

**BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO**

**BỘ NÔNG NGHIỆP
VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN**

VIỆN NGHIÊN CỨU HẢI SẢN

NGUYỄN VIỆT NGHĨA

**ĐÁNH GIÁ NGUỒN LỢI CÁ NỎI NHỎ VÀ CÁC
RỦI RO SINH THÁI CỦA MỘT SỐ NGHỀ KHAI
THÁC CHỦ YẾU Ở VÙNG BIỂN VỊNH BẮC BỘ
VIỆT NAM**

Chuyên ngành: Thủy sinh vật học
Mã số: 94201018

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

HẢI PHÒNG, NĂM 2020

Công trình được hoàn thành tại: Viện Nghiên cứu Hải sản

Người hướng dẫn khoa học: GS.TS. Đỗ Công Thung

Phản biện 1:
.....

Phản biện 2
.....

Phản biện 3:
.....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện họp tại Viện Nghiên cứu Hải sản, vào hồi giờ ngày tháng năm 2020.

Có thể tìm hiểu Luận án tại thư viện:

- Thư viện Quốc gia
- Thư viện của Viện Nghiên cứu Hải sản

1. MỞ ĐẦU

Việt Nam có vùng biển rộng lớn với diện tích trên 1 triệu km², đường bờ biển dài khoảng 3.260 km với hơn 3.000 hòn đảo lớn nhỏ. Đến nay, vùng biển Việt Nam đã phát hiện được khoảng 12.000 loài sinh vật, cư trú ở hơn 20 kiểu hệ sinh thái điển hình. Cá nổi nhỏ là nhóm nguồn lợi quan trọng ở vịnh Bắc Bộ. Nhiều nghiên cứu về nguồn lợi cá nổi nhỏ ở biển Việt Nam đã được thực hiện. Tuy nhiên, các nghiên cứu về biến động nguồn lợi, tương quan “cá – môi trường”, cấu trúc quần xã cá nổi nhỏ còn rất hạn chế.

Nghề cá biển có vị trí quan trọng trong nền kinh tế quốc dân. Nghề cá đa phần là qui mô nhỏ hoạt động chủ yếu ở vùng nước ven bờ. Quản lý nghề cá tiếp cận sinh thái đã và đang được thí điểm ở một số địa phương. Tuy nhiên, cơ sở khoa học và thực tiễn còn khá hạn chế, đặc biệt đối với các nghề khai thác cá nổi nhỏ.

Đề đề xuất được các chính sách quản lý nghề cá bền vững trên cơ sở tiếp cận hệ sinh thái, chúng ta cần phải đánh giá một cách đầy đủ, hệ thống về nguồn lợi, sinh thái học, rủi ro sinh thái của nghề cá. Đề tài nghiên cứu *“Đánh giá nguồn lợi cá nổi nhỏ và các rủi ro sinh thái của một số nghề khai thác chủ yếu ở vùng biển vịnh Bắc Bộ Việt Nam”* được thực hiện nhằm cung cấp các cơ sở khoa học quan trọng cho việc đề xuất các chính sách quản lý nghề cá theo tiếp cận hệ sinh thái ở vùng biển vịnh Bắc Bộ.

Mục tiêu nghiên cứu:

Có được các luận cứ khoa học về nguồn lợi, môi trường và nghề khai thác cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ một cách hệ thống, gồm: đặc điểm cấu trúc thành phần loài, độ phong phú, phân bố, trữ lượng; đặc điểm sinh thái học, tác động của các yếu tố môi trường đến phân bố và sự tụ hợp loài trong quần xã cá nổi nhỏ; các rủi ro sinh thái của nghề khai thác cá nổi nhỏ làm cơ sở cho việc quản lý, phát triển bền vững nguồn lợi và nghề cá.

Nội dung nghiên cứu:

Nội dung nghiên cứu của luận án gồm: (1) Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc thành phần loài, độ phong phú tương đối, phân bố và trữ lượng nguồn lợi cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ; (2) Nghiên cứu một số đặc điểm sinh thái học nguồn lợi cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ; (3) Nghiên cứu, đánh giá rủi ro sinh thái của nghề khai thác cá nổi nhỏ chủ yếu (nghề lưới vây và nghề chụp) ở vùng biển vịnh Bắc Bộ.

Phạm vi và đối tượng nghiên cứu:

Phạm vi nghiên cứu của luận án là vùng biển phía Tây vịnh Bắc Bộ thuộc đặc quyền kinh tế của Việt Nam. Đối tượng nghiên cứu của luận án là các loài cá nổi nhỏ, các yếu tố hải dương học, thủy sinh vật và nghề khai thác cá nổi nhỏ (lưới vây, chụp) ở vùng biển vịnh Bắc Bộ.

2. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

2.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước

2.1.1. Nghiên cứu nguồn lợi cá nổi nhỏ bằng phương pháp thủy âm

“Cá nổi nhỏ là các loài cá có kích thước nhỏ, chủ yếu ăn phù du sinh vật sống chủ yếu ở tầng nước phía trên, thường ở tầng nước phía trên của thềm lục địa và không vượt quá 200m”[26]. Cho đến nay, nhiều phương pháp đã được sử dụng để đánh giá nguồn lợi cá nổi nhỏ, gồm các phương pháp trực tiếp bằng tàu nghiên cứu (phương pháp diện tích, thủy âm) và gián tiếp (mô hình giải tích).

Phương pháp thủy âm bắt đầu được sử dụng để đánh giá độ phong phú tương đối của cá từ những năm 1950, dựa vào việc đếm các tín hiệu âm riêng rẽ, hoặc đo biên độ của các âm phản hồi [62, 64]. Cùng với sự phát triển của công nghệ và thiết bị thủy âm, phương pháp này hiện đã và đang được ứng dụng rộng rãi trên thế giới trong nghiên cứu đánh giá nguồn lợi cá nổi nhỏ và các nhóm nguồn lợi hải sản khác [33, 35, 46].

2.1.2. Nghiên cứu sinh thái học của các loài cá nổi nhỏ

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, phân bố của cá nổi nhỏ thường khá nhạy cảm và có mối liên hệ chặt chẽ với sự biến đổi của các yếu tố môi trường sinh thái [36, 38, 59, 60]. Tương quan giữa môi trường và phân bố của cá là cơ sở quan trọng để phát triển các mô hình dự báo ngư trường khai thác [9].

2.1.3. Nghiên cứu đánh giá rủi ro sinh thái đối với nghề cá

Tác động của nghề cá đối với nguồn lợi hải sản, môi trường sống và hệ sinh thái đã và đang trở nên nghiêm trọng, mang tính toàn cầu. Mô hình quản lý nghề cá dựa trên hệ sinh thái đã được phát triển như một tiếp cận sinh thái đối với nghề cá trong những năm gần đây [27, 29].

Đánh giá rủi ro sinh thái của nghề cá là một hệ thống phương pháp nhằm xác định mức độ rủi ro sinh thái do tác động của các hoạt động nghề cá [31, 56]. Trong khu vực và trên thế giới, nhiều nghiên cứu đánh giá rủi ro sinh thái nghề cá đã được thực hiện làm cơ sở cho quản lý nghề cá tiếp cận hệ sinh thái. Từ năm 2008, Hội đồng Quản lý Biển đã phát triển hệ thống phương pháp đánh giá và tiến hành đánh giá 380 nghề cá ở 35 quốc gia, trong đó đã cấp ‘chứng nhận an toàn sinh thái’ cho 296 nghề cá [40, 41].

2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Nghiên cứu về nguồn lợi cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ được thực hiện khá bài bản từ những năm đầu của thế kỷ XX. Qua các giai đoạn, việc điều tra, nghiên cứu cá nổi nhỏ ngày càng được hoàn thiện hơn về cả phương pháp và quy mô thực hiện.

2.2.1. Nghiên cứu về nguồn lợi cá nổi nhỏ

Nhiều công trình nghiên cứu về khu hệ, ngư loại học các loài cá biển đã được thực hiện, trong đó có cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ [3, 10-12, 20-25].

Nghiên cứu thủy âm đánh giá nguồn lợi cá nổi nhỏ lần đầu tiên được thực hiện vào năm 1960-1961 và hiện đã được ứng dụng khá rộng rãi ở Việt Nam [2, 19, 53]. Các nghiên cứu về hệ số phản hồi âm, đặc tính âm phản hồi của một số loài cá nổi nhỏ cũng được thực hiện [6, 7, 13-15].

Các nghiên cứu đã xác định được vùng phân bố tập trung của cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ, gồm 4 khu vực chính: Móng Cái – Long Châu; ven bờ phía Nam cửa Ba Lạt; ven bờ Thanh Hoá – Nghệ An; ven bờ Hà Tĩnh – Quảng Trị [17]. Phân bố cá nổi nhỏ có sự biến động khá rõ rệt theo mùa vụ [5].

2.2.2. Nghiên cứu sinh thái học các loài cá nổi nhỏ

Các nghiên cứu về sinh thái học các loài cá nổi nhỏ cũng đã được thực hiện từ những năm 1960. Các nghiên cứu tập trung vào mối quan hệ giữa các yếu tố khí tượng, hải văn, hải dương học và cá nổi nhỏ. Một số nghiên cứu về tương quan cá – môi trường đã cung cấp các cơ sở khoa học cho việc dự báo ngư trường [9, 16, 18]. Tuy nhiên, đối với cá nổi nhỏ các nghiên cứu về sinh thái học nguồn lợi còn khá hạn chế.

2.2.3. Nghiên cứu rủi ro sinh thái của các nghề khai thác hải sản

Ở Việt Nam, các nghiên cứu đánh giá rủi ro sinh thái của các loại nghề khai thác hải sản mới bắt đầu được thực hiện. Gần đây, nhóm tác giả của Viện nghiên cứu Hải sản đã thực hiện đánh giá rủi ro sinh thái của nghề khai thác cá ngừ đại dương ở biển Việt Nam đối với các loài khai thác thứ cấp [8].

2.3. Luận giải định hướng nghiên cứu của luận án

2.3.1. Về lựa chọn đối tượng, vùng biển nghiên cứu

Vịnh Bắc Bộ là vùng biển có vị trí chiến lược quan trọng của nước ta. Với đặc điểm điều kiện tự nhiên khá đặc biệt, vịnh Bắc Bộ là nơi có nguồn tài nguyên sinh vật rất phong phú và đa dạng, đặc biệt là nhóm cá nổi nhỏ. Đây cũng là ngư trường trọng điểm, truyền thống của nghề cá nước ta. Do đó, việc lựa chọn đối tượng cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ của luận án có ý nghĩa khoa học và thực tiễn quan trọng.

2.3.2. Về đánh giá nguồn lợi cá nổi nhỏ

Các nghiên cứu đã tập trung thu thập và phân tích, đánh giá được thành phần loài, phân bố, trữ lượng, đặc điểm sinh học cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ. Tuy nhiên, các nghiên cứu chỉ phản ánh được số lượng loài bắt gặp, tỷ lệ sản lượng trong các mẻ lưới mà chưa đi sâu vào phân tích sự biến động cấu trúc thành phần loài trong quần xã cá nổi nhỏ. Mặt khác, các nghiên cứu thường chỉ dừng lại ở việc đánh giá trữ lượng tức thời mà chưa đánh giá biến động theo chuỗi thời gian.

2.3.3. Về sinh thái học nguồn lợi cá nổi nhỏ

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng mối tương quan giữa các yếu tố môi trường, sinh thái và nguồn lợi cá nổi nhỏ ở các vùng biển khá chặt chẽ. Tuy nhiên, các nghiên cứu về ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến sự phân

bổ của các nhóm loài cá nổi nhỏ còn khá hạn chế. Nhu cầu thực tiễn nghề cá hiện nay rất cần phát triển các mô hình toán học về mối liên hệ giữa các yếu tố môi trường và phân bố của cá nổi nhỏ, để giải quyết bài toán cho dự báo nguồn khai thác.

2.3.4. Về tiếp cận sinh thái trong quản lý nghề cá

Sự gia tăng áp lực khai thác ở vùng nước ven bờ đã dẫn đến sự giảm sút nghiêm trọng nguồn lợi. Cá nổi nhỏ đang chịu sự tác động mạnh mẽ của các hoạt động khai thác, đang trực tiếp hoặc gián tiếp tạo ra những rủi ro sinh thái đối với nhóm nguồn lợi cá nổi nhỏ. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có nghiên cứu nào đánh giá rủi ro sinh thái của các nghề khai thác cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ. Do đó, việc nghiên cứu rủi ro sinh thái của các loại nghề khai thác là hết sức quan trọng để làm cơ sở cho việc phát triển định hướng quản lý nghề cá theo tiếp cận hệ sinh thái.

3. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Tài liệu nghiên cứu

Luận án sử dụng các tài liệu, số liệu điều tra nguồn lợi và nghề cá của một số đề tài, dự án do Viện Nghiên cứu Hải sản thực hiện trong giai đoạn từ năm 1996 đến năm 2017. Ngoài ra, luận án còn tham khảo các thông tin, kết quả nghiên cứu trước đây đã được công bố trên các tạp chí khoa học.

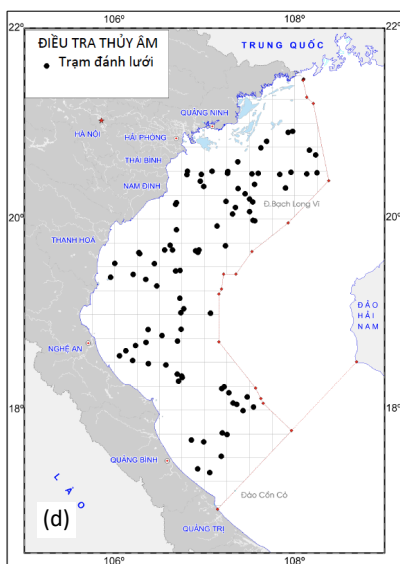
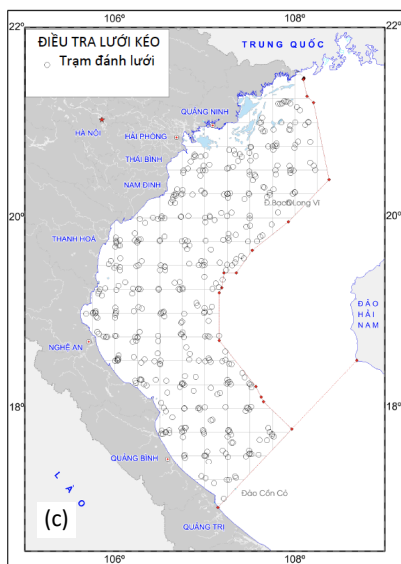
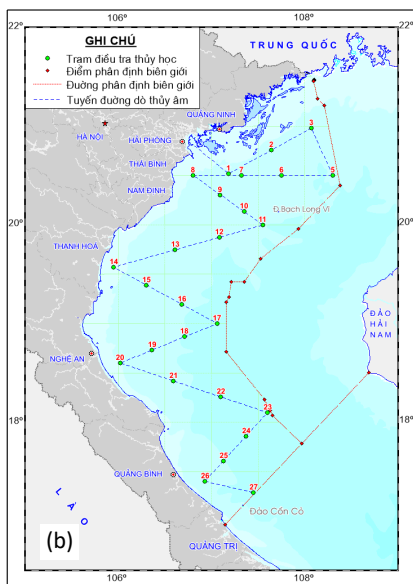
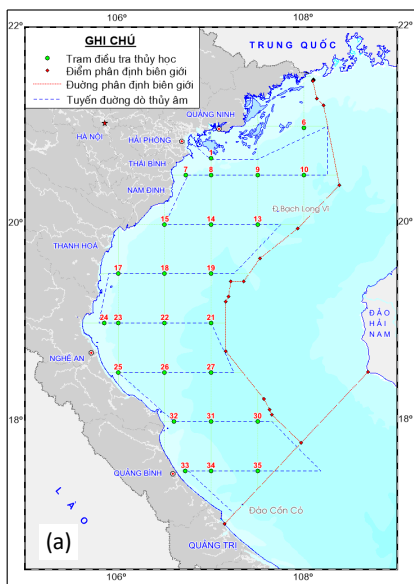
3.2. Tiếp cận nghiên cứu

Các nội dung nghiên cứu của luận án được thiết kế một cách hệ thống nhằm mục tiêu đánh giá được nguồn lợi, tác động của môi trường sinh thái và nghề cá đối với các loài cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ. Các nội dung nghiên cứu được xem xét một cách tương đối toàn diện trong mối quan hệ “nguồn lợi – môi trường sinh thái – hoạt động nghề cá”, gồm: đặc điểm nguồn lợi cá nổi nhỏ (thành phần loài, cấu trúc quần xã, trữ lượng và phân bố); tương quan giữa nguồn lợi cá nổi nhỏ và các yếu tố môi trường, sinh thái; tác động của các loại nghề khai thác đối với cá nổi nhỏ.

3.3. Phương pháp nghiên cứu

3.3.1. Thiết kế nghiên cứu

Sơ đồ thiết kế trạm điều tra được trình bày ở Hình 2. Tổng số 15 chuyến điều tra đã được thực hiện từ năm 1996 đến 2017, gồm: điều tra bằng thủy âm thực hiện trong giai đoạn 2003-2004 và 2012-2017; điều tra bằng lưới kéo đáy thực hiện từ năm 1996 đến 2016.



Hình 1. Sơ đồ thiết kế điều tra: (a) tuyến đường dò thủy âm, giai đoạn 2003-2004; (b) tuyến đường dò thủy âm, giai đoạn 2012-2017; (c) trạm đánh lưới kéo đáy, giai đoạn 1996-2016; (d) trạm đánh lưới của các chuyến điều tra thủy âm.

3.3.2. Nghiên cứu đánh giá nguồn lợi cá nổi nhỏ

Toàn bộ các bản ghi tích phân âm được thu thập liên tục trong suốt quá trình điều tra. Tại mỗi trạm điều tra, tiến hành đánh một mẻ lưới kéo đáy để

thu mẫu cá nổi nhỏ. Số lượng họ, giống, loài, tần suất xuất hiện, tỉ lệ sản lượng, độ phong phú tương đối được phân tích theo phương pháp thống kê mô tả thông thường [57]. Các số liệu thủy âm được phân tích bằng phần mềm chuyên dụng Large Scale Survey System [35, 61]. Phân bố của cá nổi nhỏ được phân tích nội suy theo mô hình ‘Natural Neighbour’ trên phần mềm MapInfo v.11 và Vertical Mapper v.3 [43, 49].

3.3.3. Tương quan giữa các yếu tố môi trường và phân bố cá nổi nhỏ

Tương quan giữa môi trường và phân bố cá nổi nhỏ được phân tích theo mô hình phân tích “Hồi quy tổng quát bổ sung”, được phân tích bằng thư viện “mgcv” trên phần mềm R [30, 50].

3.3.4. Cấu trúc quần xã cá nổi nhỏ

Đặc điểm đa dạng sinh học của quần xã cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ được đánh giá thông qua chỉ số Shannon-Weiner (H'), Gini-Simpson (D) và chỉ số cân bằng (E) [34, 48, 55].

Sự tụ hợp các loài cá nổi nhỏ được đánh giá bằng các mô hình đa biến, gồm: phân tích nhóm (CA), phân tích thành phần chính (PCA) [28, 32].

3.3.5. Đánh giá hiện trạng và biến động nghề khai thác cá nổi nhỏ

Nghiên cứu này sử dụng các số liệu điều tra nghề cá thương phẩm nghề lưới vây và nghề chụp, thu thập được ở các tỉnh ven biển vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 2014-2016 [57, 58].

3.3.6. Nghiên cứu rủi ro sinh thái của nghề khai thác cá nổi nhỏ

Việc phân tích rủi ro sinh thái của nghề lưới vây và nghề chụp khai thác cá nổi nhỏ được thực hiện theo mô hình tiếp cận phân cấp ‘hierarchical approach’. Tổng số 5 yếu tố sinh thái được lựa chọn để đánh giá tác động của nghề cá, gồm: loài chính; loài khai thác không chủ ý; loài nguy cấp; môi trường sống; quần xã sinh vật [31, 56].

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Nguồn lợi cá nổi nhỏ

4.1.1. Thành phần loài

Tổng số 80 loài cá nổi nhỏ, thuộc 36 giống, 6 họ đã bắt gặp trong 15 chuyến điều tra ở vịnh Bắc Bộ giai đoạn từ năm 1996-2017.

Kết quả điều tra cho thấy, số loài cá nổi nhỏ bắt gặp ở các chuyến điều tra có sự biến động khá lớn. Số lượng loài cá nổi nhỏ bắt gặp ở các chuyến điều tra vào mùa gió Đông Bắc nhiều hơn so với mùa gió Tây Nam. Số lượng loài cá nổi nhỏ bắt gặp ở giai đoạn này ít hơn so với kết quả nghiên cứu giai đoạn 1959-1985 (146 loài cá nổi nhỏ). Sự biến động về số loài bắt gặp qua các chuyến điều tra có thể phản ánh sự biến động về cấu trúc quần xã các loài cá nổi nhỏ theo mùa vụ ở vùng biển nghiên cứu.

Bảng 1: Biến động số lượng các loài cá nổi nhỏ bắt gặp trong các chuyến điều tra ở vịnh Bắc Bộ, giai đoạn từ năm 1996 đến năm 2017.

Năm	Mùa gió	Số chuyến	Số trạm	Họ	Giống	Loài
1996	Tây Nam	1	34	6	21	26
	Đông Bắc	1	45	6	24	33
2001	Tây Nam	1	54	5	24	36
	Đông Bắc	1	53	5	24	37
2003	Tây Nam	1	59	5	23	34
	Đông Bắc	1	22	6	24	34
2004	Tây Nam	2	70	5	26	39
2005	Tây Nam	1	53	5	24	33
2012	Tây Nam	1	17	6	20	23
	Đông Bắc	2	71	6	27	45
2013	Tây Nam	1	45	5	24	39
2016	Tây Nam	1	40	6	28	44
2017	Tây Nam	1	14	6	15	20
Tổng số		15	577	6	36	80

4.1.2. Tần suất bắt gặp

Tần suất bắt gặp là chỉ số đánh giá mức độ phổ biến của loài trong vùng biển nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mức độ phổ biến của loài được phân chia thành 4 nhóm như sau: (1) Nhóm rất phổ biến có 2 loài, gồm: cá nục sò, cá sông Nhật; (2) Nhóm phổ biến có 2 loài, gồm: cá bạc má, cá nhồng đen; (3) Nhóm thường gặp có 15 loài, gồm: cá trích xương, cá ngân, cá khế, cá chỉ vàng, cá sông gió, cá thu vạch, cá chim đen, cá thu chấm, cá nhồng vàng, cá róc, cá khế vây lưng đen, cá khế, cá bao áo, cá cam sọc, cá còm thường; (4) Nhóm ít gặp có 61 loài.

4.1.3. Cấu trúc thành phần sản lượng

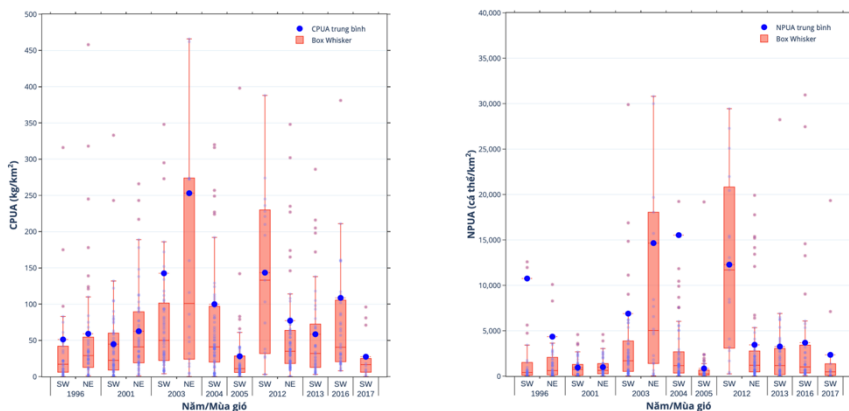
Trong các chuyến điều tra bằng lưới kéo đáy giai đoạn từ 1996 đến 2017 ở vịnh Bắc Bộ, loài cá nổi nhỏ chiếm ưu thế nhất về sản lượng là cá nục sò (23,6,2%); cá sông Nhật (23,6%). Đây là những loài thuộc nhóm cá nổi nhỏ chiếm ưu thế ổn định, bắt gặp với tỉ lệ sản lượng cao ở hầu hết các chuyến điều tra ở vịnh Bắc Bộ. Các loài chiếm ưu thế ít hơn về sản lượng ở vùng biển vịnh Bắc Bộ bao gồm: cá còm thường (chiếm 2,6%); cá nhồng đen (4,3%); cá róc (3,4%); cá thu vạch (3,3%); cá ngân (3,1); cá trích xương (2,8%); cá bạc má (2,7%). Thành phần sản lượng loài có sự biến động khá rõ rệt theo mùa vụ. Vào mùa gió Tây Nam, tỉ lệ sản lượng của các loài cá nục, cá sông có xu hướng chiếm ưu thế hơn so với mùa gió Đông Bắc. Trong khi đó, các loài cá róc, cá nhồng đen, cá ngân, cá còm, cá bạc má ở mùa gió Đông Bắc có tỷ lệ sản lượng cao hơn so với mùa gió Tây Nam.

Các loài chiếm ưu thế về sản lượng có xu thế biến động luân phiên tương đối rõ rệt theo các năm. Vào mùa gió Tây Nam, tỉ lệ sản lượng của cá sông

nhật và cá nục sồ có sự gia tăng đáng kể, trong khi đó, tỉ lệ sản lượng của một số loài khác có xu hướng giảm mạnh. Các chuyến điều tra vào mùa gió Đông Bắc cũng thể hiện xu thế biến động tương tự đối với các loài này. Các loài chiếm ưu thế về sản lượng có sự biến động khá lớn theo chu kỳ các năm. Cá nục sồ và cá sòng Nhật có xu thế gia tăng về sản lượng trong giai đoạn 1996-2003; giảm mạnh vào các năm 2003-2005 và có chiều hướng gia tăng vào giai đoạn 2012-2016. Tuy nhiên, chu kỳ và biên độ biến động của cá sòng Nhật lớn hơn so với cá nục sồ.

4.1.3. Độ phong phú tương đối ($CPUA - kg/km^2$ và $NPUA - cá thể/km^2$)

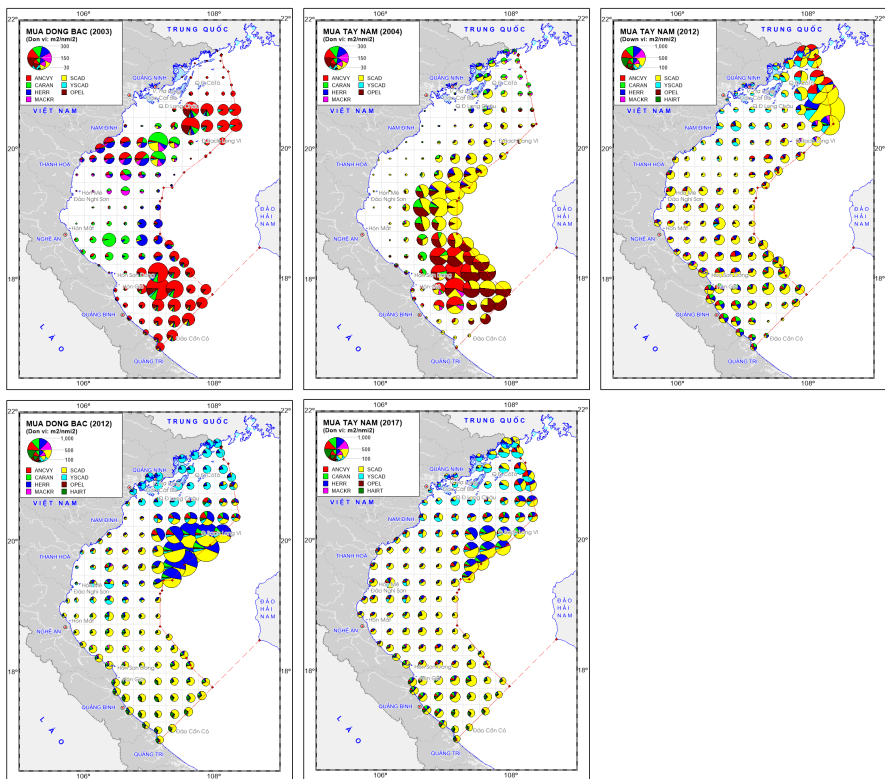
Độ phong phú tương đối của cá nổi nhỏ trong các chuyến điều tra bằng lưới kéo đáy ở vịnh Bắc Bộ có sự biến động khá lớn qua các chuyến điều tra trong giai đoạn từ năm 1996 đến năm 2017. Độ phong phú tương đối có sự biến động rõ rệt theo mùa gió (mùa gió Đông Bắc cao hơn nhiều so với mùa gió Tây Nam) (Hình 2).



Hình 2. Độ phong phú tương đối ($CPUA - kg/km^2$; $NPUA - cá thể/km^2$) của cá nổi nhỏ trong các chuyến điều tra bằng lưới kéo đáy ở vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 1996 – 2017

4.1.4. Đặc điểm phân bố của cá nổi nhỏ

Nhìn chung, phân bố của cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ có sự biến động khá lớn qua các chuyến điều tra. Cá nổi nhỏ phân bố tập trung chủ yếu ở các khu vực: (1) phía Bắc Bạch Long Vĩ; (2) phía Tây, Tây Nam Bạch Long Vĩ; (3) cửa sông Ba Lạt; (4) Giữa vịnh Bắc Bộ; (5) Cửa vịnh Bắc Bộ. Tuy nhiên, phân bố của cá nổi nhỏ có sự biến động khá lớn theo thời gian. Giai đoạn 2003-2004, cá nổi nhỏ có sự phân bố khá tập trung ở phía Tây Bắc, Tây Nam Bạch Long Vĩ; phía ngoài cửa sông Ba Lạt; vùng biển xa bờ Nghệ An – Hà Tĩnh; khu vực giữa và cửa vịnh Bắc Bộ. Các khu vực còn lại mật độ phân bố khá thấp. Giai đoạn năm 2012-2017, cá nổi nhỏ vẫn có xu hướng phân bố tập trung ở phía Bắc vịnh Bắc Bộ; phía Bắc, Tây và Tây Nam Bạch Long Vĩ. Các khu vực khác mật độ phân bố thấp hơn, nhưng khá đồng đều.



Hình 3. Phân bố nguồn lợi cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ giai đoạn 2012 – 2017 (mùa gió Đông Bắc 2003; Tây Nam 2004; Tây Nam 2012; Đông Bắc 2012 và Tây Nam 2017).

4.1.5. Trữ lượng nguồn lợi cá nổi nhỏ

Kết quả nghiên cứu cho thấy, trữ lượng nguồn lợi cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ có sự biến động khá lớn theo thời gian. Trữ lượng trung bình ước tính cho giai đoạn 2003-2004 là 430,1 ngàn tấn (dao động 403,9 – 462,3 ngàn tấn); năm 2012 tăng lên 626,1 ngàn tấn (dao động 621,5 – 630,7 ngàn tấn); năm 2017 trữ lượng giảm nhẹ xuống còn 547,9 ngàn tấn, nhưng vẫn cao hơn nhiều so với giai đoạn năm 2003-2004. Trữ lượng nguồn lợi cá nổi nhỏ có xu hướng biến động theo mùa vụ khá rõ rệt (mùa Đông Bắc cao hơn mùa Tây Nam).. Các nhóm cá ngân, cá khế cá trích có xu hướng gia tăng trong giai đoạn từ năm 2003 đến năm 2017. Các nhóm cá bạc má, cá thu và nhóm cá com có trữ lượng tương đối ổn định. Nhóm cá nục có sự biến động gia tăng mạnh trong giai đoạn từ 2003 đến 2012, sau đó có chiều hướng giảm.

4.2. Ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến cá nổi nhỏ

4.2.1. Đặc điểm các yếu tố môi trường, hải dương học

Kết quả điều tra cho thấy, nhiệt độ trung bình nước biển tầng mặt ở vịnh

Bắc Bộ trong các chuyến điều tra vào mùa gió Tây Nam có xu thế cao hơn so với mùa gió Đông Bắc. Các thông số hải dương học khác cũng có sự biến động khá lớn qua các chuyến điều tra. So sánh giữa các nguồn dữ liệu từ viễn thám và dữ liệu điều tra thực địa, nhiệt độ tầng mặt không có sự sai khác đáng kể; trong khi đó thông số dòng chảy, hàm lượng Chlorophyll a tầng mặt có sự khác biệt khá lớn.

4.2.2. Độ phong phú tương đối (NASC; m^2/nmi^2) của cá nổi nhỏ

Nhìn chung, NASC của các loài cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ có sự biến động khá lớn giữa các chuyến điều tra và giữa các loài. Giá trị NASC trung bình của hầu hết các loài ở các chuyến mùa gió Tây Nam có xu hướng cao hơn so với mùa gió Đông Bắc. NASC của các loài cá nổi nhỏ có phân bố lệch phải khá rõ rệt, tuân theo hàm phân phối “Tweedie”, với giá trị skewness trung bình khá lớn ($\gamma > 2,0$).

4.2.3. Phân bố của các loài cá nổi nhỏ liên quan đến các yếu tố hải dương

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự phân bố của các loài cá nổi nhỏ có sự liên hệ khá chặt chẽ với các yếu tố hải dương, đặc biệt là nhiệt độ nước biển và độ sâu. Hầu hết các loài đều có sự phân bố tập trung ở những khoảng nhất định của các yếu tố sinh thái này, đặc biệt là yếu tố nhiệt độ nước biển và độ sâu. Kết quả nghiên cứu này có sự tương đồng với các kết quả của Bùi Thanh Hùng và Đoàn Văn Bộ [9].

4.2.4. Tương quan giữa các yếu tố hải dương và phân bố cá nổi nhỏ

Kết quả nghiên cứu cho thấy hầu hết các mô hình GAM đều có mức độ tương quan khá chặt (chỉ số DE > 50%) và đều có độ tin cậy cao ($p < 0,05$; $p < 0,01$ và $p < 0,001$). Ở các loài khác nhau, vai trò của các yếu tố hải dương trong mô hình GAM có sự khác biệt đáng kể. Các yếu tố đóng vai trò quan trọng nhất, xuất hiện ở tất cả các mô hình GAM của các loài như sau: cá cơm (CHR), cá trích (VEL; DEP), cá bạc má (SST; SSHa), cá nục (DEP). Đối với cá ngán, mô hình GAM bao gồm cả 5 thông số hải dương (SST, SSHa, CHR, VEL, DEP). Kết quả nghiên cứu này phản ánh các yếu tố này đều ảnh hưởng và có tương quan chặt chẽ đến sự phân bố của cá. Sự biến động của các yếu tố hải dương có thể tác động đến sự phân bố của các loài cá nổi nhỏ, ảnh hưởng trực tiếp đến sinh trưởng, sinh sản, di cư của cá [44, 54].

4.3. Đặc điểm quần xã cá nổi nhỏ

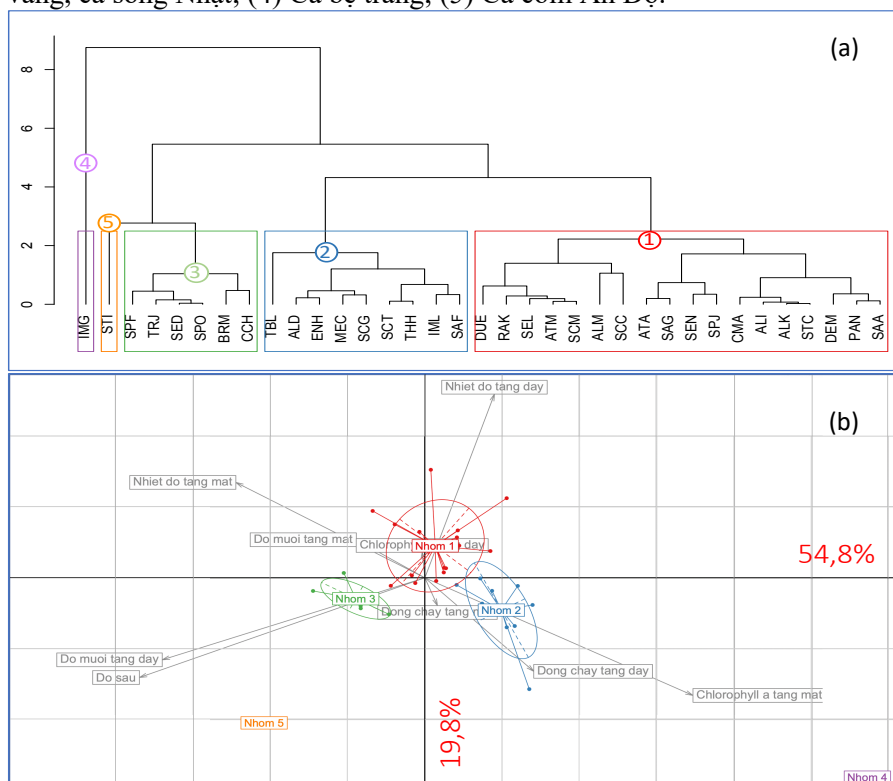
4.3.1. Chỉ số đa dạng sinh học quần xã cá nổi nhỏ

Nhìn chung, đa dạng sinh học loài của quần xã cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ không cao, nằm ở mức trung bình và thấp. Chỉ số H' trung bình đạt 1,01; chỉ số D trung bình là 0,49; chỉ số E trung bình là 0,54. Ở vịnh Bắc Bộ, mức độ đa dạng sinh học loài của quần xã cá nổi nhỏ ở các vùng biển có sự biến động khá rõ rệt. Mức độ đa dạng loài ở khu vực phía Nam vịnh Bắc Bộ thấp hơn so với các vùng còn lại.

4.3.2. Sự tụ hợp loài ‘species assemblages’ của quần xã cá nổi nhỏ

Mô hình phân tích CA, PCA của 35 loài cá nổi nhỏ kết hợp với 9 thông số môi trường, hải dương học thu thập được của các chuyến điều tra để đánh giá sự tụ hợp loài và các tác động của các yếu tố môi trường đến cấu trúc quần xã cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ.

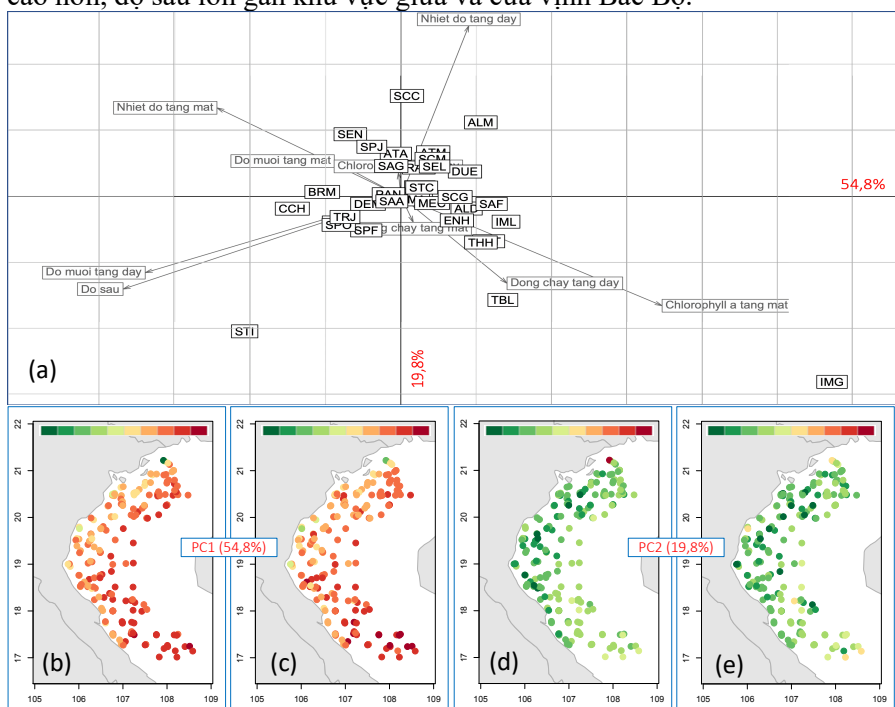
Cấu trúc quần xã: Kết quả phân tích CA và PCA cho thấy, cấu trúc quần xã cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ có sự tụ hợp loài khá rõ rệt và được phân thành 5 nhóm: (1) Cá ông lão Ấn Độ, cá róc, cá khế vây lưng đen, cá bao áo, cá ngân, cá khế, cá nục sò, cá trích lằm, cá chim đen, cá bạc má, cá trích bầu, cá trích xương, cá bẹ xước, cá thu vạch, cá chỉ vàng, cá cam sọc, cá nhồng vằn, cá com thường; (2) Cá róc, cá com mồm nhọn, cá đế, cá sòng gió, cá trích thường, cá bẹ tôn, cá thu chấm, cá lẹp quai, cá chim vây vàng; (3) Cá tuyết tê giác vây đen, cá khế mồm dài, cá cam, cá nhồng đuôi vàng, cá nhồng vàng, cá sòng Nhật; (4) Cá bẹ trắng; (5) Cá com Ấn Độ.



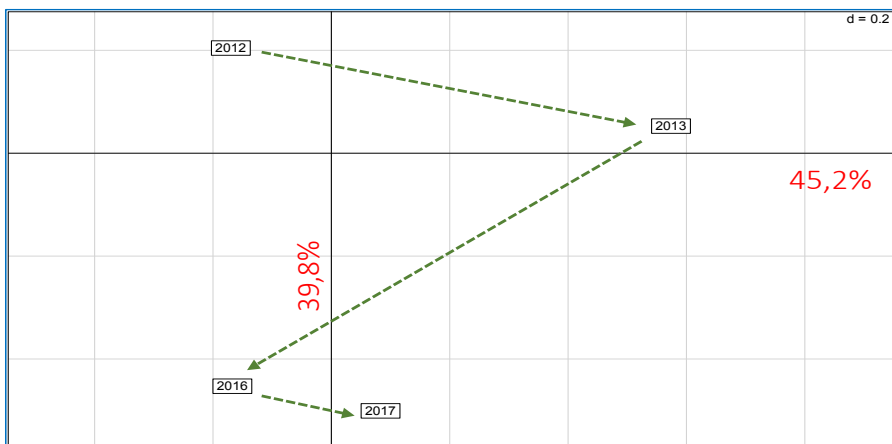
Hình 4. Kết quả mô hình phân tích nhóm ‘Cluster Analysis’ của quần xã cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 2012 – 2017: (a) Các nhóm các loài cá nổi nhỏ; (b) Ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến sự phân tách các nhóm loài.

Biến động cấu trúc theo không gian: Kết quả mô hình phân tích PCA cho

thấy, các yếu tố môi trường có sự ảnh hưởng lớn đến sự tụ hợp loài trong quần xã. Hai thành phần chính (PC1, PC2) có thể đánh giá được 74,6% tổng giá trị phương sai, giải thích cho sự ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến quần xã các loài cá nổi nhỏ. Trong đó, các yếu tố môi trường đóng vai trò quan trọng đối với sự phân nhóm các loài trong quần xã, gồm: độ sâu, nhiệt độ (tầng mặt và tầng đáy), hàm lượng chlorophyll a, độ muối và dòng chảy tầng đáy. Thành phần chính thứ nhất (PC1; 54,8%) cho phép phân tách các nhóm loài ưa sống ở vùng nước nông ven bờ, độ muối thấp (nhóm 3 và nhóm 5); nhóm loài ưa sống ở vùng nước sâu hơn, có hàm lượng chlorophyll a cao (nhóm 2 và nhóm 4). Thành phần chính thứ hai (PC2; 19,8%) cho phép phân tách các nhóm ưa sống ở những vùng có nhiệt độ tầng mặt và tầng đáy cao hơn, độ sâu lớn gần khu vực giữa và cửa vịnh Bắc Bộ.

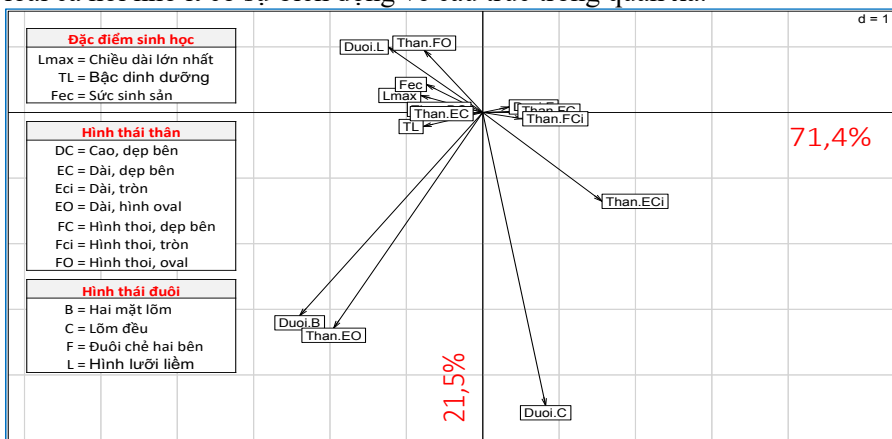


Hình 5. Sự tụ hợp loài của quần xã cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 2012 – 2017: (a) Mô hình phân tích thành phần chính ‘PCA’; (b, c) Phân bố không gian của thành phần chính thứ nhất ‘PC1’; (d, e) Phân bố không gian của thành phần chính thứ hai ‘PC2’ theo mật độ và các yếu tố môi trường;



Hình 6. Mô hình phân tích thành phần chính 'PCA' đánh giá biến động cấu trúc nhóm quần xã cá nổi nhỏ theo thời gian ở vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 2012 – 2017.

Biến động cấu trúc theo thời gian: Hai thành phần chính (PC1, PC2) với tổng phương sai là 85,0% đã đánh giá được sự biến động cấu trúc quần xã cá nổi nhỏ ở các năm. Cấu trúc quần xã có sự biến động khá lớn từ năm 2012 sang năm 2013. Các yếu tố môi trường tác động chủ yếu đến sự biến động này là dòng chảy tầng đáy và chlorophyll a tầng mặt. Giai đoạn này là thời kỳ biến động giảm của La Niña và hoạt động của El Niño có chiều hướng gia tăng. Tương tự như vậy, cấu trúc quần xã có sự biến động khá lớn từ năm 2013 đến năm 2016. Các loài có xu hướng quần tụ ở những vùng nước nông ven bờ và có độ muối nước biển thấp. Giai đoạn này có sự xuất hiện của El Niño (2015-2016) hoạt động rất mạnh. Giai đoạn từ năm 2016 đến 2017, các loài cá nổi nhỏ ít có sự biến động về cấu trúc trong quần xã.



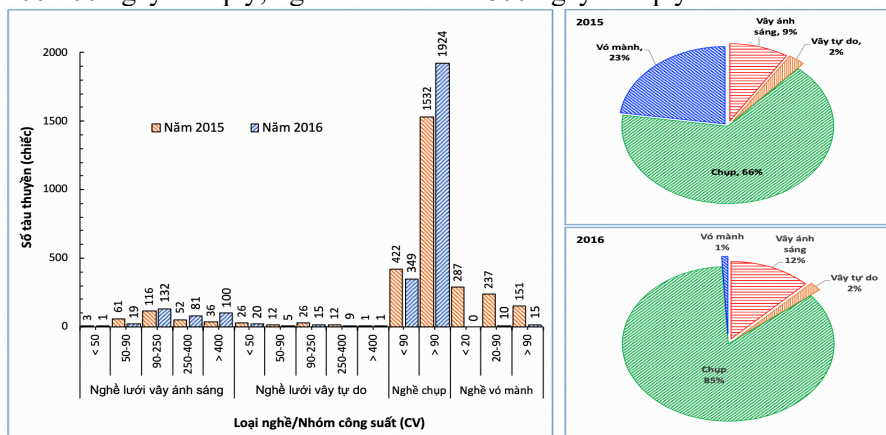
Hình 7. Mô hình phân tích thành phần chính 'PCA' đánh giá biến động cấu trúc nhóm quần xã cá nổi nhỏ theo các đặc trưng sinh học loài ở vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 2012 – 2017.

Biến động cấu trúc theo đặc trưng sinh học loài: Sự tụ hợp loài trong quần xã cá nổi nhỏ còn có thể phụ thuộc vào các đặc trưng sinh học của các loài. Hai thành phần chính (PCA1, PC2; tổng phương sai 92,9%), giải thích cho mối liên hệ giữa đặc trưng sinh học của các loài và sự tụ hợp loài trong quần xã cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ. Thành phần chính thứ nhất (PC1; 71,4%) cho thấy sự ảnh hưởng của hình thái thân và đuôi cá liên quan đến sự tụ hợp loài. Những đặc điểm hình thái, cấu tạo này liên quan trực tiếp đến khả năng vận động của cá, ví dụ như: nhóm loài có thân hình thoi, tròn hoặc oval và đuôi hình lưỡi liềm đại diện cho các loài có khả năng bơi nhanh như cá thu vạch, cá thu chấm. Bên cạnh đó, thành phần chính thứ hai (PC2; 21,5%) cho thấy việc phân tách các nhóm có kích thước nhỏ, bậc dinh dưỡng và sức sinh sản thấp với các nhóm còn lại.

4.4. Hiện trạng của nghề khai thác cá nổi nhỏ

4.4.1. Cơ cấu đội tàu và cường lực khai thác

Tổng số tàu thuyền của các nghề khai thác cá nổi nhỏ chủ yếu ở vịnh Bắc Bộ năm 2015 và 2016 là 2.974 và 2.681 chiếc. Cơ cấu nghề khai thác cá nổi nhỏ có sự biến động khá lớn từ năm 2015 đến năm 2016. Cường lực khai thác trung bình của nghề lưới vây khoảng 15.600 ngày tàu/quý; nghề chụp 100.200 ngày tàu/quý; nghề vỏ mảnh 12.800 ngày tàu/quý.



Hình 9. Cơ cấu đội tàu của các nghề khai thác cá nổi nhỏ (nghề lưới vây, chụp, vỏ mảnh) ở vùng biển vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 2015-2016.

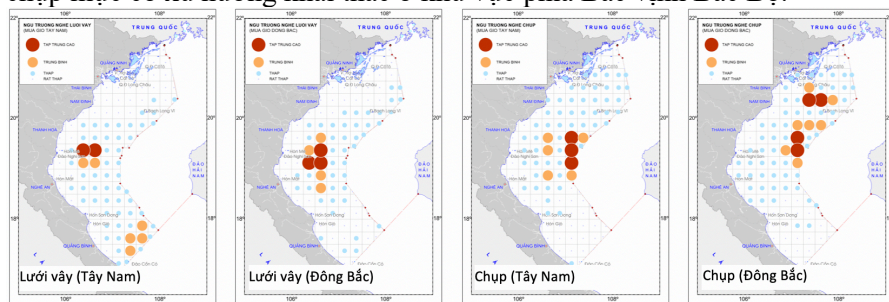
4.4.2. Năng suất khai thác

Kết quả nghiên cứu cho thấy, năng suất khai thác của các nghề khai thác cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ có sự biến động theo mùa vụ khá rõ rệt, đặc biệt là ở các nhóm tàu có công suất lớn (>90 CV).

4.4.3. Ngư trường khai thác

Nghề lưới vây và nghề chụp có sự chồng lấn về ngư trường khai thác tập trung ở khu vực giữa vịnh Bắc Bộ. Tuy nhiên, nghề lưới vây có xu hướng

tập trung khai thác ở các vùng biển phía Nam nhiều hơn, trong khi đó nghề chụp mực có xu hướng khai thác ở khu vực phía Bắc vịnh Bắc Bộ.



Hình 10. Ngư trường khai thác chủ yếu của nghề lưới vây và nghề chụp ở vịnh Bắc Bộ (chấm đỏ: tập trung cao; chấm vàng: trung bình; chấm xanh: ít tập trung).

- Nghề lưới vây: Vào mùa gió Tây Nam, ngư trường tập trung chủ yếu ở khu vực giữa và khu vực cửa vịnh Bắc Bộ, trong đó ngư trường trọng điểm là khu vực giữa vịnh Bắc Bộ, với mức độ tập trung cao. Vào mùa gió Đông Bắc, ngư trường khai thác của nghề lưới vây chủ yếu chỉ tập trung ở khu vực giữa vịnh Bắc Bộ. Các vùng còn lại, mức độ tập trung khai thác không cao.

- Nghề chụp: Vào mùa gió Tây Nam, ngư trường trọng điểm của nghề chụp tập trung ở khu vực giữa vịnh Bắc Bộ. Trong khi vào mùa gió Đông Bắc, ngư trường trọng điểm có xu hướng dịch chuyển lên phía Bắc và tập trung ở khu vực giữa vịnh Bắc Bộ đến phía Tây Nam Bạch Long Vĩ và khu vực phía Bắc Bạch Long Vĩ.

4.4.4. Sản lượng khai thác

Sản lượng khai thác trung bình tính theo quý của các loại nghề khai thác cá nổi nhỏ (lưới vây, chụp, vỏ mảnh) ở vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 7/2014 - 6/2016 đạt khoảng 105 ngàn tấn. Sản lượng ước tính cho năm 2015 của nghề khai thác cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ đạt khoảng 421,5 ngàn tấn, trong đó, lưới vây ánh sáng 48,9 ngàn tấn; lưới vây tự do 11,6 ngàn tấn; chụp 321,9 ngàn tấn; vỏ mảnh 39,1 ngàn tấn.

4.5. Rủi ro sinh thái của nghề khai thác cá nổi nhỏ

4.5.1. Phân tích các nguy cơ gây rủi ro sinh thái và các yếu tố sinh thái

Kết quả nghiên cứu đã được 17 nhóm nguy cơ rủi ro sinh thái trong tổng số 31 nguy cơ tiềm năng của nghề lưới vây và nghề chụp ở vịnh Bắc Bộ, gồm: các tác động trực tiếp từ nghề cá (hoạt động khai thác, mất lưới trong quá trình khai thác, hành hải, dịch vụ hậu cần, chất thải hữu cơ, chất thải rắn, hoá chất gây ô nhiễm, khí thải, sự hiện diện tại ngư trường); các tác động bên ngoài (các nghề khai thác hải sản khác, nuôi trồng thủy sản, đô thị hoá và khu công nghiệp ven biển, hàng hải).

4.5.2. Các nhóm loài đánh giá rủi ro sinh thái

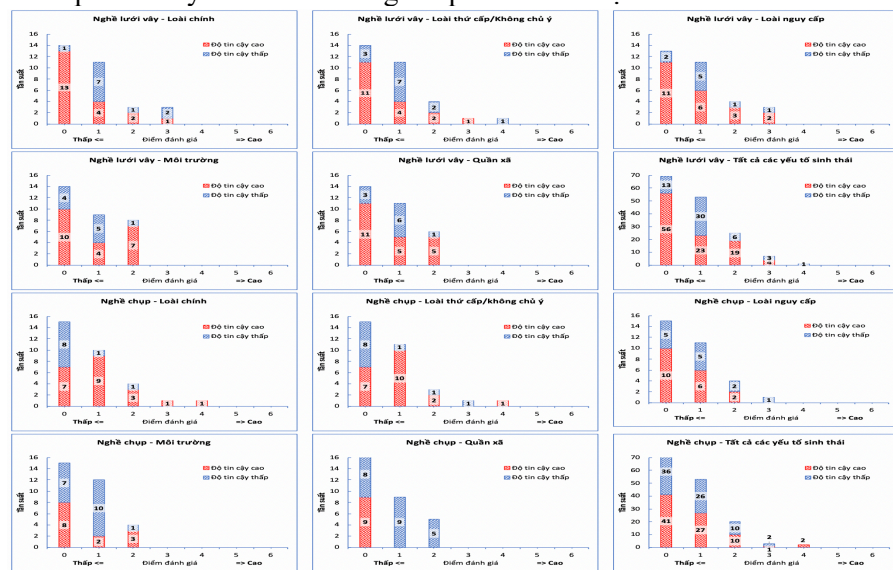
- *Các loài khai thác chính*: Nghề lưới vây có 9 loài (cá nục sồ, cá trích bầu, cá bạc má, cá ngừ chấm, cá sòng Nhật, cá trích xương, cá hổ, cá ngân và mực ống Trung Hoa); Nghề chụp có 12 loài (cá nục sồ, cá com mồm nhọn, cá sòng Nhật, cá ngân, mực ống đu-vau, cá bạc má, cá róc, mực ống Trung Hoa, cá com thường, cá com, cá trích xương và cá hổ).

- *Các loài khai thác không chủ ý*: Các loài khai thác không chủ ý là những loài không phải là đối tượng khai thác chính, bắt gặp trong sản lượng của mẻ lưới với tỷ lệ không lớn, hoặc tần suất bắt gặp khá thấp.

- *Các loài nguy cấp*: Các loài nguy cấp là những loài quý hiếm, có nguy cơ tuyệt chủng hoặc các loài cần được bảo vệ, bao gồm: (1) Các loài thú biển; (2) Các loài rùa biển; (3) Các loài cá và hải sản khác.

4.5.3. Phân tích SICA (Cấp độ 1)

Nghề lưới vây và nghề chụp đều có rủi ro cao đối với 3 yếu tố sinh thái, gồm: loài chính; loài thứ cấp; loài nguy cấp. Tuy nhiên, các nghề này có rủi ro thấp đối với yếu tố môi trường và quần xã sinh vật.



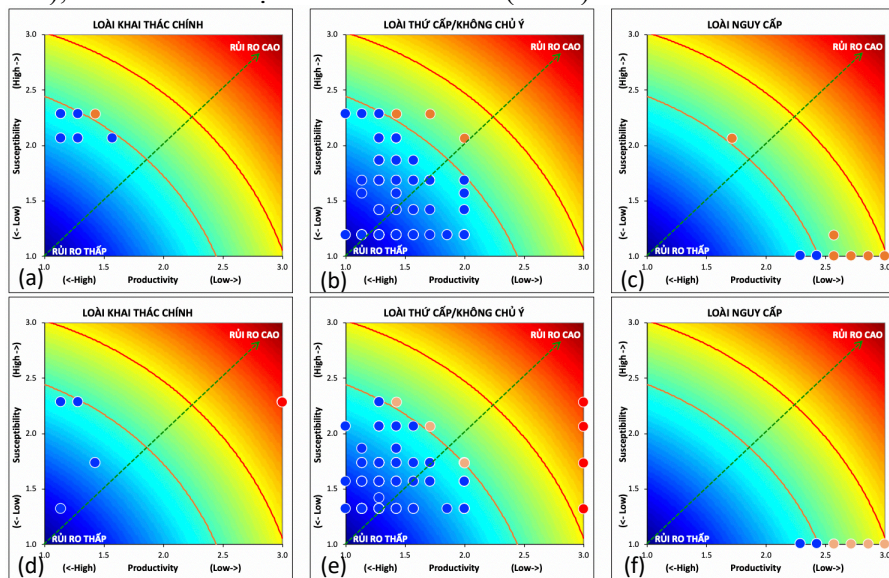
Hình 11. Kết quả phân tích SICA đánh giá rủi ro sinh thái của nghề lưới vây và nghề chụp đối với các yếu tố sinh thái ở vịnh Bắc Bộ.

4.5.4. Phân tích PSA (Cấp độ 2)

Tổng số loài tiến hành phân tích PSA của nghề lưới vây ở vịnh Bắc Bộ là 143 loài, trong đó, loài khai thác chính (9 loài); loài thứ cấp, không chủ ý (121 loài); loài nguy cấp (13 loài). Kết quả phân tích PSA cho thấy đối với nghề lưới vây, số loài có mức độ rủi ro sinh thái thấp (132 loài); rủi ro trung bình (11 loài); không có loài nào ở mức độ rủi ro sinh thái cao.

Tổng số loài tiến hành phân tích PSA của nghề chụp ở vịnh Bắc Bộ là 157

loài, trong đó, loài khai thác chính (12 loài); loài thứ cấp, không chủ ý (133 loài); loài nguy cấp (12 loài). Kết quả phân tích PSA cho thấy đối với nghề chum, số loài có mức độ rủi ro sinh thái thấp (139 loài); rủi ro trung bình (13 loài); số loài ở mức độ rủi ro sinh thái cao (5 loài).



Hình 12. Kết quả phân tích PSA đánh giá rủi ro sinh thái của nghề lưới vây (a, b, c) và nghề chum (d, e, f) ở vịnh Bắc Bộ (xanh => rủi ro thấp; cam => rủi ro trung bình; đỏ => rủi ro cao).

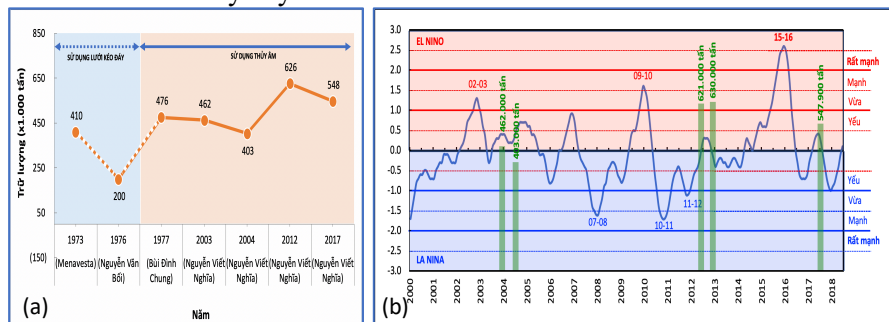
4.6. Thảo luận chung

4.6.1. Biến động trữ lượng nguồn lợi cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ

Menasvesta đã tiến hành đánh giá nguồn lợi các loài cá nổi nhỏ trên cơ sở các đợt thăm dò, khảo sát bằng tàu lưới kéo đáy trong khuôn khổ chương trình Hợp tác Việt – Xô (giai đoạn 1969-1971). Kết quả nghiên cứu đã ước tính được trữ lượng cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ khoảng 410.000 tấn [42]. Nghiên cứu của Nguyễn Văn Bồi đã đánh giá trữ lượng cá nổi nhỏ (khoảng 200.000 tấn) dựa trên các đợt khảo sát nguồn lợi bằng lưới kéo đáy [1]. Tuy nhiên, cá nổi nhỏ là những loài chủ yếu sống ở tầng giữa và tầng trên nên việc sử dụng lưới kéo đáy để đánh giá trữ lượng bằng sẽ có sai số khá lớn. Do vậy, những kết quả nghiên cứu này chỉ có giá trị tham khảo.

Nhìn chung, nguồn lợi cá nổi nhỏ có sự biến động khá lớn qua các thời kỳ có sự biến động khá chặt chẽ với các chu kỳ El Niño và La Niña. Cụ thể, vào các giai đoạn El Niño, nguồn lợi cá nổi nhỏ thấp hơn so với giai đoạn La Niña. Vào mùa gió Đông Bắc (2003) và Tây Nam (2004), El Niño 2002-2003 hoạt động tương đối mạnh, sau đó tiếp tục phát triển; tương tự như vậy El Niño 2015-2016 hoạt động rất mạnh và 2017 lại tiếp tục phát triển; nguồn

lợi cá nổi nhỏ ở các giai đoạn này khá thấp. Giai đoạn 2010-2011, La Niña hoạt động mạnh, tiếp theo La Niña 2011-2012 khá phát triển, nên trữ lượng cá nổi nhỏ ở thời kỳ này khá cao.



Hình 13. Biến động trữ lượng nguồn lợi cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ: (a) qua các thời kỳ (từ năm 1973 đến năm 2017) [1, 4, 13, 42]; (b) tương ứng với các chu kỳ ENSO (El Niño và La Niña), giai đoạn 2003-2017.

4.6.2. Biến động về phân bố cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ

Về phân bố, cá nổi nhỏ có sự phân bố khá ổn định qua các giai đoạn (1974-1976; 2003; 2012). Vào mùa gió Đông Bắc, cá nổi nhỏ tập trung thành đàn lớn với mật độ khá cao tại khu vực phía Nam và Tây Nam đảo Bạch Long Vỹ; khu vực cửa xa bờ từ Hà Tĩnh đến Quảng Bình, gần cửa vịnh.

4.6.3. Tương quan cá nổi nhỏ và các yếu tố môi trường

Một số nghiên cứu tương tự trên thế giới cũng đã chỉ ra rằng các yếu tố môi trường có sự tác động rất lớn đối với sự phân bố của cá nổi nhỏ. Sự biến động của các yếu tố môi trường (SST, CHR, khoảng cách từ bờ, độ sâu,...) có sự ảnh hưởng trực tiếp đến đặc điểm phân bố của các loài sinh vật biển nói chung, đặc biệt là các loài cá nổi nhỏ [36, 38, 39, 44, 45, 52, 54, 63]. Các yếu tố tự nhiên bất biến (địa hình đáy biển, hình thái bờ biển,...) cũng có sự tác động khá lớn đến phân bố của các loài cá nổi nhỏ [47, 51]. Tuy nhiên, các nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng sự phân bố của cá là một quá trình hết sức phức tạp, phụ thuộc rất lớn vào đặc tính sinh học, sinh thái học của các loài và môi trường xung quanh. Nhiều yếu tố khác cũng có thể ảnh hưởng đến sự phân bố của cá: gió, mưa, ánh sáng, độ muối, độ đục của nước biển [44, 47], sinh vật phù du là thức ăn của cá [52, 65, 66], các loài vật dữ [47].

4.6.4. Ứng dụng mô hình GAM đối với dự báo ngư trường

Việc sử dụng mô hình GAM hiện đang được sử dụng khá rộng rãi để nghiên cứu tác động của các yếu tố hải dương đến sự phân bố của cá [66, 69, 140], đặc biệt là đối với các loài cá nổi nhỏ. Mô hình GAM thể hiện tính ưu việt hơn và phản ánh chính xác hơn bản chất sinh học của các loài sinh vật trong mối tương quan với các yếu tố môi trường sinh thái [47].

Việc sử dụng các số liệu viễn thám các trường hải dương trong các mô

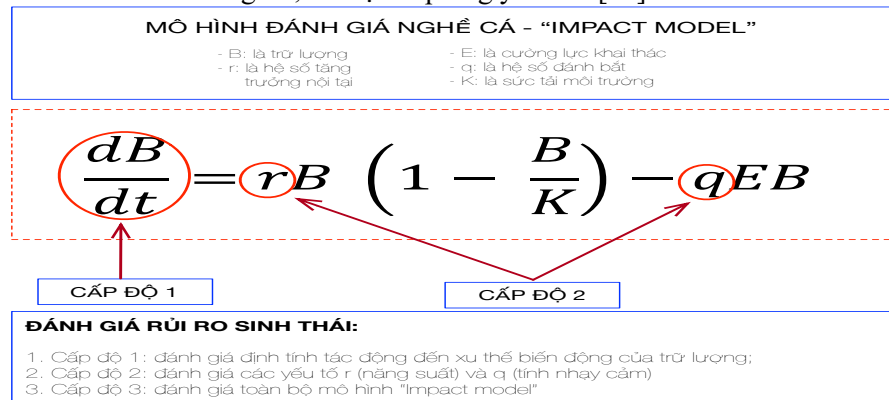
hình GAM có ý nghĩa rất lớn đối với thực tiễn. Mặc dù một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng mô hình GAM sẽ có sự tương quan chặt chẽ hơn khi sử dụng các số liệu thực đo của các yếu tố môi trường, thủy sinh vật là nguồn thức ăn của cá [37, 65, 66]. Tuy nhiên, chi phí cho việc thu thập, phân tích các số liệu điều tra thực địa thường tốn khá nhiều thời gian và kinh phí [51].

Các mô hình GAM có mức độ tương quan khá chặt chẽ, với hầu hết chỉ số ‘deviance explained’ khá cao. Các mô hình GAM này hoàn toàn có thể ứng dụng để dự báo các khu vực phân bố tập trung của các loài cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ từ các nguồn dữ liệu viễn thám các trường hải dương học. Thực tế trong khu vực Đông Nam Á, nhóm nghiên cứu ở Indonesia đã phát triển và ứng dụng mô hình GAM để dự báo ngư trường đối với loài cá com, cá bạc má trên cơ sở nguồn dữ liệu viễn thám biển. Như vậy, việc ứng dụng mô hình GAM tương quan giữa các yếu tố hải dương học từ nguồn số liệu viễn thám và phân bố của cá có ý nghĩa khá lớn trong việc phát triển các mô hình dự báo ngư trường hiện nay ở Việt Nam.

4.4.3. Đánh giá rủi ro sinh thái và quản lý nghề cá tiếp cận hệ sinh thái

ERAEF là một trong những công cụ kỹ thuật có ý nghĩa quan trọng, nhằm xây dựng cơ sở khoa học cho quản lý nghề cá theo tiếp cận EBFM. Đây là một phương pháp được sử dụng để đánh giá tác động của nghề cá đối với các yếu tố sinh thái. Về bản chất, đánh giá rủi ro sinh thái được phát triển từ mô hình “impact model” trong điều kiện thiếu thông tin, dữ liệu.

Đánh giá ở cấp độ 1 (phân tích SICA) là quá trình đánh giá định tính tác động đến sự biến động trữ lượng của quần thể. Đánh giá ở cấp độ 2 (phân tích PSA) cung cấp các thông tin về năng suất sinh học (hệ số sinh trưởng nội tại – ‘r’) và mức độ nhạy cảm đối với nghề cá (hệ số đánh bắt – ‘q’). Đánh giá ở cấp độ 3 tương ứng với việc đánh giá đầy đủ mô hình ‘impact model’ khi các thông tin, dữ liệu đáp ứng yêu cầu [56].



Hình 14. Mối liên hệ giữa mô hình ‘Impact Model’ với các cấp độ đánh giá của mô hình đánh giá rủi ro sinh thái (ERAEF).

ERAEF được coi là phương pháp đánh giá nhanh tác động của nghề cá đối với các yếu tố sinh thái. Phương pháp này đòi hỏi ít thông tin, dữ liệu và thời gian thực hiện, đồng nghĩa với việc chi phí cho hoạt động đánh giá thấp. Tuy nhiên, đối với những yếu tố sinh thái có mức độ rủi ro cao, cần tiếp tục thu thập các thông tin chi tiết để tiến hành đánh giá một cách đầy đủ, hệ thống để làm cơ sở cho việc đề xuất các chính sách quản lý nghề cá.

5. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

5.1. Kết luận

(1) Tổng số 80 loài, thuộc 36 giống, 6 họ cá nổi nhỏ đã bắt gặp ở vịnh Bắc Bộ trong giai đoạn 1996-2017, trong đó, xuất hiện rất phổ biến và chiếm ưu thế về sản lượng là các loài: cá nục sò, cá sông Nhật, cá bạc má, cá nhồng đen, cá cơm thường, cá ngán, cá róc, cá thu vạch, cá trích xương.

(2) Cá nổi nhỏ có xu hướng phân bố tập trung ở 5 khu vực chính gồm: Bắc Bạch Long Vỹ, Tây và Tây Nam Bạch Long Vỹ, phía ngoài cửa sông Ba Lạt, khu vực giữa và cửa vịnh Bắc Bộ.

(3) Cá nổi nhỏ có sự tương quan khá chặt chẽ với các yếu tố môi trường, đặc biệt là nhiệt độ tầng mặt và độ sâu. Các mô hình tương quan (GAM) có độ chính xác và tin cậy cao có khả năng ứng dụng cao trong việc phát triển các mô hình dự báo ngư trường khai thác cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ.

(4) Đa dạng sinh học của quần xã cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ nằm ở mức trung bình và thấp. Sự tụ họp loài trong quần xã cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ khá rõ rệt theo không gian, thời gian, các đặc trưng sinh học của loài và được phân tách thành 5 nhóm loài chính. Trong đó các yếu tố môi trường (gồm: độ sâu, nhiệt độ, hàm lượng chlorophyll a, độ muối và dòng chảy tầng đáy) đóng vai trò quan trọng đối với sự biến động cấu trúc quần xã.

(5) Trữ lượng, mật độ, phân bố nguồn lợi và cấu trúc quần xã các loài cá nổi nhỏ có sự biến động theo chu kỳ khá rõ rệt và liên quan chặt chẽ với sự biến động các chu kỳ El Niño và La Niña.

(6) Nghề lưới vây và chụp là các nghề khai thác cá nổi nhỏ chủ yếu ở vịnh Bắc Bộ. Nghề lưới vây và nghề chụp có rủi ro thấp đối với môi trường và quần xã sinh vật ở vịnh Bắc Bộ. Mức độ rủi ro sinh thái đối với các loài khai thác chính, loài thứ cấp/không chủ ý và loài nguy cấp của nghề chụp cao hơn so với nghề lưới vây. Đối với nghề lưới vây, trong tổng số 143 loài được đánh giá có 11 loài ở mức rủi ro sinh thái trung bình (gồm: 1 loài chính; 3 loài khai thác không chủ ý; 7 loài nguy cấp). Đối với nghề chụp, trong tổng số 157 loài đánh giá có 5 loài ở mức rủi ro sinh thái cao (gồm: 2 loài chính và 3 loài khai thác không chủ ý); 13 loài ở mức độ rủi ro sinh thái trung bình (7 loài khai thác không chủ ý và 6 loài nguy cấp).

5.2. Đề xuất các định hướng nghiên cứu

Trên cơ sở cá kết quả nghiên cứu về đánh giá nguồn lợi, đặc điểm sinh thái học và các rủi ro sinh thái của nghề khai thác cá nổi nhỏ ở vịnh Bắc Bộ, một số hướng nghiên cứu cần tiếp tục quan tâm thực hiện, như sau:

(1) Nghiên cứu tương quan giữa nguồn lợi và các yếu tố môi trường sinh thái làm cơ sở cho việc phát triển các mô hình dự báo ngư trường

(2) Nghiên cứu cơ sở sinh thái học quần xã các nhóm loài hải sản làm cơ sở cho việc phân vùng sinh thái nguồn lợi phục vụ quản lý nghề cá

(3) Nghiên cứu rủi ro sinh thái của nghề cá ở các vùng biển làm cơ sở cho việc phát triển các mô hình quản lý nghề cá tiếp cận hệ sinh thái.

NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Luận án nghiên cứu được thực hiện một cách hệ thống và khá toàn diện về cá nổi nhỏ, bao gồm: nghiên cứu đánh giá nguồn lợi, đặc điểm sinh thái học quần xã, rủi ro sinh thái của các nghề khai thác cá nổi nhỏ. Một số nội dung, phương pháp nghiên cứu lần đầu tiên được thực hiện ở Việt Nam là những đóng góp mới của luận án cả về phương diện học thuật và thực tiễn trong lĩnh vực nguồn lợi hải sản, nghề cá biển. Những đóng góp mới của luận án được thể hiện ở các điểm sau:

(1) Ứng dụng phương pháp ‘Hồi quy tổng quát bổ sung’ để nghiên cứu tương quan giữa các yếu tố môi trường, hải dương, thủy sinh vật đến phân bố của cá nổi nhỏ. Các mô hình tương quan là tiền đề cho việc phát triển các mô hình dự báo ngư trường khai thác cá nổi nhỏ.

(2) Nghiên cứu đặc điểm tụ hợp loài ‘species assemblages’ và tác động của các yếu tố môi trường, đặc trưng sinh học loài đến sự tụ hợp loài trong quần xã cá nổi nhỏ. Kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học quan trọng cho việc phân vùng sinh thái phục vụ quản lý nghề cá dựa trên tiếp cận hệ sinh thái.

(3) Biến động về trữ lượng, mật độ, phân bố và cấu trúc quần xã các loài cá nổi nhỏ theo chu kỳ khá rõ rệt và liên quan chặt chẽ với chu kỳ El Niño và La Niña. Kết quả nghiên cứu này là cơ sở để định hướng các hoạt động khai thác thích ứng với sự biến đổi khí hậu.

(4) Nghiên cứu đánh giá rủi ro sinh thái của các nghề khai thác cá nổi nhỏ được thực hiện là cơ sở khoa học cho việc trong việc xây dựng định hướng quản lý nghề cá tiếp cận hệ sinh thái.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bối, Nguyễn Văn (1976). "Tổng kết tình hình nguồn lợi biển Việt Nam," Viện Nghiên cứu Hải sản, Hải Phòng,
- [2] Chung, Bùi Đình (1981). "Báo cáo tổng kết toàn diện về kết quả nghiên cứu đề tài "Nghiên cứu nguồn lợi cá tầng giữa và tầng trên cá nổi ở vùng biển Thuận Hải - Minh Hải," Hải Phòng, 127 trang.
- [3] Chung, Bùi Đình & Định, Trần (2005). "Danh mục ban đầu các loài cá biển Việt Nam," *Tuyển tập các công trình nghiên cứu nghề cá biển*, Tập III, trang 200-210.
- [4] Chung, Bùi Đình; Sơn, Đào Mạnh & Ý, Đào Như (1977). "Về ứng dụng máy thủy âm trong công tác nghiên cứu nguồn lợi," Viện Nghiên cứu Hải sản, Hải Phòng,
- [5] Chung, Bùi Đình; Vĩnh, Chu Tiên & Đức, Nguyễn Hữu (2001). "Nguồn lợi cá biển - cơ sở phát triển của nghề cá biển nước ta," *Tuyển tập các công trình nghiên cứu nghề cá biển*, Tập 2, Trang 199-210.
- [6] Hà, Vũ Việt (2010). "Hệ số phản hồi âm của cá sòng nhật (*Trachurus japonicus*) ở vịnh Bắc Bộ xác định bằng phương pháp *in situ*," *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Số 2/2010, Trang 70-77.
- [7] Hà, Vũ Việt (2010). "Đặc tính âm phản hồi của cá nục sò (*Decapterus maruadsi*), cá bạc má (*Rastrelliger kanagurta*) và cá ngán (*Atule mate*) dựa trên phương pháp phân tích đáp tuyến tần số," *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh*, 13, Số 1-2010, Trang 71-81.
- [8] Hà, Vũ Việt; Nghĩa, Nguyễn Viết; Thanh, Trần Văn; Sơn, Hoàng Ngọc & Thuý, Nguyễn Thị Diệu (2016). "Đánh giá rủi ro sinh thái của nghề khai thác cá ngừ đại dương ở biển Việt Nam đối với các loài khai thác thứ cấp," *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Tháng 12/2016,
- [9] Hùng, Bùi Thanh & Bộ, Đoàn Văn (2017). "Nghiên cứu mối tương quan giữa cá nổi nhỏ và cấu trúc các trường hải dương ở vùng biển phía tây Vịnh Bắc Bộ," *Tạp chí nông nghiệp và phát triển nông thôn*, 218, 29-35.
- [10] Hường, Nguyễn Khắc (1980). "Họ cá Trông ở vịnh Bắc Bộ," *Tuyển tập Nghiên cứu Biển, Viện Hải Dương Học Nha Trang*, Tập II (1), Trang 265-286.
- [11] Hường, Nguyễn Khắc (1991). "Cá Biển Việt Nam. Tập II. Quyền 1. Nhà Xuất bản Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội. 182 trang,"
- [12] Hường, Nguyễn Khắc (1993). "Cá Biển Việt Nam. Tập II, Quyền 2. Nhà Xuất bản Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội. 176 trang,"
- [13] Nghĩa, Nguyễn Viết (2007). "Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu trữ lượng và khả năng khai thác các loài cá nổi nhỏ chủ yếu là cá Nục, cá Trích, cá Bạc má ở biển Việt Nam"," Viện Nghiên cứu Hải sản, Hải Phòng,
- [14] Nghĩa, Nguyễn Viết (2009). "Thí nghiệm *ex-situ* xác định hệ số phản hồi âm của cá nục sò *Decapterus maruadsi* (Temminck & Schlegel 1843) ở biển Việt Nam," *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Số 10/2009, 68-75.
- [15] Nghĩa, Nguyễn Viết (2013). "Xác định hệ số phản hồi âm của cá khế *Alepes djeddaba* (forsskal, 1775) bằng phương pháp *ex-situ* ở biển Việt Nam," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, Tập 13, Số 3, 249-256.
- [16] Sơn, Đào Mạnh (1991). "Ảnh hưởng của gió mùa, nhiệt độ và lượng mưa tới mùa vụ sinh sản của một số loài cá kinh tế biển Việt Nam," *Các công trình nghiên cứu Khoa học kỹ thuật Thủy sản 1986-1990. Bộ Thủy sản. Vụ Quản lý Khoa học Kỹ thuật. Tạp chí Thủy sản*, 8-22.
- [17] Thược, Phạm; Cảnh, Nguyễn Tiến & Tự, Đào Văn (1985). "Đặc điểm nguồn lợi, ước tính trữ lượng và khả năng khai thác cá biển Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu nguồn lợi cá biển Việt Nam" thuộc Chương trình "Điều tra tổng hợp biển và thềm lục địa Việt Nam"," Viện Nghiên cứu Hải sản, 64 trang.

- [18] Tổ, Lê Đức (1999). "Khả năng dự báo cá khai thác ở các vùng biển Việt Nam," *Tuyển tập Hội nghị khoa học công nghệ biển toàn quốc lần thứ 4*, Tập 2, 1186-1199.
- [19] Viện.Khảo.cứu.Ngư.nghiệp (1975). Nguồn lợi cá biển Miền Nam Việt Nam, Quyển 5. 52 trang
- [20] Chabanaud, P. (1924). "Poisson d' Indochine,"
- [21] Chabanaud, P. (1926). "Description d'un poisson nouveau d'Indochine, appartenant à la famille des Sciaenidae. ," *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, (Série 1) v. 32 (no. 5),
- [22] Chevey, P. (1929). "Inventaire de la faune Ichthyologique de l'Indochine. 2è Laste, lè Note," Inst. Océogr. l'Indochine,
- [23] Chevey, P. (1932). "Poissons des campagnes du "de Lanessan" (1925-1929) lè partie," Travaux Inst. Océogr. l'Indochine,
- [24] Chevey, P. (1934). "Revision synonymique de l'Oeuvre Ichthyologique de C. Tirant, 7è Note," Inst. Océogr. l'Indochine,
- [25] Chevey, P. & Durand, J. (1945). "Principaux poissons comestibles d'Indochine," Inst. Océogr. l'Indochine (Nhatrang, Annam),
- [26] Dalzell, P. (1993). Small pelagic fishes. In Nearshore marine resources of the South Pacific, A. Wright & L. Hill (eds). Suva: Institute of Pacific Studies, Honiara: Forum Fisheries Agency and Halifax: International Centre for Ocean Development, 97 - 133., In,
- [27] EPA (1998). Guidelines for Ecological Risk Assessment. EPA 630-R-95-002F, Office of Research and Development. US Environmental Protection Agency, Washington, DC. USA.
- [28] Frelat, Romain; Orio, Alessandro; Casini, Michele; Lehmann, Andreas; Mérigot, Bastien; Otto, Saskia A; Sguotti, Camilla & Möllmann, Christian (2018). "A three-dimensional view on biodiversity changes: spatial, temporal, and functional perspectives on fish communities in the Baltic Sea," *ICES Journal of Marine Science*, 75, 2463-2475.
- [29] Garcia, S.M.; Zerbi, A.; Aliaume, C.; Do Chi, T.; Lasserre, G. (2003). The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook., FAO, Rome, Italy. 71 p.
- [30] Hastie, Trevor & Tibshirani, Robert (1986). "Generalized Additive Models," *Statistical Science*, 1, Page 297-310.
- [31] Hobday, A.J.; Smith, A.D.M.; Webb, H.; Daley, R.; Wayte, S.; Bulman, C.; Dowdney, J.; Williams, A.; Sporic, M.; Dambacher, J.; Fuller, M. & Walker, T. (2007). "Ecological risk assessment for the effects of fishing: methodology," Australian Fisheries Management Authority, Canberra, 174 pp.
- [32] Hotelling, H. (1933). "Analysis of a complex of statistical variables into principal components," *Journal of Educational Psychology*, 24, 417–441, and 498–520.
- [33] Johannesson, K.A. & Mitson, R.B. (1983). "Fisheries acoustics. A practical manual for aquatic biomass estimation.," *FAO Fish. Tech. Pap*, 240, 249 pp.
- [34] Jost, Lou (2006). "Entropy and diversity," *Oikos*, 113, 363-375.
- [35] Korneliussen, R. J.; Ona, E.; Eliassen, I.; Heggelund, Y.; Patel, R.; Godø, O.R.; Giertsen, C.; Patel, D.; Nornes, E.; Bekkvik, T.; Knudsen, H.P. & Lien, G. (2006). "The Large Scale Survey System - LSSS. Proceedings of the 29th Scandinavian Symposium on Physical Acoustics, Ustaoset 29 January – 1 February 2006.,"
- [36] Lehodey, P.; Alheit, J.; Barange, M.; Baumgartner, T.; Beaugrand, G.; Drinkwater, K.; Fromentin, J.-M.; Hare, S. R.; Ottersen, G.; Perry, R. I.; Roy, C.; Lingen, C. D. van der & Werner, F. (2006). "Climate Variability, Fish, and Fisheries," *Journal of Climate*, 19, 5009-5030.
- [37] Maravelias, C. D. & Reid, D. G. (1997). "Identifying the effects of oceanographic features and zooplankton on prespawning herring abundance using generalized additive models," *Marine Ecology Progress Series*, 147, 1-9.

- [38] Maravelias, Christos (1999). Habitat selection and clustering of a pelagic fish: effects of topography and bathymetry on species dynamics, 437-450.
- [39] Maravelias, Christos; Reid, Dave; J Simmonds, E. & Haralabous, John (1996). Spatial Analysis and Mapping of Acoustic Survey Data in the presence of High Local Variability: Geostatistical Application to North Sea Herring (*Clupea harengus*), 1497-1505.
- [40] Marine.Stewardship.Council (2010). Marine Stewardship Council Fisheries Assessment Methodology and Guidance to Certification Bodies Including Default Assessment Tree and Risk-Based Framework,
- [41] Marine.Stewardship.Council (2017). "Global Impacts Report 2017. A 20th anniversary review of the Marine Stewardship Council program and the progress and improvements made by MSC certified fisheries around the world," 41 p.
- [42] Menasveta, D.; Shindo, S. & Chullasorn, S. (1973). "Pelagic fishery resources of the South China Sea and prospects for their development," SCS/DEV/73/6. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, FAO, Rome,
- [43] Northwood.Tecnologies.Inc. & Marconi.Mobile.Limited (2001). Vertical Mapper: Spatial Analysis and Display Software. Version 3.0. Build 3.0.0.019,
- [44] Nurdin, Suhartono; Ahmad Mustapha, Muzzneena; Lihan, Tukimat & A.G, Mazlan (2015). Determination of Potential Fishing Grounds of *Rastrelliger kanagurta* Using Satellite Remote Sensing and GIS Technique, 225-232.
- [45] Nurdin, Suhartono; Mustapha, Muzzneena & Lihan, Tukimat (2013). The Relationship between Sea Surface Temperature and Chlorophyll-a Concentration in Fisheries Aggregation Area in the Archipelagic Waters of Spermonde Using Satellite Images, 466-472.
- [46] Ona, E. & Mitson, R. B. (1996). "Acoustic sampling and signal processing near the seabed: The deadzone revisited," 53, *ICES Journal of Marine Science*.
- [47] Peltonen, Heikki; Luoto, Miska; Pääkkönen, Jari-Pekka; Karjalainen, Miina; Tuomaala, Antti; Pönni, Jukka & Viitasalo, Markku (2007). "Pelagic fish abundance in relation to regional environmental variation in the Gulf of Finland, northern Baltic Sea," *ICES Journal of Marine Science*, 64, 487-495.
- [48] Pielou, E. C. (1966). "The measurement of diversity in different types of biological collections," *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131-144.
- [49] Pitney.Bowes.Software.Inc. (2011). MapInfo Professional Version 11. Pitney Bowes Software Inc., One Global View, Troy, New York 12180-8399. In:
- [50] R.Core.Team (2018). "R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>."
- [51] R.D. Silk, Janet; Thorpe, Sally; Fielding, Sophie; Murphy, Eugene; Trathan, Philip; Watkins, Jonathan & Hill, Simeon (2016). Environmental correlates of Antarctic krill distribution in the Scotia Sea and southern Drake Passage, fsw097.
- [52] Reid, D. G. & Maravelias, C. D. (2001). "Relationships between herring school distribution and seabed substrate derived from RoxAnn," *ICES Journal of Marine Science*, 58, 1161-1173.
- [53] RIMF & IMR (1979). "Fish resources of Vietnam. The results of the investigations by "R/V Bien Dong" - Part I: Report of the investigations by "R/V Bien Dong" in Vinh Bac Bo (Gulf of Tonkin), June 1977 - June 1978; Part II: Report of the investigations by "R/V Bien Dong" off the southeastern part of Vietnam, July 1978-December 1979; Part III: Appendices to Part I and II. Reports of cruises No 1-21 by "R/V Bien Dong", March 1977-December 1979.,"
- [54] Safruddin; Hidayat, Rachmat & Zainuddin, Mukti (2018). "Effects of environmental factors on anchovies *Stolephorus* sp distribution in Bone Gulf, Indonesia," *AACL Bioflux*, 11,
- [55] Shannon, C. E. (1948). "A mathematical theory of communication," *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423 and 623-656.
- [56] Smith, A. D. M.; Fulton, E. J.; Hobday, A. J.; Smith, D. C. & Shoulder, P. (2007). "Scientific tools

- to support the practical implementation of ecosystem-based fisheries management," *ICES J. Mar. Sci.*, 64, 633-639.
- [57] Sparre, P. & Venema, S.C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual, FAO Fisheries Technical Paper. No. 306/1, Rev.2. Rome, FAO. 407p. ISBN 92-5-103996-8
 - [58] Stamatopoulos, Constantine (2002). Sample-Based Fishery Surveys - A Technical Handbook. In: FAO Fisheries Technical Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p 132
 - [59] Toresen, R. (2001). "Environmental Influence on Herring (*Clupea harengus* L.) abundance. An environmental approach for the understanding of herring stock fluctuations and its application in management.," PhD Thesis, University of Bergen, Bergen, Norway.
 - [60] Toresen, R. & Østvedt, O.J. (2000). "Variation in abundance of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*, Clupeidae) throughout the 20th century and the influence of climatic fluctuations," *Fish and Fisheries*, 1, 231-256.
 - [61] Toresen, Reidar; Gjørseter, Harald & Barros, Pedro de (1998). "The acoustic method as used in the abundance estimation of capelin (*Mallotus villosus* Müller) and herring (*Clupea harengus* Linné) in the Barents Sea," *Fisheries Research*, 34, 27-37.
 - [62] Truskanov, M. & Scherbino, M. (1966). "Methods of direct calculation of fish concentrations by means of hydroacoustic apparatus," *ICNAF Res. Bull.*, 3, 70-89.
 - [63] Tsitsika, Efthymia V.; Maravelias, Christos D. & Haralabous, John (2007). "Modeling and forecasting pelagic fish production using univariate and multivariate ARIMA models," *Fisheries Science*, 73, 979-988.
 - [64] Tunge, D.S. (1958). "Echo sounder surveys in the autumn of 1956," *Fishery Investigations, London*, 22, 1-17.
 - [65] Zgozi, S.; Barra, M.; Basilone, G.; Hamza, M.; Assughayer, M.; Nfate, A.; Giacalone, G.; Fontana, I.; Mifsud, R.; Goncharov, S.; Popov, S.; Bahri, T.; Pulizzi, M.; Genovese, S.; Ceriola, L.; Aronica, S.; Mazzola, S. & Bonanno, A. (2018). "Habitat suitability modelling for a key small pelagic fish species (*Sardinella aurita*) in the central Mediterranean sea," *Hydrobiologia*, 821, 83-98.
 - [66] Zwolinski, Juan P.; Oliveira, Paulo B.; Quintino, Victor & Stratoudakis, Yorgos (2010). "Sardine potential habitat and environmental forcing off western Portugal," *ICES Journal of Marine Science*, 67, 1553-1564.

DANH MỤC MỘT SỐ CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

Các công trình công bố quốc tế:

- [1] **Nghĩa, N.V. & Hung, B.T.** (2018). Relationship between Abundance of Sardines and Oceanographic Conditions in Tonkin Gulf, Vietnam. *Journal of Oceanography and Marine Research*. Vol. 6: 184. doi: 10.4172/2572-3103.1000184.

Các công trình công bố trong nước:

- [1] Vũ Việt Hà, Trần Văn Cường, **Nguyễn Việt Nghĩa** (2013). Đánh giá trữ lượng cá sòng Nhật (*Trachurus japonicus*) ở vùng biển vịnh Bắc Bộ, Việt Nam bằng phương pháp thủy âm. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Tháng 12/2013, 60-70.
- [2] **Nguyễn Việt Nghĩa** (2013). Xác định hệ số phản hồi âm của cá khê *Alepes djeddaba* (forsskål, 1775) bằng phương pháp ex-situ ở biển Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, Tập 13, Số 3, 249-256.
- [3] **Nguyễn Việt Nghĩa** (2014). Công tác điều tra nguồn lợi hải sản ở Việt Nam: Thực trạng và định hướng giải pháp. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Tháng 9/2014, 5-13.
- [4] **Nguyễn Việt Nghĩa & Vũ Việt Hà** (2014). Đánh giá tổng hợp hiện trạng nguồn lợi hải sản ở biển Việt Nam giai đoạn 2011-2013. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. Tháng 9/2014. 14-24.
- [5] Mai Công Nhuận, **Nguyễn Việt Nghĩa**, Phạm Huy Sơn & Nguyễn Khắc Bát (2014). Đánh giá biến động nguồn lợi hải sản ở vùng đánh cá chung vịnh Bắc Bộ. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Tháng 9/2014. 33-39.
- [6] Nguyễn Công Thành, Nguyễn Tiến Cảnh, Nguyễn Đắc Thắng & **Nguyễn Việt Nghĩa** (2014). Xác định trữ lượng cá nổi trên cơ sở nghiên cứu khối lượng động vật phù du ở biển Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Tháng 9/2014. 112-117.
- [7] Vũ Việt Hà, **Nguyễn Việt Nghĩa & Trần Văn Cường** (2014). Đánh giá nguồn lợi cá nổi nhỏ ở biển Việt Nam bằng phương pháp thủy âm đa tần số. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Tháng 9/2014. 79-88.
- [8] Bùi Thanh Hùng, **Nguyễn Việt Nghĩa**, Nguyễn Đức Linh & Trần Văn Vụ (2015). Một số đặc điểm hải dương học nghề cá vùng biển ven bờ Việt Nam, năm 2012. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn* (206). 168-179.
- [9] **Nguyễn Việt Nghĩa & Vũ Việt Hà** (2016). Biến động nguồn lợi một số nhóm hải sản chủ yếu ở biển Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. Tháng 11/2016. 26-37.
- [10] Vũ Việt Hà, **Nguyễn Việt Nghĩa**, Trần Văn Thanh, Hoàng Ngọc Sơn & Nguyễn Thị Diệu Thuý (2017). Đánh giá rủi ro sinh thái của nghề khai thác cá ngừ đại dương ở biển Việt Nam đối với các loài khai thác thứ cấp. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, Tháng 12/2016. 121-129.
- [11] Vũ Việt Hà & **Nguyễn Việt Nghĩa** (2018). Tiếp cận hệ sinh thái trong quản lý nghề cá biển Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. Số 16/2018. 13-24.
- [12] **Nguyễn Việt Nghĩa**, Bùi Thanh Hùng, Nguyễn Hoàng Minh & Vũ Việt Hà (2018). Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố hải dương đến sự phân bố của cá nục và cá bạc má ở vùng biển vịnh Bắc Bộ. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. Tháng 12/2018.
- [13] **Nguyễn Việt Nghĩa & Vũ Việt Hà** (2018). Ước tính cường lực và sản lượng khai thác của nghề lưới vây khai thác cá nổi nhỏ ở vùng biển vịnh Bắc Bộ, giai đoạn 2014-2016. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. Tháng 12/2018.