

**PHÂN TÍCH MỐI LIÊN HỆ GIỮA HOẠT ĐỘNG Lặn KHAI THÁC
THỦY SẢN VÀ RẠN SAN HÔ KHU VỰC
VỊNH VÂN PHONG - KHÁNH HÒA THEO KHUNG DPSIR**

**ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DIVING-BASED FISHING ACTIVITIES
AND CORAL REEFS IN VAN PHONG BAY, KHANH HOA PROVINCE,
USING THE DPSIR FRAMEWORK**

Phạm Xuân Thái¹, Hoàng Xuân Bền², Nguyễn Lâm Anh³

1. Viện Khoa học Thủy sản

2. Viện Hải dương học

3. Trường Đại học Nha trang

Tác giả liên hệ: Nguyễn Lâm Anh, Email: anhnl@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 22/03/2026; Ngày phản biện thông qua: 16/09/2026 ; Ngày duyệt đăng: 30/09/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu áp dụng khung DPSIR để đánh giá mối liên hệ giữa hoạt động lặn khai thác thủy sản và các áp lực đối với rạn san hô tại vịnh Vân Phong, dựa trên dữ liệu thứ cấp và phỏng vấn 70 ngư dân đại diện cho 70 tàu nghề lặn.

Các yếu tố kinh tế, nhu cầu duy trì thu nhập và truyền thống nghề lặn được ghi nhận là những động lực của hoạt động khai thác (Driving forces) trong khi ngư dân gặp khó khăn về vốn và kỹ năng chuyển đổi sinh kế. Tần suất khai thác, việc sử dụng ngư cụ có khả năng gây tổn thương cơ học và các hành vi như dẫm đạp, neo tàu lên rạn được ghi nhận là những yếu tố tạo áp lực vật lý lên hệ sinh thái (Pressures). Độ phủ san hô sống trung bình ghi nhận trong các cuộc khảo sát năm 2024 - 2025 đạt $30,0 \pm 14,0\%$ trong khi cấu trúc nền đáy ghi nhận sự hiện diện của rong lớn và nền đá (State). Có 72,8% số ngư dân cho biết sản lượng giảm và 67,1% ghi nhận thu nhập nghề lặn giảm so với 5 năm trước (Impacts). Ngư dân bày tỏ nhu cầu được hỗ trợ về bảo tồn, vốn vay và khai thác bền vững (Responses).

Nghiên cứu đề xuất tăng cường truyền thông và thúc đẩy quản lý dựa vào cộng đồng nhằm góp phần bảo vệ, nâng cao khả năng phục hồi rạn san hô.

Từ khóa: khung DPSIR, rạn san hô, áp lực khai thác

ABSTRACT

This study used the DPSIR framework to assess the relationship between diving-based fishing activities and pressures on coral reefs in Van Phong Bay, drawing on secondary data and interviews with 70 fishers representing 70 diving fishing vessels. Economic factors, the need for stable income, and long-standing diving traditions are drivers of fishing activities (Driving forces), while fishers face difficulties related to capital and inadequate skills for shifting to alternative livelihoods. Fishing frequency, the use of fishing gear with potential mechanical impacts, and behaviors such as trampling and boat anchoring on reefs create physical pressure on the reef ecosystem (Pressures). The average live coral cover recorded during the surveys in 2024–2025 was $30.0 \pm 14.0\%$, while the benthic structure included macroalgae and rocky substrate (State). A total of 72.8% of fishers reported declining catches, while 67.1% reported a decrease in income from diving fisheries compared with five years earlier (Impacts). Fishers expressed the need for support for conservation, access to loans, and sustainable fishing techniques (Responses).

The study recommends strengthening community outreach and promoting community-based management to contribute to coral reef protection and resilience.

Keywords: DPSIR framework, coral reefs, fishing pressure

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rạn san hô là một trong những hệ sinh thái có năng suất sinh học cao nhất và đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì đa dạng sinh học, bảo vệ bờ biển và cung cấp nguồn lợi thủy sản cho cộng đồng ngư dân ven bờ [1]. Hệ sinh thái này không những cung cấp nơi cư trú, bãi ương giống cho hàng nghìn loài sinh vật biển mà đồng thời cũng là nguồn cung cấp thực phẩm, tạo việc làm và thu nhập cho hàng triệu người dân sống ở vùng ven biển [2].

Tại Việt Nam, rạn san hô phân bố rộng dọc theo bờ biển khu vực miền Trung và Nam Bộ, đặc biệt ở các vịnh đảo có nền đáy rạn như Nha Trang, Vân Phong và Côn Đảo. Tuy nhiên, tại một số khu vực ven biển Việt Nam, rạn san hô đã ghi nhận những biểu hiện suy giảm về độ phủ san hô sống [3, 4]. Theo kết quả nghiên cứu của Đoàn Văn Phúc (2013) [4], độ phủ san hô sống tại vịnh Vân Phong giảm trung bình 0,7%/năm trong giai đoạn từ năm 1994 - 2008, điều này phản ánh xu hướng suy giảm kéo dài. Kết quả nghiên cứu gần đây của Mai Xuân Đạt và cộng sự (2022) [5] cho thấy tại các bãi triều san hô chết chỉ bắt gặp 58 loài cá, trong đó 61,9% là cá con, ngoài ra khảo sát của Viện Hải dương học (2024, 2025) chỉ ra rằng độ phủ san hô sống tại vịnh Vân Phong hiện tại dao động từ 15,0 - 48,7% [6, 7]. Một số hình thức khai thác thủy sản có thể tạo áp lực trực tiếp lên rạn san hô, trong đó hoạt động khai thác bằng ngư cụ tiếp xúc có khả năng gây tổn thương cơ học cho san hô [8], các nghiên cứu trước đây cho thấy hoạt động lặn khai thác trên rạn có thể làm giảm mật độ và kích thước cá, đồng thời làm tăng mức độ tiếp xúc với san hô sống [9, 10].

Khung DPSIR được Cơ quan Môi trường châu Âu (EEA) sử dụng để phân tích mối liên hệ giữa các hoạt động kinh tế xã hội và môi trường [11]. Theo thuật ngữ của khung này, các phát triển xã hội và kinh tế là Động lực (Driving Forces - D) tạo ra các Áp lực (Pressures - P) lên môi trường, từ đó làm thay đổi Hiện trạng (State - S) của môi trường. Những thay đổi này

có thể dẫn đến các Tác động (Impacts - I) lên hệ sinh thái, sức khỏe con người và xã hội, từ đó có thể kích thích Phản ứng (Response - R) của xã hội tác động trở lại các động lực, hiện trạng hoặc tác động thông qua các hành động giảm thiểu, thích ứng hoặc khắc phục [12, 13]. Khung này đã được áp dụng để nghiên cứu tác động con người đến đa dạng sinh học [14, 15] hay các hệ sinh thái ven biển [16]. Theo Maxim và cộng sự (2009) [17], khung DPSIR giúp làm rõ mối liên hệ giữa các hoạt động của con người và những biến đổi của môi trường một cách rõ ràng, dễ tiếp cận đối với các cơ quan xây dựng chính sách. Ở Việt Nam, khung DPSIR cũng đã được sử dụng để đánh giá hiện trạng môi trường hệ sinh thái đất ngập nước ven biển Vườn Quốc gia Côn Đảo [18] hay đánh giá tính bền vững hệ sinh thái các bãi biển ở Đông Bắc Việt Nam [19].

Vịnh Vân Phong được xem là khu vực có sự đan xen giữa khai thác và bảo tồn tài nguyên biển vì đây vừa là ngư trường của nhiều hộ ngư dân, vừa là nơi tập trung các rạn san hô có giá trị sinh thái cao [20]. Các nghiên cứu trước đây đã tiếp cận rạn san hô và hoạt động khai thác thủy sản tại khu vực này ở những khía cạnh khác nhau. Trong đó, Đoàn Văn Phúc (2013) đánh giá hiện trạng rạn san hô và xác định một số tác nhân liên quan đến suy giảm rạn [4]. Vũ Kế Nghiệp và cộng sự (2015) nghiên cứu thực trạng khai thác thủy sản ghi nhận ảnh hưởng của hoạt động khai thác đến nguồn lợi và hệ sinh thái [21]. Mai Xuân Đạt và cộng sự (2022) nghiên cứu quần xã cá tại các bãi triều có nền san hô chết [5]. Tuy nhiên, các yếu tố kinh tế xã hội liên quan đến hoạt động khai thác, hoạt động lặn, áp lực lên rạn, hiện trạng rạn và phản ứng quản lý chưa được xem xét đồng thời trong cùng một khung phân tích. Do đó, nghiên cứu này áp dụng khung DPSIR để xem xét mối liên hệ giữa các động lực kinh tế xã hội, hoạt động lặn khai thác thủy sản và các áp lực đối với rạn san hô. Nghiên cứu sử dụng bộ số liệu điều tra 70 ngư dân nghề lặn năm 2025 kết hợp với dữ

liệu thứ cấp qua đó xem xét các động lực kinh tế xã hội, hoạt động khai thác, áp lực lên rạn, hiện trạng rạn, các tác động được ghi nhận và phản ứng quản lý làm cơ sở đề xuất các giải pháp quản lý và khai thác bền vững tại vịnh Vân Phong.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hệ sinh thái rạn san hô là một trong những hệ thống phức tạp trong môi trường biển, nơi các yếu tố sinh học, kinh tế và xã hội có mối liên kết với nhau. Việc mô tả đầy đủ mối liên hệ giữa hoạt động khai thác và những biến đổi của rạn san hô là một thách thức. Để xem xét mối liên hệ giữa các yếu tố này, nghiên cứu áp dụng khung DPSIR nhằm hệ thống hóa các động lực kinh tế xã hội, hoạt động khai thác, áp lực lên rạn, hiện trạng rạn, các tác động được ghi nhận và phản ứng quản lý, qua đó làm cơ sở đề xuất các giải pháp quản lý và khai thác bền vững nguồn lợi thủy sản.

1. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là hoạt động lặn khai thác thủy sản và các yếu tố liên quan đến áp lực đối với rạn san hô tại khu vực vịnh Vân Phong, tỉnh Khánh Hòa. Đơn vị mẫu là tàu nghề lặn, tại mỗi tàu phỏng vấn một ngư dân đại diện để thu thập thông tin về hoạt động khai thác, ngư cụ, tần suất khai thác, hành vi tiếp xúc với rạn, sản lượng, thu nhập và nhận thức về hiện trạng rạn san hô.

Phạm vi nghiên cứu tập trung tại các xã/phường ven biển gồm xã Vạn Hưng, xã Vạn Ninh, xã Tu Bông, xã Vạn Thắng, xã Đại Lãnh và phường Đông Ninh Hòa nơi có sự phân bố rạn san hô và hoạt động khai thác nghề lặn. Tên địa phương trong bài báo được trình bày theo đơn vị hành chính hiện hành, việc điều tra được thực hiện trong tháng 6 - 7/2025 trước thời điểm sắp xếp đơn vị hành chính.

2. Phương pháp điều tra

2.1. Dữ liệu thứ cấp

Các thông tin dữ liệu thứ cấp được thu thập

từ Chi cục Thủy sản, Biển và Hải đảo tỉnh Khánh Hòa, Viện Hải dương học và các báo cáo, tài liệu chuyên ngành liên quan đến khu vực vịnh Vân Phong. Các số liệu gồm số lượng tàu nghề lặn, độ phủ san hô, thành phần nền đáy và các thông tin về đa dạng sinh học tại khu vực nghiên cứu. Đối với số liệu sinh thái năm 2024 - 2025, nghiên cứu sử dụng kết quả khảo sát Hợp phần 2 về đa dạng sinh học quần xã sinh vật của nhiệm vụ QTRU02.03/25-26 do Viện Hải dương học chủ trì thực hiện, với hai đợt khảo sát vào tháng 10/2024 và tháng 5/2025. Do đó, kết quả khảo sát phản ánh đúng hiện trạng rạn san hô tại thời điểm nghiên cứu diễn ra.

2.2. Dữ liệu sơ cấp

- Dữ liệu sơ cấp được thu thập thông qua phỏng vấn trực tiếp một người đại diện tại mỗi tàu nghề lặn đang hoạt động tại khu vực nghiên cứu. Người được phỏng vấn là chủ tàu, thuyền trưởng hoặc ngư dân trực tiếp tham gia hoạt động khai thác. Việc điều tra được thực hiện từ tháng 6 đến tháng 7 năm 2025 tại các cảng cá và bến cá thuộc vịnh Vân Phong.

- Các tàu được tiếp cận khi bán sản phẩm khai thác. Do không có danh sách cập nhật về tình trạng hoạt động và thời điểm cập bến của từng tàu để thực hiện lựa chọn ngẫu nhiên, nghiên cứu sử dụng phương pháp chọn mẫu thuận tiện trong quá trình tiếp cận thực địa; tại mỗi tàu chỉ phỏng vấn một người đại diện và mỗi tàu chỉ được điều tra một lần nhằm tránh trùng lặp mẫu.

- Một số nội dung liên quan đến biến động sản lượng, thu nhập và hiện trạng nguồn lợi so với giai đoạn trước thì nghiên cứu sử dụng phương pháp phỏng vấn hồi cố. Các thông tin về hoạt động khai thác hiện tại, ngư cụ, tần suất khai thác và hành vi tiếp xúc với rạn được thu thập trực tiếp tại thời điểm điều tra. Các thông tin hồi cố có thể chịu ảnh hưởng sai lệch nhớ lại của người trả lời, do đó các kết quả này được sử dụng để phản ánh xu hướng được ngư dân ghi nhận.

- Nội dung điều tra được xây dựng theo các nhóm thông tin phục vụ phân tích DPSIR gồm: các yếu tố kinh tế xã hội và sinh kế liên quan đến hoạt động khai thác, đặc điểm hoạt động khai thác, ngư cụ, tần suất khai thác và hành vi tiếp xúc với rạn, nhận thức của ngư dân về sự thay đổi của nguồn lợi và hiện trạng rạn san hô, biến động sản lượng và thu nhập, nhu cầu hỗ trợ về bảo tồn, vốn và kỹ thuật khai thác bền vững.

- Do phương pháp chọn mẫu thuận tiện, mẫu điều tra có thể chưa phản ánh đầy đủ đặc điểm của toàn bộ các tàu nghề lặn đang hoạt động tại khu vực nghiên cứu. Số lượng mẫu giữa các địa phương không đồng đều, do đó kết quả được sử dụng chủ yếu để mô tả đặc điểm và xu hướng của hoạt động khai thác được ghi nhận từ các đối tượng khảo sát; việc diễn giải kết quả giữa các địa phương được thực hiện ở mức tham khảo và không nhằm khái quát cho toàn bộ đội tàu nghề lặn.

2.2.1. Số mẫu điều tra

Số mẫu điều tra: Số lượng mẫu điều tra (n) được xác định trong tổng thể (N) theo công thức của Taro Yamane (1967) [22].

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

Trong đó:

n: Kích thước mẫu cần xác định

N: Tổng số tàu nghề lặn (240 tàu) [23]

e: Sai số chuẩn cho phép. Theo hướng dẫn của FAO [24] trong lĩnh vực thủy sản, độ tin cậy từ 90 ÷ 95% có thể được áp dụng để bảo đảm tính đại diện của mẫu đối với tổng thể. Trong nghiên cứu này, mức độ tin cậy được lựa chọn là 90%, e = 0,1. Với mức sai số 10%, cỡ mẫu điều tra được xác định là 70 tàu.

3. Phương pháp xử lý và phân tích số liệu

Số liệu được mã hóa, tổng hợp và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 365, sau đó phân tích bằng thống kê mô tả (tần suất, tỷ lệ

phần trăm, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn).

Khung DPSIR được điều chỉnh từ Li và cộng sự (2025) [16] nhằm phân tích mối quan hệ giữa hoạt động khai thác thủy sản và sự thay đổi của rạn san hô tại khu vực nghiên cứu. Cụ thể:

- Động lực (Driving forces): các yếu tố kinh tế, sinh kế thúc đẩy hoạt động khai thác;

- Áp lực (Pressures): cường lực và tần suất khai thác, ngư cụ khai thác và các hành vi tiếp xúc vật lý;

- Hiện trạng (State): độ phủ san hô sống và thành phần nền đáy, nhận định của ngư dân;

- Tác động (Impacts): những thay đổi về nguồn lợi, sản lượng và thu nhập được ghi nhận qua điều tra;

- Phản ứng (Responses): nhu cầu hỗ trợ về bảo tồn, vốn vay và các kiến nghị của ngư dân.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Động lực

Hoạt động khai thác nghề lặn tại khu vực vịnh Vân Phong gắn với một số yếu tố kinh tế và xã hội, đây là vùng biển có nền đáy đa dạng, nước trong và độ sâu trung bình từ 5 - 25 m thuận lợi cho các hoạt động nghề lặn thủ công quy mô nhỏ. Cộng đồng ngư dân sinh sống ven bờ tại các xã/phường ven biển như xã Vạn Hưng, xã Vạn Ninh, xã Tu Bông, xã Vạn Thắng, xã Đại Lãnh và phường Đông Ninh Hòa có truyền thống gắn bó lâu đời với nghề biển, các hộ được điều tra xác định nghề lặn là nguồn thu nhập chính của gia đình với kinh nghiệm khai thác phổ biến từ 10 - 15 năm.

Về mặt sinh kế, nghề lặn là một trong những hoạt động tạo nguồn thu nhập cho cộng đồng ngư dân ven biển tại vịnh Vân Phong, sản lượng khai thác trong mẫu khảo sát dao động từ 18 đến 42 kg/ngày/tàu, cho thấy sự biến động về sản lượng giữa các tàu. Sản lượng khai thác trung bình của các nhóm mẫu theo địa phương dao động từ $27,5 \pm 3,5$ đến

$36,5 \pm 2,1$ kg/ngày/tàu (Bảng 1). Mặc dù sản lượng khai thác có sự biến động, nghề lặn vẫn

là nguồn thu nhập quan trọng góp phần duy trì sinh kế của ngư dân tại khu vực nghiên cứu.

Bảng 1. Sản lượng khai thác của tàu nghề lặn theo địa phương tại vịnh Vân Phong (n = 70)

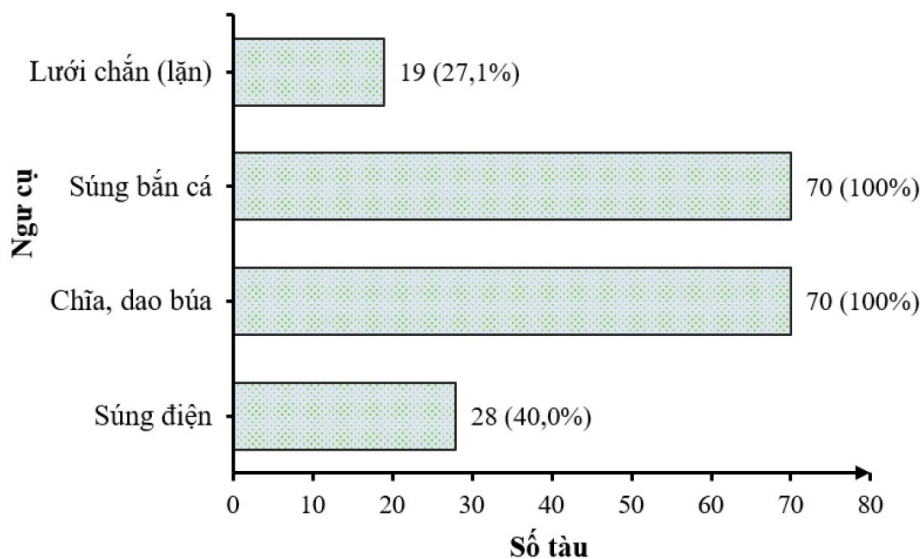
Địa phương	Số mẫu (n)	Khoảng biến động (kg/ngày/tàu)	Sản lượng trung bình $\pm$ SD (kg/ngày/tàu)
Đại Lãnh	23	18 - 39	$29,5 \pm 5,5$
Đông Ninh Hòa	19	23 - 42	$29,2 \pm 5,1$
Tu Bông	20	24 - 31	$28,4 \pm 1,8$
Vạn Hưng	2	35 - 38	$36,5 \pm 2,1$
Vạn Ninh	4	20 - 38	$29,8 \pm 7,7$
Vạn Thắng	2	25 - 30	$27,5 \pm 3,5$

Bên cạnh động lực kinh tế, các yếu tố xã hội và văn hóa cũng đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì hoạt động khai thác nghề lặn. Phần lớn ngư dân cho biết họ gặp khó khăn trong việc chuyển đổi nghề nghiệp do không có việc làm thay thế, hạn chế về vốn đầu tư và kỹ năng nghề khác, nghề lặn đã tồn tại lâu đời tại cộng đồng ven biển và được truyền lại qua nhiều thế hệ trong gia đình khiến việc thay đổi mô hình sinh kế gặp nhiều khó khăn.

2. Áp lực

Từ các động lực sinh kế mạnh mẽ đã hình

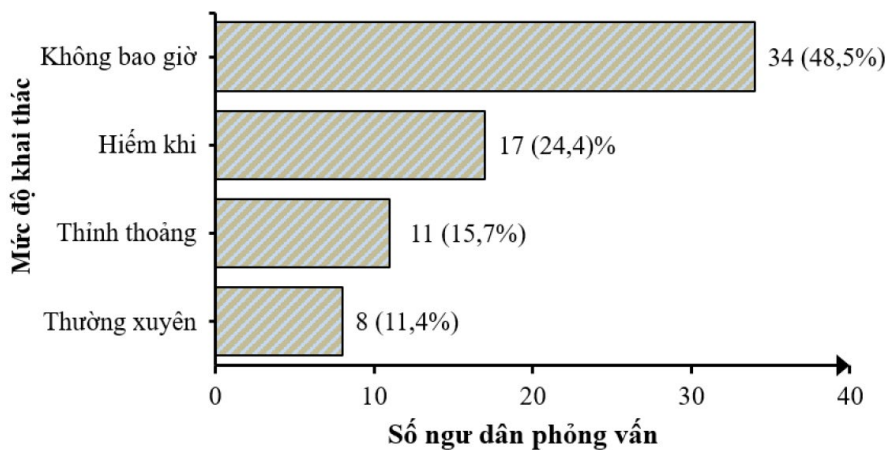
thành, hoạt động khai thác nghề lặn có khả năng tạo áp lực vật lý lên rạn san hô chủ yếu xuất phát từ hình thức và cường lực khai thác mang tính tiếp xúc cao. Kết quả điều tra cho thấy súng bắn cá là ngư cụ được ghi nhận trên toàn bộ các tàu nghề lặn, ngư dân còn sử dụng các dụng cụ hỗ trợ như chĩa, dao búa trong khai thác, ngoài ra có 40,0% số tàu có trang bị súng điện và 27,1% lưới chắn (lặn) để khai thác hải sản (Hình 1). Các nghiên cứu trước đây cho thấy một số loại ngư cụ có thể tác động trực tiếp đến cấu trúc sinh cảnh và gây tổn thương vật lý cho rạn san hô [25].



Hình 1. Ngư cụ khai thác của các tàu (n = 70)

Tần suất khai thác của mỗi tàu dao động từ 3 - 5 chuyến/tuần và tổng thời gian ngư dân nghề lặn khai thác trong mỗi chuyến thường dao động 3 - 6 giờ tùy thuộc vào điều kiện thời tiết, ngư trường và đối tượng khai thác. Việc sử dụng máy nén hơi cho phép kéo dài thời gian lặn, qua đó có thể làm tăng thời gian tiếp xúc với môi trường rạn. Kết quả cho thấy hoạt động khai thác các loài sinh vật sống trên rạn vẫn diễn ra ở một bộ phận ngư dân, cho thấy sự tồn

tại của áp lực khai thác trực tiếp tại các khu vực rạn san hô, trong đó 48,5% ngư dân cho biết không bao giờ khai thác các loài sinh vật sống trên rạn san hô, 24,4% cho biết hiếm khi khai thác, 15,7% thỉnh thoảng khai thác và 11,4% khai thác thường xuyên (Hình 2). Như vậy, 51,5% số ngư dân được phỏng vấn cho biết có thực hiện hoạt động khai thác các loài sinh vật sống trên rạn san hô với các mức độ khác nhau.

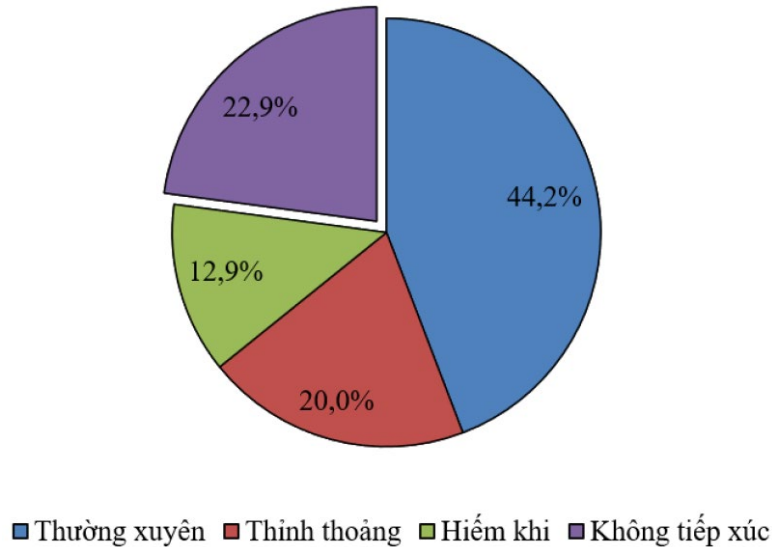


Hình 2. Mức độ khai thác các loài sinh vật sống trên rạn san hô của ngư dân (n = 70)

Theo Jennings và Polunin (1996) [26], việc gia tăng cường độ khai thác và sự tiếp xúc cơ học lặp lại là nguyên nhân chính dẫn đến suy thoái cấu trúc rạn ở các hệ sinh thái nhiệt đới. Bên cạnh áp lực từ ngư cụ và tần suất khai thác, hành vi khai thác của ngư dân cũng góp phần đáng kể làm gia tăng áp lực vật lý và tổn thương cơ học đối với rạn san hô. Nhiều ngư dân neo tàu trực tiếp trên rạn, dẫm đạp, bẻ gãy san hô để tìm hải sản ẩn trú gây phá hủy cấu trúc và làm mất nơi cư trú của sinh vật đáy. Hoạt động này tương tự nghiên cứu tại Indonesia khi kết luận rằng khai thác bằng ngư cụ tiếp xúc trực tiếp được xem là yếu tố chính làm giảm độ phủ và đa dạng loài san hô [27].

Ngoài mức độ hoạt động khai thác, mức độ và hình thức tiếp xúc của ngư dân trong quá trình lặn cũng có thể tạo áp lực vật lý trực tiếp

lên rạn san hô. Các hình thức tiếp xúc được ghi nhận bao gồm những tiếp xúc phát sinh trong quá trình khai thác như neo, dây mắc hoặc di chuyển trên rạn, không chỉ giới hạn ở trường hợp ngư dân chủ động khai thác sinh vật sống trên rạn. Kết quả điều tra cho thấy 77,1% ngư dân ghi nhận có tiếp xúc với rạn san hô trong quá trình khai thác, trong đó 44,2% thường xuyên tiếp xúc, 20,0% thỉnh thoảng tiếp xúc và 12,9% hiếm khi tiếp xúc với rạn san hô sống (Hình 3). Các hình thức tiếp xúc cụ thể được ghi nhận gồm buộc neo/dây vào rạn (30,0%), dẫm đạp lên rạn (17,1%), dây mắc vào rạn (15,7%) và chạm trực tiếp vào rạn (14,3%). Những tiếp xúc cơ học này nếu xảy ra lặp lại trong thời gian dài có thể làm gãy nhánh san hô, tăng độ đục và ảnh hưởng đến khả năng phục hồi của hệ sinh thái [8, 25].

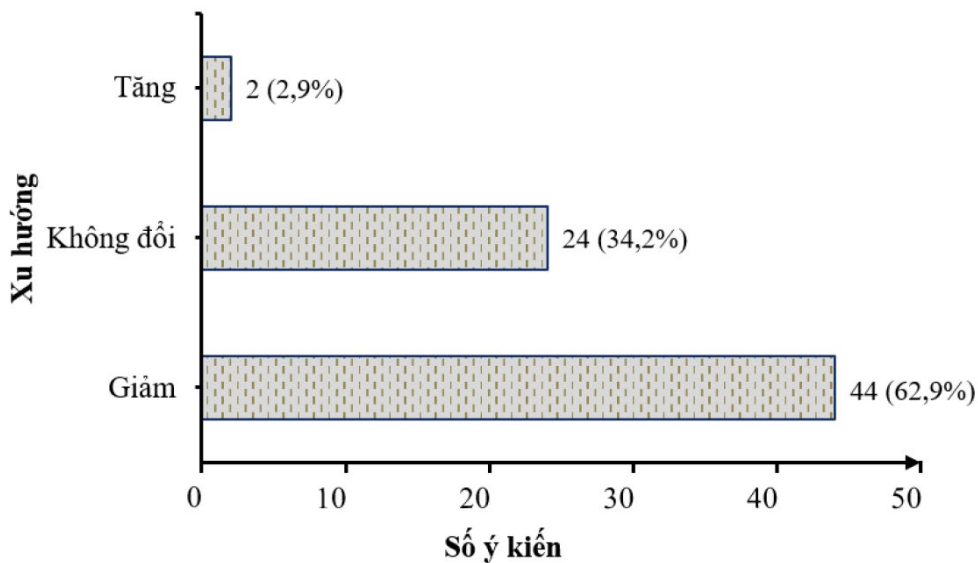


Hình 3. Mức độ tiếp xúc của ngư dân với san hô sống trong quá trình lặn (n = 70)

3. Hiện trạng

Kết quả điều tra xã hội học cho thấy phần lớn ngư dân nhận thấy hệ sinh thái rạn san hô tại vịnh Vân Phong đang có những biểu hiện thay đổi trong những năm gần đây. Cụ thể, 71,4% số ngư dân ghi nhận rạn san hô có thay đổi với các biểu hiện như san hô chết, gãy và phai màu. Về xu hướng phát triển có

62,9% số ngư dân đánh giá rạn san hô có xu hướng giảm, 34,2% cho rằng không thay đổi và 2,9% nhận định có xu hướng tăng hoặc hồi phục (Hình 4). Kết quả này có nét tương đồng với xu thế suy thoái rạn san hô được ghi nhận tại nhiều khu vực trên thế giới, trong đó các áp lực nhân sinh như khai thác quá mức, phát triển ven biển và ô nhiễm là những tác nhân phổ biến [2].



Hình 4. Đánh giá của ngư dân về xu hướng phát triển rạn san hô tại vịnh Vân Phong (n = 70)

Theo kết quả khảo sát sinh thái do Viện Hải dương học thực hiện vào tháng 10/2024 và tháng 05/2025, hệ sinh thái rạn san hô vịnh Vân Phong có mức độ đa dạng sinh học cao với 997 loài thuộc 647 giống và 174 họ, bao gồm 294 loài san hô tạo rạn, 267 loài cá rạn, 169 loài thân mềm, 68 loài giáp xác, 37 loài da gai và 162 loài giun nhiều tơ. Tuy nhiên độ phủ san hô sống trung bình ghi nhận được $30,0 \pm 14,0\%$, trong đó Hòn Đỏ có độ phủ cao nhất (48,7%), tiếp đến là Rạn Trào (26,2%) và Hòn Thẹo (15,0%). Cấu trúc nền đáy cho thấy đá chiếm 41,9%, san hô cứng 29,8%, rong lớn 12,5%, phần còn lại là cát, vụn san hô, san hô mềm và hải miên [7]. Sự xuất hiện của rong lớn và nền đá với tỷ lệ tương đối cao cho thấy cấu trúc nền đáy tại các điểm khảo sát có sự phân bố không đồng nhất. Những thay đổi về cấu trúc nền đáy và sự gia tăng của rong lớn cũng được ghi nhận tại một số rạn san hô nhiệt đới ở các nghiên cứu trước đây, trong đó sự gia tăng dinh dưỡng và các tác động nhân sinh được cho là yếu tố góp phần làm thay đổi cấu trúc quần xã rạn san hô [28, 29].

Các số liệu hồi cổ của Đoàn Văn Phúc (2013) cho thấy độ phủ san hô ở Vân Phong đã suy giảm mạnh trong hơn hai thập kỷ qua, năm 1996 độ phủ san hô cứng trung bình đạt 51,6% nhưng chỉ sau 5 năm giảm còn 22,2%, trong khi san hô mềm chỉ chiếm 2,4%. Xu thế suy thoái này cũng được phản ánh qua việc

tại khu vực Mỹ Giang - Ninh Hòa san hô chết từng được thu gom với khối lượng khoảng 20.000 - 40.000 tấn/năm để làm vật liệu xây dựng [4]. Kết quả này cho thấy quá trình suy thoái rạn san hô tại vịnh Vân Phong đã diễn ra trong thời gian dài và phù hợp với hiện trạng được ghi nhận trong các khảo sát gần đây. Cùng với đó, nghiên cứu của Nguyễn Thiết Hùng (2007) cho thấy quần thể cá rạn đã suy giảm rõ rệt, đặc biệt là các loài có giá trị kinh tế cao như cá mú, cá kềm, cá chình và cá hồng hầu như không còn xuất hiện phổ biến [30].

4. Tác động

Kết quả điều tra cho thấy sản lượng khai thác và thu nhập từ nghề lặn có xu hướng giảm so với 5 năm trước. Cụ thể có 72,8% số ngư dân được phỏng vấn cho biết sản lượng khai thác giảm so với 5 năm trước, đồng thời có tới 67,1% số ngư dân được phỏng vấn ghi nhận thu nhập từ nghề lặn giảm (Bảng 2). Kết quả này cho thấy những thay đổi về sản lượng và thu nhập có thể có liên quan đến sự thay đổi về nguồn lợi và điều kiện khai thác tại khu vực rạn san hô, trong đó sự giảm sản lượng được ngư dân ghi nhận có thể phản ánh những thay đổi về khả năng khai thác nguồn lợi thủy sản. Ngoài ra, thu nhập giảm có thể làm gia tăng áp lực duy trì sinh kế khiến một bộ phận ngư dân tiếp tục phụ thuộc vào hoạt động khai thác nguồn lợi rạn san hô.

Bảng 2. Thay đổi sản lượng khai thác và thu nhập từ nghề lặn so với 5 năm trước (n = 70)

Chỉ tiêu	Tăng (%)	Không đổi (%)	Giảm (%)
Sản lượng khai thác	8,6	18,6	72,8
Thu nhập từ nghề lặn	15,7	17,2	67,1

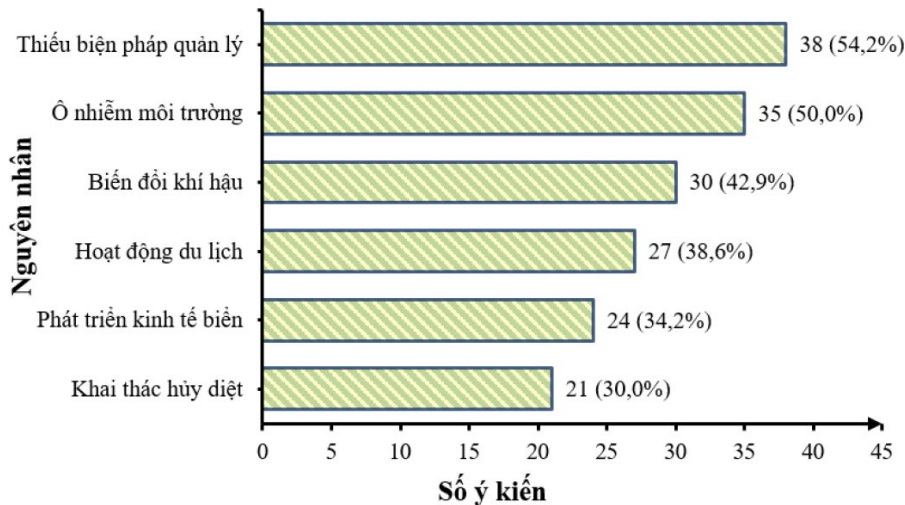
Trong quá trình khai thác, một số ngư dân nhận thấy sự thay đổi về nguồn lợi, thể hiện qua ghi nhận số lượng cá con và sinh vật sống bám giảm so với trước đây. Những ghi nhận này phù hợp với các nghiên cứu trước đây cho thấy hoạt động khai thác và các áp lực nhân

sinh có thể ảnh hưởng đến nguồn lợi và cấu trúc hệ sinh thái rạn san hô [2], [26].

Kết quả điều tra cũng cho thấy ngư dân nhận diện được nhiều yếu tố góp phần làm gia tăng suy thoái rạn san hô, trong đó thiếu biện pháp quản lý (54,2%) và ô nhiễm môi

trường (50,0%) được xem là hai nguyên nhân quan trọng nhất, tiếp theo là biến đổi khí hậu (42,9%), hoạt động du lịch (38,6%), phát triển kinh tế biển (34,2%) và khai thác hủy diệt (30,0%) (Hình 5). Kết quả trên cho thấy mặc dù ngư dân đã nhận thức được nhiều yếu tố

góp phần làm suy thoái rạn san hô, việc giảm áp lực khai thác vẫn gặp nhiều khó khăn do sinh kế của phần lớn ngư dân còn phụ thuộc vào nghề lặn, vì vậy cần kết hợp các giải pháp quản lý nguồn lợi với hỗ trợ sinh kế nhằm giảm áp lực lên hệ sinh thái rạn san hô.



Hình 5. Đánh giá của ngư dân về nguyên nhân suy thoái rạn san hô (n = 70)

5. Phản ứng

Kết quả điều tra cho thấy ngư dân đề xuất nhiều biện pháp nhằm giảm tác động của hoạt động lặn khai thác đến hệ sinh thái rạn san hô. Các biện pháp được lựa chọn nhiều nhất gồm tránh khai thác tại các khu vực rạn nhạy cảm (47,1%) và khai thác theo hướng bền vững (37,1%), tuy nhiên vẫn còn 25,7% số người được phỏng vấn cho rằng không cần thiết áp dụng các biện pháp để bảo vệ rạn san hô. Các kết quả trên phản ánh nhận thức và đề xuất của ngư dân tại thời điểm điều tra, tuy nhiên nghiên cứu chưa đánh giá mức độ thực hiện các biện pháp này trong thực tế.

Các phản ứng được đề xuất tập trung vào hai nhóm giải pháp chính gồm giảm áp lực khai thác và hỗ trợ sinh kế, trong đó các giải pháp hỗ trợ vốn vay và tài chính được lựa chọn cao nhất (82,9%), tiếp đến là hỗ trợ kỹ thuật - đào tạo khai thác bền vững (60,0%) và hoàn

thiện các quy định bảo vệ rạn san hô (58,6%). Tỷ lệ lựa chọn cao đối với các giải pháp hỗ trợ vốn và đào tạo kỹ thuật cho thấy nhu cầu hỗ trợ về tài chính và kỹ thuật của ngư dân, điều này cho thấy các giải pháp giảm áp lực khai thác không chỉ cần gắn với các quy định quản lý mà còn cần xem xét các chính sách hỗ trợ sinh kế phù hợp.

Các kết quả trên cho thấy việc bảo vệ rạn san hô không chỉ phụ thuộc vào nhận thức của ngư dân mà còn cần có sự hỗ trợ từ chính sách và cơ chế quản lý phù hợp, kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Vo Si Tuan và cộng sự (2019) nhấn mạnh vai trò của quản lý thích ứng, sự tham gia của cộng đồng địa phương và các giải pháp phục hồi nhằm nâng cao khả năng chống chịu của hệ sinh thái rạn san hô trước các tác động nhân sinh và biến đổi môi trường [31]. Đối với vịnh Vân Phong, kết quả về nhu cầu hỗ trợ vốn, kỹ thuật và bảo vệ rạn

của ngư dân cho thấy có thể xem xét tăng cường sự tham gia của cộng đồng trong giám sát hoạt động khai thác, tuyên truyền bảo vệ rạn san hô và thực hiện các quy định khai thác bền vững.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Phân tích theo khung DPSIR cho thấy hoạt động lặn khai thác thủy sản tại vịnh Vân Phong gắn với một số yếu tố kinh tế xã hội và sinh kế. Hoạt động khai thác có tần suất dao động 3 - 5 chuyến/tuần, sử dụng một số ngư cụ và ghi nhận các hành vi có khả năng tạo áp lực vật lý lên rạn san hô. Những kết quả này cho thấy hoạt động khai thác là một trong những yếu tố cần được xem xét trong quản lý và bảo vệ hệ sinh thái rạn san hô tại khu vực nghiên cứu.

Có 71,4% số người được phỏng vấn ghi nhận sự thay đổi của rạn san hô, trong đó 62,9% đánh giá rạn có xu hướng suy giảm, các biểu hiện phổ biến gồm san hô chết, gãy và phai màu. Kết quả điều tra ghi nhận xu hướng giảm về sản lượng và thu nhập từ nghề lặn so với 5 năm trước. Tuy nhiên, các số liệu điều tra chưa đủ cơ sở để xác định riêng mức độ ảnh hưởng của suy giảm rạn san hô đến sản lượng và thu nhập của ngư dân.

Ngư dân cũng đề xuất một số giải pháp liên quan đến bảo vệ rạn san hô như hỗ trợ vốn, đào tạo kỹ thuật và hoàn thiện các quy định quản lý. Các kết quả này cho thấy công tác quản lý hoạt động khai thác cần được kết hợp với các giải pháp hỗ trợ sinh kế phù hợp nhằm giảm áp lực lên hệ sinh thái rạn san hô. Nhìn chung, các kết quả nghiên cứu cho thấy rạn san hô tại các khu vực khảo sát ở vịnh Vân Phong đang có những biểu hiện suy giảm, do đó cần tăng cường quản lý hoạt động khai thác, bảo vệ và phục hồi rạn san hô phù hợp với điều kiện thực tế của khu vực.

2. Kiến nghị

Để giảm áp lực của hoạt động khai thác thủy sản đến hệ sinh thái rạn san hô tại vịnh Vân Phong cần hoàn thiện các quy định quản lý hoạt động nghề lặn, kiểm soát việc sử dụng ngư cụ và các phương thức khai thác có nguy cơ gây tác động trực tiếp đến rạn san hô. Bên cạnh đó, cần tăng cường công tác tuyên truyền, tập huấn kỹ thuật khai thác theo hướng bền vững và hỗ trợ ngư dân tiếp cận nguồn vốn nhằm phát triển sinh kế phù hợp góp phần giảm áp lực khai thác lên hệ sinh thái rạn san hô.

Cần thúc đẩy cơ chế quản lý đồng quản lý với sự tham gia của cộng đồng ngư dân gắn với lợi ích kinh tế và bảo tồn, qua đó tăng cường vai trò của ngư dân trong công tác bảo vệ, giám sát và sử dụng bền vững tài nguyên rạn san hô. Ngoài ra, cần tiếp tục thực hiện các chương trình quan trắc, đánh giá hiện trạng và khả năng phục hồi của hệ sinh thái rạn san hô tại vịnh Vân Phong, xem xét triển khai các hoạt động phục hồi chủ động tại những khu vực có mức độ suy giảm và khả năng phục hồi phù hợp.

Trong thời gian tới cần thực hiện các nghiên cứu khảo sát tại những khu vực có mức độ khai thác khác nhau nhằm đánh giá mối quan hệ giữa áp lực khai thác nghề lặn với độ phủ san hô và tình trạng hệ sinh thái rạn san hô, qua đó cung cấp cơ sở khoa học cho việc hoàn thiện các giải pháp quản lý và bảo tồn.

LỜI CẢM ƠN:

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Chủ nhiệm nhiệm vụ “Khảo sát, nghiên cứu đa dạng sinh học và hóa sinh lần thứ 9 giữa VAST-FEB RAS” bằng tàu Viện sĩ Oparin trong vùng biển Việt Nam, mã số QTRU02.03/25-26 đã tài trợ cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. English, C. Wilkinson, and V. Baker, *Survey Manual for Tropical Marine Resources*, 1997.
- [2] L. Burke, K. Reyta, M. Spalding, and A. Perry, *Reefs at Risk Revisited*. Washington, DC: World Resources Institute, 2011.
- [3] Nguyễn Văn Long và Phạm Đình Huỳnh, “Tác động của hoạt động khai thác và du lịch đến rạn san hô tại Cù Lao Chàm, Quảng Nam,” *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, vol. 13, pp. 345-356, 2013.
- [4] Đoàn Văn Phúc, “Đánh giá hồi cổ rạn san hô vịnh Vân Phong tỉnh Khánh Hòa,” *Tạp chí khí tượng thủy văn*, no. 634, pp. 34-43, 2013.
- [5] Mai Xuân Đạt, Nguyễn Văn Long, Phan Thị Kim Hồng, Hứa Thái Tuyển, Nguyễn An Khang và Thái Minh Quang, “Quần xã cá vùng triều san hô chết ở vịnh Vân Phong,” *Tạp chí KH&CN Thủy sản*, no. 2, pp. 11-19, 2022.
- [6] Hoàng Xuân Bền, Nguyễn Trung Hiếu, Mai Xuân Đạt, Thái Minh Quang và Trần Công Thịnh, “Báo cáo chuyên đề: Hiện trạng hệ sinh thái rạn san hô vùng biển ven bờ Phú Yên, Khánh Hòa và Ninh Thuận (đợt 1 năm thứ nhất). Hợp phần số 1: Xây dựng bộ số liệu về một số độc chất môi trường tại vùng biển ven bờ Phú Yên, Khánh Hòa và Ninh Thuận”. Viện Hải dương học Nha Trang, 2024.
- [7] Nguyễn Phi Uy Vũ, Trần Công Thịnh, Mai Xuân Đạt, Thái Minh Quang, Nguyễn Trung Hiếu, Bùi Đức Linh và Hoàng Xuân Bền, “Báo cáo chuyên đề: Thành phần loài và mật độ các nhóm sinh vật chủ yếu (rong biển, san hô cứng, ĐVĐ lớn, cá rạn) và độ phủ thành phần nền đáy rạn san hô. Thuộc nhiệm vụ: Đa dạng sinh học quần xã sinh vật tại các bãi ngầm, đảo xa bờ và vùng nước sâu ở vùng biển miền trung Việt Nam”. Viện Hải dương học Nha Trang, 2025.
- [8] H.E. Fox, “Recovery in rubble fields: long-term impacts of blast fishing,” *Marine Pollution Bulletin*, vol. 46, pp. 1024-1031, 2003.
- [9] A. J. Frisch, A. J. Cole, J.-P. A. Hobbs, J. R. Rizzari, and K. P. Munkres, “Effects of spearfishing on reef fish populations in a multi-use conservation area,” *PLoS ONE*, vol. 7, no. 12, e51938, 2012.
- [10] V. Sbragaglia, R. Arlinghaus, D. T. Blumstein, and H. Diogo, “A global review of marine recreational spearfishing,” *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol. 33, pp. 1199-1222, 2023.
- [11] R. Thomas, “A general strategy for integrated environmental assessment at the European Environment Agency,” European Environment Agency, Copenhagen, 1995.
- [12] P. Gabrielsen and P. Bosch, “Internal working paper environmental indicators: Typology and use in reporting,” European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 2003.
- [13] E. Smeets and R. Weterings, “Environmental indicators: Typology and overview,” EEA Technical Report, no. 25, Copenhagen, Denmark, 1999.
- [14] B. Delbaere, “An inventory of biodiversity indicators in Europe,” Technical Report, no. 92. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency, 2004.
- [15] European Environment Agency, “Halting the loss of biodiversity by 2010: Proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe,” Technical Report, no. 11, Copenhagen, Denmark, 2007.
- [16] C.-Y. Li, C.-Y. Hu, Y.-S. Chen, and Y.-C. Shih, “Application of the DPSIR model in marine ecological environmental assessment,” *Water Policy*, vol. 27, no. 5, pp. 579-595, 2025.
- [17] L. Maxim, J. H. Spangenberg, and M. O'Connor, “An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework,” *Ecological Economics*, vol. 69, no. 1, pp. 12-23, 2009.

- [18] Nguyễn Thị Hà Thành, “Ứng dụng mô hình DPSIR trong đánh giá thực trạng môi trường hệ sinh thái đất ngập nước ven biển Vườn Quốc gia Côn Đảo,” *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, vol. 20, pp. 870-883, 2023.
- [19] D. T. T. Huong, N. T. T. Ha, G. D. Khanh, N. V. Thanh, and L. Hens, “Sustainability assessment of coastal ecosystems: DPSIR analysis for beaches at the Northeast Coast of Vietnam,” *Environment, Development and Sustainability*, vol. 24, pp. 5032-5051, 2022.
- [20] Nguyễn Văn Long, Võ Sĩ Tuấn, Phan Kim Hoàng, Hứa Thái Tuyền và Nguyễn An Khang, “Hệ sinh thái rạn san hô ở vịnh Vân Phong, tỉnh Khánh Hòa - tình trạng và giải pháp quản lý,” *Tuyển tập nghiên cứu biển*, vol. 20, pp. 121-134, 2014.
- [21] Vũ Kế Nghiệp, Phan Trọng Huyền và Trần Đức Phú, “Thực trạng hoạt động khai thác thủy sản tại vịnh Vân Phong, tỉnh Khánh Hòa,” *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, vol. 3, pp. 32-35, 2015.
- [22] T. Yamane, *Statistics: An Introductory Analysis*, 2nd ed. New York, NY: Harper and Row, 1967.
- [23] Chi cục Thủy sản Khánh Hòa, “Thống kê số lượng tàu cá theo nghề và nhóm chiều dài năm 2024,” Chi cục Thủy sản Khánh Hòa, Khánh Hòa, Việt Nam, 2024.
- [24] C. Stamatopoulos, *Sample-based fishery surveys: A technical handbook*, FAO Fisheries Technical Paper, no. 425. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002.
- [25] S. C. Mangi and C. M. Roberts, “Quantifying the environmental impacts of artisanal fishing gear on Kenya’s coral reef ecosystems,” *Marine Pollution Bulletin*, vol. 52, pp. 1646-1660, 2006.
- [26] S. Jennings and N. V. Polunin, “Impacts of fishing on tropical reef ecosystems,” *Ambio*, vol. 25, pp. 44-49, 1996.
- [27] E. N. Edinger, J. Jompa, G. V. Limmon, W. Widjatmoko, and M. J. Risk, “Reef degradation and coral biodiversity in Indonesia: Effects of land-based pollution, destructive fishing practices and changes over time,” *Marine Pollution Bulletin*, vol. 36, pp. 617-630, 1998.
- [28] K. E. Fabricius, “Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis,” *Marine Pollution Bulletin*, vol. 50, pp. 125-146, 2005.
- [29] T. P. Hughes, M. L. Barnes, and D. R. Bellwood, “Coral reefs in the Anthropocene,” *Nature*, vol. 546, pp. 82-90, 2017.
- [30] Nguyễn Thiết Hùng, “Tổng quan hiện trạng môi trường, nguồn lợi và những tác động của các hoạt động kinh tế tại vịnh Vân Phong - Bến Gỏi,” Đề tài khoa học cấp tỉnh, Ủy ban Nhân dân Tỉnh Khánh Hòa, Khánh Hòa, Việt Nam, 2007.
- [31] S.T. Vo, T. T. Hua, and K. H. Phan, “A study of coral reef resilience and implications of adaptive management and rehabilitation in Khanh Hoa Province, Vietnam,” *Acta Oceanologica Sinica*, vol. 38, pp. 112-117, 2019.