

ĐÁNH GIÁ TÍNH CHỌN LỌC VÀ TÁC ĐỘNG KHAI THÁC CÁ CHƯA TRƯỞNG THÀNH CỦA CÁC CỖ MẮT LƯỚI RÊ PHỔ BIẾN TRONG NGHỀ CÁ VEN BỜ PHAN THIẾT, VIỆT NAM

ASSESSMENT OF GILLNET SELECTIVITY AND ASSOCIATED JUVENILE FISH CAPTURE FOR DOMINANT MESH SIZES IN THE COASTAL FISHERY OF PHAN THIET, VIETNAM

Vũ Kế Nghiệp

Viện Khoa học và Công nghệ Khai thác Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

Email: vknghep@ntu.edu.vn

Ngày nhận bài: 05/05/2025; Ngày phản biện thông qua: 27/5/2025; Ngày duyệt đăng: 30/5/2025

TÓM TẮT

Nghề lưới rê ven bờ đóng góp quan trọng vào sinh kế của ngư dân ven biển tại thành phố Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận, tuy nhiên, hoạt động này đang đối mặt với nguy cơ khai thác quá mức cá nhỏ chưa trưởng thành do việc sử dụng mắt lưới nhỏ, trong khi dữ liệu định lượng về tác động của việc sử dụng lưới với kích thước mắt lưới nhỏ tại địa phương còn thiếu. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm đánh giá mức độ khai thác cá chưa trưởng thành và xác định các tham số chọn lọc (chiều dài cá tối ưu, hệ số chọn lọc) của bốn cỡ mắt lưới rê đơn phổ biến (24, 26, 30, 34 mm) đối với bốn đối tượng khai thác chính là cá trích (*Sardinella jussieu*), cá mòi (*Konosirus punctatus*), cá nục sỏ (*Decapterus maruadsi*), cá bạc má (*Rastrelliger kanagurta*). Để thực hiện mục tiêu này, nhóm nghiên cứu đã thu thập dữ liệu của 160 mẻ lưới (trong tháng 04/2022 và tháng 5/2022) và phân tích chiều dài (tính từ đầu mõm đến chẻ vây đuôi) của 6.995 cá thể, đồng thời áp dụng phương pháp Holt (1963) để xác định khả năng chọn lọc. Kết quả phân tích cho thấy một tỷ lệ lớn cá chưa trưởng thành bị khai thác, đặc biệt với lưới có kích thước mắt lưới là 24mm (>98%) và 26mm (>92%), bởi vì chiều dài cá tối ưu của hai cỡ lưới này thấp hơn đáng kể so với chiều dài thành thực sinh dục của các loài nghiên cứu. Ngay cả với lưới có kích thước mắt lưới là 30mm và 34mm, chiều dài cá tối ưu cũng thấp hơn chiều dài thành thực sinh dục đối với hầu hết các loài nghiên cứu (ngoại trừ cá trích ở mức độ nhất định), với hệ số chọn lọc dao động từ 3,5÷3,7. Điều này hàm ý rằng việc sử dụng phổ biến các cỡ mắt lưới rê nhỏ tại Phan Thiết dẫn đến tính chọn lọc kém đối với cá thể non, gây áp lực khai thác nghiêm trọng lên khả năng tái tạo nguồn lợi, do đó nghiên cứu này cung cấp cơ sở khoa học cho việc điều chỉnh quy định quản lý ngư cụ nhằm đảm bảo tính bền vững cho nghề lưới rê ven bờ tại địa phương nghiên cứu.

Từ khóa: Cá chưa trưởng thành, kích thước chọn lọc, lưới rê, Phan Thiết, quản lý nghề cá.

ABSTRACT

The coastal gillnet fishery is crucial for the livelihoods of fishers in Phan Thiet City, Binh Thuan Province. However, this activity faces the risk of overexploiting juvenile small pelagic fish due to the prevalent use of small mesh sizes, while quantitative data on the local impact of such practices remains lacking. Therefore, this study aimed to assess the exploitation level of immature fish and determine the selectivity parameters (optimal length, L_{opt} ; selection factor, SF) for four common mesh sizes of monofilament gillnets (24, 26, 30, and 34 mm) for four key target species: Goldstripe sardinella (*Sardinella jussieu*), Dotted gizzard shad (*Konosirus punctatus*), Japanese scad (*Decapterus maruadsi*), and Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). Data were collected from 160 fishing hauls from April to May 2022, analyzing the fork length (FL) of 6,995 individuals. Holt's (1963) method was employed to estimate gear selectivity. The results revealed a high proportion of immature fish being caught, particularly by the 24 mm (>98%) and 26 mm (>92%) mesh sizes, as their optimal retention lengths (L_{opt}) were considerably lower than the length at first maturity (L_m) for the target species. Even with the 30 mm and 34 mm meshes, the L_{opt} remained lower than the L_m for most species (with *S. jussieu* being a partial exception), and selection factors (SF) ranged from 3.5–3.7. This implies that the widespread use of small-mesh gillnets in Phan Thiet results in poor selectivity towards juveniles, exerting significant fishing pressure on stock recruitment potential. Consequently, this study provides a crucial scientific basis for revising fishing gear regulations to ensure the sustainability of the local coastal gillnet fishery.

Key words: Juvenile fish, Size selectivity, Gillnet, Phan Thiet, Fisheries management

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghề cá quy mô nhỏ đóng vai trò then chốt trong an ninh lương thực và sinh kế của hàng triệu cộng đồng ngư dân ven biển trên toàn thế giới, đặc biệt ở các nước đang phát triển [28, 34, 35, 44]. Tuy nhiên, nghề cá quy mô nhỏ cũng đang đối mặt với thách thức về quản lý bền vững, trong đó có vấn đề khai thác quá mức và tác động lên nguồn lợi cá non [27, 30, 35]. Việt Nam, với đường bờ biển dài và vùng đặc quyền kinh tế rộng lớn, có ngành thủy sản phát triển đa dạng, đóng góp quan trọng vào nền kinh tế quốc dân, an ninh lương thực và tạo việc làm cho hàng triệu người dân ven biển [8, 33]. Nghề lưới rê là một trong những loại hình khai thác phổ biến nhất trong cơ cấu nghề cá ven bờ ở nhiều địa phương ven biển Việt Nam, bao gồm cả tỉnh Bình Thuận [7, 10].

Lưới rê là ngư cụ khai thác thụ động, phổ biến toàn cầu [10, 20], về lý thuyết có khả năng chọn lọc tốt hơn so với lưới kéo đáy [38, 40]. Tuy nhiên, tính chọn lọc thực tế của lưới rê phụ thuộc chặt chẽ vào sự tương thích giữa kích thước mắt lưới và kích thước, hình dạng của đối tượng khai thác [46, 50], điều này có ý nghĩa quan trọng trong việc quản lý khai thác.

Tỉnh Bình Thuận, với ngư trường giàu tiềm năng, là một trong những trung tâm khai thác thủy sản lớn nhất cả nước [1, 24]. Nguồn lợi cá nổi nhỏ như cá trích, cá mòi, cá nục sò, cá bạc má... rất phong phú, đóng vai trò quan trọng không chỉ về mặt kinh tế (chiếm tỷ trọng lớn trong tổng sản lượng khai thác) mà còn về mặt sinh thái (là mắt xích quan trọng trong chuỗi thức ăn biển) [4, 7, 11]. Nghề lưới rê đơn ven bờ tại thành phố Phan Thiết tập trung khai thác nhóm cá nổi nhỏ này [7].

Tuy nhiên, tương tự như nhiều vùng biển khác, nguồn lợi thủy sản ven bờ Bình Thuận đang đối mặt với áp lực khai thác ngày càng tăng và có những dấu hiệu suy giảm đáng báo động. Các nghiên cứu và báo cáo gần đây [5, 6, 22, 23] đã chỉ ra sự sụt giảm sản lượng của nhiều loài cá thương mại, sự gia tăng tỷ lệ cá tạp, cá nhỏ trong các mẻ lưới và

sự biến mất dần của một số đối tượng khai thác truyền thống. Một trong những nguyên nhân cốt lõi được xác định là tình trạng khai thác quá mức, đặc biệt là việc khai thác các cá thể chưa trưởng thành trước khi chúng kịp tham gia vào quá trình sinh sản để bổ sung cho quần đàn.

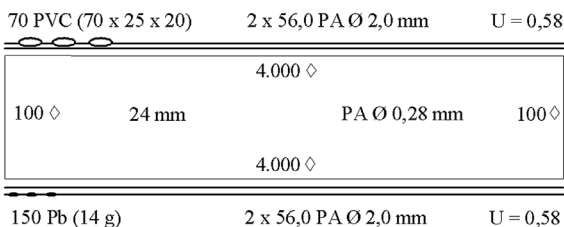
Việc khai thác một tỷ lệ lớn cá thể chưa đạt kích thước thành thực sinh dục là một vấn đề nghiêm trọng trong quản lý nghề cá toàn cầu, được biết đến với thuật ngữ khai thác quá mức tăng trưởng (growth overfishing) và tiềm ẩn nguy cơ dẫn đến hiện tượng sụt giảm số lượng cá bổ sung (recruitment overfishing) do khai thác quá mức [37, 50]. Khi cá bị đánh bắt trước khi sinh sản lần đầu, chúng không có cơ hội đóng góp vào thế hệ tiếp theo, làm suy yếu khả năng phục hồi và duy trì trữ lượng của quần đàn về lâu dài. Điều này không chỉ ảnh hưởng đến sản lượng khai thác trong tương lai mà còn có thể gây ra những xáo trộn lớn trong cấu trúc hệ sinh thái biển [49, 52].

Đối với nghề lưới rê, tính chọn lọc kích thước là yếu tố then chốt quyết định mức độ tác động lên các cá thể chưa trưởng thành. Một vàng lưới rê với kích thước mắt lưới phù hợp sẽ cho phép những cá thể chưa đạt kích thước thành thực sinh dục thoát qua, trong khi giữ lại những cá thể lớn hơn đã đạt kích thước mong muốn (thường là sau khi đã thành thực sinh dục) [38, 50]. Ngược lại, nếu kích thước mắt lưới quá nhỏ so với kích thước thành thực của loài cá mục tiêu, một tỷ lệ lớn cá con sẽ bị mắc lại, gây ra những tác động tiêu cực như đã phân tích. Do đó, việc xác định và áp dụng kích thước mắt lưới tối thiểu phù hợp là một công cụ quản lý quan trọng để giảm thiểu việc khai thác cá chưa trưởng thành và thúc đẩy khai thác bền vững đối với nghề lưới rê [40, 48].

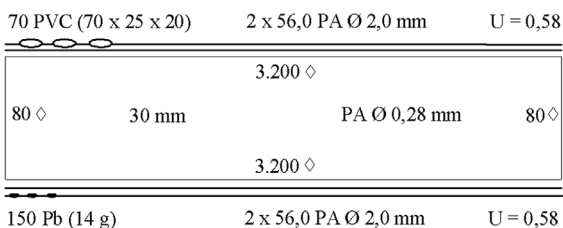
Tại Phan Thiết, mặc dù nghề lưới rê ven bờ đã tồn tại từ lâu và đóng góp quan trọng vào đời sống ngư dân, nhưng các nghiên cứu khoa học định lượng, chi tiết về tính chọn lọc thực tế của các cỡ mắt lưới đang được sử dụng và mức độ tác động cụ thể của chúng

lên quần thể cá chưa trưởng thành còn rất hạn chế. Các quy định về kích thước mắt lưới tối thiểu đã được ban hành trong các văn bản pháp luật [2, 3], nhưng việc đánh giá sự phù hợp của các quy định này với thực tế sinh học của các loài cá tại địa phương và hiệu quả thực thi của chúng vẫn là một khoảng trống chưa được làm rõ.

Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm giải quyết khoảng trống kiến thức nêu trên. Mục tiêu chính của nghiên cứu là: (1) xác định được phân bố chiều dài của 4 loài cá khai thác chính (cá trích, cá mòi, cá nục sỏ, cá bạc má) trong sản lượng khai thác tương ứng với 4 cỡ mắt lưới rê đơn (24, 26, 30, 34mm); (2) định lượng mức độ khai thác cá thể chưa trưởng thành trong sản lượng khai thác của từng loài đối với từng cỡ mắt lưới cụ thể; (3) xác định các tham số chọn lọc (chiều dài cá tối ưu, hệ số chọn lọc) của các cỡ mắt lưới đối với từng loài; (4) đánh giá sự phù hợp của chiều dài cá tối ưu so với chiều dài thành thực sinh dục của từng loài cá khai thác chính. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho việc rà soát, điều chỉnh các quy định quản lý ngư cụ, hướng tới đảm bảo tính bền vững cho nghề lưới rê đơn ven bờ tại địa phương nghiên cứu và có thể cung cấp bài học kinh nghiệm cho các địa phương ven biển khác có điều kiện khai thác và nguồn lợi tương tự.



Hình 1. Bản vẽ khai triển mẫu lưới số 1



Hình 3. Bản vẽ khai triển mẫu lưới số 3

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

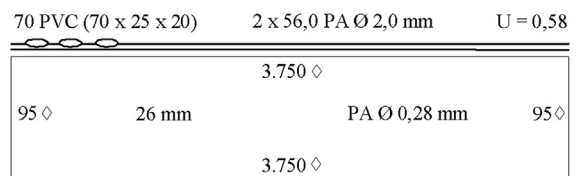
Địa điểm nghiên cứu là vùng biển ven bờ thuộc thành phố Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận. Thời gian thu thập số liệu nghiên cứu từ tháng 04/2022 đến tháng 5/2022 (đây là thời kỳ hoạt động chính của nghề lưới rê tại địa phương nghiên cứu [7]).

2. Thu thập số liệu

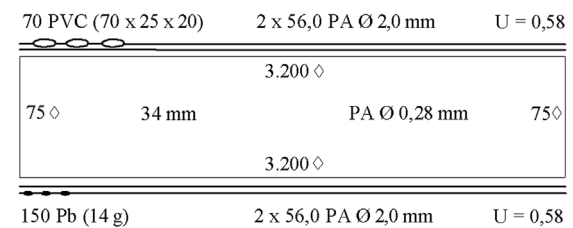
2.1. Tàu thuyền và ngư cụ

Bốn tàu vỏ gỗ được sử dụng để triển khai hoạt động thu mẫu, với chiều dài thân tàu từ 7,40 đến 8,20 m và chiều rộng từ 2,15 đến 2,45 m. Mỗi tàu được trang bị 30 tấm lưới rê đơn, mỗi tấm có chiều dài 56 m. Kích thước mắt lưới của từng tàu lần lượt là 24 mm, 26 mm, 30 mm và 34 mm

Ngư cụ được sử dụng để thu thập dữ liệu gồm 4 vàng lưới rê đơn, mỗi vàng lưới có 30 tấm lưới, chiều dài của mỗi tấm là 56 m. Các mẫu lưới sử dụng các kích thước mắt lưới lần lượt là 24 mm, 26 mm, 30 mm và 34 mm, tương ứng với mẫu lưới 1 đến mẫu lưới 4. Tất cả 4 vàng lưới đều có thiết kế giống nhau, bao gồm áo lưới vật liệu PA sợi đơn (đường kính chỉ lưới 0,28 mm, mắt lưới hình thoi); 70 phao PVC (70 x 25 x 20 mm); 150 chì Pb (14 g/viên), và hệ số rút gọn U = 0,58. Bản vẽ khai triển các mẫu lưới được thể hiện ở Hình 1 ÷ 4.



Hình 2. Bản vẽ khai triển mẫu lưới số 2



Hình 4. Bản vẽ khai triển mẫu lưới số 4

2.2. Thu mẫu cá và đo kích thước

Hoạt động khai thác của các tàu nghiên cứu tại vùng biển ven bờ thành phố Phan Thiết, với 20 chuyến biển mỗi tháng, tương ứng 20 ngày khai thác. Mỗi tàu thực hiện một mẻ lưới mỗi ngày và đưa toàn bộ ngư cụ cùng sản phẩm về bờ để xử lý và tiêu thụ ngay sản phẩm. Do sản lượng từ lưới rê có đặc điểm ít loài và kích thước cá tương đối đồng đều, nhóm nghiên cứu đã chọn ngẫu nhiên 4 tấm lưới trong số 30 tấm trên mỗi tàu để thu thập toàn bộ sản phẩm khai thác nhằm phục vụ phân tích thành phần loài và phân bố kích thước.

Các sản phẩm được phân theo nhóm loài của 4 loài cá nổi chính gồm cá nục sò (*Decapterus maruadsi*), cá trích (*Sardinella*

jussieu), cá mòi (*Konosirus punctatus*), và cá bạc má (*Rastrelliger kanagurta*). Cá thể trong mẫu được định loại dựa vào phương pháp hình thái [14-18, 31, 32] và đo chiều dài từ đầu mõm đến chẻ vây đuôi (FL - Fork Length) bằng thước bàn, độ chính xác 5mm (làm tròn đến giá trị gần nhất) [50].

Tổng số 6.995 cá thể thuộc bốn loài khai thác chính được thu thập để phân tích phân bố chiều dài (bao gồm cá trích, cá mòi, cá nục sò, và cá bạc má). Các mẫu được thu bằng các vàng lưới có kích thước mắt lưới khác nhau (24 mm, 26 mm, 30 mm và 34 mm). Số lượng cá thể được đo chiều dài cho từng loài theo từng cỡ mắt lưới được trình bày chi tiết trong Bảng 1.

Bảng 1. Số lượng cá thể đo chiều dài theo từng loại kích thước mắt lưới

Đơn vị tính: cá thể

TT	Đối tượng khai thác	Kích thước mắt lưới			
		24 mm	26 mm	30 mm	34 mm
1	Cá trích (<i>Sardinella jussieu</i>)	471	549	315	359
2	Cá mòi (<i>Konosirus punctatus</i>)	364	438	670	716
3	Cá nục sò (<i>Decapterus maruadsi</i>)	341	415	433	466
4	Cá bạc má (<i>Rastrelliger kanagurta</i>)	308	362	395	393
Tổng cộng		1.484	1.764	1.813	1.934

2.3. Phương pháp đánh giá, phân tích số liệu

2.3.1. Phân tích phân bố chiều dài cá khai thác

Dữ liệu chiều dài FL của từng loài cá ứng với từng cỡ mắt lưới được nhóm thành các lớp kích thước với khoảng cách lớp là 5mm. Tần suất số lượng cá thể trong mỗi lớp kích thước được tính toán và biểu diễn dưới dạng biểu đồ phân bố tần suất chiều dài để trực quan hóa phân bố chiều dài của cá khai thác.

2.3.2. Đánh giá mức độ khai thác cá chưa trưởng thành

Đối với từng loài cá và từng cỡ mắt lưới, tỷ lệ phần trăm (%) số lượng cá thể có chiều dài FL nhỏ hơn chiều dài thành thực dục lần đầu (Lm thành thực) được tính toán theo biểu thức (1). Giá trị Lm thành thực được sử dụng làm ngưỡng tham chiếu, lấy từ các nghiên cứu đã công bố: Lm thành thực (cá trích) = 120 mm [19], Lm thành thực (cá mòi) = 141 mm [26], Lm thành thực (cá nục sò) = 145 mm [12], Lm thành thực (cá bạc má) = 140 mm [13].

$$\% \text{ Cá chưa trưởng thành} = \frac{\text{Số lượng cá thể có FL nhỏ hơn Lm thành thực}}{\text{Tổng số lượng cá thể đo}} \times 100 \quad (1)$$

2.3.3. Phân tích tính chọn lọc của lưới rê

Trong nghiên cứu này, khả năng chọn lọc của lưới rê với các kích thước mắt lưới khác nhau (24 mm, 26 mm, 30 mm và 34 mm) được đánh giá bằng mô hình chọn lọc hình chuông [38, 41, 42], với giả định rằng xác suất cá có chiều dài L bị giữ lại theo phân bố chuẩn [38, 39]. Đường cong chọn lọc được mô tả bởi phương trình (2).

$$r(L) = \exp \left[-\frac{(L - L_{mi})^2}{2S^2} \right] \quad (2)$$

Với $r(L)$ là mức độ chọn lọc của ngư cụ theo chiều dài cá ($0 < r(L) < 1$); L là trung điểm của mỗi phân lớp chiều dài cá; L_{mi} là chiều dài cá tối ưu bị đóng vào lưới và S là độ lệch chuẩn.

Việc tính toán hệ số chọn lọc (SF) và độ lệch chuẩn S cho từng loại mắt lưới được thực hiện thông qua việc phân tích các cặp

$$SF = \frac{\sum [x(i) \times y(i)]}{\sum x(i)^2} \quad (4) \quad ; \text{ Với } x(i) = m(i) + m(i+1), \text{ và } y(i) = -2a_{(i)}/b_{(i)}.$$

Độ lệch chuẩn tổng hợp (S) được tính theo biểu thức (5).

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \times \sum_{i=0}^{n-1} SF(i) \times \frac{m(i+1)-m(i)}{b(i)} \quad (5)$$

Chiều dài tối ưu theo từng cỡ mắt lưới được tính theo biểu thức (6).

$$L_{mi} = SF \times m(i) \quad (6)$$

Đường cong chọn lọc theo chiều dài của các đối tượng khai thác được biểu diễn lại theo biểu thức (7).

$$r(L_{mi}) = \exp \left[-(L - L_{mi})^2 / (2S^2) \right] \quad (7)$$

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Kết quả nghiên cứu

Phân tích dữ liệu chiều dài của 6.995 cá thể thuộc 4 loài cá đánh bắt chính cho thấy sự khác biệt rõ rệt trong phân bố chiều dài cá khai thác giữa các kích thước mắt lưới khác nhau (Hình 5).

Cá trích: Chiều dài cá dao động từ 65÷160 mm. Với lưới rê có kích thước mắt lưới 24mm và 26mm, phần lớn cá thể tập trung ở nhóm kích thước 80÷115 mm. Khi sử dụng lưới có kích thước mắt lưới 30mm và 34mm, đỉnh phân bố dịch chuyển rõ rệt sang phải, tập trung chủ yếu ở nhóm 95÷125 mm (Hình 5a).

mắt lưới liên tiếp nhau, cụ thể là các cặp: 24–26 mm, 26–30 mm và 30–34 mm. Với mỗi cặp mắt lưới, nhóm nghiên cứu sử dụng mô hình hồi quy tuyến tính của lôgarit tỷ số số lượng cá giữa hai mẫu lưới theo từng lớp chiều dài, được thể hiện qua biểu thức (3).

$$Y = \ln(C_{(i+1)}/C_{(i)}) = a_i + b_i \times L \quad (3)$$

Trong đó, $C_{(i)}$ và $C_{(i+1)}$ là số lượng cá ở một nhóm chiều dài xác định được khai thác bởi lưới có mắt lưới $m(i)$ và $m(i+1)$ tương ứng, còn $a_{(i)}$ và $b_{(i)}$ là hằng số hồi quy (hệ số chặn và hệ số góc) ứng với mỗi cặp mắt lưới. Ba cặp hệ số tương ứng được ký hiệu là $[a_1, b_1]$, $[a_2, b_2]$ và $[a_3, b_3]$ cho các cặp lưới 24–26 mm, 26–30 mm và 30–34 mm.

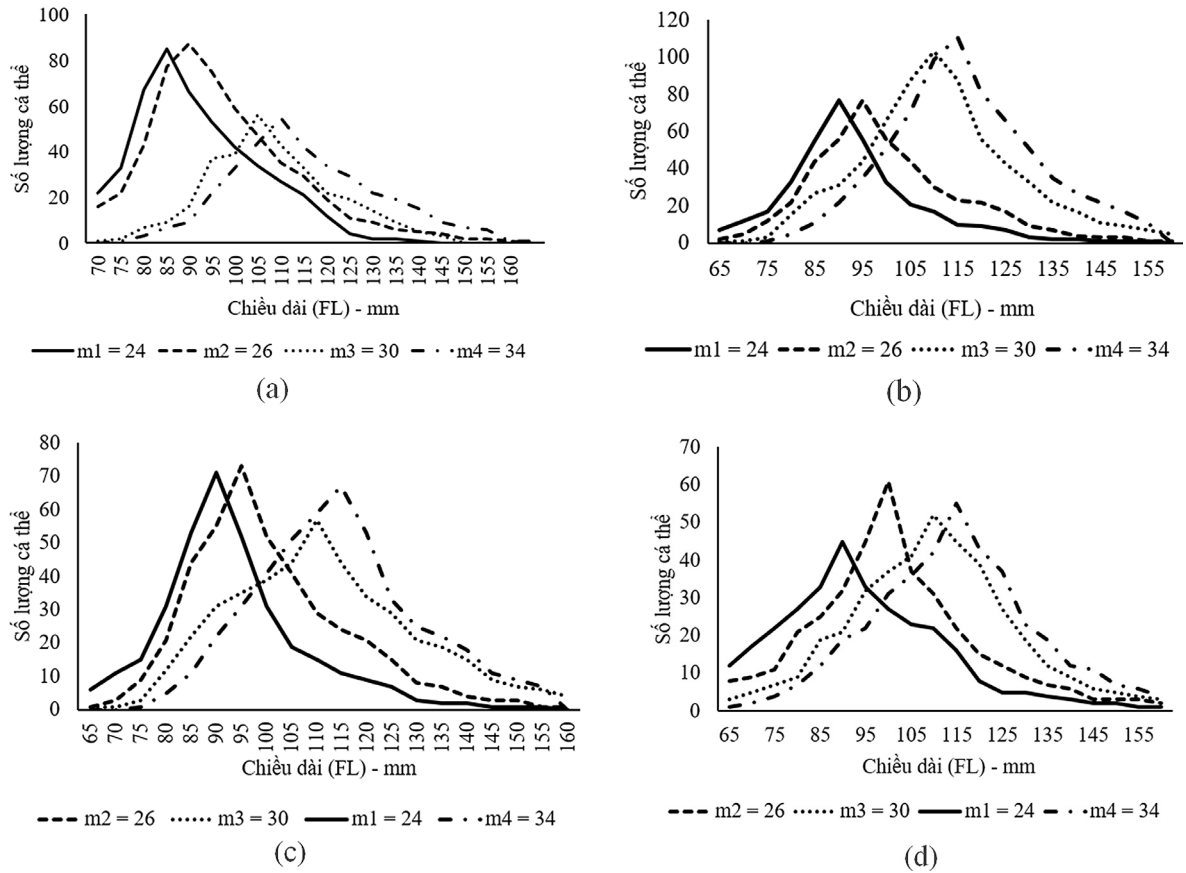
Dựa trên các hệ số này, hệ số chọn lọc (SF) được tính theo biểu thức (4).

Cá mè: Chiều dài cá dao động 65÷160 mm. Lưới có kích thước mắt lưới 24mm và 26mm bắt chủ yếu cá ở nhóm 85÷120 mm. Lưới 30mm và 34mm bắt được nhiều cá thể lớn hơn, đỉnh phân bố nằm trong khoảng 100÷135 mm (Hình 5b).

Cá nục sò: Chiều dài cá dao động 65÷160 mm. Sự dịch chuyển đỉnh phân bố theo kích thước mắt lưới cũng rất rõ ràng. Lưới có kích thước mắt lưới 24mm và 26mm tập trung khai thác nhóm 80÷110 mm, trong khi lưới có kích thước mắt lưới 30mm và 34mm khai thác hiệu quả hơn nhóm 95÷130 mm (Hình 5c).

Cá bạc má: Chiều dài cá dao động 65÷160 mm. Tương tự các loài cá đã phân tích ở trên, lưới có kích thước mắt lưới 24mm và 26mm bắt cá nhỏ hơn (đỉnh 80÷115 mm) so với lưới có kích thước mắt lưới 30mm và 34mm (đỉnh 90÷130 mm) (Hình 5d).

Nhìn chung, kết quả phân bố tần suất chiều dài cho thấy rằng việc sử dụng lưới có kích thước mắt lưới lớn hơn dẫn đến khai thác các cá thể có kích thước lớn hơn.

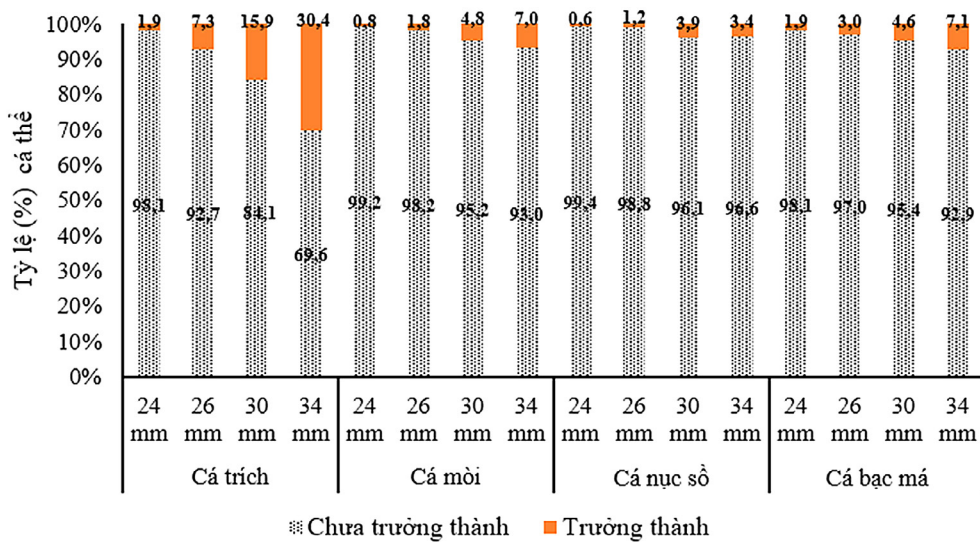


Hình 5. Phân bố chiều dài một số đối tượng khai thác chính

Ghi chú: (a). Cá trích; (b). Cá mè; (c). Cá nục sỏ; (d). Cá bạc má

Kết quả định lượng tỷ lệ cá thể có chiều dài FL nhỏ hơn L_m thành thực cho thấy mức độ

khai thác cá chưa trưởng thành là rất đáng báo động (Hình 6).



Hình 6. Tỷ lệ cá thể chưa trưởng thành và trưởng thành

Từ Hình 6, cho thấy:

Sử dụng lưới có kích thước mắt lưới 24 mm: Khai thác gần như hoàn toàn cá chưa trưởng thành: 98,1% (cá trích), 99,2% (cá mòi), 99,4% (cá nục sò), 98,1% (cá bạc má).

Sử dụng lưới có kích thước mắt lưới 26 mm: Tỷ lệ cá chưa trưởng thành vẫn cực kỳ cao: 92,7% (cá trích), 98,2% (cá mòi), 98,8% (cá nục sò), 97,0% (cá bạc má).

Sử dụng lưới có kích thước mắt lưới 30 mm: Tỷ lệ cá chưa trưởng thành giảm đối với cá trích (84,1%) nhưng vẫn rất cao với các loài khác: 95,2% (cá mòi), 96,1% (cá nục sò), 95,4% (cá bạc má).

Sử dụng lưới có kích thước mắt lưới 34 mm: Tỷ lệ cá trích chưa trưởng thành giảm

xuống còn 69,6%, nhưng vẫn duy trì trên 90% đối với 3 loài còn lại: 93,0% (cá mòi), 96,6% (cá nục sò), 92,9% (cá bạc má).

Tổng hợp chung cho cả 4 loài cá khai thác và 4 loại kích thước mắt lưới, có đến 94,2% số cá thể đo đạc nằm dưới ngưỡng thành thực sinh dục. Điều này cho thấy tình trạng khai thác cá con đang diễn ra ở mức độ nghiêm trọng trong nghề lưới rê ven bờ ở thành phố Phan Thiết.

Kết quả phân tích hồi quy cho thấy mối quan hệ tuyến tính rõ rệt giữa kích thước mắt lưới và tỷ lệ cá bị khai thác. Các hệ số hồi quy ai và bi được ước lượng cho từng cặp kích thước mắt lưới và loài cá bị khai thác, được trình bày chi tiết trong Bảng 2.

Bảng 2. Hệ số a và b theo từng cặp kích thước mắt lưới và loài cá khai thác

TT	Loài	Cặp mắt lưới	Hệ số a	Hệ số b
1	Cá trích (<i>Sardinella jussieu</i>)	24 & 26 mm	-2,2323	0,0265
		26 & 30 mm	-5,3810	0,0472
		30 & 34 mm	-2,7412	0,0270
2	Cá mòi (<i>Konosirus punctatus</i>)	24 & 26 mm	-2,4146	0,0259
		26 & 30 mm	-3,3546	0,0342
		30 & 34 mm	-2,5184	0,0219
3	Cá nục sò (<i>Decapterus maruadsi</i>)	24 & 26 mm	-2,8008	0,0288
		26 & 30 mm	-2,7579	0,0271
		30 & 34 mm	-1,6093	0,0136
4	Cá bạc má (<i>Rastrelliger kanagurta</i>)	24 & 26 mm	-1,3581	0,0146
		26 & 30 mm	-1,7253	0,0164
		30 & 34 mm	-1,3039	0,0115

Chiều dài cá tối ưu (Lm) bị khai thác bởi bốn loại kích thước mắt lưới ($m_1 = 24$ mm, $m_2 = 26$ mm, $m_3 = 30$ mm và $m_4 = 34$ mm) đối

với bốn loài cá khai thác chính gồm cá trích, cá mòi, cá nục sò, và cá bạc má được thể hiện ở Bảng 3.

Bảng 3. Chiều dài cá tối ưu cá bị đánh bắt bởi các kích thước mắt lưới khác nhau

TT	Kích thước mắt lưới (mm)	Cá trích	Cá mè	Cá nục sò	Cá bạc má
1	24	80,8	89,6	93,3	89,5
2	26	87,6	97,1	101,0	97,0
3	30	95,1	107,8	111,0	106,0
4	34	107,8	122,2	125,9	120,1

Ghi chú: Chiều dài cá tối ưu (Lm) tính bằng (mm)

Bảng 3 cho thấy xu hướng chiều dài cá bị khai thác tăng dần theo kích thước mắt lưới. Cụ thể, đối với cá trích, chiều dài cá tối ưu tăng từ 80,8 mm (m1) lên đến 107,8 mm (m4). Xu hướng tương tự được ghi nhận ở cá mè với Lm dao động từ 89,6 mm đến 122,2 mm, ở cá nục sò từ 93,3 mm đến 125,9 mm, và ở cá bạc má từ 89,5 mm đến 120,1 mm. Kết quả này cho thấy mối quan hệ trực tiếp giữa kích thước mắt lưới và kích thước cá thể bị khai thác, việc tăng kích thước mắt lưới có thể góp phần đáng kể vào việc giảm thiểu khai thác cá chưa trưởng thành.

Tuy nhiên, chiều dài cá tối ưu vẫn nhỏ hơn chiều dài cá thành thực sinh dục lần đầu. Vì vậy, cần xác định hệ số chọn lọc của các loài cá làm cơ sở xác định kích thước mắt lưới phù hợp với kích thước cá thành thực sinh dục (Bảng 4).

Những kết quả này là cơ sở khoa học quan trọng để đề xuất các quy định về kích thước mắt lưới tối thiểu nhằm hạn chế khai thác cá chưa thành thực sinh dục, từ đó góp phần nâng cao hiệu quả khai thác và đảm bảo tính bền vững trong quản lý nguồn lợi thủy sản.

Bảng 4. Hệ số chọn lọc (SF) của các cặp kích thước mắt lưới

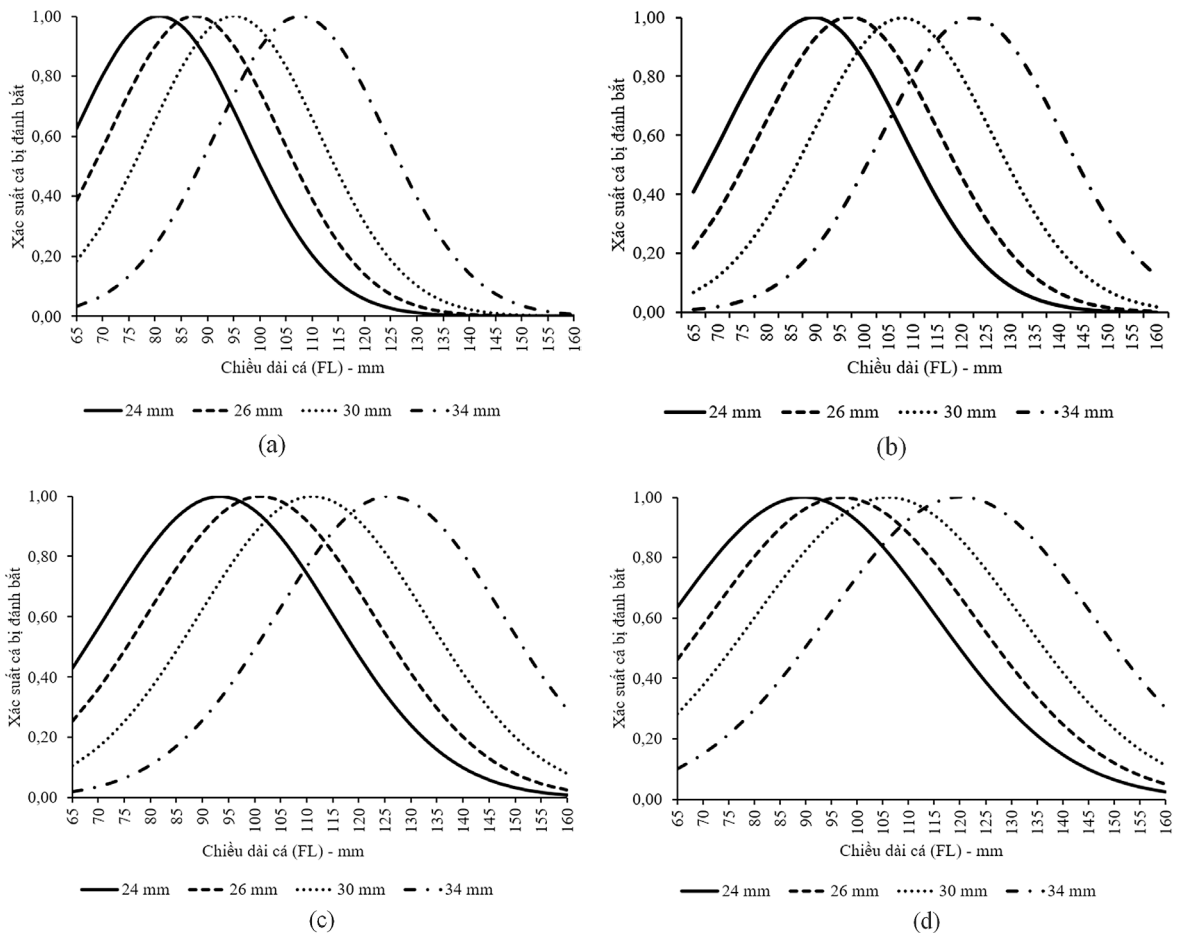
Loài	Hệ số chọn lọc			
	SF1 (24&26 mm)	SF2 (26&30 mm)	SF3 (30&34 mm)	Trung bình
Cá trích (<i>Sardinella jussieu</i>)	3,4	4,1	3,2	3,5
Cá mè (<i>Konosirus punctatus</i>)	3,7	3,5	3,6	3,6
Cá nục sò (<i>Decapterus maruadsi</i>)	3,9	3,6	3,7	3,7
Cá bạc má (<i>Rastrelliger kanagurta</i>)	3,7	3,8	3,5	3,7

Bảng 4 cho thấy hệ số chọn lọc của cá trích dao động từ 3,2 đến 4,1, với giá trị trung bình là 3,5; đây là loài có mức biến động SF lớn nhất trong số bốn loài được khảo sát. Cá mè có hệ số chọn lọc dao động hẹp hơn, từ 3,5 đến 3,7, với trung bình đạt 3,6. Tương tự, cá nục sò ghi nhận hệ số chọn lọc từ 3,6 đến 3,9, trung bình là 3,7, cho thấy đặc tính chọn lọc tương đối ổn định và hiệu quả trong việc khai thác các cá thể trưởng thành. Cá bạc má có hệ số chọn lọc dao động từ 3,5 đến 3,8, với giá trị trung bình là 3,7, tương đương với cá nục sò. Các kết quả này cho thấy hệ số chọn lọc giữa các loài có sự khác biệt nhất định, đồng thời nhấn

mạnh vai trò của việc lựa chọn kích thước mắt lưới phù hợp trong quản lý nghề cá nhằm giảm thiểu khai thác cá non, góp phần vào chiến lược bảo vệ nguồn lợi thủy sản và phát triển nghề cá bền vững.

Từ các hệ số chọn lọc đã tính toán ở trên có thể xác định kích thước mắt lưới phù hợp với kích thước cá thành thực sinh dục theo biểu thức (6) [38, 39].

Đường cong chọn lọc của cá trích, cá mè, cá nục sò, và cá bạc má tương ứng với từng kích thước mắt lưới khác nhau được thể hiện ở Hình 7.



Hình 7. Đường cong chọn lọc của các đối tượng khác thác chính khi sử dụng mắt lưới 24, 26, 30 và 34 mm

Ghi chú: (a). Cá trích; (b). Cá mèi; (c). Cá nục sò; (d). Cá bạc má

Hình 7 thể hiện đường cong chọn lọc theo chiều dài thân cá (Fork Length) đối với bốn loài cá khai thác chính: cá trích (a), cá mèi (b), cá nục sò (c), và cá bạc má (d). Mỗi đường cong thể hiện mức độ chọn lọc ứng với một kích thước mắt lưới: 24 mm, 26 mm, 30 mm và 34 mm.

Ở cả bốn loài, đỉnh chọn lọc dịch chuyển theo chiều dài tăng dần khi kích thước mắt lưới tăng, cho thấy xu hướng chọn lọc cá lớn rõ rệt hơn. Cụ thể, ở cá trích, đỉnh chọn lọc tối đa tăng từ khoảng 95 mm (24 mm) lên 130 mm (34 mm). Cá mèi và nục sò thể hiện xu hướng tương tự, với đỉnh chọn lọc lần lượt đạt 125÷130 mm và 120÷125 mm khi sử dụng lưới 34 mm. Đối với cá bạc má, mặc dù xu hướng dịch chuyển vẫn được ghi nhận, độ dốc thấp

hơn phản ánh phổ chọn lọc rộng hơn.

Những kết quả này cho thấy kích thước mắt lưới ảnh hưởng đáng kể đến hiệu quả chọn lọc, cung cấp cơ sở quan trọng cho việc đề xuất quy định kỹ thuật ngư cụ phù hợp nhằm giảm thiểu khai thác cá non và hướng tới quản lý nghề cá bền vững.

2. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu về mức độ khai thác cá chưa trưởng thành cho thấy rõ về mức độ vi phạm về khai thác cá chưa trưởng thành của các mẫu lưới nghiên cứu tại thành phố Phan Thiết. Tỷ lệ cá con lên đến 94,2% tổng số mẫu đo, đặc biệt là trên 98÷99% đối với lưới sử dụng kích thước mắt lưới 24mm. Điều này cho thấy một phần nguồn lợi cá nhỏ đang bị khai thác trước khi chúng có cơ hội tham

gia vào sinh sản, gây ra áp lực khai thác lên quần thể cá non và làm suy giảm khả năng tự phục hồi của nguồn lợi. Đây chính là biểu hiện rõ ràng của tình trạng khai thác quá mức tăng trưởng (growth overfishing), một vấn đề đáng quan tâm trong quản lý nghề cá toàn cầu [37]. Nếu tình trạng này tiếp diễn, nguy cơ dẫn đến sự suy giảm lượng cá bố mẹ đến mức không đủ để duy trì thế hệ sau là hoàn toàn hiện hữu, không thể tự duy trì bền vững của nguồn lợi trong tương lai.

Hệ quả sinh thái của việc khai thác cạn kiệt cá con không chỉ dừng lại ở việc suy giảm trữ lượng các đối tượng khai thác chính. Cá nòi nhỏ đóng vai trò trung tâm trong lưới thức ăn biển, là nguồn thức ăn chính cho nhiều loài cá lớn hơn, chim biển và động vật biển có vú [45]. Sự suy giảm nghiêm trọng của nhóm cá này có thể gây ra những tác động tiêu cực lên các bậc dinh dưỡng cao hơn, làm mất cân bằng hệ sinh thái ven bờ vốn đã chịu nhiều áp lực từ các hoạt động khác của con người.

Phân tích tính chọn lọc của các mẫu lưới nghiên cứu đã lượng hóa được mối quan hệ giữa kích thước mắt lưới và kích thước cá bị bắt giữ. Kết quả cho thấy, chiều dài cá tối ưu luôn nhỏ hơn L_m thành thực đối với hầu hết các loài và các cỡ lưới nghiên cứu đã lý giải tại sao cá con chiếm tỷ lệ cao trong tổng sản lượng khai thác. Điều này chứng tỏ lưới rê sử dụng kích thước mắt lưới 24, 26, 30 mm, và thậm chí 34 mm, đang được ngư dân tại địa phương nghiên cứu sử dụng là không phù hợp dưới góc độ bảo tồn cá thể non và đảm bảo tính bền vững. Đặc biệt, lưới có kích thước mắt lưới 24mm và 26mm có thể xem là ngư cụ “hủy diệt” đối với cá con của 4 loài cá nghiên cứu chính (cá trích, cá mòi, cá nục sỏ, cá bạc má).

Nghề lưới rê ven bờ tại thành phố Phan Thiết là một nghề cá đa loài điển hình, khai thác đồng thời nhiều loài cá nòi nhỏ có kích thước và đặc điểm sinh học khác nhau. Điều này tạo ra một thách thức lớn trong việc xác định một kích thước mắt lưới tối thiểu duy nhất có thể bảo vệ hiệu quả tất cả các loài. Kết quả nghiên cứu cho thấy, một cỡ mắt lưới (ví dụ 34mm) có thể tương đối phù hợp với cá trích nhưng vẫn

khai thác quá mức cá mòi, cá nục, cá bạc má. Việc áp dụng mắt lưới lớn hơn nữa để bảo vệ các loài lớn hơn có thể làm giảm đáng kể sản lượng khai thác cá trích, ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế của ngư dân. Đây là bài toán khó cần sự cân nhắc kỹ lưỡng giữa mục tiêu bảo tồn và mục tiêu kinh tế-xã hội [29]. Các giải pháp quản lý có thể cần kết hợp nhiều công cụ khác nhau, không chỉ dựa vào kích thước mắt lưới, ví dụ như: Nghiêm cấm hoặc hạn chế khai thác trong mùa sinh sản cao điểm của các loài khai thác chính; Bảo vệ nghiêm ngặt các khu vực được xác định là bãi đẻ, ương dưỡng quan trọng; Kiểm soát số lượng tàu thuyền, số ngày hoạt động.

Tình trạng khai thác cá chưa trưởng thành do sử dụng lưới rê có kích thước mắt lưới nhỏ không phải là vấn đề riêng của địa phương nghiên cứu. Nhiều nghiên cứu tại các vùng biển khác của Việt Nam [9, 20, 25] và trên thế giới [36, 43, 47, 51] cũng đã ghi nhận những tác động tiêu cực tương tự. Ví dụ, nghiên cứu của Đỗ Văn Thành (2012) [9] về lưới rê cá ngừ chấm ở Đông Nam Bộ, hay của Phạm Sỹ Tấn (2015) [21] về lưới rê đáy ở Kiên Thụy, Hải Phòng đều chỉ ra tỷ lệ cá chưa đạt kích thước cho phép khai thác là đáng kể. Nghiên cứu của Nguyễn Trọng Lương (2022) [20] tại Quảng Điền, Thừa Thiên Huế cũng cho thấy lưới rê đơn khai thác tỷ lệ lớn cá nòi nhỏ chưa trưởng thành. Điều này cho thấy đây là một thách thức chung đối với việc quản lý nghề lưới rê quy mô nhỏ ở nhiều nơi. Tuy nhiên, mức độ nghiêm trọng (tỷ lệ cá con lớn hơn 90%) được ghi nhận đối với các mẫu lưới trong nghiên cứu này là đặc biệt cao, cần được ưu tiên giải quyết. Hệ số chọn lọc trung bình ước tính được ($3,5 \div 3,7$) cũng tương đồng với các nghiên cứu khác cho nhóm cá tương tự.

Cần nhìn nhận rằng, nghiên cứu này vẫn còn một số hạn chế nhất định. Cụ thể, thời gian khảo sát thu mẫu nghiên cứu mới thực hiện trong 2 tháng đầu năm, chưa thể hiện đầy đủ biến động theo chu kỳ năm. Bên cạnh đó, việc sử dụng các giả định được áp dụng trong mô hình phân tích tính chọn lọc, có thể ảnh hưởng đến độ chính xác tuyệt đối của một số kết quả.

Do đó, để khắc phục những hạn chế này và cung cấp một cơ sở khoa học vững chắc hơn cho công tác quản lý, các nghiên cứu tiếp theo là rất cần thiết. Trước hết, cần ưu tiên việc xác định chính xác Lm thành thực của các đối tượng khai thác chính (cá trích, cá mòi, cá nục, cá bạc má) tại địa phương thông qua việc tiến hành thu thập mẫu định kỳ và phân tích sâu về sinh học sinh sản của các đối tượng khai thác chính của nghề lưới rê trong quần thể tại địa phương nghiên cứu. Thứ hai, việc kéo dài thời gian thu mẫu nghiên cứu để bao phủ trọn vẹn chu kỳ khai thác trong một năm là vô cùng quan trọng, qua đó đánh giá được sự thay đổi về thành phần loài, phân bố chiều dài cá và hiệu quả khai thác qua các mùa khác nhau.

Hơn nữa, để kiểm chứng và hiệu chỉnh các tham số chọn lọc đã ước tính, việc thiết kế mẫu lưới mới và thực hiện các thí nghiệm kiểm chứng, so sánh trực tiếp hiệu quả chọn lọc của các cỡ mắt lưới khác nhau trong điều kiện khai thác thực tế, là một hướng đi cần thiết. Cuối cùng, các nghiên cứu về khía cạnh kinh tế - xã hội cũng cần được xem xét triển khai, nhằm phân tích sâu hơn các yếu tố ảnh hưởng đến quyết định lựa chọn ngư cụ và hành vi tuân thủ quy định về bảo vệ và phát triển nguồn lợi thủy sản của ngư dân, đồng thời đánh giá tác động kinh tế-xã hội tiềm ẩn của các phương án quản lý khác nhau trước khi triển khai.

Việc triển khai các hướng nghiên cứu bổ sung này sẽ góp phần nâng cao hiệu quả quản lý bền vững nghề cá ven bờ tại địa phương nghiên cứu.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Phân tích chiều dài của 6.995 cá thể thuộc bốn loài cá cho thấy sự thay đổi rõ rệt trong phân bố kích thước cá khai thác theo cỡ mắt lưới. Mắt lưới nhỏ (24–26 mm) chủ yếu thu được cá kích thước 80–115 mm, trong khi mắt lưới lớn hơn (30–34 mm) tập trung vào nhóm cá dài hơn, từ 90–135 mm. Xu hướng này được ghi nhận nhất quán ở cả cá trích, cá mòi, cá nục sò và cá bạc má. Kết quả khẳng định rằng việc tăng kích thước mắt lưới giúp khai thác cá trưởng thành hiệu quả hơn và góp phần giảm

khai thác cá chưa đạt kích thước sinh sản.

Tỷ lệ cá chưa trưởng thành bị khai thác rất cao ở tất cả các cỡ mắt lưới, đặc biệt với lưới 24 mm và 26 mm (trên 97% ở hầu hết các loài). Dù sử dụng mắt lưới lớn hơn (30 mm và 34 mm) giúp giảm tỷ lệ cá non ở cá trích, nhưng đối với cá mòi, cá nục sò và cá bạc má, tỷ lệ vẫn trên 90%. Trung bình, 94,2% cá thể bị khai thác chưa đạt kích thước thành thực sinh dục. Điều này phản ánh tình trạng khai thác cá con nghiêm trọng, đặt ra yêu cầu cấp thiết về quản lý ngư cụ và bảo vệ nguồn lợi ven bờ.

Hệ số chọn lọc (SF) khác nhau giữa các loài, với cá trích dao động mạnh nhất (3,2–4,1; trung bình 3,5), trong khi cá mòi, cá nục sò và cá bạc má có SF ổn định hơn (trung bình 3,6–3,7). Cá nục sò và cá bạc má thể hiện đặc tính chọn lọc hiệu quả đối với cá trưởng thành. Những khác biệt này cho thấy việc lựa chọn kích thước mắt lưới phù hợp là cần thiết để giảm khai thác cá non và thúc đẩy khai thác thủy sản bền vững.

Đỉnh chọn lọc của cả bốn loài cá khai thác chính đều dịch chuyển về phía chiều dài lớn hơn khi tăng kích thước mắt lưới từ 24 mm lên 34 mm. Cụ thể, cá trích có điểm chọn lọc tăng từ 95 mm lên 130 mm, cá mòi từ 90 mm lên 130 mm, và cá nục sò từ 85 mm lên 125 mm. Cá bạc má cũng thể hiện xu hướng tương tự, nhưng với độ dốc thấp hơn, phản ánh phổ chọn lọc rộng hơn. Kết quả nhấn mạnh vai trò của việc điều chỉnh mắt lưới nhằm tăng tính chọn lọc và bảo vệ nguồn lợi thủy sản.

2. Kiến nghị

Bộ Nông nghiệp và Môi trường cần xem xét, rà soát và điều chỉnh các quy định hiện hành về kích thước mắt lưới tối thiểu đối với nghề lưới rê đơn cho phù hợp hơn với cơ sở khoa học và thực tiễn nghề cá đa loài của nước ta.

Ngành nông nghiệp tại địa phương nghiên cứu cần tăng cường công tác tuần tra, kiểm soát việc tuân thủ các quy định về kích thước mắt lưới, khu vực và mùa vụ cấm khai thác. Đồng thời, cần xử lý nghiêm các hành vi vi phạm quy định về kích thước mắt lưới, khu vực và mùa vụ cấm khai thác nhằm tăng tính răn đe.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn

ThS. Trần Khánh Duy đã giúp thu thập dữ liệu. Đồng thời, xin gửi lời cảm ơn đến Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh Bình Thuận, Chi cục Thủy sản và biển đảo tỉnh Bình Thuận, Phòng

Kinh tế thành phố Phan Thiết, ngư dân hoạt động nghề lưới rê tại thành phố Phan Thiết về sự hỗ trợ, hợp tác trong quá trình thu thập dữ liệu để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Bộ Khoa học và Công nghệ (2007), *Sách Đỏ Việt Nam, Phần I: Động vật*, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2018), *Thông tư số 19/2018/TT-BNNPTNT ngày 15/11/2018 Hướng dẫn về bảo vệ và phát triển nguồn lợi thủy sản*.
3. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2022), *Thông tư số 01/2022/TT-BNNPTNT ngày 18/01/2022 Sửa đổi, bổ sung một số thông tư trong lĩnh vực thủy sản*.
4. Bùi Hồng Long (2021), Điều tra các điều kiện tự nhiên, môi trường, nguồn lợi vùng ven bờ vịnh Phan Thiết và xây dựng định hướng chính sách phát triển bền vững kinh tế xã hội địa phương, *Báo cáo tổng kết đề tài*, Viện Hải dương học.
5. Chi cục Thủy sản Bình Thuận (2020), Cung cấp thông tin, tài liệu thực hiện báo cáo hiện trạng môi trường 5 năm (số 178/CCTS, ngày 30/3/2020).
6. Chi cục Thủy sản Bình Thuận (2021), Báo cáo tham mưu đề xuất nội dung xây dựng dự thảo Kế hoạch triển khai thực hiện Chiến lược phát triển thủy sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 trên địa bàn tỉnh Bình Thuận (số 583/BC-CCTS, ngày 12/10/2021).
7. Chi cục Thủy sản Bình Thuận (2021), Tổng kết hoạt động quản lý tàu thuyền và khai thác thủy sản Quý 3 năm 2021.
8. Chính phủ (2021), Quyết định số 339/QĐ-TTg ngày 11/3/2021, Chiến lược phát triển thủy sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
9. Đỗ Văn Thành (2012), “Nghiên cứu tính chọn lọc của lưới rê trôi tầng mặt đối với cá ngừ chấm (*Euthynnus affinis*) ở vùng biển xa bờ và Đông Nam Bộ”, Kỷ yếu Hội thảo khoa học thanh niên với nghiên cứu và quản lý nghề cá, Viện Nghiên cứu Hải sản.
10. Hoàng Hoa Hồng (2004), *Kỹ thuật khai thác nghề lưới rê*, NXB Nông nghiệp.
11. Lê Đức Tổ (2021), Điều kiện tự nhiên và nguồn lợi vùng biển Thuận Hải, *Báo cáo tổng kết đề tài*, Trường đại học Tổng hợp Hà Nội.
12. Mai Viết Văn, Trần Đắc Định và Nguyễn Anh Tuấn (2012), “Đặc điểm thành thực sinh dục của cá nục sò (*Decapterus maruadsi*) phân bố ở vùng biển Sóc Trăng - Bạc Liêu”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (23b), tr. 254-264.
13. Mai Viết Văn, Võ Thành Toàn, Nguyễn Ngọc Hiền và Trần Đắc Định (2020), “Đặc điểm sinh học sinh sản cá bạc má *Rastrelliger kanagurta* (cuvier, 1816) phân bố ở vùng ven biển từ Tiền Giang đến Sóc Trăng”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(1B/2020), tr. 166-176.
14. Nguyễn Hữu Phụng (1999), *Danh mục Cá biển Việt Nam, Tập V*, NXB Nông nghiệp.
15. Nguyễn Hữu Phụng, Lê Trọng Phấn, Nguyễn Nhật Thi, Nguyễn Phi Đính, Đỗ Thị Như Nhung và Nguyễn Văn Lục (1995), *Danh mục Cá biển Việt Nam, Tập III*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
16. Nguyễn Hữu Phụng, Lê Trọng Phấn, Nguyễn Nhật Thi, Nguyễn Phi Đính, Đỗ Thị Như Nhung và Nguyễn Văn Lục (1995), *Danh mục Cá biển Việt Nam, Tập IV*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
17. Nguyễn Hữu Phụng và Nguyễn Nhật Thi (1994), *Danh mục cá biển Việt Nam, Tập II, Cá xương từ bộ cá chấu biển (Elopiformes) đến bộ cá đối (Mugiliformes)*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
18. Nguyễn Hữu Phụng và Trần Hoài Lan (1994), *Danh mục Cá biển Việt Nam, Tập I*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.

19. Nguyễn Kiêm Sơn(1978), “Sinh sản của cá trích xương (*Sardinella jussieu*) vùng biển Thanh Hóa - Quảng Bình”, *Tuyển tập nghiên cứu biển I*, (1), tr. 203-213.
20. Nguyễn Trọng Lương(2022), “Nghiên cứu khả năng chọn lọc theo kích thước mắt lưới của nghề lưới rê đơn tại vùng biển ven bờ huyện Quảng Điền”, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ thủy sản*, (1), tr. 2-11.
21. Phạm Sỹ Tấn (2015), *Đánh giá hiệu quả sản xuất nghề lưới rê tầng đáy của khối tàu có công suất từ 90CV trở lên tại huyện Kiến Thụy, thành phố Hải Phòng*, Luận văn Thạc sĩ Khai thác Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang.
22. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Bình Thuận (2021), Báo cáo cung cấp thông tin phục vụ lập Quy hoạch bảo vệ và khai thác nguồn lợi thủy sản thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 (số 364/SNN-VP, ngày 05/02/2021).
23. Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Bình Thuận (2022), Báo cáo kết quả khai thác thủy sản năm 2021 và 02 tháng đầu năm 2022, kế hoạch khai thác thủy sản năm 2022, tỉnh Bình Thuận (số 4/BC-SNN, ngày 18/3/2022).
24. Tỉnh Ủy Bình Thuận (2019), *Chương trình hành động của Ban chấp hành đảng bộ tỉnh thực hiện Nghị quyết số 36/NQ-TW ngày 22/10/2018 của Ban chấp hành trung ương đảng về chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045* (Số 60/Ctr-TU ngày 18/01/2019).
25. Trần Chuối (2021), *Đánh giá mức độ xâm hại nguồn lợi thủy sản của nghề lưới rê trôi hoạt động trong vùng biển huyện Quảng Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế*. Viện Khoa học và Công nghệ Khai thác Thủy sản, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Nha Trang.
26. Võ Văn Phú, Võ Văn Quý và Lê Thị Thu Hương (1992), “Đặc điểm sinh học của cá mòi cò chằm (*Konosirus punctatus*) ở Tam Giang – Cầu Hai, Thừa Thiên Huế”, tr. 58-69.

Tiếng Anh

27. Andrew N.L., Béné C., Hall S.J., Allison E.H., Heck S. and Ratner B.D.(2007), “Diagnosis and management of small-scale fisheries in developing countries”, *Fish and Fisheries*, 8(3), pp. 227-240.
28. Béné C., Arthur R., Norbury H., Allison E.H., Beveridge M., Bush S., Campling L., Leschen W., Little D., Squires D., Thilsted S.H., Troell M. and Williams M.(2016), “Contribution of Fisheries and Aquaculture to Food Security and Poverty Reduction: Assessing the Current Evidence”, *World Development*, 79, pp. 177-196.
29. Cochrane K.L. (2002), *A fishery manager's guidebook: management measures and their application*. FAO Fisheries Technical Paper No. 424. Rome, FAO.
30. Costello C., Ovando D., Hilborn R., Gaines S.D., Deschenes O. and Lester S.E.(2012), “Status and solutions for the world's unassessed fisheries”, *Science*, 338(6106), pp. 517-520.
31. FAO (1999), *The living marine resources of the Western Central Pacific, in Species identification guide for fishery purposes*, Rome.
32. FAO (2001), *The living marine resources of the Western Central Pacific, in Species identification guide for fishery purposes*, Rome.
33. FAO (2005), *Fishery Country Profile - The Socialist Republic of Viet Nam*.
34. FAO (2015), *Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication*, Rome.
35. FAO (2024), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action*, Rome.
36. Hickford M.J.H., Schiel D.R. and Jones J.B.(1997), “Catch characteristic of commercial gill-nets in a nearshore fishery in central New Zealand”, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 31(2), pp. 249-259.
37. Hilborn R. and Walters C.J. (1992), *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty*. Chapman and Hall, Boston.
38. Holst R., Madsen N., Moth-Poulsen T., Fonseca P. and Campos A. (1998), *Manual for gillnet selectivity*.

Vol. 43. European Commission.

39. Holt S.J.(1963), “ A Method of Determining Gear Selectivity and its Application,” *ICNAF Spec. Publ.*, 5, pp. 106-115.
40. Maclellan D.N.(1992), “Fishing gear selectivity: an overview”, *Fisheries Research*, 13(3), pp. 201-204.
41. Millar R.B. and Fryer R.J.(1999), “Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks”, *Rev Fish Biol Fish*, 9(1), pp. 89–116.
42. Millar R.B. and Holst R.(1997), “Estimation of gillnet and hook selectivity using log-linear models”, *ICES J Mar Sci*, 54(3), pp. 471–477.
43. Pareng Rengi, Polaris Nasution, Arthur Brown and Ayu Nita Ervina Tambunan(2021), “Determination of gill-net selectivity for King Fish (*Scomberomorus Commerson*, Lacepede 1800) using Mesh size in Sungailiat, Bangka Belitung Province”, *An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, pp. 1-13.
44. Pauly D.(2006), “Major Trends in Small-Scale Marine Fisheries, with Emphasis on Developing Countries, and Some Implications for the Social Sciences.”, *Maritime Studies (MAST)*, 4(2), pp. 7-22.
45. Pikitch E.K., Rountos K.J., Essington T.E., Santora C., Pauly D., Watson R., Sumaila U.R., Boersma P.D., Boyd I.L., Conover D.O., Cury P., Heppell S.S., Houde E.D., Mangel M., Plagányi E., Sainsbury K., Steneck R.S., Geers T.M., Gownaris N. and Munch S.B.(2012), “The global contribution of forage fish to marine ecosystems and fisheries”, *Fish and Fisheries*, 15(1), pp. 43-64.
46. Plumlee J.D, Roskar G., Craig J.K and Fodrie F.J(2022), “Assessing the catch efficiency of predators in the presence of prey using experimental gillnets”, *Fisheries Research*, 253, pp. 106-383.
47. Renato A.M., Silvano G.H., Anastácio A. Juras and Lopes P.F.M.(2016), “Assessment of efficiency and impacts of gillnets on fish conservation in a tropical freshwater fishery”, <https://doi.org/10.1002/aqc.2687>.
48. Rueda M. and Defeo O.(2003), “Linking fishery management and conservation in a tropical estuarine lagoon: Biological and physical effects of an artisanal fishing gear”, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56, pp. 935–942.
49. Sary Z., Oxenford H.A. and Woodley J.D.(1997), “Effects of an increase in trap mesh size on an overexploited coral reef fishery at Discovery Bay, Jamaica”, *Marine Ecology Progress Series*, 154, pp. 107-120.
50. Sparre P. and Venema S.C.(1989), “Introduction to tropical fish stock assessment”, *FAO Fisheries Technical Paper 306/1 Rev.2*, FAO - FIAT PANIS, Rome.
51. Thomas S.N., Edwin L. and George V.C.(2003), “Catching efficiency of gillnets and trammel nets for penaeid prawns”, *Fisheries Research*, 60(1), pp. 141-150.
52. Welcomme R.L., Cowx I.G., Coates D., Béné C., Funge-Smith S., Halls A. and Lorenzen K.(2010), “Inland capture fisheries. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences”, *Marine and Freshwater Ecosystems*, 365, pp. 2881–2896.