

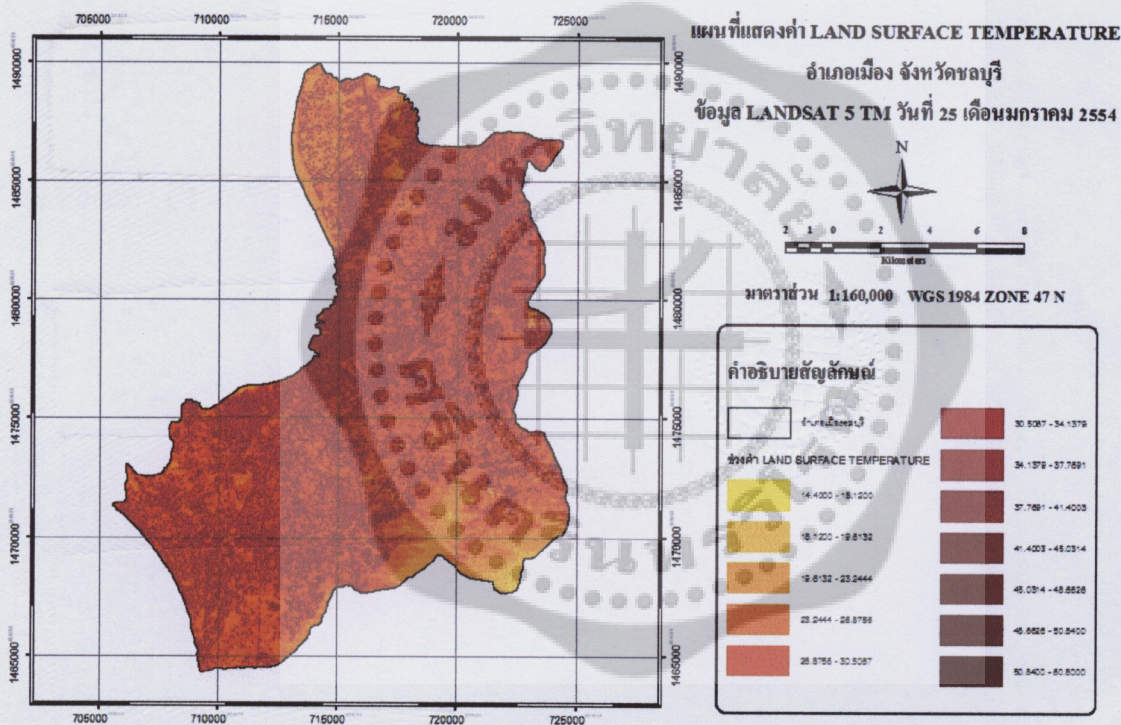
621.3678

ส 852 ก

ร. 2



การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน จากข้อมูลแลนด์แซท



- 8 ก.พ. 2555

รองศาสตราจารย์ สุรภี อิงคากุล
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

S 105554

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนตามโครงการวิจัยจาก
งบประมาณเงินรายได้คณะสังคมศาสตร์ ประจำปี 2553



งานวิจัยเรื่อง การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจากข้อมูลแลนด์แซท



บทคัดย่อ
ของ
สุรภี อิงคากุล

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ธันวาคม 2554

สุรกี อิงคากุล.(2554). การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจากข้อมูลแลนด์แซท ภาควิชา
ภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อตรวจวัดและเปรียบเทียบอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) ในช่วงเวลา 12 ปี เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ รวมทั้งเพื่อจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้ข้อมูลแลนด์แซทในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared) และในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น พื้นที่ศึกษาอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี ใช้ข้อมูล ในช่วงฤดูหนาวปี พ.ศ.2543 2548 และ 2554

ผลการวิเคราะห์ปี 2543 พื้นที่ส่วนใหญ่จำนวน 104.77 ตารางกิโลเมตร หรือ 40.218 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิระหว่าง 23.24-26.87 องศาเซลเซียส ปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่จำนวน 103.826 ตารางกิโลเมตร หรือ 39.856 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิระหว่าง 30.5067 - 34.1379 องศาเซลเซียส และปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่จำนวน 96.72 ตารางกิโลเมตร หรือ 37.13 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิระหว่าง 26.8756 - 30.5067 องศาเซลเซียส แสดงว่าปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงกว่าปีอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตาม ปี 2554 มีพื้นที่บางส่วนจำนวนไม่มากอุณหภูมิสูงระหว่าง 50.8400 - 60.8000 สูงกว่า ปี 2543 และ 2548

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาทั้งสามปีพบว่า มีการกระจายของอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินแตกต่างกัน ปี พ.ศ. 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่าปีพ.ศ.2543 และ พ.ศ. 2548 ในปีพ.ศ. 2554 มีพืชของอุณหภูมิสูงกว่าปีอื่นๆเนื่องจากมีพื้นที่ป่าไม้ลดลง อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ โดยการใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน(Pearson product-moment correlation coefficient) พบว่าสมการที่ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงสุดคือสมการโพลิโนเมียลกำลังสาม (Cubic function) ปี พ.ศ. 2543 2548 และ 2554 มีค่าสหสัมพันธ์ -0.984 -0.872 และ -0.952 ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์สูงเป็นไปในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

การวิเคราะห์การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินพบว่า มี 7 ประเภท การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพบว่า กลุ่มที่ 1 พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่เกษตรสัตว์น้ำมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้น กลุ่มที่ 2 พื้นที่ ป่าไม้และป่าชายเลนลดน้อยลงมากโดยเฉพาะปี พ.ศ.2548 เมื่อเปรียบเทียบทั้งสามปีพบว่า กลุ่มที่ 3 พื้นที่ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น ลดน้อยลง กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ และ กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง มีพื้นที่เพิ่มมากขึ้น ส่วนกลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน มีพื้นที่ลดลงและเปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 4 และ 7 ส่วนกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง มีพื้นที่ลดลงและเปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 1 6 และ 3 ยกเว้นปีพ.ศ. 2548 ที่มีพื้นที่กลุ่มที่ 7 เพิ่มขึ้น

**EVALUATION OF LAND SURFACE TEMPERATURE
FROM LANDSAT DATA**



**DEPARTMENT OF GEOGRAPHY, FACULTY OF SOCIAL SCIENCE
SRINAKHARINWIROT UNIVERSITY
DECEMBER 2011**

Surapee Engkagul.(2011). *Evaluation of Land Surface Temperature from Landsat Data*. Department of Geography, Faculty of Social science , Srinakharinwirot University.

The objectives of this research are to evaluate and compare land surface temperature (LST) during 12 year period, to relate land surface temperature and normalized difference vegetation index(NDVI) including to classify land use land cover by using Landsat satellite data in thermal infrared and visible bands. The study area is Amphoe Muang, Chonburi province. During winter season in A.D.2000, 2005 and 2011.

The results of the study found that in A.D 2000, the greater part about 104.77 square kilometers or 40.218 percent of the study area has land surface temperature between 23.24-26.87 degrees Celsius. In A.D. 2005, the greater part about 103.826 square kilometers or 39.856 percent of the study area has land surface temperature between 30.5067-34.1379 degrees Celsius. In A.D. 2011, the greater part about 96.72 square kilometers or 37.13 percent of the study area has land surface temperature between 26.8756 - 30.5067 degrees Celsius.

Comparing the result of the study, it found that there are differences in land surface temperature distribution. In A.D.2005, in greater part of the study area, land surface temperature is higher than A.D.2000 and 2011.In A.D.2011, the temperature range is higher than others because of the decreasing of forest areas .Land surface temperature in each period of time are different.

The analysis of relationship between land surface temperature and normalized difference vegetation index by using Pearson product-moment correlation coefficient method, it found that the equation that gave the highest correlation coefficient is the third order polynomial equation or cubic function. In A.D.2000, 2005 and 2011 the correlation coefficients are -.984 -.872 and -.952 respectively, with high negative relation in the significance level of 0.01.

The analysis of land use and land cover classification from Landsat found that there are seven types. The analysis of change detection found that, type1 Water and aquatic agriculture areas increased. Type 2 Forest and mangrove swamp forest areas decreased especially in A.D.2005. Comparing the results between these years, revealed that type 3 Woodland and trees decreased. Type 4, Mix-agricultural and golf areas, and type 5, Harvested agricultural area, grassland, abandoned land, increased. Type 6, Urban and building area, road, bare soil, mining areas decreased, the decreasing areas changed to

type 4 and 7.Type 7, Urban area, road, dry-aquatic agricultural areas decreased, the decreasing areas changed to type 1 6 and 3 ,except in A.D.2005 this type increased.



คำนำ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท ในการตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิว และตรวจวัดความสัมพันธ์กับดัชนีเอ็นดีวีไอ โดยใช้ข้อมูลที่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี เพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในช่วงเวลาที่ทำการ ศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะสังคมศาสตร์และภาควิชาภูมิศาสตร์ที่ได้กรุณาสับสนุนทุนวิจัยและเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ และเจ้าหน้าที่ คุณณัฐกิตติ์ เสนะโหมงคลภักดิ์ คุณอนุเผ่า อบแพทย์ และคุณกนกวรรณ กันทะกิติ ที่ได้กรุณาช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในเรื่องข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณธีระยุทธ์ ถาวรเจริญสกุล ที่ได้ช่วยเหลืองานในหลายๆ ด้านและเป็นผู้ช่วยนักวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณวิโรจน์ วิสุร์ วิสุตาและวสันต์ อิงคากุล ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำงานวิจัยจนสำเร็จ

สุรภี อิงคากุล

22 ธันวาคม 2554

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
1.วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
2.ความสำคัญที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	2
3.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
4.ขอบเขตของการวิจัย	3
5.กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	3
6.นิยามศัพท์เฉพาะ	3
7.สมมติฐานของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
1.ดาวเทียมแลนด์แซท.....	5
1.1 ลักษณะของระบบดาวเทียมแลนด์แซท.....	6
1.2 อุปกรณ์เก็บข้อมูล และรายละเอียดข้อมูลภาพ.....	8
2. ข้อมูลดิจิทัลจากดาวเทียมแลนด์แซท.....	10
2.1 ค่าดิจิทัลโทนเบอร์ (Digital number) หรือ ค่าดีเอ็น.....	10
2.2 ค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี.....	10
3. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land Surface Temperature)	10
3.1 งานวิจัยการหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน.....	11
4. ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน.....	14
4.1 การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance)หรือค่า การแผ่รังสี.....	15
4.2 การแปลงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี ให้เป็น ค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature)	18
4.3 การแปลงค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature) ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature)	19

สารบัญ

บทที่		หน้า
2	5. สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface Emissivity)	21
	5.1 วิธีการในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface Emissivity).....	22
	6. ดัชนีพืชพรรณ(Vegetation Index)	25
	6.1 การจำแนกกลุ่มดัชนีพืชพรรณ.....	25
	6.2 ดัชนีพืชพรรณแตกต่างปกติ หรือเอ็นดีวีไอ (Normalized Difference Vegetation Index)	27
	7.การแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากผลกระทบของบรรยากาศ(Atmospheric Correction)	28
	7.1 วิธีการแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศ.....	30
	8. ระบบภูมิสารสนเทศ (Geomatics)	32
	8.1 ระบบสัมผัสระยะไกล (Remote Sensing)	32
	8.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographical Information System).....	33
	8.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System)...	34
	9. พื้นที่ศึกษา.....	34
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	39
	1. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	39
	2. การจัดกระทำกับข้อมูล.....	40
	2.1 การเตรียมข้อมูลทั่วไป.....	40
	2.2 การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Preprocessing)	40
	3. การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมและการวิเคราะห์ทางสถิติ	40
	3.1 การจำแนกประเภทข้อมูล (Land use classification)	40
	3.2 การหาค่าดัชนีพืชพรรณ(Vegetation Index)	41
	3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Image Processing Analysis for Land Surface Temperature).....	41
	3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง (Change detection analysis การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และเอ็นดีวีไอ.....	43
	3.5 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.....	43
	4. การทำแผนที่.....	43
	5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44

สารบัญ

บทที่		หน้า
3	6. การกำหนดค่าผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
	6.1 การกำหนดค่าผลการวิเคราะห์การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน.....	44
	6.2 การกำหนดค่าเอ็นดีวีไอ (NDVI)	45
	6.3 การกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface emissivity).....	45
	6.4 การกำหนดค่าเรเดียนซ์ (Radiance)	46
	6.5 การกำหนดค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด(At- sensor brightness temperature).....	46
	6.6 การกำหนดค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) ...	47
4	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
	1. การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Preprocessing).....	50
	2. การจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and land cover change classification).....	54
	2.1 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543	55
	2.2 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548.....	57
	2.3 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554.....	59
	2.4 สรุปผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	61
	3. การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไอ.....	63
	3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543.....	64
	3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548	66
	3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	68
	3.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี	70

สารบัญ

บทที่	หน้า
4	4.การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) 71
	4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface emissivity) อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรีวันที่12 เดือน ธันวาคมพ.ศ. 2543..... 72
	4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface emissivity) อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548..... 73
	4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface emissivity) อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรีวันที่วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554... 74
	4.4 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface Emissivity) 75
	4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface Emissivity) เพิ่มเติมในพื้นที่จำแนกไม่ได้..... 76
5.	การวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี..... 80
	5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543..... 81
	5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance)อำเภอเมือง จังหวัด จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548..... 83
	5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554..... 85
	5.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance)..... 87
6.	การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)..... 88
	6..1 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At- sensor brightness temperature)อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543..... 89
	6..2 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At- sensor brightness temperature)อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548..... 90

สารบัญ

บทที่	การวิเคราะห์ข้อมูล	หน้า
4	6.3 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	91
	6.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature) อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี	92
7.	การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature).....	93
7.1	การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543.....	94
7.2	การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548.....	97
7.3	การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	100
7.4	สรุปผลเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature).....	103
8.	การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง(Change detection analysis) การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และเอ็นดีวีไอ	105
8.1.	การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง ข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and land cover change detection analysis).....	106
8.1.1	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548.....	107
8.1.2	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่าง ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ 2548 กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554.....	109

สารบัญ

บทที่	การวิเคราะห์ข้อมูล	หน้า
4	8.1.3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่าง ข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ.2543 กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554..... 8.2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลงดัชนีพืชพรรณ (NDVI change detection analysis) อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน..... 8.2.1 การหาค่าความเปลี่ยนแปลงดัชนีพืชพรรณ ระหว่างข้อมูล วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 8.2.2 การหาค่าความเปลี่ยนแปลงดัชนีพืชพรรณ ระหว่างข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับข้อมูล วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 8.2.3 การหาค่าความเปลี่ยนแปลงดัชนีพืชพรรณ ระหว่างข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 25เดือนมกราคม พ.ศ. 2554..... 9. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับ ดัชนีพืชพรรณ..... 9.1 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ข้อมูลวันที่ 12 เดือนธันวาคมพ.ศ.2543 9.2 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ข้อมูลวันที่ 8 เดือน มกราคมพ.ศ.2543... 9.3 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ข้อมูลวันที่ 25 เดือน ธันวาคมพ.ศ.2543....	111 113 114 118 122 126 127 129 131
5	สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย..... 1. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย..... 2. สมมติฐานของการวิจัย..... 3. วิธีดำเนินการวิจัย..... 4. สรุปผลตามสมมติฐานและอภิปรายผล..... 5. ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ..... บรรณานุกรม.....	133 133 133 135 137 138

บทที่	ภาคผนวก	หน้า
	ภาคผนวก.....	144



สารบัญตาราง

บทที่ 2	ตาราง	หน้า
2.1	ระบบดาวเทียมแลนด์แซท.....	5
2.2	ดาวเทียมแลนด์แซท อุปกรณ์เก็บข้อมูล และรายละเอียดข้อมูลภาพ.....	9
2.3	ข้อมูลที่เอ็ม ช่วงความยาวคลื่น ค่าเรเดียนซ์สูงสุดต่ำสุด ค่าคงที่ และค่า รังสีตกกระทบเหนือชั้นบรรยากาศ.....	16
2.4	ข้อมูลอีทีเอ็มพลัส ช่วงความยาวคลื่น ค่าเรเดียนซ์สูงสุดต่ำสุด ค่าคงที่ และค่ารังสีตกกระทบเหนือชั้นบรรยากาศ.....	17
2.5	ค่าคงที่ที่ใช้ในการปรับแก้สำหรับข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซททีเอ็มและอีที เอ็มพลัส(TM and ETM+ Spectral band calibration constant)	18
2.6	การกระจายของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี	36
บทที่ 3	ตาราง	
3.1	การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.....	44
3.2	การจำแนกค่าเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.....	45
3.3	การจำแนกค่าสภาพแปลงรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัด	45
3.4	การจำแนกค่าเรเดียนซ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.....	46
3.5	การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัดอำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี.....	46
3.6	การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.....	47
บทที่ 4	ตาราง	
4.1	การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543.....	55
4.2	การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548	57
4.3	การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554.....	59

สารบัญตาราง

บทที่ 4	ตาราง	หน้า
4.4	เปรียบเทียบการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี(เปอร์เซ็นต์)	61
4.5	การจำแนกค่าเอ็นดีวีโออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543.....	64
4.6	การจำแนกค่าเอ็นดีวีโออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548.....	66
4.7	การจำแนกค่าเอ็นดีวีโออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	68
4.8	เปรียบเทียบการจำแนกค่าเอ็นดีวีโออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (เปอร์เซ็นต์)	70
4.9	การจำแนกค่าสภาพแปลงรังสีของพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543	72
4.10	การจำแนกค่าสภาพแปลงรังสีของพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548.....	73
4.11	การจำแนกค่าสภาพแปลงรังสีของพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554	74
4.12	เปรียบเทียบการจำแนกค่าสภาพแปลงรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี.....	75
4.13	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อกำหนดค่าสภาพแปลงรังสีของพื้นผิว เพิ่มเติมในพื้นที่จำแนกไม่ได้ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี	76
4.14	การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543.....	81
4.15	การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548.....	83
4.16	การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคมพ.ศ. 2554.....	85
4.17	เปรียบเทียบค่าเรเดียนซ์(Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.....	87
4.18	การจำแนกค่าค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคมพ.ศ. 2543.....	89

สารบัญตาราง

บทที่ 4	ตาราง	หน้า
4.19	การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี วันที่ 8 เดือน ธันวาคมพ.ศ. 2548	90
4.20	การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคมพ.ศ. 2554	91
4.21	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมืองอำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี	92
4.22	การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอ เมือง จังหวัด ชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543.....	94
4.23	การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอ เมือง จังหวัด ชลบุรีวันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548.....	97
4.24	การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอ เมือง จังหวัด ชลบุรีวันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	100
4.25	เปรียบเทียบเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.....	103
4.26	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (ตารางกิโลเมตร).....	108
4.27	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (เปอร์เซ็นต์).....	108
4.28	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (ตารางกิโลเมตร).....	110
4.29	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (เปอร์เซ็นต์).....	110
4.30	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (ตารางกิโลเมตร).....	112

สารบัญตาราง

บทที่ 4	ตาราง	หน้า
4.31	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (เปอร์เซ็นต์)	112
4.31	การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (ตาราง กิโลเมตร)	114
4.32	การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (เปอร์เซ็นต์)	116
4.33	การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับวันที่ 25 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 (ตารางกิโลเมตร)	118
4.34	การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 กับวันที่ 25 เดือนธันวาคม พ.ศ.2543 (เปอร์เซ็นต์) ...	120
4.35	การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (ตาราง กิโลเมตร)	122
4.36	การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2548 (เปอร์เซ็นต์)	124
4.37	ค่าสถิติการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ.2543	127
4.38	ค่าสถิติการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548.....	129
4.39	ค่าสถิติการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554.....	131
ภาคผนวก		144
4.40	ตารางภาคผนวก 1. ข้อมูลเอ็นดีวีไอและอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินสำหรับคำนวณค่าสหสัมพันธ์	145

สารบัญภาพประกอบ

บทที่ 1	ภาพประกอบ	หน้า
1.1	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	3
บทที่ 2	ภาพประกอบ	
2.1	ดาวเทียมแลนด์แซท 5 อุปกรณ์ที่เอ็มและเอ็มเอสเอส	7
2.2	อุปกรณ์ที่เอ็มพลัส.....	7
2.3	ลายเซ็นช่วงคลื่นของดิน พืชพรรณธรรมชาติ และน้ำ.....	25
2.4	เปรียบเทียบค่าดัชนีพืชพรรณของพืชสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์.....	27
2.5	ผลกระทบจากบรรยากาศที่มีต่อข้อมูลภาพดาวเทียม.....	28
2.6	TM imagery, color-composite (bands 1, 2, and 3).....	30
2.7	การกระจายของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี.....	37
2.8	แผนที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.....	38
บทที่ 3	ภาพประกอบ	
3.1	แผนที่แสดงพิกัดสำรวจภาคสนาม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี.....	48
บทที่ 4	ภาพประกอบ	
4.1	แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท5ที่เอ็ม วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543.....	51
4.2	แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท5ที่เอ็ม วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548.....	52
4.3	แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท5ที่เอ็ม วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554.....	53
4.4	แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543.....	56
4.5	แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548	58
4.6	แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี วันที่วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554.....	60
4.7	แผนที่แสดงค่า NDVI อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543.....	65

สารบัญภาพประกอบ

บทที่ 4	หน้า
4.8 แผนที่แสดงค่า NDVI อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548.....	67
4.9 แผนที่แสดงค่าNDVI อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	69
4.10 แผนที่แสดงค่า SURFACE EMISSIVITY อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543	77
4.11 แผนที่แสดงค่า SURFACE EMISSIVITY อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548.....	78
4.12 แผนที่แสดงค่า SURFACE EMISSIVITY อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	79
4.13 เรเดียนซ์.....	80
4.14 แผนที่แสดงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543.....	82
4.15 แผนที่แสดงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548	84
4.16 แผนที่แสดงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	86
4.17 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543.....	96
4.18 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินอำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548	99
4.19 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินอำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554.....	102
4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณแบบสมการโพลิโนเมียลกำลังสาม (Cubic function)ของข้อมูล วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543.....	128
4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณแบบสมการโพลิโนเมียลกำลังสาม (Cubic function)ของข้อมูล วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548.....	130

สารบัญ

บทที่ 4	ภาพประกอบ	หน้า
4.22	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณแบบสมการโพลิโนเมียลกำลังสาม (Cubic function) ของข้อมูล วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554.....	132



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

อุณหภูมิพื้นผิวโลก (Earth surface temperature) มีผลต่อปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของโลก เมื่อพลังงานดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวโลกมีการส่งผ่านพลังงาน ดูดกลืนพลังงานและสะท้อนพลังงานกลับขึ้นไปในบรรยากาศ การดูดกลืนพลังงานไว้ที่พื้นผิวโลกทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นและหลังจากนั้นมีการแผ่พลังงาน ชนิดของพื้นผิวโลกจึงมีความสำคัญ ความสามารถในการปล่อยพลังงาน (Emission) ของพื้นผิวที่มีลักษณะแตกต่างกัน จึงทำให้มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ลักษณะการใช้ที่ดินและคุณสมบัติของพื้นผิวจึงมีปัจจัยที่สำคัญต่ออุณหภูมิพื้นผิวโลก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อไปในเรื่องของอุณหภูมิของอากาศ การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ (Climate change) และระบบอุทกวิทยา (Hydrological system)

ข้อมูลสัมพัทธ์ระยะไกลในช่วงคลื่นความร้อน (Thermal infrared data) สามารถตรวจสอบการแผ่รังสี (Radiation) ของพื้นผิวโลก และใช้สำหรับหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวได้เนื่องจากข้อมูลสัมพัทธ์ระยะไกลเก็บข้อมูลเป็นจุดภาพ (Pixel) ดังนั้นทุกจุดภาพในพื้นที่ศึกษาจึงสามารถหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ที่มีข้อมูลภาพดาวเทียมได้

การวิจัยเกี่ยวกับอุณหภูมิพื้นผิวโลก มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสามารถนำปัจจัยที่สำคัญมาทำการคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบตามที่ต้องการ ปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ดัชนีพืชพรรณ เป็นการวัดเชิงปริมาณเพื่อใช้ในการตรวจวัดมวลชีวภาพหรือความสมบูรณ์ของพืชพรรณ และปัจจัยเรื่องสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface Emissivity) ที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเฉพาะในส่วนของอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) ได้ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมแลนด์แซทในการตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิว และใช้ข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี เพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาดาวเทียมแลนด์แซท 5 (L5) มีอุปกรณ์ทีเอ็ม (Thematic Mapper) ที่ตรวจวัดข้อมูลข้อมูลในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็นและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Visible and Near infrared) จำนวน 6 แบนด์ และช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared) จำนวน 1 แบนด์ พื้นที่ศึกษา บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

1. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) โดยใช้ข้อมูลแบนด์ 6 ที่ตรวจวัดในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared)
2. เพื่อหาความแตกต่างของอุณหภูมิ ใน 3 ช่วงเวลา รวมระยะเวลา 15 ปี เฉพาะช่วงเวลาฤดูหนาว ข้อมูลแลนด์แซทที่มีรายละเอียดภาพค่อนข้างสูง จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินที่ได้มีรายละเอียดสูงกว่าการใช้ข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพขนาดปานกลาง หรือ ค่อนข้างหยาบ
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ
4. วิธีการที่ได้จากการศึกษา สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ในภูมิภาคอื่น ที่ต้องการตรวจสอบได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของพื้นผิวโลก

2. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียมแลนด์แซทในการตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน โดยใช้ข้อมูลแบนด์ 6 ที่ตรวจวัดในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared)
2. การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยทางด้านภูมิอากาศ ผลจากการศึกษานี้จะทำให้ได้วิธีการตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวที่นำไปใช้ประโยชน์ในปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้ เช่น การติดตามการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศที่มีผลกระทบในพื้นที่
3. ผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์ในด้านการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

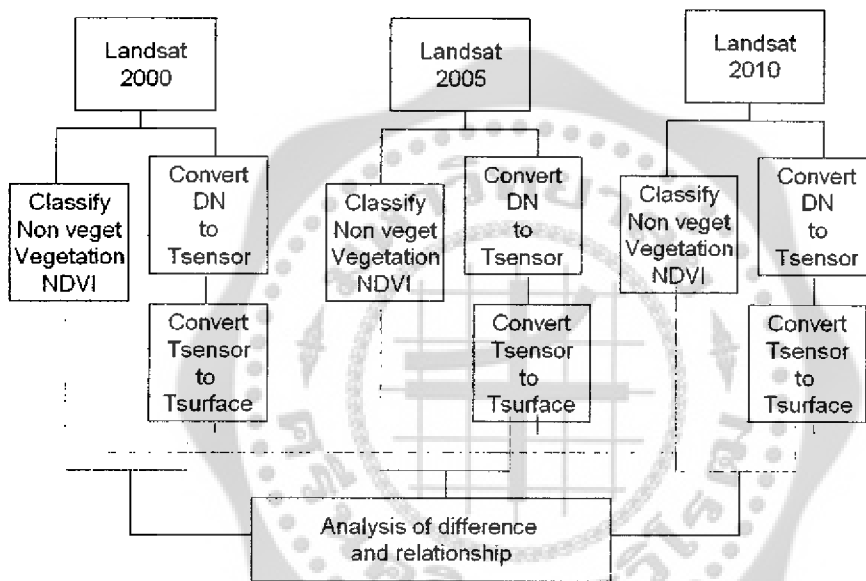
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินที่ตรวจวัดได้ เป็นข้อมูลในการศึกษา การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่สิ่งแวดล้อมและสามารถใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
2. การใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินทำให้ได้ข้อมูลเป็นพื้นที่กว้างเท่าที่ขนาดของภาพดาวเทียมทำการตรวจวัด และตรวจวัดข้อมูลได้แม้ในพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก
3. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน จึงสามารถใช้เพื่อศึกษาการขยายตัวของเมือง หรือการใช้ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงได้

4. ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูล ข้อมูลแลนด์แซท (Landsat) ในช่วงปี พ.ศ. 2543 2548 2554 ช่วงเวลา ระหว่างเดือนธันวาคม-มกราคม เป็นช่วงเวลาในฤดูหนาว
2. พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี อยู่ใน Path 129 Row 51 ของข้อมูลแลนด์แซท
3. เวลาในการทำงานวิจัย ระหว่าง มิถุนายน 2553 – พฤศจิกายน 2554

5. กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



ภาพประกอบ 1.1 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) หมายถึงอุณหภูมิพื้นผิววัตถุในส่วนที่อยู่บนพื้นแผ่นดิน และแหล่งน้ำขนาดเล็กในพื้นที่ศึกษา

7. สมมติฐานของการวิจัย

1. ข้อมูลแลนด์แซท (Landsat) สามารถใช้หาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) ได้
2. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน ในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกัน
3. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน มีความสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ดาวเทียมแลนด์แซท

- 1.1 ลักษณะของระบบดาวเทียมแลนด์แซท
- 1.2 อุปกรณ์เก็บข้อมูล และรายละเอียดข้อมูลภาพ

2. ข้อมูลดิจิทัลจากดาวเทียมแลนด์แซท

- 2.1 ค่าดิจิทัลนัมเบอร์ (Digital number) หรือ ค่าดีเอ็น
- 2.2 ค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี

3. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land Surface Temperature)

4. ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน

- 4.1 การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี
- 4.2 การแปลงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี ให้เป็นค่าอุณหภูมิ
ส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)
- 4.3 การแปลงค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ ตรวจวัด (At-sensor brightness
temperature) ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature)

5. สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface Emissivity)

- 5.1 วิธีการในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface Emissivity)

6. ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index)

- 6.1 การจำแนกกลุ่มดัชนีพืชพรรณ
- 6.2 ดัชนีพืชพรรณแตกต่างปกติ หรือเอ็นดีวีไอ (Normalized Difference
Vegetation Index)

7. การแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากผลกระทบของบรรยากาศ (Atmospheric Correction)

- 7.1 วิธีการแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศ

8. ระบบภูมิสารสนเทศ (Geomatics)

- 8.1 ระบบสัมผัสระยะไกล (Remote Sensing)
- 8.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographical Information System)
- 8.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System)

9. พื้นที่ศึกษา

1. ดาวเทียมแลนด์แซท

องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aeronautics and Space Administration) หรือองค์การนาซา เป็นผู้ดำเนินโครงการดาวเทียมแลนด์แซทตั้งแต่แรกในปี พ.ศ. 2515 ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2526 ระบบดาวเทียมแลนด์แซทได้ถูกถ่ายโอนการดำเนินงานอยู่ภายใต้องค์การโนอา องค์การบริหารสมุทรศาสตร์และบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) ต่อมาเดือนตุลาคม พ.ศ. 2528 ระบบแลนด์แซทอยู่ภายใต้การดำเนินงานในเชิงพาณิชย์ของบริษัท Space Imagine มีสิทธิในการจำหน่ายข้อมูลแลนด์แซทที่เอ็ม ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2544 ระบบแลนด์แซทได้กลับมาอยู่ภายใต้การควบคุมโดยรัฐบาลสหรัฐอเมริกา โดยมีหน่วยงานสำรวจธรณีวิทยาอเมริกา (U.S. Geological Survey) เป็นผู้ดูแลรับผิดชอบด้านข้อมูลและได้ทำหน้าที่นี้ตั้งแต่ดาวเทียมแลนด์แซท 1

ตาราง 2.1 ระบบดาวเทียมแลนด์แซท

system	Launch (End of Service)	Instru ments	Resolution (meters)	Communications	Altitude (Km)	Revisit Interval	Data Rate (mps)
Landsat 1	7/23/72 (1/6/78)	RBV MSS	80 80	Direct downlink, With recorder	917	18	15
Landsat 2	1/22/75 (2/25/82)	RBV MSS	80 80	Direct downlink, With recorder	917	18	15
Landsat 3	3/5/78 (3/31/83)	RBV MSS	40 80	Direct downlink, With recorder	917	18	15
Landsat 4	7/16/82	MSS TM	80 30	Direct downlink, TDRSS	705	16	85
Landsat 5	3/1/84	MSS TM	80 30	Direct downlink, TDRSS**	705	16	85
Landsat 6	10/5/93(10/5/93)	ETM	30(ms) 15(pan)	Direct downlink, With recorder	705	16	85
Landsat 7	4/99	ETM+	30(ms) 15(pan)	Direct downlink, With recorder	705	16	85

TDRS** Current data transmission by direct downlink only.No recording capability

(ที่มา: http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_https/chapter1/chapter1.html)

จากตาราง 2.1 ระบบดาวเทียมแลนด์แซท แสดงรายละเอียดดาวเทียมแลนด์แซท ตั้งแต่ 1-7 ช่วงเวลาที่ส่งเข้าวงโคจร การสิ้นสุดการทำงาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล รายละเอียดภาพ ระบบการส่งข้อมูล ระดับความสูงในวงโคจร การกลับมาซ้ำที่เดิม และอัตราการส่งข้อมูล

ดาวเทียมแลนด์แซทให้ข้อมูลหลายช่วงคลื่นที่ต่อเนื่องยาวนาน ตั้งแต่ช่วงปี 1970 ปัจจุบันมีการบันทึกข้อมูลยาวนาน 36 ปี อย่างต่อเนื่อง ดาวเทียมแลนด์แซท 7 เป็นดาวเทียมล่าสุด ดาวเทียมดวงที่ 1 2 และ 3 มีอุปกรณ์ 2 ชนิดคือ อาร์บีวี(Return beam vidicon,RBV) และเอ็มเอส

เอส (Multispectral scanner MSS) ดาวเทียมแลนด์แซท ดาวเทียมแลนด์แซท 4 มีอุปกรณ์ 2 ชนิดคือ เอ็มเอสเอส (Multispectral scanner MSS) และทีเอ็ม (Thematic Mapper TM) มีการปรับปรุงรายละเอียดภาพ 30 เมตร และเพิ่มจำนวนแบนด์อีก 3 แบนด์ โดยแลนด์แซท 4 ใช้ ยานอวกาศเอ็มเอ็มเอส (Multimission modular spacecraft, MMS) แทนที่ดาวเทียมนิมบัส (Nimbus) ดาวเทียมแลนด์แซท 5 ส่งขึ้นสู่วงโคจรในปี 1984 ดาวเทียมแลนด์แซท 6 ได้สูญหายไปจากวงโคจรหลังจากส่งขึ้นสู่วงโคจรในปี 1993 (http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter1/chapter1.html)

1.1 ลักษณะของระบบดาวเทียมแลนด์แซท

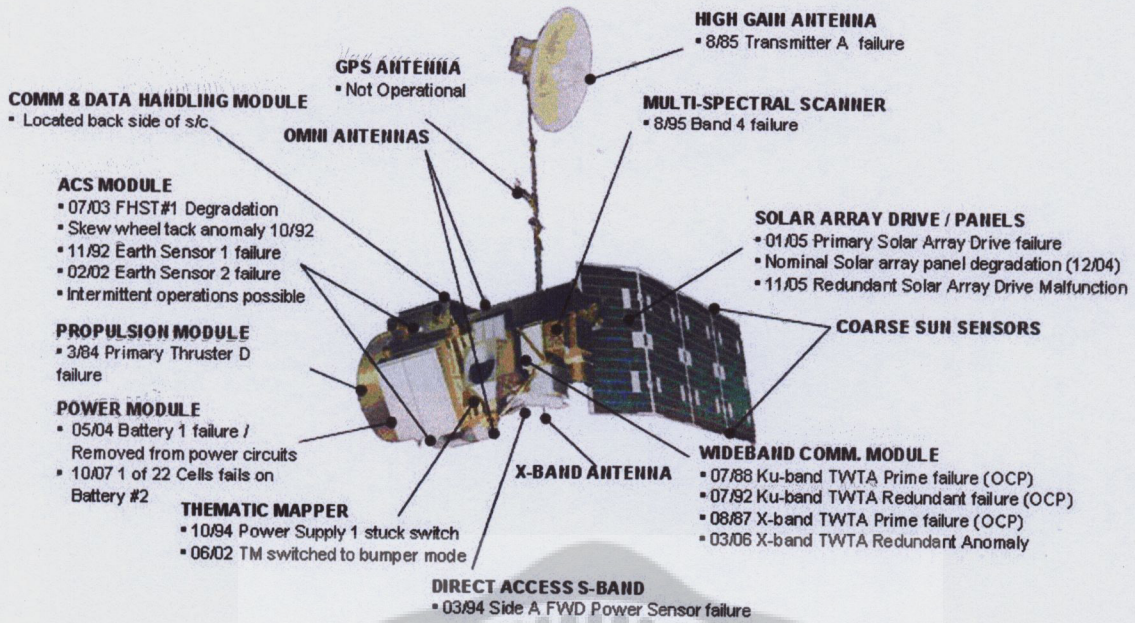
1. ดาวเทียมแลนด์แซท 1-5

ดาวเทียมแลนด์แซท มีวงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ โคจรข้ามเส้นศูนย์สูตรระหว่างเวลา 8.30 น. สำหรับแลนด์แซท 1 และ 9.45 น. สำหรับแลนด์แซท 5

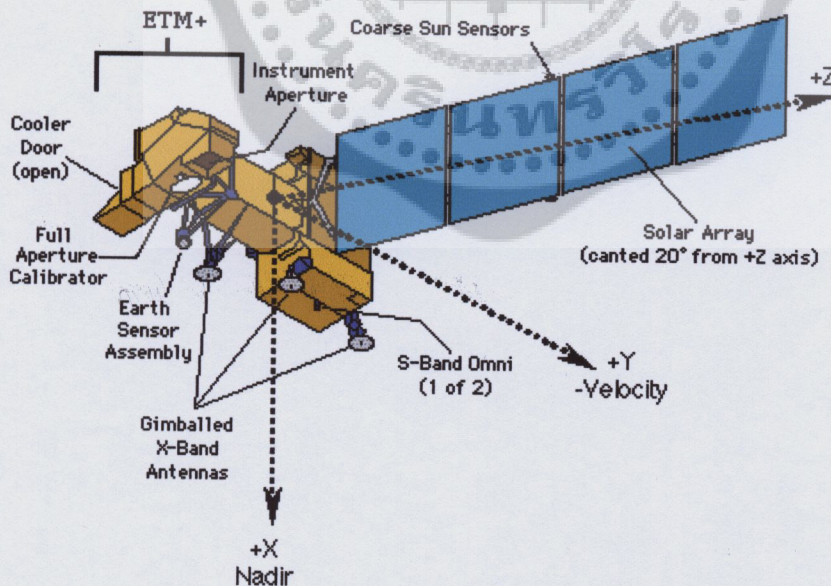
ดาวเทียมแลนด์แซท 4 และ 5 มีอุปกรณ์ตรวจวัดเอ็มเอสเอส (Multispectral scanner) และทีเอ็ม (Thematic Mapper) ข้อมูลเอ็มเอสเอสยกเลิกไปเมื่อปี พ.ศ. 2535 วงโคจรของดาวเทียมอยู่ที่ระดับความสูง 705 กิโลเมตรและครบรอบ 16 วัน วงโคจร 233 รอบ มีแนวทางการโคจร (swath) ช้อนกัน 7 เพอร์เซ็นต์ที่โอเคเคอร์ และเกือบ 84 เพอร์เซ็นต์ที่ละติจูด 81 เหนือและใต้ ความกว้างแนวโคจร 185 กิโลเมตร

2. ดาวเทียมแลนด์แซท 7

ดาวเทียมแลนด์แซท 7 ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2542 มีวงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์อยู่ในระดับสูง 705 กิโลเมตร กลับมาซ้ำที่เดิมทุก 16 วัน มีอุปกรณ์ตรวจวัดอีทีเอ็มพลัส (Enhanced Thematic Mapper Plus, ETM+)



ภาพประกอบ 2.1 ดาวเทียมแลนด์แซท 5 อุปกรณ์ไอทีเอ็มและเอ็มเอสเอส
 (ที่มา: http://landsat.usgs.gov/about_LU_Vol_3_issue_2.php)



รูป 2.2 อุปกรณ์ไอทีเอ็มพลัส
 (ที่มา: Landsat user manual)

1.2. อุปกรณ์เก็บข้อมูล และรายละเอียดข้อมูลภาพ

ดาวเทียมแลนด์แซทแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่ม 1 ดาวเทียมแลนด์แซท1-3 (L1 L2 L3) มีอุปกรณ์ภาพถ่ายหลายช่วงคลื่น ได้แก่ เอ็มเอสเอส(Multispectral scanner MSS) และ Return Beam Vidicon (RBV) รายละเอียดภาพ 79 เมตร ข้อมูลภาพที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจวัด นำไปผ่านกระบวนการปรับข้อมูลให้มีขนาดจุดภาพ 60 เมตร มี 4 แบนด์ จากช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น (Visible) จนถึงช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared, NIR) อุปกรณ์เอ็มเอสเอส ในดาวเทียมแลนด์แซท3 (L3) แบนด์ที่ 5 เป็นช่วงคลื่นความร้อนอยู่ระหว่าง 10.4-12.6 ไมโครเมตรดาวเทียมแลนด์แซท1-3 (L1-L3) อุปกรณ์เอ็มเอสเอส ใช้ชื่อแบนด์ 4, 5, 6, 7 แทน ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน เขียว แดง และอินฟราเรดใกล้

กลุ่ม 2 รวมดาวเทียมแลนด์แซท 4 (L4) และแลนด์แซท 5 (L5) มีอุปกรณ์ที่เอ็ม (Thematic Mapper) และเอ็มเอสเอส (MSS) แลนด์แซทกลุ่มที่ 2 นี้ เป็นความก้าวหน้าที่สำคัญในวิทยาการด้านรีโมทเซนซิง โดยมีอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีความซับซ้อนมากขึ้น มีการปรับปรุง การเก็บและการส่งข้อมูล และมีการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวดเร็วและเป็นอัตโนมัติ อุปกรณ์เอ็มเอสเอสยังคงมีอยู่เพื่อความต่อเนื่องของข้อมูล แต่ข้อมูลที่เอ็มเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญ เนื่องจากได้มีการนำไปปรับปรุงข้อมูลเอ็มเอสเอส ในด้านรายละเอียดภาพ พื้นที่ ช่วงคลื่น การวัดรังสี การปรับแก้เรขาคณิต อุปกรณ์ที่เอ็มเก็บข้อมูลจำนวน 7 แบนด์ แบนด์ 1-5 และ 7 มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร แบนด์ 1 มีรายละเอียดภาพ 120 เมตร

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยดาวเทียมแลนด์แซท 6 แลนด์แซท 7 (L7) มีอุปกรณ์ตรวจวัด ETM และ ETM+ แลนด์แซท 6 ไม่ได้เข้าสู่วงโคจร แลนด์แซท 7 อีทีเอ็มพลัส มีรายละเอียดภาพ 30 เมตร สำหรับเก็บข้อมูลจำนวน 6 แบนด์ (Reflective bands) และข้อมูลภาพขาวดำ (Panchromatic) หรือ PAN ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 15 เมตร แลนด์แซท 7 เก็บข้อมูลได้ 7 แบนด์ ในช่วงคลื่นพลังงานสะท้อน (Reflected energy) สำหรับข้อมูลความร้อน (Thermal band) เก็บข้อมูลการเปล่งพลังงาน(Emitted energy) จำนวน 1 แบนด์ มีรายละเอียดภาพ 60 เมตร หลังจากรับพลังงานแล้วอุปกรณ์อีทีเอ็มพลัสแปลงพลังงานจากดวงอาทิตย์ให้เป็นหน่วยของเรเดียนซ์ (Radiance)

ตาราง 2.2 ดาวเทียมแลนด์แซท อุปกรณ์เก็บข้อมูล และรายละเอียดข้อมูลภาพ

satellite Launch (End of Service)	Sensor	Bandwidth	Resolution (meters)	satellite	satellite Launch (End of Service)	Bandwidth	Resolution (meters)
Landsat 1-2	RBV	(1)0.48-0.57 (2)0.58-0.68 (3)0.70-0.83	80 80 80	Landsat 4-5	MSS	(4)0.5-0.6 (5)0.6-0.7 (6)0.7-0.8 (7)0.8-1.1	82 82 82 82
Landsat 1 July 23, 1972 (January 7, 1978)	MSS	(4)0.5-0.6 (5)0.6-0.7 (6)0.7-0.8 (7)0.8-1.1	79 79 79 79	Landsat 4 July 16, 1982 (June 30, 2001)	TM	(1)0.45-0.55 (2)0.52-0.60 (3)0.63-0.69 (4)0.76-0.90 (5)1.55-1.75 (6)10.4-12.5 (7)2.08-2.35	30 30 30 30 30 120 30
Landsat 2 January 22, 1975 (February 25, 1982)				Landsat 5 March 1, 1984 (Operational)			
Landsat 3	RBV	(1)0.505-0.75	40	Landsat 7	ETM+	(1)0.45-0.55 (2)0.52-0.60 (3)0.63-0.69 (4)0.76-0.90 (5)1.55-1.75 (6)10.4-12.5 (7)2.08-2.35 PAN 0.50-0.90	30 30 30 30 30 60 30 15
March 5, 1978 (March 31, 1983)	MSS	(4)0.5-0.6 (5)0.6-0.7 (6)0.7-0.8 (7)0.8-1.1 (8)10.4-12.6	79 79 79 79 240	April 15, 1999 (Operational)			

(ที่มา : http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter1/chapter1.html)

จากตาราง 2.2 แสดงข้อมูลในเรื่อง อุปกรณ์เก็บข้อมูล และรายละเอียดข้อมูลภาพ ดาวเทียมแลนด์แซท แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ดาวเทียมแลนด์แซท 1-2 มีอุปกรณ์ อาร์บีวี และเอ็มเอสเอส กลุ่มที่ 2 ดาวเทียมแลนด์แซท 3 มีอุปกรณ์ อาร์บีวี และเอ็มเอสเอส เพิ่มแบนด์ 8 ในช่วงคลื่นความร้อน กลุ่มที่ 3 ดาวเทียมแลนด์แซท 4-5 มีอุปกรณ์ เอ็มเอสเอสและทีเอ็ม แบนด์ช่วงคลื่นความร้อนมีรายละเอียดภาพ 120 เมตร กลุ่มที่ 4 ดาวเทียมแลนด์แซท 7 แบนด์ ช่วงคลื่นความร้อนมีรายละเอียดภาพ 60 เมตร

2. ข้อมูลดิจิตอลจากดาวเทียมแลนด์แซท

2.1 ค่าดิจิตอลนับเบอร์ (Digital number) หรือ ค่าดีเอ็น

เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับในดาวเทียมแลนด์แซทเริ่มเก็บข้อมูลจากภาคพื้นดิน ข้อมูลเก็บในรูปแบบของค่าเรเดียนซ์ หรือค่าการแผ่รังสีจากพื้นผิว หลังจากนั้นระบบจึงทำการเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของค่าดิจิตอล และเก็บข้อมูลเป็นบิต(Bits) มาจากคำว่า Binary Digits ตัวเลขบิตเป็นเลขยกกำลังของเลขฐาน 2 เช่น ในระบบ 8 บิต เก็บข้อมูลได้ 2^8 เท่ากับ 256 หรือ 0-255 และเรียกข้อมูลว่าการสะท้อนเชิงคลื่น(Spectral reflectance) โดยปกติค่าสูงหมายถึงมีการสะท้อนมาก

2.2 ค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี

เรเดียนซ์หรือค่าการแผ่รังสี หมายถึงความหนาแน่นของฟลักซ์การแผ่รังสี ที่ส่งผ่านจากหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด และผ่านมุมสามมิติ(Solid angle) ค่ามุมสามมิตินี้วัดค่ามุมเป็นสเตอเรเดียน (Steradians) ค่าสเปกตรัมการแผ่รังสีวัดเป็นวัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($\text{W.m}^{-2}.\text{ster}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$) ส่วนค่ารังสีตกกระทบ(Irradiance) หมายถึง พลังงานรังสีที่แผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบบนพื้นผิวและมีการกระจายเหนือพื้นผิวนั้น มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร เรเดียนซ์สอดคล้องกับการส่องสว่าง(Brightness)ในทิศทางที่กำหนดให้ไปยังอุปกรณ์ตรวจจับ

3. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land Surface Temperature)

อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน เป็นปัจจัยสำคัญในทางฟิสิกส์ของกระบวนการของพื้นผิวโลก ร่วมกับปฏิสัมพันธ์ของบรรยากาศและพื้นผิวโลก รวมทั้งการส่งผ่านพลังงานระหว่างบรรยากาศและพื้นผิวดิน (<http://g.icesb.ucsb.edu/modis/modis-1st.html>) อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินมีความสำคัญและความจำเป็นในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์หลายสาขา ทั้งในด้านภูมิศาสตร์ ภูมิอากาศวิทยา อุตุนิยมวิทยา นิเวศวิทยา ชีววิทยา ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินเป็นปัจจัยสำคัญในแบบจำลองของระบบอุทกวิทยา และผลกระทบจากการสะท้อนความร้อนแบบเรือนกระจก นอกจากนี้ยังมีความสำคัญในการนำไปใช้งานด้านการเกษตร

การพัฒนาเทคโนโลยีด้านรีโมทเซนซิง ทำให้มีวิธีการในการคำนวณหาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินมากยิ่งขึ้น การใช้สมการการส่งผ่านการแผ่รังสีในบรรยากาศ การหาค่าสภาพเปล่งรังสี(Emissivity)ของพื้นผิวแผ่นดิน มีวิธีการดังต่อไปนี้ คือ การคำนวณแบบใช้ข้อมูลแบนด์เดี่ยว(Single band algorithm) การคำนวณแบบการแยกช่วงความยาวคลื่นหน้าต่างบรรยากาศ(Split window algorithm) การคำนวณแบบใช้หลายมุมแบนด์เดี่ยว(Multi-angle single band algorithm)และการ

คำนวณแบบใช้หลายมุมหลายแบนด์(Multi-angle multiband Algorithm) (Zhangyan; Yunhao; & Jing. 2006)

3.1 งานวิจัยการหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน

งานวิจัยการหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินที่ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซทที่มีดังนี้

การศึกษาของโซบริโน จิเมเนซ-มูโนซ และเปาลินี(Sobrinho; Jimenez-Munoz; & Pao lini. 2004: 434-440) ได้ทำการหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจากข้อมูลแลนด์แซทที่เอ็ม 5 แบนด์ 6 ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน โดยใช้สมการส่งผ่านการแผ่รังสี(Radiative transfer equation) ใช้ข้อมูลบอลลูนตรวจอากาศ (In situ radiosounding data) ใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลอีก 2 วิธีได้แก่ วิธีหน้าต่างเดี่ยว (Mono-window algorithm) ที่พัฒนาโดยคินและคณะ (Qin et al) และ วิธีช่วงคลื่นเดี่ยว (single-channel algorithm) ที่พัฒนาโดย จิเมเนซ-มูโนซ และโซบริโน (Jimenez-Munoz and Sobrinho) ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface emissivity ,LSE)) ได้จากข้อมูลแลนด์แซทในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็นและอินฟราเรดใกล้ ในขั้นตอนสุดท้าย นำค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินที่ตรวจวัดได้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณ ในพื้นที่การเกษตรของสเปน ผลที่ได้ค่าสภาพเปล่งรังสีพื้นผิวแผ่นดิน มีค่าเบี่ยงเบนของค่าผิดพลาดรากที่สองเท่ากับ 0.009 และค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน มีค่าเบี่ยงเบนของค่าผิดพลาดรากที่สองน้อยกว่า 1 เคลวิน เมื่อใช้วิธีการคำนวณของจิเมเนซ-มูโนซ และโซบริโน

นอกจากการคำนวณเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินแล้ว ได้มีนักวิชาการได้ใช้ภาษาซีพลัสพลัสเพื่อเขียนโปรแกรมเพื่อเป็นเครื่องมือในการคำนวณดังนี้ ชาง หวางและลี (Zhang; Wang; & Li. 2006: 1796-1805)ได้เขียนโปรแกรมภาษาซีพลัสพลัส (C++) เพื่อเป็นเครื่องมือในการคำนวณค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจากข้อมูลแลนด์แซทที่เอ็มและอีทีเอ็ม แบนด์ 6 (Land sat TM/ ETM+ band6) โปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 โมดูล โมดูลที่ 1 วิธีการคำนวณค่าสภาพเปล่งรังสีพื้นดิน(Ground emissivity) โดยใช้การจำแนกภาพดาวเทียมในเรื่องการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ดัชนีพืชพรรณ และอัตราส่วนพืชพรรณต่อพื้นดินว่าง โมดูลที่ 2 แปลงค่าดิจิทัลนัมเบอร์ (Digital number) จากข้อมูลแลนด์แซทที่เอ็มและอีทีเอ็ม แบนด์ 6 ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน โดยใช้ได้แก่ การคำนวณแบบหน้าต่างบรรยากาศเดี่ยว (Mono-window algorithm) ที่พัฒนาโดยคิน (Qin et al) และการคำนวณแบบช่วงคลื่นเดี่ยว(Single-channel algorithm) ที่พัฒนาโดย จิเมเนซ-มูโนซ และโซบริโน (Jimenez-Munoz and Sobrinho)

จากงานการเขียนโปรแกรมข้างต้นน่าจะเป็นแนวโน้มในอนาคตในการทำงานวิจัยด้านรีโมทเซนซิงที่นำวิธีการเขียนโปรแกรมเข้ามาช่วยในการวิจัย

สำหรับงานวิจัยที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ เกี่ยวข้องกับการหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน
เปรียบเทียบกับในเขตชนบทและเขตเมือง

ตันและคณะ (Tan; et al. 2009: 525-529) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อหาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน
สถานที่ได้แก่เกาะปีนัง ได้ทำการเปรียบเทียบแนวโน้มน้ำและค่าเฉลี่ยในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปก
คลุมดินที่มีความแตกต่างกัน การจำแนกการใช้ที่ดินใช้วิธีการจำแนกแบบกำกับดูแล(Supervised
classification) เมื่อเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์พบว่า วิธีจำแนกแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด
(Maximum likelihood classification) มีความถูกต้องมากกว่า วิธีจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุดจาก
ค่าเฉลี่ย(Minimum distance-to-mean classification) และวิธีจำแนกแบบ สี่เหลี่ยมค้อนขวาน
(Parallelepiped methods classification) พื้นที่เมืองที่มีความหนาแน่นสูงมีค่าอุณหภูมิพื้นผิว
แผ่นดินสูงที่สุด การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า
อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินโดยเฉพาะในเขตเมืองและเขตชนบท ดังนั้นอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจึง
พิสูจน์ได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ดีและมีผลต่อการทำนายผลกระทบของค่าอุณหภูมิพื้น ผิวแผ่นดินกับ
ลักษณะการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ได้พบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน
และดัชนีพืชพรรณในพื้นที่ศึกษาด้วย

จากการศึกษาของ ชางยัน ยันเฮาและจิง (Zhangyan; Yunhao; & Jing. 2006)เพื่อ
ศึกษาวิจัยอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature (LST))และเกาะความร้อนในเมือง
(Urban heat island, HUI) ที่ปักกิ่ง ประเทศจีน โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมแลนดแซทแบนด์ช่วงคลื่น
ความร้อน ใช้สมการส่งผ่านการแผ่รังสี(Radiative transfer equation) พบว่า อุณหภูมิพื้นผิว
แผ่นดินในเมืองมีค่าสูงกว่าเขตชานเมืองที่อยู่รอบๆ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 4.5-9 องศา และค่า
สหสัมพันธ์มีค่าลบ ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินและดัชนีพืชพรรณในเขตเมือง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า
การที่มีพืชน้อยทำให้เป็นสาเหตุของเกาะความร้อนในเมือง นอกจากงานวิจัยการหาค่าอุณหภูมิ
พื้นผิวแผ่นดินที่ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแลนดแซทแล้ว ยังมีวิธีการคำนวณและข้อมูลดาวเทียมดวง
อื่นๆอีกจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณตามตัวอย่างงานวิจัยดังต่อไปนี้

งานวิจัยที่ใช้ข้อมูลดาวเทียมชนิดอื่นๆ เช่น ดาวเทียมแอสเตอร์ ดาวเทียมเอ็นวีแซท
ดาวเทียมเทรอา/อะควา ดาวเทียมในกลุ่มโนอา ฯลฯ มีตัวอย่างดังนี้

จิมิเนซ-มูโนซ และโซบริโน (Jiménez-Muñoz; & Sobrino. 2007) งานวิจัยนี้เพื่อใช้ข้อมูล
แอสเตอร์ (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer , ASTER)
เพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน และค่าสภาพเปล่งรังสี โดยใช้วิธีการการแบ่งแยกอุณหภูมิและ
สภาพเปล่งรังสี (Temperature and emissivity separation algorithm, TES) และ การวิเคราะห์
ความเป็นไปได้ของการใช้วิธีการสองช่วงคลื่น(two-channel algorithms, TC) จากข้อมูลภาพ
ดาวเทียมแอสเตอร์แบนด์อินฟราเรดความร้อนร่วมกัน งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลแอสเตอร์จำนวน 6
แบนด์ ในพื้นที่การเกษตรของสเปนในปี 2000 2001 และ 2004 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลพบ
การคำนวณแบบใช้ข้อมูลสองช่วงคลื่น(Two-channel algorithms, TC) ให้ความถูกต้องดีกว่า วิธีการ

คำนวณแบบแบ่งแยกอุณหภูมิและสภาพเปล่งรังสี (Temperature and emissivity separation algorithm, TES) ประมาณ 1.5 K โดยมีข้อดีคือ มีการแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศอยู่ในวิธีการคำนวณนี้ด้วย

จิมิเนซ-มูโนซ และโซบริโน (Jiménez-Muñoz; & Sobrino, 2008) งานวิจัยนี้เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ (Split window coefficient) เพื่อใช้ในการคำนวณแบบการแยกช่วงความยาวคลื่นหน้าต่างบรรยากาศ (Split-window algorithm) เพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจากข้อมูลดาวเทียมในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนที่ติดตั้งในดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพต่ำ เช่น ดาวเทียมเอิร์ธเอส อุปกรณ์เอทีเอสอาร์2 (ERS-ATSR2) ดาวเทียมเอ็นวีแซท อุปกรณ์เอทีเอสอาร์ (ENVISAT-AATSR) ดาวเทียมเทรอา/อะควา อุปกรณ์โมดิส (TERRA/AQUA -MODIS) ดาวเทียมในกลุ่มโนอา อุปกรณ์เอวีเอชอาร์อาร์ (NOAA series- AVHRR) ดาวเทียมเมทอพ อุปกรณ์เอวีเอชอาร์อาร์3 (METOP AVHRR3) ดาวเทียมในกลุ่มจีโออีเอส อุปกรณ์อิมเมจเจอร์ (GOES series-IMAGER) ดาวเทียมเอ็มเอสจี1/เอ็มเอสจี2 อุปกรณ์เอสอีวีไออาร์ไอ (MSG1/MSG2-SEVIRI) ค่าสัมประสิทธิ์ได้จากการคำนวณรหัสการส่งผ่านการแผ่รังสีมอดทราน (MODTRAN radiative transfer code calculations) สภาพเปล่งรังสีของช่วงคลื่นได้จากสเปกตรอลไลบรารี (Spectral libraries) และฟังก์ชันการสะท้อนของช่วงคลื่น (Spectral response functions) ของแบนด์ความร้อน (Thermal bands) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ของดาวเทียมแต่ละดวงมีค่าแตกต่างกันและนำไปใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน โดยใช้ในการคำนวณแบบการแยกช่วงความยาวคลื่นหน้าต่างบรรยากาศ (Split-window algorithm)

งานวิจัยที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเกี่ยวข้องกับการหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินและสภาพเปล่งรังสีของภูมิประเทศที่เป็นหินแข็ง โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมหลายชนิด

ศรียาสตาว่า มาจุมดาร์ และพัททาชาร์ยา (Srivastava; Majumdar; & Bhattacharya, 2006: 67–74) ได้ทำงานวิจัย เกี่ยวข้องกับการหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินและสภาพเปล่งรังสีของภูมิประเทศที่เป็นหินแข็ง โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนหลายชนิดได้แก่ แอสเตอร์ โมดิส และ แลนด์แซททีทอีเอ็มพลัส พื้นที่ศึกษาประมาณ 6000 ตารางกิโลเมตร เป็นส่วนหนึ่งของหินฐานสิงภูมิ-โอริสซา (Singhbhum–Orissa craton) มีอุปกรณ์อินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์ (Telatemp Model AG-42D Portable Infrared Thermometer) ใช้สำหรับวัดข้อมูลภาคพื้นดินเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง (validate) ผลที่ได้จากข้อมูลดาวเทียมโมดิสและแอสเตอร์ ค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินได้จากการใช้ข้อมูลแลนด์แซททีทอีเอ็มพลัส 2 วันที่เปรียบเทียบกับ ข้อมูลดาวเทียมโมดิสและแอสเตอร์ วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ วิธีการคำนวณแบบแบ่งแยกอุณหภูมิและสภาพเปล่งรังสี (Temperature and emissivity separation algorithm TES) การปรับค่าระดับสีเทาในวิธีการคำนวณแบบแบ่งแยกอุณหภูมิและสภาพเปล่งรังสี การคำนวณแบบการแยกช่วงความยาวคลื่นหน้าต่างบรรยากาศ (Split window algorithm) การคำนวณแบบใช้ข้อมูลแบนด์เดียว (Single band algorithm) ร่วมกับการหาค่าสภาพเปล่งรังสีจากดัชนีพืชพรรณ

อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินที่ได้จากแบนด์ 31 32 ของดาวเทียมโมดิส โดยใช้การคำนวณแบบการแยกช่วงความยาวคลื่นหน้าต่างบรรยากาศ ที่มีค่ามุมความสูง (Viewing angle) 50 ได้ค่าใกล้เคียงกับการตรวจวัดที่ภาคพื้นดินเหนือพื้นน้ำ พื้นที่ป่าไม้ ใกล้เคียงมากกว่าข้อมูลจากดาวเทียมแอสเตอร์ ส่วนการคำนวณแบบใช้ข้อมูลแบนด์เดียว(Single band algorithm) ร่วมกับการหาค่าสภาพแปลงรังสีจากดัชนีพืชพรรณ ที่ใช้กับข้อมูลแบนด์ที่ 13 ของดาวเทียมแอสเตอร์ได้ค่าใกล้เคียงกับการตรวจวัดที่ภาคพื้นดิน ในพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติและพื้นที่ผสม

อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินที่ได้จากช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนข้อมูลแลนด์แซททีที่เอ็มพลัสที่ใช้การคำนวณแบบใช้ข้อมูลแบนด์เดียว(Single band algorithm) แสดงให้เห็นความสอดคล้อง ในเขตป่าไม้ ที่ได้จากข้อมูลดาวเทียมโมดิสและแอสเตอร์ ผลที่ได้จากการศึกษาแสดงว่า สามารถใช้ดาวเทียมหลายชนิดในการตรวจสอบอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินและสภาพแปลงรังสีได้

4. ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน

ขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน สรุปหัวข้อดังนี้

- 4.1 การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี
- 4.2 การแปลงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี ให้เป็นค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature)
- 4.3 การแปลงค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature) ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature)
 - 4.3.1. วิธีการของเวงและหยาง (Weng; & Yang. 2004: 148) วิธีของอาร์ทิสและคาร์นาฮาน (Artis; & Carnahan. 1982)
 - 4.3.2. วิธีการของคินและคณะ โดยใช้ข้อมูลช่วงคลื่นเดียว(Qin et al. mono-window algorithm) ชาง หวางและลี (Zhang; Wang; & Li. 2006: 1796-1805)
 - 4.3.3. วิธีการของจิมิเนซ-มูโนซ และ โซบริโน โดยใช้ข้อมูลช่วงคลื่นเดียว(Jimenez-Munoz and Sobrino's single channel algorithm) ชาง หวางและลี (Zhang; Wang; & Li. 2006: 1796-1805)

ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน

4.1 การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี

เมื่อสถานีภาคพื้นดินได้รับข้อมูลภาพจากดาวเทียม มีการแก้ไขความเข้ม ในระหว่างการแก้ไขความเข้ม (Radiometric calibration) ค่าจุดภาพ (Pixel value) ถูกเปลี่ยนเป็นค่าการแผ่รังสีสัมบูรณ์ (Absolute radiance) และถูกสเกลหรือปรับค่าเป็น 8 บิต ที่มีค่าระหว่าง 0-255 ซึ่งแทนค่าด้วยค่าดิจิทัลนัมเบอร์ (Digital number) หรือ ค่าดีเอ็น ซึ่งใช้สัญลักษณ์ คิวแคล Qcal ดังนั้นค่าดีเอ็น หรือ Qcal จึงไม่ได้เป็นตัวแทนของ ค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี สิ่งแรกที่ต้องทำเพื่อทำการแก้ไขบรรยากาศ (Atmospheric correction) ก็คือการแปลง ค่าจุดภาพที่มีการแก้ไขความเข้ม (Calibrated DN) ให้กลับเป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี โดยผ่านความสัมพันธ์ตามสมการดังนี้ (Chander, Markham, & Helder, 2009: 893-903)

$$L_{\lambda} = \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda} \quad \dots\dots\dots(1)$$

หรือ

$$L_{\lambda} = G_{rescale} \times Q_{cal} + B_{rescale} \quad \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ

$$G_{rescale} = \frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}}$$

$$B_{rescale} = LMIN_{\lambda} - \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) Q_{calmin}$$

Qcal = ค่าจุดภาพ ค่าดิจิทัลนัมเบอร์ ค่าดีเอ็น (DN)

Qcalmin = ค่าจุดภาพต่ำสุด ค่าดีเอ็นต่ำสุด (DN=0) สอดคล้องกับค่า Lmin_λ

QCalmin = 1 สำหรับข้อมูล LPGS

= 1 สำหรับข้อมูล NLAPS ที่ผ่านการปรับข้อมูลหลัง 4/4/2004

= 0 สำหรับข้อมูล NLAPS ที่ผ่านการปรับข้อมูลก่อน 4/5/2004

(http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.html)

Qcalmax = ค่าจุดภาพสูงสุด ค่าดีเอ็นสูงสุด (DN=255) สอดคล้องกับค่า Lmax_λ

L_λ = ค่าสเปกตรอลเรเดียนซ์ที่อุปกรณ์ตรวจวัด (Spectral radiance at sensor aperture) หน่วยเป็นวัตต์ ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร (w.m⁻².ster⁻¹.μm⁻¹)

Lmin_λ = ค่าสเปกตรอลเรเดียนซ์ที่ปรับค่า (scale) ให้เป็นค่าจุดภาพต่ำสุด (Qcal min) มี

หน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร

$L_{max\lambda}$ = ค่าสเปกตรอลเรเดียนซ์ที่ปรับค่า (scale) ให้เป็นค่าคุณภาพสูงสุด ($Q_{cal\ max}$) มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร

G = ค่า Detector gain of responsivity เป็นค่าเพิ่มของอุปกรณ์ตรวจวัด มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร มีค่าเท่ากับความลาดเท (gradient) จาก $L_{MIN\lambda}$ ไปยัง $L_{MAX\lambda}$

B = ค่า Detector bias หรือ Background response มีค่าเท่ากับ $L_{MIN\lambda}$

ในการแปลงกลับจาก Q_{cal} กลับมาเป็น L_{λ} ต้องมีความรู้ในเรื่องของ Original rescaling factors ($L_{MIN\lambda}$ และ $L_{MAX\lambda}$) หรือปัจจัยการปรับแก้ขั้นเริ่มแรก ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ปัจจัยการปรับแก้ที่แตกต่างกัน (Different scaling factors) สำหรับ Landsat 5 และ Landsat 7 แสดงในตาราง 3 และ 4

ตาราง 2.3 ข้อมูลทีเอ็ม ช่วงความยาวคลื่น ค่าเรเดียนซ์สูงสุดต่ำสุด ค่าคงที่ และค่ารังสีตกกระทบเหนือชั้นบรรยากาศ

TM Sensor($Q_{calmin}=0,1$ and $Q_{calmax}=255$)							
Band	Spectral range	Center wavelength	$L_{MIN\lambda}$	$L_{MAX\lambda}$	$G_{rescale}$	$B_{rescale}$	$ESUN_{\lambda}$
Units	μm		$W/(m^2\ sr\ m)$		$W/(m^2\ sr\ m)_{DN}$	$W/(m^2\ sr\ m)$	$W/(m^2\ m)$
L4 TM(NLAPS) $Q_{calmin} = 0$							
1	0.452-0.518	0.485	-1.52	152.10	0.602431	-1.52	1983
2	0.529-0.609	0.569	-2.84	296.81	1.175098	-2.84	1795
3	0.624-0.693	0.659	-1.17	204.30	0.805765	-1.17	1539
4	0.776-0.905	0.841	-1.51	260.20	0.814549	-1.51	1028
5	1.568-1.784	0.1.676	-0.37	27.19	0.108078	-0.37	219.8
6	10.42-11.66	11.04 0	1.2378	15.303	0.055158	1.2378	N/A
7	2.097-2.347	2.222	-0.15	14.38	0.056980	-0.15	83.49
L4 TM(LPGS) $Q_{calmin} = 1$							
1	0.452-0.518	0.485	-1.52	163	0.602431	-2.17	1983
			-1.52	171	0.679213	-2.20	
2	0.529-0.609	0.569	-2.84	336	1.334016	-4.17	1795
3	0.624-0.693	0.659	-1.17	254	1.004606	-2.17	1539
4	0.776-0.905	0.841	-1.51	221	0.876024	-2.39	1028
5	1.568-1.784	1.676	-0.37	31.4	0.125079	-0.50	219.8
6	10.42-11.66	11.040	1.2378	15.3032	0.055376	1.2378	N/A
7	2.097-2.347	2.222	-0.15	16.6	0.065945	-0.22	83.49
L5 TM(LPGS) $Q_{calmin} = 1$							
1	0.452-0.518	0.485	-1.52	169	0.671339	-2.19	1983
			-1.52	193	0.765827	-2.19	
2	0.528-0.609	0.569	-2.84	333	1.322205	-4.16	1796
			-2.84	365	1.448189	-4.29	
3	0.626-0.693	0.660	-1.17	264	1.043976	-2.21	1536
4	0.776-0.904	0.840	-1.51	221	0.876024	-2.39	1031
5	1.567-1.784	1.676	-0.37	30.2	0.120354	-0.49	220.0
6	10.45-12.42	11.435	1.2378	15.3032	0.055376	1.18	N/A
7	2.097-2.349	2.223	-0.15	16.5	0.065551	-0.22	83.44

(ที่มา : Chander, Markham, & Helder. 2009: 896)

จากตาราง 2.3 แสดงข้อมูลแลนด์แซท 4 และ แลนด์แซท 5 ข้อมูลที่เฝ้า ช่วงความยาวคลื่นของแต่ละแบนด์ ค่าเรเดียนซ์สูงสุดต่ำสุด ค่าคงที่ และค่ารังสีตกกระทบเหนือชั้นบรรยากาศ

ตาราง 2.4 ข้อมูลที่เฝ้าพลัส ช่วงความยาวคลื่น ค่าเรเดียนซ์สูงสุดต่ำสุด ค่าคงที่ และค่ารังสีตกกระทบเหนือชั้นบรรยากาศ

L7 ETM+ Sensor($Q_{calmin}=1$ and $Q_{calmax}=255$)							
Band	Spectral range	Center wavelength	LMIN $_{\lambda}$	LMAX $_{\lambda}$	G $_{rescale}$	B $_{rescale}$	ESUN $_{\lambda}$
Units	μm		W/(m ² sr μm)		W/(m ² sr μm)DN	W/(m ² sr μm)	W/(m ² μm)
Low gain (LPGS)							
1	0.452-0.514	0.483	-6.2	293.7	1.180709	-7.38	1997
2	0.519-0.601	0.560	-6.4	300.9	1.209843	-7.61	1812
3	0.631-0.692	0.662	-5.0	234.4	0.942520	-5.94	1533
4	0.772-0.898	0.835	-5.1	241.1	0.969291	-6.07	1039
5	1.547-1.748	1.648	-1.0	47.57	0.191220	-1.19	230.8
6	10.31-12.36	11.335	0.0	17.04	0.067087	-0.07	N/A
7	2.065-2.346	2.206	-0.35	16.54	0.066496	-0.42	84.90
PAN	0.515-0.896	0.706	-4.7	243.1	0.975591	-5.68	1362
High gain (LPGS)							
1	0.452-0.514	0.483	-6.2	191.6	0.778740	-6.98	1997
2	0.519-0.601	0.560	-6.4	196.5	0.798819	-7.20	1812
3	0.631-0.692	0.662	-5.0	152.9	0.621654	-5.62	1533
4	0.772-0.898	0.835	-5.1	157.4	0.639764	-5.74	1039
5	1.547-1.748	1.648	-1.0	31.06	0.126220	-1.13	230.8
6	10.31-12.36	11.335	0.0	12.65	0.037205	3.16	N/A
7	2.065-2.346	2.206	-0.35	10.80	0.043898	-0.39	84.90
PAN	0.515-0.896	0.706	-4.7	158.3	0.641732	-5.34	1362

(ที่มา : Chander, Markham, & Helder, 2009: 896)

ตาราง 2.4 แสดง ข้อมูลที่เฝ้าพลัส ช่วงความยาวคลื่น ค่าเรเดียนซ์สูงสุดต่ำสุด ค่าคงที่ และค่ารังสีตกกระทบเหนือชั้นบรรยากาศ สำหรับอักขรย่อ LPGS มาจากคำว่า Level 1 Product Generation System โดยที่มีการผลิตข้อมูลดังนี้ ETM+ Level 1T and Level 1G, TM5 Level 1T and Level 1G products ส่วน NLAPS มาจากคำว่า National Land Archive Production System มีการผลิตข้อมูลดังนี้ MSS, TM4 and some TM5 Level 1T and Level 1G products ทั้งสองเป็นระบบการผลิตภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท (Chander, Markham, & Helder, 2009: 896)

4.2 การแปลงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี ให้เป็นค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda}\right) + 1} \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ

T = อุณหภูมิที่เครื่องตรวจวัด หน่วยเคลวิน (Effective at satellite temperature in Kelvin)

K1 = ค่าคงที่ วัดต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร (Calibration constant 2 in $W.m^{-2}.ster^{-1}.\mu m^{-1}$)

K2 = ค่าคงที่ หน่วยเคลวิน (Calibration constant 2 , Kelvin)

L_λ = ค่าสเปกตรอลเรเดียนซ์ที่อุปกรณ์ตรวจวัด (Spectral radiance at sensor aperture)
หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($w.m^{-2}.ster^{-1}.\mu m^{-1}$)
(Chander; Markham; & Helder. 2009: 900)

สำหรับ Landsat 5 และ Landsat 7 ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงค่าคงที่ K1 และ K2 เพื่อใช้ในสมการ 3 (http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.html)

ตาราง 2.5 ค่าคงที่ที่ใช้ในการปรับแก้สำหรับข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซททีเอ็มและอีทีเอ็มพลัส (TM and ETM+ Spectral band calibration constant)

Table 2.5 ETM+ and TM Thermal Band Calibration Constants		
	Constant 1- K1 watts/(meter squared * ster * μm)	Constant 2 - K2 Kelvin
Landsat 7	666.09	1282.71
Landsat 5	607.76	1260.56

(ที่มา: http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.html)

4.3 การแปลงค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature) ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวผืนดิน (Land surface temperature)

การแปลงค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature) ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวมีหลายวิธีดังนี้

4.3.1. วิธีการของเวงและหยาง (Weng; & Yang. 2004: 148) วิธีของอาร์ทิสและคาร์นาฮาน (Artis; & Carnahan. 1982)

ตามสมการดังนี้

$$T_s = \frac{T_{(A)}}{1 + (\lambda T_{(A)} / \rho) \ln \varepsilon} \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ

T_s = อุณหภูมิพื้นผิว(Land surface temperature)

$\rho = hc/\sigma$ (1.438×10^{-2} mK)

h = Planck's constant (6.626×10^{-34} Js)

σ = Stefan-Boltzman's constant (5.67×10^{-8} W.m⁻² K⁻⁴ = 1.38×10^{-23} JK⁻¹)

c = Velocity of light (2.998×10^8 ms⁻¹)

$\lambda = 11.5$

ε = ค่าสภาพเปล่งรังสี (Emissivity)

T_A = อุณหภูมิที่เครื่องตรวจวัด หน่วยเคลวิน (Effective at satellite temperature in Kelvin)

4.3.2. วิธีการของคินและคณะ

โดยใช้ข้อมูลช่วงคลื่นเดียว(Qin et al. mono-window algorithm) ตามสมการ(Zhang; Wang; & Li. 2006:1798) ดังนี้

$$T_s = (1/C_6)(a_6 (1-C_6-D_6)+[b_6 (1-C_6-D_6)+C_6+D_6] T_{\text{sensor}} - D_6 T_a) \dots\dots\dots(5)$$

เมื่อ

T_s = อุณหภูมิพื้นผิว(Land surface temperature,Kelvin)

- T_a = อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (Effective mean atmospheric temperature, Kelvin)
 a_6, b_6 = ค่าคงที่ เมื่ออุณหภูมิพื้นผิว เท่ากับ 273.5 และ 343.5 Kelvin
 a_6 = -67.35535
 b_6 = 0.458606
 C_6 = $\varepsilon \tau_6$
 D_6 = $(1 - \tau_6)[1 + (1 - \varepsilon) \tau_6]$
 ε = สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Ground surface emissivity)
 τ_6 = Atmospheric transmittance ประมาณค่าโดยใช้ ปริมาณความชื้นในอากาศ

สำหรับสมการนี้ใช้ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ค่าเปล่งพลังงานของพื้นผิว(Ground surface emissivity) และ Atmospheric transmittance ในการแปลงอุณหภูมิส่องสว่างเป็นอุณหภูมิพื้นผิว มีค่าคงที่ของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในส่วนต่างๆของพื้นที่ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 T_a &= 25.9396 + 0.88045 T_0 \quad (\text{For USA 1976}) \\
 T_a &= 17.9769 + 0.91715 T_0 \quad (\text{For Tropical}) \\
 T_a &= 16.0110 + 0.92621 T_0 \quad (\text{For mid latitude summer}) \\
 T_a &= 19.2704 + 0.91118 T_0 \quad (\text{For mid latitude winter})
 \end{aligned}$$

เมื่อ T_0 = near surface temperature

4.3.3. วิธีการของจิมิเนซ-มูโนซ และ โซบริโน

โดยใช้ข้อมูลช่วงคลื่นเดียว(Jimenez-Munoz and Sobrino's single channel algorithm) ตามสมการ (Sobrino; Jimenez-Munoz; & Pao lini. 2004: 435) ดังนี้

$$T_s = \gamma[\varepsilon^{-1}(\psi_1 L_{\text{sensor}} + \psi_2) + \psi_3] + \delta \dots \dots \dots (6)$$

โดยที่

$$\gamma = \{(c^2 L_{\text{sensor}})/(T_{\text{sensor}}^2) [(\lambda^4/c_1) L_{\text{sensor}} + \lambda^{-1}]\}^{-1} \dots \dots \dots (7)$$

$$\delta = -\gamma L_{\text{sensor}} + T_{\text{sensor}} \dots \dots \dots (8)$$

เมื่อ

L_{sensor} = ค่าสเปกตรอลเรเดียนซ์ที่อุปกรณ์ตรวจวัด (Spectral radiance at sensor aperture) หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{ster}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$)

T_{sensor} = ค่าอุณหภูมิที่เครื่องตรวจวัด หรือค่าอุณหภูมิส่องสว่าง หน่วยเคลวิน (Effective at satellite temperature in Kelvin)

λ = ค่าความยาวคลื่น ($11.457 \mu\text{m}$ สำหรับแบนด์ 6)

c_1 = $1.19104 \times 10^8 \text{ W} \cdot \mu\text{m}^4 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{ster}^{-1}$

c_2 = $14387.7 \mu\text{m} \cdot \text{K}$

Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3 = Atmospheric functions คำนวณได้จาก Total atmospheric water vapor content

$\Psi_1 = 0.14714 \omega^2 - 0.15583 \omega + 1.1234$

$\Psi_2 = -1.1836 \omega^2 - 0.37607 \omega - 52894$

$\Psi_3 = -0.04554 \omega^2 + 1.8719 \omega - 0.39071$

5. สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface Emissivity)

สภาพเปล่งรังสี (Emissivity) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างกำลังเปล่งรังสีทั้งหมดของวัตถุกับกำลังเปล่งรังสีของวัตถุดำ (Black body) ณ อุณหภูมิเดียวกัน (ระวิ สงวนทรัพย์, 2541:167) สภาพเปล่งรังสีของวัตถุดำมีค่าเท่ากับ 1 สำหรับวัตถุจริงใดๆ มีค่าน้อยกว่า 1

วัตถุดำเป็นวัตถุกายภาพในจินตนาการที่มีการดูดกลืนรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบไว้ทั้งหมด เนื่องจากมีคุณสมบัติในการดูดกลืนที่สมบูรณ์ (Perfect absorptivity) ในทุกช่วงคลื่น วัตถุดำยังเป็นตัวแปลงพลังงานความร้อนที่มีสเปกตรัมที่มีความต่อเนื่อง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุ

สภาพเปล่งรังสี (Emissivity) ของวัตถุเป็นความสามารถของพื้นผิวที่แปลงพลังงานโดยการแผ่รังสี วัตถุที่มีการสะท้อนมาก มีสภาพเปล่งรังสีต่ำ เช่น แร่เงินที่ผ่านการขัดมีสภาพเปล่งรังสีเท่ากับ 0.02 (<http://en.wikipedia.org/wiki/Emissivity>)

สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface Emissivity) มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุ เช่น พื้นผิวน้ำ พื้นผิวดิน หรือในบริเวณพื้นที่ป่าไม้จากสมการ ที่ 4 และ 5 จำเป็นต้องใช้ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีในการคำนวณหาอุณหภูมิพื้นผิว มีวิธีการในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีของวัตถุ 3 วิธีคือ ใช้การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม ใช้ค่าเอ็นดีวีไอ และใช้การหาค่าอัตราส่วนระหว่างพืชพรรณและพื้นที่ว่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ซินเดอร์และคณะ (Synder et al, 1998) ได้ทำการศึกษาเพื่อการจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีเพื่อนำค่าที่ได้มาใช้ในการคำนวณหาอุณหภูมิพื้นผิวโลก ในการวิจัยครั้งนี้จุดภาพแต่ละจุดภาพนำมาจำแนกออกเป็น 14 กลุ่มตามค่าสภาพเปล่งรังสี (Emissivity classes) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การจำแนกชนิดของสิ่งปกคลุมดิน รวมทั้งปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล เช่น หิมะที่ปกคลุม และ

ดัชนีพืชพรรณ ค่าสภาพเปล่งรังสีที่ได้ สามารถใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินแบบ split-window algorithm

5.1 วิธีการในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface Emissivity)

วิธีการในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface Emissivity) มี 3 วิธีดังนี้

5.1.1 วิธีใช้การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม

5.1.2 วิธีใช้ข้อมูลเอ็นดีวีไอ

5.1.3 วิธีการหาค่าอัตราส่วนระหว่างพืชพรรณและพื้นที่ว่าง

5.1.1 วิธีใช้การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม

นำข้อมูลภาพดาวเทียมมาทำการการจำแนกที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน วิธีการจำแนกข้อมูลแลนด์แซททีเอ็มและข้อมูลแลนด์แซททีเอ็มพลัส โดยทั่วไปใช้วิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด(Maximum Likelihood method)หรือ วิธีการหาค่าเฉลี่ย(K-mean method) โดยใช้ข้อมูลแบนด์อื่นๆยกเว้นแบนด์ 6

เมื่อจำแนกข้อมูลแล้ว ให้กำหนดค่าสภาพเปล่งรังสี ให้กับทุกประเภทของการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน การจำแนกข้อมูลและการกำหนดค่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของวิธีการนี้ นอกจากนี้ความถูกต้องแม่นยำในการจำแนกข้อมูล ก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน จากการศึกษาวิจัยเมื่อไม่นานมานี้พบว่า ทุกๆการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน มีค่าพิสัยของค่าสภาพเปล่งรังสีอยู่ระหว่าง 0.956-0.99(Lillesand and Kiefer,1994.,Nichol,1994.,Snyder et al.,1998.)

5.1.2 วิธีใช้ข้อมูลเอ็นดีวีไอ

การใช้ข้อมูลเอ็นดีวีไอในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีมีหลายวิธี ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพเปล่งรังสี และข้อมูลเอ็นดีวีไอ
2. การกำหนดค่าเอ็นดีวีไอ(NDVI Threshold Method)

1. ความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพเปล่งรังสี และข้อมูลเอ็นดีวีไอ

จากการศึกษาของแวนเดอเกรนด์และโอว์(Van de Griend; & Owe. 1993.) ความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพเปล่งรังสี และข้อมูลเอ็นดีวีไอเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\varepsilon = 1.0094 + 0.047 \times \ln(\text{NDVI}) \quad \dots\dots\dots (9)$$

เมื่อ

ε = ค่าสภาพเปล่งรังสี (Emissivity)

NDVI = ดัชนีพืชพรรณแตกต่างกันปกติ หรือ เอ็นดีวีไอ

สำหรับพื้นที่ที่มีค่าเอ็นดีวีไอยูอยู่นอกขอบเขต 0.157-0.727 ใช้วิธีการแบ่งค่าออกเป็น 5 ช่วงและใส่ค่าสภาพเปล่งรังสีที่สอดคล้องกับพื้นที่ทีละค่า

ในพื้นที่ไม่มีข้อมูลเอ็นดีวีไอ ได้มีนักวิชาการ กำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีดังนี้
 พื้นดิน(Soil) 0.95 - 0.97 พื้นดินว่าง (Bare soil) 0.914 (Valor & Caselles.1996: 171)
 สิ่งก่อสร้าง (Building areas) 0.980-0.985 แหล่งน้ำ (Water) 0.995 พื้นดิน 0.96993-
 0.97953 พื้นที่เมือง(Urban areas) 0.960-0.980 พื้นที่ดินว่างและพื้นที่ไม่ได้ทำการเกษตร
 (Bare soil and non-cultivated cropland) 0.96 (Zhang & Feng Qin.)

2. การกำหนดค่าเอ็นดีวีไอ(NDVI Threshold Method)

วิธีการในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Land surface emissivity) ที่ใช้ค่าเอ็นดีวีไอ อีกวิธีหนึ่งก็คือ การกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีไปตามค่าเอ็นดีวีไอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จุดภาพที่มีค่าเอ็นดีวีไอ < 0.2 กำหนดให้เป็นพื้นดินว่าง(Bare soil)
2. จุดภาพที่มีค่าเอ็นดีวีไอ > 0.5 กำหนดให้เป็นพื้นที่มีพืชหนาแน่น และกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีเท่ากับ 0.99
3. จุดภาพที่มีค่าเอ็นดีวีไอระหว่าง $0.2 \leq \text{NDVI} \leq 0.5$ กำหนดให้เป็นพื้นที่ผสมระหว่างพื้นดินว่างและพืช ใช้สมการต่อไปนี้ในการคำนวณค่าสภาพเปล่งรังสี

$$\varepsilon = \varepsilon_v P_v + \varepsilon_s (1-P_v) + d\varepsilon \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$P_v = \frac{[(\text{NDVI} - \text{NDVI}_{\text{MIN}})/(\text{NDVI}_{\text{MAX}} - \text{NDVI}_{\text{MIN}})]^2}{\dots\dots\dots (11)}$$

เมื่อ

$$\text{NDVI}_{\text{MIN}} = 0.2$$

$$\text{NDVI}_{\text{MAX}} = 0.5$$

ค่า $d\varepsilon$ ในสมการ 11 รวมผลกระทบของการกระจายทางเรขาคณิตของพื้นผิวธรรมชาติ (Natural surfaces) และการสะท้อนภายใน(Internal reflections) พื้นผิวที่เป็นที่ราบ(Plain surface)

อาจไม่มีผลกระทบแต่พื้นผิวที่มีความแตกต่าง เช่นพื้นที่ป่าไม้ จากงานวิจัยของโซบริโน (Sobrinho,1989) ค่า $d\epsilon$ อาจมีมากถึง 2% วิธีการประมาณค่า $d\epsilon$ ตามสมการดังนี้

$$d\epsilon = (1 - \epsilon_s) (1 - P_v) F \epsilon_v \dots\dots\dots(12)$$

เมื่อ F = Shape factor(Sobrinho et al,1990)

ค่า Mean value ที่คาดว่าจะมีความแตกต่างในเรื่อง การกระจายทางเรขาคณิต(Geometrical distribution) = 0.55 จะได้ ค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Land surface emissivity)

$$\epsilon = mV_v + n \dots\dots\dots(13)$$

เมื่อ

$$m = \epsilon_v - \epsilon_s (1 - \epsilon_s) F \epsilon_v$$

$$n = \epsilon_s + (1 - \epsilon_s) F \epsilon_v$$

การใช้ค่านี้ต้องรู้ค่า สภาพเปล่งรังสีของดิน และสภาพเปล่งรังสีของพืช และได้กำหนดให้ สภาพเปล่งรังสีของดิน = 0.97 สภาพเปล่งรังสีของพืช = 0.99 สมการที่ได้คือ

$$\epsilon_{TM_6} = 0.004P_v + 0.986 \dots\dots\dots(14)$$

5.1.3 วิธีการหาค่าอัตราส่วนระหว่างพืชพรรณและพื้นที่ว่าง

วิธีการนี้นำเสนอโดยเวเลอร์และคาเซล (Valor, & Caselles. 1996) สำหรับข้อมูลแลนด์ แซทที่เอและอีทีเอ็มแบนด์ 6 คำนวณหาค่า สภาพเปล่งรังสี ได้จากสมการได้ดังนี้

$$\epsilon = \epsilon_v P_v + \epsilon_g (1 - P_v + 4 \langle d\epsilon \rangle) P_v (1 - P_v) \dots\dots\dots(15)$$

เมื่อ.

ϵ = ค่าสภาพเปล่งรังสี (Emissivity)

ϵ_v = ค่าสภาพเปล่งรังสี (Emissivity)ของพืชพรรณ

ϵ_g = ค่าสภาพเปล่งรังสี (Emissivity)ของพื้นที่ว่าง

$\langle d\epsilon \rangle$ = ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ = 0.01

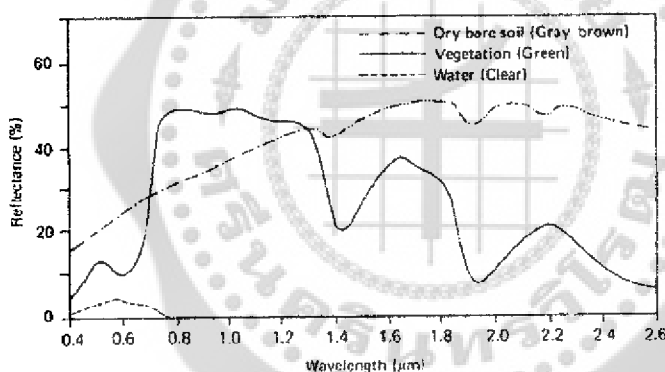
P_v = เปอร์เซนต์ของพืชพรรณใน 1 จุดภาพ และคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$P_v = (NDVI - NDVI_g) / (NDVI_v - NDVI_g) \dots\dots\dots(16)$$

6. ดัชนีพืชพรรณ(Vegetation Index)

ดัชนีพืชพรรณ เป็นการวัดเชิงปริมาณเพื่อใช้ในการตรวจวัดมวลชีวภาพหรือความสมบูรณ์ของพืชพรรณ โดยปกติได้จากค่าตีเอนของข้อมูลดาวเทียมหลายแบนด์ ค่าตีเอนถูกนำมาคำนวณทางคณิตศาสตร์ บวก ลบ คูณ หรือหาร เพื่อให้ได้ค่าเดียวที่เป็นค่าปริมาณความสมบูรณ์ของพืชรูปแบบของค่าดัชนีพืชพรรณที่ง่ายที่สุด คืออัตราส่วนระหว่างค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และช่วงคลื่นสีแดง

ศูนย์กลางของการดูดกลืนพลังงานอยู่ที่ 0.65 ไมโครเมตรในช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น(สีแดง) ควบคุมโดยตรงควัตถุคลอโรฟิลล์ ที่อยู่ในคลอโรพลาสต์ของใบพืชสีเขียว และมีการดูดกลืนในช่วงคลื่นสีน้ำเงินเช่นเดียวกัน ด้วยเหตุที่ช่วงคลื่นแสงสีแดงและน้ำเงินถูกดูดกลืนออกไปจากช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น(สีขาว) การสะท้อนแสงที่อยู่ในช่วงคลื่นแสงสีเขียว จึงทำให้ใบพืชส่วนใหญ่เป็นสีเขียว การสะท้อนพลังงานเกิดขึ้นมากในช่วง ความยาวคลื่น 0.7 and 1.0 μm (Near IR) ในเซลล์ของเมโซฟิลล์ (Spongy mesophyll cells) ที่อยู่ภายในหรือด้านหลังของใบ



ภาพประกอบ 2.3 ลายเส้นช่วงคลื่นของดิน พืชพรรณธรรมชาติ และน้ำ
(ที่มา:http://geog.hkbu.edu.hk/virtuallabs/rs/env_backgr_refl.htm)

6.1 การจำแนกกลุ่มดัชนีพืชพรรณ

จำนวนของดัชนีพืชพรรณที่มีการตีพิมพ์ในวารสารทางวิทยาศาสตร์มีมากกว่า 150 ชนิด (ENVI User's Guide) มีการจัดกลุ่มดัชนีพืชพรรณตามคุณสมบัติที่เหมือนกันได้ดังนี้

1. ดัชนีพืชพรรณในช่วงความยาวคลื่นกว้าง (Broadband Greenness) 5 ดัชนี

เอ็นดีวีไอ (NDVI : Normalized Difference Vegetation Index)

เอสอาร์ไอ (SRI : Simple Ratio Index)

อีวีไอ (EVI : Enhanced Vegetation Index)

เออาร์วีไอ (ARVI : Atmospherically Resistant Vegetation Index)

เอสจีไอ (SGI : Sum Green Index)

2. ดัชนีพืชพรรณในช่วงความยาวคลื่นแคบ (Narrowband Greenness) 7 ดัชนี

อาร์อีเอ็นดีวีไอ (RENDVI : Red Edge Normalized Difference Vegetation Index)

เอ็มอาร์อีเอสอาร์ไอ (MRESRI : Modified Red Edge Simple Ratio Index)

เอ็มอาร์อีเอ็นดีวีไอ (MRENDVI : Modified Red Edge Normalized Difference Vegetation Index)

วีอาร์อีไอ1 (VREI1 : Vogelmann Red Edge Index 1)

วีอาร์อีไอ2 (VREI2 : Vogelmann Red Edge Index 2)

วีอาร์อีไอ3 (VREI3 : Vogelmann Red Edge Index 3)

อาร์อีพีไอ(REPI : Red Edge Position Index)

3. ดัชนีพืชพรรณจากการใช้แสง(Light Use Efficiency) 3 ดัชนี

พีอาร์ไอ (PRI : Photochemical Reflectance Index)

เอสไอพีไอ (SIPI : Structure Insensitive Pigment Index)

ซีเอ็นไอ (CNI : Canopy Nitrogen Index)

อาร์จีอาร์ไอ (RGRI : Red Green Ratio Index)

เอ็นดีเอ็นไอ (NDNI : Normalized Difference Nitrogen Index)

4. ดัชนีพืชพรรณจากการคาร์บอน (Dry or Senescent Carbon) 3 ดัชนี

เอ็นดีแอลไอ (NDLI : Normalized Difference Lignin Index)

ซีเอไอ (CAI : Cellulose Absorption Index)

พีเอสอาร์ไอ (PSRI : Plant Senescence Reflectance Index)

5. ดัชนีพืชพรรณจากรงควัตถุของใบ (Leaf Pigments) 4 ดัชนี

ซีอาร์ไอ1 (CRI1 : Carotenoid Reflectance Index 1)

ซีอาร์ไอ2 (CRI2 : Carotenoid Reflectance Index 2)

เออาร์ไอ1(ARI1 : Anthocyanin Reflectance Index 1)

เออาร์ไอ2 (ARI2 : Anthocyanin Reflectance Index 2)

6. ดัชนีพืชพรรณจากน้ำในเรือนยอดพืช.(Canopy Water Content) 4 ดัชนี

ดับเบิลยูบีไอ (WBI : Water Band Index)

เอ็นดีดับเบิลยูไอ (NDWI : Normalized Difference Water Index)

เอ็มเอสไอ (MSI : Moisture Stress Index)

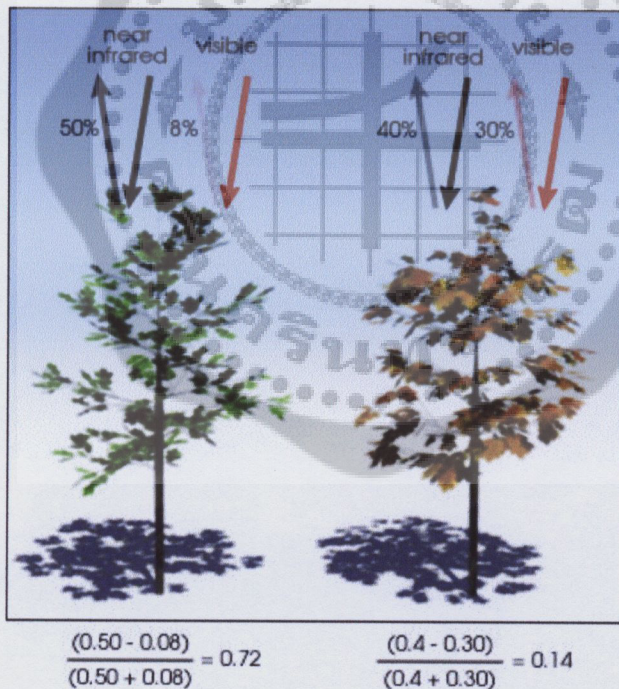
เอ็นดีไอไอ (NDII : Normalized Difference Infrared Index)

6.2 ดัชนีพืชพรรณแตกต่างปกติ หรือเอ็นดีวีไอ (Normalized Difference Vegetation Index)

เป็นดัชนีพืชพรรณที่ใช้กันแพร่หลายทั่วไปในการศึกษาเกี่ยวกับพืช ใช้ช่วงคลื่นที่มีการดูดกลืนพลังงานและการสะท้อนพลังงานสูงสุด ของคลอโรฟิลล์ ค่าดัชนีอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ค่าดัชนีที่มีพืชอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 มีสูตรดังนี้

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \dots\dots\dots(17)$$

ในการตรวจสอบความหนาแน่นของพืชสีเขียวบนพื้นดิน ต้องตรวจสอบการสะท้อนลำแสงของดวงอาทิตย์ที่สะท้อนในช่วงคลื่นสีแดงและอินฟราเรดใกล้ รังควัตถุในใบพืชสีเขียว คลอโรฟิลล์เป็นตัวดูดกลืนพลังงานมากในช่วงความยาวคลื่นแสงที่สายตามองเห็น 0.4-0.7 ไมโครเมตร เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง ในขณะที่เดียวกันโครงสร้างในใบพืชมีการสะท้อนมากในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ 0.7-1.1 ไมโครเมตร



ภาพประกอบ 2.4 เปรียบเทียบค่าดัชนีพืชพรรณของพืชสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์
(ที่มา: http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php .Illustration by Robert Simmon.)

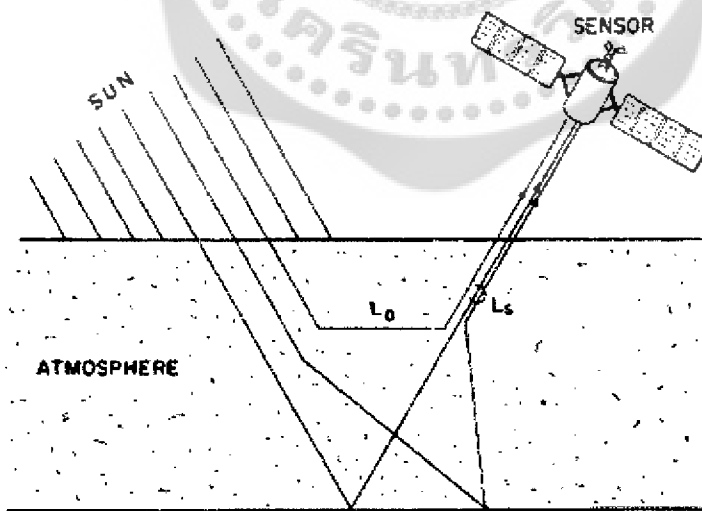
พืชที่สมบูรณ์มีการดูดกลืนพลังงานในช่วงคลื่นแสงที่สายตามองเห็นและสะท้อนเป็นส่วนใหญ่ในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ พืชที่ไม่สมบูรณ์มีการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นแสงที่สายตามองเห็นมากและสะท้อนน้อยช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

7. การแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากผลกระทบของบรรยากาศ (Atmospheric Correction)

เมื่อรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานการแผ่รังสี(Radiant energy) และบรรยากาศ ทำให้การสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ตรวจวัดได้ไม่ใช่ค่าการสะท้อนที่แท้จริง เนื่องจากการดูดกลืนพลังงาน และทิศทางของการสะท้อนมีการเปลี่ยนแปลงโดยการกระจัดกระจายในบรรยากาศ

ผลกระทบจากบรรยากาศ(Atmospheric effect) มีสาเหตุมาจากการกระเจิง(Scattering) และการดูดกลืน (absorption) พลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ โดยโมเลกุลของอากาศและละอองลอย เกิดขึ้นตามขั้นตอนดังนี้(Kaufman;1998:442)

1. ผลกระทบเมื่อพลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ลงมายังชั้นบรรยากาศ (Effect on Downward Radiation) มีการดูดกลืน และการกระจัดกระจายกลับ(Backscattering) ในชั้นบรรยากาศ และมีการกระจายออกจากแนวทางการแผ่รังสีโดยตรง(direct beam) ทำให้เพิ่มมุมของการกระจายยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุทำให้การแผ่รังสีกระทบกับพื้นผิวในทิศทางเป็นบริเวณกว้าง ผลก็คือสัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้นผิวมีความแตกต่างจากการได้รับแสงจากโดยตรง



ภาพประกอบ 2.5 ผลกระทบจากบรรยากาศที่มีต่อข้อมูลภาพถ่ายเทียม
(ที่มา: Kaufman. 1998: 442)

2. ผลกระทบเมื่อพลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์สะท้อนจากพื้นผิวดิน (Effect on Upward Radiation) มีการดูดกลืน และการกระจัดกระจายกลับ(Backscattering) ในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นอีก มีการกระเจิงทำให้มีการกระจายของการแผ่รังสี และเข้าสู่สนามมุมมอง(Field of view) ของเครื่องตรวจวัดทั้งที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่ของการตรวจวัด

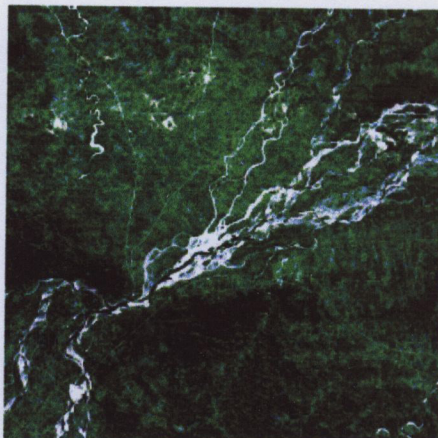
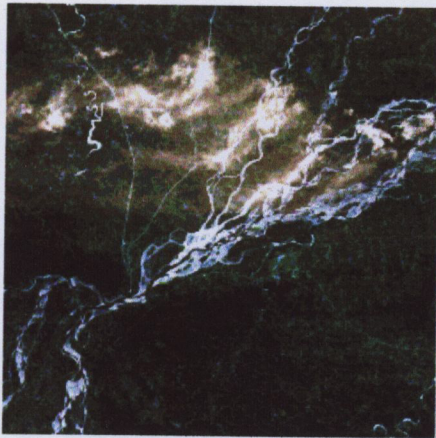
3. การแผ่รังสีในเส้นทางผ่านในบรรยากาศ (Atmospheric Path Radiance) แสงมีการกระจายในบรรยากาศ จากการแผ่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์(direct solar beam) เข้าสู่สนามมุมมอง โดยไม่มีการสะท้อนจากพื้นผิว แสงในส่วนนี้ทำให้ภาพสว่างขึ้น มีผลกระทบอย่างมากเฉพาะในพื้นที่มืด

สมมติว่ามีการสะท้อนพลังงานไปจากพื้นผิวแบบแลมเบิร์ต(Lambertian surface) คือพื้นผิวที่มีการแพร่กระจายสมบูรณ์แบบ มีการสะท้อนในทุกทิศทางเท่ากัน ค่าการแผ่รังสีขึ้นไปยังบรรยากาศชั้นบนแสดงด้วยสมการดังนี้

$$L^m = L_0 + (pT)/\pi (1-sp) \dots\dots\dots(18)$$

- เมื่อ L_0 = ค่าการแผ่รังสีที่ถูกสะท้อนกลับขึ้นไปในบรรยากาศก่อนที่จะถึงพื้นผิวโลก(Upward radiance of the atmosphere) หรือเรียกว่า *Path radiance*
- F_d = อัตราการส่งผ่านพลังงานลงมายังพื้นผิวโลก (Downward flux)หรือค่ารังสีตกกระทบรวม(total integrated irradiance)
- T = การส่งผ่านพลังงาน (Transmittance)จากพื้นผิวไปยังอุปกรณ์ตรวจวัด
- s = สัดส่วนของปริมาณพลังงานรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนโดยพื้นผิววัตถุ ต่อพลังงานที่ตกกระทบ (Atmospheric albedo)

ข้อมูลดาวเทียมใช้ในการศึกษา และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน เช่น ด้านอุทกศาสตร์ นิเวศวิทยา กระบวนการด้านชีวเคมี ภูมิศาสตร์ อย่างไรก็ตามมีข้อมูลดาวเทียมจำนวนมากมีการปนเปื้อนของข้อมูล ที่ได้รับผลกระทบจากอนุภาคในบรรยากาศ ผ่านกระบวนการดูดกลืนพลังงาน(Absorption) การกระเจิง(scattering) เมื่อมีการแผ่รังสี(Radiation)จากพื้นผิวโลก วัตถุประสงค์ของการแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากผลกระทบของบรรยากาศ ก็คือ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็น การสะท้อนของพื้นผิว ที่แสดงคุณสมบัติของพื้นผิวโดยกำจัดผลกระทบจากบรรยากาศ (Atmospheric effects)และจะทำให้การจำแนกข้อมูลมีความถูกต้อง(<http://www.umiacs.umd.edu/labs/GC/atmo/>)



ก่อนแก้ไข

หลังแก้ไข

ภาพประกอบ 2.6 TM imagery, color-composite (bands 1, 2, and 3).

(ที่มา: <http://www.umiacs.umd.edu/labs/GC/atmo/>)

7.1 วิธีการแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศ

วิธีการแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศ (Liang, 2004: 197-210) มีรายละเอียดดังนี้

7.1.1 วิธีใช้จุดภาพที่มีค่าการสะท้อนไม่เปลี่ยนแปลง (Invariant-Object Methods)

วิธีการนี้ใช้สมมติฐานว่ามีบางจุดภาพ(Pixels)ในแต่ละภาพ(Scene)ที่มีค่าการสะท้อนคงที่ (Stable) มีค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear relation) ของค่าการสะท้อนในแต่ละแบนด์ของจุดภาพ หรือวัตถุเหล่านี้ และเรียกว่าวัตถุที่มีค่าคงที่ “invariant objects” ใช้ค่าจุดภาพนี้ไปปรับค่าในภาพ (normalize images) ที่เก็บข้อมูลต่างเวลาในข้อมูลแลนด์แซท ในกรณีที่มีการวัดค่าการสะท้อนภาคพื้นดินไปในเวลาเดียวกันกับการเก็บข้อมูลดาวเทียม ก็สามารถทำการปรับค่าให้มีความสัมพันธ์กันได้(Relative normalization) วิธีนี้ใช้การดำเนินการทางสถิติและแก้ไขในเชิงความสัมพันธ์ แต่ข้อจำกัดก็คือความยากในการแก้ไขการกระจายของละอองลอยที่แตกต่างกัน (heterogeneous aerosol scattering)

7.1.2 วิธีเปรียบเทียบฮิสโตแกรม (Histogram Matching Methods)

วิธีการนี้ใช้สมมติฐานว่า ฮิสโตแกรมของค่าการสะท้อนพื้นผิว ในบริเวณที่ไม่มีเมฆและที่มีเมฆมีค่าเดียวกัน ภายหลังจากการกำหนดบริเวณที่ไม่มีเมฆ นำฮิสโตแกรมในพื้นที่ที่มีเมฆมาเลื่อน (Shift) เพื่อให้ตรงกับฮิสโตแกรมอ้างอิงที่ไม่มีเมฆอย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่เหมาะสมเมื่อในแต่ละพื้นที่มีวัตถุที่มีความแตกต่างและค่าการสะท้อนก็มีความแตกต่าง และไม่เหมาะสมในพื้นที่ที่มีละอองลอย

7.1.3 วิธีการหาจุดภาพที่มีค่าต่ำ (Dark-Object Methods)

ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซททีท์เอ็มพลัส (ETM+/TM 7) แบนด์ 7 ประมาณ 2.1 ไมโครเมตร สามารถใช้ในการกำหนด จุดภาพที่มีพืช หนาแน่นและค่าสะท้อนมีสหสัมพันธ์สูงกับค่าสะท้อนของ แบนด์ 1 และ แบนด์ 3 เนื่องจาก พืชที่หนาแน่นมีค่าการสะท้อนต่ำในช่วงคลื่นแสงที่สายตามองเห็น จึงเรียกว่า วัตถุดำ (dark objects) วิธีนี้ได้รับความนิยม ข้อมูลที่มีรายละเอียดภาพขนาดปานกลางเช่น ข้อมูลโมดิส (Moderate-resolution imaging spectroradiometer, MODIS) และ ข้อมูลเมอร์ริส (Medium resolution imaging spectrometer, MERIS) ใช้หลักการนี้ในการแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ใช้ได้ไม่ดีถ้าพื้นที่พืชหนาแน่นมีน้อยในบริเวณที่มีหมอกหรือเมฆ ข้อจำกัดของวิธีนี้คือพื้นที่ที่มีพืชหนาแน่นความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนระหว่าง แบนด์ 7 แบนด์ 1 และ แบนด์ 3 มีความผันแปรไปตามสภาพความแตกต่างของพืช

7.1.4 วิธีลดค่าการยืดข้อมูล (Contrast Reduction Methods)

ในบริเวณที่มีค่าการสะท้อนพื้นผิวคงที่ ความผันแปรของสัญญาณดาวเทียมที่ตรวจวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน อาจเป็นตัวบ่งชี้ถึงความผันแปรของคุณสมบัติทางออปติคของบรรยากาศ การกระจายแสงโดยละอองลอยเป็นตัวลดค่าการสะท้อน ความผันแปรที่เกิดขึ้นใช้ในการประมาณค่า Aerosol optical depth วิธีนี้ใช้ได้ดีในการตรวจสอบฝุ่นในทะเลทราย (Desert dust monitoring) วิธีนี้มีข้อจำกัด เนื่องจากไม่มีที่ใดที่มีค่าการสะท้อนพื้นผิวคงที่

7.1.5 วิธีเปรียบเทียบแบบกลุ่ม (Cluster Matching Methods)

การแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศ วิธีการนี้ใช้การประมาณการกระจายของพื้นที่ที่มีละอองลอย และแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้น ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ คือข้อมูล Aerosol optical depth ข้อมูล Single scattering albedo และ Phase function ตัวแปรเหล่านี้ได้จากข้อมูลบรรยากาศ โดยหน่วยงานอีโอเอส (EOS Terra products) ข้อมูลบรรยากาศ (Climatology data) อื่นๆได้แก่ ปริมาณไอน้ำ(water vapor content) วิธีการนี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ การสร้างข้อมูลใหม่ (Creation of the Look-up Tables) มีการคำนวณข้อมูลบรรยากาศ ขั้นตอนที่ 2 คือการประมาณค่า Aerosol optical depth ขั้นตอนที่ 3 คือ ใช้วิธีการแปลงฟูริเยร์(Fourier-transform approach) วิธีการนี้มีความซับซ้อนกว่าวิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

8. ระบบภูมิสารสนเทศ (Geomatics)

ระบบภูมิสารสนเทศเป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีสาขานี้เกิดจากวิวัฒนาการร่วมกันของความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีด้านอวกาศ ด้านคอมพิวเตอร์ นำมาผสมผสานกัน เพื่อรวบรวมข้อมูล จัดการข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวโลก

อาจจำแนกเทคโนโลยีสาขานี้แยกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1. ระบบสัมผัสระยะไกล (Remote sensing)
2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographical information system)
3. ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (global positioning system)

สาขาวิชาต่างๆ ได้นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโลก โดยเฉพาะสาขาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่มีการศึกษาเกี่ยวกับโลก (Geosciences) เช่น ภูมิศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา วิศวกรรมสำรวจ วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ในอนาคตคาดว่าจะการศึกษาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับโลกจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เนื่องจากโลกกำลังประสบปัญหาที่สำคัญ เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change) การเปลี่ยนแปลงทางด้านธรณีวิทยา ซึ่งจะต้องมีการศึกษาวิจัยด้วยข้อมูล และอุปกรณ์ที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น เพื่อช่วยชะลอและหาวิธีแก้ไขปัญหาด้านสภาพแวดล้อมของโลกที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

8.1 ระบบสัมผัสระยะไกล (Remote Sensing)

ความหมายของระบบสัมผัสระยะไกล หรือรีโมทเซนซิง เป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการจำแนก หรือวิเคราะห์วัตถุเป้าหมาย โดยไม่มีการสัมผัสโดยตรง การเก็บข้อมูลใช้พลังงานรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic energy) เช่น แสงความร้อน คลื่นวิทยุ พลังงานที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ เป็นต้นกำเนิดของข้อมูลสัมผัสระยะไกล

ข้อมูลสัมผัสระยะไกลให้รายละเอียดหรือคุณสมบัติของข้อมูลได้ 4 ลักษณะคือ รายละเอียดพื้นที่ (Spatial resolution) เกิดจากคุณสมบัติทางเรขาคณิตของระบบถ่ายภาพ รายละเอียดช่วงคลื่น (Spectral resolution) ได้แก่ รายละเอียดของช่วงคลื่นซึ่งหมายถึงความกว้างของช่วงคลื่นของข้อมูลในแต่ละแบนด์ รายละเอียดการสะท้อนรังสี (Radiometric resolution) หมายถึงจำนวนหรือตัวเลขค่าการสะท้อนเชิงคลื่น (Spectral resolution) ที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าเป็นตัวเลขดิจิทัล (Digital number) และรายละเอียดเรื่องเวลา (Temporal resolution) หมายถึงระยะเวลาเก็บข้อมูลที่กลับมาซ้ำที่เดิมในเวลาที่เหมาะสม และมีรอบการเก็บข้อมูลได้หลายครั้ง โดยเก็บข้อมูลจากตำแหน่งที่ต่างกันของวงโคจร

ชนิดของข้อมูลสัมผัสระยะไกล จำแนกได้ 3 ประเภท คือ

1. ระบบพาสซีฟ (Passive system) หรือระบบที่ใช้แหล่งพลังงานตามธรรมชาติ เช่น ข้อมูลแลนด์แซท

2. ระบบแอกทีฟ (Active system) หรือระบบที่ใช้แหล่งพลังงานจากเครื่องสร้างเอง เช่น ข้อมูลเรดาร์

3. ระบบกวาดภาพหลายช่วงคลื่นชนิดพิเศษ (Hyperspectral scanning system) เช่น ข้อมูลเอวีอาร์ไอเอส (AVRIS)

ข้อมูลสัมผัสระยะไกลยังมีรายละเอียดภาพแตกต่างกันมาก มีข้อมูลรายละเอียดภาพสูง เช่น อิโคนอส (IKONOS) แลนด์แซท (LANDSAT) ฯลฯ ข้อมูลรายละเอียดปานกลาง เช่น ข้อมูลโมดิส ข้อมูลโนอา เป็นต้น

8.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographical Information System)

การจัดทำแผนที่ในปัจจุบัน ที่ใช้เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เข้ามาจัดการ ทำให้มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลการเรียกค้นข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แผนที่กระดาษ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และวิธีการที่ออกแบบมาเพื่อการจัดเก็บ การจัดการ การจัดทำ การวิเคราะห์ การทำแบบจำลอง และการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2549: 9)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ กลุ่มประชากรงบประมาณ และการจัดองค์กร ที่ทำให้สามารถสอบถามข้อมูลและเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์และข้อมูลบรรยายให้มีความสัมพันธ์กัน เพื่อวัตถุประสงค์ในการให้ได้มาซึ่งข้อมูลวิเคราะห์ และแสดงผลเพื่อความเข้าใจ และนำไปช่วยในการตัดสินใจในการวางแผน (Kennedy, 2006: 5)

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์ต้องมีเทคโนโลยีด้านต่างๆ ประกอบ ได้แก่ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ระบบสัมผัสระยะไกล เช่น ข้อมูลดาวเทียม เพื่อช่วยในการให้รายละเอียดในการทำแผนที่ ระบบจีพีเอส เพื่อใช้ในการเก็บค่าพิกัดในพื้นที่เพื่อความถูกต้อง นอกจากนี้ยังต้องมีระบบการจัดการฐานข้อมูล เพื่อให้การจัดเก็บข้อมูลมีประสิทธิภาพ

8.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System)

ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก เป็นระบบที่ขึ้นอยู่กับระบบดาวเทียม (Satellite-based system) ดาวเทียมช่วยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้องแม่นยำบนพื้นผิวโลกได้ โดยจะให้ข้อมูลในเรื่องที่ตั้ง (Location) และเวลา (Time) ระบบดาวเทียมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น นาฟสตาร์ (NAVSTAR GPS) และกลอสนาส (GLONASS) ของรัสเซีย

นาฟสตาร์ (NAVSTAR) เป็นระบบดาวเทียมจีพีเอสของสหรัฐอเมริกา มาจากคำว่า Navigation System Timing and Ranging Global Positioning System

กลอสนาส (GLONASS) เป็นระบบดาวเทียมจีพีเอสของรัสเซียมาจากคำว่า Global Navigation Satellite System

กาลิเลโอ (Galileo) เป็นระบบดาวเทียมของยุโรป (European Union) และ European Space Agency (ESA) มีวัตถุประสงค์ให้ข้อมูลที่มีคุณภาพดีกว่าดาวเทียมจีพีเอสและกลอสนาส รวมทั้งข้อมูลความสูงเหนือระดับน้ำทะเล มีดาวเทียมจำนวน 30 ดวง

9. พื้นที่ศึกษา

9.1 ที่ตั้ง อาณาเขตและเขตการปกครอง

จังหวัดชลบุรีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย หรือชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย ประมาณเส้นรุ้งที่ 12 องศา 30 ลิปดา-13 องศา 43 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 45 ลิปดา-101 องศา 45 ลิปดาตะวันออก ระยะทางจากกรุงเทพมหานครตามเส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 (ถนนสายบางนา-ตราด) รวมระยะทางประมาณ 81 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีเส้นทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 หรือ Motorway (กรุงเทพฯ-ชลบุรี) ระยะทาง 79 กิโลเมตร ใช้ระยะเวลาในการเดินทางประมาณ 45 นาทีเท่านั้น (ชลบุรี:ออนไลน์)

จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ทั้งสิ้น 2,726,875 ไร่ (4,363 ตารางกิโลเมตร) คิดเป็นร้อยละ 0.85 ของพื้นที่ประเทศไทย (พื้นที่ของประเทศไทยประมาณ 320,696,875 ไร่ หรือ 513,115 ตารางกิโลเมตร)

จังหวัดชลบุรีทางด้าน ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทรา ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดระยอง ทิศตะวันออก ติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดระยอง ทิศตะวันตก ติดต่อกับชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย

จังหวัดชลบุรีแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 11 อำเภอ 92 ตำบล 687 หมู่บ้าน

การปกครองส่วนท้องถิ่นประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาลนคร 1 แห่ง เทศบาลเมือง 8 แห่ง เทศบาลตำบล 30 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล 58 แห่ง และมี รูปแบบการปกครองพิเศษ 1 แห่ง คือ เมืองพัทยา แยกจากการปกครองของอำเภอบางละมุง

อำเภอทั้ง 11 ของจังหวัดชลบุรี ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพนัสนิคม อำเภอฟานทอง อำเภอบ้านบึง อำเภอสัตหีบ อำเภอกะจันทร์ อำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบ และอำเภอกะสีช้าง

สำหรับพื้นที่อำเภอเมือง แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 18 ตำบล และ 107 หมู่บ้าน ได้แก่ ตำบลบางปลาสร้อย มะขามหย่ง บ้านโหนด แสนสุข บ้านสวน หนองรี นาป่า หนองข้างคอก ดอนหัวฬ่อ หนองไม้แดง บางทราย คลองตำหรุ เหมือง บ้านปึก ห้วยกะปิ เสมิต อ่างศิลา สำนักบก(ชลบุรี:ออนไลน์)

9.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชลบุรี จำแนกออกได้เป็น ที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง ที่ราบชายฝั่งทะเล โดยที่ราบชายฝั่งทะเลเริ่มตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกง ถึงอำเภอสัตหีบ เป็นที่ราบแคบตามแนวชายฝั่งทะเล นอกจากนี้มีที่ลาดเชิงเขา เนินเขาและภูเขาที่มีความสูงระหว่าง 200-300 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางภูเขาที่มีความสูงมากได้แก่ กลุ่มภูเขา เขาเขียวและเขาชมพู่ เขาตะแบกมีความสูง 732 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

พื้นที่ตอนเหนือ ในอำเภอฟานทอง อำเภอพนัสนิคม รวมทั้งบริเวณชายฝั่งทะเล อำเภอสัตหีบ อำเภอบางละมุง มีพื้นที่เป็นที่ราบ

พื้นที่ทางด้านตะวันตก ส่วนใหญ่เป็นเขตเนินเขา ภูเขาเดี่ยวๆ และภูเขาที่มีความสูงปานกลางเช่นกลุ่มเขาเขียว เขาชมพู่ ทอดผ่านพื้นที่เขตอำเภอสัตหีบและอำเภอบ้านบึง แผ่ขยายพื้นที่เข้ามาในตอนกลางของจังหวัด และมีความสูงมากกว่าส่วนอื่นๆ ด้านตะวันตกสุดในอำเภอบ่อทอง ติดกับจังหวัดระยองมี ภูเขา เขาใหญ่สูง 777 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง แนวสันเขานี้เป็นเส้นแบ่งพื้นที่จังหวัดทั้งสอง

พื้นที่ด้านตะวันออก เป็นที่ราบชายฝั่งทะเล เป็นแนวยาวไปจนถึงอำเภอสัตหีบ พื้นที่ในส่วนนี้ด้านตะวันตกติดต่อกับ จังหวัดระยอง และเป็นพื้นที่ภูเขามีสภาพสูงประมาณ 400 เมตรต่อเนื่องเข้าไปในจังหวัดระยอง

จังหวัดชลบุรีมีชายฝั่งทะเลยาวถึง 160 กิโลเมตร(ชลบุรี:ออนไลน์) เป็นหน้าผาหิน หาดทรายทอดยาว ป่าชายเลน ป่าชายหาด สำหรับ เกาะ มีอยู่ไม่น้อยกว่า 46 เกาะ เช่น เกาะสีชัง เกาะคางคาว เกาะรีน เกาะไผ่ เกาะลอย เกาะล้าน เกาะครก เกาะสาก เกาะขาม เกาะแสมสาร และเกาะครามที่อยู่ในเขตทหารเรือของอำเภอสัตหีบ

สำหรับภูมิประเทศของพื้นที่อำเภอเมือง พื้นที่ตอนเหนือเป็นที่ราบลุ่มต่ำ ต่อเนื่องจากที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง ที่ราบต่อเนื่องลงมาทางตอนใต้เป็นที่ราบตามแนวชายฝั่งทะเล พื้นที่ทางด้านตะวันออกมีความสูงมากกว่าพื้นที่ต่อเนื่องมาจากตอนเหนือของกลุ่มเขาเขียว เขาชมพู่

9.3 ลักษณะภูมิอากาศ

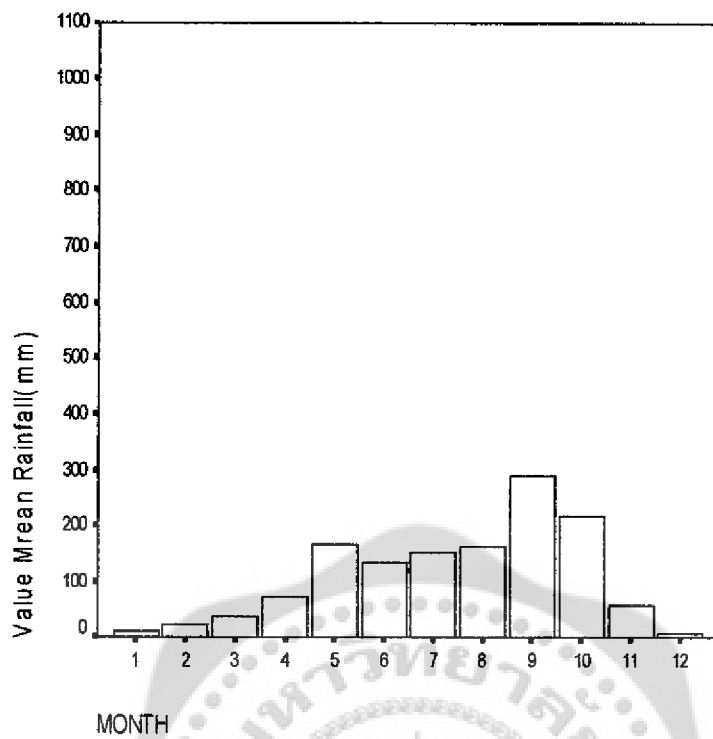
การกระจายของฝนในแต่ละภูมิภาคของประเทศขึ้นอยู่กับฤดูกาล ซึ่งเกี่ยวข้องกับแนวลมสินค้าพัดสอบ (ITCZ) ที่เคลื่อนที่ขึ้นไปทางตอนเหนือหรือเคลื่อนลงมายังตอนใต้ของประเทศ โดยมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งรับแสงตั้งฉากจากดวงอาทิตย์

จังหวัดชลบุรีมีลักษณะอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Tropical monsoon climate) โดยได้รับอิทธิพลจากทั้งลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ จังหวัดชลบุรีมีฤดูกาล 3 ฤดู ได้แก่ฤดูร้อน เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์

การกระจายของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ในรอบ 48 ปี อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี พบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปีเท่ากับ 1330.68 มิลลิเมตร เดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดจำนวน 289.425 มิลลิเมตร เดือนธันวาคมมีปริมาณน้ำฝนต่ำสุดจำนวน 7.57 มิลลิเมตร ช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำฝนมากเริ่มจากเดือน พฤษภาคม จนถึง ตุลาคม รายละเอียดในตาราง 2.6

ตาราง 2.6 การกระจายของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี

ตาราง 2.1 การกระจายของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย(48 ปี)อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี	
เดือน	ปริมาณน้ำฝนมิลลิเมตร
มกราคม	11.6689
กุมภาพันธ์	20.2458
มีนาคม	37.1354
เมษายน	72.9146
พฤษภาคม	165.8875
มิถุนายน	135.4333
กรกฎาคม	151.4146
สิงหาคม	164.1479
กันยายน	289.425
ตุลาคม	217.9583
พฤศจิกายน	58.0833
ธันวาคม	7.5778
รวม	1330.6896



ภาพประกอบ 2.7 การกระจายของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี
(ที่มา: สุรเกียรติ์ อิงคากุล. 2545: 51)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยในครั้งนี้มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. การจัดกระทำกับข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูล
4. การทำแผนที่
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
6. การกำหนดค่าผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลแลนด์แซทแหล่งข้อมูลได้จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ประกอบด้วยข้อมูลแลนด์แซท 5 ทีเอ็ม จำนวน 3 ภาพ(scene)

1. LT5129051000034710 เก็บข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 (2000-12-12) ประเภทข้อมูล แก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geo Corrected) และข้อมูลอยู่ในประเภทไฟล์ Geo TIFF และแก้ไขความถูกต้องพิกัดภูมิศาสตร์ในระดับ Precision

2. LT5129051000500810 เก็บข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (2005-01-08) ประเภทข้อมูลแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geo Corrected) และข้อมูลอยู่ในประเภทไฟล์ Geo TIFF และแก้ไขความถูกต้องพิกัดภูมิศาสตร์ในระดับ Precision

3. LT5129051001102510 เก็บข้อมูล วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (2011-01-25) ประเภทข้อมูลแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geo Corrected) และข้อมูลอยู่ในประเภทไฟล์ Geo TIFF และแก้ไขความถูกต้องพิกัดภูมิศาสตร์ในระดับ Precision

1.2 ข้อมูลตำแหน่งพิกัดในพื้นที่จากการสำรวจภาคสนาม

ข้อมูลตำแหน่งพิกัดในพื้นที่ ใช้เครื่องมือจีพีเอสเก็บค่าพิกัดในการสำรวจภาคสนาม จำนวน 40 จุด เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ผลการวิจัย แสดงตำแหน่งเก็บค่าพิกัดในภาพประกอบ

3.1 แผนที่แสดงพิกัดสำรวจภาค สนามอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

2. การจัดกระทำกับข้อมูล

2.1 การเตรียมข้อมูลทั่วไป

1. กำหนดขนาดภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณพื้นที่ศึกษา ในพื้นที่ได้แก่ เขตอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
2. ทำการผสมสีภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูล
3. กำหนดพื้นที่ศึกษา ด้วยขอบเขตของเวกเตอร์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
4. การตัดภาพตามขอบเขตอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีโดยใช้ข้อมูลเวกเตอร์

2.2 การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Preprocessing)

1. การแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากผลกระทบของบรรยากาศ(Atmospheric correction)
ใช้วิธีกำหนดจุดภาพที่มีค่าต่ำ (Dark-Object Methods) กับข้อมูลแลนด์แซทในช่วงความยาวคลื่นแสงที่สายตามองเห็น ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซทอีทีเอ็มพลัส (ETM+/TM 7) แบนด์ 7 ประมาณ 2.1 ไมโครเมตร สามารถใช้ในการกำหนด จุดภาพที่มีพืช หนาแน่นและค่าสะท้อนมีสหสัมพันธ์สูงกับค่าสะท้อนของแบนด์ 1 และ แบนด์ 3 เนื่องจาก พืชที่หนาแน่นมีค่าการสะท้อนต่ำในช่วงคลื่นแสงที่สายตามองเห็น จึงเรียกว่า วัตถุดำ (Dark objects)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและการวิเคราะห์ทางสถิติ (Image Processing and Statistical Analysis)

3.1 การจำแนกประเภทข้อมูล (Land use classification)

1. การจำแนกประเภทข้อมูลเพื่อหาพื้นที่การใช้ที่ดิน(Land use classification)

การจำแนกข้อมูลเพื่อหาพื้นที่การใช้ที่ดินแบบไม่กำกับดูแลก่อนออกไปสำรวจพื้นที่จริง ทำการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกไปสำรวจและศึกษาพื้นที่จริง และมีการใช้ระบบกำหนดตำแหน่ง(GPS) เพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งพื้นที่ หลังจากนั้นใช้การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแลและใช้ข้อมูลในสนามปรับปรุงให้การจำแนกข้อมูลมีความถูกต้อง เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการคำนวณขั้นต่อไป

- 1.1 การจำแนกข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification)
- 1.2 การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised classification)

3.2 การหาค่าดัชนีพืชพรรณ(Vegetation Index)

ข้อมูลดัชนีพืชพรรณแตกต่างปกติ หรือเอ็นดีวีไอ (Normalized Difference Vegetation Index NDVI) ดัชนีพืชพรรณนี้ใช้กันแพร่หลายทั่วไปในการศึกษาเกี่ยวกับพืช โดยใช้ช่วงคลื่นที่มี การดูดกลืนพลังงานและการสะท้อนพลังงานสูงสุดของคลอโรฟิลล์ ใช้ข้อมูลแลนด์ซาทที่เอ็มแบนด์ 3 และแบนด์ 4 ค่าดัชนีมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ค่าดัชนีที่มีพืชอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 มี สูตรดังนี้

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \dots\dots\dots (17)$$

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Image Processing Analysis for Land Surface Temperature)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินมี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity)
2. การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี
3. การแปลงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี ให้เป็นค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)
4. การแปลงค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature) ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินมี 4 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. การหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity)

วิธีการในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface Emissivity) ใช้วิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพเปล่งรังสี และ ข้อมูลเอ็นดีวีไอ

สมการความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพเปล่งรังสี และข้อมูลเอ็นดีวีไอ จากการศึกษากองวน เดอเกรนด์และโอว์ (Van de Griend; & Owe. 1998.) ความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพเปล่งรังสี และ ข้อมูลเอ็นดีวีไอเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\varepsilon = 1.0094 + 0.047x \ln(NDVI) \dots\dots\dots (9)$$

- ในพื้นที่ไม่มีข้อมูลเอ็นดีวีไอ ได้กำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีดังรายละเอียดต่อไปนี้
- พื้นดิน(Soil) 0.95 -0.97
 - พื้นดินว่าง (Bare soil) 0.914 (Valor & Caselles.1996: 171)
 - สิ่งก่อสร้าง(Building areas) 0.980-0.985
 - แหล่งน้ำ (Water) 0.995
 - พื้นที่เมือง(Urban areas) 0.960-0.980 (Zhang & Feng Qin)

2. การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี

การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ โดยการแปลงค่าดีเอ็นของข้อมูลแลนด์ซัทที่เอ็มแบนด์ 6 ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ ใช้ค่าคงที่ของดาวเทียมในการคำนวณ ใช้วิธีปรับค่าคงที่ (Gain and Bias Method) ตามสมการดังนี้

$$L_{\lambda} = G_{rescale} \times Q_{cal} + B_{rescale} \dots\dots\dots(2)$$

3. การแปลงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี ให้เป็นค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature)

การแปลงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี ให้เป็นค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature) การแปลงค่าเรเดียนซ์ของข้อมูลแลนด์ซัทที่เอ็มแบนด์ 6 ให้เป็นค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด มีหน่วยเป็นเคลวิน (Kelvin) ตามสมการดังนี้

$$T = \frac{K2}{\ln(\frac{K1}{L_{\lambda}}) + 1} \dots\dots\dots(3)$$

4. การแปลงค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature) ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature)

ใช้วิธีการของเวงและหยาง (Weng; & Yang. 2004: 148) วิธีของอาร์ทิสและคาร์นาฮาน (Artis; & Camahan. 1982) ตามสมการ

$$T_s = \frac{T_{(A)}}{1 + (\lambda T_{(A)} / \rho) \ln \epsilon} \dots\dots\dots(4)$$

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง (Change detection Analysis) การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และเอ็นดีวีไอ

1. การหาค่าความเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and land cover change detection)
2. การหาค่าความเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ (NDVI change detection)

3.6 การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) โดยใช้สูตร

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \dots\dots\dots(19)$$

เมื่อ :	r	=	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	=	ผลรวมของข้อมูลชุด x
	$\sum Y$	=	ผลรวมของข้อมูลชุด y
	$\sum X^2$	=	ผลรวมของข้อมูลชุด x แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	=	ผลรวมของข้อมูลชุด y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	=	ผลรวมของผลคูณระหว่าง x กับ y
	N	=	จำนวนข้อมูลที่ศึกษา

4. การทำแผนที่

4.1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา

4.2 แผนที่แสดงข้อมูลภาพจากดาวเทียมแลนด์แซท ตามข้อมูลดาวเทียมดังนี้

1. วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 (2000-12-12)
2. วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (2005-01-08)
3. วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (2011-01-25)

ภายหลังการวิเคราะห์ข้อมูล จัดทำแผนที่ดังต่อไปนี้

4.3 แผนที่แสดงตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์การสำรวจภาคสนาม

4.4 แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดิน

4.5 แผนที่แสดงเอ็นดีวีไอ

- 4.3 แผนที่แสดงตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์การสำรวจภาคสนาม
- 4.4 แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดิน
- 4.5 แผนที่แสดงเอ็นดีวีไอ
- 4.6 แผนที่แสดงค่าสภาพแปลงรังสี
- 4.7 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์
- 5.2 เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (GPS)
- 5.3 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสัมพัทธ์ระยะไกล
- 5.4 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 5.5 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

6. การกำหนดค่าผลการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การกำหนดค่าผลการวิเคราะห์การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน
(Land use Land cover classification)

การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่แบ่งเป็น 7 ประเภทมีรายละเอียดดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 3.1 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี	
ประเภท	การจำแนก
class 1	แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ
class 2	ป่าไม้ และป่าชายเลน
class 3	ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น
class 4	พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ
class 5	พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง
class 6	พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองดิน
class 7	พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง

6.2 การกำหนดค่าเอ็นดีวีไอ (NDVI)

การการจำแนกค่าเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่แบ่งเป็น 11 ประเภท

ตาราง 3.2 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 3.2 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี	
การจำแนก	ค่าเอ็นดีวีไอ
class 1	-1.0000 ถึง -0.7835
class 2	-0.7835 ถึง -0.5670
class 3	-0.5670 ถึง -0.3505
class 4	-0.3505 ถึง -0.1340
class 5	-0.1340 ถึง 0.0000
class 6	0.0000 ถึง 0.1570
class 7	0.1570 ถึง 0.3071
class8	0.3071 ถึง 0.4572
class 9	0.4572 ถึง 0.6073
class 10	0.6073 ถึง 0.8000
class 11	0.8000 ถึง 1.0000
Class Total	

6.3 การกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity)

การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัด แบ่งเป็น 9 ประเภท

ตาราง 3.3 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัด

ตาราง 3.3 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัด ชลบุรี	
การจำแนก	สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว
class 1	unclassify
class 2	0.7400 - 0.8161
class 3	0.8161 - 0.8459
class 4	0.8459 - 0.8756
class 5	0.8756 - 0.9054
class 6	0.9054 - 0.9352
class 7	0.9352 - 0.9650
class8	0.9650 - 0.9947
class 9	0.6073 ถึง 0.8000

6.4 การกำหนดค่าเรเดียนซ์ (Radiance)

การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี แบ่งเป็น 12 ประเภท มี ตาราง 3.4 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 3.4 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี	
การจำแนก	วัดต่อดาวรางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร (w.m ⁻² .ster ⁻¹ .µm ⁻¹)
class 1	7.2700 - 8.0466
class 2	8.0466 - 8.2543
class 3	8.2543 - 8.4619
class 4	8.4619 - 8.6696
class 5	8.6696 - 8.8773
class 6	8.8773 - 9.0849
class 7	9.0849 - 9.2926
class8	9.2926 - 9.5002
class 9	9.5002 - 9.7079
class 10	9.7079 - 9.9156
class 11	9.9156 - 10.1233
class 12	10.1233 - 10.9900

6.5 การกำหนดค่าอุณหภูมิสีสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด(Ai-sensor brightness temperature)

การจำแนกค่าอุณหภูมิสีสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี ชลบุรี แบ่งเป็น 12 ประเภท มีรายละเอียดดังตาราง 3.5

ตาราง 3.5 การจำแนกค่าอุณหภูมิสีสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 3.5 การจำแนกค่าอุณหภูมิสีสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี	
การจำแนก	อุณหภูมิ(เซลเซียส)
class 1	14.4000 - 18.1200
class 2	18.1200 - 19.6132
class 3	19.6132 - 23.2444
class 4	23.2444 - 26.8756
class 5	26.8756 - 30.5067
class 6	30.5067 - 34.1379
class 7	34.1379 - 37.7691
class8	37.7691 - 41.4003
class 9	41.4003 - 45.0314
class 10	45.0314 - 48.6626
class 11	48.6626 - 50.8400
class 12	50.8400 - 60.8000

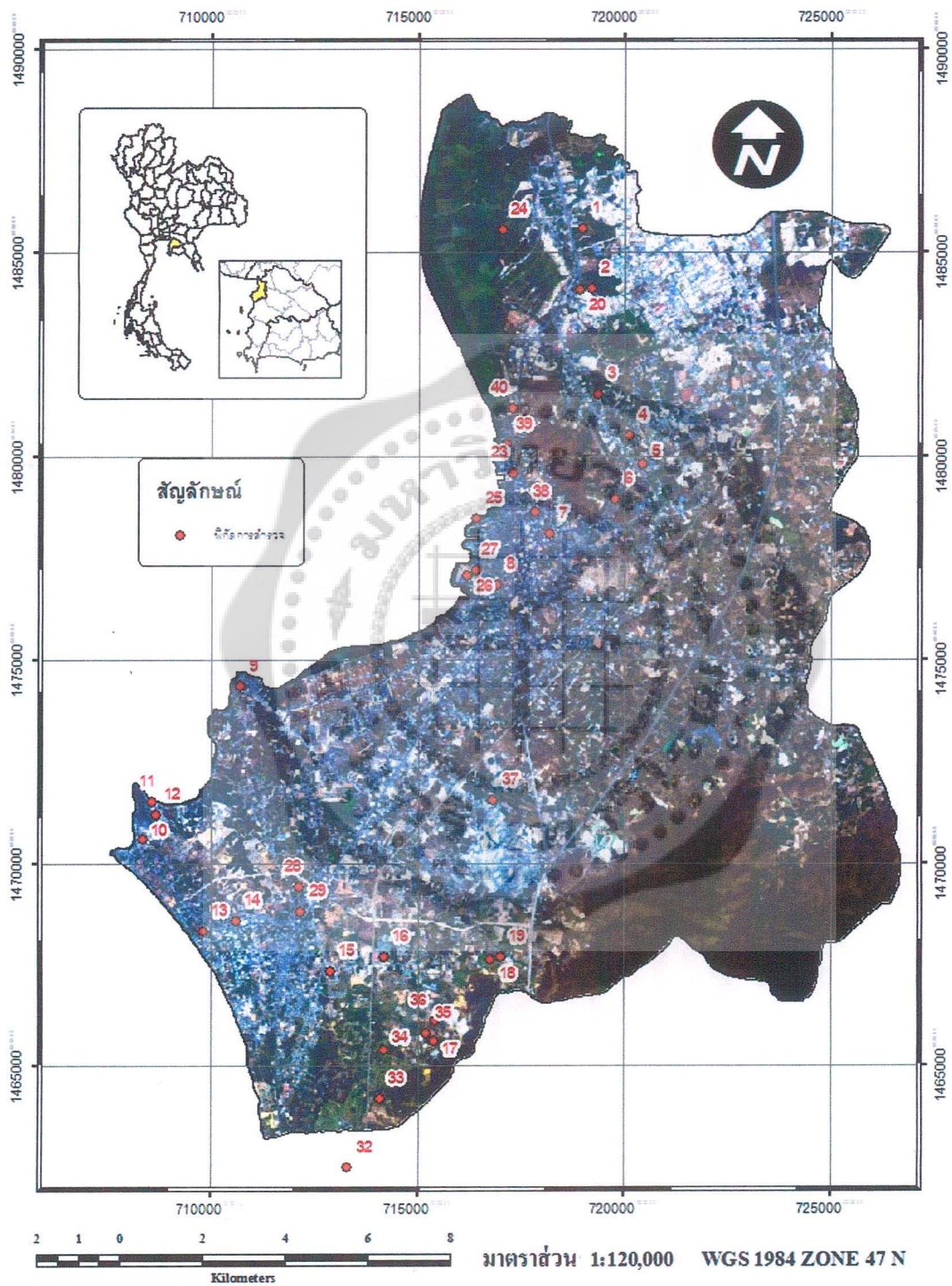
6.6 การกำหนดค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature)

การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี แบ่งเป็น 13 ประเภท

ตาราง 3.6 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี

ตาราง 3.6 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี	
การจำแนก	อุณหภูมิ(เซลเซียส)
class 1	Unclassify
class 2	14.4000 - 18.1200
class 3	18.1200 - 19.6132
class 4	19.6132 - 23.2444
class 5	23.2444 - 26.8756
class 6	26.8756 - 30.5067
class 7	30.5067 - 34.1379
class8	34.1379 - 37.7691
class 9	37.7691 - 41.4003
class 10	41.4003 - 45.0314
class 11	45.0314 - 48.6626
class 12	48.6626 - 50.8400
class 13	50.8400 - 60.8000

แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM แบนด์ 321 RGB
แสดงพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ข้อมูลวันที่ 25 เดือนกรกฎาคม 2554
ร่วมกับพิกัดการสำรวจภาคสนาม



ภาพประกอบ 3.1 แผนที่แสดงพิกัดสำรวจภาคสนาม อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Preprocessing)
2. การจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and land cover change classification)
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไอ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI)
4. การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity)
5. การวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี
6. การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)
7. การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature)
8. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง (Change detection analysis) การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และเอ็นดีวีไอ
9. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ

1. การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Preprocessing)

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยข้อมูลแลนด์สแตทที่เอ็ม 5 ประกอบด้วย

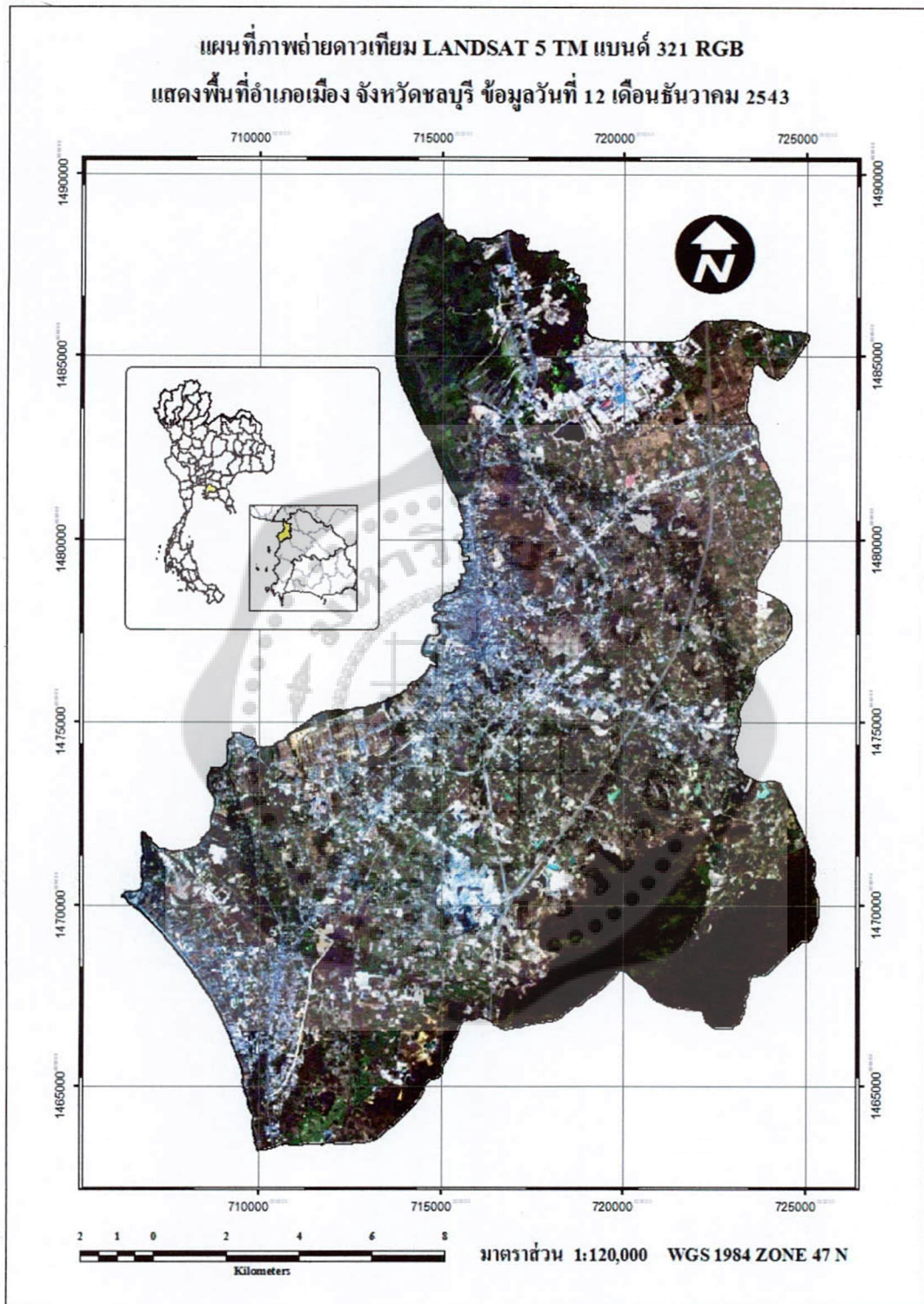
1. ข้อมูล วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 (2000-12-12) เป็นข้อมูลที่ได้แก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geocoded Level 2) และเป็นข้อมูลดิจิทัลประเภทไฟล์ GeoTIFF
2. ข้อมูล วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (2005-01-08) เป็นข้อมูลที่ได้แก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geocoded Level 2) และเป็นข้อมูลดิจิทัลประเภทไฟล์ GeoTIFF
3. ข้อมูล วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (2011-01-25) เป็นข้อมูลที่ได้แก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geocoded Level 2) และเป็นข้อมูลดิจิทัลประเภทไฟล์ GeoTIFF

เนื่องจากการวิจัยต้องการความถูกต้องทางฟิสิกส์ศาสตร์ จึงมีการแก้ไขอีกครั้งหนึ่งในระดับ Precision

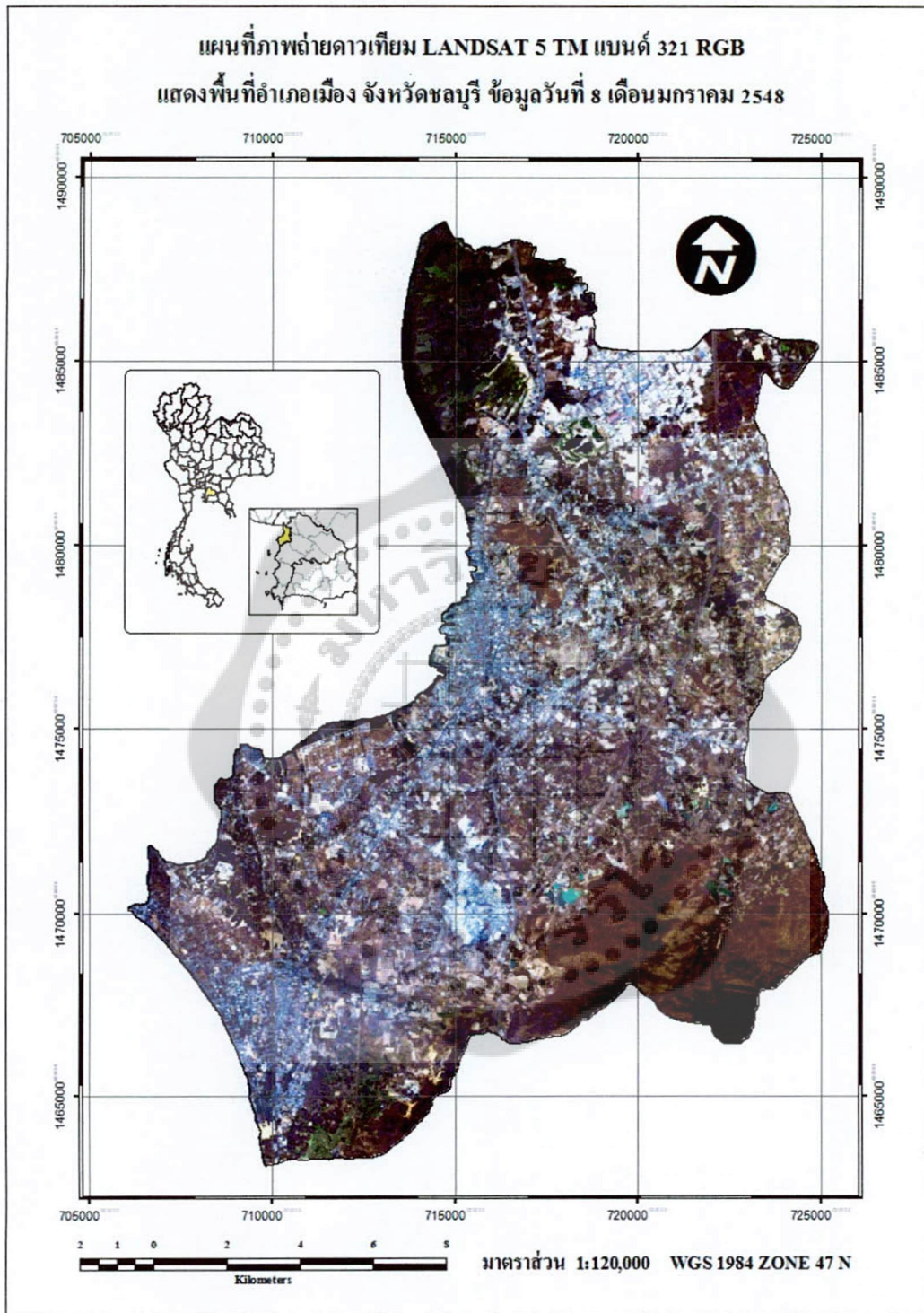
ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์

1. วิธีการหาค่าจุดภาพที่มีค่าต่ำ (Dark-Object Methods) ทำการการแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากผลกระทบของบรรยากาศ (Atmospheric correction) ใช้วิธี การกำหนดค่าต่ำสุด ได้จากค่าดีเอ็นเอของจุดภาพที่มีค่าต่ำสุดในแต่ละภาพ นำไปลบออกจากค่าดีเอ็นเอในแบนด์ที่ 2 3 และ แบนด์ที่ 4 เพื่อใช้ในการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และเพื่อใช้ในการหาค่าดัชนีพืชพรรณ เรียกวิธีนี้ว่า วิธีการหาค่าจุดภาพที่มีค่าต่ำ (Dark-Object Methods) หรือใช้วิธีการ Dark object Subtraction ในโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสัมผัสระยะไกล เช่น โปรแกรม ENVI เป็นต้น

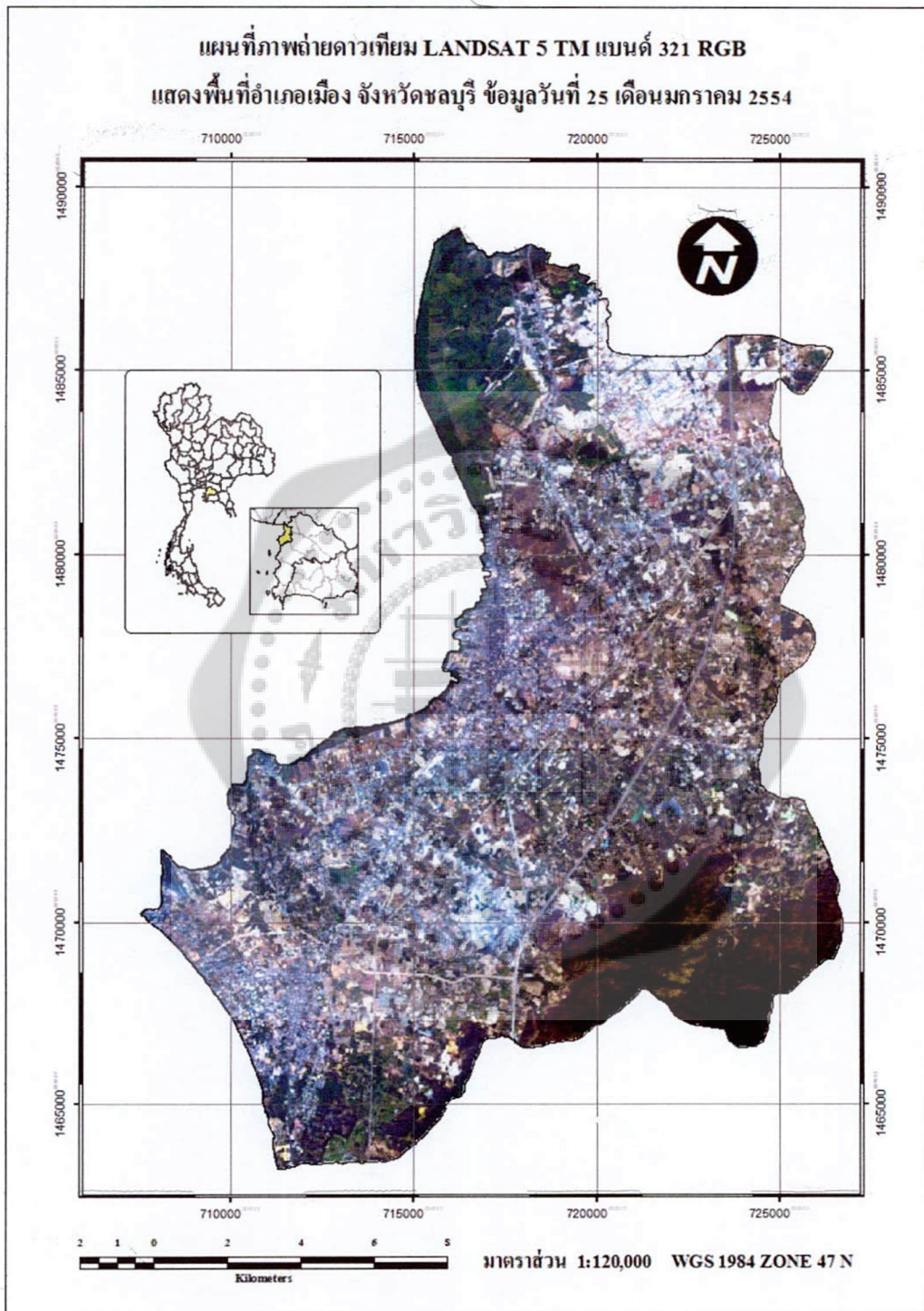
2. ทำการผสมสีภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้ทำการแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศแล้ว เพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูล ในทางปฏิบัติการวิเคราะห์ข้อมูลควรใช้ภาพที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา โดยไม่ตัดภาพและทำการวิเคราะห์จนถึงขั้นตอนสุดท้าย เมื่อเสร็จแล้วจึงตัดภาพตามขอบเขตพื้นที่ศึกษา โดยการกำหนดพื้นที่ศึกษาด้วยขอบเขตของเวกเตอร์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี การตัดภาพตามขอบเขตเพื่อใช้ตรวจสอบข้อมูลเมื่อออกภาคสนาม และเพื่อทำแผนที่ต่อไป



ภาพประกอบ 4.1 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท5ทีเอ็ม วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543



ภาพประกอบ 4.2 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท5ทีเอ็ม วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548



ภาพประกอบ 4.3 แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท5ทีเอ็ม วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

2. การจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and land cover change classification)

ภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้ทำการแก้ไขผลกระทบจากบรรยากาศแล้ว นำมาทำการการผสมสีภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูล เมื่อได้ภาพสีผสมเสร็จแล้วนำข้อมูลภาพที่ได้ไปทำการแปลงภาพโดยใช้กระบวนการแปลงภาพแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification) ก่อนออกไปสำรวจพื้นที่จริงทำการจำแนกข้อมูลเพื่อหาพื้นที่การใช้ที่ดิน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกไปสำรวจและศึกษาพื้นที่จริงและมีการใช้ระบบกำหนดตำแหน่ง(GPS)เพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งพื้นที่ จากนั้นใช้ข้อมูลในสนามปรับปรุงการจำแนกข้อมูลให้มีความถูกต้อง แล้วใช้การจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised classification) แบ่งการจำแนกออกเป็น 7 กลุ่มได้แก่

- กลุ่ม 1 แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ
- กลุ่ม 2 ป่าไม้ และป่าชายเลน
- กลุ่ม 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น
- กลุ่ม 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ
- กลุ่ม 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง
- กลุ่ม 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน
- กลุ่ม 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง

การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ดำเนินการกับข้อมูลแลนด์แชทดังนี้

- 1.การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543
- 2.การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548
- 3.การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

2.1 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.1 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.1 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543				
ประเภท	การจำแนก	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ	10431	6.52	2.50
class 2	ป่าไม้ และป่าชายเลน	39403	24.63	9.45
class 3	ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น	120476	75.30	28.90
class 4	พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ	108932	68.08	26.13
class 5	พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง	18128	11.33	4.35
class 6	พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน	61048	38.16	14.68
class 7	พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง	58396	36.50	13.98
Class Total		416814	260.5	100

จากตาราง 4.1 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 พบว่ามีพื้นที่แบ่งเป็น 7 ประเภท

พื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น จำนวน 75.30 ตารางกิโลเมตร หรือ 28.90 เปอร์เซ็นต์ อันดับที่สอง กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ จำนวน 68.08 ตารางกิโลเมตร หรือ 26.13 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน จำนวน 38.16 ตารางกิโลเมตร หรือ 14.68 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้งจำนวน 36.50 ตารางกิโลเมตร หรือ 13.98 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 2 พื้นที่ป่าไม้ และป่าชายเลน จำนวน 24.63 ตารางกิโลเมตร หรือ 9.45 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้างจำนวน 11.33 ตารางกิโลเมตร หรือ 4.35 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่น้อยที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 1 พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ จำนวน 6.52 ตารางกิโลเมตร หรือ 2.50 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.4 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

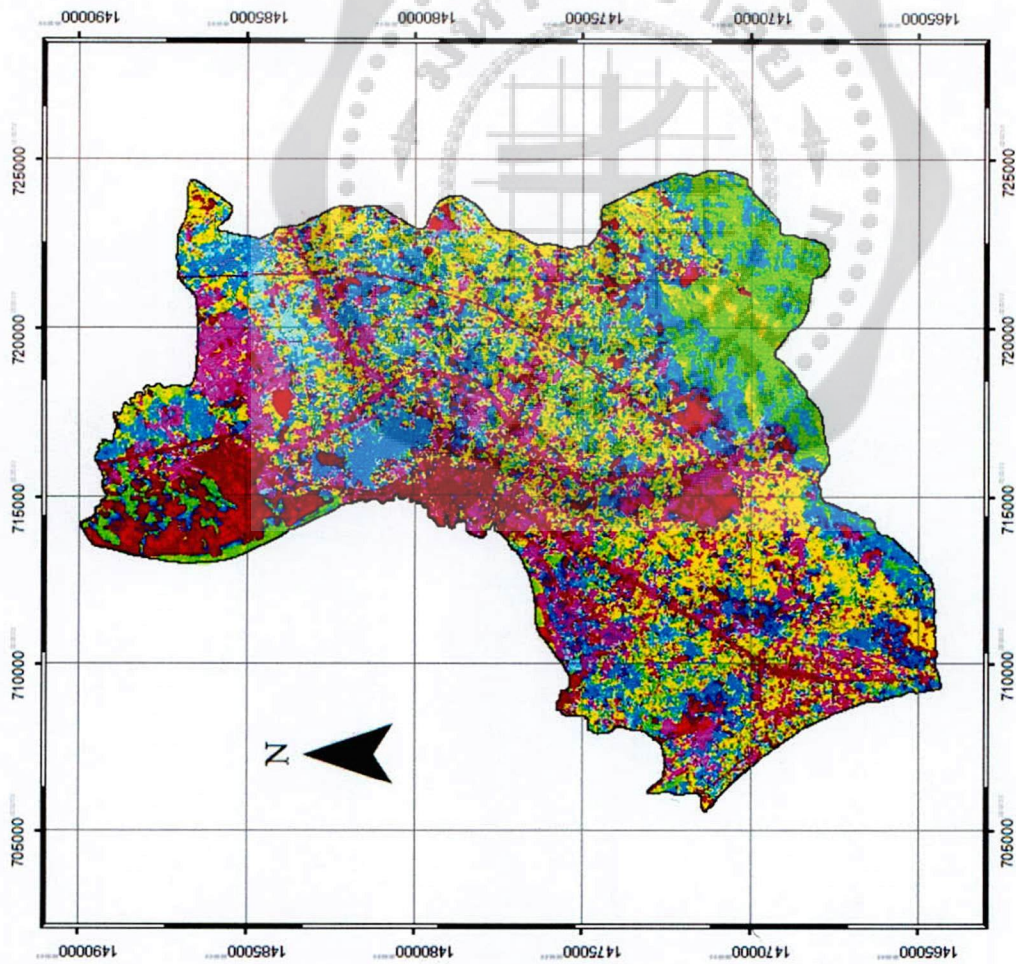
แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือนธันวาคม 2543

ข้อมูล LANDSAT 5 TM แบนด์ 321 RGB



มาตราส่วน 1:160,000 WGS 1984 ZONE 47 N



คำอธิบายสัญลักษณ์

อำเภอเมืองชลบุรี

การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

แหล่งน้ำ ที่นึ่งเกษตรกรรม

ป่าไม้ ป่าชายหาด

ป่าโปร่ง ป่าดิบชื้น

พื้นที่เกษตรกรรม สวนเกษตร

พื้นที่เกษตรกรรม ทุ่งหญ้า ที่นึ่งที่ร้าง

พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน ที่นึ่งว่าง ที่นึ่งเมืองเดิม

พื้นที่เมือง ถนน ที่นึ่งเกษตรกรรมน้ำเค็ม

ภาพประกอบ 4.4 แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

2.2 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.2 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.2 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548				
ประเภท	การจำแนก	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ	7125	4.45	1.71
class 2	ป่าไม้ และป่าชายเลน	15693	9.81	3.77
class 3	ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น	89176	55.73	21.39
class 4	พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ	93548	58.47	22.44
class 5	พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง	49820	31.14	11.95
class 6	พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน	54456	34.03	13.06
class 7	พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง	106996	66.88	25.67
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.2 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 พบว่ามีพื้นที่แบ่งเป็น 7 ประเภท

พื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 66.88 ตารางกิโลเมตร หรือ 25.67 เปอร์เซ็นต์ อันดับที่สอง กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ จำนวน 58.47 ตารางกิโลเมตร หรือ 22.44 เปอร์เซ็นต์

พื้นที่อันดับสาม ได้แก่ กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น 55.73 ตารางกิโลเมตร 21.39 เปอร์เซ็นต์

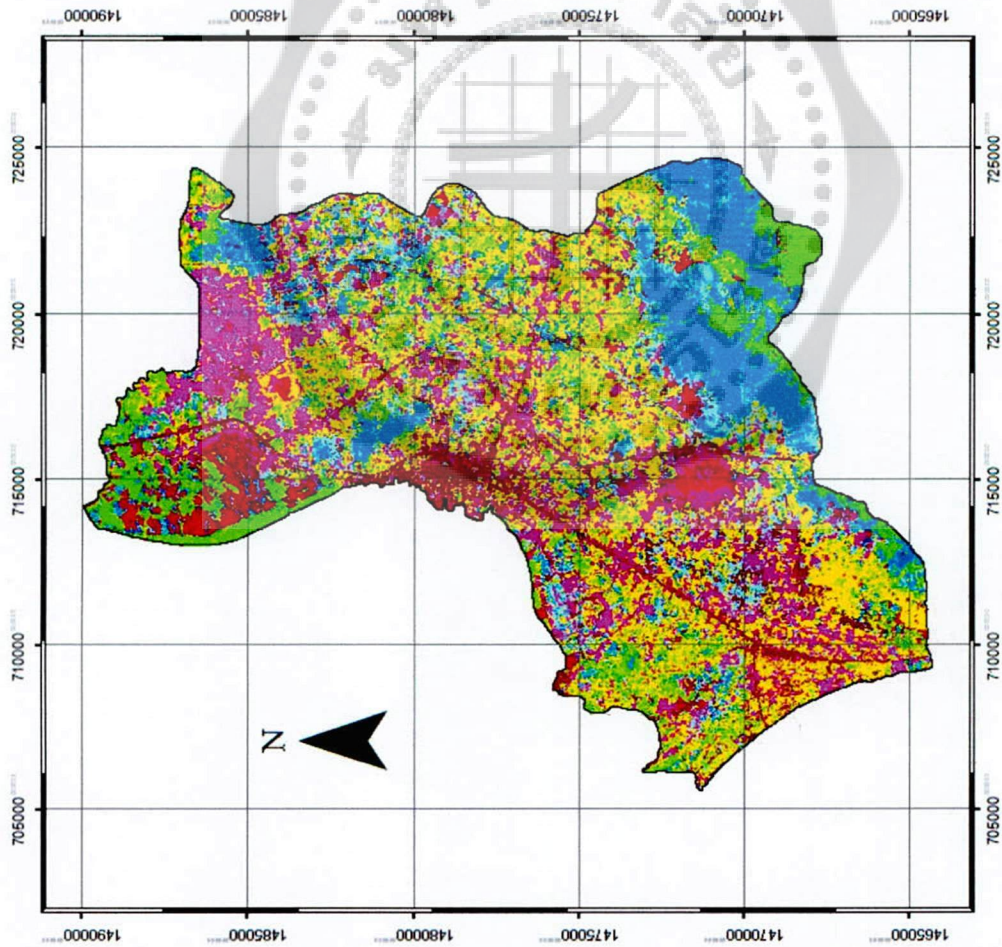
พื้นที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน ได้แก่กลุ่มที่ 5 พื้นที่พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง จำนวน 31.14 ตารางกิโลเมตร หรือ 11.95 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน จำนวน 34.03 ตารางกิโลเมตร หรือ 13.06 เปอร์เซ็นต์

พื้นที่กลุ่มที่ 2 ป่าไม้ และป่าชายเลน จำนวน 9.81 ตารางกิโลเมตร หรือ 3.77 เปอร์เซ็นต์

พื้นที่น้อยที่สุดได้แก่ พื้นที่กลุ่มที่ 1 แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ จำนวน 4.45 ตารางกิโลเมตร หรือ 1.71 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.5 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม 2548
ข้อมูล LANDSAT 5 TM แบนด์ 321 RGB
มาตราส่วน 1:160,000 WGS 1984 ZONE 47 N



คำอธิบายสัญลักษณ์

- อำเภอเมืองชลบุรี
- การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน
- แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรกรรมน้ำ
- ป่าไม้ ป่าชายเลน
- ป่าไม้ ไร่ นา
- พื้นที่เกษตรกรรม สวนเกษตร
- พื้นที่เกษตรกรรมเกี่ยวแล้ว พืชไร่ พืชสวน
- พื้นที่เมือง ลึกใกล้ทาง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เกษตรกรรม
- พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรกรรมน้ำ

ภาพประกอบ 4.5 แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

2.3 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.3 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.3 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554				
ประเภท	การจำแนก	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ	21826	13.64	5.24
class 2	ป่าไม้ และป่าชายเลน	36638	22.9	8.79
class 3	ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น	69253	43.28	16.61
class 4	พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ	152341	95.21	36.55
class 5	พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง	41018	25.64	9.84
class 6	พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน	41969	26.23	10.07
class 7	พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง	53769	33.61	12.90
Class Total		416814	260.51	100

จากตาราง 4.3 การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 พบว่ามีพื้นที่แบ่งเป็น 7 ประเภท

พื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ จำนวน 95.21 ตารางกิโลเมตร หรือ 36.55 เปอร์เซ็นต์ อันดับที่สอง กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น จำนวน 43.28 ตารางกิโลเมตร หรือ 16.61 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน ได้แก่ กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 33.61 ตารางกิโลเมตร หรือ 12.90 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน 26.23 ตารางกิโลเมตร 10.07 เปอร์เซ็นต์

พื้นที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน อีกหนึ่งกลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง จำนวน 25.64 ตารางกิโลเมตร หรือ 9.84 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มที่ 2 พื้นที่ป่าไม้ และป่าชายเลน จำนวน 22.9 ตารางกิโลเมตร หรือ 8.79 เปอร์เซ็นต์

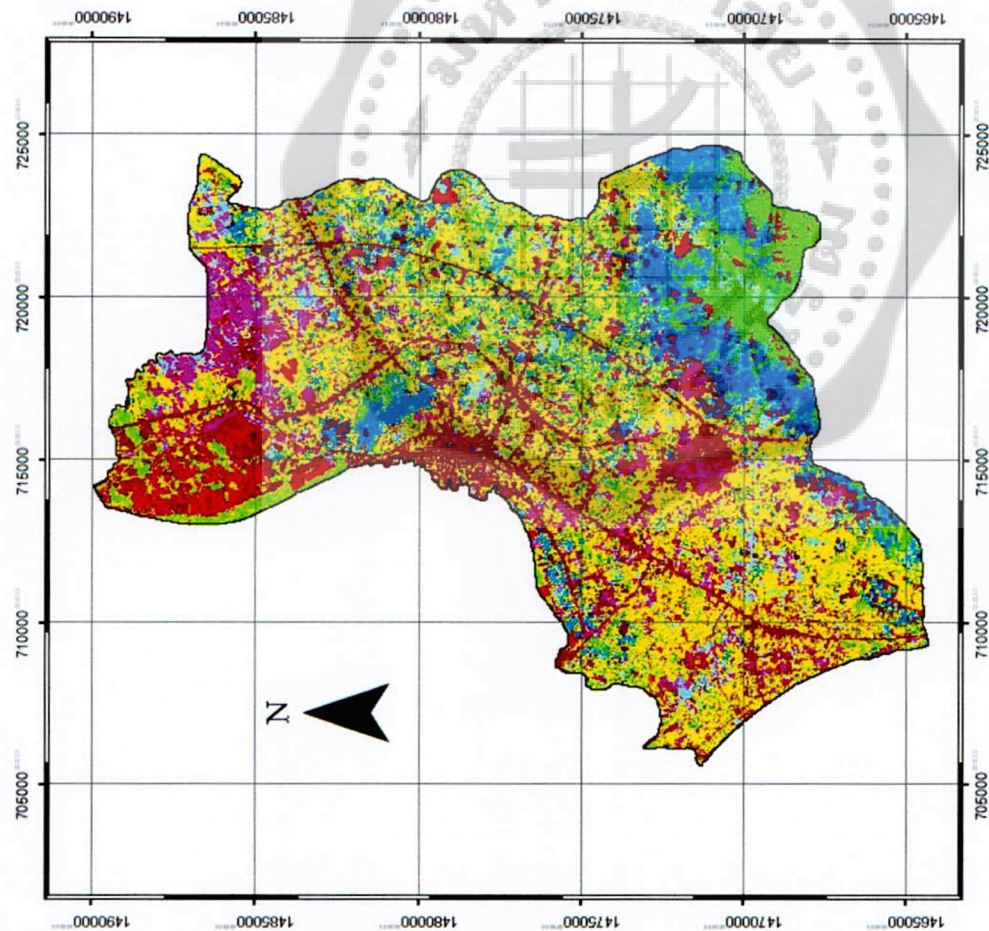
พื้นที่น้อยที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 1 พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ จำนวน 13.64 ตารางกิโลเมตร หรือ 5.24 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.5 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

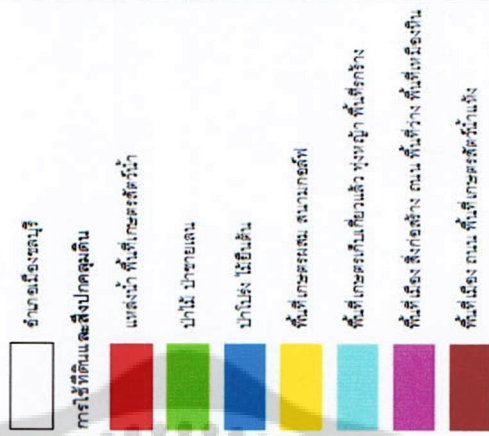
แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน
อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม 2554
ข้อมูล LANDSAT 5 TM แบนด์ 321 RGB



มาตราส่วน 1:160,000 WGS 1984 ZONE 47 N



คำอธิบายสัญลักษณ์



ภาพประกอบ 4.6 แผนที่การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

2.4 สรุปผลการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี สรุปผลได้ดังนี้

ตาราง 4.4 เปรียบเทียบการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี(เปอร์เซ็นต์)

ตาราง 4.4 เปรียบเทียบการจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (เปอร์เซ็นต์)				
ประเภท	การจำแนก	12 มกราคม 2543	8 มกราคม 2548	25 มกราคม 2554
class 1	แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ	2.50	1.71	5.24
class 2	ป่าไม้ และป่าชายเลน	9.45	3.77	8.79
class 3	ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น	28.90	21.39	16.61
class 4	พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ	26.13	22.44	36.55
class 5	พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว พืชหญ้า พื้นที่รกร้าง	4.35	11.95	9.84
class 6	พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน	14.68	13.06	10.07
class 7	พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง	13.98	25.67	12.90
Class Total		100	100.00	100

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ตาราง 4.5 สรุปผลได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แหล่งน้ำ และพื้นที่เกษตรสัตว์น้ำมีพื้นที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการเกษตรสัตว์น้ำทางตอนเหนือของอำเภอเมือง บริเวณตำบลคลองตำหรุ ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 2.50 1.71 และ 5.24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 ป่าไม้ และป่าชายเลน พื้นที่กลุ่มนี้ประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ ในเขตตำบลหนองรี บริเวณบางส่วนของเขาหนองคล้าที่มีพื้นที่ติดต่อกับอำเภอบ้านบึง ที่มีความสูง 239 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณเขามานเียงที่มีความสูง 679 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตำบลหนองช้างคอก บริเวณเขางาม ที่มีความสูง 623 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณเขาวังตะโก ที่มีความสูง 387 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตำบลเหมืองบริเวณภูเขาด้านตะวันออกติดต่อกับอำเภอศรีราชา ที่มีความสูง 309 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่กลุ่มที่ 2 นี้ยังรวมถึงพื้นที่ป่าชายเลนในเขตตำบลคลองตำหรุ บริเวณชายฝั่งทะเลส่วนใหญ่อยู่ทางตอนเหนือของพื้นที่ และชายฝั่งทะเลในตำบลเสม็ด ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 9.45 3.77 และ 8.79

เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ข้อมูลปี 2548 พื้นที่ป่าไม้ลดน้อยลงมากทั้งนี้ เกิดจากความไม่สมบูรณ์ของป่าไม้ ทำให้ค่าการสะท้อนพลังงานหรือค่าดีเอ็นเอของป่าไม้มีค่าต่ำกว่าค่าปกติมาก เมื่อทำการจำแนกข้อมูล จึงต้องแยกพื้นที่ส่วนหนึ่งของกลุ่มที่ 2 ที่มีค่าการสะท้อนพลังงานต่ำกว่าป่าไม้ปกติให้จัดรวมอยู่ในกลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น

กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น พื้นที่กลุ่มนี้ประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ และไม้ยืนต้น ที่กระจายอยู่ในพื้นที่ตำบลหนองรี ตำบลหนองช้างคอก ตำบลเหมือง เขตเนินเขาเตี้ยๆในเขตเทศบาลเมืองติดต่อกับตำบลบ้านสวน ที่มีความสูง 111-146 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตำบลดอนหัวพออยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอเมืองติดต่อกับอำเภอพานทอง ข้อมูลกลุ่มนี้เป็นป่าไม้ที่ให้ค่าการสะท้อนที่ไม่สมบูรณ์ จึงรวมไว้กับไม้ยืนต้น ข้อมูลในปี 2543 ข้อมูลป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ทุกส่วนมาแล้ว ในปี 2548 พื้นที่ป่าไม้ในเขตภูเขา เขาหนองคล้า เขามาบึงเขียง เขางาม ในตำบลหนองรี ตำบลหนองช้างคอก ซึ่งอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษาไม่สมบูรณ์เหมือนในปี 2543 และให้ค่าสะท้อนไม่สมบูรณ์เหมือนกลุ่มที่ 2 จึงมีพื้นที่ป่าไม้จำนวนมากถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 ป่าโปร่งและไม้ยืนต้น ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 28.90 21.39 และ 16.61 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เมื่อรวมพื้นที่ในกลุ่มที่ 2 และ 3 เข้าด้วยกันพบว่า ปี 2543 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 38.35 25.16 และ 25.40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนาบมกอล์ฟ ปี 2543 พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ตำบลห้วยกะปิ ตำบลเหมือง ตำบลบ้านสวน และพบกระจายในพื้นที่ตำบลดอนหัวพอ ตำบลสำนักบก สำหรับพื้นที่สนาบมกอล์ฟเห็นได้ชัดเจนในตำบลเหมือง ปี 2548 มีพื้นที่ในกลุ่มนี้น้อยกว่า แต่มีพื้นที่กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง เพิ่มขึ้นจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่วไป ส่วนปี 2554 มีพื้นที่ในกลุ่มที่ 4 เพิ่มขึ้นจำนวนมาก

เมื่อรวมพื้นที่กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนาบมกอล์ฟ และ กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง ทั้งสองกลุ่มเข้าด้วยกันเป็นพื้นที่ทางการเกษตร ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 30.48 34.39 และ 46.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

พื้นที่การเกษตรจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้มีจำนวนลดลง

กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุทางด้านตะวันออก ต่อเนื่องเข้าไปในตำบลดอนหัวพอ ตอนเหนือของตำบลหนองไม้แดงที่เป็นเขตอุตสาหกรรม เส้นทางถนนส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งพื้นที่ทำเหมืองหินในตำบลเหมืองจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมเห็นได้ชัดเจน ทั้ง 3 ปี มีลักษณะใกล้เคียงกัน พื้นที่ในกลุ่มนี้มีค่าการสะท้อน(Reflectance)หรือค่าดิจิตอลนัมเบอร์หรือค่าดีเอ็น (Digital number,DN) อยู่ในระดับสูงมาก เนื่องจากเป็นพื้นที่อาคารสิ่งก่อสร้าง กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง พื้นที่เมืองในกลุ่มนี้เป็นย่านชุมชนในเขตเทศบาลเมือง รวมทั้งพื้นที่ทำการเกษตรสัตว์น้ำ เช่นบ่อกุ้ง บ่อปลา แต่อยู่

ในช่วงแม่น้ำขัง และพื้นที่ว่างบริเวณชายทะเล ส่วนใหญ่อยู่ในเขตตำบลหนองรีและชายทะเล ให้ค่าการสะท้อนใกล้เคียงกับ ถนน และบ่อน้ำแห้ง จึงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

เมื่อรวมพื้นที่กลุ่มที่ 6 และกลุ่มที่ 7 เข้าด้วยกันเป็นพื้นที่เมือง ถนน และพื้นที่ว่าง ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 28.66 38.73 และ 22.97 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เป็นที่น่าสังเกตว่า ปี 2548 น่าจะมีความแห้งแล้ง ทำให้ค่าการสะท้อนพลังงานหรือค่าดีเอ็นไอในพื้นที่ป่าไม้ไม่สมบูรณ์มีจำนวนมาก และพื้นที่ที่มีการสะท้อนสูงเช่นในกลุ่มที่ 6 และ 7 มีจำนวนมาก

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไอ

ค่าดัชนีพืชพรรณแตกต่างปกติหรือค่าเอ็นดีวีไอ (NDVI) ได้จากข้อมูลแลนด์แซทแบนด์ 3 ในช่วงคลื่นสีแดง (Red) และแบนด์ 4 ในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near infrared) มาหาค่าดัชนีตามสูตร

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED}) \dots\dots\dots (17)$$

หลังจากการแทนค่าในสูตรและวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสัมพัทธ์ระยะไกลแล้ว ได้ผลลัพธ์ค่าเอ็นดีวีไออยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 และได้ภาพสีขาวดำจำนวน 4 ภาพ ภาพสีขาวดำให้ความหมาย สีขาวหมายถึงมีค่าดัชนีสูง มีพืชมาก สีดำหมายถึงมีดัชนีต่ำและไม่มีพืช

เมื่อได้ผลลัพธ์ค่าเอ็นดีวีไอแล้ว นำไปทำการจำแนกค่าเอ็นดีวีไอ ทำการจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทา (Density Slicing) กับข้อมูลเอ็นดีวีไอตามเกณฑ์การจำแนกที่ได้กำหนดไว้แล้ว วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทาเป็นการทำช่วงพิสัยของข้อมูลภาพ 1 ภาพ

การจำแนกข้อมูลเอ็นดีวีไอแบ่งออกเป็น 11 กลุ่ม ตั้งแต่ -1 ถึง 1

ข้อมูลภาพที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไอ และจำแนกกลุ่มข้อมูลแล้ว มีรายละเอียดดังนี้

- 3.1.การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543
- 3.2.การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548
- 3.3.การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.5 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

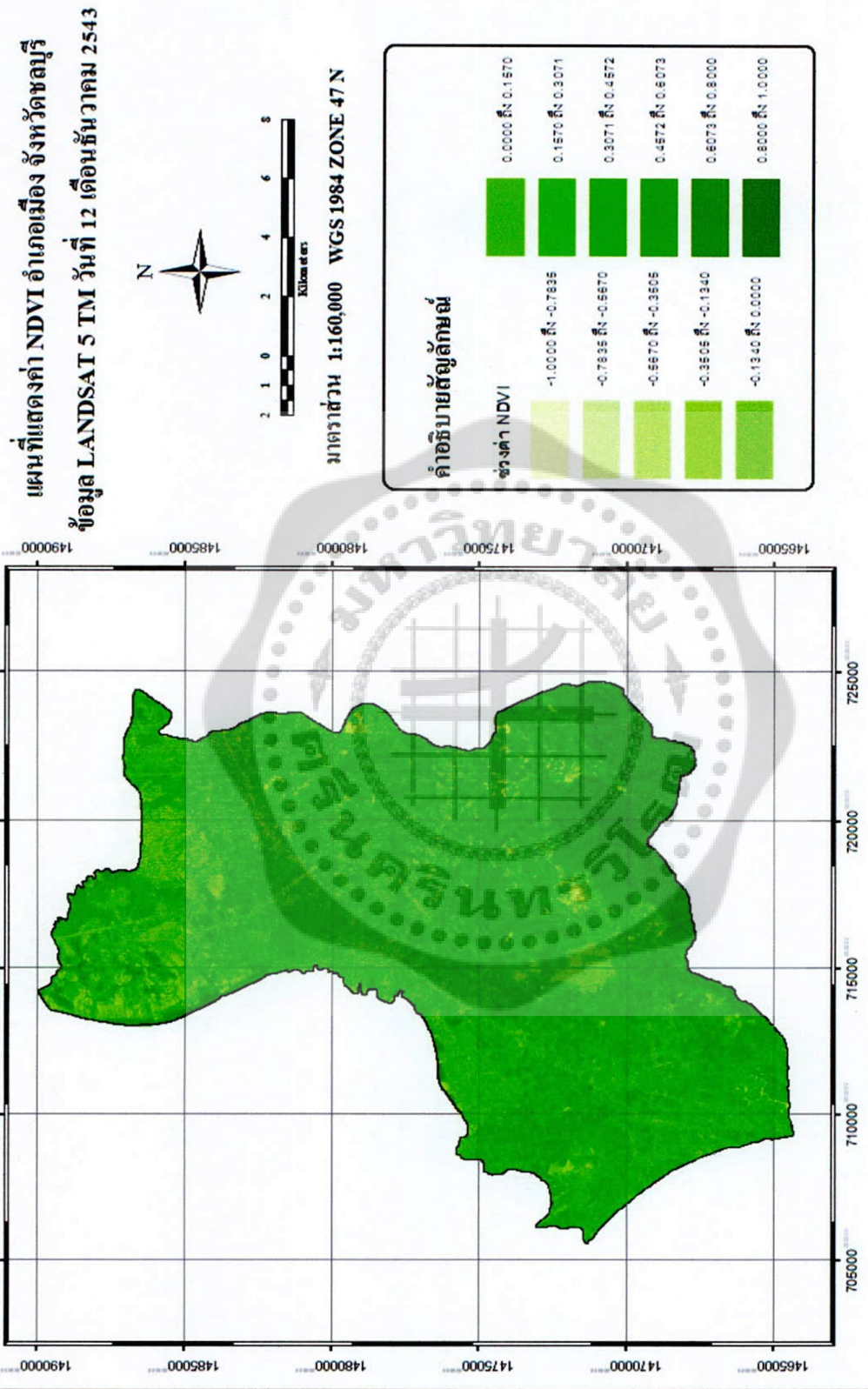
ตาราง 4.5 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543				
การจำแนก	ค่าดัชนี	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	-1.0000 ถึง -0.7835	30	0.02	0.01
class 2	-0.7835 ถึง -0.5670	155	0.1	0.04
class 3	-0.5670 ถึง -0.3505	1341	0.84	0.32
class 4	-0.3505 ถึง -0.1340	4759	2.97	1.14
class 5	-0.1340 ถึง 0.0000	18637	11.65	4.47
class 6	0.0000 ถึง 0.1570	74494	46.56	17.87
class 7	0.1570 ถึง 0.3071	102112	63.82	24.50
class 8	0.3071 ถึง 0.4572	104809	65.51	25.15
class 9	0.4572 ถึง 0.6073	78420	49.01	18.81
class 10	0.6073 ถึง 0.8000	32053	20.03	7.69
class 11	0.8000 ถึง 1.0000	4	0.002	0.001
Class Total		416814	260.51	100

จากตาราง 4.5 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณปกติหรือค่าเอ็นดีวีไอ (NDVI) ได้จำแนกค่าเอ็นดีวีไอ ออกเป็น 11 กลุ่ม ค่าเอ็นดีวีไออยู่ระหว่าง -1 ถึง 1

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มที่ 8 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.3071 ถึง 0.4572 มีพื้นที่มากที่สุด 65.51 ตารางกิโลเมตร หรือ 25.15 เปอร์เซ็นต์ อันดับที่สองที่มีค่าใกล้เคียงกัน ได้แก่ กลุ่มที่ 7 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.1570 ถึง 0.3071 มีพื้นที่ 63.82 ตารางกิโลเมตร หรือ 24.50 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 6 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.1570 มีพื้นที่ 46.56 ตารางกิโลเมตร หรือ 17.87 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับ กลุ่มที่ 9 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.4572 ถึง 0.6073 มีพื้นที่ 49.01 ตารางกิโลเมตร หรือ 18.81 เปอร์เซ็นต์ ค่าเอ็นดีวีไอสูงสุดคือ กลุ่ม 10 และ 11 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.6073 ถึง 1.0000 มีพื้นที่ 20.03 ตารางกิโลเมตร หรือ 7.69 เปอร์เซ็นต์ ค่าเอ็นดีวีไอระหว่าง 0.00 ถึง -1.0000 เป็นพื้นที่ที่ไม่มีพืชและเป็นแหล่งน้ำ มีพื้นที่รวมกันเท่ากับ 15.58 หรือ 5.58 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ แผนที่ 4.7 แผนที่แสดงการจำแนกข้อมูลเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543



ภาพประกอบ 4.7 แผนที่แสดงค่า NDVI อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.6 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.6 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548				
การจำแนก	ค่าดัชนี	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	-1.0000 ถึง -0.7835	0	0	0
class 2	-0.7835 ถึง -0.5670	0	0	0
class 3	-0.5670 ถึง -0.3505	111	0.07	0.03
class 4	-0.3505 ถึง -0.1340	749	0.47	0.18
class 5	-0.1340 ถึง 0.0000	3259	2.04	0.78
class 6	0.0000 ถึง 0.1570	60666	37.92	14.56
class 7	0.1570 ถึง 0.3071	172298	107.69	41.34
class 8	0.3071 ถึง 0.4572	125750	78.59	30.17
class 9	0.4572 ถึง 0.6073	39648	24.78	9.51
class 10	0.6073 ถึง 0.8000	12311	7.69	2.95
class 11	0.8000 ถึง 1.0000	2022	1.26	0.48
Class Total		416814	260.51	100

จากตาราง 4. 6 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 จากการวิเคราะห์ ได้จำแนกค่าเอ็นดีวีไอออกเป็น 9 กลุ่ม ค่าเอ็นดีวีไอยู่ระหว่าง -0.5670 ถึง 1

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มที่ 7 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.1570 ถึง 0.3071 มีพื้นที่มากที่สุด 107.69 ตารางกิโลเมตร หรือ 25.15 เปอร์เซ็นต์ อันดับที่สอง ได้แก่ กลุ่มที่ 8 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.3071 ถึง 0.4572 มีพื้นที่ 78.59 ตารางกิโลเมตร หรือ 30.17 เปอร์เซ็นต์ อันดับที่สาม กลุ่มที่ 6 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.1570 มีพื้นที่ 37.92 ตารางกิโลเมตร หรือ 14.56 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่มีค่าเอ็นดีวีไอสูงซึ่งแสดงว่ามีพืชหนาแน่น ได้แก่ กลุ่มที่ 9 10 และ 11 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.4572 ถึง 1.0000 มีพื้นที่ รวมกัน 33.73 ตารางกิโลเมตร หรือ 12.94 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่มีค่าเอ็นดีวีไอต่ำมากและมีค่าเป็นลบ แสดงว่าเป็นพื้นที่ว่างไม่มีพืชและเป็นพื้นที่น้ำ ได้แก่ กลุ่มที่ 3-5 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง -0.5670 ถึง 0.0000 มีพื้นที่ รวมกัน 2.58 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.99 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.8 แผนที่แสดงการจำแนกข้อมูลเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

แผนที่แสดงค่า NDVI อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
ข้อมูล LANDSAT 5 TM วันที่ 8 เดือนมกราคม 2548



มาตราส่วน 1:160,000 WGS1984 ZONE 47 N

คำอธิบายสัญลักษณ์



อำเภอเมืองชลบุรี

ช่วงค่า NDVI

-1.0000 ถึง -0.7835

-0.7835 ถึง -0.5670

-0.5670 ถึง -0.3505

-0.3505 ถึง -0.1340

-0.1340 ถึง 0.0000

0.0000 ถึง 0.1870

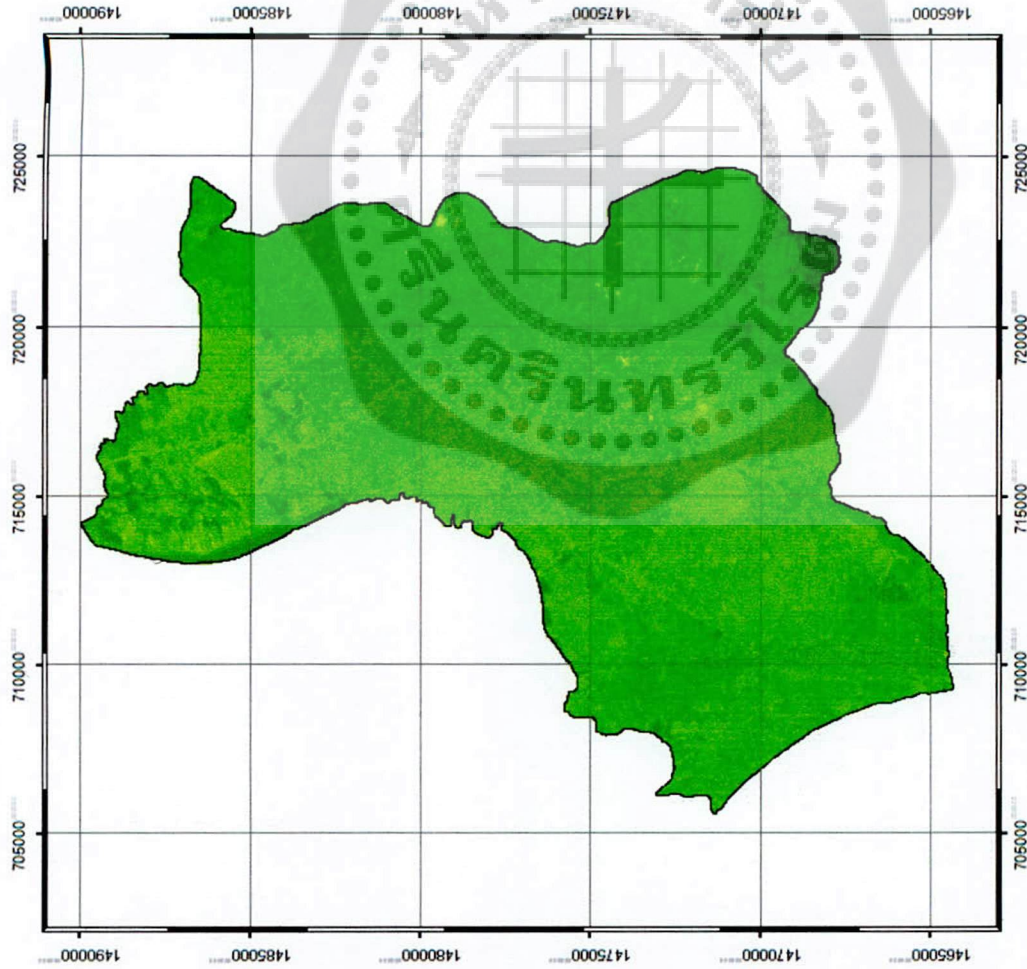
0.1870 ถึง 0.3071

0.3071 ถึง 0.4572

0.4572 ถึง 0.6073

0.6073 ถึง 0.8000

0.8000 ถึง 1.0000



ภาพประกอบ 4.8 แผนที่แสดงค่า NDVI อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.7 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

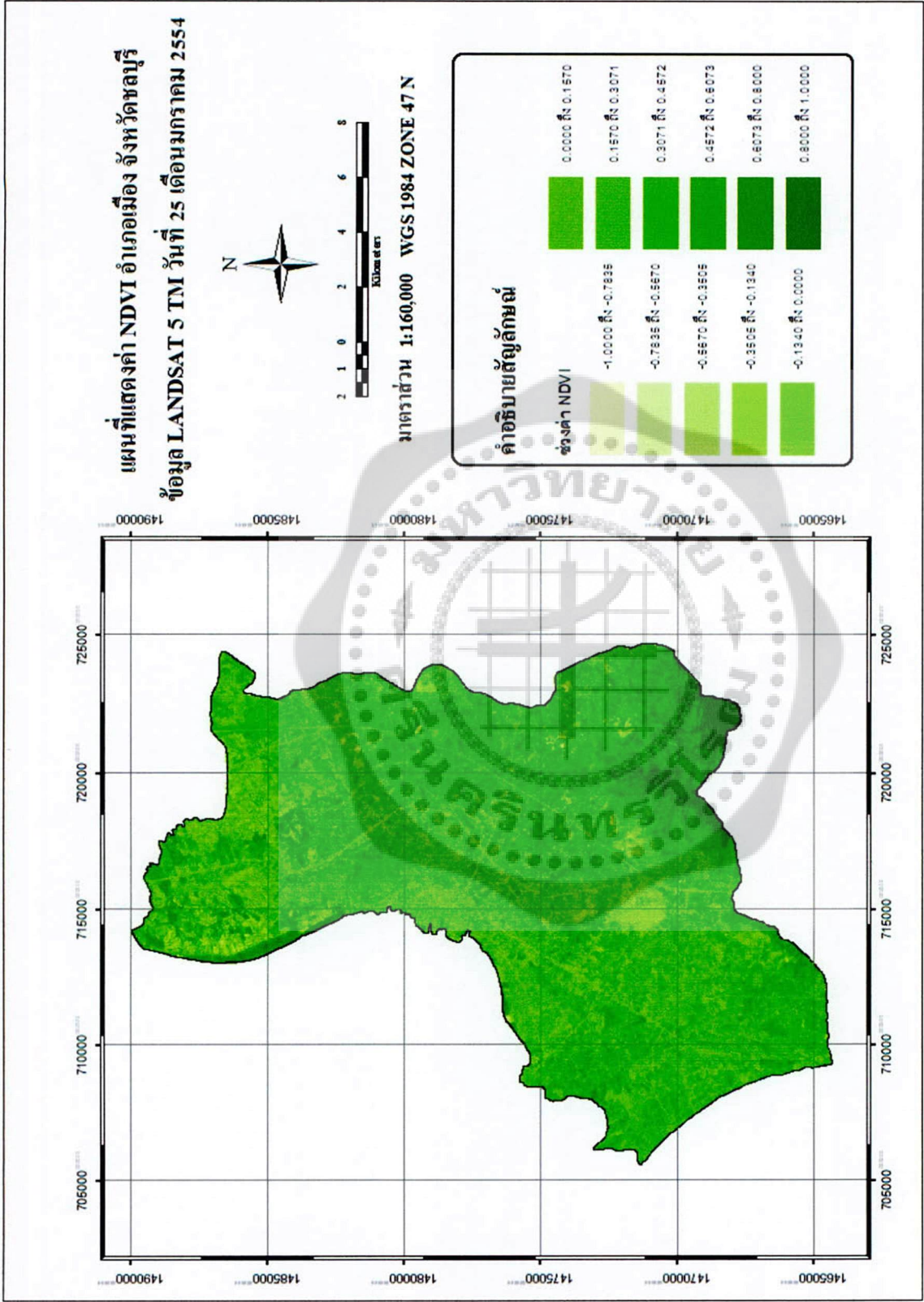
ตาราง 4.7 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554				
การจำแนก	ค่าดัชนี	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	-1.0000 ถึง -0.7835	53	0.03	0.01
class 2	-0.7835 ถึง -0.5670	306	0.19	0.07
class 3	-0.5670 ถึง -0.3505	1377	0.86	0.33
class 4	-0.3505 ถึง -0.1340	10853	6.78	2.60
class 5	-0.1340 ถึง 0.0000	50683	31.68	12.16
class 6	0.0000 ถึง 0.1570	108032	67.52	25.92
class 7	0.1570 ถึง 0.3071	104704	65.44	25.12
class 8	0.3071 ถึง 0.4572	71970	44.98	17.27
class 9	0.4572 ถึง 0.6073	40467	25.29	9.71
class 10	0.6073 ถึง 0.8000	21387	13.37	5.13
class 11	0.8000 ถึง 1.0000	6982	4.37	1.67
Class Total		416814	260.51	100

จากตาราง 4.7 การจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 จากการวิเคราะห์ ได้จำแนกค่าเอ็นดีวีไอออกเป็น 11 กลุ่ม ค่าเอ็นดีวีไอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มที่ 6 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.1570 มีพื้นที่มากที่สุด 67.52 ตารางกิโลเมตร หรือ 25.92 เปอร์เซ็นต์ อันดับที่สอง ได้แก่ กลุ่มที่ 7 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.1570 ถึง 0.3071 มีพื้นที่ 65.44 ตารางกิโลเมตร หรือ 25.12 เปอร์เซ็นต์ อันดับที่สาม กลุ่มที่ 8 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.3071 ถึง 0.4572 มีพื้นที่ 44.98 ตารางกิโลเมตร หรือ 17.27 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่มีค่าเอ็นดีวีไอสูงซึ่งแสดงว่ามีพืชหนาแน่น ได้แก่ กลุ่มที่ 9 10 และ 11 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.4572 ถึง 1.0000 มีพื้นที่ รวมกัน 43.02 ตารางกิโลเมตร หรือ 16.51 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่มีค่าเอ็นดีวีไอต่ำมากและมีค่าเป็นลบ แสดงว่าเป็นพื้นที่ว่างไม่มีพืชและเป็นพื้นที่น้ำ ได้แก่ กลุ่มที่ 1-5 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง -1 ถึง 0.0000 มีพื้นที่ รวมกัน 39.54 ตารางกิโลเมตร หรือ 15.17 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.9 แผนที่แสดงการจำแนกข้อมูลเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554



ภาพประกอบ 4.9 แผนที่แสดงค่า NDVI อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

3.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี สรุปผลได้ดังนี้
ตาราง 4.8 เปรียบเทียบการจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (เปอร์เซ็นต์)

ตาราง 4.8 เปรียบเทียบการจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (เปอร์เซ็นต์)							
การจำแนก	ดัชนีพิชพรรณ	12 มกราคม 2543		8 มกราคม 2548		25 มกราคม 2554	
		ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	-1.0000 ถึง -0.7835	0.02	0.01	0	0	0.03	0.01
class 2	-0.7835 ถึง -0.5670	0.1	0.04	0	0	0.19	0.07
class 3	-0.5670 ถึง -0.3505	0.84	0.32	0.07	0.03	0.86	0.33
class 4	-0.3505 ถึง -0.1340	2.97	1.14	0.47	0.18	6.78	2.60
class 5	-0.1340 ถึง 0.0000	11.65	4.47	2.04	0.78	31.68	12.16
class 6	0.0000 ถึง 0.1570	46.56	17.87	37.92	14.56	67.52	25.92
class 7	0.1570 ถึง 0.3071	63.82	24.50	107.89	41.34	65.44	25.12
class 8	0.3071 ถึง 0.4572	65.51	25.15	78.59	30.17	44.98	17.27
class 9	0.4572 ถึง 0.6073	49.01	18.81	24.78	9.51	25.29	9.71
class 10	0.6073 ถึง 0.8000	20.03	7.69	7.69	2.95	13.37	5.13
class 11	0.8000 ถึง 1.0000	0.002	0.001	1.26	0.48	4.37	1.67
Class Total		260.51	100	260.51	100	260.51	100

จากตาราง 4.8 เปรียบเทียบการจำแนกค่าเอ็นดีวีไออำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จากการวิเคราะห์ ได้จำแนกค่าเอ็นดีวีไอออกเป็น 11 กลุ่ม ค่าเอ็นดีวีไออยู่ระหว่าง -1 ถึง 1

เมื่อแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็น กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่กลุ่ม 9 10 11 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.4572 ถึง 1.0000 ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 69.04 33.73 และ 43.02 กิโลเมตร และ เท่ากับจำนวนเปอร์เซ็นต์ 26.50 12.94 และ 16.51 ตามลำดับ

กลุ่มที่มีค่าปานกลางถึงต่ำได้แก่ กลุ่ม 6 7 8 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง 0.0000 ถึง 0.4572 ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 175.89 224.20 และ 177.94 กิโลเมตร และ เท่ากับจำนวนเปอร์เซ็นต์ 67.52 86.07 และ 68.31 ตามลำดับ

กลุ่มที่มีค่าต่ำมากเป็นค่าลบได้แก่ กลุ่ม 1-5 ค่าเอ็นดีวีไอ ระหว่าง -1 ถึง 0 ผลการวิเคราะห์ ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 15.58 2.58 และ 39.54 กิโลเมตร และ เท่ากับจำนวนเปอร์เซ็นต์ 5.98 0.99 และ 15.17 ตามลำดับ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity)

วิธีการในการหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว(Surface Emissivity) ใช้วิธีหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพเปล่งรังสี และ ข้อมูลเอ็นดีวีไอ

สมการความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพเปล่งรังสี และข้อมูลเอ็นดีวีไอ จากการศึกษางานของแวนเดอเกรนด์และโอว์(Van de Griend; & Owe. 1998.) ความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพเปล่งรังสี และข้อมูลเอ็นดีวีไอเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\varepsilon = 1.0094 + 0.047 \times \ln(\text{NDVI}) \dots\dots\dots (9)$$

การคำนวณสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวตามสมการข้างต้น ได้ใช้ข้อมูลเอ็นดีวีไอที่คำนวณได้จากข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท แบนด์ 3 และ แบนด์ 4 ที่ได้ทำการแก้ไขบรรยากาศ (Atmospheric correction) แล้ว นำข้อมูลเอ็นดีวีไอแทนค่าในสมการที่ 9 ก็จะได้ค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว

เมื่อได้ผลลัพธ์ค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวแล้ว ทำการจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทา (Density Slicing) กับข้อมูลตามเกณฑ์การจำแนกที่ได้กำหนดไว้แล้ว วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทาเป็นการทำช่วงพิสัยของข้อมูลภาพ 1 ภาพ การจำแนกข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวแบ่งออกเป็น 9 กลุ่ม

เนื่องจากสมการนี้มีข้อจำกัด สำหรับพื้นที่ที่มีค่าดัชนีพืชพรรณอยู่นอกขอบเขต 0.157-0.727 ต้องใส่ค่าสภาพเปล่งรังสีที่สอดคล้องกับพื้นที่ที่ละค่า

ในพื้นที่ไม่มีข้อมูลเอ็นดีวีไอ ได้กำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว ดังนี้

พื้นดิน(Soil) 0.95 - 0.97

พื้นดินว่าง (Bare soil) 0.914 (Valor & Caselles.1996: 171)

สิ่งก่อสร้าง (Building areas) 0.980-0.985

แหล่งน้ำ (Water) 0.995

พื้นดิน 0.96993-0.97953

พื้นที่เมือง(Urban areas) 0.960-0.980

พื้นที่ดินว่างและพื้นที่ไม่ได้ทำการเกษตร (Bare soil and non-cultivated cropland) 0.96

(Zhang & Feng Qin.)

ในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดค่าสภาพเปล่งรังสี ในพื้นที่จำแนกไม่ได้อันเนื่องมาจากข้อจำกัดในการคำนวณโดยใช้ค่าเอ็นดีวีไอดังนี้ ให้ ค่าสภาพเปล่งรังสี แหล่งน้ำ 0.995 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองดิน 0.980-0.985 และ พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรลัดน้ำแหว่ง 0.96

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.9 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.9 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543				
การจำแนก	ค่าดัชนี	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	unclassify	28405	17.75	6.81
class 2	0.7400 - 0.8161	3172	1.98	0.76
class 3	0.8161 - 0.8459	5107	3.19	1.22
class 4	0.8459 - 0.8756	10880	6.8	2.61
class 5	0.8756 - 0.9054	24974	15.61	5.99
class 6	0.9054 - 0.9352	58749	36.72	14.10
class 7	0.9352 - 0.9650	128327	80.2	30.79
class 8	0.9650 - 0.9947	156549	97.84	37.56
class 9	0.9947 - 1.0090	651	0.42	0.16
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.9 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 ได้จำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว 9 กลุ่ม ค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อยู่ระหว่าง กลุ่ม 1 ไม่สามารถจำแนกได้ กลุ่ม 2-9 มีค่าตั้งแต่ 0.7400 ถึง 1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 6-9 มีค่าระหว่าง 0.9054-1.0090 มีพื้นที่ รวมกัน 215.17 ตารางกิโลเมตร หรือ 82.61 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่มีค่าต่ำได้แก่ กลุ่มที่ 2-5 มีค่าระหว่าง และ 0.7400-0.9054 มีพื้นที่ รวมกัน 27.58 ตารางกิโลเมตร หรือ 10.58 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 1 จำแนกไม่ได้ มีพื้นที่ 17.75 ตารางกิโลเมตร หรือ 6.81 เปอร์เซ็นต์ การคำนวณค่าจาก ค่าเอ็นดีวีโอต่ำทำให้ไม่มีค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว แก้ไขโดยใส่ค่าเมื่อพิจารณาจากวัตถุพื้นผิว

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.10 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity)

อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.10 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.10 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548				
การจำแนก	สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	unclassify	5687	3.55	1.36
class 2	0.7400 - 0.8161	1243	0.78	0.31
class 3	0.8161 - 0.8459	2287	1.43	0.55
class 4	0.8459 - 0.8756	6021	3.76	1.44
class 5	0.8756 - 0.9054	19545	12.22	4.69
class 6	0.9054 - 0.9352	75753	47.35	18.18
class 7	0.9352 - 0.9650	208929	130.58	50.12
class 8	0.9650 - 0.9947	93169	58.23	22.35
class 9	0.9947 - 1.0090	4180	2.61	1.00
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.10 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 ได้จำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว 9 กลุ่ม ค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อยู่ระหว่าง กลุ่ม 1 ไม่สามารถจำแนกได้ กลุ่ม 2-9 มีค่าตั้งแต่ 0.7400 ถึง 1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 6-9 มีค่าระหว่าง 0.9054-1.0090 มีพื้นที่ รวมกัน 237.77 ตารางกิโลเมตร หรือ 91.65 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่มีค่าต่ำได้แก่ กลุ่มที่ 2-5 มีค่าระหว่าง และ 0.7400-0.9054 มีพื้นที่ รวมกัน 18.19 ตารางกิโลเมตร หรือ 6.99 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 1 จำแนกไม่ได้ มีพื้นที่ 3.55 ตารางกิโลเมตร หรือ 1.36 เปอร์เซ็นต์ การคำนวณค่าจากค่าเอ็นดีวีไอทำให้ไม่มีค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว แก้ไขโดยใส่ค่าเมื่อพิจารณาจากวัตถุพื้นผิว

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.11 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.11 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.11 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554				
การจำแนก	สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	unclassify	67775	42.36	16.26
class 2	0.7400 - 0.8161	7796	4.87	1.87
class 3	0.8161 - 0.8459	8411	5.26	2.02
class 4	0.8459 - 0.8756	18031	11.27	4.33
class 5	0.8756 - 0.9054	34106	21.32	8.18
class 6	0.9054 - 0.9352	70588	44.12	16.94
class 7	0.9352 - 0.9650	113176	70.73	27.15
class 8	0.9650 - 0.9947	85575	53.48	20.53
class 9	0.9947 - 1.0090	11356	7.1	2.72
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.10 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 ได้จำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว 9 กลุ่ม ค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อยู่ระหว่าง กลุ่ม 1 ไม่สามารถจำแนกได้ กลุ่ม 2-9 มีค่าตั้งแต่ 0.7400 ถึง 1 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 6-9 มีค่าระหว่าง 0.9054-1.0090 มีพื้นที่ รวมกัน 175.43 ตาราง กิโลเมตร หรือ 67.34 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่มีค่าต่ำได้แก่ กลุ่มที่ 2-5 มีค่าระหว่าง และ 0.7400-0.9054 มีพื้นที่ รวมกัน 42.72 ตารางกิโลเมตร หรือ 16.4 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 1 จำแนกไม่ได้ มีพื้นที่ 42.36 ตารางกิโลเมตร หรือ 16.26 เปอร์เซ็นต์ การคำนวณค่าจาก ค่าเอ็นดีวีไอต่ำทำให้ไม่มีค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว แก้ไขโดยใส่ค่าเมื่อพิจารณาจากวัตถุพื้นผิว

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.12 การจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

4.4 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี สรุปผลได้ดังนี้

ตาราง 4.12 เปรียบเทียบการจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 4.12 เปรียบเทียบการจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี (เปอร์เซ็นต์)							
การจำแนก	สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว	12 มกราคม 2543		8 มกราคม 2548		25 มกราคม 2554	
		ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	unclassify	17.75	6.81	3.55	1.36	42.36	16.26
class 2	0.7400 - 0.8161	1.98	0.76	0.78	0.31	4.87	1.87
class 3	0.8161 - 0.8459	3.19	1.22	1.43	0.55	5.26	2.02
class 4	0.8459 - 0.8756	6.8	2.61	3.76	1.44	11.27	4.33
class 5	0.8756 - 0.9054	15.61	5.99	12.22	4.69	21.32	8.18
class 6	0.9054 - 0.9352	36.72	14.10	47.35	18.18	44.12	16.94
class 7	0.9352 - 0.9650	80.2	30.79	130.58	50.12	70.73	27.15
class 8	0.9650 - 0.9947	97.84	37.56	58.23	22.35	53.48	20.53
class 9	0.9947 - 1.0090	0.42	0.16	2.61	1.00	7.1	2.72
Class Total		260.51	100.00	260.51	100.00	260.51	100.00

จากตาราง 4.12 เปรียบเทียบการจำแนกค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จากการวิเคราะห์ ได้จำแนกค่าเอ็นดีวีไอออกเป็น 9 กลุ่ม ระหว่าง จำแนกไม่ได้และ 0.7400 ถึง 1.009

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 6-9 มีค่าระหว่าง 0.9054-1.0090 ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 215.18 238.77 และ 175.43 ตารางกิโลเมตร และ เท่ากับจำนวนเปอร์เซ็นต์ 82.61 91.65 และ 67.34 ตามลำดับ

กลุ่มที่มีค่าต่ำได้แก่ กลุ่มที่ 2-5 มีค่าระหว่าง และ 0.7400-0.9054 ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 27.58 18.19 และ 42.72 ตารางกิโลเมตร และ เท่ากับจำนวนเปอร์เซ็นต์ 10.58 6.99 และ 16.40 ตามลำดับ

กลุ่มที่ 1 จำแนกไม่ได้ มีผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 17.75 3.55 และ 42.36 ตารางกิโลเมตร และ เท่ากับจำนวนเปอร์เซ็นต์ 6.81 1.36 และ 16.26 ตามลำดับ การคำนวณค่าจากค่าเอ็นดีวีไอต่ำทำให้ไม่มีค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว แก้ไขโดยใส่ค่าเมื่อพิจารณาจากวัตถุพื้นผิว

4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) เพิ่มเติมในพื้นที่จำแนกไม่ได้

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) เมื่อกำหนดค่าเพิ่มเติมในพื้นที่จำแนกไม่ได้ มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 4.13 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวเพิ่มเติมในพื้นที่จำแนกไม่ได้ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 4.13 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวเพิ่มเติมในพื้นที่จำแนกไม่ได้ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี							
การจำแนก	สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว	12 มกราคม 2543		8 มกราคม 2548		25 มกราคม 2554	
		ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	unclassify	-	-	-	-	-	-
class 2	0.7400 - 0.8161	1.98	0.76	0.78	0.30	4.87	1.87
class 3	0.8161 - 0.8459	3.19	1.23	1.43	0.55	5.26	2.02
class 4	0.8459 - 0.8756	6.80	2.61	3.76	1.44	11.27	4.33
class 5	0.8756 - 0.9054	15.61	5.99	12.22	4.69	21.32	8.18
class 6	0.9054 - 0.9352	36.72	14.09	47.35	18.17	44.12	16.94
class 7	0.9352 - 0.9650	85.80	32.94	130.58	50.13	90.29	34.66
class 8	0.9650 - 0.9947	104.23	40.01	59.36	22.79	70.91	27.22
class 9	0.9947 - 1.0090	6.18	2.37	5.04	1.93	12.48	4.79
Class Total		260.51	100.00	260.51	100.00	260.51	100.00

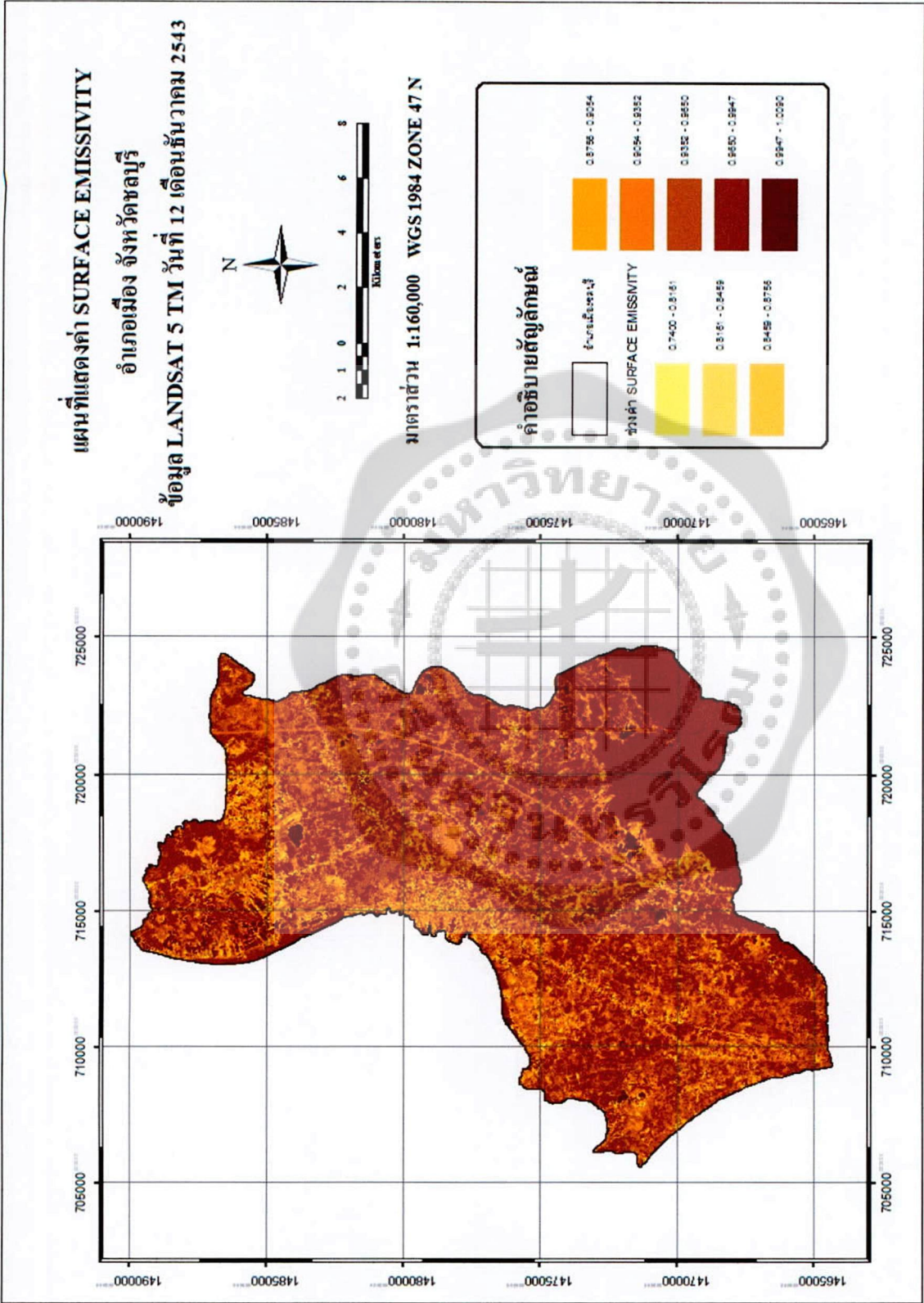
เมื่อเปรียบเทียบตาราง 4.12 และ 4.13 พบว่าเมื่อกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวเพิ่มเติมให้กับพื้นที่จำแนกไม่ได้เนื่องจากมีข้อจำกัดในการแปลงค่าจากเอ็นดีวีไอ สามารถจำแนกพื้นที่เข้ากลุ่มได้ทั้งหมด มีรายละเอียดดังนี้

ปี 2543 พื้นที่จำแนกไม่ได้ เปลี่ยนเป็น กลุ่ม 7 8 และ 9 จำนวน เท่ากับ 5.6 (85.80-80.2) 6.36 (104.23-97.84) และ 5.76 (6.18-0.42) ตารางกิโลเมตร หรือ 2.15 2.45 และ 2.21เปอร์เซ็นต์

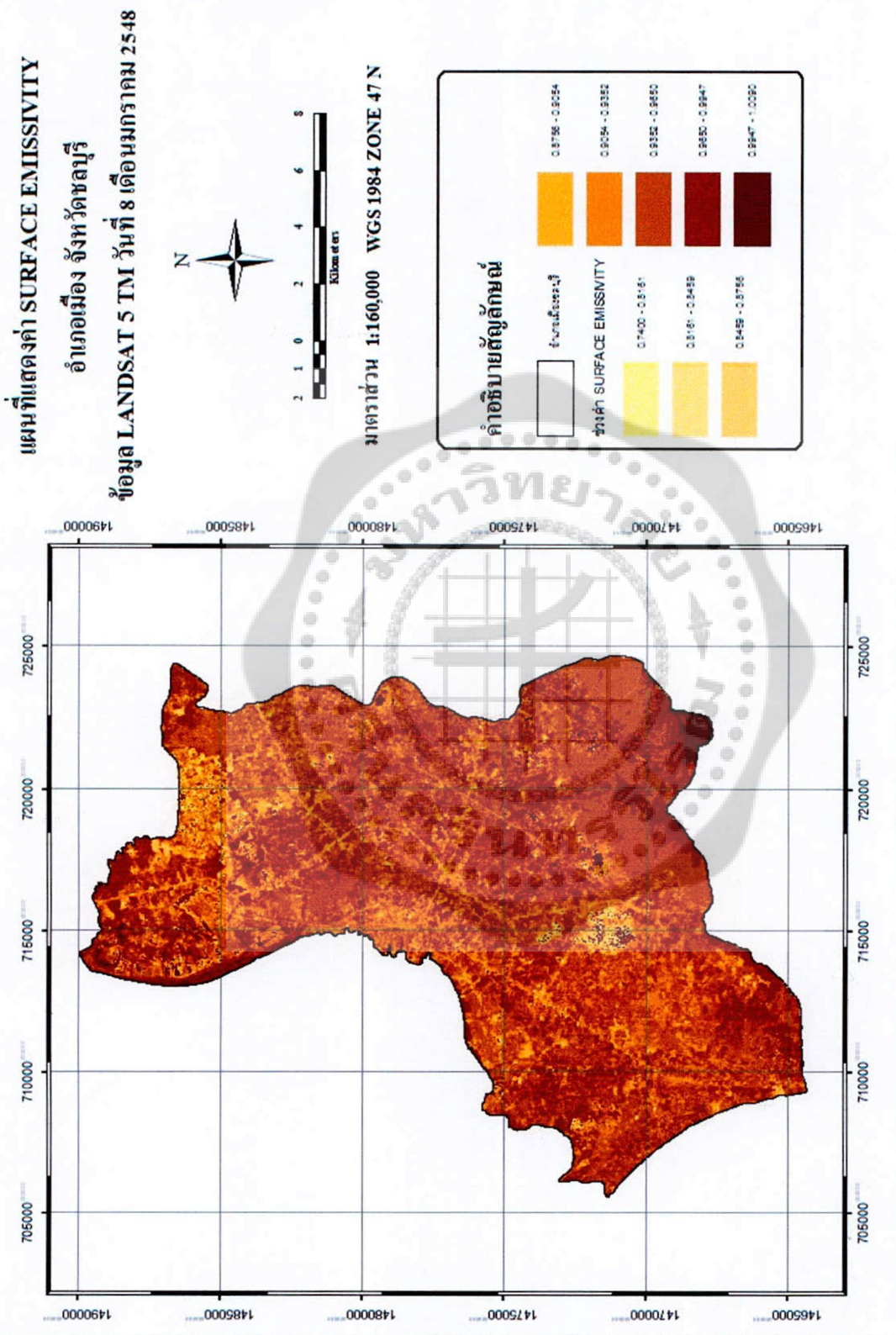
ปี 2548 พื้นที่จำแนกไม่ได้ เปลี่ยนเป็น กลุ่ม 8 และ 9 จำนวน เท่ากับ 1.13 (59.36-58.23) และ 2.43 (5.04-2.61) ตารางกิโลเมตร หรือ 0.44 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์

ปี 2554 พื้นที่จำแนกไม่ได้ เปลี่ยนเป็น กลุ่ม 7 8 และ 9 จำนวน เท่ากับ 19.56 (90.29-70.73) 17.43 (70.91-53.48) และ 5.38 (12.48-7.1) ตารางกิโลเมตร หรือ 7.51 6.69 และ 2.07 เปอร์เซ็นต์

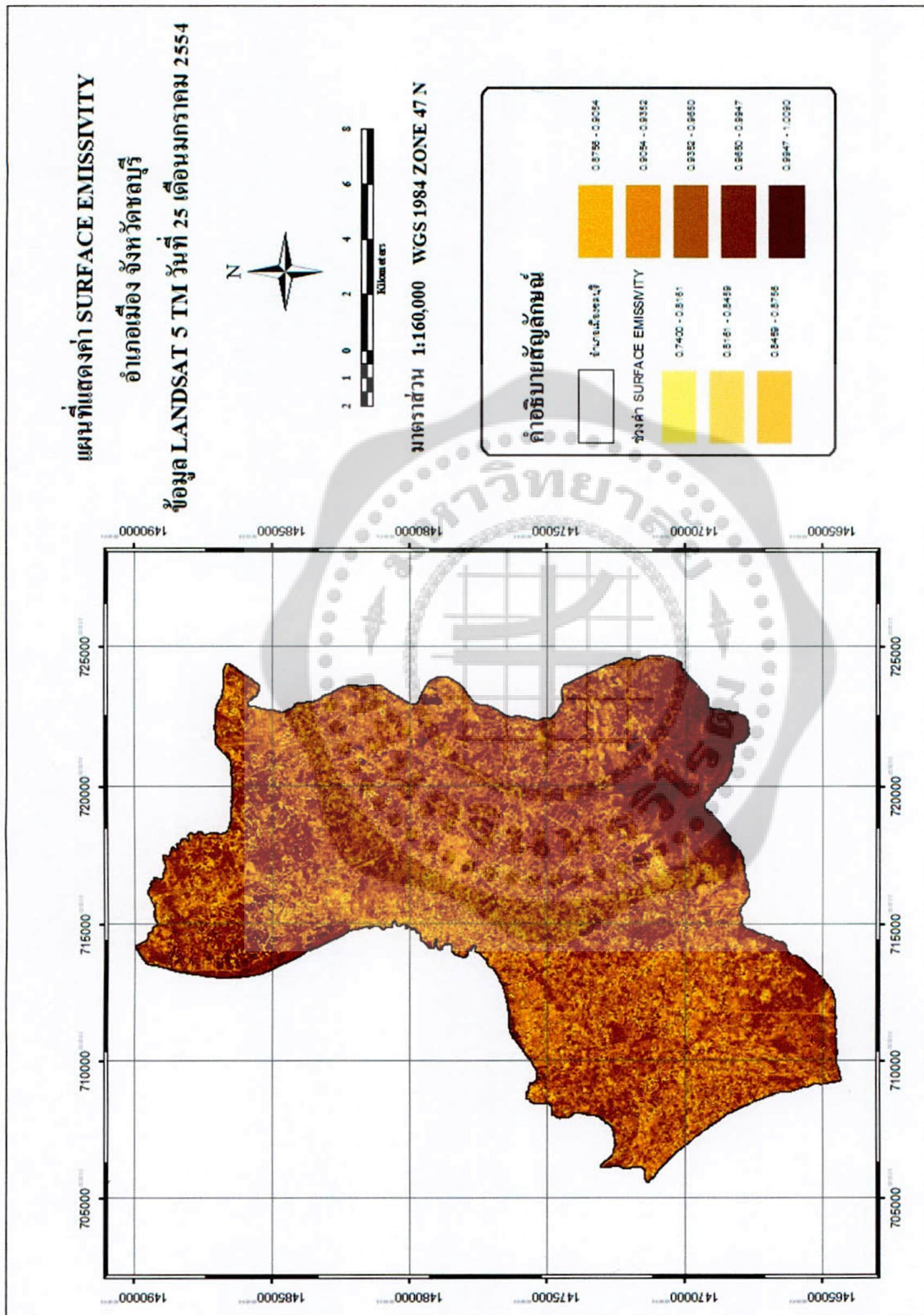
แผนที่แสดงค่า SURFACE EMISSIVITY อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี อยู่ใน ภาพประกอบ 4.10 4.11 และ 4.12



ภาพประกอบ 4.10 แผนที่แสดงค่า SURFACE EMISSIVITY อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543



ภาพประกอบ 4.11 แผนที่แสดงค่า SURFACE EMISSIVITY อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

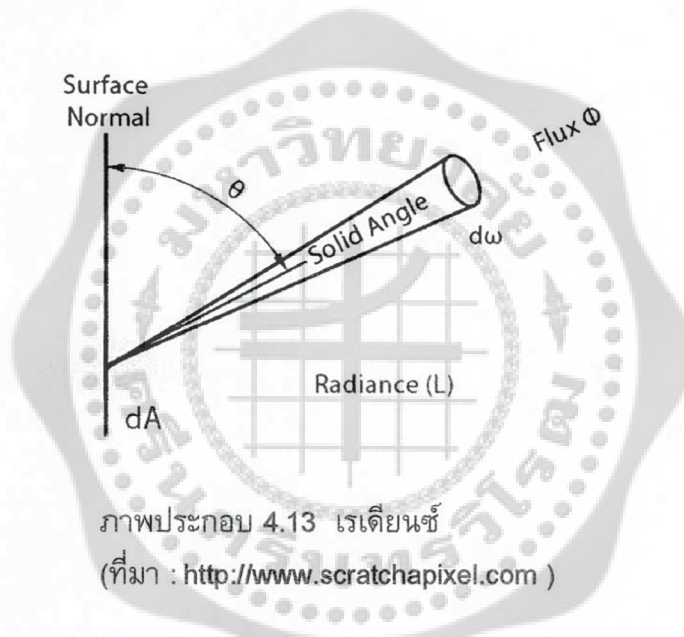


ภาพประกอบ 4.12 แผนที่แสดงค่า SURFACE EMISSIVITYอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

5. การวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี

เรเดียนซ์หรือค่าการแผ่รังสี หมายถึงความหนาแน่นของฟลักซ์การแผ่รังสี ที่ส่งผ่านจากหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนดและผ่านมุมสามมิติ(Solid angle)ค่ามุมนี้วัดค่ามุมเป็นสเตอเรเดียน (Steradians) ค่าการแผ่รังสีที่เรียกว่าสเปกตรอลเรเดียนซ์ วัดเป็นวัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($\text{W.m}^{-2}.\text{ster}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$)

เรเดียนซ์เป็นการวัดรังสี(Radiometric measurement) ที่อธิบายเกี่ยวกับ ปริมาณของการแผ่รังสี เช่นแสง หรือ ความร้อน ที่ส่งผ่านหรือแปลงพลังงานจากพื้นที่เฉพาะในมุมสามมิติในทิศทางที่กำหนด ใช้สัญลักษณ์ L



สำหรับการคำนวณหาค่าเรเดียนซ์ ได้ใช้ข้อมูลในแบนด์ 6 ของข้อมูลแลนด์แซท ตามสมการดังนี้

$$L_{\lambda} = G_{\text{rescale}} \times Q_{\text{cal}} + B_{\text{rescale}} \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อได้ผลลัพธ์ค่าเรเดียนซ์แล้วทำการจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทา (Density Slicing) ตามเกณฑ์การจำแนกที่ได้กำหนดไว้แล้ว วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทาเป็นการทำช่วงพิสัยของข้อมูลภาพ 1 ภาพการจำแนกค่าเรเดียนซ์ แบ่งออกเป็น 12 กลุ่ม ตั้งแต่ 7.2700 ถึง 10.9900 หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบนด์ 6 ปี 2543 2548 และ 2554 มีรายละเอียดดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.14 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

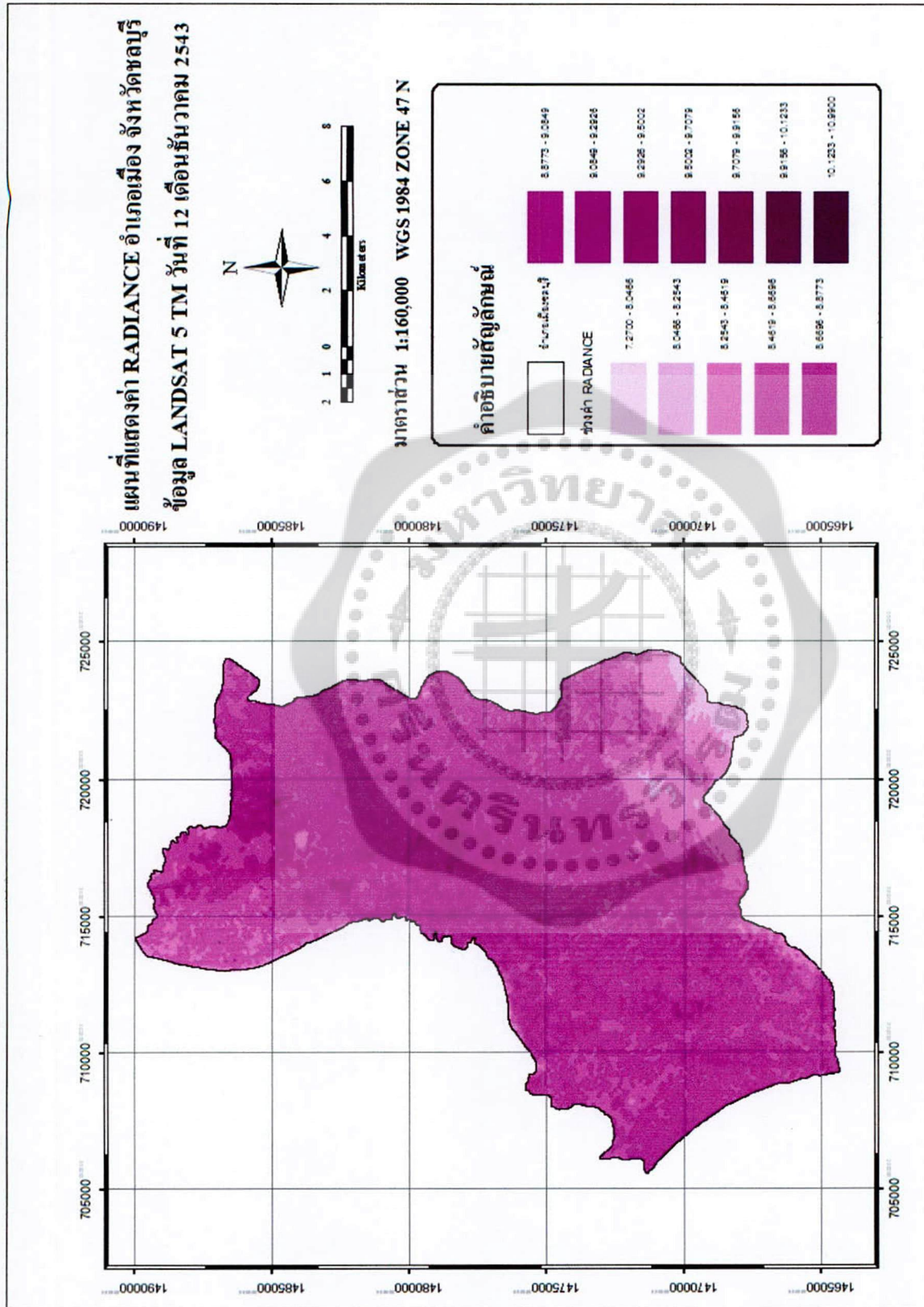
ตาราง 4.14 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543				
การจำแนก	หน่วย:วัตต์ต่อตารางเมตร ต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($\text{w.m}^{-2}.\text{ster}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$)	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	7.2700 - 8.0466	0	0	0
class 2	8.0466 - 8.2543	5341	3.34	1.28
class 3	8.2543 - 8.4619	31470	19.67	7.55
class 4	8.4619 - 8.6696	87218	54.51	20.92
class 5	8.6696 - 8.8773	206913	129.32	49.64
class 6	8.8773 - 9.0849	72179	45.11	17.32
class 7	9.0849 - 9.2926	12875	8.05	3.09
class8	9.2926 - 9.5002	744	0.46	0.18
class 9	9.5002 - 9.7079	49	0.03	0.01
class10	9.7079 - 9.9156	25	0.02	0.01
class11	9.9156 - 10.1233	0	0	0
class12	10.1233 - 10.9900	0	0	0
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.14 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 ได้จำแนกค่าเรเดียนซ์ 12 กลุ่ม ค่าเรเดียนซ์ อยู่ระหว่าง 7.2700 ถึง 10.9900 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีค่าเรเดียนซ์อยู่เฉพาะกลุ่มที่ 2-10

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 7-10 มีค่าระหว่าง 9.0849 -10.9900 มีพื้นที่ รวมกัน 8.56 ตาราง กิโลเมตร หรือ 3.29 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่มีค่าต่ำกว่าได้แก่ กลุ่มที่ 2-6 มีค่าระหว่าง และ 8.0466-9.0849 มีพื้นที่ รวมกัน 251.95 ตารางกิโลเมตร หรือ 96.71 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.14 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543



ภาพประกอบ 4.14 แผนที่แสดงค่าเรดิเียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.15 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

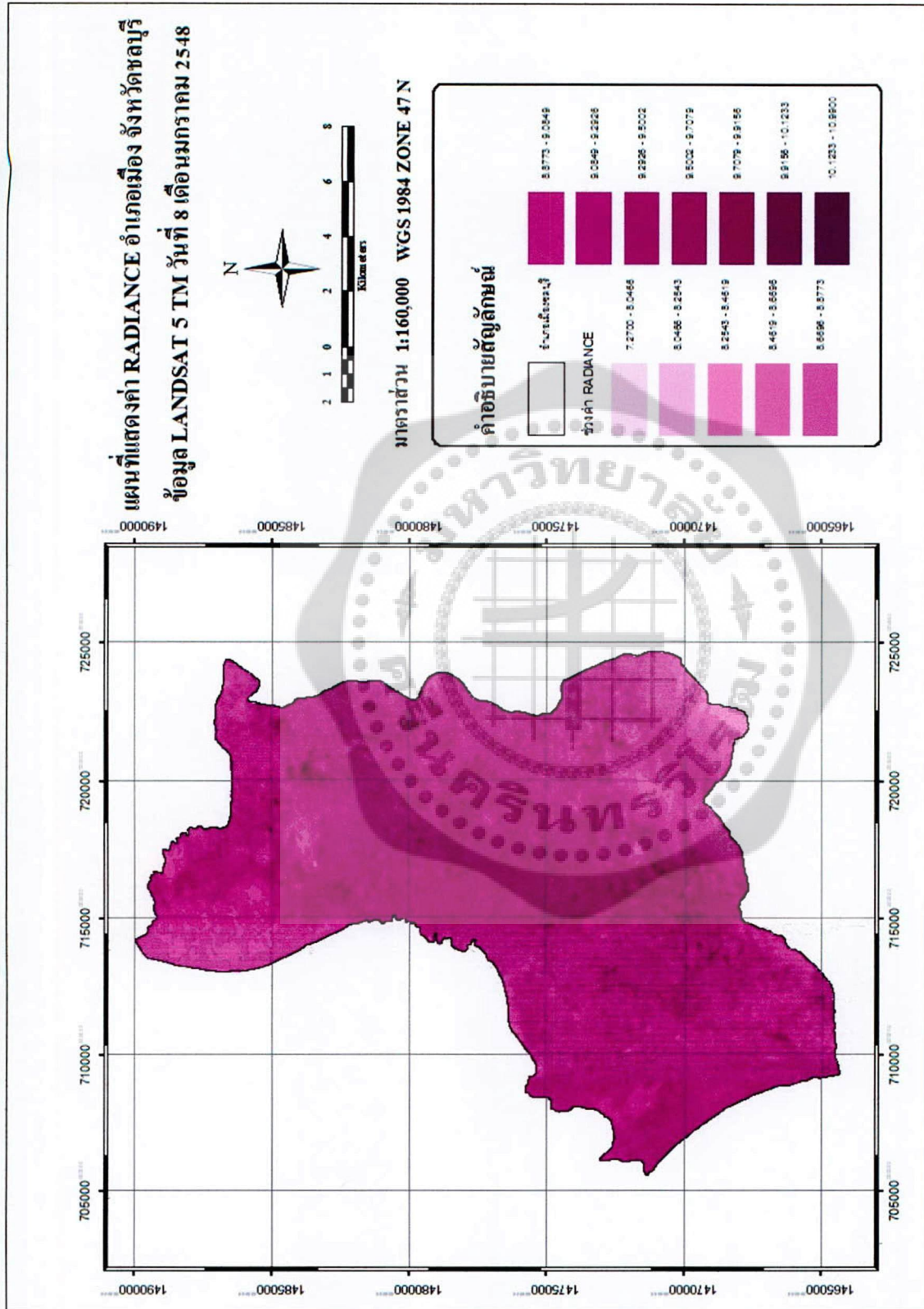
ตาราง 4.15 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548				
การจำแนก	หน่วย:วัตต์ต่อตารางเมตร ต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($\text{w.m}^{-2}.\text{ster}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$)	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	7.2700 - 8.0466	0	0	0
class 2	8.0466 - 8.2543	0	0	0
class 3	8.2543 - 8.4619	1846	1.15	0.44
class 4	8.4619 - 8.6696	15190	9.49	3.64
class 5	8.6696 - 8.8773	40024	25.02	9.60
class 6	8.8773 - 9.0849	44998	28.12	10.79
class 7	9.0849 - 9.2926	176710	110.44	42.39
class8	9.2926 - 9.5002	118408	74	28.41
class 9	9.5002 - 9.7079	16020	10.01	3.84
class10	9.7079 - 9.9156	3447	2.15	0.83
class11	9.9156 - 10.1233	171	0.13	0.05
class12	10.1233 - 10.9900	0	0	0
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.15 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 ได้จำแนกค่าเรเดียนซ์ 12 กลุ่ม ค่าเรเดียนซ์ อยู่ระหว่าง 7.2700 ถึง 10.9900 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีค่าเรเดียนซ์อยู่เฉพาะกลุ่มที่ 3-11

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 7-11 มีค่าระหว่าง 9.0849 -10.9900 มีพื้นที่ รวมกัน 196.73 ตารางกิโลเมตร หรือ 75.52 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่มีค่าต่ำกว่าได้แก่ กลุ่มที่ 3-6 มีค่าระหว่าง และ 8.2543-9.0849 มีพื้นที่ รวมกัน 63.78 ตารางกิโลเมตร หรือ 24.47 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.15 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548



ภาพประกอบ 4.15 แผนที่แสดงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.16 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.16 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554				
การจำแนก	หน่วย:วัตต์ต่อตารางเมตร ต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($\text{w.m}^{-2}.\text{ster}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$)	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	7.2700 - 8.0466	0	0	0
class 2	8.0466 - 8.2543	1680	1.05	0.40
class 3	8.2543 - 8.4619	14131	8.83	3.39
class 4	8.4619 - 8.6696	53979	33.74	12.95
class 5	8.6696 - 8.8773	93140	58.21	22.34
class 6	8.8773 - 9.0849	166681	104.18	39.99
class 7	9.0849 - 9.2926	82772	51.73	19.86
class8	9.2926 - 9.5002	4297	2.69	1.03
class 9	9.5002 - 9.7079	117	0.07	0.03
class10	9.7079 - 9.9156	17	0.01	0.004
class11	9.9156 - 10.1233	0	0	0
class12	10.1233 - 10.9900	0	0	0
Class Total		416814	260.51	100.00

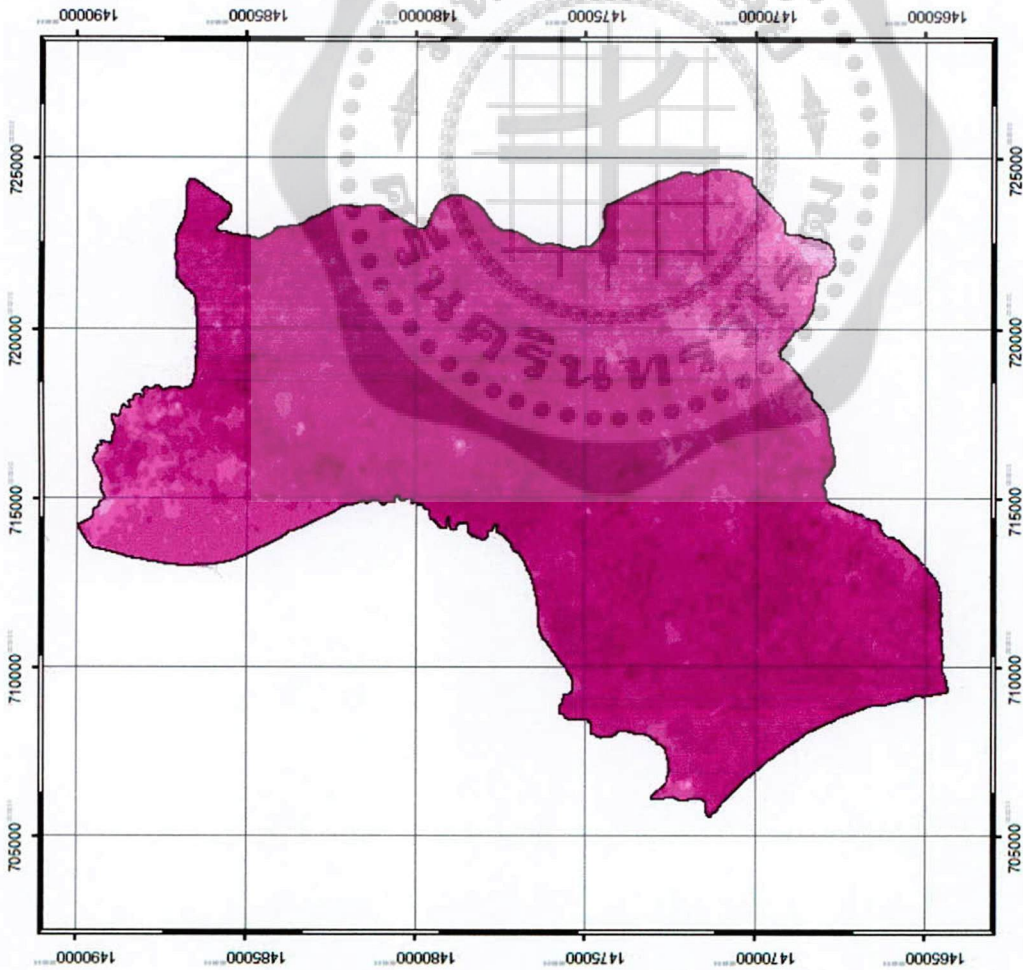
จากตาราง 4.16 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 ได้จำแนกค่าเรเดียนซ์ 12 กลุ่ม ค่าเรเดียนซ์ อยู่ระหว่าง 7.2700 ถึง 10.9900 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีค่าเรเดียนซ์อยู่เฉพาะกลุ่มที่ 2-10

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 7-10 มีค่าระหว่าง 9.0849 - 9.9156 มีพื้นที่ รวมกัน 54.5 ตาราง กิโลเมตร หรือ 20.92 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่มีค่าต่ำกว่าได้แก่ กลุ่มที่ 2-6 มีค่าระหว่าง และ 8.0466-9.0849 มีพื้นที่ รวมกัน 206.01 ตารางกิโลเมตร หรือ 79.07 เปอร์เซ็นต์

แผนที่แสดงค่าผลการวิเคราะห์ ได้แก่ ภาพประกอบ 4.16 การจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

แผนที่แสดงค่า RADIANCE อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
ข้อมูล LANDSAT 5 TM วันที่ 25 เดือนมกราคม 2554



ภาพประกอบ 4.16 แผนที่แสดงค่าเรดิเอนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

5.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเรเดียนซ์ (Radiance)

การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ สรุปผลได้ดังนี้

ตาราง 4.17 เปรียบเทียบค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 4.17 เปรียบเทียบการจำแนกค่าเรเดียนซ์ (Radiance) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี							
หน่วย: วัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($\text{w.m}^{-2}.\text{ster}^{-1}.\mu\text{m}^{-1}$)							
การจำแนก	เรเดียนซ์	12 มกราคม 2543		8 มกราคม 2548		25 มกราคม 2554	
		ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	7.2700 - 8.0466	0	0	0	0	0	0
class 2	8.0466 - 8.2543	3.34	1.28	0	0	1.05	0.40
class 3	8.2543 - 8.4619	19.67	7.55	1.15	0.44	8.83	3.39
class 4	8.4619 - 8.6696	54.51	20.92	9.49	3.64	33.74	12.95
class 5	8.6696 - 8.8773	129.32	49.64	25.02	9.60	58.21	22.34
class 6	8.8773 - 9.0849	45.11	17.32	28.12	10.79	104.18	39.99
class 7	9.0849 - 9.2926	8.05	3.09	110.44	42.39	51.73	19.86
class8	9.2926 - 9.5002	0.46	0.18	74	28.41	2.69	1.03
class 9	9.5002 - 9.7079	0.03	0.01	10.01	3.84	0.07	0.03
class10	9.7079 - 9.9156	0.02	0.01	2.15	0.83	0.01	0.004
class11	9.9156 - 10.1233	0	0	0.13	0.05	0	0
class12	10.1233 - 10.9900	0	0	0	0	0	0
Class Total		260.51	100.00	260.51	100.00	260.51	100.00

จากตาราง 4.17 เปรียบเทียบการจำแนกค่าเรเดียนซ์ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จากการวิเคราะห์ ได้จำแนกค่าเรเดียนซ์ 12 กลุ่ม ค่าเรเดียนซ์อยู่ระหว่าง 7.2700 ถึง 10.9900 ผลการวิเคราะห์พบว่า

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 7-12 มีค่าระหว่าง 9.0849-10.9900 ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 8.56 196.73 และ 54.5 กิโลเมตร และ เท่ากับจำนวน เปอร์เซ็นต์ 3.29 75.52 และ 20.92 ตามลำดับ

กลุ่มที่มีค่าต่ำได้แก่ กลุ่มที่ 1-6 มีค่าระหว่าง และ 7.2700-10.9900 ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 251.95 63.78 และ 206.01 กิโลเมตร และ เท่ากับจำนวน เปอร์เซ็นต์ 96.71 24.47 และ 79.07 ตามลำดับ

สรุป ปี 2543 มีค่าเรเดียนซ์ต่ำกว่า ปี 2548 และ 2554 และปี 2548 มีค่าเรเดียนซ์สูงกว่า ปี 2543 และ 2554 จึงน่าจะคาดหมายได้ว่า ปี 2548 น่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปีอื่นๆ

6. การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)

อุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่าเรเดียนซ์ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซทแบบนั้ 6 นำข้อมูลภาพเรเดียนซ์ที่คำนวณได้ มาคำนวณหาอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด โดยใช้สมการ (3) (Chander; Markham; & Helder. 2009: 900)

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}\right) + 1} \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ

T = อุณหภูมิที่เครื่องตรวจวัด หน่วยเคลวิน

$K_1 = 607.76$ = ค่าคงที่ วัดต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร (Calibration constant 2 in $W.m^{-2}.ster^{-1}.\mu m^{-1}$)

$K_2 = 1260.56$ = ค่าคงที่ หน่วยเคลวิน (Calibration constant 2 , Kelvin)

L_λ = ค่าสเปกตรอลเรเดียนซ์ที่อุปกรณ์ตรวจวัด (Spectral radiance at sensor aperture)
หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตรต่อสเตอเรเดียนต่อไมโครเมตร ($W.m^{-2}.ster^{-1}.\mu m^{-1}$)

เมื่อได้ผลลัพธ์อุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัดแล้ว ทำการจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทา (Density Slicing) ตามเกณฑ์การจำแนกที่ได้กำหนดไว้แล้ว วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทาเป็นการทำช่วงพิสัยของข้อมูลภาพ 1 ภาพ การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด แบ่งออกเป็น 12 กลุ่ม ตั้งแต่ 14.4000 ถึง 60.8000 องศาเซลเซียส

หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด ปี 2543 2548 และ 2554 มีรายละเอียดดังนี้

6.1. การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด(At-sensor brightness temperature)อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.18 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.18 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543				
การจำแนก	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	14.4000 - 18.1200	746	0.47	0.18
class 2	18.1200 - 19.6132	9223	5.76	2.21
class 3	19.6132 - 23.2444	156511	97.82	37.55
class 4	23.2444 - 26.8756	248710	155.44	59.67
class 5	26.8756 - 30.5067	1599	1	0.38
class 6	30.5067 - 34.1379	25	0.02	0.01
class 7	34.1379 - 37.7691	0	0	0
class8	37.7691 - 41.4003	0	0	0
class 9	41.4003 - 45.0314	0	0	0
class10	45.0314 - 48.6626	0	0	0
class11	48.6626 - 50.8400	0	0	0
class12	50.8400 - 60.8000	0	0	0
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.18 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 ได้จำแนกค่าเป็น 12 กลุ่ม ระหว่าง14.4000 ถึง 60.8000 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด เฉพาะกลุ่มที่ 1-6

กลุ่มที่มีพื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 4 มีค่าระหว่าง 23.2444 - 26.8756 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 155.44 ตารางกิโลเมตร หรือ 59.67 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 1-3 มีค่าระหว่าง และ 14.4000-23.2444 องศาเซลเซียส มีพื้นที่รวมกัน 104.05 ตารางกิโลเมตร หรือ 39.94 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 5-6 มีค่าระหว่าง และ 26.8756 - 34.1379 องศาเซลเซียส มีพื้นที่รวมกัน 1.02 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.39 เปอร์เซ็นต์

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.19 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.19 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548				
การจำแนก	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	14.4000 - 18.1200	0	0	0
class 2	18.1200 - 19.6132	0	0	0
class 3	19.6132 - 23.2444	27051	16.91	6.49
class 4	23.2444 - 26.8756	192576	120.36	46.20
class 5	26.8756 - 30.5067	193569	120.98	46.44
class 6	30.5067 - 34.1379	3618	2.26	0.87
class 7	34.1379 - 37.7691	0	0	0
class8	37.7691 - 41.4003	0	0	0
class 9	41.4003 - 45.0314	0	0	0
class10	45.0314 - 48.6626	0	0	0
class11	48.6626 - 50.8400	0	0	0
class12	50.8400 - 60.8000	0	0	0
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.19 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 ได้จำแนกค่าเป็น 12 กลุ่ม ระหว่าง 14.4000 ถึง 60.8000 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด เฉพาะกลุ่มที่ 3-6

กลุ่มที่มีพื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 5 มีค่าระหว่าง 26.8756 - 30.5067 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 120.98 ตารางกิโลเมตร หรือ 46.44 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 3-4 มีค่าระหว่าง และ 19.6132 -30.5067 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ รวมกัน 137.27 ตารางกิโลเมตร หรือ 52.69 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 6 มีค่าสูงสุดในปีนี้ ระหว่าง 30.5067 - 34.1379 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 2.26 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.87เปอร์เซ็นต์

6.3 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.20 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.20 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554				
การจำแนก	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	จุดภาพ	ตาราง กิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	14.4000 - 18.1200	63	0.04	0.02
class 2	18.1200 - 19.6132	3087	1.93	0.74
class 3	19.6132 - 23.2444	79106	49.44	18.98
class 4	23.2444 - 26.8756	324747	202.97	77.91
class 5	26.8756 - 30.5067	9794	6.12	2.35
class 6	30.5067 - 34.1379	17	0.01	0.004
class 7	34.1379 - 37.7691	0	0	0
class8	37.7691 - 41.4003	0	0	0
class 9	41.4003 - 45.0314	0	0	0
class10	45.0314 - 48.6626	0	0	0
class11	48.6626 - 50.8400	0	0	0
class12	50.8400 - 60.8000	0	0	0
Class Total		416814	260.51	100.00

จากตาราง 4.20 การจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 ได้จำแนกค่าเป็น 12 กลุ่ม ระหว่าง 14.4000 ถึง 60.8000 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด เฉพาะกลุ่มที่ 3-6

กลุ่มที่มีพื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 4 มีค่าระหว่าง 23.2444 - 26.8756 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 202.97 ตารางกิโลเมตร หรือ 77.91 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 1-3 มีค่าระหว่าง และ 14.4000 -23.2444 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ รวมกัน 51.41 ตารางกิโลเมตร หรือ 19.74 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 5-6 มีค่าสูงสุดในปีนี้ ระหว่าง 26.8756 - 34.1379 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 6.13 ตารางกิโลเมตร หรือ 2.35 เปอร์เซ็นต์

6.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 4.21 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัดอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 4.21 เปรียบเทียบการจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี							
การจำแนก	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	12 มกราคม 2543		8 มกราคม 2548		25 มกราคม 2554	
		ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	14.4000 - 18.1200	0.47	0.18	0	0	0.04	0.02
class 2	18.1200 - 19.6132	5.76	2.21	0	0	1.93	0.74
class 3	19.6132 - 23.2444	97.82	37.55	16.91	6.49	49.44	18.98
class 4	23.2444 - 26.8756	155.44	59.67	120.36	46.20	202.97	77.91
class 5	26.8756 - 30.5067	1	0.38	120.98	46.44	6.12	2.35
class 6	30.5067 - 34.1379	0.02	0.01	2.26	0.87	0.01	0.004
class 7	34.1379 - 37.7691	0	0	0	0	0	0
class 8	37.7691 - 41.4003	0	0	0	0	0	0
class 9	41.4003 - 45.0314	0	0	0	0	0	0
class 10	45.0314 - 48.6626	0	0	0	0	0	0
class 11	48.6626 - 50.8400	0	0	0	0	0	0
class 12	50.8400 - 60.8000	0	0	0	0	0	0
Class Total		260.51	100.00	260.51	100.00	260.51	100.00

จากตาราง 4.21 เปรียบเทียบการจำแนกค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จากการวิเคราะห์ได้จำแนกค่าเรเดียนซ์ 12 กลุ่ม ค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 14.4000 ถึง 60.8000 ผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 ปี พบว่ามีค่าเฉพาะกลุ่มที่ 1-6

กลุ่มที่มีค่าสูงได้แก่ กลุ่มที่ 4-6 มีค่าระหว่าง และ 23.2444 - 34.1379 องศาเซลเซียส ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 156.46 243.6 และ 209.1 กิโลเมตร และ เท่ากับจำนวนเปอร์เซ็นต์ 50.06 93.51 และ 80.26 ตามลำดับ

กลุ่มที่มีค่าต่ำได้แก่ กลุ่มที่ 1-3 มีค่าระหว่าง และ 14.4000 -23.2444 องศาเซลเซียส ผลการวิเคราะห์ในช่วง ปี 2543 2548 และ 2554 พบว่ามีพื้นที่ 104.5 16.91 และ 51.41 กิโลเมตร และ เท่ากับจำนวนเปอร์เซ็นต์ 39.94 6.49 และ 19.74 ตามลำดับ

สรุป ปี 2548 มีค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัดสูงกว่า และ มีพื้นที่จำนวนมากที่มี อุณหภูมิสูงกว่าปี 2543 และปี 2554

7. การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature)

วิธีการคำนวณมีรายละเอียดดังนี้ อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่าข้อมูลอุณหภูมิสองช่วงที่อุปกรณ์ตรวจวัด ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลเรเดียนซ์ นำข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีค่าอุณหภูมิสองช่วงที่อุปกรณ์ตรวจวัดที่คำนวณได้นำมาคำนวณหาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน และใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีค่า สภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity) ที่คำนวณได้ มาแทนค่าในสมการ(4) (Chander; Markham; & Helder. 2009: 900)

$$T_s = \frac{T_{(A)}}{1 + (\lambda T_{(A)} / \rho) \ln \epsilon} \dots\dots\dots(4)$$

แทนค่า ต่อไปนี้ในสมการ

T_s = อุณหภูมิพื้นผิว(Land surface temperature)

$\rho = hc/\sigma$ (1.438×10^{-2} mK)

h = Planck's constant (6.626×10^{-34} Js)

σ = Stefan-Boltzman's constant (5.67×10^{-8} W.m⁻² K⁻⁴ = 1.38×10^{-23} JK⁻¹)

c = Velocity of light (2.998×10^8 ms⁻¹)

$\lambda = 11.435 \times 10^{-6}$

ϵ = ค่าสภาพเปล่งรังสี (Emissivity)

T_A = อุณหภูมิที่เครื่องตรวจวัด หน่วยเคลวิน (Effective at satellite temperature in Kelvin)

เมื่อได้ผลลัพธ์อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินแล้วทำการแปลงค่าจากเคลวินเป็นองศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการจำแนกกลุ่มโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทา(Density Slicing) ตามเกณฑ์การจำแนกที่ได้กำหนดไว้แล้ว วิธีการแบ่งกลุ่มค่าระดับสีเทาเป็นการทำช่วงพิสัยของข้อมูลภาพ 1 ภาพ การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินแบ่งออกเป็น 12 กลุ่ม ตั้งแต่ 14.4000 ถึง 60.8000 องศาเซลเซียส

ในกรณีที่ค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวได้จากการคำนวณเอ็นดีวีไอ พบว่ามีพื้นที่บางส่วนที่ไม่สามารถจำแนกค่าอุณหภูมิได้เนื่องจากมีข้อจำกัด การแก้ไขต้องมีการกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวเพิ่มเติม เมื่อได้ข้อมูลสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิวที่สมบูรณ์แล้ว จึงนำมาคำนวณหาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินต่อไป แล้วใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยในการระบุตำแหน่งและแทนค่าข้อมูลที่ขาดหายไป การแก้ไขในส่วนนี้ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่สมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินปี 2543 2548 และ2554 มีรายละเอียดดังนี้

7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.22 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

ตาราง 4.22 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543			
การจำแนก	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
Class 1	unclassify	-	-
Class 2	14.4000 - 18.1200	0.01	0.004
Class 3	18.1200 - 19.6132	1.82	0.700
Class 4	19.6132 - 23.2444	36.36	13.957
Class 5	23.2444 - 26.8756	104.77	40.218
Class 6	26.8756 - 30.5067	78.33	30.067
Class 7	30.5067 - 34.1379	26.43	10.147
Class 8	34.1379 - 37.7691	8.94	3.431
Class 9	37.7691 - 41.4003	2.73	1.049
Class 10	41.4003 - 45.0314	1.05	0.403
Class 11	45.0314 - 48.6626	0.06	0.023
Class 12	48.6626 - 50.8400	-	-
Class 13	50.8400 - 60.8000	-	-
Class Total		260.51	100.00

จากตาราง 4.22 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

จำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินเป็น 13 กลุ่ม พบว่าข้อมูลกระจายอยู่ระหว่าง กลุ่มที่ 2-11 อุณหภูมิ 14.4000-48.6626 องศาเซลเซียส

แสดงการกระจายของข้อมูลในแผนที่ ภาพประกอบ 4.17 แผนที่ค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

กลุ่มที่มีพื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 5 มีค่าระหว่าง 23.2444 - 26.8756 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 104.77 ตารางกิโลเมตร หรือ 40.218 เปอร์เซ็นต์ พบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนาบกอัลฟ

อันดับสองกลุ่มที่ 6 มีค่าระหว่าง 26.8756 - 30.5067 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 78.33 ตารางกิโลเมตร หรือ 30.067 เปอร์เซ็นต์ พบมากในพื้นที่ตำบลดอนหัวพอ และกระจายทั่วไปในพื้นที่ศึกษา พบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง

อันดับสามได้แก่กลุ่มที่ 4 มีค่าระหว่าง 19.6132 - 23.2444 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 36.36 ตารางกิโลเมตร หรือ 13.957 เปอร์เซ็นต์ พบมากในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ หนองรี หนองข้างคอก และตำบลเหมืองต้นตะวันออกติดภูเขา ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 2 ป่าไม้และป่าชายเลน สังเกตได้ว่ามีอุณหภูมิต่ำกว่า 2 กลุ่มแรก

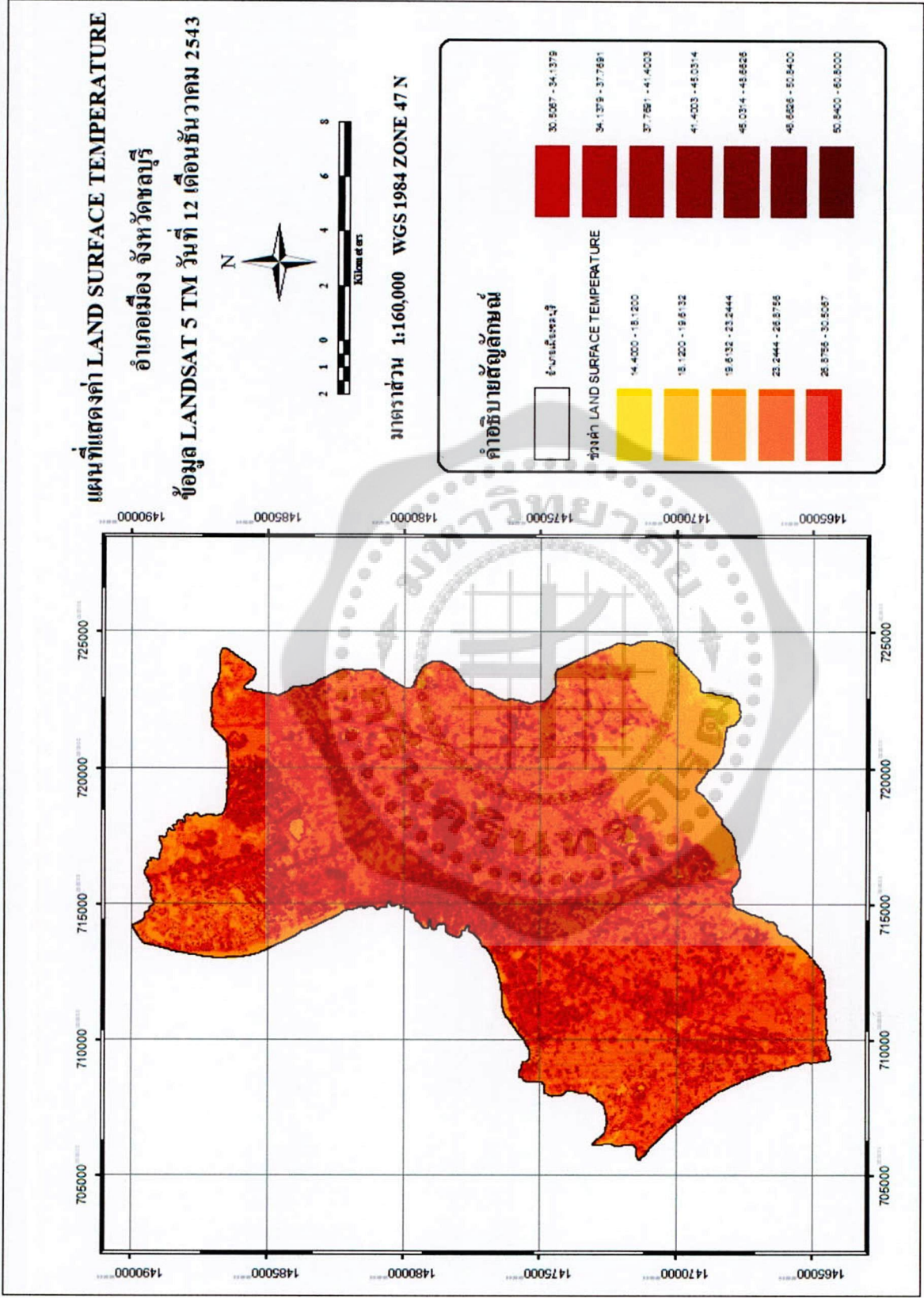
อันดับสี่ ได้แก่กลุ่มที่ 7 มีค่าระหว่าง 30.5067 - 34.1379 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 26.43 ตารางกิโลเมตร หรือ 10.147 เปอร์เซ็นต์ พบมากในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ หนองไม้แดง ดอนหัวพอ บ้านสวน เทศบาลเมือง เสmidt ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่ม 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน และ กลุ่ม 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง

อันดับห้า ได้แก่กลุ่มที่ 8 มีค่าระหว่าง 34.1379 - 37.7691 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 8.94 ตารางกิโลเมตร หรือ 3.431 เปอร์เซ็นต์ พบมากในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ หนองไม้แดง ดอนหัวพอ บ้านสวน เทศบาลเมือง เสmidt มีลักษณะกระจายและเป็นจุดเล็กๆ ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่ม 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหินและ กลุ่ม 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง

สำหรับกลุ่มที่มีอุณหภูมิสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ 9 10 และ 11 มีอุณหภูมิระหว่าง 37.7691จนถึง 48.6626 องศาเซลเซียส มีพื้นที่รวมกัน 3.84 ตารางกิโลเมตร หรือ 1.475 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะกระจายคล้ายคลึงกันเป็นจุดเล็กๆ พบมากในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ หนองไม้แดง ดอนหัวพอ บ้านสวน เทศบาลเมือง เสmidt ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่ม 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน และ กลุ่ม 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง

สำหรับกลุ่มที่มีอุณหภูมิต่ำสุดได้แก่ กลุ่มที่ 2 และ 3 มีอุณหภูมิระหว่าง 14.4000 จนถึง 19.6132 องศาเซลเซียส มีลักษณะกระจายเฉพาะบริเวณ พบมากในพื้นที่ตำบลหนองรี หนองข้างคอก ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 2 ป่าไม้และป่าชายเลน

การกระจายของอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 แสดงในแผนที่ต่อไปนี้ .



ภาพประกอบ 4.17 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.23 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.23 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548			
การจำแนก	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
Class 1	unclassify	-	-
Class 2	14.4000 - 18.1200	-	-
Class 3	18.1200 - 19.6132	0.03	0.012
Class 4	19.6132 - 23.2444	5.431	2.085
Class 5	23.2444 - 26.8756	24.693	9.479
Class 6	26.8756 - 30.5067	97.318	37.357
Class 7	30.5067 - 34.1379	103.826	39.856
Class 8	34.1379 - 37.7691	25.104	9.636
Class 9	37.7691 - 41.4003	3.045	1.169
Class 10	41.4003 - 45.0314	0.839	0.322
Class 11	45.0314 - 48.6626	0.218	0.084
Class 12	48.6626 - 50.8400	0.004	0.002
Class 13	50.8400 - 60.8000	-	-
Class Total		260.51	100.00

จากตาราง 4.23 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

จำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินเป็น 13 กลุ่ม พบว่าข้อมูลกระจายอยู่ระหว่าง กลุ่มที่ 3-12 อุณหภูมิ 18.1200 - 50.8400 องศาเซลเซียส

แสดงการกระจายของข้อมูลในแผนที่ ภาพประกอบ 4.18 แผนที่ค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

กลุ่มที่มีพื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 7 มีค่าระหว่าง 30.5067 - 34.1379 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 103.826 ตารางกิโลเมตร หรือ 39.856 เปอร์เซ็นต์ พบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ และกลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง ยกเว้น บริเวณชายฝั่งทะเลในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ และ

อันดับสองกลุ่มที่ 6 มีค่าระหว่าง 26.8756 - 30.5067 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 97.318 ตารางกิโลเมตร หรือ 37.357 เพอร์เซ็นต์ พบมากบริเวณเชิงเขาและภูเขาในที่ตำบลหนองรีและหนองข้างคอก เขตเนินเขาเตี้ยในเขตเชื่อมต่อระหว่างเขตเทศบาลเมืองและตำบลบ้านสวน รวมทั้งในเขตตำบลคลองตำหรุ และพบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 1 พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ และ กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น

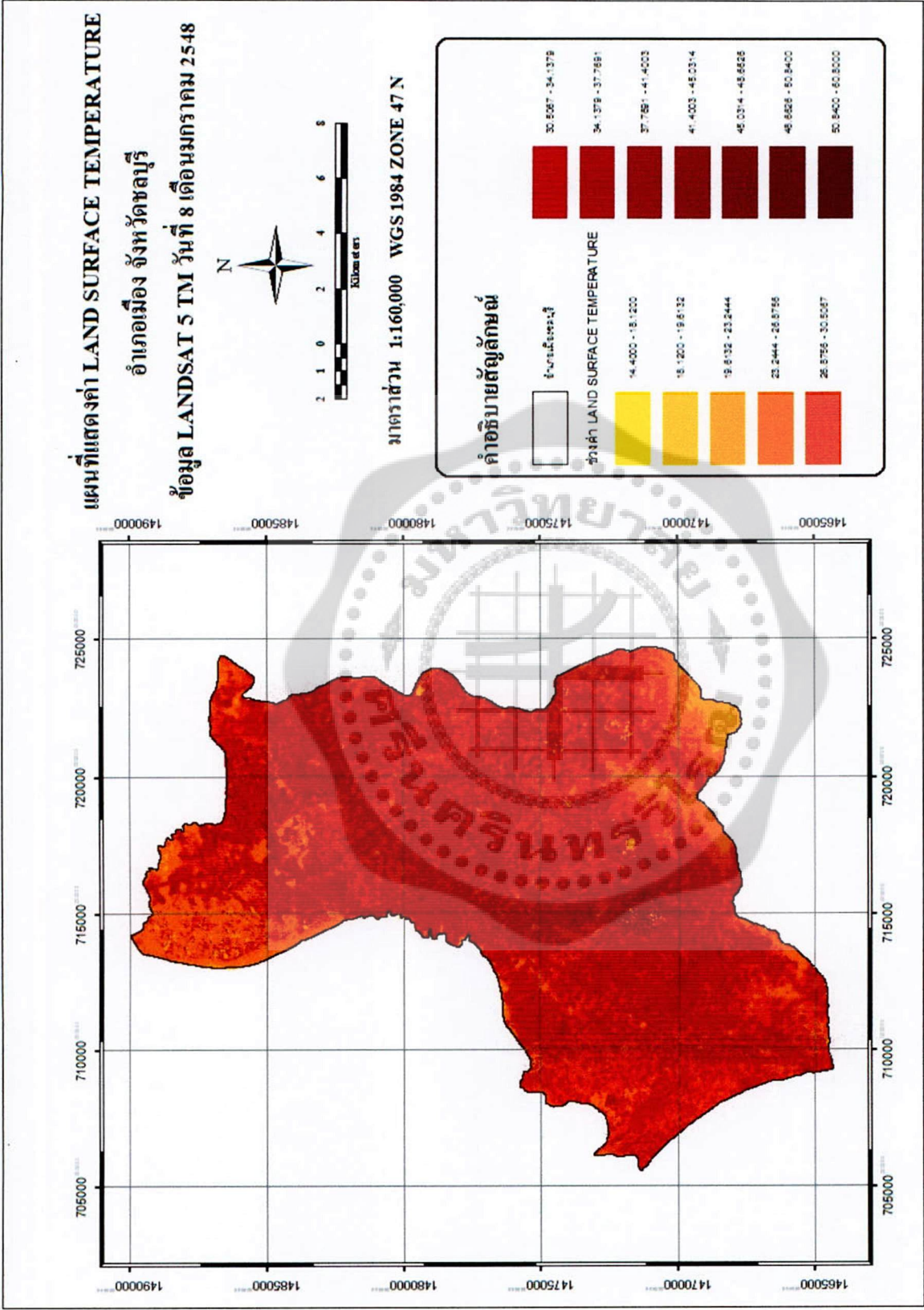
อันดับสามได้แก่กลุ่มที่ 8 มีค่าระหว่าง 34.1379 - 37.7691 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 25.10 ตารางกิโลเมตร หรือ 9.636 เพอร์เซ็นต์ พบมากในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ ดอนหัวพอ หนองไม้แดง หนองข้างคอก และตำบลเหมือง ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหินและ กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง ทั้งสองกลุ่มเป็นพื้นที่เมืองและชุมชนเป็นส่วนใหญ่

อันดับสี่ ได้แก่กลุ่มที่ 5 มีค่าระหว่าง 23.2444 - 26.8756 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 24.693 ตารางกิโลเมตร หรือ 9.479 เพอร์เซ็นต์ พบมากในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ หนองรี หนองข้างคอก เท่านั้น ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 1 พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ และ กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น

สำหรับกลุ่มที่มีอุณหภูมิสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ 9 10 11 และ 12 มีอุณหภูมิระหว่าง 37.7691 จนถึง 50.8400 องศาเซลเซียส มีพื้นที่รวมกัน 4.106 ตารางกิโลเมตร หรือ 1.577 เพอร์เซ็นต์ มีลักษณะกระจาย พบมากในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ หนองไม้แดง ดอนหัวพอ ห้วยกะปิ เหมือง ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่ม 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน

สำหรับกลุ่มที่มีอุณหภูมิต่ำสุดได้แก่ กลุ่มที่ 3 และ 4 มีอุณหภูมิระหว่าง 18.1200 จนถึง 23.2444 องศาเซลเซียส มีลักษณะกระจายเฉพาะบริเวณ พบมากในพื้นที่ตำบลหนองรี และบริเวณชายฝั่งทะเล ในตำบลคลองตำหรุ ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 2 ป่าไม้และป่าชายเลน

การกระจายของอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 แสดงในแผนที่ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4.18 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548

7.3 การวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.24 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.24 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554			
การจำแนก	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
Class 1	unclassify	-	-
Class 2	14.4000 - 18.1200	0.11	0.04
Class 3	18.1200 - 19.6132	1.62	0.62
Class 4	19.6132 - 23.2444	21.22	8.15
Class 5	23.2444 - 26.8756	45.26	17.37
Class 6	26.8756 - 30.5067	96.72	37.13
Class 7	30.5067 - 34.1379	66.99	25.72
Class 8	34.1379 - 37.7691	17.90	6.87
Class 9	37.7691 - 41.4003	6.54	2.51
Class 10	41.4003 - 45.0314	2.64	1.01
Class 11	45.0314 - 48.6626	1.13	0.43
Class 12	48.6626 - 50.8400	0.35	0.13
Class 13	50.8400 - 60.8000	0.04	0.01
Class Total		260.51	100.00

จากตาราง 4.24 การจำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 จำแนกค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินเป็น 13 กลุ่ม พบว่าข้อมูลกระจายอยู่ระหว่าง กลุ่มที่ 2-13 อุณหภูมิ 14.4000 - 60.8000 องศาเซลเซียส

แสดงการกระจายของข้อมูลในแผนที่ ภาพประกอบ 4.19 แผนที่ค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

กลุ่มที่มีพื้นที่มากที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ 6 มีค่าระหว่าง 26.8756 - 30.5067 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 96.72 ตารางกิโลเมตร หรือ 37.13 เปอร์เซ็นต์ พบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ และกลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง

อันดับสองกลุ่มที่ 7 มีค่าระหว่าง 30.5067 - 34.1379 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 66.99 ตารางกิโลเมตร หรือ 25.72 เปอร์เซ็นต์ พบกระจายทั่วไปในพื้นที่ศึกษา ยกเว้นพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ และในพื้นที่ป่าไม้ตำบลหนอง พบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ

อันดับสามได้แก่กลุ่มที่ 5 มีค่าระหว่าง 23.2444 - 26.8756 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 45.26 ตารางกิโลเมตร หรือ 17.37 เปอร์เซ็นต์ พบมากในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ หนองรี หนองข้างคอก และตำบลเหมืองด้านตะวันออกกุดิดูเขา พบกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่บางส่วนของพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 1 แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ กลุ่มที่ 2 ป่าไม้ และป่าชายเลน กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้นและ กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ สังเกตได้ว่ามีอุณหภูมิต่ำกว่า 2 กลุ่มแรก

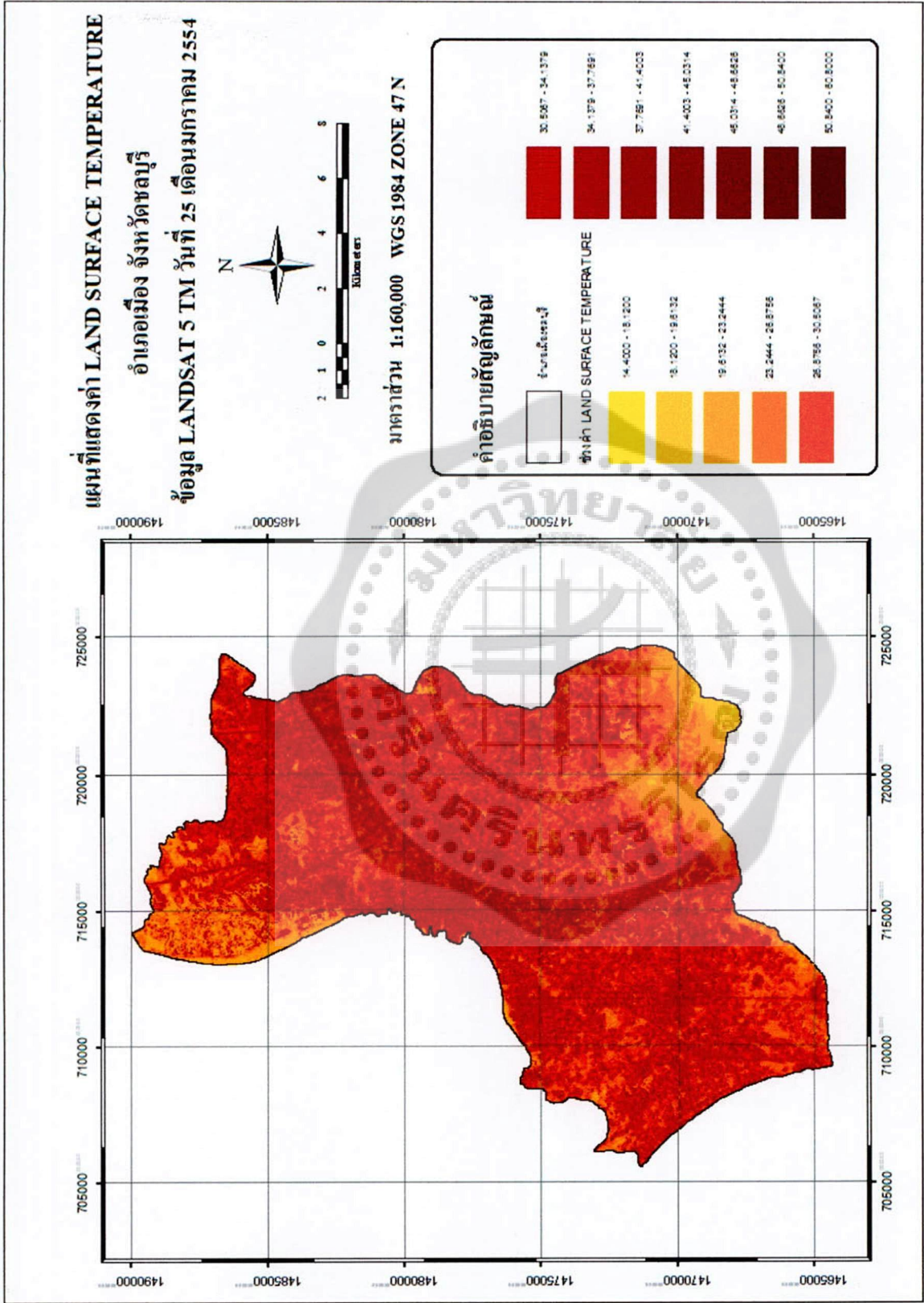
อันดับสี่ ได้แก่กลุ่มที่ 4 มีค่าระหว่าง 19.6132 - 23.2444 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 21.22 ตารางกิโลเมตร หรือ 8.15 เปอร์เซ็นต์ พบมากบริเวณชายฝั่งทะเลในตำบลคลองตำหรุและในเขตภูเขาและมีป่าไม้ในพื้นที่ตำบลหนองรี หนองข้างคอก ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่ม 1 แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ กลุ่ม 2 ป่าไม้ และป่าชายเลน

อันดับห้า ได้แก่กลุ่มที่ 8 มีค่าระหว่าง 34.1379 - 37.7691 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 17.90 ตารางกิโลเมตร หรือ 6.87 เปอร์เซ็นต์ พบมากในพื้นที่ หนองไม้แดง ดอนหัวพอ บ้านสวน เทศบาลเมือง เสmidt มีลักษณะกระจายและเป็นจุดเล็กๆ ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่ม 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน และ กลุ่ม 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ

สำหรับกลุ่มที่มีอุณหภูมิสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ 9 10 และ 11 มีอุณหภูมิระหว่าง 37.7691 จนถึง 60.8000 องศาเซลเซียส มีพื้นที่รวมกัน 10.7 ตารางกิโลเมตร หรือ 4.09 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะกระจายคล้ายคลึงกันเป็นจุดเล็กๆ บริเวณที่มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในพื้นที่ระหว่างตำบลคลองตำหรุ และตำบลดอนหัวพอ ซึ่งเป็นย่านอุตสาหกรรม นอกจากนี้พบกระจายทั่วไปส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่ม 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน และ กลุ่ม 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ

สำหรับกลุ่มที่มีอุณหภูมิต่ำสุดได้แก่ กลุ่มที่ 2 และ 3 มีอุณหภูมิระหว่าง 14.4000 จนถึง 19.6132 องศาเซลเซียส มีลักษณะกระจายเฉพาะบริเวณ พบในพื้นที่ตำบลหนองรีเท่านั้น ในพื้นที่มีการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กลุ่มที่ 2 ป่าไม้และป่าชายเลน

การกระจายของอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554 แสดงในแผนที่ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4.18 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 25 เดือน มกราคม พ.ศ. 2554

7.4 สรุปผลเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 4.25 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ตาราง 4.25 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน(Land surface temperature) เพิ่มเติมในพื้นที่จำแนกไม่ได้ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี							
การจำแนก	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	12 มกราคม 2543		8 มกราคม 2548		25 มกราคม 2554	
		ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
class 1	Unclassify	-	-	-	-	-	-
class 2	14.4000 - 18.1200	0.01	0.004	-	-	0.11	0.04
class 3	18.1200 - 19.6132	1.82	0.700	0.03	0.012	1.62	0.62
class 4	19.6132 - 23.2444	36.36	13.957	5.431	2.085	21.22	8.15
class 5	23.2444 - 26.8756	104.77	40.218	24.693	9.479	45.26	17.37
class 6	26.8756 - 30.5067	78.33	30.067	97.318	37.357	96.72	37.13
class 7	30.5067 - 34.1379	26.43	10.147	103.826	39.856	66.99	25.72
class8	34.1379 - 37.7691	8.94	3.431	25.104	9.636	17.90	6.87
class 9	37.7691 - 41.4003	2.73	1.049	3.045	1.169	6.54	2.51
class10	41.4003 - 45.0314	1.05	0.403	0.839	0.322	2.64	1.01
class11	45.0314 - 48.6626	0.06	0.023	0.218	0.084	1.13	0.43
class12	48.6626 - 50.8400	-	-	0.004	0.002	0.35	0.13
class13	50.8400 - 60.8000	-	-	-	-	0.04	0.01
Class Total		260.51	100.00	260.51	100.00	260.51	100.00

ตาราง 4.25 เมื่อกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว เพิ่มเติมให้กับพื้นที่จำแนกไม่ได้แล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทำการคำนวณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจะทำให้สามารถคำนวณหาค่าอุณหภูมิในพื้นที่จำแนกไม่ได้เพิ่มเติม ทำให้ค่าอุณหภูมิมีความสมบูรณ์ ไม่มีพื้นที่จำแนกไม่ได้ มีรายละเอียดดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบ ในช่วง 12 ปี คือ ปี 2543 2548 และ 2554 มีอุณหภูมิดังนี้

2543 พื้นที่มากที่สุดได้แก่ พื้นที่กลุ่มที่ 5 มีค่าอุณหภูมิ ระหว่าง 23.2444 - 26.8756 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 104.77 ตารางกิโลเมตร หรือ 40.218 เฮกตาร์

ปี 2548 พื้นที่มากที่สุดได้แก่ พื้นที่กลุ่มที่ 7 มีค่าอุณหภูมิ ระหว่าง 30.5067 - 34.1379 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 103.826 ตารางกิโลเมตร หรือ 39.856 เฮกตาร์

ปี 2554 พื้นที่มากที่สุดได้แก่ พื้นที่กลุ่มที่ 6 มีค่าอุณหภูมิ ระหว่าง 26.8756 - 30.5067 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 96.72 ตารางกิโลเมตร หรือ 37.13 เฮกตาร์

สรุป ปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงกว่า ปี 2543 และ 2554 เมื่อพิจารณาจากภาพถ่ายดาวเทียมสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างได้ค่อนข้างชัดเจน จากภาพประกอบหน้า 51-53 นอกจากนี้ยังพบว่า อุณหภูมิต่ำสุดสูงกว่าปีอื่นๆ คืออยู่ระหว่าง 18.1200 - 19.6132 องศาเซลเซียส

สำหรับอุณหภูมิสูงสุด พบว่า ปี 2554 พื้นที่กลุ่มที่ 13 มีค่าอุณหภูมิ ระหว่าง 50.8400 - 60.8000 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 0.04 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.01 เฮกตาร์ และสูงกว่าปีอื่นๆ

อุณหภูมิต่ำสุด พบว่า ปี 2543 และ 2554 มีพื้นที่กลุ่มที่ 2 มีค่าอุณหภูมิ ระหว่าง 14.4000 - 18.1200 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ 0.01 และ 0.11 ตารางกิโลเมตร หรือ 0.004 และ 0.04 เฮกตาร์ ตามลำดับ

เมื่อรวมพื้นที่ที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ กลุ่มที่ 8-13 ซึ่งถือว่าเป็นพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง มีค่าอุณหภูมิ ระหว่าง 34.1379 - 60.8000 องศาเซลเซียสพบว่า ปี 2543 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 12.78 29.21 และ 28.6 ตารางกิโลเมตร หรือ 4.906 11.213 และ 10.96 เฮกตาร์

ปี 2548 มีพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงจำนวนมากกว่าปีอื่นๆ สาเหตุน่าจะมาจากความแห้งแล้งจากสภาพภูมิอากาศจะเห็นได้จากพื้นที่ป่าไม้มีการสะท้อนไม่สมบูรณ์เหมือนปีอื่นๆ ส่วนในปี 2554 พื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงจำนวนมากกว่า ปี 2543 เนื่องจากมีการใช้ที่ดินเปลี่ยนเป็นพื้นที่เมือง พื้นที่อุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น

8. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง (Change detection analysis) การใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน และเอ็นดีวีไอ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลดาวเทียม ใ้กับภาพดาวเทียม จำนวน 2 ภาพที่มีวันที่แตกต่างกัน เพื่อหาความเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่ผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขไว้ ภาพที่นำเข้ามาวิเคราะห์ต้องผ่านการวิเคราะห์ในเรื่องที่กำหนดมาก่อนแล้วนำผลที่ได้มาตรวจสอบความเปลี่ยนแปลง

ผลของการวิเคราะห์ แสดงเป็นตารางค่าสถิติที่อ่านความหมายได้ดังนี้

- 1.การจำแนกกลุ่มเป็นคอลัมน์ เป็นของข้อมูลภาพดาวเทียมแรก
- 2.การจำแนกกลุ่มเป็นแถว เป็นข้อมูลของภาพดาวเทียมที่สอง
3. **Class Total** ของคอลัมน์ (Column) หมายถึงผลรวมของแต่ละกลุ่มข้อมูลของภาพที่ 1
4. **Class Total** ของแถว (Row) หมายถึงผลรวมของแต่ละกลุ่มข้อมูลของภาพที่ 2

ในงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์เพื่อหาความเปลี่ยนแปลง ในเรื่องต่อไปนี้

- 1.การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง ข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and land cover change detection analysis)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลงดัชนีพืชพรรณ (NDVI change detection analysis)

8.1.การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง ข้อมูลการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and land cover change detection analysis)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง(Change detection) ได้ใช้วิธีการควบคุมตัวแปรให้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน คือช่วงฤดูหนาว ข้อมูลทั้งสามปีเป็นข้อมูล เดือนธันวาคมและมกราคม และมีระยะห่างช่วงละ 5 ปี

การวิเคราะห์เพื่อหาค่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี มีรายละเอียดดังนี้

8.1.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่าง ข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

8.1.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

8.1.3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

8.1.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ระหว่างข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง(Change detection) ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นพื้นที่และเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.26 และ 4.27 มีรายละเอียดตัวเลขพื้นที่ตามตาราง 4.26 ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ ปี 2543 และ 2548 มีพื้นที่ 6.52 และ 4.45 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 2.07 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 1.66 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 2 ป่าไม้ และป่าชายเลน ปี 2543 และ 2548 มีพื้นที่ 24.63 และ 9.81 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 14.82 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น จำนวน 12.65 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น ปี 2543 และ 2548 มีพื้นที่ 75.30 และ 55.73 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 19.57 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่ม 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟจำนวน 18.09 ตารางกิโลเมตรและกลุ่ม 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 15.17 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ ปี 2543 และ 2548 มีพื้นที่ 68.08 และ 58.47 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 9.61 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง จำนวน 11.58 ตารางกิโลเมตรและเปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 13.99 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง ปี 2543 และ 2548 มีพื้นที่ 11.3 และ 31.14 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่เพิ่มขึ้นจำนวน 20.01 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ จำนวน 11.58 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน ปี 2543 และ 2548 มีพื้นที่ 38.16 และ 34.03 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 4.13 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 10.31 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง ปี 2543 และ 2548 มีพื้นที่ 36.50 และ 66.87 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่เพิ่มขึ้นจำนวน 30.37 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่มาจากกลุ่ม 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ และกลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน จำนวน 15.17 13.99 และ 10.31 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

ตาราง 4.26 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (ตารางกิโลเมตร)

12/12/2543 08/01/2548	ตาราง 4.26 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ.2543 กับวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548(ตารางกิโลเมตร)							
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class Total
Class 1	3.28	0.02	0.15	0.04	0	0.09	0.87	4.45
Class 2	0.06	5.38	2.84	1.04	0	0.01	0.47	9.81
Class 3	0.83	12.65	28.95	6.37	1.47	0.69	4.77	55.73
Class 4	0.08	4.97	18.09	29.36	2	2.6	1.37	58.47
Class 5	0.04	0.55	5.99	11.58	4.27	7.47	1.24	31.14
Class 6	0.57	0.33	4.11	5.7	1.64	16.98	4.71	34.03
Class 7	1.66	0.73	15.17	13.99	1.94	10.31	23.07	66.87
Class Total	6.52	24.63	75.3	68.08	11.33	38.16	36.5	0
Class Changes	3.24	19.25	46.35	38.72	7.06	21.17	13.43	0
Image Difference	-2.07	-14.82	-19.56	-9.62	19.81	-4.12	30.38	0

ตาราง 4.27 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (เปอร์เซ็นต์)

12/12/2543 08/01/2548	ตาราง 4.27 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ.2548(เปอร์เซ็นต์)							
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class Total
Class 1	50.34	0.09	0.20	0.06	0.02	0.23	2.38	100.00
Class 2	0.92	21.85	3.77	1.53	0.03	0.03	1.29	100.00
Class 3	12.74	51.37	38.45	9.36	13.01	1.80	13.08	100.00
Class 4	1.16	20.19	24.03	43.12	17.66	6.81	3.75	100.00
Class 5	0.62	2.22	7.95	17.01	37.69	19.59	3.39	100.00
Class 6	8.76	1.32	5.46	8.37	14.44	44.51	12.90	100.00
Class 7	25.45	2.96	20.15	20.54	17.15	27.03	63.21	100.00
Class Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
Class Changes	49.66	78.15	61.56	56.88	62.31	55.49	36.80	0.00
Image Difference	-31.69	-60.17	-25.98	-14.12	174.82	-10.80	83.23	0.00

8.1.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่าง ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นพื้นที่และเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.28 และ 4.29 มีรายละเอียดตัวเลขพื้นที่ตามตาราง 4.28 ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ ปี 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 4.45 และ 13.64 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่เพิ่มขึ้นจำนวน 9.19 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น และกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 4.16 และ 4.13 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 ป่าไม้ และป่าชายเลน ปี 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 9.81 และ 22.9 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่เพิ่มขึ้นจำนวน 13.09 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น และกลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ จำนวน 9.17 และ 7.03 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น ปี 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 75.30 และ 55.73 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 19.57 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่ม 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟจำนวน 18.09 ตารางกิโลเมตรและกลุ่ม 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 15.17 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ ปี 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 58.47 และ 95.21 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่เพิ่มขึ้นจำนวน 36.74 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้างและ กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น จำนวน 25.18 15.32 และ 11.29 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง ปี 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 31.14 และ 25.64 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 5.5 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 6.35 4.38 และ 3.73 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน ปี 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 34.03 และ 26.23 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 7.8 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมืองถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง และกลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ จำนวน 7.99 และ 7.18 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง ปี 2548 และ 2554 มีพื้นที่ 66.87 และ 33.61 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 33.26 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ และกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมืองถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง จำนวน 25.18 และ 18.62 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

ตาราง 4.28 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

12/12/2543 08/01/2548	ตาราง 4.28 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ.2548 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554(ตารางกิโลเมตร)							
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class Total
Class 1	3.38	0.6	4.16	0.46	0.17	0.74	4.13	13.64
Class 2	0.03	5.15	9.17	7.03	0.39	0.07	1.06	22.9
Class 3	0.05	0.39	21.69	7.15	4.44	1.37	8.2	43.28
Class 4	0.08	2.72	11.29	33.46	15.32	7.18	25.18	95.21
Class 5	0.08	0.53	4.38	6.35	6.35	4.2	3.73	25.64
Class 6	0.24	0.21	1.53	2.65	3.16	12.49	5.95	26.23
Class 7	0.59	0.21	3.52	1.37	1.31	7.99	18.62	33.61
Class Total	4.45	9.81	55.73	58.47	31.14	34.03	66.87	0
Class Changes	1.07	4.66	34.04	25.01	24.79	21.54	48.25	0
Image Difference	9.19	13.09	-12.45	36.75	-5.5	-7.8	-33.27	0

ตาราง 4.29 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (เปอร์เซ็นต์)

12/12/2543 08/01/2548	ตาราง 4.29 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (เปอร์เซ็นต์)							
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class Total
Class 1	75.90	6.14	7.46	0.79	0.55	2.18	6.17	100
Class 2	0.69	52.48	16.45	12.02	1.26	0.22	1.59	100
Class 3	1.17	3.98	38.92	12.23	14.25	4.01	12.26	100
Class 4	1.81	27.69	20.25	57.23	49.19	21.09	37.65	100
Class 5	1.87	5.44	7.87	10.86	20.40	12.33	5.58	100
Class 6	5.39	2.11	2.75	4.53	10.16	36.71	8.90	100
Class 7	13.18	2.17	6.31	2.34	4.20	23.47	27.85	100
Class Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0
Class Changes	24.10	47.52	61.08	42.77	79.60	63.30	72.15	0
Image Difference	206.33	133.47	-22.34	62.85	-17.67	-22.93	-49.75	0

8.1.3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่าง ข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นพื้นที่และเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.30 และ 4.31 มีรายละเอียดตัวเลขพื้นที่ตามตาราง 4.29 ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ ปี 2543 และ 2554 มีพื้นที่ 6.52 และ 13.64 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่เพิ่มขึ้นจำนวน 7.12 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง และกลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น จำนวน 4.38 และ 3.18 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

กลุ่มที่ 2 ป่าไม้ และป่าชายเลน ปี 2543 และ 2554 มีพื้นที่ 24.63 และ 22.9 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 1.73 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น และกลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ จำนวน 6.83 และ 3.82 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น ปี 2543 และ 2554 มีพื้นที่ 75.30 และ 43.28 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 32.02 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่ม 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟจำนวน 27.47 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ ปี 2543 และ 2554 มีพื้นที่ 68.08 และ 95.21 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่เพิ่มขึ้นจำนวน 27.13 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่มาจาก กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น และกลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน จำนวน 27.47 และ 11.73 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

กลุ่มที่ 5 พื้นที่เกษตรเก็บเกี่ยวแล้ว ทุ่งหญ้า พื้นที่รกร้าง ปี 2543 และ 2554 มีพื้นที่ 11.33 และ 25.64 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่เพิ่มขึ้นจำนวน 14.31 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ กลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น และกลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน จำนวน 8.47 6.93 และ 4.36 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน ปี 2543 และ 2554 มีพื้นที่ 38.16 และ 26.23 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 11.93 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 4 พื้นที่เกษตรผสม สนามกอล์ฟ และ กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมืองถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง และ จำนวน 11.73 และ 8.53 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 7 พื้นที่เมือง ถนน พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำแห้ง ปี 2543 และ 2554 มีพื้นที่ 36.5 และ 33.61 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ พื้นที่ลดลงจำนวน 2.89 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นกลุ่มที่ 1 แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรสัตว์น้ำ กลุ่มที่ 6 พื้นที่เมือง สิ่งก่อสร้าง ถนน พื้นที่ว่าง พื้นที่เหมืองหิน และกลุ่มที่ 3 ป่าโปร่ง ไม้ยืนต้น จำนวน 4.38 3.85 และ 3.07 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

ตาราง 4.30 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554(ตารางกิโลเมตร)

12/12/2543 08/01/2548	ตาราง 4.30 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ.2548 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554(ตารางกิโลเมตร)							
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class Total
Class 1	4.14	0.6	3.18	0.69	0.07	0.58	4.38	13.64
Class 2	0.14	11.1	6.83	3.82	0.16	0.14	0.7	22.9
Class 3	0.17	5.97	21.51	7.98	1.86	2.73	3.07	43.28
Class 4	0.34	4.17	27.47	38.42	4.89	11.73	8.2	95.21
Class 5	0.16	2.07	6.93	8.47	2.28	4.36	1.36	25.64
Class 6	0.5	0.4	4.61	5.42	1.37	10.08	3.85	26.23
Class 7	1.07	0.3	4.77	3.29	0.7	8.53	14.94	33.61
Class Total	6.52	24.63	75.3	68.08	11.33	38.16	36.5	0
Class Changes	2.38	13.53	53.79	29.67	9.05	28.07	21.55	0
Image Difference	7.12	-1.73	-32.01	27.13	14.31	-11.92	-2.89	0

ตาราง 4.31 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (เปอร์เซ็นต์)

12/12/2543 08/01/2548	ตาราง 4.31 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (เปอร์เซ็นต์)							
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class Total
Class 1	63.532	2.457	4.222	1.009	0.618	1.528	11.989	100
Class 2	2.205	45.073	9.075	5.615	1.418	0.364	1.918	100
Class 3	2.56	24.234	28.565	11.717	16.406	7.158	8.417	100
Class 4	5.148	16.938	36.484	56.426	43.204	30.736	22.457	100
Class 5	2.502	8.426	9.199	12.444	20.118	11.434	3.718	100
Class 6	7.679	1.637	6.117	7.958	12.059	26.428	10.556	100
Class 7	16.374	1.236	6.338	4.831	6.178	22.351	40.946	100
Class Total	100	100	100	100	100	100	100	0
Class Changes	36.468	54.927	71.435	43.574	79.882	73.572	59.054	0
Image Difference	109.242	-7.017	-42.517	39.85	126.269	-31.252	-7.923	0

8.2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ (NDVI change detection analysis)

การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง(Change detection) ได้ใช้วิธีการควบคุมตัวแปรให้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน คือช่วงฤดูหนาว ข้อมูลทั้งสามปีเป็นข้อมูล เดือนธันวาคมและมกราคม และมีระยะห่างช่วงละ 5 ปี

การวิเคราะห์เพื่อหาค่าการเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี
มีรายละเอียดดังนี้

8.2.1 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่าง ข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

8.2.2 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2548กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

8.2.3 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

8.2.1 การเปลี่ยนแปลงเอ็นตีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่าง ข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

ตาราง 4.31 การเปลี่ยนแปลงเอ็นตีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 กับวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ.2548 (ตารางกิโลเมตร)

12/12/2543	ตาราง 4.31 การเปลี่ยนแปลงเอ็นตีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ.2548 (ตารางกิโลเมตร)											
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	Class 10	Class 11	Class Total
08/01/2548												
Class 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Class 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Class 3	0	0	0.06	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.07
Class 4	0	0.02	0.17	0.17	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	0.47
Class 5	0	0.02	0.18	0.49	0.78	0.36	0.12	0.06	0.02	0	0	2.04
Class 6	0.01	0.04	0.29	1.35	8.34	15.78	5.9	3.89	2.14	0.18	0	37.92
Class 7	0	0.01	0.1	0.7	2.02	26.55	38.95	22.84	12.02	4.49	0	107.69
Class 8	0	0	0.02	0.19	0.36	3.16	17.05	31.68	20.25	5.88	0	78.59
Class 9	0	0	0.01	0.04	0.07	0.48	1.55	6.45	11.86	4.32	0	24.78
Class 10	0	0	0.01	0.02	0.04	0.2	0.22	0.58	2.63	3.99	0	7.69
Class 11	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.08	1.17	0	1.26
Class Total	0.02	0.1	0.84	2.97	11.65	46.56	63.82	65.51	49.01	20.03	0	0
Class Changes	0.02	0.1	0.78	2.8	10.87	30.77	24.87	33.83	37.15	16.04	0	0
Image Difference	-0.02	-0.1	-0.77	-2.51	-9.61	-8.64	43.87	13.09	-24.23	-12.34	1.26	0

ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นพื้นที่ในตารางที่ 4.31 และแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.32 มีรายละเอียดตัวเลขพื้นที่ตามตาราง 4.31 ดังนี้

ปี 2543 จำแนกข้อมูลค่าเอ็นตีวีไอได้ 10 กลุ่ม กลุ่มที่ 1-10 มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 0.8000

ปี 2554 จำแนกข้อมูลกลุ่มได้ 9 กลุ่ม กลุ่มที่ 3-11 มีค่าตั้งแต่ -0.5670 ถึง 1

กลุ่มที่ 1 ค่าดัชนี -1.0000 ถึง -0.7835 ปี 2543 มีพื้นที่ 0.2 ตารางกิโลเมตร ในปี2548 เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 0.01 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 2 ค่าดัชนี -0.7835 ถึง -0.5670 ปี 2543 มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร ในปี2548 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 0.04 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 3 ค่าดัชนี -0.5670 ถึง -0.3505 ปี 2543 และ ปี 2548 มีพื้นที่ 0.84 และ 0.07 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 0.29 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 ปี 2543 และ ปี 2548 มีพื้นที่ 2.97 และ 0.47 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 1.35 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 ปี 2543 และ ปี 2548 มีพื้นที่ 11.65 และ 2.04 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 8.34 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 ปี 2543 และ ปี 2548 มีพื้นที่ 46.56 และ 37.92 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 26.55 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 ปี 2543 และ ปี 2548 มีพื้นที่ 63.82 และ 107.69 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2548 พื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 พื้นที่ 17.05 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 ปี 2543 และ ปี 2548 มีพื้นที่ 65.51 และ 78.59 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2548 พื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 พื้นที่ 22.84 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 ปี 2543 และ ปี 2548 มีพื้นที่ 49.01 และ 24.78 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 พื้นที่ 20.25 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 10 ค่าดัชนี 0.6073 ถึง 0.8000 ปี 2543 และ ปี 2548 มีพื้นที่ 20.03 และ 7.69 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 พื้นที่ 5.88 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 11 ค่าดัชนี 0.8000 ถึง 1.0000 ปี 2543 ไม่มีข้อมูล และ ปี 2548 มีพื้นที่ 1.26 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 10 ค่าดัชนี 0.6073 ถึง 0.8000 จำนวน 1.17 ตารางกิโลเมตร

การเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนีพืชพรรณเพิ่มขึ้นหมายถึงมีความสมบูรณ์ของพืช และจำนวนพืชเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามค่าดัชนีพืชพรรณลดลงก็หมายถึง ความสมบูรณ์ของพืชลดลง และจำนวนต้นไม้ลดลงเช่นกัน อาจเกิดจากความแห้งแล้งหรือมีการเก็บเกี่ยวพืชแล้ว

ตาราง 4.32 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ.2548 (เปอร์เซ็นต์)

12/12/2543 08/01/2548	ตาราง 4.32 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ.2548 (เปอร์เซ็นต์)											
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	Class 10	Class 11	Class Total
Class 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Class 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Class 3	0	2.581	6.788	0.189	0.005	0.001	0	0	0.005	0.003	0	100
Class 4	20	23.226	20.507	5.884	0.392	0.048	0.016	0.013	0.015	0.003	0	100
Class 5	13.333	17.419	21.999	16.432	6.659	0.78	0.19	0.091	0.047	0.009	0	100
Class 6	46.667	40	34.825	45.283	71.61	33.901	9.253	5.933	4.36	0.883	0	100
Class 7	20	11.613	11.782	23.702	17.315	57.023	61.027	34.867	24.524	22.432	0	100
Class 8	0	4.516	2.312	6.43	3.112	6.78	26.723	48.359	41.315	29.336	25	100
Class 9	0	0	0.969	1.366	0.59	1.031	2.436	9.847	24.199	21.546	25	100
Class 10	0	0.645	0.82	0.714	0.317	0.431	0.347	0.883	5.375	19.933	50	100
Class 11	0	0	0	0	0	0.004	0.01	0.007	0.159	5.856	0	100
Class Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
Class Changes	100	100	93.214	94.116	93.341	66.099	38.973	51.641	75.801	80.067	100	0
Image Difference	-100	-100	-91.723	-84.261	-82.513	-18.563	68.734	19.98	-49.441	-61.592	50450	0

ผลการวิเคราะห์แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ปี2543 และ 2548 เป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.32 ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ค่าดัชนี -1.0000 ถึง -0.7835 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 มากที่สุดจำนวน 46.667 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 2 ค่าดัชนี -0.7835 ถึง -0.5670 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 มากที่สุดจำนวน 23.226 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 3 ค่าดัชนี -0.5670 ถึง -0.3505 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 มากที่สุดจำนวน 34.825 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 มากที่สุดจำนวน 45.283 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 มากที่สุดจำนวน 71.61 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 มากที่สุดจำนวน 57.023 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 มากที่สุดจำนวน 26.723 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 มากที่สุดจำนวน 34.867 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 มากที่สุดจำนวน 41.315 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 10 ค่าดัชนี 0.6073 ถึง 0.8000 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 มากที่สุดจำนวน 29.336 เปอร์เซ็นต์



8.2.2 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.33 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (ตารางกิโลเมตร)

08/01/2548	ตาราง 4.33 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (ตารางกิโลเมตร)											
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	Class 10	Class 11	Class Total
25/01/2554												
Class 1	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0.03
Class 2	0	0	0	0.04	0.04	0.07	0.03	0.01	0.01	0	0	0.19
Class 3	0	0	0.01	0.13	0.17	0.28	0.17	0.06	0.02	0.01	0	0.86
Class 4	0	0	0.04	0.14	0.9	3.9	1.24	0.42	0.11	0.02	0	6.78
Class 5	0	0	0.01	0.07	0.56	15.57	11.24	3.18	0.82	0.21	0	31.68
Class 6	0	0	0	0.05	0.26	13.6	40.56	10.93	1.79	0.33	0	67.52
Class 7	0	0	0	0.02	0.05	3.32	34.47	23.9	3.32	0.35	0	65.44
Class 8	0	0	0	0.01	0.03	0.9	14.22	22.68	6.36	0.78	0	44.98
Class 9	0	0	0	0	0.01	0.2	4.73	11.89	6.81	1.65	0.01	25.29
Class 10	0	0	0	0	0	0.06	1	5.17	4.04	3.05	0.04	13.37
Class 11	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.34	1.5	1.29	1.21	4.36
Class Total	0	0	0.07	0.47	2.04	37.92	107.69	78.59	24.78	7.69	1.26	0
Class Changes	0	0	0.05	0.33	1.47	24.32	73.21	55.91	17.97	4.64	0.05	0
Image Difference	0.03	0.19	0.79	6.31	29.64	29.6	-42.25	-33.61	0.51	5.67	3.1	0

ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นพื้นที่ในตารางที่ 4.33 และแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.34 มีรายละเอียดตัวเลขพื้นที่ตามตาราง 4.33 ดังนี้

ปี 2548 จำนวนข้อมูลค่าเอ็นดีวีไอได้ 9 กลุ่ม กลุ่มที่ 3-11 มีค่าตั้งแต่ -0.5670 ถึง 1

ปี 2554 จำนวนข้อมูลกลุ่มได้ 11 กลุ่ม กลุ่มที่ 1-11 มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1

กลุ่มที่ 1 ค่าดัชนี -1.0000 ถึง -0.7835 ปี 2548 ไม่มีข้อมูล ในปี 2554 มีพื้นที่ 0.03 ตารางกิโลเมตร เปลี่ยนมาจากกลุ่ม 4 5 6 7

กลุ่มที่ 2 ค่าดัชนี -0.7835 ถึง -0.5670 ปี 2543 ไม่มีข้อมูล ในปี 2554 มีพื้นที่ 0.19 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 0.07 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 3 ค่าดัชนี -0.5670 ถึง -0.3505 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 0.07 และ 0.86 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่มาจากกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 0.28 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 0.47 และ 6.78 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 3.9 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 2.04 และ 31.68 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 15.57 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 37.92 และ 67.52 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 40.56 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 107.69 และ 65.44 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 40.56 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 78.59 และ 44.98 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 พื้นที่ 23.9 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 24.78 และ 25.29 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 พื้นที่ 6.36 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 10 ค่าดัชนี 0.6073 ถึง 0.8000 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 7.69 และ 13.37 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 พื้นที่ 5.17 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 11 ค่าดัชนี 0.8000 ถึง 1.0000 ปี 2548 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 1.26 และ 4.36 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 พื้นที่ 1.5 ตารางกิโลเมตร

การเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนีพืชพรรณเพิ่มขึ้นหมายถึงมีความสมบูรณ์ของพืช และจำนวนพืชเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามค่าดัชนีพืชพรรณลดลงก็หมายถึง ความสมบูรณ์ของพืชลดลง และจำนวนต้นไม้ลดลงเช่นกัน อาจเกิดจากความแห้งแล้งหรือมีการเก็บเกี่ยวพืชแล้ว

ตาราง 4.34 การเปลี่ยนแปลงเอ็นตริวไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (เปอร์เซ็นต์)

8/01/2548 25/01/2554	ตาราง 4.34 การเปลี่ยนแปลงเอ็นตริวไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (เปอร์เซ็นต์)											
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	Class 10	Class 11	Class Total
Class 1	0	0	0.901	1.068	0.276	0.033	0.006	0.002	0.003	0.008	0	100
Class 2	0	0	6.306	8.011	1.964	0.173	0.024	0.013	0.028	0.008	0	100
Class 3	0	0	17.117	27.37	8.5	0.752	0.16	0.076	0.096	0.081	0	100
Class 4	0	0	52.252	30.04	44.4	10.291	1.156	0.531	0.459	0.309	0	100
Class 5	0	0	16.216	15.754	27.708	41.064	10.441	4.047	3.299	2.762	0.247	100
Class 6	0	0	4.505	11.482	12.795	35.859	37.663	13.913	7.243	4.224	0.049	100
Class 7	0	0	1.802	4.406	2.616	8.756	32.011	30.416	13.38	4.589	0.099	100
Class 8	0	0	0	1.602	1.289	2.37	13.205	28.863	25.671	10.162	0.099	100
Class 9	0	0	0.901	0	0.368	0.519	4.392	15.132	27.469	21.477	0.396	100
Class 10	0	0	0	0.134	0.184	0.168	0.929	6.573	16.319	39.664	2.967	100
Class 11	0	0	0	0.134	0	0.015	0.011	0.435	6.063	16.717	96.142	100
Class Total	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
Class Changes	0	0	82.883	69.96	72.292	64.141	67.989	71.137	72.531	60.336	3.858	0
Image Difference	0	0	1140.541	1348.999	1455.17	78.077	-39.231	-42.767	2.066	73.723	245.302	0

ผลการวิเคราะห์แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ปี2548 และ 2554 เป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.34 ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ค่าดัชนี -1.0000 ถึง -0.7835 ปี 2548 ไม่มีข้อมูล ปี 2554 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่ม 3 4 5 และ 6

กลุ่มที่ 2 ค่าดัชนี -0.7835 ถึง -0.5670 ปี 2548 ไม่มีข้อมูล ปี 2554 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่ม 3 4 5 และ 6

กลุ่มที่ 3 ค่าดัชนี -0.5670 ถึง -0.3505 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 มากที่สุดจำนวน 52.252 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 3 ค่าดัชนี -0.5670 ถึง -0.3505 จำนวน 27.37 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 จำนวน 12.795 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 จำนวน 41.064 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 6 ค่า 0.0000 ถึง 0.1570 จำนวน 37.663 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 จำนวน 30.416 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 จำนวน 25.671 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 10 ค่าดัชนี 0.6073 ถึง 0.8000 มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 จำนวน 21.477 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 11 ค่าดัชนี 0.8000 ถึง 1.0000 มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มนี้ จำนวน 96.142 เปอร์เซ็นต์



8.2.3 การเปลี่ยนแปลงเอ็นตีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ ข้อมูลวันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554

ตาราง 4.35 การเปลี่ยนแปลงเอ็นตีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (ตารางกิโลเมตร)

12/12/2543 25/01/2554	ตาราง 4.35 การเปลี่ยนแปลงเอ็นตีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (ตารางกิโลเมตร)											
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	Class 10	Class 11	Class Total
Class 1	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0.03
Class 2	0	0.01	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0	0	0.19
Class 3	0	0.01	0.15	0.28	0.11	0.12	0.09	0.04	0.04	0.01	0	0.86
Class 4	0.01	0.02	0.27	0.88	2.53	1.63	0.67	0.47	0.26	0.05	0	6.78
Class 5	0	0.02	0.17	0.69	5.37	12.02	6.58	4.28	2.22	0.33	0	31.68
Class 6	0	0.02	0.1	0.54	2.48	21.74	23.33	13.51	5.25	0.57	0	67.52
Class 7	0	0.01	0.05	0.26	0.65	7.85	22.21	22.59	10.43	1.39	0	65.44
Class 8	0	0	0.02	0.12	0.25	2.14	8.16	16.94	14.23	3.11	0	44.98
Class 9	0	0	0.01	0.07	0.13	0.86	2.22	6.47	11.19	4.55	0	25.29
Class 10	0	0	0.02	0.07	0.09	0.34	0.53	1.17	4.78	6.37	0	13.37
Class 11	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.59	3.66	0	4.36
Class Total	0.02	0.1	0.84	2.97	11.65	46.56	63.82	65.51	49.01	20.03	0	0
Class Changes	0.02	0.08	0.69	2.09	6.28	24.82	41.61	48.57	37.82	13.66	0	0
Image Difference	0.01	0.09	0.02	3.81	20.03	20.96	1.62	-20.52	-23.72	-6.67	4.36	0

ผลการวิเคราะห์แสดงเป็นพื้นที่ในตารางที่ 4.35 และแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.36 มีรายละเอียดตัวเลขพื้นที่ตามตาราง 4.35 ดังนี้

ปี 2543 จำแนกข้อมูลค่าเอ็นตีวีไอได้ 10 กลุ่ม กลุ่มที่ 1-10 มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 0.8000

ปี 2554 จำแนกข้อมูลกลุ่มได้ 11 กลุ่ม กลุ่มที่ 1-11 มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1

กลุ่มที่ 1 ค่าดัชนี -1.0000 ถึง -0.7835 ปี 2543และ ปี 2554 มีพื้นที่ 0.02 และ 0.03 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 และ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000

กลุ่มที่ 2 ค่าดัชนี -0.7835 ถึง -0.5670 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 0.01 และ 0.19 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 3 ค่าดัชนี -0.5670 ถึง -0.3505 และกลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 พื้นที่ 0.05 และ 0.04 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

กลุ่มที่ 3 ค่าดัชนี -0.5670 ถึง -0.3505 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 0.84 และ 0.86 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 พื้นที่ 0.28 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 2.97 และ 6.78 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 พื้นที่ 2.53 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 11.65 และ 31.68 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 12.02 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 46.56 และ 67.52 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 พื้นที่ 23.33 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 63.82 และ 65.44 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 พื้นที่ 22.59 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 65.51 และ 44.98 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 พื้นที่ 14.23 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 49.01 และ 25.29 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 พื้นที่ 6.47 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 10 ค่าดัชนี 0.6073 ถึง 0.8000 ปี 2543 และ ปี 2554 มีพื้นที่ 20.03 และ 13.37 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ในปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่ในกลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 พื้นที่ 4.78 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 11 ค่าดัชนี 0.8000 ถึง 1.0000 ปี 2543 ไม่มีข้อมูลเป็นตารางกิโลเมตร เนื่องจากมีพื้นที่น้อย และ ปี 2554 มีพื้นที่ 4.36 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนมาจากกลุ่มที่ 10 ค่าดัชนี 0.6073 ถึง 0.8000 พื้นที่ 3.66 ตารางกิโลเมตร

ตาราง 4.36 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (เปอร์เซ็นต์)

12/12/2543 25/01/2554	ตาราง 4.36 การเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรีวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 กับ วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ.2554 (เปอร์เซ็นต์)											
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Class 9	Class 10	Class 11	Class Total
Class 1	3.33	0.65	0.45	0.50	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0	100
Class 2	0.00	12.90	5.97	1.51	0.15	0.04	0.04	0.02	0.02	0.00	0	100
Class 3	16.67	13.55	17.60	9.58	0.97	0.26	0.13	0.07	0.08	0.04	0	100
Class 4	33.33	23.87	31.99	29.59	21.70	3.50	1.06	0.71	0.53	0.24	0	100
Class 5	10.00	16.13	20.43	23.30	46.12	25.81	10.31	6.53	4.54	1.63	0	100
Class 6	23.33	18.07	11.56	17.99	21.25	46.70	36.55	20.62	10.71	2.83	25	100
Class 7	10.00	5.16	5.82	8.68	5.56	16.87	34.80	34.49	21.28	6.95	0	100
Class 8	3.33	4.52	2.54	3.93	2.18	4.60	12.79	25.86	29.04	15.53	0	100
Class 9	0.00	2.58	0.67	2.19	1.10	1.43	3.47	9.88	22.84	22.69	25	100
Class 10	0.00	1.29	1.94	2.29	0.81	0.74	0.82	1.78	9.75	31.80	50	100
Class 11	0.00	1.29	1.04	0.44	0.11	0.05	0.02	0.05	1.21	18.28	0	100
Class Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100	0
Class Changes	96.67	87.10	82.40	70.41	53.88	53.30	65.20	74.15	77.16	68.20	100	0
Image Difference	76.67	97.42	2.69	128.05	171.95	46.02	2.54	-31.33	-48.40	-33.28	174450	0

ผลการวิเคราะห์แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ปี 2543 และ 2554 เป็นเปอร์เซ็นต์ในตารางที่ 4.36 ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ค่าดัชนี -1.0000 ถึง -0.7835 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นกลุ่ม 4 และ 6

กลุ่มที่ 2 ค่าดัชนี -0.7835 ถึง -0.5670 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นกลุ่ม 3 4 5 และ 6

กลุ่มที่ 3 ค่าดัชนี -0.5670 ถึง -0.3505 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 มากที่สุดจำนวน 31.99 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่กลุ่มที่ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 จำนวน 23.30 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่กลุ่มที่ 4 ค่าดัชนี -0.3505 ถึง -0.1340 และกลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 จำนวน 21.70 และ 21.25 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 5 ค่าดัชนี -0.1340 ถึง 0.0000 จำนวน 25.81 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 6 ค่าดัชนี 0.0000 ถึง 0.1570 จำนวน 36.55 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง 0.4572 มีพื้นที่ส่วนใหญ่เปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 7 ค่าดัชนี 0.1570 ถึง 0.3071 จำนวน 34.49 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 9 ค่าดัชนี 0.4572 ถึง 0.6073 มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเปลี่ยนไปอยู่กลุ่ม 8 ค่าดัชนี 0.3071 ถึง



9. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ มีวิธีการดังนี้

1. เลือกข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างจากภาพถ่ายเทียมที่ได้จากการวิเคราะห์หาค่าเอ็นดีวีไอจากข้อมูลปี 2543 2548 และ 2554
2. เลือกข้อมูลพื้นที่ตัวอย่างจากภาพถ่ายเทียมที่ได้จากการวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจากข้อมูลปี 2543 2548 และ 2554
3. นำค่าจุดภาพจากตำแหน่งพิกัดเดียวกันของค่าเอ็นดีวีไอและค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินจากข้อมูลปี 2543 2548 และ 2554 มาหาค่าสหสัมพันธ์โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) ตามสมการดังนี้

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (19)$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

9.1 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่าง ข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

9.2 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

9.3 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

9.1 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

จากการวิเคราะห์ข้อมูล อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ พบว่าการกระจายของข้อมูลมีแนวโน้มของความสัมพันธ์เป็นไปในแบบของเส้น

จากการทดสอบสมการความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) พบว่า สมการที่ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงสุด คือสมการพหุนามเมื่อยกกำลังสาม (cubic function) โดยมีแบบจำลองของความสัมพันธ์ ดังนี้

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d, a \neq 0 \dots\dots\dots(20)$$

- เมื่อ
- a = จุดที่เส้นถดถอยตัดแกน Y หรือ ค่าคงที่(Constant) หรือจุดตัด (intercept)
 - b c d = ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression Coefficient) หรือค่าความลาดชัน(Slope)
 - Y = ตัวแปรตาม (อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน)
 - X = ตัวแปรอิสระ (เอ็นดีวีไอ)

ตาราง 4.37 ค่าสถิติการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ ข้อมูลวันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543

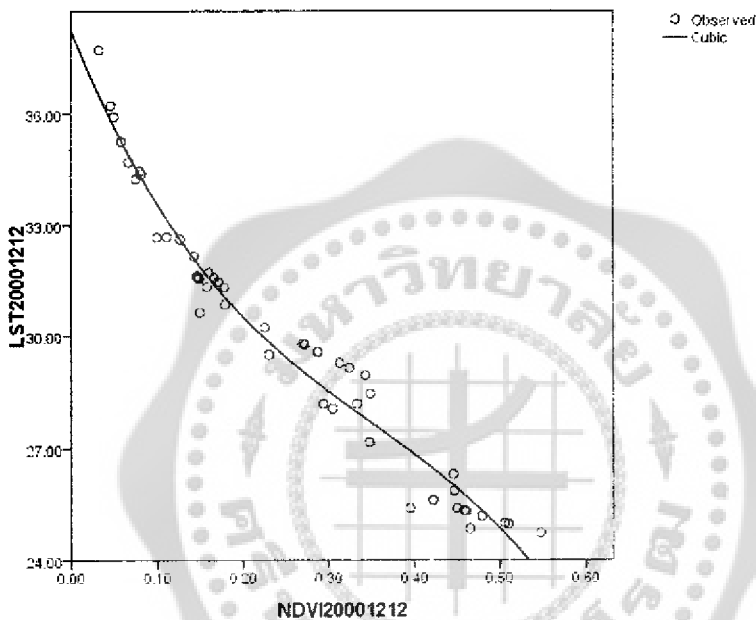
ตัวแปร	ค่าสหสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย	ค่า Std. Error	t	Sig. T
อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน	-.984	-56.959	7.479	-7.616	.000
	R Square = .968	114.920	30.163	3.810	.000
	Adjusted R Square=.966	-108.994	35.545	-3.066	.004
		ค่าคงที่ 38.217	.514	74.354	.000

F = 460.929 Sig. of F = 0.0000

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าสถิติดังตาราง 4.37 มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.984 มีความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นำมาเขียนสมการแสดงแบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอย (Model of Regression Analysis) ได้ตามสมการ 4.2

$$y = 38.217+ (-56.959 x) + (114.920x^2) + (-108.994x^3) \dots\dots\dots(21)$$

ผลจากการวิเคราะห์ มีค่าสหสัมพันธ์ -0.984 ตัวแปรอิสระคือเอ็นดีวีไอ อธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม คืออุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินได้ 96.6 เปอร์เซ็นต์ อีก 3.4 เปอร์เซ็นต์($100-96.6$) เกิดจากอิทธิพลด้านอื่นๆ สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระเอ็นดีวีไอ มีความสัมพันธ์แบบสมการพหุนามกำลังสาม (Cubic function)กับตัวแปรตามอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินในทางลบสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



ภาพประกอบ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอแบบสมการพหุนามกำลังสาม (Cubic function)ของข้อมูลวันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2543

9.2 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

จากการวิเคราะห์ข้อมูล อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ พบว่าการกระจายของข้อมูลมีแนวโน้มของความสัมพันธ์เป็นไปในแบบของเส้น

จากการทดสอบสมการความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) พบว่า สมการที่ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงสุด คือสมการโพลิโนเมียลกำลังสาม (cubic function) โดยมีแบบจำลองของความสัมพันธ์ ดังนี้

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d, a \neq 0 \dots\dots\dots(20)$$

- เมื่อ
- a = จุดที่เส้นถดถอยตัดแกน Y หรือ ค่าคงที่(Constant) หรือจุดตัด (intercept)
 - b c d = ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression Coefficient) หรือค่าความลาดชัน(Slope)
 - Y = ตัวแปรตาม (อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน)
 - X = ตัวแปรอิสระ (เอ็นดีวีไอ)

ตาราง 4.38 ค่าสถิติการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณข้อมูล วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

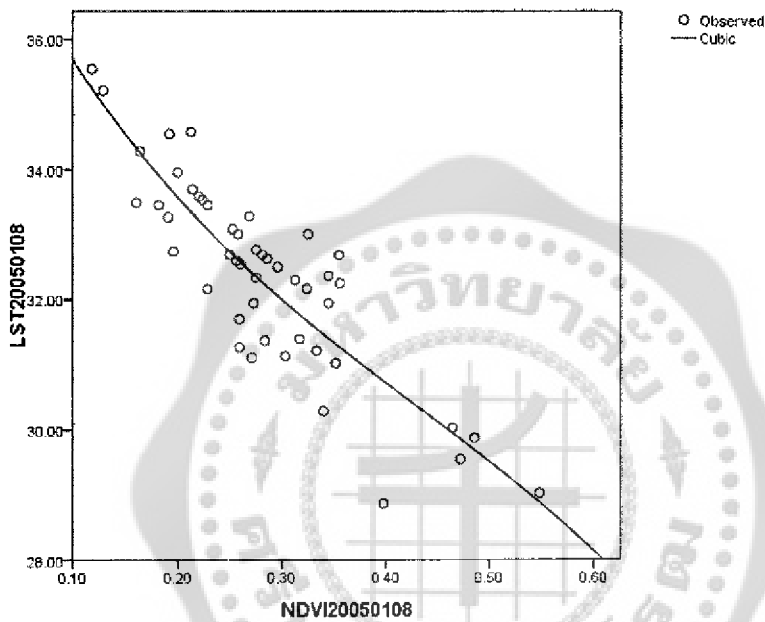
ตัวแปร	ค่าสหสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย	ค่า Std. Error	t	Sig. T
ดัชนีพืชพรรณ	-.872	-33.084	24.090	-1.373	.176
	R Square = .761	49.131	79.139	.621	.538
	Adjusted R Square=.745	-38.062	80.769	-.471	.640
		ค่าคงที่ 38.526	2.295	16.786	.000

F = 48.811, Sig. of F = 0.0000

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าสถิติดังตาราง 4.38 มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .872 มีความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นำมาเขียนสมการแสดงแบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอย (Model of Regression Analysis) ได้ตามสมการ 4.3

$$y = 38.526 + (-33.084x) + (49.131x^2) + (-38.062x^3) \dots\dots\dots(22)$$

ผลจากการวิเคราะห์ มีค่าสหสัมพันธ์ -0.872 ตัวแปรอิสระคือเอ็นดีวีไอ อธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม คืออุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินได้ 76.1 เปอร์เซ็นต์ อีก 23.9 เปอร์เซ็นต์ ($100-76.1$) เกิดจากอิทธิพลด้านอื่นๆ สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระเอ็นดีวีไอ มีความสัมพันธ์แบบสมการพหุนามกำลังสาม (Cubic function) กับตัวแปรตามอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินในทางลบสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



ภาพประกอบ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณแบบสมการพหุนามกำลังสาม (Cubic function) ของข้อมูลวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548

9.3 การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ข้อมูลวันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554

จากการวิเคราะห์ข้อมูล อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ พบว่าการกระจายของข้อมูลมีแนวโน้มของความสัมพันธ์เป็นไปในแบบของเส้น

จากการทดสอบสมการความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) พบว่า สมการที่ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงสุด คือสมการพหุนามกำลังสาม (cubic function) โดยมีแบบจำลองของความสัมพันธ์ ดังนี้

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d, a \neq 0 \dots\dots\dots(20)$$

- เมื่อ
- a = จุดที่เส้นถดถอยตัดแกน Y หรือ ค่าคงที่(Constant) หรือจุดตัด (intercept)
 - b c d = ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression Coefficient) หรือค่าความลาดชัน(Slope)
 - Y = ตัวแปรตาม (อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน)
 - X = ตัวแปรอิสระ (เอ็นดีวีไอ)

ตาราง 4.39 ค่าสถิติการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ ข้อมูลวันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554

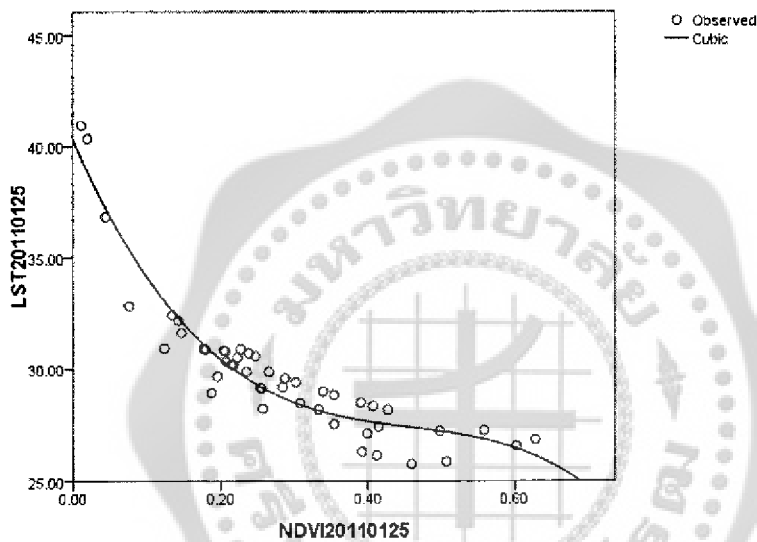
ตัวแปร	ค่าสหสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย	ค่า Std. Error	t	Sig. T
ดัชนีพืชพรรณ	-.952	-.76.138	7.686	-9.907	.000
	R Square = .906	157.267	27.884	5.640	.000
	Adjusted R Square=.900	-114.581	29.435	-3.893	.000
		ค่าคงที่ 40.287	.650	61.994	.000

F = 148.410, Sig. of F = 0.000

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าสถิติดังตาราง 4.39 มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.952 มีความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นำมาเขียนสมการแสดงแบบจำลองการวิเคราะห์ถดถอย (Model of Regression Analysis) ได้ตามสมการ 4.3

$$y = 40.287 + (-76.138x) + (157.267x^2) + (-114.581x^3) \dots\dots(23)$$

ผลจากการวิเคราะห์ มีค่าสหสัมพันธ์ -0.952 ตัวแปรอิสระคือเอ็นดีวีไอ อธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม คืออุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินได้ 90.6 เปอร์เซ็นต์ อีก 9.4 เปอร์เซ็นต์ ($100-90.6$) เกิดจากอิทธิพลด้านอื่นๆ สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระเอ็นดีวีไอ มีความสัมพันธ์แบบสมการพหุนามกำลังสาม (cubic function) กับตัวแปรตามอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินในทางลบสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



ภาพประกอบ 4.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอแบบสมการพหุนามกำลังสาม (Cubic function) ของข้อมูลวันที่ วันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554

บทที่ 5

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงหัวข้อ วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย รวมทั้งการสรุปผลและอภิปรายผล ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) โดยใช้ข้อมูลแบนด์ 6 ที่ตรวจ วัดในช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared)
2. เพื่อหาความแตกต่างของอุณหภูมิ ใน 3 ช่วงเวลา รวมระยะเวลา 12 ปี เฉพาะช่วงเวลา ฤดูหนาว ข้อมูลแลนด์แซทมีรายละเอียดภาพค่อนข้างสูง จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินที่ได้มี รายละเอียดสูงกว่าการใช้ข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดภาพขนาดปานกลาง หรือ ค่อนข้างหยาบ
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ
4. วิธีการที่ได้จากการศึกษา สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ในภูมิภาคอื่น ที่ต้องการตรวจสอบได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของพื้นผิวโลก

2. สมมติฐานของการวิจัย

1. ข้อมูลแลนด์แซท (Landsat) สามารถใช้หาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) ได้
2. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน ในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกัน
3. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน มีความสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลแลนด์แซทแหล่งข้อมูลได้จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ประกอบด้วยข้อมูลแลนด์แซท 5 ทีเอ็ม จำนวน 3 ภาพ(scene)

1.1 LT5129051000034710 วันที่เก็บข้อมูล วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543 (2000-12-12) ประเภทข้อมูล แก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geo Corrected) และข้อมูลอยู่ในประเภทไฟล์ GeoTIFF และแก้ไขความถูกต้องพิกัดภูมิศาสตร์ในระดับ Precision

1.2. LT5129051000500810 วันที่เก็บข้อมูล วันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 (2005-01-08) ประเภทข้อมูลแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geo Corrected) และข้อมูลอยู่ในประเภทไฟล์ GeoTIFF และแก้ไขความถูกต้องพิกัดภูมิศาสตร์ในระดับ Precision

1.3. LT5129051001102510 วันที่เก็บข้อมูล วันที่ 25 เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (2011-01-25) ประเภทข้อมูลแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว (Geo Corrected) และข้อมูลอยู่ในประเภทไฟล์ GeoTIFF และแก้ไขความถูกต้องพิกัดภูมิศาสตร์ในระดับ Precision

3.2. การจัดกระทำกับข้อมูล

1. การเตรียมข้อมูลทั่วไป
2. การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Preprocessing)
 - 2.1 การแก้ไขข้อมูลที่เกิดจากผลกระทบของบรรยากาศ (Atmospheric correction)

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและการวิเคราะห์สถิติ (Image Processing and Statistical Analysis)

1. การจำแนกประเภทข้อมูลเพื่อหาพื้นที่การใช้ที่ดิน (Land use classification)
2. การหาค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index)
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Image Processing Analysis for Land Surface Temperature)
 - 3.1 การหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว (Surface emissivity)
 - 3.2 การแปลงค่าดีเอ็น (DN) ให้เป็นค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี
 - 3.3 การแปลงค่าเรเดียนซ์ (Radiance) หรือค่าการแผ่รังสี ให้เป็นค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature)
 - 3.4. การแปลงค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่อุปกรณ์ตรวจวัด (At-sensor brightness temperature) ให้เป็นอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature)
4. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเปลี่ยนแปลง (Change detection Analysis) การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และเอ็นดีวีไอ
 - 4.1 การหาค่าความเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use land cover change detection)
 - 4.2 การหาค่าความเปลี่ยนแปลงเอ็นดีวีไอ (NDVI change detection)
5. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient)

3.4. การทำแผนที่

4. สรุปผลตามสมมติฐานและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐาน

1. ข้อมูลแลนด์แซท (Landsat) สามารถใช้หาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) ได้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแลนด์แซทเพื่อหาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน โดยควบคุมช่วงเวลาให้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน ใช้ข้อมูลเดือนในฤดูหนาว คือเดือนธันวาคมและมกราคมปี พ.ศ. 2543 2548 และ 2554

ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อมูลแลนด์แซทสามารถใช้หาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินได้ โดยใช้ข้อมูลแลนด์แซทแบนด์ 2 3 4 และแบนด์ 6 ขั้นตอนเริ่มจากการวิเคราะห์ค่าเอ็นดีวีไอ จากนั้นนำค่าเอ็นดีวีไอไปคำนวณหาค่าสภาพเปล่งรังสีของพื้นผิว เพื่อใช้เป็นข้อมูลไปคำนวณหาอุณหภูมิสองส่วที่อุปกรณ์ตรวจวัดร่วมกับค่าเรเดียนซ์ สำหรับค่าเรเดียนซ์ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลแบนด์ 6

การหาค่าสภาพเปล่งรังสีมีข้อจำกัดไม่สามารถคำนวณหาค่าสภาพเปล่งรังสีเมื่อเป็นพื้นที่น้ำ พื้นที่ไม่มีพืช และพื้นที่ว่างเปล่าหรือพื้นที่เมือง เนื่องจากไม่มีค่าเอ็นดีวีไอ การวิเคราะห์จึงต้องจำแนกการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วย วิธีการแก้ไขก็คือ เมื่อทราบชนิดของการใช้ที่ดิน ใช้วิธีกำหนดค่าสภาพเปล่งรังสีแทนค่าจำแนกไม่ได้

ผลการวิเคราะห์ปี 2543 พื้นที่ส่วนใหญ่จำนวน 104.77 ตารางกิโลเมตร หรือ 40.218 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิระหว่าง 23.24-26.87 องศาเซลเซียส ปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่จำนวน 103.826 ตารางกิโลเมตร หรือ 39.856 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิระหว่าง 30.5067 - 34.1379 องศาเซลเซียส และปี 2554 พื้นที่ส่วนใหญ่จำนวน 96.72 ตารางกิโลเมตร หรือ 37.13 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิระหว่าง 26.8756 - 30.5067 องศาเซลเซียส แสดงว่าปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงกว่าปีอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตาม ปี 2554 มีพื้นที่บางส่วนจำนวนไม่มากอุณหภูมิสูงระหว่าง 50.8400 - 60.8000 สูงกว่า ปี 2543 และ 2548

สรุปผลการวิเคราะห์พบว่า เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อมูลแลนด์แซท (Landsat) สามารถใช้หาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน (Land surface temperature) ได้

2. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน ในแต่ละช่วงเวลา มีความแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลแลนด์แซทเพื่อหาอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน ใช้ข้อมูลเดือนในฤดูหนาว คือ เดือนธันวาคมและมกราคมปี พ.ศ. 2543 2548 และ 2554

ผลการวิเคราะห์มีการจำแนกอุณหภูมิออกเป็น 13 กลุ่ม พบว่าปี 2543 ข้อมูลอยู่ระหว่างกลุ่มที่ 2-11 ปี 2548 ข้อมูลอยู่ระหว่างกลุ่มที่ 3-12 ปี 2554 ข้อมูลอยู่ระหว่างกลุ่มที่ 2-13

เมื่อเปรียบเทียบทั้งสามปีพบว่า มีการกระจายของอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินแตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ในข้อที่ 1 ที่ได้กล่าวมาแล้ว ปี 2548 พื้นที่ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่าปีอื่นๆ และ ปี 2554 มีพิสัยของอุณหภูมิสูงกว่าปีอื่นๆ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และปีล่าสุดนี้มีพื้นที่เมืองเพิ่มขึ้นมาก จึงอาจกล่าวได้ว่าอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันปัจจัยขึ้นอยู่กับความผันแปรของสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งลักษณะการเปลี่ยนแปลงในเรื่องการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วย

สรุปผลการวิเคราะห์พบว่า เป็นไปตามสมมติฐาน อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินในแต่ละช่วง เวลา มีความแตกต่างกัน

3. อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดิน มีความสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณ

การวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับดัชนีพืชพรรณ ในงานวิจัยนี้ดัชนีพืชพรรณได้แก่ดัชนีพืชพรรณแตกต่างปกติหรือเอ็นดีวีไอ(Normalized Difference Vegetation Index) ในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอ พบว่าการกระจายของข้อมูลมีแนวโน้มของความสัมพันธ์เป็นไปในแบบของเส้นโค้ง

ผลจากการวิเคราะห์ จากการทดสอบสมการความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน(Pearson product-moment correlation coefficient) พบว่า สมการที่ให้ค่าสหสัมพันธ์สูงสุดคือสมการโพลิโนเมียลกำลังสาม (cubic function) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินกับเอ็นดีวีไอของข้อมูล พ.ศ.2543 2548 และ 2554 เท่ากับ -.984 -.872 และ -.952 ความสัมพันธ์เป็นไปในทางลบสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สรุปผลการวิเคราะห์พบว่า เป็นไปตามสมมติฐาน อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินมีความสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณ

5. ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลแลนด์แชทที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้องมีความละเอียดถูกต้องสูงในด้านพิกัดภูมิศาสตร์จึงสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงได้
2. การคำนวณหาค่าสภาพแปลงรังสีของพื้นผิวมีข้อจำกัดเมื่อใช้ข้อมูลเอ็นดีวีไอ
3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ละเอียด เช่น สภาพแปลงรังสีของพื้นผิว หรือ เรเดียนซ์
4. การตรวจสอบในภาคสนามจะทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
5. ในการวิจัยด้านสัมผัสระยะไกล ควรมีการฝึกฝนด้านการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูล เปลี่ยนแปลงและแก้ไขข้อมูลอย่างเป็นระบบ จะทำให้ได้งานวิจัยที่ไม่มีข้อจำกัดจากโปรแกรมสำเร็จรูป



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- สุเพชร จิรขจรกุล. (2552). *เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1*. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, 913 หน้า.
- สุรภี อิงคากุล. (2545). *การวิเคราะห์ความผันแปรของปริมาณน้ำฝนในประเทศไทย*. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 219 หน้า.
- สุรภี อิงคากุล. (2548). *การวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกล*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ, 267 หน้า.
- Adu, G., Yunhao, C., Jing, L. and Zhijun, C. (2005). Study on urban land surface temperature retrieval based on landsat TM remote sensing images in Beijing. *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 3258-3261.
- Anderson, M.C., Neale, C.M.U., Li, F., Norman, J.M., Kustas, W.P., Jayanthi, H. and Chavez, J. (2004). Upscaling ground observations of vegetation water content, canopy height, and leaf area index during SMEX02 using aircraft and Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 92(4), 447-464.
- Artis, D.A., and W.H. Carnahan, (1982). Survey of emissivity variability in thermography of urban areas, *Remote Sens. Environment*, 12, 313-329.
- Bhang, K.J. and Park, S. (2009). Evaluation of the Surface Temperature Variation With Surface Settings on the Urban Heat Island in Seoul, Korea, Using Landsat-7 ETM+ and SPOT. *Geoscience and Remote Sensing Letters*, 6(4), 708-712.
- Chander, G., Markham, B.L. and Helder, D.L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 893-903.
- Dash, Prasarnjit. (2001). Retrieval of Land surface temperature and emissivity from satellite data: Physics, Theoretical Limitation and Current methods. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, Vol. 29, No 1 & 2.
- Dash, Prasarnjit. (2005). *Land surface temperature and emissivity retrieval from satellite measurement*. Ph.D Dissertation. Institute for Meteorology and Climate Research. Karlsruhe, Germany
- Fisher, J.I. and Mustard, J.F. (2004). High spatial resolution sea surface climatology from Landsat thermal infrared data. *Remote Sensing of Environment*, 90(3), 293-307.
- Fisher, J.I., Mustard, J.F. and Vadeboncoeur, M.A. (2006). Green leaf phenology at Landsat resolution: Scaling from the field to the satellite. *Remote Sensing of Environment*, 100(2), 265-279.

- Flynn, L.P., Harris, A.J.L. and Wright, R. (2001). Improved identification of volcanic features using Landsat 7 ETM+. *Remote Sensing of Environment*, 78(1-2), 180-193.
- Giardino, C., Pepe, M., Brivio, P.A., Ghezzi, P. and Zilioli, E. (2001). Detecting chlorophyll, Secchi disk depth and surface temperature in a sub-alpine lake using Landsat imagery. *The Science of The Total Environment*, 268, (1-3), 19-29.
- Hais, M. and Kucera, T. (2009). The influence of topography on the forest surface temperature retrieved from Landsat TM, ETM + and ASTER thermal channels ISPRS. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64(6), 585-591.
- Hong, Jiménez-Muñoz, Juan C. and Sobrino, José A. (2007). Feasibility of Retrieving Land-Surface Temperature From ASTER TIR Bands Using Two-Channel Algorithms: A Case Study of Agricultural Areas. *IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS*, VOL. 4, NO. 1.
- Jiménez-Muñoz, Juan-Carlos and Sobrino, José A. (2008). Split-Window Coefficients for Land Surface Temperature Retrieval From Low-Resolution Thermal Infrared Sensors. *IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS*, VOL. 5, NO. 4,
- Jimenez-Munoz, J.C., Cristobal, J., Sobrino, J.A., Soria, G., Ninyerola, M. and Pons, X. (2009) Revision of the Single-Channel Algorithm for Land Surface Temperature Retrieval From Landsat Thermal-Infrared Data. *Geoscience and Remote Sensing*, 47(1), 339-349.
- Jiménez-Muñoz, Juan-Carlos and Sobrino, José A. (2010). A Single-Channel Algorithm for Land-Surface Temperature Retrieval From ASTER Data. *IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS*, VOL. 7, NO. 1
- Jong-Gyu Han. 2006. Analysis of Land Surface Changes and Environmental Impact Using Landsat Thermal Infrared Data. *Hybrid Information Technology*, 58-61.
- Kaneko, T. and Wooster, M.J. 1999. Landsat infrared analysis of fumarole activity at Unzen Volcano: time-series comparison with gas and magma fluxes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 89(1-4), 57-64.
- Kant, Y. and Badarinath, K.V.S. (2002). Sub-pixel fire detection using Landsat-TM thermal data. *Infrared Physics & Technology*, 43(6), 383-387.
- Kaufman, Yoram J.(1998). Atmospheric Effect on Spectral Signature- Measurements and Corrections. *IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING*. VOL. 26. NO 4. JULY
- Lahoche, F. and Herlin, I. (2001). Fusion of Landsat TM, NOAA/AVHRR and DEM data for generating daily high resolution maps of land surface temperature in a semi-arid catchment. *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 700-702.
- Liang, Shunlin.(2004). *Quantitative remote sensing of land surfaces*:197-210

- Li, F., Jackson, T.J., Kustas, W.P., Schmugge, T.J., French, A.N., Cosh, M.H. and Bindlish, R. (2004). Deriving land surface temperature from Landsat 5 and 7 during SMEX02/SMACEX. *Remote Sensing of Environment*, 92(4), 521-534.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 1994. *Remote Sensing and image Interpretation*, third edition. Wiley, New York.
- Nichol, J.E. (1994). A GIS-based approach to microclimate monitoring in Singapore's high-rise housing estate. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 60(10), 1225-1232.
- Onderka, M. and Pekarova, P. (2008). Retrieval of suspended particulate matter concentrations in the Danube River from Landsat ETM data. *Science of The Total Environment*, 397(1-3), 238-243.
- Qian, L., Cui, H. and Chang, J. (2006). Impacts of Land Use and Cover Change on Land Surface Temperature in the Zhujiang Delta. *Pedosphere*, 16(6), 681-689.
- Roy, D.P., Ju, J., Kline, K., Scaramuzza, P.L., Kovalsky, V., Hansen, M., Loveland, T.R., Vermote, E. and Zhang, C. (2010). Web-enabled Landsat Data (WELD): Landsat ETM+ composited mosaics of the conterminous United States. *Remote Sensing of Environment*, 114(1), 35-49.
- Sanchez, J.M., Scavone, G., Caselles, V., Valor, E., Copertino, V.A. and Telesca, V. (2008). Monitoring daily evapotranspiration at a regional scale from Landsat-TM and ETM+ data: Application to the Basilicata region. *Journal of Hydrology*, 351(1-2), 58-70.
- Singh, N.K. and Bajwa, S.G. 2007. Analysis of Evolving Surface Urban heat Island in NW Arkansas. *Region 5 Technical Conference*, 409-414.
- Snyder, W.C., Wan, Z., Zhang, Y., Feng, Y.Z., 1998. Classification-based emissivity for land surface temperature from space. *International Journal of Remote Sensing* 19(14), 2753-2774.
- Sobrino, J.A., Jimenez-Munoz, J.C. and Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 434-440.
- Somers, B., Verbesselt, J., Ampe, E.M., Sims, N., Verstraeten, W.W. and Coppin, P. (2010). Spectral mixture analysis to monitor defoliation in mixed-aged Eucalyptus globulus Labill plantations in southern Australia using Landsat 5-TM and EO-1 Hyperion data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*.
- Sridhar, B.B.M., Vincent, R.K., Witter, J.D. and Spongberg, A.L. (2009). Mapping the total phosphorus concentration of biosolid amended surface soils using LANDSAT TM data. *Science of The Total Environment*, 407(8), 2894-2899.

- Srivastava, P.K., Majumdar, T.J. and Bhattacharya, A.K. (2009). Surface temperature estimation in Singhbhum Shear Zone of India using Landsat-7 ETM+ thermal infrared data. *Advances in Space Research*, 43(10), 1563-1574.
- Srivastava, P K, Majumdar ,T J. and Bhattacharya, Amit K .(2010) Study of land surface temperature and spectral emissivity using multi-sensor satellite data. *J. Earth Syst. Sci.* 119, No. 1, February, pp. 67–74
- Stephenson-Hawk, D., Stevens, K. and Shah, A. (1997). Determination of the Earth's emissivity for use in studies of global climate change. *Geoscience and Remote Sensing*, 180-183.
- Suga, Y., Ogawa, H., Ohno, K. and Yamada, K. (2003). Detection of surface temperature from LANDSAT-7/ETM+. *Advances in Space Research*, 32(11), 2235-2240.
- Tan, K.C., Lim, H.S., MatJafri, M.Z. and Abdullah, K. (2009). Study on Land Surface Temperature Based on Landsat Image over Penang Island, Malaysia. *Computer Graphics, Imaging and Visualization*, 525-529.
- Thomas, A.,Byrne, D. and Weatherbee, R.(2002). Coastal sea surface temperature variability from Landsat infrared data. *Remote Sensing of Environment*, 81(2-3), 262-72.
- Wang, Y., Xia, H., Fu, J. and Sheng, G. (2004). Water quality change in reservoirs of Shenzhen, China: detection using LANDSAT/TM data. *Science of The Total Environment*, 328(1-3), 195-206.
- Watson, F.G.R., Lockwood, R.E., Newman, W.B., Anderson, T.N. and Garrott, R.A.(2008). Development and comparison of Landsat radiometric and snowpack model inversion techniques for estimating geothermal heat flux. *Remote Sensing of Environment*, 112(2), 471-481.
- Xian, G. and Crane, M. (2006). An analysis of urban thermal characteristics and associated land cover in Tampa Bay and Las Vegas using Landsat satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 104(2), 147-156.
- Yoda, H., Watanabe, H. and Ojima, T. (1993). Ground surface temperature distribution maps by using LANDSAT data and geographical information. *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 680-682.
- Yuan, F. and Bauer, M.E. (2007). Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 106(3), 375-386.
- Zhang, J., Wang, Y. and Li, Y. (2006). A C++ program for retrieving land surface temperature from the data of Landsat TM/ETM+ band6. *Computers & Geosciences*, 32(10), 1796-1805.

Zhangyan ,Jiang. ,Yunhao, Chen.and Jing, Li . (2006).On Urban Heat Island of Beijing Based on Landsat TM Data.*Geo-spatial Information Science (Quarterly) Volume 9, Issue 4 December.*

Zhao, D., Zhang, W. and Shijin, X. (2007). A neural network algorithm to retrieve earsurface air temperature from landsat ETM+ imagery over the hanjiang river basin, china. *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1705-1708*

Zhao-ming, Z., Guo-jin, H., Rong-bo, X., Wei, W. and ZhiYun, O.(2006) Land Surface Temperature Retrieval of Beijing City using MODIS and TM Data. *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1094-1096.*

http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/Measuring_vegetation_2.php
.Illustration by Robert Simmon.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Emissivity>

http://geog.hkbu.edu.hk/virtuallabs/rs/env_backgr_refl.htm

<http://g.icesb.ucsb.edu/modis/modis-1st.html>

http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter1/chapter1.html

http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/data_prod/prog_sect11_3.html

http://landsat.usgs.gov/about_LU_Vol_3_issue_2.php

http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter1/chapter1.html

<http://www.chonburi.go.th/>

<http://www.umiacs.umd.edu/labs/GC/atmo/>



ตารางภาคผนวก 1. ข้อมูลเอ็นดีวีไอและอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินสำหรับคำนวณค่าสหสัมพันธ์

ตาราง ภาคผนวก 1. ข้อมูลเอ็นดีวีไอและอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินสำหรับคำนวณค่าสหสัมพันธ์						
	ndvi20001212	lst20001212	ndvi20050108	lst20050108	ndvi20110125	lst20110125
1	0.29	28.19	0.26	31.26	0.01	40.95
2	0.31	28.06	0.31	32.30	0.41	27.42
3	0.33	28.19	0.30	32.50	0.21	30.35
4	0.23	29.51	0.25	33.08	0.20	30.83
5	0.07	34.24	0.16	34.27	0.21	30.21
6	0.07	34.69	0.12	35.54	0.18	30.92
7	0.03	37.69	0.13	35.21	0.50	27.22
8	0.15	31.59	0.19	33.26	0.60	26.57
9	0.35	28.46	0.32	31.39	0.41	28.35
10	0.29	29.58	0.35	31.02	0.30	29.41
11	0.17	31.48	0.35	31.01	0.13	32.41
12	0.18	31.33	0.33	31.21	0.34	29.00
13	0.08	34.45	0.28	32.33	0.56	27.26
14	0.14	32.17	0.25	32.69	0.63	26.85
15	0.29	29.58	0.28	32.68	0.43	28.18
16	0.32	29.15	0.34	32.36	0.35	28.84
17	0.27	29.81	0.36	32.25	0.29	29.59
18	0.34	28.96	0.35	32.68	0.21	30.80
19	0.31	29.28	0.33	33.00	0.27	29.87
20	0.11	32.69	0.40	28.87	0.24	30.71
21	0.05	35.91	0.21	34.57	0.23	30.88
22	0.05	36.21	0.19	34.54	0.25	30.57
23	0.06	35.25	0.27	33.27	0.14	32.17
24	0.15	31.60	0.29	32.62	0.22	30.52
25	0.15	31.57	0.26	32.60	0.39	28.50
26	0.15	31.64	0.18	33.45	0.22	30.18
27	0.27	29.78	0.20	32.73	0.18	30.90
28	0.23	30.25	0.26	31.70	0.24	29.88
29	0.16	31.73	0.16	33.49	0.22	30.16
30	0.08	34.37	0.23	32.16	0.15	31.63
31	0.13	32.63	0.33	31.21	0.02	40.35

ตารางภาคผนวก 1. ข้อมูลเอ็นดีวีไอและอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินสำหรับคำนวณค่าสหสัมพันธ์ (ต่อ)

ตารางภาคผนวก 1. ข้อมูลเอ็นดีวีไอและอุณหภูมิพื้นผิวแผ่นดินสำหรับคำนวณค่าสหสัมพันธ์						
	ndvi20001212	lst20001212	ndvi20050108	lst20050108	ndvi20110125	lst20110125
32	0.17	31.59	0.26	32.54	0.04	36.82
33	0.18	30.87	0.46	30.02	0.18	30.87
34	0.16	31.35	0.49	29.87	0.28	29.19
35	0.10	32.67	0.55	29.02	0.26	29.13
36	0.15	30.66	0.47	29.54	0.20	29.67
37	0.35	27.16	0.34	30.28	0.12	30.93
38	0.45	26.30	0.27	31.10	0.19	28.93
39	0.45	25.85	0.22	33.53	0.41	26.13
40	0.48	25.17	0.30	31.13	0.46	25.75
41	0.42	25.60	0.28	31.37	0.39	26.30
42	0.46	25.31	0.27	31.94	0.51	25.86
43	0.51	24.99	0.22	33.58	0.40	27.12
44	0.51	24.96	0.20	33.95	0.35	27.54
45	0.46	25.33	0.21	33.69	0.33	28.19
46	0.42	25.61	0.26	33.00	0.31	28.47
47	0.45	25.39	0.28	32.76	0.25	29.16
48	0.55	24.73	0.34	31.94	0.35	27.53
49	0.47	24.84	0.32	32.17	0.26	28.23
50	0.40	25.39	0.23	33.44	0.08	32.82