บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะโดยทั่วไปของจังหวัดชลบุรี

จังหวัดชลบุรีตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของไทย หรือชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย ระหว่างพิกัดภูมิศาสตร์ UTM โซน 47 P 1382912 N ถึง 1504464 N และ 678779 E ถึง 795797 E โดยมีพื้นที่ประมาณ 4,363 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,726,875 ไร่ ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชลบุรี มีภูเขาทอดอยู่เกือบกลางของจังหวัดเป็นแนวยาวจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสลับเนินเขา และที่ราบชายฝั่งทะเลตอนเหนือเป็นที่ราบเหมาะแก่การกสิกรรม ทิศตะวันออกและทิศใต้เดิมเป็นป่าเขาพื้นที่ลุ่มดอน แต่ปัจจุบันเปลี่ยนสภาพจากป่าไม้เป็นที่โล่งเตียนใช้เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว สับปะรด ยางพารา และมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งจะพบแหล่งเพาะปลูกเกือบทุกอำเภอ ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินปนทราย ยกเว้นบางส่วนของอำเภอพนัสนิคมและส่วนใหญ่ของอำเภอพานทอง จะเป็นดินเหนียว ดินตะกอน แหล่งน้ำธรรมชาติมีน้อย จึงมีปัญหาขาดแคลนแหล่งน้ำ ประกอบกับมีการบุกรุกแผ้วถางป่าสงวนแห่งชาติ จึงทำให้พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์เกิดปัญหาดินเสื่อมโทรมจากการทำไร่มันสำปะหลัง และไร่อ้อย (จังหวัดชลบุรี, 2547)

ในปี พ.ศ. 2544 จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งสิ้น 1,517,001 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 55.63 ของพื้นที่ทั้งหมด ในจำนวนนี้อาชีพทางด้านการประมงเป็นอาชีพที่สร้างรายได้เป็นอันดับ 3 ของภาคการเกษตรโดยรวม โดยสามารถจำแนกการทำประมงของจังหวัดออกเป็น 3 ประเภท คือ การประมงน้ำจืด มีสัดส่วนของมูลค่าคิดเป็นร้อยละ 20.4 ของมูลค่าการประมงโดยรวมของจังหวัด การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง มีสัดส่วนของมูลค่าน้อยที่สุด คือ คิดเป็นร้อยละ 4.7 ของมูลค่าการประมงโดยรวมของจังหวัดและการประมงน้ำเค็ม เป็นประเภทการประมงที่มีสัดส่วนมูลค่ามากที่สุดคือ คิดเป็นร้อยละ 74.9 ของมูลค่าโดยรวมของจังหวัด ในส่วนของการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเล สัตว์น้ำที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุดในปี พ.ศ. 2544 คือ กุ้งกุลาดำ ซึ่งมีปริมาณสูงถึง 8,488.1 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 68.25 จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งหมด โดยมีปริมาณลดลงจากปี พ.ศ. 2542 ประมาณ 461.25 ตัน หรือประมาณร้อยละ 5.1 และในปี พ.ศ. 2544 มีมูลค่าลดลงจากปี พ.ศ. 2543 ถึง 2,653.82 ล้านบาทหรือร้อยละ 63.07 โดยแหล่งที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุดคืออำเภอพานทองมีปริมาณการผลิตและมูลค่ากว่าร้อยละ 60 เป็นต้น (กรมประมง, 2548ก)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ดัชนีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้ง

จากการขยายตัวของธุรกิจการเลี้ยงกุ้งทะเล โดยเฉพาะกุ้งกุลาดำ ในช่วงหลายปีที่ผ่านมานั้น มีการขยายตัวอย่างไม่เป็นระบบ พื้นที่ป่าชายเลนถูกทำลายลดลงไปเป็นอย่างมาก หลายพื้นที่ได้เปลี่ยนสภาพไปเป็นนากุ้ง แต่พื้นที่เหล่านั้นก็ไม่สามารถเลี้ยงกุ้งได้อย่างยั่งยืน เพราะเกิดปัญหาโรคระบาดอย่างรุนแรงและสาเหตุของปัญหาดังกล่าวก็ไม่สามารถ ที่จะชี้ชัดได้ว่าเป็นเพราะโรคกุ้ง คุณภาพน้ำ หรือเพราะมลภาวะแวดล้อม แต่สิ่งที่บ่งชี้ได้ชัดเจนคือ การเปลี่ยนแปลงไปของระบบนิเวศน์ป่าชายเลนซึ่งเป็นผลทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย (ชลอ ลิ้มสุวรรณ, 2535)

ในการเลือกสถานที่ตั้งและสภาพแวดล้อมของพื้นที่เลี้ยงกุ้งนั้น เป็นสิ่งสำคัญมาก บรรจง เทียนส่งรัศมี (2542) ได้อธิบายไว้ว่า การเลี้ยงกุ้งจะสำเร็จมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับที่ตั้งและการออกแบบฟาร์ม กล่าวคือ ถ้าได้สร้างฟาร์มในสถานที่ที่เหมาะสม บ่อและระบบต่าง ๆ ได้ออกแบบอย่างถูกต้องแล้ว จะช่วยในการประหยัดการลงทุนครั้งแรก ลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและปัญหาที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการเลี้ยงนั้น จะง่ายต่อการแก้ไข ตลอดจนจะสะดวกในการจัดการเรื่องสภาพแวดล้อมด้วย แต่เทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งในปัจจุบันได้เปลี่ยนไปตามความก้าวหน้าทางวิชาการ ทำให้สามารถเลี้ยงกุ้งได้เกือบทุกแห่งทุกสภาพ แม้แต่ในบริเวณที่ห่างจากทะเลเป็นร้อย ๆ กิโลเมตร ก็ตาม ดังนั้นหลักใหญ่ ๆ ที่ผู้เลี้ยงกุ้งจะต้องพิจารณาและใช้เป็นแนวทาง ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่ ดังนี้ คือ แหล่งน้ำ ลักษณะของดิน สภาพของพื้นที่หรือภูมิประเทศ ลักษณะของโครงสร้างพื้นฐานและแหล่งที่จะทำให้เกิดมลภาวะ

ภูมิประเทศที่ดีที่สุดในการเลี้ยงกุ้งควรอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล (Mean Sea Level) อย่างน้อย 1 เมตร ระบบโครงสร้างพื้นฐานต้องพร้อมได้แก่ ถนน ทางน้ำ ระบบไฟฟ้า และระบบสื่อสารโทรคมนาคม เป็นต้น พื้นที่บริเวณป่าชายเลนจะไม่เหมาะสมในการสร้างบ่อเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากดินจะมีสภาพเป็นกรด เพราะมีสารอินทรีย์และสารที่เป็นกรดอยู่มาก ความโปร่งใส (Transparency) ของน้ำควรอยู่ระหว่าง 30-45 เซนติเมตร ส่วนสภาพของภูมิอากาศควรเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนปานกลางตลอดทั้งปี การที่มีช่วงฤดูแล้งที่ยาวนาน จะทำให้อุณหภูมิและความเค็มเพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีแพลงค์ตอนมากและจะมีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเวลากลางคืน (สิริ ทุกข์วินาศ, 2542) อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 28-32 องศาเซลเซียส (ยนต์ มุสิก, 2542)

กรมประมง (2542) ได้กำหนดจรรยาบรรณในการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลอย่างมีความรับผิดชอบหรือ CoC (Code of Conduct) ซึ่งหมายถึง ระบบการผลิตที่มีการจัดการด้าน

สิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี โดยมีจุดมุ่งหมายให้เกิดอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลอย่างยั่งยืน เป็นกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งประกอบด้วยหลักการดังต่อไปนี้

1. การเลือกสถานที่ เป็นปัจจัยแรกที่สำคัญในการเลี้ยงกุ้งทะเล ถ้าสามารถเลือกแหล่งเลี้ยงที่ดีและเหมาะสมก็จะสามารถดำเนินการได้ง่าย เช่น ดินไม่เป็นกรด มีแหล่งน้ำทะเล ที่สะอาดและเหมาะสมทั้งปริมาณและคุณภาพ และห่างไกลจากแหล่งกำเนิดมลภาวะ เป็นต้น หลักเกณฑ์เบื้องต้นในการเลือกสถานที่ก็จะนำไปสู่ระบบจัดการฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเลอย่างมีความรับผิดชอบควรมีดังนี้

1.1 ต้องเป็นที่ที่ถูกต้องตามกฎหมายโดยมีเอกสารสิทธิ์ของผู้เลี้ยงหรือได้รับการเช่าในระยะยาวจากเจ้าของหรือรัฐ (กรณีที่เป็นที่ดินของรัฐ)

1.2 เกษตรกรควรมีส่วนร่วมในการกำหนดเขตที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยง โดยเขตที่กำหนดควรอยู่นอกป่าชายเลนที่สมบูรณ์และควรคำนึงถึงศักยภาพการรองรับของแหล่งเลี้ยงด้วย

1.3 ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ ที่มีความเค็มและคุณภาพที่เหมาะสมต่อการเลี้ยง

1.4 มีสภาพดินเหมาะสมต่อการเลี้ยง

1.5 ไม่อยู่ในอิทธิพลของแหล่งกำเนิดมลภาวะ

1.6 มีระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน

1.7 เกษตรกรผู้เลี้ยงต้องยื่นขออนุญาตจดทะเบียนฟาร์ม

2. มีการจัดการเรื่องการเลี้ยงที่ดี เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3. ปล่อยกุ้งลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสม

4. มีการจัดการเรื่องการให้อาหารกุ้งที่ดีและเหมาะสม

5. มีการจัดการสุขภาพกุ้งที่ดีและเหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดโรคระบาด

6. มีการใช้ยาและสารเคมีที่มีคุณภาพ ไม่มีการตกค้างและงดใช้ยาและสารเคมีต้องห้าม

7. มีการจัดการน้ำทิ้งและตะกอนเลนอย่างเป็นระบบ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

8. มีการเลี้ยงกุ้งอย่างมีความรับผิดชอบทั้งต่ออาชีพ สังคมท้องถิ่นธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

9. มีการรวมกลุ่มเพื่อฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงต่าง ๆ

10. มีระบบการเก็บและบันทึกข้อมูลไว้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กรมพัฒนาที่ดิน (2541ก) ได้กำหนดปัจจัยหลักที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมของดินสำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำดังนี้

1. ปัจจัยด้านกายภาพและเคมีของดิน ปัจจัยที่นำมาพิจารณาคือ สภาพภูมิประเทศ (Topography) เนื้อดิน ปฏิกิริยาของดิน ความลึกของชั้นตะกอนทะเล (Marine Sediment) และการระบายน้ำของดิน

2. ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากร ข้อบังคับหรือกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการให้หรือห้ามสำหรับกิจกรรมใด ๆ ในพื้นที่ เช่น ประเภทของป่าตามกฎหมาย

ชาลี นาวานุเคราะห์ (2542) ได้กำหนดหลักเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณาจำแนกความเหมาะสมของดินเพื่อการเพาะเลี้ยงกุ้ง ดังนี้

1) สภาพภูมิประเทศ (Topography) โดยพิจารณาความสูงต่ำ (Altitude) ความลาดชัน (Slope) และลักษณะโครงสร้างของพื้นที่ (Physiographic) ลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการเข้าออกของน้ำทะเลและการกักเก็บน้ำทะเลเพื่อใช้เลี้ยงกุ้ง สภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเล เล็กน้อยเพื่อให้น้ำทะเลสามารถไหลเข้าสู่พื้นที่ได้ในช่วงเวลาน้ำขึ้น และระบายน้ำออกสะดวกเวลาน้ำลง มีความลาดชันต่ำ หรือราบเรียบ เพื่อสะดวกในการจัดการพื้นที่และควรเป็นพื้นที่ที่สามารถกักเก็บน้ำได้ตลอดฤดูของการเพาะเลี้ยง

2) คุณลักษณะของดิน (Soil Characteristic) หมายถึง ลักษณะหรือคุณสมบัติของดินบางประการมีความเหมาะสมไม่เป็นข้อจำกัดต่อการเลี้ยงกุ้งกล่าวคือ ต้องเป็นดินที่ระบายน้ำเลวสามารถกักเก็บน้ำได้เป็นเวลานาน ไม่มีสารพิษและโลหะหนักต่าง ๆ เจือปนในปริมาณสูง จนเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงได้ มีปฏิกิริยาดินที่เหมาะสม ดังนั้นคุณสมบัติของดินที่ต้องนำมาพิจารณาได้แก่ เนื้อดิน ปฏิกิริยาดิน การระบายน้ำของดิน ความเค็ม สารพิษและโลหะหนักต่าง ๆ ในดิน เป็นต้น

3) การใช้ที่ดิน (Land Use) สภาพการใช้ที่ดินเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาเลือกพื้นที่สำหรับการเพาะเลี้ยง เพื่อป้องกันผลกระทบทางด้านนิเวศน์และสังคม ลดการขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพาะเลี้ยงกุ้งซึ่งไม่ควรนำเอาพื้นที่เกษตรกรรมถาวรมาใช้

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ คุณภาพน้ำ ความห่างไกลจากแหล่งน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยง และสาธารณูปโภคพื้นฐานต่าง ๆ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หลักการทางด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

ปกรณ์ อาภาพันธุ์ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อมูลแผนที่และภูมิสารสนเทศนับได้ว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพถ่ายจากดาวเทียมจะให้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ทันสมัยที่สุด ที่ผ่านมาข้อมูลจากดาวเทียมจะถูกใช้งานทางด้านการจำแนกข้อมูล (Classification) เป็นส่วนใหญ่ ในปัจจุบันข้อมูลดาวเทียมได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น ดาวเทียม IKONOS ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดภาพ 1 X 1 ตารางเมตร และมีคุณสมบัติที่สูงพอที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลดาวเทียม IKONOS มาใช้ผลิตแผนที่มาตราส่วนใหญ่ได้ และจะมีประโยชน์มหาศาลเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ดาวเทียม IRS-1D เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศอินเดีย องค์การวิจัยอวกาศแห่งอินเดีย (India Space Research Organization: ISRO) ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ วันที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2540 มีคุณลักษณะดังตารางที่ 2 ระบบบันทึกข้อมูลของดาวเทียม IRS-1D ทำการติดตั้งอุปกรณ์บันทึกข้อมูล 3 ระบบ ได้แก่ Panchromatic Camera (PAN), Linear Imaging and Self Scanning Sensor (LISS-III) และ Wide Field Sensor (WiFS) มีค่าระดับความเข้มสีเทาในการบันทึกภาพ 16 บิท (สำหรับการวิเคราะห์จะปรับแก้เป็น 8 บิท) ดังตารางที่ 3

ดาวเทียม Landsat-5 ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรโดยจรวด McDonald Douglas Delta 3920 จากฐานทัพอากาศ Vandenberg, California เมื่อวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2527 มีคุณลักษณะดังตารางที่ 4 และมีระบบบันทึกข้อมูล มีค่าระดับความเข้มสีเทาในการบันทึกภาพ 8 บิท ดังตารางที่ 5

ดาวเทียม SPOT 5 เป็นดาวเทียมของประเทศฝรั่งเศส ถูกส่งขึ้นวงโคจรเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2545 ระบบบันทึกภาพที่มีค่าระดับความเข้มสีเทาในการบันทึกภาพ 8 บิท และประกอบด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพ 3 ระบบด้วยกัน โดยคือ

1) High Resolution Geometric Camera (HRG) สามารถถ่ายภาพที่รายละเอียด 5 X 5 ตารางเมตร สำหรับขาว-ดำ ทั้งระบบได้ออกแบบให้มีการถ่ายภาพมีการเหลื่อมกันของภาพถ่ายสองภาพ (Line Shifted) ทำให้สามารถนำภาพมาประมวลผล เป็นกล้อง HRV (High Resolution Visible) สองตัว ซึ่งสามารถปรับมุมมองให้ถ่ายภาพคู่สเตอริโอและภาพเฉียงได้ ทำให้สามารถนำภาพมาประมวลผล Super-mode ได้รายละเอียดภาพ 2.5 X 2.5 ตารางเมตร พร้อมทั้งสามารถถ่ายภาพหลายช่วงคลื่น โดยมีรายละเอียด 10 X 10 ตารางเมตร ดังตารางที่ 6

2) High Resolution Stereoscopic Instrument (HRS) เป็นกล้องที่ออกแบบมาเพื่อการถ่ายภาพคู่ซ้อน (Stereopair Image) สำหรับขาวดำ เพื่อวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบจำลองความสูงภูมิประเทศที่รายละเอียด 10 X 10 ตารางเมตร การถ่ายภาพในลักษณะ Forward และ

Aft Looking ในวงโคจรเดียวกันของดาวเทียม ทำให้การประมวลผลภาพเชิงซ้อนมีความถูกต้องของข้อมูลสูง ดังตารางที่ 7

3) VEGETATION 2 Instrument (VGT 2) เป็นกล้องถ่ายภาพที่ออกแบบมาเพื่อการถ่ายภาพพื้นที่กว้างระดับภูมิภาค มีแนวการถ่ายภาพกว้าง 2,500 กิโลเมตร รายละเอียดภาพ 1 X 1 ตารางกิโลเมตร

ตารางที่ 2 คุณลักษณะของดาวเทียม IRS-1D (สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2547)

น้ำหนัก	1,250 กิโลกรัม
ความสูงของการโคจร	780 กิโลเมตร
เอียงทำมุมกับแกนโลก	90.53 องศา
ลักษณะการโคจร	สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์
เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ	101.35 นาที
จำนวนรอบของการโคจรใน 25 วัน	358 รอบ
บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม	ทุก 25 วัน
ระบบบันทึกข้อมูล	LISS-III, PAN, WiFS
รายละเอียดภาพ	23.5X23.5/70.5X70.5, 5.8X5.8, 188.3X188.3 ตารางเมตร
ความกว้างของภาพ	127-141, 63-70, 728-812 กิโลเมตร
อายุการทำงาน	3 ปี

ตารางที่ 3 ระบบบันทึกข้อมูลของดาวเทียม IRS-1D (สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2547)

ระบบบันทึกข้อมูล	แบนด์	ช่วงคลื่น	ช่วงความยาวคลื่น (ไมครอน)	รายละเอียดภาพ (เมตร)
PAN	PAN	ตามองเห็น	0.50-0.75	5.8
	2	สีเขียว	0.52-0.59	23.5
	3	สีแดง	0.62-0.68	23.5
LISS-III	4	อินฟราเรดใกล้	0.77-0.86	23.5
	5	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.55-1.70	70.5
WiFS	3	สีแดง	0.62-0.68	188.3
	4	อินฟราเรดใกล้	0.77-0.86	188.3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4 แสดงคุณลักษณะของดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM (สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2547)

เส้นผ่าศูนย์กลาง	1.8 เมตร
น้ำหนัก	2,000 กิโลกรัม
ความสูงของการโคจร	705 กิโลเมตร
ลักษณะการโคจร	สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก
เอียงทำมุมกับแกนโลก	98.2 องศา
เวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูล	9:30 น.
เวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ	99 นาที
จำนวนรอบของการโคจรใน 1 วัน	14.5 รอบ
บันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิม	ทุก 16 วัน
ระบบบันทึกข้อมูล	MSS (Multispectral Scanner), TM (Thematic Mapper)
รายละเอียดภาพ	80X80 , 30X30 ตารางเมตร
ความกว้างของภาพ	185 กิโลเมตร
อายุการทำงาน	5 ปี

ตารางที่ 5 ระบบบันทึกข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM (สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2547)

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมครอน)	รายละเอียดภาพ (เมตร)
1	สีน้ำเงิน-เขียว	0.45-0.53	30
2	สีเขียว	0.52-0.60	30
3	สีแดง	0.63-0.69	30
4	อินฟราเรดใกล้	0.76-0.90	30
5	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.55-1.75	30
6	อินฟราเรดคลื่นยาว (ความร้อน)	10.40-12.50	120
7	อินฟราเรดคลื่นสั้น	2.08-2.35	30

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 6 คุณลักษณะของดาวเทียม SPOT 5 ของชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพ HRG (สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2548)

Mass	356 Kg		
Maximum power	344 W		
(depening on mode)			
Dimensions	2.65 X 1.42 X 0.96 m		
Oblique viewing angle	+/- 27 degrees		
Focal length	1.082 m		
Field of view	+/- 2 degrees		
Performance	Panchromatic	B1 B2 B3	SWIR
Spectral range	0.49 – 0.69	B1 0.50 – 0.59	1.58 – 1.75
(panchromatic band)	microns	B2 0.61 – 0.68	microns
		B3 0.78 – 0.89	
Detectors per line	12000	6000	3000
Number of lines	2 offset	3 registered	1
Detector pitch	6.5 microns	13 microns	26 microns
Integration time per line	0.752 ms	1.504 ms	3.008 ms
Ground sample distance	5 X 5 sq.m	10 X 10 sq.m	20 X 20 sq.m
	Single image		
	2.5 X 2.5 sq.m		
	Dual image		
Signal-to-noise ratio	170	240	230
Modulation transfer function	> 0.2	> 0.3	> 0.2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 7 คุณลักษณะของดาวเทียม SPOT 5 ของชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพ HRS (สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2548)

Mass	90 kg
Power	128 W
Dimensions	1 X 1, 3 X 0, 4 m
Field of view	+/- 4 degrees
Focal length	0.580 m
Detectors per line	12000
Detector pitch	6.5 microns
Integration time per line	0.752 ms
Forward / aft viewing angle	+/- 20 degrees
Performance	
Spectral range (panchromatic band)	0.48 – 0.70 microns
Ground sample distance	
- Across track	10
- Along track	5 m
Modulation transfer function	> 0.25
Signal-to-noise ratio	> 120

การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์

สุพรรณ กาญจนสุธรรม (2535) ได้สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ ขั้นตอนแรก เป็นขั้นตอนก่อนการประมวลผล (Pre processing) ได้แก่ ขบวนการผสมสี (Color Mixing Process) การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis หรือ PCA) และการปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ขั้นตอนที่สอง เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม (Image Processing) ได้แก่ การจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification) แบบ Unsupervised ด้วยทฤษฎี Clustering และการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Supervised ด้วยทฤษฎี Parallelepiped, Minimum Distance และ Maximum Likelihood

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ขั้นตอนสุดท้าย เป็นขั้นตอน หลังประมวลผล (Post Processing) ได้แก่ การกรองข้อมูล (Filter) เพื่อทำให้ข้อมูลราบเรียบ (Smooth) ยิ่งขึ้น การทำ Band Combination คือ การนำข้อมูลดาวเทียม 3 แบนด์ ใด ๆ มาซ้อนกัน วัตถุประสงค์ของการทำ Band Combination เพื่อที่จะเน้นข้อมูลบางประเภทให้เด่นชัดขึ้นมา เพื่อง่ายต่อการแปลและวิเคราะห์ ตามที่ สุพรรณ กาญจนสุธรรม (2535) อ้างถึงใน รายงานของ FAO ปี พ.ศ. 2531 ที่ได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับ Band Combination โดยทดลองข้อมูล 8 ประเภท กับข้อมูลดาวเทียมระบบ TM จำนวน 6 แบนด์ ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตัวอย่างการทำ Band Combination (สุพรรณ กาญจนสุธรรม, 2535)

ประเภทข้อมูล	Band Combination (Blue – Green – Red)						
	234	123	235	345*	354*	543*	347
1. ตัวเมือง	1-2	6	5	2	1	1-2	3
2. รูปแบบการกระจาย	2	1	3	5-6	5-6	4	5-6
3. รูปแบบทางน้ำ	1	6	2	3	2	4	3
4. ขอบเขตของแปลงพืช	2	6	4	3	3	5	1
5. ขอบเขตน้ำและพืชพรรณ	2	6	5	3	1	4	3
6. ชนิดของดิน	1	5	6	2-3	2	2-3	4
7. ป่าไม้	2	6	5	1	1	4	3
8. บ่อน้ำ	4	6	5	3	3	2	1

คะแนน มีค่า 1-6 1 ไม่ดี และ 6 ดีที่สุด * คือ แบนด์เหมือนกันแต่สลับสีกัน

จากตารางที่ 8 จะเห็นว่า แบนด์ 1, 2, 3 ที่ช่วง คลื่นสามารถมองเห็น (Visible) สีน้ำเงิน-เขียว-แดง สามารถที่จะแยกความแตกต่างของประเภทข้อมูลเกือบทุกประเภทได้ดีมาก ยกเว้นรูปแบบการแพร่กระจายของตะกอนในน้ำทะเล

สีผสมที่สามารถผสมได้สีเกือบเหมือนระดับสีธรรมชาตินั้นเรียกว่า ภาพสีผสมธรรมชาติ (Natural Color Composite) ซึ่งเป็นการผสมสีในช่วงคลื่น สีน้ำเงิน เขียว และแดง ส่วนการผสมสีที่มีช่วงคลื่นของ อินฟาเรด ผสมอยู่ด้วยจะมีสีไม่เหมือนธรรมชาติเรียกว่า ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

การปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ข้อมูลดิบที่ได้จากดาวเทียมนั้นจะมีความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometrical Error) อยู่เสมอ ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ด้วยกัน เช่น วงโคจรและระดับความสูงที่แตกต่างกัน (Orbit and Altitude Anomalies) ความเร็วของดาวเทียมไม่คงที่ ความโค้งของผิวโลก (Earth Curvature) การหมุนรอบตัวเองของโลก (Earth Rotation) ทำให้เกิดภาพโย้ (Image Skew) การกวาดแกว่งของกระจกในการเก็บข้อมูลไม่สม่ำเสมอ (Mirror Velocity Nonlinearity) และความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการส่งข้อมูลที่ผิดพลาดทำให้ขนาดของจุดภาพไม่เป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส แนวทางในการแก้ไขนั้นจะต้องบิดภาพกลับและคำนวณค่าความเข้มใหม่ (Re-sampling) การแก้ไขดังกล่าวได้ใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ใช้สมการที่เรียกว่า Polynomial เพื่อให้ภาพบิดกลับ ก่อนที่จะมีการแก้ไขเชิงเรขาคณิตจะต้องทำการหาจุดพิกัดควบคุมบนภาคพื้นดิน (Ground Control Point หรือ GCP) ข้อมูลที่แก้ไขทางเรขาคณิตแล้วจะต้อง คำนวณค่าความเข้มหรือ DN (Digital Number) ใหม่ ซึ่งมีหลายวิธี เช่น

- Nearest Neighbor Resampling (Zero Order Interpolation) เป็นการคำนวณค่าความเข้มหรือ DN โดยใกล้เคียงจุดภาพใดก็ใช้ค่าจากจุดภาพนั้น วิธีนี้ไม่มีการคำนวณ

- Bilinear Interpolation (First Order Interpolation) เป็นวิธีการที่ซับซ้อนกว่าวิธีแรก การคำนวณจะใช้จุดภาพ 4 จุด รอบ ๆ มาหาค่าเฉลี่ย

- Cubic Convolution (Second Order Interpolation) วิธีการนี้จะใช้จำนวนจุดภาพ 16 จุดภาพ รอบ ๆ มาทำการคำนวณเพื่อหาค่า DN ใหม่

การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม (Image Fusion) สุรพล โปร่งเฉลยลาภ (2545) ได้สรุปความหมายไว้ว่า เป็นการรวมข้อมูลภาพดาวเทียม 2 ข้อมูล หรือมากกว่าเข้าด้วยกันเพื่อสร้างข้อมูลภาพดาวเทียมชุดใหม่ขึ้นมาโดยมีขอบข่ายการทำงาน ในการใช้อัลกอริทึม เทคนิควิธีการอย่างมีระเบียบแบบแผน ในการที่จะนำข้อมูลที่เด่นของข้อมูลตั้งต้นทั้งหมดมารวมไว้ในข้อมูลชุดเดียวกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพสูงสุดสำหรับการประยุกต์ใช้กับงานประเภทต่าง ๆ ได้แก่ การนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง (High Spatial Resolution) เช่น ข้อมูลดาวเทียม IRS-1C ช่วงคลื่น Panchromatic ที่มีรายละเอียดภาคพื้นดิน 5.8 X 5.8 ตารางเมตร นำมาหลอมข้อมูลภาพเข้ากับ ข้อมูลดาวเทียม Landsat TM หลายช่วงคลื่นที่มีรายละเอียดภาคพื้นดิน 30 X 30 ตารางเมตร มาวิเคราะห์ร่วมกัน เป็นต้น

เทคนิคในการหลอมภาพ สุรพล โปร่งเฉลยลาภ (2545 อ้างถึงใน Pohl, 1999) โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 เทคนิค คือ เทคนิคทางด้านสี (Color-related Techniques) เทคนิคทางสถิติ (Statistical Techniques) และเทคนิคทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Techniques) โดยในกลุ่มแรกจะเป็นการกล่าวถึงการรวมสีผสม 3 ช่อง (Channel) ในระบบสีองค์ประกอบพื้นฐานคือ แดง เขียว น้ำเงิน หรือนิยมเรียกย่อว่า RGB หรือลักษณะอื่นที่คล้ายคลึง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กันในระบบสีของ Intensive Hue Saturation (IHS) กับ Hue Saturation Value (HSV) สำหรับวิธีทางสถิติได้ถูกพัฒนาบนพื้นฐานของหลักสถิติ เช่น Principal Component Analysis (PCA) และสหสัมพันธ์ (Regression) ส่วนวิธีทางคณิตศาสตร์ จะใช้หลักทางเลขคณิตอย่างง่าย ๆ เช่น บวก ลบ คูณ หาร หรือฟังก์ชันอื่น ๆ กระทำกับข้อมูล โดยการเพิ่มเติม ลดทอน ความแรงสัญญาณก่อนทำการหลอมเข้าด้วยกัน ในส่วนของ IHS นั้นเป็นการแปลงสี RGB ที่เกิดจากการทำสีผสม (Color Composite) ของข้อมูลที่มีรายละเอียดเชิงคลื่นมากช่วง ไปสู่ระบบ IHS และจะนำข้อมูลดาวเทียมที่มีรายละเอียดทางพื้นดินสูงเข้ามาแทนในส่วนของความเข้ม (Intensity) หลังจากนั้นจะทำการแปลงข้อมูลที่ได้ให้กลับมาสู่ในระบบสี RGB ก็จะได้ข้อมูลดาวเทียมใหม่ที่ดีขึ้นมีรายละเอียดทางพื้นดินสูงเท่ากับข้อมูลที่เข้ามาแทน

การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม (Satellite Data Analysis) มีการดำเนินการอยู่ 2 วิธี คือ การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา เป็นข้อมูลในเชิงคุณภาพ (Qualitative) ซึ่งไม่สามารถวัดออกมาเป็นค่าได้แน่นอนอาจจออกมาในรูปของ ดี เลว หรือเปอร์เซ็นต์ กล่าวคือการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา ไม่สามารถที่จะวัดออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ทันทีและอีกวิธีคือ การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นข้อมูลในเชิงปริมาณ (Quantitative) สามารถแสดงผลออกมาเป็นค่า เช่น มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวกี่ไร่ ถ้าเป็นการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาแล้วจะต้องวิเคราะห์เกี่ยวกับ Tone/Color, Texture, Contrast, Pattern รูปร่างและขนาด เป็นต้น ส่วนการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องใช้ค่าทางสถิติ หรือทฤษฎีในทางสถิติเป็นตัวตัดสินใจ

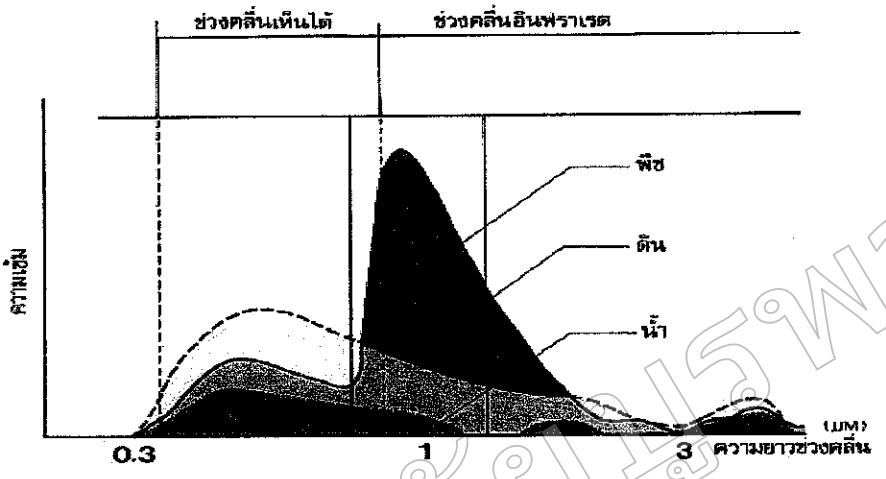
สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก่อนการแปลและวิเคราะห์หรือจำแนกประเภทข้อมูล คือ “Multiconcept Approach” ซึ่งประกอบไปด้วย

1) Multitemporal Approach คือการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ซึ่งการวิเคราะห์จำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลายช่วงเวลา

2) Multispectral Multiband Approach วัตถุแต่ละชนิดจะมีค่าการสะท้อนหรือดูดซึมพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลแบนด์เดียวอาจจะจำแนกประเภทข้อมูลได้ไม่ดีนัก จำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลายแบนด์ มาวิเคราะห์หรือมาผสมกัน ที่เรียกว่า False Color Composite (FCC) หรือนำข้อมูลในช่วงคลื่น Infrared มาลบข้อมูลในช่วงคลื่น Visible และนำมาบวกกันแล้วนำมาหารกัน ซึ่งเรียกว่า NDVI (Normalize Difference Vegetation Index)

$$NDVI = \frac{Infrared - Visible}{Infrared + Visible}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มและความยาวช่วงคลื่นจากการสะท้อน
ของพืช ดิน และน้ำ

3) Multilevel (Multistage) Approach การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม ถ้าต้องการข้อมูลที่ละเอียด เช่น ต้องการเลือกชนิดของป่า ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบชื้น อาจต้องใช้ข้อมูลจากดาวเทียม จำแนกเนื้อที่ป่าไม้ก่อน จากนั้นจึงใช้ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:15000 มาจำแนกชนิดของป่าอีกครั้งหนึ่ง หรือมีการกำหนดมาตราส่วนที่ใช้ในแต่ละระยะที่ทำการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นจะต้องแบ่งเป็น Level ต่าง ๆ เช่น Level I มาแปลและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความละเอียดต่ำ โดยแบ่งออกเป็น นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลยืนต้น ป่าไม้ และแหล่งน้ำอื่น ๆ เป็นต้น โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมมาตราส่วน 1:250000 จากนั้นจึงใช้ข้อมูลดาวเทียมมาตราส่วน 1:50000 มาจำแนกข้อมูลใน Level II และใช้ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:15000 มาจำแนกข้อมูลใน Level III

การจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification) การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์อาศัยหลักการที่เรียกว่า “Pattern Recognition” คือข้อมูล ที่ป้อนเข้าไปเป็นข้อมูลดิบซึ่งอยู่ในรูปของ Vector และทำการจำแนกด้วยทฤษฎีต่าง ๆ หลังจากนั้นจึงแปลผล ดังภาพที่ 3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ถูกกรองด้วยตัวกรองที่มีขนาดเล็ก วิธีง่ายที่สุดที่จะทำให้ข้อมูลเรียบคือ การหาค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มจากจุดภาพข้างเคียง จำนวนจุดภาพ n x m จุดภาพ ค่า n และ m จะต้องเป็นเลขคี่เสมอ เช่น 3 X 5 5 X 7 และ 7 X 7 เป็นต้น

เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ ระบบสารสนเทศ (Information System) เป็นระบบปฏิบัติการ รวบรวม จัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล อย่างเป็นขั้นตอน สามารถที่จะเรียกค้นข้อมูลที่ต้องการได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหาร ส่วนคำว่า ภูมิศาสตร์ (Geography) หมายถึง การเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับโลก โดยมุ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ของมนุษย์กับพื้นที่ (Spatial Relationship) (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2542)

ดังนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จึงเป็นระบบที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้รวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ รวมทั้งการสืบค้นข้อมูลและแสดงผลข้อสนเทศ โดยที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นทั้งระบบฐานข้อมูลที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ของแผนที่เชิงเลขและข้อมูลเชิงคุณลักษณะเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นได้ผลออกมาเป็นข้อสนเทศ และนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2542)

1. องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ฐนิตา เสือป่า (2546) ได้สรุปองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

1.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ เครื่องมือที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ จอภาพ ดิจิไทเซอร์ เครื่องกราดภาพ และเครื่องพิมพ์ภาพ เป็นต้น

1.2 ซอฟแวร์ (Software) คือ โปรแกรมชุดคำสั่ง ที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ ซึ่งคุณลักษณะของซอฟแวร์ ทางด้านที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น จะต้องสามารถป้อนข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลได้ สามารถจัดเก็บและจัดการฐานข้อมูลได้ สามารถคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลได้ สามารถรายงานผลและมีระบบอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.3 บุคลากร (People Ware) ผู้มีหน้าที่จัดการเกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ให้สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ ประสานงานกันจนได้ผลลัพธ์ออกมา ซึ่งต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์และการจัดการฐานข้อมูล

1.4 วิธีการปฏิบัติงาน (Methodology หรือ Procedure) คือขั้นตอนการทำงานซึ่งเราเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการกับข้อมูล

1.5 ข้อมูล (Data) คือ ข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น ซึ่งจัดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบสารสนเทศทุกประเภท โดยระบบย่อมไม่สามารถสร้างข้อสนเทศที่เป็นประโยชน์ได้ ถ้าขาดข้อมูลที่ถูกต้อง สมบูรณ์ และทันสมัย ซึ่งเป็นส่วนที่เราต้องป้อนให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นผลลัพธ์ออกมา

2. ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อมูล 2 แบบ คือ

2.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นโลก สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-reference) ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ คือ จุด (Point) จะใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของตำแหน่งที่ตั้งต่าง ๆ เช่น ที่ตั้ง โรงเรียน โรงงาน สถานที่ราชการ เป็นต้น เส้น (Line) จะใช้แสดงข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเส้น เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น พื้นที่ (Area) ใช้แสดงข้อมูลที่เป็นลักษณะของพื้นที่ เช่น พื้นที่ขอบเขตการปกครอง พื้นที่อาคาร พื้นที่แหล่งน้ำ เป็นต้น ลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น แบ่งได้เป็น 2 ประเภท

2.1.1 ข้อมูลแสดงทิศทาง (Vector Data) คือข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X, Y) และ/หรือ แนวดิ่ง (Z) กล่าวคือ ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็จะเป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดพิกัดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ลักษณะของข้อมูลแบบแวกเตอร์ทำให้การกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกทำได้อย่างแม่นยำ

2.1.2 ข้อมูลแสดงเป็นกริด (Raster Data) คือข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นช่องตารางสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดเท่า ๆ กัน เรียกว่า จุดภาพ หรือ Grid Cell เรียงต่อเนื่องกันในแนวราบและแนวดิ่ง ในแต่ละเซลล์สามารถเก็บค่าได้ 1 ค่า ขนาดของกริดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้รายละเอียด (Resolution) ของข้อมูลขนาดที่เหมาะสมของพื้นที่ศึกษาและระบบที่ใช้ในการประมวลผลในแต่ละกริดจะประกอบด้วยตัวเลข ซึ่งเป็นการแทนค่าของระดับความเข้ม ที่ต่างกันของในแต่ละส่วนของภาพ โดยข้อมูลชนิดนี้จะได้จากข้อมูลจากเครื่องกวาดภาพ (Scanner)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพถ่ายทางอากาศ (Arial Photo) และภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Data) เป็นต้น ลักษณะข้อมูลเป็นแบบ 2 มิติ โดยมีลักษณะของแถวแนวนอนและแถวแนวตั้ง เป็นตัวกำหนดตำแหน่งและทิศทางการแก้ไขข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลจะวิเคราะห์แฟ้มข้อมูลหลาย ๆ แฟ้มร่วมกัน ข้อมูลแบบราสเตอร์ อาจแปรรูปมาจากข้อมูลแวกเตอร์หรือแปรรูปจากราสเตอร์ ไปเป็นแวกเตอร์ได้ แต่จะมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างที่เกิดขึ้นในระหว่างการแปลข้อมูล

2.2 ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non–spatial Data) เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute) ซึ่งจะอธิบายถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ๆ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือหลาย ๆ ช่วงเวลา เช่น ข้อมูลจำนวนประชากรในเขตต่าง ๆ ข้อมูลจำนวนนักเรียนในแต่ละชั้นของโรงเรียนในสังกัด กทม. เป็นต้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ตารางข้อมูลที่เชื่อมโยงกับกราฟฟิก (Graphic Table) และ ตารางข้อมูลที่ไม่เชื่อมโยงกับกราฟฟิก (Non–graphic Table) และลักษณะของข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

3. **กระบวนการทำงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์** ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ดังนี้

3.1 การนำเข้าข้อมูล (Data Input) ข้อมูลที่นำเข้าอาจจะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลแผนที่ที่มีอยู่แล้ว ข้อมูลจากภาคสนามและข้อมูลจากเครื่องบันทึกภาพ ข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบแล้วจะเก็บไว้ในฐานข้อมูลเรียกว่า Geographic Database ซึ่งสามารถแก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ ซึ่งจะจัดเก็บไว้ใน 2 รูปแบบ คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ วิธีการนำเข้าข้อมูลมีดังนี้

3.1.1 การนำเข้าข้อมูลด้วยแผงแป้นอักขระ (Keyboard) สามารถนำเข้าได้ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

3.1.2 การนำเข้าด้วยการบันทึกค่าพิกัดข้อมูลลายเส้น (Digitizing) เป็นการแปลงข้อมูลแผนที่ เป็นข้อมูลเชิงเลข ด้วยเครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้น (Digitizer)

3.1.3 การนำเข้าข้อมูลด้วยเครื่องกราดภาพ (Scanning) ผลที่ได้จากเครื่องกราดภาพ คือ ภาพเชิงเลข (Digital Image) และอยู่ในโครงสร้างของข้อมูลแบบราสเตอร์ ส่วนข้อมูลแวกเตอร์ ต้องผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลจากราสเตอร์เป็นแวกเตอร์ (Raster to Vector Conversion)

3.1.4 นำเข้าจากแฟ้มข้อมูลเชิงเลขที่มีอยู่ก่อนแล้ว (Existing Data File)

3.2 การจัดการข้อมูล (Data Management) มีการจัดเก็บข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 แบบนั้นจะต้องมีการเชื่อมโยงกัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ลักษณะของการจัดเก็บจะเก็บในรูปแบบของข้อมูลเชิงเลข (Digital File) เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาประมวลผลวิเคราะห์ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ การจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์นั้น จะแบ่งพื้นที่ใหญ่ ออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ โดยใช้แนวคิดเดียวกับแผนที่แผ่นกระดาษ กล่าวคือ แต่ละพื้นที่เล็ก ๆ จะเก็บข้อมูลเรื่องต่าง ๆ เป็นกลุ่มของแฟ้มข้อมูล ข้อมูลแต่ละเรื่องหรือแต่ละแฟ้มข้อมูล เรียกว่า ชั้นข้อมูล (Data Layer) โดยชั้นข้อมูลประกอบด้วย กลุ่มของข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ โดยหลักการแล้วชั้นข้อมูลจะจำแนกตามลักษณะความคล้ายคลึงกันของข้อมูล เช่น ถนน ทางรถไฟ ก็จะจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า ชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม (Transportation Data Layer) เป็นต้น

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เป็นหน้าที่ที่สำคัญประการหนึ่งของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลได้ 3 รูปแบบ คือ

3.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Analysis of Spatial Data) เป็นการวิเคราะห์เกี่ยวกับ การเปลี่ยนรูป แก้ไข และประเมินความถูกต้องของแฟ้มข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ การแปลงระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Transformation or Projection) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงระบบพิกัด หรือการแปลงโครงสร้างแผนที่ การต่อแผนที่ (Mosaic) เป็นการเชื่อมต่อแผนที่หลาย ๆ ระวางเข้าด้วยกัน การเทียบขอบ (Edge-matching) เป็นวิธีการปรับคำนวณพื้นที่เส้นรอบวงและคำนวณระยะทางโดยใช้คำสั่งต่าง ๆ จากโปรแกรมในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Analysis of Attribute Data) เป็นการแก้ไข ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล ได้แก่การปรับแก้ไขข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Editing Function) โดยการเพิ่ม ลบ เปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล รวมทั้งการเชื่อมต่อหลาย ๆ ตารางเข้าด้วยกัน เพื่อนำข้อมูลไปใช้งานในการวิเคราะห์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป การสอบถามข้อมูล (Attribute Query Function) เป็นการเรียกค้นข้อมูลตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด และการใช้วิธีการทางสถิติ (Attribute Statistic Function) เป็นการคำนวณค่าทางสถิติจากตารางข้อมูล เช่น Mean, Standard Deviation, Max , Min เป็นต้น

3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงบรรยาย (Integrated Analysis of Spatial and Attribute Data) การวิเคราะห์แบบนี้จะใช้ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายร่วมกัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้หลายรูปแบบ ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.3.3.1 การเรียกค้นข้อมูล (Retrieval) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งในแผนที่และในตารางข้อมูล

3.3.3.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Classification) ได้แก่ การแบ่งกลุ่มของข้อมูลใหม่ (Reclassify) การรวมข้อมูลชนิดเดียวกันเข้าด้วยกัน (Dissolve) การรวมข้อมูลหลายชั้นหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน (Merge)

3.3.3.3 การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Function) เป็นการนำข้อมูลตั้งแต่ 2 ชั้นข้อมูล ขึ้นไปมาวางซ้อนกัน ทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ และได้ข้อมูลเชิงคุณลักษณะเพิ่มขึ้นมา ซึ่งอาจจะใช้กระบวนการทางเลขคณิต เช่น บวก ลบ คูณ หาร หรือใช้ตรรกศาสตร์ เช่น And, Or, Xor ตัวอย่างเช่น การซ้อนชั้นข้อมูลดิน น้ำ ความลาดชัน และคำนวณโดยใช้สมการเพื่อพิจารณาหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช เป็นต้น

3.3.3.4 การสร้างบัฟเฟอร์ (Buffer) เป็นการสร้างขอบเขตพื้นที่ล้อมรอบวัตถุที่เป็นเป้าหมาย

3.3.3.5 การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เช่น โครงข่ายเส้นทางรถประจำทาง โครงข่ายท่อส่งน้ำมัน เป็นต้น

3.3.3.6 การวิเคราะห์พื้นผิว (Surface Analysis) เป็นการนำข้อมูลพื้นผิว โดยข้อมูลแวกเตอร์ จะใช้ Triangulated Irregular Network (TIN) ส่วนข้อมูลราสเตอร์ จะใช้ Digital Elevation Model (DEM) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีค่าความสูงหรือค่าอื่น ๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์ความลาดชันของพื้นที่ สร้างภาพ 3 มิติ เพื่อให้เห็นลักษณะภูมิประเทศที่ใกล้เคียงความเป็นจริง การแสดงภาพตัดขวาง (Profile) การทำ Visibility Map (การมองเห็นภูมิประเทศจากจุดที่มีความสูงต่างกัน)

3.4 การแสดงผล (Data Display) หลังจากที่วิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการแสดงผล แบบต่าง ๆ เช่น แผนที่ รายงาน กราฟ ตาราง เพื่อที่จะนำผลการศึกษาไปประกอบการตัดสินใจหรือการวางแผนในเรื่องต่าง ๆ ต่อไป การแสดงผลสามารถแสดงออกได้คือ การแสดงผลเป็นสำเนาถาวร การแสดงผลให้ปรากฏบนจอภาพ และการแสดงผลโดยการทำสำเนาเก็บไว้ในรูปไฟล์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การประเมินหาค่าถ่วงน้ำหนัก

Malczewski (1999) กล่าวไว้ว่ากระบวนการในการประเมินวิเคราะห์เพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighting) ที่เหมาะสมนั้นเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น ซึ่งต้องอาศัยเทคนิควิธีในการประเมินหาค่า เพราะถ้าได้ค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมและมีความถูกต้องแม่นยำแล้ว จะนำไปสู่การตัดสินใจในการบริหารจัดการที่ถูกต้องแม่นยำด้วยเช่นกัน กระบวนการและวิธีการวิเคราะห์ประกอบด้วย 4 วิธี ที่มีความแตกต่างกันออกไปตามประโยชน์และเป้าหมายของการวิเคราะห์ ดังนี้

1. Ranking Method เป็นวิธีการอย่างง่ายที่ให้ค่าระดับความสำคัญของปัจจัยตั้งแต่มากที่สุดถึงระดับต่ำที่สุด โดยมีสเกลวัดที่ระดับตั้งแต่ 0 ถึง 1

2. Rating Method เป็นวิธีการให้ค่าระดับความสำคัญของปัจจัย ตั้งแต่มากที่สุดถึงระดับน้อยที่สุด ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการเข้าใกล้จุดที่เหมาะสมมากที่สุด (Point Allocation Method) ตามลำดับ โดยมีสเกลวัดที่ระดับตั้งแต่ 0 ถึง 100

3. Pairwise Comparison Method เป็นวิธีการให้ค่าระดับความสำคัญของปัจจัยด้วยการใช้วิธีของ AHP (Analytical Hierarchy Process) และนำเข้าสู่กระบวนการ Ratio Matrix ซึ่งจะได้ค่า Eigenvector และค่า Eigenvalue ออกมา โดยมีสเกลวัดที่ระดับตั้งแต่ 1 ถึง 9

4. Trade-off Analysis เป็นวิธีการให้ค่าระดับความสำคัญของปัจจัย ด้วยการจับคู่เปรียบเทียบกันของแต่ละปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กัน การวิเคราะห์วิธีนี้เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจต่อไป

วิธีการประเมินค่าถ่วงน้ำหนักทั้ง 4 วิธีนั้น จะมีความแตกต่างกันตามความสำคัญหรือวัตถุประสงค์ของงาน ทั้งนี้เกณฑ์ในการเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งนั้น โดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับ ความง่ายหรือความสะดวก (Ease to Use) ความถูกต้อง (Accuracy) ความเข้าใจของผู้ใช้งาน (Degree of Understand) และการมีข้อมูลทฤษฎีพื้นฐานในการสนับสนุน (Theoretical Foundation) ความสามารถของโปรแกรม (Software) ตลอดจนการผสานและบูรณาการข้อมูลเข้ากับทฤษฎีทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังเช่น วิธีการของ Pairwise Comparison Method ซึ่งเป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากมีความถูกต้องสูงและไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินไป สามารถนำข้อมูลไปบูรณาการได้ดีกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Spatial Decision Maker) ดังแสดงในตารางที่ 9

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 9 คุณสมบัติของการประเมินวิเคราะห์ของค่าถ่วงน้ำหนัก 4 วิธี (Malczewski, 1999)

Summary of Methods for Assessing Criterion Weights

	Method			
Feature	**Ranking**	**Rating**	**Pairwise Comparison**	**Trade-off Analysis**
Number of judgments	n	n	$n\ (n-1)/2$	$<n$
Response scale	Ordinal	Interval	Ratio	Interval
Hierarchical	Possible	Possible	Yes	Yes
Underlying theory	None	None	Statistical/heuristic	Axiomatic/deductive
Ease of use	Very easy	Very easy	Easy	Difficult
Trustworthiness	Low	High	High	Medium
Precision	Approximations	Not precise	Quite precise	Quite precise
Software availability	Spreadsheets	Spreadsheets	EXPERT CHOICE (EC)	LOGICAL DECISIONS (LD)
Use in a GIS environment	Weights can be imported from a spreadsheet	Weights can be imported from a spreadsheet	Component of IDRISI	Weights can be imported from LD

ความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงของข้อมูลเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

ฐนิตา เสือป่า (2546) ได้สรุปไว้ว่า เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing: RS) ข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และ ข้อมูลทางตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS) ที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ซึ่งการบูรณาการเทคโนโลยีดังกล่าว จะส่งผลให้ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ และการวางแผนได้ครบถ้วนสมบูรณ์ มากยิ่งขึ้น โดยการวิเคราะห์ข้อมูล จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีทั้ง 3 ด้านประกอบกัน โดยทั้ง 3 ระบบ มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกันดังนี้

1. ข้อมูลจากระบบ GIS สนับสนุนระบบ RS ดังนี้

1.1 สามารถใช้ข้อมูลในระบบ GIS เช่น สภาพภูมิประเทศ ความสูง ภูมิอากาศ ช่วยในการแปลแลตีความภาพถ่ายดาวเทียม ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

1.2 ใช้ข้อมูลในระบบ GIS ในการแบ่งประเภทการใช้ที่ดิน อย่างกว้าง ๆ (Stratification) เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา เพื่อกำหนดขอบเขตและแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือทำแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic Map)

1.3 ใช้ข้อมูลในระบบ GIS ในการทำแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม เช่น ข้อมูล ถนน ทางน้ำ ตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ต่าง ๆ ประกอบกับภาพถ่ายจากดาวเทียม เพื่อทำแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม

2. ข้อมูลระบบ RS สนับสนุนข้อมูลระบบ GIS ดังนี้

2.1 ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลอ้างอิง (Background) ในการสร้างข้อมูลแวกเตอร์หรือในการทำแผนที่ โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีแผนที่ภูมิประเทศ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2 ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นข้อมูลในการปรับปรุงฐานข้อมูล GIS ให้ทันสมัย

2.3 ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมเป็นข้อมูลในการศึกษาและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ (Change Detection)

2.4 นำข้อมูล DEM ทั้งที่ได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียมมาศึกษา วิเคราะห์ในเรื่องต่าง ๆ ในระบบ GIS เช่น การสร้าง Contour Line, Visibility Map, และการสร้างภาพ 3 มิติ

3. ข้อมูล GPS สนับสนุน ข้อมูล GIS ดังนี้

3.1 ใช้ระบบ GPS ในการเก็บค่าพิกัดตำแหน่งเพื่อมาสร้างฐานข้อมูล GIS โดยเฉพาะบริเวณ พื้นที่ที่ไม่มีแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ

3.2 ใช้ในการทำแผนที่

3.3 ปรับปรุงข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลระบบ GIS ให้ทันสมัยและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3.4 ใช้ระบบ GPS ร่วมกับฐานข้อมูล GIS ในการนำร่อง เช่น การนำร่องในรถยนต์ หรือการใช้ GPS และฐานข้อมูลแผนที่ในเครื่อง (Personal Digital Assistant: PDA)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

วราห์ เทพาหุดี และพุธชพล สุวรรณชัย (2541) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียม (Landsat TM) ในการศึกษาพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำใน จ.นครปฐม โดยจัดทำแผนที่แสดงปริมาณ และการกระจายของพื้นที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดนครปฐม จากการศึกษาภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียม พบว่า ลักษณะเชิงพื้นที่ของพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำปรากฏอย่างชัดเจนบนภาพดังกล่าว อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดอยู่ คือ ยังไม่สามารถแยกบ่อเลี้ยงตามประเภทสัตว์น้ำได้เนื่องจากรูปแบบของเทคนิคการเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ที่ศึกษามีลักษณะที่ไม่แน่นอน นอกจากนี้ยังพบว่าภาพถ่ายจากดาวเทียมมีความเหมาะสมที่สุดในการทำแผนที่แสดงพื้นที่และการกระจายของกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมสามารถนำมาใช้ในการทำแผนที่ และติดตามตรวจสอบพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำได้อย่างรวดเร็วถูกต้องและประหยัดกว่าภาพถ่ายทางอากาศ จึงเห็นได้ว่าประโยชน์ของเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยเสริมการจัดการทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ประจวบ ลีรักษาเกียรติ (2543) ได้ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat TM ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการประเมินพื้นที่เลี้ยงกุ้งทะเลและป่าชายเลนภาคตะวันออกจำนวน 5

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จังหวัด คือ จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรีและตราด พบว่า มีการขยายพื้นที่เลี้ยงกุ้งทะเลและรุกล้ำเข้าไปในบริเวณป่าชายเลนเป็นจำนวนมาก โดยมีพื้นที่เลี้ยงกุ้งทะเลและป่าชายเลนอยู่ทั้งหมดประมาณ 343,908.00 และ 122,464.25 ไร่ ตามลำดับ และมีพื้นที่เลี้ยงกุ้งทะเลอยู่ในป่าชายเลนจำนวน 158,263.00 ไร่ โดยอยู่ในป่าชายเลนเขตอนุรักษ์ เขตเศรษฐกิจ ก. และเขตเศรษฐกิจ ข. จำนวน 3,886.25 96459.00 และ 57,917.75 ไร่ ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้สามารถทำได้สะดวกและรวดเร็ว สามารถนำข้อมูลดังกล่าวประกอบการวางแผนพัฒนาชายฝั่งทะเลทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และการจัดการป่าชายเลน แต่ผลของข้อมูลที่ได้ยังไม่ครบสมบูรณ์นัก เนื่องจากใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีความละเอียดน้อย ซึ่งดาวเทียม Landsat TM มีความละเอียดต่อ 1 จุดภาพ ประมาณ 30 X 30 ตารางเมตรและใช้มาตราส่วน 1: 50000 ดังนั้นสิ่งที่มองเห็นจาภาพถ่ายจากดาวเทียม เช่น บ่อเลี้ยงกุ้งทะเล ที่มีขนาดเล็กกว่า 2.0 X 2.0 มิลลิเมตร จะประเมินหาพื้นที่ได้ยากยิ่งหรือไม่ได้ ทำให้การประเมินพื้นที่ดังกล่าวมีความคลาดเคลื่อนไปบางส่วน

สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล เชาวลิต ศิลปทอง และอนุกูล รัชตวงษ์ (2544) ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดแนวทางจัดการพื้นที่ป่าชายเลน ในจังหวัดสมุทรสงคราม โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าชายเลน ตั้งแต่ พ.ศ. 2455 ถึง พ.ศ. 2540 และเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการปลูกป่าชายเลน เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดแนวทางการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนต่อไป ผลที่ได้จากการศึกษา พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนนั้นลดลง ร้อยละ 76.20 ของพื้นที่ป่าชายเลนเดิม หรือร้อยละ 1.66 ต่อปี ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพจากป่าชายเลนเป็นพื้นที่นากุ้งและนาเกลือ พืชสวน การขยายตัวของแหล่งที่อยู่อาศัยและพื้นที่อื่น ๆ ส่วนการวิเคราะห์และแสดงแผนที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกป่าชายเลนนั้น ได้พิจารณาจากปัจจัยทางกายภาพ จำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ ชนิดดิน ลักษณะภูมิประเทศ ค่าความเป็นกรดด่างและ ค่าความเค็มของน้ำทะเลและแม่น้ำ พบว่าพื้นที่เหมาะสมต่อการปลูกป่าชายเลนของจังหวัดสมุทรสงคราม สามารถกำหนดได้ 5 ลักษณะ คือ พื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด มีทั้งหมดร้อยละ 14.95 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด พื้นที่ที่เหมาะสม มีทั้งหมด ร้อยละ 16.29 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลาง มีทั้งหมด ร้อยละ 18.54 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด พื้นที่ที่เหมาะสมน้อย มีทั้งหมด ร้อยละ 6.45 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด พื้นที่ไม่เหมาะสม มีทั้งหมด ร้อยละ 43.77 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด โดยพื้นที่เขตอนุรักษ์ เขตเศรษฐกิจ ก. และเขตเศรษฐกิจ ข. ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดต่อการปลูกป่าชายเลน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เมธี เอกะสิงห์ เฉลิมพล สำราญพงษ์ และ วรวีรุกรณ์ วีระจิตต์ (ม.ป.ป.) ได้นำภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง IKONOS มาทำการวิเคราะห์ เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง โดยเปรียบเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1: 15,000 ในช่วงปี พ.ศ. 2526-2543 และผลที่ได้จากการศึกษาสามารถให้ผลการวิเคราะห์ที่ดี โดยมีความถูกต้องโดยรวม 78-89 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถนำภาพถ่ายทางอากาศมาใช้ร่วมกับข้อมูลภาพ IKONOS เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดี

Hossain, Muttitanon, Tripathi and Philips (2002) ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม IRS 1A ระบบ LISS II, IRS 1C ระบบ LISS III และ IRS ระบบ PAN ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่นากุ้งในบริเวณ Kandleru ของประเทศอินเดีย ซึ่งในกระบวนการศึกษานั้นได้นำเอาเทคนิคของการหลอมข้อมูลจากดาวเทียม (Image Fusion Technique) โดยวิธี PCA และ RGB/HIS นำมาใช้เพื่อนำข้อมูลในระบบหลายช่วงคลื่น (Multiple Band: LISS) ที่มีรายละเอียดภาพต่ำกว่ามาหลอมรวมกันกับระบบ PAN ที่มีรายละเอียดสูงกว่าทำให้สามารถจำแนกข้อมูล ของค่าการสะท้อนระหว่าง พื้นที่นากุ้งและการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ ได้ดีขึ้น ส่วนทางด้านเทคนิคของการทำ Band Ratio หรือ NDVI นั้น จะช่วยในการจำแนกของค่าการสะท้อนระหว่างพื้นน้ำกับพื้นดินได้ง่ายขึ้นด้วย ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่นั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลแบบ หลายช่วงเวลา (Multi-date) จะช่วยลดความผิดพลาดในการจำแนกของข้อมูลได้เช่นกัน

Szuster (2001) ได้นำเทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis Techniques) ใช้ในการประเมินผลกระทบสภาวะแวดล้อมจากกิจกรรมการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ที่เลี้ยงด้วยระบบความเค็มต่ำ บริเวณลุ่มน้ำบางปะกง โดยนำ 3 ปัจจัย มาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ ได้แก่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Used) คุณภาพน้ำ (Water Quality) และแหล่งจ่ายน้ำ (Water Supply) ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณของสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำนั้น จะมาจาก 3 แหล่ง คือ กิจกรรมทางด้านการเกษตร จากโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชนต่าง ๆ และพบว่า กิจกรรมการเลี้ยงกุ้งนั้นนับเป็นแหล่งใหม่ที่มีการปลดปล่อยของปริมาณสารอินทรีย์ลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะมีในปริมาณจากน้อยจนถึงระดับสูงขึ้น นับจากต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำบางปะกงตามลำดับ ส่วนกิจกรรมของการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น ได้เปลี่ยนแปลงไป 15,831 Hectares (98,943.75 ไร่) จากการทำนาข้าวไปเป็นนากุ้ง

Amieda-Guerra (2002) ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม SPOT มาเป็นเครื่องมือในการศึกษาและติดตาม ผลกระทบของสิ่งแวดล้อมและการจัดการเขตชายฝั่ง เพื่อศึกษากิจกรรมที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การบุกรุกป่าชายเลนเพื่อทำนากุ้ง กระบวนการศึกษานั้นได้

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของที่ดินบริเวณชายฝั่ง โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม SPOT ของหลาย ๆ ปี มาศึกษาการเปลี่ยนแปลง ซึ่งปรากฏว่า ให้ผลการศึกษาได้เป็นอย่างดีและสามารถนำผลของการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน การจัดการและการแก้ปัญหาต่าง ๆ บริเวณพื้นที่บริเวณชายฝั่งได้ดี

Salam, Lindsay and Beveridge (2003) นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เพื่อศึกษาเปรียบเทียบโอกาสในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลและปูทะเล ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศบังกลาเทศ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM มาวิเคราะห์ร่วมกับโครงสร้างแบบจำลองของระบบ GIS ผลที่ได้ในเชิงผลรวมของผลผลิต ผลที่ได้ทางเศรษศาสตร์และศักยภาพของการจ้างงานแล้วพบว่า ผลผลิตในเชิงพื้นที่ของการเลี้ยงกุ้งจะมีค่าที่สูงกว่าการเลี้ยงปูทะเล นั่นหมายความว่า เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี

Rachdawong and Apawootichai (2003) ทำการศึกษาและพัฒนาแนวทางการสร้างน้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกพื้นที่สำหรับสร้างนิคมอุตสาหกรรม โครงการนำร่องนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้ปัจจัยต่าง ๆ จำนวน 6 ปัจจัย คือ ระดับความสูงของพื้นที่ ความชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ คุณสมบัติของดิน ระยะห่างจากถนน และระยะห่างจากชุมชน นำมาหาน้ำหนักของความสัมพันธ์เชิงเปรียบเทียบของแต่ละคู่สัมพันธ์ของปัจจัย จากการสรุปผลการสอบถามความคิดเห็นของนักวิชาการ ในสาขาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 24 ตัวอย่าง และแปลงเป็นค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยเป็นคู่ในรูปแมทริกซ์ และคำนวณค่าด้วยวิธี Pairwise Comparison Method

Giap, Yi and Yakupitiyage (2005) นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS) มาใช้ในการประเมินหาที่ตั้งฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้ง ในเมือง Haiphong ประเทศเวียดนาม โดยใช้แบบจำลองทางด้านภูมิสารสนเทศ ซึ่งทำการคัดเลือกปัจจัยมาใช้ในการวิเคราะห์ประเมินจำนวน 4 กลุ่ม รวม 13 ชั้นข้อมูล คือ กลุ่มที่ 1 ใช้ศักยภาพของพื้นที่ในการสร้างบ่อ ได้แก่ปัจจัย ความลาดชัน ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาของชั้นดิน และระดับความสูงของพื้นที่ กลุ่มที่ 2 ใช้คุณสมบัติของดิน ได้แก่ปัจจัย ประเภทของดิน ลักษณะของเนื้อดิน ความเป็นกรดด่างของดิน กลุ่มที่ 3 ใช้คุณสมบัติของน้ำ ได้แก่ปัจจัย ระยะห่างของที่ตั้งฟาร์มกับทะเล แหล่งน้ำ กลุ่มที่ 4 ใช้ปัจจัยทางสังคมและระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน ได้แก่ปัจจัย ความหนาแน่นของชุมชน ระยะห่างจากถนน ตลาดจำหน่ายผลผลิตภายในท้องถิ่นและโรงเพาะฟัก เป็นต้น ผลที่ได้นั้นสามารถบ่งบอกถึงพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับการสร้างฟาร์มเลี้ยงกุ้ง คาดคะเนกำลังผลิตในพื้นที่ได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สามารถกำหนดเขตพื้นที่อนุรักษ์ตลอดจนพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนากิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืนต่อไป

Pasqualini et al. (2005) ได้จัดทำแผนที่แสดงแหล่งของหญ้าทะเล (*Posidonia oceanica*) ด้วยการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม SPOT 5 มาเป็นเครื่องมือในการศึกษาและจัดทำแผนที่ดังกล่าว โดยกระบวนการศึกษานั้นได้นำเทคนิคทางด้านการหลอมภาพ (Fused Imagery) ของ SPOT 5 (แบนด์ 1,2) ที่รายละเอียดภาพ 10 X 10 ตารางเมตร SPOT 5 (แบนด์ 3) ที่รายละเอียดภาพ 20 X 20 ตารางเมตร และ SPOT 5 ที่รายละเอียดภาพ 2.5 X 2.5 ตารางเมตร และทำการจำแนกพื้นที่ของหญ้าทะเล ด้วยเทคนิควิธีแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) แล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล พบว่า ข้อมูลภาพที่รายละเอียดภาพ 2.5 X 2.5 ตารางเมตร มีค่าความถูกต้องทั้งหมดร้อยละ 73 และข้อมูลภาพที่รายละเอียดภาพ 10 X 10 ตารางเมตร มีค่าความถูกต้องทั้งหมดร้อยละ 96

การตรวจสอบความถูกต้อง (Mapping Accuracy)

รุ่งทิพย์ กรรณกุลสุนทร (2546) ได้สรุปความหมายและวิธีการตรวจสอบความถูกต้องไว้ดังนี้ การตรวจสอบผลการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลภาคพื้นดิน แผนที่หรือภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อต้องการทราบความแม่นยำ ของการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมในการจำแนกพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีการสุ่มตัวอย่างพื้นที่ศึกษา โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การจำแนกกลุ่มตัวอย่างโดยการใช้แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ แผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ ที่มาตราส่วนเดียวกัน มาซ้อนทับกันซึ่งจะทำการจำแนกกลุ่ม โดยใช้กริดขนาด 1 X 1 ตารางกิโลเมตร (1 unit) เพื่อกำหนดขอบเขตของการสุ่มตัวอย่าง

2. การกำหนดขอบเขตของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง โดยการให้ค่าหมายเลขของแต่ละหน่วยตัวอย่าง (Unit)

3. แบ่งหน่วยตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วน โดยจะใช้พื้นที่ 1 ใน 4 ส่วน มาทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายแบบไม่ทดแทน โดยใช้ตารางสุ่มพื้นที่ถูกสุ่ม เรียกว่า Segment

4. ตรวจสอบข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ ว่าในพื้นที่ที่ถูกสุ่มมีองค์ประกอบอะไรอยู่บ้าง องค์ประกอบแต่ละชนิดคิดเป็นพื้นที่เท่าไร (จากการนับจำนวนจุดภาพ)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. การตรวจสอบภาคสนามเปรียบเทียบกับการแปลผลด้วยสายตาในเขตพื้นที่ที่ถูกสุ่ม

6. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของข้อมูลที่ได้ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ความถูกต้องทั้งหมด} = \frac{\text{ผลรวมของจุดภาพที่ถูกต้องทั้งหมด}}{\text{ผลรวมของจุดภาพทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{ความถูกต้องของแต่ละจุดภาพ} = \frac{\text{จำนวนจุดภาพที่ถูกต้องของแต่ละประเภท}}{\left[\text{จำนวนจุดภาพที่ถูกต้อง}\right] + \left[\text{ผลรวมจุดภาพของ Omission}\right] + \left[\text{ผลรวมจุดภาพของ Commission}\right]} \times 100$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University