บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีที่ใช้ในการวิจัยนี้คือการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการวิจัยเชิงปริมาณจะใช้ข้อมูลจากการสำรวจ แบบสอบถาม ค่าสถิติเชิงตัวเลข นำมาหาค่าความสัมพันธ์เพื่อนำมาเป็นผลวิเคราะห์ ส่วนการวิจัยเชิงคุณภาพจะได้จากข้อมูลการจดบันทึก สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง โดยนำมาวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้มาซึ่งผลสรุปของงานวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.6 การสรุปผล
3.7 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

เนื่องจากการวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงพื้นที่ ร่วมกับการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าวด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างจึงเป็นพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร ผลผลิตจำพวกมะพร้าว ในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

6) เครื่องคอมพิวเตอร์
7) เครื่องรังวัดพิกัดจากดาวเทียม (GPS) จำนวน 2 ชุด
8) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8
9) โปรแกรม ERDAS ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม
10) แผนที่ภูมิประเทศ 1:50000

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) จัดประชุมชี้แจ้งการดำเนินงานเพื่อวางแผน วางแผนรวบรวมข้อมูล
2) ลงสำรวจพื้นที่ปลูกมะพร้าว
3) สร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

4) หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าวและการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว
5) สร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศเป็นอย่างไร
6) รายงานความก้าวหน้า
7) สรุปผลพร้อมข้อเสนอแนะ
8) จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และจัดทำเล่มคู่มือการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ติดต่อประสานงานหน่วยงานภาคการเกษตร และพื้นที่การเกษตรที่ปลูกมะพร้าว โดยเลือกพื้นที่ที่ปลูกมะพร้าวที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งมะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย การเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ในการวิจัยเชิงปริมาณจะใช้ข้อมูลจากการสำรวจ แบบสอบถาม ค่าสถิติเชิงตัวเลข นำมาหาค่าความสัมพันธ์เพื่อนำมาเป็นผลวิเคราะห์ ส่วนการวิจัยเชิงคุณภาพจะได้จากข้อมูลการจดบันทึก สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง โดยนำมาวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้มาซึ่งผลสรุปของงานวิจัย

พื้นที่ปลูกมะพร้าวที่สำคัญของประเทศไทย ประกอบไปด้วย

1. ประจวบคีรีขันธ์
2. ชุมพร
3. สุราษฎร์ธานี
4. จังหวัดภาคตะวันออก รอบๆ อ่าวไทย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาและจำแนกรายละเอียดพื้นที่การปลูกมะพร้าว ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 8 ขนาดรายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร มีการบันทึกการสะท้อนคลื่นทั้งหมดเก้าช่วงคลื่น แต่ละชุดใช้วิธีการจำแนกทั้งแบบควบคุม (Supervised Classification) และแบบไม่ควบคุม (unsupervised classification) เทคโนโลยีเชิงพื้นที่ดังกล่าวเน้นความถูกต้องของพื้นที่ปลูกมะพร้าวเชิงคุณสมบัติ (attribute accuracy)

จากคำถามงานวิจัยที่ 1 การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพื้นที่เกษตรกรรมประเภทมะพร้าว ในประเทศไทย มีลักษณะการกระจายตัวอย่างไร

เทคโนโลยีข้อมูลเชิงพื้นที่อีกชนิดหนึ่งซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมความถูกต้องของพื้นที่ปลูกมะพร้าวเชิงตำแหน่ง (Position accuracy) คือ ระบบการกำหนดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก โดยใช้สำรวจหาและกำหนดตำแหน่งพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ของข้อมูลพื้นที่ปลูกมะพร้าวและการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ภายในระวางข้อมูล ด้วยวิธีการรังวัดแบบสัมบูรณ์ (absolute positioning) และใช้กำหนดจุดควบคุมในการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Rectification) และการทำแผนที่พื้นที่ปลูกมะพร้าวในระดับตำบล ด้วยวิธีการรังวัดแบบสัมพันธ์ (Relative Positioning) ซึ่งสามารถควบคุมความถูกต้องของแผนที่แสดงพื้นที่การปลูกมะพร้าวให้อยู่ในเกณฑ์ ±5 เมตร ด้วยวิธีการปรับแก้ค่าความต่าง

(Differential Correction) จากหมุดหลักฐานการรังวัด GPS ชั้นที่หนึ่งของกรมแผนที่ทหาร โดยใช้เป็น Base Station ของการสำรวจเพื่อการทำแผนที่พื้นที่ปลูกมะพร้าว

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม

การดำเนินกรรมวิธีวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเพื่อทำแผนที่พื้นที่ปลูกมะพร้าว เป็นการศึกษาลักษณะค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของพื้นที่ปลูกมะพร้าวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ โดยเฉพาะพื้นที่การเกษตรที่มีฤดูกาลปลูกและลักษณะค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใกล้เคียงกัน เช่น พื้นที่ปลูกพืชไร่ต่างๆและพื้นที่นาข้าว เป็นต้น ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมจะทำให้สามารถจำแนกรายละเอียดของพื้นที่ปลูกมะพร้าวออกจากพื้นที่ได้

ขั้นตอนกรรมวิธีวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเพื่อทำแผนที่พื้นที่การปลูกมะพร้าว สามารถแบ่งออกหกขั้นตอน และมีรายละเอียดดังนี้

1) การแก้ไขความถูกต้องในเชิงตำแหน่งของข้อมูล (Image Rectification)

การแก้ไขค่าความคลาดเคลื่อนในเชิงตำแหน่งภาพดาวเทียม คือกระบวนการปรับข้อมูลภาพให้มีความถูกต้องตรงตามตำแหน่งแท้จริงบนพื้นผิวโลก หมายถึง การเพิ่มค่าความสูงต่ำของจุดภาพให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้จากดาวเทียมทำให้จุดภาพแต่ละจุดมีสภาพเหมือนกับแบนระนาบเดียวกันทุกจุดภาพ การแก้ไขเชิงตำแหน่งดำเนินการโดยยึดหลักระบบพิกัดมาตรฐานสากล โดยใช้วิธีการอ้างอิงจุดพิกัด (Map Coordinates) จากแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 ของกรมแผนที่ทหาร เป็นมาตรฐานในการสร้างจุดควบคุม (GCPs) เพื่อการปรับให้พื้นที่ในข้อมูลภาพดาวเทียมมีความถูกต้องทางตำแหน่งโดยหลักการ geo referencing เป็นวิธีการที่นำค่าพิกัดของจุดในแนวระนาบ (X,Y coordinates) ของแต่ละจุดควบคุมในข้อมูลภาพจากดาวเทียมและแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ด้วยวิธี Least Mean Square Regression ผลการคำนวณได้ค่าสัมประสิทธิ์ จากนั้นผู้วิเคราะห์สามารถนำค่าสัมประสิทธิ์ประกอบการคำนวณค่า Root Mean Square Error ค่าน้อยที่สุดและไม่เกินขนาดรายละเอียด (Resolution) ของภาพจากดาวเทียม ในกรณีของภาพ LANDSAT -8 Operational Land Imager (OLI) ใช้ค่า RMS Error น้อยกว่า 30 เมตร

2) การปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Enhancement)

การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพดาวเทียมมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับความคมชัดของข้อมูลภาพให้เหมาะสมแก่การจำแนกขั้นต้นด้วยสายตาเพื่อประกอบการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลภาพจากดาวเทียมเป็นค่าข้อมูลตัวเลข ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-255 ในแต่ละช่วงคลื่นทั้งหมดเก้าช่วงคลื่น ภาพที่ได้จากข้อมูลเหล่านี้สร้างขึ้นเป็นภาพขาว-ดำที่มีรายละเอียดของข้อมูลภาพตามค่าของข้อมูลในแต่ละจุดภาพซึ่งเรียกว่าค่าระดับสีเทา (Grey Level) โดยปกติค่าระดับสีเทาที่ได้รับมาจากสัญญาณดาวเทียมและนำมาสร้างเป็นภาพจะยังไม่สามารถให้ความคมชัดเท่าที่ควร ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ปฏิกิริยาของบรรยากาศที่มีต่อพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือความบกพร่องของเครื่องมือบันทึกข้อมูล (Detector) วิธีการปรับความคมชัดกระทำได้หลายวิธี โดยพิจารณาจากลักษณะค่าความถี่สะสมของข้อมูลภาพว่าเป็นอย่างไร และขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าต้องการเน้นความคมชัดของข้อมูลในลักษณะใด วิธีการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพดาวเทียมมีหลายวิธี เช่นการใช้สมการเส้นตรงและเส้นโค้งในการยืดค่าข้อมูลให้เกิดความแตกต่างมากขึ้น (Linear and non Linear contrast stretching) การทำภาพ Ratio Band การทำภาพ Principal Component Analysis การทำภาพ Vegetation Index หรือการปรับคุณภาพของภาพข้อมูลโดยการปรับเชิง-พื้นที่ (Spatial Filtering) เช่น Low-Frequency Filtering หรือ High-Frequency Filtering เป็นต้น (Jensen, 2004)

3) การสร้างภาพสีผสมของข้อมูล (Color Composite)

การสร้างภาพสีผสมของข้อมูลจากดาวเทียมเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อสะดวกต่อผู้ศึกษาในการทำความเข้าใจลักษณะของข้อมูลภาพดาวเทียมได้ชัดเจนยิ่งขึ้นกว่าการใช้ภาพขาว-ดำ การสร้างภาพสีผสมดำเนินการด้วยวิธีผสมข้อมูลภาพดาวเทียมของช่วงคลื่นที่ต้องการศึกษาผ่านเข้ากับแม่สีหลัก (สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน) ของทั้งสามช่วงคลื่น ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปเป็นข้อมูลเพื่อจำแนกหรือวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ต่อไป

สำหรับการศึกษาข้อมูลพื้นที่ปลูกมะพร้าว ผู้วิจัยได้ทำการสร้างภาพสีผสมในลักษณะเช่น ภาพสีผสมเท็จ (True Color Composite) ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) และภาพสีผสมเท็จที่ใกล้เคียงความจริง (Pseudocolor Composite) โดยผสมช่วงคลื่นต่างๆ ที่สามารถบันทึกข้อมูลพืชพรรณค่างๆเข้ามาผสมกัน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถศึกษาแนวทางในการจำแนกพื้นที่เกษตรอื่นๆ ได้พอสมควร นอกจากนี้ทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางจำแนกพืชพรรณออกจากกัน ยังสามารถใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบทางภาคสนาม ทำให้การเปรียบเทียบข้อมูลภาพและสภาพจริงดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ

4) การตรวจสอบภาคสนาม (Field Check)

การตรวจสอบภาคสนามมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้เทคนิคข้อมูลระยะไกล (RS) และระบบการกำหนดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (GPS) มีประโยชน์สองด้านคือ เพื่อเก็บข้อมูลในสนามและเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการแปลภาพ นอกจากนี้ยังสามารถประกอบกาตรวจสอบความถูกต้องของการคาดการณ์ผลผลิตมะพร้าวในพื้นที่ โดยเฉพาะผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองที่ผ่านการ Validate แล้ว (Monteith, 1991)

คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบภาคสนามบริเวณพื้นที่การปลูกมะพร้าวและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นที่คาดว่าคุณสมบัติการสะท้อนแสง (Spectral Reflectance) ใกล้เคียงและอาจผสมผสานกับค่าการสะท้อนคลื่นแสงของพื้นที่ปลูกมะพร้าวอย่างละเอียด โดยทำการรังวัดพิกัดของจุดตรวจสอบตัวอย่าง (Checking Area) ในพื้นที่การเกษตรต่างๆด้วยเครื่องมือ GPS และนำค่าพิกัดของตำแหน่งตรวจสอบเหล่านั้นมากำหนดลงในข้อมูลภาพดาวเทียม เพื่อสร้างพื้นที่ตัวอย่าง (Training Site) ของแต่ละกิจกรรม อนึ่งการตรวจสอบภาคสนามยังเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลภาพดาวเทียมในการปรับแก้เชิงตำแหน่ง (Image Rectification) อีกทางหนึ่งด้วยหลังจากที่ปรับแก้เชิงตำแหน่งได้ปฏิบัติในสำนักงานและควบคุมความถูกต้องด้วยค่า Transformation Matrix

5) การจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Classification)

หมายถึงการจัดจำแนกจุดภาพภายในระวางภาพดาวเทียมออกเป็นประเภทของการใช้ที่ดิน (Land Use Type) หรือเป็นข้อมูลรอบคลุมที่ดิน (Land Cover) ชนิดต่างๆโดยใช้หลักการทางสถิติกับข้อมูลทุกช่วงคลื่นที่ถูกบันทึกเก็บไว้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขของภาพดาวเทียม สามารถแบ่งออกเป็นวิธีการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียมได้เป็นสองวิธีการ คือ การจำแนกแบบควบคุม และการจำแนกแบบไม่ควบคุม การจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Classification) ใช้ข้อมูลจากภาคสนาม แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศหรือข้อมูลอื่นๆ ที่ทราบตำแหน่งและคุณลักษณะของพื้นที่แน่นอน รวมในการคำนวณค่าสถิติของจุดภาพในพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) โดยนำมาสร้างเป็นข้อมูลการสะท้อนแสง (Signature File) ของพื้นที่ปลูกมะพร้าวและพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ โดยเฉพาะพื้นที่การปลูกพืชไร่อื่นๆ ที่ข้างเคียงกับพื้นที่ปลูกมะพร้าว ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการทำแฟ้มข้อมูล สำหรับลักษณะการสะท้อนแสงของพื้นที่เหล่านั้น ทั้งนี้

เพื่อนำไปใช้สำหรับการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพจากดาวเทียมทั้งระวางด้วยวิธีแบบควบคุม ค่าการสะท้อนแสงของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ (Pixel) ของข้อมูลภาพจากดาวเทียมจะถูกคำนวณโดยมีค่าข้อมูลของ Training Area เป็นต้นแบบและข้อมูลทุกๆ Pixel จะถูกตัดสินด้วยวิธีการทางสถิติว่าควรเป็นข้อมูลที่ตกอยู่ในลักษณะพืชผล หรือการใช้ที่ดินประเภทใด

การจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ใช้หลักการจำแนกค่าการสะท้อนแสงของวัตถุเป็นหลัก (Spectral Classes) โดยไม่ใช้ข้อมูลตัวอย่าง (Training Data) ในการกำหนดประเภทของการใช้ที่ดิน นั่นคือใช้ลักษณะการจับกลุ่มของข้อมูลที่มีค่าการสะท้อนของคลื่นแสงที่ใกล้เคียงกันอยู่ในชุดเดียวกันและจากนั้นทำการเปรียบเทียบหรือให้ความหมาย (Identify) ค่าข้อมูลที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันตามข้อมูลต่าง ที่มีอยู่ เช่นข้อมูลภาคสนาม แผนที่และภาพถ่ายทางอากาศ และข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีการจำแนกไว้ในเกณฑ์มาตรฐานที่เชื่อถือได้ (Lillesand, Kiefer, &Chipman, 2007) ในทางปฏิบัติของการจำแนกแบบนี้เรียกว่า การจัดกลุ่ม (Clustering) อีกนัยหนึ่งเป็นการจัดกลุ่มของชุดข้อมูลค่าการสะท้อนแสงของวัตถุที่ต้องการศึกษาซึ่งมีสองวิธีการคือ Isodata Clustering และ RGB Clustering คณะผู้วิจัยเลือกวิธีการการจัดกลุ่มข้อมูลแบบแรกสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกมะพร้าว

การจัดกลุ่มค่าเหมือนกัน (Isodata Clustering) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการวิเคราะห์ซ้ำด้วยค่าข้อมูลเดิมตั้งแต่ขั้นตอนการจำแนกข้อมูลถึงขั้นตอนการคำนวณทางสถิติ โดยใช้ค่า Spectral Distance ที่น้อยที่สุดในการกำหนดกลุ่มของข้อมูลแต่ละชุด โดยเริ่มจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลที่ระบุให้ และคำนวณซ้ำจนกระทั่งค่าเฉลี่ยของหกลุ่มข้อมูลต่างๆเหล่านั้น เปลี่ยนค่าเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลในทั้งชุดของภาพ (ERDAS, 2012)

6) การประเมินค่าความถูกต้อง (Classification accuracy assessment)

การประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกค่าข้อมูลภาพจากดาวเทียมทั้งแบบควบคุมและไม่ควบคุมการจำแนกเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญและจำเป็นมาก คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินความถูกต้องสองวิธีการ ได้แก่ Error matrix และ KHAT statistic (Congalton, 1991) วิธีการแรกเป็นตารางแสดงจำนวนจุด (Pixel) ที่กำหนดให้เป็นการใช้ดินชนิดใดชนิดหนึ่งตามสภาพการใช้ที่ดินที่มีการตรวจสอบในสนาม (Reference Data) การสร้างตารางโดยทั่วไปกำหนดให้แนวตั้ง (Columns) แสดงจำนวนจุดที่มีตรงกับค่าที่ได้จากสนามและในแนวนอน (Row) แสดงจำนวนจุดจุดในแนวทแยงมุมของตารางเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้การสร้างตาราง error matrix ยังทำให้คำนวณดัชนีความถูกต้องได้ 3 ค่า ดัชนีกำหนด (Producer Accuracy) ดัชนีจริง (User accuracy) และดัชนีรวม (Overall Accuracy)

ดัชนีกำหนด (Producer Accuracy) คำนวณตามแนวตั้งเป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนจุดกำหนดที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทนั้นในสภาพจริงตามกำหนดในสนามและจำนวนจุดกำหนดที่รวมของจุดประเภทต่างๆที่ตกอยู่ในสภาพการใช้ที่ดินประเภทนั้น ดัชนีจริง(User Accuracy) คำนวณตามแนวนอนเป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนจุดที่กำหนดที่ตรงกับการใช้ที่ดินประเภทนั้นในสภาพจริงตามกำหนดในสนามและจำนวนจุดรวมของจุดสภาพจริงประเภทนั้น ที่ตกอยู่ในค่ากำหนดของสภาพจริงประเภทอื่นๆ ดัชนีรวม (Overall Accuracy) คำนวณตามแนวทแยงมุมของตารางเป็นสัดส่วนระหว่างผลรวมของค่าที่สภาพกำหนดกับสภาพจริงและผลรวมของจุดทั้งหมดในตาราง (Congalton, 1991) KHAT สามารถคำนวณได้สองลักษณะคือ KHAT รวมและ KHAT เฉพาะประเภทการใช้ที่ดิน (Congalton, 1991) ได้เสนอสมการที่ใช้ในการคำนวณ KHAT ดังนี้

$$K = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+} * x_{+i})}$$

โดยที่ r จำนวนแถวในตาราง matrix

X_{iI} จำนวนข้อมูลที่วัดในแถวที่ I สดมภ์ที่ I

X_{i+}, X_{+i} จำนวนรวมที่แถว I และสดมภ์ I ลำดับ

N จำนวนรวมของข้อมูลที่วัดทั้งหมด

จากคำถามงานวิจัยที่ 2 ปัจจัยปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าว และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 เมื่อได้รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ในคำถามวิจัยข้อที่ 1 เพื่อทราบถึงรูปแบบการกระจายตัวของพื้นที่ปลูกมะพร้าว จากนั้นหาพื้นที่เหมาะสมการเพาะปลูกมะพร้าวโดยสร้างสมมติฐานพื้นที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับข้อเท็จจริงเชิงพื้นที่จากคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยขั้นตอนการหาพื้นที่เหมาะสมการปลูกมะพร้าวในพื้นที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHPต่อไป

การวิเคราะห์การตัดสินใจด้วย AHP มี 8 ขั้นตอนดังนี้

9) กำหนดทางเลือก ในแต่ละปัญหาจะมีทางเลือกในการแก้ไขที่หลากหลาย ในขั้นตอนนี้ให้กำหนดทางเลือกต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
10) ระบุระดับของเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold Level) ที่ต้องการของแต่ละทางเลือก
11) คัดเลือกทางเลือกเบื้องต้นจากทางเลือกที่กำหนดในขั้นที่ 1 โดยตรวจสอบกับเกณฑ์ต่ำสุดถ้าทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ให้คัดออก
12) ระบุเกณฑ์ (Criteria) หรือเกณฑ์ย่อย (Sub criteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกดีที่สุดใน (3)
13) สร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ (Develop Decision Hierarchy) จากทางเลือกและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับชั้นคือ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria)และทางเลือก (Alternatives)
14) เปรียบเทียบเกณฑ์ทีละคู่ แล้วเปรียบเทียบที่ละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบทางเลือกนั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพก็ได้
15) คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละทางเลือกเป็นเกณฑ์ คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือกตามคะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

16) วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ก่อนจะตัดสินใจเลือกทางเลือกจากข้อ 7 จำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์ทางเลือกที่ดีที่สุด ยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

การรวมหลักเกณฑ์แบบถ่วงน้ำหนัก (Simple Additive Weighting Methods: SAW)

ขั้นตอนสุดท้ายหลังจากทราบความหนานแน่นของจุดปลูกมะพร้าวที่อยู่ในช่วงฐานเดียวกัน คือ การรวมหลักเกณฑ์อาจทำได้หลายวิธีการ Malczwaki (1999) ได้ทบทวนและวิเคราะห์บทความที่ติพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ.1900-2004 พบว่าวิธีการที่นิยมมากที่สุดในการรวมหลักเกณฑ์ที่ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าด้วยกัน ได้แก่ วิธีการรวมหลักเกณฑ์แบบถ่วงน้ำหนัก เป็นวิธีการรวมหลักเกณฑ์ที่ซับซ้อนน้อยที่สุด ผู้ตัดสินใจกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจ ค่าความสำคัญโดยรวมของแต่ละทางเลือกคำนวณจากผลคูณระหว่างค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์และค่าความสำคัญของแต่ละทางเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์แล้วจึงรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการคูณดังกล่าวของทุกหลักเกณฑ์เข้าด้วยกัน ทางเลือกที่มีค่าสูงสุดถูกเลือกเป็นลำดับแรกและใช้ร่วมกันได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

$$S = W_1D_1 + W_2D_2 + W_3D_3 + W_nD_n$$

เมื่อ S คือ ค่าคะแนนแสดงความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกมะพร้าวรวม

W_n คือ ค่าน้ำหนักแสดงความสำคัญของพื้นที่ปลูกมะพร้าวที่ n (Weight)

D_n คือ ค่าคะแนนความหนาแน่นที่เป็นมาตรฐานของพื้นที่ปลูกมะพร้าวที่ n

จากคำถามงานวิจัยที่ 3 การสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว มีรูปแบบอย่างไร

จากผลลัทธ์คำถามวิจัยข้อมี่ 1 และ ข้อที่ 2 เมื่อได้รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ในคำถามวิจัยข้อที่ 1 และได้ผลลัพธ์จากคำถามวิจัยข้อที่ 2 เรื่องการหาพื้นที่เหมาะสมการปลูกมะพร้าวในพื้นที่ จากนั้นนำมาสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว โดยระบบดังกล่าวสร้างขึ้นจากปัจจัยการหาพื้นที่เหมาะสมการปลูกมะพร้าวในพื้นที่รวมกับการกระจายตัวของพื้นที่ปลูกมะพร้าวในแต่ละฤดูกาล จะสามารถชี้วัดผลผลิตมะพร้าวในแต่ละฤดูกาลต่อไป

3.6 การสรุปผล

จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น เป็นการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการวิจัยเชิงปริมาณจะใช้ข้อมูลจากการสำรวจ แบบสอบถาม ค่าสถิติเชิงตัวเลข นำมาหาค่าความสัมพันธ์เพื่อนำมาเป็นผลวิเคราะห์ ส่วนการวิจัยเชิงคุณภาพจะได้จากข้อมูลการจดบันทึก สัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง โดยนำมาวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเพื่อให้ได้มาซึ่งผลสรุปของงานวิจัย

3.7 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนอย่างละเอียด)

กิจกรรม	ระยะเวลาการทำวิจัย พ.ศ.2558-พ.ศ. 2559											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. จัดประชุมชี้แจ้งการดำเนินงานเพื่อวางแผนวางแผนรวบรวมข้อมูล	■											
2. ลงสำรวจพื้นที่ปลูกมะพร้าว		■	■	■								
3. สร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์					■	■						
4. หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เอื้อต่อผลผลิตมะพร้าวและการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพืชพันธ์มะพร้าว							■	■				
5. สร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศเป็นอย่างไร									■			
6. รายงานความก้าวหน้า									■			
7. สรุปผลพร้อมข้อเสนอแนะ										■		
8. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และจัดทำเล่มคู่มือการสร้างระบบชี้วัดประมาณผลผลิตมะพร้าว ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ในประเทศไทย										■		

บทที่ 4
ผลของการวิจัย

การรวบรวมข้อมูล แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือการประมาณผลผลิตมะพร้าวและการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของมะพร้าว การประมาณผลผลิตมะพร้าวใช้การรวบรวมเนื้อหาด้าน Spectral Mixture Analysis (SMA)(Sakti & Tsuyuki , 2015)เพื่อค้นหาวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีความเหมาะสม จากนั้นรวบรวมข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 8 โดยดาวเทียมดังกล่าวเริ่มปฏิบัติการวันที่ 30 พฤษภาคม 2556 ภายใต้การบริหารจัดการของ USGS โคจรสูงเหนือพื้นโลก 705 กิโลเมตร โดยมีรายละเอียดเชิงคลื่นดังต่อไปนี้

ตาราง*3* รายละเอียดอุปกรณ์บันทึกข้อมูล LANDSAT - 8 Operational Land Imager (OLI) และ Thermal Infrared Sensor (TIRS)

แบนด์	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	รายละเอียดภาพ Resolution (เมตร)
1	0.43 - 0.45 (Coastal Aerosol)	30
2	0.45 - 0.51 (Blue)	30
3	0.53 - 0.59 (Green)	30
4	0.64 - 0.67 (Red)	30
5	0.85 - 0.88 (Near Infrared NIR)	30
6	1.57 - 1.65 (SWIR 1)	30
7	2.11 - 2.29 (SWIR 2)	30
8	0.50 - 0.68 (Panchromatic)	15
9	1.36 - 1.38 (Cirrus)	30
10	10.60 - 11.19 (Thermal Infrared - TIRS 1)	100
11	11.50 - 12.51 (Thermal Infrared - TIRS 2)	100

(สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2016)

ทั้งนี้สำหรับการประมาณผลผลิตมะพร้าวใช้แบนด์ 1 – 7 ในการค้นหาความยาวช่วงคลื่น (ไมโครเมตร) ของมะพร้าว สำหรับรายละเอียดภาพ Resolution (เมตร) 30 เมตรซึ่งรายละเอียดสำหรับจุดภาพในภาพดาวเทียม LANDSAT – 8 แบนด์ 1 – 7 จะมีรายละเอียดจุดภาพอยู่ที่ 30*30 เมตรโดยจุดภาพดังกล่าวจะมีสิ่งปกคลุมดินหลายชนิดปกคลุมอยู่ในจุดภาพดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องสกัดจุดภาพโดยอาศัยเทคนิค Spectral Mixture Analysis (SMA)