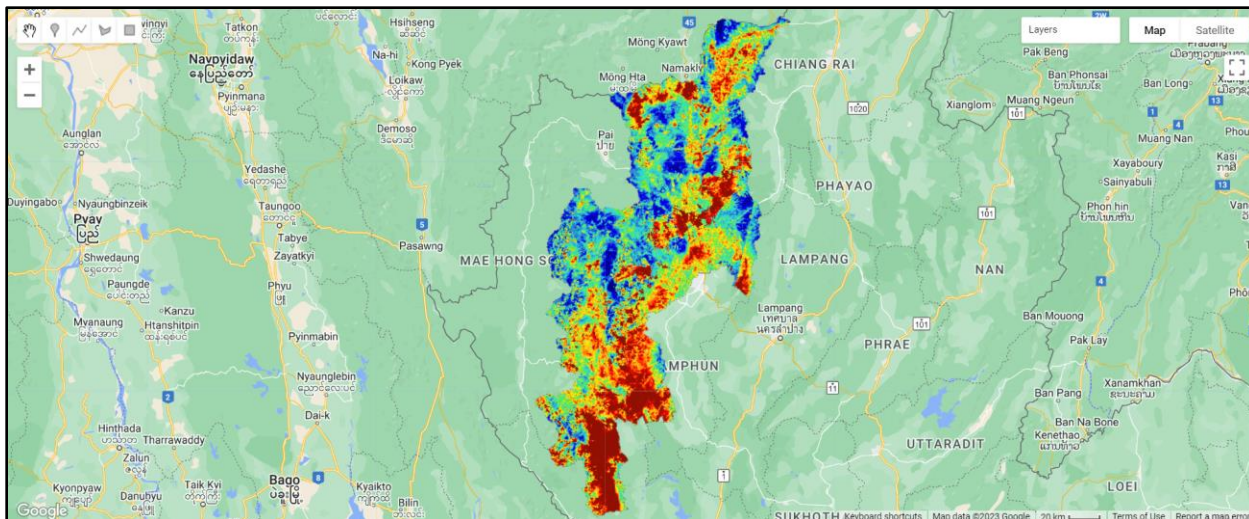
ภาพที่ 3.9 ผลลัพธ์ภาพแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity: EM)

11) คำนวณอุณหภูมิพื้นผิวขั้นสุดท้ายโดยใช้ข้อมูลในแบนด์ที่ 10 (Thermal Infrared Band) ของภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 เป็นฐานสำหรับการประมวลผลผลลัพธ์ (ภาพที่ 3.10)

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลการบันทึกช่วงคลื่น ดาวเทียม Landsat-8

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความละเอียด	การประยุกต์ใช้
10	10.60 - 11.19 μm (Thermal IR 1)	100 เมตร	ใช้อุณหภูมิของพื้นผิว จำแนกแหล่งชุมชน จำแนกบริเวณที่ถูกเผาไหม้จากแหล่งน้ำและการหาแหล่งความร้อน

```
var LST = thermal.expression( // thermal นี้ได้มาจากด้านบน
'(Tb/(1 + (0.00115* (Tb / 1.438))*log(Ep)))-273.15', {
'Tb': thermal.select('B10'), // ตัวแปร Tb คือภาพแบนด์ที่ 10
'Ep': EM.select('EMM') // EM ได้จากขั้นตอนคำนวณ Emissivity
}).rename('LST'); // เปลี่ยนชื่อเป็น LST
Map.addLayer(LST, { min:20.569706944223423, max:29.328077233404645, palette: [
'040274', '040281', '0502a3', '0502b8', '0502ce', '0502e6',
'0602ff', '235cb1', '307ef3', '269db1', '30c8e2', '32d3ef',
'3be285', '3ff38f', '86e26f', '3ae237', 'b5e22e', 'd6e21f',
'fff705', 'ffd611', 'ffb613', 'ff8b13', 'ff6e08', 'ff500d',
'ff0000', 'de0101', 'c21301', 'a71001', '911003'
]}, 'LST'); // กำหนด palette ที่ใช้แสดงแผนที่ภาพ LST สามารถปรับแต่งค่า min/max ตามพื้นที่ได้
// กด run ให้สังเกตผลแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้ ว่าค่า LST สูงหรือต่ำอยู่ไหน สอดคล้องกับแผนที่สิ่งปกคลุมดินหรือไม่
```

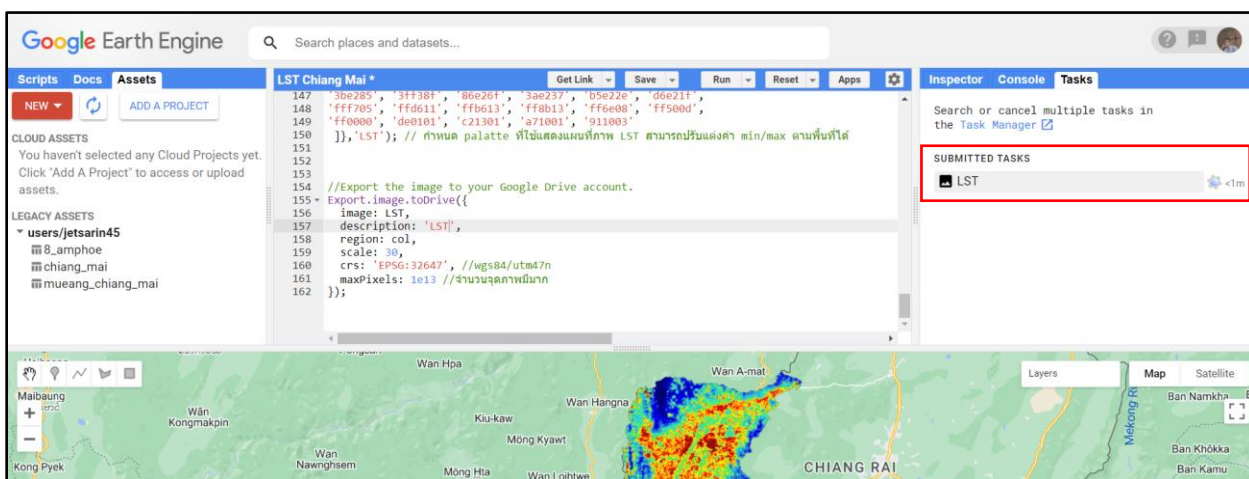



ภาพที่ 3.10 ผลลัพธ์อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-8 จังหวัดเชียงใหม่

12) Export ข้อมูลและบันทึกลง Google Drive Account เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดค่าช่วงอุณหภูมิผิว ร่วมกับการใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง อาทิ QGIS และ ArcGIS เป็นต้น (ภาพที่ 3.11)

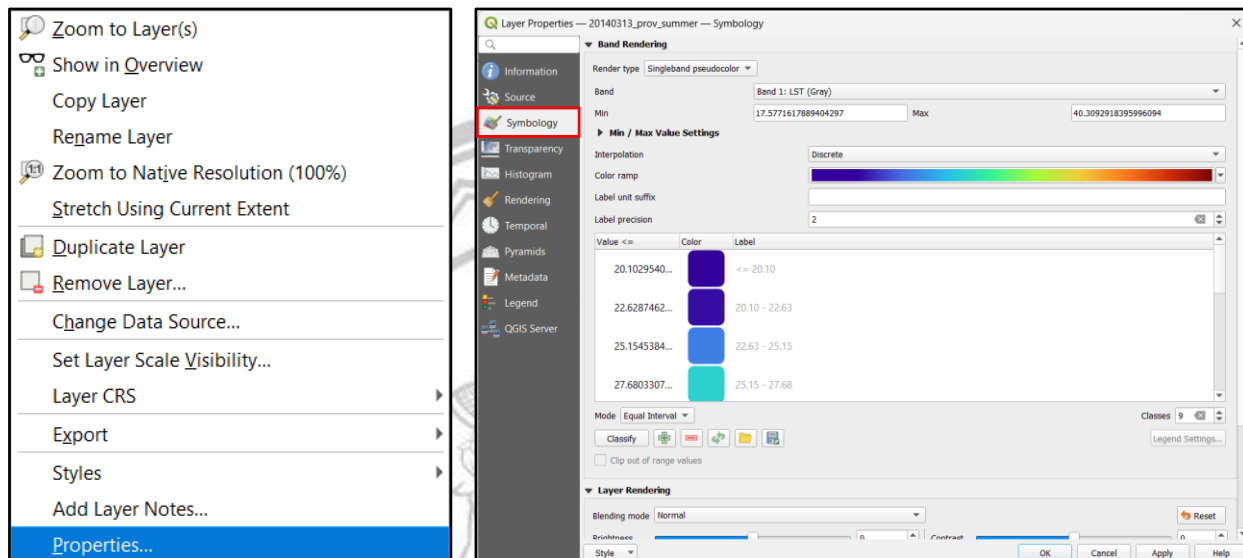
```

Export.image.toDrive({
  image: LST,
  description: 'LST',
  region: col,
  scale: 30,
  crs: 'EPSG:32647', // WGS 84 / UTM zone 47N
  maxPixels: 1e13
});
    
```

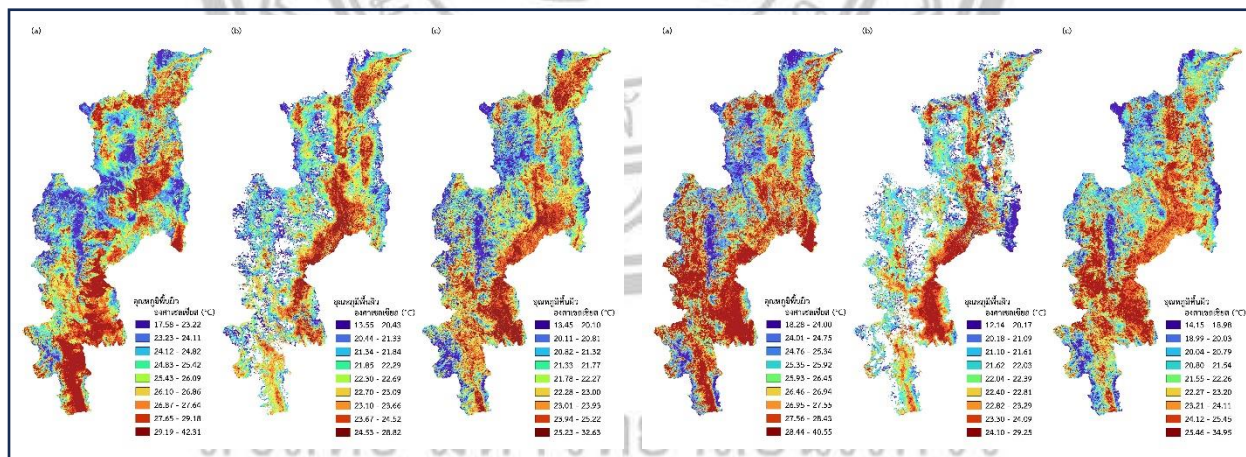


ภาพที่ 3.11 การส่งออกผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิว บันทึกลง Google Drive Account ที่แสดงในแถบ Tasks

13) นำเข้าข้อมูลรูปแบบราสเตอร์ โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ QGIS กำหนดช่วงอุณหภูมิ (ภาพที่ 3.12) คลิกขวาเลือก Properties จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Layer Properties แล้วเลือก Symbology เพื่อทำการกำหนดค่าช่วงอุณหภูมิพื้นผิว จะได้อุณหภูมิพื้นผิวดินที่กำหนดช่วงอุณหภูมิแล้ว (ภาพที่ 3.13)



ภาพที่ 3.12 แสดงขั้นตอนการกำหนดค่าช่วงอุณหภูมิพื้นผิว



ภาพที่ 3.13 ผลลัพธ์แสดงอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 (a) ฤดูร้อน (b) ฤดูฝน (c) ฤดูหนาว

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.4.2 การประยุกต์ใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.8 เพื่อการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Interpolation)

เทคนิควิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่มี 2 วิธี ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับการประมาณค่าข้อมูลอุตุนิยมวิทยา คือ

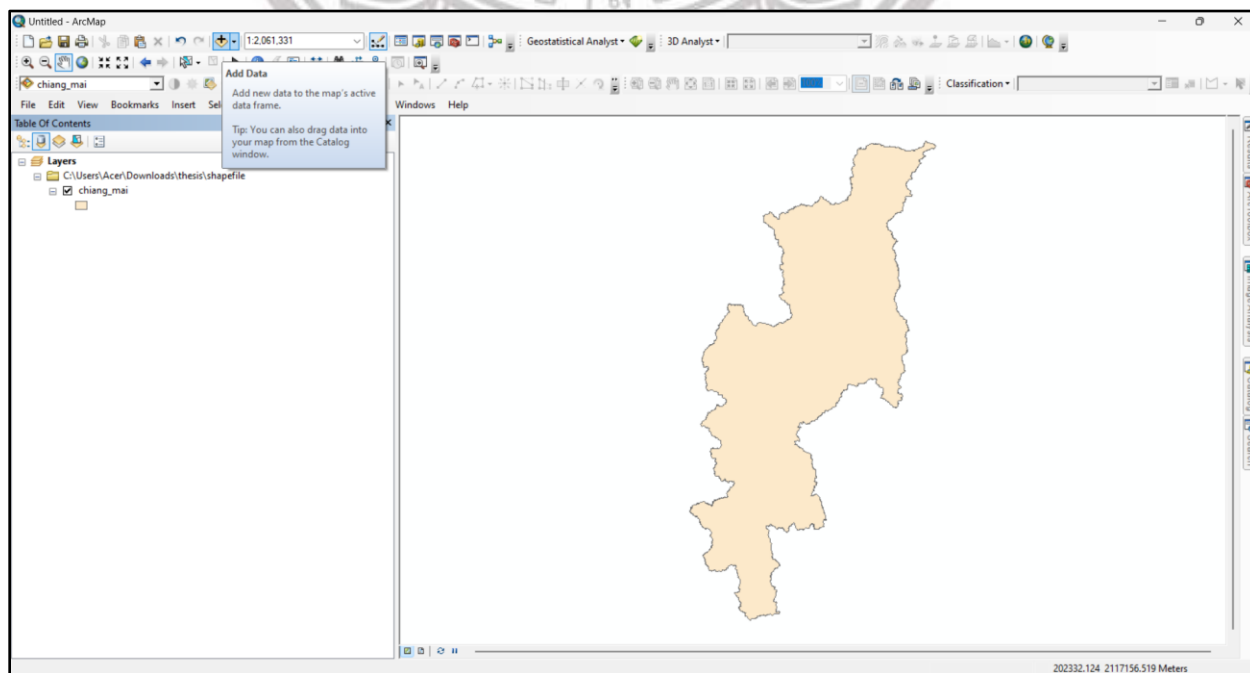
- 1) การประมาณค่าเชิงพื้นที่ วิธี IDW (Inverse Distance Weight)
- 2) การประมาณค่าเชิงพื้นที่ วิธี Kriging

1) การจัดเตรียมตารางข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาด้วยโปรแกรม Microsoft Excel (ภาพที่ 3.14) โดยสร้างคอลัมน์กำหนดค่า $x = x$ Coordinate, $y = y$ Coordinate และ $z = \text{mean min_03}$ กำหนดค่าของ Lat, long ให้ใช้ค่าที่มีหน่วยเป็น Decimal degree (DD)

station	mean min_01	mean max_01	mean_01	mean min_03	mean max_03	mean_03	mean min_05	mean max_05	mean_05	y Coordinate	x Coordinate
สถานีตรวจอากาศเชียงราย	13.7	27.1	19.3	17.4	33.8	24.6	23.6	34.1	27.9	19.97457808	99.87610739
สถานีตรวจอากาศแม่ฮ่องสอน	14.0	28.1	19.7	17.4	37.5	26.2	24.9	37.7	30.1	19.29984621	97.97270478
ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ อ.เมือง จ.เชียงใหม่	15.3	28.9	21.3	20.0	36.5	27.7	24.7	35.5	29.1	18.77147323	98.96922507
สถานีตรวจอากาศลำพูน	13.6	29.1	20.4	19.2	37.6	27.7	24.8	36	29.2	18.56678362	99.03851059
สถานีตรวจตรวจอากาศลำปาง	13.4	30.3	20.7	20.5	38.3	29.0	24.4	36.5	29.2	18.27869703	99.50645117
สถานีตรวจอากาศจังหวัดตาก	14.9	30.3	21.9	24	38	30.8	27.0	37.4	31.3	16.92073098	99.14215144

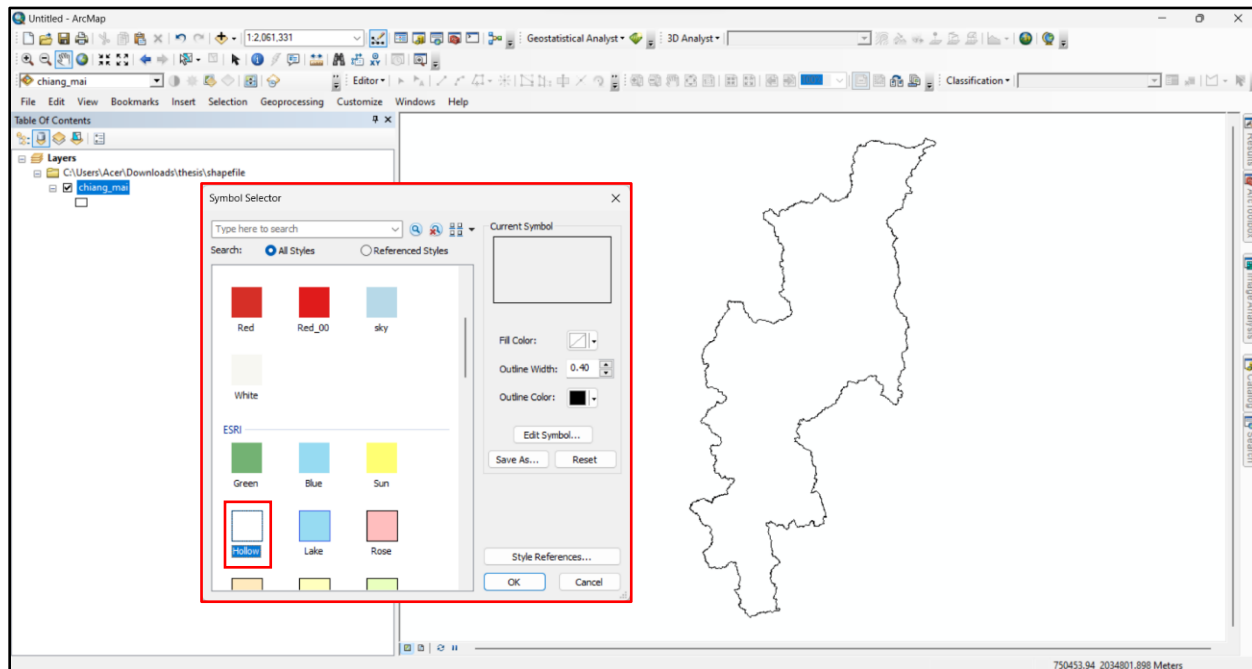
ภาพที่ 3.14 ตารางข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ปีพ.ศ. 2557

2) ทำการ add data เพื่อนำเข้าแผนที่ขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้ว (ภาพที่ 3.15)



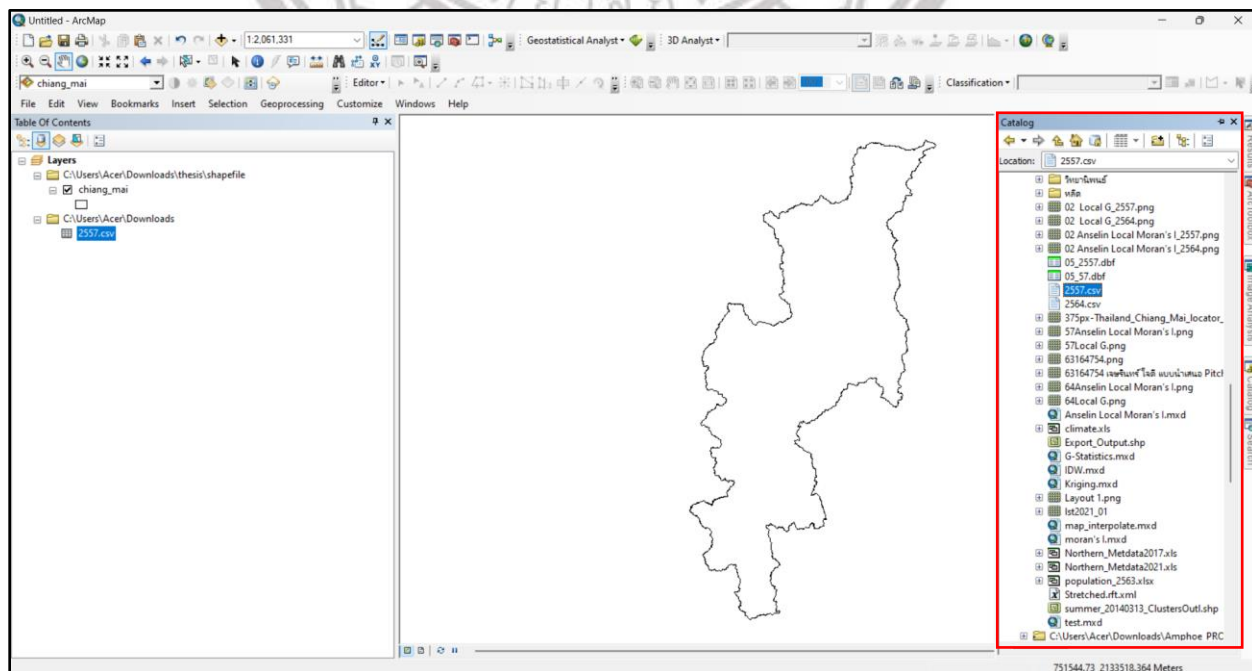
ภาพที่ 3.15 ขั้นตอนการนำเข้าขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (Shapefile)

3) ทำแผนที่ให้โปร่งใส โดยการดับเบิลคลิกที่กรอบสี่เหลี่ยม จากนั้นเลือก hollow คลิก OK (ภาพที่ 3.16)



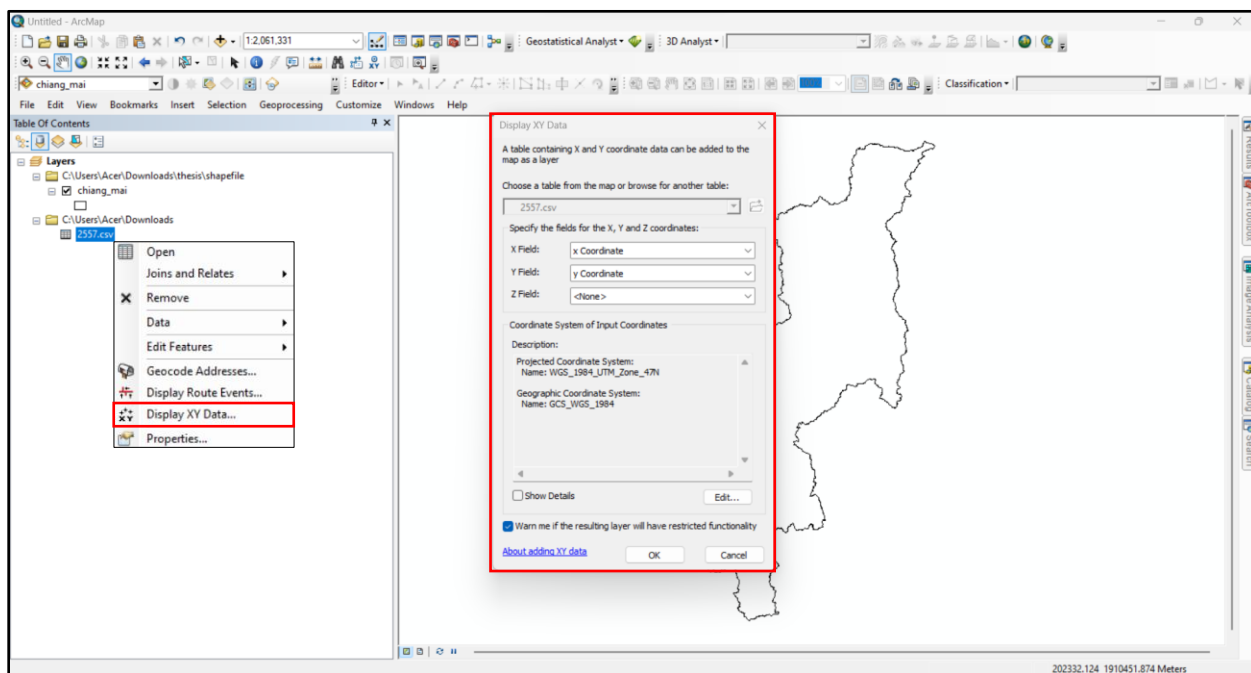
ภาพที่ 3.16 ขั้นตอนการทำแผนที่ขอบเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (Shapefile) แบบโปร่งใส

4) ขั้นตอนการสร้าง Shapefile จากไฟล์ Excel เปิด Catalog แล้วเปิดไฟล์ที่ได้จัดเตรียมไว้ (ฝั่งขวามือ) 2557.csv จากนั้นใช้เมาส์ลากไปยัง Table Of Contents (ฝั่งซ้ายมือ) (ภาพที่ 3.17)



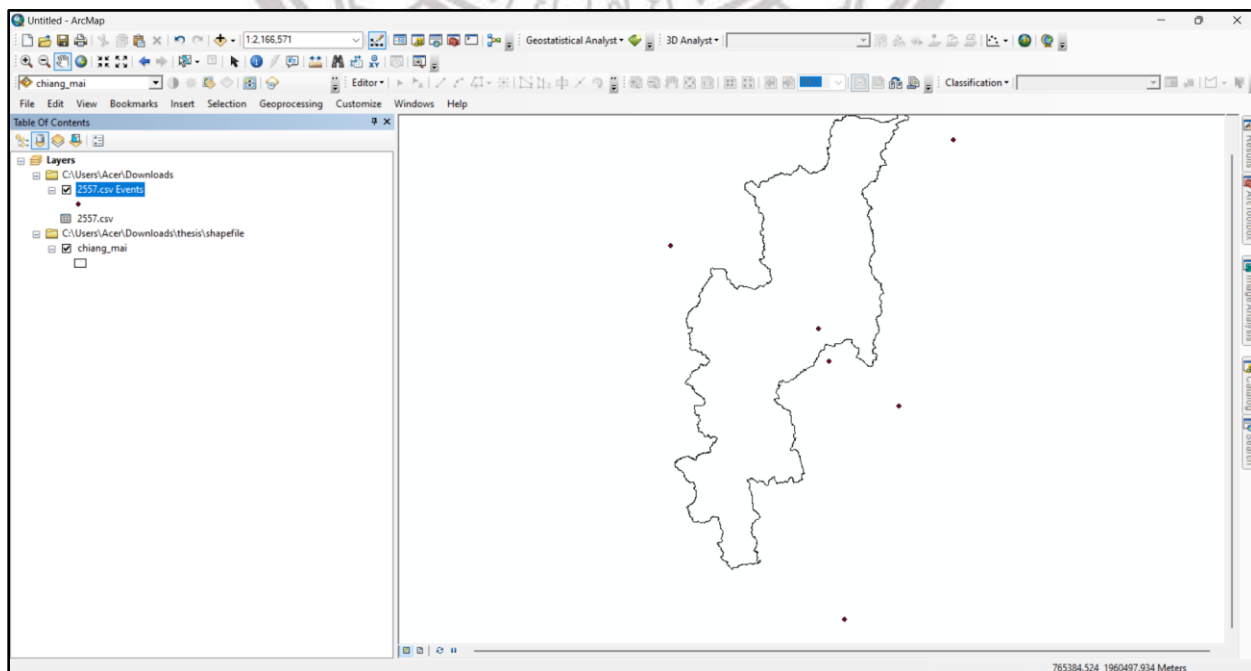
ภาพที่ 3.17 ขั้นตอนการนำข้อมูล จากไฟล์ Excel เปิดในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS

5) ทำการสร้าง x , y data โดยคลิกขวาที่ 2557.csv เลือก Display XY Data... และให้ X Field เลือก x Coordinate และ Y Field เลือก y Coordinate คลิก OK (ภาพที่ 3.18)



ภาพที่ 3.18 ขั้นตอนการสร้างข้อมูล Spatial Data ตำแหน่งที่ตั้งสถานที่เป้าหมาย โดยใช้ไฟล์ Excel บันทึกพิกัด

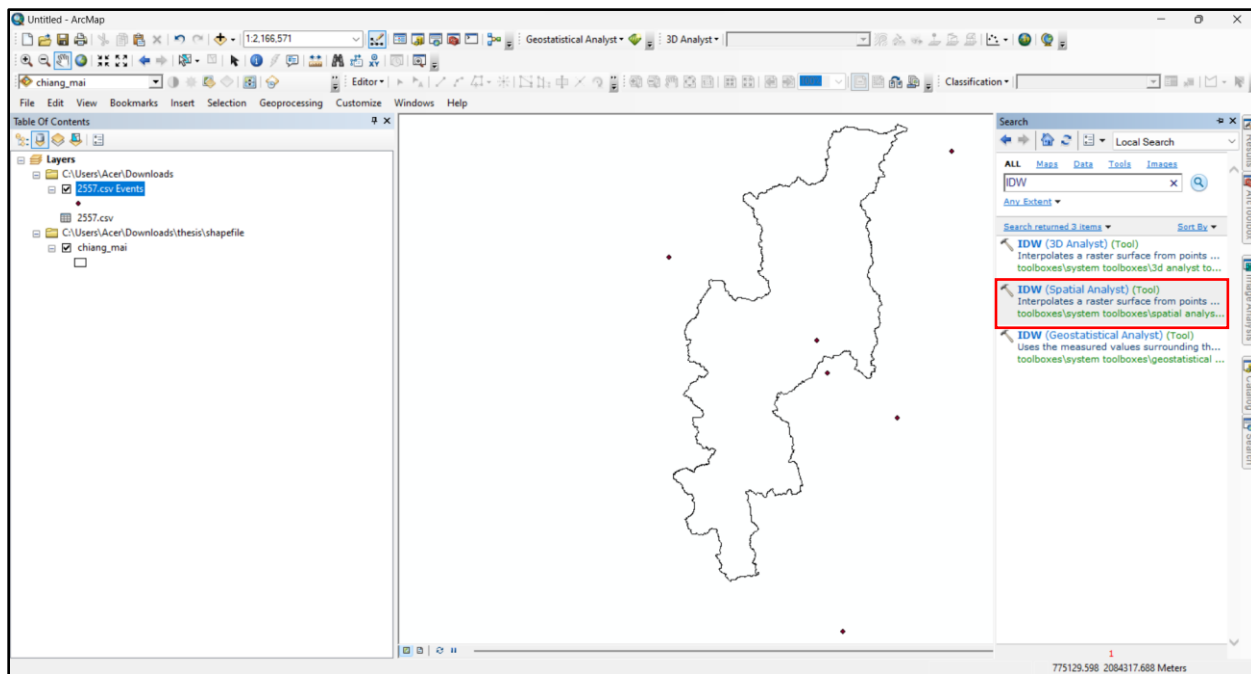
6) ผลลัพธ์ที่ได้คือ จุด (Point) ของสถานีภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยา (ภาพที่ 3.19)



ภาพที่ 3.19 ผลลัพธ์ข้อมูลจุด (Point) จากไฟล์ Excel ที่บันทึกจากพิกัดทางภูมิศาสตร์

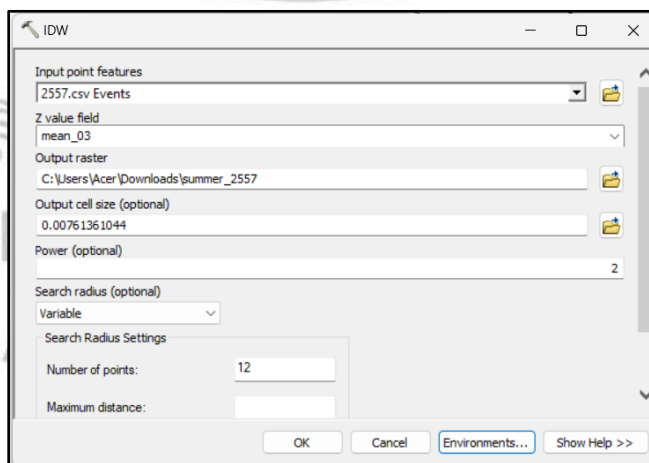
7) ขั้นตอนการประมาณค่าเชิงพื้นที่ วิธี IDW (Inverse Distance Weight)

- ขั้นตอนการประมาณค่าเชิงพื้นที่จากข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา (Interpolation) ด้วยวิธีการ IDW ไปที่ search (Ctrl+F) พิมพ์ IDW ค้นหา และเลือก IDW (Spatial Analyst) (Tool) (ภาพที่ 3.20)



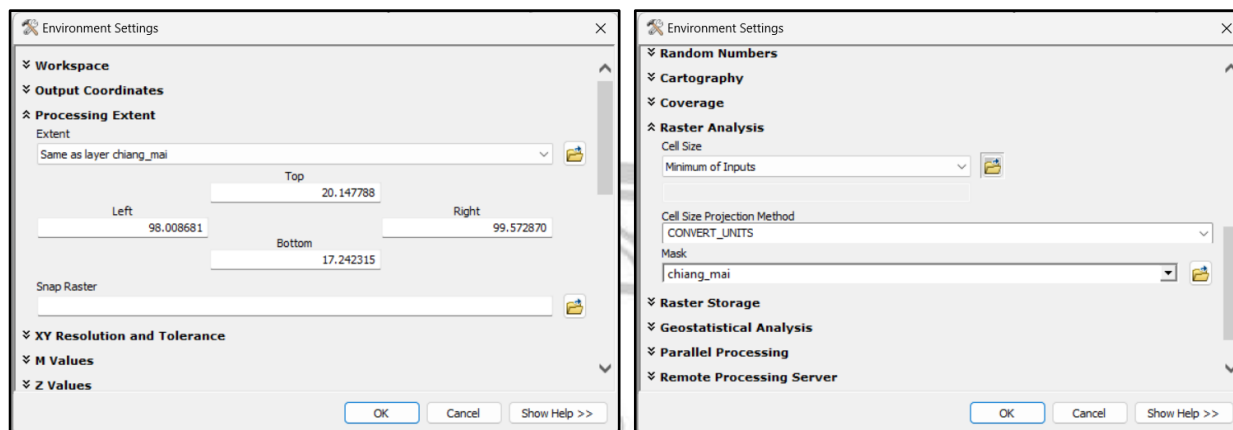
ภาพที่ 3.20 ขั้นตอนค้นหาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW (Inverse Distance Weight)

- Input point features เลือก 2557.csv Events, Z value Field เลือก mean_03 Output raster กำหนดที่จัดเก็บข้อมูลและตั้งชื่อไฟล์ Output cell size (optional) ใช้ค่าตามสมการ (ไม่แก้ไข), Power (optional) = 2, Number of points = 12 จากนั้นคลิก Environments (ภาพที่ 3.21)



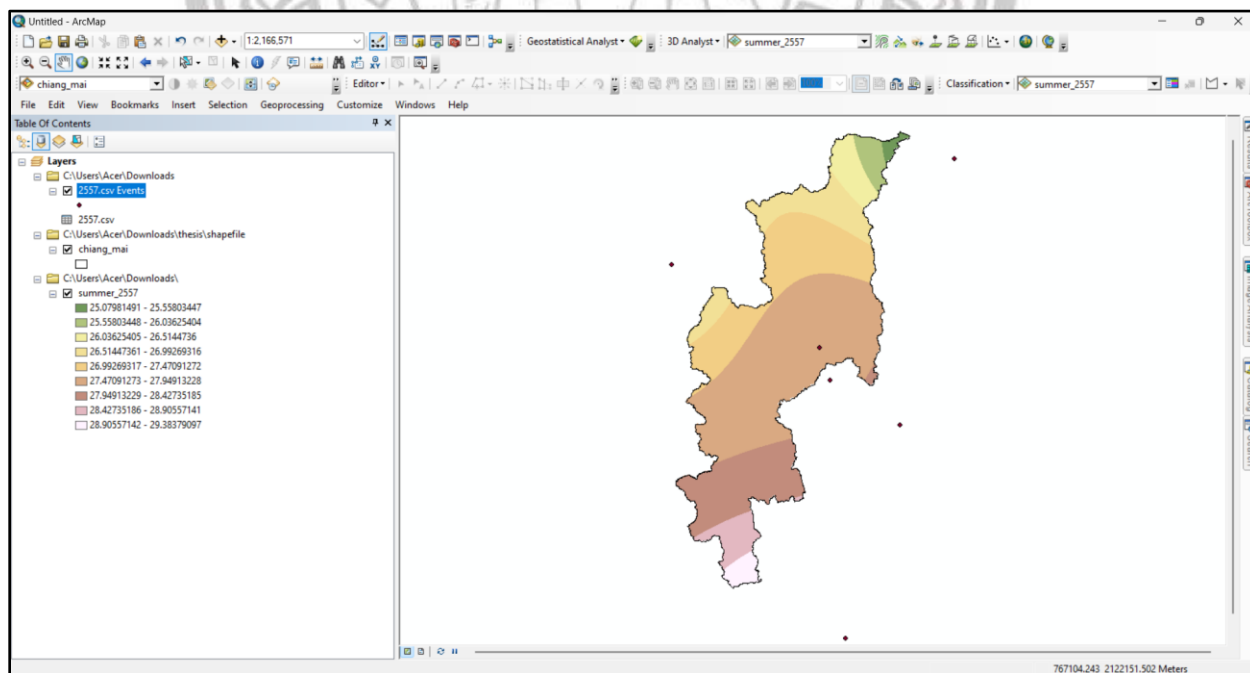
ภาพที่ 3.21 การกำหนดข้อมูลการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ IDW (Inverse Distance Weight)

- คลิกที่ Processing Extent เลือก Same as layer chiang_mai ถัดมาคลิกที่ Raster Analysis ช่อง Mask เลือก chiang_mai คลิก OK (ภาพที่ 3.22)



ภาพที่ 3.22 การกำหนด Environments เพื่อตัดขอบข้อมูล

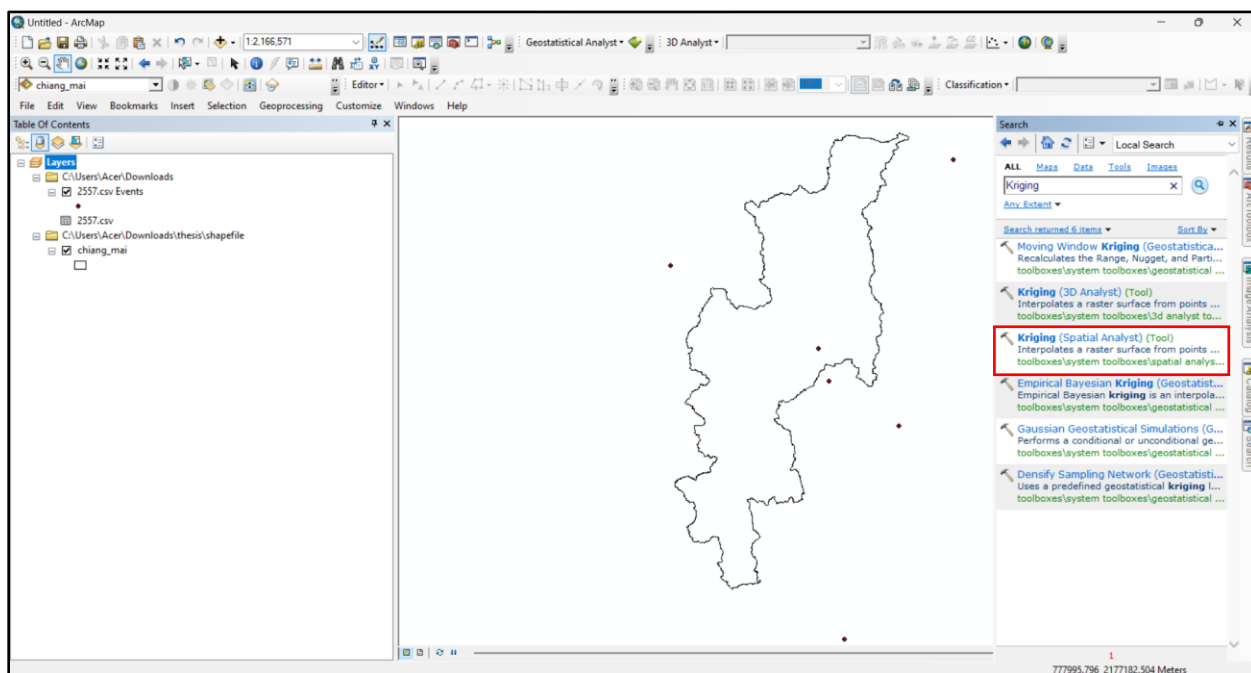
- จะได้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ IDW (Inverse Distance Weight) (ภาพที่ 3.23)



ภาพที่ 3.23 การประมาณค่าเชิงพื้นที่ วิธี IDW (Inverse Distance Weight)

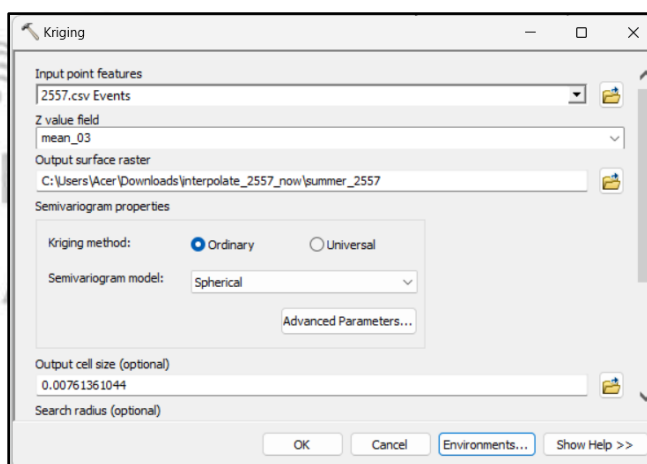
8) ขั้นตอนการประมาณค่าเชิงพื้นที่ วิธี Kriging

- ขั้นตอนการประมาณค่าเชิงพื้นที่จากข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา (Interpolation) ด้วยวิธีการ Kriging ไปที่ search (Ctrl+F) พิมพ์ Kriging ค้นหา และเลือก Kriging (Spatial Analyst) (Tool) (ภาพที่ 3.24)



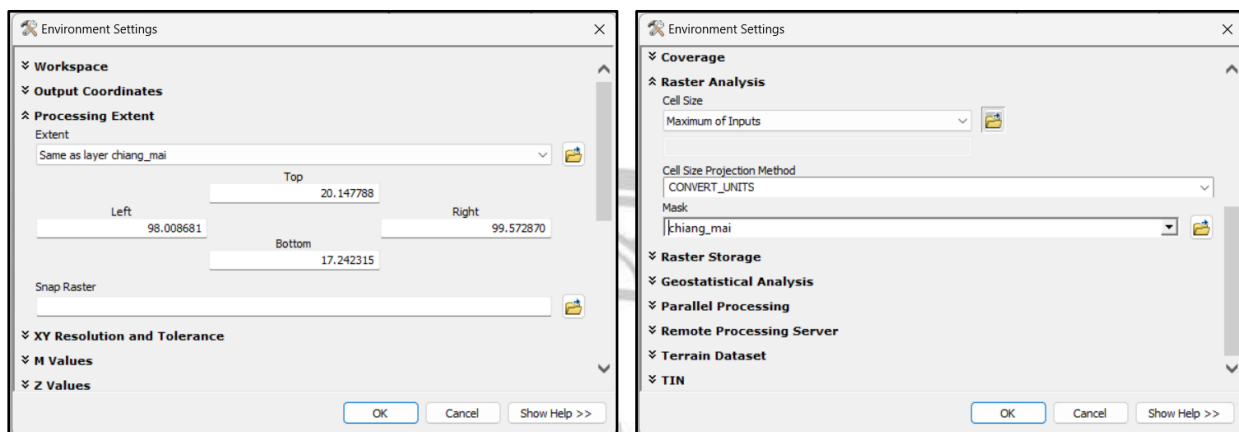
ภาพที่ 3.24 ขั้นตอนค้นหาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging

- Input point features เลือก 2557.csv Events, Z value Field เลือก mean_03 Output raster กำหนดที่จัดเก็บข้อมูลและตั้งชื่อไฟล์ Output cell size (optional) ใช้ค่าตามสมการ (ไม่แก้ไข), Power (optional) = 2, Number of points = 12 จากนั้นคลิก Environments (ภาพที่ 3.25)



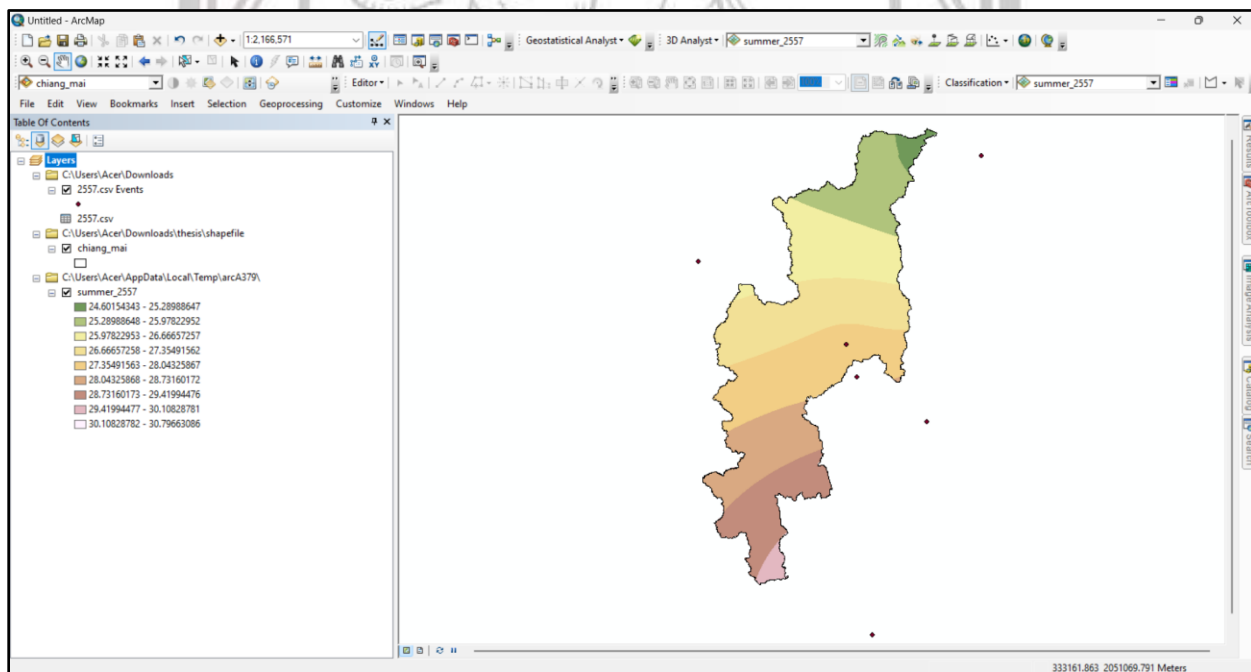
ภาพที่ 3.25 การกำหนดข้อมูลการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ Kriging

- คลิกที่ Processing Extent เลือก Same as layer chiang_mai ถัดมาคลิกที่ Raster Analysis ช่อง Mask เลือก chiang_mai คลิก OK (ภาพที่ 3.26)

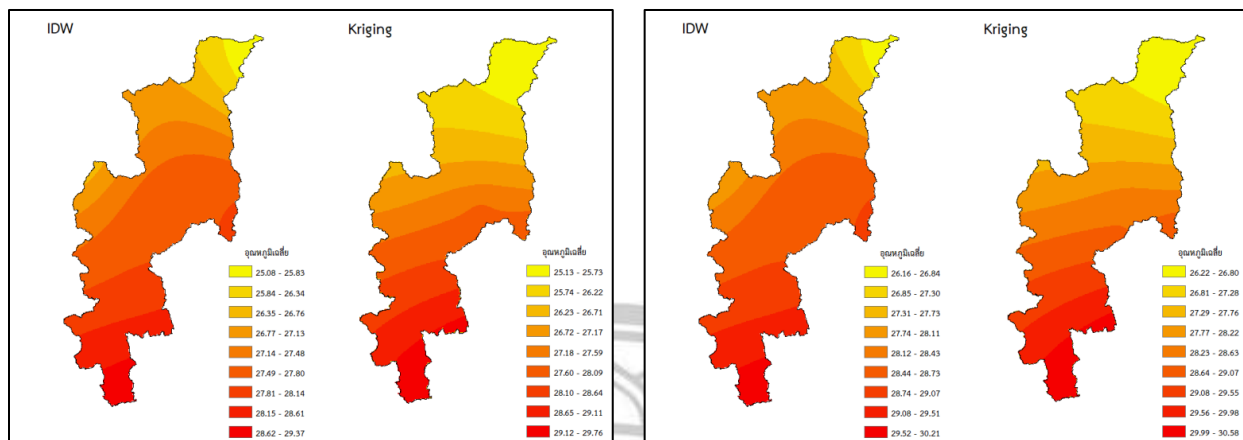


ภาพที่ 3.26 การกำหนด Environments เพื่อตัดขอบข้อมูล

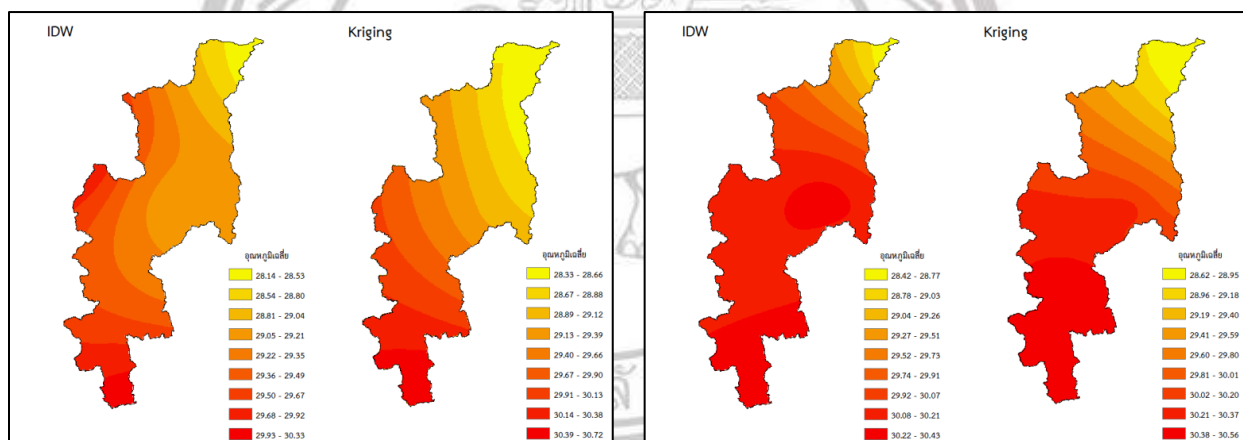
- จะได้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยกระบวนการ Kriging (ภาพที่ 3.27)



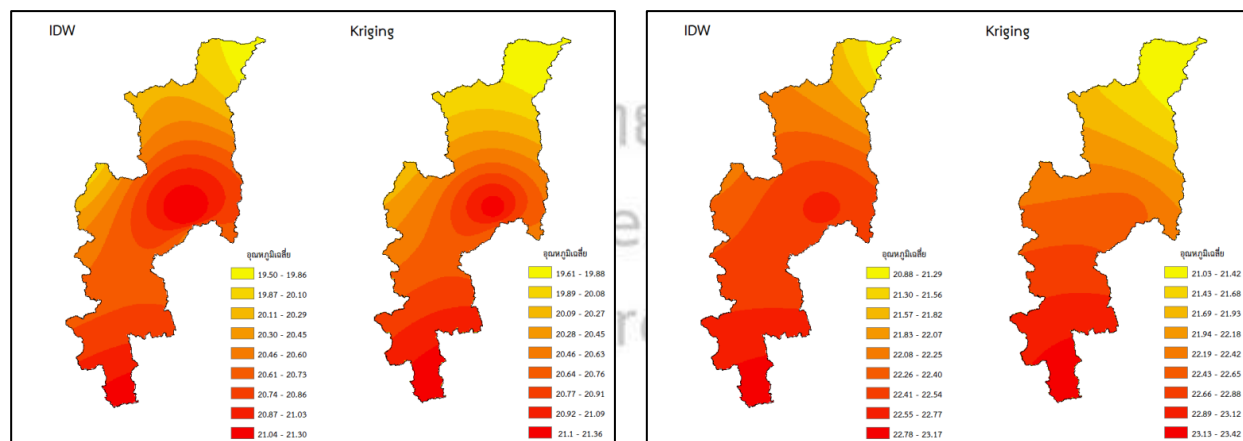
ภาพที่ 3.27 การประมาณค่าเชิงพื้นที่ วิธี Kriging



ภาพที่ 3.28 แสดงภาพอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูร้อน



ภาพที่ 3.29 แสดงภาพอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ฤดูฝน

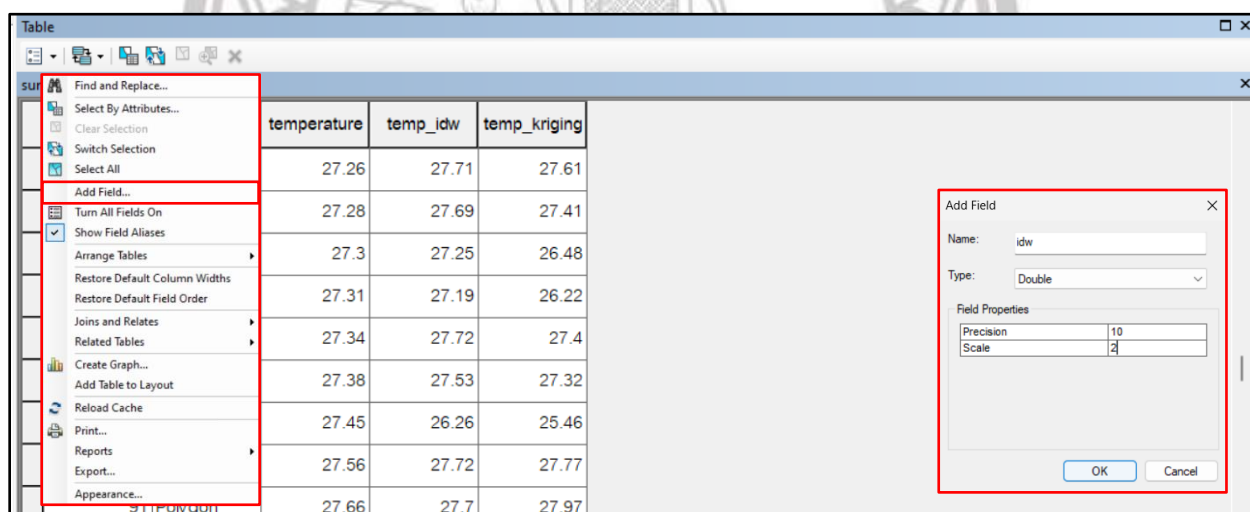


ภาพที่ 3.30 แสดงภาพอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ฤดูหนาว

3.4.3 การเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ระหว่างข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากวิธีการแบบ IDW และวิธีการแบบ Kriging

1) ทำการแปลงข้อมูลเชิงภาพ (Raster) ไปเป็นข้อมูลเชิงเส้น (Vector) โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากนั้นทำการหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ Intersect เป็นการซ้อนทับ (Overlay) ข้อมูลระหว่าง theme 2 themes โดย Theme ผลลัพธ์ (Out-Theme) จะอยู่ในทั้งขอบเขตพื้นที่ (map extent) ของทั้ง 2 theme ไม่เกินจากข้อมูลทั้ง 2 Theme ทั้งนี้ in-theme เป็นได้ทั้ง point, line และ polygon ส่วน Intersect-Theme จะต้องเป็น polygon เท่านั้น

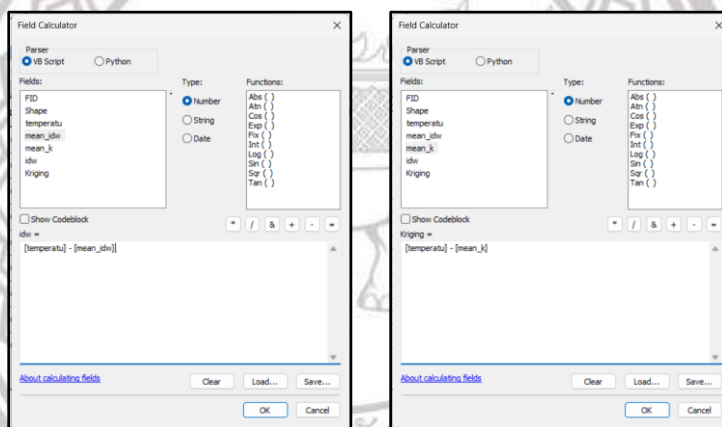
2) คลิกขวาที่ชั้นข้อมูล เลือก Open Attribute Table โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Attribute Table จากนั้นทำการเพิ่ม Field โดยคลิกที่ Table Options เลือก Add Field... จากนั้นตั้งชื่อ Field ข้อมูลใหม่คือ idw ทำการกำหนดประเภทข้อมูลสำหรับบรรจุก่าอุณหภูมิแตกต่างของวิธี IDW เป็น Double และกำหนดจำนวนหลักของค่าอุณหภูมิแตกต่างของวิธี IDW หลังจากนั้นคลิก OK ทำซ้ำอีกครั้งกับ Field ข้อมูล Kriging (ภาพที่ 3.31)



ภาพที่ 3.31 การเพิ่ม Field ใน Attribute Table

3) หลังจากสร้าง Field ข้อมูล IDW และ Kriging (ภาพที่ 3.32) เลือก Field ข้อมูล IDW โดยการคลิกขวา จากนั้นเลือก field calculator หน้าต่างของ field calculator จะปรากฏขึ้น หลังจากนั้นทำการเลือก [temperature] - [mean_idw] และคลิก OK ค่าข้อมูลอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงของวิธี IDW จะปรากฏภายในตาราง เช่นเดียวกันกับข้อมูล Kriging โดยการคลิกขวา จากนั้นเลือก field calculator หน้าต่างของ field calculator จะปรากฏขึ้น หลังจากนั้นทำการเลือก [temperature] - [mean_k] และคลิก OK ค่าข้อมูลอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงของวิธี Kriging

FID	Shape *	temperature	temp_idw	temp_kriging	idw	Kriging
68	Polygon	27.26	27.71	27.61	0	0
57	Polygon	27.28	27.69	27.41	0	0
27	Polygon	27.3	27.25	26.48	0	0
26	Polygon	27.31	27.19	26.22	0	0
59	Polygon	27.34	27.72	27.4	0	0
64	Polygon	27.38	27.53	27.32	0	0
0	Polygon	27.45	26.26	25.46	0	0
80	Polygon	27.56	27.72	27.77	0	0
91	Polygon	27.66	27.7	27.97	0	0



ภาพที่ 3.32 การคำนวณข้อมูลอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงจาก field calculator

4) ผลการคำนวณค่าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงของวิธี IDW และ Kriging ใน Attribute Table (ภาพที่ 3.33)

FID	Shape *	temperature	temp_idw	temp_kriging	idw	kriging
68	Polygon	27.26	27.71	27.61	-0.45	-0.35
57	Polygon	27.28	27.69	27.41	-0.42	-0.13
27	Polygon	27.3	27.25	26.48	0.05	0.82
26	Polygon	27.31	27.19	26.22	0.12	1.09
59	Polygon	27.34	27.72	27.4	-0.38	-0.05
64	Polygon	27.38	27.53	27.32	-0.15	0.06
0	Polygon	27.45	26.26	25.46	1.19	1.98
80	Polygon	27.56	27.72	27.77	-0.17	-0.21
91	Polygon	27.66	27.7	27.97	-0.03	-0.31

ภาพที่ 3.33 ผลการคำนวณค่าข้อมูลอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงของวิธี IDW และ Kriging

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิวด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 โดยการประยุกต์ใช้การรับรู้จากระยะไกลด้วยซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine เปรียบเทียบกับข้อมูลภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาล และวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของข้อมูลภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging เพื่อใช้เปรียบเทียบข้อมูลภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine ตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 สามารถแสดงได้ดังนี้

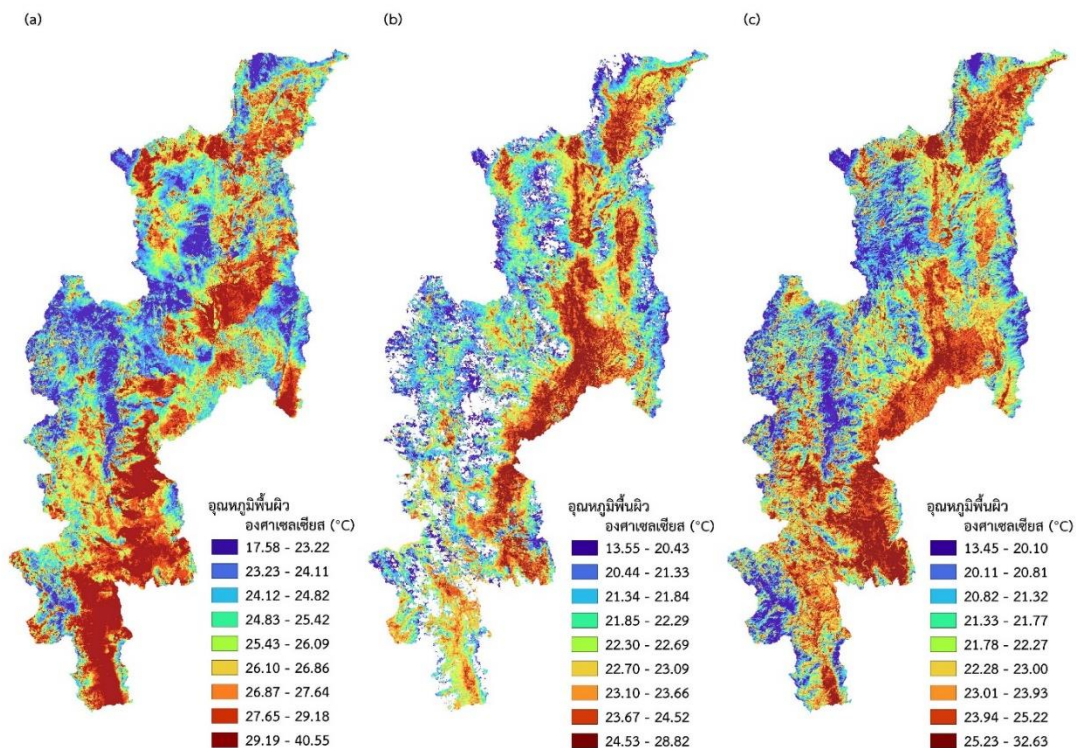
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

4.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine เปรียบเทียบกับข้อมูลภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

4.3 การตรวจสอบความแม่นยำถูกต้องของข้อมูลภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 โดยมีภาพที่ 4.1 แสดงภาพการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2557 ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 ภาพที่ 4.2 แสดงภาพการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2564 ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2564



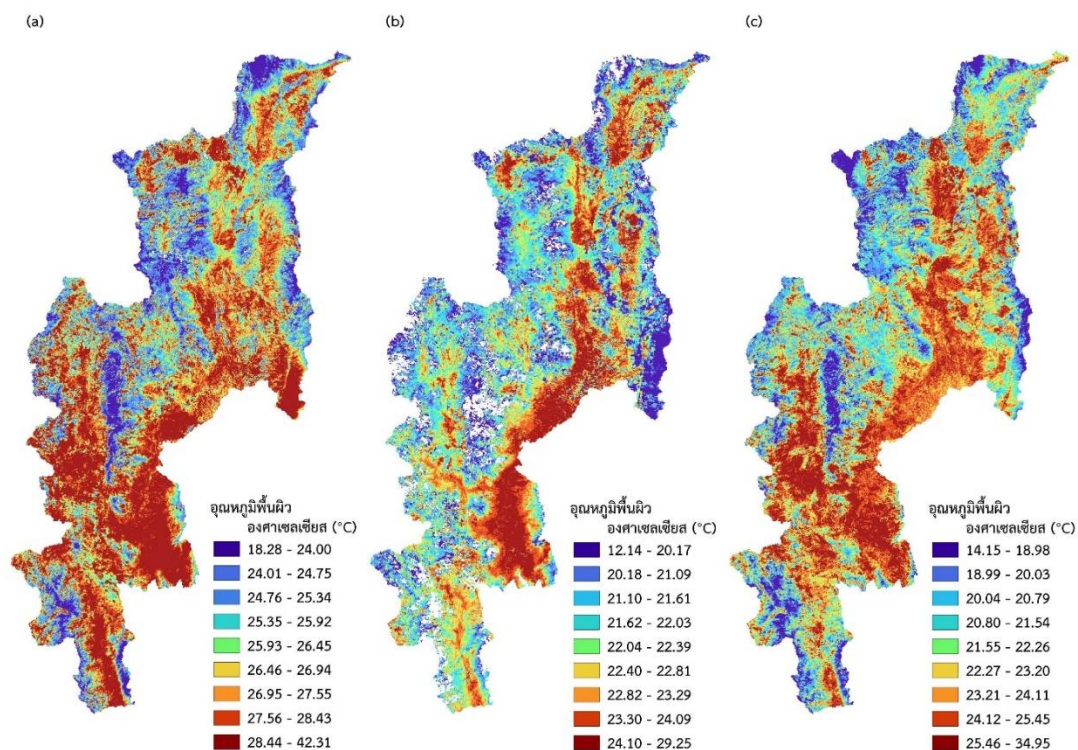
ภาพที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2557

(a) ฤดูร้อน (b) ฤดูฝน (c) ฤดูหนาว

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงปีพ.ศ. 2557

ปี 2557	อุณหภูมิพื้นผิว (องศาเซลเซียส)			ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	
ฤดูร้อน	40.55	17.58	26.50	1.68
ฤดูฝน	28.82	13.55	23.58	1.28
ฤดูหนาว	32.63	13.45	22.72	1.43

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2557 ฤดูร้อนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 40.55 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 17.58 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 26.50 องศาเซลเซียส และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.68 ฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 28.82 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 13.55 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 23.58 องศาเซลเซียส และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.28 และฤดูหนาวมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 32.63 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 13.45 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 22.72 องศาเซลเซียส และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.43



ภาพที่ 4.2 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2564

(a) ฤดูร้อน (b) ฤดูฝน (c) ฤดูหนาว

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงปีพ.ศ. 2564

ปี 2564	อุณหภูมิพื้นผิว (องศาเซลเซียส)			ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	
ฤดูร้อน	42.31	18.28	27.51	1.49
ฤดูฝน	29.25	12.14	22.99	1.40
ฤดูหนาว	34.95	14.15	23.64	1.59

ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงปีพ.ศ. 2564 ฤดูร้อนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 42.31 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 18.28 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 27.51 องศาเซลเซียส และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.49 ฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 29.25 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 12.14 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 22.99 องศาเซลเซียส และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.40 และฤดูหนาวมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 34.95 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 14.15 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 23.64 องศาเซลเซียส และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1.59

จากตารางผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปด Google Earth Engine ตามฤดูกาล ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเวลา 8 ปี มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1.01 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูร้อน และช่วงฤดูหนาว มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.92 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงฤดูฝน มีอุณหภูมิลดลงโดยเฉลี่ย 0.59 องศาเซลเซียส

4.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปด Google Earth Engine เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

เป็นการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์กับข้อมูลอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยา จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 4.3, ตารางที่ 4.4 และภาพแสดงอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ดังภาพที่ 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 และภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.3 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปด Google Earth Engine เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557

ปี 2557	อุณหภูมิพื้นผิว (องศาเซลเซียส)			IDW			Kriging		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ฤดูร้อน	17.58	40.55	26.58	17.72	37.68	27.49	17.70	38.28	27.37
ฤดูฝน	13.55	28.82	23.58	23.79	37.21	28.14	23.89	37.18	28.33
ฤดูหนาว	13.45	32.63	22.72	13.84	29.78	21.30	14.20	29.95	21.36

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่สเปด Google Earth Engine เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 แบบวิธี IDW ฤดูร้อนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 37.68 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 17.72 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 27.49 องศาเซลเซียส ฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 37.21 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 23.79 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 28.14 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 29.78 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 13.84 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 21.30 องศาเซลเซียส ในขณะที่แบบวิธี Kriging ฤดูร้อนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 38.28 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 17.70 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 27.37 องศาเซลเซียส ฤดูฝนมีค่า

อุณหภูมิสูงสุด 37.18 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 23.89 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 28.33 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 29.95 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 14.20 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 21.36 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ และอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging พบว่าในช่วงฤดูร้อน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 0.79 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 2.97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 0.91 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 3.42 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูฝน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 4.56 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 19.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 4.75 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 20.14 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงฤดูหนาว มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 1.36 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 5.99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 1.42 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 6.25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine เปรียบเทียบความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2564

ปี 2564	อุณหภูมิพื้นผิว (องศาเซลเซียส)			IDW			Kriging		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ฤดูร้อน	18.28	42.31	27.51	18.81	38.66	28.64	18.79	39.03	28.35
ฤดูฝน	15.62	29.25	22.99	23.74	37.31	28.42	23.78	37.33	28.62
ฤดูหนาว	14.15	34.95	23.64	14.66	31.42	23.17	15.45	31.74	23.42

ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2564 แบบวิธี IDW ฤดูร้อนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 38.66 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 18.81 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 28.42 องศาเซลเซียส ฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 37.31 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 23.74 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 28.42 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 31.42 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 14.66 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 23.17 องศาเซลเซียส ในขณะที่แบบวิธี Kriging ฤดูร้อนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 39.03 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 18.79 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 28.35 องศาเซลเซียส ฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 37.33 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 23.78 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 28.62 องศาเซลเซียส

เซลเซียส และฤดูหนาวมีค่าอุณหภูมิสูงสุด 31.74 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด 15.45 องศาเซลเซียส และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 23.42 องศาเซลเซียส

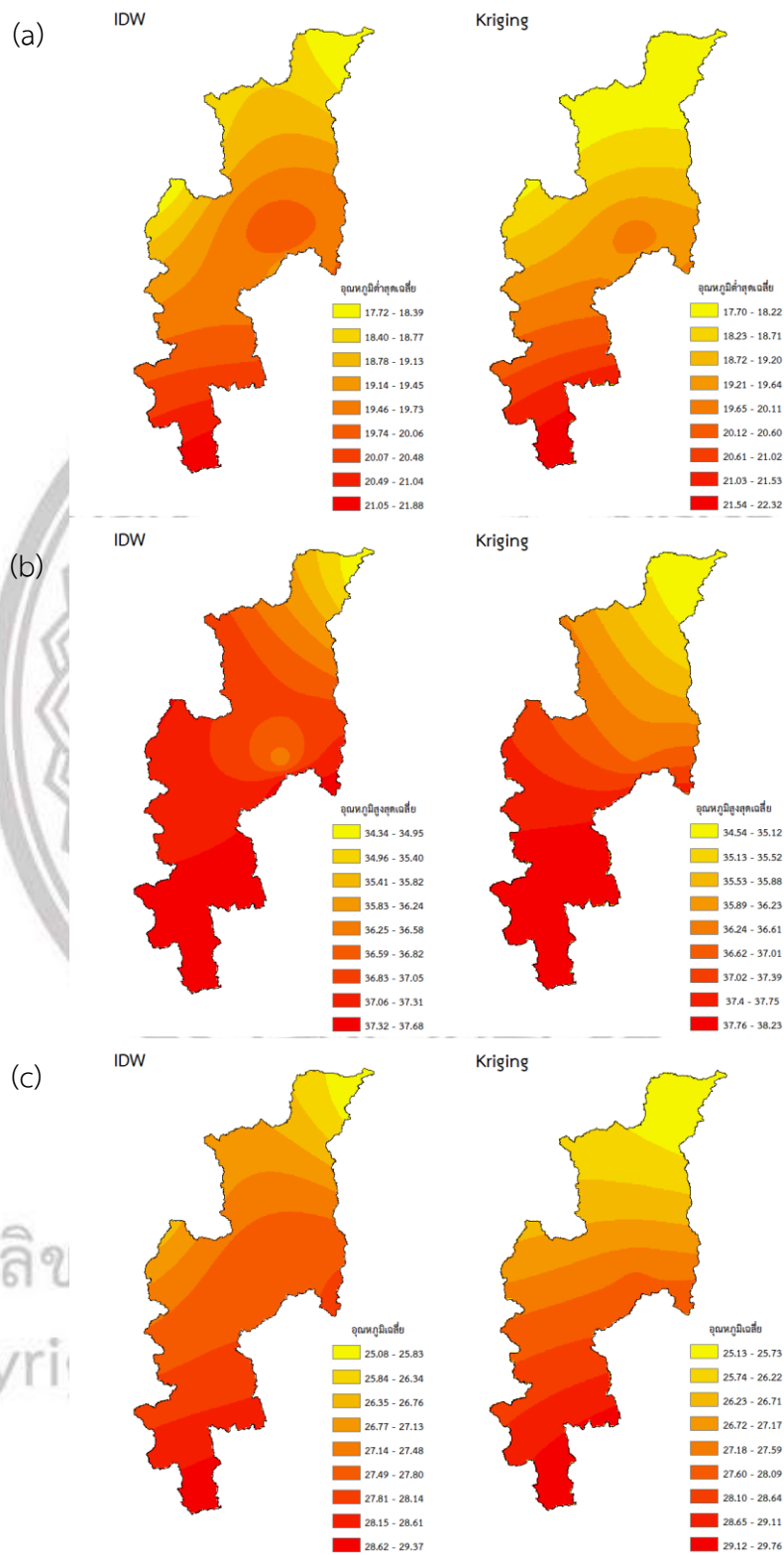
เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ และอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging พบว่าในช่วงฤดูร้อน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 0.84 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 3.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 1.15 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 4.18 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูฝน มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 5.43 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 23.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 5.63 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 24.49 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงฤดูหนาว มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 0.22 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 0.93 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 0.47 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 1.99 เปอร์เซ็นต์



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

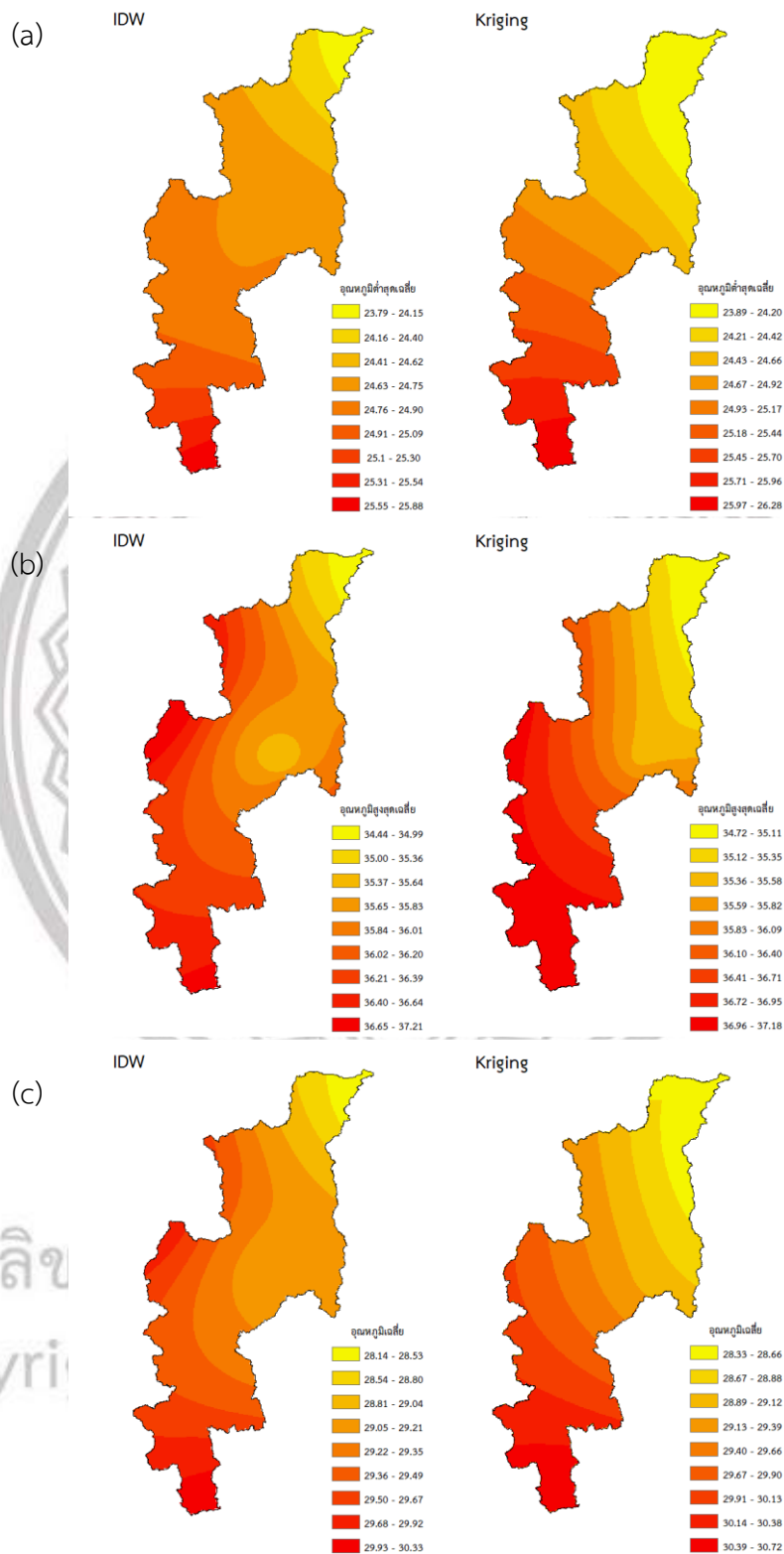
Copyright by Naresuan University

All rights reserved



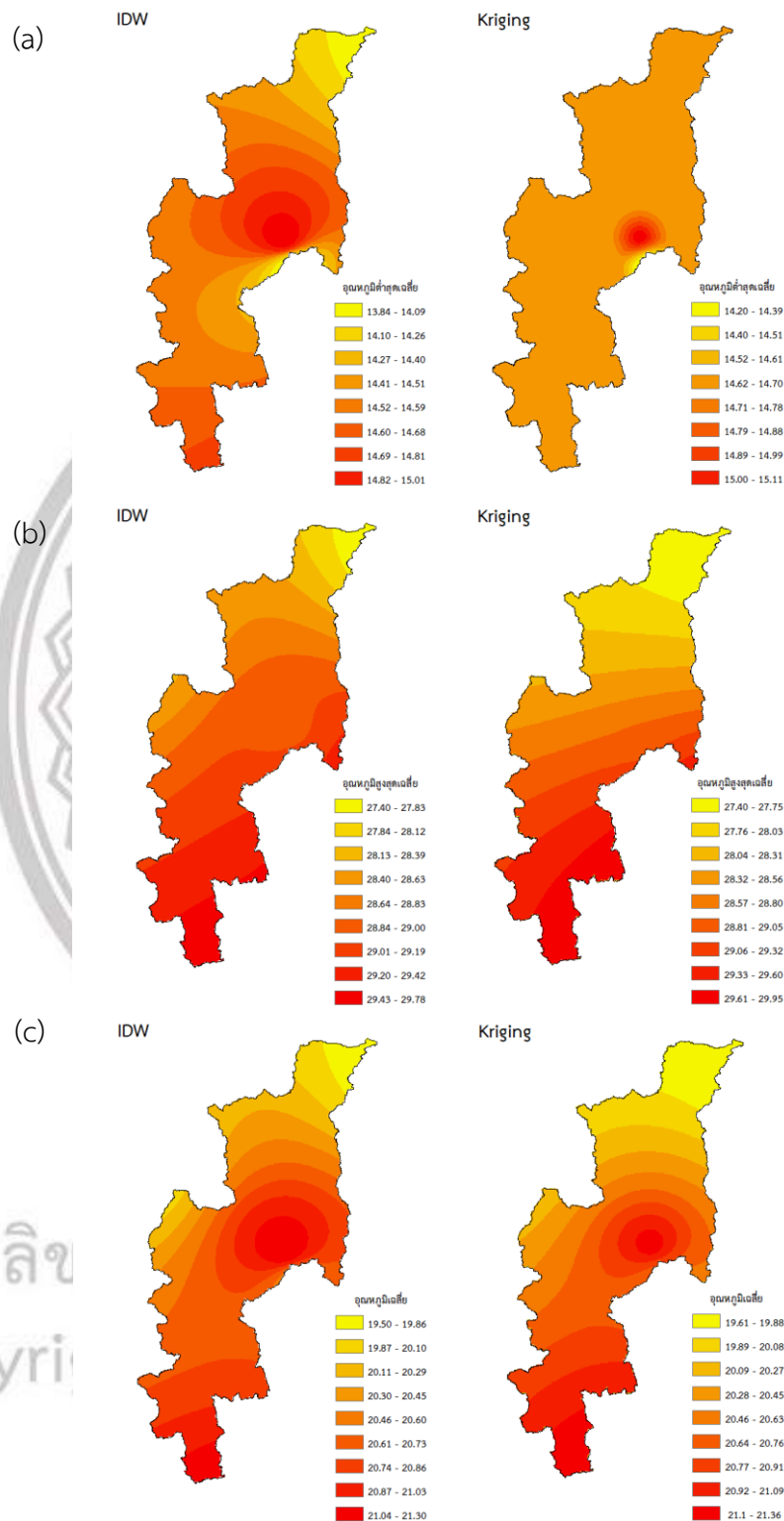
ภาพที่ 4.3 แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปีพ.ศ. 2557

ช่วงฤดูร้อน (a) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (b) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (c) อุณหภูมิเฉลี่ย



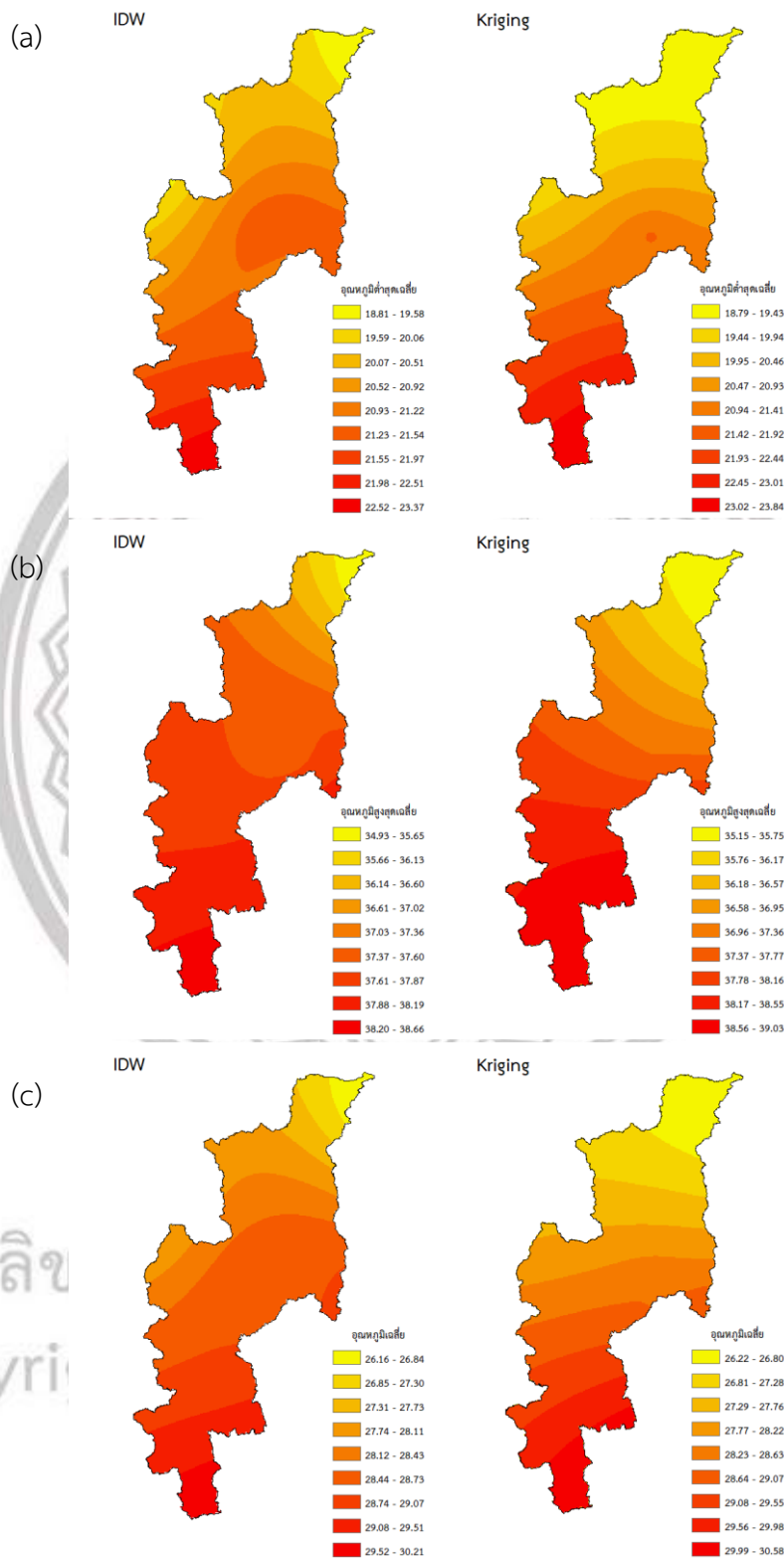
ภาพที่ 4.4 แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปีพ.ศ. 2557

ช่วงฤดูฝน (a) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (b) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (c) อุณหภูมิเฉลี่ย



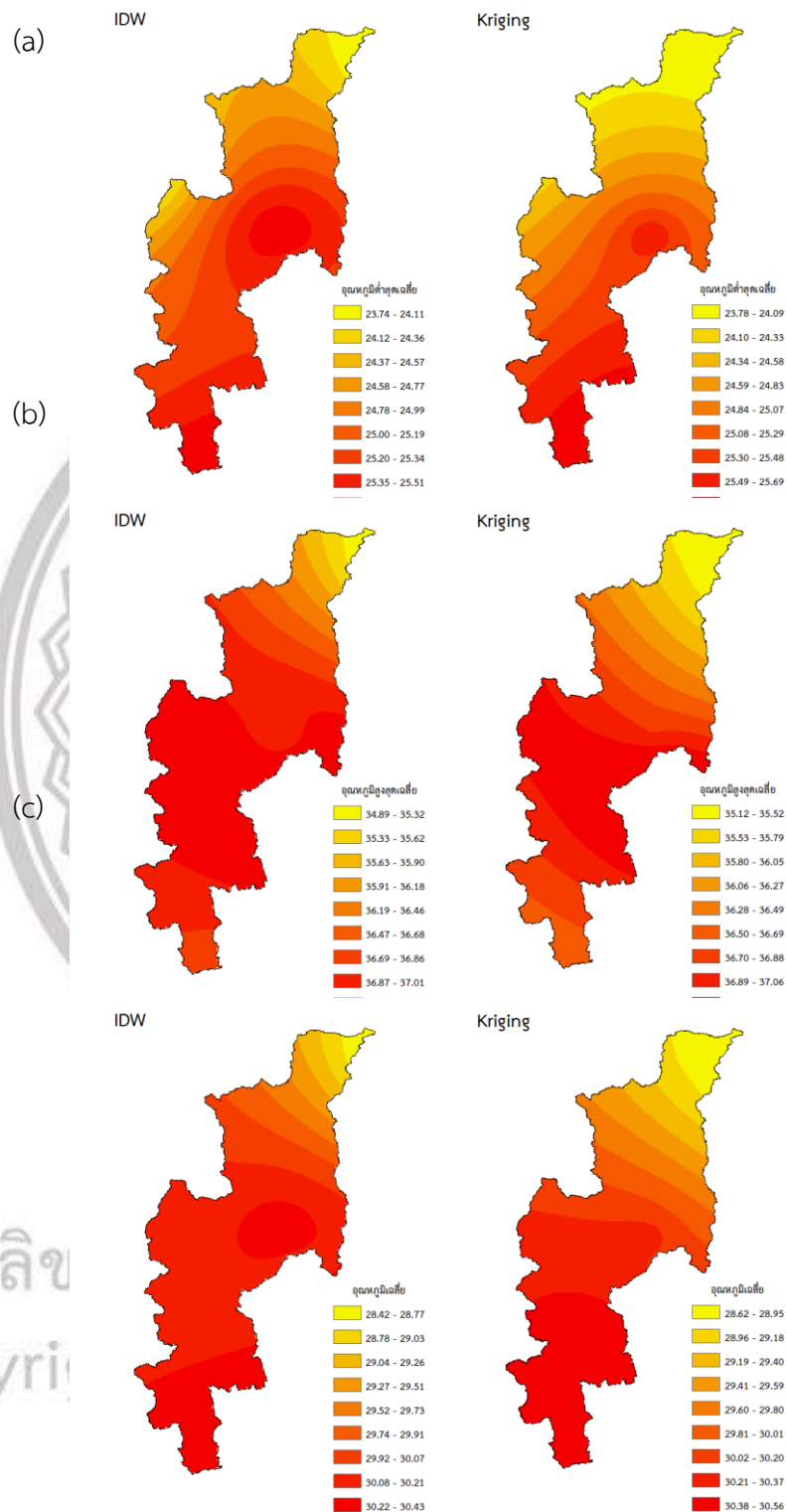
ภาพที่ 4.5 แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปีพ.ศ. 2557

ช่วงฤดูหนาว (a) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (b) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (c) อุณหภูมิเฉลี่ย

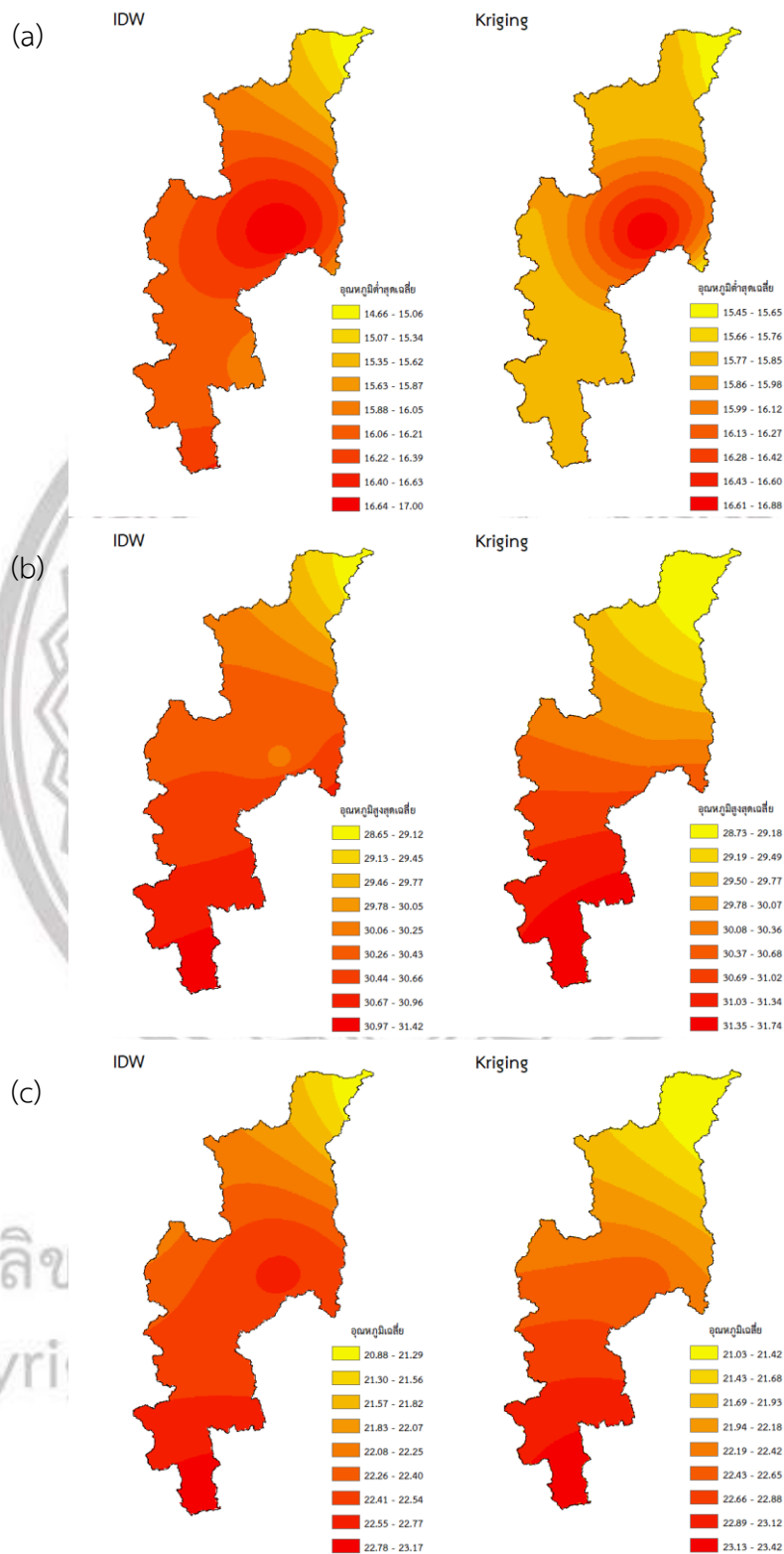


ภาพที่ 4.6 แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปีพ.ศ. 2564

ช่วงฤดูร้อน (a) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (b) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (c) อุณหภูมิเฉลี่ย



ภาพที่ 4.7 แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปีพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูฝน (a) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (b) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (c) อุณหภูมิเฉลี่ย



ภาพที่ 4.8 แสดงภาพอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ปีพ.ศ. 2564

ช่วงฤดูหนาว (a) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (b) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (c) อุณหภูมิเฉลี่ย

4.3 การตรวจสอบความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่จากข้อมูลอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมอุตุนิยมวิทยา ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำนวน 2 วิธี ได้แก่ วิธี IDW และวิธี Kriging ว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยการตรวจสอบความถูกต้องของผลการดำเนินงาน แสดงในรูปแบบของร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557

ปี 2557	ความแม่นยำของแบบจำลอง (เปอร์เซ็นต์)	
	IDW	Kriging
ฤดูร้อน	47%	53%
ฤดูฝน	48%	52%
ฤดูหนาว	43%	57%

ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 เมื่อนำข้อมูลของผลการดำเนินงาน และข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่มาทำการตรวจสอบความถูกต้อง แสดงในรูปแบบของร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง IDW ฤดูร้อนมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 47 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 48 เปอร์เซ็นต์ และฤดูหนาวมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 43 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แบบจำลอง Kriging ฤดูร้อนมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 53 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 52 เปอร์เซ็นต์ และฤดูหนาวมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 57 เปอร์เซ็นต์

จากตารางวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2557 พบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 3 ฤดูกาล คิดเป็นค่าความถูกต้อง 53 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 47 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูร้อน 62 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 48 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูฝน และ 57 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 43 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูหนาว

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2564

ปี 2564	ความแม่นยำของแบบจำลอง (เปอร์เซ็นต์)	
	IDW	Kriging
ฤดูร้อน	46%	54%
ฤดูฝน	31%	69%
ฤดูหนาว	45%	55%

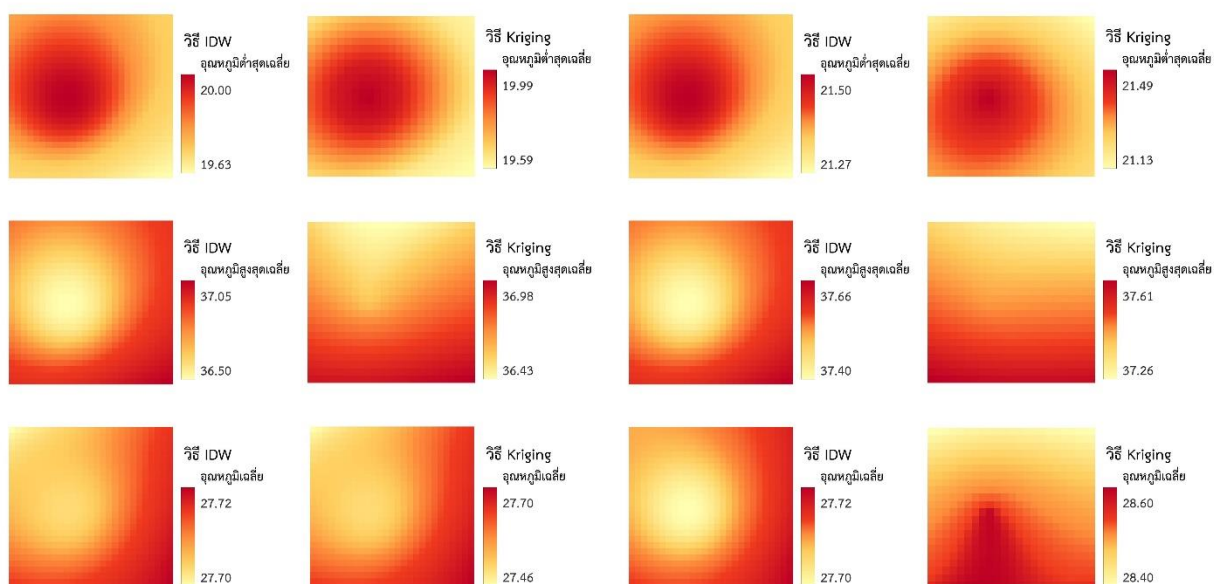
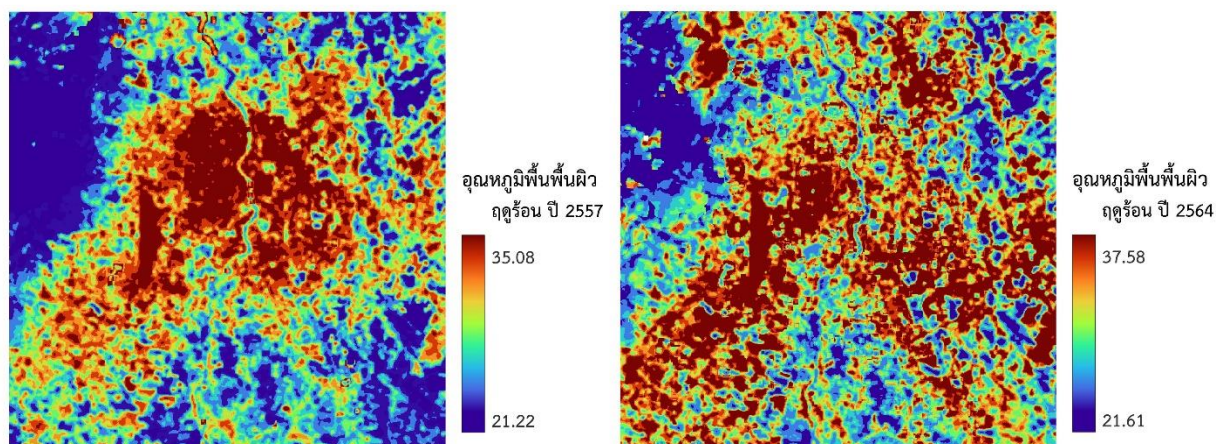
ผลการวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2564 เมื่อนำข้อมูลของผลการดำเนินงาน และข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่มาทำการตรวจสอบความถูกต้อง แสดงในรูปแบบของร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากแบบจำลอง IDW ฤดูร้อนมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 46 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 31 เปอร์เซ็นต์ และฤดูหนาวมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 45 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แบบจำลอง Kriging ฤดูร้อนมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 54 เปอร์เซ็นต์ ฤดูฝนมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 69 เปอร์เซ็นต์ และฤดูหนาวมีความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิ 55 เปอร์เซ็นต์

จากตารางวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging ตามฤดูกาลในช่วงปีพ.ศ. 2564 พบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 3 ฤดูกาล คิดเป็นค่าความถูกต้อง 54 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 46 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูร้อน 69 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 31 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูฝน และ 55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 45 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูหนาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาพที่ 4.9 แสดงภาพอุณหภูมิพื้นผิวน้ำบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 และ
การคำนวณค่าเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงฤดูร้อน

ตารางที่ 4.7 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวน้ำบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

อุณหภูมิพื้นผิวน้ำ (องศาเซลเซียส)	ปี 2557			ปี 2564		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ฤดูร้อน	21.22	35.08	26.93	21.61	37.58	28.18

จากตารางแสดงอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณขอบเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูร้อน พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวในเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเวลา 8 ปี มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1.25 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูร้อนและมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้น

ตารางที่ 4.8 อุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

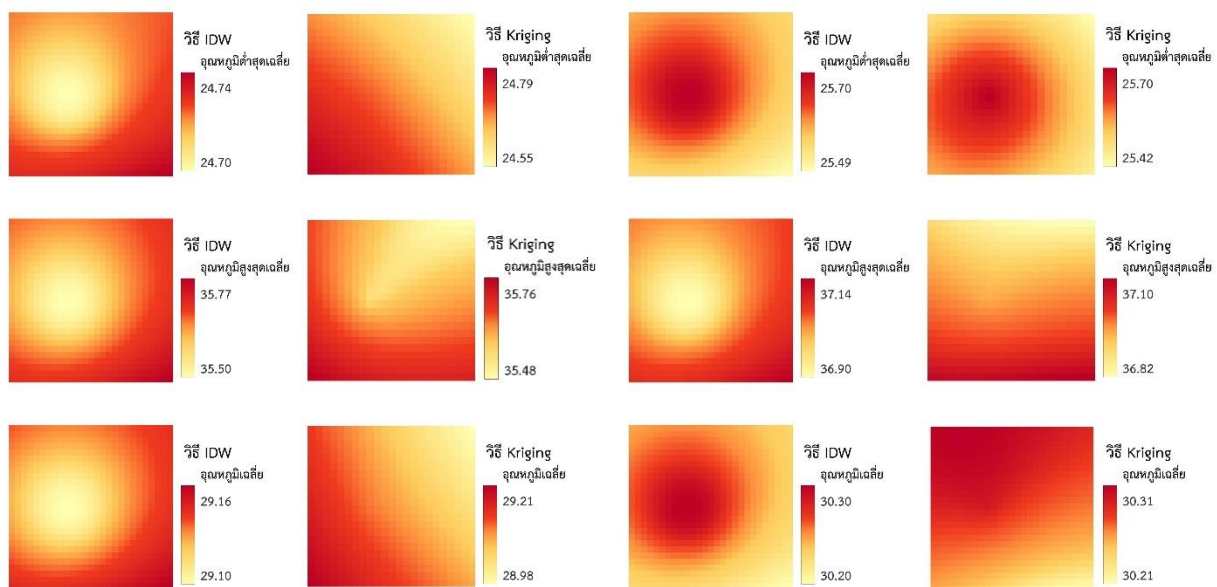
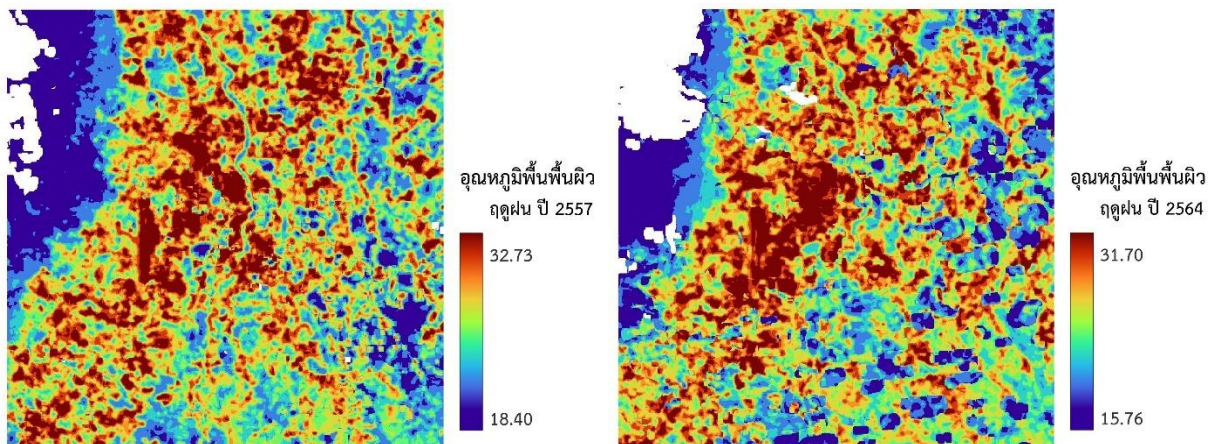
ฤดูร้อน	ปี 2557			ปี 2564		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
วิธี IDW	20.00	36.50	27.70	21.50	37.66	27.70
วิธี Kriging	19.99	36.43	27.46	21.49	37.61	28.40

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ และอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณพื้นที่เมือง พบว่าในช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 0.53 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 1.97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 0.77 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 2.86 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2564 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 0.22 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 0.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 0.48 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 1.70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.9 ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

ความแม่นยำของ แบบจำลอง (เปอร์เซ็นต์)	ปี 2557		ปี 2564	
	IDW	Kriging	IDW	Kriging
ฤดูร้อน	34%	66%	41%	59%

จากตารางวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณพื้นที่เมือง ช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 พบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 2 ช่วงปี คิดเป็นค่าความถูกต้อง 66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 34 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2557 และคิดเป็นค่าความถูกต้อง 59 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 41 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2564



ภาพที่ 4.10 แสดงภาพอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 และ การमानค่าเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงฤดูฝน

ตารางที่ 4.10 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

อุณหภูมิพื้นผิว (องศาเซลเซียส)	ปี 2557			ปี 2564		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ฤดูฝน	18.40	32.73	25.17	15.76	31.70	24.35

จากตารางแสดงอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูฝน พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวในเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเวลา 8 ปี มีอุณหภูมิลดลงโดยเฉลี่ย 0.82 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูฝน

ตารางที่ 4.11 อุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

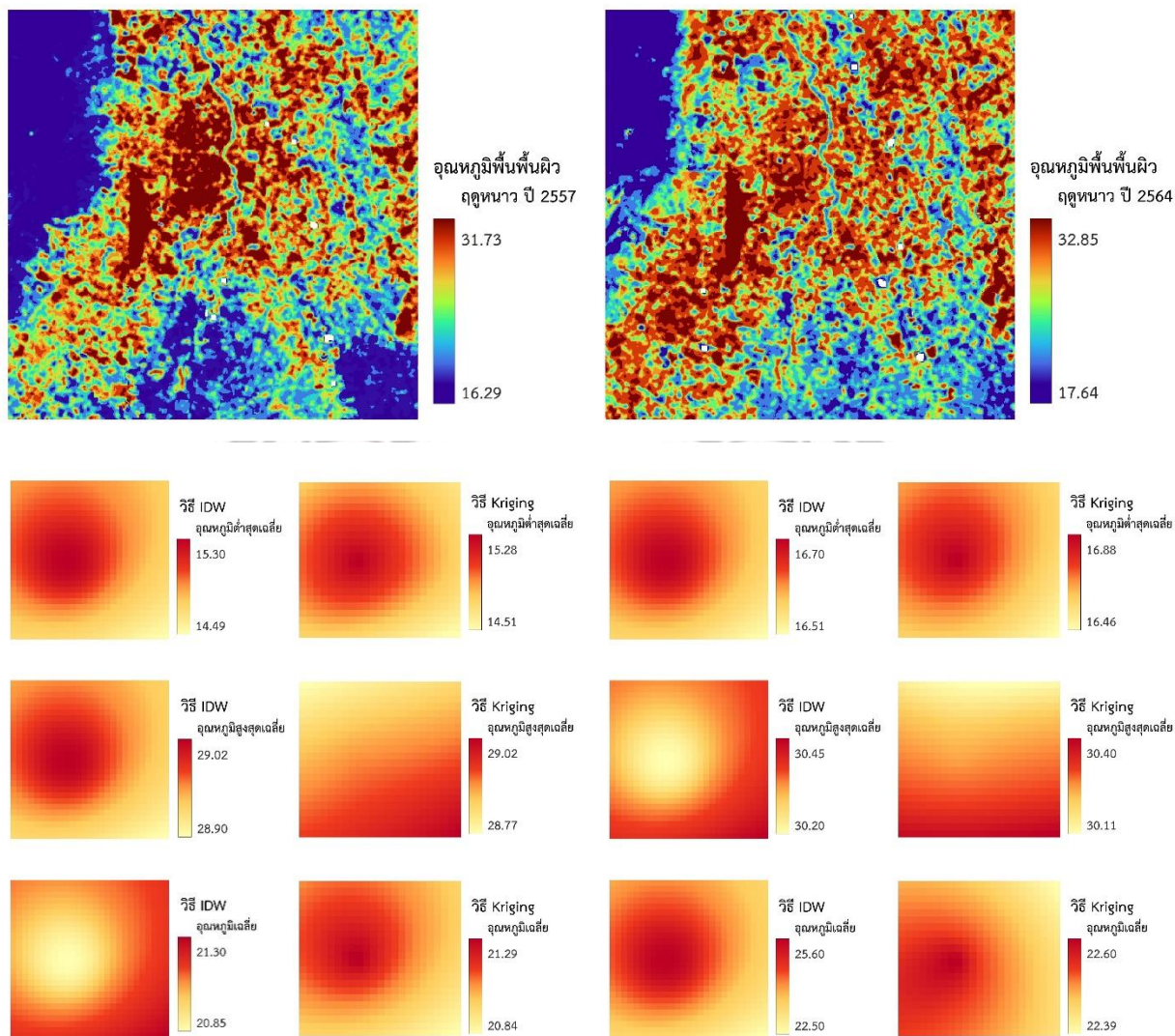
ฤดูฝน	ปี 2557			ปี 2564		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
วิธี IDW	24.70	35.50	29.10	25.49	36.90	30.20
วิธี Kriging	24.55	35.48	28.98	25.42	36.82	30.21

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ และอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณพื้นที่เมือง พบว่าในช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 3.81 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 15.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 3.93 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 15.61 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2564 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 5.85 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 24.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 5.86 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 24.06 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.12 ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

ความแม่นยำของ แบบจำลอง (เปอร์เซ็นต์)	ปี 2557		ปี 2564	
	IDW	Kriging	IDW	Kriging
ฤดูฝน	40%	60%	24%	76%

จากตารางวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณพื้นที่เมือง ช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 พบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 2 ช่วงปี คิดเป็นค่าความถูกต้อง 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 40 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูฝนปีพ.ศ. 2557 และคิดเป็นค่าความถูกต้อง 76 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 24 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูร้อนปีพ.ศ. 2564



ภาพที่ 4.11 แสดงภาพอุณหภูมิพื้นผิวดินบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 และ

การมาคำนวณค่าเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลอุณหภูมิของกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงหนาว

ตารางที่ 4.13 แสดงอุณหภูมิพื้นผิวดินบริเวณเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงฤดูหนาวปีพ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2564

อุณหภูมิพื้นผิวดิน (องศาเซลเซียส)	ปี 2557			ปี 2564		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
ฤดูหนาว	16.29	31.73	24.66	17.64	32.85	25.23

จากตารางแสดงอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณขอบเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูหนาว พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวในเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเวลา 8 ปี มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.57 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูหนาว

ตารางที่ 4.14 อุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูหนาวปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

ฤดูหนาว	ปี 2557			ปี 2564		
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
วิธี IDW	14.49	29.02	21.30	16.70	30.45	22.49
วิธี Kriging	14.51	29.02	21.29	16.88	30.40	22.60

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ และอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging บริเวณพื้นที่เมือง พบว่าในช่วงฤดูหนาวปีพ.ศ. 2557 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 3.36 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 13.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 3.37 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 13.67 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงฤดูหนาวปีพ.ศ. 2564 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี Kriging ต่างกัน 2.63 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 10.42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในขณะที่ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแบบวิธี IDW ต่างกัน 2.74 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 10.86 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.15 ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณเขตพื้นที่เมือง ช่วงฤดูหนาว ปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

ความแม่นยำของ แบบจำลอง (เปอร์เซ็นต์)	ปี 2557		ปี 2564	
	IDW	Kriging	IDW	Kriging
ฤดูหนาว	44%	56%	20%	80%

จากตารางวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging บริเวณพื้นที่เมือง ช่วงฤดูหนาว ปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 พบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลอง คิดเป็นค่าความถูกต้อง 56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 44 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูหนาวปีพ.ศ. 2557 ในขณะที่ช่วงฤดูหนาวปีพ.ศ. 2564 พบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลอง คิดเป็นค่าความถูกต้อง 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ IDW มีค่าความถูกต้อง 20 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5

บทสรุป

การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-8 โดยการประยุกต์ใช้การรับรู้จากระยะไกลด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ตามฤดูกาล และวิเคราะห์ความแม่นยำถูกต้องของอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง IDW และแบบจำลอง Kriging เพื่อใช้เปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine ตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564

5.1 อภิปรายผลการศึกษา

การวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 และพิจารณาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิแบบ IDW และ Kriging เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine กับอุณหภูมิพื้นผิวที่ได้จากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินโดยการประมาณค่าเชิงพื้นที่ 2 วิธี ได้แก่ วิธี IDW และวิธี Kriging ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยกับอุณหภูมิเฉลี่ยจากการประมาณค่าเชิงพื้นที่นั้น มีความสอดคล้องกันและมีความใกล้เคียงกันแบบมีนัยสำคัญกับแบบ Kriging เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิผลพื้นผิวที่ได้จากการวิเคราะห์ การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine นั้นมีความน่าเชื่อถือรวมถึงสามารถนำมาใช้ในประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนกฤต พิษขุนทด (2563) ได้ทำการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนดแซทเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวในจังหวัดมหาสารคาม เพื่อนำเสนอวิธีการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวในจังหวัดมหาสารคามด้วยข้อมูลจากดาวเทียมแลนดแซทจาก 2 ช่วงเวลา คือ ปีพ.ศ. 2550 และ ปีพ.ศ. 2558 เมื่อนำข้อมูลของผลการดำเนินงาน และข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยามาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่าในวันที่ 5 เดือนเมษายน พ.ศ. 2550 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของทั้ง 13 อำเภอกลุ่มตัวอย่างมีค่าอุณหภูมิ ต่างกัน 4.70 องศาเซลเซียสคิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 17.09 เปอร์เซ็นต์ และในวันที่ 3 เดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของทั้ง 13 อำเภอกลุ่มตัวอย่างมีค่าอุณหภูมิ ต่างกัน 5.24 องศาเซลเซียส คิดเป็นค่าความคลาดเคลื่อน 16.48 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถสรุปได้ว่าเกาะความร้อนพื้นผิวบริเวณจังหวัดมหาสารคามในช่วงเวลา 8 ปี มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 4.84 องศาเซลเซียส และมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้น

5.2 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเวลา 8 ปี มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1.01 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูร้อน และช่วงฤดูหนาว มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.92 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงฤดูฝน มีอุณหภูมิลดลงโดยเฉลี่ย 0.59 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ช่วงฤดูร้อน แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูฝน แบบวิธี IDW มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูหนาว แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และในช่วงปีพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูร้อน แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูฝน แบบวิธี IDW มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูหนาว แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จากผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบข้อมูลของอุณหภูมิพื้นผิวของจังหวัดเชียงใหม่ระหว่างผลการประมาณค่าเชิงพื้นที่กับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา มีความใกล้เคียงกันแบบมีนัยสำคัญ และพบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 3 ฤดูกาลในช่วงปี พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 มากที่สุด

กรณีศึกษาอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล บริเวณเขตพื้นที่เมืองของจังหวัดเชียงใหม่ช่วงปีพ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 พบว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวในเขตพื้นที่เมือง จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเวลา 8 ปี มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1.25 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูร้อน มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.57 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูหนาว และมีอุณหภูมิลดลงโดยเฉลี่ย 0.82 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูฝน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ IDW และวิธีการ Kriging ช่วงฤดูร้อน แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูฝน แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูหนาว แบบวิธี IDW มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และในช่วงปีพ.ศ. 2564 ช่วงฤดูร้อน แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูฝน แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ช่วงฤดูหนาว แบบวิธี Kriging มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จากผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบข้อมูลของอุณหภูมิพื้นผิวตามฤดูกาล บริเวณเขตพื้นที่เมืองของจังหวัดเชียงใหม่ระหว่างผลการประมาณค่าเชิงพื้นที่กับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา มีความใกล้เคียงกันแบบมีนัยสำคัญ และพบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging มีประสิทธิภาพและความแม่นยำของแบบจำลองทั้ง 3 ฤดูกาลในช่วงปี พ.ศ. 2557 และพ.ศ. 2564 มากที่สุด

จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวจากจากซอฟต์แวร์ที่สเปด Google Earth Engine นั้นมีความน่าเชื่อถือ รวมถึงสามารถนำมาใช้ในประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิพื้นผิวกับข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา มีความใกล้เคียงกันแบบมีนัยสำคัญ และเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่ได้จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ Kriging ได้อย่างมีประสิทธิภาพและความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

1) ปัญหาเมฆบดบังบนภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat-8 เนื่องจากการศึกษาอุณหภูมิจนผิวตามฤดูกาล จึงทำให้บางพื้นที่ของพื้นที่ศึกษาขาดหายไปโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน

5.4 ข้อเสนอแนะ

1) ควรเลือกภาพถ่ายที่ไม่มีเมฆหรือมีเมฆปกคลุมพื้นที่ศึกษาน้อยที่สุด เพื่อความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพราะถ้ามีเมฆอยู่ในภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาที่จะทำการผลลัพธ์มีความถูกต้องลดลงหรือมีผลที่คลาดเคลื่อน

2) ในส่วนขั้นตอนการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Interpolation) ต้องให้ขนาดความกว้างและความยาวชุดของจุดภาพ (Pixel) ในแต่ละกริด (Grid) มีค่าเท่ากับขนาดความละเอียดของข้อมูลดาวเทียม Landsat-8 เพื่อนำมาเปรียบเทียบกันได้ในมาตรฐานความละเอียดเชิงพื้นที่เดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บรรณานุกรม

- จารุวรรณ ทองมีแสง. (2554). การวิเคราะห์ปัจจัยการเกิดเกาะความร้อนในเมืองเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ญาโณทัย แก้วทอง. (2564). การศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิพื้นผิวต่อพื้นที่สีเขียวด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกล กรณีศึกษา อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ วท.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ณปภัช รมรัตน์ไตร. (2562). การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่สัมพันธ์กับการขยายตัวของเมืองในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วท.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ธนกฤต พิบบุนทด. (2563). การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซทเพื่อตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวในจังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- นราธิป เฟ่งพิศ และคณะ (2560). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวดินกับพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง กรณีศึกษา อำเภอเมืองจังหวัดระยอง. วารสารเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยบูรพา, หน้า 28-40.
- วลดา เตชะพงศ์ธนา และคณะ. (2560). การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม. วารสารเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยบูรพา, หน้า 378-387.
- สาวิตรี รตโนภาสสุวรรณลี และคณะ (2564). ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับการใช้ที่ดินด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมหลายช่วงเวลา อำเภอเมืองอุดรธานี. วารสารเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ, มหาวิทยาลัยบูรพา, หน้า 181-199.
- เอกลักษณ์ สลักคำ. (2553). การประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลเพื่อประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ดิน. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Bishal Roy and Ehsanul Bari. (2022). Examining the relationship between land surface temperature and landscape features using spectral indices with Google Earth Engine. Retrieved 11 July 2023, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022019569>

Ronald C. Estoque et al. (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. Retrieved 11 July 2023, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716323853>



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล เจษรินทร์ ใจดี
 วัน เดือน ปี เกิด วันที่ 12 เดือนมีนาคม 2545
 ที่อยู่ปัจจุบัน 49/3 หมู่ที่ 6 ตำบลชุมแสง อำเภอเสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ 31150

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2563 - ปัจจุบัน วท.บ.(ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร เกردเฉลี่ย 3.38
 พ.ศ. 2560 - 2562 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ศิลป์ - คำนวณ) โรงเรียนมัธยมวัดมกุฎกษัตริย์
 แขวงบางขุนพรหม เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200 เกรดเฉลี่ย 3.35
 พ.ศ. 2557 - 2559 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมวัดมกุฎกษัตริย์
 แขวงบางขุนพรหม เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200
 พ.ศ. 2551 - 2556 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัดมทรณพาราม ในพระราชูปถัมภ์ฯ
 แขวงเสาชิงช้า เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

รางวัลที่ได้รับ

- 1) ได้รับเกียรติบัตรเพื่อแสดงว่าเป็นนิสิตดีเด่น ด้านความประพฤติ ประจำปีการศึกษา 2566 สาขาวิชา ภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
- 2) ได้รับเกียรติบัตรเพื่อแสดงว่าเป็นนิสิตผู้มีผลการเรียนดี ประจำปีการศึกษา 2565 สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved