BRT 539010

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในทะเลสาบคูขุด (สงขลา) ระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2539 : ศึกษาโดยภาพถ่ายดาวเทียม

Pattern Changes of Aquatic Plants in Ku Khud Lake (Songkhla) during 1988 - 1996 : A Remote Sensing Study

สุธีระ ทองขาว
Suthira Thongkao

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Master of Science Thesis in Environmental Management
Prince of Songkla University
2541

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเท...
c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

17 พ.ย. 2541

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในทะเลสาบคูขุด (สงขลา) ระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ.2539 : ศึกษาโดยภาพถ่ายดาวเทียม

Pattern Changes of Aquatic Plants in Ku Khud Lake (Songkhla) during 1988 - 1996 : A Remote Sensing Study

สุธีระ ทองขาว

Suthira Thongkao

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management

Prince of Songkla University

2541

ชื่อวิทยานิพนธ์	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในทะเลสาบดูขุด (สงขลา)ระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2539 : ศึกษาโดยภาพถ่ายดาวเทียม
ผู้เขียน	นายสุธีระ ทองขาว
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เริงชัย ตันสกุล)

.....(ลาศึกษาต่อ)..... กรรมการ
(ดร. นิตติยา นินทรกิจ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุระ พัฒนเกียรติ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เริงชัย ตันสกุล)

.....(ลาศึกษาต่อ)..... กรรมการ
(ดร. นิตติยา นินทรกิจ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุระ พัฒนเกียรติ)

..... กรรมการ
(ดร. วิเชียร จาฏุพจน์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โรจนัจฉริย์ ด่านสวัสดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ก้าน จันทร์พรหมมา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

BRT 539010

ชื่อวิทยานิพนธ์	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในทะเลสาบคูขุด (สงขลา)ระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2539 : ศึกษาโดยภาพถ่ายดาวเทียม
ผู้เขียน	นายสุธีระ ทองขาว
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2541

บทคัดย่อ

ทะเลสาบคูขุดอยู่ในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลสาบมีพื้นที่ 315 ตารางกิโลเมตร มีอาณาบริเวณอยู่ในเขตตำบลคูขุด อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลาตอนกลางและเป็นแหล่งน้ำกร่อยขนาดใหญ่ มีพื้นที่ส่วนที่เป็นน้ำ 160 ตารางกิโลเมตร มีความลึกโดยเฉลี่ย 1 เมตร ในพื้นที่มีพืชน้ำดำรงชีวิตอยู่หลายชนิดและมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในฐานะของผู้ผลิต ซึ่งเป็นประเด็นในการศึกษาครั้งนี้โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลศึกษาพื้นที่ของกลุ่มพืชน้ำ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่ศึกษาประมาณ 107 ตารางกิโลเมตร

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลร่วมกับผลการตรวจสอบในพื้นที่ทดสอบบริเวณพื้นที่ศึกษาด้วยข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 ของเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 สามารถแยกกลุ่มของพืชน้ำได้ 3 กลุ่ม ด้วยวิธี Supervised classification และพบว่าพืชน้ำกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยพืชน้ำชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำตลอดเวลา 5 ชนิดกับชนิดที่มียอดและใบอยู่เหนือน้ำ 3 ชนิด ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 ประกอบด้วยพืชน้ำชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำตลอดเวลาเพียงอย่างเดียว 3 ชนิดและ 6 ชนิดตามลำดับ โดยข้อมูลดาวเทียมของพืชน้ำแต่ละกลุ่มหรือข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นในพื้นที่ทดสอบมีค่า Separability ระหว่างกลุ่มของพืชน้ำมากกว่า 1100 และมีค่า Contingency ของแต่ละกลุ่มมากกว่า 90 % ยกเว้นกลุ่มที่ 3 มีค่าเพียง 69.83 % เนื่องจากจำนวนชนิดและมวลชีวภาพ

สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำด้วยข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 เดือนเมษายน พ.ศ. 2535 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 ซึ่งผ่านการแยกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยข้อมูลเฉพาะรูปแบบของเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 และปรับแก้ทางเรขาคณิตแล้ว โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีวิเคราะห์ชั้นข้อมูล พบว่าพืชน้ำพืชน้ำกลุ่มที่ 1 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นและมีพื้นที่มากกว่า 3 ตาราง

กิโลเมตรในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 โดยมีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งของพืชน้ำที่มียอดและใบอยู่เหนือน้ำต่อพืชน้ำที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำคิดเป็น 95.6 : 4.4 ในขณะที่กลุ่มที่ 2 และ 3 มีแนวโน้มลดลงโดยมีพื้นที่น้อยกว่า 1.5 ตารางกิโลเมตรในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 และมีเพียงกลุ่มที่ 2 เพียงกลุ่มเดียวที่มีพื้นที่ลดลงเรื่อยมาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 ในขณะที่กลุ่มที่ 1 และ 3 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นในเดือนเมษายน พ.ศ. 2535 ซึ่งต้องศึกษาและตรวจสอบเพิ่มเติม

พืชน้ำที่พบในพื้นที่ทดสอบทั้งหมดโดยใช้แปลง Quadrat ขนาด 1x1 ตารางเมตรในการศึกษา มีทั้งหมด 10 ชนิดจากจำนวนวงศ์ทั้งหมด 7 วงศ์ ประกอบด้วยชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำตลอดเวลา 7 ชนิดคือ สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle) สาหร่ายเส้นด้าย (Najas graminea Raffeneau-Delile) สาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) สายหนาม (Najas marina L.) และ ตีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus Miq.) ส่วนที่เหลือ 3 ชนิดเป็นชนิดที่มียอดและใบอยู่เหนือน้ำคือ แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) จาด (Scirpus litoralis Scharder) และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) โดยการกระจายของพืชน้ำแต่ละชนิดซึ่งศึกษาด้วยค่า morisita's Index มีการกระจายแบบกลุ่ม และความเด่นของชนิดในสังคมพืชน้ำซึ่งศึกษาด้วยค่าดัชนีความสำคัญ พบว่า Cladophora sp. เป็นชนิดที่เด่นที่สุดในสังคมพืชน้ำในพื้นที่ศึกษา

Thesis Title	Pattern Changes of Aquatic Plants in Ku Khud Lake (Songkhla) during 1988 - 1996 : A Remote Sensing Study
Author	Mr.Suthira Thongkao
Major Program	Environmental Management
Academic Year	1998

Abstract

The Ku Khud Lake is in the Songkhla Lake Basin's non-hunting area which has an area of 315 km^2. It is in the middle part of Songkhla Lake, situated in Tambon Ku Khud, Amphoe Sathingphra, Songkhla. It is a large brackish water area of 160 km^2 with an average depth of 1 m. Many aquatic plant species in this area are primary producers and are especially important to this ecosystem. In order to study changes in the area covered by aquatic plants in the lake, remote sensing and GIS techniques were applied respectively in a 107 km^2 study area.

The study area was investigated by remote sensing techniques with ground truthing data using LANDSAT TM-5 data from April 1996. Aquatic plants could be classified into three groups using band 2, band 3 and band 4. During the classification process, supervised classification was applied. It was found that the first group of aquatic plants composed of five species of submerged plant and three species of emergent plant. The second group and the third group had three and six species of submerged plant respectively. The signatures of each group in the study area had separability and contingency of more than 1100 and 90% respectively, except for the third group which had a contingency of 69.83% because of the amount of species and biomass present.

The areas of aquatic plants during May 1989, April 1992 and April 1996 were classified using supervised classification and the signature of aquatic plants from April 1996. The change of aquatic plant area during these periods was studied by a GIS overlay technique after a geometric correction process. It was found that the aquatic

plant area of the first group of plants had increased by more than 3 km^2 in April 1996 and the dry weight ratio of emergent plant against submerged plants was 95.6 : 44. For groups 2 and 3 the area had decreased and was 1.5 km^2 less than in April 1996. Only the area of the second group had decreased continuously, while the area of other groups had increased in April 1992. More study is required to check the information for the first group and the second group.

The aquatic plants in each of the areas were studied by 1x1 m^2 quadrat sampling. Ten species within seven genii were found, composed of seven species of submerged plant and three species of emergent plant. The submerged plants were Ceratophyllum demersum L., Cladophora sp., Hydrilla verticillata (L.f.) Royle, Najas graminea Raffeneau-Delile, Najas malesiana de Wilde, Najas marina L., and Potamogeton malaianus Miq. The emergent plants were Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel, Scirpus litoralis Scharder, and Paspalum vaginatum Swartz. All of those species were aggregated in distribution and the dominant species of study area was Cladophora sp. as ascertained by both Morisita's Index and the Importance Index.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมเรื่อง "รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในทะเลสาบดูขุด (สงขลา) ระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2539 : ศึกษาโดยภาพถ่ายดาวเทียม" ใช้เวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 3 ปีเต็ม ซึ่งนับว่าเป็นระยะเวลาที่ยาวนานพอสมควร แต่ก็สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการสนับสนุนตลอดมาจากบิดาและมารดา ภายใต้การดูแล ให้คำปรึกษาแนะนำโดยท่านรองศาสตราจารย์ ดร.เริงชัย ตันสกุล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.นิตติยา นินทรกิจ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สุระ พัฒนเกียรติ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.วิเชียร จาฏพจน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โรจนัจฉริย์ ด่านสวัสดิ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 539010 และได้รับการสนับสนุนทุน อุปกรณ์ และเครื่องมือ จากบัณฑิตวิทยาลัย ศูนย์รีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศภาคใต้ และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สำหรับข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมดได้รับความอนุเคราะห์จากกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน จึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ดร.นิภา พนาพิทักษ์กุล และ ดร.เชาวน์ ยงเฉลิมชัย จากภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมและเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายสุดนี้ขอบคุณสำหรับน้ำใจ กำลังใจ แรงสนับสนุน ความช่วยเหลือ และความห่วงใยจากพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกๆ คน โดยเฉพาะคุณสุรชาติ เพชรแก้ว คุณสัมพันธ์ พรหมหอม คุณอัลดุลเลาะห์ เบ็ญนุ้ย คุณธีรชุณห์ โชติพันธ์ คุณสุพรรณี จันทร์สว่าง คุณนิติญา สังขนันท์ และคุณตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์

สุธีระ ทองขาว

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... (3)

Abstract ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ ..... (7)

สารบาญ ..... (8)

รายการตาราง ..... (9)

รายการภาพประกอบ ..... (10)

ตัวย่อและสัญญลักษณ์ ..... (13)

บทที่

1 บทนำ 1

บทนำต้นเรื่อง 1

การตรวจเอกสาร 5

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

วัตถุประสงค์ 23

2 วิธีการวิจัย 24

วัสดุและอุปกรณ์ 25

วิธีดำเนินการ 28

3 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ 44

4 บทสรุปและวิจารณ์ 64

บรรณานุกรม 76

ภาคผนวก 82

ประวัติผู้เขียน 83

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ	10
2.	ศักยภาพของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร LANDSAT ระบบ MSS	14
3.	ศักยภาพของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร LANDSAT ระบบ TM	14
4.	การผสมสีของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร LANDSAT ระบบ TM	16
5.	วิธีการในการเก็บข้อมูลทางกายภาพและชีวภาพ	32
6.	คุณภาพน้ำของสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี เมื่อวันที่ 14 เมษายน พ.ศ. 2539	47
7.	แสดงวงศ์และชนิดพันธุ์ของพืชน้ำที่สำรวจพบในบริเวณพื้นที่ศึกษา ระหว่างวันที่ 15 - 17 เมษายน พ.ศ. 2539	48
8.	มวลชีวภาพของพืชน้ำแต่ละชนิดในสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 8 สถานี ระหว่างวันที่ 15 - 17 เมษายน พ.ศ. 2539	50
9.	แสดงค่า Morisita's Index และค่าความสำคัญของพืชน้ำแต่ละชนิด ที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษาระหว่างวันที่ 15 - 16 เมษายน พ.ศ. 2539	52
10.	แสดงค่าความสำคัญของพืชน้ำแต่ละชนิดในแต่ละกลุ่มซึ่งถูกแบ่งโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient	53
11.	แสดง separabilty ของข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นของข้อมูลแต่ละกลุ่ม โดยใช้ค่า Transformed Divergence ในการวิเคราะห์	56
12.	แสดง contingency ของข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นของข้อมูลแต่ละกลุ่ม	56
13.	แสดงสมการ polynomial ลำดับที่ 1 ซึ่งใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของภาพดาวเทียมแต่ละปี	60
14.	แสดงพื้นที่และมวลชีวภาพของพืชน้ำของแต่ละกลุ่ม/สถานีในบริเวณพื้นที่ศึกษา ระหว่างวันที่ 15 – 17 เมษายน พ.ศ. 2539 โดยการคำนวณจากผลการจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 และผลการศึกษาในภาคสนาม	61
15.	แสดงพื้นที่ของพืชน้ำซึ่งได้จากการคำนวณผลการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมแต่ละปีด้วยโปรแกรม ARC/INFO	63

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1.	พื้นที่ศึกษาทะเลสาบดูขุด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลาตอนกลาง	4
2.	แสดงลักษณะการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างกันของ ดิน พืช และน้ำ	12
3.	แสดงขั้นตอนในการศึกษาโดยภาพรวม	24
4.	แสดงแนวโคจรของดาวเทียม LANDSAT	26
5.	อุปกรณ์หาตำแหน่งทางภูมิศาสตร์บนผิวโลก (GPS)	27
6.	อุปกรณ์วัดความลึก (Depth sounding string)	27
7.	ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2532; เส้นสีเหลืองแสดงแนวการวัดความลึก (Transect line)	30
8.	ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 เดือนเมษายน พ.ศ. 2536 และตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา	31
9.	อุปกรณ์ที่ใช้ในการสุ่มเก็บตัวอย่างพืช	32
10.	ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539	35
11.	ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลถ่ายดาวเทียม LANDSAT TM-5 หลังปรับแก้ความผิดพลาดเนื่องจากสภาพบรรยากาศ ด้วยวิธี Haze reduction; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539	36

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
12.	ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 หลังปรับแก้ค่าระดับสีเทาด้วยวิธี Histogram matching โดยใช้ค่า Histogram ของข้อมูลดาวเทียมเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 เป็นเกณฑ์; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539	37
13.	แสดงขั้นตอนการสร้างขอบเขตของน้ำสำหรับใช้แยกข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 บริเวณพื้นที่ศึกษาด้วยโปรแกรม ERDAS imagine	38
14.	ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ซึ่งเป็นผลจากการแยกพื้นที่บริเวณที่เป็นน้ำออกจากพื้นทีเป็นดินของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในพื้นที่ศึกษาแต่ละปี โดยแสดงบนภาพระดับสีเทาแบนด์ 3; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539	39
15.	ภาพการทำดัชนีพืช (Vegetation index) ระหว่างแบนด์ 4 กับแบนด์ 3 ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในพื้นที่ศึกษาแต่ละปี โดยแสดงบนภาพสีผสมเท็จแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง); (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539	40
16.	แสดงขั้นตอนการแยกข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในแต่ละปีที่จะใช้ในการศึกษาพื้ชน้ำ โดยใช้ภาพการทำดัชนีพืชเป็นเงื่อนไข	41
17.	ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) สำหรับใช้วิเคราะห์พืชน้ำซึ่งได้จากการใช้ภาพการทำดัชนีพืชเป็นเงื่อนไขในการเตรียม; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539	42

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
18.	ภาพตัดขวางของพื้นที่ศึกษาและบริเวณที่พบพืชน้ำจากการสำรวจแนวตัดขวางแบบสุ่มทั้ง 3 แนว ระหว่างวันที่ 4-5 เมษายน พ.ศ. 2539	45
19.	แสดงการจัดกลุ่มของสถานีเก็บตัวอย่างโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient	52
20.	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 เดือนเมษายน พ.ศ. 2539 ในแต่ละสถานี/กลุ่มข้อมูล	55
21.	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 ด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับโดยใช้ข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นของเดือนเมษายน พ.ศ. 2539; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539	57
22.	ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ก่อนปรับความคมชัดด้วยวิธี Crisp (a1, b1, c1) และหลังปรับความคมชัดด้วยวิธี Crisp (a2, b2, c2); (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539	58
23.	แสดง GCP (⊕) ที่ใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตบนภาพสีธรรมชาติระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2540	59

ตัวย่อและสัญญลักษณ์

CCT = Computer Compatible Tape

EOSAT = Earth Observation Satellite

ERS = Earth Resources Satellite

ETM = Enhanced Thematic Mapper

GCP = Ground Control Point

GIS = Geographic Information System

GPS = Global Positioning System

μm = Micrometer

cm = Centimeter

HDDT = High Density Digital Tape

JERS = Japan Earth Resources Satellite

NASA = National Aeronautics and Space Administration

NOAA = National Oceanorgraphic and Atmospheric Administration

MOS = Marine Observation Satellite

MSS = Multispectral Scanner

Pixel = Picture Element

RBV = Return Beam Vidicon

SPOT = Satellite Probatoire de l'Observation de la Terre

TM = Thematic Mapper

UTM = Universal Transverse Mercater

UV = Ultra Violet

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

การเปลี่ยนแปลงต่างๆ บนโลกเกิดขึ้นตลอดเวลา จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับกลไกและขบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ในช่วงเวลาใดๆ ในระบบสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปในระบบสิ่งแวดล้อมมีโครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ สิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งมีบทบาทและ ปฏิสัมพันธ์ต่อกันภายใต้สภาวะที่สมดุลย์ใดๆ (White, *et al.*, 1992 : 389) และสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศจะมีการถ่ายทอดพลังงานกันเป็นทอดๆ ตามลำดับชั้นภายในห่วงโซ่อาหาร (White, *et al.*, 1992 : 174 - 176) พืชจัดเป็นสิ่งมีชีวิตและมีบทบาทเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งมีความสามารถในการสร้างก๊าซออกซิเจนและสร้างอาหารได้เองโดยอาศัยธาตุอาหารจากพื้นดินและพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เป็นหลัก ในระบบนิเวศหนึ่งๆ มีพืชอยู่มากมายหลายชนิด สามารถแยกแยะออกจากกันได้โดยอาศัยลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะที่มองเห็นจากภายนอก ในการศึกษาพืชสามารถทำการศึกษาได้โดยการลงพื้นที่สำรวจและเก็บตัวอย่าง โดยทั่วไปสำหรับการเก็บตัวอย่างพืชมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดพืช ลักษณะที่อยู่อาศัย ความถี่ การปกคลุม รูปแบบการแพร่กระจาย ความหนาแน่น มวลชีวภาพ และนิยมใช้แปลง Quadrat ซึ่งทราบพื้นที่แน่นอนในการกำหนดขอบเขตในการศึกษาตัวอย่างของประชากรพืช (Bakus, 1990 : 47)

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพืชในระบบนิเวศมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต้องอาศัยการเก็บรวบรวมตัวอย่างในภาคสนามซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยการวางแผน ระยะเวลา และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพื่อการค้นคว้าหาคำตอบและทดสอบสมมุติฐานต่างๆ โดยทั่วไปจะต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาและติดตามเก็บตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง ส่งผลถึงค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นตามความถี่ของการเก็บตัวอย่างและระยะเวลาที่ทำการศึกษา ปัจจุบันนักวิจัยสามารถประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลในการศึกษาวัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างในช่วงเวลาต่างๆ ทั้งในอดีตและปัจจุบัน การได้มาซึ่งข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลในปัจจุบัน ได้รับการปรับปรุงเรื่อยมาจนสามารถเก็บข้อมูลจากการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ได้หลายช่วงคลื่น มีรายละเอียดของพื้นที่มากขึ้น

และระยะเวลาในการเก็บข้อมูลซ้ำบริเวณเดิมสามารถทำได้ถี่ขึ้น (Odum, 1971 : 468 - 469) เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพจากเรดาร์ เป็นต้น ทำให้เกิดความสะดวกในการติดตามและศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่องทั้งบนบกและในน้ำ ดังเช่น การศึกษาแนวปะการัง และหญ้าทะเลตามหมู่เกาะต่างๆ ของประเทศไทยด้วยภาพถ่ายดาวเทียม โดย Thamrongnawasawat and Sudara (1992 : 391 - 399) เป็นต้น

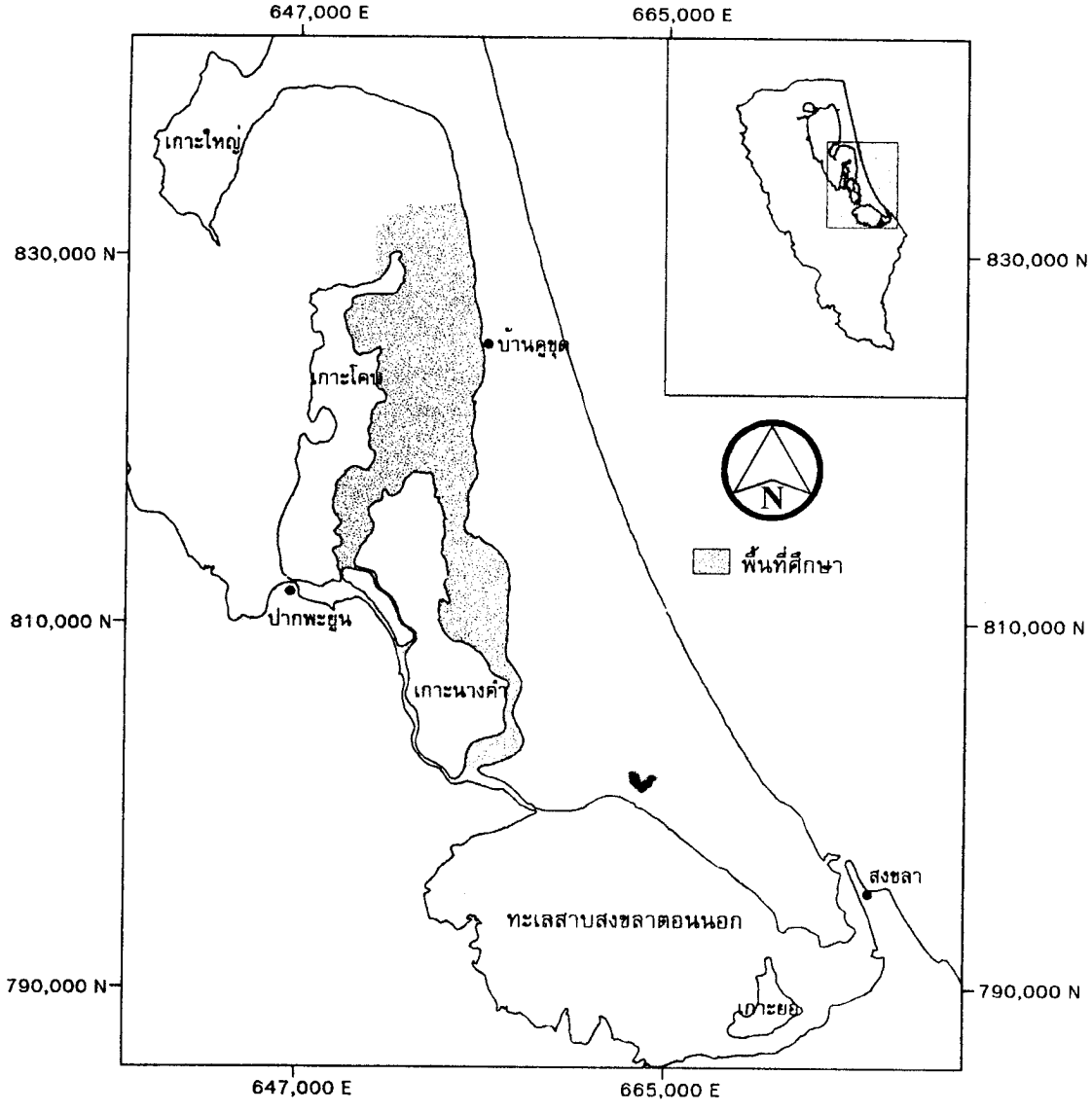
วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลสามารถทำได้โดยการแปลผลข้อมูลด้วยสายตาหรือวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์, 2533 : 4 - 7; APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10 - 43) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องในภาคสนามควบคู่กันเสมอ (Star and Estates, 1990 : 12) ผลการวิเคราะห์สุดท้ายที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานในด้านอื่นๆ ได้ โดยเฉพาะทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจ การวางแผนและการจัดการทรัพยากร ตลอดจนการวางแผนการศึกษาและติดตามผลที่เจาะลึกยิ่งขึ้น (Conwen, 1990 : 59; Star and Estates, 1990 : 2 - 3)

สำหรับพื้นที่ศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ คือ ทะเลสาบคูขุดซึ่งจัดเป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลาตอนกลาง ตั้งอยู่บนเส้นละติจูดที่ 7° 05′ ถึง 7° 35′ เหนือ และเส้นลองติจูดที่ 100° 17′ ถึง 100° 25′ ตะวันออก (ภาพประกอบ 1) มีอาณาบริเวณอยู่ในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลสาบ (คูขุด) ตำบลคูขุด อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 315 ตารางกิโลเมตร ในจำนวนนี้คิดเป็นพื้นที่ที่เป็นน้ำ 160 ตารางกิโลเมตร เป็นแหล่งน้ำกร่อยขนาดใหญ่ มีความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 1 เมตร โดยจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในลุ่มน้ำ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน ทำให้ภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นแถบศูนย์สูตร มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.6 - 28.7 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 76 - 84 % ค่าความเค็มของน้ำในทะเลสาบจะมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาลอยู่ในช่วง 0.7 - 5.3 ส่วนในพันส่วน (ppt) และมีอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 28 - 39 องศาเซลเซียส สภาวะเช่นนี้เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำ เป็นบริเวณที่มีพืชน้ำอุดมสมบูรณ์ และมักจะพบตัวอ่อนของแมลงปออาศัยอยู่ตามพืชน้ำ (สุนันท์ จิรกุลสมโชค, 2530 : 15) ในอดีตพื้นที่ดังกล่าวมีความอุดมสมบูรณ์และความซับซ้อนของระบบนิเวศสูง อันประกอบด้วยนกประจำถิ่นและนกประจำฤดู สัตว์น้ำและพืชน้ำ โดยเฉพาะพืชน้ำมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในน้ำทำหน้า

ที่เป็นผู้ผลิตเบื้องต้น ปริมาณและจำนวนของพืชที่พบจะมีผลกระทบโดยตรงและโดยอ้อมต่อพืช สัตว์ และมนุษย์ หากพืชน้ำมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในแหล่งน้ำมีมากและสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ ก็จะก่อให้เกิดปัญหาและอุปสรรคแก่แหล่งน้ำ เช่น คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลง กีดขวางการไหลของน้ำทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน กีดขวางการคมนาคม ปริมาณสัตว์น้ำลดลงและเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค (ช่อทิพย์ อาธารมาศ, 2531 : 4) ดังนั้นการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำจึงมีความจำเป็นต่อการศึกษาระบบนิเวศในพื้นที่ศึกษา ตลอดถึงการวางแผนและจัดการพื้นที่ศึกษาเพื่อเป็นประโยชย์ต่อระบบนิเวศ ชุมชน และกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ เช่น การท่องเที่ยว เป็นต้น

คำว่า ทะเลสาบคูขุด เป็นชื่อที่เรียกโดยชาวบ้านเพื่อความตระหนักถึงสิทธิหน้าบ้านซึ่งต้องช่วยกันดูแลรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพดี (ฟื้นฟูทะเลไทย, 2539 : 21) อันจะส่งผลถึงอาชีพการทำประมงซึ่งเป็นอาชีพรองจากการทำนาของชาวบ้านในบริเวณนั้น (เริงชัย ตันสกุล และคณะ, 2538 : 2)

ในอดีตที่ผ่านมา การศึกษาพืชน้ำเป็นในลักษณะของการสำรวจและติดตามการแพร่กระจายของพืชน้ำ ไม่สามารถบอกขอบเขตพื้นที่ของพืชน้ำได้อย่างชัดเจน เนื่องพื้นที่ศึกษามีบริเวณกว้าง การศึกษาไม่สามารถทำได้ทุกจุดของพื้นที่ศึกษาภายใต้ระยะเวลาและงบประมาณที่มีอยู่ การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการศึกษาขอบเขตและพื้นที่ของพืชน้ำในบริเวณกว้าง ตลอดจนการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำได้อย่างรวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้วางแผนทำการศึกษาชนิดและวงศ์ของพืชน้ำ รูปแบบการแพร่กระจายของพืชน้ำและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในบริเวณทะเลสาบคูขุด ตำบลคูขุด อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ระหว่างปี พ.ศ.2531 ถึง พ.ศ.2539 โดยมีพื้นที่ศึกษาประมาณ 107 ตารางกิโลเมตร



ภาพประกอบ 1 พื้นที่ศึกษาทะเลสาบคูขุด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทะเลสาบสงขลาตอนกลาง

การตรวจเอกสาร

1. พืชน้ำ

1.1 ความหมาย

พืชน้ำ (Aquatic plant, Waterplants หรือ Aquatic macrophytes) หมายถึง พืชที่เจริญเติบโตอาศัยอยู่ในน้ำหรือเหนือน้ำ อาจพบขึ้นอยู่ตามริมน้ำ หรือในบริเวณที่มีน้ำขึ้นถึงตลอดช่วงชีวิต หรือดำรงชีวิตอยู่ในน้ำเฉพาะช่วงใดช่วงหนึ่งของชีวิต และมีขนาดที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ชอทิพย์ อาธารมาศ, 2531 : 1)

พืชน้ำ ประกอบด้วยพืชดอกที่มีท่อลำเลียงเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็รวมไปถึงพวกมอส ลิเวอร์เวอร์ท เฟิร์น และสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่ด้วย สาหร่ายบางชนิดมีลักษณะเป็นเส้นหรือมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูงคือมีส่วนคล้ายลำต้น เห็นเป็นข้อและปล้องโดยมีรากเทียม (Rhizoid) ช่วยในการยึดเกาะ พืชน้ำเหล่านี้มีลักษณะการเจริญเติบโตแตกต่างกันออกไป การแพร่กระจายและความชุกชุมของพืชพวกนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการ เช่น ชนิดของตะกอนดิน ความขุ่นของน้ำ กระแสน้ำ ความเข้มข้นของสารอาหาร ความลึกของน้ำ การถูกรบกวนของชายฝั่ง การกัดกินของสัตว์กินพืช เป็นต้น ดังนั้นผลผลิตเบื้องต้นของพืชน้ำเหล่านี้สามารถบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์และสภาพของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ต่างๆได้ พืชน้ำเหล่านี้อาจพบอยู่ในน้ำจืด (Hydrophytes) และในน้ำเค็ม (Halophytes) โดยทั่วไปสามารถแบ่งรูปแบบการเจริญเติบโตของพืชน้ำได้ 3 ลักษณะด้วยกัน (APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10 - 41) คือ พวกที่ลอยน้ำ (Float) พวกที่จมน้ำ (Submerge) และพวกที่โผล่เหนือผิวน้ำ (Emerge)

1.2 ลักษณะการดำรงชีวิต

พืชน้ำแต่ละชนิดมักจะมีลักษณะการดำรงชีวิตในน้ำไม่เหมือนกัน บางชนิดเจริญเติบโตที่ระดับผิวน้ำ บางชนิดเจริญเติบโตอยู่ใต้น้ำ ด้วยลักษณะดังกล่าวสามารถแบ่งกลุ่มของพืชน้ำตามลักษณะการดำรงชีวิตได้ 5 ลักษณะ (ชอทิพย์ อาธารมาศ, 2531 : 2; APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10 - 41) คือ

1.2.1 พวกที่ลอยอยู่อย่างอิสระ (Free floating plants) พืชน้ำประเภทนี้ลอยอยู่ที่ผิวน้ำ ส่วนของลำต้น ใบ ดอก จะเจริญอยู่เหนือน้ำ และมีส่วนรากจมอยู่ในน้ำ พวกที่มีขนาดเล็กก็ลอยตัวอยู่อย่างอิสระ พวกที่มีขนาดใหญ่มักสร้างหรือดัดแปลงส่วนของลำต้นมาเป็นทุ่นเพื่อพยุงลำต้นให้ลอยน้ำได้

ตัวอย่างเช่น แหนเป็ดเล็ก (Lemna perpusilla Torr.)

ผักตบชวา (Eichhornia crassipes (Mart) Solms)

1.2.2 พวกที่จมอยู่ใต้น้ำ (Submerged plants) พืชน้ำในกลุ่มนี้จะจมอยู่ใต้น้ำทั้งต้น โดยจะมีรากยึดเกาะกับพื้นดิน หรือบางครั้งรากอาจไม่ยึดเกาะกับพื้นดินแต่ลำต้นจะจมอยู่ใต้น้ำ และเคลื่อนตัวไปตามทิศทางของกระแสน้ำ พืชน้ำประเภทนี้สามารถขยายพันธุ์ได้ง่ายจากส่วนของลำต้น กิ่งก้าน เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ถ้ามีรากยึดติดกับดินก็มีหน้าที่หลักในการทรงตัวและดูดซับธาตุอาหาร แต่ลำต้นและใบก็สามารถดูดธาตุอาหารได้ด้วย บางชนิดจะชูส่วนของดอกขึ้นมาเหนือผิวน้ำในระยะที่มีการสร้างอวัยวะสืบพันธุ์ มักพบบริเวณใกล้ฝั่งและไกลฝั่งออกไปที่ความลึกประมาณ 10 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณแสงสว่างที่ส่องลงไปถึงใต้ผิวน้ำ

ตัวอย่างเช่น สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle)

1.2.3 พวกที่มีรากยึดติดกับพื้นดิน ส่วนใบลอยปริ่มน้ำและดอกโผล่ขึ้นมาเหนือผิวน้ำ (Rooted with floating leaves plants) พืชน้ำประเภทนี้มีดอกสวยงามและมีขนาดใหญ่บริเวณหลังใบจะมีเซลล์ที่มีขนาดใหญ่และมีพื้นที่ว่างเพื่อให้สามารถบรรจุอากาศได้มาก จึงลอยปริ่มน้ำได้ มักพบบริเวณที่มีความลึกประมาณ 1 - 3 เมตร

ตัวอย่างเช่น บัวบา (Nymphoides indica (L) O.K.)

1.2.4 พวกที่รากยึดอยู่กับดินและโผล่ขึ้นเหนือน้ำเกือบทั้งต้น (Emerged plants) พืชน้ำประเภทนี้จะมีรากและลำต้นบางส่วนอยู่ในน้ำซึ่งมีความลึกประมาณ 1 เมตร แต่ส่วนของใบ กิ่งก้านจะโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำมากกว่าส่วนที่อยู่ในน้ำ

ตัวอย่างเช่น กระจูด (Lepironia articulata (R.) Domin)

1.2.5 พวกที่อยู่ใกล้ฝั่ง อาศัยอยู่ตรงบริเวณที่น้ำท่วมถึง หรือบริเวณที่เป็นดินแฉะและมีน้ำขังอยู่เล็กน้อย (Marginal plants) พืชน้ำประเภทนี้อยู่ตามชายน้ำ ริมคลอง ริมหนองบึง มีน้ำขึ้นถึงได้บ้าง ดินบริเวณนี้จะชื้นแฉะอยู่ตลอดเวลา

ตัวอย่างเช่น จาก (Nypa fruticans Wurmb)

1.3 ความสำคัญของพืชน้ำ

พืชน้ำส่วนมากพบในแหล่งน้ำจืดและมีความสำคัญต่อระบบนิเวศน์ทางน้ำโดยเฉพาะคุณภาพน้ำ การแพร่กระจายและความอุดมสมบูรณ์ของพืชน้ำจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และระยะเวลา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการปรากฏและความหนาแน่นของพืชน้ำ คือ ลักษณะการตกตะกอนในแต่ละพื้นที่ ความขุ่นของน้ำ กระแสน้ำ ปริมาณอาหาร ความลึก การเปลี่ยนแปลงของลักษณะชายฝั่ง ปริมาณสัตว์กินพืช และกิจกรรมของมนุษย์รอบๆ พื้นที่ที่

พืชน้ำอาศัยอยู่ (APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10 - 41) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับพืชน้ำจึงมีความจำเป็นสำหรับการติดตามตรวจสอบสภาพแวดล้อม

1.4 การศึกษาพืชน้ำ

การศึกษาพืชน้ำโดยทั่วไปจะหมายถึงการจำแนกชนิดพืชน้ำ ตำแหน่งที่พบ และปริมาณ ก่อนการศึกษาจะต้องมีการวางแผนการทดลองและเก็บตัวอย่างในภาคสนามซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการศึกษาและต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่ในเบื้องต้นจากแผนที่ รูปภาพ ภาพถ่ายทางอากาศ คู่มือในการแยกชนิดพืช รายงานการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อศึกษารายละเอียดของเส้นทาง ขนาดของพื้นที่ศึกษา ลักษณะที่อยู่อาศัยของพืชน้ำ อุปสรรคและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเก็บตัวอย่าง การวางแผนที่ดีจะช่วยให้การปฏิบัติงานในภาคสนามมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นประโยชน์ในการศึกษาลงลึกในรายละเอียดที่มากขึ้นต่อไป (APHA, AWWA and WEF, 1992 : 10 - 42)

ในการศึกษาปริมาณพืชน้ำนิยมศึกษาจากมวลชีวภาพ (Biomass, Standing crops, Phytomass dominance หรือ Importance) ซึ่งเป็นการศึกษาน้ำหนักแห้งของสารมีชีวิต รวมทั้งสารอาหารที่เก็บสะสมขององค์ประกอบที่มีชีวิตที่อาศัยภายในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ค่าของมวลชีวภาพมีการเปลี่ยนแปลง ไม่คงที่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต สภาพทางกายภาพ และเวลา โดยทั่วไปจะแสดงค่าอยู่ในรูปของ น้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่ (วราพร สุรวดี, 2530 : 33 และ ณัฏฐา หังสพฤกษ์, 2535 : 26)

สำหรับการศึกษาในด้านอื่นๆ จะมีสูตรการคำนวณที่แตกต่างกันออกไป เช่น การศึกษารูปแบบการกระจายของพืชน้ำ สามารถศึกษาโดยใช้ Morisita's index ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$I = \frac{S(\sum_{i=1}^{s} n_i^2) - N}{N(N-1)}$$ (Bakus, 1990 : 53)

โดย n_i = จำนวนของแต่ละชนิดทั้งหมดของพืชน้ำใน Quadrat i, i = 1, 2, 3, ..., s

N = จำนวนชนิดทั้งหมดของพืชน้ำจากทุก Quadrat

S = จำนวน Quadrat

เมื่อ $I = 0$: Uniform distribution

$I = 1.0$: Random distribution (variance = mean)

$I > 1.0$: Aggreated distribution

การศึกษาค่าความเหมือนระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง สามารถศึกษาโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากค่า Jaccard (1908) similarity coefficient ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$J = \frac{c}{a+b+c}$$ (Bakus, 1990 : 66)

โดย J = Jaccard coefficient

a = จำนวนชนิดพืชน้ำที่พบในเขตแรก

b = จำนวนชนิดพืชน้ำที่พบในเขตที่สอง

c = จำนวนชนิดที่พบทั้งสองเขต

การศึกษาความเด่นของพืช สามารถศึกษาโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (Importance index) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$IV = RF_A + RD_A + RD_{OA}$$ (Smith, 1977 : 448)

โดย IV = ค่าดัชนีความสำคัญ

RF = ความถี่ (Frequency)

$$= \frac{\text{จำนวนของแปลงตัวอย่างที่ชนิดนั้นปรากฏ} \times 100}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ทำการสังเกตุ}}$$

RF_A = ความสัมพันธ์ทางความถี่ของชนิด A

$$= \frac{\text{ความถี่ของชนิด A} \times 100}{\text{จำนวนความถี่ทั้งหมดของทุกชนิด}}$$

RD_A = ความสัมพันธ์ทางความหนาแน่นของชนิด A

$$= \frac{\text{จำนวนต้นของชนิด A} \times 100}{\text{จำนวนต้นของทุกชนิด}}$$

RD = ความเด่น (Dominance)

$$= \frac{\text{พื้นที่ยึดครองโดยพันธุ์พืช} \times 100}{\text{พื้นที่ที่ทำการสังเกตุ}}$$

RD_{OA} = ความสัมพันธ์ทางความเด่นของชนิด A

$$= \frac{\text{ความเด่นของชนิด A} \times 100}{\text{ผลรวมของความเด่นของทุกชนิดในสังคม}}$$

โดย ชนิดที่มีความสำคัญมากจะมีความเด่นมากในสังคม

เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำนับว่าเป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่ง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในพื้นที่ที่กว้างมาก จะทำให้ใช้ระยะเวลาและค่าใช้ในการศึกษาจ่ายมาก การ

ประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลเข้ามาช่วยในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จึงเป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งสามารถลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงย้อนหลังในอดีตได้

2. การสำรวจระยะไกล

2.1 ความหมาย

การสำรวจระยะไกล (Remote sensing) เป็นการศึกษาวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ บนพื้นโลกจากระยะไกลโดยไม่สัมผัสวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ดังกล่าว ด้วยอุปกรณ์ตรวจรับ (Sensors) ข้อมูลหรือสัญญาณ ซึ่งมักจะติดตั้งบนเครื่องบิน หรือดาวเทียม โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic spectrum) ที่สะท้อนจากวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ (Ehlers, 1991 : 52) คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Temporal)

2.2 การศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจระยะไกล

การศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจระยะไกล ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ การศึกษาเกี่ยวกับการรับหรือการเก็บข้อมูล (Data acquisition) และการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ หรือการใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่บันทึกไว้ (พร้อมจิตร์ ตระกูลดิษฐ์, 2533 : 9)

2.2.1 ระบบการรับหรือการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย

2.2.1.1 แหล่งกำเนิดพลังงาน การสำรวจระยะไกลอาศัยแหล่งกำเนิดพลังงานซึ่งแผ่พลังงานในรูปสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและมีค่าความยาวช่วงคลื่นตั้งแต่เศษส่วนของพันล้านเมตรถึงหลายเมตร โดยแหล่งกำเนิดพลังงานมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Passive remote sensing) เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ ความร้อนจากโลก เป็นต้น และเกิดขึ้นโดยการสร้างขึ้นของมนุษย์ (Active remote sensing) เช่น ระบบเรดาร์ เป็นต้น

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถแบ่งได้ตามความยาวช่วงคลื่น (Band) ตั้งแต่ช่วงคลื่นสั้นที่สุดในรังสีแถบแกมม่า (Gamma ray) มีความยาวน้อยกว่า 10^{-6} เมตร จนถึงช่วงคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นหลายกิโลเมตรดังแสดงในตาราง 1 ช่วงคลื่นที่ใช้ประโยชน์ในการสำรวจระยะไกลส่วนใหญ่อยู่ในช่วงคลื่นแสงสว่าง (0.3 - 14 μm) ซึ่งสามารถถ่ายภาพและบันทึกภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูปและอุปกรณ์บันทึกภาพอื่นๆ ในช่วงคลื่นแสงสว่างที่มีผลตอบสนองต่อสายตามนุษย์ตั้งแต่ 0.3 - 0.7 μm แบ่งได้เป็น 3 ช่วง คือ สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ช่วงคลื่นถัดไปเป็นช่วง

ตาราง 1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น	รายละเอียด
รังสีแกมม่า (Gamma ray)	< 0.03 μm	รังสีแกมมาถูกดูดกลืนทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบนจึงไม่ได้ใช้ในการสำรวจระยะไกล
รังสีเอ็กซ์เรย์ (X-ray)	0.03 - 3.0 μm	รังสีเอ็กซ์เรย์ดูดกลืนทั้งหมดโดยชั้นบรรยากาศ
เหนือม่วง (Ultraviolet)	0.03 - 0.04 μm	ช่วงคลื่นสั้นกว่า 0.3 mm ถูกดูดกลืนทั้งหมดโดยโอโซน (O_3) ในบรรยากาศชั้นบน
Photographic UV	0.3 - 0.4 μm	ช่วงคลื่นสามารถผ่านชั้นบรรยากาศ สามารถถ่ายภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูป แต่กระจายในชั้นบรรยากาศเป็นอุปสรรคมาก
ช่วงคลื่นแสงสว่าง (Visible light)	0.4 - 0.7 μm	บันทึกด้วยฟิล์มและอุปกรณ์บรรทึกภาพได้ รวมทั้งช่วงคลื่นที่โลกมีการสะท้อนพลังงานสูงสุดที่ 0.5 mm ช่วงคลื่นแคบที่มีผลตอบสนองสายตามนุษย์แบ่งได้ 3 ช่วงย่อย คือ 1.สีน้ำเงิน (0.4 – 0.5 μm) 2.สีเขียว (0.5 - 0.6 μm) 3.สีแดง (0.6 - 0.7 μm)
ใต้แดง (Infrared)	0.7 - 1.0 μm	มีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุตามความยาวคลื่นและการส่งผ่านชั้นบรรยากาศ มีการดูดกลืนพลังงานในบางช่วงคลื่น
อินฟราเรดสะท้อน (Reflected IR)	0.7 - 3.0 μm	สะท้อนพลังงานจากดวงอาทิตย์ ซึ่งไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับช่วงคลื่นความร้อนของวัตถุ ช่วงคลื่น 0.7 - 0.9 μm สามารถถ่ายรูปด้วยฟิล์ม Photographic IR Band
อินฟราเรดความร้อน (Thermal IR)	3 - 5 μm 8 - 14 μm	การบันทึกภาพต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ เช่น Scanners ไม่สามารถบันทึกภาพได้ทั้งระบบ Active และ Passive
ไมโครเวฟ (Microwave)	0.1 - 30 cm	ช่วงคลื่นยาวสามารถทะลุทะลวงผ่านหมอก เมฆ และฝนได้ บันทึกภาพได้ทั้งระบบ Active และ Passive
เรดาร์ (Radar)	0.1 - 30 cm	ระบบ Active มีความยาวช่วงคลื่นต่างๆ เช่น Ka แบนด์ (10 mm) X แบนด์ (30 mm) L แบนด์ (25 cm)
วิทยุ (Radio)	< 30 cm	ช่วงคลื่นที่ยาวที่สุด บางครั้งมีเรดาร์อยู่ในช่วงนี้ด้วย

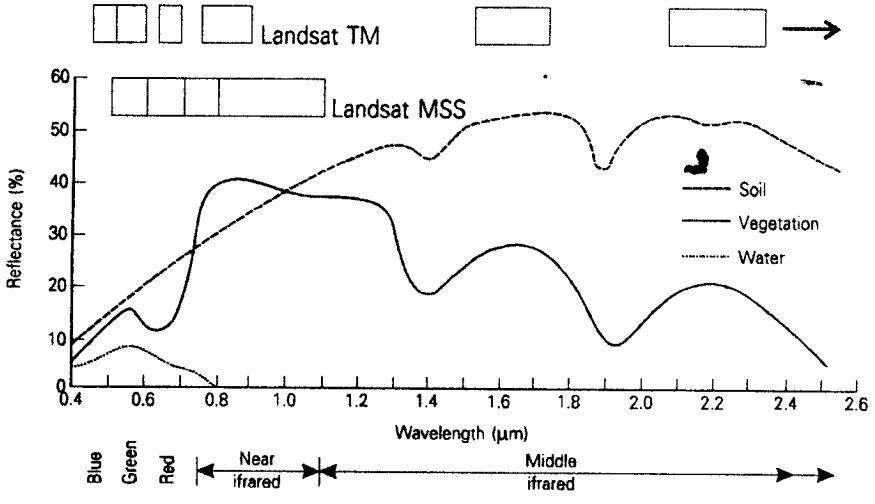
ที่มา : สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2536 : 101 - 103)

คลื่นอินฟราเรดที่แบ่งเป็น 2 ช่วงกว้างๆ คือ อินฟราเรดใกล้ (0.7 - 3 μm) และอินฟราเรดความร้อน (3 - 15 μm) ส่วนความยาวคลื่นที่เหนือขึ้นไปนิยมเรียกเป็นความถี่ (Hertz)

2.2.1.2 การแผ่พลังงานในชั้นบรรยากาศ เนื่องจากคลื่นแสงเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศก่อนสู่ผิวโลก แล้วสะท้อนกลับผ่านชั้นบรรยากาศอีกครั้ง ก่อนที่จะถูกบันทึกโดยอุปกรณ์สำรวจ บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคลื่นแสงในด้านทิศทาง ความเข้ม ตลอดจนความยาวและความถี่ของช่วงคลื่น โดยมีสาเหตุมาจาก ฝุ่นละออง ไอน้ำ และก๊าซต่างๆ ทำปฏิกิริยากับคลื่นแสง 3 กระบวนการ คือ การกระจัดกระจายของแสง (Scattering) การดูดซับ (Absorbtion) และการหักเห (Refracttion) ทำให้ปริมาณแสงตกกระทบผิวโลกน้อยลง พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อผ่านชั้นบรรยากาศแล้วจะตกกระทบผิวโลกเกิดปฏิกิริยาการสะท้อนพลังงาน (Reflection) การดูดกลืนพลังงาน (Absorption) และการส่งผ่านพลังงาน (Transmission) อันเป็นปรากฏการณ์ที่สำคัญในการสำรวจระยะไกล พลังงานที่สะท้อนสู่บรรยากาศโดยวัตถุบนผิวโลกจะถูกบันทึกด้วยอุปกรณ์สำรวจในปริมาณแตกต่างกันในแต่ละช่วงคลื่นตามคุณสมบัติของวัตถุนั้นๆ (วินิตา เผ่านาค, 2533 : 27 - 36) ความสัมพันธ์ของการสะท้อนพลังงานของวัตถุแต่ละชนิดกับความยาวช่วงคลื่น เรียกว่า ข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่น (Spectral signature) ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเลือกข้อมูลในช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่สนใจ

2.2.1.3 การสะท้อนช่วงคลื่นของวัตถุหรือพื้นผิวโลก การสะท้อนช่วงคลื่นของวัตถุหรือพื้นผิวโลกมีลักษณะการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างการสะท้อนพลังงานของพืช ดิน และน้ำ ซึ่งมีความแตกต่างกันดังแสดงในภาพประกอบ 2

โดยวัตถุต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติในการตอบสนองพลังงานที่ความยาวช่วงคลื่นต่างๆ ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของวัตถุนั้นๆ ทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่าวัตถุนั้นเป็นอะไร ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการสำรวจระยะไกลนอกจากจะอาศัยคุณสมบัติทางด้านช่วงคลื่นของวัตถุแล้ว คุณสมบัติทางด้านรูปทรงสัณฐานของวัตถุบนผิวโลกและการเปลี่ยนแปลงที่ระยะเวลาต่างกันของวัตถุจะช่วยให้วิเคราะห์วัตถุชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง (พร้อมจิตร์ ตระกูลดิษฐ์, 2533 : 20)



ภาพประกอบ 2 แสดงลักษณะการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างกันของดิน พืช และน้ำ
ที่มา : Richards (1994 : 3)

2.2.1.4 อุปกรณ์บันทึกข้อมูล มีอยู่หลายชนิดโดยจะติดไว้บนพาหนะ เช่น บอลลูน เครื่องบิน ดาวเทียม เป็นต้น สำหรับดาวเทียม LANDSAT เป็นโครงการหนึ่งขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) มีดาวเทียมทั้งหมด 5 ดวง ขึ้นสู่วงโคจรเมื่อปี พ.ศ.2515, 2518, 2521, 2525 และ2527 โคจรเป็นวงกลมในลักษณะสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์และใกล้ขั้วโลกที่ระดับความสูงประมาณ 920 กิโลเมตร ประกอบด้วยกล้อง RBV และ MSS มีการถ่ายภาพซ้ำที่เดิมทุกๆ 18 วัน ดาวเทียม LANDSAT ดวงถัดมามีการพัฒนามากขึ้น คือ มีวงโคจรลดลงเหลือ 705 กิโลเมตร และความถี่ในการกลับมาถ่ายภาพซ้ำที่เดิมทุกๆ 16 วัน ปัจจุบันมีการบันทึกภาพด้วยระบบ MSS และเพิ่มระบบ TM ขึ้นมา ส่วนระบบ RBV ได้เลิกใช้ไป ในดาวเทียม LANDSAT ดวงที่ 6 ได้มีการพัฒนาการบันทึกภาพด้วยระบบ ETM ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบันทึกภาพมากขึ้น (ดาราศรี ดาวเรือง, 2536 : 15 - 36) ต่อมาโครงการ LANDSAT ได้โอนการดำเนินกิจการให้บริษัท EOSAT ในปี พ.ศ. 2528 เพื่อดำเนินการในเชิง พานิชย์ (ปราณีต ดิษริยะกุล, 2536 : 59 - 64)

ระบบการเก็บข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT มีระบบบันทึกข้อมูลภาพ 4 ระบบ คือ

ก. ระบบ RBV ถ่ายภาพใน 3 ช่วงคลื่น คือ 0.47 - 0.575 ไมโครมิเตอร์ 0.58 - 0.68 ไมโครมิเตอร์ และ0.69 - 0.83 ไมโครมิเตอร์ ยกเว้นใน LANDSAT-3 เหลือเพียงช่วงคลื่นเดียว คือ 0.51 - 0.75 ไมโครมิเตอร์

ข. ระบบ MSS มี 4 ช่วงคลื่น ซึ่งอยู่ในช่วงคลื่นแสงสว่างและอินฟราเรด มีรายละเอียด 80 เมตรดังแสดงในตาราง 2

ค. ระบบ TM มี 7 ช่วงคลื่นที่แคบลง และรวมช่วงคลื่นความร้อนไว้ด้วยทำให้สามารถจำแนกประเภทข้อมูลได้ดีขึ้น มีรายละเอียด 30 เมตรดังแสดงในตาราง 3

ง. ระบบ ETM พัฒนามาจากระบบ TM โดยแต่ละแบนด์สามารถเลือก Gain ได้ 2 แบบ คือ Low gain หรือ High gain และมี Panchromatic band ให้รายละเอียดภาพ 15 เมตร

2.2.1.5 ผลผลิตเป็นข้อมูลภาพหรือข้อมูลตัวเลข ข้อมูลพื้นผิวโลกที่ได้จากการถ่ายภาพของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรจะถูกส่งมายังสถานีรับภาคพื้นดินในรูปของสัญญาณภาพหรือข้อมูลภาพ (กัลยา ทิสยากร และคณะ, 2536 : 159 - 182) ข้อมูลภาพดังกล่าวสามารถเก็บไว้ในเทปความหนาแน่นสูง (HDDT) เทป CCT หรือฟิล์ม (ชาญชัย เพียรวิจารณ์พงศ์, 2536 : 51 - 58) ปัจจุบันสถานีรับภาคพื้นดินของประเทศไทยสามารถรับข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT SPOT MOS-1 ERS-1 NOAA และJERS-1 เพื่อใช้ประโยชน์ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในด้านต่างๆ (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์, 2536 : 159 - 182)

โครงสร้างของภาพจะประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงตัวเลขของแต่ละช่วงคลื่นที่ทำการบันทึก ซึ่งข้อมูลเชิงตัวเลขแต่ละค่าจะแสดงค่าความสว่างของจุดภาพ (Pixel) ที่เรียงตัวกันเป็นแถวและสดมภ์ ขนาดของจุดภาพขึ้นอยู่กับระบบการบันทึกข้อมูลที่ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรแต่ละดวงใช้บันทึกข้อมูล โดยขนาดของจุดภาพจะมีขนาดเล็กลงเมื่อมีความละเอียดมากขึ้น เช่น ดาวเทียม LANDSAT ระบบ MSS มีความละเอียดของจุดภาพ 80 เมตร ในขณะที่ระบบ TM มีความละเอียดของจุดภาพ 30 เมตร ทำให้ขนาดของข้อมูลในพื้นที่บริเวณเดียวกันและมีพื้นที่เท่ากันมีความแตกต่างกัน โดยระบบ MSS จะมีขนาดข้อมูลเล็กกว่าระบบ TM ทำให้ความสามารถในการนำไปใช้งานแตกต่างกันดังแสดงในตาราง 2 และ 3

ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่บันทึกด้วยระบบบันทึกข้อมูลได้หลายช่วงคลื่น มีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากระบบบันทึกภาพแบบธรรมดา เช่น กล้องถ่ายรูป คือ

ก. ข้อมูลอยู่ในลักษณะตัวเลข (Digital data) ที่มีความละเอียดของการสะท้อนช่วงคลื่นแสง (Gray level) หลายระดับตั้งแต่ 0 - 63 (64 ระดับ) 0 - 127 (128 ระดับ) หรือ 0 - 255 (256 ระดับ) ขึ้นอยู่กับระบบการบันทึกข้อมูล ซึ่งสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปผลิตเป็นภาพถ่ายขาวดำและภาพสีผสม ตลอดจนนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ตาราง 2 ศักยภาพของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร LANDSAT ระบบ MSS

ช่วงคลื่น (Band)	ความยาวคลื่น (μm)	ความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์
4	0.50 - 0.60	สามารถผ่านทะลุน้ำได้มากกว่าช่วงคลื่นอื่น ใช้ในการตรวจตะกอนหรือความขุ่นในน้ำ แสดงความแตกต่างของพืชพันธุ์สีเขียวกับสิ่งปกคลุมอื่นๆ ใช้บอกลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาได้ด้วย
5	0.60 - 0.70	สามารถดูความแตกต่างของสิ่งที่คนสร้างขึ้น กับลักษณะความสูงต่ำของภูมิประเทศ ใช้สำหรับแยกประเภทของพืชพันธุ์สีเขียวเมื่อรวมอยู่กับสิ่งปกคลุมหลายๆ อย่าง
6	0.70 - 0.80	เหมาะสำหรับใช้ดูความแตกต่างของลักษณะการใช้ที่ดิน และใช้ตรวจปริมาณมวลชีวสีเขียวได้
7	0.80 - 1.1	ใช้ดูความแตกต่างของส่วนที่เป็นน้ำกับส่วนที่ไม่เป็นน้ำได้ดี ใช้แยกความแตกต่างระหว่างพืชพันธุ์กับดินได้ แสดงธรณีสัณฐานและโครงสร้างทางธรณีวิทยา

ที่มา : สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2536 : 107)

ตาราง 3 ศักยภาพของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร LANDSAT ระบบ TM

ช่วงคลื่น (Band)	ความยาวคลื่น (μm)	ความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์
1	0.45 - 0.52	ใช้ตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง ใช้ดูความแตกต่าง หรือใช้แยกประเภทต้นไม้ชนิดผลัดใบและไม่ผลัดใบออกจากกัน ใช้ดูความแตกต่าง หรือแยกดินจากพืชพันธุ์ต่างๆ มีความไวต่อการมีหรือไม่มีคลอโรฟิลล์
2	0.52 - 0.60	แสดงการสะท้อนพลังงานสีเขียวจากพืชพันธุ์ที่เจริญเติบโตแล้ว
3	0.63 - 0.69	ใช้แยกความแตกต่างของการดูดกลืนพลังงานของคลอโรฟิลล์ในพืชพันธุ์ชนิดต่างๆ กัน
4	0.76 - 0.90	ใช้ตรวจวัดปริมาณมวลชีวะ ใช้ดูความแตกต่างของน้ำและแผ่นดิน
5	1.55 - 1.75	ใช้ตรวจความชื้นในพืช ใช้ดูความแตกต่างของหิมะกับเมฆ
6	10.40 - 12.50 (รายละเอียด 120 เมตร)	ใช้ตรวจการเหี่ยวเฉาอันเนื่องจากความร้อนในพืช ใช้ดูความแตกต่างของความร้อนบริเวณที่ศึกษา และใช้ดูความแตกต่างของความชื้นของดิน
7	2.08 - 2.35	ใช้ตรวจความร้อนในน้ำ ใช้แยกประเภทแร่ธาตุและดินชนิดต่างๆ

ที่มา : สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2536 : 108)

ข. ข้อมูลที่บันทึกได้สามารถส่งมายังสถานีรับภาคพื้นดินได้ทันที

ค. สามารถบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นที่ระบบบันทึกข้อมูลแบบธรรมดาบันทึกไม่ได้ ตลอดจนข้อมูลที่ได้รับมีรายละเอียดภาพ (Spatial resolution) ตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป

ง. สามารถบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง (Synoptic view) ทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่องในระยะเวลาการบันทึกภาพสั้นๆ สามารถศึกษาสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณกว้างขวางต่อเนื่องในเวลาเดียวกันทั้งภาพ เช่น ดาวเทียม LANDSAT ระบบ MSS และระบบ TM หนึ่งภาพครอบคลุมพื้นที่ 170 x 185 ตารางกิโลเมตร

จ. สามารถบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่น (Multispectral) ทั้งในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น และช่วงคลื่นที่สายตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ ทำให้แยกวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกได้อย่างชัดเจน เช่น ระบบ MSS สามารถบันทึกข้อมูลได้ 4 ช่วงคลื่น ระบบ TM สามารถบันทึกข้อมูลได้ 7 ช่วงคลื่น

ฉ. สามารถบันทึกภาพบริเวณเดิม (Repetitive coverage) เนื่องจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีวงโคจรจากเหนือลงใต้ และกลับมายังจุดเดิมในเวลาท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอในช่วงเวลาที่แน่นอน เช่น ดาวเทียม LANDSAT จะกลับมาบันทึกข้อมูลซ้ำที่เดิมทุกๆ 16 วัน ทำให้ได้ข้อมูลบริเวณเดียวกันหลายๆ ช่วงเวลา สามารถเปรียบเทียบและติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ บนพื้นโลกได้เป็นอย่างดี และช่วยให้มีโอกาสที่จะได้ข้อมูลที่ไม่มีเมฆ

ช. การให้รายละเอียดหลายระดับจากดาวเทียม มีผลดีในการเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาด้านต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ เช่น ภาพจากดาวเทียม SPOT ขาวดำมีรายละเอียด 10 เมตร สามารถใช้ศึกษาตัวเมือง เส้นทางคมนาคมระดับหมู่บ้าน ภาพจากดาวเทียม LANDSAT TM มีรายละเอียด 30 เมตร สามารถใช้ศึกษาสภาพการใช้ที่ดินระดับจังหวัด

ซ. สามารถสร้างภาพสีผสม (False color composite) ภาพจากดาวเทียมในแต่ละช่วงคลื่นที่ทำการบันทึกจะเป็นภาพขาวดำ สามารถนำภาพแต่ละช่วงคลื่นมาซ้อนทับกันได้ครั้งละ 3 ช่วงคลื่น โดยทำให้แต่ละช่วงคลื่นที่เป็นขาวดำกลายเป็นสีบวก 3 สีหลัก คือ สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง มาซ้อนทับกัน ทำให้ได้ภาพจากจากดาวเทียมสีผสมปรากฏสีต่างๆ ภาพจากดาวเทียม LANDSAT TM ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 30 เมตร จำนวน 6 แบนด์ (ยกเว้นแบนด์ 6) สามารถผสมสีให้รายละเอียดความแตกต่างตามวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัยด้านต่างๆ ดังแสดงในตาราง 4

ฌ. สามารถเน้นคุณภาพของภาพ (Image enhancement) จากภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากค่าระดับสีเทา

ตาราง 4 การผสมสีของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร LANDSAT ระบบ TM

แบนด์ น้ำเงิน / เขียว / แดง	คุณสมบัติ
123	ให้สีธรรมชาติมีลักษณะเหมือนภาพถ่ายธรรมดา คือ พืชพรรณเป็นสีเขียว ใช้ศึกษาความขุ่นข้นของตะกอน น้ำตื้น และพื้นที่ชายฝั่ง
345	พืชพรรณเป็นสีเขียว ให้รายละเอียดความแตกต่างของความชื้นของดิน มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ดินและพืชพรรณ
354	พืชพรรณสีแดงและส้ม แสดงขอบเขตพื้นดิน และน้ำ แยกป่าชายเลน (สีส้ม) ออกจากป่าบก (สีแดง) ให้ลักษณะคลองระบายน้ำ
254	พืชพรรณสีแดง แยกพื้นที่สวนยางพารา (สีส้มและสีชมพู) ได้ชัดเจน
234	ให้สีผสมเท็จคล้ายกับรูปภาพจากกล้องถ่ายรูปอินฟราเรด พืชพรรณจะมีสีแดง น้ำจะมีสีดำ
754	พืชพรรณสีแดง ให้รายละเอียดความชื้นที่แตกต่างตามลักษณะพื้นที่
124	พืชสีแดง ให้รายละเอียดตะกอนขุ่นบริเวณชายฝั่ง

ที่มา : สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2536 : 111), Lillesand and Kieffer (1987 : 567), Smith and Brown N, (1997 : 59)

2.2.2 ระบบการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

2.2.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม มีขั้นตอนการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้ (กัลยา ทิสยากร และคณะ, 2536 : 159 - 182; Smith, 1997 : 129)

ก. การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น จะมีการเลือกแบนด์และจำนวนแบนด์ของข้อมูลที่จะใช้ในขั้นตอนต่อๆ ไป หากเลือกได้เหมาะสมก็จะช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องมากขึ้นและใช้เวลาคอมพิวเตอร์น้อย โดยการพิจารณาเลือกแบนด์สามารถพิจารณาจาก

(1) การแสดงภาพบนจอคอมพิวเตอร์ โดยการเปลี่ยนค่าตัวเลขในแต่ละแบนด์ซึ่งเป็นค่าความเข้มของแสงให้เป็นภาพขาวดำพร้อมกันสามแบนด์ เมื่อให้สีในแต่ละแบนด์ต่างกัน (น้ำเงิน เขียว และแดง) ทำให้เกิดภาพสีผสม

(2) แผนภูมิแท่ง (Histogram) ใช้ดูการกระจายของข้อมูล ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่ากึ่งกลาง (Median) และค่าที่เกิดซ้ำมากที่สุด (Mode)

ข. การปรับแต่งข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล (Pre-processing) Richards (1994 : 39 - 71, 89 - 132) ได้กล่าวถึงการปรับแต่งข้อมูล 4 อย่าง ดังนี้

(1) การปรับแก้ไขระดับสัญญาณ/ช่วงคลื่น (Radiometric correction) อันเนื่องมาจากระบบบันทึกข้อมูล มุมของแสงจากดวงอาทิตย์ ชั้นบรรยากาศ เพื่อลดความคลาด

เคลื่อนจากอุปกรณ์และสภาพแวดล้อมต่อความเข้มของแสง สามารถใช้ปรับค่าข้อมูลบริเวณเดียวกัน แต่บันทึกในวันหรือฤดูกาลที่แตกต่างกันให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

(2) การแก้ไขความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต (Geometric correction) อันเนื่องมาจากการการเคลื่อนที่และแนวการโคจรของดาวเทียม ความโค้งของผิวโลก การหมุนตัวของโลก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับข้อเท็จจริงบนผิวโลก

(3) การเน้นคุณภาพข้อมูลให้เด่นชัด (Image enhancement) เพื่อเพิ่มความสะดวกและความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป การเน้นคุณภาพข้อมูลให้เด่นชัดมีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในแต่ละสาขาวิชา

(4) การซ้อนภาพจากดาวเทียมต่างดวงกันหรือข้อมูลจากดาวเทียมดวงเดียวกันแต่ต่างระยะเวลากัน (Image registration) ต้องอาศัยการแก้ไขความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตและให้จุดพิกัดที่แน่นอน (GCP) เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ของข้อมูลได้ละเอียดมากขึ้น

ค. การวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลในเชิงสถิติ (Statistical analysis and classification) ขบวนการนี้จะมีองค์ประกอบคือ

(1) การบีบอัดข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Data compression) เพื่อช่วยในการเลือกข้อมูลที่มีความถูกต้องและให้ความสำคัญข้อมูลประเภทที่จะทำการวิเคราะห์มากที่สุด (Image transformation) เช่น Principle components เป็นต้น

(2) การหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ (Ratio image) เป็นการจำแนกความแตกต่างของข้อมูล โดยการนำข้อมูลของแบนด์หนึ่งมาหารกับข้อมูลของอีกแบนด์หนึ่งในแต่ละจุดภาพที่ตรงกัน ทำให้แสดงความแตกต่างของค่าความเข้มได้เด่นชัด ลดความแตกต่างของค่าความเข้มของข้อมูลหน้าเขาและหลังเขา เห็นโครงสร้างทางธรณีวิทยาเด่นชัดขึ้น

ง. การจำแนกประเภทข้อมูล (Image classification) โดยทั่วไปการจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มี 2 วิธีคือ

(1) การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ (Supervised classification) เป็นวิธีการที่ผู้วิเคราะห์ต้องกำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่าง (Training area) แต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้จำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด เช่น พื้นที่ป่า พื้นที่น้ำ เป็นต้น โดยการกำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างสามารถกำหนดได้จากภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลในภาคสนาม หรือแผนที่ (Smith and Brown, 1997 : 213) ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1.1) การสำรวจข้อมูลภาคพื้นดิน เพื่อให้ผู้วิเคราะห์หรือผู้วิจัยทราบถึงพื้นที่ศึกษาจริงเมื่อเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียม โดยจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งของจุดสำรวจที่อ้างอิงไปบนแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียม ลักษณะพื้นที่ ประเภทของสิ่งปกคลุมพื้นผิว ชนิดพืช การเจริญเติบโตของพืช เปอร์เซ็นต์ของพืชปกคลุม รวมทั้งสิ่งแวดล้อมอื่นๆ บริเวณใกล้เคียง ช่วงเวลาในการสำรวจควรใกล้เคียงหรืออยู่ในฤดูกาลเดียวกันกับการบันทึกภาพโดยดาวเทียม ถ้าต่างเวลากันควรสอบถามถึงข้อมูลในช่วงเวลาที่บันทึกข้อมูลจากคนในท้องถิ่นนั้นๆ

(1.2) การกำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างแต่ละประเภท โดยพิจารณาจากค่าระดับสีเทาหรือค่าสะท้อนช่วงคลื่นของข้อมูล ข้อมูลประเภทเดียวกันควรมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous)

(1.3) การคำนวณค่าสถิติ เป็นการนำค่าระดับสีเทาของทุกจุดภาพทุกช่วงคลื่นที่ถูกกำหนดภาพใต้พื้นที่ข้อมูลตัวอย่างแต่ละประเภท มาคำนวณค่าสถิติและค่าความสัมพันธ์ระหว่างประเภทข้อมูลจนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

(1.4) การจำแนกประเภทข้อมูล โดยการนำเอาค่าสถิติที่คำนวณได้มาเป็นดัชนีในการจำแนกประเภทข้อมูลทุกจุดภาพในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีทฤษฎีที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลหลายทฤษฎี ทฤษฎีที่ใช้กันทั่วไปในการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์มีดังนี้ (กัลยา ทิสยากร และคณะ, 2536 : 159 - 182)

(1.4.1) วิธี Maximum likelihood classification เป็นทฤษฎีการจำแนกประเภทข้อมูลโดยพิจารณาจากค่า Mean vector และ Covariance matrix ของข้อมูลแต่ละประเภท โดยตั้งสมมติฐานว่าแต่ละประเภทข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ แล้วคำนวณค่าความเป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพว่าจะถูกจำแนกอยู่ในประเภทข้อมูลใด โดยมี Equiprobability contours เป็นรูปวงรี ทฤษฎีนี้ใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าทฤษฎีอื่นๆ เนื่องจากมีความซับซ้อนในการคำนวณมากกว่า แต่จะให้ผลการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีความถูกต้องสูงกว่าทฤษฎีอื่นๆ

(1.4.2) วิธี Minimum distance to means classification เป็นวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลโดยพิจารณาจากค่าสะท้อนช่วงคลื่นของแต่ละจุดภาพว่ามีความห่างน้อยที่สุดจากจุดศูนย์กลาง (Means) ของประเภทข้อมูลใด ทฤษฎีนี้ไม่เป็นที่นิยมเพราะอาจมีการจำแนกข้อมูลผิดประเภทได้ในกรณีที่จุดภาพบางจุดอยู่ในประเภทข้อมูลที่มีความแปรปรวน (Variance) สูง อาจถูกจำแนกเป็นอีกประเภทข้อมูลหนึ่งซึ่งมีความห่างน้อยกว่า

(1.4.3) วิธี Parallelepiped classification เป็นทฤษฎีการจำแนกประเภทข้อมูลที่ใช้วิธีการกำหนดช่วงความแปรปรวนของแต่ละประเภทข้อมูล จากค่าสะท้อนช่วงคลื่นต่ำสุดและสูงสุดของจุดภาพภายใต้พื้นที่ข้อมูลตัวอย่างในแต่ละแบนด์ วิธีนี้บางครั้งมีปัญหาในกรณีที่จุดภาพที่อยู่ระหว่างข้อมูล 2 ประเภทซึ่งมีค่าความแปรปรวนเหลื่อมล้ำกัน อาจทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดได้ เพราะโดยทั่วไปค่าความแปรปรวนของประเภทข้อมูลต่างๆ มีโอกาสเหลื่อมล้ำกันได้มาก แต่วิธีนี้ใช้เวลาในการจำแนกประเภทข้อมูลน้อย

(2) การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับ (Unsupervised classification) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลที่ผู้วิเคราะห์ไม่ต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภทให้กับคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนดังนี้

(2.1) Clustering เป็นขั้นตอนที่ผู้วิเคราะห์เป็นผู้กำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะแบ่งข้อมูลตามลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่น โดยคำนวณหาจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มว่าอยู่ ณ จุดใด และจะคำนวณซ้ำหลายๆ ครั้งจนกว่าจะได้ผลเป็นที่พอใจ คือได้กลุ่มข้อมูลที่มี Spectral separability สูงสุด

(2.2) การจำแนกประเภทข้อมูล เป็นขั้นตอนการจำแนกข้อมูลทุกจุดภาพของพื้นที่ที่ศึกษาโดยใช้ทฤษฎีการจำแนกประเภทข้อมูลดังรายละเอียดในข้อ 1.4

จ. การตกแต่งข้อมูลหลังจากการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว (Post-processing) การตกแต่งข้อมูลหลังการจำแนกประเภทข้อมูลมีความจำเป็น เนื่องจากความไม่ต่อเนื่องของจุดภาพ เช่น เส้นถนน ขอบของพื้นที่เพาะปลูก เป็นต้น ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ ได้ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลและการทำแผนที่บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูลซึ่งได้จากการวิเคราะห์หรือการตกแต่งข้อมูลหลังจากการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว นอจจากจะใช้สร้างเป็นแผนที่ต่างๆ ได้แล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ตลอดจนสร้างแผนที่ในลักษณะต่างๆ บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้

3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.1 ความหมาย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือ ระบบข้อมูลข่าวสารที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลกหรือพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยมีระบบการจัดการข้อมูลเช่น มีการเข้ารหัส การเก็บรวบรวม และการเรียกใช้ (Deursen, *et. al*, 1991 : 91 - 95; Star and Estates, 1990 :

2 - 3) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ เช่น ทางด้านวิศวกรรมโยธาและสถาปัตยกรรม ทางด้านโบราณคดี และทางด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น นอกจากนี้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลซึ่งมีมาตราส่วน ช่วงเวลา และรูปแบบที่แตกต่างกันมาประยุกต์ใช้ได้โดยการมีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูล (Molenaar and Janssen, 1991 : 75 - 89; Star and Estates, 1990 : 8,12)

3.2 ประโยชน์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีประโยชน์อย่างมากต่อการวางแผนการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานจากหลายสาขาทั้งทางด้านกายภาพ ชีวภาพ เศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนนโยบายของรัฐมาประกอบในการพิจารณา การจัดการระบบฐานข้อมูลในด้านต่างๆ จึงมีความสำคัญในการติดตามสภาพที่แท้จริงทั้งในปัจจุบันและอดีตของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจในรูปแบบของข้อมูลแต่ละประเภทที่จะนำมาใช้ร่วมกันในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Richards, 1994 : 29 - 35)

ในปัจจุบันได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลจากการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ร่วมกันมากขึ้นทั้งในด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น ป่าไม้ การใช้ที่ดิน การเกษตร ธรณีวิทยาและธรณีสัณฐาน อุทกวิทยา สมุทรศาสตร์ อุทกภัย เป็นต้น การได้มาซึ่งข้อมูลด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีอยู่หลายแหล่ง เช่น แผนที่ ข้อมูลในรูปตาราง ภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลจากดาวเทียม เป็นต้น การนำข้อมูลดาวเทียมมาใช้ต้องอาศัยความเข้าใจทั้งด้านการจัดการฐานข้อมูล รูปแบบของข้อมูล เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล และความรู้ความชำนาญในแต่ละสาขาวิชาที่ทำการศึกษา เพื่อประโยชน์สูงสุดในการนำภาพถ่ายดาวเทียมมาประยุกต์ใช้

การนำภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในปัจจุบันมีอยู่ 2 วิธีการ คือ การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ การเลือกใช้วิธีการใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสม โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ งบประมาณ ระยะเวลา และเครื่องมืออุปกรณ์ ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัดคือ การพิจารณาเฉพาะค่าสะท้อนช่วงคลื่นของวัตถุ แต่ให้ผลดีในด้านความแม่นยำสม่ำเสมอในการจำแนกและในการคำนวณพื้นที่ สามารถจำแนกได้แม้พื้น

ที่ขนาดเล็ก จึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการรายละเอียดมาก ในปัจจุบันสามารถนำวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมทั้ง 2 วิธีมาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้ ทำให้ผลงานที่ได้มีความละเอียดถูกต้องมากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปใช้งานต่อเนื่องได้สะดวกรวดเร็ว เช่น การถ่ายทอดข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ระบบวิเคราะห์ข้อมูลด้วยดาวเทียมไปสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นต้น แนวโน้มการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมจะเป็นไปอย่างกว้างขวาง

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำด้วยโปรแกรม ERDAS imagine สำหรับงานทางด้านการสำรวจระยะไกล และจัดเตรียมข้อมูลทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ARC/INFO โดยจะทำควบคู่กับการศึกษาในภาคสนามในพื้นที่ศึกษา ในการจำแนกประเภทข้อมูลสำหรับงานทางด้านการสำรวจระยะไกลเลือกใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ระหว่างปี พ.ศ. 2532 ถึง 2539 ซึ่งมีความละเอียดของจุดภาพ 30 x 30 ตารางเมตรสำหรับแบนด์ที่ 1 ถึง แบนด์ 5 และแบนด์ 7 โดยได้รับความอนุเคราะห์จากกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียมเลือกใช้แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 เนื่องจากเป็นแบนด์ที่มีความสัมพันธ์กับการสะท้อนแสงของพืช ในการจำแนกประเภทข้อมูลเลือกใช้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ด้วยทฤษฎี Maximum likelihood classification ซึ่งมีความถูกต้องในการจำแนกมากที่สุด ผลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียมนำไปสร้างเป็นฐานข้อมูลทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ของพืชน้ำในอดีตถึงปัจจุบัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการประยุกต์การสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวพื้นโลกได้มีการพัฒนาและปรับปรุงรายละเอียดของข้อมูล เทคนิคและวิธีการให้มีความถูกต้องมากขึ้นในปัจจุบัน ดังเช่นการศึกษาแนวปะการังและหญ้าทะเลตามเกาะต่างๆ ในประเทศไทยโดยการประยุกร์ใช้โปรแกรม microBRIAN สำหรับงานทางด้านการสำรวจระยะไกลกับภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม LANDSAT และดาวเทียม SPOT โดย T. Thamrongnawasawat and S. Sudara (1992) ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้มีรายละเอียดภาคพื้นดินแตกต่างกัน โดยภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT มีรายละเอียดของภาคพื้น

ดินหยาบกว่าภาพถ่ายดาวเทียม SPOT แต่ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT จะมีจำนวนช่วงคลื่นที่ทำการบันทึกข้อมูลมากกว่าดาวเทียม SPOT (Richards, 1994 : 13 – 14) การประยุกต์ใช้ข้อมูลร่วมกันจะสามารถทำให้ได้รายละเอียดในการจำแนกประเภทข้อมูลในการสำรวจระยะไกลได้หลากหลายมากขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดภาคพื้นดินสูงจะทำให้การจำแนกประเภทข้อมูลทำได้ละเอียดมากขึ้น ดังเช่นการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศโดย Welch and Remillard (1989 : 185) โดยทั้งสองได้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศจำแนกพืชน้ำในแหล่งเก็บน้ำของรัฐคาโรไลนาทางใต้ก่อนและหลังการใช้สารเคมีควบคุมพืชน้ำ นอกจากนี้ทั้งสองยังได้ประยุกต์การใช้แผนที่ และข้อมูลสถิติในการจัดทำระบบข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการและติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นร่วมกับการสำรวจระยะไกล ทำให้การติดตามตรวจสอบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สำหรับการศึกษาพืชน้ำในเขตทะเลสาบดูขุดโดยสุนันท์ จิรกุลสมโชค (2530 : 16 - 20) พบพืชน้ำในทะเลสาบดูขุดจำนวน 3 กลุ่มตามลักษณะโครงสร้างมีทั้งหมด 12 ชนิดจาก 11 วงศ์ กลุ่มแรก คือ พืชน้ำที่มีใบอยู่เหนือหรือลอยเสมอผิวน้ำ (Emergent) ประกอบด้วย แห้วทรงกระเทียม (Elcharis duclis Burm. F. Henschel) จาด (Scirpus littoralis Schard.) บัวเผื่อน (Nymphaea nouchali Burm. F.) หญ้าน้ำเค็ม (Paspalum vagimatum Swartz) และอ้อลาย (Phragmites australis Tin. ex Steud) กลุ่มที่สอง คือ พืชน้ำที่มีรากและใบอยู่ใต้น้ำ (Submerged plants) ประกอบด้วย สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f) Royle) สาหร่ายหางวัว (Najas malesiana De willde) สายหนาม (Najas marina L.) ดีปลีน้ำ (Poamogeton malaianus Miq.) สาหร่ายไฟ (Chara zeylanica Klein ex Willdenow) และสาหร่ายเซลล์เดียว (Cladophora sp.) และกลุ่มที่สาม คือ พืชน้ำที่ไม่มีรากและลอยอิสระอยู่บนผิวน้ำ (Free floating) ประกอบด้วย สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.)

ในการศึกษาของสุนันท์ จิรกุลสมโชค ดังกล่าวได้ทำการเก็บตัวอย่างครอบคลุมพื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่ แต่ไม่ได้ศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำ ดังนั้นการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลโดยการจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT TM-5 สามารถศึกษาขอบเขตและคำนวณพื้นที่ของพืชน้ำบริเวณทะเลสาบดูขุดได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการศึกษาข้อมูลย้อนหลังในอดีตที่ผ่านมาเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำที่เกิดขึ้นจากอดีตถึงปัจจุบัน และผลจากการจำแนกประเภทข้อมูลจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ยังสามารถสร้างฐานข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการจัดการและติดตามสถานการณ์ของพืชน้ำในบริเวณทะเลสาบดูขุดได้

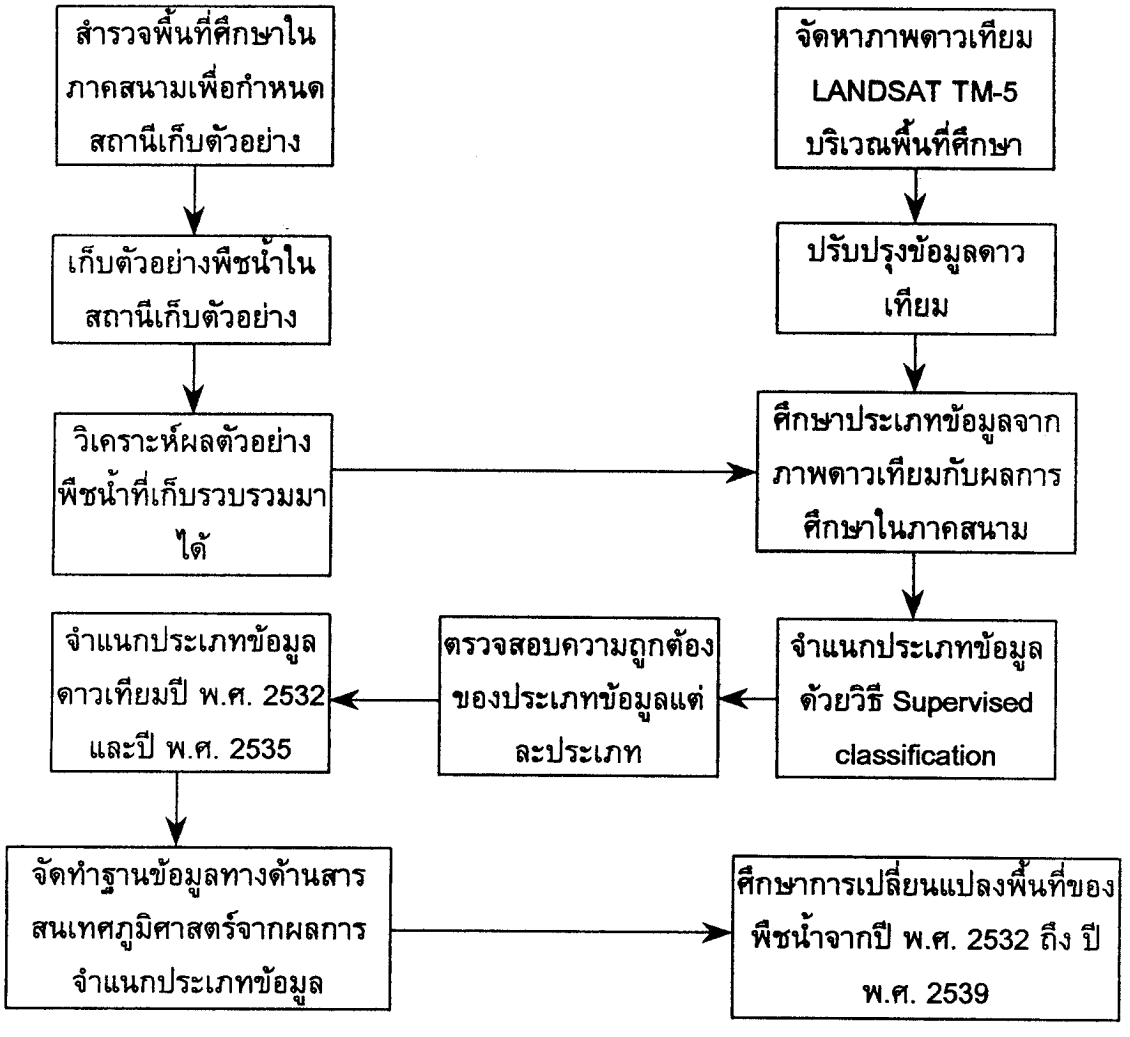
วัตถุประสงค์

1. ศึกษาชนิด มวลชีวภาพ รูปแบบการแพร่กระจาย และความเด่นของพืชน้ำที่พบในพื้นที่ศึกษา
2. ศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการปรับปรุงและวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชน้ำในเชิงพื้นที่กับข้อมูลดาวเทียม ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539
4. ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของพืชน้ำในทะเลสาบคูขุดในอดีตที่ผ่านมาด้วยข้อมูลดาวเทียม
5. จัดทำระบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อเป็นฐานข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการวางแผนและจัดการทรัพยากรของทะเลสาบคูขุดในอนาคต

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

การศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงพืชน้ำในทะเลสาบโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานดังแสดงในภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนในการศึกษาโดยภาพรวม

จากภาพประกอบ 3 การศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ การสำรวจภาคสนาม การศึกษาพืชน้ำในภาคสนาม การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม และการจัดทำฐานข้อมูลและศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในแต่ละส่วนที่ทำการศึกษามีการใช้วัสดุอุปกรณ์ดังแสดงในหัวข้อถัดไป และขั้นตอนโดยละเอียดในแต่ละส่วนจะกล่าวถึงในหัวข้อวิธีดำเนินการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม

1.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ERDAS imagine บนระบบปฏิบัติการ Unix สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม

1.2 เทปข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ณ ตำแหน่ง path 128 row 55 (ภาพประกอบ 4) ของเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 เดือนเมษายน พ.ศ. 2535 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2539

1.3 เทปสำหรับบันทึกและสำรองข้อมูล

2. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ARC/INFO บนระบบปฏิบัติการ Unix และ Dos สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

3. วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการสำรวจภาคสนามเบื้องต้น

3.1 เครื่องตรวจวัดและบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) ดังแสดงในภาพประกอบ 5

3.2 คอมพิวเตอร์และโปรแกรม Pathfinder สำหรับประมวลผลค่าพิกัดจากเครื่อง GPS

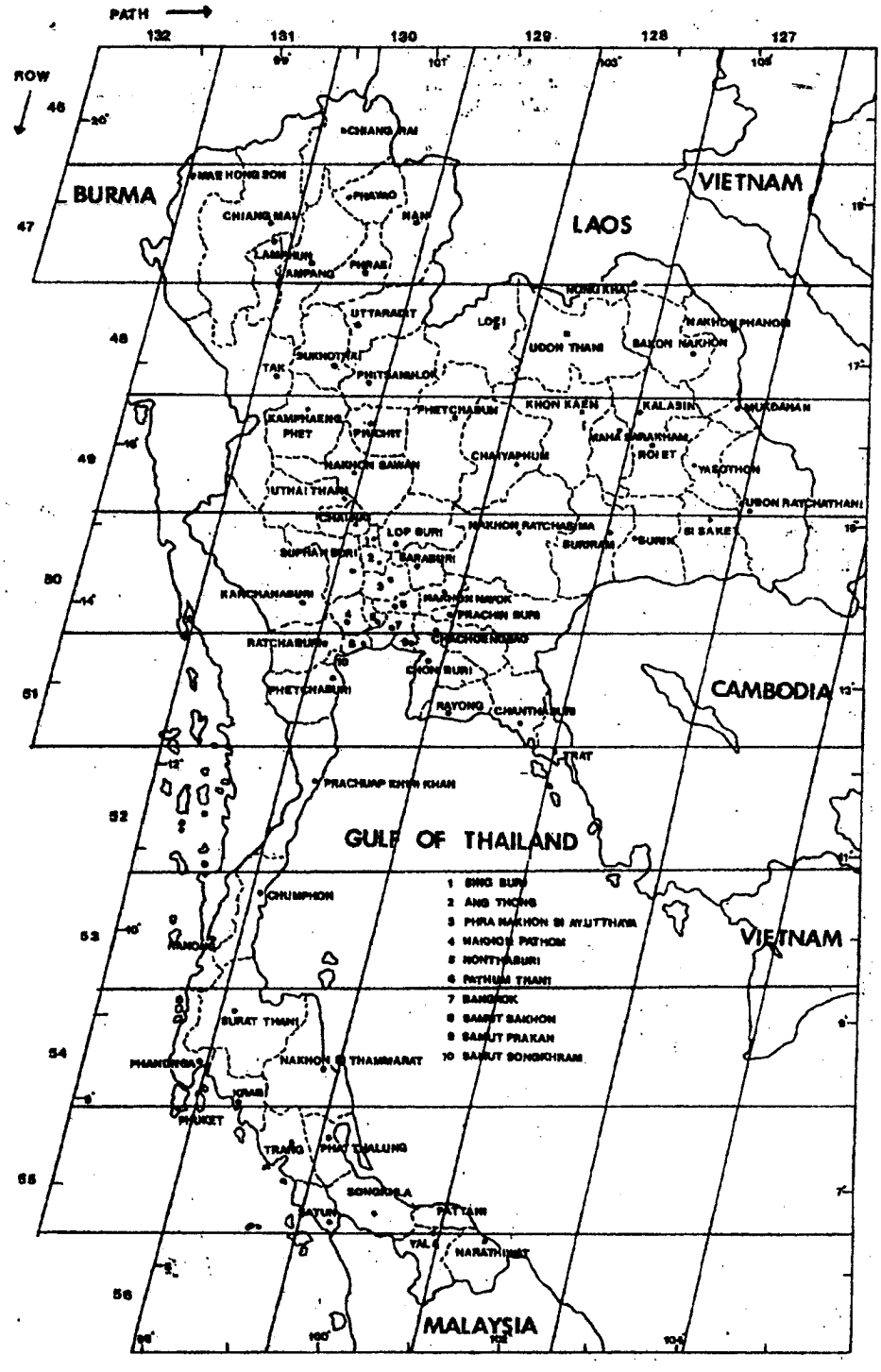
3.3 แผนที่ของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1 : 50,000

3.4 ภาพสีผสมเท็จ ระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของดาวเทียม LANDSAT TM-5 โดยประมวลผลด้วยโปรแกรม ERDAS imagine

4. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในภาคสนาม

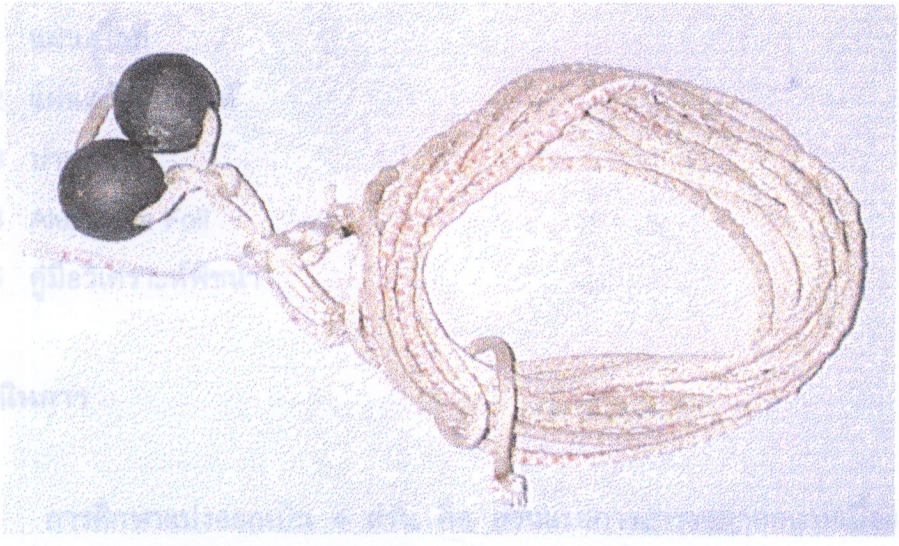
4.1 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) แบบใช้ปรอท

4.2 เครื่องมือวัดความเค็ม (Hand refractometor)



ภาพประกอบ 4 แสดงแนวโคจรของดาวเทียม LANDSAT

ภาพประกอบ 5 อุปกรณ์หาตำแหน่งทางภูมิศาสตร์บนผิวโลก (GPS)



ภาพประกอบ 6 อุปกรณ์วัดความลึก Depth sounding string

4.3 เครื่องมือวัดความขุ่น (HACH turbidimeter)

4.4 เครื่องมือวัดค่า pH

4.5 เครื่องมือวัดความลึก (ภาพประกอบ 6)

4.6 แผ่นพลาสติกขาวสำหรับจดบันทึกข้อมูล

5. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างพืชน้ำ

5.1 Quadrat ขนาด 1x1 ตารางเมตร

5.2 กล่องพลาสติกและกล่องโฟม

5.3 กะละมัง

5.4 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบหยาบ

5.5 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด

5.6 ถุงพลาสติก

5.7 กล้องจุลทรรศน์

5.8 ตู้อบแห้ง (Hot air oven)

5.9 ใบมีดโกน

5.10 เข็มเขี่ย

5.11 แผ่นสไลด์

5.12 แผ่นแก้วปิดไสลด์

5.13 ปากคีบ

5.14 Aluminum Foil

5.15 คู่มือวิเคราะห์พืชน้ำ

วิธีดำเนินการ

การศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนแรกการสำรวจภาคสนามเบื้องต้น ส่วนที่สองเป็นการศึกษาพืชน้ำในภาคสนาม (Ground truth) ส่วนที่สามเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 และส่วนสุดท้ายเป็นการจัดทำฐานข้อมูลและศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสำรวจภาคสนามเบื้องต้น

1.1 สำรวจพื้นที่ศึกษาโดยการนั่งเรือและตรวจสอบสภาพพื้นที่กับแผนที่และภาพสีผสมเท็จ แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 ของดาวเทียม LANDSAT TM-5

1.2 กำหนดแนวตัดขวางแบบสุ่ม (Randomized line transects) จำนวน 3 แนว ระหว่างเกาะโคบกับคาบสมุทรสทิงพระจากแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 (ภาพประกอบ 7) โดยแต่ละแนวจะทำการบันทึกความลึกกับตำแหน่งที่พบพืชน้ำเพื่อดูการปกคลุมของพืชในแนวตัดขวางแต่ละแนว พร้อมกับบันทึกแนวการสำรวจด้วยเครื่อง GPS และบันทึกความลึกตามวิธีการในตาราง 5 ทุกๆ 10 เมตรพร้อมเวลาเพื่อดูลักษณะความลาดชันในแนวตัดขวางแต่ละแนวตามวิธีของ Underwater Research Group (1989 : 10)

1.3 กำหนดสถานีเพื่อเก็บตัวอย่างในวันที่ดาวเทียม LANDSAT TM-5 บันทึกข้อมูลในพื้นที่ศึกษาซึ่งตรงกับวันที่ 14 เมษายน พ.ศ. 2539 โดยอาศัยข้อมูลจากข้อ 1.1. และ 1.2. ดังแสดงในภาพประกอบ 8

1.4 บันทึกพิกัดของแต่ละสถานีด้วยเครื่อง GPS และลากขอบเขตล้อมรอบพื้นที่ที่สนใจเพื่อใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ต่อไป

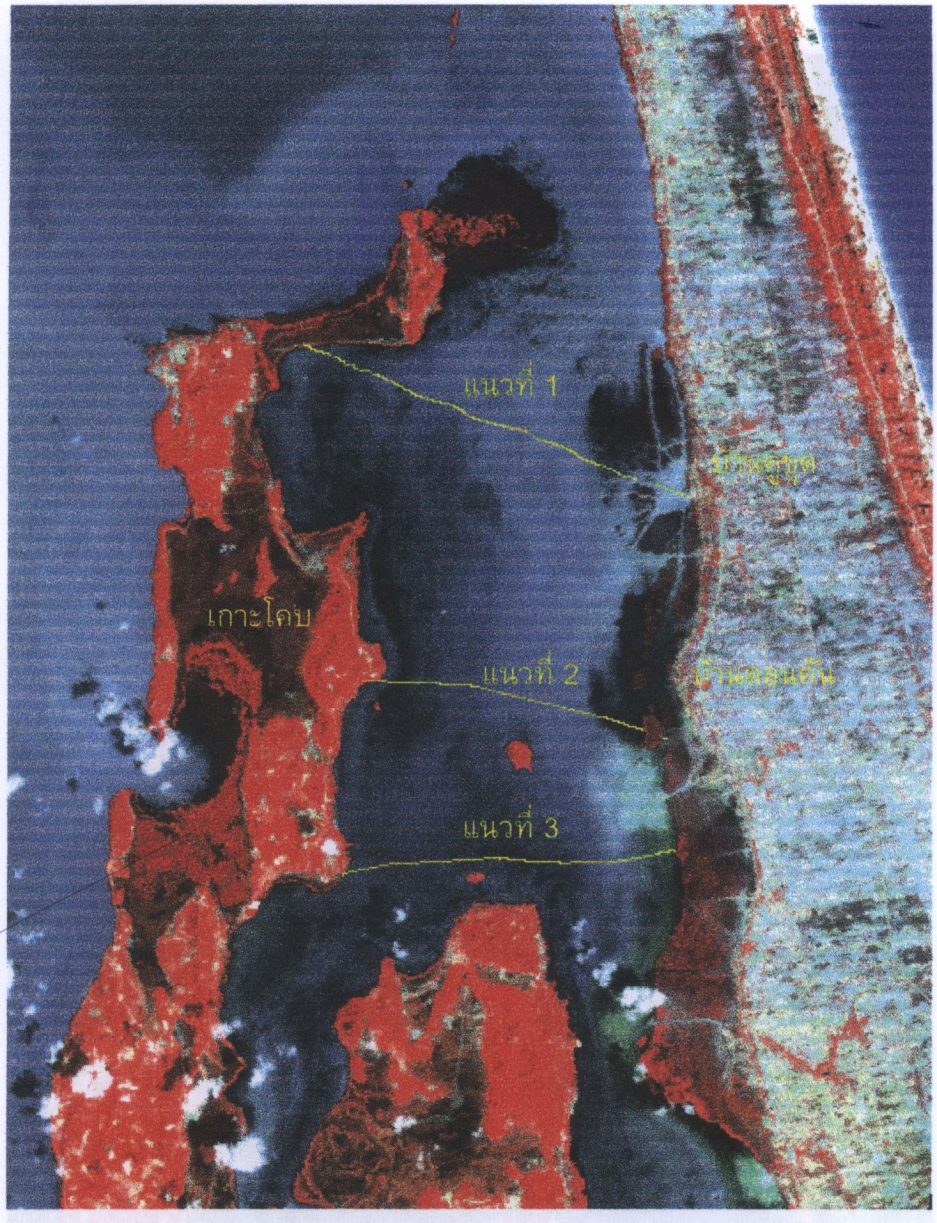
2. การศึกษาพืชน้ำในภาคสนาม (Ground truth)

2.1 บันทึกเวลาและเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำตามสถานีแต่ละสถานีที่กำหนดไว้จำนวน 3 ซ้ำในวันที่ 14 เมษายน พ.ศ. 2539 โดยจะวัดค่าความขุ่น อุณหภูมิ ความเค็ม ความลึก และ pH ตามวิธีการในตาราง 5 และเก็บตัวอย่างพืชน้ำในวันถัดไป

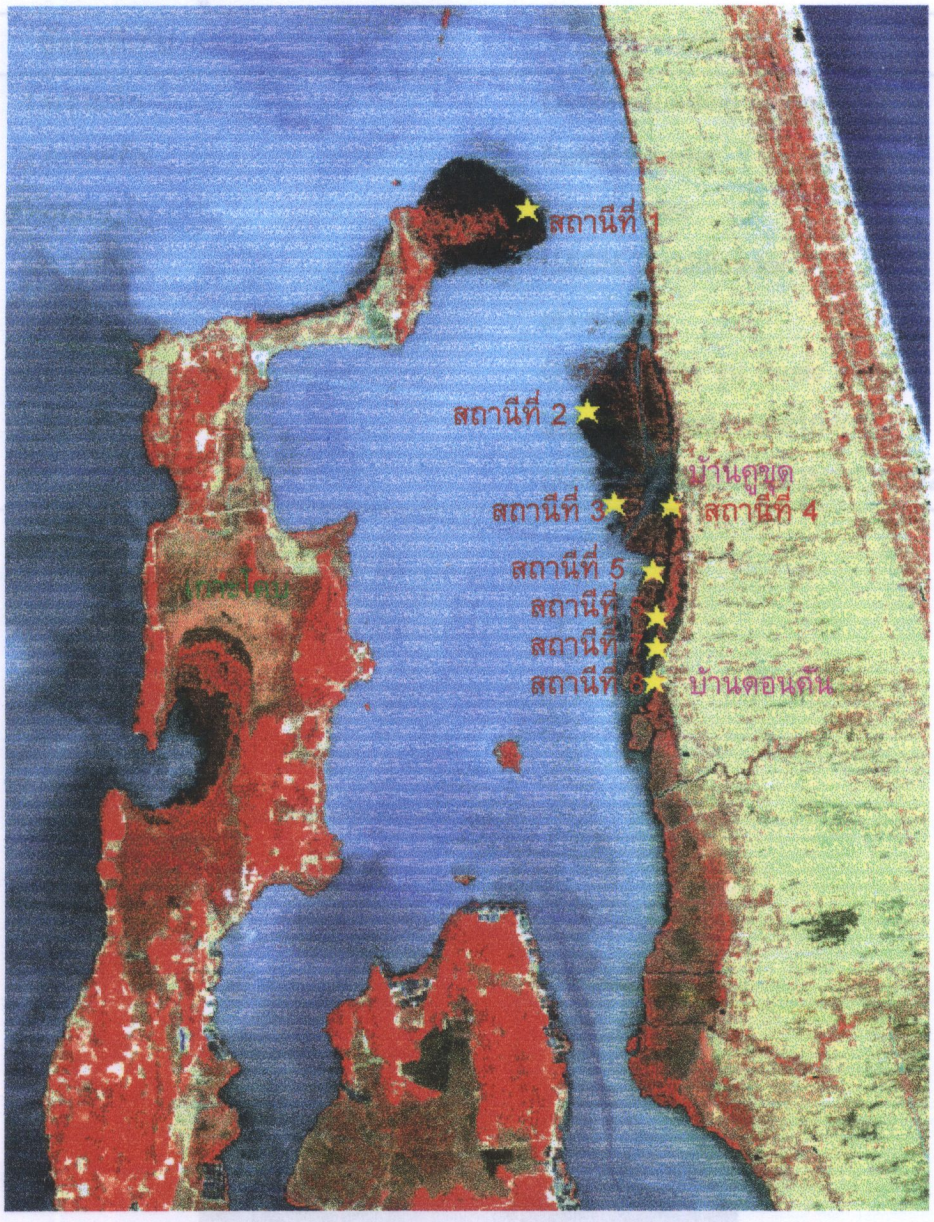
2.2 เก็บตัวอย่างพืชน้ำในสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี (ข้อ 1.3) จำนวน 3 ซ้ำ โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายด้วยตารางสี่เหลี่ยม (Quadrat) ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร (ภาพประกอบ 9)

2.3 ล้างน้ำให้สะอาดและรอจนสะเด็ดน้ำจึงชั่งน้ำหนัก แล้วรวบรวมใส่ถุงพลาสติก เพื่อนำไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการต่อไป

2.4 นำตัวอย่างที่ทำความสะอาด แล้วมาแยกชนิดโดยใช้รูปวิธานจากหนังสือ Water Plants of the World (Cook, *et al.*, 1974), A Manual of Marsh and Aquatic Vascular Plants of North Carolina with Habitat Data (Beal, 1977), Waterplants of New South Wales (Sainty and Jacobs, 1981) และ Aquatic and Wetland Plants of India (Cook, 1996) บันทึกจำนวนชนิด และจำนวนต้นของแต่ละชนิด



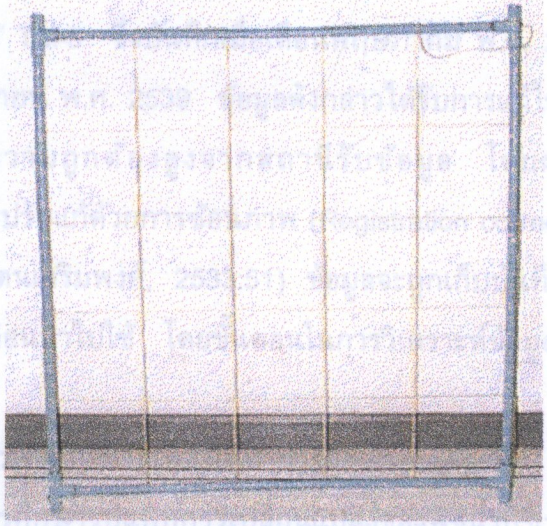
ภาพประกอบ 7 ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2532; เส้นสีเหลืองแสดงแนวการวัดความลึก (Transect line)



ภาพประกอบ 8 ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 เดือนเมษายน พ.ศ. 2536 และตำแหน่งของสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

ตาราง 5 วิธีการเก็บข้อมูลทางกายภาพและชีวภาพ

ข้อมูลที่เก็บ	อุปกรณ์/วิธีการ
1.ความลึก	Depth sounding string
2.ความเค็ม	Refractometer
3.อุณหภูมิ	Termometer
4.ความขุ่น	HACH Turbidimeter
5.pH	pH meter
6.ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์	GPS Trimble รุ่น Basic plus
7.พืชน้ำ	Standard Methods #10400 (APHA, AWWA and WEF, 1992)



ภาพประกอบ 9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสุ่มเก็บตัวอย่างพืช

2.5 ชั่งน้ำหนักเปียกของพืชน้ำแต่ละชนิด แล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง (APHA, AWWA and WEF, 1992 : 40 - 46) จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักหลังเข้าตู้อบ บันทึกผลที่ได้และนำไปคำนวณเพื่อหาค่ามวลชีวภาพคิดหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตร

2.6 วิเคราะห์ข้อมูลของพืชน้ำเพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างสถานีเก็บตัวอย่าง รูปแบบการแพร่กระจายของพืชน้ำ และความเด่นของพืชน้ำแต่ละชนิด โดย

2.6.1 ศึกษาความแตกต่างระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีด้วยค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient และจัดกลุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่ม (Grouped average) (Bakus, 1990 : 66)

2.6.2 ศึกษารูปแบบการกระจายของพืชน้ำโดยใช้ Morisita's index (Bakus, 1990 : 53)

2.6.3 ศึกษาความเด่นของพืชน้ำแต่ละชนิดด้วยค่าดัชนีความสำคัญ (Importance index) (Smith, 1986 : 448)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5

การศึกษาครั้งนี้ ใช้โปรแกรม ERDAS imagine ในการวิเคราะห์พืชน้ำด้วยข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ซึ่งบันทึกเมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 เดือนเมษายน พ.ศ. 2535 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 ข้อมูลดังกล่าวได้รับการแก้ไขระดับ 4 ซึ่งเป็นการแก้ไขภาพดาวเทียมที่มีความถูกต้องสูงจากสถานีรับข้อมูล โดยผ่านการปรับแก้ทางด้าน Radiometric และการปรับแก้ด้วยการซ้อนภาพ (Registration correction) กับภาพอ้างอิงที่ผู้ใช้ต้องการ (สุรชัย รัตนเสริมพงศ์, 2533:51) ข้อมูลจะถูกเก็บบันทึกลงบนเทปข้อมูลขนาด 8 มิลลิเมตรแบบ BIL ก่อนนำไปใช้ โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 จัดหาภาพดาวเทียมบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาในแต่ละปี

สำหรับการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำบริเวณทะเลสาบคูขุด ต.คูขุด อ.สทิงพระ จ.สงขลา โดยศึกษาร่วมกับข้อมูลถ่ายดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในเดือนเมษายน พ.ศ.2539 ซึ่งเป็นช่วงเวลาของฤดูร้อน ท้องฟ้าโดยทั่วไปแจ่มใส ปราศจากเมฆปกคลุมหรือมีเมฆปกคลุมน้อยมาก จึงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการศึกษาปรากฏการณ์หรือวัตถุบนพื้นโลกโดยใช้ภาพดาวเทียม เนื่องจากก้อนเมฆหรือสภาพอากาศที่ไม่แจ่มใสจะบดบังรายละเอียดของพื้นผิวโลกซึ่งเป็นอุปสรรคในการบันทึกข้อมูลของดาวเทียม (Curran, 1985 : 191)

3.2 การเลือกแบนด์ของภาพดาวเทียม

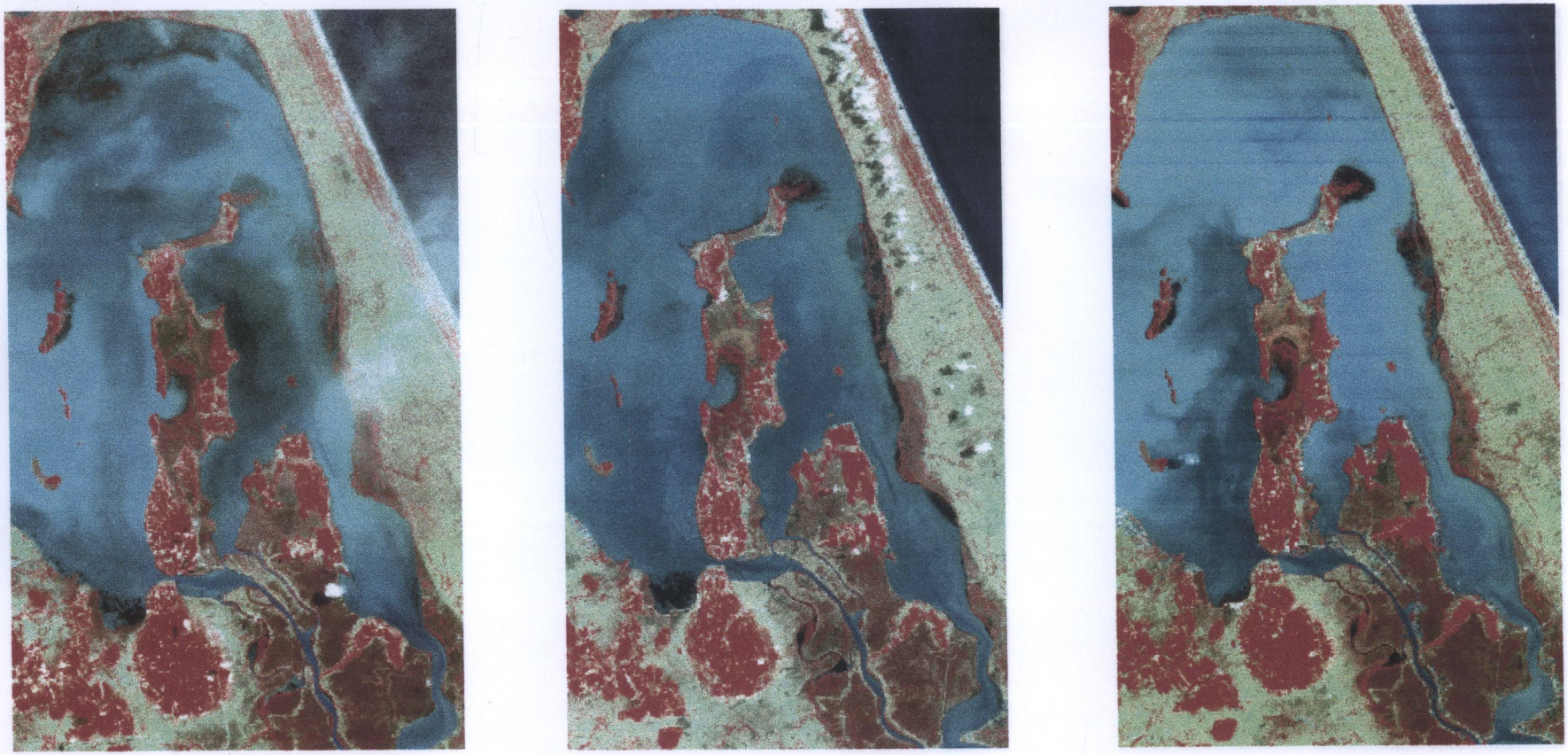
โดยศึกษาจากภาพถ่ายดาวเทียมด้วยการสร้างภาพสีผสมเท็จบนเครื่องคอมพิวเตอร์และตรวจสอบด้วยข้อมูลในภาคสนาม สำหรับการศึกษาพืชน้ำเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 ซึ่งแสดงบริเวณที่เป็นพืชด้วยสีแดง ทั้งนี้เนื่องจากภาพดาวเทียมในแต่ละแบนด์ดังกล่าวเป็นช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับการสะท้อนคลื่นแสงของพืช (Lillesand and Kieffer, 1987 : 567)

3.3 ปรับแต่งข้อมูลดาวเทียมแต่ละปีก่อนการวิเคราะห์

ทำการปรับแต่งค่ารังสีของภาพดาวเทียมแต่ละปี (ภาพประกอบ 10) เพื่อลดความผิดพลาดเนื่องจากสภาพบรรยากาศและความแตกต่างของพลังงานแสงที่ตกกระทบวัตถุจากดวงอาทิตย์ในแต่ละปี โดยภาพดาวเทียมในแต่ละปีถูกทำการปรับแต่งค่ารังสีด้วยวิธี Haze reduction ของโปรแกรม ERDAS imagine เพื่อลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากสภาพบรรยากาศ ซึ่งสามารถลดปัญหาการบดบังของกลุ่มเมฆที่เข้ามาบดบังในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 ได้ (ภาพประกอบ 11) และนำข้อมูลดังกล่าวมาทำ Histogram matching โดยใช้ค่า Histogram จากภาพดาวเทียมเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 เป็นเกณฑ์ (ภาพประกอบ 12) เพื่อให้ค่า Histogram อยู่ในช่วงเดียวกัน

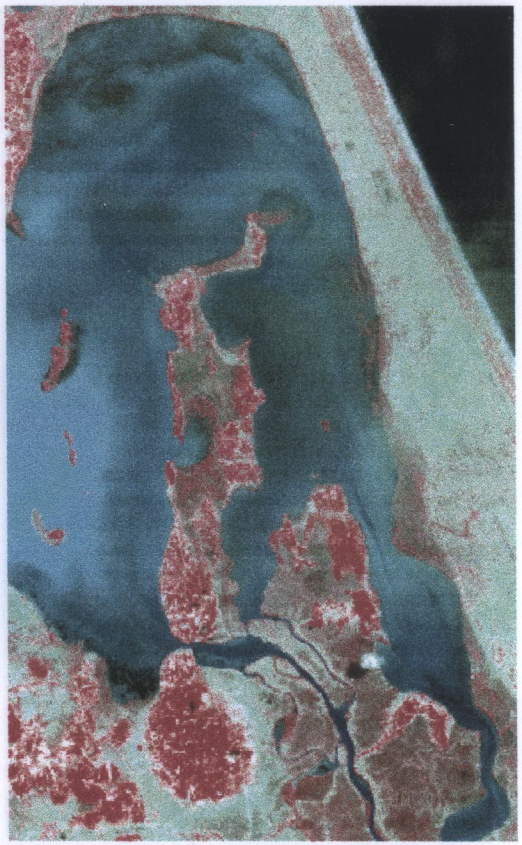
3.4 แยกข้อมูลดาวเทียมเฉพาะพื้นที่ที่เป็นน้ำในพื้นที่ศึกษา

ก่อนการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมจำเป็นต้องแยกข้อมูลส่วนที่เป็นดินและน้ำออกจากกันโดยใช้แบนด์ 4 และ 5 ของดาวเทียม LANDSAT TM-5 ซึ่งแสดงความแตกต่างระหว่างดินและน้ำได้ชัดเจน ให้เหลือเฉพาะข้อมูลในพื้นที่ที่เป็นน้ำซึ่งเป็นพื้นที่ที่ต้องการศึกษา เพื่อเป็นการลดการรบกวนจากข้อมูลบนพื้นดินที่ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของการศึกษาออกไป โดยการกำหนดเงื่อนไขและสร้างกรอบล้อมรอบพื้นที่สนใจ (Area of interest) ตามขั้นตอนในภาพประกอบ 13 ด้วยโปรแกรม ERDAS imagine จากนั้นนำผลการแยกข้อมูลที่ได้ (ภาพประกอบที่ 14) มาแยกเอาข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์พืชน้ำออกไปอีกครั้งโดยใช้ภาพสัดส่วน (Band ratio) ระหว่างแบนด์ 4 กับ 3 (ภาพประกอบ 15) ซึ่งเป็นภาพที่บ่งชี้ดัชนีของพืช (Vegetation index) ในการกำหนดเงื่อนไขตามขั้นตอนในภาพประกอบ 16 และได้ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไปดังแสดงในภาพประกอบที่ 17 โดยข้อมูลที่ได้ยังคงครอบคลุมจุดเก็บตัวอย่างทุกจุดยกเว้นสถานีที่ 5 เนื่องจากมีความหนาแน่นของหญ้าน้ำเด็มมากและถูกจัดอยู่ในส่วนของพื้นดินในขั้นตอนการแยกข้อมูลเฉพาะในขอบเขตของน้ำออกจากดิน

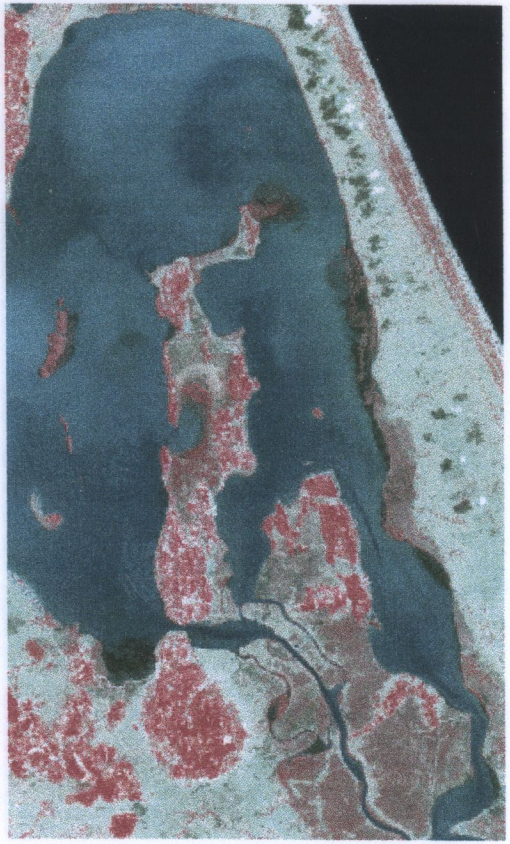


(a) (b) (c)

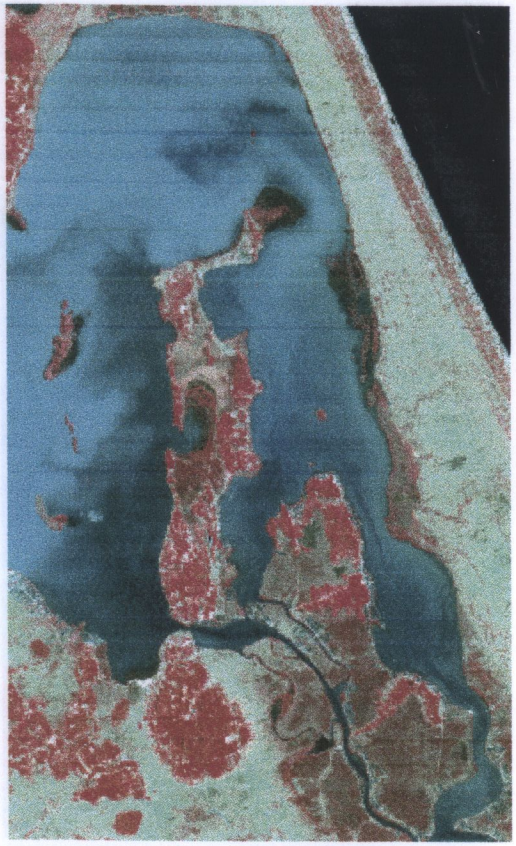
ภาพประกอบ 10 แสดงภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539



(a)

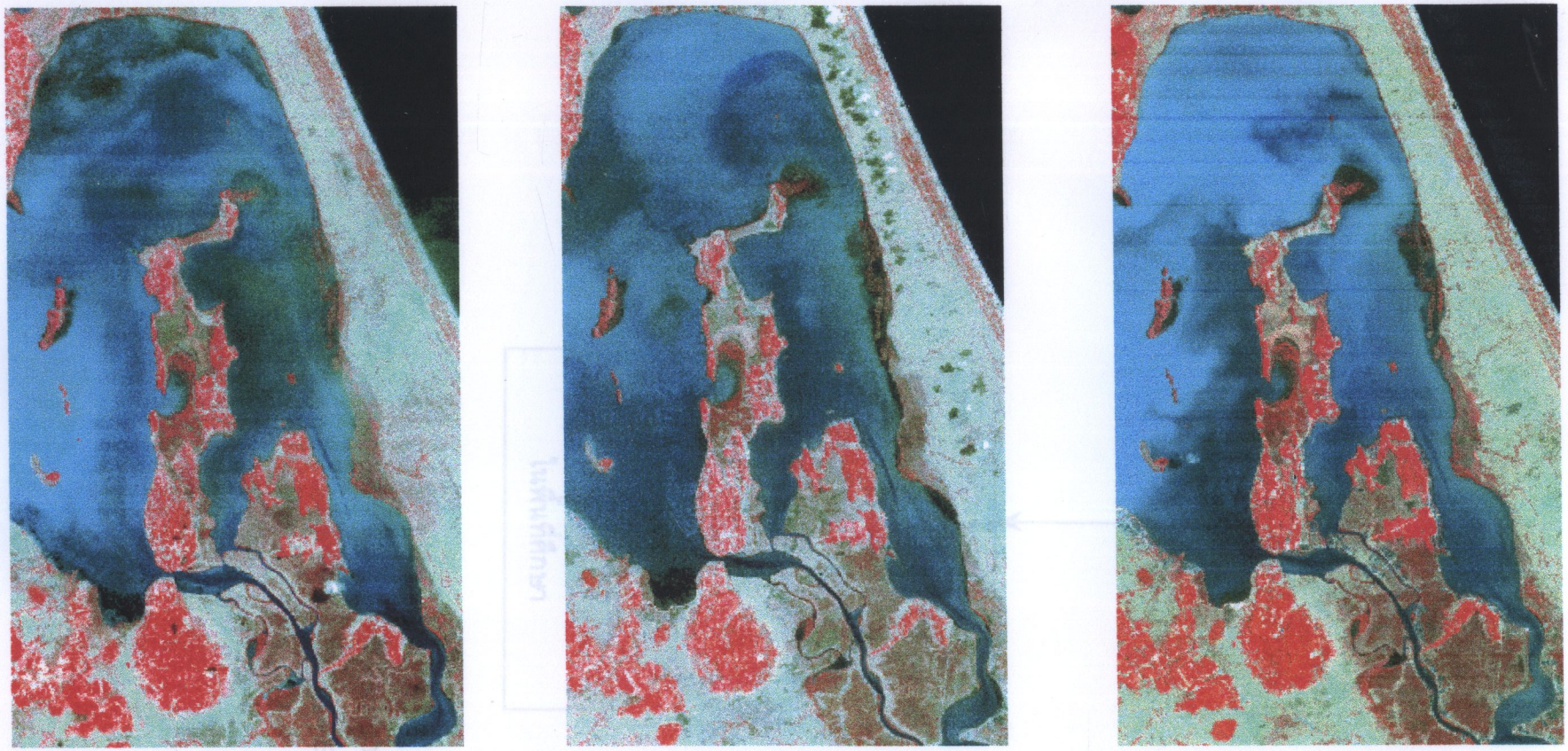


(b)



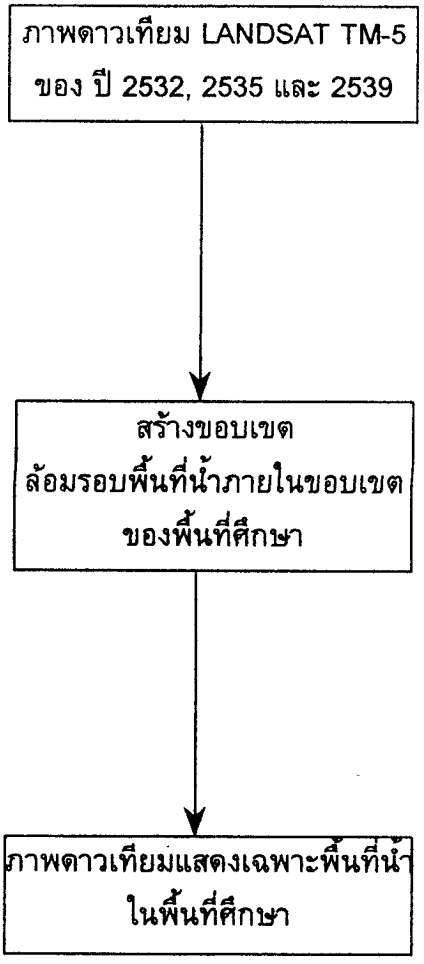
(c)

ภาพประกอบ 11 ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 หลังปรับแก้ความผิดพลาดเนื่องจากสภาพบรรยากาศ ด้วยวิธี Haze reduction; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c): เดือนเมษายน พ.ศ. 2539

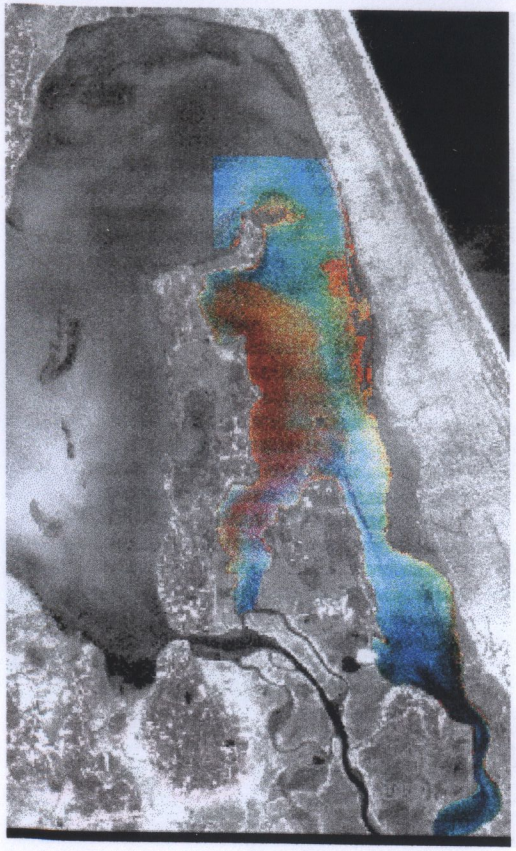


(a) (b) (c)

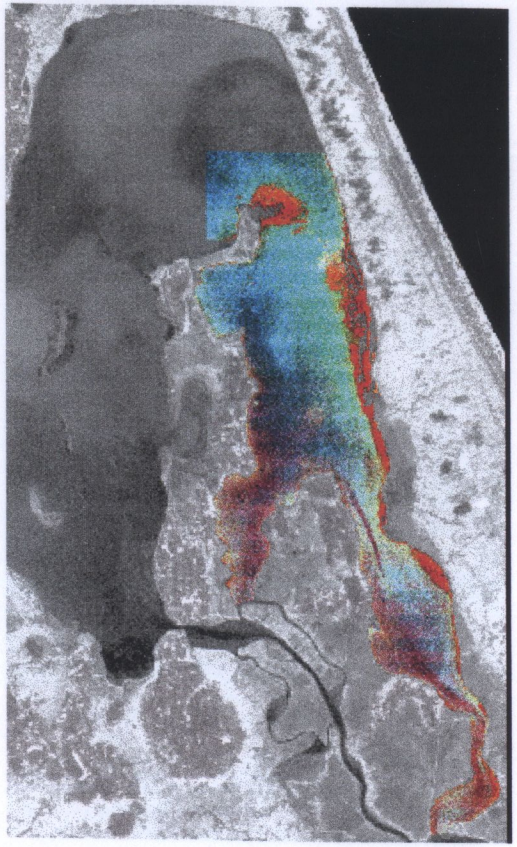
ภาพประกอบ 12 ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 หลังปรับแก้ค่าระดับสีเทาด้วยวิธี Histogram matching โดยใช้ค่า Histogram ของข้อมูลดาวเทียมเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 เป็นเกณฑ์; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539



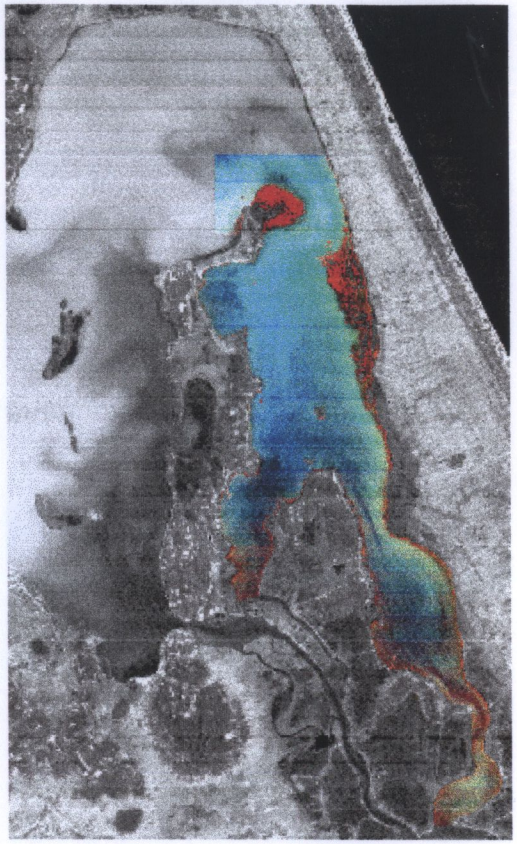
ภาพประกอบ 13 แสดงขั้นตอนการสร้างขอบเขตของน้ำสำหรับใช้แยกข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 บริเวณพื้นที่ศึกษาด้วยโปรแกรม ERDAS imagine



(a)

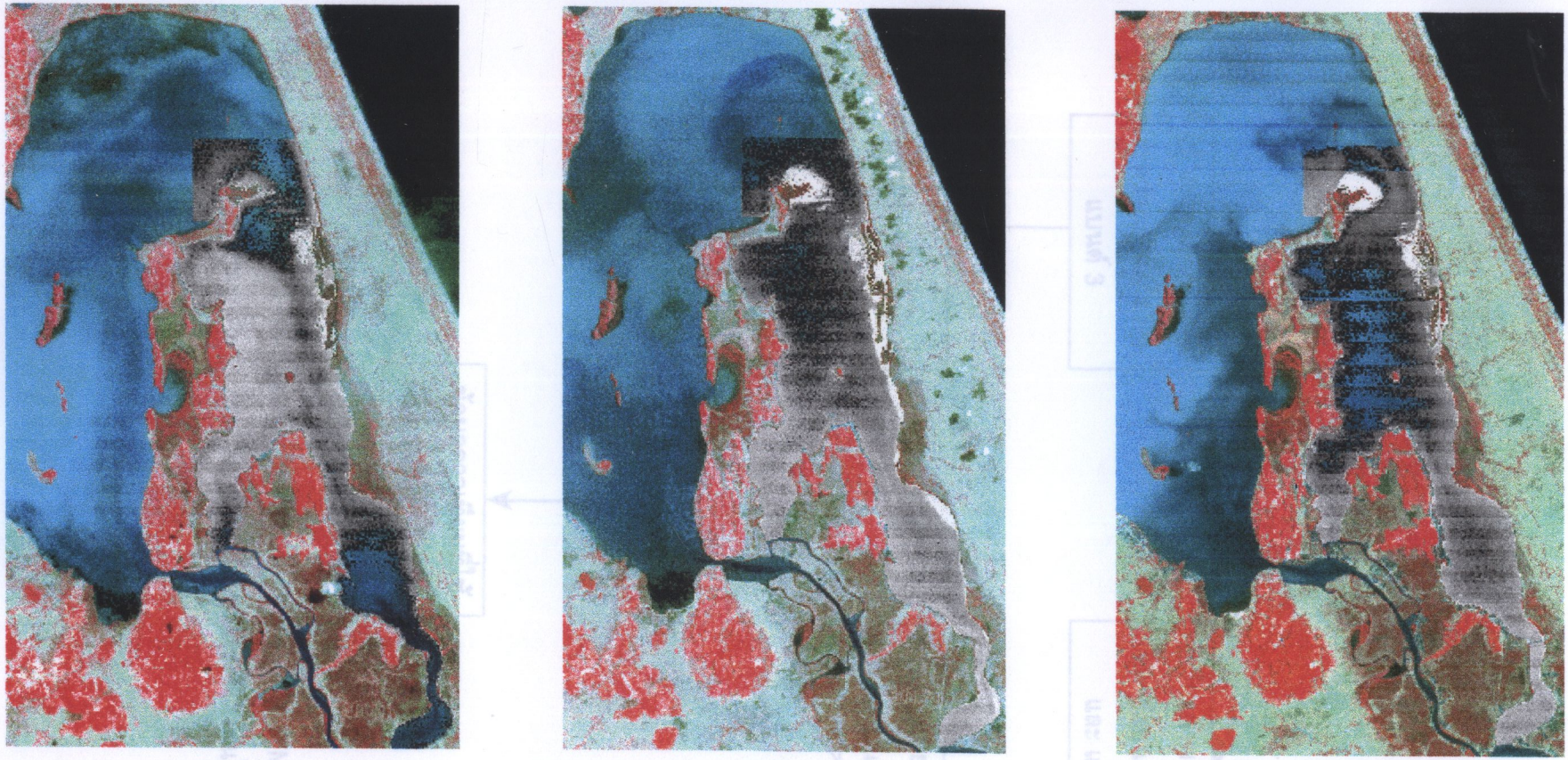


(b)



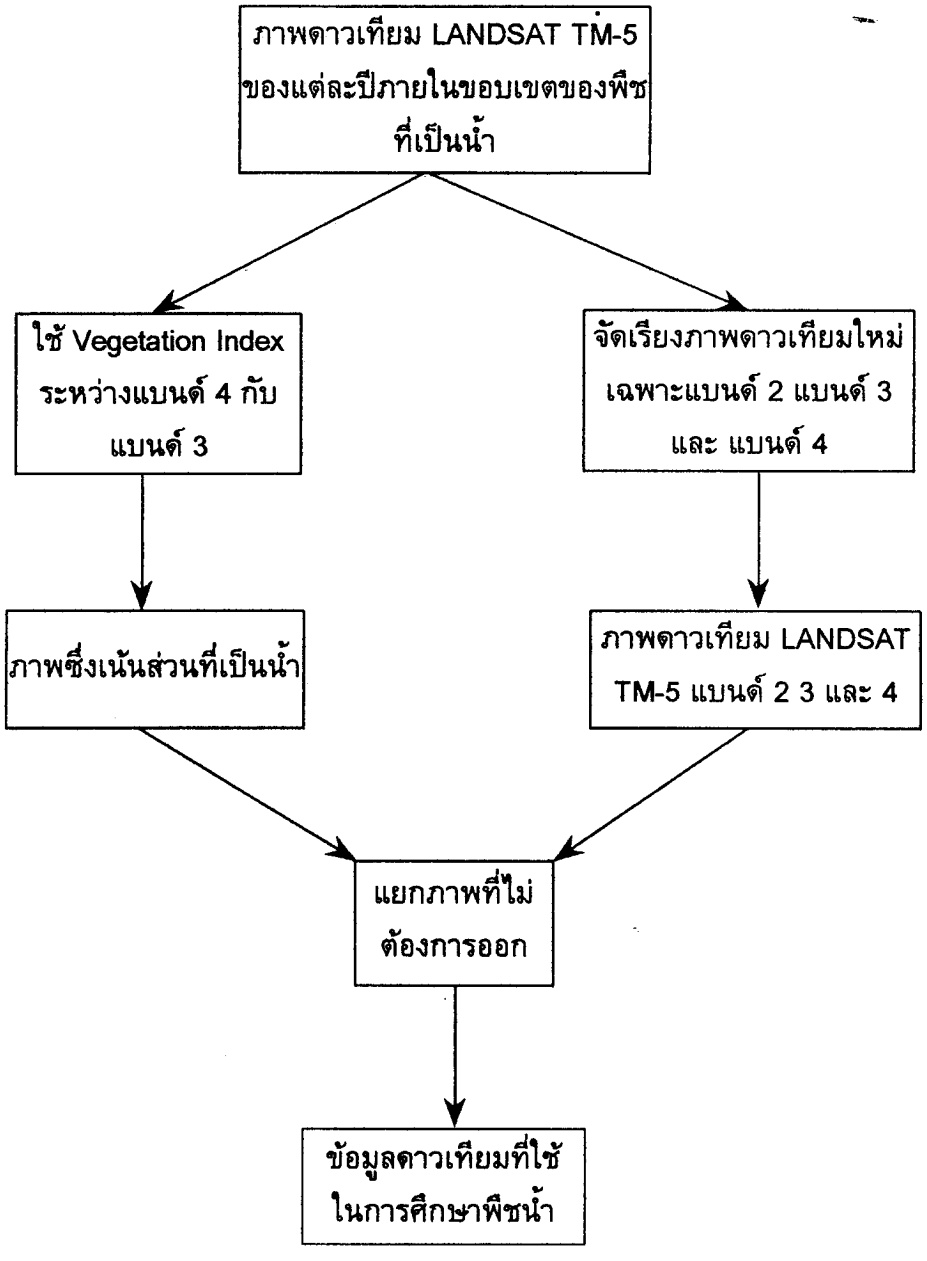
(c)

ภาพประกอบ 14 ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ซึ่งเป็นผลจากการแยกพื้นที่บริเวณที่เป็นน้ำออกจากพื้นที่ที่เป็นดินของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในพื้นที่ศึกษาแต่ละปี โดยแสดงบนภาพระดับสีเทาแบนด์ 3; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539

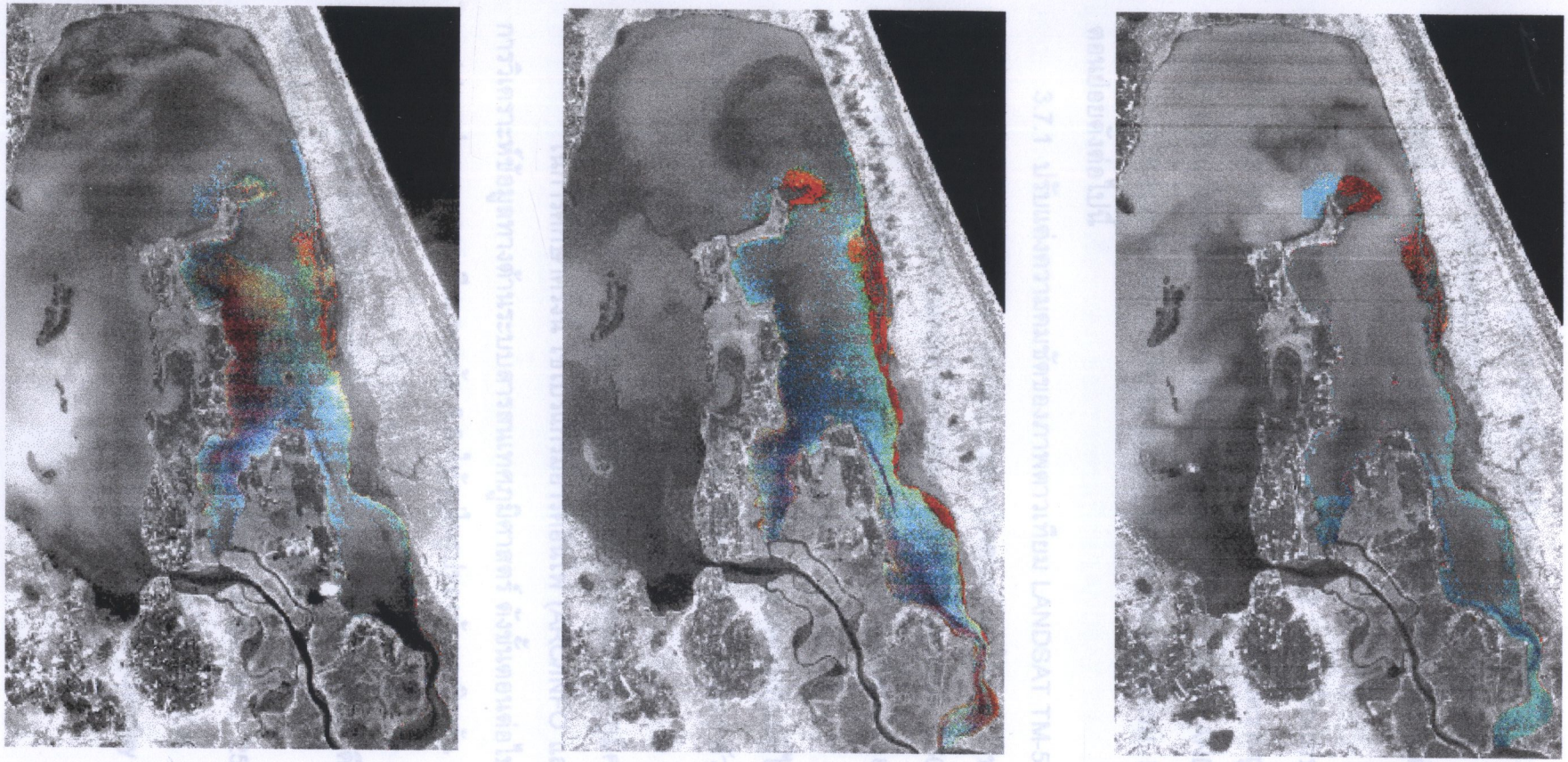


(a) (b) (c)

ภาพประกอบ 15 ภาพการทำดัชนีพืช (Vegetation index) ระหว่างแบนด์ 4 กับแบนด์ 3 ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 แต่ละปี โดยแสดงบนภาพสีผสมเท็จแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง); (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539



ภาพประกอบ 16 แสดงขั้นตอนการแยกข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในแต่ละปีที่จะใช้ในการศึกษาพื้ชน้ำ โดยใช้ภาพการทำดัชนีพืชเป็นเงื่อนไข



(a) (b) (c)

ภาพประกอบ 17 ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) สำหรับใช้วิเคราะห์พืชน้ำซึ่งได้จากการใช้ภาพการทำดัชนีพืชเป็นเงื่อนไขในการเตรียม; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539

3.5 จำแนกประเภทข้อมูลของพืชน้ำด้วยข้อมูลดาวเทียมจากข้อ 3.3 ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 โดยใช้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ด้วยทฤษฎี Maximum likelihood classification และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ด้วยข้อมูลที่สำรวจในภาคสนาม

3.6 วิเคราะห์พืชน้ำในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 และเดือนเมษายน พ.ศ.2535 โดยใช้ข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่น (Spectral signature) ซึ่งตรวจสอบความถูกต้องแล้วจากข้อ 3.5

3.7 ปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5

ในการปรับแก้ความผิดพลาดทางภูมิศาสตร์โดยโปรแกรม ERDAS imagine มีขั้นตอนย่อยดังต่อไปนี้

3.7.1 ปรับแต่งความคมชัดของภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5 แต่ละปีจากข้อ 3.1

3.7.2 หาพิกัดอ้างอิง (GCP) ของภาพดาวเทียมในแต่ละปีของข้อมูลดาวเทียมในข้อ 3.6.1 โดยเปรียบเทียบจากแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000

3.7.3 หาสมการในการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของภาพดาวเทียมแต่ละปีด้วยพิกัดอ้างอิงจากข้อ 3.6.2

3.7.4 ปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของภาพดาวเทียมที่ได้จากการวิเคราะห์ในข้อ 3.5 และ 3.6 ให้เป็นระบบ UTM (Universal Transvered Mercator) ด้วยสมการจากข้อ 3.7.3

4. จัดทำฐานข้อมูลและศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้โปรแกรมอาร์คอินโฟ (ARC/INFO และ PC ARC/INFO) ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 แปลงภาพดาวเทียมจากข้อ 3.6 ให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงเส้น (Vector) ด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine

4.2 วิเคราะห์หาพื้นที่ของพืชน้ำของเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2532 เดือนเมษายน พ.ศ. 2535 และเดือนเมษายน พ.ศ.2539 ด้วยโปรแกรม ARC/INFO

4.3 คำนวณพื้นที่และน้ำหนักของพืชน้ำในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 โดยใช้ข้อมูลพื้นที่จากข้อมูลดาวเทียมจากข้อ 4.2 และข้อมูลจากการสำรวจในภาคสนาม

4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำด้วยวิธีการซ้อนทับ (Overlay Technique)

บทที่ 3

ผลการศึกษาและวิเคราะห์

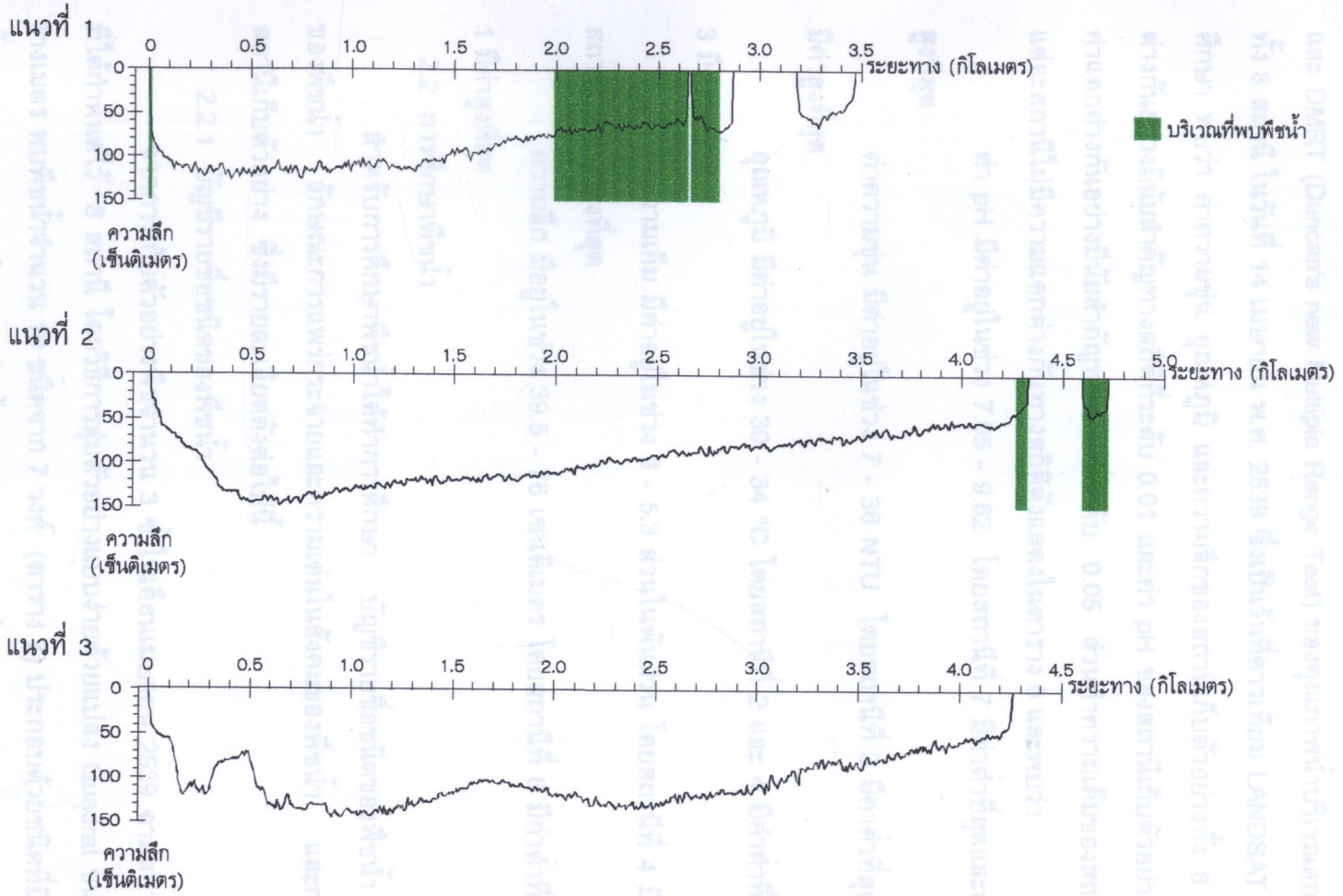
ผลจากการศึกษาในภาคสนามและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้ผลการศึกษาและวิเคราะห์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การศึกษาสภาพพื้นที่ศึกษาในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539

จากการสำรวจพื้นที่ศึกษาเบื้องต้นร่วมกับภาพสีผสมเท็จระหว่าง แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2532 และกำหนดแนวตัดขวางแบบสุ่มจำนวน 3 แนว เพื่อสำรวจความลึกและบริเวณที่พบพืชน้ำ พบว่าสภาพของทะเลสาบคูขุดมีลักษณะคล้ายกระทะ โดยทางด้านทิศตะวันตกซึ่งเป็นแนวของร่องน้ำของพื้นที่ศึกษามีความลึกมากกว่าทางด้านทิศตะวันออก ส่วนพืชน้ำพบบริเวณทิศเหนือของเกาะโคบ ทางด้านคาบสมุทรสทิงพระบริเวณบ้านคูขุด และบ้านดอนคัน (ภาพประกอบ 18)โดยบริเวณที่พบพืชน้ำมีความลึกน้อยกว่า 1 เมตร จากการตรวจสอบชนิดของพืชน้ำที่พบในการสำรวจเบื้องต้น พบ ดีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus Miq.) น้อยมาก ส่วนบัวหลวง (Nelumbo nucifera Gaertner) บัวสาย (Nymphaea lotus L.) หญ้าลาโพ (Phragmites karka (Retz.) Steudel) ผักตบชวา (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms-Laubach) บัวบา (Nymphoides indica (L.) O.K.) จอกหูหนู (Sulvinia cucullata Roxb.) แหน (Azolla pinnata R.Br.) และ สาหร่ายไฟ (Chara sp.)พบเป็นบางพื้นที่ สำหรับจาด (Scirpus littoralis Schard.) สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata L.f. Royle) และสาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) พบได้โดยทั่วไปในพื้นที่ นอกจากนี้ได้กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำและพืชน้ำจำนวน 8 สถานี โดยกระจายคลุมพื้นที่ที่มีพืชน้ำเพื่อใช้ในการศึกษาร่วมกับภาพดาวเทียมและดูการแพร่กระจายของพืชน้ำ

2. การศึกษาพืชน้ำในภาคสนาม

ในการศึกษาพืชน้ำในภาพสนามได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการควบคู่ไปกับการศึกษาพืชน้ำ ซึ่งได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 18 ภาพตัดขวางของพื้นที่ศึกษาและบริเวณที่พบพืชน้ำจากการสำรวจแนวตัดขวางแบบสุ่มทั้ง 3 แนว ระหว่างวันที่ 4-5 เมษายน พ.ศ. 2539

2.1 คุณภาพน้ำ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ ANOVA (Single factor) และ DMRT (Duncan's new Multiple Range Test) ของคุณภาพน้ำบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 8 สถานี ในวันที่ 14 เมษายน พ.ศ. 2539 ซึ่งเป็นวันที่ดาวเทียม LANDSAT โคจรผ่านพื้นที่ศึกษา พบว่า ค่าความขุ่น อุณหภูมิ และความลึกของสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 8 สถานีมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่า pH ของสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 8 สถานีมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าความเค็มของสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังแสดงในตาราง 6 และพบว่า

ค่า pH มีค่าอยู่ในช่วง 7.05 - 9.62 โดยสถานีที่ 7 มีค่าต่ำที่สุดและสถานีที่ 6 มีค่าสูงที่สุด

ค่าความขุ่น มีค่าอยู่ในช่วง 7 - 36 NTU โดยสถานีที่ 3 มีค่าต่ำที่สุดและสถานีที่ 4 มีค่าสูงที่สุด

อุณหภูมิ มีค่าอยู่ในช่วง 30 - 34 °C โดยสถานีที่ 2 และ 4 มีค่าต่ำที่สุดและสถานีที่ 3 มีค่าสูงที่สุด

ค่าความเค็ม มีค่าอยู่ในช่วง 3 - 5.3 ส่วนในพันส่วน โดยสถานีที่ 4 มีค่าต่ำที่สุดและสถานีที่ 8 มีค่าสูงที่สุด

ความลึก มีอยู่ในช่วง 39.5 - 76 เซนติเมตร โดยสถานีที่ 6 มีค่าต่ำที่สุดและสถานีที่ 1 มีค่าสูงที่สุด

2.2 การศึกษาพืชน้ำ

สำหรับการศึกษาพืชน้ำได้ทำการศึกษา บัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำ มวลชีวภาพของพืชน้ำ ลักษณะการแพร่กระจายและความเด่นในสังคมของพืชน้ำ และการจัดกลุ่มของสถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 บัญชีรายชื่อชนิดของพืชน้ำ

จากการเก็บตัวอย่างพืชจำนวน 3 ซ้ำในเดือนเมษายน 2539 ตามสถานีเก็บตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้ 8 สถานี โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายด้วยแปลง Quadrat ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร พบพืชน้ำจำนวน 10 ชนิดจาก 7 วงศ์ (ตาราง 7) ประกอบด้วยชนิดที่มีส่วนรากอยู่ใต้น้ำแต่มีส่วนยอดและใบอยู่เหนือน้ำ (Emergent) ซึ่งมี 3 ชนิดคือ หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) จาด (Scirpus litoralis Scharder) และแห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) และชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำ

ตาราง 6 คุณภาพน้ำของสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานี เมื่อวันที่ 14 เมษายน พ.ศ. 2539

	pH Mean±SE	Turbidity Mean±SE (NTU)	อุณหภูมิ Mean±SE (°C)	ความเค็ม Mean±SE (ppt.)	ความลึก Mean±SE (ซ.ม.)
สถานีที่ 1	7.89 ± 0.44^{a}	23.00 ± 4.84^{b}	31.00 ± 0.17^{b}	4.00 ± 0.00	76.00 ± 1.20^{b}
สถานีที่ 2	7.30 ± 0.66^{a}	14.00 ± 2.50^{a}	30.00 ± 0.00^{a}	4.00 ± 0.00	66.00 ± 12.70^{a}
สถานีที่ 3	8.86 ± 0.18^{a}	7.00 ± 1.00^{a}	34.00 ± 0.50^{d}	4.00 ± 0.00	68.00 ± 4.20^{a}
สถานีที่ 4	7.36 ± 0.02^{a}	36.00 ± 0.50^{c}	30.00 ± 0.00^{a}	3.00 ± 1.40	70.50 ± 4.90^{c}
สถานีที่ 5	8.67 ± 0.44^{a}	13.00 ± 2.00^{a}	32.00 ± 0.25^{c}	4.00 ± 0.00	40.00 ± 7:10^{a}
สถานีที่ 6	9.62 ± 0.14^{b}	10.00 ± 0.15^{a}	33.00 ± 0.00^{c}	4.00 ± 0.00	39.50 ± 6.40^{a}
สถานีที่ 7	7.05 ± 0.03^{a}	14.00 ± 0.03^{a}	33.00 ± 0.00^{c}	4.00 ± 0.00	50.00 ± 0.70^{a}
สถานีที่ 8	8.55 ± 0.60^{a}	28.00 ± 0.60^{a}	32.00 ± 0.00^{c}	5.30 ± 0.80	71.00 ± 0.70^{a}

หมายเหตุ : a,b,c,d ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ DMRT (Duncan's new Multiple Range Test) (อภิญญา วงศ์กิดาการ, 2531 : 291-294)

ตาราง 7 แสดงวงศ์และชนิดของพืชน้ำที่สำรวจพบในบริเวณพื้นที่ศึกษา ระหว่างวันที่ 15 - 17 เมษายน พ.ศ. 2539

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	ชื่อไทย (Thai name)	สถานีเก็บตัวอย่าง							
			1	2	3	4	5	6	7	8
CERATOPHYLLACEAE	Ceratophyllum demersum L.	สาหร่ายพุงชะโด	o	o	+	+	o	+	+	+
CLADOPHORACEAE	Cladophora sp.	สาหร่ายท่อ,สาหร่ายใส้ไก่	o	o	o	+	o	+	+	+
CYPERACEAE	Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel	แห้วทรงกระเทียม	+	o	o	o	o	o	o	o
	Scirpus litoralis Scharder	จาด	+	+	+	o	o	o	o	o
GRAMINEAE	Paspalum vaginatum Swartz	หญ้าน้ำเค็ม	+	+	+	o	+	o	o	o
HYDROCHARITACEAE	Hydrilla verticillata (L.f.) Royle	สาหร่ายหางกระรอก	+	+	+	o	o	+	+	+
NAJADACEAE	Najas graminea Raffeneau-Delile	สาหร่ายเส้นด้าย	o	o	o	o	o	o	+	+
	Najas malesiana de Wilde	สาหร่ายหางวัว	o	+	o	o	o	o	o	+
	Najas marina L.	สายหนาม	o	o	+	+	o	o	+	+
POTAMOGETONACEAE	Potamogeton malaianus Miq.	ดีปลีน้ำ,สายใบ	+	o	o	o	o	o	o	o

หมายเหตุ + : พบ, o : ไม่พบ

(Submerged) ซึ่งมี 7 ชนิดคือ สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle) ดีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus Miq.) สาหร่ายเส้นด้าย (Najas graminea Raffeneau-Delile) สาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) สายหนาม (Najas marina L.) และสาหร่ายท่อ (Cladophora sp.)

2.2.2 มวลชีวภาพของพืชน้ำ

จากการศึกษาค่ามวลชีวภาพของพืชน้ำในสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 8 สถานี (ตารางที่ 8) พบว่า

2.2.2.1 สถานีที่ 1 มีมวลชีวภาพโดยรวม 1,348.9 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีแห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) มีมวลชีวภาพสูงที่สุด 822.0±822.0 กรัมต่อตารางเมตร และดีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus Miq.) มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด 5.7±5.7 กรัมต่อตารางเมตร

2.2.2.2 สถานีที่ 2 มีมวลชีวภาพโดยรวม 672.5 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีจาด (Scirpus litoralis Scharder) มีมวลชีวภาพสูงที่สุด 589.8±134.1 กรัมต่อตารางเมตร และสาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด 0.6±0.6 กรัมต่อตารางเมตร

2.2.2.3 สถานีที่ 3 มีมวลชีวภาพโดยรวม 132.9 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) มีมวลชีวภาพสูงที่สุด 95.5±95.5 กรัมต่อตารางเมตร และสายหนาม (Najas marina L.) มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด 0.8±0.8 กรัมต่อตารางเมตร

2.2.2.4 สถานีที่ 4 มีมวลชีวภาพโดยรวม 55.1 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีสาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) มีมวลชีวภาพสูงที่สุด 40.6±12.7 กรัมต่อตารางเมตร และสายหนาม (Najas marina L.) มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด 0.1±0.1 กรัมต่อตารางเมตร

2.2.2.5 สถานีที่ 5 มีมวลชีวภาพโดยรวม 2,235.0 กรัมต่อตารางเมตร พบหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) เพียงชนิดเดียว

2.2.2.6 สถานีที่ 6 มีมวลชีวภาพโดยรวม 72.1 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีสาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) มีมวลชีวภาพสูงที่สุด 35.0±18.7 กรัมต่อตารางเมตร และสาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด 9.1±9.1 กรัมต่อตารางเมตร

2.2.2.7 สถานีที่ 7 มีมวลชีวภาพโดยรวม 28.3 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีสาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) มีมวลชีวภาพสูงที่สุด 18.9±9.9 กรัมต่อตารางเมตร

ตาราง 8 มวลชีวภาพของพืชน้ำแต่ละชนิดในสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 8 สถานี ระหว่างวันที่ 15 - 17 เมษายน พ.ศ. 2539

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	มวลชีวภาพ (กรัมของน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร) Mean±SE*							
	สถานีที่	1	2	3	4	5	6	7	8
CERATOPHYLLACEAE	Ceratophyllum demersum L.	--	--	4.3±2.2	40.6±12.7		9.1±9.1	18.9±9.9	189.9±173.4
CLADOPHORACEAE	Cladophora sp.	--	--	--	14.4±9.6	--	35.0±18.7	6.1±5.8	0.7±0.7
CYPERACEAE	Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel	822.0±822.0	--	--	--	--	--	--	--
	Scirpus litoralis Scharder	192.8±192.8	589.8±134.1	30.5±30.5	--	--	--	--	--
GRAMINEAE	Paspalum vaginatum Swartz	287.3±287.3	42.3±23.0	95.5±95.5	--	2235.0±434.4	--	--	--
HYDROCHARITACEAE	Hydrilla verticillata (L.f.) Royle	41.1±41.1	39.8±39.8	1.8±0.9	--	--	28.0±15.5	1.2±1.1	0.7±0.7
NAJADACEAE	Najas graminea Raffeneau-Delile	--	--	--	--	--	--	0.5±0.5	0.5±0.5
	Najas malesiana de Wilde	--	0.6±0.6	--	--	--	--	--	0.2±0.2
	Najas marina L.	--	--	0.8±0.8	0.1±0.1	--	--	1.6±1.6	0.2±0.2
POTAMOGETONACEAE	Potamogeton malaianus Miq.	5.7±5.7	--	--	--	--	--	--	--

หมายเหตุ : * เก็บข้อมูล 3 ซ้ำ

และสาหร่ายเส้นด้าย (Najas graminea Raffeneau-Delile) มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด 0.5±0.5 กรัมต่อตารางเมตร

2.2.2.8 สถานีที่ 8 มีมวลชีวภาพโดยรวม 192.2 กรัมต่อตารางเมตร โดยมีสาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) มีมวลชีวภาพสูงที่สุด 189.9±173.4 กรัมต่อตารางเมตร และสาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) และสายหนาม (Najas marina L.) มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด 0.2±0.2 กรัมต่อตารางเมตร

2.2.3 ลักษณะการแพร่กระจายและความเด่นในสังคมของพืชน้ำ

จากการศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของพืชน้ำในพื้นที่ศึกษาพบว่า พืชน้ำทุกชนิดมีการแพร่กระจายแบบกลุ่ม (Aggregated distribution) โดยมีค่า Morisita's index อยู่ในช่วง 6 - 26.6 ซึ่งมากกว่า 1 และจากการศึกษาความเด่นในสังคมของพืชน้ำในพื้นที่ศึกษาโดยรวมทั้งหมดของพื้นที่ซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ (Importance index) พบว่ามีค่าตั้งแต่ 1.91 ถึง 182.75 (ตาราง 9) มีสาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) เป็นชนิดที่มีความเด่นในสังคมมากที่สุด (182.75) และ ดีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus Miq.) เป็นชนิดที่มีความเด่นในสังคมน้อยที่สุด (1.91)

2.2.4 การจัดกลุ่มของสถานีเก็บตัวอย่าง

จากการศึกษาความแตกต่างของสถานีเก็บตัวอย่างแต่ละสถานีด้วยค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient และจัดกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่ม สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มที่ระดับความแตกต่างเท่ากับ 0.50 (ภาพประกอบ 19) โดย

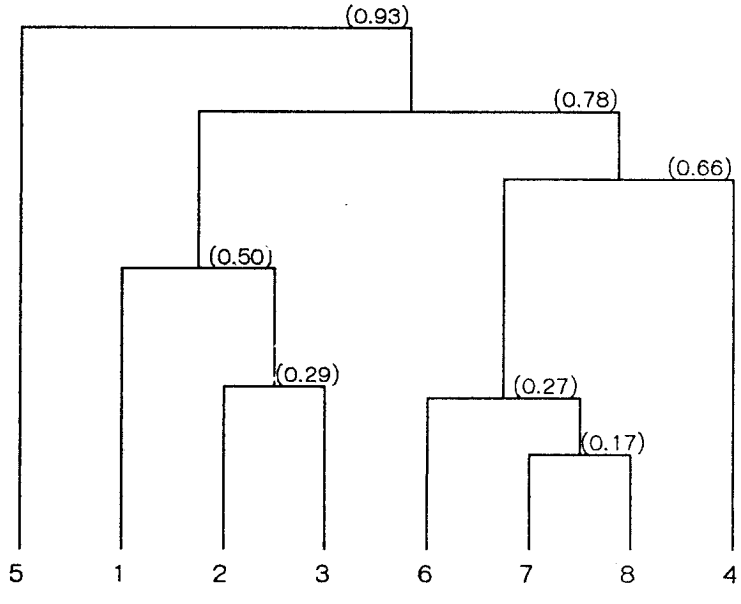
2.2.4.1 กลุ่มที่1 มีพืชน้ำ 7 ชนิด ประกอบด้วยสถานีที่ 1 2 และ 3 มีชนิดเหมือนกัน 3 ชนิด คือ จาด (Scirpus litoralis Schard) สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle) และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) ส่วนดีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus Miq.) และแห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) พบเฉพาะในสถานีที่ 1 สาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) พบเฉพาะในสถานีที่ 2 และสาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) พบเฉพาะในสถานีที่ 3

2.2..4.2 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสถานีที่ 4 เพียงสถานีเดียว พบพืชน้ำ 2 ชนิดคือ สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) และสาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.)

2.2.4.3 กลุ่มที่ 3 มีพืชน้ำ 6 ชนิด ประกอบด้วยสถานีที่ 6 7 และ 8 มีชนิดเหมือนกัน 3 ชนิด คือ สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum

ตาราง 9 แสดงค่า Morisita's Index และค่าความสำคัญของพืชน้ำแต่ละชนิดที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษาระหว่างวันที่ 15 - 16 เมษายน พ.ศ. 2539

ชื่อวงศ์ (Family)	ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	Morisita's Index	ค่าความสำคัญ
CERATOPHYLLACEAE	Ceratophyllum demersum L.	6.8	28.42
CLADOPHORACEAE	Cladophora sp.	6.0	182.75
CYPERACEAE	Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel	24.0	6.73
	Scirpus litoralis Scharder	5.9	8.79
GRAMINEAE	Paspalum vaginatum Swartz	7.3	28.14
HYDROCHARITACEAE	Hydrilla verticillata (L.f.) Royle	9.4	21.69
NAJADACEAE	Najas graminea Raffeneau-Delile	15.7	4.03
	Najas malesiana de Wilde	21.6	4.53
	Najas marina L.	7.3	13.01
POTAMOGETONACEAE	Potamogeton malaianus Miq.	26.6	1.91



( ) : ค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient

ภาพประกอบ 19 แสดงการจัดกลุ่มของสถานีเก็บตัวอย่างโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient

L.) และ สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata. (L.f.) Royle) ส่วนสาหร่ายเส้นด้าย (Najas graminea Raffeneau-Delile) และสายหนาม (Najas marina L.) พบในสถานีที่ 7 และ 8 และสาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) พบเฉพาะในสถานีที่ 8

2.2.4.4 กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยสถานีที่ 5 เพียงสถานีเดียว พบพืชน้ำเพียงชนิดเดียวคือ หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz)

จากการศึกษาการดำรงชีวิต พบว่ามีพืชน้ำทั้งชนิดที่อาศัยอยู่ใต้น้ำและชนิดที่มีรากอยู่ใต้น้ำแต่มีส่วนยอดและใบอยู่เหนือน้ำเฉพาะในกลุ่มที่ 1 และ 4 ส่วนกลุ่มที่เหลือประกอบด้วยชนิดที่อาศัยอยู่ใต้น้ำอย่างเดียว และพบว่าแต่ละกลุ่มมีพืชที่เป็นชนิดที่มีความเด่นแตกต่างกันไป (ตาราง 10) โดยกลุ่มที่ 1 มี แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) เป็นชนิดที่มีความเด่นที่สุด กลุ่มที่ 2 และ 3 มีสาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) เป็นชนิดที่มีความเด่นที่สุดในกลุ่ม ส่วนกลุ่มที่ 4 มีเพียง หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) ชนิดเดียว

ตาราง 10 แสดงค่าความสำคัญของพืชน้ำแต่ละชนิดในแต่ละกลุ่มซึ่งถูกแบ่งโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มจาก Jaccard (1908) dissimilarity coefficient

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
Ceratophyllum demersum L.	20.18	49.53	32.87	--
Cladophora sp.	--	**233.99**	**213.68**	--
Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel	**76.09**	--	--	--
Scirpus litoralis Scharder	42.47	--	--	--
Paspalum vaginatum Swartz	64.54	--	--	**300.00**
Hydrilla verticillata (L.f.) Royle	59.80	--	22.36	--
Najas graminea Raffeneau-Delile	--	--	8.81	--
Najas malesiana de Wilde	13.87	--	4.63	--
Najas marina L.	17.04	16.48	17.65	--
Potamogeton malaianus Miq.	6.01	--	--	--

3. การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

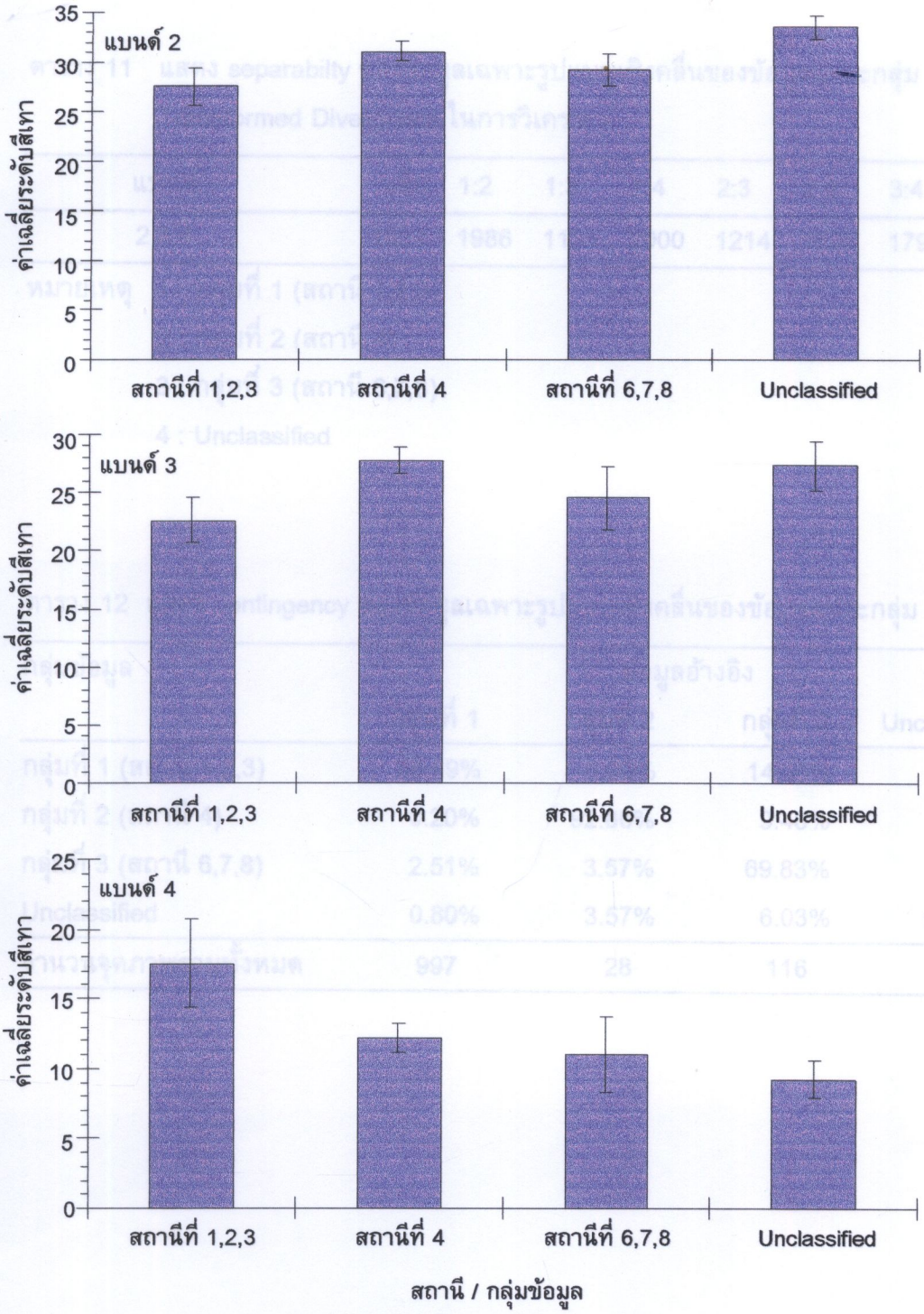
ในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมใช้ผลจากการจัดกลุ่มของสถานีเก็บตัวอย่างด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากค่า Jaccard (1908) dissimilarity coefficient ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสถานี 1,2,3 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสถานีที่ 4 เพียงสถานีเดียว กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยสถานี 6,7,8 และกลุ่มสุดท้ายเป็นกลุ่มที่ไม่มีพืชน้ำปรากฏซึ่งเป็นกลุ่มที่

กำหนดเพิ่มขึ้นมาหลังจากการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมในภาคสนามซ้ำอีกครั้ง เพื่อกำหนดข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นของเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 โดยการสร้างกรอบล้อมรอบจุดซึ่งเป็นสถานีเก็บตัวอย่างในภาคสนามบนภาพดาวเทียมด้วยโปรแกรม ERDAS imagine เพื่อศึกษาสัญญาณเชิงคลื่น พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลดาวเทียมแบนด์ 2 แบนด์3 และแบนด์ 4 ซึ่งเป็นตัวแทนกลุ่มมีค่าดังแสดงในภาพประกอบ 20 เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลดาวเทียมแต่ละกลุ่ม พบว่า separability มีค่า Transformed divergence เกิน 1000 ดังแสดงในตารางที่ 11 และค่า contingency มีจำนวนจุดภาพที่เป็นสมาชิกของกลุ่มมากกว่า 90% ยกเว้นกลุ่มที่ 3 มีค่าเท่ากับ 69.83% ดังแสดงใน ตารางที่ 12

จากการจำแนกประเภทของพืชน้ำโดยใช้ข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นซึ่งเตรียมจากภาพดาวเทียมแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 ปี พ.ศ. 2539 ด้วยโปรแกรม ERDAS imagine โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ด้วยทฤษฎี Parametric rule (Maximum likelihood) และ Non-parametric rule (Parallelpiped) เป็นกฎเกณฑ์ในการจำแนกประเภทข้อมูลบนภาพดาวเทียม ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์ที่ให้ความถูกต้องสูงและนิยมใช้กันมากในการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม (Richards, 1994 : 321) ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในภาพประกอบ 21 และปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตด้วยวิธี Linear transformation และ Nearest neighbor resampling ในขั้นตอนถัดมา

ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จากการวิเคราะห์พืชน้ำให้ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ให้อยู่ในระบบ UTM (Universal Transversed Mercator) ด้วยสมการ polynomial ลำดับที่ 1 โดยใช้ค่า GCP ของข้อมูลแต่ละปี ซึ่งเปรียบเทียบกับพิกัดอ้างอิงบนแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 ในการเตรียมค่า GCP ของแต่ละปีทำได้โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละปีซึ่งผ่านการปรับปรุงความคมชัดของภาพด้วยวิธี Crisp แล้ว เพื่อเน้นรายละเอียดให้มีความชัดเจนมากขึ้นโดยเฉพาะจุดตัดของถนน ดังแสดงผลในภาพประกอบ 22 โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการหาและกำหนดค่า GCP ของภาพดาวเทียมแต่ละปีกับพิกัดอ้างอิงบนแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 (ภาพประกอบ 23) เพื่อใช้ในสร้างสมการ polynomial ลำดับที่ 1 (ตาราง 13) สำหรับปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของผลการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมแต่ละปี เพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำ

จากการศึกษาพื้นที่และน้ำหนักแห้งของพืชน้ำแต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษาปี พ.ศ. 2539 ซึ่งคำนวณโดยใช้ผลจากการศึกษาในภาคสนามร่วมกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ ในการแยกประเภทของกลุ่มของพืชน้ำ 3 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 14 พืชน้ำใน



ภาพประกอบ 20 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 เดือนเมษายน พ.ศ. 2539 ในแต่ละสถานี/กลุ่มข้อมูล

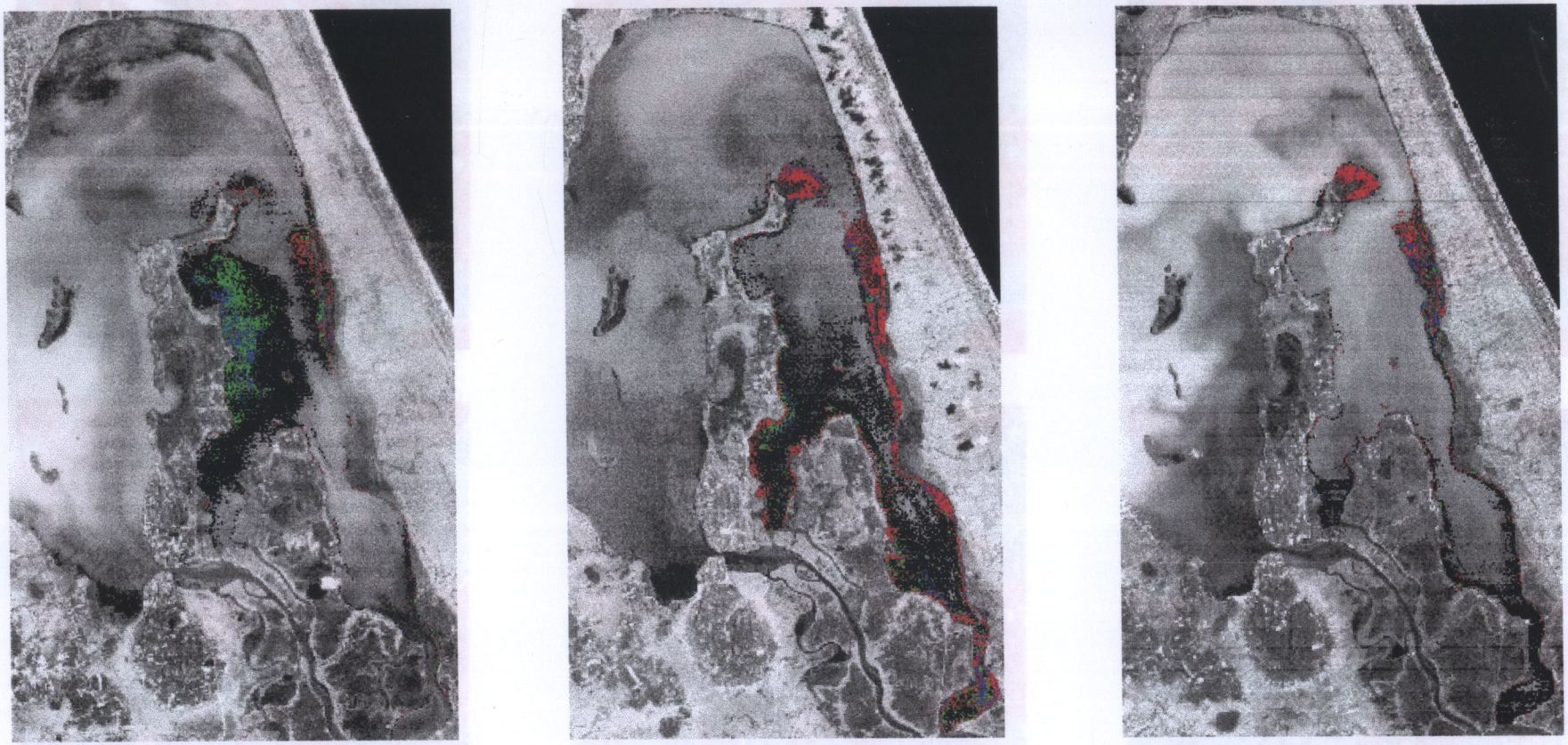
ตาราง 11 แสดง separabilty ของข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นของข้อมูลแต่ละกลุ่ม โดยใช้ค่า Transformed Divergence ในการวิเคราะห์

แบนด์	เฉลี่ย	1:2	1:3	1:4	2:3	2:4	3:4
2,3,4	1639	1986	1131	2000	1214	1706	1797

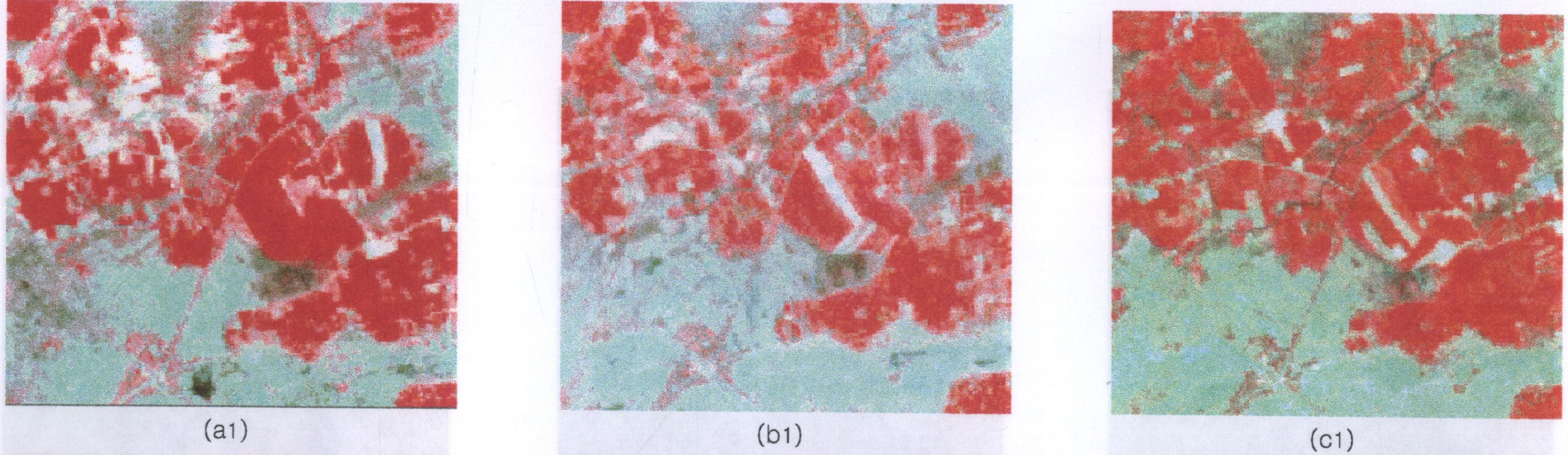
หมายเหตุ 1 : กลุ่มที่ 1 (สถานี 1,2,3)
2 : กลุ่มที่ 2 (สถานี 4)
3 : กลุ่มที่ 3 (สถานี 6,7,8)
4 : Unclassified

ตาราง 12 แสดง contingency ของข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นของข้อมูลแต่ละกลุ่ม

กลุ่มข้อมูล	ข้อมูลอ้างอิง			
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	Unclassified
กลุ่มที่ 1 (สถานี 1,2,3)	96.49%	0.00%	14.66%	0.15%
กลุ่มที่ 2 (สถานี 4)	0.20%	92.86%	9.48%	1.86%
กลุ่มที่ 3 (สถานี 6,7,8)	2.51%	3.57%	69.83%	3.56%
Unclassified	0.80%	3.57%	6.03%	94.43%
จำนวนจุดภาพรวมทั้งหมด	997	28	116	646



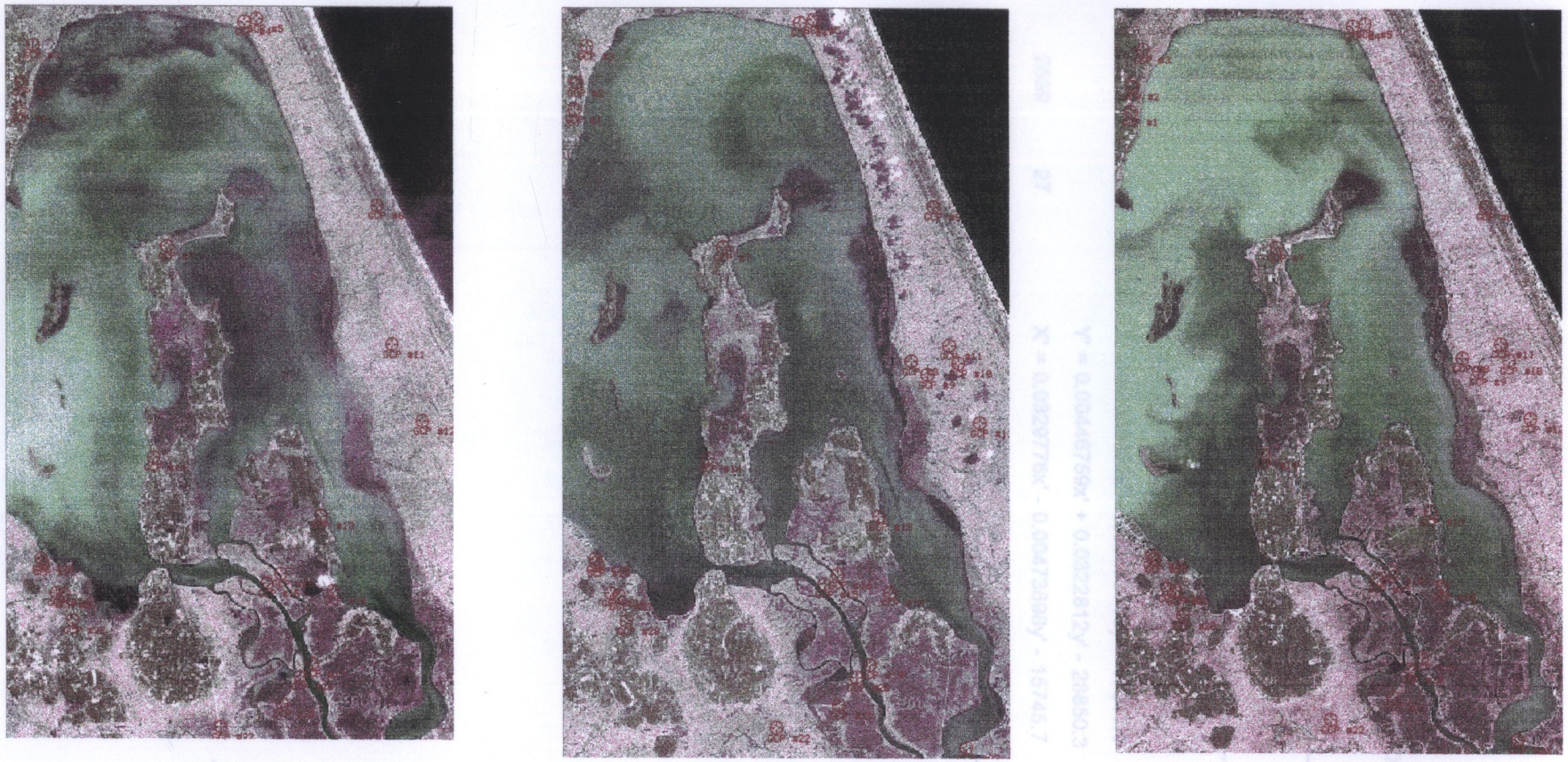
ภาพประกอบ 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 ด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ โดยใช้ข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นของเดือนเมษายน พ.ศ. 2539; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c): เดือนเมษายน พ.ศ. 2539



(a1) (b1) (c1)

(a1) (b2) (c2)

ภาพประกอบ 22 ภาพสีผสมเท็จระหว่างแบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 ก่อนปรับความคมชัดด้วยวิธี Crisp (a1, b1, c1) และหลังปรับความคมชัดด้วยวิธี Crisp (a2, b2, c2); (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539



(a) (b) (c)

ภาพประกอบ 23 แสดง GCP (⊕) ที่ใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตบนภาพสีธรรมชาติระหว่างแบนด์ 1 แบนด์ 2 และแบนด์ 3 (น้ำเงิน เขียว แดง) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5; (a):เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532; (b):เดือนเมษายน พ.ศ. 2535; (c):เดือนเมษายน พ.ศ. 2539

ตาราง 13 แสดงสมการ polynomial ลำดับที่ 1 ที่ใช้ในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตของข้อมูลดาวเทียมแต่ละปี

ปี พ.ศ.	จำนวน GCP	สมการ polynomial ลำดับที่ 1	RMS error
2532	23	X' = 0.0328863x' - 0.00469441y' - 17225.4	0.0001
		Y' = 0.00458392x' + 0.032455y' - 29091.9	
2535	27	X' = 0.0330405x' - 0.00470716y' - 17317.6	0.0002
		Y' = 0.00446759x' + 0.0322812y' - 28850.3	
2539	27	X' = 0.0329776x' - 0.00473898y' - 15745.7	0.0002
		Y' = 0.00459623x' + 0.032113y' - 28734.3	

หมายเหตุ X' : ค่าใหม่ตามแนวแกน x

x' : ค่าเก่าตามแนวแกน x

Y' : ค่าใหม่ตามแนวแกน y

y' : ค่าเก่าตามแนวแกน y

ตาราง 14 แสดงพื้นที่และมวลชีวภาพของพืชน้ำของแต่ละกลุ่ม/สถานีในบริเวณพื้นที่ศึกษา ระหว่างวันที่ 15 - 17 เมษายน พ.ศ. 2539 โดยการคำนวณจากผลการจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM-5 และผลการศึกษาในภาคสนาม

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		รวม	
	พื้นที่ **	มวลชีวภาพ *	พื้นที่ **	มวลชีวภาพ *	พื้นที่ **	มวลชีวภาพ *	พื้นที่ **	มวลชีวภาพ *
Ceratophyllum demersum L.	0.23	5,704.91	0.53	33,323.64	0.44	97,314.29	1.20	136,342.84
Cladophora sp.	--	--	0.63	11,802.50	0.47	18,663.01	1.10	30,465.51
Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel	0.44	1,082,324.52	--	--	--	--	0.44	1,082,324.52
Scirpus litoralis Scharder	0.87	1,070,573.20	--	--	--	--	0.87	1,070,573.20
Paspalum vaginatum Swartz	1.10	559,721.44	--	--	--	--	1.10	559,721.44
Hydrilla verticillata (L.f.) Royle	1.29	108,819.59	--	--	0.23	13,033.17	1.52	121,852.76
Najas graminea Raffeneau-Delile	--	--	--	--	0.08	456.34	0.08	156.34
Najas malesiana de Wilde	0.44	832.13	--	--	0.08	99.76	0.52	931.89
Najas marina L.	1.13	1,133.21	0.27	44.28	0.18	850.31	1.58	2,027.80
Potamogeton malaianus Miq.	0.04	7,543.35	--	--	--	--	0.04	7,543.35

หมายเหตุ : ** มีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

* มีหน่วยเป็นกรัม

กลุ่มที่ 1 มี 8 ชนิด โดยมี 4 ชนิดที่มีค่าความสำคัญเกิน 50 คือ แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) จาด (Scirpus litoralis Scharder) หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) และสาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle) แต่มีเพียง 3 ชนิดเท่านั้นที่มีปริมาณมวลชีวภาพต่อพื้นที่มากกว่า 500 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร คือ แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) จาด (Scirpus litoralis Scharder) และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) สอดคล้องกับค่าเฉลี่ยระดับสีเทาแบนด์ที่ 4 ของภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5 ปี พ.ศ. 2539 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณมวลชีวภาพ โดยมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่มที่ 2 และ 3 มีพืชน้ำเหมือนกัน 3 ชนิด คือ สาหร่างหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle)สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) และสายหนาม (Najas marina L.) แต่มีปริมาณมวลชีวภาพแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่ 3 จะมีมวลชีวภาพมากกว่ากลุ่มที่ 2 เกิน 50 % นอกจากนี้กลุ่มที่ 3 ยังมีจำนวนชนิดมากกว่ากลุ่มที่ 2 อยู่ 3 ชนิด ซึ่งส่งผลต่อการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมทำให้ช่วงของค่าระดับสีเทาในแต่ละแบนด์ที่ใช้วิเคราะห์ของกลุ่มที่ 3 จะกว้างกว่ากลุ่มที่ 2 และมีความเหลื่อมล้ำกัน

4. การศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการแปลงรูปแบบของข้อมูลซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงเส้น และศึกษาการเปลี่ยนแปลงโดยการวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับ พบว่า การเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำโดยรวมทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา มีค่าดังแสดงในตาราง 15 และการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำโดยรวมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ถึง ปี พ.ศ. 2539 มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2532 ถึง พ.ศ. 2535 จำนวน 9.6 ตารางกิโลเมตรโดยเพิ่มจาก 10.31 ตารางกิโลเมตรเป็น 19.91 ตารางกิโลเมตร และลดลงจากปี พ.ศ. 2535 ถึง 2539 จำนวน 13.8 ตารางกิโลเมตร โดยลดลงจาก 19.91 ตารางกิโลเมตรเหลือเพียง 6.11 ตารางกิโลเมตร และพบว่าพืชน้ำกลุ่มที่ 1 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นและมีพื้นที่มากกว่า 3 ตารางกิโลเมตรในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 โดยมีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งของพืชน้ำที่มียอดและใบอยู่เหนือน้ำต่อพืชน้ำที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำคิดเป็น 95.6 : 4.4 ในขณะที่กลุ่มที่ 2 และ 3 มีแนวโน้มลดลงโดยมีพื้นที่น้อยกว่า 1.5 ตารางกิโลเมตรในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 และมีเพียงกลุ่มที่ 2 เพียงกลุ่มเดียวที่มีพื้นที่ลดลงเรื่อยมาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 ในขณะที่กลุ่มที่ 1 และ 3 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นในเดือนเมษายน พ.ศ. 2535 ซึ่งต้องศึกษาและตรวจสอบเพิ่มเติม

ตาราง 15 แสดงพื้นที่ของพืชน้ำซึ่งได้จากการคำนวณผลการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมแต่ละปี ด้วยโปรแกรม ARC/INFO

ปี พ.ศ.	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)			
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	รวม
2532	1.58	5.69	3.04	10.31
2535	11.11	4.16	4.64	19.91
2539	3.95	0.82	1.34	6.11

หมายเหตุ : กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสถานี 1,2,3
กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสถานี 4
กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยสถานี 6,7,8

บทที่ 4

บทสรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาในภาคสนามซึ่งทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาซึ่งตรงกับวันที่ดาวเทียมโคจรผ่านเพื่อบันทึกข้อมูล ได้ข้อสรุปดังนี้

1. คุณภาพน้ำและลักษณะของพื้นที่ศึกษา

โดยปกติแล้วพืชต้องการน้ำ แร่ธาตุ สารอาหารอื่นๆ คาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น แสง ความลึก pH อุณหภูมิ เป็นต้น(Horne and Goldman, 1994 : 100-192)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาบริเวณทะเลสาบดูขุดเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 พบว่า น้ำมีลักษณะเป็นน้ำกร่อย มีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 3 - 5.33 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 30.0 - 33.5 องศาเซลเซียส ค่า pH มีค่าอยู่ในช่วง 7.05 - 9.62 ค่าความขุ่นมีค่าอยู่ในช่วง 7.00 – 36.00 NTU ส่วนความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 39.5 - 71.0 เซนติเมตร ลักษณะพื้นที่คล้ายกะทะแบนโดยทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษามีความลึกน้อยกว่าทางด้านทิศตะวันออก

ค่าความเค็มของน้ำจะมีผลโดยตรงต่อสมดุลย์ของน้ำและปริมาณเกลือแร่ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งนี้รวมถึงพืชน้ำด้วย สิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถดำรงชีวิตได้ทั้งในน้ำเค็มและน้ำจืด เนื่องจากมีระบบการรักษาสมดุลย์ของน้ำและเกลือแร่ในเนื้อเยื่อในช่วงกว้าง ทำให้มีชีวิตอยู่ได้ทั้งในน้ำเค็มและน้ำจืด แต่อยู่ในช่วงความเค็มระดับหนึ่ง โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตในน้ำจะมีความหลากหลายมากในบริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็มที่ระดับความเค็ม 0.5 - 5 ส่วนในพันส่วน ซึ่งเป็นบริเวณของน้ำกร่อยและมีการรวมตัวกันและตกตะกอนของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำตลอดเวลา (Horne and Goldman, 1994 : 435 - 436) ซึ่งสอดคล้องกับสภาพของพื้นที่ศึกษาซึ่งมีลักษณะน้ำเป็นน้ำกร่อย

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโดยตรงต่อความร้อนและปริมาณก๊าซที่ละลายในน้ำโดยเฉพาะก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่เกี่ยวข้องกับขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและการหายใจของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากอุณหภูมิจะส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซและการหมุนเวียนของอาหารและแร่ธาตุในแหล่งน้ำและก่อให้เกิดการแบ่งชั้น

ของมวลน้ำในแหล่งน้ำที่มีความลึกมากๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสังคมพืช (สุนันท์ จิรกุลสมโชค, 2530 : 11; Horne and Goldman, 1994 : 113, 122)

ความขุ่นของน้ำ มีผลต่อปริมาณแสงที่ส่องลงในน้ำทำให้ระยะทางที่แสงส่องลงไปในน้ำได้น้อยลง หากแหล่งน้ำมีความขุ่นมาก (Lennon and Luck, 1990 : 4) ปริมาณแสงที่ส่องลงในน้ำก็จะน้อย ส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช สำหรับทะเลสาบคูขุดในช่วงหน้าร้อน ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความขุ่นของน้ำมากที่สุดคือกระแสลมและกระแสน้ำ เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวบริเวณพื้นที่ศึกษาจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายนและอยู่ภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นและน้ำลงซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงต่อกระแสน้ำ

ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ของน้ำจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต เช่น อัตราการดูดสารอาหารเข้าไปใช้ หรือการดึงคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ค่า pH ในทะเลสาบส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ในช่วง 6 – 9 (Horne and Goldman, 1994 : 119) ซึ่งทะเลสาบสงขลาก็มีค่าใกล้เคียงอยู่ในช่วงดังกล่าว

ความลึกจะมีความผันแปรมากในแต่ละฤดูโดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นระหว่างช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนส่งผลต่อระยะเวลาในการกักเก็บมวลน้ำในทะเลคูขุด นอกจากความจะมีผลต่อแสงที่ส่องลงในน้ำแล้ว ยังมีผลต่อการแพร่กระจายของพืชน้ำ และมีผลต่อปริมาณก๊าซที่ละลายในน้ำที่แต่ระดับความลึกด้วย (สุนันท์ จิรกุลสมโชค, 2530 : 7; Horne and Goldman, 1994 : 14 - 17) และจากผลการศึกษาซึ่งพบว่าบริเวณพื้นที่ศึกษาทางด้านทิศตะวันออกซึ่งมีระดับความลึกน้อยจะพบพืชน้ำขึ้นอยู่หนาแน่นมากกว่าทางด้านทิศตะวันตกซึ่งมีระดับความลึกมากกว่า

2. พืชน้ำ

พืชน้ำที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษามีทั้งหมด 10 ชนิด จาก 7 วงศ์

2.1 วงศ์ Ceratophyllaceae

จากการศึกษาพบพืชในวงศ์นี้ 1 ชนิด คือ สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) พืชในวงศ์นี้มีวงจรชีวิตอยู่ใต้น้ำตลอดช่วงอายุ ไม่มีราก ลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระ (Cook, 1996 : 84) ดำรงชีวิตในบริเวณที่มีกระแสน้ำไม่รุนแรง (Bursche, 19 : 111) มักพบในน้ำที่มีธาตุอาหารมาก (eutropic water) และบางครั้งก่อปัญหาให้กับแหล่งน้ำ (Cook, 1996 : 84) โดยธรรมชาติทั่วไปจะพบมากในแหล่งน้ำจืด และทนทานความเค็มได้น้อย (สุนันท์ จิรกุล

สมโชค, 2530 : 23) เมื่อพิจารณาค่าความเค็มของน้ำในพื้นที่ศึกษาจัดว่าเป็นน้ำกร่อย จึงทำให้พืชน้ำชนิดนี้ไม่เหมาะสมที่จะเจริญและแพร่กระจายในช่วงเวลาดังกล่าว

2.2 วงศ์ Cladophoraceae

จากการศึกษาพบพืชน้ำในวงศ์นี้เพียงชนิดเดียวคือ สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) เป็นชนิดที่มีความเด่นที่สุดในพื้นที่ศึกษาพบในบริเวณที่มีคลื่นลมสงบเหมาะสำหรับการดำรงชีวิตของพืชชนิดนี้ สาหร่ายท่อไม่มีรากหรืออวัยวะยึดเกาะพื้นดิน เป็นสาหร่ายที่พบอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม มักพบตามผิวน้ำ โดยทั่วไปปริมาณมวลชีวภาพของสาหร่ายท่อจะสูงขึ้นเมื่อน้ำมีความเค็มสูงขึ้น เส้นสายของสาหร่ายท่อจะจับรวมกันเป็นก้อน ทำให้บริเวณตรงกลางไม่ได้รับแสงจึงเน่าเปื่อยและตายในที่สุด ขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดแก๊สขึ้นภายในก้อนสาหร่ายและลอยขึ้นมาที่ผิว พบมากในช่วงฤดูร้อนประมาณเดือนมิถุนายน - ตุลาคม (ช่อทิพย์ อาธารมาศ, 2531 : 30; สุนันท์ จิรกุลสมโชค, 2530 : 29)

2.3 วงศ์ Cyperaceae

จากการศึกษาพบพืชน้ำในวงศ์นี้ 2 ชนิด คือ แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) และจาด (Scirpus litoralis Scharder) พืชในวงศ์นี้คล้ายพวกหญ้า (Fassett, 1980 : 12 และ Cook, 1996 : 94)

2.3.1 แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) จากการศึกษาพบแห้วทรงกระเทียมบริเวณที่ตื้น แห้วทรงกระเทียมเป็นพืชน้ำที่มีรากหยั่งลึกลงในดินและมีลำต้นค่อนข้างเพรียวลม โดยทั่วไปมักพบในน้ำตื้น เช่น บ่อ นาข้าว และตามคลองส่งน้ำ สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำจืดและน้ำกร่อย (Cook, 1996 : 128) จากการศึกษาพบพืชน้ำชนิดนี้บริเวณริมน้ำและดินที่มีความชื้นสูง

2.3.2 จาด (Scirpus litoralis Scharder) จากการศึกษาพบจาดในบริเวณที่โล่งแจ้ง มีรากหยั่งลึกลงในดิน และอยู่ใต้น้ำโดยมีส่วนปลายยอดโผล่ขึ้นเหนือน้ำ จาดสามารถอยู่ในน้ำลึกถึง 2 เมตร มักพบอยู่ใกล้ชายฝั่งที่มีน้ำกร่อยถึงเค็ม (Cook, 1996 : 180) ในบริเวณพื้นที่ศึกษามักจะไม่ค่อยพบจาด หากความเค็มของน้ำสูงขึ้นและมากกว่า 7.5 ส่วนในพันส่วน (สุนันท์ จิรกุลสมโชค, 2530 : 24)

2.4 วงศ์ Gramineae

พืชในวงศ์นี้เป็นพวกหญ้า (Cook, 1996 : 281) จากการศึกษาพบพืชในวงศ์นี้ เพียงชนิดเดียว คือ หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) จากการศึกษาพบหญ้าสะกาดน้ำเค็มในสถานีที่ 1, 2, 3 และ 5 สำหรับพืชน้ำชนิดนี้มีการแพร่กระจายโดยทั่วไป มักพบ

บริเวณที่มีน้ำท่วมขัง (Cook, 1996 : 308) มีอายุได้หลายปี พบได้ทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย ทนความเค็มและดินเค็มได้ดี สามารถทนความเค็มได้สูงกว่า 10 ส่วนในพันส่วน (ช่อทิพย์ อาธารมาศ, 2531 : 202; สุนันท์ จิรกุลสมโชค, 2530 : 26 - 27)

2.5 วงศ์ Hydrocharitaceae

พืชในวงศ์นี้ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ พบได้ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม (Cook, 1996 : 215) ในพื้นที่ศึกษาพบเพียงชนิดเดียว คือ สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle) จากการศึกษาพบสาหร่ายหางกระรอกในพื้นที่ศึกษา พบสาหร่ายหางกระรอกในบริเวณที่มีน้ำกร่อย แต่โดยทั่วไปสาหร่ายชนิดนี้จะพบในแหล่งน้ำจืด ดำรงชีวิตในน้ำนิ่งหรือมีกระแสน้ำเล็กน้อย (Cook, 1996 : 218-219) จากการศึกษาของสุนันท์ จิรกุลสมโชค (2530 : 25) พบว่าสาหร่ายหางกระรอกสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 1.625 - 2.371 ส่วนในพันส่วน ในขณะเดียวกันความขุ่นของน้ำมีผลต่อสาหร่ายหางกระรอกทางอ้อม ซึ่งปริมาณความขุ่นจะมีผลต่อปริมาณแสงที่ส่องลงไปในน้ำในลักษณะผกผันต่อกัน

2.6 วงศ์ Najadaceae

พืชในวงศ์นี้ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำ มีบางชนิดอยู่ในน้ำกร่อย (Cook, 1996 : 267) จากการศึกษาพบพืชในวงศ์นี้ 3 ชนิด คือ สาหร่ายเส้นด้าย (Najas graminea Del.) สาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) และ สายหนาม (Najas marina L.)

2.6.1 สาหร่ายเส้นด้าย (Najas gramidea Del.) จากการศึกษาพบสาหร่ายเส้นด้ายในสถานีที่ 7, 8 โดยทั่วไปมักพบในน้ำจืดหรือน้ำกร่อย เช่น นาข้าว (ช่อทิพย์ อาธารมาศ, 2531 : 187; Cook, 1996 : 268) จากการศึกษาพบน้อยมาก

2.6.2 สาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) จากการศึกษาพบในสถานีที่ 2 และ 8 โดยทั่วไปมีการเจริญเติบโตในน้ำจืดหรือน้ำกร่อย (ช่อทิพย์ อาธารมาศ, 2531 : 187)

2.6.3 สายหนาม (Najas marina L.) จากการศึกษาพบสายหนามในสถานีที่ 2 และ 8 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีค่า pH 7.3 และ 8.5 ค่าความเค็ม 4.0 และ 5.3 สายหนามมีวงจรชีวิตอยู่ใต้น้ำตลอดช่วงชีวิต (Bursche, 1971 : 106) สามารถพบสายหนามในน้ำซึ่งมีความเค็ม 1.968 - 2.078 ส่วนในพันส่วน และพบบ้างเล็กน้อยในที่ที่มีความเค็มมากกว่านี้ สายหนามจัดเป็นพืชน้ำในกลุ่ม Submerged มีรากหยั่งลึกถึงพื้นและลำต้นไม่โผล่พ้นน้ำ โดยทั่วไปจะเปราะบาง หักได้ง่ายหากมีคลื่นลมแรง เนื่องจากมีความเหนียวของเส้นใยในลำต้นต่ำ และมีปริมาณน้ำในลำต้นสูงมาก หากคลื่นลมสงบก็จะเจริญเติบโตได้ดี (สุนันท์ จิรกุลสมโชค, 2530 : 25 - 26)

2.7 วงศ์ Potamogetonaceae

พืชในวงศ์นี้อาศัยอยู่ในน้ำในพื้นที่เป็นโคลนหรือลอยอยู่ตามผิวน้ำ บางชนิดโผล่เหนือผิวน้ำเป็นบางช่วง พบในแหล่งน้ำกร่อยเป็นบางครั้ง เป็นแหล่งวางไข่และอาหารของสัตว์น้ำ (Cook, 1996 : 331; Bursche, 1971 : 99) จากการศึกษาพบเพียงชนิด คือ ดีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus Miq.) พบได้ยากมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากมีการกระจายเป็นหย่อมๆ และเป็นบางบริเวณ เป็นพืชน้ำที่มีลำต้น ราก และใบอยู่ใต้น้ำที่มีสภาพเป็นโคลนดูดซับอาหารทางรากและใบ (Bursche, 1971: 99) มักพบในแหล่งน้ำที่มีความลึกตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป (Cook, 1996 : 333) จากการศึกษาของ สุนันท์ จิรกุลสมโชค (2530 : 27) ในเขตห้ามล่าสัตว์ป่า (คูขุด) พบดีปลีน้ำในบริเวณที่มีคลื่นลมสงบ เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีความเค็มไม่เกิน 5 ส่วนในพันส่วน แต่บางครั้งอาจพบดีปลีน้ำเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีคลื่นลมแรง ทั้งนี้เนื่องจากการมีใบเรียวยาว ลำต้นมีเส้นใยเป็นจำนวนมาก เหนียวทนต่อการปั่นป่วนของมวลน้ำได้เป็นอย่างดี

3. การศึกษาพืชน้ำในทะเลสาบคูขุดด้วยภาพถ่ายดาวเทียม

3.1 กลุ่มของพืชน้ำในทะเลสาบคูขุด

จากการศึกษาพืชน้ำในทะเลสาบคูขุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 พบว่าพืชทุกชนิดมีการกระจายแบบกลุ่มและมี สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) เป็นชนิดที่เด่นที่สุดในพื้นที่ศึกษา สำหรับการศึกษาครั้งนี้ และพืชน้ำที่พบในพื้นที่ศึกษาพบว่า แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) และจาด (Scirpus litoralis Scharder) มีน้ำหนักเกิน 1,000 กิโลกรัมในพื้นที่ศึกษาแต่มีพื้นที่การแพร่กระจายน้อยกว่า 1 ตารางกิโลเมตร ในขณะที่หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle) สายหนาม (Najas marina L.) และสาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) มีพื้นที่การแพร่กระจายมากกว่า 1 ตารางกิโลเมตร ทั้งนี้เนื่องมากจากพืชน้ำดังกล่าวมีขนาดเล็กมีใบและลำต้นกระจายออกได้ทุกด้าน ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำตลอดเวลาสามารถถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำได้ง่ายกว่าแห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) และจาด (Scirpus litoralis Scharder) ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ยึดเกาะและมีลำต้นตั้งตรงโผล่ขึ้นเหนือน้ำทำให้มีพื้นที่ในการยึดครองได้น้อยกว่า พืชน้ำที่พบสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม โดย

3.1.1 กลุ่มที่ 1 พืชน้ำมีพื้นที่ 3.59 ตารางกิโลเมตร และมีมวลชีวภาพ 2,836.65 กิโลกรัม คิดเป็น 718.14 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพืชน้ำที่ดำรงชีวิตใต้น้ำจำนวน 5 ชนิดและพืชน้ำที่มียอดและใบโผล่พ้นผิวน้ำจำนวน 3 ชนิด โดยพืชน้ำที่มียอดและใบ

โผล่พ้นผิวน้ำมีความเด่นในกลุ่มมากกว่าพืชน้ำที่ดำรงชีวิตใต้น้ำ พืชน้ำที่มียอดและใบโผล่พ้นผิวน้ำในกลุ่มนี้ประกอบด้วย แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) จาด (Scirpus litoralis Scharder) และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) มีมวลชีวภาพเท่ากับ 2,459.83 1,230.54 และ 508.84 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตรตามลำดับ ในขณะที่พืชน้ำที่ดำรงชีวิตใต้น้ำซึ่งประกอบด้วย สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle) สาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) สายหนาม (Najas marina L.) และดีปลีน้ำ (Potamogeton malaianus Miq.) มีมวลชีวภาพต่ำกว่า 200 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร

3.1.2 กลุ่มที่ 2 พืชน้ำมีพื้นที่ 0.82 ตารางกิโลเมตร และมีมวลชีวภาพ 55.08 กิโลกรัม คิดเป็น 67.18 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพืชน้ำที่ดำรงชีวิตใต้น้ำเพียงอย่างเดียวจำนวน 3 ชนิด คือ สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) และสายหนาม (Najas marina L.) มีมวลชีวภาพ 62.87 18.73 และ 0.16 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตรตามลำดับ และมี สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) เป็นชนิดที่มีความเด่นมากที่สุดในกลุ่ม

3.1.3 กลุ่มที่ 3 พืชน้ำมีพื้นที่ 1.34 ตารางกิโลเมตร และมีมวลชีวภาพ 130.42 กิโลกรัม คิดเป็น 97.34 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพืชน้ำที่ดำรงชีวิตใต้น้ำเพียงอย่างเดียวจำนวน 6 ชนิด คือ สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla verticillata (L.f.) Royle) สาหร่ายเส้นด้าย (Najas gramidea Del.) สาหร่ายหางวัว (Najas malesiana de Wilde) และสายหนาม (Najas marina L.) มีมวลชีวภาพ 221.17 39.71 56.67 5.70 1.25 และ 4.72 กิโลกรัมต่อตารางเมตรตามลำดับ และมี สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) เป็นชนิดที่มีความเด่นมากที่สุดในกลุ่ม

มวลชีวภาพของพืชน้ำระหว่างกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่วนมวลชีวภาพของกลุ่มที่ 2 มีมากกว่ากลุ่มที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพของพืชน้ำแต่ละชนิดที่พบใน 2 กลุ่ม สำหรับการปกคลุมพื้นที่ของพืชน้ำในกลุ่มที่ 1 มีมากกว่ากลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ หากพิจารณามวลชีวภาพและการปกคลุมพื้นที่ของพืชน้ำในแต่ละกลุ่มซึ่งมีความแตกต่างกันน่าจะมีสาเหตุมาจากปัจจัยทางกายซึ่งได้กล่าวมาแล้วข้างต้นและความใกล้ไกลจากแหล่งชุมชน จากการสำรวจพื้นที่ศึกษาพบว่าพืชน้ำในกลุ่มที่ 2 และ 3 อยู่ใกล้กับแหล่งชุมชนบริเวณบ้านคูขุดโดยเฉพาะกลุ่มที่ 2 จะอยู่ติดกับคลองจากแหล่งชุมชนมากกว่ากลุ่มที่ 3 อีกทั้งยังอยู่ในแนวเส้นทางคมนาคมและการทำประมงของชาวบ้านในบริเวณนั้นด้วย ควรมีการตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่างๆ เพิ่มเติม โดยเฉพาะการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจากชุมชนสู่ทะเลสาบคูขุดและดูแลการเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ของประชากรในชุมชน

3.2 การแยกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมของกลุ่มของพืชน้ำ

การวิเคราะห์ภาพดาวเทียมในการศึกษาวัตถุหรือปรากฏการณ์จะต้องทำการเลือกภาพดาวเทียมที่มีความชัดเจนและเลือกแบนด์ในช่วงคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาพืชน้ำ และปรับปรุงภาพดาวเทียมก่อนนำไปนำไปวิเคราะห์เพื่อให้การวิเคราะห์มีความถูกต้อง และเพื่อความถูกต้องมากยิ่งขึ้นต้องทำการศึกษาและสำรวจในภาคสนามควบคู่กันไปด้วยเสมอ โดยจะต้องทำการสำรวจภายในช่วงเวลาเดียวกับที่มีการบันทึกข้อมูลของดาวเทียมที่โคจรผ่านพื้นที่ศึกษาซึ่งต้องมีการวางแผนและกำหนดระยะเวลาไว้ล่วงหน้า ทำให้การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในภาคสนามกับภาพดาวเทียมมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น (Lennon and Luck,1990 : 4) จากการวิเคราะห์โดยใช้ภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5 แบนด์ 2 3 และ 4 สามารถใช้วิเคราะห์พื้นที่ของพืชน้ำได้ โดยอาศัยผลการศึกษาในภาคสนามมาช่วยในการหาข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นของพืชน้ำแต่ละกลุ่มเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมย้อนหลัง

สำหรับภาพดาวเทียม LANDSAT TM-5 แบนด์ 2 แบนด์ 3 และแบนด์ 4 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชนิดพันธ์และมวลชีวภาพของพืชน้ำ พบว่า พืชน้ำในกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำตลอดเวลาและชนิดที่มียอดและใบอยู่เหนือน้ำ โดยชนิดที่มียอดและใบอยู่เหนือน้ำซึ่งปกคลุมพื้นที่เหนือชนิดที่อยู่ใต้น้ำจะมีผลต่อค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพดาวเทียม ส่วนพืชน้ำในกลุ่มที่ 2 และ 3 พบเฉพาะพืชที่ดำรงอยู่ใต้น้ำเพียงอย่างเดียวแต่แตกต่างที่ปริมาณมวลชีวภาพและจำนวนชนิด โดยกลุ่มที่ 3 มีจำนวนชนิดและมวลชีวภาพมากกว่ากลุ่มที่ 2 ทำให้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพดาวเทียมในแต่ละแบนด์ที่ใช้ของกลุ่มที่ 3 มีความเหลื่อมล้ำกับกลุ่มอื่น

จากการแยกประเภทข้อมูลโดยใช้ข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ที่ในกลุ่มที่ 1 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของพวกที่มีใบอยู่เหนือน้ำซึ่งประกอบด้วย แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) จาด (Scirpus litoralis Scharder) และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของพวกที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำโดยมี สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) และ สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) เป็นชนิดที่เด่นของกลุ่มแต่มีมวลชีวภาพต่อพื้นที่แตกต่างกัน

4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำ

การศึกษาพื้นที่ของพืชน้ำด้วยภาพถ่ายดาวเทียมโดยอาศัยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมซึ่งผ่านการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตมีระบบพิกัดเป็นหน่วย UTM เพื่อที่ข้อมูลจะได้มีระบบเดียวกันและง่ายต่อการคำนวณและหาพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยวิธีการซ้อนทับ

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำที่เกิดขึ้นซึ่งแยกศึกษาออกเป็น 3 กลุ่มตามผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม พบว่ากลุ่มที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย แห้วทรงกระเทียม (Eleocharis dulcis (N.L. Burman) Trin. ex Henschel) จาด (Scirpus litoralis Scharder) และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (Paspalum vaginatum Swartz) เป็นหลัก มีพื้นที่เพิ่มขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2532 กับปี พ.ศ. 2539 เนื่องจากความตื้นเขินของพื้นที่ทำให้พืชน้ำที่มีใบอยู่เหนือน้ำสามารถเพิ่มปริมาณและแพร่กระจายพื้นที่ได้มากขึ้น ในขณะที่กลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีปริมาณพื้นที่ลดลง เนื่องมาจากความไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะความขุ่นของน้ำ ทำให้ปริมาณแสงที่ส่องลงใต้น้ำสำหรับการสังเคราะห์แสงมีน้อย และความแปรปรวนของคลื่นลมในพื้นที่ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พืชน้ำในกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งประกอบด้วย สาหร่ายท่อ (Cladophora sp.) สาหร่ายพุงชะโด (Ceratophyllum demersum L.) และสายหนาม (Najas marina L.) เป็นหลัก มีโอกาสถูกพัดพาแตกหักและถูกทับถมโดยตะกอนได้ง่าย สาเหตุอีกประการหนึ่งซึ่งควรศึกษาเพิ่มเติม คือ ความใกล้ไกลจากแหล่งชุมชนและการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจากชุมชน

จำนวนพื้นที่ของพืชน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในพื้นที่ศึกษา พบว่าพืชน้ำที่ดำรงชีวิตอยู่ในน้ำมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดทั้งในกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีพื้นที่น้อยกว่า 1.5 ตารางกิโลเมตรในปีปัจจุบัน ในขณะที่ปริมาณการแพร่กระจายของพืชน้ำที่มีทั้งชนิดดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำและชนิดที่ยอดและใบอยู่เหนือน้ำในกลุ่มที่ 1 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2535 และมีพื้นที่มากกว่า 3 ตารางกิโลเมตรในปีปัจจุบัน โดยมีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งของพืชน้ำที่มีใบอยู่เหนือน้ำต่อพืชที่ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำคิดเป็น 95.6 : 4.4 ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นผลจากความไม่เหมาะสมของสภาพพื้นที่ต่อพืชน้ำที่ดำรงชีวิตใต้น้ำดังได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น นอกจากนี้ปัจจัยที่สำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ปัจจัยจากมนุษย์ ทั้งในด้านความหนาแน่นของชุมชนรอบๆ พื้นที่ศึกษา การทำประมงในพื้นที่ศึกษา การก่อให้เกิดมลภาวะต่อพื้นที่ศึกษา เป็นต้น ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ศึกษาไม่ใช้แต่เฉพาะพืชน้ำ

เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต่างๆ ล้วนมีความสัมพันธ์ต่อกันในการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ จึงควรมีการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

5. บทสรุป

โดยสรุปแล้วสภาพของทะเลสาบคูขุดยังมีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของพืชน้ำที่ดำรงชีวิตใต้น้ำแต่มียอดและใบอยู่เหนือผิวน้ำ ในขณะที่พืชน้ำที่ดำรงชีวิตใต้น้ำมีแนวโน้มลดลง โดยมีสาเหตุมาจากการตื้นเขินโดยเฉพาะบริเวณคาบสมุทรสทิงพระ และความขุ่นของน้ำซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อพืชน้ำและสิ่งมีชีวิตอื่นๆในทะเลสาบคูขุดในอนาคต และหากการตื้นเขินของทะเลสาบคูขุดยังดำเนินไปเรื่อยๆ สุดท้ายระบบนิเวศของพืชน้ำอาจถูกแทนที่ด้วยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในที่สุด ซึ่งต้องมีการติดตามและดูแลสภาพการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและมีผลกระทบจต่อพืชน้ำอย่างต่อเนื่องเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะผลกระทบที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์รอบๆ ทะเลสาบคูขุดเป็นผลกระทบที่สามารถดูแลและป้องกันได้ และควรเพิ่มการระมัดระวังและตรวจสอบสุขลักษณะของชุมชนและการปนเปื้อนจากชุมชนลงสู่แหล่งน้ำ ทั้งนี้เพื่อยืดระยะเวลาการอยู่รอดของพืชน้ำออกไปซึ่งต้องการดูแลและจัดการจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและชุมชนรอบๆ ทะเลสาบคูขุด เนื่องจากพืชน้ำเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิดในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารตามธรรมชาติ การจัดการและดูแลให้พืชน้ำมีปริมาณที่เหมาะสมย่อมก่อประโยชน์โดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำบริเวณนั้น

สำหรับการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT TM-5 ในครั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีบริเวณกว้างและมีความลึกไม่มากนักการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลจึงเหมาะกับการสำรวจและศึกษา สามารถเข้าถึงแหล่งพืชน้ำได้รวดเร็วขึ้นและทำการศึกษาได้ครอบคลุมพื้นที่ที่จะศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยลดระยะเวลาในการศึกษาในภาคสนามลงได้ระดับหนึ่ง สำหรับผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำและสภาพแวดล้อมบริเวณทะเลสาบคูขุด ตลอดจนการศึกษาที่เจาะลึกยิ่งขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับพืชน้ำได้ในอนาคต นอกจากนี้สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ในการจัดการวางแผนเพื่อจัดการสภาพแวดล้อมของพื้นที่ได้โดยหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะหน่วยงานในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง แต่ยังมีข้อจำกัดอยู่บางประการซึ่งต้องการการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับพืชน้ำบางกลุ่มในส่วนของสภาพแวดล้อมในพื้นที่ศึกษาจริงในแต่ละช่วงเวลาว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร การจะได้มาซึ่งข้อมูลดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยระยะเวลาในการศึกษาที่ยาวนานขึ้นในการเก็บ

ข้อมูลในภาคสนามอย่างต่อเนื่องเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพดาวเทียมซึ่งจะทำให้ความถูกต้องในการศึกษาเพิ่มมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้เพียงการปรับแก้ข้อมูลภาพดาวเทียมในอดีตที่ผ่านมากับข้อมูลภาพดาวเทียมในปีปัจจุบันด้วยวิธี Histogram matching โดยข้อมูลที่เลือกใช้พยายามเลือกให้อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน คือ ฤดูร้อน เพื่อลดความผิดพลาดของข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ในการวิเคราะห์อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม สำหรับการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมกับพื้นที่ศึกษาที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น เช่น พื้นที่ทั้งหมดของทะเลสาบสงขลา ความหลากหลายของข้อมูลดาวเทียมจะมีมากขึ้นกว่าการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากข้อมูลภาพดาวเทียมมีจำนวนมากขึ้นตามขนาดของพื้นทีที่ศึกษา ข้อมูลเฉพาะรูปแบบเชิงคลื่นในการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องทำการปรับปรุงก่อนนำไปใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล

ในส่วนการนำฐานข้อมูลทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของพืชน้ำจากการศึกษาครั้งนี้ จำเป็นต้องคำนึงถึงมาตราส่วนในการนำไปใช้ด้วย เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT TM-5 ซึ่งมีความละเอียดของพื้นที่เพียง 900 ตารางเมตรต่อหนึ่งจุดภาพ การนำไปใช้ประโยนช์ในโครงการที่ต้องการความละเอียดของพื้นที่น้อยกว่า 900 ตารางเมตรย่อมไม่ก่อให้เกิดประโยชน์กับโครงการนั้นๆ

6. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

6.1 ความละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม

ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลที่มีราคาแพงแต่รวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT TM-5 ความละเอียด 30 x 30 ตารางเมตรต่อจุดภาพจากกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน ภาพถ่ายดาวเทียมบางช่วงเวลาที่ทำการบันทึกด้วยดาวเทียมไม่สามารถใช้ได้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศไม่ดีมีเมฆปกคลุมมาก ทำให้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถใช้ข้อมูลที่มีระยะเวลาตามกำหนดในแบบเสนอโครงการและได้เลือกข้อมูลที่มีเมฆน้อยและระยะเวลาใกล้เคียงมากที่สุดกับที่กำหนดในแบบเสนอโครงการ คือ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 เดือนเมษายน พ.ศ. 2535 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2539 นอกจากนี้ข้อมูลที่ใช้ซึ่งมีความละเอียด 30 x 30 ตารางเมตรต่อจุดภาพสามารถใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำย้อนหลังได้ ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชน้ำแต่ละชนิดพันธุ์ในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากพืชน้ำอยู่รวมกันหลายชนิดในพื้นที่ 30 x 30 ตารางเมตรไม่ได้ครอบครองพื้นที่โดยชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างชัดเจนและมี

การกระจายเป็นกลุ่ม หากจะศึกษาในรายละเอียดระดับชนิดพันธุ์อาจทำได้โดยใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดของจุดภาพมากขึ้น เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ เป็นต้น การได้มาซึ่งข้อมูลที่มีความละเอียดน่าจะมีการศึกษาวิธีการและคิดค้นอุปกรณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความละเอียดเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ในแต่ละด้านและเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนของข้อมูล ยกตัวอย่าง เช่น การใช้บอลลูนหรือเครื่องบินบังคับขนาดเล็กติดกล้องถ่ายภาพ เป็นต้น

6.2 คุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียม

การศึกษาภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT TM-5 ที่ผ่านมาในอดีตในการศึกษาครั้งนี้ คือ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2532 และ เดือนเมษายน พ.ศ. 2535 จะต้องทำการปรับแก้ค่าระดับการสะท้อนแสงของแต่ละปีก่อนนำมาศึกษาเนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกันในแต่ละปีโดยเฉพาะความเข้มของแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่ผ่านมาแล้วในอดีตโดยปราศจากข้อมูลการศึกษาและสำรวจในภาคสนาม การหลีกเลี่ยงหรือลดปัญหาดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้ทำได้โดยการเลือกใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่ทำการเก็บบันทึกในเวลาเดียวกันและเป็นช่วงเวลาที่มีสภาพท้องฟ้าแจ่มใสปราศจากเมฆโดยเฉพาะในฤดูร้อน และทำการปรับแก้ระดับความเข้มของแสงโดยการทำ Histogram matching ข้อมูลในอดีตกับข้อมูลในปีปัจจุบัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการปรับแก้อาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้น การนำไปใช้งานในอนาคตจึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความแม่นยำของข้อมูลไม่มากนัก จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความละเอียดของงานที่จะนำไปใช้ด้วย

ปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่เป็นอุปสรรคและส่งผลกระทบต่อคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาพืชน้ำในครั้งนี้ด้วยคือระดับน้ำขึ้นน้ำลง และความขุ่นของน้ำ สำหรับระดับน้ำขึ้นน้ำลงจะมีผลกระทบมากหากข้อมูลที่ใช้มีความละเอียดในเชิงพื้นที่มากหรือใช้ศึกษาในพื้นที่ที่มีความลาดชันของชายฝั่งน้อยมาก เช่น บริเวณชายหาด เป็นต้น ปัญหาดังกล่าวสำหรับพื้นที่ศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลต่อการศึกษา เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้มีความละเอียดในเชิงพื้นที่ต่อจุดภาพขนาด 30 x 30 เมตรซึ่งค่อนข้างหยาบสำหรับการใช้หาขอบเขตของแหล่งน้ำ และบริเวณชายฝั่งมีความลาดชันมากทำให้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขอบเขตของแหล่งน้ำน้อยมาก

6.3 โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม

โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมและโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นโปรแกรมที่มีราคาแพงและต้องใช้เวลาในการศึกษาเทคนิคและวิธีการใช้ในระยะเริ่มต้นอาจเป็นอุปสรรคต่อผู้วิจัยท่านอื่นที่สนใจจะทำการวิจัยในลักษณะเดียว

กันแต่มีเวลาจำกัดและขาดแคลนโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ ควรมีการส่งเสริมและพัฒนาบุคลากรและโปรแกรมสำหรับงานด้านนี้ให้มีมากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันราคาของอุปกรณ์ทางด้านคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงกว่าเมื่อก่อนมากและมีโปรแกรมให้ทดลองใช้ฟรีจากระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมต้นฉบับเพื่อให้แก้ไขและปรับปรุงเทคนิคต่างๆ เพิ่มเติมไปในโปรแกรมได้ เช่น โปรแกรม GRASS เป็นต้น สำหรับเทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้หากใช้ศึกษาต่อในอนาคตหรือใช้ศึกษาในพื้นที่ที่มากขึ้นจำเป็นต้องศึกษา แก้ไข และตรวจสอบความถูกต้องเพิ่มเติมเนื่องจากข้อมูลอาจมีความหลากหลายมากขึ้น

7. ผลการศึกษาที่มีต่อการพัฒนาองค์ความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

สำหรับผลการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลใช้ในการศึกษาที่เจาะลึกยิ่งขึ้น เช่น การศึกษาพืชแต่ละชนิดในพื้นที่ดังกล่าว การศึกษาโทษและประโยชน์ของพืชน้ำแต่ละชนิด หรือใช้ในการติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำในพื้นที่ศึกษาได้ในอนาคต ตลอดไปจนถึงการจัดทำฐานข้อมูลบางส่วนจากการศึกษาครั้งนี้เพื่อใช้ในการกระจายความรู้และข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผนและจัดการสภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษาโดยหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะหน่วยงานในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง

บรรณานุกรม

กัลยา ทิสยากร, ถนอมศรี รังสิกรรพุม และจตุพร พรประเสริฐชัย. 2536. "การประมวลผลข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์", ใน การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, หน้า 159 – 182. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

ชาญชัย เพียรวิจารณ์พงศ์. 2536. "สถานีรับสัญญาณดาวเทียม MOS-1 และดาวเทียม JERS-1", ใน การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, หน้า 51 – 58. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

ช่อทิพย์ อาธารมาศ. 2531. พรรณไม้น้ำของไทย. สงขลา : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณัฏฐา หังสพฤกษ์. 2535. นิเวศวิทยาเชิงปริมาณ เล่มที่ 1. ม.ป.ท. : ม.ป.พ.

ดาราศรี ดาวเรือง. 2536. "วิวัฒนาการของการสำรวจทรัพยากรโลกด้วยดาวเทียม", ใน การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, หน้า 15 – 36. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

ปราณีต ดิษริยะกุล. 2536. "การให้บริการข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร", ใน การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, หน้า 59 – 64. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

พร้อมจิตร์ ตระกูลดิษฐ์. 2533. "หลักการเบื้องต้นของ Remote Sensing", ใน การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ และการประยุกต์, หน้า 9 – 21. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

"ฟื้นฟูทะเลไทย", 2539. ประชาชาติธุรกิจ. (29 ก.พ. - 3 มี.ค. 2539), 21.

เริงชัย ตันสกุล และคณะ. 2538. รายงานการศึกษาการฟื้นฟูทะเลสาบสงขลาตอนกลาง. สงขลา : โครงการจัดตั้งคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วินิตา เผ่านาค. 2533. หลักการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

วราพร สุรวดี. 2530. นิเวศวิทยา : ทฤษฎีและปฏิบัติการ แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ดี ดี บุ๊คสโตร์.

สุนันท์ จิรกุลสมโชค. 2530. การแพร่กระจายและมวลชีวภาพของพรรณไม้น้ำในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลสาบ (คูขุด). ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์. 2533. "วิวัฒนาการของการสำรวจทรัพยากรโลกด้วยดาวเทียม", ใน การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และการประยุกต์, หน้า 23 – 51. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์. 2536. "หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล", ใน การสำรวจทรัยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, หน้า 89 – 112. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์. 2533. "การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม", ใน การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และการประยุกต์, หน้า 4 – 7. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากร-ธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน.

อภิญญา วงศ์กิดาการ. 2531. สถิติสำหรับชีววิทยา. โครงการตำรามูลนิธิมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, อันดับที่ 15-2531. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

APHA, AWWA and WEF. 1992. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 18th ed. New York : American Pubic Health Association.

Bakus, G.J. 1990. Quantitative Ecology and Marine Biology. California : Department of Biology Sciences University of Southern California Los Angeles.

Beal, E.O. 1977. A Manual of Marsh and Aquatic Vascular Plants of North Carolina With Habitat Data. North Carolina : North Carolina State University Raleigh.

Bursche, E.M. 1971. A Handbook of Water Plants. London : Frederick Warne & Co.Ltd.

Conwen, D.J. 1990. GIS versus CAD versus DBMS: What are the differences? Introductory Reading in Geographic Information Systems. D.J. Peuquet and D.F. Marble eds. London : Taylor & Francis Inc.

Cook, C.D.K. 1996. Aquatic and Wetland Plants of India. New York : Oxford University Press Inc.

Cook,*et al.* 1974. Waterplants of the World : A manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes. Bath : The Pitman Press.

Curran, J. 1985. Principles of Remote Sensing. New York : Longman Inc.

Deursen, *et al.* 1991. "The development of intelligent GIS", In Proceedings : the integration of remote sensing and geographic information systems, pp. 91 - 95. J.L. Star ed. USA : American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

Ehlers, M. 1991. "Data Types and Structures for Intergrated Geographic Information Systems. Proceeding: The Integration of Remote Sensing and Geographic Information Systems", In Proceedings : the integration of remote sensing and geographic information systems, pp. 51 – 73. J.L. Star ed. USA : American Society for Photogrammetry and Remot Sensing.

Fassett, N.C. 1980. A Manual of Aquatic Plants. USA : The University of Wisconsin press.

Horne, A.J. and Goldman, C.R. 1994. Limnology. 2nd ed. Singapore : McGraw-Hill, Inc.

Lennon, P. and Luck, P. 1990. "Seagrass Mapping Using Landsat TM Data : A Case Study in Southern Queenland", In Asian-Pacific Remote Sensing Journal. vol.2 : No.2 (January 1990), 1-7.

Lillesand, T.M. and Kieffer, R.W. 1987. Remote Sensing and Image Interpretation. 2nd ed. Canada : John Wiley & Sons. Inc.

Molenaar, M. and Janssen, L.L.F. 1991. "Integrated processing of remotely sensed and geographic data for land inventory purposes", In Proceedings : the integration of remote sensing and geographic information systems, pp. 75 - 89. J.L. Star ed. USA : American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd ed. Washington : W.B. Saunders Company.

Richards, J.A. 1994. Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction. 2nd ed. New York : Springer-Verlag.

Sainty, G.R. and Jacobs, S.W.L. 1981. Waterplants of New South Wales. New South Wales : Australia on Geisha Satin.

Smith, C., and Brown N. 1997. Erdas Field Guide. 4th ed. S. Schrader and R. Pouncey ed. Atlanta : Erdas, Inc.

Smith, R.L. 1986. Elements of Ecology. 2nd ed. New York : Harper & Row, Publishers, Inc.

Star, J. and Estates, J. 1990. Geographic Information System. New Jersey : Prentice Hall.

Thamrongnawasawat, T. and Sudara, S. 1992. "Image Processing Techniques for Studying Fringing Reefs in Thailand Using Landsat and Spot Imagery data", In Third Asean Science and Technology Week Conference Proceedings, Vol. 6, Marine Science: Living Coastal Resources, 21 - 23 Sept. 1992,Singapore. J.L. Chou and C.R. Wilkinson eds. Singapore : Department of Zoology National University of Singapore and National Science and Technology Board.

Underwater Research Group. 1989. Asean - Australia Cooperative Program on Marine Science (Project II : Living Resources in Coastal Areas with Emphasis on Managrove and Coral Reef Ecosystems). Songkhla : Prince of Songkla University.

Welch, R. and M.M. Remillard. 1989. "Remote Sensing and Geographic Information System Techniques for Aquatic Resource Evaluation", In Fundamental of Geographical Information Systems : A Compendium, pp. 185 – 193. USA : American Society for Photogrammetry and Remote Sensing and American Congress on Serveying and Mapping.

White, Mottershead, and Harrison. 1992. Environmental Systems, An Introductory text (2nd ed). London : Chapman & Hall.

ภาคผนวก

โครงสร้างฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาตร์ ซึ่งได้จากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูลจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมมีโครงสร้างข้อมูล ดังนี้

ปี พ.ศ. 2539

AREA	PERIMETER	A96CLASS_	A96CLASS_I	GRID_CODE
-901816200	122460	1	0	-9999
879733500	552820	2	1	0
900	140	4155	4154	4

ปี พ.ศ. 2535

AREA	PERIMETER	A96CLASS_	A96CLASS_I	GRID_CODE
-873491500	120560	1	0	-9999
816862500	849380	2	1	0
900	140	12945	12944	4

ปี พ.ศ. 2532

AREA	PERIMETER	A96CLASS_	A96CLASS_I	GRID_CODE
-861038700	119440	1	0	-9999
819024200	627540	2	1	0
1900	220	7724	7723	4

ข้อมูลในสดมภ์ GRID_CODE คือหมายเลขแทนกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการจำแนก

โดย ค่า 0 คือ พื้นที่นอกเขตศึกษา

1 คือ พืชน้ำกลุ่มที่ 1

2 คือ พืชน้ำกลุ่มที่ 2

3 คือ พืชน้ำกลุ่มที่ 3

4 คือ Unclassified

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายสุธีระ ทองขาว

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2511

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	สถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วท.บ. (วาริชศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2533
วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2541

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับระหว่างการศึกษา)

1. ทุนแลกเปลี่ยนนักศึกษาจากทบวงมหาวิทยาลัย ไปทำการฝึกอบรมด้านการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2538, Queensland University (Australia)
2. ทุนทำวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และและศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT)

ตำแหน่งและที่ทำงาน

เจ้าหน้าที่ดูแลงานระบบคอมพิวเตอร์
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ตู้ ปณ.50 คอหงส์ อ.หาดใหญ่
จ.สงขลา 90112