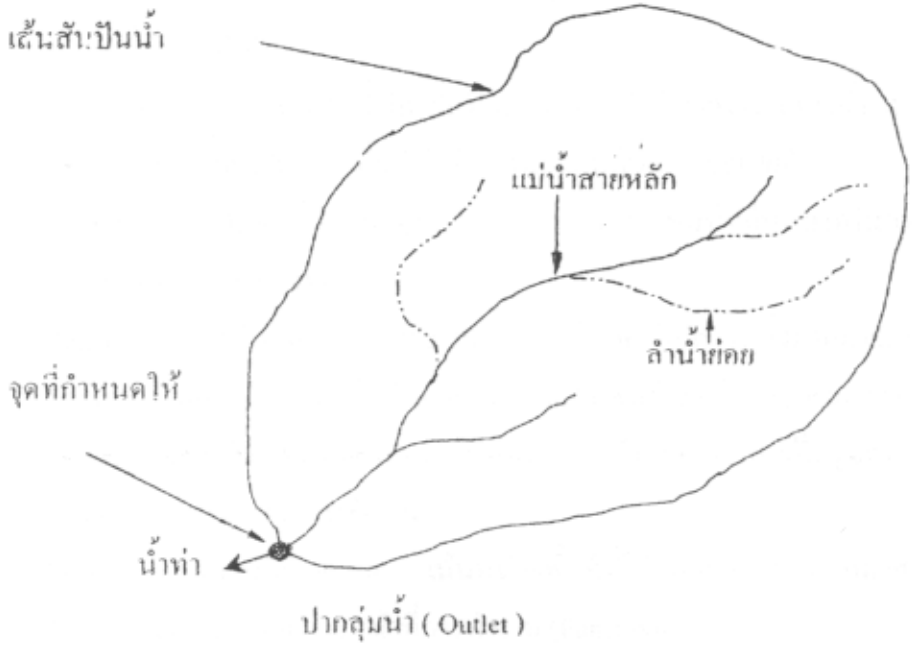
บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คำจำกัดความของลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำ (Watershed) มีคำแปลตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษหลาย ๆ คำ ในทางวิชาการไม่แตกต่างทางคำศัพท์ (ลุ่มน้ำ) เพราะเป็นคำที่ใช้ในภาษาไทยเป็นคำ ๆ เดียวกัน นักป่าไม้สมัยก่อนเรียก ลุ่มน้ำลำธาร ซึ่งมีความหมายว่า เป็นพื้นที่อันหนึ่งมีลำธารเป็นทางเดินของน้ำ ต่อมาหันมาใช้คำว่า ลุ่มน้ำเท่านั้น โดยเป็นที่เข้าใจในกลุ่มนักวิชาการทุกสาขาเป็นอย่างดีมาเป็นเวลานานแล้ว และจะมีคำลงท้ายเพื่อเจาะจงบ่งบอกสถานที่ของลุ่มน้ำนั้น ๆ เช่น ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำลำพระเพลิง เป็นต้น มีนักวิชาการจากหลายสาขาให้คำจำกัดความของลุ่มน้ำแตกต่างกันออกไป เช่น Webster's Dictionary ได้ให้คำจัดความว่า ลุ่มน้ำคือ พื้นที่ลาดชันจากเส้นสันปันน้ำที่ปล่อยน้ำไหลลงสู่พื้นที่ระบายน้ำ ตั้งแต่สองหรือมากกว่าขึ้นไป แสดงรายละเอียดในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงคำจำกัดความของลุ่มน้ำ

คำจำกัดความนี้มิได้เฉพาะเจาะจงว่าต้องใช้เส้นสันปันน้ำกำหนดขอบเขต แต่กล่าวไว้ว่าเป็นพื้นที่เหนือจุดที่กำหนดไว้ให้ โดยที่น้ำจากตอนบนจะไหลผ่านจุดที่กำหนดให้นี้เท่านั้น จุดที่ว่านี้คือ (Outlet)

เกษม จันทร์แก้ว (2539) ลุ่มน้ำ คือ หน่วยพื้นที่หนึ่ง มีขอบเขตบริเวณที่ชัดเจน หน่วยพื้นที่ในที่นี้ประกอบด้วย ทรัพยากรกายภาพ ทรัพยากรชีวภาพ ทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้น (คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์) และทรัพยากรคุณภาพชีวิต (สังคมสิ่งแวดล้อม) ระบบลุ่มน้ำ ประกอบด้วยทรัพยากรเหล่านี้อยู่รวมกัน คละกันอย่างกลมกลืนจนมีเอกลักษณ์และพฤติกรรมร่วมกัน เป็นลุ่มน้ำที่มีลักษณะเฉพาะ จึงมักเรียกลุ่มน้ำเป็นระบบทรัพยากรน้ำหรือระบบทรัพยากร

เนื่องจากมีการเรียกชื่อลุ่มน้ำหลากหลาย ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษหลาย ๆ คำ เกษม จันทร์แก้ว (2539) ได้สรุปการเรียกชื่อลุ่มน้ำตามความถนัดของสาขาวิชาและลักษณะงาน แต่มีความหมายเหมือน ๆ กัน ได้แก่คำต่อไปนี้

1. Watershed โดยนักวิชาการลุ่มน้ำและบุคคลทั่วไป แต่ริเริ่มโดยนักวิชาการป่าไม้เน้นพื้นที่ต้นน้ำ
2. Catchment โดยนักวิชาการจัดการทรัพยากรน้ำ วิศวกรรมแหล่งน้ำ ที่เน้นการระบายน้ำในพื้นที่นั้น ๆ
3. Drainage Area โดยนักวิชาการวิศวกรรมชลประทาน วิศวกรรมแหล่งน้ำ ที่เน้นการระบายน้ำในพื้นที่นั้น ๆ
4. Basin โดยนักบริหารแหล่งน้ำที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ นักวิศวกรรมแหล่งน้ำ เน้นพื้นที่ตั้งแต่ต้นน้ำ พื้นที่รับน้ำฝนเหนือพื้นที่เก็บกักน้ำ และพื้นที่ที่มีการระบายน้ำ
5. Hydrological Unit โดยนักอุทกวิทยา เน้นหน่วยพื้นที่ที่มีบทบาทในการควบคุมกระบวนการทางอุทกวิทยา
6. Regulators โดยนักวิทยาศาสตร์ระบบ เน้นหน่วยพื้นที่ที่สรรพสิ่งมากมายหลากหลายประกอบร่วมกัน ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมความสัมพันธ์ระหว่าง Input และ Output
7. System โดยนักวิทยาศาสตร์ระบบ เน้นหน่วยพื้นที่ที่เป็นระบบที่เป็นรูปธรรม หรือมีขอบเขตทางกายภาพที่เห็นชัดเจน
8. Ecosystem โดยนักนิเวศวิทยา เน้นหน่วยพื้นที่ที่ใช้เพื่อการศึกษาทางนิเวศวิทยา มีโครงสร้าง (Structure) และหน้าที่การทำงาน (Function)
9. Resources Systems โดยนักวิชาการทรัพยากร เน้นหน่วยพื้นที่ที่ใช้เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

10. Environmental System โดยนักวิชาการสิ่งแวดล้อม เน้นระบบ 1 หน่วยพื้นที่ที่เป็นรูปธรรม เห็นชัดเจน ใช้ในการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อม
11. Health Care Unit โดยนักวิชาการอนุรักษ์ดินและน้ำ เน้นหน่วยพื้นที่ที่ใช้เพื่อการดูแลเอาใจใส่ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรอื่น ๆ เพื่อความสุขของมนุษย์

เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล (Technology of Remote Sensing)

ความหมาย สำหรับประเทศไทย คำว่า Remote sensing มีการใช้คำหลากหลายกันออกไป แต่เนื่องจากในพจนานุกรมคำศัพท์วิทยาศาสตร์ประเทศไทยใช้คำว่า การรับรู้จากระยะไกล เพราะฉะนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ คำว่า Remote sensing ได้กำหนดใช้คำว่า การรับรู้จากระยะไกล

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความเจริญก้าวหน้าในการนำเทคโนโลยีด้านการรับรู้จากระยะไกลและเมื่อวันที่ 14 กันยายน 2514 ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งสหรัฐอเมริกา (NASA) ตามมติคณะรัฐมนตรี ภายใต้การดำเนินงานและประสานงานของกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และได้ดำเนินการจัดตั้งสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่เขตลาดกระบัง เมื่อปี พ.ศ. 2524 นับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อประเทศไทยในการนำข้อมูลจากดาวเทียมมาใช้ในการศึกษาและพัฒนาประเทศ ปัจจุบันสถานีรับสัญญาณภาคพื้นดินของประเทศไทยมีขีดความสามารถที่จะรับสัญญาณจากดาวเทียมหลายดวงได้แก่

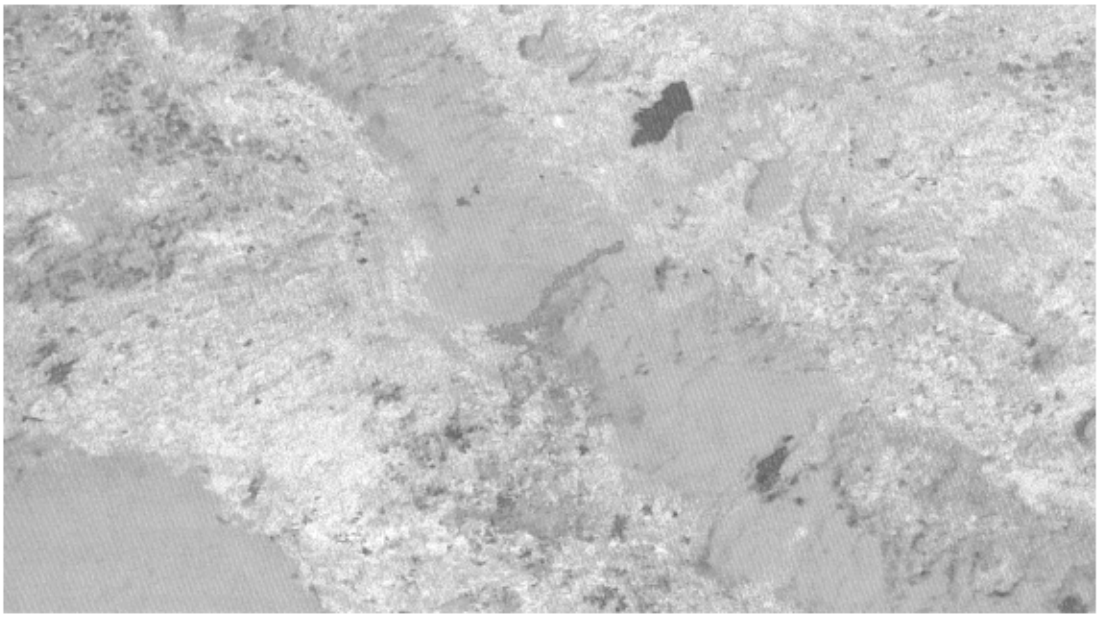
ดาวเทียม Landsat –5 ระบบ TM (Thematic mapper) ซึ่งมี 7 ช่วงคลื่น โดยให้รายละเอียดข้อมูล 30 x 30 เมตร เป็นดาวเทียมของประเทศสหรัฐอเมริกา

ดาวเทียม Spot (Le Systeme Probatoire D'Observation De La Terre) ของประเทศฝรั่งเศส ให้รายละเอียดของภาพ 20 x 20 เมตรสำหรับภาพหลายช่วงคลื่น และ 10 x 10 เมตรสำหรับภาพช่วงคลื่นเดียว

ดาวเทียม MOS (Marine Observation Satellite)ของประเทศญี่ปุ่น ให้รายละเอียดของข้อมูล 50 x 50 เมตร

ดาวเทียม JERS (Japan Earth Observation Satellite)ของประเทศญี่ปุ่น เป็นดาวเทียมที่มีสมรรถนะสูง โดยมีอุปกรณ์ที่สามารถบันทึกข้อมูลผ่านทะลุเมฆได้ที่เรียกว่า Synthetic aperture radar(SAR) และอุปกรณ์ที่เรียกว่า Optical senser (OPS) ในการรับแสงสะท้อนจากพื้นผิวโลก โดยมีรายละเอียดของภาพถึง 18 x 24 เมตร และสามารถถ่ายภาพสามมิติตามแนวโคจรได้อีกด้วย

ดาวเทียม ERS (European Resource Satellite) ขององค์การอวกาศยุโรป ให้รายละเอียดของข้อมูล 25 x 25 เมตร



รูปที่ 2.2 ภาพข้อมูลจากดาวเทียมLandsat-5 ระบบ TM บริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง บันทึกข้อมูลเมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2537

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2540) ได้กล่าวว่าการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลมีทั้งการใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photographs) และข้อมูลภาพจากดาวเทียม (Satellite imagery) ซึ่งสามารถจำแนกรายละเอียดได้โดยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา และวิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ต่อมาได้มีการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดการข้อมูลและพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วย ทำให้เทคโนโลยีทั้งสองแพร่หลายอย่างกว้างขวางในสาขาต่าง ๆ เช่น การเกษตร ป่าไม้ การใช้ที่ดิน ธรณีวิทยา อุทกวิทยา แหล่งน้ำ ตลอดจนการติดตามสภาพ แวดล้อม Westinga (1989) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนสภาพการใช้ที่ดินบริเวณภูเวียง จังหวัดขอนแก่น โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM ด้วยคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบกับข้อมูลจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศแล้วใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ช่วยในการวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งผลของการศึกษาปรากฏว่าเป็นที่น่าพอใจ แต่ก็เสนอแนะว่าควรมีการแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาและสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้วย

Lillesand and Kieffer (1979) กล่าวว่า การสำรวจข้อมูลระยะไกล ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. การได้รับข้อมูล (Data aquistition) โดยอาศัยแหล่งพลังงานคือดวงอาทิตย์ การเคลื่อนที่ของพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นผิวโลก ระบบการบันทึกข้อมูล และข้อมูลที่ได้รับทั้งในแบบข้อมูลตัวเลขและรูปภาพ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา (Visual Interpretation) และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Image processing) ซึ่งมีวิธีดำเนินการดังนี้

การแปลและตีความภาพข้อมูลจากดาวเทียมด้วยสายตา

ข้อมูลที่นำมาแปลและตีความด้วยสายตา เป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกภาพของดาวเทียมในแต่ละช่วงคลื่น ซึ่งอยู่ในลักษณะขาวดำ ทำให้ยากต่อการแปลและตีความ จึงได้มีการนำเอาช่วงคลื่นต่าง ๆ ที่ต้องการมาผสมรวมกัน 3 ช่วงคลื่น เพื่อให้เกิดภาพสีผสมขึ้น โดยใช้แสงสีน้ำเงิน เขียว และแดง ตามลำดับของช่วงคลื่นที่ตามองเห็นได้ไปจนถึงช่วงคลื่นแสงอินฟราเรด

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2540) ได้กล่าวว่า การแปลและตีความภาพข้อมูลจากดาวเทียมหมายถึงการวินิจฉัยหรือพิสูจน์ว่าสิ่งที่ปรากฏอยู่ในภาพนั้นคืออะไร เพื่อจำแนกข้อมูลจากภาพนั้นให้กระจ่างชัด สามารถนำผลการวินิจฉัยไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง โดยการแปลและตีความจำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

สีและระดับความเข้มของสี (Color tone and brightness) หมายถึงความแตกต่างของสีและระดับความเข้มของสี ถ้าเป็นภาพขาวดำซึ่งเป็นภาพช่วงคลื่นเดียวจะมีความแตกต่างของระดับสีจากสีขาวถึงสีดำ สีขาวหมายถึงบริเวณที่มีค่าการสะท้อนพลังงานสูง สีดำหมายถึงพื้นที่ที่มีการสะท้อนต่ำหรือมีการดูดกลืนพลังงานสูง ส่วนสีเทาหมายถึงบริเวณที่มีการสะท้อนพลังงานปานกลาง ในกรณีที่เป็นภาพสีผสมที่เกิดจากภาพดาวเทียม 3 ช่วงคลื่น สีที่ปรากฏบนภาพโดยปกติเกิดจากแม่สี 3 สี ได้แก่ น้ำเงิน เขียว แดง จากการผสมแม่สี 3 สี ดังกล่าว ทำให้เกิดเป็นสีต่าง ๆ มากมายตามสัดส่วนของแม่สีที่ผสม เช่น สีเหลือง เกิดจากการผสมระหว่างสีเขียวกับสีแดงในอัตราส่วนที่เท่ากัน สีม่วงเกิดจากผสมระหว่างสีน้ำเงินกับสีแดงในอัตราส่วนที่เท่ากัน สีขาวเกิดจาการผสมระหว่างสีแดง น้ำเงิน และเขียว ในอัตราส่วนที่เท่ากัน เป็นต้น ดังนั้นหากบริเวณใดปรากฏเป็นสีขาวในภาพดาวเทียมจึงหมายถึงพื้นที่ที่มีค่าการสะท้อนพลังงานสูงในทั้ง 3 ช่วงคลื่น หากบริเวณในปรากฏเป็นสีแดงแสดงว่าบริเวณนั้นมีการสะท้อนพลังงานสูงในช่วงคลื่นที่ใช้สีแดง เป็นต้น

นอกจากความแตกต่างของสีดังกล่าวแล้ว ความแตกต่างของค่าการสะท้อนพลังงานในแต่ละช่วงคลื่น ยังทำให้ความเข้มของสีแตกต่างกันอีกด้วย สีและระดับความเข้มข้นของสีจึงมีความสำคัญมากในการพิจารณาจำแนกประเภทข้อมูล หรือการแปลความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียม

รูปร่าง (Shape) หมายถึงรูปร่างที่ปรากฏเมื่อมองจากด้านบน (Top view) ของวัตถุนั้น ๆ สิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกหลาย ๆ อย่างมีรูปร่างเฉพาะตัวที่ทำให้สามารถจำแนกออกจากพื้นที่อื่น ๆ ได้โดยง่ายบนภาพถ่ายจากดาวเทียม เช่น สนามกีฬามักมีรูปร่างกลมรี (รูปไข่) ถังน้ำมันมีรูปร่างกลม สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ มักเป็นรูปสี่เหลี่ยม สนามบินมีรูปร่างเฉพาะตัว ประกอบด้วยลานบินเห็นได้ชัดเจนแตกต่างจากพื้นที่อื่น ๆ นอกจากนี้รูปร่างยังเป็นองค์ประกอบที่ทำให้ผู้แปลระบุได้ว่าวัตถุหรือสิ่งปกคลุมพื้นผิวนั้นเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ หรือเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น คลองธรรมชาติมักมีรูปร่างลักษณะยาวคดเคี้ยว แต่คลองขุดมักมีรูปร่างเป็นเส้นตรง

ขนาด (Size) หมายถึง ความกว้าง ความยาวและเนื้อที่ของวัตถุนั้น ๆ ขนาดจะมีสัดส่วนที่สัมพันธ์กับมาตรส่วน และการให้รายละเอียด (Resolution) ของข้อมูลจากดาวเทียม วัตถุหลายอย่างอาจมีรูปร่างแตกต่างได้ เช่น บ่อน้ำธรรมดากับอ่างเก็บน้ำซึ่งมีคุณสมบัติด้านสีและรูปร่างคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันที่ขนาด ในกรณีที่วัตถุขนาดเล็กมากย่อมไม่สามารถมองเห็นได้จากภาพดาวเทียม เนื่องจากข้อจำกัดในการให้รายละเอียดของข้อมูลดาวเทียม เช่น ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM ให้ รายละเอียดข้อมูลขนาด 30 x 30 เมตร ข้อมูลจากดาวเทียม SPOT ระบบ PLA ให้รายละเอียดขนาด 10 x 10 เมตร และข้อมูลจากดาวเทียม SPOT ระบบ LA ให้ รายละเอียด ขนาด 20 x 20 เมตร เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม พื้นที่หรือวัตถุที่มีขนาดเล็กแต่มีความยาวต่อเนื่องกัน (Linear feature) และมีความแตกต่าง (Contrast) จากสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ทำให้มองเห็นได้ชัดเจนบนภาพถ่ายดาวเทียม เช่น ถนน ทางรถไฟ คลองส่งน้ำ ที่มีขนาดความกว้างไม่มากนัก แต่มีความยาวมากพอที่จะเห็นได้ชัดเจน

รูปแบบ (Pattern) หมายถึง ลักษณะการจัดตัวหรือการเรียงตัวของพื้นผิวประเภทต่าง ๆ อันเป็นลักษณะเฉพาะตัว ทำให้เห็นเด่นชัด แตกต่างจากพื้นที่อื่น ๆ เช่น พื้นที่ดินตะกอนรูปพัด (Alluvial fan) โครงข่ายคลองชลประทาน พื้นที่สนามกอล์ฟ พื้นที่นาที่เป็นตารางสี่เหลี่ยมติดต่อกัน คลังน้ำมันเป็นรูปวงกลมเรียงกัน เป็นต้น

ความหยาบ ความละเอียดของเนื้อภาพ (Texture) หมายถึง สภาพพื้นผิวที่มีความเรียบหรือขรุขระแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะภูมิประเทศและสิ่งปกคลุมบนพื้นผิวไม่เหมือนกัน เช่น พื้นที่ภูเขามีความขรุขระมากกว่าพื้นที่ราบ เนื่องจากความสูงต่ำของพื้นที่และความไม่สม่ำเสมอของเรือนยอดต้นไม้ที่ปกคลุม บริเวณพื้นที่นาซึ่งเป็นที่ราบและปกคลุมด้วยต้นข้าวที่มีขนาดเรือนยอดและความสูงสม่ำเสมอกัน ทำให้เนื้อภาพละเอียดกว่าพื้นที่ภูเขา

ความสัมพันธ์กับตำแหน่งและสิ่งแวดล้อม (Location and association) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือพืชพรรณบนพื้นผิวโลกกับตำแหน่งที่อยู่และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เนื่องจากวัตถุบางอย่างจะปรากฏอยู่เฉพาะบางที่เท่านั้น พืชพรรณบางชนิดเจริญเติบโตได้ในสิ่งแวดล้อมเฉพาะ เช่น ป่าชายเลนพบเฉพาะในพื้นที่หาดเลนและชายทะเลที่น้ำทะเลท่วมถึงเท่านั้น ฝืนเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มี

อากาศค่อนข้างเย็นและมีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 800 เมตร ขึ้นไป ความแตกต่างของป่าชนิดต่าง ๆ ขึ้นกับระดับความสูงของพื้นที่และอุณหภูมิ ความสัมพันธ์ระหว่างสายแร่กับโครงสร้างทางธรณีวิทยา เป็นต้น ความสัมพันธ์กับตำแหน่งและสิ่งแวดล้อมนี้จะช่วยให้ผู้แปลสามารถวินิจฉัยได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

การเกิดเงา (Shadow) เป็นปรากฏการณ์ที่สัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศและแนวโคจรของดาวเทียมที่ทำมุมกับดวงอาทิตย์ ทำให้พื้นผิวส่วนต่าง ๆ ของโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน ความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศ เช่น แนวภูเขาก่อให้เกิดเงาหรือ ส่วนมืดด้านหนึ่ง เน้นให้เห็นความสูงต่ำของภูมิประเทศ ซึ่งมีประโยชน์สำหรับการแปลและตีความภาพ โดยเฉพาะด้านธรณีวิทยา

อย่างไรก็ตาม แสงเงานอกจากจะมีประโยชน์ต่อการแปลและตีความภาพแล้ว ยังทำให้เกิดปัญหาในการตีความคือ การเกิดเงาทำให้บดบังสิ่งปกคลุมพื้นผิวในบริเวณนั้น

นอกจากองค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว สิ่งที่จะช่วยในการแปลและตีความภาพดาวเทียมให้มีความถูกต้องมากขึ้น ได้แก่ลักษณะภูมิประเทศและการเลือกภาพในช่วงเวลาที่เหมาะสม ลักษณะภูมิประเทศ เช่น นาข้าว มักจะอยู่ในที่ราบ ส่วนพืชไร่มักจะเพาะปลูกในที่เนิน เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

รัศมี สุวรรณวีระกำธร (2540) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์หรือการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital data analysis) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูล โดยอาศัยค่าทางสถิติ เข้าช่วยในการจัดการกลุ่มข้อมูล ค่าสถิติที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดของกลุ่มข้อมูล (Variance) เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนตั้งแต่การนำเข้าข้อมูลดาวเทียมเข้าสู่ระบบวิเคราะห์ข้อมูล จนกระทั่งได้ผลการวิเคราะห์และถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของผู้วิเคราะห์หรือผู้ใช้ นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำระบบฐานข้อมูลอีกด้วย (รัศมี สุวรรณวีระกำธร, 2540) สำหรับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนดังนี้ คือ

1. การนำเข้าข้อมูลดาวเทียมจากเทปแม่เหล็กขนาด 9 นิ้ว คือ (Computer compatible tape) หรือการนำเข้าข้อมูลจากเทปกลักขนาด 8 มม. (Exabyte) จะไม่สามารถนำเข้าข้อมูลโดยใช้คำสั่ง Copy ของ Dos หรือ File Manager ของ Microsoft Window ได้ จำเป็นจะต้องใช้ระบบวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม (รัศมี สุวรรณวีระกำธร, 2540)

2. การทำการแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิต (Geometric correction) อันเกิดจากการโคจรของดาวเทียมและการหมุนรอบตัวเองของโลก ซึ่งมีผลที่ทำให้ข้อมูลผิดเพี้ยนไปจากตำแหน่งจริงบนพื้นโลก โดยการหาจุดควบคุมภาคพื้น (Ground control point หรือ GCP) ด้วยการใช้แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 เป็นมาตรฐานในการปรับแก้ภาพและสร้างพิกัดภูมิศาสตร์ให้แก่ข้อมูลดาวเทียม (นิมิตร รัตติยกุลวานิช, 2536)

3. นำข้อมูลเฉพาะส่วนที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ศึกษามาใช้ในการวิเคราะห์

4. ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image enhancement) เพื่อให้ภาพมีความคมชัดง่ายต่อการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training area)

5. เลือกพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น ประกอบกับแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ และพิจารณาด้วยสายตา แล้วทำการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ แบบ Supervised classification โดยวิธี Maximum likelihood

6. จัดพิมพ์ภาพเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่โดยการออกสำรวจภาคสนามต่อไป

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ จะใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเฉพาะที่เป็นภาพมาแปลวิเคราะห์เท่านั้น

เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Technology of Geographic Information System)

ความหมายในประเทศไทย คำว่า "Geographic Information System" หรือ GIS มีการใช้คำหลากหลายกันออกไป ในการเขียนบทความต่าง ๆ เกี่ยวกับ GIS นั้น ครรชิต มาลัยวงศ์ (2529) ได้ใช้คำว่า "ระบบข้อมูลภูมิศาสตร์" มนู โอมะคุปต์ (2540) ใช้คำว่า "ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์" วนิดา เผ่านาค (2532) ธีระ พันธุมวนิช (2532) และ ฉัตรชัย พงศ์ประยูร (2532) ใช้คำว่า "ระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์" สำหรับทางด้านงานวิจัยต่าง ๆ ชวเลิศ นวลโคกสูง (2531) ใช้คำว่า "ระบบข้อสนเทศภูมิศาสตร์" และ วิมุต ประเสริฐพันธุ์ (2532) ใช้คำว่า "ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์" เป็นต้น สำหรับการศึกษาครั้งนี้ คำว่า "Geographic Information System" ได้กำหนดใช้คำว่า "ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์"

โดยทั่วไประบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง ระบบที่ส่วนหนึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลทางพื้นที่และที่ไม่ใช่พื้นที่ ซึ่งใช้ในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล เรียกใช้ แก้ไข วิเคราะห์ผล และเสนอผลของการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการทำงาน อย่างไรก็ตาม นักวิชาการแต่ละคนต่างก็ให้คำจำกัดความของคำว่า GIS แตกต่างกันออกไป เช่น Burrough (1986) กล่าวว่า GIS คือชุดเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บ รวบรวมข้อมูล เก็บข้อมูลและเรียกค้นออกมาใช้ มีการแปลงข้อมูลและแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จากโลกของความจริงให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้ Stars and Estes

(1990) กล่าวว่า GIS คือระบบสารสนเทศที่ออกแบบขึ้นเพื่อทำงานกับข้อมูลกราฟฟิก หรือมีจุดสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ ธีระ พันธุมวนิช (2532) กล่าวว่า GIS เป็นเครื่องมือที่ทำให้สามารถใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการด้านฐานข้อมูลที่มีลักษณะเชิงพื้นที่ที่มีปริมาณมาก ๆ สามารถที่จะทำการนำข้อมูลเข้าจัดเก็บและเรียกค้นข้อมูลทำการวิเคราะห์และแสดงผลวิเคราะห์ ทั้งในลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ในรูปของแผนที่ และที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ เช่น ในรูปของข้อมูลตารางได้ ส่วนบริษัทล็อกเล่ย์ อินเตอร์กราฟ ประเทศไทย จำกัด (2538) อธิบายความหมายของคำว่า GIS ไว้ในการจัดทำมาตรฐานระบบ ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลแสดงคุณลักษณะเชิงตัวเลข (Attribute data) ตั้งแต่การจัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการเรียกค้นข้อมูล ซึ่งสามารถอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นดินได้

องค์ประกอบและหน้าที่ของระบบ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเทคนิคที่ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา (Marble, 1984) โดยการผนวกเอาระบบจัดการฐานข้อมูลเข้ากับความสามารถในการทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น สามารถทำการซ้อนแผนที่ (Map overlaying) การจัดรวมกลุ่มแผนที่ (Aggregate) การปรับแก้ (Updating) การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) การวิเคราะห์ค่าข้างเคียง (Nearness analysis) และการวิเคราะห์คุณลักษณะ (Attribute analysis) เป็นต้น Lutbild (1987) ได้แบ่ง องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ออกเป็น 5 ระบบ คือ ระบบป้อนข้อมูล ระบบบันทึกและเรียกค้นข้อมูล ระบบการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล ระบบแสดงข้อมูล และระบบรายงานผล ส่วนวนิดา เผ่านาค (2532) ได้แบ่งองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ออกเป็น 4 ระบบ คือ ระบบการจัดเก็บข้อมูล ระบบการเก็บบันทึกข้อมูลและการเรียกค้นข้อมูล ระบบการวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล

รูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ (กราฟฟิก) ที่สามารถจัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยทั่วไปจะมี 3 ลักษณะ (Features) คือ (1) จุด (Points) (2) เส้น (Line) (3) พื้นที่ (Polygons of planes) สามารถจัดเก็บและบันทึกได้ 2 แบบ คือ

1. แบบราสเตอร์ (Raster format) เป็นการแปลงข้อมูลจากแผนที่ไปสู่ในรูปของโครงสร้าง grid – like cell วิธีนี้ง่ายในการประยุกต์ใช้วิเคราะห์โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ และง่ายต่อการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแผนที่ที่มีมาตราส่วนแตกต่างกัน หรือข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ กัน

2. แบบเวคเตอร์ (Vector format) จะเก็บข้อมูล 3 ลักษณะ คือ จุด เส้น และพื้นที่โดยอ้างอิงตามระบบพิกัดภูมิศาสตร์ เช่น ระบบละติจูด – ลองจิจูด และระบบยูทีเอ็ม (UTM) ที่มีความถูกต้องในระดับสูงเป็นระบบมาตรฐาน (Burrough, 1986)

การเก็บบันทึกข้อมูลภูมิศาสตร์ในลักษณะเชิงเส้น (Vector) สามารถเก็บรายละเอียดของข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลได้ดีกว่าลักษณะราสเตอร์ แต่การเปรียบเทียบข้อมูลจากแผนที่ต่าง ๆ หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ลักษณะเชิงพื้นที่ (Raster) จะมีประสิทธิภาพกว่า

สำหรับการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลนั้น จะเป็นการทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการทำงานในขั้นตอนต่อไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกต่อการเรียกค้นข้อมูลและอื่น ๆ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นการนำเอาข้อมูลมาประมวลผลทำให้เกิดผลลัพธ์ต่าง ๆ วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น นำข้อมูลมาสร้างเป็นภาพแผนที่ย่อหรือขยายแผนที่ และการซ้อนภาพแผนที่ เป็นต้น ส่วนขั้นตอนการรายงานผลข้อมูล จะแสดงในรูปของรายงาน แผนที่ ข้อมูลสถิติ แผนภูมิ และอื่น ๆ

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบที่กำลังได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เห็นได้จากที่มีการพัฒนาโปรแกรมจากที่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (Main – frame) ซึ่งมีราคาแพงทั้งตัวเครื่อง (Hardware) และตัวโปรแกรม (Software) มาสู่โปรแกรมที่สามารถใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (Personal computer) หรือ PC ทำให้ค่าใช้จ่ายถูกลง หน่วยงานต่าง ๆ หามาใช้ได้มากขึ้น เช่น

Curtis and Tarket (1989) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานวางแผนให้บริการทางสาธารณสุขในระดับท้องถิ่นที่เมือง Tower Hamlet ประเทศอังกฤษ โดยพยายามที่จะวางรูปแบบของการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการวางแผน เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับประชากร โรคระบาด ที่ตั้งบ้านของผู้ป่วย งบประมาณของท้องถิ่นและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการให้บริการ เป็นต้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประเมินศักยภาพของพื้นที่ในการให้บริการสาธารณสุขที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน และวางแผนการให้บริการให้สอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงภายในพื้นที่

ชวเลิศ นวลโคกสูง (2531) ได้ศึกษาถึงการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม และ Chakrabandhu, M.R. (1989) ได้ประยุกต์ใช้ระบบดังกล่าวในการออกแบบระบบการปลูกพืช

วิมุต ประเสริฐพันธุ์ (2532) ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการบ่งชี้และวัดในเชิงปริมาณถึงอิทธิพลของการลงทุนต่าง ๆ ของรัฐบาล เช่น โครงข่ายการคมนาคม การประปา และมาตรการป้องกันน้ำท่วม ที่มีต่อรูปแบบการตั้งถิ่นฐานและการพัฒนากรุงเทพมหานคร และปริมณฑล พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองความสามารถในการรองรับต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละอำเภอของกรุงเทพมหานครด้วย