

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ



xây dựng & Phát triển

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI THẢO KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
**CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN THÔNG MINH
TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG**



NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

BAN KHOA HỌC

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác	Chức vụ
1	TS. Nguyễn Phi Sơn	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Trưởng ban
2	GS.TSKH. Đặng Hùng Võ	Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam	Phó ban
3	GS. TS. Võ Chí Mỹ	Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam	Phó ban
4	TS. Nguyễn Thị Thanh Hương	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Phó ban
5	ThS. Trịnh Anh Cơ	Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam	Thành viên
6	TS. Vũ Thị Hằng	Vụ Khoa học và Công nghệ	Thành viên
7	PGS. TS. Phạm Minh Hải	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Thành viên
8	ThS. Dương Văn Hải	Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam	Thành viên
9	TS. Chu Hải Tùng	Cục Viễn thám quốc gia	Thành viên
10	PGS. TS. Bùi Quang Thành	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên	Thành viên
11	TS. Lê Anh Dũng	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Thành viên
12	TS. Đào Ngọc Long	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Thành viên
13	PGS. TS. Trần Viết Tuấn	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Thành viên
14	PGS. TS. Nhữ Thị Xuân	Hội Địa lý Việt Nam	Thành viên
15	PGS. TS. Đinh Thị Bảo Hoa	Trường Đại học Khoa học Tự nhiên	Thành viên
16	PGS. TS. Trịnh Lê Hùng	Học viện Kỹ thuật Quân sự	Thành viên
17	PGS.TS. Nguyễn Văn Sáng	Trường Đại học Mỏ - Địa Chất	Thành viên
18	TS. Đồng Thị Bích Phương	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Thành viên
19	TS. Đỗ Thị Hoài	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Thành viên
20	TS. Lại Văn Thủy	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Thành viên
21	TS. Nguyễn Thanh Thủy	Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ	Thành viên Thư ký

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

TUYỂN TẬP BÁO CÁO
HỘI THẢO KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

**CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN THÔNG MINH
TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG**

HÀ NỘI, THÁNG 7 NĂM 2024

LỜI NÓI ĐẦU

Tuyển tập báo cáo hội thảo khoa học và công nghệ "**Công nghệ địa không gian thông minh trong quản lý tài nguyên và môi trường**" được xuất bản nhân dịp kỷ niệm 30 năm thành lập Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ (09/7/1994 - 09/7/2024). Tuyển tập gồm 33 công trình tiêu biểu được tuyển chọn từ hơn 50 báo cáo gửi về Hội thảo khoa học cùng tên do Viện phối hợp với Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam tổ chức. Các bài báo phản ánh những kết quả nghiên cứu mới về phát triển và ứng dụng công nghệ địa không gian thông minh để quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường.

Nội dung tuyển tập được chia thành hai chủ đề chính. Chủ đề thứ nhất "Phát triển công nghệ địa không gian thông minh và hành lang pháp lý" tập hợp 13 bài báo giới thiệu những đổi mới mang tính đột phá của công nghệ viễn thám, GeoAI, IoT, dữ liệu lớn và thảo luận vai trò mới của dữ liệu và công nghệ số trong các mô hình tăng trưởng. Bên cạnh đó, các tác giả cũng đề xuất các giải pháp hoàn thiện hành lang pháp lý và hệ sinh thái địa không gian thông minh quốc gia trên các phương diện như xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật, quy định quản lý tài nguyên số, bảo mật thông tin, đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao. Nhóm bài viết này mang đến một cái nhìn toàn diện và hệ thống về quá trình chuyển đổi số ngành trắc địa bản đồ.

Chủ đề thứ hai "Ứng dụng công nghệ địa không gian trong quản lý tài nguyên và môi trường" có 20 bài viết trình bày những kết quả nghiên cứu ứng dụng thiết thực của công nghệ địa không gian trong quản lý, giám sát tài nguyên đất đai, nước, rừng, biển, khoáng sản. Các ứng dụng này bao gồm xây dựng cơ sở dữ liệu không gian phục vụ quản lý đất đai, quy hoạch và phát triển đô thị bền vững; giám sát các biến động tài nguyên nước và đất ngập nước; xây dựng bản đồ phân vùng cảnh báo nguy cơ cháy rừng và lũ quét; đánh giá chất lượng môi trường không khí và nước biển. Bên cạnh đó, một số nghiên cứu cũng đề xuất các mô hình ứng dụng công nghệ địa không gian trong phòng chống thiên tai, ứng phó biến đổi khí hậu và bảo vệ môi trường, hướng tới phát triển bền vững.

Tuyển tập được biên tập công phu với thứ tự bài viết hợp lý, ưu tiên những công trình có tính ứng dụng cao và đóng góp cho định hướng phát triển ngành. Thông qua tuyển tập này, bạn đọc có thể hình dung bức tranh chung về tình hình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ địa không gian trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường ở Việt Nam hiện nay, cũng như xu hướng phát triển trong tương lai.

Ban Khoa học hy vọng Tuyển tập sẽ là tài liệu tham khảo hữu ích, có giá trị cho công tác nghiên cứu, giảng dạy, học tập và hoạch định chính sách, góp phần thúc đẩy nghiên cứu phát triển khoa học công nghệ của ngành. Sự ra đời của Tuyển tập còn thể hiện sự hợp tác tốt đẹp của Viện và Hội trong công tác tổ chức Hội thảo và xuất bản ấn phẩm khoa học. Xin trân trọng cảm ơn các nhà khoa học đã gửi bài và đóng góp cho sự thành công của Hội thảo và Tuyển tập. Xin chân thành cảm ơn Lãnh đạo Bộ Tài nguyên và Môi trường, Lãnh đạo Viện, Hội, các đơn vị và cá nhân đã ủng hộ, giúp đỡ để Tuyển tập được hoàn thành và phát hành đến bạn đọc.

BAN KHOA HỌC

Hội thảo khoa học và công nghệ:
“Công nghệ địa không gian thông minh trong quản lý tài nguyên và môi trường”

MỤC LỤC

CHỦ ĐỀ THỨ NHẤT

PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN THÔNG MINH VÀ HÀNH LANG PHÁP LÝ

VAI TRÒ CỦA CÔNG NGHỆ VÀ DỮ LIỆU ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG HÀNH
TRÌNH THỰC HIỆN MỤC TIÊU CÁC MÔ HÌNH TĂNG TRƯỞNG MỚI 1

Võ Chí Mỹ, Võ Ngọc Dũng, Võ Thị Công Chính

GEOAI: CÔNG NGHỆ VÀ ỨNG DỤNG TRONG ĐỊA KHÔNG GIAN 12

Nguyễn Phi Sơn, Nguyễn Quang Minh

NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG VÀ XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN
THÔNG MINH ỨNG DỤNG TRONG NGÀNH QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI Ở VIỆT NAM..39

Mẫn Quang Huy

MỘT SỐ GIẢI PHÁP TĂNG CƯỜNG HIỆU QUẢ CẬP NHẬT CUNG CẤP VÀ SỬ
DỤNG DỮ LIỆU ĐỊA LÝ 48

Nguyễn Văn Thảo

NÂNG CAO HIỆU QUẢ CHIẾT TÁCH TỰ ĐỘNG ĐỐI TƯỢNG ĐỊA LÝ PHỤC VỤ
CẬP NHẬT CƠ SỞ DỮ LIỆU NỀN ĐỊA LÝ TỶ LỆ LỚN BẰNG MÔ HÌNH CNN-
OBIA 59

*Nguyễn Thị Ngọc Hồi, Nguyễn Thanh Thủy, Phạm Thị Hồng Lam, Đinh Thị Thanh, Bùi
Thị Thanh Huyền, Vũ Thị Hồng Hà, Phạm Văn Thành*

XÂY DỰNG DỰ THẢO TIÊU CHUẨN CƠ SỞ VỀ KHẢO SÁT, ĐO ĐẠC VÀ THÀNH
LẬP BẢN ĐỒ ĐỐI TƯỢNG ĐỊA LÝ TRONG LÒNG ĐẤT THUỘC PHẠM VI TẦNG
NÔNG - PHƯƠNG PHÁP GEORADAR..... 76

*Nguyễn Phi Sơn, Nguyễn Thanh Thủy, Đào Ngọc Long, Lê Chí Thịnh, Nguyễn Thị Huệ,
Nguyễn Thị Thảo, Nguyễn Văn Chức, Lê Viết Nam*

NGUYÊN TẮC VÀ QUY TRÌNH ĐẶT TÊN CHO CÁC ĐỐI TƯỢNG ĐỊA LÝ 90

Trịnh Anh Cơ

THỬ NGHIỆM VẬN HÀNH VÀ ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG LẤY MẪU NƯỚC MẶT
TRÊN XUÔNG TỰ HÀNH 97

Lưu Hải Âu, Đặng Xuân Thủy, Lưu Hải Bằng, Ngô Thị Liên, Phan Doãn Thành Long

THÀNH LẬP BẢN ĐỒ HỆ SINH THÁI ĐẤT NGẬP NƯỚC DỰA TRÊN DỮ LIỆU
VỆ TINH VÀ ĐỊA LÝ - CẢNH QUAN 109

*Nguyễn Thị Thanh Hương, Đinh Thị Thanh, Nguyễn Thị Huệ, Nguyễn Xuân Thang, Phạm
Thế Tài, Đặng Việt Hoàng, Phan Thị Xuân, Nguyễn Hải Yến, Lê Thị Hoàn*

NGHIÊN CỨU KẾT HỢP SỐ LIỆU ĐO CAO VỆ TINH TRONG BÀI TOÁN XÁC
ĐỊNH DỊ THƯỜNG TRỌNG LỰC BIỂN..... 125

Nguyễn Văn Sáng, Phạm Văn Tuyên, Nguyễn Thị Thanh Hương

NGHIÊN CỨU THÀNH LẬP VÀ XỬ LÝ SỐ LIỆU LƯỚI ĐỘ CAO QUAN TRẮC
LÚN MẶT ĐẤT TẠI KHU VỰC XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH CÔNG NGHIỆP 137

Trần Khánh, Trần Thùy Linh, Phạm Phú Ninh

GIỚI THIỆU QUY TRÌNH TÍNH TOÁN VÀ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ TỔNG LƯỢNG
ĐIỆN TỬ TỰ DO (TEC) THỜI GIAN THỰC TỪ DỮ LIỆU ĐO GNSS TRÊN LÃNH
THỔ VIỆT NAM..... 148

Lại Văn Thủy

XÁC ĐỊNH BIẾN THIÊN TRỌNG LỰC BẰNG MÁY FG5-X..... 163

Đinh Xuân Mạnh, Trần Thị Chính, Nguyễn Xuân Thắng

CHỦ ĐỀ THỨ HAI
ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN
TRONG QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN HỌC MÁY THÀNH LẬP BẢN ĐỒ
NGUY CƠ NGẬP LỤT KHU VỰC THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG173

*Nguyễn Thanh Bằng, Trần Đăng Hùng, Bùi Thanh Huyền, Lê Phương Hà, Giang Hoàng
Hiệp, Phạm Quang Hiệp, Phạm Minh Hải*

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÁC MÔ HÌNH HỌC MÁY VÀ DỮ LIỆU ĐỊA KHÔNG
GIAN TRONG DỰ BÁO NGUY CƠ CHÁY RỪNG.....190

Vũ Văn Trường, Trịnh Lê Hùng, Lê Quang Tú

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN TRONG ỨNG DỤNG MÔ HÌNH
ENSEMBLE LEARNING VỚI CÁC TRẠM QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG MẶT ĐẤT
PHỤC VỤ XÂY DỰNG BẢN ĐỒ PHÁT THẢI BỤI MỊN $PM_{2.5}$ 207

Phạm Minh Hải, Nguyễn Văn Tuấn

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH YOLO TRONG GIẢI ĐOÁN TỰ ĐỘNG CÁC
ĐỐI TƯỢNG NGẦM TẦNG NÔNG.....223

Phạm Minh Hải, Vũ Duy Tân

ĐÁNH GIÁ MỐI QUAN HỆ GIỮA NỒNG ĐỘ BỤI PM_{10} VỚI LỚP SỬ DỤNG
ĐẤT/LỚP PHỦ BỀ MẶT ĐẤT TẠI THÀNH PHỐ HÀ NỘI238

Phạm Anh Tuấn, Nguyễn Đắc Trường, Đào Đình Đức

ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THÁM TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG
RONG BIỂN TẠI TỈNH KHÁNH HÒA.....251

Trần Thanh Hà, Nguyễn Văn Hùng

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG ẢNH VIỄN THÁM LANDSAT 8/9 TRONG GIÁM SÁT Ô
NHIỄM BỤI PM₁₀, PM_{2.5} TẠI KHU VỰC NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THAN 267

Chu Hải Tùng, Đặng Trường Giang, Nghiêm Văn Ngo

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ TẠI TỈNH CÀ MAU SỬ
DỤNG ẢNH VỆ TINH SENTINEL-5P PHỤC VỤ MỤC TIÊU PHÁT TRIỂN BỀN
VỮNG..... 278

Đỗ Thị Hoài, Lê Minh Hằng

ỨNG DỤNG MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) ĐA PHỔ NHẦM XÁC ĐỊNH
CHẤT THẢI NHỰA KHU VỰC CỒN CHIM ĐÀM THỊ NẠI, TỈNH BÌNH ĐỊNH 292

Ngô Anh Tú, Nguyễn Thị Tường Vi, Nguyễn Xuân Học, Châu Mai Trúc, Nguyễn Thị An Hòa

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI BỀN VỮNG Ở VIỆT NAM THEO
MÔ HÌNH CỦA FAO VÀ THỬ NGHIỆM TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH VĨNH PHÚC VÀ
PHÚ YÊN 305

*Phạm Lê Phương, Nguyễn Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Huệ, Lê Chí Thịnh, Nguyễn Thị
Thu, Nguyễn Tuấn Anh, Lê Văn Hùng, Nguyễn Trọng Đợi*

ỨNG DỤNG GIS KẾT HỢP PHÂN TÍCH NHÂN TỐ KHÁM PHÁ (EFA) VÀ PHÂN
TÍCH THỨ BẬC (AHP) XÁC ĐỊNH GIÁ ĐẤT PHỔ BIẾN TRÊN THỊ TRƯỜNG
PHỤC VỤ XÂY DỰNG HỆ SỐ ĐIỀU CHỈNH GIÁ ĐẤT TẠI PHƯỜNG NGUYỄN
VĂN CỪ, THÀNH PHỐ QUY NHƠN, TỈNH BÌNH ĐỊNH 319

Nguyễn Trọng Đợi, Nguyễn Duy Tính, Nguyễn Minh Toàn, Nguyễn Y Hoài Ni

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ĐỊNH GIÁ ĐẤT THEO PHƯƠNG PHÁP THAM CHIẾU
THỬA CHUẨN PHỤC VỤ ĐỊNH GIÁ ĐẤT Ở ĐÔ THỊ, THỬ NGHIỆM TẠI PHƯỜNG
TRƯỜNG ĐỊNH, QUẬN HAI BÀ TRUNG, THÀNH PHỐ HÀ NỘI 336

Bùi Thị Cẩm Ngọc, Đặng Thu Hằng, Tô Xuân Thọ

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CUỘC SỐNG ĐÔ THỊ THEO KHẢ NĂNG TIẾP CẬN
KHÔNG GIAN TẠI THÀNH PHỐ TUYỀN QUANG, TỈNH TUYỀN QUANG352

Bùi Ngọc Tú, Lê Phương Thủy, Trần Quốc Bình, Mẫn Quang Huy, Phạm Lê Tuấn, Nguyễn Xuân Linh, Đinh Thị Bảo Hoa

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH CA-MARKOV VÀ LCM DỰ BÁO XU THẾ BIẾN ĐỘNG SỬ
DỤNG ĐẤT LƯU VỰC SÔNG TRÀ KHÚC GIAI ĐOẠN 2010 - 2030368

Dur Vũ Việt Quân, Nguyễn Hữu Duy, Nguyễn Quốc Huy, Phạm Viết Thành, Nguyễn Cao Huân, Phạm Minh Tâm

ĐÁNH GIÁ Ô NHIỄM ÁNH SÁNG BAN ĐÊM KHU VỰC ĐÔ THỊ TỪ DỮ LIỆU VỆ
TINH Suomi-NPP-VIIRS385

Trịnh Lê Hùng, Lê Văn Phú

ĐÁNH GIÁ VÀ SỬ DỤNG DỮ LIỆU GOOGLE BUILDINGS FOOTPRINT CHO
THÀNH LẬP BẢN ĐỒ MẬT ĐỘ XÂY DỰNG KHU VỰC THÀNH PHỐ HÀ NỘI...397

Đông Thị Bích Phương

KẾT HỢP PHƯƠNG PHÁP LỌC KALMAN VÀ PHƯƠNG PHÁP TỰ HỒI QUY
THÀNH LẬP MÔ HÌNH VÀ DỰ BÁO BIẾN DẠNG CÔNG TRÌNH407

Phạm Quốc Khánh, Nguyễn Hà, Nguyễn Công Sơn

ỨNG DỤNG KẾT HỢP CÔNG NGHỆ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) VÀ
GIS TRONG TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG TẠI KHU VỰC
ĐÔ THỊ419

Hoàng Thị Thu Hà, Trịnh Ngọc Bích, Nguyễn Thị Ngọc Hồi, Nguyễn Văn Tuấn

QUY TRÌNH THU NHẬN, XỬ LÝ DỮ LIỆU VỀ TÀI SẢN GẮN LIỀN VỚI ĐẤT
PHẦN DƯỚI MẶT ĐẤT TRONG KHÔNG GIAN BA CHIỀU433

Nguyễn Thị Thảo, Trịnh Thị Tố Uyên, Trần Thị Minh Đức, Hoàng Thị Tâm, Nguyễn Thị Chi

THÀNH LẬP TẬP BẢN ĐỒ PHỤC VỤ QUẢN LÝ VÀ BẢO TỒN ĐẤT NGẬP NƯỚC KHU VỰC BÁN ĐẢO CÀ MAU	448
---	-----

Nguyễn Thị Chi, Đồng Thị Bích Phương, Hoàng Thị Tâm

ỨNG DỤNG ẢNH VIỄN THĂM TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG RONG BIỂN TẠI TỈNH KHÁNH HÒA

Trần Thanh Hà¹, Nguyễn Văn Hùng²

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Cục Viễn thám Quốc gia

Ngày nhận bài: 19/4/2024; Ngày gửi phản biện: 19/4/2024; Ngày chấp nhận đăng: 05/6/2024

Tóm tắt:

Rong biển là một trong số hệ sinh thái dưới nước có năng suất sinh học cao và cung cấp các dịch vụ sinh thái thiết yếu cho con người. Tuy nhiên, thảm thực vật rong biển trên thế giới nói chung và Việt Nam đang đứng ở trong tình trạng suy giảm nghiêm trọng về diện tích và sinh cảnh phân bố. Việc phát hiện và lập bản đồ thảm thực vật dưới nước, đặc biệt là rong biển đã thu hút sự chú ý của cộng đồng nghiên cứu ngay từ những năm 1980. Ban đầu, việc giám sát này dựa vào sự quan sát tại chỗ của các chuyên gia. Sau này, với những tiến bộ của công nghệ viễn thám đã mở ra cơ hội cho các phương pháp giám sát rong biển nhanh hơn, rẻ hơn và tương đối chính xác. Landsat 9 OLI là thế hệ mới nhất của chương trình Landsat, việc sử dụng ảnh viễn thám Landsat 9 OLI mang lại lợi ích trong việc lập kế hoạch và thực hiện các biện pháp hiệu quả để bảo vệ tài nguyên ven biển tại tỉnh Khánh Hòa để hướng tới quản lý bền vững nguồn lợi rong biển cũng như phát triển nghề trồng rong biển tại đây. Kết quả cho thấy bản đồ phân bố rong biển có thể được thành lập từ nguồn ảnh đa phổ Landsat 9 với độ chính xác chung đạt 84,15% và hệ số Kappa đạt 0,786. Diện tích rong biển được ước tính khoảng 2809 ha trong năm 2023 và phân bố chủ yếu ở Vân Phong, Nha Phu - Ninh Hòa, Nha Trang và Cam Ranh.

Từ khóa: Viễn thám, Rong biển, Ảnh Landsat 9 OLI.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rong biển là một trong những hệ sinh thái tự nhiên đa dạng sinh học nhất trên thế giới. Chúng không chỉ cung cấp môi trường sống, nơi sinh sản và nơi trú ẩn cho động vật biển [12], mà còn là nguồn thực phẩm đa dạng [2]. Chức năng chính của chúng bao gồm làm ổn định tầng đáy chống xói lở bờ [3], đồng thời còn là nơi làm tổ, sinh sản, trú ngụ của nhiều loài thủy sản khác nhau. Ngoài ra rong biển còn có ý nghĩa trong việc bảo vệ môi trường. Trong quá trình sinh trưởng, rong biển có thể hấp thụ các chất dinh dưỡng như nitơ và phốt pho để khắc phục hiện tượng phú dưỡng ở vùng nước gần bờ [4] và giảm bớt sự nở hoa của tảo có hại (HAB) [5]. Rong biển, có thể giảm thiểu quá trình axit hóa đại dương [6], hấp phụ kim loại nặng (ví dụ Zn, Pb, Cu, Cr, v.v.) và lọc

nước [7]. Hơn nữa, rong biển còn cho thấy tiềm năng ứng dụng đáng kể trong ngành công nghiệp thực phẩm, dược phẩm và mỹ phẩm [8].

Tuy nhiên, có rất nhiều mối đe dọa đối với môi trường sống của rong biển chủ yếu là do tác động của con người bao gồm nồng độ CO₂ tăng cao và sự nóng lên do biến đổi khí hậu [9]. Biến đổi khí hậu cũng có thể tạo điều kiện thuận lợi cho sự xâm nhập tảo có hại gây lên hiện tượng tảo nở hoa ở một số vùng biển trên thế giới [10]. Vì vậy, để duy trì và bảo tồn loài này cần thiết phải giám sát sự phân bố không gian của chúng từ đó có cơ sở để quản lý và khai thác hợp lý loài rong biển có giá trị kinh tế cao. Do việc kiểm tra, giám sát rong biển là công việc nguy hiểm và tốn kém, đòi hỏi phải có thuyền và thợ lặn khi thực hiện bằng phương pháp truyền thống. Vì vậy, giám sát từ xa và tự động sẽ giảm đáng kể chi phí lao động và giảm lượng khí thải carbon của tàu là cần thiết [11].

Công nghệ viễn thám với nguồn dữ liệu phong phú từ dữ liệu đa phổ đến siêu phổ được cho là kho dữ liệu hữu ích để lập bản đồ rong biển vì nó có thể xử lý dữ liệu trên một khu vực quy mô rộng lớn và đa thời gian [12]. Trong đó, độ phân giải không gian là chỉ tiêu quan trọng ảnh hưởng đến độ chính xác của việc thành lập rong biển bằng công nghệ viễn thám đa phổ. Độ phân giải không gian của ảnh càng cao thì thông tin chi tiết mà nó có thể cung cấp càng phong phú [13, 14]. Tuy nhiên, các loại dữ liệu ảnh có độ phân giải càng cao thì độ rộng dải chụp càng nhỏ (ngoại trừ ảnh SPOT 6/7), nên khi tiến hành giám sát trên diện rộng sẽ cần có nhiều ảnh để phủ trùm khu vực thi công. Khi thực hiện giám sát sự biến động theo thời gian của các đối tượng rong biển thì sẽ cần phải có dữ liệu ảnh đa thời gian được chụp tại các thời điểm khác nhau, do đó số lượng ảnh cần chụp cũng sẽ nhân lên rất nhiều. Các vệ tinh viễn thám chụp ảnh độ phân giải cao và siêu cao với dải chụp nhỏ sẽ khó đáp ứng được yêu cầu nói trên, nhất là trong điều kiện thời tiết thường xuyên có mây, mù như ở Việt Nam. Mặt khác, các dữ liệu ảnh độ phân giải cao và siêu cao đều là dữ liệu ảnh thương mại nên chi phí mua ảnh để giám sát biến động trên diện rộng sẽ tương đối lớn.

Trong khi đó, các dữ liệu ảnh viễn thám độ phân giải trung bình như Landsat 9 (15 m), Sentinel-2 (10 m) có dải chụp rộng lên tới hàng trăm km, diện tích phủ trùm lớn, được chụp liên tục theo các chu kỳ 16 ngày (Landsat 9), 5 ngày (Sentinel 2A/B) do đó rất thuận lợi cho việc giám sát biến động theo thời gian các đối tượng thảm thực vật ở các khu vực ven biển nơi khó tiếp cận bằng phương pháp đo đạc trực tiếp ngoại nghiệp [15, 16, 17]. Để giám sát những thay đổi và nguyên nhân suy giảm thảm thực vật rong biển thì dữ liệu cần được thu thập trong khoảng thời gian rất dài, do đó dữ liệu ảnh Landsat là phù hợp vì những lý do sau: Thứ nhất, ảnh Landsat được thu thập miễn phí, người sử dụng chỉ cần đăng ký và tải dữ liệu xuống để sử dụng từ các trang Web của nhà cung cấp. Thứ 2 ảnh

Landsat có từ ảnh TM đến ETM+, cũng như các cảm biến OLI, hiện cũng cấp một lượng dữ liệu lớn trong khoảng thời gian dài nhất so với các ảnh viễn thám vệ tinh khác.

Thảm thực vật rong biển thường phân bố ở các vùng nước mặn, nước lợ, cửa sông, vùng triều sâu, ngập nước... do đó sự hấp thụ và phản xạ của nước ảnh hưởng rất lớn đến khả năng phản xạ phổ của rong biển. Nước cung cấp môi trường bán trong suốt cho bức xạ điện từ, do đó bức xạ điện từ có thể phản xạ, truyền qua nước và tới thảm thực vật rong biển nhưng bị suy giảm khi sang tia xanh lục (Green), triệt tiêu ở cuối dải sóng đỏ (Red) [18]. Vì vậy, nhiều nghiên cứu đã đề xuất sử dụng dải sóng nhìn thấy trong viễn thám quang học để nghiên cứu thảm rong biển [19]. Tuy nhiên, khi độ sâu đại dương sâu và chất lượng môi trường nước kém thì độ chính xác của việc nhận dạng rong biển sẽ giảm đi [20]. Do đó, độ phản xạ quang phổ của rong biển tốt nhất ở bước sóng điện từ (400 nm - 700 nm) và kênh hồng ngoại (1000 nm - 2000 nm) [21].

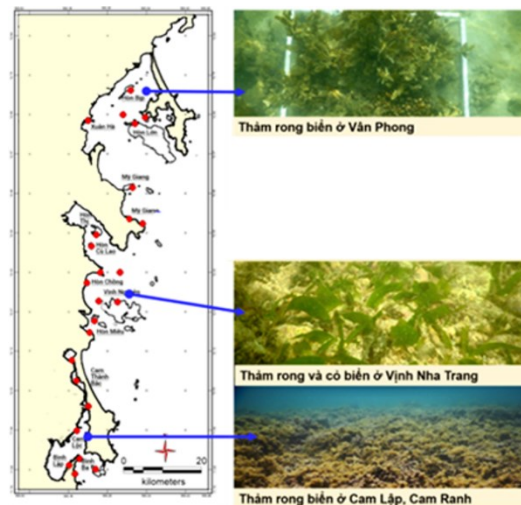
Dựa trên vai trò cũng như giá trị kinh tế mà rong biển mang lại thì việc nghiên cứu sự phân bố cũng như biến động của thảm rong biển và điều kiện tiên quyết để thực hiện công tác quản lý và bảo vệ. Cùng với ưu điểm của công nghệ viễn thám mang lại, trong nghiên cứu này nhóm tác giả muốn nghiên cứu thử nghiệm ảnh vệ tinh Landsat 9 thành lập bản đồ phân bố rong biển tại vùng biển Khánh Hòa.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Vùng biển Khánh Hòa có tính đa dạng sinh học cao, trong đó có nhiều loài sinh vật biển có giá trị, đặc biệt là các loài rong biển. Rong biển đã tạo nên thảm thực vật đa dạng và phong phú với chức năng và vai trò sinh thái quan trọng ở vùng biển ven bờ như: làm ổn định tầng đáy chống xói lở bờ, đồng thời còn là nơi làm tổ, sinh sản, trú ngụ của nhiều loài thủy sản khác nhau, góp phần duy trì sinh kế và đời sống của bộ phận lớn cộng đồng cư dân sống trong khu vực phân bố của chúng. Một số loài rong biển có giá trị kinh tế cao như rong mơ, rong nho... nên chúng được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp thực phẩm, công nghiệp dệt in hoa, hồ vôi, công nghiệp sinh học và y học. Chính vì vậy, trong thời gian vừa qua tình trạng khai thác rong trên địa bàn tỉnh đã diễn ra một cách tự phát và xảy ra khá phổ biến tại các vùng biển khu vực đảo Bình Ba, bãi Cạn Lớn, vịnh Vân Phong... Từ tình trạng khai thác tự phát này, sản lượng rong bị ảnh hưởng rất nhiều, rong bị khai thác khá bừa bãi, thậm chí ngay từ khi còn non, cộng với cách khai thác không có phương pháp khiến thảm thực vật được cho là mái nhà của các loài thủy sản bị ảnh hưởng rất lớn, gây tổn hại đến hệ sinh thái biển. Do vậy, cần thiết phải có biện pháp hữu hiệu, khách quan giám sát và quản lý nguồn rong biển nhằm phục vụ phát triển bảo tồn hệ thực vật vùng ven biển. Ngoài ra, do đặc tính mùa vụ của các thảm thực vật rong biển và phân bố

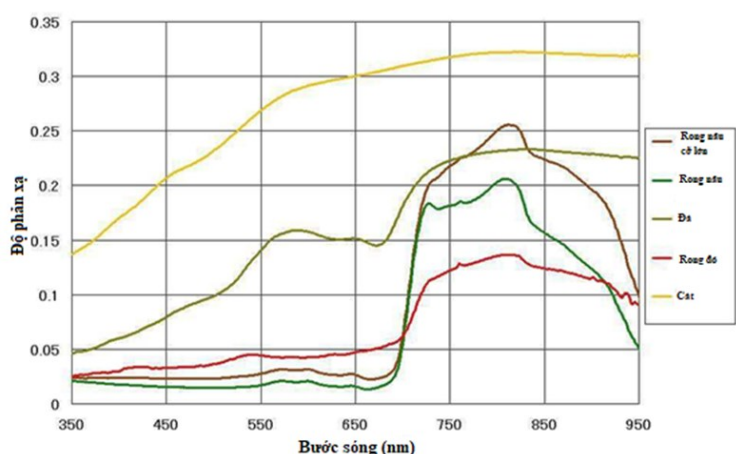
hệ thực vật vùng ven biển nên việc đánh hiện trạng và biến động của hệ thực vật này theo các phương pháp truyền thống (khảo sát, điều tra thực địa) là rất khó khăn và tốn kém.



Hình 1: Phân bố rong biển ven bờ tỉnh Khánh Hòa

2.2. Dữ liệu sử dụng

Như phân tích trong phần giới thiệu về ưu điểm của ảnh Landsat 9 trong thành lập bản đồ phân bố rong biển tại Khánh Hòa. Đề tài sử dụng 01 cảnh ảnh vệ tinh Landsat 9 thu 16/05/2023 được xử lý ở mức 1 có độ phủ mây 7,81% để tiến hành thử nghiệm. Dữ liệu do Landsat 9 thu được sẽ đồng nhất về đặc điểm hình học, hiệu chỉnh, vùng phủ sóng và quang phổ với dữ liệu hiện đang lưu trữ. Tất cả các sản phẩm dữ liệu Landsat 9 được tải miễn phí qua các trang Web của cục Địa chất Hoa kỳ (USGS) với địa chỉ: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Các thiết bị trên vệ tinh Landsat 9 là bản sao được nâng cấp của các thiết bị hiện đang thu thập dữ liệu trên Landsat 8, vốn đã cung cấp dữ liệu vượt trội về mặt hình học và bức xạ so các thế hệ vệ tinh Landsat trước đây. Các máy ảnh kỹ thuật số được thiết kế để tái tạo những gì con người nhìn thấy bằng mắt, do đó chúng chỉ thu nhận ánh sáng ở các bước sóng đỏ, lục và lam và sau đó áp dụng các bộ lọc màu đỏ, lục và lam (còn gọi là kênh) cho các bước sóng này, tương ứng khi kết hợp sẽ tạo ra hình ảnh RGB trông tự nhiên. Các bước sóng khác nhau có thể giúp chúng ta phân biệt một số đối tượng tốt hơn các đối tượng khác hoặc thậm chí giúp "nhìn xuyên qua" các đối tượng như mây hoặc khói. Sự kết hợp của các kênh phổ Cận hồng ngoại NIR, Hồng ngoại sóng ngắn thứ hai SWIR2 và Aerosol ven biển (Coastal Aerosol) được sử dụng để lập bản đồ hiện trạng rong biển. Vì rong biển mọc ở vùng nước nông nên kênh phổ Aerosol biển (Coastal Aerosol) kết hợp với các kênh cận hồng ngoại NIR, hồng ngoại sóng ngắn thứ hai SWIR2 ở vệ tinh Landsat-9, rất phù hợp để theo dõi sự phân bố của rong biển.



Hình 2: Phản xạ quang phổ của một số loài rong biển [21]

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Công việc xử lý, phân tích ảnh viễn thám Landsat 9 được thực hiện trên phần mềm xử lý ảnh ENVI 5.3. Các công việc được thể hiện trong quy trình sau:



Hình 3: Quy trình thành lập bản đồ hiện trạng lớp phủ

2.3.1. Hiệu chỉnh ảnh hưởng khí quyển

Để hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển và xác định rong biển nghiên cứu sử dụng phương pháp Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes (FLAASH) để tính toán giá trị phản xạ bề mặt của ảnh Landsat 9. Các công cụ này do các cơ quan nghiên cứu uy tín phát triển, đã chứng minh được tính hiệu quả, tin cậy và đã được sử dụng rộng rãi trên thế giới. FLAASH hiệu chỉnh khí quyển cho dữ liệu trong dải sóng nhìn thấy, cận hồng ngoại và hồng ngoại trung của tư liệu ảnh siêu phổ hoặc đa phổ, trong đó có tính đến ảnh hưởng của thoát hơi nước và ảnh hưởng của các hạt bụi trong không khí. FLAASH tính mô hình truyền của bức xạ trong khí quyển theo MODTRAN (MODerate resolution atmospheric TRANsmission). Phương pháp hiệu chỉnh khí quyển FLAASH được xây dựng và phát triển trong phần mềm ENVI.

2.3.2. Hiệu chỉnh ảnh hưởng cột nước

Hiệu chỉnh cột nước nhằm loại bỏ một số yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng ảnh. Đây là bước quan trọng trong việc xây dựng bản đồ và phương pháp hiệu chỉnh bằng phép tính chỉ số bất biến theo độ sâu DII.

2.3.3. Thu thập mẫu thực địa

Các số liệu thu thập mẫu thực địa trong bài báo được tham khảo từ đề tài mã số: TNMT.2020.08.03. Theo như báo cáo đề tài các mẫu thực địa được thực hiện khảo sát bằng thuyền máy khảo sát theo hướng từ bờ ra phía biển cho đến khi không còn phát hiện có sự phân bố của các thảm thực vật (rong biển và cỏ thủy sinh) hoặc độ sâu của cột nước đạt đến độ sâu 10 m, sau đó sử dụng máy định vị toàn cầu (GPS-eTrex 10, Garmin®, Hoa Kỳ) ghi nhận vị trí các điểm khảo sát. Tổng cộng đã thu được 110 điểm mẫu, vị trí các kiểu đáy ở các độ sâu khác nhau được định vị trên máy GPS cầm tay sau đó được sử dụng làm các điểm chia khóa giải đoán ảnh vệ tinh. Từ đó xây dựng khóa giải đoán kiểu đáy được chia thành 5 lớp chính là nền đá-san hô, nền cát, nền bùn cát.

2.3.4. Xây dựng khóa giải đoán ảnh, mẫu phân loại

- Xác định các lớp đối tượng cần thực hiện giải đoán phân loại (rong biển, cỏ biển lẫn rong biển, cát).

- Việc xác định các khóa giải đoán ảnh và các mẫu phân loại cần dựa trên các đặc điểm về hình dạng, kích thước, cấu trúc, tông màu, phân bố, đặc tính phản xạ phổ trên các kênh ảnh, đặc điểm sinh trưởng, phát triển, hoạt động của các loại đối tượng trong khu vực nghiên cứu.

- Các mẫu phục vụ giải đoán phân loại phải đảm bảo tính đại diện, đồng nhất (không có lẫn các yếu tố khác), đặc tính phản xạ phổ ổn định, rõ ràng.

- Các khóa giải đoán, mẫu phân loại phải có thể nhìn rõ trên ảnh và có độ lớn đảm bảo (kích thước mỗi chiều nên từ 5 pixel trên ảnh trở lên).

2.3.5. Phân loại ảnh, giải đoán ảnh

Trên cơ sở các khóa giải đoán, mẫu phân loại được lựa chọn tiến hành phân loại theo phương pháp có giám định sử dụng các thuật toán phân loại xác suất cực đại (ML- Maximum Likelihood). Phương pháp phân loại các đối tượng theo thuật toán xác suất cực đại (Maximum Likelihood) đã được sử dụng trong nghiên cứu. Thuật toán xác suất cực đại có thể xem là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất trong xử lý ảnh viễn thám để xây dựng các lớp phủ thực vật. Đây là phương pháp phân loại có kiểm định, mỗi pixel được tính xác suất thuộc vào một lớp nào đó và nó được gán vào lớp mà xác suất thuộc vào lớp đó là lớn nhất. Phương pháp này cho kết quả phân loại chính xác nhưng lại mất nhiều thời gian tính toán, phụ thuộc vào sự phân bố chuẩn của dữ liệu và kinh nghiệm của kỹ thuật viên.

2.3.6. Kiểm tra đánh giá kết quả

Kết quả phân loại cần được đánh giá độ chính xác thông qua bảng ma trận nhầm lẫn (Confusion Matrix). Thông thường độ chính xác đạt > 80% được coi là đạt yêu cầu.

Nếu chưa đạt yêu cầu cần kiểm tra đánh giá lại chất lượng các mẫu phân loại cũng như các kênh dữ liệu đầu vào.

2.3.7. Biên tập, lập bản đồ hiện trạng rong biển

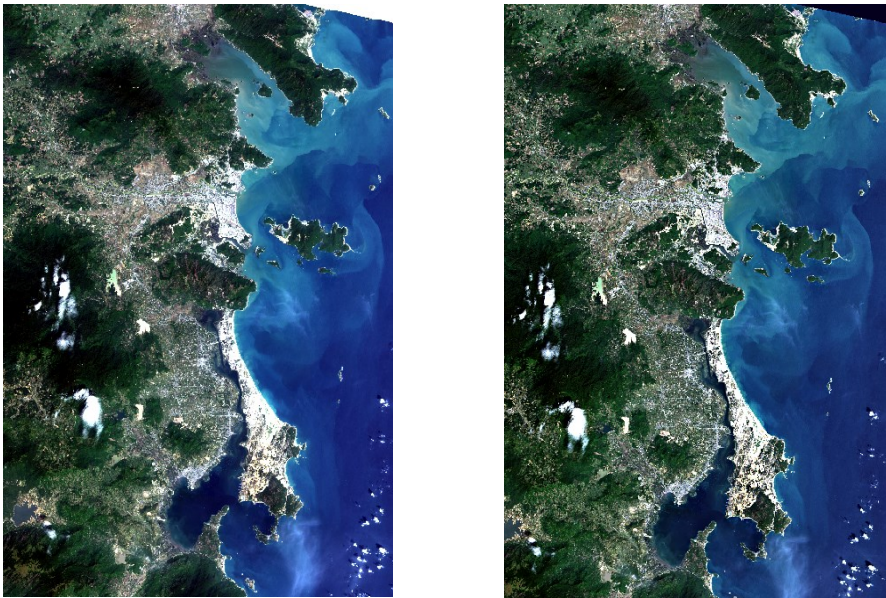
Trên cơ sở các kết quả phân loại và giải đoán ảnh đã thu được ở các bước trước, tiến hành biên tập, tích hợp chỉnh sửa trên các phần mềm ArcGis 10.3

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển

Việc hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển và tính thông số độ dày quang học của sol khí được tính toán từ ảnh Landsat 8 OLI/TIRs sử dụng phần mềm FLAASH. FLAASH là gói phần mềm hiệu chỉnh khí quyển dựa trên ngôn ngữ MODTRAN4 (MODerate resolution atmospheric TRANsmission) mới nhất, được phát triển bởi Phòng thí nghiệm Phillips Hanscom AFB và Khoa học quang phổ, Inc (Sách, hướng dẫn sử dụng FLAASH). Công cụ này giúp xác định một cách chính xác các đặc tính vật lý của phản xạ bề mặt thông qua việc bù trừ các tính chất khí quyển như albedo bề mặt, độ cao bề mặt, cột hơi

nước, độ sâu quang học của đám mây, và đám mây, nhiệt độ bề mặt và khí quyển từ dữ liệu HSI. FLAASH hoạt động trong dải phổ 0,4 - 2,5 μ . Phương pháp hiệu chỉnh khí quyển FLAASH được xây dựng và phát triển trong phần mềm ENVI [12].



Hình 4: Ảnh chụp khu vực Khánh Hòa trước (trái) và sau (phải) khi hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển

3.2. Hiệu chỉnh cột nước

Ảnh Landsat OLI gồm 9 kênh có bước sóng từ 435 nm đến 1384 nm với độ phân giải không gian 30 m, trong đó kênh 8 là kênh toàn sắc có độ phân giải 15 m. Các kênh ảnh OLI bao gồm kênh xanh lam - B2 ($\lambda = 452 - 512$ nm), kênh xanh lục - B3 ($\lambda = 533 - 590$ nm) và kênh đỏ - B4 ($\lambda = 636 - 673$ nm) là các kênh chỉ dùng để phân tích chỉ số bất biến theo độ sâu (DII) phục vụ thành lập bản đồ hiện trạng rong biển.

Dữ liệu độ sâu được trích xuất từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25.000 cập nhật năm 2018 khu vực Vịnh Vân Phong. Các bản đồ địa hình này dùng để lựa chọn các điểm then chốt có độ sâu không vượt quá 15 m (lấy đường đẳng sâu 16 m làm giới hạn). Bản đồ địa hình này cũng được sử dụng để bao phủ các khu vực có độ sâu lớn hơn 15 m nước.

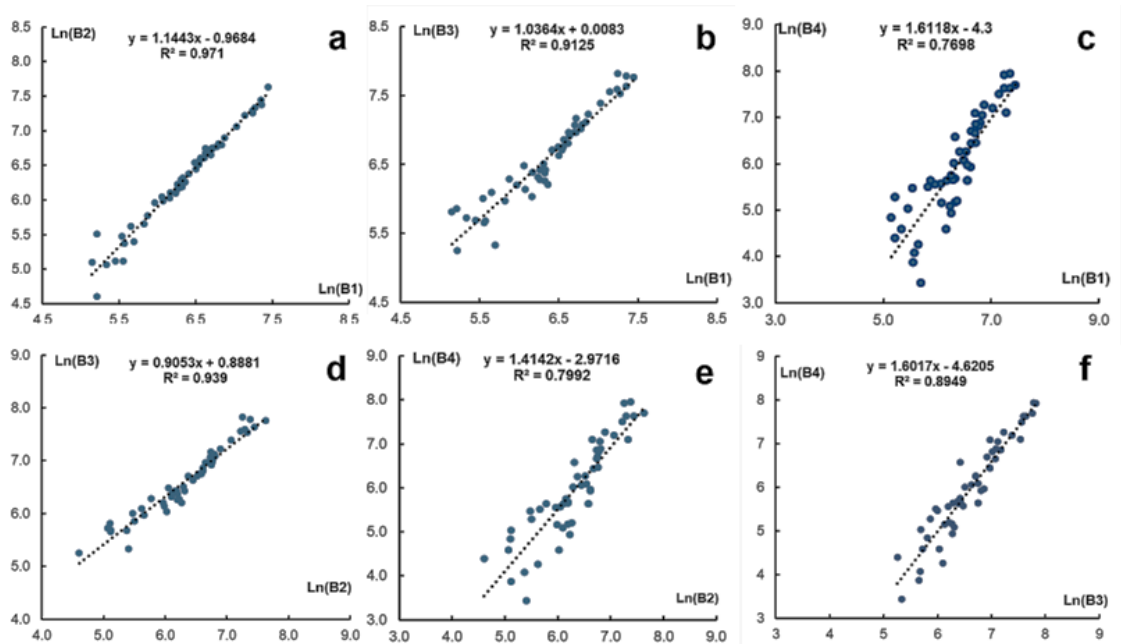
Ở vùng nước ven bờ, mô hình Lyzenga thường được sử dụng để hiệu chỉnh cột nước vì tính đơn giản và hiệu quả của mô hình này. Quá trình hiệu chỉnh cột nước đã chuyển phổ phản xạ bề mặt về phổ phản xạ nền đáy. Để loại bỏ hiệu ứng tán xạ và hấp thụ ánh sáng trong cả khí quyển và nước, Lyzenga (1981) đã đề xuất tính toán chỉ số bất biến theo độ sâu dựa trên hệ số suy giảm giữa các kênh phổ như sau:

$$DII = \ln(L_i) - \frac{k_i}{k_j} \ln(L_j) \quad (1)$$

Trong đó i, j là các kênh phổ khác nhau. L_i, L_j là phổ phản xạ đã hiệu chỉnh khí quyển tại kênh phổ i, j . k_i, k_j là hệ số suy giảm tại các kênh phổ i và j .

Ảnh Landsat 9 OLI sau khi tải về sẽ được hiệu chỉnh bằng công cụ ACOLITE (Vanhellemont et al., 2018). Ba kênh màu xanh lam B2, B3 xanh lục và kênh B4 màu đỏ đã được chọn để xây dựng chỉ số bất biến độ sâu DII [22].

Kết quả tính toán trên phần mềm Excel thể hiện qua hình 5 bằng các chỉ số bất biến theo độ sâu cho các cặp kênh phổ như sau đối với ảnh Landsat-9 OLI. Dựa trên 3 kênh ảnh mới không phụ thuộc vào độ sâu, tiến hành tổ hợp ảnh để xây dựng ảnh tổ hợp màu dựa trên 3 kênh ảnh mới. Trong nghiên cứu này, không tiến hành hiệu chỉnh ảnh hưởng của sóng - một trong những tác động đến phổ phản xạ của chất đáy vì kết quả khảo sát trên mặt biển cho thấy khu vực vùng biển ven bờ tỉnh Khánh Hòa lặn sóng nên yếu tố này không ảnh hưởng nhiều đến phổ phản xạ chất đáy.



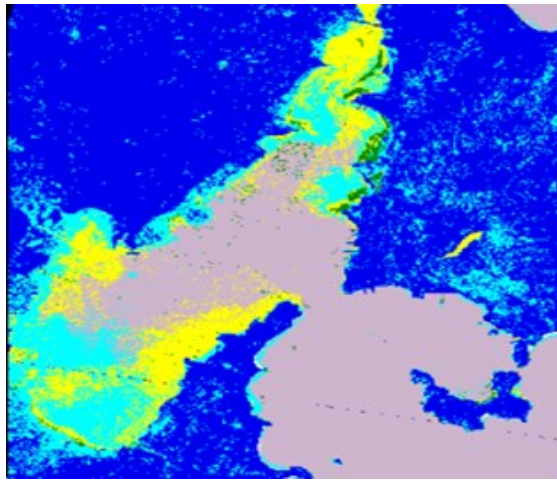
Hình 5: Quan hệ tuyến tính giữa phổ phản xạ bề mặt của kênh 1 và kênh 2 (a); kênh 1 và kênh 3 (b); kênh 1 và kênh 4 (c); kênh 2 và kênh 3 (d); kênh 2 và kênh 4 (e); kênh 3 và kênh 4 (f) của dữ liệu ảnh Landsat 9 OLI.

3.3. Phân loại ảnh

Sau khi xây dựng được chỉ số DII, chỉ số sẽ lần lượt thực hiện phương pháp phân loại có giám sát Maximum Likelihood với dữ liệu huấn luyện là 70% dữ liệu khảo sát, 30% dữ liệu còn lại đánh giá độ chính xác của kết quả sau khi phân loại.

Phân loại có giám sát: thuật toán phân loại có giám sát (Maximum Likelihood Classifier) được sử dụng trong quá trình phân loại các loại hình lớp phủ quanh khu vực thực nghiệm.

Giải đoán dựa vào các điểm chìa khóa thực địa bằng phương pháp phân loại Maximum Likelihood kết quả sau phân loại.



Hình 6: Hình ảnh thu nhỏ kết quả phân loại ảnh bằng phương pháp Maximum Likelihood khu vực đầm Thủy triều, huyện Cam Lâm, tỉnh Khánh Hòa

Đánh giá độ chính xác

Độ chính xác toàn cục ảnh không những phụ thuộc vào độ chính xác của các vùng mẫu mà còn phụ thuộc vào mật độ và sự phân bố các ô mẫu. Độ chính xác của các mẫu giám định và ảnh phân loại được thể hiện bằng bảng ma trận sai số [23]. Có thể nói rằng ma trận sai số thể hiện sự nhầm lẫn giữa lớp này và lớp khác trong quá trình phân loại.

Từ bảng ma trận sai số, độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa được ước tính bằng công thức (2) và (3) [24]:

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

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii}}{N} \quad (3)$$

Trong đó:

K là Hệ số Kappa;

OA (Overall Accuracy): Độ chính xác toàn cục;

r: Số lượng cột trong ma trận ảnh;

N: Tổng pixel quan sát được trong ma trận ảnh;

Xii: Số lượng pixel quan sát được tại hàng i và cột i (trên đường chéo chính);

Xi+: Tổng pixel quan sát tại hàng i;

X+i: Tổng pixel quan sát tại cột i.

Hệ số Kappa nằm trong khoảng từ 0 đến 1 là đạt yêu cầu [25].

Độ chính xác tổng thể và hệ số Kappa, sử dụng phương pháp áp dụng chỉ số DII được thể hiện trong bảng 1

Độ chính xác tổng thể = $308/366 = 84,15\%$; Hệ số Kappa = 0,786.

Bảng 1: Ma trận sai số phân loại sau khi sử dụng chỉ số DII

Các đối tượng được phân loại trên ảnh viễn thám	Dữ liệu mẫu được chọn trên thực địa			
	Rong biển	Cỏ biển lẫn rong biển	Cát	Tổng
Rong biển	110	9	12	131
Cỏ biển lẫn rong biển	22	76	16	114
Cát	9	10	102	121
Tổng	141	95	130	366

3.4. Thành lập bản đồ hiện trạng rong biển

Ảnh phân loại rong biển được chuyển sang dạng tif được nhập vào phần mềm ArcGIS để biên tập thành lập bản đồ hiện trạng hệ thực vật dưới nước ven bờ rong biển được thể hiện ở hình 7.

Kết quả nghiên cứu cho thấy số lượng rong biển hiện nay ở khu vực ven bờ tỉnh Khánh Hòa ước tính khoảng 2815 ha, phân bố chủ yếu ở Vân Phong, Nha Phu - Ninh Hòa, Nha Trang và Cam Ranh. Như đã trình bày ở trên, phương pháp thông thường để thu thập thông tin rong biển thông qua khảo sát thực địa và theo các báo cáo thống kê không thể đáp ứng nhu cầu thu thập thông tin rong biển nhanh chóng và chính xác. Với độ chính xác tổng thể đạt 84,15% và chỉ số Kappa đạt 0,786, nghiên cứu cho thấy phương pháp sử dụng ảnh viễn thám phù hợp để giám sát thảm thực vật rong biển trên quy mô

rộng, với chi phí thấp và hiệu quả. Vì vậy, việc ứng dụng công nghệ viễn thám trong giám sát sự phân bố không gian của rong biển có ý nghĩa rất lớn trong bảo tồn các loài rong biển, ngoài ra còn thích hợp cho việc phát triển nghề trồng rong biển phục vụ phát triển kinh tế.



Hình 7: Bản đồ hiện trạng rong biển năm 2023

4. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu cho thấy phương pháp sử dụng ảnh viễn thám có thể xác định khoanh vùng các khu vực rong biển thuộc tỉnh Khánh Hòa tương đối chính xác. Kết quả nghiên cứu nêu bật tiềm năng của phương pháp này trong việc cải thiện việc quản lý và tính bền vững của thảm thực vật rong biển, cũng như cung cấp thông tin có giá trị cho các nhà hoạch định chính sách và các bên liên quan trong quản lý biển. Ngoài ra các nguồn dữ liệu ảnh viễn thám hiện nay rất đa dạng, phong phú, thời gian chụp lặp liên tục nên có thể sử dụng phương pháp này trong giám sát biến động hệ thực vật rong biển nhằm phục vụ nghề nuôi trồng rong biển để phát triển kinh tế biển bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lyzenga, D. R., 1981, Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data. *Int J Remote Sens*, 2(1), 71-82. doi:10.1080/01431168108948342
- [2]. Tiwari BK, Troy DJ. 2015. Seaweed Sustainability: Food and Non-Food Applications, 1-470.
- [3]. Vettori D, Nikora V. 2019. Flow-seaweed interactions of *Saccharina latissima* at a blade scale: Turbulence, drag force, and blade dynamics. *Aquat Sci*. 81(4):61.
- [4]. Zeng Y, Jin R, Zhang X, Wang Q, Wu J. 2019. The considerable environmental benefits of seaweed aquaculture in China. *Stoch Environ Res Risk Assess*. 33(4-6):1203-1221.
- [5]. Zhu Y, Wang Z, Song L, Christakos G, Agustí S, Duarte C, Wu J. 2022. Dynamics of phytoplankton community in relation to seasonal variation and *Laminaria japonica* culturing in coastal areas. *Estuarine Coastal Shelf Sci*. 277:108063.
- [6]. Xiao X, Agustí S, Yu Y, Huang Y, Chen W, Hu J, Li C, Li K, Wei F, Lu Y, et al. 2021. Seaweed farms provide refugia from ocean acidification. *Sci Total Environ*. 776:145192.
- [7]. He P, Xu S, Zhang H, Wen S, Dai Y, Lin S, Yarish C. 2008. Bioremediation efficiency in the removal of dissolved inorganic nutrients by the red seaweed, *Porphyra yezoensis*, cultivated in the open sea. *Water Res*. 42(4-5):1281-1289.
- [8]. Hasan MM. 2017. Algae as nutrition, medicine and cosmetic: the forgotten history, present status and future trends. *WJPPS*. 6(6):1934-1959.

- [9]. Brodie, J., Williamson, C. J., Smale, D. A., Kamenos, N. A., Mieszkowska, N., Santos, R., Hall-Spencer, J. M. (2014). The future of the NE Atlantic benthic flora in a high CO₂ world. *Ecology and Evolution*, 4, 2787-2798
- [10]. Brodie, J., Wilbraham, J., Pottas, J., Guiry, M. D. (2016). A revised check-list of the seaweeds of Britain. *Journal of the Marine Biological Association*, 96, 1005-1029.
- [11]. Bostock J., Lane A., Hough C., Yamamoto K. An assessment of the economic contribution of EU aquaculture production and the influence of policies for its sustainable development. *Aquac. Int.* 2016; 24:699-733. doi: 10.1007/s10499-016-9992-1.
- [12]. Pham, D., Tien, J. X., Ha, N. T., Bui, D. T., Le, N. N., & Tekeuchi, W. (2019). A review of remote sensing approaches for monitoring blue carbon ecosystems: Mangroves, sea grasses and salt marshes during 2010-2018. *Sensors*, 19(8).
- [13]. M.M. Coffey, D.D. Graybill, P.J. Whitman, B.A. Schaeffer, W.B. Salls, R.C. Zimmerman, V. Hill, M.C. Lebrasse, J. Li, D.J. Keith, J. Kaldy, P. Colarusso, G. Raulerson, D. Ward, W.J. Kenworthy. Providing a framework for seagrass mapping in United States coastal ecosystems using high spatial resolution satellite imagery. Y. Li, J. Bai, L. Zhang, Z. Yang
- [14]. Mapping and spatial variation of seagrasses in Xincun, Hainan Province, China, based on satellite images *Remote Sens.*, 14 (2022), p. 2373 *Environ. Manage.*, 337 (2023), Article 117669.
- [15]. N.T. Ha, M. Manley-Harris, T.D. Pham, I. Hawes A comparative assessment of ensemble-based machine learning and maximum likelihood methods for mapping seagrass using Sentinel-2 Imagery in Tauranga Harbor, New Zealand *Remote Sens.*, 12 (2020), p. 355.
- [16]. Kuhwald, K., Schneider Von Deimling, J., Schubert, P., Oppelt, N., 2021, How can Sentinel-2 contribute to seagrass mapping in shallow, turbid Baltic Sea waters? *Remote Sens. Ecol. Con.*
- [17]. M.L. Zoffoli, P. Gernez, P. Rosa, A. Le Bris, V.E. Brando, A. Barillé, N. Harin, S. Peters, K. Poser, L. Spaias, G. Peralta, L. Barillé Sentinel-2 remote sensing of

Zostera noltei-dominated intertidal seagrass meadows *Remote Sens. Environ.*, 251 (2020), Article 112020.

[18]. NingLiu, LiWu, LongshengChen, HongSun, QiaoxueDong, JingzhuWu. 2018. Spectral Characteristics Analysis and Water Content Detection of Potato Plants Leaves. *IFAC-PapersOnLine*. Volume 51, Issue 17, Pages 541-546.

[19]. A. Dekker, V. Brando, J. Anstee, S. Fyfe, T. Malthus, E. Karpouzli Remote Sensing of Seagrass Ecosystems: Use of Spaceborne and Airborne Sensors. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer, Netherlands, Dordrecht (2007), pp. 347-359.

[20]. P. Wicaksono, M.A. Fauzan, I.S.W. Kumara, R. Noviaris, W. Lazuardi, Z. Zhafarina Analysis of reflectance spectra of tropical seagrass species and their value for mapping using multispectral satellite images. *Int. J. Remote Sens.*, 40 (2019), pp. 8955-8978.

[21]. B.K. Veettil, R.D. Ward, M.D.A.C. Lima, M. Stankovic, P.N. Hoai, N.X. Quang Opportunities for seagrass research derived from remote sensing: A review of current methods. *Ecol. Ind.*, 117 (2020), Article 106560.

[22]. Lyzenga, D. R., 1981, Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data. *Int J Remote Sens*, 2(1), 71-82. doi:10.1080/01431168108948342

[23]. N. A. R. Setyawidati, et al "Percentage cover, biomass, distribution, and potential habitat mapping of natural macroalgae, based on high-resolution satellite data and in situ monitoring, at Libukang Island, Malasoro Bay, Indonesia," *Journal of Applied Phycology*, vol. Vol.30, no. 1, pp. 159-171, 2017.

[24]. Nguyễn Ngọc Thạch, 2011. "Những nguyên lý cơ bản về viễn thám, hệ thống thông tin địa lý và hệ thống định vị toàn cầu," Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.

[25]. Komatsu, T., Sagawa, T., Sawayama, S., Tanoue, H., Mohri, A., Sakanishi, Y. (2012), Mapping is a key for sustainable development of coastal waters. In: *Sustainable Development*, In Tech Publishing Co. Book 2 (Free Online Book), Croatia, pp. 145-160.

Summary

Application of remote sensing imagery in mapping the current status of seaweed in Khanh Hoa province

Tran Thanh Ha

Hanoi University of Mining and Geology

Nguyen Van Hung

National Remote Sensing Center

Seaweed ecosystems are among the most biologically productive aquatic systems and provide essential ecological services to humanity. However, globally and in Vietnam, seaweed vegetation is experiencing significant declines in both area and habitat distribution. The identification and mapping of underwater vegetation, particularly seaweed, have garnered the attention of the research community since the 1980s. Initially, this monitoring was based on the in situ observations of experts. Subsequently, advancements in remote sensing technology have opened opportunities for faster, cheaper, and relatively accurate methods of monitoring seaweed. Landsat 9 OLI, the latest generation of the Landsat program, offers significant benefits in the planning and implementation of effective measures to protect coastal resources in Khánh Hòa Province, aiming towards the sustainable management of seaweed resources and the development of seaweed cultivation in the region. The results indicate that distribution maps of seaweed can be generated from Landsat 9 multispectral imagery with an overall accuracy of 84.15% and a Kappa coefficient of 0.786. The seaweed area was estimated to be approximately 2809 hectares in 2023, primarily distributed in Vân Phong, Nha Phu - Ninh Hòa, Nha Trang, and Cam Ranh.

Keywords: *Remote sensing, Seaweed, Landsat 9 OLI imagery.*