

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส
โดยการวิเคราะห์ค่าลายนิ้ว

นางสาวศศิกันต์ ไพกลาง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2554

**CLASSIFICATION OF LAND USE AND LAND COVER
FROM THEOS DATA USING TEXTURE ANALYSIS**

Sasikarn Plaiklang

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Degree of Master of Science in Geoinformatics

Suranaree University of Technology

Academic Year 2011

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมรีออส
โดยการวิเคราะห์ค่าลายผิว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์




(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรัมย์)

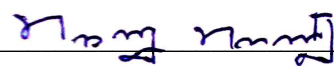
ประธานกรรมการ



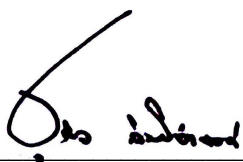
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์)
กรรมการ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์)
กรรมการ



(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิ้มปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ แม่นย่า)
คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์

ศศิกานต์ ไพลกลาง : การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออสโดยการวิเคราะห์ค่าลายผิว (CLASSIFICATION OF LAND USE AND LAND COVER FROM THEOS DATA USING TEXTURE ANALYSIS)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง, 161 หน้า.

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาคือ การประเมินหากรรมวิธีการจำแนกและชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นและค่าการวัดลายผิวจากข้อมูลดาวเทียมธีออสที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน บริเวณอำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา โดยอาศัยการจำแนกแบบกำกับดูแลด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่ายประสาทเทียม ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออสที่บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 มาทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมและนำไปสร้างข้อมูลองค์ประกอบหลักลำดับที่ 1 เพื่อนำไปจัดสร้างข้อมูลค่าลายผิว ซึ่งประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าความเบี่ยงต่าง ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม ค่าสหสัมพันธ์ ค่าความเอนพันธ์ ค่าเอนโทรปี ค่าความแตกต่างและเซมิแเวริโอแกรม จากนั้น นำข้อมูลไปสร้างชุดข้อมูลล่วงหน้า 10 ชุด สำหรับการใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจำนวน 10 ประเภท ประกอบด้วย พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยูคาลิปตัส ไม้ผล พื้นที่ป่าไม้ ไม้ละเมาะ พื้นที่น้ำ และพื้นที่รกร้าง

ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูล 10 ชุด พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดสามารถจำแนกได้ครบทุกประเภทเพียง 9 ชุด ในขณะที่กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมสามารถจำแนกได้ครบทุกประเภททุกชุดข้อมูลในขณะเดียวกัน พบว่า ผลการจำแนกของทุกชุดข้อมูลโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่างร้อยละ 71.25 – 83.75 และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ระหว่างร้อยละ 66.53 – 81.17 และพบว่า ชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นและค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิวให้ค่าความถูกต้องสูงสุด และสูงกว่าของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นเพียงอย่างเดียวเท่ากับร้อยละ 4.37 และ 5.21 ตามลำดับในขณะเดียวกัน ผลการจำแนกของทุกชุดข้อมูลโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม มีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ระหว่างร้อยละ 47.50 – 86.25 และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ระหว่างร้อยละ 38.44 – 84.10 และพบว่า ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นแบนด์ 1 3 และ 4 เพียงอย่างเดียวให้ค่าความถูกต้องสูงสุด

สำหรับผลการประเมินกรรมวิธีการจำแนกที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นกับค่าการวัดลายผิว พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดมีความเหมาะสมมากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากค่าความถูกต้องของการจำแนกชุดข้อมูลผสมทั้งหมด 9 ชุด สูงกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม แต่หากพิจารณาผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากเฉพาะข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (แบนด์ 1 3 และ 4) พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีความเหมาะสมมากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด เนื่องจากให้ค่าความถูกต้องสูงกว่า ในขณะที่ผลการประเมินชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด พบว่า ชุดข้อมูลที่มีความเหมาะสมสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับค่าเฉลี่ยชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับค่าเอนโทรปี และชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับค่าความแตกต่าง โดยให้ค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 81.17 78.91 และ 77.44 ตามลำดับ และ พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม มีชุดข้อมูลที่มีความเหมาะสมสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นเพียงอย่างเดียว ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับค่าความแปรียบต่าง และชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับค่าเฉลี่ย โดยให้ค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับร้อยละ 84.10 67.42 และ 62.57 ตามลำดับ นอกจากนี้ หากพิจารณาค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้รับจากการจำแนกด้วยกรรมวิธีแบบความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า การนำข้อมูลการวิเคราะห์ค่าลายผิวรวมเข้ากับข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นสามารถเพิ่มความถูกต้องของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้

จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การนำค่าการวัดลายผิวผสมกับข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออสสามารถเพิ่มความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล

ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่อนักศึกษา ศศิภานต์ ไพลกลาง
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

SASIKARN PLAIKLANG : CLASSIFICATION OF LAND USE AND
LAND COVER FROM THEOS DATA USING TEXTURE ANALYSIS.

THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SUWIT ONGSOMWANG, Dr. rer. Nat.
161 PP.

TEXTURE ANALYSIS/ THEOS DATA/ MAXIMUM LIKELIHOOD CLASSIER/
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK/ LULC CLASSIFICATION

The main objective of the study is to evaluate optimum algorithm and dataset of multispectral data and texture data of THEOS for land use and land cover (LULC) classification in Chok Chai district, Nakhon Ratchasima province using supervised classification with Maximum Likelihood Classifier (MLC) and Artificial Neural Network (ANN). In this study, multispectral data of THEOS acquiring on 19th February 2010 were used to analyze Optimum Index Factor and then used to create the first principal components for texture measure that include mean, variance, contrast, angular second moment, correlation, homogeneity, entropy, dissimilarity, and semivariogram. Then, 10 predefined datasets were created for LULC classification into 10 classes that were urban and built-up area, paddy field, cassava, sugarcane, eucalyptus, orchard, forest land, scrub, water body, and abandoned land.

For LULC classification from 10 datasets, it was found that only 9 datasets can be classified for all classes using MLC, while all datasets can be classified for all classes by ANN. At the same time, it was found that overall accuracy and kappa hat coefficient of all datasets using MLC were between 71.25% - 83.75%, and between 66.53% - 81.17%, respectively. Herein, multispectral data with mean dataset provided

the highest overall accuracy and kappa hat coefficient, these values were better than multispectral data about 4.37% and 5.21%, respectively. In the meantime, overall accuracy and kappa hat coefficient of all datasets using ANN were between 47.50% - 86.25% and 38.44% - 84.10% respectively. Here, multispectral dataset provided the highest overall accuracy and kappa hat coefficient.

For evaluation of optimum algorithm and dataset of multispectral data and texture data of THEOS for LULC classification, it was found that MLC was more suitable than ANN because accuracy of all 9 combined datasets were higher than ANN. However, if only multispectral dataset (band 1, 3 and 4) was considered, ANN was more suitable than MLC since it provided higher accuracy than MLC. While, three best optimum datasets for LULC classification with MLC were multispectral data with mean, multispectral data with entropy and multispectral data with dissimilarity. These provided kappa hat coefficient of 81.17, 78.91 and 77.44 %, respectively. At the same time, three best optimum dataset for LULC classification with ANN were multispectral data, multispectral data with contrast and multispectral data with mean. These provided kappa hat coefficient of 84.10, 67.42 and 62.57%, respectively. In addition, if consideration of conditional kappa hat coefficient of each LULC class with MLC and ANN, it was found that the combination of texture data with multispectral data can increase accuracy of each class.

In conclusion, applying texture measure with multispectral data of THEOS can increase the accuracy of LULC classification, especially using MLC.

School of Remote Sensing

Academic Year 2011

Student's Signature Sasikarn Plaiklang

Advisor's Signature Suwit Ong

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์และเป็นแบบอย่างในการดำเนินชีวิตที่ดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ แม่นยำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์ และรองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิตริสิริสัตยวงศ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา เพื่อการปรับแก้ตั้งแต่โครงร่างวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงเป็นวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.คณิต ไช่มุกด์ ที่ได้มอบโอกาสในการพัฒนา งานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และความก้าวหน้าในชีวิต

ขอขอบคุณ คุณวินัย เขาวเรศและคุณดิฉฉฉ ฉัตรกุลโตมร เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ การรับรู้จากระยะไกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความรู้ด้านการใช้ซอฟต์แวร์และ สนับสนุนอุปกรณ์ในการออกสำรวจภาคสนาม

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ขอขอบคุณ คุณเขาวเรศ จันทะศักดิ์ คุณธราพงษ์ เพ็ชรประยูร คุณสิริลักษณ์ ตะนัง คุณอภิรดี สรวีสตร คุณพิทักษ์ ไซยลังกา คุณอเนก ศรีสุวรรณ คุณฉัฐพล จันทร์แก้ว คุณสาธิต แสงประดิษฐ์ คุณสิริวรรณ รวมแก้ว คุณรวี รัตนาคม คุณสมพร ชอบธรรม คุณอนุชิต พัยคณิน และคุณลัดดาวัลย์ หมั่นนา ที่ให้ความรู้ทางด้านเทคนิคและการใช้ซอฟต์แวร์เฉพาะทางต่าง ๆ

ขอขอบคุณ พี่น้องในสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลทุกคน ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ และเป็นเพื่อน พี่ที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่โครงการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการบริหารทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจ ชี้แนะและเป็นเพื่อนที่ดีเสมอ

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 พื้นที่ศึกษา.....	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา.....	6
2 ปรัชศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land Use and Land Cover).....	7
2.2 การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน.....	8
2.2.1 การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing).....	9
2.2.2 การสกัดรูปลักษณะ (Feature Extraction).....	11
2.2.3 การเน้นคุณภาพข้อมูล (Image Enhancement).....	13
2.2.4 การตัดสินใจและเลือกวิธีการจำแนกข้อมูล (Decision and Classification).....	28
2.2.5 การประเมินความถูกต้อง (Accuracy Assessment).....	34
2.2.6 ผลลัพธ์สุดท้าย (Final Product).....	36
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36

สารบัญ (ต่อ)

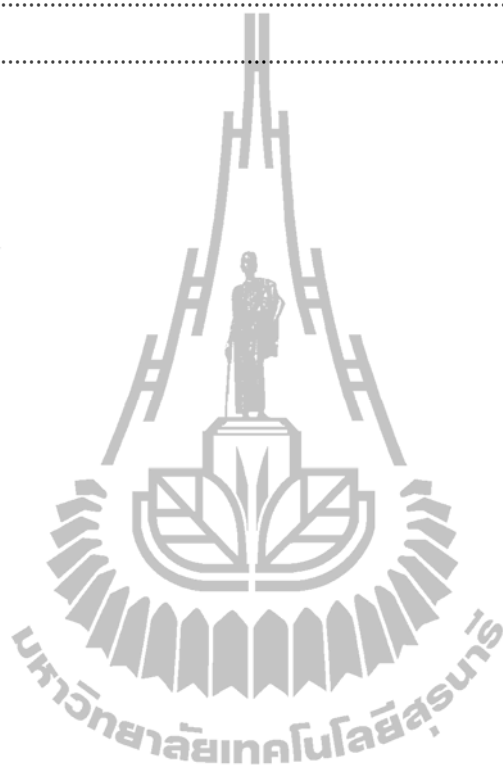
		หน้า
3	ข้อมูลและอุปกรณ์และวิธีการศึกษา	41
3.1	ข้อมูลและอุปกรณ์.....	41
3.2	วิธีการศึกษา.....	41
3.2.1	การรวบรวมข้อมูล (Data Collection).....	43
3.2.2	การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing).....	43
3.2.3	การสกัดรูปลักษณะและการเตรียมชุดข้อมูล (Feature Extraction and Dataset Preparation)	44
3.2.4	การจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC Data Classification).....	47
3.2.5	การประมวลผลภายหลังการจำแนก (Post Processing)	49
3.2.6	การสำรวจข้อมูลภาคสนามและการประเมินความถูกต้อง (Ground Verification and Accuracy Assessment).....	49
3.2.7	การประเมินผลความเหมาะสมกรรมวิธีการจำแนกและชุดข้อมูล (Assessment of Optimum Classification Methods and Datasets).....	50
4	ผลการศึกษา	51
4.1	ผลการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรีออส.....	51
4.2	ผลการประมวลผลเบื้องต้น	54
4.2.1	การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction).....	54
4.2.2	การวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสม (Optimum Index Factor: OIF)	56
4.2.3	การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)	58
4.3	การสกัดรูปลักษณะและการเตรียมชุดข้อมูล (Feature Extraction and Data Preparation)	59
4.4	ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	66
4.4.1	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยกรรมวิธีแบบความน่าจะเป็นสูงสุด.....	66
4.4.2	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยกรรมวิธีแบบโครงข่ายประสาทเทียม	75

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามและการประเมินความถูกต้อง (Ground Verification and Accuracy Assessment)	83
4.5.1 ผลการประเมินความถูกต้องของกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด.....	84
4.5.2 ผลการประเมินความถูกต้องของกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม.....	102
4.6 ผลการประเมินกรรมวิธีการจำแนกที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส	119
4.7 ผลการประเมินชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส	121
4.7.1 กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด.....	121
4.7.2 กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม	123
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	126
5.1 บทสรุป.....	126
5.1.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมธีออส.....	126
5.1.2 การประเมินความถูกต้องการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	127
5.1.3 การประเมินกรรมวิธีการจำแนกที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส	128
5.1.4 ผลการประเมินชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวที่เหมาะสมจากข้อมูลดาวเทียมธีออสสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	129
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	134
รายการอ้างอิง	136

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	142
ประวัติผู้เขียน	161



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงการเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์ค่าลายนิ้วประเภทต่าง ๆ..... 25
2.2	แสดงข้อดีและข้อเสียของกฎเกณฑ์การตัดสินใจแบบความน่าจะเป็นสูงสุด 30
2.3	แสดงข้อดีและข้อเสียของขั้นตอนวิธีแบบโครงข่ายประสาทเทียม 33
3.1	ค่าลายนิ้วทางสถิติใน 3 ระดับ ที่นำมาใช้ในการศึกษา 45
4.1	รายละเอียดข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษา..... 52
4.2	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษา..... 57
4.3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบนด์ของข้อมูลภาพดาวเทียมธีออส ที่ใช้ในการศึกษา..... 57
4.4	ค่าการวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสม (OIF) ของกลุ่มข้อมูลภาพดาวเทียมธีออส..... 57
4.5	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากกรรมวิธีการจำแนก แบบความน่าจะเป็นสูงสุดจากชุดข้อมูลประเภทต่าง ๆ.....73
4.6	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่าย ประสาทเทียมจากชุดข้อมูลประเภทต่าง ๆ..... 81
4.7	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปา ของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Data) โดยกรรมวิธี MLC 87
4.8	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายนิ้ว โดยกรรมวิธี MLC 88
4.9	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของ การวัดลายนิ้ว โดยกรรมวิธี MLC..... 89
4.10	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของ การวัดลายนิ้ว โดยกรรมวิธี MLC..... 90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC..... 91
4.12	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของ การวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC..... 92
4.13	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของ การวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC..... 93
4.14	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัด ค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC 94
4.15	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของ การวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC..... 95
4.16	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรีย โอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC..... 96
4.17	ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของ ชุดข้อมูล 10 ชุด ของกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด 100
4.18	ผลการเปรียบเทียบค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูล 10 ชุด ของกรรมวิธีการจำแนก แบบความน่าจะเป็นสูงสุด 101
4.19	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Data) โดยกรรมวิธี ANN 105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.20	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN 106
4.21	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของ การวัดลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN..... 107
4.22	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบเทียบต่าง (Contrast) ของ การวัดลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN..... 108
4.23	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN..... 109
4.24	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของ การวัดค่าลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN..... 110
4.25	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของ การวัดค่าลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN..... 111
4.26	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่า ลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN 112
4.27	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของ การวัดค่าลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN..... 113
4.28	เมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์ แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิเวริโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายนิ้ว โดยกรรมวิธี ANN 114

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.29 ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของ ชุดข้อมูล 10 ชุด ของกรรมวิธีการจำแนกแบบ โครงข่ายประสาทเทียม.....	117
4.30 ผลการเปรียบเทียบค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูล 10 ชุด ของกรรมวิธีการจำแนกแบบ โครงข่ายประสาทเทียม.....	118
4.31 การเปรียบเทียบผลการประเมินความถูกต้องในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและ สิ่งปกคลุมดิน โดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่าย ประสาทเทียม.....	120
ก แสดงรายละเอียดการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต	143
ข แสดงค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของ จุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างที่ 1 ของอ้อย (Sugarcane 1).....	145
ค แสดงค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) ของค่าความสว่างของ จุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างที่ 1 ของอ้อย (Sugarcane 1)	146
ง แสดงค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของ จุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างที่ 2 ของอ้อย (Sugarcane 2).....	147
จ แสดงค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) ของค่าความสว่างของจุดภาพ ในพื้นที่ตัวอย่างที่ 2 ของอ้อย (Sugarcane 2).....	148
ฉ แสดงตำแหน่งและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ใช้ใน การตรวจสอบความถูกต้อง.....	149

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	แสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา..... 5
2.1	แสดงแนวคิดของขั้นตอนการแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์ 9
2.2	แสดงแนวความคิดของการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบหลัก..... 12
2.3	แสดงตัวอย่างแสดงลักษณะของลายผิว (Texture) แบบต่าง ๆ 15
2.4	แสดงทิศทางการวัดค่าลายผิว..... 17
2.5	แสดงภาพต้นฉบับ 18
2.6	แสดงค่าความถี่ของแต่ละคู่จุดภาพที่เกิดขึ้น โดยเลื่อนตำแหน่งทีละ 1 จุดภาพ ในทิศทางแนวนอน (Horizontal) โดยมีระยะทาง (Distance) 1 จุดภาพ..... 19
2.7	แสดงค่าแถวลำดับความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (Co-occurrence Arrays; $P(i, j)$) ของแต่ละคู่จุดภาพที่เกิดขึ้น..... 19
2.8	แสดงกราฟองค์ประกอบของเซมิเวริโอแกรม 22
2.9	แสดงตัวอย่างระยะห่างตามแนวนอนที่แยกระหว่างสองตำแหน่ง (Lag)..... 23
2.10	แสดงหลักการจำแนกประเภทข้อมูลแบบความน่าจะเป็นสูงสุด 30
2.11	แสดงโครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feed Forward Neural Network) 32
3.1	แสดงแผนภูมิแสดงขั้นตอนวิธีการศึกษา 42
3.2	แสดงกลุ่มชุดข้อมูล จำนวน 10 ชุด ที่ใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 46
3.3	แสดงพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ที่ใช้สำหรับการจำแนกโดยกรรมวิธี MLC.....48
3.4	แสดงพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ที่ใช้สำหรับการจำแนกโดยกรรมวิธี ANN.....48
4.1	แสดงข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นของข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส.....53
4.2	แสดงตำแหน่งจุดควบคุมทางภาคพื้นดินจากข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสี 55
4.3	แสดงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออส ปี พ.ศ. 2553 ของพื้นที่ศึกษา 56
4.4	แสดงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออส ปี พ.ศ. 2553 แบบภาพสีผสมระหว่างแบนด์ 4 1 และ 3 (RGB)..... 58
4.5	ข้อมูลองค์ประกอบหลักลำดับที่ 1 จากข้อมูลดาวเทียมธีออส 59

สารบัญภาพ (ต่อ)

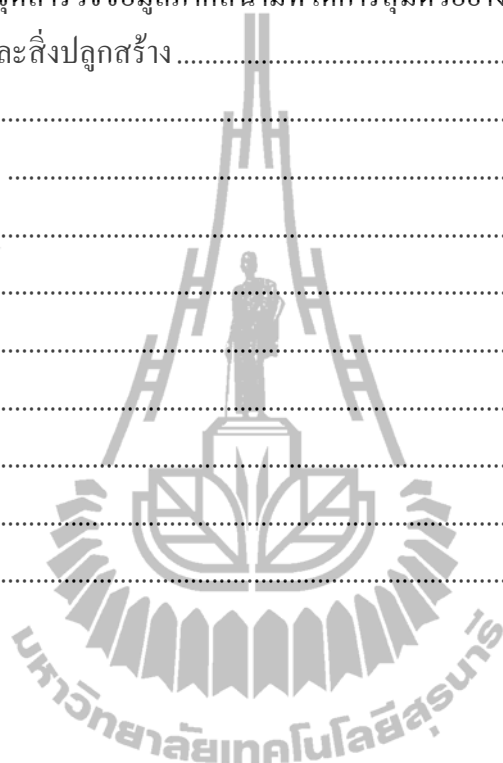
ภาพที่	หน้า
4.6	ข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว 60
4.7	ข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิว 60
4.8	ข้อมูลค่าความเปรียบเทียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว 61
4.9	ข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัด ค่าลายผิว..... 61
4.10	ข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว 62
4.11	ข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว..... 62
4.12	ข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว 63
4.13	ข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว 63
4.14	ข้อมูลค่าเซมิแวกเรียโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว..... 64
4.15	ชุดข้อมูล 10 ชุด ที่ใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 65
4.16	ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น โดยวิธี MLC 68
4.17	ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC..... 68
4.18	ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC 69
4.19	ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าความเปรียบเทียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC 69
4.20	ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์ อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC 70
4.21	ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC 70
4.22	ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC 71
4.23	ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC 71

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.24 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC	72
4.25 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าเซมิแวกเรีย โอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC	72
4.26 แสดงสัดส่วนของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ของแต่ละชุดข้อมูลจากการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด	74
4.27 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น โดยวิธี ANN	76
4.28 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	76
4.29 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	77
4.30 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	77
4.31 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์ อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	78
4.32 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	78
4.33 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	79
4.34 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	79
4.35 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	80
4.36 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูล ค่าเซมิแวกเรีย โอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN	80
4.37 แสดงสัดส่วนของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของ แต่ละชุดข้อมูลจากการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม	82

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.38 ตำแหน่งของจุดสำรวจข้อมูลภาคสนามที่ได้การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นอย่างสุ่ม	84
1 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	156
2 นาข้าว	156
3 มั่นสำปะหลัง	157
4 อ้อย	157
5 ยูคาลิปตัส	158
6 ไม้ผล	158
7 พื้นที่ป่าไม้	159
8 ไม้ละเมาะ	159
9 พื้นที่น้ำ	160
10 พื้นที่รกร้าง	160



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 ซึ่งระบุว่า ประเทศไทยมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะภาคการเกษตรซึ่งมีฐานทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์และมีสภาพภูมิประเทศที่เอื้อต่อการทำเกษตรกรรม แต่ยังคงขาดการวางแผนและการจัดการเชิงพื้นที่ที่เหมาะสม ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมแก่ฐานทรัพยากรเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ทั้งด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน พลังงาน แหล่งน้ำและป่าไม้ได้ถูกทำลายและนำมาใช้อย่างสิ้นเปลือง ก่อให้เกิดปัญหาการขาดความสมดุลระหว่างการใช้ประโยชน์กับการอนุรักษ์ฟื้นฟู (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2549) ดังนั้นเพื่อตอบสนองตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจฯ ดังกล่าว จะต้องมีการจัดระบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสม เพื่อช่วยยกระดับผลิตภาพทางการเกษตร และปรับโครงสร้างทางเศรษฐกิจให้เกิดความสมดุลและยั่งยืน

สำหรับประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศที่กำลังพัฒนา การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมีความหลากหลายและเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ฉะนั้น หากมีการวางแผนและจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้สอดคล้องกับการพัฒนา เช่น การจัดการพื้นที่เกษตรกรรม การวางแผนสาธารณูปโภค การจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติทางธรรมชาติ และการวางผังเมืองที่เหมาะสม จะช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศมีการเติบโตมากยิ่งขึ้น สำหรับข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยอาศัยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล นับว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการระบบการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ดีขึ้น

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงให้ความสำคัญกับการหากรรมวิธีการจำแนกและชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกของประเทศไทย (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2554) เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพเช่นเดียวกับพื้นที่ศึกษา ทำให้สามารถจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้

อย่างรวดเร็ว ประหยัดงบประมาณและเวลาในการดำเนินงาน พร้อมนำผลที่ได้รับไปใช้ในการพัฒนาและการจัดการเชิงพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแบบกำกับดูแล โดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) และแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) โดยอาศัยข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวของข้อมูลดาวเทียมธีออส

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้รับจากการศึกษา

1.2.3 เพื่อประเมินหากรรมวิธีการจำแนกและชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวที่เหมาะสม สำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ประกอบด้วย กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) อาศัยโปรแกรมการประมวลผลภาพ ERDAS Imagine และแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) อาศัยโปรแกรมการประมวลผลภาพ ENVI

1.3.2 ข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงที่ใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเป็นชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Bands) ของดาวเทียมธีออส จำนวน 3 แบนด์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ดัชนีปัจจัยที่เหมาะสม (Optimum Index Factor) จากข้อมูลต้นฉบับจำนวนทั้งหมด 4 แบนด์

1.3.3 ข้อมูลการวัดค่าลายผิวที่นำมาใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินร่วมกับข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Bands) ของดาวเทียมธีออส จะคำนวณจากข้อมูลองค์ประกอบหลัก ลำดับที่ 1 (Principal Component 1) ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) จากชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส จำนวน 3 แบนด์ ที่ได้จากการวิเคราะห์ดัชนีปัจจัยที่เหมาะสม เพื่อทำการจัดสร้างข้อมูลค่าลายผิวเชิงสถิติ ดังต่อไปนี้

1.3.3.1 ค่าทางสถิติระดับที่ 1 (First Order Statistic) ได้แก่

- ค่าเฉลี่ย (Mean)
- ค่าความแปรปรวน (Variance)

1.3.3.2 ค่าทางสถิติระดับที่ 2 (Second Order Statistic) จากข้อมูลเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (Grey Level Co-Occurrence Matrix) ได้แก่

- ค่าความเปรียบเทียบ (Contrast)
- ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment)
- ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)
- ค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity)
- ค่าเอนโทรปี (Entropy)
- ค่าความแตกต่าง (Dissimilarity)

1.3.3.3 ค่าทางสถิติระดับที่ 3 (Third Order Statistic) ในรูปของภูมิสถิติ (Geostatistics) ได้แก่

- ค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram)

1.3.4 ระบบการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่ใช้ในการศึกษาปรับปรุงจากระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552) ประกอบด้วย

1. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and Built-up Area)
2. นาข้าว (Paddy Field)
3. มันสำปะหลัง (Cassava)
4. อ้อย (Sugarcane)
5. ยูคาลิปตัส (Eucalyptus)
6. ไม้ผล (Orchard)
7. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)
8. ไม้ละเมาะ (Scrub)
9. พื้นที่น้ำ (Water Body)
10. พื้นที่รกร้าง (Abandoned Land)

1.4 พื้นที่ศึกษา

1.4.1 ที่ตั้ง

พื้นที่ศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของอำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศใต้ ห่างจากตัวจังหวัดนครราชสีมาประมาณ 30 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ตามพิกัดระบบ UTM ระหว่าง 190000 E ถึง 205000 E และ 1633995 N ถึง 1644000 N ประกอบด้วย 6 ตำบล ได้แก่ ตำบลด่านเกวียน ท่าจะหลุง ท่าอ่าง ละลมใหม่พัฒนา พลับพลา โชคชัยและท่าเยี่ยม มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 150 ตารางกิโลเมตร หรือ 93,750 ไร่ (ภาพที่ 1.1)

1.4.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่เป็นที่ราบสูงลักษณะลูกคลื่น มีระดับความสูงอยู่ระหว่าง 175-271 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีลำน้ำสำคัญไหลผ่าน 2 สาย คือลำน้ำมูลและลำพระเพลิงไหลผ่านกลางพื้นที่ศึกษาในแนวเหนือใต้ ทำให้เกิดเป็นที่ราบลุ่มสำหรับใช้ประโยชน์ในการทำนา ดินที่พบส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย

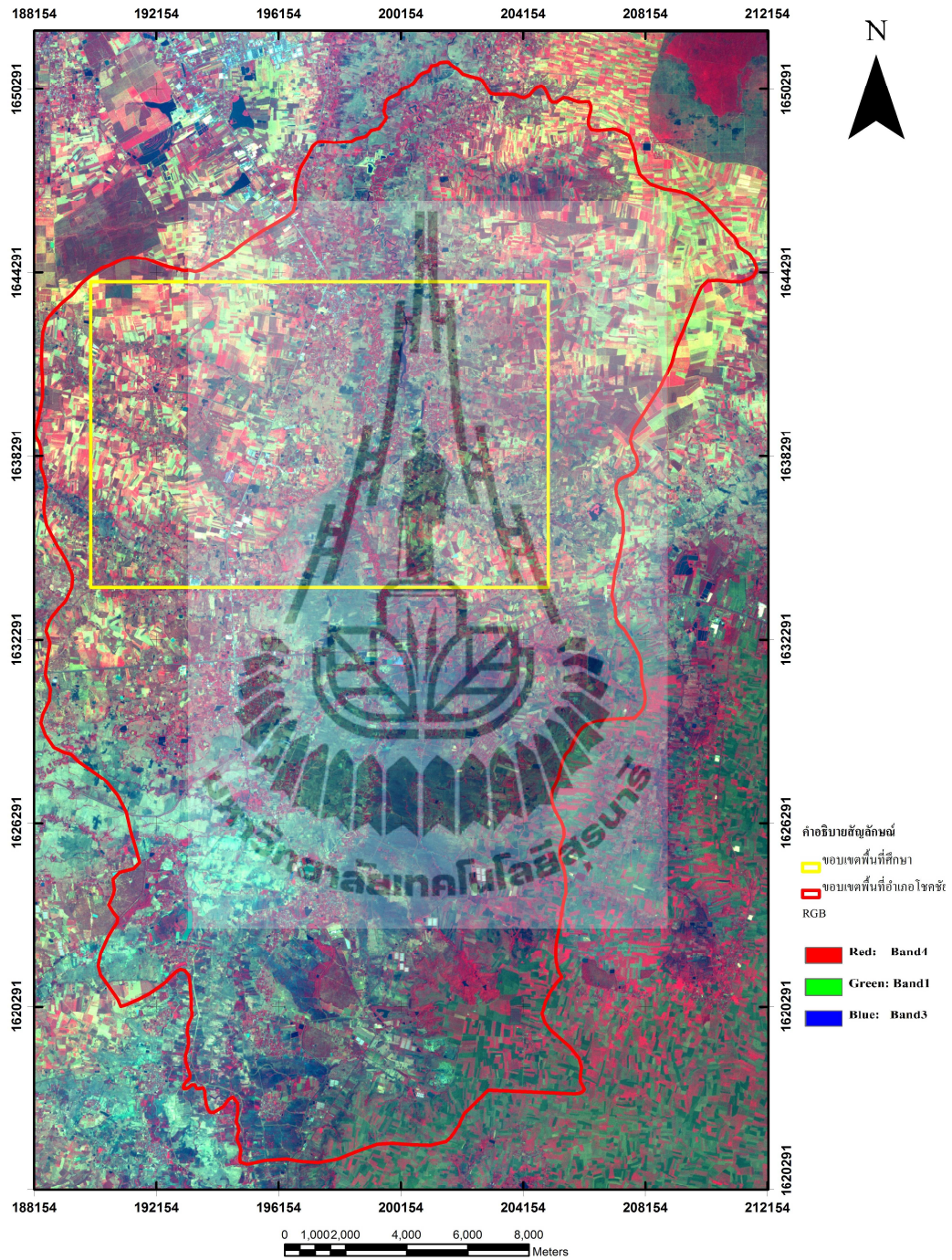
1.4.3 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศ แบ่งเป็น 3 ฤดู คือ

- ฤดูร้อน อยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน
- ฤดูฝน อยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฝนตกชุกระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม
- ฤดูหนาว อยู่ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนธันวาคม

1.4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2550 พบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินหลักได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม ประกอบด้วย พื้นที่ปลูกข้าว 57.07 ตารางกิโลเมตร รองลงมาเป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 53.95 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ปลูกอ้อย 6.35 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส 5.88 ตารางกิโลเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550)



ภาพที่ 1.1 พื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอไชโยชัย จังหวัดนครราชสีมา

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1.5.1 ทราบกรรมวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแบบกำกับดูแล ด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) และแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) โดยอาศัยข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวข้อมูลดาวเทียมธีออส

1.5.2 ทราบผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และผลการประเมินกรรมวิธีการจำแนกและชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวที่เหมาะสม สำหรับนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออสในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพเหมือนกัน



บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land Use and Land Cover)

ในการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน มีนักวิจัยหลายท่านได้กำหนดนิยามการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินไว้หลายรูปแบบ อาทิ ราชบัณฑิตยสถาน (2543) กล่าวว่า การใช้ที่ดิน (Land Use) หมายถึง การใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตรและอื่นๆ อาจมีการสำรวจทำเป็นแผนที่แสดงการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ พื้นที่ที่เป็นที่เพาะปลูกพืชต่าง ๆ เป็นต้น ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และคณะ (2549) กล่าวว่า การใช้ที่ดิน หมายถึง กิจกรรมของมนุษย์บนพื้นดินและสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติบนพื้นแผ่นดิน ในที่นี้จะรวมเอาสิ่งครอบคลุมดิน (Land Cover) เข้าไปด้วย เพื่อที่จะสามารถจำแนกกันได้ทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างทางกายภาพที่มนุษย์สร้างขึ้น ปรากฏการณ์ทางชีวภาพและการพัฒนาทุกประเภท สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2550) กล่าวว่า การใช้ที่ดิน (Land Use) เป็นการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์บนที่ดินที่ได้รับการตอบแทนในเชิงเศรษฐกิจ เช่น การทำสวนผลไม้ การทำนา เป็นต้น ส่วนสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ แหล่งน้ำ หุ่นหญ้า ทรงกต ทศานนท์ (2550) กล่าวว่า สิ่งปกคลุมดินจะเกี่ยวข้องกับชนิดหรือลักษณะของวัตถุสิ่งของ หรือพืชพรรณที่เกิดขึ้นหรือตั้งปกคลุมดินอยู่ เช่น คอนกรีต พืชพรรณ ป่าไม้ ต้นหญ้า หรือสระน้ำ เป็นต้น ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน หมายถึง กิจกรรมทางสังคม หรือทางเศรษฐกิจของมนุษย์ที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ศึกษา เช่น เขตที่อยู่อาศัย เขตเกษตรกรรม เขตอุตสาหกรรม หรือเขตพาณิชย์กรรม เป็นต้น ชัชชัย ตันตสิรินทร์ (2554) กล่าวว่า สิ่งปกคลุมดิน (Land Cover) คือวัสดุหรือวัตถุกายภาพที่ปกคลุมพื้นผิวโลก เช่น หุ่นหญ้า ต้นไม้ ฝวน้ำ พื้นถนน ส่วนการใช้ที่ดิน (Land Use) คือการเปลี่ยนแปลงสภาพหรือความเป็นธรรมชาติไปเป็นลักษณะหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อการใช้ประโยชน์ เช่น สวนป่าที่อยู่อาศัย ซึ่งมนุษย์ใช้พื้นที่นั้น ๆ เพื่อทำอะไร

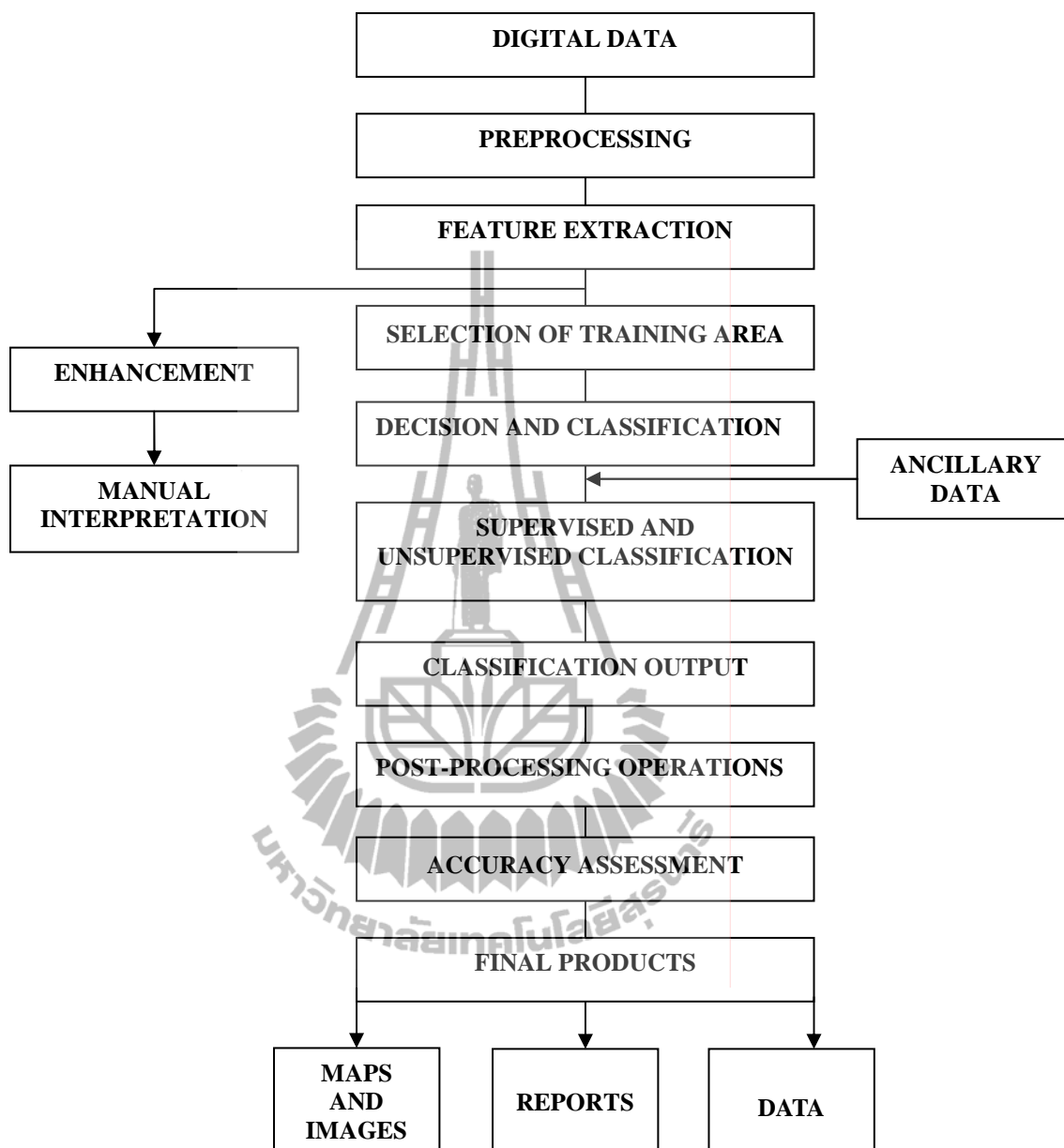
ดังนั้น จากนิยามข้างต้น สามารถสรุปและกำหนดคำจำกัดความในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมหรือส โดยการวิเคราะห์ค่าลายผิวได้ว่า สิ่งปกคลุมดิน คือ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ซึ่งเกิดหรือตั้งปกคลุมดินอยู่ ส่วนการใช้ประโยชน์

ที่ดินคือ กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ และตอบสนองความต้องการของมนุษย์ในการดำรงชีวิต ซึ่งในแต่ละพื้นที่อาจมีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ สภาพเศรษฐกิจ สังคม นโยบายการพัฒนาและเทคโนโลยี จะส่งผลให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่แตกต่างกันออกไป

2.2 การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

สรรค้ำใจ กลิ่นดาว (2550) กล่าวว่า การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพถ่ายเทียม เป็นกระบวนการที่จะกำหนดหรือระบุว่าจุดภาพในภาพถ่ายเทียมเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดินประเภทใด โดยค่าการสะท้อนคลื่นแสงของแต่ละจุดภาพจะแปรผันตามช่วงคลื่น ราชบัณฑิตยสถาน (2543) กล่าวว่า การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน เป็นรูปแบบหนึ่งของการจำแนกประเภทที่ดิน โดยจัดแบ่งที่ดินตามระบบขั้นตอนการจำแนกออกเป็นประเภทตามการใช้ประโยชน์ในสภาพปัจจุบัน เช่น ที่ทำนาทำไร่ สวนผลไม้ แหล่งอุตสาหกรรมและที่อยู่อาศัย เป็นต้น ดังนั้น การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภท จึงเป็นการเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพ หรือเปรียบเทียบกับจุดภาพที่ทราบว่าเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทใด ทำให้เราสามารถรวมจุดภาพที่มีค่าการสะท้อนคลื่นแสงใกล้เคียงกัน และระบุประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้ ทรงกต ทศานนท์ (2550) กล่าวว่า การจำแนกข้อมูลภาพสามารถจำแนกได้ 2 รูปแบบ คือ การแปลตีความด้วยสายตา ถือเป็น การจำแนกกลุ่มข้อมูลเชิงคุณลักษณะบนภาพออกมาโดยตรง ซึ่งจะดูจากความแตกต่างขององค์ประกอบในการแปลตีความ โดยเฉพาะรูปร่างและขนาด (Size and Shape) ค่าลายผิว (Texture) และการแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเครื่องจะแยกกลุ่มข้อมูลที่มีอยู่บนภาพออกจากกัน โดยดูจากความแตกต่างของคุณลักษณะเชิงรังสีของสมาชิกในแต่ละกลุ่มเป็นหลัก โดยเฉพาะค่าเชิงตัวเลข (Digital Number) เฉลี่ยในแต่ละช่วงคลื่น เรียกว่า การจำแนกเชิงรังสี

ในการศึกษาครั้งนี้จะสรุปปริทัศน์วรรณกรรมตามขั้นตอนหลักของการประมวลผลภาพเชิงเลข (Digital Image Processing) ตามคำแนะนำของ Campbell (1987) และ Ongsomwang (2007) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.1 ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนสรุปได้ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์

ที่มา: Campbell (1987) และ Ongsomwang (2007)

2.2.1 การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing)

การประมวลผลเบื้องต้น เป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพก่อนเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์หรือจำแนกข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาอาจมีความคลาดเคลื่อนหรือผิดเพี้ยนของข้อมูลรวมทั้ง การเตรียมข้อมูลเพื่อให้คุณภาพโดยรวมของข้อมูลมีคุณภาพมากพอก่อนจะทำการวิเคราะห์ประมวลผล ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพและความถูกต้องของการศึกษา ประกอบด้วย

2.2.1.1 การปรับแก้ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการแสดงผลข้อมูล (Simply Display)

เป็นขั้นตอนการตรวจสอบคุณสมบัติและคุณภาพของข้อมูลว่าครบถ้วนและสมบูรณ์หรือไม่ อาจใช้ข้อมูลฮิสโตแกรม (Histogram) ข้อมูลปริภูมิรังสี (Scatterplot) หรือนำข้อมูลเชิงสถิติมาช่วยในการปรับแก้ ซึ่งจะช่วยในการปรับแต่งคุณภาพและช่วยให้การประมวลผลข้อมูลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2.1.2 การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงรังสี (Radiometric Correction) ที่เป็นการคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เกิดจาก

- อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ (Sensor) มีผลทำให้คุณภาพของข้อมูลภาพด้อยลงไป เช่น ข้อมูลขาดหายเป็นบางช่วง (Line Dropout)
- ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศ เช่น การสูญเสียพลังงานบางส่วน หรือการกระเจิงของพลังงาน
- ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากลักษณะภูมิประเทศ มักเกิดขึ้นกับพื้นที่ที่มีลักษณะขรุขระ ความสูงต่ำไม่เท่ากันหรือมีความลาดเอียง

2.2.1.3 การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

เป็นความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เกิดจาก

- ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความไม่เสถียรของอุปกรณ์การตรวจวัด
- สมพร สว่างค์ (2552) กล่าวว่า การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตเป็นกระบวนการในการปรับแก้ความผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งมีสาเหตุมาจากความบกพร่องของอุปกรณ์การตรวจวัด การหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้ภาพเกิดความบิดเบี้ยวทางเรขาคณิต โดยจะทำการแปลงค่าพิกัดภาพ ซึ่งเป็นการสร้างความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างพิกัดของจุดภาพบนภาพดาวเทียมและตำแหน่งของจุดพิกัดเดียวกันบนแผนที่ภูมิประเทศ หรือภาพที่ใช้ในการอ้างอิง ซึ่งมักใช้สมการเชิงเส้นตรง (Linear Equation) หรือสมการพหุนาม (Polynomial Equation) ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ในการปรับแก้มีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า โดยใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point: GCP) จำนวนหนึ่ง มากำหนดรูปแบบสมการของการแปลง เพื่อจัดตำแหน่งทั้งหมดในภาพไปสู่พิกัดใหม่ที่ต้องการ แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ

- วิธีการภาพเริ่มต้นไปยังข้อมูลค่าพิกัดอ้างอิง (Image to GPS Rectification) หมายถึง การแปลงค่าพิกัดโดยภาพดาวเทียมกับข้อมูลค่าพิกัดที่บันทึกด้วยเครื่องระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ในระหว่างการสำรวจภาคสนาม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน

- วิธีการภาพเริ่มต้นไปยังแผนที่อ้างอิง (Image to Map Rectification) หมายถึง การแปลงค่าพิกัดจากข้อมูลนำเข้าไปยังแผนที่อ้างอิง โดยใช้จุดควบคุมภาคพื้นดินจากแผนที่อ้างอิง ซึ่งบอกค่าพิกัดในระบบต่าง ๆ

- วิธีการภาพเริ่มต้นไปยังภาพอ้างอิง (Image to Image Rectification) หมายถึง การแปลงค่าพิกัดจากข้อมูลภาพนำเข้าไปยังภาพอ้างอิง โดยการใช้จุดควบคุมภาคพื้นดินของภาพอ้างอิง มาสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุในภาพนำเข้ากับภาพอ้างอิง

ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตด้วยวิธีการภาพเริ่มต้นไปยังภาพอ้างอิง (Image to Image Rectification) โดยการนำภาพถ่ายออร์โธรี มาใช้เป็นภาพอ้างอิงและหลังจากที่ทำการแปลงค่าพิกัดแล้วจะใช้วิธีการจัดข้อมูลใหม่ (Resampling) แบบตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor) โดยกำหนดขนาดของจุดภาพเท่ากับ 15 เมตร

2.2.2 การสกัดรูปลักษณะ (Feature Extraction)

Jensen (2005) กล่าวว่าหลังจากผ่านกระบวนการประมวลผลเบื้องต้น ซึ่งเป็นการเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์และประมวลผลภาพแล้ว ผู้วิเคราะห์จะทำการสกัดรูปลักษณะเพื่อลดมิติของข้อมูล หรือเพิ่มรายละเอียดให้กับข้อมูลที่มีความคมชัดมากยิ่งขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้ วิธีการสกัดรูปลักษณะที่นำมาใช้ในการศึกษา มีดังต่อไปนี้

2.2.2.1 การวิเคราะห์ดัชนีปัจจัยที่เหมาะสม (Optimum Index Factor: OIF)

เป็นวิธีการเพื่อคัดกรองช่วงคลื่นที่ให้ความแตกต่างของข้อมูลภาพผสมสูงสุด Chavez, Guptill and Howell (1984) กล่าวว่า OIF จะคำนวณจากค่าสัดส่วนระหว่างผลรวมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับผลรวมค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการจัดหมู่ข้อมูลภาพจากดาวเทียม 3 แบนด์ เช่น ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออสที่มีจำนวน 4 แบนด์ สามารถทำการจัดหมู่ครั้งละ 3 แบนด์ได้ทั้งหมด 4 ชุดข้อมูล ประกอบด้วย ชุดที่ 1 แบนด์ 1 2 3 ชุดที่ 2 แบนด์ 1 2 4 ชุดที่ 3 แบนด์ 1 3 4 และชุดที่ 4 แบนด์ 2 3 4 และจัดเรียงค่า OIF ของชุดข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ โดยชุดข้อมูลที่มีค่า OIF สูงสุด จะเป็นชุดข้อมูลที่มีการจัดหมู่ระหว่างแบนด์ดีที่สุด เนื่องจากมีความแตกต่างระหว่างแบนด์สูงที่สุดและมีความซ้ำซ้อนของข้อมูลน้อยที่สุด ในการคำนวณค่า OIF จะอาศัยสมการดังต่อไปนี้

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 Abs(r_j)} \quad (\text{สมการที่ 2.1})$$

โดยที่

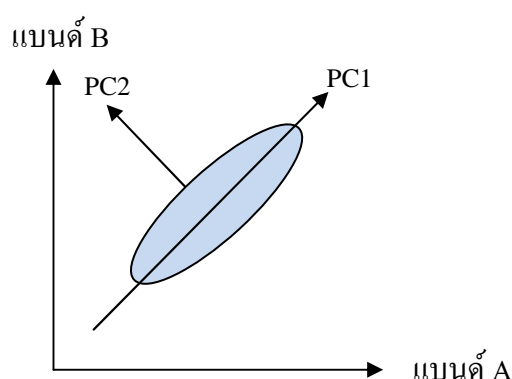
S_k คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบนด์ที่ k

$Abs(r_j)$ คือ ค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 2 แบนด์
จากการจัดหมู่ 3 แบนด์

2.2.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)

เป็นการเน้นภาพโดยใช้ค่าสถิติของข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น ด้วยการลดขนาดและความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่ปรากฏในแต่ละช่วงคลื่น โดยมีได้สูญเสียรายละเอียดของข้อมูลเดิม (Lillesand and Kiefer, 1994) ข้อมูลที่ได้จากการทำ PCA นั้น สามารถนำมาแปลความหมายข้อมูลภาพ ก่อนที่จะทำการจำแนกประเภท เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณมากขึ้น (Singh and Harrison, 1985; Jensen, 1996)

Harrison and Jupp (1990) กล่าวว่า แนวความคิดของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักสามารถแสดงดังภาพที่ 2.2 จากภาพจะแสดงแนวแกน X และ Y และมีการกระจายตัวของจุดภาพอยู่โดยรอบแกนทั้งสอง ซึ่งตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยแกน X เป็นเส้นที่แสดงค่าความแปรปรวน (Variance) มากที่สุด เรียกว่า “องค์ประกอบหลักที่ 1” (PC1) ส่วนแกน Y เป็นเส้นที่แสดงค่าความแปรปรวนรองลงมา เรียกว่า “องค์ประกอบหลักที่ 2” (PC2) ซึ่งจะมีรายละเอียดของข้อมูลน้อยลง ความแปรปรวนของข้อมูลบนแกนทั้งสองจะเป็นความสัมพันธ์ของผลรวมของความแปรปรวนจากจำนวนช่วงคลื่นของข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณทั้งหมด



ภาพที่ 2.2 แสดงแนวความคิดของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

ที่มา: Harrison and Jupp (1990)

2.2.3 การเน้นคุณภาพข้อมูล (Image Enhancement)

ในขั้นตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลจากลักษณะของข้อมูลที่ปรากฏบนภาพ เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้จากการบันทึกด้วยอุปกรณ์สำรวจจากระยะไกลนั้น มีคุณภาพแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านการสะท้อนเชิงคลื่น ปัจจัยทางสภาพบรรยากาศ ที่ทำให้ความถูกต้องเชิงรังสีลดลง ไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือแปลตีความภาพ ดังนั้น เราจึงต้องทำการเน้นภาพให้เกิดความคมชัดก่อน เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์ภาพ Faust (1989) และ Ongsomwang (2007) กล่าวว่า การเน้นภาพ คือ กระบวนการการสร้างภาพใหม่ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแปลตีความและจำแนกประเภทวัตถุให้ดียิ่งขึ้น สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2550) กล่าวว่า การเน้นภาพ หมายถึง การปรับเปลี่ยนค่าระดับสีเทาของภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพใหม่ที่มีความคมชัดขึ้น ง่ายต่อการแปลตีความด้วยสายตา และเพิ่มความถูกต้องในการวิเคราะห์

Jensen (2005) ได้แบ่งหลักการสำคัญสำหรับการเน้นภาพออกเป็น 2 รูปแบบ คือ Point และ Neighborhood Operations

1) Point Operation เป็นการปรับปรุงค่าการสะท้อนของคลื่นแสงของจุดภาพทั้งหมด โดยไม่นำค่าการสะท้อนคลื่นแสงของจุดภาพข้างเคียงมาพิจารณา เช่น การเพิ่มค่าความแตกต่าง (Contrast Stretching) เป็นต้น

2) Neighborhood Operation เป็นการปรับปรุงค่าการสะท้อนของคลื่นแสงของจุดภาพ โดยนำค่าการสะท้อนคลื่นแสงของจุดภาพข้างเคียง มาคำนวณค่าการสะท้อนของคลื่นแสงของจุดภาพใหม่ โดยทำการกำหนดขนาดหน้าต่างและค่าสัมประสิทธิ์ในการกรองข้อมูล เช่น การกรองข้อมูลแบบความถี่ต่ำ (Low Frequency Filtering) และการกรองข้อมูลแบบความถี่สูง (High Frequency Filtering) เป็นต้น

ERDAS (2002) แบ่งการเน้นภาพออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

1) การเน้นภาพเชิงรังสี (Radiometric Enhancement) เป็นการปรับปรุงค่าข้อมูลการสะท้อนคลื่นแสงของจุดภาพในแต่ละช่วงคลื่น เช่น การเพิ่มค่าความแตกต่างแบบเชิงเส้นและมีไม่เชิงเส้น (Linear and Non-Linear Contrast Stretching) เป็นต้น

2) การเน้นภาพเชิงพื้นที่ (Spatial Enhancement) เป็นการปรับปรุงค่าข้อมูลการสะท้อนคลื่นแสงของจุดภาพจากค่าข้อมูลจุดภาพข้างเคียง เช่น การกรองเชิงพื้นที่ (Spatial Filtering) และการวัดค่าลายผิว (Texture Measures) เป็นต้น

3) การเน้นภาพเชิงคลื่นแสง (Spectral Enhancement) เป็นการผสมหรือแปลงค่าการสะท้อนคลื่นแสงระหว่างช่วงคลื่นเพื่อปรับปรุงข้อมูลภาพให้ดีขึ้น เช่น การหาสัดส่วน (Ratioing) และดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices) เป็นต้น

ในการศึกษาครั้งนี้ มุ่งเน้นการนำการวัดค่าลายผิวทางสถิติ (Statistical Measures) มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส สรุปได้ดังนี้

การวิเคราะห์ค่าลายผิวทางสถิติ

Jensen (1996) กล่าวว่า ค่าลายผิว (Texture) เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการแปลตีความภาพด้วยสายตา ในขณะที่ การแปลตีความด้วยคอมพิวเตอร์นั้น นักวิเคราะห์ภาพส่วนใหญ่จะจำแนกโดยการพิจารณาเพียงค่าการสะท้อนคลื่นแสงเพียงอย่างเดียว ฉะนั้น จึงมีความพยายามที่จะนำคุณลักษณะหรือองค์ประกอบสำหรับการแปลตีความภาพด้วยสายตา เช่น ค่าลายผิว มาใช้ร่วมกับค่าการสะท้อนคลื่นแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแปลตีความภาพด้วยคอมพิวเตอร์

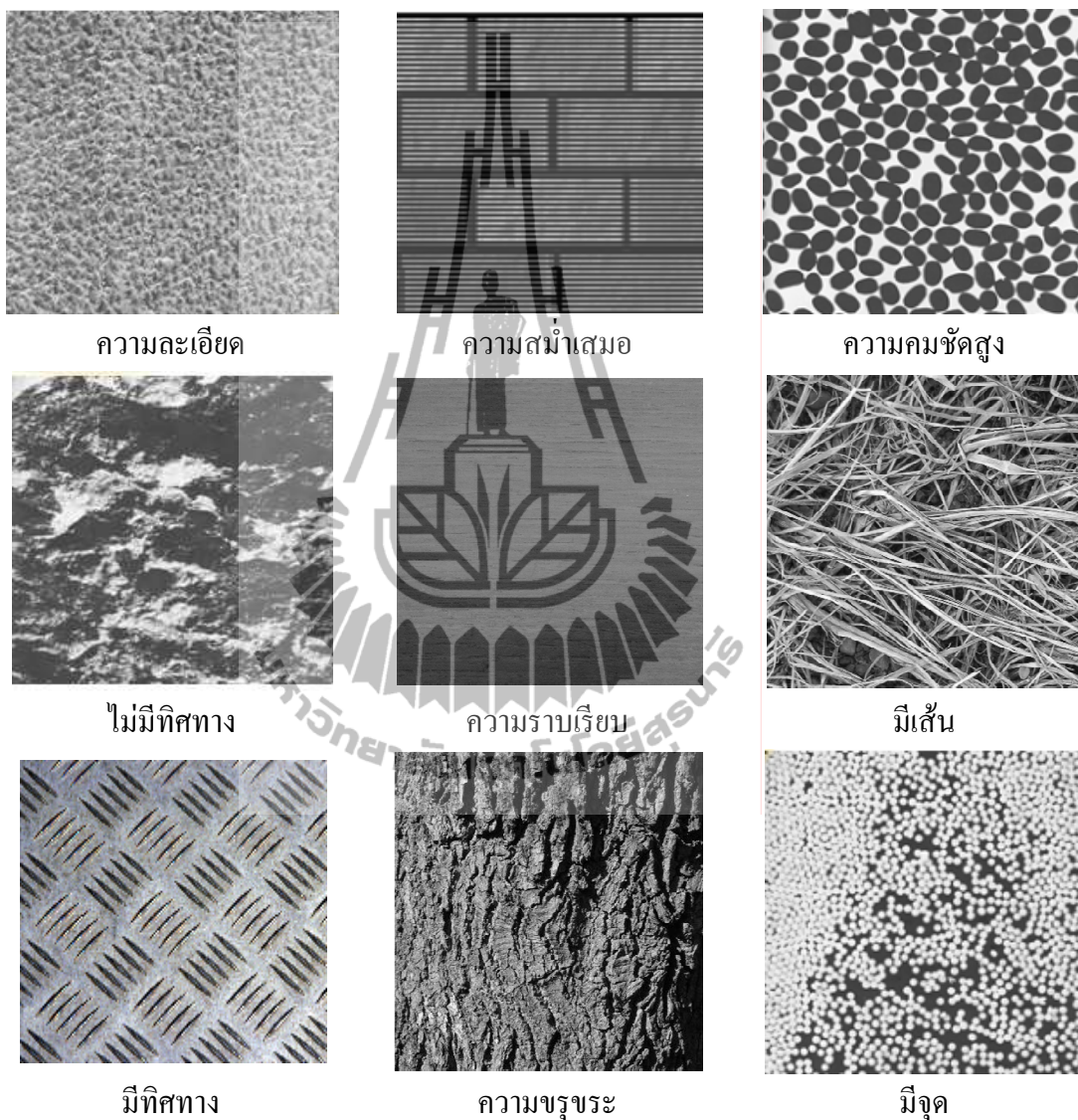
Ongsomwang (2007) ได้นิยามค่าลายผิวไว้ว่า เป็นระดับของความขรุขระหรือความราบเรียบของวัตถุหรือพื้นผิวของภาพ รูปแบบดังกล่าวเกิดจากการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของระดับสีเทาในภาพ การวัดค่าลายผิวสามารถวัดได้จากจุดภาพข้างเคียงที่อยู่รอบ ๆ จุดภาพศูนย์กลางภายในหน้าต่าง (window) ที่พิจารณา

Haralick (1979) กล่าวว่า ลายผิวของภาพ (Image Texture) สามารถอธิบายโดยอาศัยจำนวน ประเภทของรูปพื้นฐานของภาพ และการจัดระเบียบเชิงพื้นที่หรือผังเค้าร่างของรูปพื้นฐานของภาพ โดยการจัดระเบียบเชิงพื้นที่แบบสุ่ม (Random) หรือแบบการจับคู่ที่พึงพิง รูปพื้นฐานหนึ่งกับรูปพื้นฐานข้างเคียง การพึงพิงอาจมีรูปแบบเป็นแบบเชิงโครงสร้างเชิงความน่าจะเป็นและเชิงฟังก์ชัน ดังนั้น ค่าลายผิว จึงเป็นการตรวจวัดความผันแปรเชิงพื้นที่ของค่าการสะท้อนคลื่นแสงหรือค่าเชิงตัวเลข (Digital Number) ของจุดภาพ โดยค่าลายผิวดังกล่าว จะมีบทบาทสำคัญในการประมวลผลภาพในหลาย ๆ แขนง เช่น การวินิจฉัยโรคของแพทย์ (Gibson and Gaydeck, 1995) วิทยาศาสตร์การอาหาร (Basset, Buquet, Abouelkaram, Delachartre, and Culioli, 2000) และรูปแบบทางอุตสาหกรรม (James, 1987)

สำหรับประเภทลายผิว สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ลายผิวที่มีความแน่นอน (Deterministic Texture) และลายผิวที่มีความไม่แน่นอน (Stochastic Texture)

- 1) ลายผิวที่มีความแน่นอน (Deterministic Texture) เป็นลวดลายสม่ำเสมอ เช่น ภาพโมเสก มีรูปแบบการเกิดลวดลายแบบมีหลักเกณฑ์แน่นอน
- 2) ลายผิวที่มีความไม่แน่นอน (Stochastic Texture) เป็นคุณลักษณะของการตรวจวัดค่าทางสถิติหรือแบบจำลองของค่าลายผิวของวัตถุ จะบ่งชี้ถึงความขรุขระ ราบเรียบ หรือความสม่ำเสมอ ซึ่งการนำค่าลายผิวดังกล่าวมาใช้กับค่าการสะท้อนคลื่นแสงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมได้มากยิ่งขึ้น Haralick (1973) กล่าวว่า มนุษย์ได้อธิบาย

ค่าลายผิวในเชิงคุณภาพ ได้แก่ ความหยาบ ความละเอียด มีทิศทาง ไม่มีทิศทาง ความกลมกลืน ความแตกต่าง ความขรุขระ ความสม่ำเสมอ ความราบเรียบ มีจุด มีเส้น ดังตัวอย่างแสดงไว้ใน ภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างลักษณะของลายผิว (texture) แบบต่าง ๆ
ที่มา: Haralick (1973)

Berberoglu and Curran (2006) ได้แบ่งการวัดค่าลายผิวออกเป็น 4 กลุ่ม สรุปได้ดังนี้

1) ค่าทางสถิติระดับที่ 1 (First Order Statistic)

เป็นการวัดค่าลายผิวที่ได้จากการคำนวณเชิงสถิติของภาพต้นฉบับ โดยไม่พิจารณาความสัมพันธ์ของจุดภาพข้างเคียง (Akono, Tonye, Nyongui, and Rudant, 2003)

ในการจำแนกประเภทของวัตถุในภาพจะผสมผสานระหว่างค่าการสะท้อนเชิงคลื่น และการวัดค่าลายผิวแบบสถิติลำดับที่ 1 (First-Order Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน

- ค่าเฉลี่ย (Mean) เป็นการวัดค่าลายผิวซึ่งคำนวณจากผลรวมของค่าการสะท้อนคลื่นแสงคูณด้วยค่าความถี่ของระดับสีเทาที่เกิดขึ้นของจุดภาพในหน้าต่าง (Beyer, 2008) โดยคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$ave = \frac{1}{w} \sum_{i=0}^{quant_k} i \times f_i \quad (\text{สมการที่ 2.2})$$

โดยที่

ave คือ ค่าเฉลี่ย

i คือ ค่าความเข้มแสงของจุดภาพในหน้าต่าง

f_i คือ ค่าความถี่ของระดับสีเทา-ค่า i เกิดขึ้นของจุดภาพในหน้าต่าง

$quant_k$ คือ ค่าความเข้มแสงสูงสุดของจุดภาพ

w คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมดที่อยู่ในหน้าต่าง

- ค่าความแปรปรวน (Variance) เป็นการวัดความหลากหลายของค่าจุดภาพ ซึ่งจุดภาพที่มีค่าพิสัยกว้าง แสดงว่าจะมีค่าความแปรปรวนมาก (Gao, 2009) โดยคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$var = \frac{1}{w} \sum_{i=0}^{quant_k} (i - ave)^2 \times f_i \quad (\text{สมการที่ 2.3})$$

โดยที่

var คือ ค่าความแปรปรวน

ave คือ ค่าเฉลี่ย

i คือ ค่าความเข้มแสงของจุดภาพในหน้าต่าง

f_i คือ ค่าความถี่ของระดับสีเทา-ค่า i เกิดขึ้นของจุดภาพในหน้าต่าง

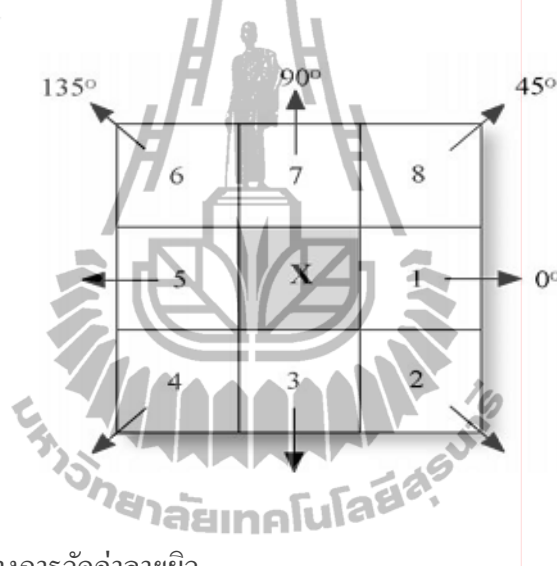
$quant_k$ คือ ค่าความเข้มแสงสูงสุดของจุดภาพ

w คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมดที่อยู่ในหน้าต่าง

2) ค่าทางสถิติระดับที่ 2 (Second Order Statistic)

เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (Grey-Level Co-occurrence Matrix, GLCM) เป็นการวัดค่าลายผิวของภาพซึ่งถูกนำเสนอโดย Haralick สำหรับใช้ในการนำมาวิเคราะห์ภาพ ซึ่งมักจะอยู่ในโปรแกรมประมวลผลข้อมูลภาพ สำหรับใช้ในการจำแนกภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพการจำแนกให้ดียิ่งขึ้น (Beyer, 2008)

GLCM จะทำการคำนวณความสัมพันธ์ของจุดภาพ โดยนับจากค่าของจุดภาพข้างเคียงที่สัมพันธ์กับระยะทางและทิศทางของการเคลื่อนที่ในหน้าต่าง ซึ่งนิยามกำหนดทิศทางในการเคลื่อนที่ 4 ทิศทาง ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงทิศทางการวัดค่าลายผิว

ที่มา: Beyer, 2008

- จากภาพ จุดภาพที่ 1 และ 5 มีทิศทางเคลื่อนที่เป็นแบบ 0° (Horizontal)
 จุดภาพที่ 2 และ 6 มีทิศทางเคลื่อนที่เป็นแบบ 135° (Diagonal)
 จุดภาพที่ 4 และ 8 มีทิศทางเคลื่อนที่เป็นแบบ 45° (Anti-diagonal)
 จุดภาพที่ 3 และ 7 มีทิศทางเคลื่อนที่เป็นแบบ 90° (Vertical)

การวัดค่าลายผิวแบบ GLCM จะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 จุดภาพ เรียกว่า จุดภาพอ้างอิงและจุดภาพข้างเคียง เช่น จุดภาพข้างเคียงของการเลื่อนตำแหน่งไปแนวนอน (Horizontal) ของแต่ละจุดภาพอ้างอิง โดยเลื่อนตำแหน่ง 1 จุดภาพ ซึ่งมีระยะทาง ($d = 1$) ดังตัวอย่างการคำนวณ GLCM แสดงไว้ในภาพที่ 2.5 ถึงภาพที่ 2.7

0	1	1	2	3
0	0	2	3	3
0	1	2	2	3
1	2	3	2	2
2	2	3	3	2

ภาพที่ 2.5 แสดงภาพต้นฉบับ

Ref. pixel value	Neighbor pixel value			
	0	1	2	3
0	1	2	1	0
1	0	1	3	0
2	0	0	3	5
3	0	0	2	2

ภาพที่ 2.6 แสดงค่าความถี่ของแต่ละคู่จุดภาพที่เกิดขึ้น โดยเลื่อนตำแหน่งที่ละ 1 จุดภาพ ในทิศทางแนวนอน (Horizontal) โดยมีระยะทาง (Distance) เท่ากับ 1 จุดภาพ (Beyer, 2008) ตัวอย่างเช่น คู่จุดภาพ (0,0) จะมีค่าความถี่ที่เกิดขึ้น เท่ากับ 1

0.05	0.1	0.05	0
0	0.05	0.15	0
0	0	0.15	0.25
0	0	0.1	0.1

ภาพที่ 2.7 แสดงค่าแถวลำดับความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (Co-occurrence Arrays; $P(i, j)$) ของแต่ละคู่จุดภาพที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น จากภาพที่ 2.6 ค่าความถี่ที่เกิดขึ้นทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 20 ดังนั้น คู่จุดภาพ (0,0) จะมีค่าแถวลำดับความสัมพันธ์ของระดับสีเทา เท่ากับ 1 หารด้วย 20 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.05

สำหรับค่าลายผิวแบบ GLCM ที่นิยมใช้งานมี 6 รูปแบบ (Haralick, Shanmugan, and Dinstein, 1973) ดังต่อไปนี้

1) ค่าความเปรียบต่าง (Contrast) คือผลรวมของค่าความแปรปรวนยกกำลังสอง โดยคำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\sum_{i,j} |i-j|^2 P(i,j) \quad (\text{สมการที่ 2.4})$$

2) ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) เป็นการวัดค่าความคล้ายคลึงกันในภาพ โดยคำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\sum_{i,j} P^2(i,j) \quad (\text{สมการที่ 2.5})$$

3) ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) เป็นการวัดค่าความสัมพันธ์ของคู่จุดภาพ โดยคำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\sum_{i,j} [ijp(i,j) - \mu_x \mu_y] / \sigma_x \sigma_y \quad (\text{สมการที่ 2.6})$$

4) ค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) เป็นการวัดค่าความเหมือนหรือลักษณะที่เป็นแบบเดียวกัน (Uniform) โดยคำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\sum_{i,j} [P(i,j) / 1 + (i-j)^2] \quad (\text{สมการที่ 2.7})$$

5) ค่าเอนโทรปี (Entropy) เป็นการวัดค่าความไม่เป็นระเบียบของลายผิวภาพ โดยคำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$-\sum_{i,j} P(i,j) \log p(i,j) \quad (\text{สมการที่ 2.8})$$

6) ค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) มีลักษณะคล้ายกับค่าความเปรียบต่าง เป็นการวัดค่าความแตกต่างกันในภาพ โดยคำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$\sum_{i,j} [P(i,j) \cdot |i-j|] \quad (\text{สมการที่ 2.9})$$

โดยที่

(i, j) คือ ระดับขาว-ดำของคู่จุดภาพ

$P(i, j)$ คือ ความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ของคู่จุดภาพ

μ คือ ค่าเฉลี่ย

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3) ค่าทางสถิติระดับที่ 3 (Third-Order Statistics)

แวริกราฟี (Variography) เป็นกระบวนการของแบบจำลองการพึ่งพิงเชิงพื้นที่ (Spatial Dependent Model) ซึ่งมีข้อมูลและโครงสร้างเชิงพื้นที่ที่แสดงปริมาณที่ชัดเจน นิยมใช้ในการทำนายหรือประมาณค่าจุดที่ไม่ทราบค่า (Berberoglu and Curran, 2006)

แวริโอแกรม (Variogram) เป็นการกำหนดค่าน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับประมาณค่าจุดที่ไม่ทราบค่า และควรมีจุดข้อมูลอย่างน้อย 50–100 จุด (Burrough and McDonnell, 1998)

เซมิแวริโอแกรม (Semivariogram) ใช้ในการศึกษาความผันแปรเชิงพื้นที่ ค่าของเซมิแวริโอแกรม (Semivariogram: $\gamma(h)$) เป็นฟังก์ชันความสัมพันธ์ของครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ยของค่าความแตกต่างของจุดที่แยกจากกันตามระยะห่างของ Lag (h) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะทางและทิศทาง สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\gamma(h) = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^m [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (\text{สมการที่ 2.10})$$

โดยที่

m คือ จำนวนของคู่จุดตัวอย่างที่แยกโดยใช้ระยะห่าง h

h คือ ค่าระยะทางตามแนวอนที่แยกระหว่างสองตำแหน่ง (Lag)

$z(x_i)$ คือ ค่าความสว่างของจุดภาพ

$\gamma(h)$ คือ ค่าของเซมิแวริโอแกรม (Semivariogram)

องค์ประกอบของเซมิแวริโอแกรม (ภาพที่ 2.8) ที่นำมาพิจารณา มีดังต่อไปนี้

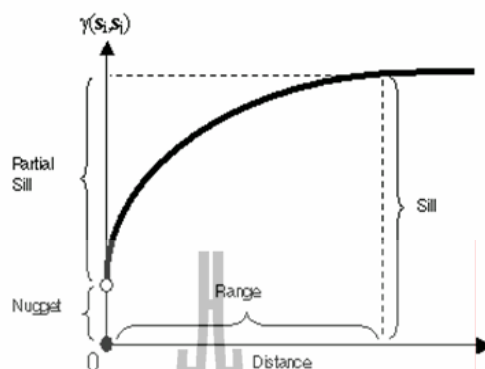
- Sill (s) คือค่าเซมิแวริโอแกรมสูงสุดที่ไม่เปลี่ยนแปลงอีกแม้ระยะทางเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ณ ตำแหน่งนี้เป็นต้นไป ค่าความแปรปรวนของความแตกต่างทุกค่าไม่แปรผันตามระยะทางระหว่างจุดข้อมูล

- Nugget (C_0) คือค่าเซมิแวริโอแกรมที่ระยะทาง 0 (เป็นค่าที่แสดง Independent Error ของชุดข้อมูล)

- Range (a) คือระยะทางตามแนวแกน X จากตำแหน่งที่มีค่าเซมิแวริโอแกรมต่ำสุดไปสู่ค่าสูงสุด (ตำแหน่ง Sill) ดังนั้น ช่วงระยะ Range จะแสดงให้เห็นว่าช่วงระยะห่างเท่าใดของจุดข้อมูลที่ค่าความแตกต่างของจุดข้อมูลที่ขึ้นกับระยะทาง

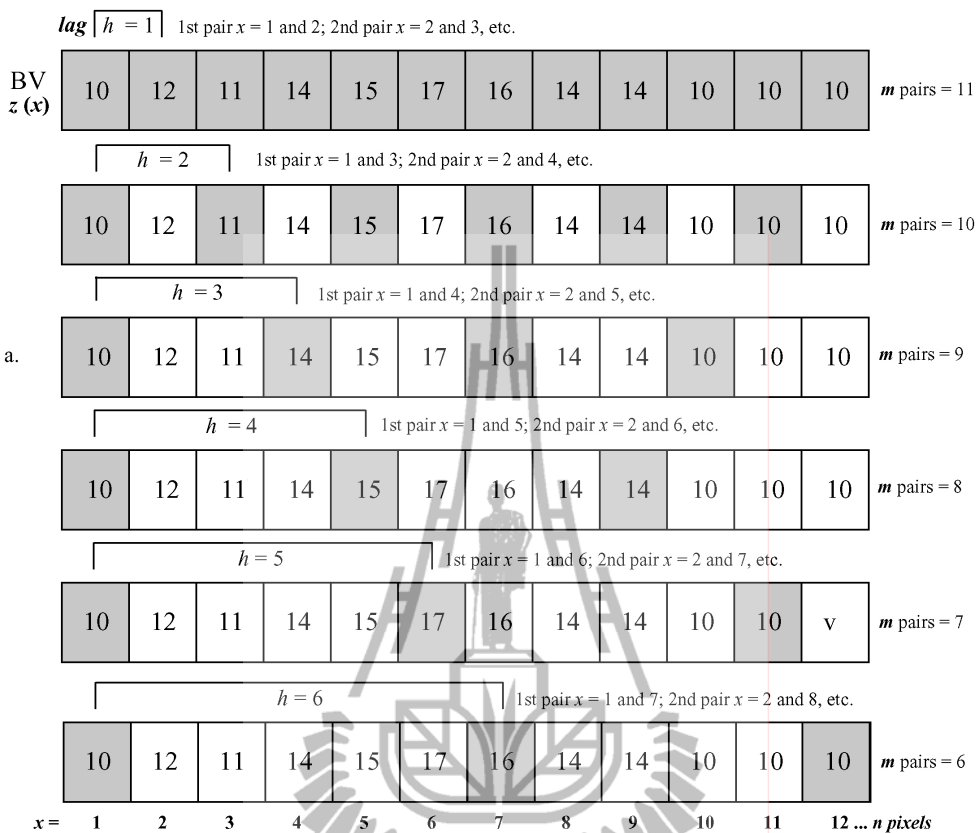
- Partial Sill (C) คือ Sill ที่ไม่มีความแปรปรวนของ Nugget ซึ่งจะบอกถึงความแปรปรวนของโครงสร้างเชิงพื้นที่ (Structural Variance)

- Lag (h) คือระยะห่างตามแนวราบที่แยกระหว่างสองตำแหน่ง และ Lag จะขึ้นอยู่กับระยะทางและทิศทาง

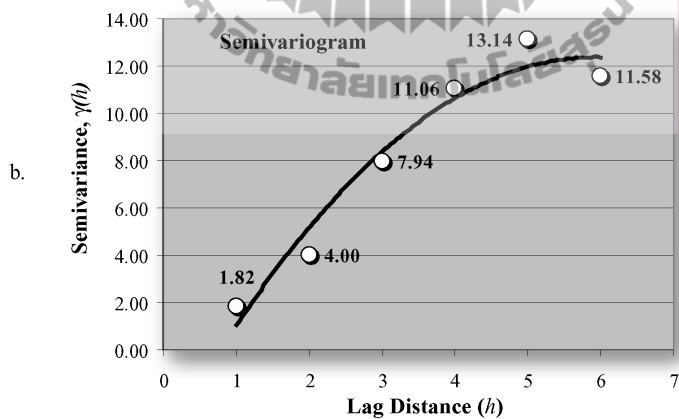


ภาพที่ 2.8 กราฟแสดงองค์ประกอบของเซมิเวรีโอแกรม
ที่มา: ESRI (2006)

ระดับของเซมิเวรีโอแกรมจะสัมพันธ์กับ Sill โดยมีนัยว่าระยะที่อยู่ไกลเกินช่วง Range ความผันแปรของค่า z จะไม่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ส่วนระยะภายในช่วง Range จะเกิดความผันแปรของค่า z น้อยกว่าเมื่อคู่ของจุดตัวอย่างอยู่ใกล้กันและขอบเขตของแกน X ของเซมิเวรีโอแกรมจะกำหนดระยะห่างระหว่างจุดภาพที่มากที่สุดไว้ ระยะห่างที่แยกคู่ของจุดภาพนั้นจะใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากค่า Lag ที่กำหนด ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 2.9



Note: m pairs = pixels in transect (n) - lag (h), e.g., 9 pairs = 12 pixels - lag 3



ภาพที่ 2.9 แสดงตัวอย่างระยะห่างตามแนวราบที่แยกระหว่างสองตำแหน่ง (Lag)

ที่มา: Jensen (2005)

4) ค่าแฟร็กทัล (Fractal)

แฟร็กทัล (Fractal) หมายถึง วัตถุที่มีคุณสมบัติคล้ายตนเอง (Self-Similarity) ซึ่งมองแล้วเหมือนกันทั้งหมด (เมื่อพิจารณาจากแง่ใดแง่หนึ่ง) โดยไม่ขึ้นอยู่กับระดับความละเอียดหรือสเกลใด ๆ (Burrough, 1993) นอกจากนี้ยังมีความเป็นมิติด้วย

Fractal เป็นหลักการที่คิดค้นขึ้นเพื่อใช้อธิบายระบบที่มีความซับซ้อนตามธรรมชาติ คำว่า Fractal เป็นคำที่ดัดแปลงมาจากภาษาละติน “Fractus” ซึ่งหมายถึง สถานะที่ชิ้นส่วนที่แตกหักมารวมกันอย่างไม่สม่ำเสมอ (Takayasu, 1990)

โดยทั่วไปในทางเรขาคณิตดั้งเดิม จุด (Point) จะมีมิติเป็น 0 ส่วนเส้นตรงจะมีมิติเป็น 1 พื้นที่จะมีมิติเป็น 2 และปริมาตรมีมิติเป็น 3 แต่ในทางธรรมชาติอาจมีความไม่สม่ำเสมอหรือมีบางส่วนไม่ติดต่อกัน ซึ่งไม่สามารถใช้เรขาคณิตกำหนดมิติของรูปทรงเหล่านี้ได้ ดังนั้น จึงนำหลักการของการวิเคราะห์แฟร็กทัล (Fractal Analysis) มาใช้ในการกำหนดมิติของรูปทรง โดยพื้นผิวของวัตถุที่มีความซับซ้อน หมายถึง พื้นผิวที่มีความสูงต่ำ หรือเบี่ยงเบนไปจากระนาบหรือไปสู่ปริมาตรความสูงต่ำของพื้นผิว ทำให้พื้นผิวดังกล่าวมีมิติอยู่ระหว่าง 2-3 ส่วน สำหรับเส้นรอบรูปของพื้นผิวที่มีความซับซ้อนหรือเส้นรอบรูปของภาพเงา (Silhouette) ของวัตถุที่ซับซ้อน จะมีมิติเส้นรอบรูปที่ได้เบี่ยงเบนไปจาก 1 อยู่เป็นมิติที่อยู่ระหว่าง 1-2 มิติ (ไม่เป็นจำนวนเต็ม) เรียกว่า Fractal Dimension (Peleg, 1993)

ตามหลักการของ Fractal Analysis โครงสร้างของวัตถุที่มีความเป็น Fractal ที่แท้จริง (True Fractal) จะต้องมีความเป็น Scale-Invariance หรือ Self-Similarity หมายถึง วัตถุหรือบางส่วนของวัตถุที่มีโครงสร้างที่เหมือนหรือคล้ายกันที่กำลังขยายใด ๆ ก็ตาม

ในทางธรรมชาติวัตถุส่วนใหญ่จะไม่มีลักษณะความคล้ายในตัวเอง (Self-Similarity) แต่เนื่องจากเมื่อนำบางส่วนของขอบเขตของวัตถุมาพิจารณา พบว่าอาจมีความคล้ายกับส่วนอื่น ๆ ของวัตถุที่มาจากตำแหน่งที่ต่างกัน ดังนั้น Mandelbrot จึงถือว่ารูปร่างในธรรมชาติมีความคล้ายในตัวเองทางสถิติ (Statistically Self-Similarity) และค่า Fractal Dimension ที่ได้จากรูปร่างหรือวัตถุที่มีความคล้ายในตัวเองทางสถิติ เรียกว่า Nature Fractal (Kaye, 1989)

Fractal Analysis สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการประมวลผลภาพ โดยใช้หลักทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความซับซ้อนหรือความไม่สม่ำเสมอของวัตถุ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในการจำแนกประเภทวัตถุต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา สำหรับวัตถุหรือพื้นผิวที่ซับซ้อนมากกว่า Nature Fractal Dimension ก็จะมีสูง

Berberoglu and Curran (2006) ได้สรุปข้อดีและข้อเสียของการนำการวัดค่าลายผิวมาใช้งานในการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์ค่าลายผิวประเภทต่าง ๆ

Texture measures in remote sensing	Advantages	Disadvantages	References
<i>First order statistics</i> Standard deviation, Variance	<ul style="list-style-type: none"> • Simple to calculate • Indicates local variance 	<ul style="list-style-type: none"> • No directionality (isotropy, anisotropy) • No distance function (relation between different pixels) • Sensitive to noise 	Forest mapping (Arai, 1993) Local variance at different spatial resolutions (Woodcock and Strahler, 1987)
<i>Second order statistics</i> Co-occurrence matrix Contrast, Angular second moment, Correlation, Entropy, Dissimilarity, Homogeneity, Sum average, Sum variance, Sum entropy, Difference variance, Difference entropy, Information measures of correlation, Maximum correlation coefficient.	<ul style="list-style-type: none"> • Describe relation between different pixels (regionalized variables) • Sensitive to directionality • Insensitive to noise • Does not over-emphasize field boundaries 	<ul style="list-style-type: none"> • Computationally intensive • Similarity among the statistics derived from co-occurrence matrix 	Introduction (Haralick et al., 1973) Vegetation classification (Dikshit, 1996) Land cover mapping (Marceau et al., 1990) Forest regeneration (Luckman et al., 1997)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

Texture measures in remote sensing	Advantages	Disadvantages	References
<p><i>Geostatistics</i></p> <p>Variogram, Correlogram, Covariance function, General relative variogram, Rodogram, Madogram, Pairwise relative variogram.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Provides different scene measures (sill, range, nugget) • Sensitive to directionality • Insensitive to noise • Robust • Mathematically simple • Underlying assumptions not rigid • Requires mean be weakly stationary • Easy to interpret 	<ul style="list-style-type: none"> • Computationally intensive • Large data set required to fit a variogram model • One 'unusual' DN value causes misquantification of all surrounding pixels 	<p>Radar image texture (Carr, 1996; Miranda et al., 1996, Rubin, 1990)</p> <p>Optical image texture (De Jong and Burrough, 1995; Hay et al.,1995)</p> <p>Spectral/spatial combination (Van der Meer, 1994; 1996)</p> <p>Biomass (Atkinson and Curran, 1995; Dungan, 1995) Optimum sampling in image data (Atkinson and Curran, 1997; Ramstein and Raffy, 1989; Van der Meer, 1997)</p> <p>Optimum sampling in ground data (Atkinson, 1995; Hedger et al., 1996 and Webster et al., 1989)</p>

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

Texture measures in remote sensing	Advantages	Disadvantages	References
<i>Fractals</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizes multi-spatial resolution data • Can quantify roughness • Computationally not intensive • Uses spatial units larger than pixels 	<ul style="list-style-type: none"> • Some methods for assessing fractal dimension result lumped values for entire image rather than spatial pattern. • Noise has severe effect on this assessment. 	<p>Introduction (Burrough, 1981)</p> <p>Vegetation and topography (Bian and Walsh, 1993)</p> <p>Land degradation (De Jong and Burrough, 1995)</p>

2.2.4 การตัดสินใจและเลือกวิธีการจำแนกข้อมูล (Decision and Classification)

การจำแนกข้อมูลจากภาพดาวเทียม เป็นกระบวนการที่จะกำหนดหรือระบุว่า จุดภาพในภาพดาวเทียมเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดินประเภทใด โดยค่าการสะท้อนคลื่นแสงของแต่ละจุดภาพจะแปรผันตามช่วงคลื่น (สรรคัใจ กลิ่นดาว, 2550) ดังนั้น การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภท จึงเป็นการเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพหรือเปรียบเทียบจากจุดภาพที่ทราบว่าเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทใดแล้ว ทำให้เราสามารถรวมจุดภาพที่มีค่าการสะท้อนคลื่นแสงใกล้เคียงกันและระบุประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมได้

Jensen (2005) กล่าวว่า การจำแนกข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นที่แยกประเภทได้ชัดเจน (Hard Classification) แบ่งวิธีการจำแนกออกเป็น 2 วิธี คือ การจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) และการจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification)

ในการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) เป็นเทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิเคราะห์ต้องมีความเข้าใจในรายละเอียดของพื้นที่ศึกษา ซึ่งผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Training Area) บนภาพดาวเทียม ที่ทราบประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแล้ว และมีลักษณะเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) จากนั้น โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าสถิติของพื้นที่ตัวอย่าง โดยการนำค่าการสะท้อนคลื่นแสงของทุกจุดภาพและทุกช่วงคลื่นจากพื้นที่ตัวอย่างมาคำนวณค่าทางสถิติที่ใช้ในการจำแนก ซึ่ง โปรแกรมจะดำเนินการเปรียบเทียบจุดภาพแต่ละจุดภาพว่ามีค่าการสะท้อนคลื่นแสงใกล้เคียงกับค่าการสะท้อนคลื่นแสงเฉลี่ยของพื้นที่ตัวอย่างประเภทใด จะจัดให้จุดภาพนั้นเป็นสมาชิกของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินนั้น ส่วนการจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) เป็นการจำแนกข้อมูลที่ผู้วิเคราะห์ไม่ต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างให้กับคอมพิวเตอร์ แต่จะต้องทำการกำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูล (Clusters) ที่จะเป็นตัวแทนของขอบเขตพื้นที่ตัวอย่างรวมที่มีลักษณะค่าการสะท้อนเชิงคลื่นหลากหลายและครอบคลุมทุก ๆ ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จากนั้นคอมพิวเตอร์จะแบ่งกลุ่มตามลักษณะค่าการสะท้อนและคำนวณหาจุดศูนย์กลางของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยการกระทำแบบวนซ้ำจนกว่าจะได้ผลการจำแนกประเภทที่ดีที่สุด

ในการศึกษาครั้งนี้จะทดสอบกรรมวิธีการจำแนกแบบกำกับดูแล 2 กรรมวิธี

1) กรรมวิธีการจำแนกแบบค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classifier) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยการคำนวณเวกเตอร์เฉลี่ย ค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) และค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง จะอาศัยหลักการสถิติ

พารามิเตอร์ (Parametric) ซึ่งตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละประเภทจะต้องมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) และมีการกระจายตัวของจุดภาพรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย อธิบายได้โดยอาศัยฟังก์ชันการกระจายความน่าจะเป็น (Probability Density Function: PDF) ของแต่ละประเภทข้อมูล (Jensen, 2005)

สำหรับการคำนวณค่าความน่าจะเป็น (Likelihood) ที่จุดภาพหนึ่ง ๆ จะถูกจัดกลุ่มประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยอาศัยการคำนวณจากสมการที่ 2.12 ดังนี้ (Jensen, 2005)

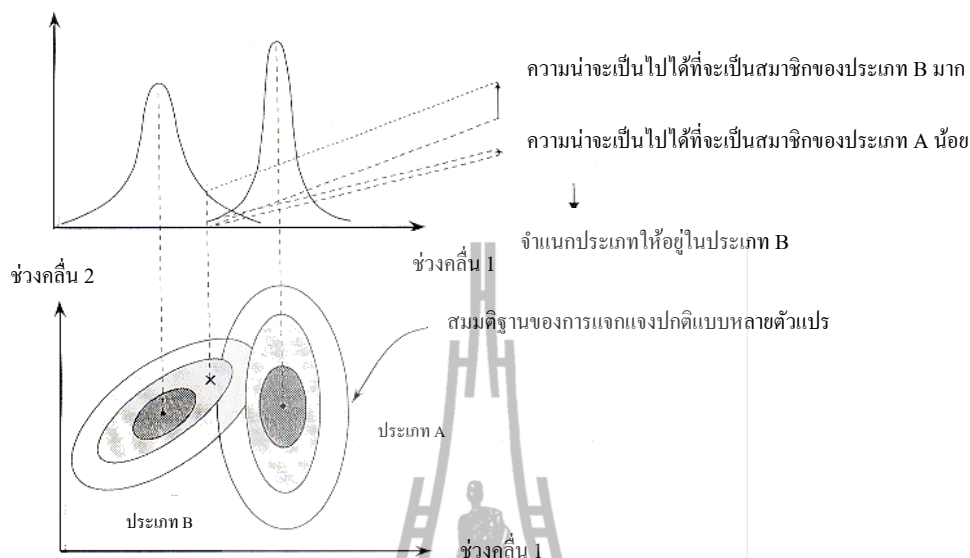
$$p(X | w_i) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |V_i|^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{1}{2}(X - M_i)^T V_i^{-1} (X - M_i)\right] \quad (\text{สมการที่ 2.12})$$

โดย

- $|V_i|$ คือ ค่าตัวกำหนดของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม
- V_i^{-1} คือ ส่วนกลับของค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม
- $(X - M_i)^T$ คือ ค่าเวกเตอร์สลับเปลี่ยน $(X - M_i)$
- M_i คือ เวกเตอร์เฉลี่ย
- V_i คือ ค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม
- X คือ ค่าความสว่างของจุดภาพบนแนวแกน X

ในที่นี้ ยกตัวอย่างกราฟ PDF ใน 1 มิติและเส้นความน่าจะเป็นเท่ากัน (Equiprobability Contour) บางค่าของกลุ่มข้อมูล 2 กลุ่ม คือ A และ B เมื่อสังเกต จะพบว่า กราฟ PDF ของแต่ละกลุ่ม จะมีรูปร่างแตกต่างกัน แสดงถึงรูปแบบการกระจายความหนาแน่นของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันตามไปด้วย และเนื่องจากจุด x ที่กำหนด มีค่า PDF ในกลุ่ม B มากกว่ากลุ่ม A มันจึงควรถูกจัดให้ไปอยู่ในกลุ่ม B หลังการจำแนกตามหลักการจำแนกประเภทข้อมูลแบบความน่าจะเป็นสูงสุดดังภาพที่ 2.10

ความหนาแน่นของความน่าจะเป็นได้



ภาพที่ 2.10 แสดงหลักการจำแนกประเภทข้อมูลแบบความน่าจะเป็นสูงสุด
ที่มา: สมพร สว่างวงศ์, 2552

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อดีและข้อเสียของกฎเกณฑ์การตัดสินใจแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

ข้อดี (Advantages)	ข้อเสีย (Disadvantages)
<ul style="list-style-type: none"> ภายใต้ระบบของโปรแกรม ERDAS IMAGINE เป็นตัวจำแนกที่จะให้ความถูกต้องสูงสุด (ถ้าตัวอย่างนำเข้า/กลุ่มข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ) เนื่องจากนำเอาตัวแปรส่วนใหญ่มาใช้ในการพิจารณา พิจารณาถึงความแปรผันของคลาสโดยใช้เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม เช่น กรณีของการวัดระยะทางแบบมหาลาโนบิส 	<ul style="list-style-type: none"> สมการโดยทั่วไปจะใช้เวลาในการคำนวณนาน เวลาการคำนวณจะเพิ่มขึ้น หากจำนวนแบนด์นำเข้าเพิ่มมากขึ้น ความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood) เป็นแบบพารามิเตอร์ ซึ่งหมายความว่า ความน่าจะเป็นสูงสุดอาศัยพื้นฐานสำคัญของการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลในแต่ละแบนด์ที่นำเข้า มีแนวโน้มให้ผลการจำแนกเกินความเป็นจริง (Overclassify) สำหรับลักษณะบ่งชี้ (Signatures) ที่มีค่าในเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมสูง

ที่มา: Ongsomwang, 2007

2) กรรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ฟังก์ชันการแปลงค่าน้ำหนักของโครงข่าย เพื่อให้สามารถจำแนกวัตถุต่าง ๆ ได้ Jensen (1996) กล่าวว่า โครงข่ายประสาทเทียม มีหลักการทำงานคล้ายกับที่สมองของมนุษย์ โดยมีเซลล์ประสาทเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย เพื่อทำการประมวลผลข้อมูลที่เข้ามาภายในสมองและโครงข่ายประสาทเทียม จะอาศัยหลักการสถิติอนพารามิเตอร์ (Nonparametric) โดยมีได้ตั้งอยู่บนสมมติฐานการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) และข้อมูลกระจายแบบเชิงเส้นตรง (Linear Data Distribution) สำหรับการจำแนกวิธีนี้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะทำการวิเคราะห์ความถูกต้องของผลการจำแนก โดยเทียบกับข้อมูลอ้างอิงหรือประสบการณ์การทำงานที่สะสมไว้ในหน่วยความจำ เพื่อสร้างเป็นมาตรฐานของระบบจำแนกที่ทำงานได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพต่อไป (ทรงกต ทศานนท์, 2550)

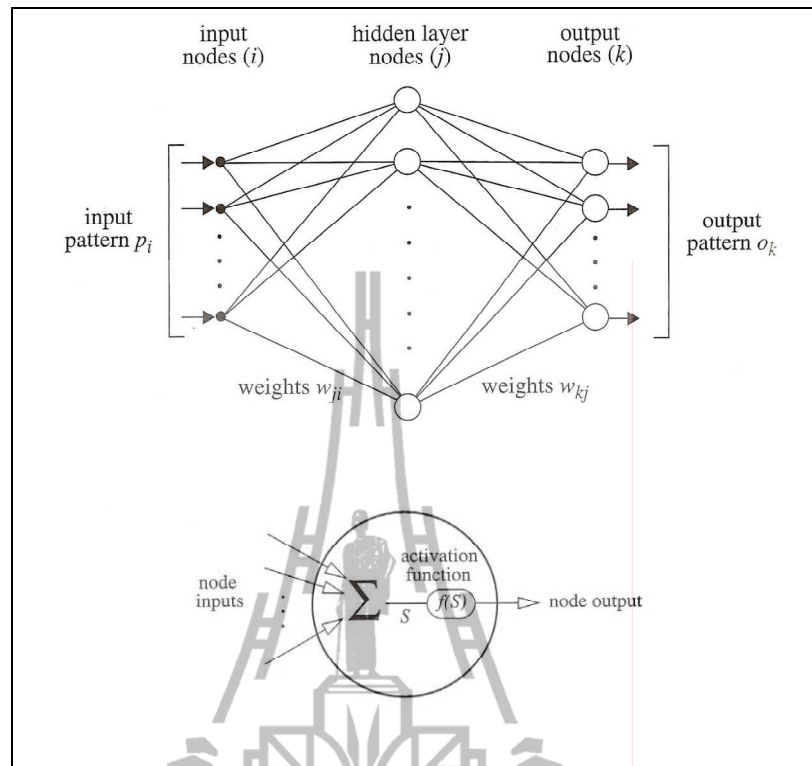
โดยทั่วไป ระบบการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม จะมีองค์ประกอบพื้นฐานอยู่ 3 ส่วนคือ

1) ชั้นข้อมูลนำเข้า (Input Layer) จัดเป็นขั้นตอนของการนำข้อมูล (Raw Data) เข้าสู่การประมวลผลของระบบ เช่น ข้อมูลภาพดาวเทียมหรือออส

2) ชั้นข้อมูลประมวลผล (Hidden Layer) ซึ่งเป็นช่วงที่ข้อมูลนำเข้า ถูกนำมาวิเคราะห์และประมวลผลซึ่งอาจถูกแบ่งออกเป็นหลายขั้นตอนต่อเนื่องกัน โดยข้อมูลซึ่งผ่านออกมาจากการประมวลผลในแต่ละชั้น จะถูกส่งผ่านไปวิเคราะห์เรื่อย ๆ ตามช่องทาง (Channel) ที่ระบบกำหนดไว้

3) ชั้นข้อมูลส่งออก (Output Layer) เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลนำเข้าผ่านกระบวนการวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้วิธีการโครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feed Forward Neural Network) เนื่องจากเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดทางด้านกรจำแนกข้อมูลทางด้านการรับรู้จากระยะไกล วิธีการนี้ข้อมูลที่ประมวลผลในโครงข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจากโหนดนำเข้า (Input Nodes) จากนั้นส่งต่อมาเรื่อย ๆ จนถึงโหนดส่งออก (Output Nodes) โดยไม่มีการย้อนกลับของข้อมูลหรือแม้แต่โหนดในชั้นข้อมูลเดียวกันจะไม่มี การเชื่อมต่อกัน แสดงดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แสดงโครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feed Forward Neural Network) ที่มา: Jensen (2005)

จากภาพที่ 2.11 เมื่อรับข้อมูลนำเข้า (Input Layer) เข้ามาที่โครงข่าย ระบบจะนำข้อมูลนำเข้ามาคูณกับค่าน้ำหนัก (Weight: w) ของแต่ละรูปแบบ (Pattern: p) ผลที่ได้จากชั้นข้อมูลนำเข้าทุกรูปแบบจะเอามารวมกันแล้วนำมาเทียบกับค่า Threshold ที่กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่าค่า Threshold แล้วโครงข่ายจะส่งข้อมูลส่งออก (Output) ออกไป ทั้งนี้ วิธีการโครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ จะมีการใช้อัลกอริทึมแบบ Back-Propagation เพื่อใช้ในการปรับปรุงน้ำหนักคะแนนของโครงข่าย (Network Weight) หลังจากใส่รูปแบบข้อมูลสำหรับฝึก (ข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง) ให้แก่โครงข่ายในแต่ละครั้งแล้วผลลัพธ์ที่ได้ (Output) จากโครงข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่า Threshold แล้วทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาด ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้จะถูกส่งกลับเข้าสู่โครงข่ายเพื่อใช้แก้ไขค่าน้ำหนักคะแนนต่อไป

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อดีและข้อเสียของขั้นตอนวิธีแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ข้อดี (Advantage)	ข้อเสีย (Disadvantage)
<ul style="list-style-type: none"> • เซลล์ประสาทเดี่ยว (Single Neuron) สามารถจำลองการคำนวณของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบหลายตัวแปรได้ (Multivariate Linear Regression Model) • โครงข่ายประสาทเทียมไม่จำเป็นต้องใช้ข้อสมมติฐานล่วงหน้าเรื่องการแจกแจงข้อมูลต้องเป็นแบบปกติและแบบเชิงเส้นตรง เนื่องจากการเป็นกรจำแนกแบบนอนพารามิเตอร์ • โครงข่ายประสาทสามารถเรียนรู้จากการปรับตัวตามข้อมูลตัวอย่าง เพื่อจำแนกตามตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด • รูปแบบแบบมิใช่เชิงเส้นตรงถูกเรียนรู้จากตัวอย่างเชิงประจักษ์แทนการกำหนดล่วงหน้าโดยนักวิเคราะห์ภาพที่อาศัยความรู้ล่วงหน้าของชุดข้อมูล • สารสนเทศของสัญญาณรบกวนที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ที่รวมอยู่ในตัวอย่างจะถูกส่งผ่านจากข้อมูลตัวอย่างเข้าโครงข่ายประสาทเทียม แต่โครงข่ายประสาทเทียมสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวให้เป็นน้อยลงได้รวมทั้งแก้ปัญหาเรื่องความไม่สมบูรณ์หรือความไม่เที่ยงตรงของข้อมูล • โครงข่ายประสาทสามารถใช้กับข้อมูลในทุกรูปแบบตราบใดที่ข้อมูลสามารถแปลงค่าให้เป็นข้อมูลแบบตัวเลขได้ 	<ul style="list-style-type: none"> • แม้ว่าโครงข่ายประสาทเทียมจะมีประสิทธิภาพที่ยอดเยี่ยมของการจำแนกข้อมูลภาพ แต่โครงข่ายประสาทจะยุ่งยากในการอธิบายลักษณะการประมวลผลอย่างละเอียดเกี่ยวกับการตัดสินใจที่กำหนดหรือผลลัพธ์ที่ได้รับจากโครงข่ายประสาท การจำแนกข้อมูลภาพและการแปลตีความที่เรียนรู้โดยโครงข่ายประสาทเทียมถูกฝังอยู่ในค่าน้ำหนักของเซลล์ประสาทของชั้นข้อมูลซ่อน จึงยากที่จะแปลตีความน้ำหนักเหล่านี้ เนื่องจากสภาพธรรมชาติที่ซับซ้อนของโครงข่าย โครงข่ายประสาทเทียมจึงมักถูกโจมตีว่าเป็นกล่องดำ (Black Box) • ในการใช้โครงข่ายประสาทเทียม นักวิเคราะห์ภาพอาจพบว่า โครงข่ายประสาทเทียมยากที่จะเข้าใจถึงสภาพปัญหาที่มีอยู่ เนื่องจากโครงข่ายไม่มีสมรรถนะสำหรับใช้อธิบายให้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของชุดข้อมูล • โครงข่ายประสาทเทียมมีความยุ่งยากหากจะนำมารวมเข้ากับความเชี่ยวชาญของมนุษย์เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น หรือรวดเร็วขึ้น หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลภาพ โดยทั่วไปโครงข่ายประสาทเทียมจำเป็นต้องเรียนรู้ตั้งแต่เริ่มต้น

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ข้อดี (Advantage)	ข้อเสีย (Disadvantage)
<ul style="list-style-type: none"> • โครงข่ายประสาทเทียมทนทานต่อสัญญาณรบกวนและข้อมูลขาดหายไปและพยายามที่จะค้นหาความเหมาะสมที่สุดสำหรับรูปแบบของข้อมูลนำเข้า • โครงข่ายประสาทปรับค่าน้ำหนักอย่างต่อเนื่องตามข้อมูลตัวอย่างที่ให้เพิ่มมากขึ้นในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง 	

ที่มา: Ongsomwang, 2007

2.2.5 การประเมินความถูกต้อง (Accuracy Assessment)

การประเมินความถูกต้องเป็นการนำผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้รับจากการจำแนกข้อมูลภาพมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่เชื่อถือได้ เช่น ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงหรือข้อมูลที่ได้รับจากการสำรวจภาคสนาม ซึ่งผลที่ได้รับจากการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจะบ่งบอกคุณภาพและความถูกต้องในการจำแนก ในการศึกษาครั้งนี้ จะประเมินความถูกต้องผลการจำแนก 2 วิธี ประกอบด้วย

1) สถิติเชิงพรรณนาแบบง่าย (Simple Descriptive Statistics) เป็นวิธีการประเมินค่าความถูกต้องโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามมาเปรียบเทียบกับผลการจำแนกภาพในรูปของตารางค่าความคลาดเคลื่อน (Error Matrix or Confusion Matrix) ประกอบด้วย (Story and Congalton, 1986; Jensen, 1996)

- ค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกขาดหายไป (Omission Error) หรือความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's Accuracy) เป็นการประเมินค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกขาดหายไป

- ค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกเกินมา (Commission Error) หรือความถูกต้องของผู้ใช้งาน (User's Accuracy) เป็นการประเมินค่าความผิดพลาดของข้อมูลที่ทำให้การจำแนกเกินมา

- ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) คือ การประเมินค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนก โดยคำนวณจากสัดส่วนระหว่างจำนวนของจุดภาพที่จำแนกได้ถูกต้องและจำนวนของจุดภาพทั้งหมด

2) เทคนิคการวิเคราะห์เชิงสถิติหลายตัวแปร (Multivariate Analytical Statistical Techniques) เป็นวิธีการประเมินความถูกต้องโดยอาศัยหลักการทางสถิติมาคำนวณค่าความถูกต้องของผลการจำแนกข้อมูล โดยการคำนวณค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (K_{hat} Coefficient of Agreement) ซึ่งเป็นการนอมัลไลซ์ค่าความถูกต้องโดยรวม ที่คำนวณจากตารางค่าความคลาดเคลื่อน (Congalton and Green, 1999 and Ongsomwang, 2007) ดังสมการต่อไปนี้

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^k x_{ii} - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (\text{สมการที่ 2.12})$$

โดยที่

k คือ จำนวนของแถวหรือประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและ
สิ่งปกคลุมดิน

x_{ii} คือ จำนวนในแนวเฉียงของแถว i และ คอลัมน์ i

x_{i+} คือ จำนวนรวมในแถว i

x_{+i} คือ จำนวนรวมในคอลัมน์ i

N คือ จำนวนรวมทั้งหมด

ในขณะเดียวกันการประเมินค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Conditional K_{hat} Coefficient Agreement) จะคำนวณค่าความสอดคล้องของแต่ละประเภท (Congalton and Green, 1999 and Ongsomwang, 2007) ดังสมการต่อไปนี้

$$\hat{K}_i = \frac{N(x_{ii}) - (x_{i+} \times x_{+i})}{N(x_{i+}) - (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (\text{สมการที่ 2.13})$$

โดยที่

x_{ii} คือ จำนวนในแนวเฉียงของแถว i และ คอลัมน์ i

x_{i+} คือ จำนวนรวมในแถว i

x_{+i} คือ จำนวนรวมในคอลัมน์ i

N คือ จำนวนรวมทั้งหมด

2.2.6 ผลลัพธ์สุดท้าย (Final Product)

ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถนำเสนอได้ทั้งในรูปของแผนที่ข้อมูลภาพ ข้อมูลและรายงานผลการศึกษา ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ศึกษาอื่น หรือจากข้อมูลภาพจากการรับรู้จากระยะไกลรูปแบบอื่น ๆ ได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลที่มีการนำค่าการสะท้อนคลื่นแสงมาผสมกับข้อมูลการวัดค่าลายผิว (Texture Measures) สรุปได้ดังนี้

Haralick, Shanmugam and Dinstein (1973) ศึกษาการจำแนกค่าลายผิวของวัตถุในภาพ โดยการคำนวณค่าลายผิว เพื่อจำแนกและเปรียบเทียบข้อมูลภาพในบริเวณเหนือแนวชายฝั่งทะเลแคลิฟอร์เนีย 3 ประเภท ได้แก่ (1) ภาพโฟโตไมโครกราฟ (Photo Micrographs) เพื่อจำแนกประเภทของหินทราย 5 ประเภท (2) ภาพถ่ายทางอากาศขาวดำ มาตราส่วน 1:20,000 เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน 8 ประเภท และ (3) ภาพถ่ายดาวเทียม ERTS เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน 7 ประเภท โดยเลือกใช้กฎการตัดสินใจในการจำแนกเชิงเส้นแบบช่วง (Piecewise Linear Discriminant Function Method) กับข้อมูลภาพแบบที่ 1 และ 3 และค่าลายผิวที่นำมาใช้ได้แก่ ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และค่าเอนโทรปี (Entropy) และใช้กฎการตัดสินใจในการจำแนกแบบค่าต่ำสุดและสูงสุด (Min-Max Decision Rule) กับข้อมูลภาพแบบที่ 2 และค่าลายผิวที่ใช้ได้แก่ ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ค่าความแปรปรวน (Variance) ผลต่างของความผกผันค่าโมเมนต์ (Inverse Difference Moment) ผลรวมของค่าเฉลี่ย (Sum Average) ผลรวมของความแปรปรวน (Sum Variance) ผลรวมของค่าเอนโทรปี (Sum Entropy) ค่าเอนโทรปี (Entropy) ผลต่างของค่าความแปรปรวน (Difference Variance) และผลต่างของค่าเอนโทรปี (Difference Entropy)

ผลการศึกษาพบว่า ภาพ Photo Micrographs มีค่าความถูกต้องสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 89 รองลงมา เป็นภาพถ่ายดาวเทียม คิดเป็นร้อยละ 83.5 และภาพถ่ายทางอากาศขาวดำ คิดเป็นร้อยละ 82.3

Emran, Hakdaoui and Chorowicz (1996) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม SPOT โดยการนำค่าการวัดลายผิวที่ได้จากแวนิโอแกรมมาผสมกับข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น โดยกรรมวิธีการจำแนกแบบ Mahalanobis Distance เพื่อนำมาจัดทำแผนที่ทางธรณีของพื้นที่ทะเลทราย บริเวณย่านเหมืองแร่ Bleida ซึ่งอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงของประเทศ Morocco ผลการจำแนกพบว่า การนำค่าการวัดลายผิวที่ได้จากแวนิโอแกรมมาผสมกับข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น จะช่วยให้การจำแนกภาพมากกว่าการจำแนกโดยใช้ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น เพียงอย่างเดียวสามารถตรวจสอบจุดภาพที่มีความผิดปกติและช่วยในการสำรวจแหล่งแร่

Jakomulska and Clarke (2001) ศึกษาการนำแวนิโอแกรม (Variogram) ครอสแวนิโอแกรม (Cross Variogram) และซูโดครอสแวนิโอแกรม (Pseudo-Cross Variogram) ที่ได้จากการวัดค่าลายผิว มาช่วยเพิ่มค่าความถูกต้องในการจำแนกภาพ Airborne Data Acquisition and Registration (ADAR) System ซึ่งมีค่าความละเอียดเชิงพื้นที่สูง บริเวณภูเขาซานตาโมนิกา โดยจะเน้นพืชพรรณประเภทไม้พุ่ม (Chaparral Vegetation) โดยแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ทุ่งหญ้า (Grassland) ไม้พุ่มลำต้นอ่อน (Soft Chaparral) ไม้พุ่มประเภท Chamise (Chamise Chaparral) ไม้พุ่มประเภท Ceanothus (Ceanothus Chaparral) ไม้เนื้อแข็งประเภทต้นโอ๊ก (Oak Woodland) และ หิน (Rocks) โดยจำแนกวิธี Binary Decision Tree ผลการจำแนกพบว่า ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้เฉพาะค่าการสะท้อนเชิงคลื่นจะให้ค่าความถูกต้องโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 69.5 และเมื่อค่าลายผิวมาผสมจะช่วยเพิ่มค่าความถูกต้องสูงขึ้นร้อยละ 15 คิดเป็น ร้อยละ 82

Zhang and Wang (2001) นำข้อมูลภาพถ่ายขาว-ดำของดาวเทียม SPOT บริเวณเมืองปักกิ่ง ประเทศจีน มาใช้ในการวิเคราะห์ค่าลายผิว เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของเมืองและจัดทำแผนที่โครงสร้างเมือง โดยนำข้อมูลค่าการสะท้อนเชิงคลื่นผสมกับข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าลายผิวแบบต่าง ๆ มาทำการจำแนกแบบกำกับดูแลโดยอาศัยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด เพื่อทำการจำแนกประเภทวัตถุ ประกอบด้วย อาคารสิ่งก่อสร้างแบบไม่สูงมาก (Lowrise) แบบมีหลายชั้นค่อนข้างเก่า (Old Multi-Storey) แบบมีหลายชั้นค่อนข้างใหม่ (Newer Multi-Storey) และแบบมีหลายชั้นเพิ่งสร้างขึ้น (Most-Recent Multi-Storey) แบบสูง (High-Rise) ถนน (Roads) สถานที่ก่อสร้าง (Construction Sites) แหล่งน้ำ (Water) และพื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Areas) ผลการศึกษาพบว่า การใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม SPOT เพียงอย่างเดียวจะให้ค่าความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 46 และข้อมูลภาพที่ได้จากการใช้ค่าลายผิว 6 ประเภท จะเพิ่มค่าความถูกต้องเป็นร้อยละ 72

Chen and Gong (2004) ศึกษาการนำเวรีโอแกรมมาช่วยเพิ่มค่าความถูกต้องในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่โคลน นาข้าว บ่อเลี้ยงปลา และหมู่บ้าน บริเวณ Xichang มณฑลเสฉวน (Sichuan) ประเทศจีน โดยใช้ภาพจากดาวเทียม IKONOS และใช้วิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด พบว่า เมื่อนำค่าการสะท้อนคลื่นแสงร่วมกับค่าลายผิว ค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาจะมีค่าเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 24 เป็นร้อยละ 76

Ge, Carruthers, Gong and Herrera (2006) ศึกษาการวิเคราะห์ค่าลายผิวสำหรับการทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 8 ประเภท บริเวณแคชคreek (Cache Creek) มลรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยใช้ค่าการสะท้อนคลื่นแสงและค่าลายผิว ผลการศึกษาพบว่า หากจำแนกภาพต้นฉบับโดยดูจากสีเพียงอย่างเดียวจะให้ประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินต่ำ และเมื่อนำค่าลายผิวมาผสม จะช่วยเพิ่มความถูกต้องในการจำแนก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าลายผิวและขนาดของหน้าต่าง (Window) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

Alhaddad, Burns, Malcolm and Cladera (2007) ศึกษาการนำค่าลายผิวมาวิเคราะห์ความถูกต้อง และตรวจวัดการจำแนกโครงสร้างของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเมืองจากข้อมูลภาพจากดาวเทียม SPOT 5 โดยทำการจำแนกข้อมูล 3 ชุด คือ (1) ข้อมูลค่าการสะท้อนแบบหลายช่วงคลื่น (2) ข้อมูลค่าการสะท้อนแบบหลายช่วงคลื่นผสมกับข้อมูลการวัดค่าลายผิวแบบ Occurrence Measure (3) ข้อมูลภาพที่ได้จากการทำแพนชาร์ปเพนนิ่ง (Pansharpening) ผสมกับข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าลายผิวแบบ Occurrence Measures และเปรียบเทียบผลการจำแนกที่ได้ ผลจากการศึกษาพบว่า การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลภาพจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกได้ดีขึ้น และการนำค่าลายผิวมาผสมจะช่วยแก้ปัญหาจุดภาพที่ขาดหายหรือแก้ไขค่าความคลาดเคลื่อนจากการจำแนกให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

Berberoglu, Curran, Lloyd and Atkinson (2007) ศึกษาการนำเทคนิคค่าลายผิวมาใช้จำแนกสิ่งปกคลุมดินในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน บริเวณ Cukurova ประเทศตุรกี ด้วยวิธีค่าน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) และโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) กับข้อมูลจากภาพดาวเทียม Landsat TM โดยแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อย (Sub-Scenes) สำหรับพื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตร และพื้นที่กึ่งธรรมชาติ โดยใช้ข้อมูลประกอบด้วย (1) ข้อมูลค่าการสะท้อนเชิงคลื่นเพียงอย่างเดียว (2) ข้อมูลค่าการสะท้อนเชิงคลื่นแสงผสมกับข้อมูลการวัดค่าลายผิวที่ได้จากค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าความแปรปรวน (Variance) ค่าเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (GLCM) และค่าเวรีโอแกรม (Variogram) ผลการศึกษาพบว่า ค่าความถูกต้องในการจำแนกภาพในส่วนของพื้นที่ชุมชนเมืองเพิ่มมากขึ้น แต่พื้นที่เกษตรและกึ่งธรรมชาติ ค่าความถูกต้องจะลดลง ทั้งนี้ค่าความถูกต้องของการจำแนกจะขึ้นอยู่กับความผันแปรเชิงพื้นที่ของแต่ละส่วนย่อย โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของความผันแปรและความละเอียดเชิงพื้นที่

ของภาพ และพบว่า ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM มีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการจำแนกเขตชุมชนบริเวณแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน

Balaguar, Ruiz, Hermosilla and Recio (2009) ศึกษาการนำค่าลายผิวที่ได้จากการคำนวณค่าเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (GLCM) และเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) จากภาพถ่ายทางอากาศ โดยแบ่งข้อมูลทดสอบออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ (1) ข้อมูลที่สกัดค่าลายผิวแบบ GLCM (2) ข้อมูลที่สกัดค่าลายผิวจากเซมิแวกเรียแกรม และ (3) ข้อมูลที่สกัดค่าลายผิวจากเซมิแวกเรียแกรม มาช่วยในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะพื้นที่เกษตร บริเวณใกล้ชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนของประเทศสเปน โดยกรรมวิธีการจำแนกแบบ Stepwise Discriminant Analysis ผลการจำแนก พบว่า ข้อมูลแบบเซมิแวกเรียแกรมจะเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกมากที่สุด โดยให้ความถูกต้องโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 90.70

Murray, Lucieer and Williams (2010) ศึกษาการจำแนกสังคมพืช บริเวณส่วนหนึ่งของเกาะ Heard ทวีปแอนตาร์กติกา โดยนำการวิเคราะห์ค่าลายผิวแบบเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (GLCM) ของภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS มาทำการปรับแผนที่สังคมพืชให้เป็นปัจจุบัน โดยแบ่งข้อมูลการทดสอบออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ (1) ข้อมูลค่าการสะท้อนแบบหลายช่วงคลื่น (2) ข้อมูลการวัดค่าลายผิว และ (3) ข้อมูลค่าการสะท้อนแบบหลายช่วงคลื่นผสมกับข้อมูลการวัดค่าลายผิว ผลการจำแนกพบว่า ชุดข้อมูลการผสมระหว่างข้อมูลค่าการสะท้อนแบบหลายช่วงคลื่นและข้อมูลการวัดค่าลายผิวจะให้ผลการจำแนกสูงที่สุด คิดเป็นความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 85 และเมื่อเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลค่าการสะท้อนแบบหลายช่วงคลื่นเพียงอย่างเดียวจะเพิ่มค่าความถูกต้องขึ้นร้อยละ 6

Mustapha, Lim and Mat Jafri (2010) ศึกษาการจำแนกสิ่งปกคลุมดินในเมือง Makkah ประเทศซาอุดีอาระเบีย โดยเปรียบเทียบวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ของภาพ ALOS AVNIR-2 ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 10 เมตรและบันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2008 จำนวน 4 แบนด์ (Visible and Near Infrared Band) โดยแบ่งประเภทสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ ชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง ภูเขา ถนน พืชพรรณ และสถานที่ประกอบพิธีทางศาสนา (Ritual Area) เพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา ผลศึกษาพบว่า วิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 89.30 และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.820 ส่วนวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด มีความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 80.30 และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.672 และพบว่า วิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องโดยรวมสูงกว่าวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดเท่ากับร้อยละ 9

Gil et al., (2011) ศึกษาการทำแผนที่พืชพรรณ ในบริเวณ Pico da Vara Natural Reserve ซึ่งตั้งอยู่ที่บริเวณภูเขา Serra da Tronqueira โดยเปรียบเทียบวิธีการจำแนก 4 วิธีการ ได้แก่ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) การวัดระยะทางแบบมหาลาโนบิส (Mahalanobis Distance) แบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) กับข้อมูลดาวเทียม IKONOS แบบหลายช่วงคลื่น จำนวน 4 แบนด์ (Visible and Near Infrared Band) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 4 เมตร และบันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม ค.ศ. 2005 โดยแบ่งประเภทสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ (1) ต้น *Cryptomeria japonica* (2) ต้น *Clethra arborea* Aiton (3) พื้นที่โล่งและดินถล่ม (4) ป่าไม้ดั้งเดิม และไม้พุ่มหนาแน่น (5) ต้น *Pittosporum undulatum* Vent. (6) เมฆ (7) ทุ่งหญ้าธรรมชาติ และ (8) เงาเมฆ เพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของผลการจำแนกจาก 4 วิธี ผลการศึกษาพบว่า วิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาสูงสุด เท่ากับร้อยละ 78.75 และ 0.74 ตามลำดับ รองลงมาคือ แบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน แบบโครงข่ายประสาทเทียม และการวัดระยะทางแบบมหาลาโนบิส ซึ่งให้ค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับร้อยละ 78.76 78.09 และ 68.09 ตามลำดับ และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.73 0.73 และ 0.61 ตามลำดับ

บทที่ 3

ข้อมูลและอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

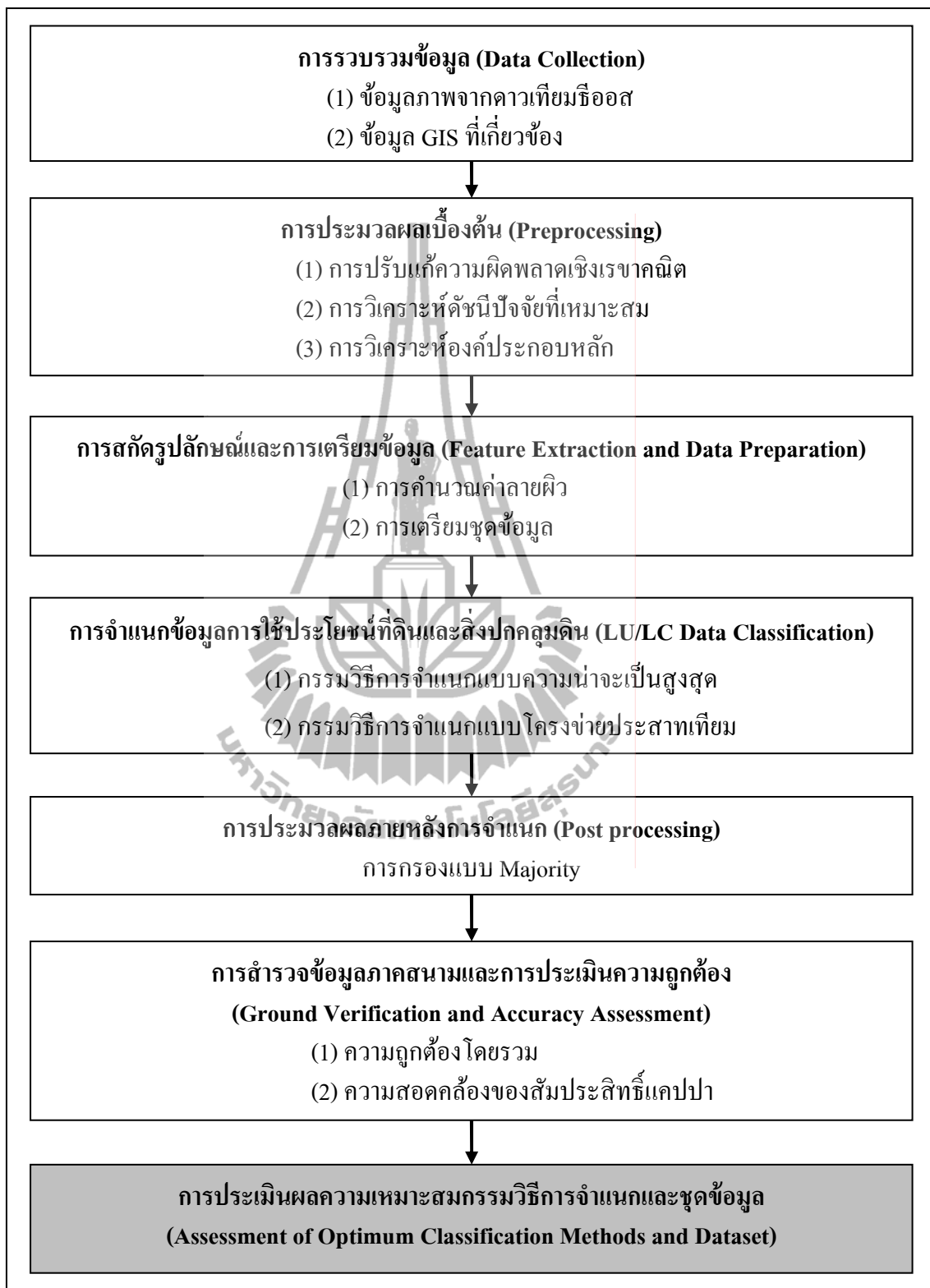
3.1 ข้อมูลและอุปกรณ์

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมรีดอสโดยการวิเคราะห์ค่าลายผิว ประกอบด้วย

- 1) ข้อมูลภาพจากดาวเทียมรีดอส จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ที่บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553
- 2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมแผนที่ดิน ปี พ.ศ. 2550
- 3) ข้อมูลภาพถ่ายออร์โธรีโซสี (Color Orthophoto) ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่บันทึกภาพเมื่อ พ.ศ. 2543 - 2545
- 4) แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7018 มาตรฐาน 1:50,000
- 5) แผนที่ขอบเขตการปกครองของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย
- 6) โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงเลข ERDAS Imagine และ ENVI
- 7) โปรแกรมประมวลผลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS
- 8) เครื่องระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System)
- 9) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer)
- 10) กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

3.2 วิธีการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนสรุปได้ดังนี้



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนวิธีการศึกษา

3.2.1 การรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

3.2.1.1 การรวบรวมข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส ทำการรวบรวมข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส Scene S231514 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ประกอบด้วย ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 15 เมตร จำนวน 4 แบนด์ ดังนี้

- แบนด์สีน้ำเงิน (0.45-0.52 ไมโครเมตร)
- แบนด์สีเขียว (0.53-0.62 ไมโครเมตร)
- แบนด์สีแดง (0.62-0.69 ไมโครเมตร) และ
- แบนด์อินฟราเรดใกล้ (0.77-0.90 ไมโครเมตร)

3.2.1.2 การรวบรวมข้อมูล GIS ทำการรวบรวมข้อมูล GIS ที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล

3.2.2 การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing)

3.2.2.1 การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ทำการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส ด้วยวิธีการภาพเริ่มต้นไปยังภาพอ้างอิง (Image to Image Rectification) โดยอาศัยจุดควบคุมทางภาคพื้นดินจากข้อมูลภาพถ่ายออร์โธโธสี (Color Orthophoto) ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่บันทึกภาพเมื่อ พ.ศ. 2543-2545 เพื่อแปลงค่าพิกัดภาพระหว่างตำแหน่งของจุดภาพบนภาพดาวเทียมและภาพถ่ายออร์โธโธสีที่นำมาใช้อ้างอิงให้เป็นตำแหน่งเดียวกันในระบบพิกัดอ้างอิง คือ ระบบ UTM WGS 1984 zone 48 โดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของวัตถุแบบโพลีโนเมียล ลำดับที่ 2 และการสุ่มตัวอย่างค่าความสว่างให้กับภาพใหม่แบบตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor) โดยกำหนดค่าความผิดพลาดค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (RMS Error) ไม่เกิน 1 จุดภาพ

3.2.2.2 การวิเคราะห์ดัชนีปัจจัยที่เหมาะสม (Optimum Index Factor: OIF) นำข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส จำนวน 4 แบนด์ มาคัดกรองชุดผสม 3 แบนด์ที่ให้ความแตกต่างของข้อมูลภาพผสมสูงสุด โดยการวิเคราะห์ดัชนีปัจจัยที่เหมาะสมด้วยการคำนวณหาค่าสัดส่วนของผลรวมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแต่ละแบนด์และผลรวมค่าสัมบูรณ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบนด์ของการจัดหมู่ข้อมูลภาพจากดาวเทียม 3 แบนด์สูงสุด (สมการที่ 2.1)

3.2.2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA) เป็นการเน้นภาพโดยใช้ค่าสถิติของข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น เพื่อทำการลดขนาดและความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่ปรากฏในแต่ละแบนด์ ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจากชุดข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออสที่ผ่านการวิเคราะห์ดัชนีปัจจัยที่เหมาะสม

ภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงเลข ERDAS Imagine เพื่อสกัดค่าองค์ประกอบหลัก ลำดับที่ 1 (PCA1) สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณค่าลายผิวทางสถิติใน 3 ระดับ ในขั้นตอนถัดไป

3.2.3 การสกัดรูปลักษณะและการเตรียมชุดข้อมูล (Feature Extraction and Dataset Preparation)

3.2.3.1 การคำนวณค่าลายผิว (Texture Measure) นำข้อมูลองค์ประกอบหลัก ลำดับที่ 1 ที่ได้รับการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบหลักจากขั้นตอนที่ 3.2.2 ไปใช้คำนวณค่าการวัดลายผิวทางสถิติใน 3 ระดับ (ตารางที่ 3.1) ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการจัดสร้างชั้นข้อมูลค่าทางสถิติ ระดับที่ 1 และ 2 ของค่าลายผิวภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงเลข ENVI โดยเลือกใช้ขนาดหน้าต่างเท่ากับ 3 x 3 จุดภาพ และคำนวณค่าลายผิวเฉพาะทิศทางแนวราบ (Horizontal) และทำการจัดสร้างเซมิเวริโอแกรมซึ่งเป็นชั้นข้อมูลค่าทางสถิติระดับที่ 3 ของลายผิว ภายใต้โปรแกรมประมวลผลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS

3.2.3.2 การเตรียมชุดข้อมูล (Dataset Preparation) นำค่าลายผิวที่ได้รับจากการคำนวณค่าลายผิวทางสถิติในระดับต่าง ๆ มาจัดสร้างชุดข้อมูลล่วงหน้า จำนวน 10 ชุด (ภาพที่ 3.2) สำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในขั้นตอนถัดไป



ตารางที่ 3.1 ค่าลายผิวทางสถิติใน 3 ระดับ ที่นำมาใช้ในการศึกษา

	สูตร	โดยที่
ค่าทางสถิติระดับที่ 1	ค่าเฉลี่ย (Mean)	i = ค่าความสว่างของจุดภาพในหน้าต่าง f_i = ค่าความถี่ของระดับสีเทา-ค่า i เกิดขึ้นของจุดภาพในหน้าต่าง $quant_k$ = ค่าความเข้มแสงสูงสุดของจุดภาพ W = จำนวนจุดภาพทั้งหมดที่อยู่ในหน้าต่าง ave = ค่าเฉลี่ย var = ค่าความแปรปรวน (i, j) คือ ระดับสีเทา-ค่าของคู่จุดภาพ $P(i, j)$ คือ ความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ของคู่จุดภาพ μ คือ ค่าเฉลี่ย σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ค่าความแปรปรวน (Variance; VAR)	
ค่าทางสถิติระดับที่ 2	ค่าความเปรียบต่าง (Contrast; CON)	m = จำนวนของคู่จุดตัวอย่างที่แยกโดยใช้ระยะห่างเท่ากับ h h = ค่าระยะทางตามแนวอนที่แยกระหว่างสองตำแหน่ง (lag) $\gamma(h)$ = ค่าของเซมิแวกริโอแกรม (Semivariogram) Z = ค่าความสว่างของจุดภาพ
	ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular second moment; ASM)	
	ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation; COR)	
	ค่าเอนโทรปี (Entropy; ENT)	
	ค่าความแตกต่าง (Dissimilarity)	
ค่าทางสถิติระดับที่ 3	ค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity)	
	เซมิแวกริโอแกรม (Semivariogram)	

ที่มา: Berberoglu and Curran (2006).

1	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)		
2	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าเฉลี่ย (Mean)
3	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าความแปรปรวน (Variance)
4	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าความเปรียบต่าง (Contrast)
5	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular second moment)
6	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation)
7	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity)
8	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าเอนโทรปี (Entropy)
9	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าความแตกต่าง (Dissimilarity)
10	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	+	ค่าเซมิแวกัวร์แกรม (Semivariogram)

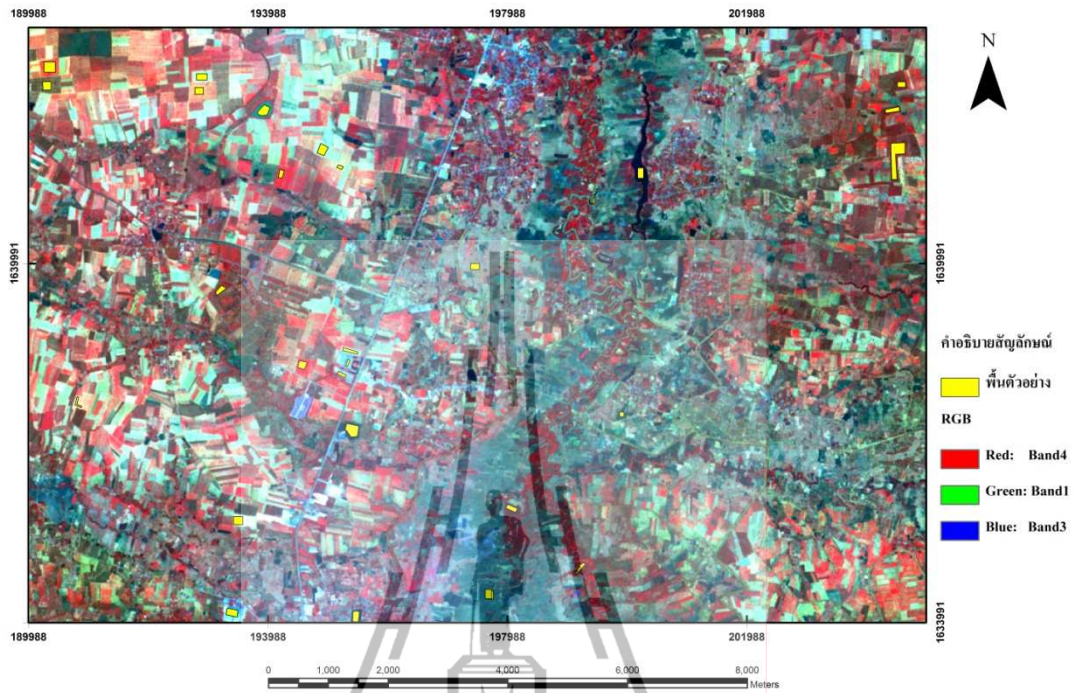
ภาพที่ 3.2 กลุ่มชุดข้อมูล จำนวน 10 ชุด ที่ใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

3.2.4 การจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC Data Classification)

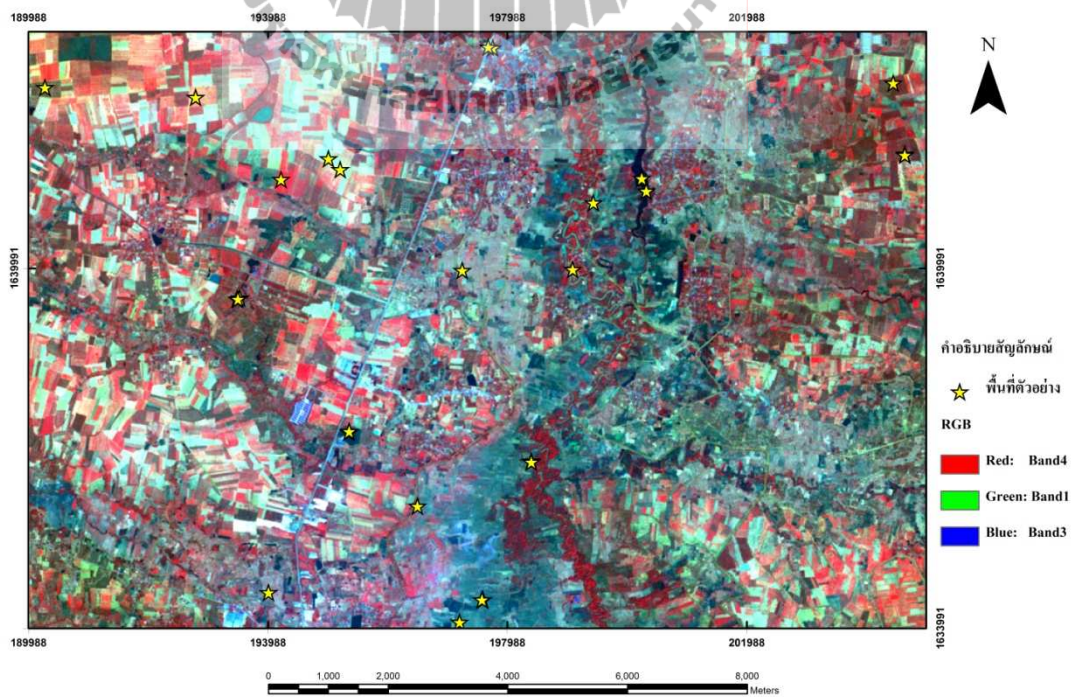
นำชุดข้อมูลทั้งหมด 10 ชุด มาทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยอาศัยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classifier) ภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงเลข ERDAS Imagine และกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ภายใต้โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงเลข ENVI โดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 10 ประเภท ดังนี้

1. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and Built-up Area)
2. นาข้าว (Paddy Field)
3. มันสำปะหลัง (Cassava)
4. อ้อย (Sugarcane)
5. ยูคาลิปตัส (Eucalyptus)
6. ไม้ผล (Orchard)
7. พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)
8. ไม้ตะเมาะ (Scrub)
9. พื้นที่น้ำ (Water Body)
10. พื้นที่รกร้าง (Abandoned Land)

ในการศึกษาครั้งนี้ จะกำหนดพื้นที่ตัวอย่างเป็นพื้นที่รูปปิด (Polygon) ให้กับชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นกับชุดข้อมูลที่เหลืออีก 9 ชุด (ภาพที่ 3.3) สำหรับการจำแนกโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด ในขณะที่เดียวกัน จะกำหนดพื้นที่ตัวอย่างในรูปของจุด (Point) ให้กับชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นกับชุดข้อมูลที่เหลืออีก 9 ชุด เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 3.4) สำหรับการจำแนกโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อลดความลำเอียงในการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างให้กับชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบ อนึ่ง ในการกำหนดพื้นที่ตัวอย่างจะอาศัยข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามและฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2550 ประกอบ นอกจากนี้ กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดจะกำหนดจำนวนจุดภาพของพื้นที่ตัวอย่างในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินไม่น้อยกว่า 30 จุดภาพ และในการจำแนกโดยกรรมวิธีวิธีแบบโครงข่ายประสาทเทียม มีค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำแนก คือ Training Threshold Contribution เท่ากับ 0.9 Training Rate เท่ากับ 0.2 Training Momentum เท่ากับ 0.9 Training RMS Exit Criteria เท่ากับ 0.1 Number of Hidden Layers เท่ากับ 1 และ Number of Training Iterations เท่ากับ 1000 รอบ



ภาพที่ 3.3 แสดงพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ที่ใช้สำหรับการจำแนกโดยกรรมวิธี MLC



ภาพที่ 3.4 แสดงพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ที่ใช้สำหรับการจำแนกโดยกรรมวิธี ANN

3.2.5 การประมวลผลภายหลังการจำแนก (Post Processing)

นำผลที่ได้จากขั้นตอนการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมาทำการกรองเชิงพื้นที่เพื่อกำจัดข้อมูลที่เป็นจุดภาพโดด ๆ โดยอาศัยเทคนิค Majority Filtering

3.2.6 การสำรวจข้อมูลภาคสนามและการประเมินความถูกต้อง (Ground Verification and Accuracy Assessment)

นำผลที่ได้รับจากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ผ่านการกรองเชิงพื้นที่จากชุดข้อมูลแบบต่าง ๆ (ข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและข้อมูลแบบผสมระหว่างข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงกับข้อมูลการวัดค่าลายผิวแบบต่าง ๆ) ของ 2 กรรมวิธีการจำแนกไปทำการตรวจสอบความถูกต้องทางภาคสนาม โดยคำนวณหาจำนวนจุดตัวอย่างบนพื้นฐานของการแจกแจงแบบเอนกนาม (Multinomial Distribution) ดังสมการต่อไปนี้

$$N = \frac{B \Pi_i (1 - \Pi_i)}{b_i^2} \quad (\text{สมการที่ 3.1})$$

โดยที่

Π_i คือ สัดส่วนของประชากรในคลาส i จากทั้งหมด k คลาส ที่มีสัดส่วนเข้าใกล้ 50%

b_i คือ ความถูกต้องที่ต้องการ (เช่น 5%) ของคลาส

B คือ ค่าขีดจำกัดบน (αk) คูณ 100 เปอร์เซ็นไทล์ของการกระจายแบบไคสแควร์ ที่มีระดับขั้นความเสรี (Degree of Freedom) เท่ากับ 1

k คือ จำนวนคลาสทั้งหมด

จากนั้นทำการสุ่มจุดตัวอย่างแบบแบ่งชั้นอย่างสุ่ม (Stratified Random Sampling) เพื่อกำหนดจุดสำรวจภาคสนามและนำผลที่ได้รับมาจัดสร้างตารางเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) เพื่อทำการประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 2 ประเภท ประกอบด้วย (1) ความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's Accuracy) และความถูกต้องของผู้ใช้งาน (User's Accuracy) และ (2) ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Hat Coefficient of Agreement) และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Conditional K_{hat} Coefficient of Agreement)

3.2.7 การประเมินผลความเหมาะสมกรรมวิธีการจำแนกและชุดข้อมูล (Assessment of Optimum Classification Methods and Datasets)

นำผลการประเมินความถูกต้องที่ได้รับจากขั้นตอนที่ 3.2.6 มาเปรียบเทียบเพื่อประเมินกรรมวิธีการจำแนกและชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและค่าลายผิวที่เหมาะสม สำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมหรือออส โดยพิจารณาจากค่าความถูกต้องโดยรวม และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา



บทที่ 4

ผลการศึกษา

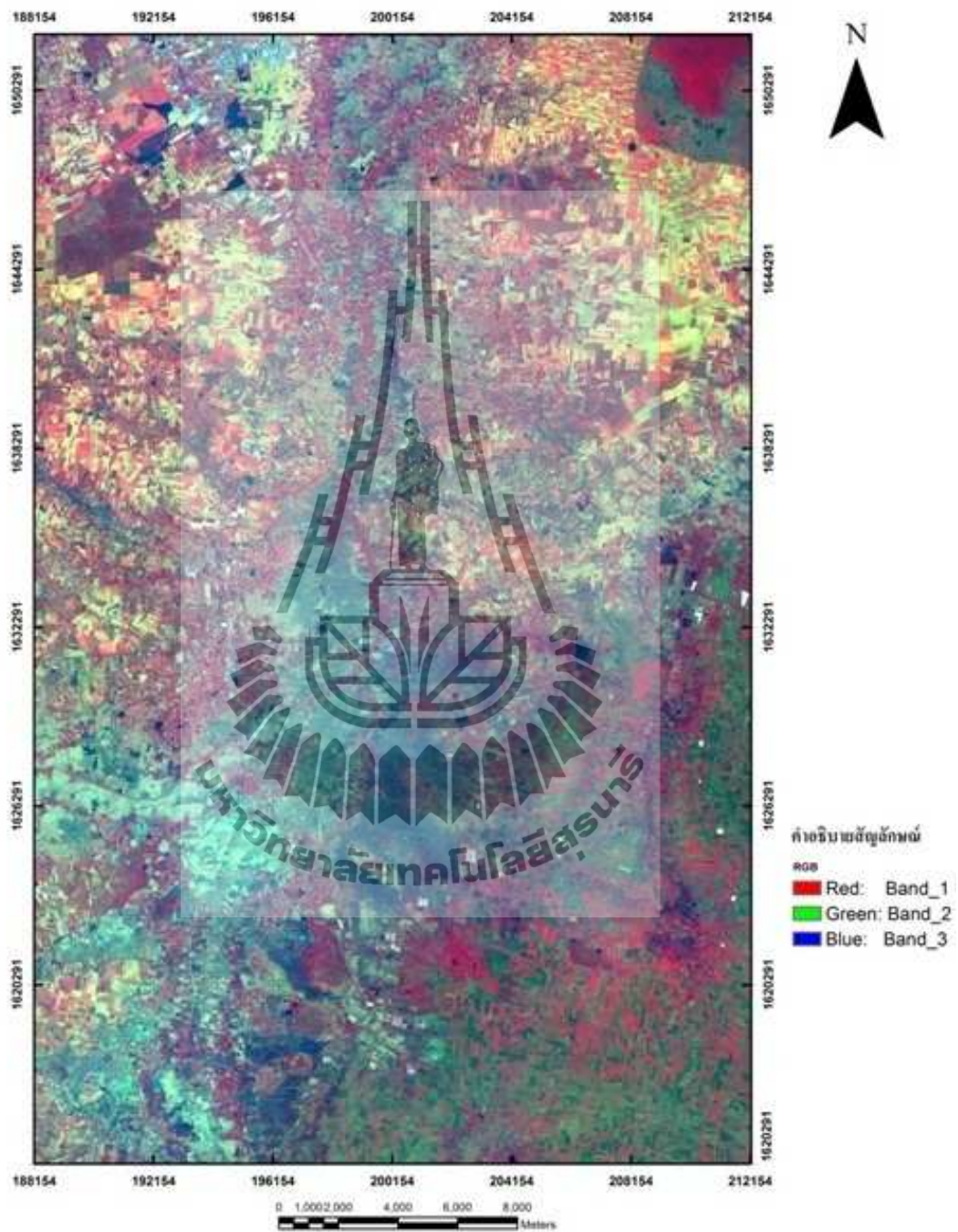
ผลการศึกษากำเนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการวิเคราะห์ค่าลายผิว อธิบายผลตามขั้นตอนของวิธีการศึกษาหลัก ประกอบด้วย (1) การรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออส (2) การประมวลผลเบื้องต้น (3) การสกัดรูปลักษณะและเตรียมชุดข้อมูล (4) การกำเนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (5) การสำรวจข้อมูลภาคสนามและการประเมินความถูกต้อง และ (6) การประเมินผลกรรมวิธีการจำเนกและชุดข้อมูลที่เหมาะสม

4.1 ผลการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออส

ในการศึกษากำเนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการวิเคราะห์ค่าลายผิว ได้ทำการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออสจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) บริเวณอำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ที่ทำการบันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น จำนวน 4 แบนด์ ประกอบด้วยแบนด์สีน้ำเงิน (0.45-0.52 μm .) สีเขียว (0.53-0.62 μm .) สีแดง (0.62-0.69 μm .) และอินฟราเรดใกล้ (0.77-0.90 μm .) และมีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 15 x 15 เมตร ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษา

Image Data Properties	THEOS Data
File name	SCENE T1 M 2010/02/19 03:21:54.3 0265-03201200
Satellite	THEOS
Sensor	Multispectral
Acquired Data	February 19, 2010
Format	IMAGINE image
Number of Layers:	4 (Band 1, 2, 3, 4)
Pixel Depth	Unsigned 8-bit
Compression Type	None
Projection Zone	48
Spheroid Name	WGS 1984
Datum Name	WGS 1984
Georeferenced to	UTM, Zone 48
Upper Left Center X	190000
Upper Left Center Y	1644000
Lower Right Center X	205000
Lower Right Center Y	1633995
Pixel X size (m)	15
Pixel Y size (m)	15



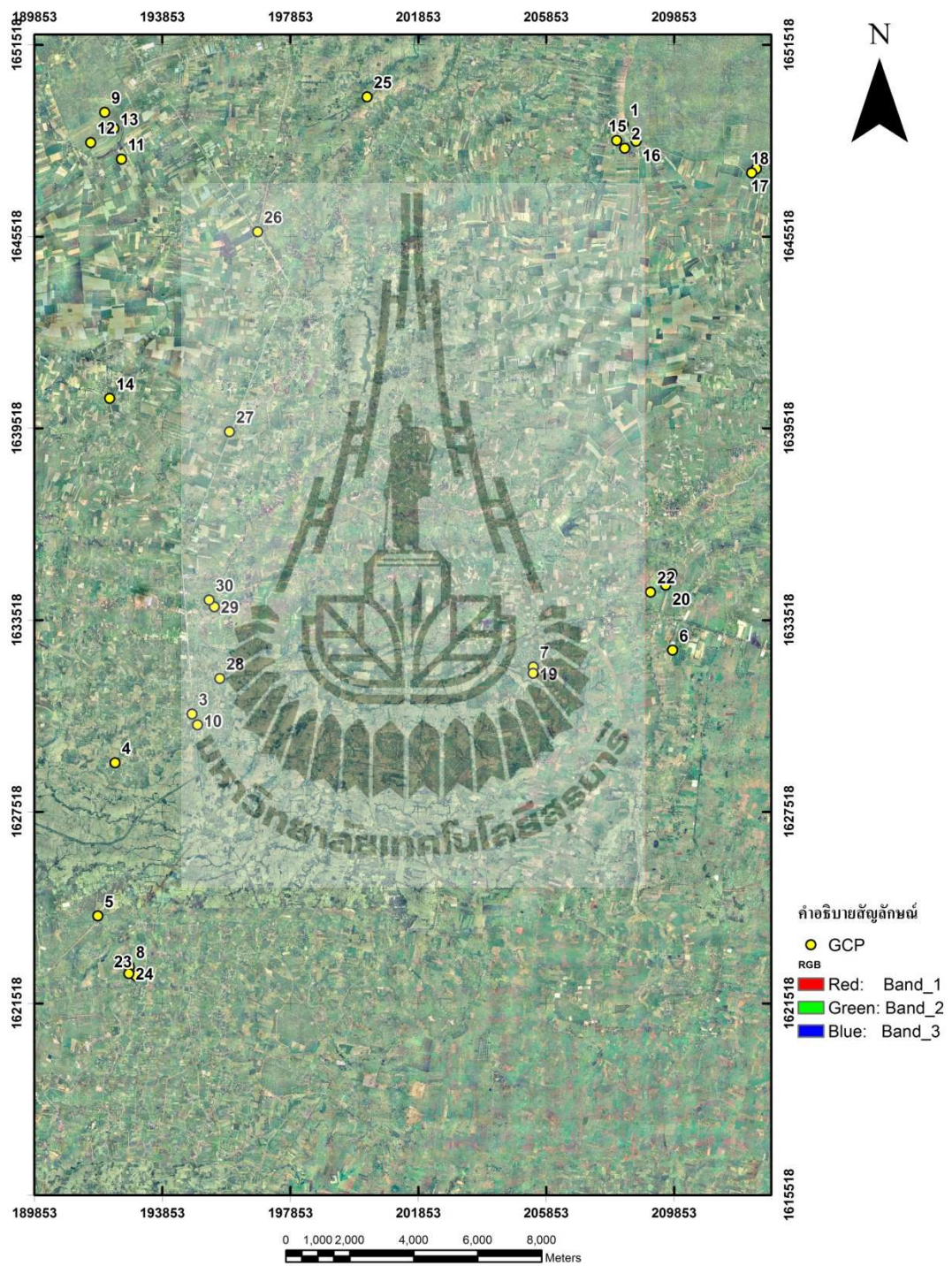
ภาพที่ 4.1 ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นของข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส

4.2 ผลการประมวลผลเบื้องต้น

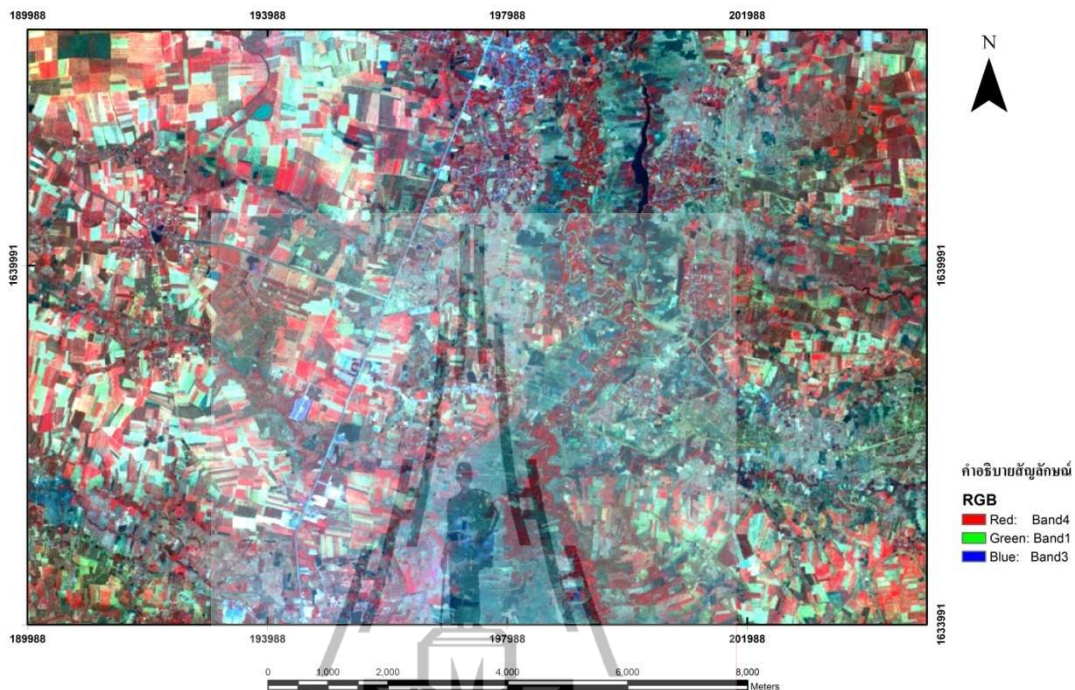
4.2.1 การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

ผลการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตให้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรีออส โดยวิธีการภาพเริ่มต้นไปยังภาพอ้างอิง (Image to Image Rectification) ซึ่งอาศัยจุดควบคุมทางภาคพื้นดิน (GCPs) จากข้อมูลภาพถ่ายออร์โธสีของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยใช้สมการคำนวณการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตแบบ Second Order Polynomials ที่ใช้จุดควบคุมทางภาคพื้นดิน 30 จุด (ภาพที่ 4.2) มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMS Error) เท่ากับ 0.6810 จุดภาพ (10.215 เมตร) ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ในภาคผนวก พร้อมทั้งการสุ่มค่าความสว่างของจุดภาพใหม่แบบตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor) และกำหนดขนาดของจุดภาพเท่ากับ 15 เมตร รวมทั้งการตัดข้อมูลภาพให้เหลือเฉพาะพื้นที่ศึกษา ดังผลแสดงในภาพที่ 4.3





ภาพที่ 4.2 ตำแหน่งจุดควบคุมทางภาคพื้นดิน (GCPs) จากข้อมูลภาพถ่ายออร์โธรีโธสิ



ภาพที่ 4.3 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออส ปี พ.ศ. 2553 ของพื้นที่ศึกษา

4.2.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสม (Optimum Index Factor: OIF)

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสม (OIF) ข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออส จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 2 แบนด์ (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) พบว่าค่าการวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมของการจัดกลุ่มข้อมูลระหว่างแบนด์ 1 3 และ 4 ให้ค่าการวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 20.262 ในขณะที่ ค่าการวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมของการจัดกลุ่มข้อมูลระหว่างแบนด์ 1 2 4 2 3 4 และ 1 2 3 มีค่า OIF เท่ากับ 19.103 15.527 และ 7.452 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงเลือกใช้แบนด์ 1 3 และ 4 (ภาพที่ 4.4) สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักต่อไป

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษา

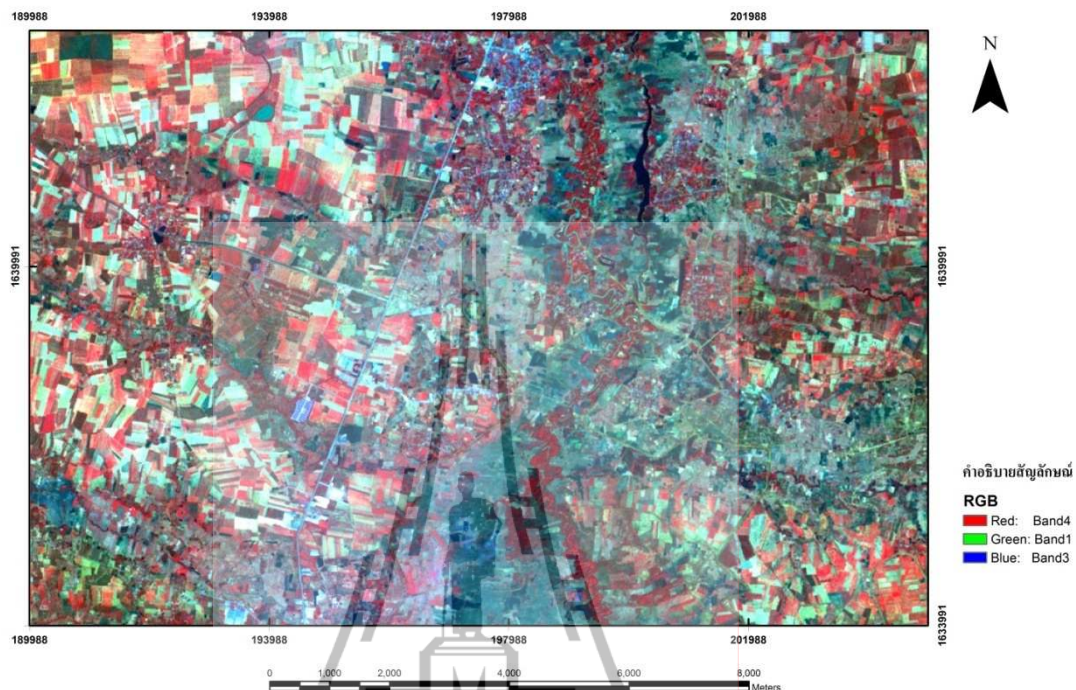
แบนด์	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	11.027
2	5.862
3	3.403
4	15.307

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบนด์ของข้อมูลภาพดาวเทียมธีออสที่ใช้ในการศึกษา

	แบนด์ 1	แบนด์ 2	แบนด์ 3	แบนด์ 4
แบนด์ 1	1.000	0.942	0.868	0.336
แบนด์ 2	0.942	1.000	0.912	0.407
แบนด์ 3	0.868	0.912	1.000	0.263
แบนด์ 4	0.336	0.407	0.263	1.000

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสม (OIF) ของกลุ่มข้อมูลภาพดาวเทียมธีออส

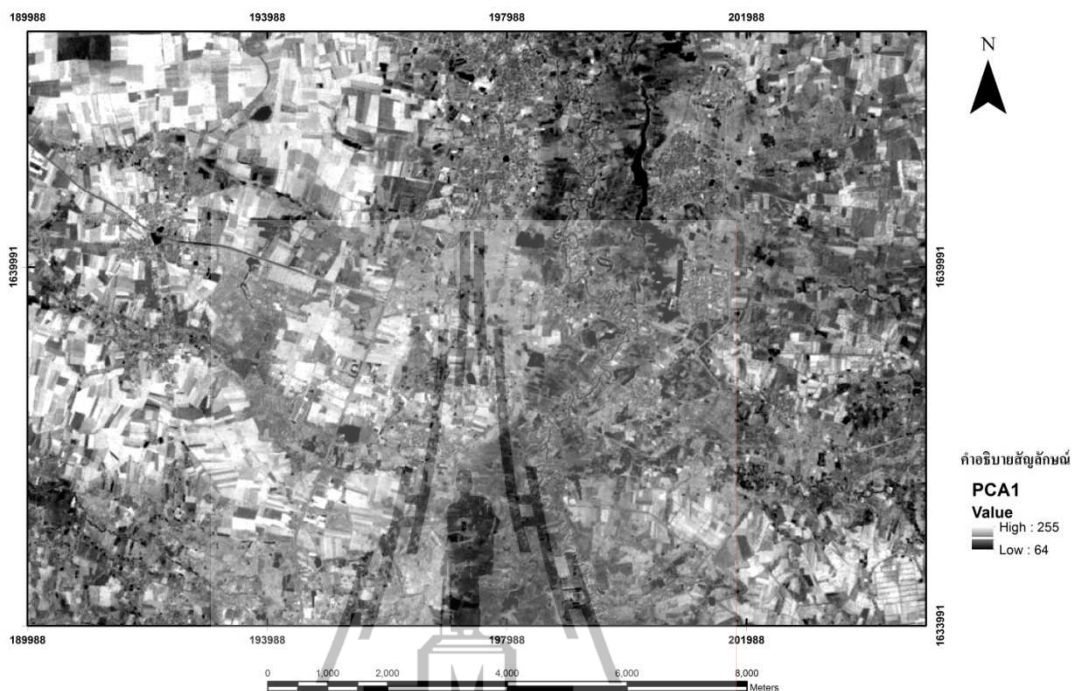
ลำดับ	การจัดกลุ่มระหว่างแบนด์	ค่า OIF
1	1 3 4	20.262
2	1 2 4	19.103
3	2 3 4	15.527
4	1 2 3	7.452



ภาพที่ 4.4 แสดงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออส ปี พ.ศ. 2553 แบบภาพสีผสมระหว่างแบนด์ 4 1 และ 3 (RGB)

4.2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)

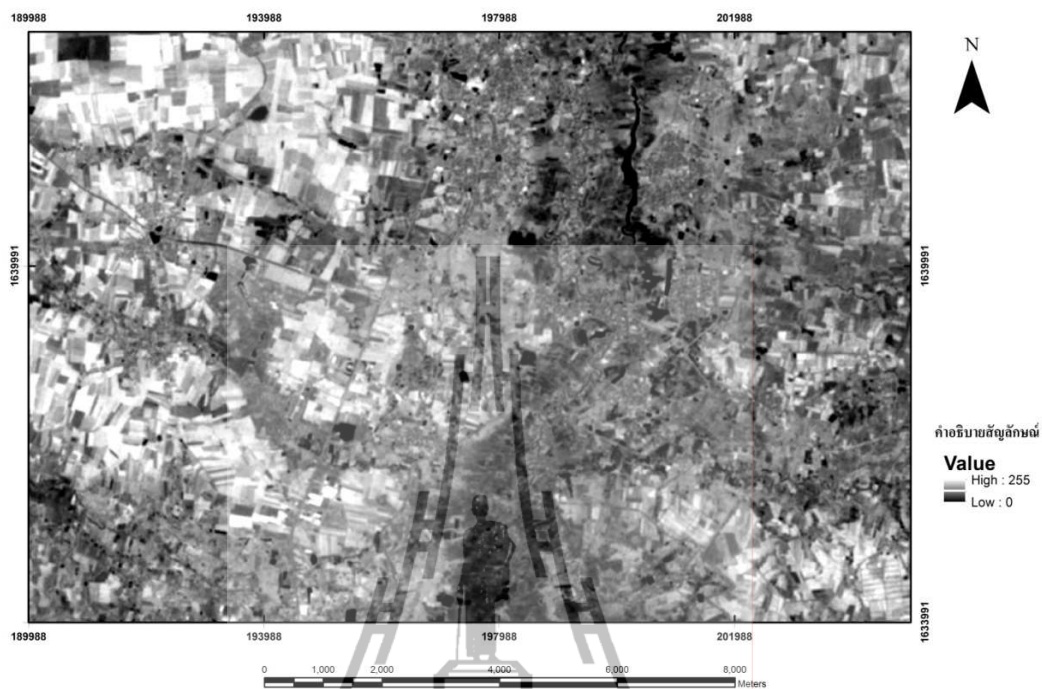
ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) ที่ใช้ชุดข้อมูลแบนด์ 1 3 และ 4 ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออสมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) เพื่อสร้างชั้นข้อมูลองค์ประกอบหลัก ลำดับที่ 1 สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณและจัดสร้างชั้นข้อมูลค่าลายผิวทางสถิติใน 3 ระดับ แสดงผลไว้ในภาพที่ 4.5



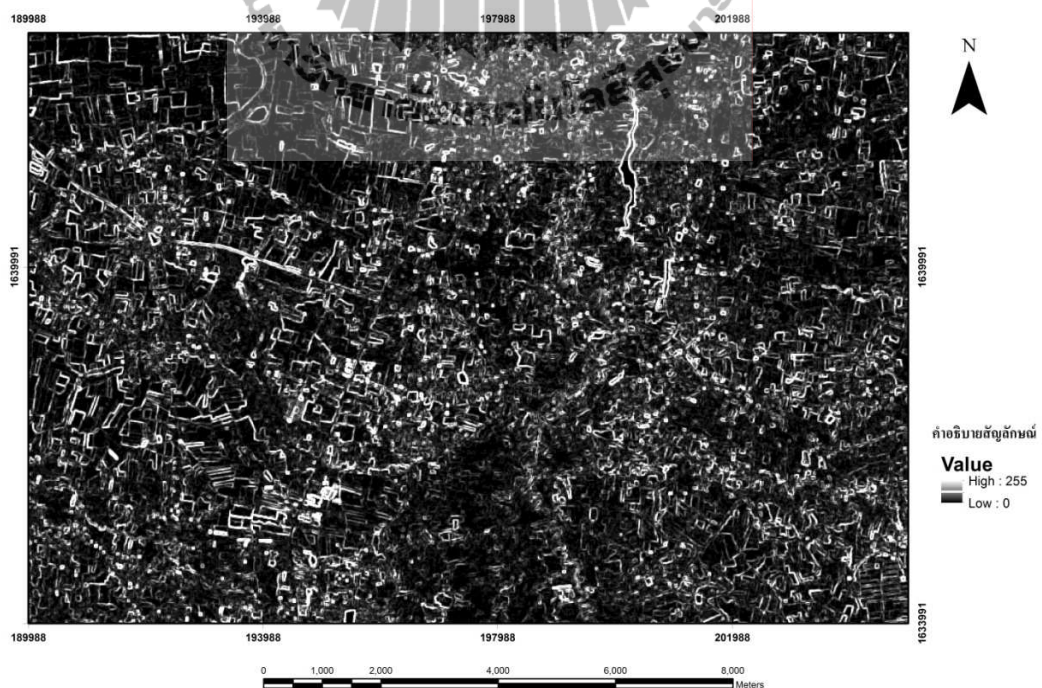
ภาพที่ 4.5 ข้อมูลองค์ประกอบหลักลำดับที่ 1 จากข้อมูลดาวเทียมรีออส

4.3 การสกัดรูปลักษณะและการเตรียมชุดข้อมูล (Feature Extraction and Data Preparation)

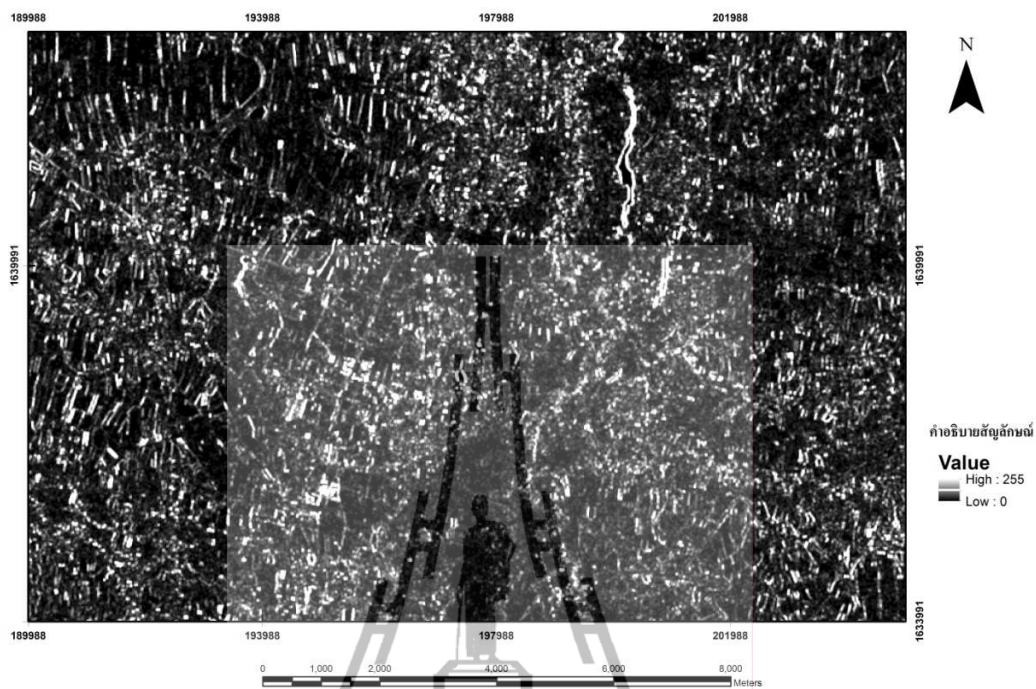
นำข้อมูลองค์ประกอบหลัก ลำดับที่ 1 (ภาพที่ 4.5) ไปจัดสร้างข้อมูลลายพิว จำนวน 9 รูปแบบ ประกอบด้วย (1) ค่าเฉลี่ย (Mean) (2) ค่าความแปรปรวน (Variance) (3) ค่าความเบี่ยงต่าง (Contrast) (4) ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) (5) ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) (6) ค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) (7) ค่าเอนโทรปี (Entropy) (8) ค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) และ (9) ค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) โดยอาศัยสมการที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 และผลที่ได้รับแสดงไว้ในภาพที่ 4.6 ถึงภาพที่ 4.14 ซึ่งข้อมูลที่ได้รับนี้ถูกนำไปจัดสร้างเป็นชุดข้อมูลสำหรับการใช้การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4.15



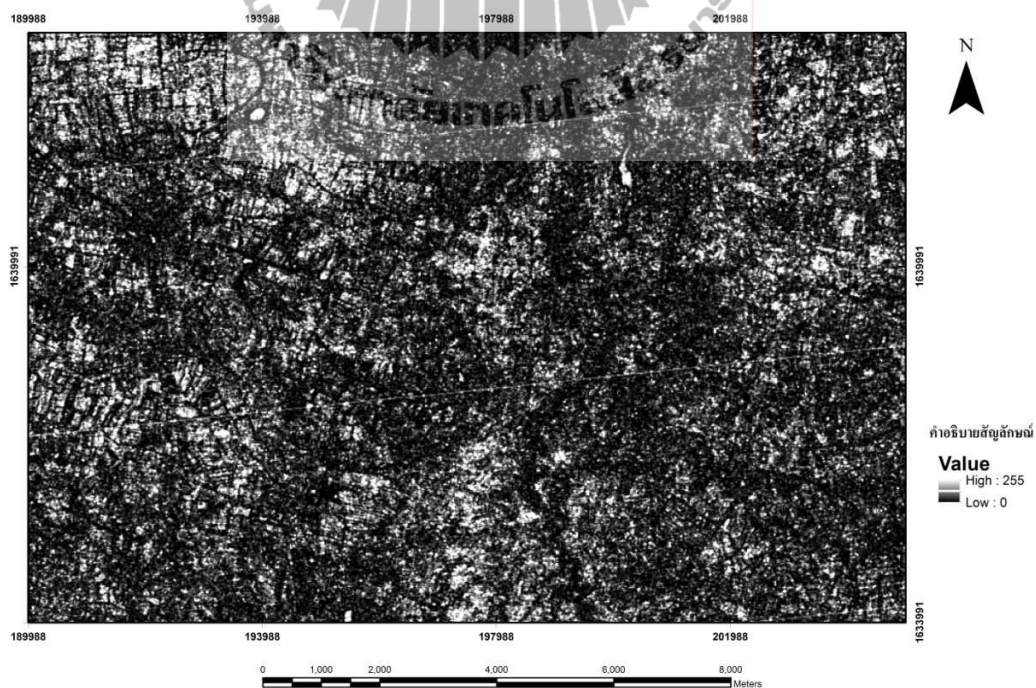
ภาพที่ 4.6 ข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าสายผิว



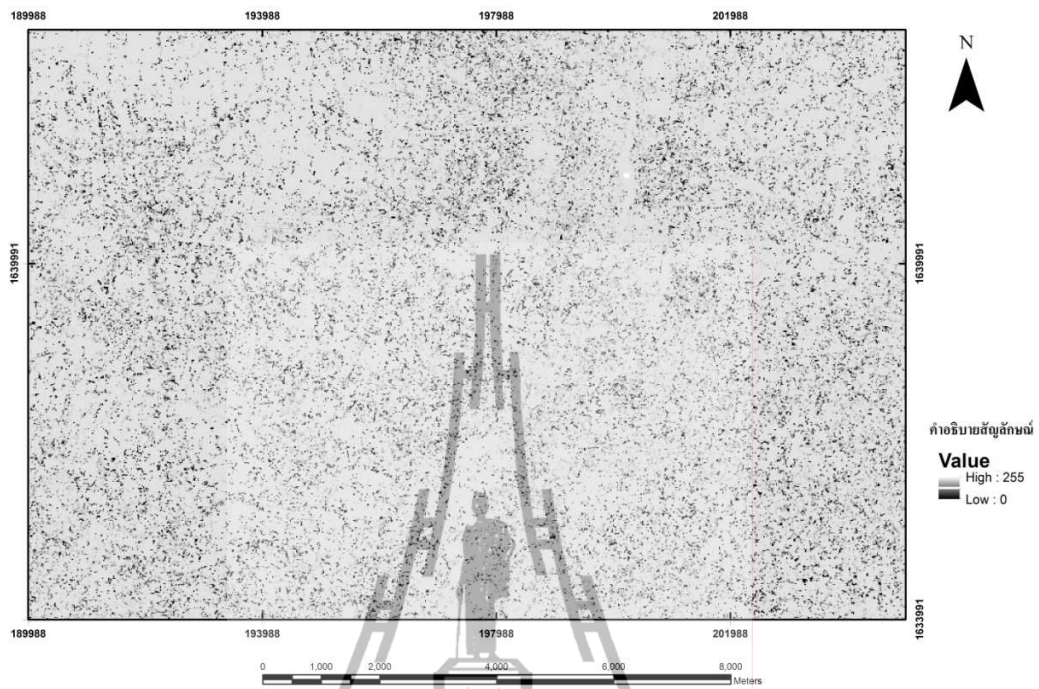
ภาพที่ 4.7 ข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าสายผิว



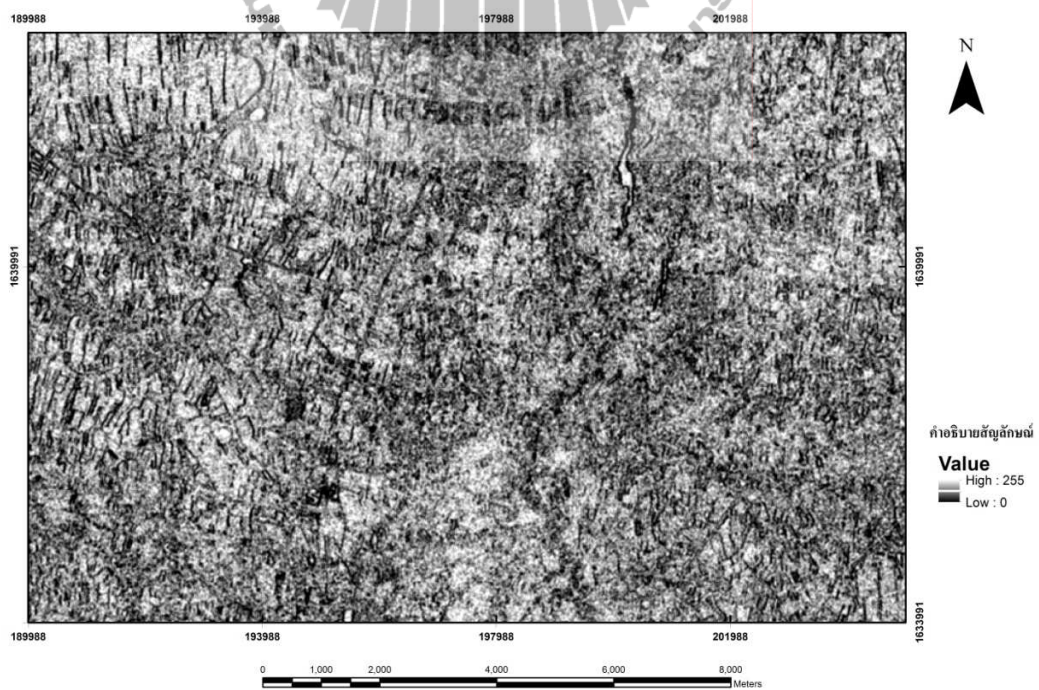
ภาพที่ 4.8 ข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดลายผิว



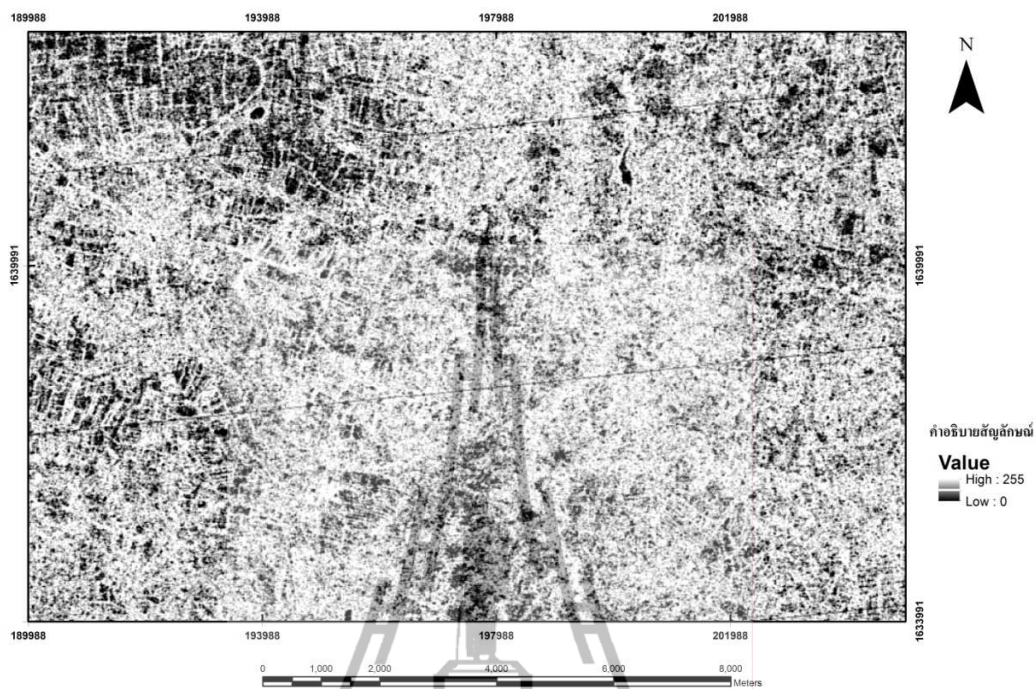
ภาพที่ 4.9 ข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว



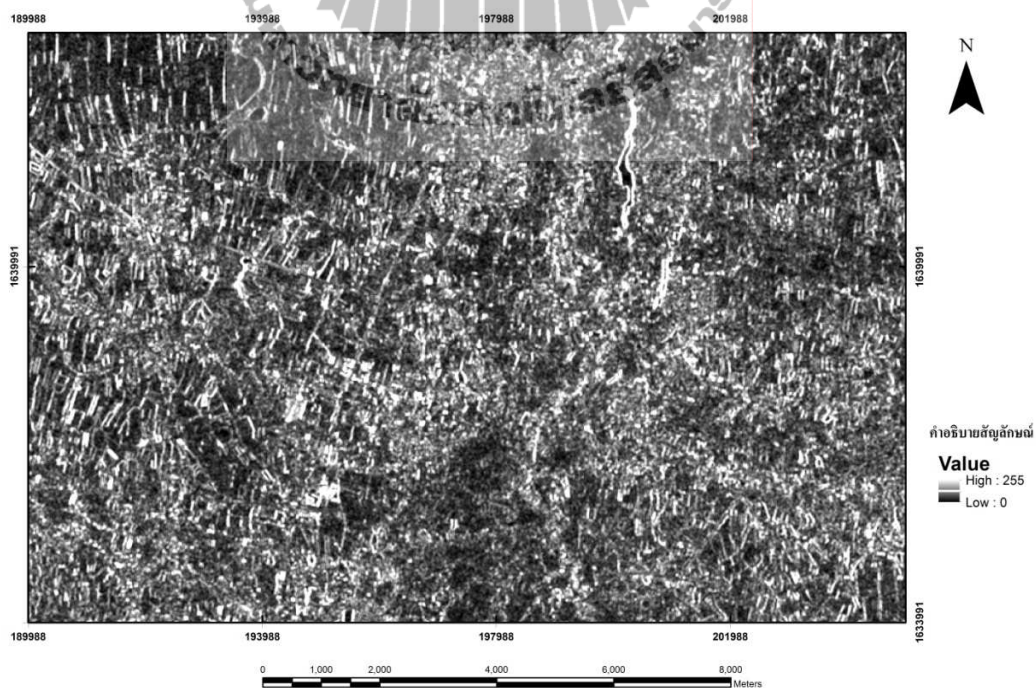
ภาพที่ 4.10 ข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว



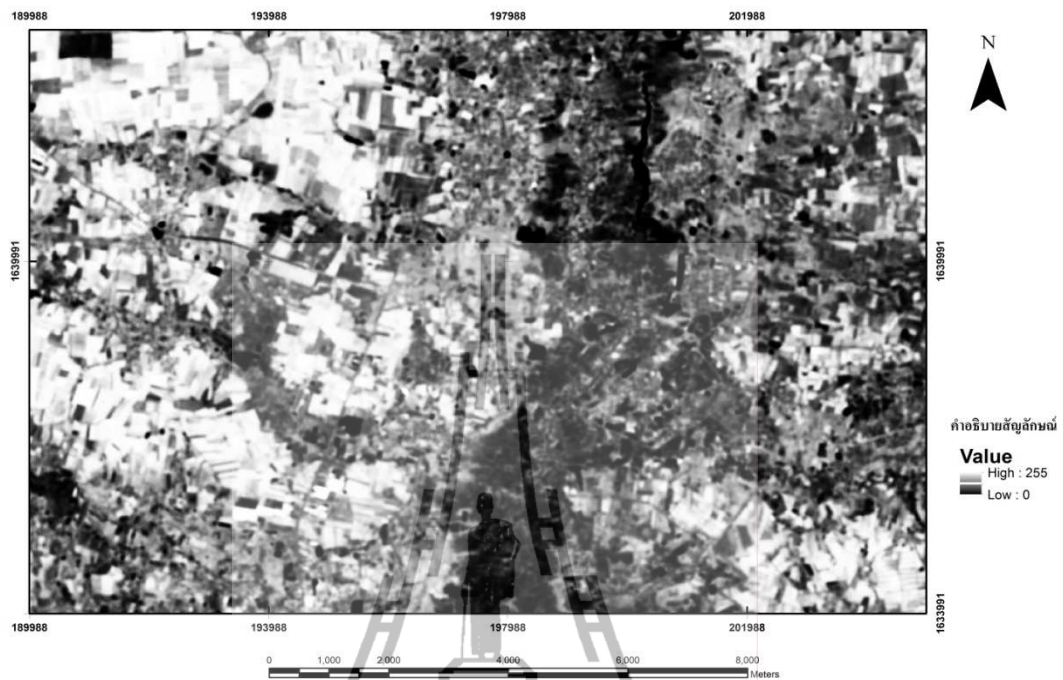
ภาพที่ 4.11 ข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว



ภาพที่ 4.12 ข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว













ภาพที่ 4.13 ข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว



ภาพที่ 4.14 ข้อมูลค่าเซมิแวกเรีย โอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว



ชุดที่ 1			ภาพหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4
ชุดที่ 2		+	ค่าเฉลี่ย
ชุดที่ 3		+	ค่าความแปรปรวน
ชุดที่ 4		+	ค่าความเปรียบต่าง
ชุดที่ 5		+	ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม
ชุดที่ 6		+	ค่าสหสัมพันธ์
ชุดที่ 7		+	ค่าความเอกพันธ์
ชุดที่ 8		+	ค่าเอนโทรปี
ชุดที่ 9		+	ค่าความแตกต่าง
ชุดที่ 10		+	ค่าเซมิแวกซ์ไอเกราเม

ภาพที่ 4.15 ชุดข้อมูล 10 ชุด ที่ใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

4.4 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

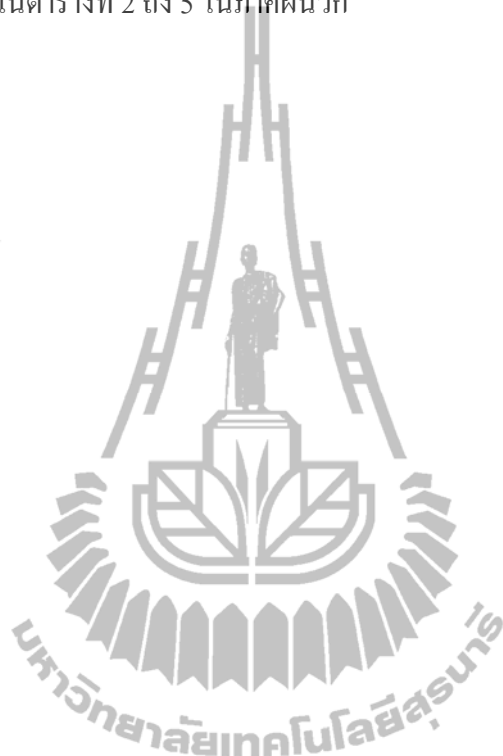
นำชุดข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่ม จำนวน 10 ชุด มาทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยอาศัยกรรมวิธีการจำแนก 2 รูปแบบ ได้แก่ ความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classifier: MLC) และโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) เพื่อทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จำนวน 10 ประเภท ประกอบด้วย (1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (2) นาข้าว (3) มันท่าปะหลัง (4) อ้อย (5) ยูคาลิปตัส (6) ไม้ผล (7) พื้นที่ป่าไม้ (8) ไม้ละเมาะ (9) พื้นที่น้ำ และ (10) พื้นที่รกร้าง จากนั้น นำผลที่ได้รับจากขั้นตอนการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ทำการกรองเชิงพื้นที่ด้วยกรรมวิธีแบบ Majority Filtering ด้วยหน้าต่างขนาด 3 x 3 จุดภาพ

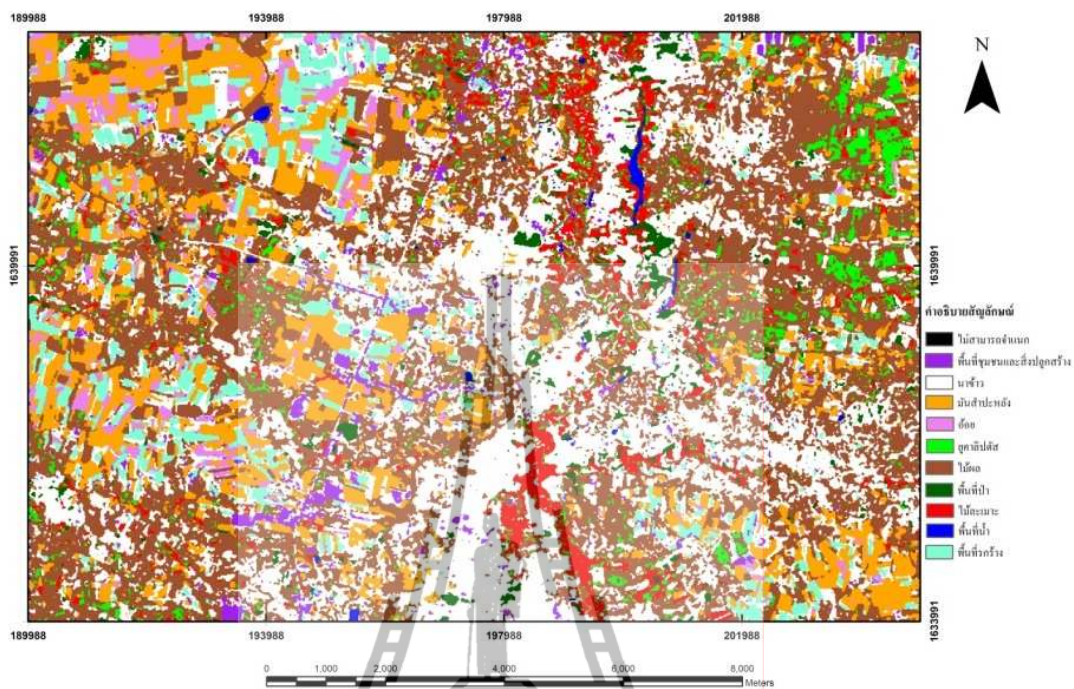
4.4.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดของแต่ละชุดข้อมูลแสดงไว้ในภาพที่ 4.16 ถึง ภาพที่ 4.25 และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน สรุปไว้ในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.26 แสดงสัดส่วนของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของแต่ละชุดข้อมูล

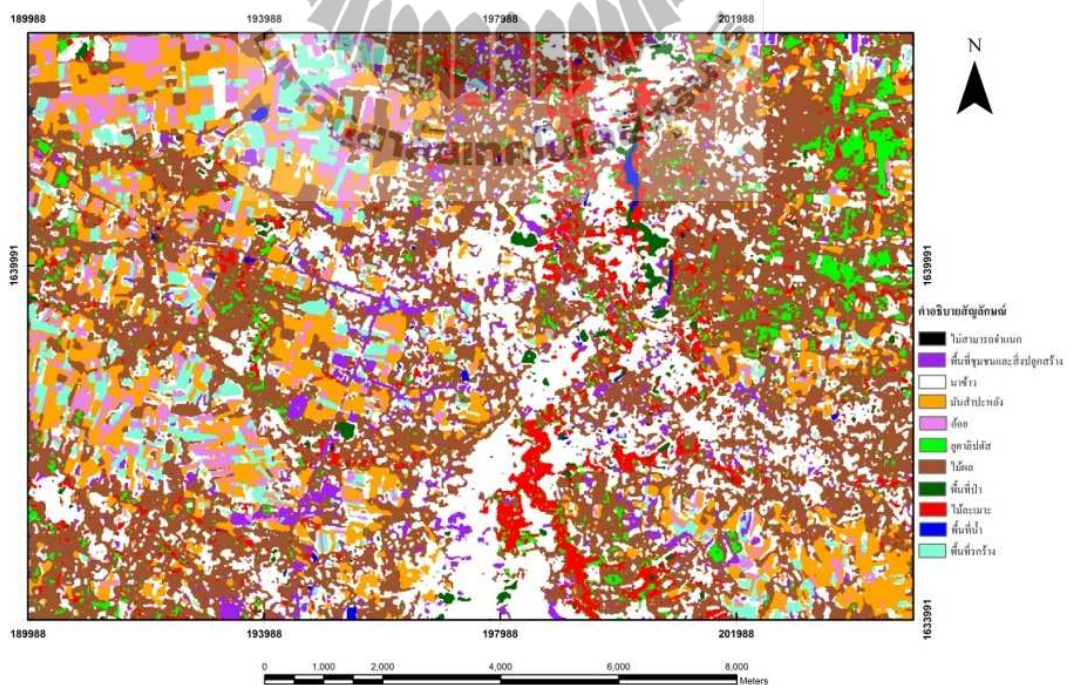
จากตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.26 พบว่า ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกได้ครบทุกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน มีจำนวน 9 ชุด ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 4 (2) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว (3) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดลายผิวข้อมูล (4) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดลายผิว (5) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว (6) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว (7) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว (8) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว และ (9) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว ในขณะที่ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกไม่ครบทุกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน มีเพียงชุดเดียว คือ ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดลายผิว ซึ่งไม่สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อยได้ ทั้งนี้ เนื่องจากค่าความสว่างของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างที่

นำมาใช้ในการคำนวณค่าทางสถิติ (ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) มีค่าเพียงค่าเดียว และมีค่าเท่ากับ 253 ส่งผลให้ค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) ของพื้นที่ตัวอย่างของอ้อย 2 แปลง ที่กำหนดในพื้นที่เดียวกันกับชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น มีค่าเท่ากับ 0 จึงไม่สามารถคำนวณความน่าจะเป็นที่ใช้ในการกำหนดประเภทการจำแนกได้ ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 2 ถึง 5 ในภาคผนวก

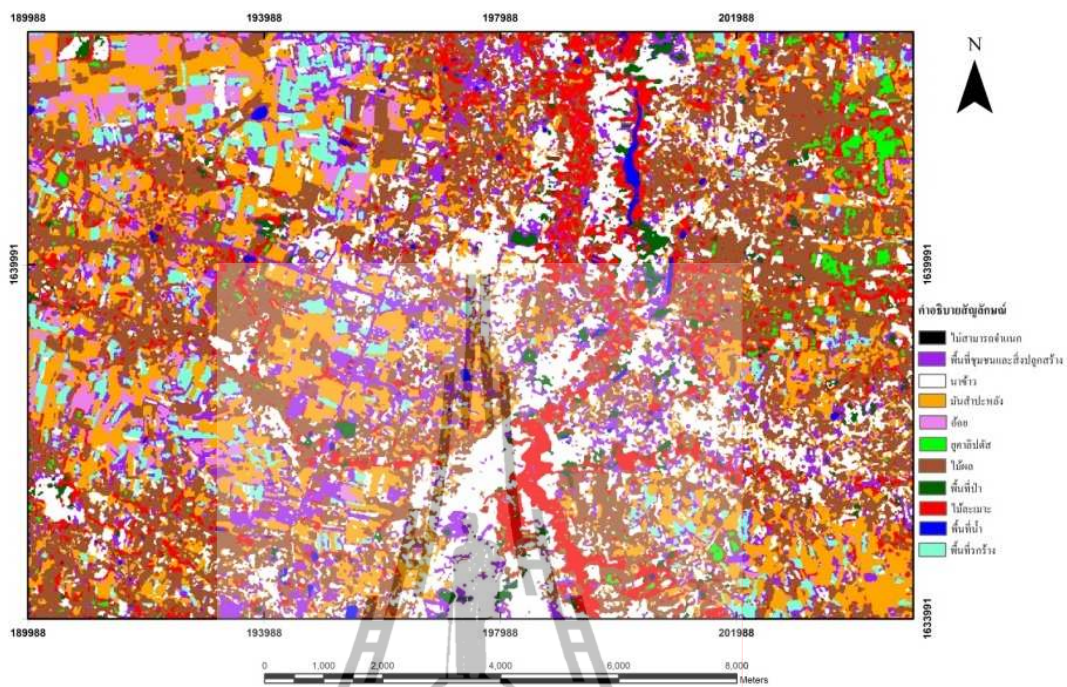




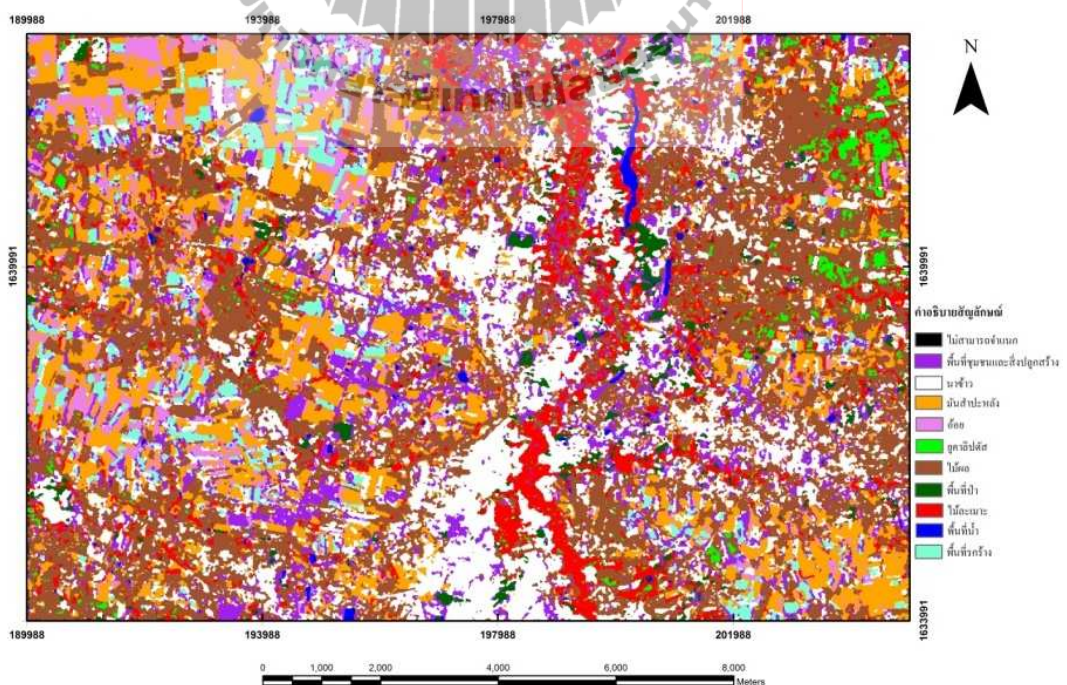
ภาพที่ 4.16 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น โดยวิธี MLC



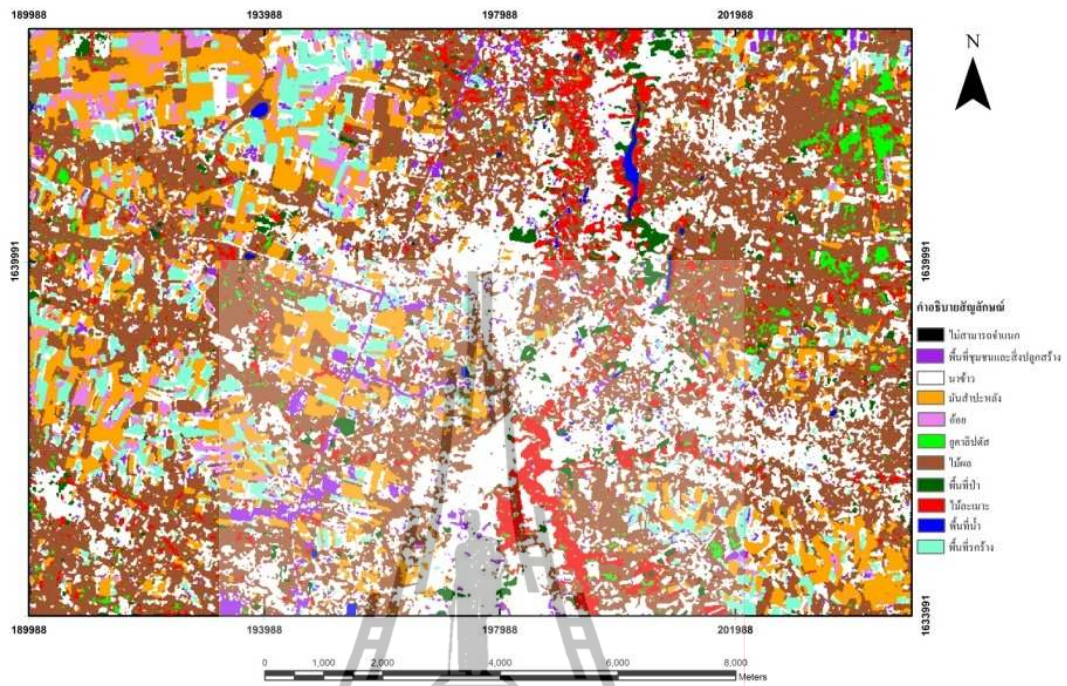
ภาพที่ 4.17 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC



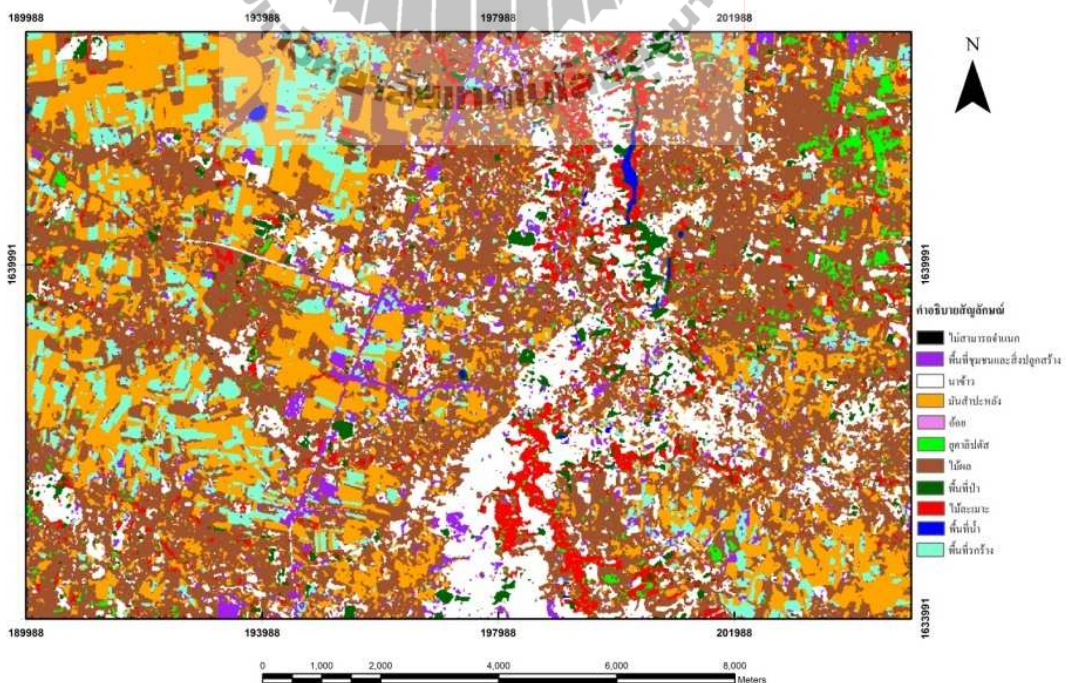
ภาพที่ 4.18 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดลายผิว โดยวิธี MLC



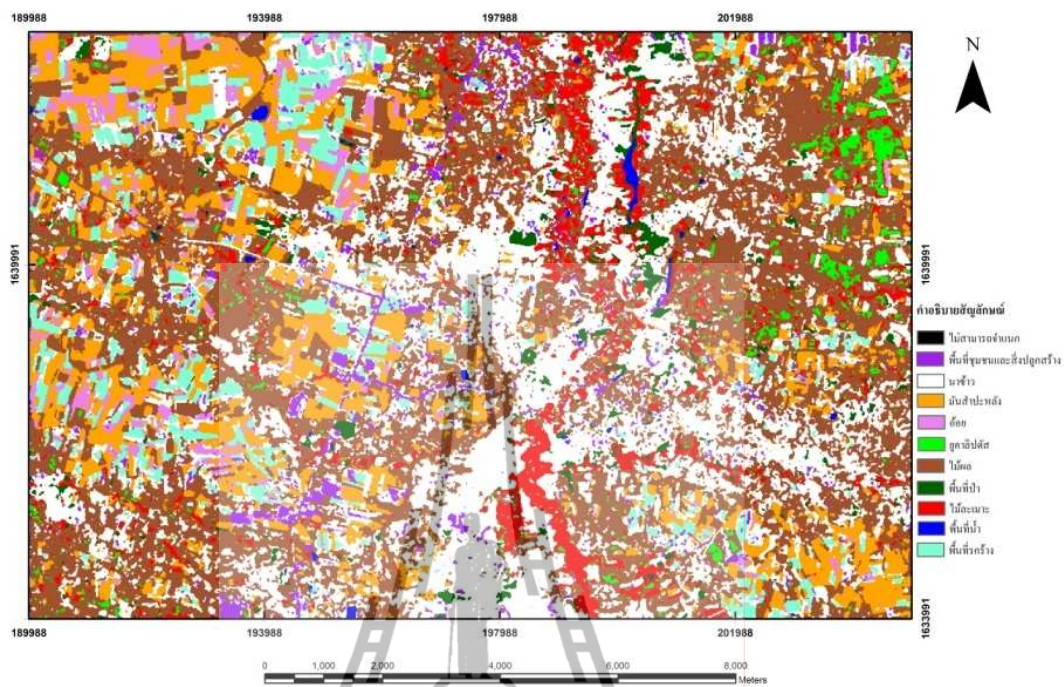
ภาพที่ 4.19 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดลายผิว โดยวิธี MLC



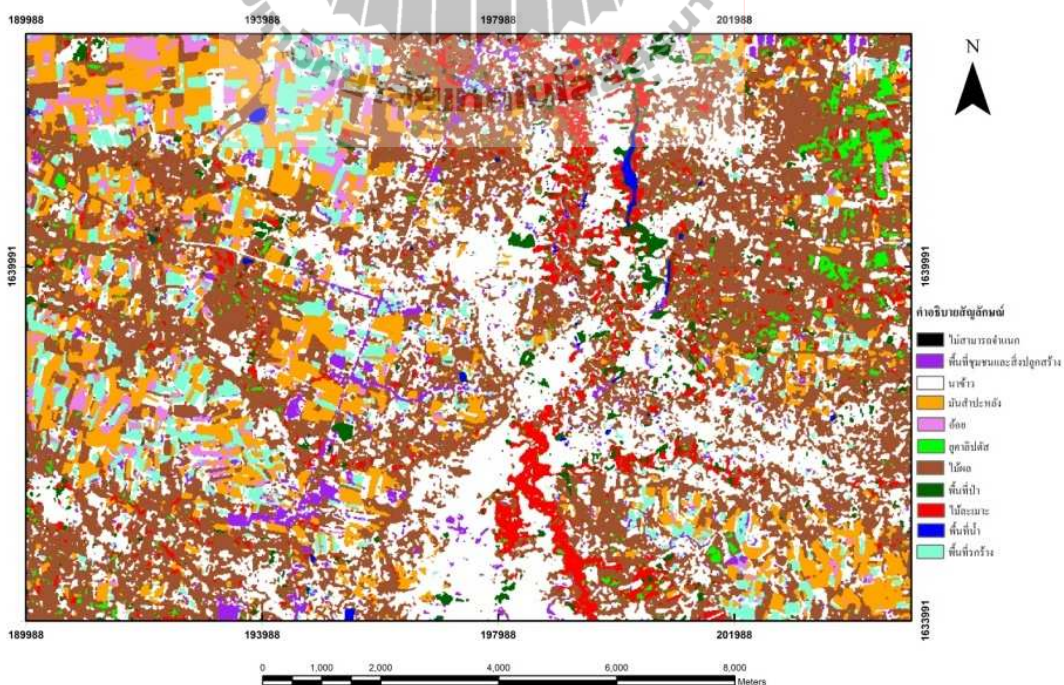
ภาพที่ 4.20 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC



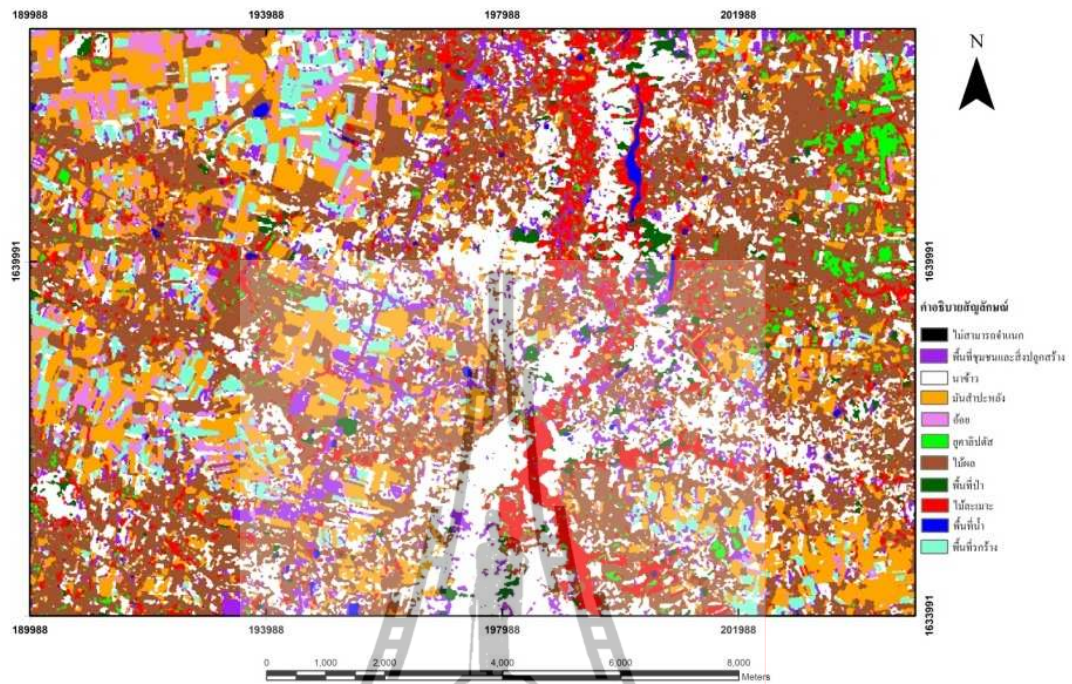
ภาพที่ 4.21 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC



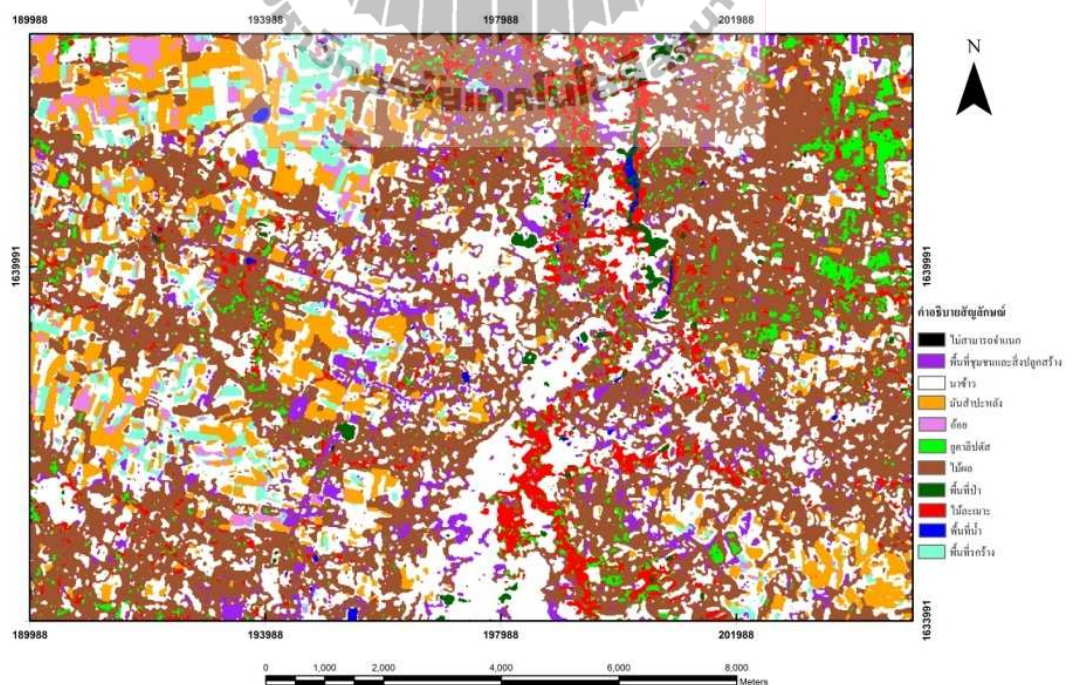
ภาพที่ 4.22 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC



ภาพที่ 4.23 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC



ภาพที่ 4.24 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC

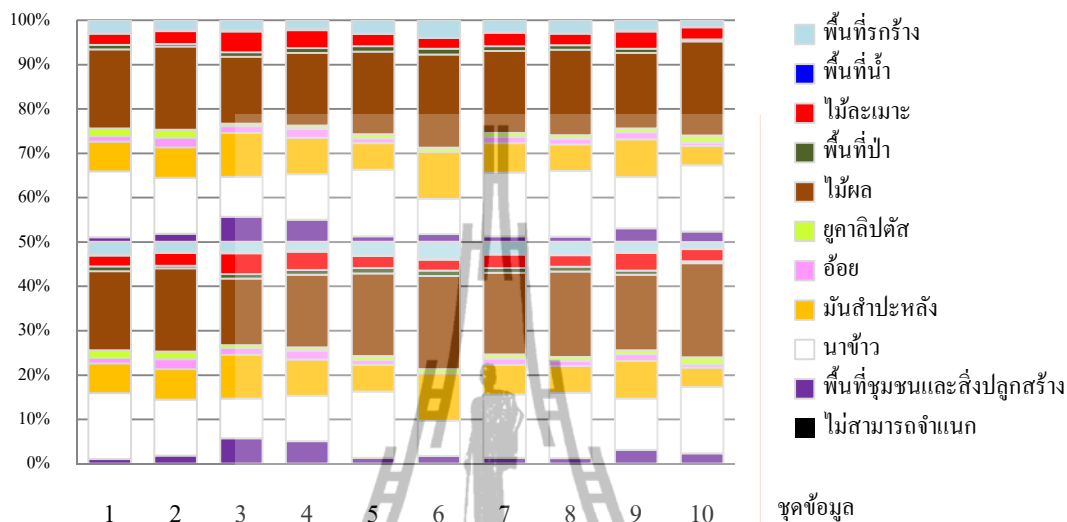


ภาพที่ 4.25 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี MLC

ตารางที่ 4.5 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดจากชุดข้อมูลประเภทต่าง ๆ

ที่	ประเภท LULC (หน่วยเป็นไร่)	ชุดข้อมูล									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	ไม่สามารถจำแนก	73.69	65.11	78.89	133.31	124.03	99.14	68.48	66.23	75.80	51.05
1	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	1,931.06	3,441.38	10,606.36	9,362.95	2,352.52	3,242.81	2,398.64	2,274.19	5,769.28	4,374.42
2	นาข้าว	27,834.47	23,543.16	16,826.20	19,156.08	28,021.50	14,887.41	26,818.45	27,591.75	21,581.86	27,976.78
3	มันสำปะหลัง	12,499.45	12,860.30	18,502.73	15,276.66	11,246.77	19,875.23	12,389.20	11,279.95	15,932.25	8,216.44
4	อ้อย	2,321.58	4,102.17	2,780.58	3,755.67	1,965.94	0	2,617.59	2,193.47	2,874.23	1,236.66
5	ยูคาลิปตัส	3,192.19	3,334.08	1,165.36	1,406.25	1,725.75	1,723.50	1,770.61	1,675.97	1,604.11	3,099.09
6	ไม้ผล	33,364.41	35,033.77	28,154.67	30,620.67	34,801.17	39,274.31	34,420.22	35,940.09	31,858.59	39,668.91
7	พื้นที่ป่าไม้	1,931.48	1,069.03	1,863.42	2,025.00	2,267.72	2,400.47	2,045.53	1,989.42	1,757.25	715.64
8	ไม้ตะเภา	4,692.38	5,442.33	8,760.38	7,612.03	5,171.34	4,575.66	5,660.72	4,869.00	7,373.53	5,174.86
9	พื้นที่น้ำ	284.91	265.78	603.56	653.63	286.31	189.56	303.05	278.02	494.72	217.69
10	พื้นที่รกร้าง	5,343.33	4,311.84	4,126.78	3,466.69	5,505.89	7,200.84	4,976.44	5,310.84	4,147.31	2,737.41
	รวม	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94

แผนภูมิแสดงสัดส่วนของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและ
สิ่งปกคลุมดินของแต่ละชุดข้อมูลจากการจำแนกแบบความควรจะเป็นสูงสุด



ภาพที่ 4.26 แสดงสัดส่วนของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของแต่ละชุดข้อมูลจากการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

หมายเหตุ

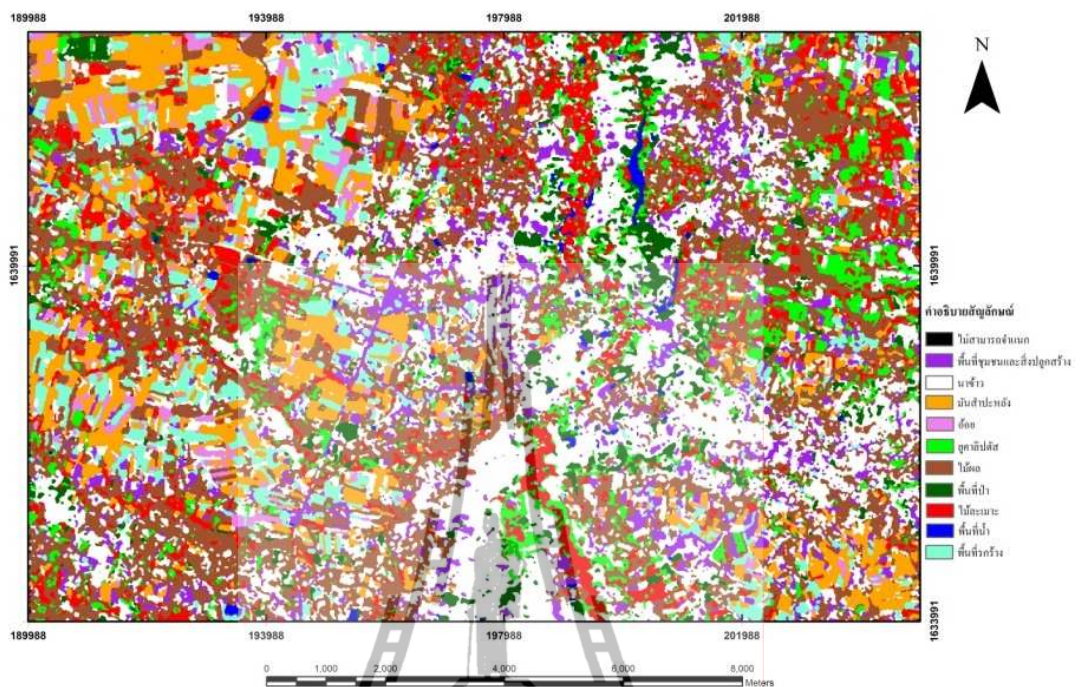
- (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบบต้น 1 3 4
- (2) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว
- (3) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิว
- (4) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว
- (5) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว
- (6) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว
- (7) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว
- (8) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว
- (9) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว และ
- (10) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวริโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว

4.4.2 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบ

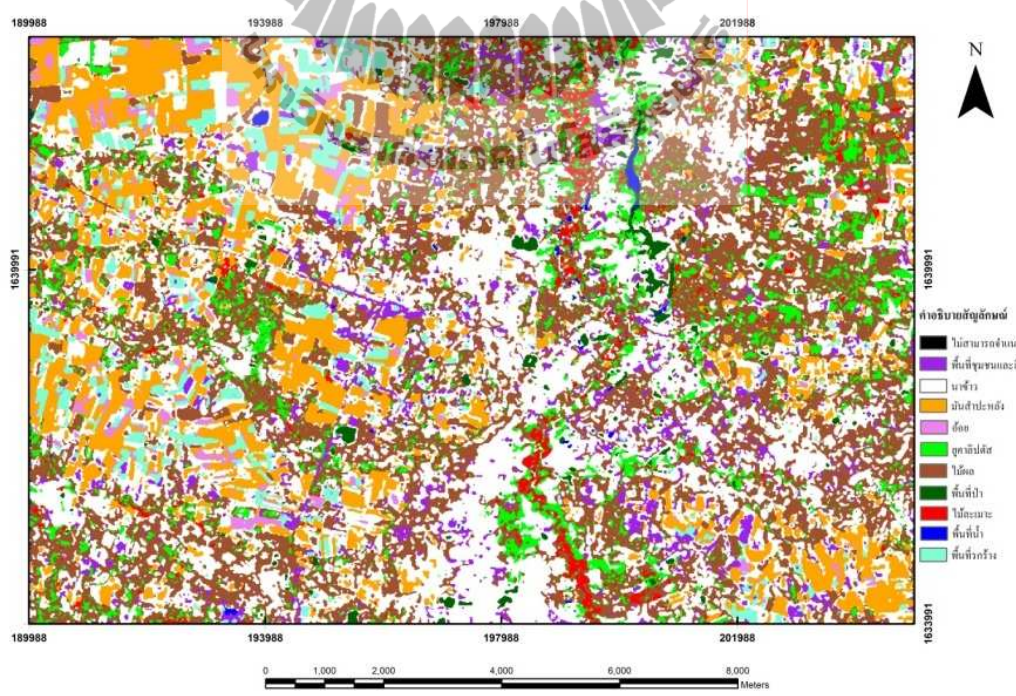
โครงข่ายประสาทเทียม

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) ของแต่ละชุดข้อมูลแสดงไว้ในภาพที่ 4.27 ถึง ภาพที่ 4.36 และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน สรุปไว้ในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.37 แสดงสัดส่วนของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของแต่ละชุดข้อมูล

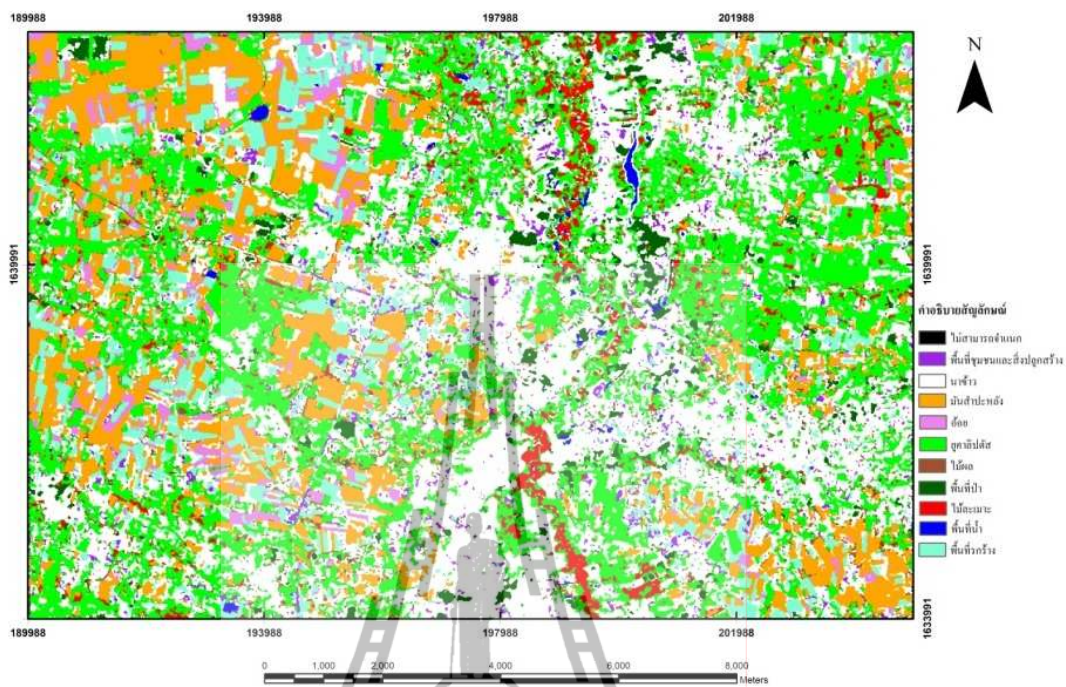
จากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.37 พบว่า ชุดข้อมูลทั้ง 10 ชุด ซึ่งจำแนกโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมให้ผลการจำแนกได้ครบทุกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน เนื่องจากขั้นตอนวิธี (Algorithm) ของการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมจะอาศัยการเรียนรู้จากข้อมูลนำเข้าที่ป้อนเข้าสู่ระบบในรูปแบบของพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ในชั้นข้อมูลนำเข้า (Input Layer) และส่งผ่านไปยังชั้นประมวลผล (Hidden Layer) เพื่อทำการประมวลผลโดยเรียกใช้ฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation Transfer Function) ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้เกิดขึ้น พร้อมทำการปรับค่าน้ำหนักในแต่ละ Node ที่เชื่อมโยงระหว่างชั้นข้อมูลนำเข้า-ชั้นประมวลผล-ชั้นข้อมูลส่งออก (Output Layer) เพื่อลดความแตกต่างของ Node ในชั้นข้อมูลส่งออกและผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยทั่วไป จำนวนของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้รับจากการจำแนกจะเท่ากับจำนวนของพื้นที่ตัวอย่าง



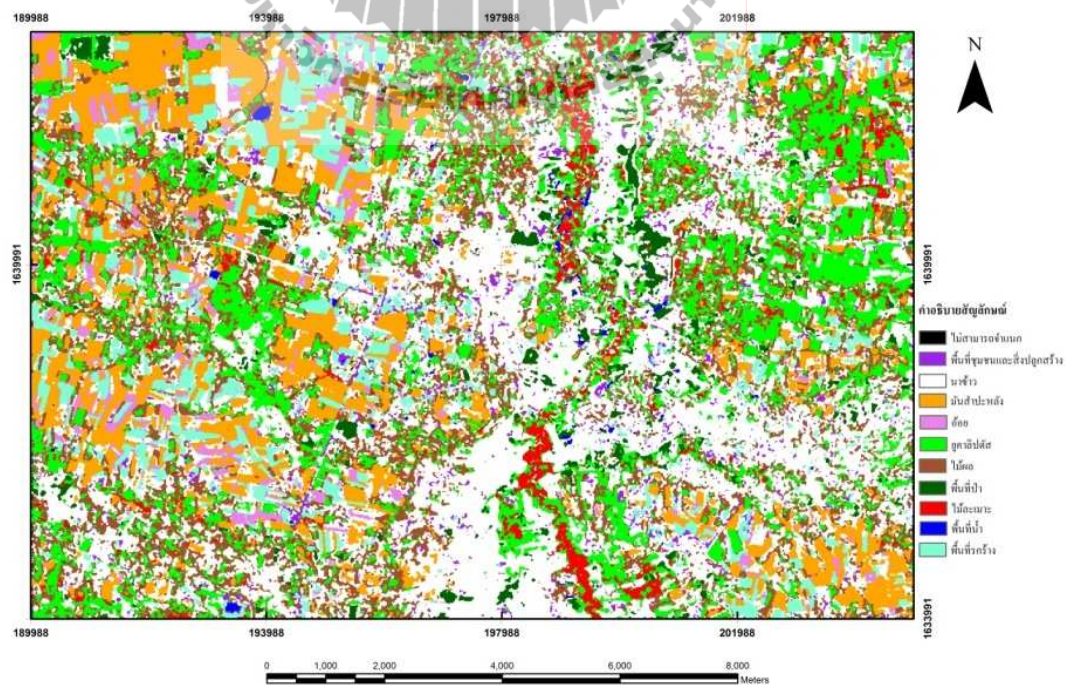
ภาพที่ 4.27 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น โดยวิธี ANN



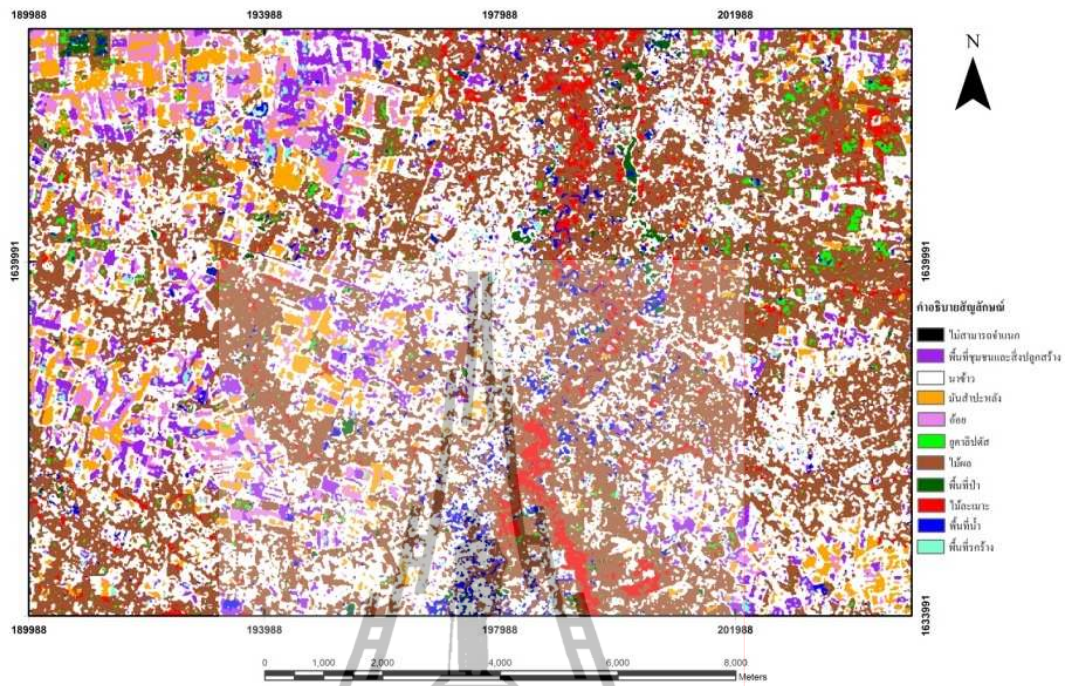
ภาพที่ 4.28 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าหลายผิว โดยวิธี ANN



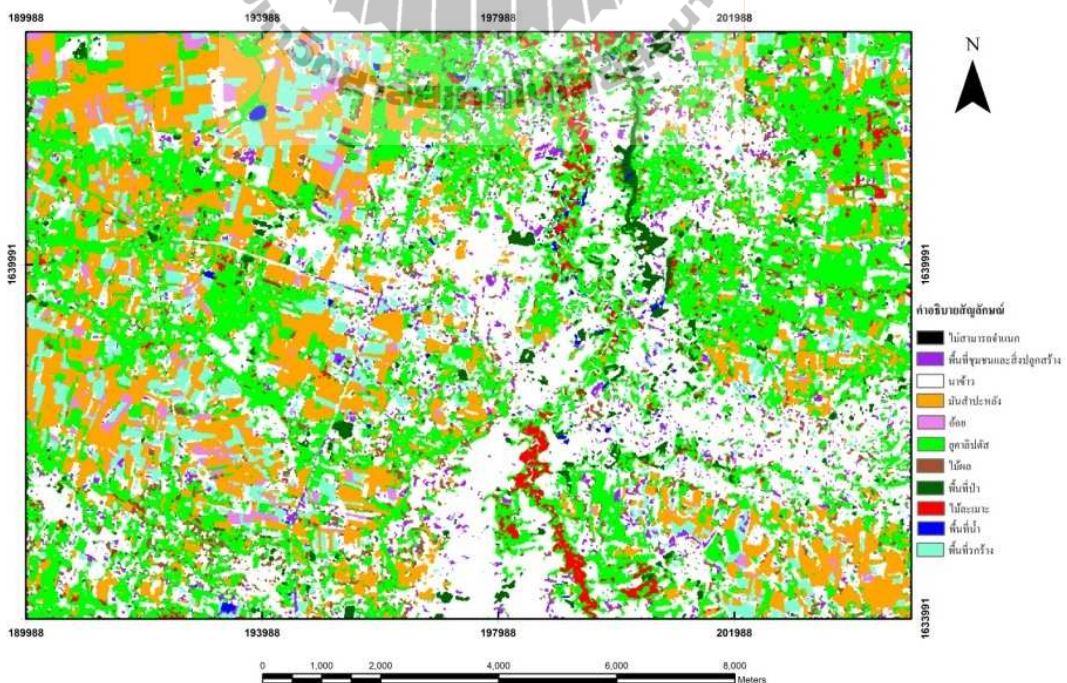
ภาพที่ 4.29 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดลายผิว โดยวิธี ANN



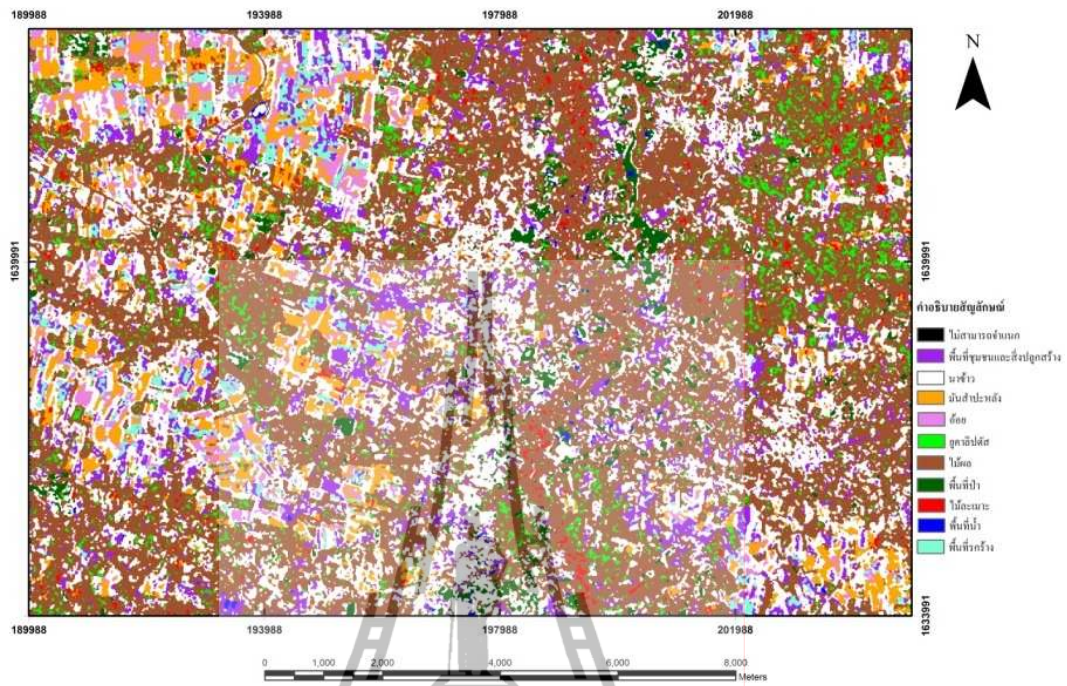
ภาพที่ 4.30 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดลายผิว โดยวิธี ANN



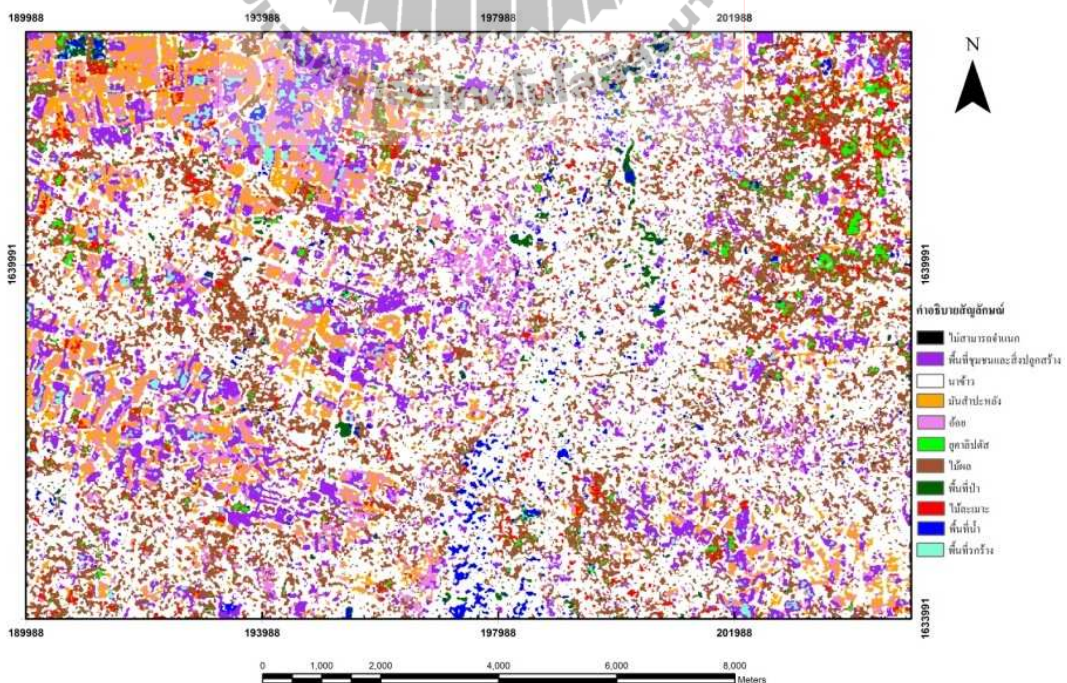
ภาพที่ 4.31 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN



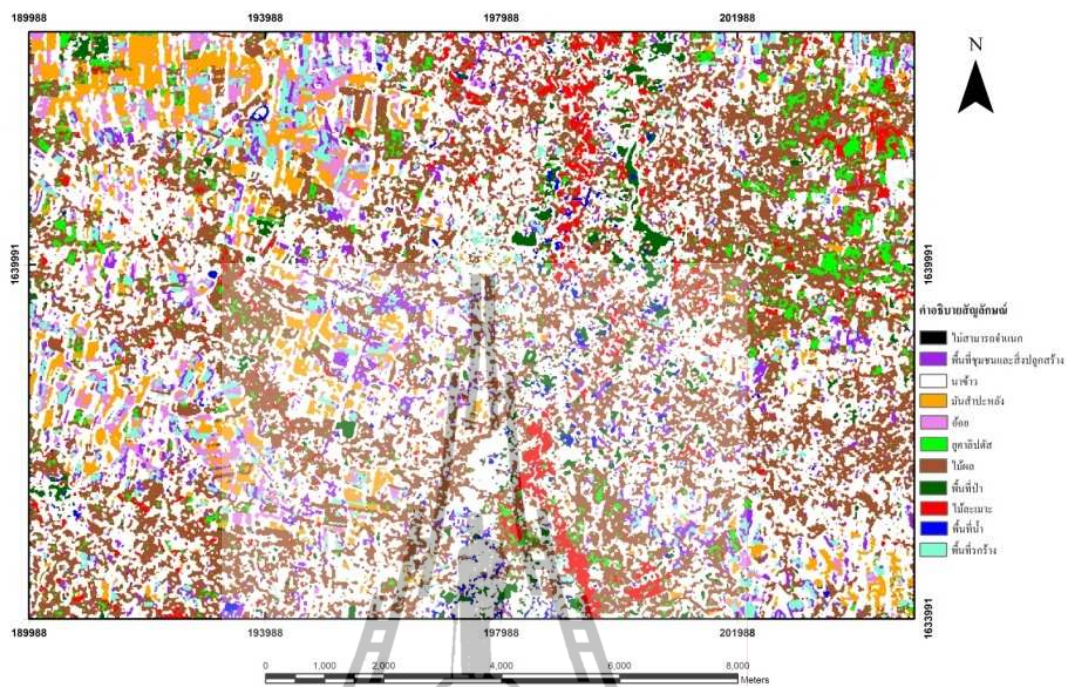
ภาพที่ 4.32 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN



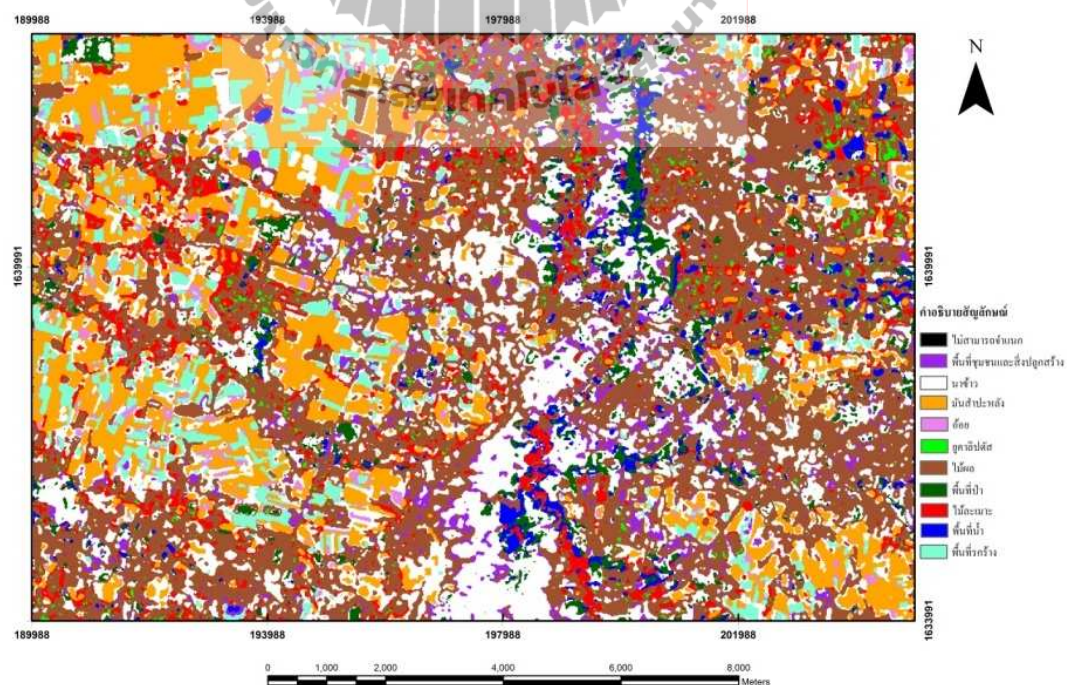
ภาพที่ 4.33 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN



ภาพที่ 4.34 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN



ภาพที่ 4.35 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN

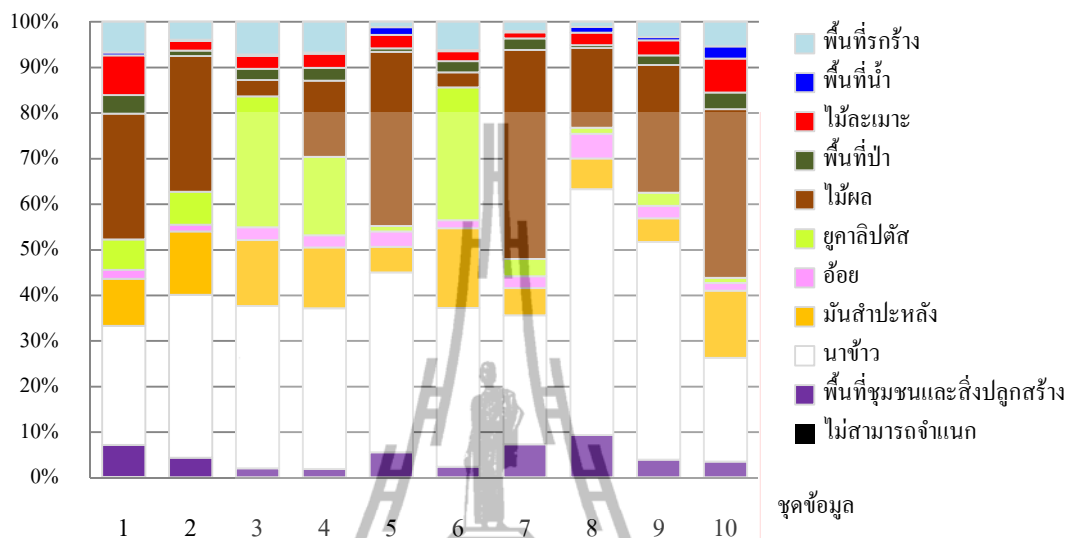


ภาพที่ 4.36 ผลการจำแนก LULC ของชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยวิธี ANN

ตารางที่ 4.6 แสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากกรรมวิธีการจำแนกแบบ โครงข่ายประสาทเทียมจากชุดข้อมูลประเภทต่าง ๆ

ที่	ประเภท LULC (หน่วยเป็นไร่)	ชุดข้อมูล									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	ไม่สามารถจำแนก	153.28	90.14	109.41	114.19	91.55	96.61	107.16	134.72	97.17	84.52
1	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	6,565.64	4,026.09	1,852.59	1,677.94	5,132.95	2,197.27	6,758.16	8,661.38	3,595.22	3,223.83
2	นาข้าว	24,456.94	33,391.13	33,235.88	32,980.36	36,869.06	32,505.75	26,470.13	50,386.92	44,648.30	21,255.89
3	มันสำปะหลัง	9,619.88	13,025.53	13,544.02	12,469.50	5,275.41	16,384.50	5,587.59	6,300.14	4,879.69	13,802.06
4	อ้อย	1,822.08	1,368.98	2,633.91	2,504.11	3,137.20	1,626.05	2,395.41	5,038.73	2,545.59	1,552.36
5	ยูคาลิปตัส	6,221.53	6,747.89	26,847.56	16,055.72	1,106.86	27,225.56	3,569.48	1,231.17	2,657.95	1,101.94
6	ไม้ผล	25,825.92	27,839.53	3,360.66	15,628.36	35,719.59	3,098.11	42,833.11	16,365.94	26,232.33	34,550.30
7	พื้นที่ป่าไม้	3,806.58	1,113.19	2,246.06	2,616.89	717.75	2,261.67	2,360.39	566.02	1,932.47	3,412.27
8	ไม้ละเมาะ	8,126.44	1,987.17	2,625.05	2,857.64	2,729.39	2,076.33	1,250.44	2,576.53	3,092.20	6,961.22
9	พื้นที่น้ำ	568.55	220.08	358.59	277.45	1,630.55	253.83	239.20	1,160.30	683.02	2,477.25
10	พื้นที่รกร้าง	6,302.11	3,659.20	6,655.22	6,286.78	1,058.63	5,743.27	1,897.88	1,047.09	3,105.00	5,047.31
	รวม	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94	93,468.94

แผนภูมิแสดงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากกรรมวิธีการจำแนก
แบบโครงข่ายประสาทเทียมจากชุดข้อมูล 10 ประเภท



ภาพที่ 4.37 แสดงสัดส่วนของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของแต่ละชุดข้อมูลจากการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม
หมายเหตุ

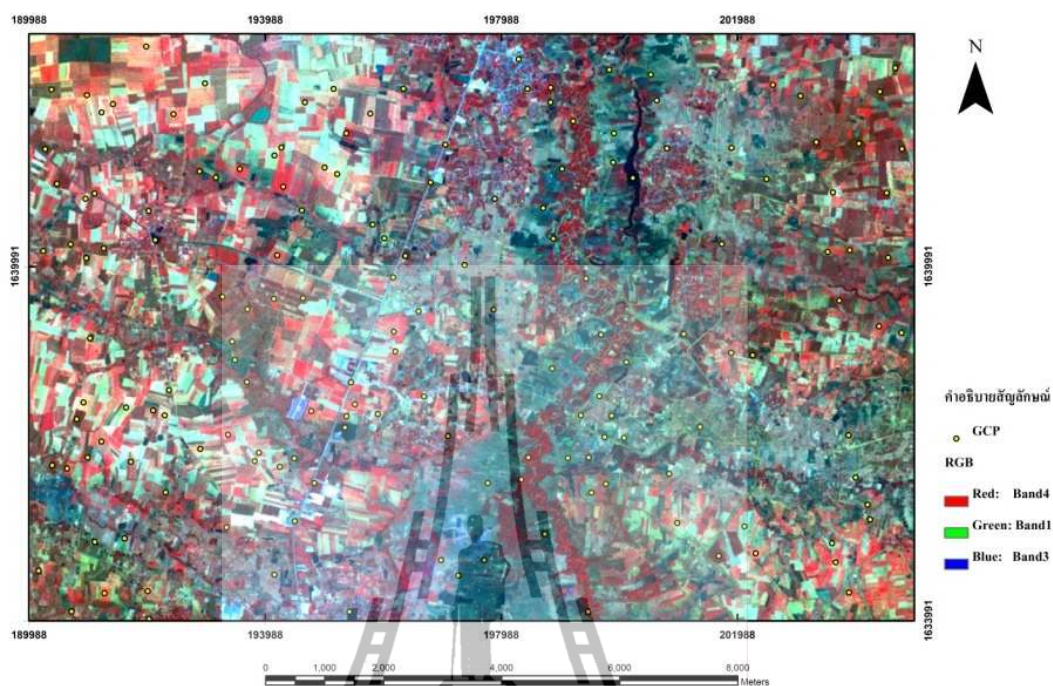
- (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบบคี่ 1 3 4
- (2) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว
- (3) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิว
- (4) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว
- (5) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว
- (6) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว
- (7) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว
- (8) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว
- (9) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว และ
- (10) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว

4.5 ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามและการประเมินความถูกต้อง

(Ground Verification and Accuracy Assessment)

ในการสำรวจข้อมูลภาคสนาม สำหรับใช้ในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อาศัยการคำนวณหาจำนวนจุดตัวอย่างบนพื้นฐานของการแจกแจงแบบเอนกนาม (สมการที่ 3.1) ที่กำหนดค่าความถูกต้องที่ต้องการเท่ากับ 90% และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 10% ซึ่งมีจำนวนจุดตัวอย่างสำหรับการประเมินความถูกต้องเท่ากับ 160 จุด และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นอย่างสุ่ม (Stratified Random Sampling) ในการกำหนดตำแหน่งจุดตัวอย่าง ดังผลที่ได้รับแสดงในภาพที่ 4.38 และตัวอย่างภาพถ่ายทางอากาศพื้นดินของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแสดงไว้ในภาพที่ 1-10 ในภาคผนวก โดยนำผลที่ได้รับจากภาคสนามมาเปรียบเทียบกับผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากการจำแนกชุดข้อมูล 10 ชุด โดยอาศัยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่ายประสาทเทียม ในรูปของตารางเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 6 ในภาคผนวก พร้อมทำการประเมินความถูกต้อง 2 รูปแบบ (1) ความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's Accuracy) และความถูกต้องของผู้ใช้งาน (User's Accuracy) ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งบ่งชี้ถึงความผิดพลาดของประเภทที่ไม่ได้ทำการจำแนก (Omission Error) และความผิดพลาดของประเภทที่ทำการจำแนกเกินเข้ามา (Commission Error) ตามลำดับ และ (2) ค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (K_{hat} Coefficient of Agreement) และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Conditional K_{hat} Coefficient of Agreement) รวมทั้งการประเมินระดับความถูกต้องตามเกณฑ์ของ Congalton and Green (2008) ดังนี้

- ค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา มากกว่า 80% แสดงถึงความสอดคล้องหรือความถูกต้องระดับสูง ระหว่างแผนที่การจำแนกและข้อมูลอ้างอิงทางอากาศพื้นดิน
- ค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา อยู่ระหว่าง 40%-80% แสดงถึงความสอดคล้องหรือความถูกต้องระดับปานกลาง ระหว่างแผนที่การจำแนกและข้อมูลอ้างอิงทางอากาศพื้นดิน
- ค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา น้อยกว่า 40% แสดงถึงความสอดคล้องหรือความถูกต้องระดับต่ำ ระหว่างแผนที่การจำแนกและข้อมูลอ้างอิงทางอากาศพื้นดิน



ภาพที่ 4.38 ตำแหน่งของจุดสำรวจข้อมูลภาคสนามที่ได้รับการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นอย่างสุ่ม

4.5.1 ผลการประเมินความถูกต้องของกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด มีรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 4.7 ถึง ตารางที่ 4.16 โดยมีผลลัพธ์สรุปได้ดังนี้

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Data) มีค่าเท่ากับ 79.38% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 75.96% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ไม้ผลและพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 83.75% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 81.17 % ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับสูง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ไม้ผล พื้นที่น้ำ และพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดหลายผิว มีค่าเท่ากับ 75.00% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 71.00% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง และพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดหลายผิว มีค่าเท่ากับ 76.88% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 73.22% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย และพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดหลายผิว มีค่าเท่ากับ 80.00% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 76.71% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย พื้นที่น้ำและพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดหลายผิวมีค่าเท่ากับ 71.25% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 66.53% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดหลายผิวมีค่าเท่ากับ 80.63% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 77.41% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย พื้นที่น้ำ และพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 81.88% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 78.91% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย พื้นที่น้ำ และพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 80.63% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 77.44% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย พื้นที่น้ำ และพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 73.75% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 69.22% ซึ่งให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ มันสำปะหลัง และอ้อย

ตารางที่ 4.7 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral data) โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชน ฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ละเมาะ	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชน ฯ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	33.33%	100.00%
นาข้าว	6	31	0	0	0	1	1	0	0	0	39	93.94%	79.49%
มันสำปะหลัง	0	0	23	0	0	1	0	0	0	0	24	88.46%	95.83%
อ้อย	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	16	100.00%	87.50%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	47.37%	100.00%
ไม้ผล	2	2	1	0	8	25	1	0	0	0	39	92.59%	64.10%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	5	42.86%	60.00%
ไม้ละเมาะ	0	0	0	0	2	0	2	6	0	0	10	100.00%	60.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	50.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	11	100.00%	81.82%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 79.38%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 75.96%

ตารางที่ 4.8 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน										รวม	PA(%)	UA(%)
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ละเมาะ	พื้นที่น้ำ	พื้นที่รกร้าง			
พื้นที่ชุมชนฯ	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	53.33%	100.00%
นาข้าว	1	31	0	0	0	1	1	0	0	0	34	93.94%	91.18%
มันสำปะหลัง	0	0	21	0	0	1	0	0	0	0	22	80.77%	95.45%
อ้อย	0	0	5	14	0	0	0	0	0	0	19	100.00%	73.68%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	14	73.68%	100.00%
ไม้ผล	6	2	0	0	3	25	0	0	0	0	36	92.59%	69.44%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	4	42.86%	75.00%
ไม้ละเมาะ	0	0	0	0	2	0	3	6	0	0	11	100.00%	54.55%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	75.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	100.00%	100.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 83.75%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{hat} Coefficient of Agreement) = 81.17%

ตารางที่ 4.9 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	10	1	0	4	0	0	0	0	0	2	17	66.67%	58.82%
นาข้าว	2	29	0	0	0	1	1	0	0	0	33	87.88%	87.88%
มันสำปะหลัง	1	1	23	0	0	4	0	0	0	0	29	88.46%	79.31%
อ้อย	0	0	3	10	0	0	0	0	0	0	13	71.43%	76.92%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8	42.11%	100.00%
ไม้ผล	1	1	0	0	9	22	1	0	0	0	34	81.48%	64.71%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	5	42.86%	60.00%
ไม้ตะเภา	0	1	0	0	2	0	2	6	0	0	11	100.00%	54.55%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	50.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	77.78%	87.50%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 75.00%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{hat} Coefficient of Agreement) = 71.00%

ตารางที่ 4.10 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)		
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง	
พื้นที่ชุมชนฯ	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15	73.33%	73.33%
นาข้าว	3	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	84.85%	90.32%
มันสำปะหลัง	0	0	22	0	0	6	0	0	0	0	0	28	84.62%	78.57%
อ้อย	0	0	3	14	0	0	0	0	0	0	0	17	100.00%	82.35%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8	42.11%	100.00%
ไม้ผล	1	3	1	0	8	21	1	0	0	0	0	35	77.78%	60.00%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	6	57.14%	66.67%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	3	0	2	6	0	0	0	11	100.00%	54.55%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	50.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	77.78%	100.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160			

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 76.88%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 73.22%

ตารางที่ 4.11 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	46.67%	100.00%
นาข้าว	7	31	0	0	0	2	1	0	0	0	41	93.94%	75.61%
มันสำปะหลัง	0	0	22	0	0	1	0	0	0	0	23	84.62%	95.65%
อ้อย	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	16	100.00%	87.50%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	10	47.37%	90.00%
ไม้ผล	0	2	2	0	8	23	0	0	0	0	35	85.19%	65.71%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	5	57.14%	80.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	2	0	2	6	0	0	10	100.00%	60.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	75.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	100.00%	90.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 80.00%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 76.71%

ตารางที่ 4.12 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	60.00%	100.00%
นาข้าว	3	25	0	0	0	0	1	0	0	0	29	75.76%	86.21%
มันสำปะหลัง	1	1	26	7	0	2	0	0	0	0	37	100.00%	70.27%
อ้อย	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	52.63%	100.00%
ไม้ผล	1	7	0	0	7	25	1	0	0	0	41	92.59%	60.98%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	6	42.86%	50.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	2	0	2	6	0	0	10	100.00%	60.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	1	0	0	7	0	0	0	0	0	9	17	100.00%	52.94%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 71.25%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 66.53%

ตารางที่ 4.13 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	46.67%	100.00%
นาข้าว	6	32	0	0	0	2	1	0	0	0	41	96.97%	78.05%
มันสำปะหลัง	0	0	23	0	0	1	0	0	0	0	24	88.46%	95.83%
อ้อย	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	16	100.00%	87.50%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8	42.11%	100.00%
ไม้ผล	1	1	1	0	9	24	1	0	0	0	37	88.89%	64.86%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	4	42.86%	75.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	2	0	2	6	0	0	10	100.00%	60.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	75.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	100.00%	90.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 80.63%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 77.41%

ตารางที่ 4.14 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน										รวม	PA(%)	UA(%)
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ	พื้นที่รกร้าง			
พื้นที่ชุมชนฯ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	46.67%	100.00%
นาข้าว	7	31	0	0	0	1	0	0	0	0	39	93.94%	79.49%
มันสำปะหลัง	0	0	22	0	0	1	0	0	0	0	23	84.62%	95.65%
อ้อย	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	16	100.00%	87.50%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	52.63%	100.00%
ไม้ผล	0	2	2	0	7	25	1	0	0	0	37	92.59%	67.57%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	5	57.14%	80.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	2	0	2	6	0	0	10	100.00%	60.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	75.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	100.00%	90.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 81.88%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 78.91%

ตารางที่ 4.15 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)		
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง	
พื้นที่ชุมชนฯ	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	60.00%	81.82%
นาข้าว	6	31	0	0	0	2	1	0	0	0	0	40	93.94%	77.50%
มันสำปะหลัง	0	0	23	0	0	1	0	0	0	0	0	24	88.46%	95.83%
อ้อย	0	0	3	14	0	0	0	0	0	0	0	17	100.00%	82.35%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8	42.11%	100.00%
ไม้ผล	0	1	0	0	9	24	1	0	0	0	0	35	88.89%	68.57%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	4	42.86%	75.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	2	0	2	6	0	0	0	10	100.00%	60.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	75.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	8	88.89%	100.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160			

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 80.63%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 77.44%

ตารางที่ 4.16 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิเวรีโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี MLC

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	7	1	0	0	0	0	0	0	0	2	10	46.67%	70.00%
นาข้าว	2	29	3	1	0	3	3	0	0	3	44	87.88%	65.91%
มันสำปะหลัง	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	21	80.77%	100.00%
อ้อย	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	14	92.86%	92.86%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11	57.89%	100.00%
ไม้ผล	6	3	1	0	6	24	0	0	0	0	40	88.89%	60.00%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	5	28.57%	40.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	2	0	2	6	0	0	10	100.00%	60.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	44.44%	100.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 73.75%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 69.22%

ในขณะเดียวกัน หากนำค่าความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูล 10 ชุด มาทำการเปรียบเทียบ พบว่า ความถูกต้องโดยรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 71.25-83.75% และความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปามีค่าอยู่ระหว่าง 66.53-81.17% และพบว่า ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิวให้ค่าความถูกต้องสูงสุด โดยพบว่า มีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 83.75% และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 81.17% และมีค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปามากกว่าค่าความถูกต้องของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นเพียงอย่างเดียวเท่ากับ 4.37% และ 5.21% ตามลำดับ และพบว่า มีชุดข้อมูลที่นำข้อมูลลายผิวมาผสมรวมกับข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นอีก 4 ชุด ที่ให้ค่าความถูกต้องสูงกว่าชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว และ (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.17

ในเวลาเดียวกัน หากพิจารณาค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Conditional K_{hat} Coefficient of Agreement) ที่ได้รับจากการจำแนกจากแต่ละชุดข้อมูล จำนวน 10 ชุด (ตารางที่ 4.18) มีผลที่ได้รับดังนี้

(1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว และ (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100%

(2) นาข้าว ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่นาข้าว ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุดคือ ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 88.88%

(3) **มันสำปะหลัง** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่มันสำปะหลัง ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด คือ ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเคมีแวลริโอแกรมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100%

(4) **อ้อย** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่อ้อย ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด คือ ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเคมีแวลริโอแกรมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 92.17%

(5) **ยูคาลิปตัส** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ยูคาลิปตัส ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด มีจำนวน 9 ชุด โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากันเท่ากับ 100% ยกเว้นชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 88.65%

(6) **ไม้ผล** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ไม้ผล ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด คือ ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากันเท่ากับ 63.24%

(7) **พื้นที่ป่าไม้** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด มีจำนวน 2 ชุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายผิว และชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากันเท่ากับ 79.08%

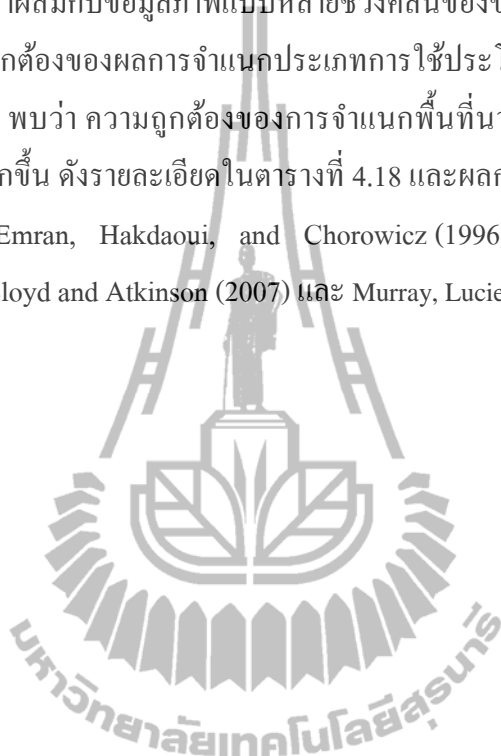
(8) **ไม้ละเมาะ** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ไม้ละเมาะ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด มีจำนวน 7 ชุด โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากันเท่ากับ 58.44% ยกเว้น 3 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (2) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดลายผิวข้อมูล และ (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเบี่ยงต่างของการวัดลายผิว ที่ให้ค่าความถูกต้องเท่ากันเท่ากับ 52.77%

(9) **พื้นที่น้ำ** ทุกชุดข้อมูลให้ค่าความถูกต้องสูงสุดของการจำแนกพื้นที่น้ำเท่ากันเท่ากับ 100.00%

(10) **พื้นที่รกร้าง** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่รกร้าง ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด มีจำนวน 4 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (2) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเบี่ยงต่างของการวัดลายผิว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายผิว และ

(10) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเคมีแวลูโอแกรมของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากันเท่ากับ 100.00%

จากผลที่ได้รับจากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยอาศัยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดดังกล่าวข้างต้น พบว่า การเลือกใช้ค่าลายนิ้วที่เหมาะสมมาผสมกับข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของข้อมูลภาพรีออส แบนด์ 1 3 และ 4 สามารถเพิ่มความถูกต้องของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่นาข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ไม้ผล และพื้นที่ป่าไม้เพิ่มมากขึ้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.18 และผลการศึกษาที่ได้รับนี้จะสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Emran, Hakdaoui, and Chorowicz (1996) Zhang and Wang (2001) Berberoglu, Curran, Lloyd and Atkinson (2007) และ Murray, Lucieer and Williams (2010) เป็นต้น



ตารางที่ 4.17 แสดงผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูล 10 ชุด ของกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

ชุดข้อมูล	รายละเอียดของชุดข้อมูล	ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)%	ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient) %	ลำดับ
1	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 4	79.38	75.96	6
2	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว	81.75	81.17	1
3	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว	75.00	71.00	8
4	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว	76.88	73.22	7
5	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม	80.00	76.71	5
6	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว	71.25	66.53	10
7	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว	80.63	77.41	4
8	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว	81.88	78.91	2
9	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายผิว	80.63	77.44	3
10	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกซ์ไอแกรมของการวัดค่าลายผิว	73.75	69.22	9

หมายเหตุ ลำดับของความถูกต้องของชุดข้อมูลพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Jensen, 2005)

ตารางที่ 4.18 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและถึงปกคลุมดินของชุดข้อมูล 10 ชุด ของกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

ประเภท	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LULC	MS	MS+Mean	MS+VAR	MS+CON	MS+ASM	MS+COR	MS+HOM	MS+ENT	MS+DIS	MS+Semi
พื้นที่ชุมชน ฯ	100.00%	100.00%	54.56%	70.57%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	79.94%	66.90%
นาข้าว	74.16%	88.88%	84.73%	87.81%	69.27%	82.62%	72.34%	74.16%	71.65%	57.05%
มันสำปะหลัง	95.02%	94.57%	75.30%	74.41%	94.81%	64.50%	95.02%	94.81%	95.02%	100.00%
อ้อย	86.30%	71.16%	74.71%	80.66%	86.30%	0.00%	86.30%	86.30%	80.66%	92.17%
ยูคาลิปตัส	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	88.65%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ไม้ผล	56.82%	63.24%	57.54%	51.88%	58.75%	53.05%	57.73%	60.98%	62.19%	51.88%
พื้นที่ป่าไม้	58.17%	73.86%	58.17%	65.14%	79.08%	47.71%	73.86%	79.08%	73.86%	37.25%
ไม้ตะเภา	58.44%	52.77%	52.77%	52.77%	58.44%	58.44%	58.44%	58.44%	58.44%	58.44%
พื้นที่น้ำ	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	80.73%	100.00%	86.75%	100.00%	89.40%	50.14%	89.40%	89.40%	100.00%	100.00%

4.5.2 ผลการประเมินความถูกต้องของกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมของชุดข้อมูล 10 ชุด มีรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 4.19 ถึง ตารางที่ 4.28 โดยมีผลลัพธ์สรุปได้ดังนี้

จากตารางที่ 4.19 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Data) มีค่าเท่ากับ 86.25% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 84.10% ซึ่งจะให้ความถูกต้องอยู่ระดับสูง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าว มันสำปะหลัง ยูคาลิปตัส ไม้ผล พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่น้ำ

จากตารางที่ 4.20 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 68.13% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 62.57% ซึ่งจะให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ มันสำปะหลังและพื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.21 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิวมีค่าเท่ากับ 66.25% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 60.99% ซึ่งจะให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าวและมันสำปะหลัง

จากตารางที่ 4.22 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลค่าความแปรปรวน (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 71.88% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 67.42% ซึ่งจะให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ นาข้าวและมันสำปะหลัง

จากตารางที่ 4.23 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 53.13% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 45.32% ซึ่งจะทำให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ ไม้ละเมาะ

จากตารางที่ 4.24 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 66.25% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 60.96% ซึ่งจะทำให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ มันท่าปะหลัง

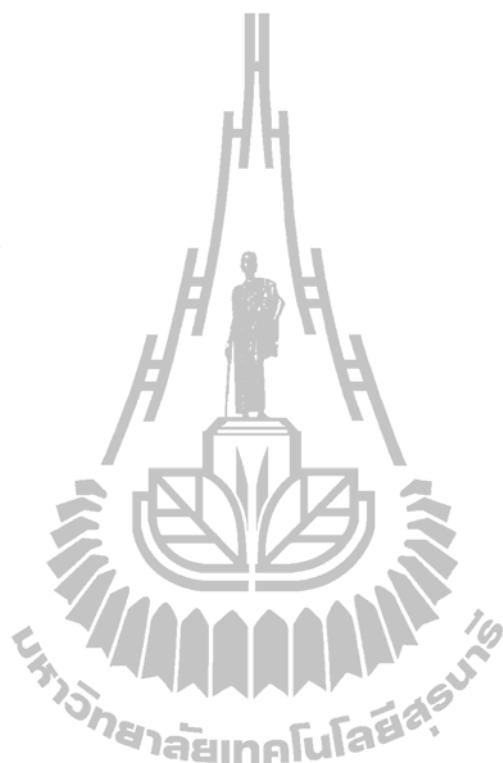
จากตารางที่ 4.25 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 49.38% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 40.95% ซึ่งจะทำให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ไม่มีประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75%

จากตารางที่ 4.26 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 47.50% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 38.44% ซึ่งจะทำให้ความถูกต้องอยู่ระดับต่ำ และพบว่า ไม่มีประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75%

จากตารางที่ 4.27 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิวมีค่าเท่ากับ 56.25% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 48.53% ซึ่งจะทำให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ พื้นที่รกร้าง

จากตารางที่ 4.28 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าแฮมมิงแวนไอแกรม

(Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว มีค่าเท่ากับ 63.13% และมีค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 57.06% ซึ่งจะให้ความถูกต้องอยู่ระดับปานกลาง และพบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตและความถูกต้องของผู้ใช้งานมากกว่า 75% ได้แก่ มันทำปะหลังและพื้นที่รกร้าง



ตารางที่ 4.19 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral data) โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	53.33%	100.00%
นาข้าว	3	32	0	0	0	0	1	0	0	0	36	96.97%	88.89%
มันสำปะหลัง	0	0	24	3	0	1	0	0	0	0	28	92.31%	85.71%
อ้อย	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	71.43%	100.00%
ยูคาลิปตัส	0	1	0	0	15	0	0	0	0	0	16	78.95%	93.75%
ไม้ผล	1	0	2	0	0	24	0	0	0	0	27	88.89%	88.89%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	85.71%	100.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	4	2	0	6	0	0	12	100.00%	50.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	100.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	3	0	0	1	0	0	0	0	0	9	13	100.00%	69.23%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 86.25%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 84.10%

ตารางที่ 4.20 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิวโดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	5	2	0	0	0	0	0	0	0	2	9	33.33%	55.56%
นาข้าว	5	27	1	0	0	4	3	0	0	0	40	81.82%	67.50%
มันสำปะหลัง	0	0	25	4	0	1	0	0	0	0	30	96.15%	83.33%
อ้อย	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	71.43%	100.00%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	7	1	2	0	0	0	10	36.84%	70.00%
ไม้ผล	4	4	0	0	11	20	0	1	0	0	40	74.07%	50.00%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	5	28.57%	40.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	1	1	0	5	0	0	7	83.33%	71.43%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	77.78%	87.50%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 68.13%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 62.57 %

ตารางที่ 4.21 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดลายผิว โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20.00%	100.00%
นาข้าว	6	32	1	0	0	5	0	0	0	0	44	96.97%	72.73%
มันสำปะหลัง	0	0	25	4	0	1	0	0	0	0	30	96.15%	83.33%
อ้อย	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9	64.29%	100.00%
ยูคาลิปตัส	2	1	0	0	16	21	3	0	0	0	43	84.21%	37.21%
ไม้ผล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	6	57.14%	66.67%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	3	0	0	6	0	0	9	100.00%	66.67%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	50.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	4	0	0	1	0	0	0	0	0	9	14	100.00%	64.29%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 66.25%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 60.99%

ตารางที่ 4.22 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดลายผิว โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	26.67%	100.00%
นาข้าว	7	32	0	0	0	3	0	0	0	0	42	96.97%	76.19%
มันสำปะหลัง	0	0	24	4	0	1	0	0	0	0	29	92.31%	82.76%
อ้อย	0	0	1	9	0	0	0	0	0	1	11	64.29%	81.82%
ยูคาลิปตัส	0	1	0	0	16	12	2	0	0	0	31	84.21%	51.61%
ไม้ผล	0	0	1	0	0	11	0	0	0	0	12	40.74%	91.67%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	5	0	4	0	9	71.43%	55.56%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	3	0	0	6	0	0	9	100.00%	66.67%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
พื้นที่รกร้าง	4	0	0	1	0	0	0	0	0	8	13	88.89%	61.54%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 71.88%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 67.42%

ตารางที่ 4.23 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	5	0	0	1	0	0	0	0	0	6	12	33.33%	41.67%
นาข้าว	9	16	5	0	0	8	2	0	0	0	40	48.48%	40.00%
มันสำปะหลัง	0	0	17	1	0	0	0	0	0	0	18	65.38%	94.44%
อ้อย	0	1	4	12	0	0	0	0	0	0	17	85.71%	70.59%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	6	26.32%	83.33%
ไม้ผล	0	14	0	0	11	17	2	0	0	0	44	62.96%	38.64%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	6	42.86%	50.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	8	100.00%	75.00%
พื้นที่น้ำ	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	5	25.00%	20.00%
พื้นที่รกร้าง	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	33.33%	75.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 53.13%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 45.32%

ตารางที่ 4.24 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	33.33%	100.00%
นาข้าว	6	32	0	0	0	4	1	0	0	0	43	96.97%	74.42%
มันสำปะหลัง	0	0	25	4	0	2	0	0	0	0	31	96.15%	80.65%
อ้อย	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9	64.29%	100.00%
ยูคาลิปตัส	1	1	0	0	16	21	3	0	0	0	42	84.21%	38.10%
ไม้ผล	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00%	0.00%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	6	42.86%	50.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	3	0	0	6	0	0	9	100.00%	66.67%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	3	0	0	1	0	0	0	0	0	9	13	100.00%	69.23%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 66.25%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 60.96%

ตารางที่ 4.25 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	46.67%	70.00%
นาข้าว	4	15	5	2	0	4	0	0	0	1	31	45.45%	48.39%
มันสำปะหลัง	0	0	15	3	0	0	0	0	0	0	18	57.69%	83.33%
อ้อย	0	0	3	9	0	0	0	0	0	0	12	64.29%	75.00%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	5	10.53%	40.00%
ไม้ผล	4	12	3	0	11	20	4	4	0	0	58	74.07%	34.48%
พื้นที่ป่าไม้	0	6	0	0	0	0	3	0	3	0	12	42.86%	25.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	6	0	0	2	0	0	8	33.33%	25.00%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	55.56%	100.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 49.38%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 40.95%

ตารางที่ 4.26 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	5	1	0	2	0	0	0	0	0	5	13	33.33%	38.46%
นาข้าว	9	21	5	0	3	13	4	4	1	0	60	63.64%	35.00%
มันสำปะหลัง	0	1	15	2	0	0	0	0	0	0	18	57.69%	83.33%
อ้อย	0	3	6	10	0	0	0	0	0	0	19	71.43%	52.63%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	6	2	1	0	0	0	9	31.58%	66.67%
ไม้ผล	0	3	0	0	7	10	0	1	0	0	21	37.04%	47.62%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	28.57%	66.67%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	6	16.67%	16.67%
พื้นที่น้ำ	1	4	0	0	0	0	0	0	2	0	7	50.00%	28.57%
พื้นที่รกร้าง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	44.44%	100.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 47.50%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 38.44%

ตารางที่ 4.27 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	33.33%	83.33%
นาข้าว	7	25	12	1	1	9	3	0	0	1	59	75.76%	42.37%
มันสำปะหลัง	0	0	13	4	0	0	0	0	0	0	17	50.00%	76.47%
อ้อย	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	10	64.29%	90.00%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	10	31.58%	60.00%
ไม้ผล	2	6	0	0	9	14	0	0	0	0	31	51.85%	45.16%
พื้นที่ป่าไม้	0	1	0	0	0	0	4	0	3	0	8	57.14%	50.00%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	3	0	0	6	0	0	9	100.00%	66.67%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	25.00%	100.00%
พื้นที่รกร้าง	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7	9	77.78%	77.78%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 56.25%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 48.53%

ตารางที่ 4.28 แสดงเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน ค่าความถูกต้องโดยรวมและความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิเวรีโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยกรรมวิธี ANN

ข้อมูลที่ได้จากการจำแนก ประเภท LULC	ข้อมูลอ้างอิงทางภาคพื้นดิน									รวม	PA(%)	UA(%)	
	พื้นที่ชุมชนฯ	นาข้าว	มันสำปะหลัง	อ้อย	ยูคาลิปตัส	ไม้ผล	พื้นที่ป่าไม้	ไม้ตะเภา	พื้นที่น้ำ				พื้นที่รกร้าง
พื้นที่ชุมชนฯ	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26.67%	57.14%
นาข้าว	1	26	1	0	1	3	2	0	1	0	35	78.79%	74.29%
มันสำปะหลัง	0	0	25	7	0	1	0	0	0	0	33	96.15%	75.76%
อ้อย	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	6	42.86%	100.00%
ยูคาลิปตัส	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	10.53%	100.00%
ไม้ผล	8	4	0	0	8	21	1	0	0	0	42	77.78%	50.00%
พื้นที่ป่าไม้	0	0	0	0	2	0	3	0	3	0	8	42.86%	37.50%
ไม้ตะเภา	0	0	0	0	1	2	0	5	0	0	8	83.33%	62.50%
พื้นที่น้ำ	0	0	0	0	5	0	1	1	0	0	7	0.00%	0.00%
พื้นที่รกร้าง	2	0	0	1	0	0	0	0	0	9	12	100.00%	75.00%
รวม	15	33	26	14	19	27	7	6	4	9	160		

ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) = 63.13%

ความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa_{nat} Coefficient of Agreement) = 57.06%

ในขณะเดียวกัน หากนำค่าความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้างจากชุดข้อมูล 10 ชุด มาทำการเปรียบเทียบ พบว่า ความถูกต้องโดยรวม มีค่าอยู่ระหว่าง 47.50-86.25% และความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา มีค่าอยู่ระหว่าง 38.44-84.10% และพบว่า ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นแบนด์ 1 3 และ 4 ให้ค่าความถูกต้องสูงสุด โดยพบว่า มีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 86.25% และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 84.10% ในขณะเดียวกัน ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลเอนโทรปี ของการวัดค่าลายผิวให้ค่าความถูกต้องต่ำสุด โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 47.50% และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 38.44% ดังรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.29

ในเวลาเดียวกัน หากพิจารณาค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง (Conditional K_{hat} Coefficient of Agreement) ที่ได้รับการจำแนกจากแต่ละชุดข้อมูล จำนวน 10 ชุด (ตารางที่ 4.30) มีผลที่ได้รับดังนี้

(1) **พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด มีจำนวน 4 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่างของการวัดค่าลายผิว และ (4) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100%

(2) **นาข้าว** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่นาข้าว ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุดคือ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 86.00%

(3) **มันสำปะหลัง** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่มันสำปะหลัง ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุดคือ ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 93.37%

(4) **อ้อย** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่อ้อย ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุดมีจำนวน 5 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว และ (5) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลเซมิแวกซ์ไอแกรมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100.00%

(5) **ยูคาลิปตัส** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ยูคาลิปตัส ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด คือ ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลเคมีแวลูโอแกรมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(6) **ไม้ผล** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ไม้ผล ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด คือ ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 89.97%

(7) **พื้นที่ป่าไม้** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด คือ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(8) **ไม้ตะเภา** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่ไม้ตะเภา ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด คือ ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 74.03%

(9) **พื้นที่น้ำ** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่น้ำ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด มีจำนวน 6 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (3) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว และ (6) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100.00%

(10) **พื้นที่รกร้าง** ชุดข้อมูลที่ให้ผลการจำแนกพื้นที่รกร้าง ซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุด มีจำนวน 2 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว และ (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100.00%

จากผลที่ได้รับจากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยอาศัยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมดังกล่าวข้างต้น พบว่า การนำค่าลายผิวมาผสมกับข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของข้อมูลภาพรีออส แบนด์ 1 3 และ 4 สามารถเพิ่มความถูกต้องของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ความถูกต้องของการจำแนกมันสำปะหลัง ยูคาลิปตัส ไม้ผล ไม้ตะเภา และพื้นที่รกร้าง มีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.29 แสดงผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูล 10 ชุด ของกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ชุดข้อมูล	รายละเอียดของชุดข้อมูล	ความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy)	ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa coefficient) %	ลำดับ
1	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 4	86.25	84.10	1
2	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว	68.13	62.57	3
3	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว	66.25	60.99	4
4	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนต่างของการวัดค่าลายผิว	71.88	67.42	2
5	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม	53.13	45.32	8
6	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว	66.25	60.96	5
7	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว	49.38	40.95	9
8	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว	47.50	38.44	10
9	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายผิว	56.25	48.53	7
10	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิเวรีโอแกรมของการวัดค่าลายผิว	63.13	57.06	6

หมายเหตุ ลำดับของความถูกต้องของชุดข้อมูลพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Jensen, 2005)

ตารางที่ 4.30 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของชุดข้อมูล 10 ชุด ของกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ประเภท	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LULC	MS	MS+Mean	MS+VAR	MS+CON	MS+ASM	MS+COR	MS+HOM	MS+ENT	MS+DIS	MS+Semi
พื้นที่ชุมชน ฯ	100.00%	50.96%	100.00%	100.00%	35.63%	100.00%	66.90%	32.10%	81.61%	52.71%
นาข้าว	86.00%	59.06%	65.64%	70.00%	24.41%	67.77%	34.98%	18.11%	27.40%	67.60%
มันสำปะหลัง	82.94%	80.10%	80.10%	79.41%	93.37%	76.89%	80.10%	80.10%	71.91%	71.05%
อ้อย	100.00%	100.00%	100.00%	80.07%	67.77%	100.00%	72.60%	48.09%	89.04%	100.00%
ยูคาลิปตัส	92.91%	65.96%	28.75%	45.09%	81.09%	29.75%	31.91%	62.17%	54.61%	100.00%
ไม้ผล	86.63%	39.85%	0.00%	89.97%	26.18%	-20.30%	21.18%	36.99%	34.03%	39.85%
พื้นที่ป่าไม้	100.00%	37.25%	65.14%	53.52%	47.71%	47.71%	21.57%	65.14%	47.71%	34.64%
ไม้ตะเภา	48.05%	70.32%	65.37%	65.37%	74.03%	65.37%	22.08%	13.42%	65.37%	61.04%
พื้นที่น้ำ	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	17.95%	100.00%	100.00%	26.74%	100.00%	-2.56%
พื้นที่รกร้าง	67.40%	86.75%	62.16%	59.25%	73.51%	67.40%	100.00%	100.00%	76.45%	73.51%

4.6 ผลการประเมินกรรมวิธีการจำแนกที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส

ในการประเมินหากรรมวิธีการจำแนกที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งพิจารณาจากผลการประเมินความถูกต้อง (ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปา) ของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูลจำนวน 10 ชุด พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) กับข้อมูลค่าการวัดค่าลายผิวมากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาในการจำแนกชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) กับข้อมูลค่าการวัดค่าลายผิว ทั้งหมด 9 ชุด สูงกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.31

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเฉพาะชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด จึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) มากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด ซึ่งผลที่ได้รับนี้จะสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Berberoglu, Curran, Lloyd, and Atkinson (2007) และ Fauza, Hussin and Weir (2001)

ตารางที่ 4.31 การเปรียบเทียบผลการประเมินความถูกต้องในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ชุดข้อมูล	รายละเอียดของชุดข้อมูล	การจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด		การจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม	
		ความถูกต้องโดยรวม	สัมประสิทธิ์แคปปา	ความถูกต้องโดยรวม	สัมประสิทธิ์แคปปา
1	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 4	79.38	75.96	86.25	84.10
2	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว	83.75	81.17	68.13	62.57
3	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว	75.00	71.00	66.25	60.99
4	ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่างของการวัดค่าลายผิว	76.88	73.22	71.88	67.42
5	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม	80.00	76.71	53.13	45.32
6	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว	71.25	66.53	66.25	60.96
7	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว	80.63	77.41	49.38	40.95
8	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว	81.88	78.91	47.50	38.44
9	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายผิว	80.63	77.44	56.25	48.53
10	ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าซิมิแวลริโอแกรมของการวัดค่าลายผิว	73.75	69.22	63.13	57.06

4.7 ผลการประเมินชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวที่เหมาะสม สำหรับนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูล ดาวเทียมธีออส

4.7.1 กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

ในการประเมินหาชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยการจำแนกแบบก้ำกั้ดูแลด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด ซึ่งพิจารณาจากค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปา (K_{hat} Coefficient of Agreement) พบว่า ชุดข้อมูลที่มีความเหมาะสมสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ลำดับที่ 1 ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) รวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว ลำดับที่ 2 ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว และลำดับที่ 3 ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 81.17% 78.91% และ 77.44 % ตามลำดับ (ดูรายละเอียดในตารางที่ 4.17 ประกอบ)

ในขณะเดียวกัน หากพิจารณาค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Conditional K_{hat} Coefficient of Agreement) ที่ได้รับจากการจำแนกด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดจากแต่ละชุดข้อมูล จำนวน 10 ชุด (ดูตารางที่ 4.18 ประกอบ) พบว่า ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทจะมีความหลากหลายซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ge, Carruthers, Gong, and Herrera (2006) ที่ระบุว่า การเลือกใช้ค่าลายผิวให้เหมาะสมกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจะเพิ่มความถูกต้องของการจำแนก

ในการศึกษาครั้งนี้ ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละประเภทด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด มีดังต่อไปนี้

(1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับใช้ในการจำแนกพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีทั้งหมด 6 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว และ (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลาย

ช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100%

(2) **นาข้าว** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่นาข้าว ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 88.88%

(3) **มันสำปะหลัง** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกมันสำปะหลัง คือ ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100%

(4) **อ้อย** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกอ้อย คือ ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 92.17%

(5) **ยูคาลิปตัส** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกยูคาลิปตัส มีทั้งหมด 9 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว (7) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว (8) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว และ (9) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100%

(6) **ไม้ผล** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกไม้ผล คือ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 63.24%

(7) **พื้นที่ป่าไม้** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ มีทั้งหมด 2 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว และ (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 79.08%

(8) **ไม้ละเมาะ** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกไม้ละเมาะ มีทั้งหมด 7 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว และ (7) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 58.44%

(9) **พื้นที่น้ำ** ทุกชุดข้อมูลมีความเหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่น้ำ โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(10) **พื้นที่รกร้าง** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่รกร้าง มีทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว (2) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว และ (10) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

4.7.2 กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ในการประเมินหาชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยการจำแนกแบบกำกับดูแลด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งพิจารณาจากค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปา (K_{hat} Coefficient of Agreement) พบว่า ชุดข้อมูลที่มีความเหมาะสมสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ลำดับที่ 1 ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) ลำดับที่ 2 ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว และลำดับที่ 3 ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 84.10% 67.42% และ 62.57% ตามลำดับ (ดูรายละเอียดในตารางที่ 4.29 ประกอบ)

ในขณะเดียวกัน หากพิจารณาค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Conditional K_{hat} Coefficient of Agreement) ที่ได้รับจากการจำแนกจากแต่ละชุดข้อมูล จำนวน 10 ชุด (ดูตารางที่ 4.30 ประกอบ)

พบว่า ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 10 ประเภท จะมีความหลากหลาย ในทำนองเดียวกันกับกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด และ ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละประเภทด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม มีดังต่อไปนี้

(1) **พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดลายผิว และ (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(2) **นาข้าว** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่นาข้าว คือ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 86.00%

(3) **มันสำปะหลัง** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกมันสำปะหลัง คือ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 93.37%

(4) **อ้อย** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกอ้อย มีทั้งหมด 5 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดลายผิว (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว และ (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(5) **ยูคาลิปตัส** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกยูคาลิปตัส ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(6) **ไม้ผล** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกไม้ผล คือ ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้อง เท่ากับ 89.97%

(7) **พื้นที่ป่าไม้** ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 โดยให้ค่าความถูกต้อง เท่ากับ 100.00%

(8) ไม้ละเมาะ ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกไม้ละเมาะ ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 74.03%

(9) พื้นที่น้ำ ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่น้ำ มีทั้งหมด 6 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว (3) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิว (4) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว (5) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว และ (6) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100.00%

(10) พื้นที่รกร้าง ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดสำหรับการจำแนกพื้นที่รกร้าง มีทั้งหมด 2 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว และ (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100.00%

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมรีดอส โดยการวิเคราะห์ค่าลายผิว ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักคือ (1) เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินแบบกำกับดูแล โดยกรรมวิธีการจำแนกแบบค่าความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) และแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) โดยอาศัยข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวของข้อมูลดาวเทียมรีดอส (2) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้รับจากการศึกษาและ (3) เพื่อประเมินหากรรมวิธีการจำแนกและชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายผิวที่เหมาะสม สำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมรีดอส สามารถสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

5.1.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมรีดอส

ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (แบนด์ 1 3 และ 4) และข้อมูลค่าการวิเคราะห์ค่าลายผิวจากข้อมูลภาพดาวเทียมรีดอส จำนวน 10 ชุด โดยอาศัยกรรมวิธีการจำแนก 2 รูปแบบ คือ แบบค่าความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อทำการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จำนวน 10 ประเภท ประกอบด้วย (1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (2) นาข้าว (3) ม่นสำปะหลัง (4) อ้อย (5) ยูคาลิปตัส (6) ไม้ผล (7) พื้นที่ป่าไม้ (8) ไม้ละเมาะ (9) พื้นที่น้ำ และ (10) พื้นที่รกร้าง สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

กรรมวิธีการจำแนกแบบค่าความน่าจะเป็นสูงสุด สามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูล 10 ชุดข้อมูลได้ครบทุกประเภท จำนวน 9 ชุด ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิวข้อมูล (4) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second

Moment) ของการวัดค่าลายผิว (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายผิว (7) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว (8) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว และ (9) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายผิว ในขณะเดียวกัน ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว ไม่สามารถจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อยได้ เนื่องจากค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) ของพื้นที่ตัวอย่าง 2 แปลงที่กำหนดในพื้นที่เดียวกันกับชุดข้อมูลต้นแบบ (ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4) มีค่าเท่ากับศูนย์จึงไม่สามารถคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่ใช้ในการกำหนดประเภทการจำแนกได้

ในขณะที่ กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมสามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูล 10 ชุดข้อมูลได้ครบทุกประเภท

5.1.2 การประเมินความถูกต้องการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ในการประเมินความถูกต้องการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (แบนด์ 1 3 และ 4) และข้อมูลค่าการวิเคราะห์ค่าลายผิวจากข้อมูลภาพดาวเทียมธีออส จำนวน 10 ชุด ที่อาศัยกรรมวิธีการจำแนก 2 รูปแบบ คือ แบบความน่าจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่ายประสาทเทียม โดยอาศัยจุดตัวอย่างจำนวน 160 จุด มาจัดสร้างตารางเมตริกซ์ความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) เพื่อคำนวณค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) และความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา (K_{hat} Coefficient of Agreement) สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1.2.1 กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดจากชุดข้อมูล 10 ชุด มีค่าความถูกต้องโดยรวม อยู่ระหว่าง 71.25-83.75% และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา อยู่ระหว่าง 66.53-81.17% โดยมีชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว ให้ค่าความถูกต้องสูงสุด และ ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายผิว ให้ค่าความถูกต้องต่ำสุด ในขณะเดียวกัน ค่าความถูกต้องของการจำแนกจากชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (แบนด์ 1 3 และ 4) กับค่าการวัดค่าลายผิวให้ค่าความถูกต้อง (ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา) สูงกว่าชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (แบนด์ 1 3 และ 4) เพียงอย่างเดียวจำนวน 5 ชุด ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (2) ชุดข้อมูล

ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว และ (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม โดยที่ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิวที่มีค่าความถูกต้องสูงสุดให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปามากกว่าค่าความถูกต้องของข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นเพียงอย่างเดียวเท่ากับ 4.37% และ 5.21% ตามลำดับ

ดังนั้น การนำข้อมูลการวัดค่าลายผิวบางประเภทมารวมกับข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น และนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด จะให้ความถูกต้องของการจำแนกเพิ่มมากขึ้นได้

5.1.2.2 กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมจากชุดข้อมูล 10 ชุด มีค่าความถูกต้องโดยรวม อยู่ระหว่าง 47.50-86.25% และค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปา อยู่ระหว่าง 38.44-84.10% โดยมีชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (แบนด์ 1-3 และ 4) ให้ค่าความถูกต้องสูงสุด และชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว ให้ค่าความถูกต้องต่ำสุด

ดังนั้น การนำข้อมูลการวัดค่าลายผิวมารวมกับข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น และนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ไม่ได้เพิ่มค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของการจำแนก

5.1.3 การประเมินกรรมวิธีการจำแนกที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส

ในการประเมินหากรรมวิธีการจำแนกที่เหมาะสม 2 รูปแบบ คือ แบบความควรจะเป็นสูงสุดและแบบโครงข่ายประสาทเทียม ที่นำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น (แบนด์ 1-3 และ 4) และข้อมูลค่าการวิเคราะห์ค่าลายผิวจากข้อมูลภาพดาวเทียมธีออส จำนวน 10 ชุด ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1-3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวน (Variance) ของการวัดค่าลายผิวข้อมูล (4) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบเทียบต่าง (Contrast) ของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับ

ข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุม (Angular Second Moment) ของการวัดค่าลายนิ้ว (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของการวัดค่าลายนิ้ว (7) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ (Homogeneity) ของการวัดค่าลายนิ้ว (8) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายนิ้ว (9) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายนิ้ว และ (10) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นร่วมกับข้อมูลค่าเซมิแวกเรียโอแกรม (Semivariogram) ของการวัดค่าลายนิ้ว พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินกับชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 และข้อมูลภาพจากการวัดค่าลายนิ้ว มากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม โดยให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาในการจำแนกชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) กับข้อมูลค่าการวัดค่าลายนิ้ว ทั้งหมด 9 ชุด สูงกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน เฉพาะชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมมีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบความควรจะเป็นสูงสุด โดยให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

ดังนั้น หากนำข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นและข้อมูลค่าการวิเคราะห์ค่าลายนิ้ว จากดาวเทียมธีออสมาใช้รวมกันในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดจะมีความเหมาะสมมากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ในทางตรงกันข้าม หากนำเฉพาะข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นจากดาวเทียมธีออสมาใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมจะมีความเหมาะสมมากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

5.1.4 ผลการประเมินชุดข้อมูลค่าการสะท้อนคลื่นแสงและการวัดค่าลายนิ้วที่เหมาะสมจากข้อมูลดาวเทียมธีออสสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

5.1.4.1 กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

ในการประเมินหาชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยการจำแนกแบบกำกับดูแลด้วยกรรมวิธีการจำแนก

แบบความน่าจะเป็นสูงสุด ซึ่งพิจารณาจากค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปา พบว่า ชุดข้อมูลที่มีความเหมาะสมสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ลำดับที่ 1 ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) รวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายผิว ลำดับที่ 2 ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปี (Entropy) ของการวัดค่าลายผิว และลำดับที่ 3 ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 81.17% 78.91% และ 77.44 % ตามลำดับ และมีค่าความถูกต้องระดับสูง ปานกลาง และปานกลาง ตามลำดับ

ในขณะเดียวกัน หากพิจารณาค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่ได้รับการจำแนกด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดจากแต่ละชุดข้อมูล พบว่า ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมีความหลากหลาย สรุปได้ดังนี้

- (1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุดมีทั้งหมด 6 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว และ (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว โดยให้ความสอดคล้องเท่ากับ 100%
- (2) นาข้าว ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว โดยให้ความสอดคล้องเท่ากับ 88.88%
- (3) มันสำปะหลัง ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิแวกซ์ไอแกรมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ความสอดคล้องเท่ากับ 100%
- (4) อ้อย ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเซมิแวกซ์ไอแกรมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ความสอดคล้องเท่ากับ 92.17%
- (5) ยูคาลิปตัส ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด มีทั้งหมด 9 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเบี่ยงต่างของการวัดค่าลายผิว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายผิว (7) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายผิว

(8) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายนิ้ว และ
 (9) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเคมีแวลูโอแกรมของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้
 ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100%

(6) ไม้ผล ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น
 รวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากันเท่ากับ 63.24%

(7) พื้นที่ป่าไม้ ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด มีทั้งหมด 2 ชุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพ
 แบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายนิ้วและ
 ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้
 ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 79.08%

(8) ไม้ละเมาะ ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด มีทั้งหมด 7 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพ
 แบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูล
 ค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายนิ้ว (3) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อ
 มูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายนิ้ว (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความ
 เอกพันธ์ของการวัดค่าลายนิ้ว (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของ
 การวัดค่าลายนิ้ว (6) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่า
 ลายนิ้ว และ (7) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเคมีแวลูโอแกรมของการวัด
 ค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 58.44%

(9) พื้นที่น้ำ ทุกชุดข้อมูลมีความเหมาะสมสูงสุดสำหรับการใช้ในการจำแนกพื้นที่น้ำ
 โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100.00%

(10) พื้นที่รกร้าง ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด มีทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่
 (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายนิ้ว (2) ชุดข้อมูล
 แบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายนิ้ว (3) ชุดข้อมูลภาพ
 แบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายนิ้ว และ (4) ชุดข้อมูลภาพ
 แบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเคมีแวลูโอแกรมของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้อง
 เท่ากัน เท่ากับ 100.00%

ดังนั้น หากนำข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออสแบบหลายช่วงคลื่นมาผสม
 รวมกับข้อมูลการวัดค่าลายนิ้วสำหรับการใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วย
 กรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด ควรพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลการวัดค่าลายนิ้วให้
 เหมาะสม ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1
 3 และ 4) รวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ย (Mean) ของการวัดค่าลายนิ้วมีความเหมาะสมสูงสุด โดยให้

ค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาในระดับความถูกต้องสูง และผลรวมของค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินสูงสุด

5.1.4.2 กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ในการประเมินหาชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินโดยการจำแนกแบบกำกับดูแลด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งพิจารณาจากค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปา พบว่าชุดข้อมูลที่มีความเหมาะสมสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ลำดับที่ 1 ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) ลำดับที่ 2 ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว และลำดับที่ 3 ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 84.10% 67.42% และ 62.57% ตามลำดับ และมีค่าความถูกต้องระดับสูง ปานกลาง และปานกลาง ตามลำดับ

ในขณะเดียวกัน หากพิจารณาค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่ได้รับการจำแนกด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมจากแต่ละชุดข้อมูล พบว่าชุดข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมีความหลากหลาย สรุปได้ดังนี้

(1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด มีทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว และ (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(2) นาข้าว ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 86.00%

(3) มันสำปะหลัง ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 93.37%

(4) อ้อย ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด มีทั้งหมด 5 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายผิว (3) ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายผิว (4) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายผิว และ (5) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าซมิเวรีโอแกรมของการวัดค่าลายผิว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(5) ยุคาลิปตัส ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น รวมกับข้อมูลค่าเคมีแวนิโแกรมของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 100.00%

(6) ไม้ผล ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเปรียบต่างของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้อง เท่ากับ 89.97%

(7) พื้นที่ป่าไม้ ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 โดยให้ค่าความถูกต้อง เท่ากับ 100.00%

(8) ไม้ตะเภา ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น รวมกับข้อมูลค่าโมเมนต์อันดับที่สองเชิงมุมของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้อง เท่ากับ 74.03%

(9) พื้นที่น้ำ ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด มีทั้งหมด 6 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น แบนด์ 1 3 และ 4 (2) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเฉลี่ยของการวัดค่าลายนิ้ว (3) ข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแปรปรวนของการวัดค่าลายนิ้ว ข้อมูล (4) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าสหสัมพันธ์ของการวัดค่าลายนิ้ว (5) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายนิ้ว และ (6) ข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าความแตกต่างของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100.00%

(10) พื้นที่รกร้าง ชุดข้อมูลที่เหมาะสมสูงสุด มีทั้งหมด 2 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่น รวมกับข้อมูลค่าความเอกพันธ์ของการวัดค่าลายนิ้ว และ (2) ชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นรวมกับข้อมูลค่าเอนโทรปีของการวัดค่าลายนิ้ว โดยให้ค่าความถูกต้องเท่ากัน เท่ากับ 100.00%

ดังนั้น หากนำข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออสแบบหลายช่วงคลื่นมาผสมรวมกับข้อมูลการวัดค่าลายนิ้วสำหรับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ชุดข้อมูลภาพจากดาวเทียมธีออสแบบหลายช่วงคลื่นมาผสมรวมกับข้อมูลการวัดค่าลายนิ้วให้ค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาและผลรวมของค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่ำกว่าของชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นเพียงอย่างเดียว และค่าความถูกต้องที่ได้รับจากทุกชุดข้อมูลอยู่ในระดับปานกลาง (40-80%) เท่านั้น ในขณะที่ค่าความถูกต้องที่ได้รับจากชุดข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นอยู่ในระดับสูง (> 80%)

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมธีออสด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด หากมีการนำข้อมูลการวิเคราะห์ลายนิ้วรวมเข้ากับข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่น จะเพิ่ม

ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ในทางตรงกันข้าม ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินด้วยกรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมไม่ได้เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาค่าความสอดคล้องของสัมประสิทธิ์แคปปาของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินพบว่า การนำข้อมูลการวิเคราะห์หลายตัวบางประเภทรวมเข้ากับข้อมูลแบบหลายช่วงคลื่นสามารถเพิ่มความถูกต้องของผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้ นอกจากนี้ หากพิจารณาผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน เฉพาะชุดข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออส (แบนด์ 1 3 และ 4) พบว่า กรรมวิธีการจำแนกแบบโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าความสอดคล้องสัมประสิทธิ์แคปปาสูงกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด จึงมีความเหมาะสมสำหรับการใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพแบบหลายช่วงคลื่นเพียงอย่างเดียว มากกว่ากรรมวิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

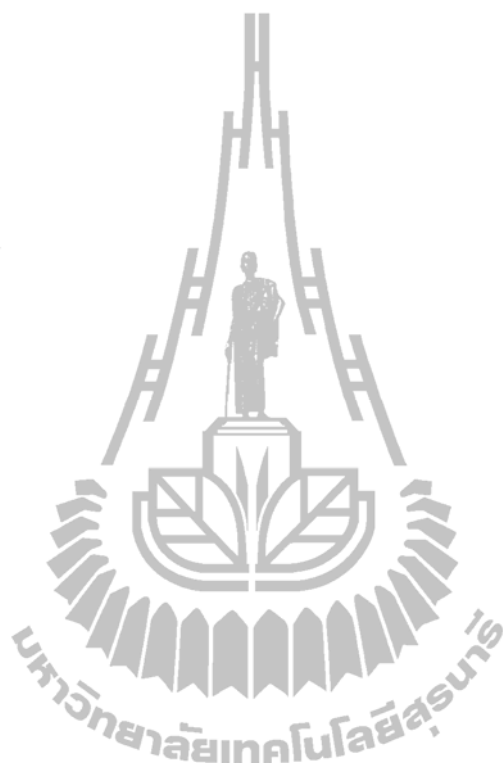
จากผลที่ได้รับจากการศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการวิเคราะห์ค่าลายผิว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต ดังต่อไปนี้

5.2.1 ควรนำวิธีการศึกษาที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายกับพื้นที่ศึกษา เพื่อเพิ่มความถูกต้องและประสิทธิผล (งบประมาณและเวลา) ของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

5.2.2 ควรนำวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออส โดยการวิเคราะห์ค่าลายผิวไปทดสอบกับพื้นที่อื่น ๆ ที่มีความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศ ดิน และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน รวมทั้งทดสอบกับชุดข้อมูลที่บันทึกในหลายช่วงเวลา เพื่อประเมินความถูกต้องว่ามีผลแตกต่างกันน้อยอย่างไร

5.2.3 ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ค่าลายผิวกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออสในพื้นที่ต้นแบบ (Model Area) เฉพาะ เช่น พื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น เพราะผลการการศึกษาที่ได้รับบ่งชี้ว่า ค่าลายผิวบางประเภทมีความเหมาะสมสำหรับการใช้ในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินบางประเภท

5.2.4 ในการประยุกต์ใช้ค่าลายผิวกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมหรือออส ควรศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อค่าลายผิว เช่น ขนาดหน้าต่าง (Window) และทิศทางที่ใช้คำนวณค่าทางสถิติระดับที่ 1 และ 2 ของค่าลายผิว รวมทั้งรูปแบบของเวรีโอแกรมของการคำนวณค่าทางสถิติระดับที่ 3 ของลายผิว





รายการอ้างอิง

รายการอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน (2550). ฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2550.
- ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, รัศมี สุวรรณวิระกาธร, สถาพร ไพบูลย์ศักดิ์, อูราวรรณ จันทร์เกษ, ทศพร ธนะจาทูรนต์ และณกร วัฒนกิจ. (2549). ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: ศักยภาพเชิงพื้นที่เพื่อการพัฒนา. ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.
- ซัชชัย ตันตสิรินทร์ (2554). กิจกรรมการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำและผลกระทบต่อการจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทรงกต ทศานนท์ (2550). เอกสารประกอบการสอนวิชา 106601 หลักการรับรู้จากระยะไกล.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2543). พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์: ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2549). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.idd.go.th/Thai-html/05022007/PDF/PDF01/index.htm>.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2554). THailand Earth Observation System (THEOS). [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://theos.gistda.or.th>
- ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2552). การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.
- สรศักดิ์ กลิ่นดาว (2550). การสำรวจจากระยะไกล: การประมวลผลภาพเชิงเลขเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สมพร สง่างศ์ (2552). การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์. (หน้า 76). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Akono, A., Tonyé, E., Nyongui, A.N., and Rudant, J.P. (2003). Nouvelle Methodologie D Evaluation Des Parametres De Texture Dordre Trois. International Journal of Remote Sensing. 24(9): 1957-1967. Quoted in Beyer, M.H. (2008). The Gcm Tutorial Home Page. [On-line]. Available: <http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/>.

- Alhaddad, B.I., Burns, M.C., and Cladera, J.R. (2007). Texture Analysis for Correcting and Detecting Classification Structures in Urban Land Uses “Metropolitan Area Case Study-Spain. In Proceedings of The First International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, Strasbourg, France. 3: 1-6.
- Balaguer, A., Ruiz, L.A., Hermosilla, T., and Recio, J.A. (2010). Definition of A Comprehensive Set of Texture Semivariogram Features and Their Evaluation for Object-Oriented Image Classification. *Computers & Geosciences*. 36: 231-240 .
- Basset, O., Buquet, B., Abouelkaram, S., Delachartre, P., and Culioli, J. (2000). Application of Texture Image Analysis for The Classification of Bovine Meat, *Food Chemistry*. 69(4): 437-445.
- Berberoglu, S. and Curran, P.J. (2006). Merging Spectra and Textural Information for Classifying Remotely Sensed Images. In S.M. De Jong and F.D. Van der Meer (eds.). *Remote Sensing Image Analysis: Including The Spatial Domain*. 113-136. Springer Netherlands.
- Berberoglu, S., Curran, P.J., Lloyd, C.D., and Atkinson, P.M. (2007). Texture Classification of Mediterranean Land Cover. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 9: 322-334.
- Beyer, M.H. (2008). The GLCM Tutorial Home Page. [On-line]. Available: <http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/>.
- Burrough, P.A. (1993). Fractals and Geostatistical Methods in Landscape Studies, In N.S. Lam and L. De Cola (eds.). *Fractals in Geomphy*. New Jersey: Prentice Hall. Quoted in Charle et al. (1999). Multi - Scale Fractal Analysis of Image Texture and Pattern. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 65(1): 51-61.
- Burrough, P.A. and Mcdonnell, R.A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. The United States: Oxford University Press Inc.
- Campbell, J.B. (1987). *Introduction to Remote Sensing*. The Guilford Press. New York. pp. 551. Quoted in Ongsomwang, S. (2007). *Fundamental of Remote Sensing and Digital Image Processing*. pp. 108-111.
- Chavez, P.S., Guphill, S.C., and Bowell, J.A. (1984). Image Processing Techniques for Thematic Mapper Data. *Processdings ASPRS Techniques Papers*. pp. 728-742. Quoted in

- Jensen, J.R. (2005). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. 3th ed. USA: Pearson Prentice.
- Chen, Q. and Gong, P. (2004). Automatic Variogram Parameter Extraction for Textural Classification of The Panchromatic IKONOS Imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 42(5): 1106-1115.
- Congalton, R.G. and Green, K. (1999). *Assessing The Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. Boca Raton. FL: Lewis Publishers. pp. 137. Quoted in Ongsomwang, S. (2007). *Fundamental of Remote Sensing and Digital Image Processing*. pp. 303-305.
- Emran, A., Hakdaoui, M., and Chorowicz, J. (1996). Anomalies on Geologic Maps from Multispectral and Textural Classification: The Bleida Mining District (Morocco). *Remote Sens. Environ.* 57: 13-21.
- ERDAS. (2002). *Erdas Field Guide*. (6th ed.). United States of America.
- ESRI. (2006). *Arcgis Desktop Help*. [Computer Software]. United States of America.
- Faust, N.L. (1989). Image Enhancement. Supplement 5 of *Encyclopedia of Computer Science and Technology*. 20. Quoted in Ongsomwang, S. (2007). *Fundamental of Remote Sensing and Digital Image Processing*. n.p.
- Fauza, A., Hussin, Y.A., and Weir, M.A. (2001). Comparison Between Neural Networks and Maximum Likelihood Remotely Sensed Data Classifiers to Detect Tropical Rain Logged-Over Forest in Indonesia. In *The 22nd Asian Conference on Remote Sensing*. Singapore.
- Gao, J. (2009). *Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery*.
- Ge, S., Carruthers, R., Gong, P., and Herrera, A. (2006). Texture Analysis for Mapping *Tamarix Parviflora* Using Aerial Photographs Along The Cache Creek. *Environmental Monitoring and Assessment*. 114: 65-83.
- Gibson, D. and Gaydeck, P.A. (1995). Definition and Application of A Fourier Domain Texture Measure: Applications to Histological Image Segmentation. *Computers in Biology and Medicine*. 25(6): 551-557.

- Gil, A., Yu, Q., Lobo, A., Lourenco, P., Silva, L., and Calado, H. (2011). Assessing The Effectiveness of High Resolution Satellite Imagery for Vegetation Mapping in Small Islands Protected Areas. *Journal of Coastal Research, Special Issue 64*: 1663-1667.
- Haralick, R.M. (1979). Statistical and Structural Approaches to Texture. In *Proceedings of The IEEE*, 67(5): 786-804.
- Haralick, R.M., Shanmugan, K., and Dinstein, I. (1973). Textural Features for Image Classification. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 3(6): 610-621.
- Horrison, B.A. and Jupp, D.L. (1990). Introduction to Image Processing, Part Two of The Microbian Resource Manual. CSIRO Division of Water Resources, Camberra. อ้างอิงใน สมพร สง่าวงศ์. (2552). การสำรวจจากระยะไกลในการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์. (หน้า 76). พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Jakomulska, A. and Clarke, K.C. (2001). Variogram-Derived Measures of Texture Image Classification, Application to Large-Scale Vegetation Mapping. In *Proceedings of the Third Geostatistics for Environmental Applications*. pp. 345-355.
- James, M. (1987). *Pattern Recognition*, BSP Professional Books, Oxford. Quoted in Jensen, J.R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*.
- Jensen, J.R. (2005). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Kaye, B.H. (1989). *A Random Walk Through Fractal Dimensions*. New York: VCH Publishers. อ้างอิงใน ปรีชา ถนัดอักษร. (2544). ผลของความชื้นทรีฮาโลสและพอลิเมอร์ชีวภาพต่อการดูดกลืนน้ำมันในแบบจำลอง. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation*. New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- Murray, H., Lucieer, A., and Williams, R. (2010). Texture-Based Classification of Sub-Antarctic Vegetation Communities on Heard Island. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 313: 1-12.

- Mustapha, M.R., Lim, H.S., and Mat Jafri, M.Z. (2010). Comparison of Neural Network and Maximum Likelihood Approaches in Image Classification. *Journal of Applied Sciences* 10(20): 2847-2854.
- Ongsomwang, S. (2007). *Fundamental of Remote Sensing and Digital Image Processing*. pp. 199-223.
- Peleg, M. (1993). Fractals and Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 33(2): 149-165. อ้างถึงใน ปริยา ถนัดอักษร. (2544). ผลของความชื้นทริฮาโลสและพอลิเมอร์ชีวภาพต่อการดูดกลืนน้ำมันในแบบจำลอง. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- Singh, A. and Harrison, A. (1985). Standardized Principal Component, *International Journal of Remote Sensing*. 6. pp. 883-896. Quoted in Jensen, J.R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*.
- Story, M. and Congalton, R. (1986). Accuracy Assessment: A User's Perspective, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 52(3). pp. 397-399. Quoted in Jensen, J.R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*.
- Takayasu, H. (1990). *Fractals in The Physical Sciences*. Chichester: John Wiley & Sons. อ้างถึงใน ปริยา ถนัดอักษร. (2544). ผลของความชื้นทริฮาโลสและพอลิเมอร์ชีวภาพต่อการดูดกลืนน้ำมันในแบบจำลอง. *วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- Zhang, Q. and Wang, J. (2001). Texture Analysis for Urban Spatial Pattern Study Using SPOT Imagery. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2001. IGARSS 01. IEEE 2001 International*. (1-3) Sydney: NSW.



ตาราง ก แสดงรายละเอียดการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต

Point ID	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.
GCP #1	208274.9	1649032	208283.1	1649005	Control	-0.800282321	-0.133626072	0.811361645	1.191407
GCP #2	208314.8	1648285	208327.3	1648261	Control	-0.357303052	0.338374935	0.492100668	0.722603
GCP #3	194786.0	1630577	194834.6	1630624	Control	-0.338070509	-0.735764861	0.809716987	1.188992
GCP #4	192377.6	1629048	192430.1	1629101	Control	0.013101475	-0.182628716	0.183098052	0.268862
GCP #5	191838.3	1624253	191902.7	1624313	Control	0.29134581	0.374848692	0.474756698	0.697135
GCP #6	209811.8	1632570	209885.5	1632608	Control	-0.355378533	0.018231304	0.355845869	0.522526
GCP #7	205455.9	1632051	205518.2	1632090	Control	0.227883867	-0.298046965	0.375184022	0.550922
GCP #8	192820.4	1622662	192886.8	1622723	Control	-0.520080564	-0.083714584	0.526775023	0.773519
GCP #9	192054.5	1649408	192016.5	1649399	Control	-0.010329072	-0.070469476	0.071222445	0.104583
GCP #10	194952.1	1630236	195002.2	1630285	Control	0.11332624	0.754839754	0.763299345	1.120832
GCP #11	192577.1	1647939	192548.6	1647936	Control	0.096159362	0.526787925	0.535492428	0.786319
GCP #12	191613.4	1648457	191580.1	1648453	Control	-0.494738402	0.712441857	0.867375055	1.273657
GCP #13	192340.9	1648903	192306.5	1648895	Control	0.146484525	-0.908751151	0.920481597	1.351639
GCP #14	192209.6	1640451	192219.5	1640475	Control	-0.13112995	-0.055046513	0.142215268	0.208829
GCP #15	208064.6	1648524	208074.9	1648500	Control	-0.381224913	0.757386056	0.847918671	1.245087
GCP #16	208670.1	1648506	208683.6	1648480	Control	0.26927705	-0.504601878	0.571955579	0.839862

ตาราง ก (ต่อ)

Point ID	X Input	Y Input	X Ref.	Y Ref.	Type	X Residual	Y Residual	RMS Error	Contrib.
GCP #17	212437.1	1647636	212471.8	1647614	Control	0.081454876	-0.218329148	0.233028997	0.342181
GCP #18	212287.2	1647510	212322.3	1647489	Control	0.692088953	-0.00212871	0.692092226	1.016271
GCP #19	205449.7	1631847	205512.4	1631886	Control	0.10067365	0.582357173	0.590994976	0.867820
GCP #20	209598.4	1634608	209666.9	1634640	Control	0.094233008	0.076448018	0.121343147	0.178181
GCP #21	209786.9	1634956	209855.0	1634986	Control	-0.116875711	-0.356995146	0.375640075	0.551591
GCP #22	209125.3	1634389	209192.8	1634422	Control	0.137010589	0.090083414	0.163972324	0.240778
GCP #23	193032.8	1622373	193100.4	1622433	Control	0.190696336	-0.31784882	0.37066557	0.544287
GCP #24	192809.8	1622450	192877.4	1622511	Control	0.286521311	0.126146188	0.313061212	0.459700
GCP #25	200260.6	1649892	200237.1	1649867	Control	0.269984009	0.070509876	0.279039437	0.409743
GCP #26	196833.4	1645667	196824.8	1645665	Control	0.632354258	-0.662925807	0.916156391	1.345288
GCP #27	195957.9	1639410	195977.2	1639433	Control	0.617806023	-0.114491318	0.628325189	0.922635
GCP #28	195650.9	1631687	195697.2	1631730	Control	0.059797779	-0.67763092	0.680264242	0.998903
GCP #29	195477.9	1633927	195516.2	1633965	Control	-0.652917058	-0.98187609	1.179144325	1.731460
GCP #30	195317.9	1634143	195355.8	1634183	Control	-0.161869036	1.876420998	1.883389855	2.765578

Control Point Error (X) = 0.3608 Control Point Error (Y) = 0.5776
 Total = 0.6810

ตาราง ข แสดงค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างที่ 1 ของอ้อย (Sugarcane 1)

Signature: Sugarcane 1

Number of pixels: 36

		Statistics			
Layer	Layer name	Minimum	Maximum	Mean	Sigma
1	Band 1 (Blue)	97	105	102.222	2.269
2	Band 3 (Red)	101	106	103.333	1.171
3	Band 4 (Near Infrared)	120	125	121.694	1.238
4	Mean	149	153	151.278	1.085
5	Variance	0	0	0	0
6	Contrast	0	1	0.278	0.454
7	Angular Second Moment	14	149	61.889	30.881
8	Correlation	253	253	253	0
9	Homogeneity	146	226	184.889	21.218
10	Entropy	79	219	147.361	33.04
11	Dissimilarity	4	14	8.833	2.903
12	Semivariogram	254	255	254.056	0.232

ตาราง ค แสดงค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) ของค่าความสว่างของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างที่ 1 ของอ้อย (Sugarcane 1)

Layer	Covariance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5.149	1.067	-0.159	1.422	0	0.279	-8.260	0	-17.575	1.717	2.467	-0.013
2	1.067	1.371	0.133	0.505	0	0.076	-3.505	0	-5.076	0.705	0.457	0.038
3	-0.159	0.133	1.533	0.373	0	0.002	-11.406	0	0.794	13.485	-0.138	-0.068
4	1.422	0.505	0.373	1.178	0	0.178	-20.254	0	-10.483	16.954	1.505	0.013
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0.279	0.076	0.002	0.178	0	0.206	-6.968	0	-6.568	9.04	0.933	-0.016
7	-8.26	-3.505	-11.406	-20.254	0	-6.968	953.644	0	461.502	-970.13	-63.79	-0.479
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	-17.575	-5.076	0.794	-10.483	0	-6.568	461.502	0	450.216	-487.33	-60.419	-0.108
10	1.717	0.705	13.485	16.954	0	9.040	-970.130	0	-487.330	1091.666	68.29	0.151
11	2.467	0.457	-0.138	1.505	0	0.933	-63.790	0	-60.419	68.29	8.429	0.01
12	-0.013	0.038	-0.068	0.013	0	-0.016	-0.479	0	-0.108	0.151	0.01	0.054

ตาราง แสดงค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างที่ 2 ของอ้อย (Sugarcane 2)

Signature: Sugarcane 2

Number of pixels: 52

Layer	Layer name	Statistics			
		Mimimum	Maximum	Mean	Sigma
1	Band 1 (Blue)	96	114	104.135	5.141
2	Band 3 (Red)	101	106	103.462	1.488
3	Band 4 (Near Infrared)	122	137	130.788	3.274
4	Mean	148	170	164.385	4.602
5	Variance	0	8	0.808	1.727
6	Contrast	0	9	0.942	1.765
7	Angular Second Moment	7	113	45.750	25.863
8	Correlation	253	253	253	0
9	Homogeneity	76	226	169.942	30.511
10	Entropy	98	237	168.058	35.615
11	Dissimilarity	4	39	12.212	7.285
12	Semivariogram	254	255	254.962	0.194

ตาราง จ แสดงค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) ของค่าความสว่างของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่างที่ 2 ของอ้อย (Sugarcane 2)

Layer	Covariance											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	26.433	6.584	-8.520	8.183	-3.189	-2.561	49.27	0	28.361	-66.479	-10.206	0.319
2	6.584	2.214	-2.763	1.211	-0.517	-0.365	13.451	0	2.262	-17.184	-1.256	0.038
3	-8.520	-2.763	10.719	7.514	-2.296	-2.248	9.358	0	44.929	-17.635	-11.111	0.188
4	8.183	1.211	7.514	21.183	-7.258	-6.997	71.784	0	91.415	-109.513	-28.946	0.623
5	-3.189	-0.517	-2.296	-7.258	2.982	2.793	-21.010	0	-32.992	33.129	11.061	-0.282
6	-2.561	-0.365	-2.248	-6.997	2.793	3.114	-20.230	0	-37.258	31.964	12.012	-0.277
7	49.270	13.451	9.358	71.784	-21.010	-20.23	668.897	0	487.926	-897.142	-106.240	1.382
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	28.361	2.262	44.929	91.415	-32.992	-37.258	487.926	0	930.918	-656.840	-197.164	2.664
10	-66.479	-17.184	-17.635	-109.513	33.129	31.964	-897.142	0	-656.840	1268.408	154.340	-2.351
11	-10.206	-1.256	-11.111	-28.946	11.061	12.012	-106.240	0	-197.164	154.340	53.072	-1.011
12	0.319	0.038	0.188	0.623	-0.282	-0.277	1.382	0	2.664	-2.351	-1.011	0.038

ตาราง จ แสดงตำแหน่งและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง

หมายเลข	พิกัด X	พิกัด Y	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน
1	198285	1643502	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
2	198435	1643000	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
3	200799	1641992	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
4	198855	1638264	นาข้าว
5	197861	1639261	นาข้าว
6	195813	1640702	นาข้าว
7	199021	1641643	นาข้าว
8	199887	1641755	นาข้าว
9	199899	1642247	นาข้าว
10	196332	1643002	นาข้าว
11	199820	1643324	นาข้าว
12	200525	1643240	นาข้าว
13	194484	1636742	นาข้าว
14	199119	1636747	นาข้าว
15	204770	1638869	นาข้าว
16	197266	1634759	นาข้าว
17	192002	1634493	มันสำปะหลัง
18	191269	1634456	มันสำปะหลัง
19	203883	1634469	มันสำปะหลัง
20	202302	1635132	มันสำปะหลัง
21	190635	1636569	มันสำปะหลัง
22	194240	1636597	มันสำปะหลัง
23	193884	1636840	มันสำปะหลัง
24	193361	1637142	มันสำปะหลัง

ตาราง ๓ (ต่อ)

หมายเลข	พิกัด X	พิกัด Y	ข้อมูลอ้างอิง
25	191216	1637024	มันสำปะหลัง
26	191413	1642741	อ้อย
27	191221	1642600	อ้อย
28	194666	1642774	อ้อย
29	195150	1643000	อ้อย
30	203612	1641245	อ้อย
31	203659	1634980	อ้อย
32	190913	1637690	อ้อย
33	192289	1637470	อ้อย
34	192892	1636901	อ้อย
35	196198	1638553	อ้อย
36	195772	1642582	อ้อย
37	195211	1641559	อ้อย
38	194997	1641669	อ้อย
39	191977	1643717	อ้อย
40	201676	1635089	ยูคาลิปตัส
41	204522	1641236	ยูคาลิปตัส
42	204051	1642074	ยูคาลิปตัส
43	204667	1643357	ยูคาลิปตัส
44	193154	1641497	ยูคาลิปตัส
45	190961	1640134	ยูคาลิปตัส
46	194634	1639454	ไม้ผล
47	193268	1639476	ไม้ผล
48	194137	1639442	ไม้ผล
49	193692	1639269	ไม้ผล

ตาราง ๓ (ต่อ)

หมายเลข	พิกัด X	พิกัด Y	ข้อมูลอ้างอิง
50	192880	1641602	พื้นที่ป่าไม้
51	195344	1637263	พื้นที่ป่าไม้
52	199861	1637463	พื้นที่ป่าไม้
53	198326	1636382	ไม้ละเมาะ
54	199463	1634143	ไม้ละเมาะ
55	198827	1643020	ไม้ละเมาะ
56	192129	1640442	พื้นที่น้ำ
57	199680	1638836	พื้นที่น้ำ
58	195419	1634143	พื้นที่น้ำ
59	193811	1636692	พื้นที่รกร้าง
60	192972	1643091	พื้นที่รกร้าง
61	197042	1642055	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
62	196008	1640471	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
63	194495	1635679	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
64	196792	1641414	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
65	199652	1637793	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
66	200627	1642803	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
67	196682	1637790	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
68	203993	1636417	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
69	196591	1639232	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
70	195445	1638028	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
71	196158	1639809	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
72	199339	1637470	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
73	190948	1641137	พื้นที่รกร้าง
74	194147	1641873	พื้นที่รกร้าง

ตาราง ๓ (ต่อ)

หมายเลข	พิกัด X	พิกัด Y	ข้อมูลอ้างอิง
75	200072	1637088	พื้นที่รกร้าง
76	192362	1637898	พื้นที่รกร้าง
77	191633	1637604	พื้นที่รกร้าง
78	203595	1635303	พื้นที่รกร้าง
79	202112	1635588	พื้นที่รกร้าง
80	197371	1640017	นาข้าว
81	195902	1637493	นาข้าว
82	200837	1636481	นาข้าว
83	197702	1635018	นาข้าว
84	203874	1637133	นาข้าว
85	194148	1634772	นาข้าว
86	201360	1637274	นาข้าว
87	191608	1635386	นาข้าว
88	201892	1642002	นาข้าว
89	198827	1642773	นาข้าว
90	199742	1637103	นาข้าว
91	191103	1635326	นาข้าว
92	202485	1641473	นาข้าว
93	193479	1638409	นาข้าว
94	198702	1640982	นาข้าว
95	199427	1639788	นาข้าว
96	197762	1636323	นาข้าว
97	196972	1635019	นาข้าว
98	192306	1636166	นาข้าว
99	200109	1638372	นาข้าว

ตาราง ๓ (ต่อ)

หมายเลข	พิกัด X	พิกัด Y	ข้อมูลอ้างอิง
100	195369	1637455	มันสำปะหลัง
101	200972	1635648	มันสำปะหลัง
102	191717	1636683	มันสำปะหลัง
103	195512	1637658	มันสำปะหลัง
104	196170	1638888	มันสำปะหลัง
105	194773	1637544	มันสำปะหลัง
106	202593	1643068	มันสำปะหลัง
107	194265	1642005	มันสำปะหลัง
108	201887	1638528	มันสำปะหลัง
109	193560	1641643	มันสำปะหลัง
110	197087	1637118	มันสำปะหลัง
111	193337	1635575	มันสำปะหลัง
112	191102	1641228	มันสำปะหลัง
113	194197	1640182	มันสำปะหลัง
114	194296	1641342	มันสำปะหลัง
115	192438	1642571	มันสำปะหลัง
116	190970	1642894	มันสำปะหลัง
117	203327	1642097	ยูคาลิปตัส
118	194822	1636323	ไม้ผล
119	203522	1640238	ไม้ผล
120	190464	1641391	ยูคาลิปตัส
121	190264	1641979	ยูคาลิปตัส
122	195365	1642246	ยูคาลิปตัส
123	204407	1642954	ยูคาลิปตัส
124	193431	1638718	ไม้ผล

ตาราง ๓ (ต่อ)

หมายเลข	พิกัด X	พิกัด Y	ข้อมูลอ้างอิง
125	190695	1640369	ไม่ผล
126	204780	1641981	ยูคาลิปตัส
127	203063	1642881	ไม่ผล
128	192092	1637553	ไม่ผล
129	199521	1636159	ไม่ผล
130	203897	1640268	ไม่ผล
131	190232	1640253	ไม่ผล
132	204545	1640140	ยูคาลิปตัส
133	202251	1638487	ยูคาลิปตัส
134	192024	1634021	ไม่ผล
135	204196	1635959	ไม่ผล
136	203717	1639413	ไม่ผล
137	191256	1640297	ไม่ผล
138	204242	1635708	ไม่ผล
139	190982	1636758	ไม่ผล
140	190371	1642989	ไม่ผล
141	197882	1641138	ไม่ผล
142	194612	1640943	ไม่ผล
143	204392	1638978	ไม่ผล
144	196368	1640171	ยูคาลิปตัส
145	190152	1634839	ยูคาลิปตัส
146	190384	1636624	ยูคาลิปตัส
147	190799	1637408	ยูคาลิปตัส
148	191026	1638775	ยูคาลิปตัส
149	192016	1640934	ไม่ผล

ตาราง ๓ (ต่อ)

หมายเลข	พิกัด X	พิกัด Y	ข้อมูลอ้างอิง
150	201728	1640373	ไม้ผล
151	193682	1638033	ไม้ผล
152	199763	1636310	ไม้ผล
153	190712	1634148	พื้นที่ป่าไม้
154	199472	1636758	พื้นที่ป่าไม้
155	201082	1638846	พื้นที่ป่าไม้
156	198731	1635459	พื้นที่ป่าไม้
157	198872	1640463	ไม้ละเมาะ
158	199208	1642453	ไม้ละเมาะ
159	198451	1636758	ไม้ละเมาะ
160	200220	1641491	พื้นที่น้ำ

หมายเหตุ

- 27 - 30 พฤษภาคม 2553 ออกสำรวจข้อมูลภาคสนาม สำหรับใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) สำหรับใช้จำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน
- 9 -10 และ 16-17 สิงหาคม 2553 ออกสำรวจข้อมูลภาคสนาม สำหรับใช้ในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน
- 26 -27 มกราคม และ 1-2 กุมภาพันธ์ 2554 ออกสำรวจข้อมูลภาคสนาม สำหรับใช้ในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน



ภาพที่ 1 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง



ภาพที่ 2 นาข้าว



ภาพที่ 3 มันสำปะหลัง



ภาพที่ 4 อ้อย



ภาพที่ 5 ชูกาลิปตัส



ภาพที่ 6 ไม้ผล



ภาพที่ 7 พื้นที่ป่าไม้



ภาพที่ 8 ไม้ละเมาะ



ภาพที่ 9 พื้นที่น้ำ



ภาพที่ 10 พื้นที่รกร้าง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาว ศศิกานต์ ไพลกลาง
วันเดือนปีเกิด	10 สิงหาคม พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	146/8 ถนนโนนสูง - มิตรภาพ ตำบลโนนสูง อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา
การศึกษา	ป.ศ. 2546 ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ระบบสารสนเทศ เพื่อการจัดการ) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานทางวิชาการ/การตีพิมพ์

Sasikarn Plaiklang, Yaowaret Jantakat, and Suwit Ongsomwang (2011). Classification of land use and land cover from data of THEOS satellite and their texture measures. In Proceedings of the 32nd Asian Conference on Remote Sensing, Taipei, Taiwan, TS2-4, 6 p.

ศศิกานต์ ไพลกลาง และสุวิทย์ อ่องสมหวัง (2011). การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออสและข้อมูลการวิเคราะห์ค่าลายผิว. การประชุมสัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ศศิกานต์ ไพลกลาง และสุวิทย์ อ่องสมหวัง (2010). การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลดาวเทียมธีออสโดยการวิเคราะห์ค่าลายผิว. การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2553 อิมแพ็คเมืองทองธานี กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย.

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน ผู้ช่วยวิจัยโครงการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ
เพื่อการบริหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี