

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาระบบการปลูกพืชที่เหมาะสม กรณีศึกษา: อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลยนั้น ผู้ศึกษาวิจัยได้ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

- 2.1) ระบบการปลูกพืชทางการเกษตร
- 2.2) องค์ประกอบของระบบการปลูกพืช
- 2.3) การใช้ข้อมูลดิน และอุตุนิยมวิทยาในการเลือกปลูกพืช
- 2.4) ชนิดพืชที่มีความเหมาะสมในพื้นที่จังหวัดเลย
- 2.5) การใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์ระบบเกษตร
- 2.6) แนวความคิดเกี่ยวกับการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)
- 2.7) แนวความคิดเกี่ยวกับการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)
- 2.8) ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS: Global Positioning System) เพื่อการจัดทำแผนที่
- 2.9) การวิจัยศึกษาเบื้องต้น
- 2.10) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการปลูกพืชทางการเกษตร

2.1.1 คำจำกัดความ

การศึกษาระบบการผลิตทางการเกษตรมีคำจำกัดความของศัพท์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1.1.1 เกษตรกรรม (Agriculture)

ชนวน รัตนวราหะ (2534) กล่าวว่า เกษตรกรรม (Agriculture) หมายถึง การเพาะปลูกพืช และการเลี้ยงสัตว์ หรือการผลิตจากที่ดินซึ่งเกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์เพื่อการยังชีพ เพื่อการแลกเปลี่ยน โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญ คือ ดิน น้ำ อากาศ แสงแดด พันธุ์พืช และสัตว์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ

2.1.1.2 ระบบการปลูกพืช

อภิพรณ พุกภักดี (2528) ได้กล่าวถึงระบบการปลูกพืชนั้นหมายความว่า การปลูกพืชหลาย ๆ ครั้ง ไม่ว่าจะเป็นชนิดเดียวกัน หรือคนละชนิดก็ตามในพื้นที่ผืนเดียวกัน ในระยะเวลาหนึ่งปี แต่เดิมนั้นหลักการปลูกพืชมาครั้งในหนึ่งปี ถูกเรียกกันในวงการเกษตรว่า การปลูกพืชเลื่อนฤดู ต่อมาเมื่องานวิจัยการปลูกพืชเลื่อนฤดูได้เริ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถาบันการเกษตรหลาย ๆ แห่งในเอเชีย และวิธีการปลูกพืชเลื่อนฤดูได้ถูกนำมาทดสอบอย่างกว้างขวาง เพื่อให้การปลูกพืชในลักษณะดังกล่าว เกิดความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ตลอดจนทรัพยากรที่เกษตรกรมีอยู่ให้มากที่สุด การปลูกพืชเลื่อนฤดูจึงถูกเรียกในชื่อใหม่ว่า ระบบการปลูกพืช (Cropping System)

2.1.1.3 ระบบเกษตรยั่งยืน

ชนวน รัตนวราหะ (2534) กล่าวว่า ระบบเกษตรยั่งยืน (Sustainable Agriculture) หมายถึง ความสามารถของระบบที่จะรักษาอัตราการผลิตให้อยู่ในระดับที่ก่อให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด ในระยะยาวติดต่อกันภายใต้สภาวะที่เลวร้าย หรือไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเกิดขึ้นเป็นประจำจนเป็นลักษณะประจำของท้องถิ่น เช่น ดินเป็นกรดหรือดินเค็ม พื้นที่ดินมีสภาพน้ำท่วมทุกปี หรือเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวไม่สม่ำเสมอ เช่น น้ำท่วมฉับพลัน ฝนแล้ง โรคศัตรูระบาด

อันวา จิตต์สงวน (2543) ได้กล่าวไว้ว่าระบบเกษตรยั่งยืน (Sustainable Agriculture) หมายถึง ระบบเกษตรที่มีความสัมพันธ์ และเกื้อกูลกับสภาพทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมของแต่ละภูมิภาคมีการผลิตที่หลากหลายเพื่อลดความเสี่ยง และการพึ่งพาปัจจัยภายนอก อันจะนำไปสู่การพึ่งตนเองในที่สุด

2.1.1.4 ระบบเกษตรผสมผสาน

ชนวน รัตนวราหะ และประเวศ แสงเพชร (2532) ได้กล่าวถึงระบบเกษตรแบบผสมผสานว่าเป็นการจัดระบบของกิจกรรมการผลิตในไร่นา ได้แก่ พืช สัตว์และประมงให้มีการผสมผสานต่อเนื่อง และเกื้อกูลในการผลิตซึ่งกันและกัน โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในไร่นา เช่น ดิน น้ำ แสงแดดอย่างเหมาะสม เกิดประโยชน์สูงสุด มีความสมดุลของสภาพแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง และเกิดผลในการเพิ่มพูนความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรด้วย

ระบบเกษตรผสมผสาน มีหลักการดำเนินงานโดยเน้นการให้มีความหลากหลายของกิจกรรมการผลิต เพื่อลดความเสี่ยงต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากความผันแปรของสภาวะราคาพืชผลที่มีความไม่แน่นอน นอกจากนั้น การใช้ทรัพยากรที่สามารถจะจัดหาได้ในไร่นาของเกษตรกร โดยไม่ต้องใช้เงินสดในการลงทุนจะช่วยให้เกษตรกรไม่ต้องเสี่ยงต่อภาวะการ

ขาดทุน เกษตรกรจะมีความเป็นอิสระในการดำรงชีพ โดยไม่ต้องพึ่งพาการกู้ยืมเงินให้เกิดหนี้สินในการลงทุน มีอาหาร ยารักษาโรค และปัจจัยพื้นฐานอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีพในชีวิตประจำวัน ผลผลิตที่เหลือจากการบริโภคหรือส่วนที่ผลิตเพื่อการขายก็จะเป็นรายได้ที่เกิดขึ้น เพื่อการจับจ่ายใช้สอยในสิ่งที่ไม่สามารถจะผลิตขึ้นในไร่นาของตนเอง

2.1.1.5 ระบบพหุกลีกรรม

ชนวน รัตนวราหะ (2534) ได้กล่าวถึง พหุกลีกรรมนั้น หมายถึง ระบบการปลูกพืชมากกว่าหนึ่งชนิดในพื้นที่ดินเดียวกัน ซึ่งอาจจะปลูกร่วมในเวลาเดียวกัน หรือต่างระยะเวลากัน ทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการเพิ่มพูนผลผลิต และรายได้จากการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ดินดังกล่าวให้มากขึ้นพร้อม ๆ กันนั้นก็ทำให้ดินมีสภาพทั้งกายภาพ และส่วนประกอบของธาตุอาหารของพืชมีการปรับปรุงดีขึ้น ซึ่งการพหุกลีกรรมนี้สามารถจะแยกออกได้เป็น 5 ระบบ ดังนี้คือ

1) ระบบการปลูกพืชร่วม (Intercropping) หมายถึง ระบบพหุกลีกรรมที่ปลูกพืชตั้งแต่สองชนิดร่วมกันในเวลาเดียวกัน ซึ่งอาจจะเป็นรูปแบบใดก็ได้ใน 2 รูปแบบ ดังนี้

1.1) การปลูกแบบผสม (Mixed Intercropping) หมายถึง การปลูกพืชร่วมที่ไม่เป็นแถวเป็นแนว แต่หากจะปลูกผสมกันไปตามความเหมาะสมของสภาพที่ต้องการตามธรรมชาติ

1.2) การปลูกแบบเป็นแถว (Row Intercropping) หมายถึง ระบบการปลูกพืชร่วมที่มีอย่างน้อยหนึ่งชนิดที่ปลูกเป็นแถว ที่เหลือนอกจากนั้นอาจจะปลูกเป็นแถวสลับกับพืชแรกหรือปลูกไม่เป็นแถวอยู่ในระหว่างของพืชแรกก็ได้

การปลูกพืชร่วมในเวลาเดียวกันเช่นนี้ Gomez (1983) อ้างถึงในชนวน รัตนวราหะ (2534) ว่าได้ให้เครื่องหมาย + แสดงการร่วมของระบบ เช่น ข้าวโพด + ถั่วลิสง หมายถึง การปลูกข้าวโพดร่วมกับถั่วลิสงในเวลาเดียวกัน เป็นต้น

2) ระบบการปลูกแบบรับช่วงหรือเหลื่อมฤดู (Relay Cropping) หมายถึง ระบบการปลูกพืชแรกปลูกก่อนแต่ยังไม่ถึงวันเก็บเกี่ยวก็จะมีปลูกพืชที่สองในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งอาจจะเป็นการปลูกระหว่างแถว (Inter – row) หรือปลูกผสม (Mixed) ก็ได้ การปลูกแบบรับช่วงตามกันเช่นนี้ใช้เครื่องหมาย – แสดงการร่วมในระบบ เช่น ข้าว – ถั่วเหลือง หมายถึงการปลูกข้าวแล้วรับช่วงโดยการปลูกถั่วเหลืองก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว เป็นต้น

3) ระบบการปลูกแบบพหุกลีกรรม (Double or Sequential Cropping) หมายถึง ระบบการปลูกพืชแรกจนเก็บเกี่ยวแล้วจึงปลูกพืชสองตามทันที หรือเว้นช่วงที่ไม่ยาวนานนัก

โดยเฉพาะในสภาพของพื้นที่ที่ยังมีความชื้นและน้ำในดินเหลือจากการปลูกพืชแรกเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชที่สอง

4) ระบบการปลูกพืชต่างระดับ (Multi – Storeyed Cropping) วิธีการนี้อาจจะกระทำได้ทั้งในรูปแบบของการปลูกพืชเป็นแถวเป็นแนว หรือการปลูกผสมปนเป่ไม่เป็นแถวก็ได้ แต่หลักการสำคัญก็คือ การให้มีพืชหลาย ๆ ชนิดที่สามารถจะปลูกร่วมกันโดยไม่แย่งแสงแดดธาตุอาหารในดิน แหล่งน้ำ และอากาศ เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องทำการศึกษานาชนิดของพืชที่เหมาะสม ในอดีตที่ผ่านมาเกษตรกรไทยได้ใช้ประสบการณ์ จัดระบบที่เหมาะสมของสวนผลไม้ที่มีทุเรียน มะม่วง มังคุด กัลย ะพรวัว หมากร ลองกอง เงาะ กาแฟ โกโก้ ชิง ดีปลี ว่านต่าง ๆ ต้นทองหลางซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่ว โดยแต่ละชนิดจะผสมผสานอยู่ในระบบ ชนิดใดที่ต้องการแสงแดดมาก พุ่มไม้ไม่หนาทึบ เช่น หมากร และมะพรวัวจะอยู่ส่วนบน ลดลงมากก็จะเป็นไม้ที่มีพุ่มหนา เช่น มะม่วง ทุเรียน มังคุด กัลย ฯลฯ ลดลงมาจากระดับกลางก็จะเป็นไม้ที่ต้องการร่มเงา เช่น กาแฟ โกโก้ ชา ฯลฯ ส่วนที่ต่ำลงอีกและต้องการแสงแดดไม่มาก เช่น ชิง ว่านต่าง ๆ

5) ระบบการปลูกพืชแบบราทูน (Ratoon Cropping) หมายถึง การใช้พืชที่สามารถจะยื้อระยะเวลาของการให้ผลผลิตได้มากกว่าหนึ่งฤดูกาลโดยไม่ต้องมีการปลูกใหม่ เช่น ใช้วิธีการตัดให้เหลือตอซึ่งจะแตกกิ่งก้านและให้ผลได้ใหม่ เช่น ฝ้าย อ้อย ละหุ่ง เป็นต้น

2.1.2 ระบบการปลูกพืช

โดยทั่วไปสามารถแบ่งระบบการปลูกพืชได้ดังนี้

2.1.2.1 ระบบการปลูกพืชเชิงเดี่ยว (Single cropping)

อภิพรณ พุกภักดี (2528) ได้กล่าวถึงการปลูกพืชเชิงเดี่ยว (Single cropping) ว่าเป็นการปลูกพืชหลักชนิดเดียวหรือปลูกพืชชนิดเดียวตลอดพื้นที่แปลงใดแปลงหนึ่งและมีช่วงปล่อยพื้นที่ว่างเปล่า เช่น การปลูกข้าวได้เพียงครั้งเดียวในเวลา 1 ปี

2.1.2.2 ระบบการปลูกพืชซ้ำ (Monoculture)

การปลูกพืชซ้ำ (Monoculture) เป็นการปลูกพืชชนิดเดียวกันมากกว่าหนึ่งครั้งในเวลาหนึ่งปี เช่น การปลูกข้าวโพด 2 ครั้ง ในรอบ 1 ปี

2.1.2.3 ระบบการปลูกพืชร่วม (Intercropping)

ศักดิ์ดา สุขวิบูลย์ และประพัฒน์ พวงรินทร์ (2537) ได้กล่าวถึงการปลูกพืชร่วม (Intercropping) เป็นการปลูกพืชตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปบนพื้นที่ในเวลาเดียวกัน โดยทำการปลูกพืชร่วมในระหว่างแถวของพืชแรกหรือพืชหลัก สำหรับเวลาที่ปลูกพืชที่สองอาจปลูกพร้อมกับพืชหลักหรือหลังเล็กน้อยก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชแรกหรือพืชหลัก จำนวนแถวของพืชรองไม่

จำเป็นต้องอยู่ในลักษณะพืชหลักแถวหนึ่งสลับกับพืชรองอีกแถวหนึ่งก็ได้ เกษตรกรอาจปลูกพืชแซมมากกว่าหนึ่งแถวสลับกับพืชหลักก็ได้ เช่น การปลูกถั่วลิสง 2 แถวหรือถั่วเขียว 2 แถวแซมในระหว่างแถวมันสำปะหลัง

2.1.2.4 ระบบการปลูกพืชแบบเหลื่อมฤดู หรือรับช่วง (Relay Cropping)

วิชัย สุวรรณเกิด และดิเรก เทพาพิพย์ (2534) ระบบการปลูกพืชแบบเหลื่อมฤดู หรือรับช่วง (Relay Cropping) เป็นการปลูกพืชต่อเนื่องคาบเกี่ยวกัน โดยการปลูกพืชที่สอง (relay crop) ระหว่างแถวของพืชแรก (first crop) ในขณะที่ให้ผลผลิตแล้วแต่ยังไม่แก่เต็มที่ ส่วนใหญ่การปลูกพืชเหลื่อมฤดูนี้จะไม่มีการไถพรวนหรือเตรียมดิน การปลูกพืชเหลื่อมฤดูก็เพื่อต้องการใช้ความชื้น และปุ๋ยที่ต้องค้างอยู่ในดิน ขณะที่พืชแรกรอการเก็บเกี่ยวให้เป็นประโยชน์กับพืชที่จะปลูกต่อมาให้ทันกับฤดูกาล นอกจากนี้พืชแรกยังเปรียบเสมือนพืชพี่เลี้ยงให้กับพืชที่ปลูกตามมา

2.1.2.5 ระบบการปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour cultivation)

สิทธิลาภ วสุวัต (2535) ได้กล่าวถึงระบบการปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour cultivation) เป็นการปลูกพืชขนานไปตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ ปกติแล้วจะต้องมีการไถพรวนดินตามแนวระดับด้วย เพื่อจะได้ปลูกพืชตามแนวระดับได้สะดวกและมีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำ

พงศ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ (2531) ได้กล่าวถึงระบบการปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour cultivation) ว่าเป็นการไถพรวน หว่าน ปลูก เก็บเกี่ยวพืชขนานไปตามแนวระดับเดียวกันตามความลาดเทของพื้นที่ ปกติแล้วจะต้องมีการไถพรวนดินตามแนวระดับด้วยเพื่อจะได้ปลูกพืชตามแนวระดับได้สะดวก และมีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำ

จินดา จันทรอ่อน และดำริ ถาวรมาศ (2521) ได้กล่าวถึงระบบการปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour cultivation) ว่าวิธีการนี้อาจกระทำได้ทั้งในรูปแบบของการปลูกพืชเป็นแถวเป็นแนว หรือการปลูกผสมไม่เป็นแถวก็ได้ แต่หลักการสำคัญ คือ การปลูกพืชขนานกันไปตามแนวระดับ ขวางความลาดเทของพื้นที่ ปกติแล้วจะต้องมีการไถพรวนดินตามแนวระดับด้วยเพื่อจะได้ปลูกพืชตามแนวระดับได้สะดวก และมีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำ

2.1.2.6 ระบบการปลูกพืชหมุนเวียน (Rotation System)

นคร ณ ลำปาง (2527) ได้กล่าวถึงระบบการปลูกพืชหมุนเวียน (Rotation System) ว่าเป็นการปลูกพืช 2 ชนิด หรือมากกว่าหมุนเวียนลงบนพื้นที่เดียวกัน โดยมีการจัดลำดับพืชที่ปลูกอย่างมีระเบียบและพืชที่ปลูกจะต้องเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ นอกจากนี้ยังต้องเลือกใช้

ชนิดพืช พันธุ์พืชที่เหมาะสม และจัดเวลาปลูกที่ดีจึงจะให้ผลดีทั้งด้านผลผลิตและการอนุรักษ์ดินและน้ำ

2.1.2.7 ระบบการปลูกพืชไร่ระหว่างแถวไม้ยืนต้น (Alley cropping)

ชุมพล คนศิลป์ และประพัฒน์ พวงรินทร์ (2537) ให้นิยามระบบการปลูกพืชไร่ระหว่างแถว ไม้ยืนต้น (Alley cropping) คือ ระบบการปลูกพืชที่ใช้พืชหลักปลูกลงในพื้นที่ระหว่างแถวไม้ยืนต้น โดยทำการตัดต้นหรือลิดกิ่งใบของไม้ยืนต้นที่ทำการตัดจะมีผลต่อความเข้มของแสงที่จะส่องผ่านไปสู่พืชหลักที่ปลูก การปลูกไม้ยืนต้น เป็นแถว 2 ข้าง ของพื้นที่แนวรั้ว (hedge – row) กันไว้ทั้งสองข้าง นอกจากจะช่วยในการปรับปรุง บำรุง พื้นฟู และอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การสงวนรักษาความชื้นในดิน และป้องกันไม่ให้วัชพืชขึ้นแข่งขันกับพืชหลักในช่องถนนที่ปลูก นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มผลผลิตให้แก่พืชหลักที่ปลูก

2.1.2.8 ระบบการปลูกพืชแบบราทูน (Ratoon cropping)

อภิพรณ พุกภักดี (2528) ได้กล่าวถึงระบบการปลูกพืชแบบราทูน (Ratoon cropping) ว่าเป็นการปลูกพืชที่สามารถให้ผลผลิตได้มากกว่าหนึ่งปีโดยไม่ต้องมีการปลูกใหม่ เพียงแต่มีการตัดแต่งกิ่ง หรือตัดต้นเก่าออกให้เหลือต้นตอหรือกิ่งเอาไว้เพื่อจะเจริญเป็นต้นใหม่ เช่น ฝ้าย อ้อย ข้าวฟ่าง สับปะรด เป็นต้น

2.1.2.9 ระบบการปลูกพืชแบบเกาะอาศัย (Parasitic)

สถาบันวิจัยการทำฟาร์ม (2532) ได้กล่าววาระบบการปลูกพืชแบบเกาะอาศัย (Parasitic) เป็นการปลูกพืชในลักษณะของพืชอิงอาศัย (เป็นพืชที่อาศัยพืชอื่นในการเกาะยึด) กับพืชยืนต้นอื่น ๆ ซึ่งมนุษย์อาจได้ประโยชน์จากพืชอิงอาศัยเพียงอย่างเดียว หรือทั้งสองชนิด เช่น พริกไทย พลู ตีป्ली ถั่วฝักยาว และมะระ เป็นต้น

2.2 องค์ประกอบของระบบการปลูกพืช

อรรถชัย จินตะเวช (2531) กล่าวว่าองค์ประกอบที่สำคัญที่เกี่ยวข้องในระบบการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรประกอบด้วยปัจจัยหลายประการ เช่น องค์ประกอบทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกันจำแนกตามปริมาณน้ำฝน ชุดดิน และภูมิอากาศ ทำให้สามารถตั้งประเด็นปัญหา และพิจารณาแนวทางการแก้ไขของแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันองค์ประกอบทางด้านชีวภาพ ได้แก่ ชนิดและพันธุ์พืชที่เกษตรกรทำการผลิต ฤดูกาลหรือระบบการปลูกพืชที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติในพื้นที่ และองค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมซึ่งมีปัจจัยที่นำมาประกอบการพิจารณา ได้แก่ แรงงานที่สามารถประกอบกิจกรรม

การเกษตร ทัศนคติ ความเชื่อทางศาสนา และสภาพสังคมในพื้นที่ การตัดสินใจประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ของเกษตรกร ที่ดิน ทุนทรัพย์ที่ใช้ในการผลิต โครงสร้างการกระจายผลผลิตในระดับต่าง ๆ โครงสร้างการตลาดและราคาผลผลิตสินค้าที่สำคัญ เป็นต้น

ดังนั้น การที่เกษตรกรจะสามารถเพิ่มผลผลิต และรายได้จากระบบปลูกพืชนั้น เกษตรกรต้องคำนึงถึงปัจจัยหลักทั้ง 4 ด้านอันได้แก่ ด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ ด้านเศรษฐกิจ และด้านสังคม จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ เพื่อนำมาซึ่งความเหมาะสมของระบบการปลูกในสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

2.2.1 องค์ประกอบทางด้านกายภาพ

2.2.1.1 ทรัพยากรธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับระบบการปลูกพืชเป็นอย่างไร ได้แก่ ที่ดิน และปุ๋ยธรรมชาติ ลักษณะดิน (Topography and Soil) แสงสว่าง และน้ำ เป็นต้น พื้นที่การเพาะปลูกใดก็ตามย่อมมีทรัพยากรต่าง ๆ ดังกล่าวเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ทั้งสิ้น ลักษณะของทรัพยากรธรรมชาติ ดังกล่าวจะอยู่ในลักษณะใดก็ตาม ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ตลอดจนไปถึงการลงทุนในระบบการปลูกพืชอีกด้วย พื้นที่เกษตรราบเรียบ (Flat Land) หรือพื้นที่เกษตรลาดชัน (Slopy Land) จะเกี่ยวข้องกับการให้น้ำ และการระบายน้ำ ตลอดจนการไถพรวน เป็นต้น ความอุดมสมบูรณ์ของดินย่อมเกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการในการปลูกพืช การให้ปุ๋ย และรวมทั้งการลงทุนในการปลูกพืชนั้น ๆ

ในระบบการปลูกพืชนั้น น้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สุด และเป็นสิ่งที่กำหนดประเภทของระบบการปลูกพืชในบริเวณของประเทศต่าง ๆ ที่มีการปลูกพืชเหลือมฤตอยู่เสมอในบริเวณที่มีการให้น้ำชลประทานนั้นพืชที่ปลูกในระบบสมควรที่จะให้ผลผลิตสูง และขายได้ราคาดีในท้องตลาด เพื่อให้คุ้มกับการให้น้ำชลประทาน และแรงงานที่ให้กับพืชนั้น ๆ และเกษตรกรสามารถที่จะเร่งการเจริญเติบโตโดยการบำรุงรักษา และการให้ปุ๋ย เป็นต้น (จตุกร ศรีดิษฐ์, 2539)

ส่วนระบบการปลูกพืชที่อาศัยน้ำฝน (Rainfed Cropping System) เพียงอย่างเดียว นั้น มุ่งหวังที่จะมีการปลูกพืชเพื่อเสริมรายได้จากพืชหลัก (Base Crop) ในขณะเดียวกันก็มุ่งให้เกิดประโยชน์ จากการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพควบคุมโรค วัชพืช และแมลงโดยการปลูกพืชหมุนเวียนและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการปลูกพืชตระกูลถั่วมากกว่าการเพิ่มผลผลิต และรายได้อย่างมากมาย (อภิพรพรณ พุกภักดี, 2528)

2.2.1.2 ลักษณะของพื้นที่และข้อจำกัดของการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสำหรับทิศทางการตลาดเขา มีอิทธิพลต่อการรับแสงแดดของพืช เพราะตามปกติตลาดเขาที่ได้รับแสงแดดมาก จะเหมาะสมต่อการเพาะปลูกมากกว่าตลาดเขาที่ได้รับแสงแดดน้อย (สมเจตน์ จันทวัฒน์, 2524)

2.2.2 องค์ประกอบทางด้านชีวภาพ

2.2.2.1 ชนิดพืช และพันธุ์พืช ที่เกษตรกรเพาะปลูกได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมทางด้านกายภาพและผันแปรตามสภาพเศรษฐกิจ เช่น ในบริเวณภาคใต้มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี และมีดินค่อนข้างดี เกษตรกรจะตัดสินใจปลูกยางพาราเป็นพืชหลัก ขณะที่ทางฝั่งต้นเด็กลงจะปลูกพืชอายุสั้นแซมระหว่างแถวยาง เพื่อเป็นรายได้เสริมก่อนที่จะได้ผล สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายตัวของฝนไม่แน่นอน แม้ว่าปริมาณฝนรวมทั้งปีจะไม่แตกต่างจากภาคอื่น ๆ สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ บางแห่งดินเค็มเกษตรกรต้องพิจารณาปลูกพืชไร่ในที่ดอนที่ทนต่อความแห้งแล้ง ได้แก่ มันสำปะหลัง ปอ และมะม่วงหิมพานต์ ส่วนในบริเวณที่ลุ่มสามารถกักเก็บน้ำได้ดีจะปลูกข้าวเหนียวไว้บริโภคในครัวเรือน ในภาคเหนือมีลักษณะภูมิประเทศเป็นป่า และภูเขาสูง มีพื้นที่ราบสำหรับการเพาะปลูกน้อย แต่เนื่องจากลักษณะภูมิอากาศเอื้ออำนวย คือ มีน้ำและความชื้นสูง ผลผลิตที่ได้จากพืชจึงมีมาก บริเวณภาคกลางของประเทศไทยซึ่งเป็นเขตชลประทานที่ค่อนข้างสมบูรณ์ จึงเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญของประเทศมีการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องตลอดปี (ศักดิ์ชัย วัฒนศรีรังกุล, 2542)

2.2.3 องค์ประกอบทางด้านเศรษฐกิจ

2.2.3.1 แรงงาน หมายถึง การใช้กำลังกายเข้าทำงานเพื่อแลกกับเงิน หรือสินค้าอย่างอื่น แล้วแต่จะตกลงกันระหว่างผู้จ้างและผู้ถูกจ้าง แรงงานที่ใช้ในระบบการปลูกพืชมีหลายประเภท คือ แรงงานที่ไม่ได้จ่ายเป็นตัวเงิน เช่น แรงงานคนในครอบครัว ฯลฯ และแรงงานจ้างซึ่งแบ่งออกเป็นจ้างตลอดปี การจ้างเป็นบางฤดูหรือเป็นครั้งคราว แรงงานเป็นปัจจัยสำคัญในการบ่งชี้จำนวนกิจกรรมที่เกษตรกรในพื้นที่จะสามารถดำเนินการได้ ดังนั้น ขนาดของไร่นาของระบบเกษตรจึงพิจารณาจาก จำนวนของแรงงาน คุณภาพแรงงาน และการนำแรงงานที่มีอยู่มาใช้ (ศักดิ์ชัย วัฒนศรีรังกุล, 2542)

2.2.3.2 ทุนที่ใช้ในการผลิต ทุน หมายถึง ปัจจัยการผลิตมีทั้งเป็นตัวเงินและไม่เป็นตัวเงิน เช่น พันธุ์พืช เครื่องมือเครื่องจักร อาคารโรงเรือน คลังสินค้า ทุนแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทุนประเภทคงทนถาวร ได้แก่ อาคาร โรงเรือนเก็บผลผลิต รั้ว เครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตที่คงทน ทุนประเภทนี้รวมทั้งแทรกเตอร์ จอบเสียม และเครื่องสูบน้ำ ทุนประเภทใช้หมุนเวียน ได้แก่ พืชที่คงเหลือในไร่นา รวมทั้งเมล็ดพืช อาหารสัตว์ ยาฆ่าแมลง น้ำมันเชื้อเพลิง และเงินที่นำไปใช้จ่ายในการดำเนินงานเพื่อซื้อปัจจัยการผลิตหรือ จ่ายค่าจ้างแรงงาน เมื่อใดก็ตามที่มีการใช้ทุนอย่างเหมาะสม ความต้องการแรงงานก็จะน้อยลง เพราะทุนส่วนมากจะอยู่ในรูปเครื่องจักร เครื่องมือที่ช่วยประหยัดแรงงาน แต่ถ้าที่ใดใช้ทุนระดับต่ำ เครื่องมือประเภทพื้นเมืองอย่างง่าย ๆ

ความต้องการแรงงานก็มีมาก ในระบบเกษตรแบบผสมผสานเกษตรกรนั้นไม่แน่นอนมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ควรเน้นการใช้แรงงานในครัวเรือนให้มากที่สุดและพัฒนาไร่นาอย่างเป็นขั้นตอน (ศักดิ์ชัย วัฒนศิริรังกุล, 2542)

2.2.3.3 ตลาดการผลิตในระบบการปลูกพืชนั้น เกษตรกรต้องจัดการตลาดในท้องถิ่นให้เหมาะสม ไม่เช่นนั้นแล้วแม้ว่าผลผลิตมีคุณภาพดีเพียงใดก็อาจไม่เกิดประโยชน์ เนื่องจากไม่มีตลาดรองรับผลผลิต เกษตรกรต้องการความมั่นใจว่าจะสามารถขายผลผลิตหมดและได้ราคาสูงเพียงพอที่จะทดแทนต้นทุนการผลิต ภาวะราคาสินค้าเกษตรมีความเคลื่อนไหวตลอดเวลา เกษตรกรติดตามภาวะตลาดไม่ทัน ทำให้เกิดปัญหาผลผลิตสินค้าไม่ตรงกับความต้องการของตลาด นอกจากนั้นเกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาการกดราคาจากพ่อค้าคนกลางที่ไปรับซื้อผลผลิตในท้องถิ่นด้วย ระบบตลาดของสินค้าเกษตรกรรมที่หลากหลายรูปแบบ คือ

1) เกษตรกรขายผลผลิตให้แก่ผู้บริโภคโดยตรง จะพบในตลาดซื้อขายขนาดเล็ก ผลผลิตของเกษตรกรมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นการเกษตรแบบยังชีพซึ่งเป็นระบบการตลาดที่ค่อนข้างล้าหลัง

2) เกษตรกรขายผลผลิตให้แก่พ่อค้าคนกลาง เป็นระบบตลาดที่ขยายตัวขึ้นจากแบบที่หนึ่ง เกษตรกรมีผลผลิตมากขึ้นแต่ยังไม่มากพอที่จะหาตลาดได้ด้วยตนเอง จึงขายผลผลิตให้แก่พ่อค้าคนกลาง ซึ่งทำหน้าที่รวบรวมผลผลิตจากไร่นาในท้องถิ่นไปจำหน่ายให้แก่ตลาดอีกทอดหนึ่ง

3) เกษตรกรขายผลผลิตผ่านการดำเนินงานของสหกรณ์ เป็นระบบตลาดที่เกษตรกรรวมตัวกันเป็นสหกรณ์ และขายผลผลิตของตนผ่านการดำเนินงานของสหกรณ์เพื่อตัดปัญหาการกดราคาของพ่อค้าคนกลาง

4) เกษตรกรขายผลผลิตแบบมีสัญญาซื้อขายล่วงหน้าก่อนการผลิตเป็นระบบการตลาดที่ก้าวหน้ามากที่สุด โดยเกษตรกรผู้ผลิตจะทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับโรงงานอุตสาหกรรมผลิตอาหารหรือหน่วยงานธุรกิจที่ซื้อขายสินค้าเกษตรกรรม ก่อนที่จะลงมือผลิตพืชผลหรือสัตว์ชนิดหนึ่งชนิดใด การตลาดแบบนี้เป็นผลดีแก่เกษตรกรโดยที่เกษตรกรสามารถทราบล่วงหน้า จะจำหน่ายผลผลิตของตนได้ในราคาเท่าใด และในปริมาณมากน้อยเพียงใด

5) เกษตรกรขายผลผลิตให้แก่รัฐบาล เป็นระบบการตลาดซึ่งเกษตรกรขายผลผลิตของตนให้แก่หน่วยงานของรัฐบาลที่ตั้งขึ้น เพื่อทำหน้าที่ซื้อ/ขาย หรือแจกจ่ายผลผลิตด้านการเกษตรภายในประเทศหรือต่างประเทศ (ศักดิ์ชัย วัฒนศิริรังกุล, 2542)

2.2.4 องค์ประกอบทางด้านสังคม

2.2.4.1 ระบบการถือครองที่ดิน ที่ดินเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญสำหรับการเกษตร ในระบบเกษตรจะต้องพิจารณาจัดสรรทรัพยากรที่ดินที่มีอยู่ สำหรับหาแนวทางในการลดขนาดการผลิตที่ทำอยู่ก่อน แล้วเพิ่มกิจกรรมการผลิตอื่นที่เกื้อหนุนเข้าไปเสริมเพื่อให้สอดคล้องกับขนาดที่ดินที่มีอยู่ นอกจากนี้ยังคำนึงกรรมสิทธิ์การถือครองที่ดินด้วย ระบบการถือครองที่ดินในปัจจุบันสามารถจำแนกได้ 5 แบบ คือ

- 1) การถือครองที่ดินเป็นกรรมสิทธิ์ของเกษตรกร โดยเกษตรกรจะมีกรรมสิทธิ์ในที่ดินของตนเองอย่างเต็มที่ ในฐานะเป็นทรัพย์สินส่วนบุคคลอย่างหนึ่ง ซึ่งจะซื้อขายหรือโอนที่ดินให้แก่ผู้อื่นก็ได้
- 2) การถือครองที่ดินโดยเกษตรกรเป็นผู้เช่า เกษตรกรจะเช่าที่ดินทำกินจากผู้อื่นและให้ผลตอบแทนแก่เจ้าของที่ดินในรูปของค่าเช่า ซึ่งอาจจะเป็นเงินสดผลผลิตหรือแรงงาน สุดแล้วแต่จะตกลงกัน
- 3) การถือครองที่ดินเป็นกรรมสิทธิ์ของบริษัทที่ดำเนินธุรกิจในการเกษตร มักพบในประเทศที่มีการเกษตรแบบไร่นาขนาดใหญ่ ซึ่งมีการลงทุนในรูปของบริษัท แทนที่จะเป็นการดำเนินการของเกษตรกรรายย่อย
- 4) การถือครองที่ดินเป็นกรรมสิทธิ์รวมของชุมชนเป็นวิธีการถือครองที่ดิน โดยเกษตรกรซึ่งเป็นสมาชิกของชุมชนถือกรรมสิทธิ์ร่วมกันในที่ดินทำกินเกษตรกรจะได้รับการจัดสรรให้ใช้ประโยชน์จากที่ดินตามเงื่อนไข และข้อตกลงที่ปฏิบัติกันในชุมชนนั้น ๆ ไม่มีสิทธิ์ที่จะนำที่ดินไปจำหน่ายหรือโอนให้แก่ผู้อื่นโดยพลการ
- 5) การถือครองที่ดินเป็นกรรมสิทธิ์ของรัฐ รัฐเป็นผู้ถือครองกรรมสิทธิ์ซึ่งรัฐอาจจะเข้าทำการเกษตรในที่ดินนั้น หรืออนุญาตให้ราษฎรเข้าทำกินตามเงื่อนไขที่วางไว้ก็ได้ (ศักดิ์ชัย วัฒนศรีวังกุล, 2542)

2.2.4.2 ศาสนาและวัฒนธรรม เกษตรกรไทยส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ มีบางส่วนที่นับศาสนาอื่น ๆ ดังนั้น ในแต่ละชุมชนที่นับถือศาสนาต่างกันก็จะมีวิถีชีวิตและวัฒนธรรมแตกต่างกันไป ส่งผลให้การพัฒนาระบบเกษตรแตกต่างกัน (ศักดิ์ชัย วัฒนศรีวังกุล, 2542)

2.2.4.3 สิ่งอำนวยความสะดวกของรัฐ ได้แก่ถนน ไฟฟ้า ฯลฯ ไร่นาที่มีถนนผ่านและมีไฟฟ้าเข้าถึงจึงจะมีต้นทุนการผลิตในการขนส่งสินค้าเกษตรต่ำ และสินค้ามีการบอบช้ำน้อยกว่า นอกจากนี้การให้ความช่วยเหลือเกษตรกรในรูปแบบงานบริการด้านส่งเสริมและการสนับสนุนของรัฐก็มีส่วนสนับสนุนการผลิตของเกษตรกรเป็นอย่างมาก (ศักดิ์ชัย วัฒนศรีวังกุล, 2542)

2.3 การใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเกษตรในการเลือกปลูกพืช

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอุตุนิยมวิทยาเกษตร หมายถึง วิชาการศึกษาถึงการศึกษาถึงอนาคตกาล เพื่อการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ หรือการคาดการณ์เกี่ยวกับฤดูกาล เพื่อการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์

Vitkevich (1961) อ้างถึงใน ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอุตุนิยมวิทยาเกษตร เป็นวิทยาศาสตร์ว่าด้วยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์ รวมไปถึงการศึกษาขบวนการที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม การใช้ประโยชน์และอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านั้นที่มีต่อการเกษตร การปลูกพืช เลี้ยงสัตว์

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าการศึกษาวิชาอุตุนิยมวิทยาเกษตรนั้น ต้องศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของสภาพแวดล้อมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องอยู่กับการเจริญเติบโต ความคงอยู่ของพืชและสัตว์ในโลกนี้ สภาพแวดล้อมต่าง ๆ นี้หมายถึง ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่มีอยู่ในบรรยากาศ รวมไปถึงการศึกษาแหล่งกำเนิดของพลังงาน ความสมดุลของพลังงาน การได้มาหรือสูญเสียไปซึ่งพลังงานของโลกเรา รวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อสภาพแวดล้อม หรือตัวกำหนดขอบเขตของสภาพแวดล้อมนั้น

สุรัชย์ หมื่นสังข์ (2537) กล่าวว่าทำการเกษตรกรรมสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงนอกจากวิธีการปลูก ระบบการปลูกแล้วยังต้องพิจารณาถึงข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของเขตการปลูกนั้น ๆ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการปลูกพืชซึ่งจะต้องได้รับการประเมินอย่างถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อเลือกชนิดของพืชและระบบการปลูกพืชอย่างเหมาะสม ในการวางแผนผู้วางแผนจะต้องนำข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยามาประกอบด้วย เช่นเดียวกับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่เป็นตัวจำกัดในการผลิต ได้แก่ ฝน (ปริมาณ และการกระจายตัว) และปริมาณความชื้นของดิน (Soil moisture) ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญทางอุตุนิยมวิทยาประการแรกที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกชนิดพืชที่ปลูกในพื้นที่ เนื่องจากพืชที่ปลูกมีความต้องการน้ำ และอุณหภูมิ รวมทั้งความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตไม่เหมือนกัน ซึ่งในส่วนต่าง ๆ ทั่วทุกภาคของประเทศไทยก็มีการกระจายของฝนและอุณหภูมิไม่เหมือนกัน

สิทธิพร สุขเกษม (2536) และวันเพ็ญ สุรฤกษ์ (2538) กล่าวว่าองค์ประกอบอุตุนิยมวิทยาที่มีบทบาทสำคัญต่อการเกษตร ได้แก่ รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้น ลม หยาดน้ำฟ้า น้ำระเหย ฯลฯ องค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าว มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์มาก การเติบโต การเจริญ การให้ผลผลิตสูงตลอดจนคุณภาพผลผลิตทางการเกษตรมีความเกี่ยวพันกับความพอเหมาะขององค์ประกอบอุตุนิยมวิทยาหลาย ๆ อย่างผสมผสานเข้าด้วยกัน ตัว

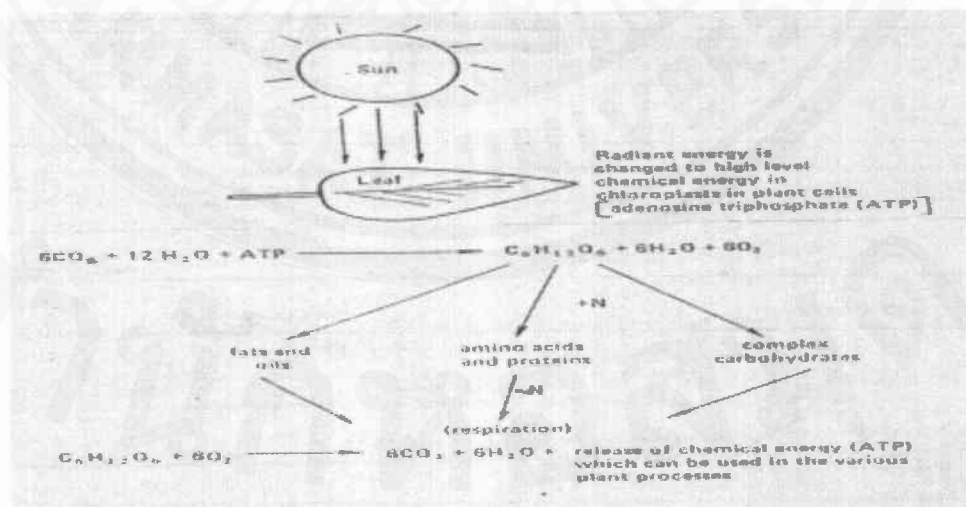
แปรเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ต่อกันต่อขีดความเจริญสูงสุดหรือในทางตรงข้ามคือขีดจำกัดของพืชแต่ละประเภท ฉะนั้น ถ้าสามารถเลือกปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ที่สัมพันธ์หรือเหมาะสมสูงสุดกับลักษณะสัมพันธ์กับลมฟ้าอากาศดังกล่าว นอกจากพืชและสัตว์จะเจริญเติบโตได้สูงสุดแล้ว ยังเป็นการช่วยรักษาดุลของธรรมชาติ และช่วยรักษาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ผู้ได้รับผลประโยชน์ทั้งโดยตรงและโดยอ้อมด้วย

2.3.1 วัฏจักรชีวิตพืช

แสงเป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตบนโลก ในส่วนของพืชมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง การออกดอก (Flowering) ของพืชโดยเฉพาะช่วงแสง พืชแต่ละชนิดต้องการช่วงแสงในการออกดอกไม่เท่ากันจึงมีการจำแนกพืชโดยอาศัยช่วงแสงวิกฤติ (Critical day length) เป็นตัวจำแนก ได้แก่ พืชวันสั้น (Short day plant) เช่น ถั่วเหลือง ยาสูบ ฯลฯ ต้องการช่วงแสงสั้นกว่าช่วงแสงวิกฤติจึงจะออกดอก พืชวันยาว (Long day plant) ได้แก่ ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ต้องการช่วงแสงยาวกว่าช่วงแสงวิกฤติจึงจะออกดอก อีกกลุ่มจะออกดอกตามอายุช่วงแสงไม่ผลต่อการออกดอก (day neutral plant) เช่น มะเขือเทศ แตงกวา (<http://academic.lpc.rit.ac.th/crop/index.php>, 2548)

2.3.1.1 กระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืช

เมื่อพืชดูดรับแสงไว้ก็จะทำการเปลี่ยนพลังงานแสงที่เป็นพลังงานทางกายภาพเป็นพลังงานทางเคมีที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้



ภาพที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนพลังงานกายภาพเป็นพลังงานเคมีของพืช

ที่มา : (<http://academic.lpc.rit.ac.th/crop/index.php>, 2548)

ขบวนการทางชีวเคมีในต้นพืชได้แก่ สังเคราะห์แสง การหายใจ การคายน้ำ การออกดอกการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) จะเกิดกับพืชที่มีสีเขียว มีคลอโรฟิลล์ และเกิดในช่วงที่มีแสงเท่านั้นเกิดใน chloroplast ของเซลล์พืชมี 2 ขั้นตอน

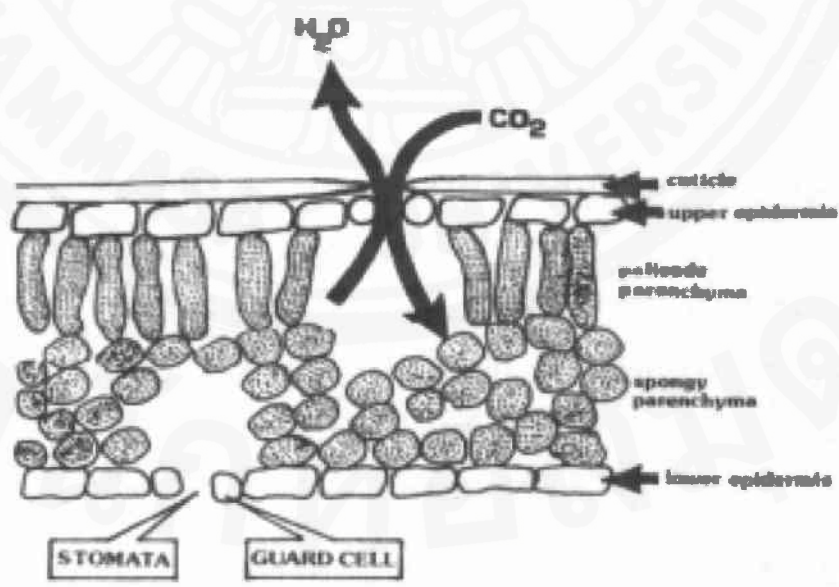
1) Light reaction เป็นขบวนการแยกโมเลกุลของน้ำ โดยแสงที่พืชดูดซับไว้ให้ ออกซิเจนและไฮโดรเจน และไฮโดรเจนไปอยู่ในรูปของ ATP และ NADPH

หน้าที่ของ ATP ก็คือช่วยทำให้ปฏิกิริยาเกิดจากสารตั้งต้น (reactant) ไปเป็น ผลิตภัณฑ์ (product) ได้ดี เพราะ ATP จะแตกเป็น ADP + Pi ปล่อยพลังงานอิสระเพื่อใช้ในการทำพันธะโควาเลนต์ที่มีความเสถียร

NADPH ซึ่งได้มาจากการรีดักชันของ NADP^+ โดยอิเล็กตรอนของระบบแสง จะทำหน้าที่ที่ดีในการรีดิวซ์สารช่วงกลางๆ ในวัฏจักรคัลวิน

จึงสรุปได้ว่า พลังงานของแสงถูกใช้ผ่าน ATP และ NADPH ในการสังเคราะห์สารขนาดใหญ่ขึ้น จากสารตัวเล็กๆ คือ CO_2 และ น้ำ โดยกลไกการรีดิวซ์โดย NADPH และการให้พลังงานอิสระต่อปฏิกิริยาโดยATP (<http://www.il.mahidol.ac.th/course/photosyn/chapter31.htm>, 2549)

2) Dark reaction เป็นขั้นตอนที่คาร์บอนไดออกไซด์ จะถูกพืชดูดซึมเข้าทางปากใบ (Stomata)

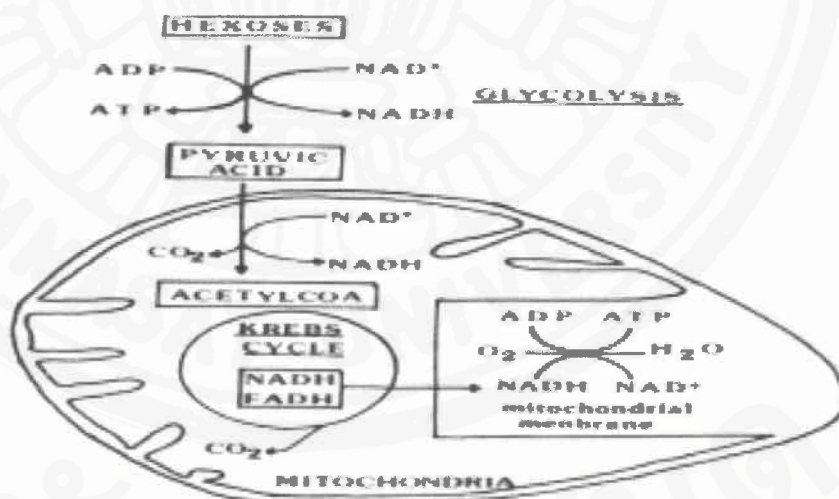


ภาพที่ 2.2 แสดงปากใบของพืชทางเข้าของก๊าซและน้ำ
ที่มา : (<http://academic.lpc.rit.ac.th/crop/index.php>, 2548)

พืชจะสังเคราะห์อาหารได้แบ่งหรือน้ำตาล (Calvin 's Cycle) บางทีเรียกว่า C3 หรือ C4 Pathway ขึ้นกับชนิดของพืชว่ามีสารเริ่มต้นในปฏิกิริยาเป็น phosphoglyceric acid(มีคาร์บอน 3 อะตอม) หรือ oxaloacetic acid (มีคาร์บอน 4 อะตอม) พืชทั่วไปจะมีการสังเคราะห์แบบ C4 Pathway ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่า C3 Pathway การหายใจ (Respiration) เป็นการให้ออกซิเจนเผาผลาญสารอาหารที่สังเคราะห์ได้เช่นแบ่งหรือน้ำตาลให้พลังงานออกมาเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของพืชมีอยู่ 3 ขั้นตอน

1) Glycolysis เกิดใน cytoplasm เป็นการเปลี่ยน glucose เป็น pyruvic acid (3C) ในขั้นนี้ยังไม่ให้ออกซิเจน จะได้ NADH และ ATP ออกมา และ pyruvic acid จะถูก oxidized โดย ออกซิเจน เปลี่ยนรูปไปเป็น Acetyl coA(2 C) ทำให้ได้ คาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล

2) Kreb 's cycle เกิดใน mitochondria Acetyl coA ที่ได้เข้าสู่ Kreb's cycle จะมีการให้ออกซิเจนและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาและมีการสร้าง ATP, NADH ขึ้นมา ซึ่งจะนำไปใช้ในขบวนการทางชีวเคมีในพืชต่อไป



ภาพที่ 2.3 แสดงการหายใจของพืช

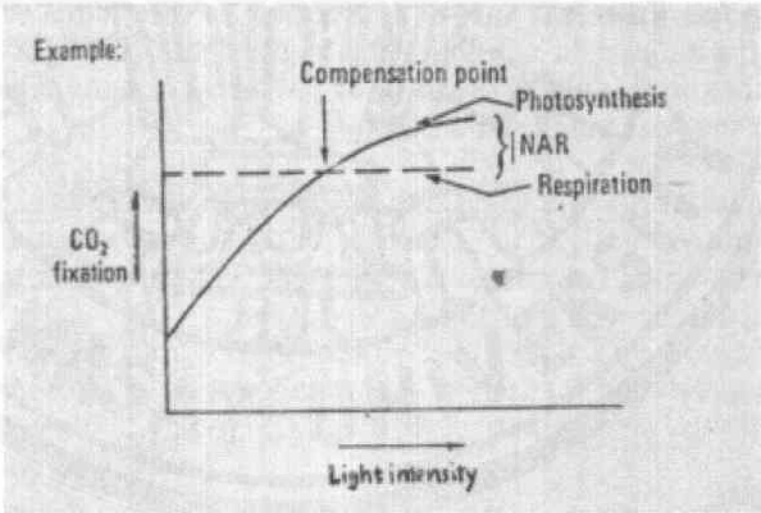
3) Electron transport เกิดใน membrane ชั้นในของ mitochondria โดยการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนไปรวมกับออกซิเจน ได้น้ำออกมาเกิดควบคู่ไปกับการเพิ่มโมเลกุลของไนทรียฟอสเฟต ไปสู่ ADP ทำให้มีการสร้าง ATP เพิ่มขึ้น (<http://academic.lpc.rit.ac.th/crop/index.php>, 2548)

ตารางที่ 2.1 ข้อแตกต่างของการสังเคราะห์และกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นพลังงาน

การสังเคราะห์แสง	กระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นพลังงาน
1. เกิดในเซลล์สีเขียว	1. เกิดในเซลล์ที่มีชีวิต
2. ต้องการแสง	2. เกิดขึ้นตลอดเวลา
3. ใช้คาร์บอนไดออกไซด์	3. ใช้ออกซิเจน และแป้งหรือน้ำตาล
4. ให้ออกซิเจน	4. ให้คาร์บอนไดออกไซด์
5. เพิ่มน้ำหนักพืช	5. น้ำหนักพืชลดลง

ที่มา : (<http://academic.lpc.rit.ac.th/crop/index.php>, 2548)

อาหารที่สังเคราะห์ได้เหลือ (NAR) จากที่ใช้ไปในกระบวนการหายใจ พืชจะนำไปเก็บสะสมยัง แหล่งเก็บอาหาร



ภาพที่ 2.4 แสดงการสังเคราะห์แสง การหายใจ และอาหารที่เหลือเก็บ

ผลผลิตที่ได้มีสองลักษณะได้แก่ผลผลิตทางชีววิทยา (Biological yields) เป็นน้ำหนักของพืชทั้งต้น อีกส่วนเป็นผลผลิตส่วนที่นำไปขาย (Commercial yields) เช่น ผล หรือ เมล็ด (<http://academic.lpc.rit.ac.th/crop/index.php>, 2548)

วิเศษฐ์ รัศมีทัต (2521) อ้างถึงโนวันเพ็ญ สุรฤกษ์ (2538) กล่าวว่า การสังเคราะห์แสงเป็นการสร้างอาหารของพืชโดยคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำผสมกัน แล้วทำปฏิกิริยา

ทางเคมีเกิดเป็นแป้ง น้ำตาล กับออกซิเจน พืชคายออกซิเจนที่เกิดขึ้นออกทางใบ ในการสังเคราะห์แสงนั้นอาหารพืชที่ถูกสร้างขึ้นก่อน คือ น้ำตาลกลูโคส หรือฟรักโตสแต่ส่วนมากจะเปลี่ยนเป็นแป้งไปอย่างรวดเร็ว และการปรุงอาหารของพืชจะมากหรือน้อยช้าหรือเร็วเพียงไร ย่อมขึ้นกับสิ่งแวดล้อม และความสามารถของรากในการดูดน้ำ ความเข้มของแสง การระเหยของน้ำ พืชและสัตว์แข็งแรงและเติบโต ขยายพันธุ์การเติบโตของแมลง และอินทรีย์วัตถุเน่าเปื่อยผุพังเร็วขึ้นเป็นสำคัญ

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าพืชใช้ประโยชน์ของพลังงานสุริยรังสีประมาณ 3 % ของพลังงานรังสีทั้งหมดที่มาถึงพื้นโลกเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง พลังงานรังสีที่กักเก็บไว้เป็นจำนวนมากและสะสมไว้เป็นเวลานาน อยู่ในรูปของถ่านหินและน้ำมัน และพลังงานในรูปของไบโอแมส (biomass) เหล่านี้เป็นต้น

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าแสงอาทิตย์ที่โลกได้รับนั้นส่วนใหญ่มิจะมีผลทำให้เกิดพลังงานความร้อน (Heat energy) ให้แก่โลกของเรา แต่สิ่งมีชีวิตและแสงแดด Solar radiation นี้บางคลื่นจะมีผลโดยตรงต่อพืช ในขบวนการสังเคราะห์แสง (Photochemical transformation) บางคลื่นเมื่อพืชได้รับแล้วจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนองขึ้นภายในต้นพืช ซึ่งเรียกปฏิกิริยาส่วนนี้ว่า Light reaction คือ มีแสงเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาขึ้น

แสงที่พืชนำไปใช้ในขบวนการ Light reaction นี้เมื่อสิ้นสุดขบวนการแล้วจะถูกถ่ายทอดออกมาเป็นความร้อนและความร้อนนี้จะถูกนำไปใช้ในขบวนการต่อการ Light reaction process คือใช้ในขบวนการ Dark reaction

2.3.2 อุณหภูมิ

วันเพ็ญ สุรฤกษ์ (2538) กล่าวว่าอุณหภูมิ (Temperature) ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สัมพันธ์กับปัจจัยพลังงานแสงแดด และความเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ โดยทั่วไปแล้วพืชจะเริ่มเติบโตเมื่ออุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยประมาณ 6 องศาเซลเซียส ซึ่งเรียกว่าอุณหภูมิพื้นฐาน (threshold temperature)

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอุณหภูมิ หมายถึง ระดับความร้อนอันเกิดจากการกระทำของอนุ (Molecules) อุณหภูมิจะมีผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์และสัตว์ มีผลต่อความเจริญเติบโตของพืช อุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้พืชหรือสัตว์เจริญเติบโตได้ดี ทำให้การผลิพืชและสัตว์ผลิตได้สูง ทำให้พืชหรือสัตว์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยปกติสุข อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยสภาพดินฟ้าอากาศที่มีความสำคัญมากต่อการเกษตร

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าความสำคัญของอุณหภูมิอากาศที่มีต่อการเกษตรนั้น ทุก ๆ ขั้นตอนของการเจริญเติบโตของพืชต้องการอุณหภูมิอากาศในระดับต่าง ๆ กัน ในระยะแรกของการเจริญเติบโตของพืชทนหนาว ต้องการอุณหภูมิอากาศใกล้เคียงกับ 0 องศาเซลเซียส เมื่อพืชเริ่มเจริญเติบโต ต่อมาอุณหภูมิอากาศจะมีความเกี่ยวพันอย่างใกล้ชิดกับอัตราการเจริญเติบโตของพืช เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการเจริญเติบโตก็เพิ่มขึ้นตาม ทางตรงกันข้ามเมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำลง พืชจะเริ่มตาย

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอุณหภูมิที่มีอิทธิพลและเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรมนั้น แยกออกได้เป็น 3 ประเภท และแต่ละประเภทก็มีอิทธิพลมากน้อยแตกต่างกัน คือ

2.3.2.1 อุณหภูมิอากาศ (Air temperature)

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอุณหภูมิอากาศ มีอิทธิพลต่อการเกษตรมากที่สุด ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิอากาศจะมีอิทธิพลโดยตรงต่อพืช ต่อสัตว์ และรวมมาถึงความเป็นอยู่ของคนด้วย อุณหภูมิอากาศจะเป็นตัวควบคุมฤดูกาล ควบคุมการกระจายตัวของพืชและสัตว์ ความอยู่รอด ควบคุมฤดูกาลเพาะปลูก การแพร่พันธุ์ทั้งพืชและสัตว์ เช่น การปลูกผักหลายชนิดจะปลูกได้ดีเฉพาะในฤดูหนาว ซึ่งอากาศมีความหนาวเย็น อุณหภูมิต่ำ หรือการผสมพันธุ์ สัตว์บางชนิดก็ขึ้นอยู่กับฤดูกาล หรือเมล็ดพันธุ์บางชนิดจะออกได้จะต้องรับอุณหภูมิต่ำ ๆ เป็นเวลานาน เช่น Winter wheat จะต้องผ่านความหนาวเย็นตลอดฤดูหนาวในนาเมื่อสิ้นสุดฤดูหนาว (Frost season) เมล็ดข้าวสาลีนี้ถึงอก หรือพืชบางชนิดจะออกดอกก็ต่อเมื่อได้รับความหนาวเย็นนานพอสมควร จึงจะออกดอกได้ ซึ่งขบวนการที่ต้องผ่านความหนาวเย็นช่วงหนึ่งนี้ เราเรียกว่า Verbalization เป็นขบวนการที่พืชหลายชนิดต้องการ

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าบทบาทอีกอย่างหนึ่งของอุณหภูมิอากาศสูง คือ มีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม โดยปกติอัตราการหายใจของพืชเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้นซึ่งมากกว่าการสังเคราะห์แสง จึงทำให้ความสมดุลระหว่างสองกระบวนการดังกล่าวถูกระทบกระเทือน อาหารที่สำรองไว้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงหมดไปซึ่งจะนำไปสู่การตายของพืชได้

2.3.2.2 อุณหภูมิดิน (Soil temperature)

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอุณหภูมิดินมีความสำคัญน้อยกว่าอุณหภูมิอากาศ สาเหตุเนื่องจากอุณหภูมิดินจะไม่มีผลโดยตรงต่อคนและสัตว์ทั่ว ๆ ไป แต่จะมีผลโดยตรงต่อพืชที่ขึ้นอยู่บนดินนั้น สัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินและมีผลต่ออุณหภูมิอากาศ โดยที่พื้นดินได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ก็จะถ่ายออกมาสู่บรรยากาศติด ๆ ผิวดิน

อุณหภูมิของดินจะเพิ่มได้เนื่องจากพื้นดินได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์และจะค่อย ๆ เย็นลงหลังจากดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าไปแล้ว และอุณหภูมิดินระดับต่าง ๆ จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นได้แตกต่างกันในเวลากลางวัน

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าอุณหภูมิดินนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญยิ่งอันหนึ่งในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช พืชทุกชนิดต้องการปริมาณความร้อนในดินจำนวนหนึ่งเพื่อการเกิดดอกออกผล ถ้าปริมาณความร้อนในดินไม่พอเพียงพืชก็ไม่สามารถที่จะหาความร้อนจากที่ใดมาทดแทนได้ อิทธิพลของอุณหภูมิดินที่มีต่อพืชจึงเป็นสิ่งที่ต้องหลงเหลืออยู่ตลอดทั้งฤดูกาลเพาะปลูก

2.3.2.3 อุณหภูมิน้ำ (Water temperature)

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอุณหภูมิน้ำนั้นมีอิทธิพลต่อการเกษตรน้อยที่สุด โดยจะมีผลเพียงการรักษาสสมดุลของอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมเหนือผิวโลก และมีผลโดยตรงต่อพืชที่ขึ้นในน้ำ เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด จอก แหน บัวและสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยในน้ำนั้น

โดยทั่วไปแล้วน้ำจะมีอุณหภูมิก่อนข้างสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย และมีการกระจายความร้อนได้ดี ทั้งนี้เพราะน้ำเป็นของเหลวมีการเคลื่อนไหวถ่ายเทได้ดี ประกอบกับน้ำมีความร้อนจำเพาะสูง (Specific heat) จึงทำให้น้ำรักษาความร้อนไว้ได้นาน ดังจะเห็นได้จากน้ำในลำคลอง หนอง บึง ในฤดูหนาวแม้อุณหภูมิจะลดลงถึงจุดเยือกแข็งแต่น้ำก็ยังไมแข็งหรือแข็งก็เพียงเฉพาะผิวหน้าน้ำเท่านั้น

2.3.3 ความชื้น

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าความชื้น หมายถึงไอน้ำหรือน้ำที่รวมอยู่หรือผสมปะปนอยู่ในสาร สสารหรือวัตถุต่าง ๆ เช่น ความชื้นในอากาศ หมายถึง ไอน้ำที่ปนอยู่ในอากาศผสมปะปนอยู่กับก๊าซ ความชื้นของดิน หมายถึงไอน้ำ หรือน้ำที่มีอยู่ในดิน หรือความชื้นของต้นไม้ก็คือน้ำที่มีอยู่ในต้นไม้

ในด้านของสิ่งมีชีวิต ความชื้นนับว่ามีความสำคัญต่อชีวิตทุกชีวิตในโลก นับตั้งแต่สัตว์หรือพืชชั้นต่ำ จนถึงพืชหรือสัตว์ที่มีอวัยวะสลับซับซ้อน ความชื้นจะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของชีวิตโดยมีอยู่ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทุกชีวิตมากน้อยแตกต่างกัน ความชื้นในสิ่งมีชีวิตมีความจำเป็นสำหรับกระบวนการ Metabolism จำเป็นสำหรับกระบวนการหายใจ การคายน้ำ และการสังเคราะห์แสง ความชื้นมีผลทำให้ชีวิตมีความอ่อนไวในระดับกระเฉง

ความชื้นที่มีอิทธิพลต่อการเกษตรแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความชื้นในอากาศ (Air moisture) และความชื้นในดิน (Soil moisture)

2.3.3.1 ความชื้นของอากาศ (Air moisture หรือ Humidity)

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าในบรรยากาศของโลกประกอบด้วยก๊าซต่าง ๆ ผสมกันอยู่หลายชนิด น้ำก็เป็นส่วนประกอบของบรรยากาศด้วยโดยอยู่ในสถานะที่เป็นไอ ซึ่งเรียกว่า “ไอน้ำ” ไอน้ำในบรรยากาศนี้โดยปกติไม่สามารถเห็นด้วยตาเปล่า แต่บางสภาวะที่อุณหภูมิเปลี่ยนไป (ลดลง) ไอน้ำจะกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ เช่น น้ำค้าง เมฆ และหมอก เป็นต้น

วันเพ็ญ สุรฤกษ์ (2538) กล่าวว่าความชื้นของอากาศ (Air moisture หรือ humidity) คือ จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศซึ่งเพิ่มขึ้นโดยการระเหยของน้ำและการคายน้ำของพืช (Evapotranspiration) ความชื้นของอากาศมีส่วนสำคัญต่อความสบายของมนุษย์และสัตว์

1) อิทธิพลของความชื้นในอากาศที่มีต่อการเกษตร

Trewartha (1954) อ้างถึงในทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอิทธิพลของความชื้นในอากาศที่มีต่อการเกษตรสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1) ไอน้ำในอากาศจะมีผลต่อการเกิดเมฆ เกิดน้ำฟ้าอันเป็นผลจากการที่ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ และเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว ไอน้ำในอากาศจึงมีผลการเกิดฝนตก ทำให้พืชพรรณและสัตว์หายจากความแห้งแล้ง

1.2) เมื่อไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำไอน้ำจะถ่ายพลังงานความร้อนออกมาอย่างมากมาย จึงก่อให้เกิดพลังงานความร้อนอันยิ่งใหญ่ และมีผลต่อการเกิดการหมุนเวียนของบรรยากาศและจะมีผลต่อการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม

1.3) ไอน้ำในอากาศมีประโยชน์ต่อโลกในแง่ที่ว่า สามารถดูดซับพลังงานแสงแดดบางช่วงคลื่นโดยเฉพาะพวก Infrared ซึ่งเป็นคลื่นความร้อนทำให้โลกไม่ร้อนจัดจนเกินไป ดังจะเห็นได้จากในฤดูที่อากาศมีไอน้ำในอากาศน้อย ซึ่งจะรู้สึกว่าการแดดมีร้อนมาก

1.4) ไอน้ำในอากาศจะควบคุมอุณหภูมิของอากาศของโลก โดยจะป้องกันการสูญเสียความร้อนจากผิวโลกไป เนื่องจากการแผ่รังสี ดังนั้น ในเขตที่มีความชื้นในอากาศสูงของโลก อากาศระหว่างกลางวันและกลางคืนจึงไม่แตกต่างกันมาก เช่นในแถบทะเลจึงมีอากาศอบอุ่นสบายในฤดูหนาว

1.5) ไอน้ำในอากาศจะควบคุมการระเหยน้ำไปจากต้นพืช การระเหยน้ำจากดินหรือจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต

1.6) ไอน้ำในอากาศจะช่วยทำให้ผิวหนังคน สัตว์ พืช ชุ่มชื้นไม่เหี่ยวแห้ง

1.7) ไอน้ำในอากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอากาศ

2.3.3.2 ความชื้นของในดิน (Soil moisture)

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่า ความชื้นในดิน หมายถึง ปริมาณน้ำและไอน้ำที่มีอยู่ระหว่างช่องว่างของอนุภาคดิน (Soil pore) ในการวัดความชื้นของดินสามารถวัดได้ทั้งเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หรือโดยปริมาตรของดิน คือวัดออกมาเป็นอัตราส่วนของน้ำหนักต่อน้ำหนักของดินแห้ง หรือวัดปริมาตรน้ำที่ถูกดินเปียกหนึ่งหน่วยปริมาตรดูดซับไว้

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าความชื้นในดินมีความสำคัญยิ่งในการเจริญเติบโตของพืช นับตั้งแต่เริ่มออกจนกระทั่งแก่ตัวเต็มที่ เซลล์ที่มีชีวิตในต้นพืชจะดูดเอาความชื้นในดินเพื่อจะนำเอาอาหารธาตุมาเลี้ยงลำต้น และคายความชื้นออกทางปากใบเพื่อควบคุมอุณหภูมิในพืชให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต น้ำที่พืชได้จากดินและขับออกสู่บรรยากาศโดยกระบวนการคายน้ำทางใบ ในกรณีที่อัตราการดูดน้ำจากดินน้อยกว่าอัตราการคายน้ำ พืชจะเหี่ยวเฉาซึ่งเป็นเหตุให้พืชชะงักการเจริญเติบโต ถ้าความชื้นในอากาศสูงและอุณหภูมิที่ผิวใบต่ำลง อัตราการคายน้ำของพืชจะลดต่ำลง เมื่ออัตราการดูดน้ำจากดินมีค่ามากขึ้นพืชที่เหี่ยวเฉาก็กลับฟื้นคืนสู่ปรกติและเติบโตขึ้นอีก สภาพของภูมิอากาศจึงเป็นตัวกำหนดการใช้น้ำของพืชเกือบทั้งหมด พืชต้องการความชื้น ในดินมากในสภาวะที่ร้อน แห้งแล้ง และลมแรง แต่ในวันที่อากาศเย็น ลมสงบและชุ่มชื้น ความต้องการน้ำของพืชก็ลดน้อยลง

1) อิทธิพลของความชื้นในดินที่มีต่อการเกษตร

R. Geiger (1966) และ William และ Joseph (1970) อ้างถึงในทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอิทธิพลของความชื้นในดินที่มีต่อการเกษตรสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1.1) ควบคุมการระเหยน้ำของดิน
- 1.2) ควบคุมการระเหยน้ำและควบคุมอุณหภูมิภายในต้นพืช
- 1.3) ควบคุมการแพร่กระจาย และการหยั่งรากของพืช
- 1.4) ควบคุมปริมาณน้ำในต้นพืช
- 1.5) ความชื้นในดินจำเป็นต่อการงอกของเมล็ดพืชในดิน
- 1.6) ความชื้นในดินจะเป็นตัวทำลายธาตุอาหารในต้นพืช
- 1.7) ช่วยให้อินทรีย์วัตถุในดินเน่าเปื่อยได้ดี
- 1.8) ความชื้นของดินจะช่วยให้สภาพแวดล้อมของดินเหมาะสมต่อการเจริญ

เติบโตของจุลินทรีย์ดิน

2.3.4 น้ำ

สุรัชย์ หมื่นสังข์ (2537) กล่าวว่า น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งต่อการพิจารณาในการส่งเสริมการปลูกพืช โดยที่พืชจะสามารถดูดดึงธาตุอาหารไปจากดินได้ต้องอาศัยน้ำเป็นตัวนำ ซึ่งการดูดธาตุอาหารของพืชมีความสัมพันธ์กับการคายน้ำของพืช การคายน้ำเป็นการลดอุณหภูมิของใบและลำต้นไปด้วยในตัวเมื่อต้องเจริญเติบโตอยู่กลางแจ้งแดดที่แดดจ้าตลอดทั้งวัน ดังนั้น ถ้าพืชขาดน้ำก็จะเหี่ยวเฉาและถ้าขาดอย่างรุนแรงก็จะตายในที่สุด นอกจากนี้ น้ำยังมีผลต่อการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเป็นตัวให้ไฮโดรเจน น้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สุด และเป็นสิ่งที่กำหนดประเภทของระบบการปลูกพืชในบริเวณต่าง ๆ เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการปลูกพืช คือเป็นตัวทำละลายสารอาหารเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช

2.3.4.1 การระเหยของน้ำ

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่า การระเหยของน้ำเป็นการสูญเสียน้ำไปจากต้นพืชจากตัวสัตว์ ซึ่งหมายถึง การที่น้ำอยู่ในสถานะของเหลว (Liquid Stage) เปลี่ยนสถานะไปกลายเป็นไอ (Gas Stage) ไปรวมอยู่ในอากาศ การที่น้ำจะระเหยไปได้นั้น น้ำจะต้องได้รับพลังงานมาเพื่อการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ พลังงานที่สามารถเปลี่ยนสถานะของน้ำไปเป็นไอได้นี้ ได้แก่ พลังงานความร้อนในการระเหยน้ำ 1 กรัม ที่อุณหภูมิประมาณ 35 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิในธรรมชาติของประเทศในเขตร้อน เช่น ประเทศไทยจะต้องใช้พลังงานความร้อนถึง 605 แคลอรี

2.3.4.2 ความสำคัญของน้ำที่มีต่อการเกษตร

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่า ความสำคัญของน้ำที่มีต่อการเกษตรนั้นสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) ใช้ในการปรุงอาหารของพืช
- 2) ช่วยให้พืชและสัตว์เจริญเติบโต
- 3) ช่วยรักษาระดับความร้อนภายในพืชและสัตว์
- 4) ช่วยให้แร่ธาตุละลายเป็นประโยชน์ต่อพืชและสัตว์
- 5) นำสารละลายผ่านรากเข้าไปในต้นพืชและส่วนต่าง ๆ ของพืช
- 6) นำอาหารไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของสัตว์
- 7) ช่วยผสมพันธุ์ของสัตว์ในน้ำ
- 8) ทำให้สปอร์ของโรคพืชและโรคสัตว์ระบาดแพร่หลาย
- 9) ทำให้เกิดการชะล้างของดิน

2.3.5 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนมีความสำคัญมากต่อพื้นที่ในแถบที่มีการทำการเกษตรแบบอาศัยน้ำฝน เช่น ในแถบพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ประกอบพื้นที่ในบริเวณนั้นเป็นดินทรายไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการเลือกชนิดพืชที่นำมาเพาะปลูก เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งในส่วนต่าง ๆ ของประเทศจะมีการกระจายน้ำฝนที่แตกต่างกัน ดังนั้น การนำข้อมูลด้านปริมาณน้ำฝนไปใช้ต้องตรวจสอบว่าพื้นที่ที่ต้องการปลูกพืชใช้น้ำปริมาณเท่าใด เริ่มระยะเวลาที่มีฝนตกเมื่อใด และสิ้นสุดเมื่อใด เพื่อใช้พิจารณาว่าควรปลูกพืชเมื่อใดเมื่อพิจารณาจากอายุของพืชจะทำให้พืชไม่ขาดน้ำ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, 2535)

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่า ฝนเป็นปัจจัยหนึ่งของสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับฟ้าอากาศ และเป็นปัจจัยที่มักจะเกิดความแปรปรวนมากที่สุด เมื่อพิจารณาถึงความสำคัญต่อการเกษตรแล้ว ฝนก็มีความสำคัญในปริมาณที่เท่า ๆ กับปัจจัยอื่น เช่น แสงแดด อุณหภูมิ เป็นต้น

2.3.5.1 อิทธิพลของฝนที่มีต่อการเกษตร

ทรงศักดิ์ จุนธิระพงศ์ (2539) กล่าวว่าอิทธิพลของฝนที่มีต่อการเกษตรสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) ฝนที่ตกในจำนวนพอดีทั้งปริมาณ (Amount) และการกระจาย (Distribution) จะช่วยรักษาความชุ่มชื้นให้แก่ดินและพืช ทำให้พืชและสัตว์เจริญเติบโตได้ดี
- 2) ฝนจะช่วยเพิ่มความชื้นให้กับบรรยากาศ ลดอุณหภูมิอากาศและในต้นพืช
- 3) ฝนที่ตกหนัก (Heavy rain) จะก่อให้เกิดการชะกร่อนของดิน โดยน้ำทำให้ดินสูญเสียหน้าดิน สูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้พืชล้ม หัก หลุดลอย ทำให้ผลพืชหลุดร่วงเสียหาย ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรที่ตกอยู่เสียหาย ทำให้เกิดอุทกภัย
- 4) ฝนที่ตกเป็นละอองอาจจะมีผลให้เกิดการระบาดของโรคพืช โรคสัตว์ และโรคคน

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าอิทธิพลของฝนที่มีต่อการเกษตรสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) ฝนซึ่งแผ่เป็นบริเวณกว้างช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ดินและพืช
- 2) ฝนโปรยหรือฝนละอองช่วยทำให้โรคพืชระบาดแพร่หลาย
- 3) ฝนหนักทำให้พืชล้มเสียหาย น้ำท่วมแปลงพืช

- 4) ฝนหนักทำให้ผิวดินแน่น
- 5) ฝนหนักทำให้ดินสูญเสียความอุดมสมบูรณ์และอาหารธาตุในดิน เนื่องจากถูกชะล้างซึ่งจะเพิ่มความเป็นกรดให้แกดิน
- 6) ฝนหนักและอุณหภูมิต่ำช่วยให้การเน่าเปื่อยของอินทรีย์วัตถุรวดเร็วขึ้น
- 7) ฝนหนักทำให้ผลผลิตของพืชซึ่งใกล้จะเก็บเกี่ยวได้รับความเสียหาย
- 8) ฝนหนักทำให้เกิดตาของพืชบางชนิด เช่น อ้อย ลดน้อยลง
- 9) ฝนหนักทำให้การระบาดของแมลงบางชนิดลดน้อยลง
- 10) ฝนหนักเป็นอุปสรรคในการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตร

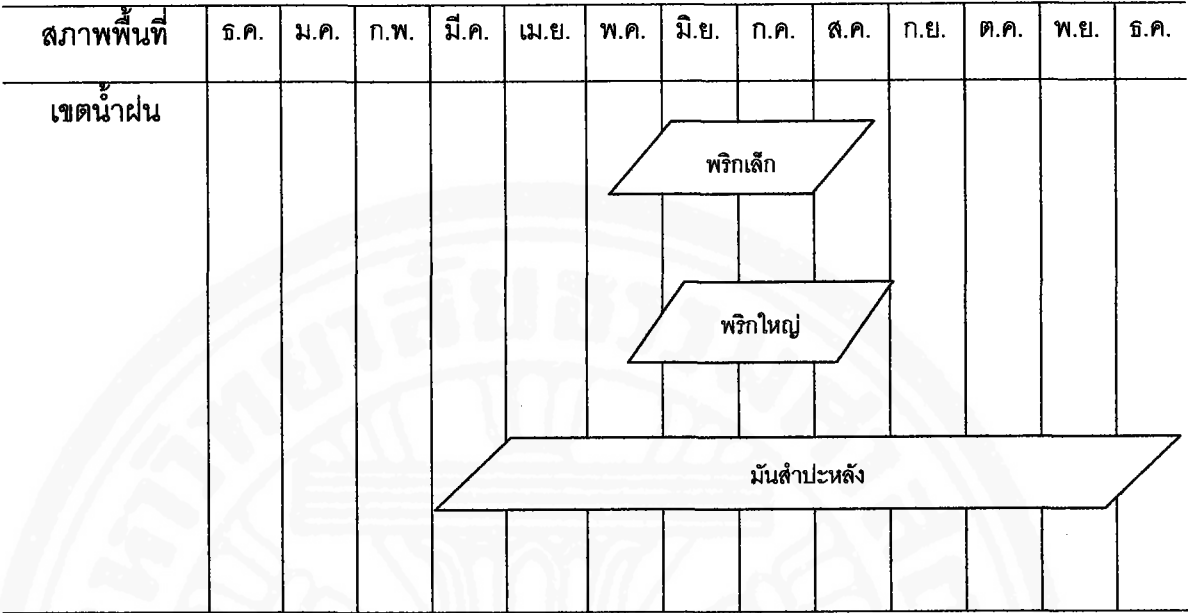
2.3.6 ลม

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าในการปลูกพืชบางชนิดลมเป็นอุปสรรคสำคัญในการเพาะปลูก พืชบางชนิด เช่น ข้าวโพด ถ้าปลูกในที่ลมแรงเกินไปต้นกล้าก็จะเอนล้ม หรือถอนรากเสียหายทำให้การเพาะปลูกไม่ได้ผลเต็มที่ ลมแรงจะช่วยเพิ่มการคายน้ำของพืชและการฟุ้งกระจายของเกสร ถ้าไม่มีความชื้นในดินพอพืชคายน้ำมากเกินไปลำต้นก็จะเหี่ยวเฉา เกสรของพืชถ้ามีการฟุ้งกระจายมากเกินไป การผสมพันธุ์ก็จะมีน้อยไม่ติดเมล็ด เพราะเกสรถูกลมพาไปที่อื่นเสียหายหมด ฉะนั้น ในการเพาะปลูกพืชชนิดใดก็ดี ควรจะคำนึงถึงทิศทางและความเร็วลมในท้องถิ่นนั้น ๆ ไว้ด้วย

2.3.6.1 ความสำคัญของลมที่มีต่อการเกษตร

สิทธิพร สุขเกษม (2536) กล่าวว่าความสำคัญของลมที่มีต่อการเกษตรสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) เพิ่มการคายน้ำของใบ ทำให้พืชเหี่ยว
- 2) เพิ่มการระเหยของน้ำจากดิน ทำให้เกิดความแห้งแล้ง
- 3) ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในแปลง
- 4) ช่วยถ่ายเทความร้อนของพืช และสัตว์
- 5) ช่วยในการผสมเกสรและการกระจายของเมล็ดพืช
- 6) เปลี่ยนแปลงรูปทรงของพืช
- 7) ทำให้โรคและแมลงศัตรูพืชระบาดแพร่หลาย
- 8) ลมแรงทำให้พืชล้ม กิ่ง ก้าน และใบฉีกขาด ผลผลิตร่วงหล่นเสียหาย
- 9) ลมแรงทำให้พืชและสัตว์ชะงักการเจริญเติบโต



ที่มา : สำนักงานเกษตรจังหวัดเลย พ.ศ. 2534

2.5 การใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการวิเคราะห์ระบบเกษตร

เมธี เอกะสิงห์ (2543) ได้กล่าวถึงงานวิจัยระบบเกษตรว่าข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ถูกนำมาใช้
ในขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ เพื่อวินิจฉัยปัญหาและโอกาสตามวิธีการประเมินชนบทอย่างเร่งด่วน
(RRA) นักวิเคราะห์ระบบจะสร้างแผนที่จำลองขึ้นจากแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map)
การเดินสำรวจภาคสนาม และจากการสัมภาษณ์เกษตรกร นอกจากนี้ ยังต้องสร้างภาพตัดขวาง
ของภูมิประเทศ แล้วพยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิประเทศกับชนิดของดิน ระบบการ
ปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ ปัญหาและโอกาสในเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ๆ

ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่ผ่านมา มีข้อจำกัดที่สำคัญคือการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล
เชิงพื้นที่เนื่องจากนำมาจากแหล่งข้อมูลที่ต่างกัน ทำให้มีมาตราส่วนและรายละเอียดแตกต่างกัน
การนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (Overlay analysis) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่าง
ตัวแปรเชิงพื้นที่ ทำได้ไม่ถนัดนัก กินเวลานาน และทำให้ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ลดลง
ดังนั้น นอกจากต้องการระบบจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ดีแล้ว การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ยังต้องการระบบ
ที่สามารถอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ช่วยในการเลือกพื้นที่เป้าหมาย ไม่
่ว่าระดับขั้นของระบบเกษตรใด ๆ และสามารถเรียกขึ้นข้อมูลเชิงพื้นที่ใด ๆ มาวิเคราะห์ร่วมกัน
เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวได้

ในปัจจุบัน ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ตามความก้าวหน้าอย่าง
รวดเร็วของเทคโนโลยีระบบสารสนเทศ ทั้งในด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และลักษณะข้อมูล คือ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) การประมวลผลข้อมูลภาพจากระยะไกล (Remote Sensing and Image Processing) และระบบกำหนดพิกัดด้วยสัญญาณดาวเทียม (Global Positioning System, GPS) เทคโนโลยีดังกล่าวเริ่มมีบทบาทมากขึ้น ในการเก็บรวบรวม นำเข้าวิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ เมื่อนำไปเชื่อมโยงกับการจำลองสถานการณ์ (Modeling and Simulation) สามารถที่จะพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในการวางแผนการเกษตรและจัดการทรัพยากรได้

2.5.1 การวิเคราะห์ระบบเกษตร

เมธี เอกะสิงห์ (2543) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ระบบเกษตรว่า เป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการใช้แนวทางเชิงระบบในการวิจัยและพัฒนาการเกษตร การวิเคราะห์ระบบจะเน้นการใช้วิธีการที่สามารถระบุปัญหา เรียงลำดับความสำคัญของปัญหา และคัดทางเลือกที่มีศักยภาพในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปทำการทดสอบร่วมกับเกษตรกรในไร่นา เมื่อขอบเขตของระบบที่สนใจขยายขึ้นเป็นระดับชุมชน งานวิเคราะห์ระบบเกษตรจึงเปลี่ยนมาใช้วิธีการวิเคราะห์ระบบนิเวศเกษตร และการประเมินสถานะชนบทแบบเร่งด่วน หรือวิธีการที่คล้ายคลึงกันในชื่ออื่น วิธีการเหล่านี้ ต่างประกอบด้วยขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งนำไปสู่การระบุปัญหาและโอกาสในแต่ละระบบย่อยในพื้นที่เป้าหมาย ดังนั้น จึงต้องการระบบที่ช่วยในการเตรียมข้อมูลก่อนวิเคราะห์ มีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และการแสดงผลที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และแม่นยำ

2.5.2 กระบวนการตัดสินใจทางการเกษตร

เมธี เอกะสิงห์ (2543) ได้กล่าวถึงกระบวนการตัดสินใจเกิดขึ้นตลอดเวลาในการวางแผน และจัดการระบบเกษตร เพียงแต่ผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจ หลักเกณฑ์ที่ใช้ และทางเลือก จะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์และปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับต่าง ๆ ของระบบเกษตรในระดับฟาร์ม เกษตรกรต้องตัดสินใจเลือกพืชที่ปลูก เลือกวันปลูกที่เหมาะสมกับชนิดและปริมาณของปัจจัยการผลิต ท่ามกลาง ความไม่แน่นอนของสภาพลมฟ้าอากาศ และราคาผลผลิตในอนาคตเมื่อเก็บเกี่ยวพืชผล เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรอาจต้องตัดสินใจเลือกพื้นที่เป้าหมายในการลดพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง พร้อมทั้งหาพืชทดแทนให้ได้ครบตามจำนวนเนื้อที่ที่ตั้งไว้ หรือในกรณีที่เจ้าหน้าที่ฝ่ายวางแผนในระดับกระทรวง ต้องการกำหนดเขตปลูกพืชเศรษฐกิจทั่วประเทศ ล้วนแล้วแต่เป็นกระบวนการตัดสินใจที่ต้องการข้อมูลเชิงพื้นที่ วิธีการวิเคราะห์ และระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สามารถจัดเป้าหมาย หลักเกณฑ์ และทางเลือกที่ไม่มีโครงสร้างแน่ชัดให้อยู่ในรูปที่สามารถช่วยคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและเป้าหมายที่แปรเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.6 แนวความคิดเกี่ยวกับการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องรู้ถึงข้อเท็จจริงของทรัพยากรธรรมชาติในสภาวะการณ์ปัจจุบัน การสำรวจจากระยะไกลเป็นวิวัฒนาการด้านหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการสำรวจข้อมูลที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับสภาพการณ์ปัจจุบัน และการเปลี่ยนแปลง อย่างประหยัดและรวดเร็ว อันเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์และวางแผนแก้ปัญหาในการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

สมพร สง่าวงศ์ (2543) ได้กล่าวว่าในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาแนวความคิด และเทคนิคของวิชาリモテセンซิงมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ภาพข้อมูลリモテセンซิง เช่น ภาพดาวเทียม นับได้ว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่ทันสมัยที่สุด เพราะสามารถรับจากสัญญาณดาวเทียมต่าง ๆ ได้รวดเร็ว จึงจัดได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากในงานวิจัยและการประยุกต์เอาผลมาใช้ในการงานต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาปรับปรุงระบบบันทึกข้อมูลขึ้นมาใหม่อีกหลายชนิด ที่มีความสามารถในการเก็บรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง และมีขนาดของช่วงคลื่นจำนวนมากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าข้อมูลリモテセンซิง เป็นแหล่งข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ในงานสาขาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะให้ข้อมูลที่ทันสมัย และสามารถทำงานกับระบบคอมพิวเตอร์ได้โดยอัตโนมัติ

ศุทธิณี ดนตรี (2542) ได้กล่าวว่า "リモテセンซิง" นั้นประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ "Remote" หมายถึง "ระยะไกล" และ "Sensing" หมายถึง "การสัมผัส การรับรู้" ถ้าตีความตามศัพท์ หมายถึง การรับรู้ ข้อมูลในระยะไกลโดยผ่านเครื่องมือซึ่งผู้รับรู้ไม่ได้สัมผัสกับข้อมูลนั้นๆ โดยตรงจากความหมายกว้างๆ นี้ การถ่ายภาพทิวทัศน์โดยกล้องถ่ายรูป การส่งกล้องจุลทรรศน์ ดูเชื้อโรค การถ่ายภาพทางอากาศจากเครื่องบิน การฉายรังสี X-ray เพื่อตรวจสอบสุขภาพของร่างกาย ฯลฯ จึงจัดเป็นリモテセンซิงทั้งหมด

สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์ (2536) ได้กล่าวว่า "リモテセンซิง เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นผิวหรือปรากฏการณ์จากเครื่องบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้โดยอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูล 3 ลักษณะคือ ช่วงคลื่น รูปทรงสัญญาณของวัตถุนั้นบนพื้นโลก และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ได้กล่าวถึง การสำรวจจากระยะไกล หรือ รีโมทเซนซิง (Remote sensing) ว่าเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งที่ใช้ในการบ่งบอก จำแนก หรือ วิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุต่าง ๆ โดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อน หรือแผ่ออกจากวัตถุ มักจะเป็นต้นกำเนิดของข้อมูล ที่สำรวจจากระยะไกลอย่างไรก็ดี ตัวกลางอื่น ๆ เช่น ความโน้มเอียง หรือสนามแม่เหล็ก ก็อาจนำมาใช้ในการสำรวจจากระยะไกลได้เช่นกัน

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ เรียกว่า เครื่องวัดจากระยะไกล (Remote sensor) หรือ เครื่องวัด (Sensor) ตัวอย่างเช่น กล้องถ่ายรูป หรือ เครื่องกวาดภาพ (Scanner) ยานพาหนะที่ใช้ติดตั้งเครื่องวัด เรียกว่า ยานสำรวจ (Platform) ได้แก่ เครื่องบินหรือดาวเทียม

2.6.1 หลักการของรีโมทเซนซิง

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (2546) ได้กล่าวถึงหลักการของรีโมทเซนซิง (Remote Sensing) หรือการรับรู้ระยะไกลว่าเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่ง ที่ใช้ในการบันทึกคุณลักษณะของวัตถุต่าง ๆ ในการสะท้อน และหรือการแผ่รังสีพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า โดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง

"รีโมทเซนซิง" เป็นศัพท์เทคนิคที่ใช้เป็นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกาในปี 2503 ซึ่งมีความหมายรวมถึงการทำแผนที่ การแปลภาพถ่าย ธรณีวิทยาเชิงภาพถ่าย ฯลฯ การใช้คำรีโมทเซนซิงเริ่มแพร่หลายนับตั้งแต่ได้มีการส่งดาวเทียม LANDSAT-1 ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดวงแรกขึ้นในปี พ.ศ. 2515

ซึ่งทำให้สามารถหาคุณลักษณะของวัตถุได้ จากลักษณะการสะท้อนหรือการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุนั้นๆ นั่นคือ "วัตถุแต่ละชนิดจะมีลักษณะการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสีที่เฉพาะตัวและแตกต่างกันไป ถ้าวัตถุหรือสภาพแวดล้อมเป็นคนละประเภทกัน" การสำรวจจากระยะไกลจึงเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจำแนก และเข้าใจวัตถุ หรือสภาพแวดล้อมต่าง ๆ จากลักษณะเฉพาะตัวในการสะท้อนแสงหรือแผ่รังสีได้

2.6.2 กระบวนการของรีโมทเซนซิง

ศุทธิณี ดนตรี (2542) ได้กล่าวถึงกระบวนการของรีโมทเซนซิงว่าประกอบด้วยกัน 2 ส่วนหลัก คือ

2.6.2.1 การรับข้อมูล (Data acquisition) เป็นกระบวนการที่ได้มาซึ่งข้อมูลจากระยะไกล ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) แหล่งพลังงาน ที่ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้มาจากทั้งแหล่งพลังงานธรรมชาติที่สำคัญคือ ดวงอาทิตย์ หรือ แหล่งกำเนิดพลังงานที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ระบบเรดาร์ เป็นต้น

2) การเคลื่อนที่ของพลังงาน คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีการแผ่รังสีจากแหล่งกำเนิดของพลังงานไปยังพื้นผิวโลก และสะท้อนพลังงานนั้นกลับไปสู่เครื่องรับสัญญาณบนดาวเทียม เครื่องบิน

3) ปฏิสัมพันธ์ (Reaction) ของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ากับชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก ปฏิสัมพันธ์กับชั้นบรรยากาศเกี่ยวข้องกับข้อจำกัด ที่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า บางช่วงคลื่นไม่สามารถส่งผ่าน มาจนถึงพื้นผิวโลกได้ทั้งหมด เพราะถูกดูดกลืนไปในชั้นบรรยากาศ จึงเป็นอุปสรรคต่อการรับพลังงานในบางช่วงคลื่น สำหรับปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก เป็นลักษณะที่วัตถุต่างๆ สะท้อนพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ในลักษณะที่ต่างกัน ในช่วงคลื่นที่ต่างกัน อันเป็นประโยชน์ต่อการนำมาแยกแยะวัตถุต่างๆ ตามสมบัติที่แตกต่างกันในภายหลัง

4) ระบบการบันทึกข้อมูล เป็นวิธีการที่เครื่องรับสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ส่งสัญญาณมายังสถานีรับบนพื้นโลก และแปลงสัญญาณนั้นเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) หรือข้อมูลภาพ ข้อมูลเหล่านี้มีการปรับแก้ในขั้นต้น ด้านความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต และความบกพร่องของสัญญาณที่ได้รับ ณ สถานีรับสัญญาณก่อนที่จะเผยแพร่ไปสู่ผู้ใช้งาน

5) ข้อมูลที่ได้รับมีทั้งในรูปข้อมูลเชิงตัวเลข หรือข้อมูลเชิงรูปภาพ ซึ่งผู้ใช้งาน นำมาศึกษา วิเคราะห์ในเรื่องที่สนใจต่อไป

2.6.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis) ประกอบด้วยวิธีการ ดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา (Visual Interpretation) เป็นการแปลตีความจากลักษณะองค์ประกอบของภาพ โดยอาศัยการพิจารณาปัจจัยด้านต่าง ๆ ได้แก่ สี (Color, Shade, Tone) เงา (Shadow) รูปทรง (Form) ขนาดของวัตถุ (Size) รูปแบบ (Pattern) ลวดลาย หรือ ลักษณะเฉพาะ (Texture) และองค์ประกอบทางพื้นที่ (Spatial Components) ซึ่งเป็นหลักการตีความ เช่นเดียวกับการแปลภาพถ่ายทางอากาศ

ประสพชัย นามลาพุทธา (2536) ได้กล่าวว่า การแปลตีความข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Interpretation) จะเป็นการแปลตีความหมายของภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้สายตาตามนุษย์ จำเป็นต้องศึกษาอย่างมีระบบเพื่อที่จะนำข้อมูล (Data) และ

ข้อสนเทศ (Information) จากหลายด้านมาประกอบกันเพื่อช่วยระบุว่าสิ่งที่เห็นในภาพนั้นน่าจะเป็นอะไร

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2536) ได้กล่าวว่าข้อมูลที่อยู่ในลักษณะของภาพพิมพ์หรือฟิล์มซึ่งภาพแต่ละช่วงคลื่นของการบันทึกภาพอยู่ในลักษณะขาวดำ จึงยากต่อการแปลตีความด้วยสายตา การทำภาพสีซึ่งเป็นการเน้นภาพให้สามารถแยกประเภทข้อมูลได้ชัดเจน สามารถทำได้โดยการให้สีแต่ละช่วงคลื่นเลียนแบบระบบธรรมชาติ แล้วนำภาพที่ให้แสงสีแล้วนี้มารวมกัน 3 ภาพ (3 ช่วงคลื่น) เพื่อให้เกิดเป็นภาพสีผสมขึ้น ในช่วงคลื่นสั้นและยาว ใช้แสงสีน้ำเงิน เขียว และแดงตามลำดับของแสงช่วงคลื่นที่สายตาสามารถมองเห็นจนถึงอินฟราเรด ภาพที่ปรากฏให้เห็นคือ พืชพรรณต่าง ๆ จะปรากฏเป็นสีแดง เนื่องจากปฏิกิริยาการสะท้อนสูงที่ช่วงคลื่นยาว ภาพที่พืชปรากฏ สีแดงว่า "ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite-FCC)"

การแปลตีความข้อมูลภาพจากดาวเทียม จำเป็นต้องพิจารณารายละเอียดที่ปรากฏในภาพ ซึ่งมีความแตกต่างในลักษณะดังต่อไปนี้

1.1) ความเข้มของสี (Tone) สำหรับภาพขาวดำจะให้ความแตกต่างในระดับความเข้มสีเทา จากสีขาว ซึ่งมีการสะท้อนแสงสูงจนถึงสีดำซึ่งการสะท้อนแสงต่ำมากจนมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นความแตกต่างของสี ตลอดจนระดับความเข้มของสี

1.2) ความหยาบละเอียด (Texture) ขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นผิววัตถุ ซึ่งจะมีทั้งลักษณะราบเรียบ ขรุขระ ตลอดจนความสม่ำเสมอที่ปรากฏ ลักษณะที่เห็นบนภาพจะสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความเข้มของสีในอัตราส่วนน้อยแตกต่างกันของความละเอียดและความหยาบของเนื้อภาพ

1.3) การเกิดเงา (Shadow) เป็นปรากฏการณ์ที่สัมพันธ์กับมุมของดวงอาทิตย์ ทำให้พื้นผิวบางส่วนได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์มาก หรือถูกบดบังจนไม่ได้รับแสงเลยตามความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศ ก่อให้เกิดเป็นเงา เน้นให้เห็นความสูงต่ำของภูมิประเทศ

1.4) รูปร่าง (Shape) จะปรากฏตามรูปร่างของสภาพพื้นผิว เช่น ลักษณะคดเคี้ยวของแม่น้ำที่ต่างไปจากลักษณะเส้นตรงของคลองขุดหรือถนน ตลอดจนลักษณะเป็นแปลงของพื้นที่เพาะปลูก เป็นต้น

1.5) ขนาด (Size) ซึ่งอยู่ในหน่วยความยาว ความกว้าง ความสูง และเนื้อที่ซึ่งอยู่ในสัดส่วนที่สัมพันธ์กับระดับความสูงของการบันทึกภาพและการให้รายละเอียด (Resolution) ของข้อมูลดาวเทียม

1.6) รูปแบบการกระจายตัว (Pattern) เป็นลักษณะการจัดเรียงตัวของพื้นที่ผิวซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัว เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ผืนนา เป็นต้น

1.7) ที่ตั้งและสิ่งแวดล้อม (Location and Environment) พื้นที่ผิวประเภทต่างๆ จะมีลักษณะภูมิประเทศเฉพาะตัว เช่น ป่าชายเลนพบตามหาดปากแม่น้ำและชายฝั่ง ความแตกต่าง ของชนิดป่าตามระดับความสูงของพื้นที่ เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital Analysis and Image Processing) เป็นการตีความ ค้นหาข้อมูลส่วนที่ต้องการ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และสถิติ ซึ่งการที่มีข้อมูลจำนวนมาก จึงไม่สะดวกที่จะทำการคำนวณด้วยมือได้ ดังนั้นจึงมีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยให้รวดเร็วในการประมวลผล มีวิธีการแปลหรือการจำแนกประเภทข้อมูลได้ 2 วิธีหลัก คือ การแปลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) และการแปลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification) (ศุทธิณี ดนตรี, 2542)

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2536) ได้กล่าวว่าข้อมูลที่น่ามาศึกษาจะต้องเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) ซึ่งอยู่ในรูปของเทปแม่เหล็กซึ่ง เรียกว่า เทปซี.ซี.ที. (CCT-Computer Compatible Tape) หรือแผ่นบันทึกข้อมูล (Diskette) โดยมีขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังต่อไปนี้

2.1) การปรุงแต่งข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล (Preprocessing) กระบวนการนี้เป็นกระบวนการเบื้องต้นที่จำเป็น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ซึ่งประกอบด้วย

2.1.1) Radiometric Correction เป็นการปรับแก้ค่าระดับสีเทาซึ่งอาจจะเกิดจากความผิดพลาด หรือความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ในการกวาดรับข้อมูล หรือมุมแสงอาทิตย์ที่ต่างกันหรือจากการแตกกระจายของการแพร่ทางสนามแม่เหล็กผ่านชั้นบรรยากาศ

2.1.2) Geometric Correction เป็นการแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตที่เกิดขึ้นจากความโค้งของโลก ความเร็วในการหมุนรอบตัวเอง และความบกพร่องของอุปกรณ์เครื่องรับขณะรับสัญญาณ ประโยชน์ของกระบวนการนี้คือ ทำให้การคำนวณหาพื้นที่ของประเภทข้อมูลได้ถูกต้องมากขึ้น และสามารถกำหนดตำแหน่งทางภาคพื้นดิน (Ground Control Point) ได้แม่นยำยิ่งขึ้น

2.1.3) Image Enhancement เป็นกระบวนการปรับปรุงค่าระดับสีเทาของข้อมูลเพื่อเน้นประเภทข้อมูลที่สนใจให้ชัดเจนยิ่งขึ้น กระบวนการนี้ค่าระดับสีเทาของข้อมูลได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

2.1.4) Image Registration การซ้อนภาพจากดาวเทียมดวงเดียวกัน แต่ต่างระยะเวลากัน หรือข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมต่างดวงกัน เพื่อสามารถศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ชัดเจนมากขึ้น

2.1.5) Image Correlation เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลที่ต้องอาศัยความรู้ทางสถิติเข้ามาช่วยเพื่อการตัดสินใจเบื้องต้นในการแยกประเภทข้อมูลที่ต้องการจำแนก ให้มีความแตกต่างเชิงสถิติมากขึ้น

2.2) การวิเคราะห์และจำแนกประเภทข้อมูลในเชิงสถิติ (Statistical Analysis and Classification) ประกอบด้วย

2.2.1) Data Compression เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหลายช่วงคลื่น เพื่อให้ ความสำคัญของข้อมูลประเภทที่จะทำการวิเคราะห์มากที่สุด หรือเรียกว่า Image Transformation เช่น Principal Component Transformation

2.2.2) การหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ (Ratio Image) เป็นการจำแนก ความแตกต่าง ของข้อมูล โดยการนำค่าความเข้มข้นแบนด์หนึ่งมาหารกับค่าความเข้มของอีก แบนด์หนึ่งในแต่ละจุดภาพที่ตรงกัน

2.2.3) การจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification) โดยทั่วไปมี 2 วิธี คือการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Supervised Classification และการจำแนกประเภทข้อมูล แบบ Unsupervised Classification

การจำแนกแบบ Supervised Classification จะใช้ค่าการสะท้อนแสง ทางสถิติที่คำนวณจากพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ที่กำหนดขึ้นมาเพื่อทำการจำแนกค่าการ สะท้อนแสงส่วนที่เหลือให้หมดทั้งภาพ ในการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง นักวิเคราะห์ข้อมูลต้องกำหนด พื้นที่ตัวอย่างที่เป็นบริเวณเดียวกันทั้งภาคพื้นดินและในภาพ เพื่อเป็นตัวแทนของประเภทที่จำแนก ด้วยความระมัดระวัง เพราะพื้นที่ตัวอย่างที่กำหนดขึ้นมานี้จะมีผลต่อการจำแนกในขั้นสุดท้าย ใน กระบวนการจำแนกค่าการสะท้อนแสง จะใช้ค่าการสะท้อนแสงจากพื้นที่ตัวอย่างในการกำหนดให้ แต่ละจุดภาพเป็นประเภทใด ประเภทหนึ่งตามระบบการจำแนกที่กำหนดขึ้นโดยผู้วิเคราะห์ข้อมูล (ประสพชัย นามลาพุทธา, 2536)

อัมชา ก.บัวเกษร (ม.ป.ป) ได้กล่าวถึงการจำแนกแบบ Supervised Classification หมายถึง วิธีการที่ผู้วิเคราะห์จะต้องกำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่าง (Training Area) ของข้อมูลแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณค่าสถิติ (Mean, Standard Deviation และ

Covarian Matrix) และค่าสถิติดังกล่าวจะเป็นตัวแทน สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

ก) การสำรวจข้อมูลภาคพื้นดิน

ในขั้นตอนนี้ จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการใช้ประโยชน์ข้อมูลดาวเทียม ไม่ว่าจะเป็นการแปลภาพข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา หรือการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากสภาพสิ่งปกคลุมบนพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และวัตถุบนพื้นโลกบางอย่างมีค่าการสะท้อนช่วงคลื่นเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์นั้น การสำรวจข้อมูลภาคพื้นดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้วิเคราะห์/ผู้วิจัยทราบถึงพื้นที่ศึกษาจริงเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลดาวเทียม แล้วนำข้อมูลที่ได้รับจากข้อมูลภาคพื้นดินไปป้อนให้กับคอมพิวเตอร์ รายละเอียดของข้อมูลควรประกอบด้วย ตำแหน่งของจุดสำรวจที่อ้างอิงไปบนแผนที่และภาพดาวเทียม ลักษณะพื้นที่ ประเภทของสิ่งปกคลุม พื้นผิว ชนิดพืช การเจริญเติบโตของพืช เบอร์เซ็นติฟิซปกคลุม รวมทั้งสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ บริเวณใกล้เคียง ช่วงเวลาในการสำรวจควรใกล้เคียงหรืออยู่ในฤดูเดียวกันกับการบันทึกข้อมูลดาวเทียม ถ้าต่างเวลากันควรสอบถามถึงข้อมูลในช่วงเวลาที่บันทึกข้อมูลจากคนท้องถิ่นนั้น ๆ หรือ คนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่เราทำการศึกษาและวิจัย

ข) การกำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่าง

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิเคราะห์ต้องกำหนดบริเวณพื้นที่ตัวอย่าง ของข้อมูลแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณาจากค่าระดับสีเทา หรือค่าสะท้อนช่วงคลื่นข้อมูล ประเภทข้อมูลเดียวกันควรมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) ทั้งนี้ ควรพิจารณาข้อมูลจากการสำรวจภาคพื้นดินประกอบด้วย ในกรณีที่ประเภทข้อมูลเดียวกัน แต่มีค่าการสะท้อนช่วงคลื่นแตกต่างกันมาก ควรแยกเป็นหลายประเภทข้อมูล แต่การเลือกจากหลายบริเวณจะดีกว่า ส่วนจำนวนจุดภาพของพื้นที่-ข้อมูลตัวอย่างแต่ละประเภทนั้น ในทางปฏิบัติไม่ควรจะน้อยกว่า $10n - 100n$ โดย n หมายถึง จำนวนช่วงคลื่น (Band) ของข้อมูลที่ใช้ และอาจกล่าวได้ว่าจำนวนจุดภาพของพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างยิ่งมาก ความถูกต้องจะยิ่งสูง

ค) การคำนวณค่าสถิติ

เป็นการนำเอาค่าระดับสีเทา (Intensity Value) ของทุกจุดภาพทุกช่วงคลื่นที่กำหนดภายใต้พื้นที่ข้อมูลตัวอย่างแต่ละประเภทข้อมูล มาคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ คือ Mean, Variance, Covariance ของแต่ละประเภทข้อมูล และค่าความสัมพันธ์ระหว่างประเภทข้อมูล เช่น Autocorrelation Matrix, Separability Matrix ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของแต่ละระบบ

จากค่าสถิติดังกล่าว ผู้วิเคราะห์สามารถพิจารณาได้ว่า ประเภทข้อมูลใดแยกได้อย่างเด็ดขาดจากข้อมูลประเภทอื่น ประเภทข้อมูลใดที่มีความเหมือนหรือใกล้เคียงกับประเภทอื่น จากการพิจารณาดังกล่าว หากค่าสถิติเป็นที่พอใจ ผู้วิเคราะห์สามารถดำเนินการในขั้นตอนต่อไปได้ หากค่าสถิติดังกล่าวยังไม่เป็นที่พอใจ จะต้องกลับไปขั้นตอนที่สอง คือ การเลือกพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างให้คอมพิวเตอร์ใหม่ หรือแก้ไขข้อมูลตัวอย่างบางประเภทข้อมูลจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ

การจำแนกแบบ Unsupervised Classification คือ การค้นหารูปแบบการเกาะกลุ่มของค่าการสะท้อนแสงจุดภาพตามธรรมชาติจากค่าการสะท้อนแสงของข้อมูลหลากหลายช่วงคลื่น จากนั้นนักวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการกำหนดประเภทการจำแนกที่ได้รับให้สอดคล้องกับสภาพทางภาคพื้นดิน เช่น พื้นที่ป่าหรือแหล่งน้ำ เพื่อนำผลการจำแนกที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2.2.4) การตกแต่งข้อมูลหลังจากการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว (Post Processing) การตกแต่งผลหลังจากการวิเคราะห์ มีความจำเป็นเนื่องจากความไม่ต่อเนื่องของจุดภาพ เทคนิคที่ใช้เรียกว่า Smoothing

2.2.5) การประเมินความแม่นยำ (Accuracy Access) การประเมินความแม่นยำของการจำแนก จะกระทำหลังจากทำการจำแนกข้อมูลภาพเสร็จสมบูรณ์ โดยการเปรียบเทียบผลการจำแนกค่าการสะท้อนแสงแต่ละประเภทกับข้อมูลทางภาคพื้นดิน ในการเปรียบเทียบจะทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูลการจำแนกทุกประเภทแล้วคำนวณหาค่าความแม่นยำและรายงานผลการประเมินความแม่นยำในแต่ละประเภท

2.2.6) ผลผลิตขั้นสุดท้าย (Final Product) ผลที่ได้รับขั้นสุดท้ายประกอบด้วยแผนที่หรือภาพ ข้อมูลและรายงาน แผนที่และภาพจะให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ และรูปแบบเชิงภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการจำแนก ส่วนข้อมูลจะแสดงในรูปของตารางและเนื้อที่ของแต่ละประเภทการจำแนก สำหรับรายงานจะเป็นรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลภาพ วิธีการวิเคราะห์และประมวลผล และผลการประเมินความแม่นยำ องค์ประกอบทั้ง 3 อย่างของผลที่ได้รับจะให้รายละเอียดที่สมบูรณ์แก่ผู้ใช้รายงานเกี่ยวกับแหล่งข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ผลที่ได้รับและความน่าเชื่อถือ (ประสพชัย นามลาพทุธา, 2536)

2.6.3 ดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+

องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียมสำรวจทรัพยากรพิภพดวงแรกของโลก ERTS 1 ขึ้นโคจรรอบโลกเป็นผลสำเร็จ เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม

พ.ศ. 2515 (ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น LANDSAT 1) และได้ส่ง LANDSAT 2 เมื่อวันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2518 LANDSAT 3 เมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2521 LANDSAT 4 เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2525 LANDSAT 5 เมื่อวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2527 และ LANDSAT 7 เมื่อวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2542 ปัจจุบันยังคงเหลือเฉพาะ LANDSAT 5 และ LANDSAT 7 ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2546)

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+

คุณลักษณะดาวเทียม	LANDSAT 7 ETM+	
ความสูงของการโคจร (กิโลเมตร)	705.3	
ลักษณะการโคจร	สัมพันธ์กับดาวอาทิตย์	
เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ	98.9 นาที	
บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม	ทุก ๆ 16 วัน	
อุปกรณ์รับรู้	ETM+	ETM+/PAN
ความละเอียดภาพ (เมตร)	30	15
ความกว้างของแนวนบันทึก (กิโลเมตร)	185	185

ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ 2546.

ตารางที่ 2.4 แสดงอุปกรณ์รับรู้ของดาวเทียมชุด LANDSAT 7 ETM+

อุปกรณ์รับรู้	แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ความละเอียดภาพ (เมตร)
ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) LANDSAT 7	1	น้ำเงิน	0.45 – 0.52	30
	2	เขียว	0.52 – 0.60	30
	3	แดง	0.63 – 0.69	30
	4	อินฟราเรดใกล้	0.76 – 0.90	30
	5	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.55 – 1.75	30
	6	อินฟราเรดความร้อน	10.4 – 12.5	60
	7	อินฟราเรดสะท้อน	2.08 – 2.35	30
	PAN		0.52 – 0.90	15

ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ 2546.

ตารางที่ 2.5 แสดงศักยภาพการใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์รับรู้ ETM+ ของดาวเทียม LANDSAT 7

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์
1	น้ำเงิน	0.45 – 0.52	ใช้ตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง แสดงความแตกต่างหรือใช้แยกประเภทต้นไม้ชนิด ผลัดใบและไม่ผลัดใบออกจากกัน แสดงความแตกต่างหรือแยกดินจากพืชพรรณที่มี ความไวต่อการมีหรือไม่มีคลอโรฟิลล์
2	เขียว	0.52 – 0.60	แสดงการสะท้อนพลังสีเขียวจากพืชพรรณที่ เจริญเติบโต
3	แดง	0.63 – 0.69	แสดงความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ใน พืชพรรณชนิดต่าง ๆ กัน
4	อินฟราเรดใกล้	0.76 – 0.90	ใช้ตรวจวัดปริมาณมวลชีวะ แสดงความแตกต่าง ของน้ำและส่วนที่ไม่ใช่น้ำ
5	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.55 – 1.75	ใช้ตรวจความชื้นในพืช แสดงความแตกต่างของ หิมะกับก้อนเมฆ
6	อินฟราเรดความร้อน	10.4 – 12.5	ใช้ตรวจการเหี่ยวเฉาอันเนื่องจากความร้อนในพืช แสดงความแตกต่างของร้อนบริเวณที่ศึกษา แสดง ความแตกต่างของความชื้นของดิน
7	อินฟราเรดสะท้อน	2.08 – 2.35	ใช้ตรวจความร้อนในน้ำใช้แยกประเภทแร่ธาตุและ หินชนิดต่าง ๆ
PAN		0.52 – 0.90	ใช้ประโยชน์ในด้านผังเมืองคล้ายกับรูปถ่ายทาง อากาศ

ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ 2546.

2.6.4 การประยุกต์การสำรวจจากระยะไกลในการทำแผนที่

แผนที่เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผน และปฏิบัติงานในภูมิประเทศ ชนิดของแผนที่แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.6.4.1 แผนที่ภูมิประเทศ ประกอบด้วยมาตราส่วนเล็ก 1:250,000 และมาตราส่วนใหญ่ 1:50,000 ผลิตโดยกรมแผนที่ทหาร

2.6.4.2 แผนที่เฉพาะเรื่อง เช่น แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 250,000 โดยกรมทรัพยากรธรณี แผนที่การใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:100,000 โดยกรมพัฒนาที่ดิน แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ชลประทาน โดยกรมชลประทาน แผนที่เหล่านี้อาศัยต้นแบบจากแผนที่ภูมิประเทศ

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ (2538) กล่าวว่า การใช้ข้อมูลการสำรวจจากระยะไกลในการจัดทำแผนที่ ผู้ใช้มีโอกาสในการเลือกภาพที่ปราศจากเมฆและได้ข้อมูลบริเวณเดิมอย่างสม่ำเสมอ ปัจจุบันข้อมูลการสำรวจจากระยะไกลมีความละเอียดสูงขึ้นกว่าเดิม สามารถเลือกใช้ได้ตามวัตถุประสงค์และมาตราส่วนที่ต้องการ มาตราส่วนของแผนที่ที่เป็นปัจจัยจำกัดในการเลือกใช้ข้อมูลการสำรวจจากระยะไกล และรายละเอียดข้อมูลการสำรวจจากระยะไกลเป็นปัจจัยกำหนดขนาด มาตราส่วนของแผนที่ เช่นกัน การสร้างแผนที่จึงควรเลือกรายละเอียดของข้อมูลให้เหมาะสม เกณฑ์การเลือกข้อมูลการสำรวจจากระยะไกล ได้แก่ รายละเอียดของข้อมูล มาตราส่วนของแผนที่ วันบันทึกข้อมูล ช่วงคลื่นแสงที่เหมาะสม ราคาของข้อมูลและค่าปรับปรุงข้อมูล

2.7 แนวความคิดเกี่ยวกับการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System)

2.7.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ยังไม่มีการให้คำนิยามศัพท์เฉพาะอย่างเป็นทางการ แต่มีผู้รู้ได้ให้ความหมาย หรือคำจำกัดความไว้ต่าง ๆ ได้แก่

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2537) ได้ให้คำจำกัดความของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า เป็นการนำข้อมูล หรือสนเทศหลายชนิดที่เกี่ยวกับเนื้อที่ของบริเวณเดียวกันมาซ้อนทับ และวิเคราะห์ เพื่อวิจัยความเหมาะสมในการวางแผนการใช้ทรัพยากรแต่ละชนิดแสดงโดยตำแหน่งพิกัดแน่นอน เมื่อนำมาซ้อนทับ และวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้วิเคราะห์ตัดสินใจได้ง่าย ซึ่งเมื่อทราบความเหมาะสม และปัญหาแล้วจึงวิเคราะห์การแก้ไขต่อไป ข้อมูลในระบบสารสนเทศนี้จะปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขได้โดยง่าย และรวดเร็ว

สุเมธ ตันติเวชกุล (2534) ได้ให้คำจำกัดความ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบหรือเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ เปลี่ยนแปลง และการแสดงผลในลักษณะของตำแหน่งพื้นที่ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เป็นการจัดการข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อการวางแผนพัฒนา

สรรค์ใจ กลินดาว (2542) ได้กล่าวถึง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (The Geographic Information System หรือ (Geographical Information System) นั้นจะประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ ระบบสารสนเทศ (Information system) และคำว่า ทางภูมิศาสตร์ (Geographic, Geographical)

ระบบสารสนเทศ เป็นการปฏิบัติการรวบรวมจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน สามารถค้นคืนข้อมูลที่ต้องการได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว อีกทั้งสามารถนำข้อมูลแผนที่ที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ ไปใช้ในกระบวนการการตัดสินใจของผู้บริหารในการปฏิบัติงานใด ๆ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ระบบสารสนเทศ เปรียบเสมือนเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกให้กับผู้บริหารในการตัดสินใจปฏิบัติงาน

ส่วนคำว่า ภูมิศาสตร์ หรือ Geography ซึ่งพิจารณาจากรากศัพท์แล้ว Geo หมายถึง โลก และ graphy หมายถึง การเขียน ดังนั้น Geography จึงหมายถึงการเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับโลก ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ของมนุษย์กับพื้นที่นั่นเอง (Spatial relationship)

Stan Aronoff (1989 อ้างถึงใน เกริกศักดิ์ บุญญานุพงศ์, 2541) ได้กล่าวว่า GIS คือ ระบบ Software computer ที่มีความสามารถในการจัดการฐานข้อมูลอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์ ตั้งแต่การนำเข้าข้อมูล (Input) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial) และข้อมูลทางกายภาพ การบันทึกข้อมูล และการเรียกข้อมูลมาใช้ (Data Manipulation) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) และการแสดงผลข้อมูลภูมิศาสตร์ในรูปแบบที่มีพิกัดอ้างอิง

สุวิทย์ อ่องสมหวัง (2538) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบการสำหรับการนำเข้า การเก็บ การเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์ และการแสดงผลทางภูมิศาสตร์ หรือข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยที่ข้อมูลเหล่านี้แสดงในลักษณะของจุด เส้น และพื้นที่รูปปิด ที่ควบคู่ไปกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) ซึ่งแสดงในลักษณะเฉพาะตัวของข้อมูลแต่ละรูปแบบ

พิภพ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2540) ได้ให้คำจำกัดความ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง ซอฟต์แวร์ทางด้านกราฟฟิกที่มีความสามารถในการเก็บข้อมูลด้านแผนที่ หรือข้อมูลในลักษณะที่เป็นภาพต่าง ๆ เช่น ภาพดาวเทียม (Satellite Images) ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photographs) เป็นต้น ซึ่งซอฟต์แวร์ดังกล่าวนี้สามารถนำข้อมูลแผนที่ หรือข้อมูลภาพต่าง ๆ ของพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ซึ่งข้อมูลแต่ละด้านจะถูกจัดเก็บไว้ในโปรแกรมในลักษณะของข้อมูลเฉพาะเรื่อง (Layer) หรือการซ้อนทับข้อมูล (Overlays) หรือชั้นข้อมูล (Coverages) แล้วสามารถนำเอาข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ประมวลผลร่วมกันเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับข้อมูลในพื้นที่

นิวัติ มณีชัย (2540) ได้ให้คำจำกัดความ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง กลุ่มของระบบสารสนเทศกลุ่มหนึ่ง ที่มีความแตกต่างจากระบบสารสนเทศอื่น ๆ โดยที่ องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ชี้ให้เห็นความแตกต่างดังกล่าว คือ ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับการอ้างอิงตำแหน่งบนโลกที่เรียกว่า ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ฉะนั้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้ในแขนงสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งสิ้น

Bally Hall (2541) ได้ให้คำจำกัดความ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียมดัดแปลง แก้ไข จัดการ และ วิเคราะห์ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ ดังนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการจัดการและบริการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้านพื้นที่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นระบบการไหลเวียนของข้อมูลและการประสานข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) หรือข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เพื่อเป็นข่าวสารที่มีคุณภาพ

สุเพชร จิรัชจรกุล (2544) ได้กล่าวถึงระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) คือ เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมาก ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ (Collecting) ไว้ในฐานข้อมูล (Storing) และนำข้อมูลออกมาใช้ (Retrieval) ดัดแปลงแก้ไข และวิเคราะห์ (Manipulation and Analysis) และแสดงผลการวิเคราะห์ (Display/Output) ข้อมูล ซึ่งสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่

GIS มีความสำคัญเพราะว่าระบบ GIS สามารถทำให้เกิดความเข้าใจในการเผชิญปัญหาที่หนักหน่วงและต้องการคำตอบอย่างรวดเร็ว เป็นต้นว่า ปัญหาการทำลายป่าเขตร้อน ปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม ปัญหาการขยายตัวของเมืองและการเพิ่มของจำนวนประชากร เป็นต้น GIS สามารถช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลและเข้าใจข้อมูลเชิงพื้นที่ฐานและความเกี่ยวข้องของข้อมูลเหล่านี้กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เหล่านี้ได้ ด้วยเหตุนี้เองผู้ที่เกี่ยวข้องกับ GIS จึงต้องทำการให้ GIS มีส่วนร่วมและสนับสนุนการตัดสินใจใด ๆ ที่จะให้ผลกระทบต่อมวลมนุษยชาติในโลกนี้ ไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลกก็ตาม แต่ก่อนที่จะทำให้เกิดความสามารถในระดับนี้ได้เราต้องมานึกถึงว่า จะต้องมีความรู้เทคโนโลยี GIS อย่างเพียงพอและต้องเข้าใจการใช้ GIS ถึงระดับหนึ่งก่อน ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการขั้นพื้นฐานและเป็นข้อเท็จจริงที่ว่าในประเทศที่กำลังพัฒนาส่วนมากจะขาดผู้ชำนาญการเรื่องเทคโนโลยีใหม่ โดยเฉพาะในที่นี้ คือ เทคโนโลยี GIS

2.7.2 องค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สุเพชร จิระจรรกุล (2544) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า โดยหลักการแล้วจะประกอบด้วย 5 ส่วน คือ องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ หน่วยงานหรือตัวบุคคล วิธีการปฏิบัติงานและข้อมูล

การทำงานในระบบ GIS ในรูปแบบของ Computer Assisted Approach ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

2.7.2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ เครื่องมือที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์, จอภาพ และสายไฟ เป็นต้น

ปิยะกาญจน์ เทียธิทรัพย์ (2537) กล่าวถึง ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ว่า หมายถึง ส่วนที่เป็นองค์ประกอบทางกายภาพ (Physical Part) หรือ คือส่วนที่สามารถสัมผัสได้ของคอมพิวเตอร์ และเพื่อให้สอดคล้องกับการทำงาน จึงแบ่งฮาร์ดแวร์ได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

1) หน่วยรับข้อมูล (Input Unit) ทำหน้าที่รับข้อมูล หรือคำสั่งต่าง ๆ เข้าไปที่หน่วยความจำหลักในหน่วยประมวลผลกลาง อุปกรณ์ที่ใช้ในหน่วยรับข้อมูลมีหลายรูปแบบ เช่น แป้นพิมพ์ (Keyboard) เมาส์ (Mouse) เครื่องอ่านรหัสแท่ง (Bar Code Reader) เครื่องกวาดตรวจ (Scanner) เครื่องอ่านพิกัด (Digitizer)

2) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit, CPU) หมายถึง ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมในการจัดลำดับของระบบ และคำนวณเปรียบเทียบข้อมูล โดยใช้หลักคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ หน่วยความจำหลัก (Main Memory) หน่วยควบคุม (Control Unit) หน่วยและตรรกะ (Arithmetic and Logic Unit)

3) หน่วยความจำสำรอง (Auxiliary or Secondary Storage Unit) เป็นหน่วยความจำที่มีลักษณะถาวรมากกว่าหน่วยความจำหลัก โดยที่ข้อมูลที่บันทึกจะไม่มี การลบหรือสูญหายไป หากต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงก็ต้องใช้คำสั่งในการแก้ไขเปลี่ยนแปลง ความจุในการบันทึกข้อมูลมีมากกว่าหน่วยความจำหลัก และราคาต่อหน่วยจะถูกกว่าหน่วยความจำหลัก มากแต่การอ่านหรือเรียกใช้ข้อมูลจะช้ากว่าเพราะส่วนใหญ่ติดตั้งอยู่นอกหน่วยความจำหลัก โดยที่จะเชื่อมต่อด้วยสายไฟ เช่น เครื่องขับจานแผ่นดิสเกตต์ (Diskette Drive or Floppy Drive) เครื่องขับจานแม่เหล็ก (Hard Disk Drive) เครื่องขับแผ่นซีดีรอม (CD-ROM Drive) เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก (Tape Drive)

4) หน่วยแสดงผล (Output Unit) หมายถึง หน่วยที่ทำหน้าที่นำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลให้ปรากฏแก่ผู้ใช้ อุปกรณ์สำหรับการแสดงผลมีดังนี้ เช่น จอภาพ (Monitor) เครื่องพิมพ์ (Printer) เครื่องวาด (Plotter)

2.7.2.2 ซอฟต์แวร์ (Software) คือ โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เรากำลังต้องการ เช่น MS-DOS, MS-WINDOWS เป็นต้น

2.7.2.3 วิธีการปฏิบัติงาน (Metrology หรือ Procedure) คือ ขั้นตอนการทำงานซึ่งเราเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดเก็บข้อมูล

2.7.2.4 ข้อมูล (Data) คือ ข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น และเป็นสิ่งที่เราต้องป้อนให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นผลลัพธ์ออกมา เช่น ชื่อ-สกุล ผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นต้น

2.7.2.5 บุคลากร (People Ware) คือ ผู้ที่มีหน้าที่จัดการให้องค์ประกอบทั้ง 4 อย่างข้างต้น ทำงานประสานกันจนได้ผลลัพธ์ออกมา

2.7.3 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สุเพชร จิระจรรกุล (2544) ได้กล่าวว่าลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีอยู่ 2 ประเภท ดังนี้

2.7.3.1 ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Characteristics) หมายถึง ลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีความแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ โดยจะระบุถึงสถานที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute) อาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง (Terrain Elevation) หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมือง (Number of Inhabitants) และชนิดของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Type) เป็นต้น

Shape	AREA	PERIMETER	TAM_NAME
Polygon	104723200	50160.21	เหล่ากอทก
Polygon	130979300	52468.46	แสงภา
Polygon	82728730	51196.47	นาแพ้ว
Polygon	120341300	89517.69	นาพิ้ง
Polygon	188594300	78350.51	นาพาลา

ภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Characteristics)

สุระ พัฒนเกียรติ (2539) กล่าวว่าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หรือเชิงบรรยาย (Non-Spatial data หรือ Attribute data) หมายถึง ลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีความแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ โดยระบุสถานที่ทำการศึกษา ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งอาจจะมีลักษณะต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นความสูง หรือลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่นจำนวนพลเมืองชนิดของสิ่งปกคลุมดิน เป็นต้น โดยค่าความผันแปรของลักษณะข้อมูลเชิงบรรยายนี้ จะทำการชี้วัดออกมาในรูปของตัวเลข (Numeric) โดยกำหนดเกณฑ์การวัดออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่มีการวัดข้อมูลอย่างหยาบ (Nominal Level), ระดับเปรียบเทียบของแต่ละปัจจัย (Ordinal Level) และระดับการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ปัจจัยของ Ordinal Level (Interval-Ratio Level)

2.7.3.2 ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristics) ตัวแทนในการจัดเก็บข้อมูลในเชิงภูมิศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท

1) Raster or Grid Representation คือ จุดของเซลล์ ที่อยู่ในแต่ละช่วงสี่เหลี่ยม (Grid) โครงสร้างของ Raster ประกอบด้วยชุดของ Grid Cell หรือ Pixel หรือ Picture Element Cell ข้อมูลแบบ Raster เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแถวอนและแถวตั้ง แต่ละ Cell อ้างอิงโดยแถวและสดมภ์ภายใน Grid Cell จะมีตัวเลขหรือภาพข้อมูล Raster

ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลราสเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ซึ่งประเภท Raster มีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ช่วยให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้รวดเร็ว Raster Data อาจแปรรูปมาจากข้อมูล Vector หรือ แปรจาก Raster ไปเป็น Vector แต่เห็นได้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล

2) Vector Representation ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ซึ่งถูกกำหนดโดยจุดพิกัด ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X,Y) และ/หรือ แนวตั้ง (Z) หรือ Cartesian Coordinate System ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็เป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้าย จะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ ในรูปแบบเวกเตอร์จะมีลักษณะและรูปแบบ (Spatial Features) ต่างๆ กัน พอสรุปได้ดังนี้ คือ

2.1) รูปแบบของจุด (Point Features) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใด ๆ ซึ่งจะสังเกตได้จากขนาดของจุดนั้น ๆ โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งของจังหวัด เป็นต้น



ภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristic) แบบจุด (Point)

2.2) รูปแบบของเส้น (Linear Features) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุมและเส้นโค้ง ซึ่งรูปร่างของเส้นเหล่านี้จะอธิบายถึงลักษณะต่าง ๆ โดยอาศัยขนาดทั้งความกว้างและความยาว เช่น ถนน หรือ แม่น้ำ เป็นต้น และในทางการทำแผนที่รวมทั้งระบบ GIS นั้น รูปแบบของเส้น หมายถึง เส้นหักมุมที่มีความกว้างเฉพาะในความยาวที่กำหนด



ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristic) แบบเส้น (Line)

2.3) รูปแบบของพื้นที่ เป็นลักษณะขอบเขตพื้นที่ที่เรียกว่า โพลีกอน (Polygon) ที่อธิบายถึงขอบเขตเนื้อที่และเส้นรอบวง และข้อมูลโพลีกอนลักษณะเหล่านี้จะใช้อธิบายขอบเขตข้อมูลต่าง ๆ เช่น ขอบเขตของพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น



ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristic)
แบบรูปเหลี่ยมปิด (Polygon)

2.7.4 ขั้นตอนในการทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ปิยะกาญจน์ เทียธิทรัพย์ (2537) ได้กล่าวถึงการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นมีขั้นตอนการทำงาน ดังต่อไปนี้

2.7.4.1 การนำเข้าข้อมูล เป็นการนำเข้าข้อมูลภาพเข้าไปไว้ในสื่อบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางเครื่องอ่านพิกัด (Digitizer) หรือเครื่องกวาดตรวจ (Scanner)

2.7.4.2 การตรวจสอบความถูกต้องและการแก้ไขข้อมูล เป็นการตรวจสอบข้อมูลที่นำเข้ามา และแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลแล้วให้ถูกต้อง เช่น การสำรวจในภาคสนาม การตรวจสอบความถูกต้องของพิกัดทางภูมิศาสตร์

2.7.4.3 การสร้างความสัมพันธ์ (Topology) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงภาพ และข้อมูลเชิงอรรถ

2.7.4.4 การจัดการฐานข้อมูล ซึ่งในที่นี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล และจัดรูปแบบโครงสร้างเพื่อเตรียมเข้าสู่ระบบการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การรวมหรือการจำแนกพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นลดน้อยลง

2.7.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการวิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลโดยใช้หลักวิชาการด้านต่าง ๆ ประกอบกัน

2.7.4.6 การแสดงผล เป็นการแสดงผลของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเชิงภาพ และข้อมูลเชิงอรรถ

2.7.5 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis Techniques)

ภายหลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลที่เป็นเสร็จสิ้นแล้ว ข้อมูลทั้งหมดต้องถ่ายทอดเข้าสู่แผนที่ต้นร่างเดียวกันก่อนนำไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลเสมอ

สุวิทย์ อ่องสมหวัง (2542) ได้สรุปตัวอย่างเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล ไว้ดังนี้

2.7.5.1 การวิเคราะห์การซ้อนทับ (Overlay Analysis) เป็นเทคนิคการซ้อนทับของชั้นข้อมูลที่มีจำนวน 2 ชั้น หรือมากกว่า เพื่อให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ภายใต้เงื่อนไขที่ต้องการได้แก่ การคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Calculation) เช่น การบวก (+) ลบ (-) คูณ (×)หาร (÷) ลอการิทึม (log) หรือการใช้เงื่อนไขทางพีชคณิตแบบบูล (Boolean algebra) ได้แก่ “และ” (AND) “หรือ” (OR) “และ/หรือ” (XOR) และ “ไม่ใช่” (NOT) โดยทำการทดสอบผลลัพธ์ที่เกิดจากเงื่อนไขที่กำหนดเป็นจริงหรือเท็จ ชั้นข้อมูลต่าง ๆ จะถูกผสมผสานกลายเป็นชั้นข้อมูลใหม่

2.7.5.2 แบบจำลอง (Modeling) แบบจำลองสำคัญ ๆ ที่นำมาใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้แก่ แบบจำลองแผนที่ (Cartographic Modeling) เป็นการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่มาวิเคราะห์โดยใช้การปฏิบัติการแบบบูล หรือคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการจำแนกพื้นที่จากคุณสมบัติที่กำหนดแบบจำลองทางสถิติศาสตร์ (Statistical Modeling) เป็นการสร้างรูปแบบจำลองโดยนำเอาชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับนำไปใช้ในการคาดการณ์ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แบบจำลองการค้นหารูปแบบ (Simulation Modeling) เป็นการค้นหาแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนบางอย่าง โดยการผสมผสานข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลองค์ประกอบเข้าด้วยกัน แบบจำลองเพื่อการคาดการณ์ (Predictive Modeling) เป็นการนำเอาแบบจำลองทางสถิติมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ทำโดยรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่จะศึกษา

2.7.5.3 การกำหนดแนวกันชน (Buffering) เป็นเทคนิคการสร้างขอบเขตพื้นที่ตามระยะที่กำหนดปิดล้อมข้อมูลจุด เส้นตรง หรือพื้นที่รูปปิด

2.7.5.4 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางเดินหรือเส้นทางที่ใช้แทนการเคลื่อนที่ของวัตถุบางชนิดผ่านพื้นที่ที่กำหนด

นอกจากเทคนิคการวิเคราะห์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีเทคนิคอื่น ๆ อีก เป็นจำนวนมาก เช่น การวิเคราะห์ทางด้านภูมิประเทศ ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) หรือ แบบจำลองลักษณะภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Terrain Model, DTM) เป็นเพิ่มข้อมูลตัวเลขที่ประกอบด้วยรูปแบบข้อมูลเชิงภาพของจุดความสูงซึ่งสามารถใช้สร้างลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ได้ ข้อมูลชนิดนี้ใช้ประโยชน์ในการสร้างข้อมูลสามมิติเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ เช่น ความลาดชัน ทิศด้านลาด ปริมาตร และความสูงต่ำของพื้นผิว อย่างไรก็ตามคำว่า ภูมิประเทศมิได้ หมายถึง เพียงแต่เฉพาะระดับความสูงเท่านั้น อาจหมายถึง ลักษณะเฉพาะอื่น ๆ ของภูมิทัศน์ได้ด้วย แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขนี้ยังสามารถจำลองความแปรเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องของตัวแปร Z อื่น ๆ บนพื้นที่ 2 มิติ ได้ด้วย เช่น ปริมาณน้ำฝน และ อุณหภูมิ

2.7.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์

ปิยะกาญจน์ เทียธิทรัพย์ (2537) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์นั้น คือ การนำเอาข้อมูลหลาย ๆ เรื่องมาสร้างเป็นแบบจำลอง เพื่อการกำหนดแนวโน้มของข้อมูล และเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจที่ดีกว่า และก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้นั้น จะต้องมีการข้อมูลที่ประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลหรือฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Database) จะเก็บไว้ในลักษณะข้อมูลเฉพาะเรื่อง (Layer) เช่น ข้อมูลเฉพาะเรื่องของถนน ข้อมูลเฉพาะเรื่องของแม่น้ำ ข้อมูลเฉพาะเรื่องของสถานที่ราชการ และข้อมูลเฉพาะเรื่องของเขตชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เป็นต้น ซึ่งในแต่ละข้อมูลเฉพาะเรื่องก็จะมีข้อมูลที่เป็นทั้งข้อมูลเชิงภาพ และข้อมูลเชิงอรรถ จากการเก็บข้อมูลในลักษณะนี้ สามารถที่จะตรวจสอบ และแสดงฐานข้อมูลได้หลายวิธี เมื่อเราต้องการสารสนเทศเฉพาะเรื่อง แม้ว่าวิธีนี้ง่ายในการเก็บรักษาและดูแลข้อมูล แต่ข้อมูลที่ต้องการนำมาสร้างแบบจำลองที่มีความหมาย อาจไม่ได้บรรจุอยู่ในข้อมูลเฉพาะเรื่อง เพียงข้อมูลเดียว การวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์มักต้องการข้อมูลมากกว่า 1 ข้อมูลเฉพาะเรื่อง บ่อยครั้งที่ต้องการรวมหลายข้อมูลเฉพาะเรื่องจากฐานข้อมูลแล้วนำมาสร้างความสัมพันธ์ใหม่

พื้นฐานที่สำคัญที่สุดของกระบวนการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลเฉพาะเรื่อง ได้แก่ การซ้อนทับข้อมูล (Overlay) ซึ่งได้จากการนำเอาข้อมูลเฉพาะเรื่อง ตั้งแต่ 2 ข้อมูลเฉพาะเรื่อง ขึ้นไป มาทำการรวมเป็นข้อมูลเฉพาะเรื่องใหม่ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้

2.7.7 แนวทางในการจัดเก็บข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2538) ได้กำหนดหลักการที่จะใช้เป็นแนวทางในการจัดเก็บข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พอสรุป ได้ดังนี้

2.7.7.1 ข้อมูลที่มีอยู่ไม่สามารถนำมาใช้ได้

2.7.7.2 วิธีที่ประหยัดที่สุดในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ จัดเก็บเฉพาะแต่ข้อมูลที่ต้องการจะใช้นั้น

2.7.7.3 คุณภาพของข้อมูลควรเหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้

2.7.7.4 เป็นการเสียค่าใช้จ่ายไปโดยเปล่าประโยชน์ ที่จะพยายามเก็บข้อมูลที่ไม่สามารถให้ความละเอียดถูกต้องของข้อมูลได้มากขึ้น

2.7.7.5 ข้อมูลที่ได้มาจะมีคุณค่าก็ต่อเมื่อเป็นข้อมูลที่เรากำลังต้องการ อยู่ในสถานที่ถูกต้อง และเวลาอันควร

2.7.7.6 แบบจำลองที่ดีที่สุดต้องเป็นแบบง่ายที่สุด ใช้ข้อมูลน้อยที่สุด และทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

2.7.8 ความผิดพลาดในระบบสารสนเทศศาสตร์

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2538) ได้กล่าวถึงความผิดพลาดที่สามารถเกิดขึ้นได้เสมอในการใช้ระบบสารสนเทศศาสตร์ และทุก ๆ ขั้นตอนของการใช้นี้สามารถก่อให้เกิดความผิดพลาดได้ตลอดมา ในการจัดการกับความผิดพลาดระดับต่าง ๆ ของระบบสารสนเทศศาสตร์ ซึ่งความผิดพลาดของระบบสารสนเทศศาสตร์ สามารถจำแนกได้เป็น 6 ชนิด คือ

2.7.8.1 ความผิดพลาดเนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นผลจากแผนที่ต้นฉบับ การออกสำรวจ หรือการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล

2.7.8.2 ความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูล ซึ่งอาจเกิดจากความไม่ถูกต้องเที่ยงตรงในขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุจากอุปกรณ์ หรือผู้ปฏิบัติการเอง นอกจากนั้นอาจเกิดจากตัวแผนที่ที่ขาดความชัดเจนของข้อมูล

2.7.8.3 ความผิดพลาดจากการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งเกิดจากวิธีการที่ข้อมูลถูกจัดเก็บลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น การใช้ตัวเลขที่ไม่เพียงพอสำหรับข้อมูลประเภทเส้น หรือความละเอียดไม่เพียงพอที่จะใช้เก็บข้อมูลประเภทตารางกริด

2.7.8.4 ความผิดพลาดจากการจัดเก็บข้อมูล อาจเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกลุ่มของข้อมูลที่ไม่เหมาะสม เส้นแบ่งเขตไม่ชัดเจน ผลที่มาจากซ้อนทับข้อมูลหลายประเภทเข้าด้วยกัน หรือการนำข้อมูลแผนที่ที่มีมาตราส่วนต่างกันมาใช้

2.7.8.5 ความผิดพลาดซึ่งเกิดจากผลลัพธ์ ซึ่งเป็นผลอย่างหนึ่งเนื่องมาจากการใช้แผนที่ที่มีมาตราส่วนต่างกัน หรืออุปกรณ์ที่ใช้ผลิตผลลัพธ์มีความละเอียดไม่เพียงพอ

2.7.8.6 ความผิดพลาดจากการตีความผลลัพธ์ เกิดจากความเข้าใจผิดในผลที่ได้มาจากการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ความถูกต้องที่ถูกมองข้ามไป หรือนำผลลัพธ์ไปใช้อย่างไม่เหมาะสม

วัตถุประสงค์ในการชี้แจงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ไม่ใช่เพื่อขจัดไปให้หมดสิ้น แต่เพื่อต้องการให้มีการจัดการที่ถูกต้อง ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบต้องระลึกไว้ว่า ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ย่อมจะนำความเสียหายแก่ผู้นำไปใช้ในที่สุด

2.7.9 ประโยชน์ของการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2536) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้ดังนี้

2.7.9.1 ผลประโยชน์ที่จับต้องได้ (Tangible Benefit) ได้แก่

- 1) ประหยัดเวลาในการผลิต และปรับปรุงแผนที่ให้ทันสมัย
- 2) การบำรุงรักษาทำได้ดีกว่า
- 3) การวางแผนทำได้ดีกว่า
- 4) ประหยัดเวลาในการบริหาร
- 5) ประสิทธิภาพในการบริหารสูงกว่า
- 6) ข้อมูลทันสมัยกว่า
- 7) เข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็วกว่า

2.7.9.2 ผลประโยชน์ที่จับต้องไม่ได้ (Intangible Benefit) ได้แก่

- 1) ข้อมูลมากขึ้น
- 2) วิเคราะห์ได้ดีขึ้นโดยใช้เวลาน้อยลง
- 3) เพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์
- 4) สามารถวิเคราะห์ในสิ่งที่ไม่เคยทำได้มาก่อน
- 5) การตัดสินใจที่ดีกว่า
- 6) เพื่อความเข้าใจและการวิเคราะห์ระบบที่สลับซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น

2.8 ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS: Global Positioning System)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ได้กล่าวถึงระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) ว่าสามารถให้ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ภายในเวลาอันสั้น โดยการใช้เครื่องมือรับสัญญาณ GPS เพื่อวัดข้อมูลเวลาจากดาวเทียมนำร่องหลาย ๆ ดวง

GPS เป็นเทคนิคในการหาค่าพิกัดตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณ GPS ซึ่งรับคลื่นวิทยุจากดาวเทียมนำร่องมากกว่า 4 ดวง สัญญาณนำร่องที่ได้รับนั้นจะรวมถึงเวลาที่ถูกต้องและองค์ประกอบของวงโคจรซึ่งสามารถแปลงเป็นตำแหน่งของดาวเทียมได้

สุเพชร จิรขจรกุล (2544) ได้กล่าวถึงการทำงานของ GPS โดยอาศัยหลักการที่ว่า ตำแหน่งของดาวเทียมหรือวงโคจรของดาวเทียม และทำการหาระยะระหว่างเครื่องรับสัญญาณกับดาวเทียมที่ส่งมาโดยอาศัยหลักการ Resection จากตำแหน่งเครื่องรับสัญญาณได้ อย่างไรก็ตามการหาระยะทางระหว่างดาวเทียมก็ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่เนื่องจากเวลาของดาวเทียมและเครื่องรับสัญญาณมีความถูกต้องต่างกัน ดังนั้น เพื่อที่จะกำจัดความคลาดเคลื่อนนี้จึงจำเป็นต้องวัดระยะทางเพิ่มขึ้นอีก 1 ระยะ นั่นคือต้องอาศัยระยะทางจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง เพื่อที่จะหาตำแหน่ง ซึ่งสำคัญของเทคโนโลยีชนิดนี้อยู่ที่การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งบนพื้นผิวโลกได้แม่นยำและต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง

2.8.1 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบ GPS

สุเพชร จิรขจรกุล (2544) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของเครื่องรับสัญญาณ GPS ว่า ถ้าจะจำแนกอย่างกว้าง ๆ สามารถจัดแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ เครื่องรับสัญญาณ เสาอากาศ แหล่งจ่ายไฟ และระบบเก็บข้อมูล ส่วนของระบบเก็บข้อมูลนี้ เครื่องมือบางรุ่นสามารถที่จะเก็บข้อมูลได้ในตัวมันเอง แต่บางรุ่นไม่มีระบบเก็บข้อมูลต้องอาศัยอุปกรณ์พิเศษสำหรับเก็บข้อมูล หรือเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์อย่างอย่างเคลื่อนย้ายได้เป็นตัวเก็บข้อมูลแทน นอกจากนี้ส่วนประกอบ 4 ส่วนนี้แล้วยังมีส่วนประกอบปลีกย่อยอีกส่วน เช่น สายไฟ แบตเตอรี่สำหรับเก็บไฟ เป็นต้น

2.8.2 การควบคุมความถูกต้องของข้อมูล

สุเพชร จิรขจรกุล (2544) ได้กล่าวถึงหลักการทำงานอย่างคร่าว ๆ ของระบบควบคุม ดังนี้ กล่าวคือ สถานีติดตามจะทำการตรวจสอบวงโคจรและตำแหน่งของดาวเทียมอยู่ตลอดเวลา โดยสัญญาณที่ส่งออกมาจากดาวเทียมหลังจากนั้นก็ส่งผ่านข้อมูลเหล่านั้นไปยังสถานีควบคุมหลักซึ่งจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลผลเพื่อความละเอียดถูกต้อง เมื่อได้ผลการคำนวณเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้ถูกต้องทันต่อเวลา รวมถึงข่าวสารเกี่ยวกับการนำวิถีทางต่าง ๆ ด้วย แล้วก็จะส่งข้อมูลเหล่านั้นไปยังเสาอากาศภาคพื้นดินเพื่อส่งต่อไปยังดาวเทียมอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้เสาอากาศภาคพื้นดินยังใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมดาวเทียมอีกด้วย

2.9 การวิจัยศึกษาเบื้องต้น

2.9.1 ความหมายของการวิจัย

การวิจัย ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Research” ถ้าจะแปลตามตัวหมายถึง การค้นหาซ้ำแล้วซ้ำอีก ซึ่งความหมายของคำว่าวิจัย ทางด้านวิชาการได้มีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน เช่น

เบสท์ (Best, 1981 อ้างถึงใน บุญเรียง ขจรศิลป์, 2533) ได้ให้ความหมายของการวิจัยไว้ว่าเป็นวิธีการที่เป็นระบบระเบียบ และมีจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์ และคิดบันทึกการสังเกตที่มีการควบคุมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอ้างอิง หลักการหรือทฤษฎีซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการทำงานและการควบคุมเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

รัตนะ บัวสนธิ์ (2543) ได้ให้ความหมายของการวิจัยไว้ว่า เป็นการหาความจริงเชิงสาธารณะด้วยวิธีการที่เรียกว่ากระบวนการวิจัยซึ่งมีลักษณะเป็นระบบมีขั้นตอน

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกุล (2543) สรุปความหมายของการวิจัยไว้ว่า การวิจัยคือ การศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบระเบียบเพื่อทำความเข้าใจปัญหาและแสวงหาคำตอบ เป็นกระบวนการที่อาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2533) ได้ให้ความหมายของคำว่า การวิจัยทางด้านวิชาการ หมายถึง กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ หรือกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้เพื่อตอบปัญหาที่มีอยู่อย่างมีระบบ และมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอน โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การวิจัยทางการศึกษาจึงหมายถึง กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ที่เป็นความจริงเชิงตรรกะ (Logical) หรือความจริงเชิงประจักษ์ (Empirical) เพื่อตอบปัญหาทางการศึกษาอย่างมีระบบ และมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอน โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก (<http://wbc.msu.ac.th/wbc/edu/0504304/lesson1.htm>, 2548)

2.9.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2.9.2.1 ประชากร (Population)

ประชากร หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิต หรือสิ่งไม่มีชีวิตที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา ซึ่งสมาชิก แต่ละหน่วยของประชากรกลุ่มหนึ่ง ๆ จะมีลักษณะหรือคุณสมบัติบางอย่างร่วมกัน

ประชากร จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- 1) ประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite Population) เป็นประชากรที่สามารถนับจำนวนได้ครบถ้วน

2) ประชากรที่มีจำนวนไม่จำกัด (Infinite Population) ประชากรที่ไม่สามารถนับจำนวนได้ครบถ้วน หรือปริมาณมากจนไม่อาจนับเป็นจำนวนได้

(<http://wbc.msu.ac.th/wbc/edu/0504304/lesson1.htm>, 2548)

2.9.2.1 กลุ่มตัวอย่าง (Sample)

กลุ่มตัวอย่าง (Sample) หมายถึง กลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มประชากร ที่ผู้วิจัยสนใจ กลุ่มตัวอย่างที่ดี หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญครบถ้วนเหมือนกับกลุ่มประชากร

การวิจัยโดยเฉพาะการวิจัยที่มีกลุ่มประชากรขนาดใหญ่ จะมีความลำบากมาก และมีความเป็นไปได้น้อยในการที่จะรวบรวมข้อมูลจากทุก ๆ หน่วยของสมาชิกในกลุ่มประชากร การเลือกสมาชิกจำนวนหนึ่งจากกลุ่มประชากรใช้ในการศึกษาวิจัยนี้คือ การสุ่มตัวอย่าง ซึ่งในการสุ่มตัวอย่างนี้ถ้าหากว่ามีเทคนิคหรือขั้นตอนต่าง ๆ ในการสุ่มตัวอย่างเป็นอย่างดีแล้วจะมีประโยชน์ต่อการวิจัยเป็นอย่างมาก การสุ่มตัวอย่างที่ดีนั้นหมายถึง วิธีการสุ่มตัวอย่างที่จะส่งผลให้ได้ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มประชากร ดังนั้นการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มประชากรเป้าหมาย จะช่วยผู้วิจัยประหยัดทั้งเงินตราและเวลา เนื่องจากผู้วิจัยสามารถที่จะสรุปข้อมูลต่าง ๆ ของกลุ่มประชากรได้อย่างถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงจากการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง (<http://wbc.msu.ac.th/wbc/edu/0504304/lesson1.htm>, 2548)

2.9.3 การสุ่มตัวอย่าง (Sampling)

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) เป็นการทำให้ได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชากร เพื่อใช้ศึกษาข้อมูลแทนประชากร วิธีการสุ่มตัวอย่างจึงจำเป็นวิธีการที่ทำให้ได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชาชน

2.9.3.1 ประเภทของวิธีการสุ่มตัวอย่าง

วิธีการสุ่มตัวอย่างประชากร จำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1) การสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยคำนึงความน่าจะเป็นของแต่ละหน่วยประชากรที่จะได้รับการเลือก ซึ่งจะเป็นไปในแบบสุ่มไม่เฉพาะเจาะจง เพื่อนำผลไปใช้สรุปอ้างอิง (Inference) ถึงประชากรเป้าหมาย

2) การเลือกตัวอย่างประชากรโดยไม่อาศัยหลักความน่าจะเป็น (Non - Probability Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็นของประชากรแต่ละหน่วยที่จะได้รับการเลือกจึงเป็นการเลือกตัวอย่างประชากรแบบเจาะจง (Purposive Sampling) หรือการเลือกตัวอย่างประชากรแบบมีเจตนา ส่วนมากใช้ในการศึกษาที่ไม่สามารถจะกำหนด

ขอบเขตของประชากรได้แน่นอน มีเวลาและสิ่งอำนวยความสะดวกจำกัด อาศัยการตัดสินใจตามความสะดวกของผู้วิจัยเป็นหลัก (<http://wbc.msu.ac.th/wbc/edu/0504304/lesson1.htm>, 2548)

2.9.3.2 วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็น

ในที่นี้ขอกล่าวถึงเฉพาะวิธีสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability sampling) อันเป็นวิธีสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในงานวิจัยซึ่งนิยมใช้กัน 5 วิธี ดังต่อไปนี้

1) วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรที่เปิดโอกาสให้ประชากรทุกหน่วยมีสิทธิได้รับการเลือกเท่า ๆ กันโดยมีบัญชีรายชื่อของประชากรทุกหน่วยแล้วทำการจับฉลากหรือใช้ตารางเลขสุ่ม (Random Number Table) จนได้กลุ่มตัวอย่างประชากรครบตามต้องการ

2) วิธีสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic Random Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบสุ่มเป็นช่วง ๆ โดยมีบัญชีรายชื่อของประชากรทุกหน่วย (Sampling Frame) ทำการสุ่มหาตัวสุ่มเริ่มต้น (Random start) แล้วนับไปตามช่วงของการสุ่ม (Random Interval)

3) วิธีสุ่มตัวอย่างแบบยกกลุ่ม (Cluster Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบที่ประชากรอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ที่มีลักษณะภายในใกล้เคียงกัน หรือคล้ายคลึงกันตามเงื่อนไขที่ต้องการ

4) วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบแบ่งประชากรออกเป็นพวกหรือชั้น (Stratum) ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยให้มีลักษณะภายในคล้ายกันหรือเป็นอันดันดับเดียวกัน (Homogeneous) มากที่สุด แต่จะแตกต่างกันระหว่างชั้น จากนั้นจึงทำการสุ่มจากแต่ละชั้นขึ้นมาทำการศึกษา โดยใช้สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างประชากรที่สุ่มขึ้นมาเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

5) วิธีสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi – Stage Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างประชากรแบบแบ่งออกเป็นลำดับขั้นต่าง ๆ เช่น ภาค จังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน เป็นต้น แล้วทำการสุ่มประชากรจากหน่วยหรือลำดับขั้นที่ใหญ่ก่อน จากหน่วยที่สุ่มได้ก็ทำการสุ่มหน่วยที่มีลำดับใหญ่รองลงไปทีละขั้น ๆ จนถึงกลุ่มตัวอย่างในขั้นที่ต้องการ การสุ่มแบบนี้จึงมีลักษณะการกระจายเป็นร่างแหที่ขยายออกไปเรื่อย ๆ จนถึงหน่วยที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล ถ้า

ใช้การสุ่ม 2 ครั้ง ก็เรียก Twostage Stage Sampling ถ้า 3 ครั้ง ก็เป็น Three – Stage Sampling เป็นต้น

2.9.3.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้โดยการใช้สูตรคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง หรืออาจเลือกใช้ตามตารางสำเร็จรูปที่มีผู้ได้สร้างไว้แล้ว การใช้สูตรคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ในที่นี้จะกล่าวถึง สูตรของ Taro Yamane

$$n = \frac{N}{1 + N e^2}$$

n = จำนวนตัวอย่าง

N = จำนวนประชากร

e = ค่าความคลาดเคลื่อน

(<http://wbc.msu.ac.th/wbc/edu/0504304/lesson1.htm>, 2548)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธานี ภาคอุทัย (2541) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อวางแผนทางพัฒนาการเกษตรลักษณะผสมผสาน ในเขตอาศัยน้ำฝน จังหวัดพิษณุโลก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการผลิต ศักยภาพของทรัพยากรการผลิต และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบผลิต การเกษตร เพื่อหาศักยภาพพื้นที่และแนวทางที่เหมาะสมสำหรับวางแผนทางพัฒนาการเกษตร ลักษณะผสมผสาน ระหว่างพืชและปศุสัตว์ ในเขตอาศัยน้ำฝน การศึกษาได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โปรแกรม ARC/INFO เป็นเครื่องมือในการจัดการข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล แผนที่การใช้ที่ดิน แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และแผนที่แสดงขอบเขตจังหวัดพิษณุโลก

ผลการวิจัยพบว่ามีพื้นที่ในเขตอาศัยน้ำฝนทั้งสิ้น 5,617 ล้านไร่ เป็นพื้นที่ทำการเกษตร รวมทั้งสิ้น 2,016 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 35.95 ของพื้นที่ในเขตอาศัยน้ำฝน แบ่งเป็นพื้นที่ทำนาประมาณ 1,018 ล้านไร่ เท่ากับร้อยละ 18.14 และเป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ จำนวน 0.958 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 17.05 ของพื้นที่ทั้งหมดในเขตอาศัยน้ำฝน โดยเป็นพื้นที่การทำนา ในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมประมาณร้อยละ 52.28 พบในเขตพื้นที่รอบ ๆ แหล่งที่มีการทำนาหนาแน่น และเขตอำเภอ นครไทย อำเภอชาติตระการ และอำเภอเนินมะปราง การวิจัยได้เสนอแนะทางพัฒนาการเกษตรลักษณะผสมผสานระหว่างพืช และปศุสัตว์ในเขตพื้นที่ปลูกพืชไร่ ส่งเสริมการเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีกผสมผสานการทำนา ในเขตพื้นที่ทำนา และส่งเสริมการพัฒนาอาหารสัตว์ในแนวทางการ

พัฒนาพืชอาหารสัตว์ และการส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นอาหารสัตว์ ผลที่คาดว่าจะได้รับ คือ การช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เสริมจากการเกษตรหลัก ส่งเสริมให้เกษตรกรมีการกระจายการผลิตในไถ่แรกก่อให้เกิดความหลากหลายทางการผลิตขึ้น ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ขึ้นจากปุ๋ยคอก ทำให้สภาพแวดล้อม และทรัพยากรการผลิตปรับตัวพัฒนาดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ ควรมีการใช้ระบบสารสนเทศทางไกล (Remote Sensing) ร่วมศึกษาด้วย เนื่องจากแผนที่ฐานข้อมูลที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปล้าสมัย นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงระดับความเหมาะสมของการผสมผสานแต่ละกิจกรรมในไร่ และการแนะนำส่งเสริมให้มีการพัฒนาการเกษตรลักษณะผสมผสาน ควรพิจารณาปัจจัยความพร้อม และการยอมรับของเกษตรกร เนื่องจากทรัพยากรมนุษย์เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนา

จตุกร ศรีดิษฐ์ (2539) ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการออกแบบระบบการปลูกพืชและประเมินผลผลิตพืชในเขตเกษตรน้ำฝน กรณีศึกษา : บ้านไร่แผ่นดิน ตำบลหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา จุดมุ่งหมายสำคัญของการศึกษาค้างนี้ คือ การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบระบบการปลูกพืช และนำฐานข้อมูลมาใช้ออกแบบระบบการปลูกพืชที่เหมาะสมกับข้อมูลทางกายภาพ และความต้องการของเกษตรกรที่มีพื้นที่อยู่ในเขตเกษตรน้ำฝน โดยได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการทำงานเพื่อความเร็ว และความสะดวกในการจัดการข้อมูลเพื่อจัดทำแผนทางเลือกของระบบการปลูกพืชสำหรับเกษตรกรฟาร์ม

ขั้นตอนทางระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยการจัดเก็บข้อมูล การป้อนข้อมูล การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล การนำเสนอผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ในการจัดการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นประกอบด้วย ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมจากการสำรวจภาคสนามโดยการสัมภาษณ์เกษตรกร (จำนวนรวมทั้งสิ้น 39 ครัวเรือน) และสำรวจสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา และข้อมูลทุติยภูมิ คือ ข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา และข้อมูลพืชเศรษฐกิจจากหน่วยงานราชการต่าง ๆ และนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในขั้นตอนการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในการออกแบบระบบการปลูกพืชและประเมินผลผลิตประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ การเลือกพืชปลูกที่เหมาะสมกับพื้นที่ และความต้องการของเกษตรกร การกำหนดรูปแบบหรือปฏิทินการปลูกพืช การออกแบบระบบการปลูกพืช และประเมินผลผลิตพืช จากนั้นจะนำระบบปลูกพืชที่ได้จากกระบวนการศึกษา และปริมาณผลผลิตจากระบบ ไปสอบถามเกษตรกรถึงการยอมรับระบบปลูกพืชที่ทำการออกแบบไว้

ผลการศึกษาประกอบไปด้วย โครงสร้างฐานข้อมูลเพื่อการออกแบบระบบการปลูกพืช ซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) เช่น แผนที่หน่วยที่ดิน แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ถือครองของเกษตรกร และฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non - Spatial Database) เช่น ฐานข้อมูลเกษตรกร ฐานข้อมูลพืชเศรษฐกิจ ฐานข้อมูลดิน ฐานข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และส่วนที่สอง คือ ระบบการปลูกพืชซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์โดยระบบฐานข้อมูลที่ออกแบบไว้ และจากผลการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้กับการติดตามการเปลี่ยนแปลงการทำการเกษตรของพื้นที่ศึกษาในอนาคต หรือเพื่อนำโครงสร้างฐานข้อมูล และระบบการทำงานไปประยุกต์ใช้ในการศึกษากับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ หรือเพื่อการศึกษาการวางระบบสาธารณูปโภค และระบบการชลประทานให้สอดคล้องกับปลูกพืช และระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ได้มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา

ศักดิ์ชัย วัฒนศรีวังกุล (2542) ได้ศึกษาระบบการผลิตทางการเกษตรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนในหมู่บ้านบ่อเหมืองน้อย และหมู่บ้านห้วยน้ำผัก ตำบลแสงภา อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย เพื่อวิเคราะห์หาระบบและรูปแบบการปลูกพืชที่มีความเหมาะสมในพื้นที่โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาระบบ และรูปแบบการปลูกพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่โดยรวมภายใต้ปัจจัยทางกายภาพ ชีวภาพ ความต้องการของเกษตรกร และสภาพทางเศรษฐกิจ และสังคม โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย (Multiple Criteria Decision Making, MCDM) ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาระบบ และรูปแบบการปลูกพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความเหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดในการเพาะปลูกของพื้นที่

จากการศึกษาในส่วนที่ 1 พบว่า ระบบการปลูกพืชที่เหมาะสมในทั้ง 2 หมู่บ้าน คือ ระบบการปลูกพืชแบบผสมผสาน ได้แก่ การปลูกพืชร่วม 2 ชนิด การปลูกพืชแบบเลื่อมฤดู และการปลูกพืชแบบต่างระดับ ซึ่งระบบดังกล่าวมีความเหมาะสมที่สุดภายใต้ปัจจัยทางกายภาพ ชีวภาพ ความต้องการของเกษตรกร และสภาพเศรษฐกิจ และสังคม สำหรับรูปแบบการปลูกพืชร่วม 2, 3 และ 4 ชนิดที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ปัจจัยทางกายภาพ ชีวภาพ ความต้องการของเกษตรกร และสภาพทางเศรษฐกิจ และสังคม มีจำนวน 3, 7 และ 13 รูปแบบ โดยรูปแบบการปลูกพืชร่วม 2 ชนิดที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่เป็นการเลือกปลูกไม้ผล พืชไร่ และพืชผักชนิดใดก็ได้ร่วมกัน การปลูกพืชร่วม 4 ชนิด ที่เหมาะสมที่สุด ส่วนใหญ่เป็นการเลือกปลูกไม้ผล พืชไร่ และพืชผัก และไม้ดอก ชนิดใดก็ได้ร่วมกัน 4 ชนิด

ผลการศึกษาในส่วนที่ 2 พบว่า เกษตรกรทั้ง 2 หมู่บ้านมีความต้องการปลูกพืชในรูปแบบที่มีตลาดรองรับมากที่สุด โดยที่เกษตรกรหมู่บ้านห้วยน้ำผักเลือกรูปแบบการปลูกพืชร่วม 2, 3 และ 4 ชนิด ที่มีต้นทุนต่ำในการปลูก รองลงมา สำหรับหมู่บ้านบ่อเหมืองน้อยเกษตรกรเลือก

รูปแบบการปลูกพืชร่วม 2, 3 และ 4 ชนิด ที่มีระยะการปลูกสั้นให้ผลผลิตเร็วรองลงมา เนื่องจากพื้นที่ในการปลูกพืชดังกล่าวมีข้อจำกัดของความลาดชันของพื้นที่ แหล่งน้ำ แรงงานเกษตรกรในครอบครัว การใช้เทคโนโลยีการเกษตร และการขนส่งผลผลิตจึงได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของชนิดพืชในหมู่บ้านบ่อเหมืองน้อย และหมู่บ้านห้วยน้ำฝักมีจำนวน 37 ชนิด และ 30 ชนิดตามลำดับ จากการจัดระดับความเหมาะสมของชนิดพืชแต่ละชนิดของแต่ละครอบครัวภายใต้ข้อจำกัดในการเพาะปลูกในพื้นที่ สามารถจัดกลุ่มการเพาะปลูกตามความเหมาะสมที่เหมือนกันของชนิดพืชเดียวกัน หรือข้อจำกัดในการปลูกพืชที่เหมือนกันได้เป็น 4 กลุ่ม และ 5 กลุ่มการเพาะปลูกของหมู่บ้านบ่อเหมืองน้อย และหมู่บ้านห้วยน้ำฝัก ตามลำดับ หมู่บ้านบ่อเหมืองน้อยในกลุ่มการเพาะปลูกที่ 1 ไม่มีข้อจำกัดในการเพาะปลูก และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ไม้ผล พืชไร่ พืชผัก และไม้ดอก กลุ่มการเพาะปลูกที่ 2 มีข้อจำกัดในการเพาะปลูก ได้แก่ การขนส่ง และการใช้เทคโนโลยีการเกษตร และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ แหล่งน้ำ และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ไม้ผล พืชไร่ และพืชผัก กลุ่มการเพาะปลูกที่ 4 มีข้อจำกัดในการเพาะปลูก ได้แก่ แหล่งน้ำ ความลาดชันของพื้นที่ และการใช้เทคโนโลยีการเกษตร และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ไม้ผล พืชไร่ และพืชผัก และในหมู่บ้านบ่อเหมืองน้อย ในกลุ่มการเพาะปลูกที่ 1 ไม่มีข้อจำกัดในการเพาะปลูก และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ไม้ผล พืชไร่ พืชผัก และไม้ดอก กลุ่มการเพาะปลูกที่ 2 มีข้อจำกัดในการเพาะปลูก ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีการเกษตร และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ไม้ผล พืชไร่ พืชผัก และไม้ดอก กลุ่มการเพาะปลูกที่ 3 มีข้อจำกัดในการเพาะปลูก ได้แก่ แหล่งน้ำ และการขนส่ง และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ไม้ผล พืชไร่ พืชผัก และไม้ดอก กลุ่มการเพาะปลูกที่ 4 มีข้อจำกัดต่อการเพาะปลูก ได้แก่ แหล่งน้ำ การขนส่ง และการใช้เทคโนโลยีการเกษตร และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ไม้ผล พืชไร่ พืชผัก และไม้ดอก กลุ่มการเพาะปลูกที่ 5 มีข้อจำกัดในการเพาะปลูก ได้แก่ แหล่งน้ำ ความลาดชัน แรงงานในครอบครัว การขนส่ง และการใช้เทคโนโลยีการเกษตร และมีชนิดพืชที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ไม้ผล พืชไร่ และพืชผัก และเมื่อนำรูปแบบการปลูกพืชร่วม 2, 3 และ 4 ชนิดมาวิเคราะห์ร่วมกับชนิดพืชที่เหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดในการปลูกในพื้นที่ของแต่ละกลุ่มการเพาะปลูกพบว่าจำนวนรูปแบบการเพาะปลูกในกลุ่มการเพาะปลูกที่ 5 ในหมู่บ้านห้วยน้ำฝักลดลงจาก 13 รูปแบบ เหลือ 10 รูปแบบ และจำนวนรูปแบบการเพาะปลูกในกลุ่มการเพาะปลูกที่ 3 และ 4 ในหมู่บ้านบ่อเหมืองน้อยลดลงจาก 13 รูปแบบ เหลือ 10 รูปแบบ เนื่องจากไม้ดอกไม่มีความเหมาะสมที่จะปลูกในกลุ่มการเพาะปลูกดังกล่าว ทั้ง 2 หมู่บ้านจึงทำให้จำนวนรูปแบบการเพาะปลูกลดลง และเมื่อนำรูปแบบการเพาะปลูกภายใต้ความต้องการของเกษตรกรในระดับ

ครอบครัวยุคใหม่หรือครอบครัวที่มีชนิตพืชที่มีความเหมาะสมภายใต้ความต้องการของเกษตรกรในระดับครอบครัวยุคใหม่หรือครอบครัวที่มีชนิตพืชที่มีความเหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดในการเพาะปลูก พบว่าจำนวนรูปแบบการเพาะปลูกรวม 2, 3 และ 4 ชนิด ลดลงจาก 3, 7 และ 13 รูปแบบตามลำดับเหลือ 1 หรือ 2 รูปแบบ สำหรับรูปแบบการปลูกพืชรวม 2, 3 และ 4 ชนิด ซึ่งการที่จำนวนรูปแบบการปลูกพืชรวม 2, 3 และ 4 ชนิดลดลงจะทำให้สะดวกต่อการส่งเสริม ทำให้เกษตรกรตัดสินใจง่ายในการเลือกรูปแบบการปลูกพืชเพื่อนำไปใช้ในการเพาะปลูกต่อไป

สมจิตร ลิ้มสวัสดิ์ผล (2538) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวางแผนการใช้ที่ดินจังหวัดตราด ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาส่วนใหญ่เป็นปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งเป็นปัญหาทางด้านกายภาพและส่งผลกระทบต่อปัญหาเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ และทรัพยากรป่าไม้ ความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นจะพบมากบริเวณอำเภอโป่งไร่และบางส่วนของอำเภอแหลมงอบ การแก้ไขปัญหาด้านกายภาพโดยมีการพัฒนาเกษตรกรรม และการพัฒนาการท่องเที่ยวควบคู่ไปกับการรักษาสภาพแวดล้อมในแผนการใช้ที่ดินในอนาคตจนถึงปี พ.ศ. 2554 เสนอให้แบ่งพื้นที่จังหวัดตราดออกเป็น 2 เขตใหญ่ ๆ คือ พื้นที่อนุรักษ์และพื้นที่พัฒนา และเสนอแผนพัฒนาทางกายภาพที่สนับสนุนแผนการใช้ที่ดินดังกล่าว แผนพัฒนาโครงข่ายคมนาคม แผนพัฒนาศูนย์กลางเศรษฐกิจและสาธารณูปการ แผนพัฒนาแหล่งน้ำ และแผนพัฒนาการท่องเที่ยว โดยเน้นแผนพัฒนาการใช้ที่ดินของจังหวัดตราดเป็นสำคัญ

สมพร สง่าวงศ์ (2543) ได้ศึกษาถึงการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำขนาดเล็ก: กรณีศึกษาในเขตปฏิรูปที่ดินอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและพืชพรรณที่ได้มาจากการสำรวจภาคสนามในปี พ.ศ. 2535 และ พ.ศ.2537 ข้อมูลสนามจะถูกบันทึกลงในแปลงปฏิรูปที่ดิน ในมาตราส่วน 1:10,000 ซึ่งจะประกอบด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดิน และพืชพรรณต่างๆ เช่น พืชไร่ (ส่วนใหญ่เป็นถั่วเหลือง และยาสูบ) สวนผลไม้ (มะม่วง ลิ้นจี่) ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ป่าไม้ อ่างเก็บน้ำ ที่ไถพรวน (Fallow) และหมู่บ้านต่างๆ หลังจากที่มีการติดตามในช่วงเวลา 2 ปีก็ได้นำเอาข้อมูลมาซ้อนทับกัน เพื่อที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าเกือบ 50% ของการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2535 ได้เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากคุณภาพของดินต่ำและปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ จึงทำให้กิจกรรมด้านการเกษตร ต้องอาศัยเพียงน้ำฝนอย่างเดียว จากการศึกษา เรื่องการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำขนาดเล็ก : กรณีศึกษาในเขตปฏิรูปที่ดินอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ครั้งนี้ ประกอบไปด้วยขั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความเหมาะสมแตกต่างกันออกไป ซึ่งจะเป็น

ประโยชน์ต่อประชาชน เช่น ชาวนา และเจ้าหน้าที่ของกรมปฏิรูปที่ดิน ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบวนเกษตร และการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่คาดว่าจะข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษานี้ จะเป็นแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการปฏิรูปที่ดิน เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในการจัดสรรที่ดินไม่เหมาะสม

ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้ และฝ่ายข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2545) ได้ทำการศึกษาโดยนำข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการสำรวจตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองย่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี การศึกษาด้านการสำรวจข้อมูลระยะไกลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและแนวกันชนระหว่างปี พ.ศ. 2535 และปี 2544 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลง 42.03 ตารางกิโลเมตร หรือ 26,266.22 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.99 ของพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกบุกรุกส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม 39.32 ตารางกิโลเมตร หรือ 24,574.19 ไร่ ส่วนภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนสภาพไปเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมสภาพ 0.33 ตารางกิโลเมตร หรือ 206.83 ไร่ และพื้นที่เกษตรกรรม 9.34 ตารางกิโลเมตร หรือ 5,838.46 ไร่ โดยพืชเกษตรที่ปลูกส่วนใหญ่ได้แก่ ยางพารา ไม้ยืนต้น ไม้ผล และปาล์มน้ำมัน

ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้ และศูนย์リモテセンซิง และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ภาคเหนือ ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2543) ได้มีโครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสำรวจตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า แม่เลา - แม่เสาะ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษามี 2 รูปแบบ คือ ลักษณะการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและแนวโน้มความเสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ และแบ่งเวลาในการศึกษาออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ใน พ.ศ. 2527 ศึกษาจากภาพถ่ายทางอากาศ และ พ.ศ. 2541 ศึกษาจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM 5 ผลการศึกษาสรุปได้ว่าสภาพพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยพื้นที่ป่าไม้เป็นหลัก พื้นที่ป่าไม้จริงมีถึงร้อยละ 81.97 ของพื้นที่ศึกษา มีสภาพสมบูรณ์และได้รับการดูแลรักษาป้องกันในชั้นดี องค์ประกอบของพื้นที่ป่าไม้ประกอบด้วยป่าดิบเขาเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง ส่วนป่าสนเขามีอยู่เล็กน้อยตามยอดเขา จัดว่า เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่มีความหลากหลายทางชีวภาพที่ดีที่สุดแห่งหนึ่ง

สุทัศน์ ด้านสกุลผล และคณะ (2538) ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5 - TM ในการสำรวจพื้นที่ปลูกยางพาราของประเทศในปี พ.ศ. 2538 งานสำรวจพื้นที่ปลูกยางของ

สถาบันวิจัยยางประเทศปี 2538 โดยอาศัยข้อมูลดาวเทียม ภายใต้การสนับสนุนของกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สถาบันวิจัยแห่งชาติ เพื่อนำผลการสำรวจไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับระดับผู้บริหาร ในการวางแผนจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติทุก ๆ ฉบับ ในแผนพัฒนายาง ตลอดจนเผยแพร่สู่หน่วยงานอื่น ๆ หรือใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการลงทุนทางอุตสาหกรรมยางของเอกชน ซึ่งปัจจุบันนี้นับเป็นโครงการขนาดใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ปลูกยาง 7 จังหวัดภาคตะวันออก, 14 จังหวัดภาคใต้ และ 1 จังหวัดภาคกลางตอนล่าง (ประจวบคีรีขันธ์) เนื้อที่สำรวจทั้งหมดประมาณ 30 ล้านไร่ แยกเป็นพื้นที่ปลูกยางได้ 11,961,655 ไร่ ประปนกับพืชพรรณอื่น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถแยกได้เป็นยางอ่อน 1,620,435 ไร่ ซึ่งสามารถแยกละเอียดถึงระดับอำเภอ และจังหวัด การสำรวจโดยอาศัยข้อมูลดาวเทียมนี้ นับว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือที่สุด เป็นวิธีการสำรวจที่ให้ผลรวดเร็ว ถูกต้องค่อนข้างสูง และเป็นวิธีการสากลยอมรับ เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยงานอื่นที่ประมาณการพื้นที่ปลูกยาง โดยการออกสัมภาระหรือสำรวจภาคพื้นดิน ผลการสำรวจนี้สามารถทำเป็นแผนที่ระบุตำแหน่ง การกระจายกระจายของพื้นที่ปลูกยาง และนำไปคำนวณเนื้อที่ได้ แยกละเอียดเป็นระดับ อำเภอ จังหวัด ครอบคลุมพื้นที่ปลูกยางทั้งประเทศ แต่ไม่ครอบคลุมเขตปลูกยางใหม่

สุรวิทย์ ชวงค์สวัสดิ์ (2533) ทำการจัดเก็บข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมินศักยภาพที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำดอยตุง จังหวัดเชียงราย จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำดอยตุงจัดเก็บในแผนที่ตาราง 687 ตารางกิโลเมตร ความสูงส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชันส่วนใหญ่มากกว่า 60 % การจำแนกความเหมาะสมตามศักยภาพของดินในปัจจุบันดังนี้ดินที่เหมาะสมในการปลูกข้าว 1.89 % สภาพพื้นที่ค่อนข้างเรียบส่วนใหญ่มีความลาดชันมากกว่า 8 % อยู่ใกล้แม่น้ำ เนื้อดินค่อนข้างละเอียด การระบายน้ำค่อนข้างและเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางดินที่เหมาะสมอย่างดีในการปลูกพืชไร่ 5.97 % ดินที่เหมาะสมปานกลางในการปลูกพืชไร่และได้ผล 11.2 % ดินที่เหมาะสมปานกลางในการปลูกพืชไร่และปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ 1.3 % ดินเหมาะสมดีแก่การปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น 23.29 % ดินที่เหมาะสมแก่การปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้นอยู่บ้าง 6.0 % ดินที่เหมาะสมแก่การทำทุ่งหญ้า เลี้ยงสัตว์ 0.44 % และดินที่ใช้ในกิจการป่าไม้ 39.88 %

สุเพชร จิระขจรกุล (2544) ได้ทำการศึกษาโดยใช้รีโมทเซนซิงร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตรวจหาพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน ในพื้นที่ของโครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ฮาว อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดลำพูน ได้ใช้ Geomatics ในการติดตามหาพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้ Remote Sensing ตรวจวัดหาสภาพการใช้ที่ดิน

โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2535 (ก่อนมีโครงการฯ) พ.ศ. 2539 (ระหว่างมีโครงการฯ) และ พ.ศ. 2541 (หลังมีโครงการฯ Phase I) โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 TM มาทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้กระบวนการทางรีโมทเซนซิง ได้ผสมกับ Global Positioning System (GPS) ในการออกสำรวจพื้นที่จริงเพื่อตรวจสอบพิกัดภูมิศาสตร์ และถ่ายภาพสภาพการใช้ที่ดินจริงมาประกอบเพื่อช่วยให้ผลการแปลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้ให้ใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่จริงให้มากที่สุด และในขั้นตอนสุดท้ายนำผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการเข้าสู่ระบบ Geographic Information System (GIS) เพื่อนำผลลัพธ์ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 ปีมาวิเคราะห์ผลเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ และนำมาเป็น ข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองสมการการสูญเสียดิน (USLE) ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูล GIS ในระบบ Raster และ Vector ผสมผสานกัน จากผลการศึกษาที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงสภาพการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ กล่าวคือ เนื้อที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2539 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2535 เป็นพื้นที่ 9.65 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.73 ของพื้นที่โครงการฯ แต่ในปี พ.ศ. 2541 พื้นที่ป่าไม้ลดลงจากปี พ.ศ. 2539 เป็นพื้นที่ 9.32 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.57 ของพื้นที่โครงการฯ เมื่อตรวจสอบการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่โครงการในปี พ.ศ. 2535 จะมีค่าเฉลี่ยของอัตราการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่โครงการในปี พ.ศ. 2535 จะมีค่าเฉลี่ยของอัตราการชะล้างพังทลายของดินถึง 1,191.16 ตัน/เฮกแตร์/ปี ในปี พ.ศ. 2539 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 568.57 ตัน/เฮกแตร์/ปี และในปี พ.ศ. 2541 มีค่าเฉลี่ย 645.67 ตัน/เฮกแตร์/ปี ในปี พ.ศ. 2535, 2539 และ 2541 มีพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินสูงถึงสูงมากจะอยู่ในพื้นที่ที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.43-14.65 %, 5.82-15.65 % และ 6.74-21.45% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกับพื้นที่ป่าไม้ที่เพิ่มขึ้นช่วยให้ลดปริมาณของอัตราการสูญเสียดินลงได้ และการมีโครงการส่งเสริมการปลูกป่าตามพระราชดำรินในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่อาวนั้นช่วยให้ลดความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำถึงปานกลางลงได้มาก

สุเพชร จิระจกุล (2545) ได้ทำการศึกษาการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อติดตามการพัฒนาชุมชนอย่างมีส่วนร่วม ได้มีการติดตามการพัฒนาชุมชนอย่างมีส่วนร่วมโดยใช้กระบวนการประเมินสถานะชนบทอย่างเร่งด่วน (Rapid Rural Appraisal: RRA) เพื่อการติดตามพัฒนาการของชุมชนบ้านไผ่ หมู่ที่ 5 ตำบลเกาะเกิด อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยกระบวนการศึกษาชุมชนนั้น ได้มีการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geomatics) โดยนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ด้วยการใช้รูปถ่ายทางอากาศเพื่อดูสภาพการใช้ที่ดิน โดยมีการตรึงพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) สร้าง

แผนที่รูปถ่ายทางอากาศเชิงตัวเลขที่มีพิกัดภูมิศาสตร์ที่สามารถตรวจสอบพิกัดได้ และการนำเทคโนโลยีการตรวจวัดพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม เข้ามาช่วยในการกำหนดขอบเขตขอบหมู่บ้านและที่ตั้งของทรัพยากรธรรมชาติ และทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมถึงทรัพยากรกลุ่มและครัวเรือน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดทำแผนที่เชิงตัวเลขที่ใช้ในการติดตามการพัฒนาชุมชนอย่างมีส่วนร่วม ซึ่งจากผลการศึกษาวิจัยพบว่าในการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ร่วมกับกระบวนการประเมินสถานะชนบทอย่างเร่งด่วน (RRA) เพื่อติดตามการพัฒนาชุมชน การรวมกลุ่มของชุมชน ที่สามารถตลอดจนการติดตามทรัพยากรธรรมชาติ และทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้นในชุมชนได้เป็นอย่างดี และช่วยให้เกิดความถูกต้องในเชิงพิกัดภูมิศาสตร์ของการจัดทำแผนที่ภูมิศาสตร์ของชุมชน ที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาชุมชน โดยใช้ชาวบ้านนำแผนที่พิมพ์ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการศึกษานี้ไปใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนพัฒนาชุมชนได้สะดวกมากขึ้น แต่พบข้อจำกัดในเรื่องบุคลากรภายในชุมชนที่จะต้องได้รับการพัฒนาความรู้และทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้สามารถดูแล และพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้กับชุมชน เพื่อใช้ในการพัฒนาอย่างมีส่วนร่วมได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต.