

CÁC YẾU TỐ LIÊN QUAN ĐẾN NHU CẦU CƠ GIỚI HÓA TRONG HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC CỦA NGHỀ LƯỚI RÊ HỖN HỢP Ở VÙNG KHƠI VIỆT NAM

FACTORS ASSOCIATED WITH THE DEMAND FOR MECHANIZATION IN FISHING OPERATIONS OF VIETNAM'S OFFSHORE MIXED GILLNET FISHERY

Đỗ Văn Thành¹, Lê Văn Bôn¹, Nguyễn Ngọc Sứ¹,
Nguyễn Phi Toàn¹, Phan Đăng Liêm¹, Đỗ Đức Dự²

1. Trung tâm Nghiên cứu hải sản phía Bắc, Viện Khoa học Thủy sản Việt Nam;

2. Chi cục Kiểm ngư Vùng I

Tác giả liên hệ: Đỗ Văn Thành (Email: dovanthanh86@gmail.com)

Ngày nhận bài: 03/09/2026; Ngày phản biện thông qua: 28/09/2026 ; Ngày duyệt đăng: 30/09/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá hiện trạng, nhu cầu và các yếu tố liên quan đến nhu cầu cơ giới hóa trong hoạt động khai thác của nghề lưới rê hỗn hợp vùng khơi Việt Nam. Nghiên cứu sử dụng thiết kế cắt ngang: số liệu được thu thập từ 85 tàu tại Ninh Bình, Quảng Bình và Thành phố Hồ Chí Minh trong giai đoạn tháng 3 đến tháng 6/2025. Thống kê mô tả và mô hình lô-git thứ bậc được sử dụng để phân tích dữ liệu. Kết quả cho thấy cơ giới hóa hiện tập trung chủ yếu ở hệ thống lái và thu lưới, có 92,9% tàu được trang bị lái thủy lực và 100% có tời thủy lực thu lưới, trong khi lái tự động chỉ đạt 2,4% và chưa có tàu nào được trang bị hệ thống nâng hạ lưới tại hầm. Mặc dù tời thủy lực thu lưới đã được trang bị trên toàn bộ số tàu khảo sát, 65,9% người trả lời vẫn đánh giá hạn chế của hệ thống này ở mức cao hoặc rất cao. Mô hình lô-git thứ bậc xác định công suất máy chính, chiều dài vàng lưới, mức độ thiếu hụt lao động, khả năng tiếp cận tín dụng và nhận thức về lợi ích của cơ giới hóa có mối liên hệ cùng chiều và có ý nghĩa thống kê với nhu cầu cơ giới hóa. Mức độ thiếu hụt lao động ($OR = 3,109$), khả năng tiếp cận tín dụng ($OR = 2,656$) và nhận thức về lợi ích ($OR = 2,539$) đều có mối liên hệ cùng chiều với mức nhu cầu cơ giới hóa. Kết quả gợi ý rằng cải thiện năng lực tời thu lưới và phát triển thiết bị hỗ trợ nâng hạ, chuyển, sắp xếp và xử lý lưới theo hướng liên hoàn là những hướng cần được xem xét; các giải pháp tài chính và kỹ thuật cần được tiếp tục đánh giá về hiệu quả trước khi áp dụng rộng rãi.

Từ khóa: Cơ giới hóa; lô-git thứ bậc; lưới rê hỗn hợp; nhu cầu cơ giới hóa; thiếu hụt lao động.

ABSTRACT

This cross-sectional study assessed the current status of mechanization, the demand for mechanization, and factors associated with this demand in the fishing operations of Vietnam's offshore mixed gillnet fishery. Data were collected from 85 vessels in Ninh Binh, Quang Binh, and Ho Chi Minh City from March to June 2025. Descriptive statistics and an ordered logit model were used to analyze the data. The results showed that mechanization was concentrated mainly in steering and net-hauling operations: 92.9% of the surveyed vessels were equipped with hydraulic steering systems and 100% with hydraulic net haulers, whereas only 2.4% were equipped with autopilot systems and none had a net-lifting system at the net hold. Despite the universal use of hydraulic net haulers, 65.9% of respondents rated their limitations as high or very high. The ordered logit model identified main engine power, total net length, labor shortage, access to credit, and perceived benefits of mechanization as factors positively and significantly associated with mechanization demand. Higher levels of labor shortage ($OR = 3.109$), better access to credit ($OR = 2.656$), and more positive perceptions of the benefits of mechanization ($OR = 2.539$) were associated with higher levels of mechanization demand. The findings suggest that improving net-hauler performance and developing integrated equipment for lifting, transferring, arranging, and handling nets merit further consideration; financial and technical support measures require additional evaluation before broader implementation.

Keywords: Mechanization; ordered logit; mixed gillnet; mechanization demand; labor shortage.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khai thác hải sản giữ vai trò quan trọng trong ngành thủy sản Việt Nam, góp phần cung cấp nguyên liệu cho tiêu dùng, chế biến và tạo sinh kế cho cộng đồng ngư dân ven biển. Trong cơ cấu đội tàu khai thác, lưới rê là nhóm nghề có số lượng tàu lớn. Theo thống kê của Cục Thủy sản và Kiểm ngư, đến tháng 12/2025, cả nước có 83.670 tàu cá, trong đó 28.725 tàu có chiều dài từ 15 m trở lên, chiếm 34,3% tổng số tàu cá cả nước. Nghề lưới rê có 4.636 tàu từ 15 m trở lên, chiếm 16,1% tổng số tàu khai thác vùng khơi [1]. Quy mô này cho thấy nghề lưới rê có sự hiện diện đáng kể trong đội tàu khai thác vùng khơi, đồng thời đặt ra yêu cầu tiếp tục hoàn thiện công nghệ khai thác, tổ chức lao động và trang thiết bị nhằm nâng cao hiệu quả vận hành và cải thiện điều kiện làm việc trên tàu.

Nghề lưới rê hỗn hợp là một loại hình khai thác thuộc nhóm nghề lưới rê, trong đó ngư cụ gồm nhiều tấm rê đơn có kích thước mắt lưới và độ thô chỉ lưới khác nhau ghép chồng lên nhau theo chiều cao lưới nhằm khai thác nhiều nhóm đối tượng hải sản ở các tầng nước khác nhau [2]. Theo kết quả khảo sát của Viện Nghiên cứu hải sản [3], cả nước có khoảng 550 tàu lưới rê hỗn hợp hoạt động ở vùng khơi, trong đó khoảng 350 tàu tập trung tại Ninh Bình, Quảng Bình và Thành phố Hồ Chí Minh, chiếm 63,6% tổng số tàu lưới rê hỗn hợp của cả nước.

Ở Việt Nam, các nghiên cứu đã tập trung chủ yếu vào cải tiến ngư cụ, hoàn thiện kỹ thuật khai thác và đánh giá hiệu quả sản xuất. Thử nghiệm lưới rê hỗn hợp cải tiến ở Vịnh Bắc Bộ ghi nhận năng suất khai thác của mẫu lưới cải tiến cao hơn lưới đối chứng [4], các nghiên cứu tại Khánh Hòa tiếp tục hoàn thiện mẫu lưới cho đội tàu khai thác vùng khơi [5]. Tại Trà Vinh, nghề lưới rê hỗn hợp có khả năng tạo lợi nhuận nhưng hoạt động sản xuất

còn gặp khó khăn liên quan đến vốn đầu tư, thị trường tiêu thụ và bảo quản sản phẩm [6]. Tuy nhiên, các khía cạnh về tổ chức lao động, mức độ cơ giới hóa và nhu cầu đầu tư thiết bị trong quá trình khai thác vẫn ít được phân tích định lượng.

Đặc thù của nghề lưới rê vùng khơi là sử dụng vàng lưới có chiều dài lớn, thời gian khai thác kéo dài và nhiều công đoạn cần lao động trực tiếp. Nghiên cứu trên đội tàu lưới rê tại Nha Trang cho thấy công suất máy, quy mô ngư cụ và số ngày khai thác có liên quan đến cường lực khai thác, đồng thời hiệu quả kinh tế và mức độ sử dụng các nguồn lực có sự khác biệt giữa các tàu [7]. Tại Đà Nẵng, nhóm tàu lưới rê có quy mô lớn đạt kết quả kinh tế cao hơn nhóm tàu nhỏ, nhưng vẫn tồn tại khả năng điều chỉnh các yếu tố đầu vào để nâng cao hiệu quả hoạt động của các tàu [8]. Đối với nghề lưới rê khai thác cá ngừ tại Bà Rịa - Vũng Tàu (nay là thành phố Hồ Chí Minh), số lao động bình quân trên tàu khoảng 11 người và chất lượng nguồn nhân lực được xác định là một trong những vấn đề cần quan tâm khi tiếp cận công nghệ mới [9]. Những kết quả này cho thấy quy mô tàu, ngư cụ, cường độ hoạt động và lao động là những đặc điểm có thể liên quan đến nhu cầu giảm tải tác thủ công và tăng cường cơ giới hóa.

Trong bối cảnh lao động tham gia khai thác có vai trò lớn trong quá trình vận hành ngư cụ, cơ giới hóa có thể hỗ trợ giảm một số thao tác thủ công và nâng cao khả năng vận hành của tàu lưới rê. Nghiên cứu đối với nghề lưới rê trôi khai thác cá đù vàng tại Hàn Quốc cho thấy quá trình thu và xử lý lưới đòi hỏi nhiều lao động do khối lượng ngư cụ lớn, trong khi sử dụng tời thu lưới có năng suất cao có thể góp phần giảm số thuyền viên tham gia thao tác. Tuy nhiên, hiệu quả của cơ giới hóa phụ thuộc vào sự phù hợp giữa thiết bị với quy mô tàu, ngư cụ và phương thức tổ chức khai thác

[10]. Ở góc độ phát triển công nghệ, nghiên cứu trên đội tàu lưới rê và lưới kéo của Đan Mạch cho thấy mức độ trang bị công nghệ có liên quan đến đặc điểm của tàu, trong đó các tàu có quy mô lớn và tuổi tàu thấp hơn thường có chỉ số công nghệ cao hơn. Đồng thời, tiến bộ công nghệ có thể làm tăng năng lực khai thác thực tế của tàu [11]. Do đó, cơ giới hóa trong khai thác hải sản cần hướng tới giảm lao động trực tiếp, cải thiện điều kiện làm việc và nâng cao hiệu quả vận hành, đồng thời cần được xem xét trong mối quan hệ với quản lý cường lực khai thác.

Bên cạnh yêu cầu kỹ thuật và lao động, khả năng ứng dụng công nghệ còn liên quan đến nhận thức của ngư dân và điều kiện tài chính. Nghiên cứu tại Malaysia cho thấy các yếu tố liên quan đến an toàn, kiến thức và kỹ năng sử dụng thiết bị, cũng như khả năng tiết kiệm thời gian có mối liên hệ với mức độ chấp nhận công nghệ của ngư dân [12]. Đối với cơ giới hóa phương tiện khai thác quy mô nhỏ tại Nigeria, kết quả phân tích hồi quy logistic nhị phân cho thấy một số đặc điểm kinh tế - xã hội, trong đó có thu nhập từ khai thác và khả năng tiết kiệm, có mối liên hệ có ý nghĩa thống kê với quyết định sử dụng tàu cơ giới [13]. Gần đây, nghiên cứu về hiện đại hóa tàu cá tại Oman cho thấy mức sẵn lòng đầu tư có liên quan đến các lợi ích kỳ vọng như khả năng hoạt động xa bờ, tốc độ và an toàn, cùng với các điều kiện tài chính như vốn tự có, vốn vay, đồng đầu tư và hỗ trợ; ngược lại, chi phí đầu tư, nhiên liệu và bảo dưỡng là những rào cản đối với quá trình hiện đại hóa [14]. Các bằng chứng này gợi ý rằng khi phân tích nhu cầu cơ giới hóa cần xem xét đồng thời yêu cầu kỹ thuật, áp lực lao động, khả năng tiếp cận nguồn vốn và nhận thức về lợi ích của công nghệ.

Định hướng tăng cường ứng dụng công nghệ và cơ giới hóa cũng phù hợp với chiến lược phát triển ngành thủy sản Việt Nam.

Chiến lược phát triển thủy sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 xác định yêu cầu áp dụng khoa học và công nghệ tiên tiến, cơ giới hóa và hiện đại hóa tàu cá, đồng thời cải thiện điều kiện sống và làm việc của thuyền viên [15]. Tuy nhiên, việc đầu tư cơ giới hóa chỉ có thể phát huy hiệu quả khi thiết bị phù hợp với đặc điểm phương tiện, quy mô ngư cụ, tổ chức lao động và điều kiện tài chính của ngư dân. Vì vậy, việc xác định mức nhu cầu và các yếu tố liên quan đến nhu cầu cơ giới hóa có ý nghĩa đối với lựa chọn giải pháp kỹ thuật và xây dựng chính sách hỗ trợ phù hợp.

Mặc dù các nghiên cứu trong nước đã đề cập đến cải tiến ngư cụ và kỹ thuật khai thác lưới rê hỗn hợp [4, 5], hiệu quả tài chính của nghề [6], cũng như hiệu quả kinh tế, sử dụng công suất và tổ chức lao động của đội tàu lưới rê [7-9], các nghiên cứu định lượng về nhu cầu cơ giới hóa của nghề lưới rê hỗn hợp vùng khơi Việt Nam vẫn còn hạn chế. Các nghiên cứu quốc tế liên quan chủ yếu tập trung vào mức độ chấp nhận công nghệ, cơ giới hóa phương tiện và mức sẵn lòng đầu tư [12-14], trong khi nhu cầu cơ giới hóa theo các mức độ khác nhau đối với một nghề đã được cơ giới hóa một phần nhưng chưa đồng bộ giữa các công đoạn ít được xem xét. Nghiên cứu này bổ sung bằng chứng thực nghiệm thông qua phân tích đồng thời các đặc điểm kỹ thuật của tàu và ngư cụ, mức độ thiếu hụt lao động, khả năng tiếp cận tín dụng và nhận thức về lợi ích trong mối liên hệ với mức nhu cầu cơ giới hóa của tàu lưới rê hỗn hợp vùng khơi. Qua đó, nghiên cứu góp phần làm rõ nhu cầu cơ giới hóa không chỉ ở khía cạnh bổ sung thiết bị mới mà còn ở yêu cầu nâng cao năng lực, mức độ phù hợp và tính liên hoàn của các thiết bị hiện có trong quá trình khai thác.

Vì vậy, nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá đặc điểm hoạt động và hiện trạng cơ giới hóa, xác định mức nhu cầu cơ giới hóa,

đồng thời phân tích các yếu tố liên quan đến nhu cầu cơ giới hóa trong hoạt động khai thác của nghề lưới rê hỗn hợp ở vùng khơi Việt Nam. Kết quả nghiên cứu góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc xác định các yếu tố cần lưu ý và định hướng các giải pháp kỹ thuật, tài chính và tổ chức phù hợp với điều kiện hoạt động của đội tàu.

II. TÀI LIỆU, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Tài liệu sử dụng

Các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan đến nghề lưới rê, cơ giới hóa và ứng dụng công nghệ trong khai thác hải sản.

Số liệu sơ cấp được kế thừa từ đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ “Nghiên cứu ứng dụng, cải tiến hệ thống trang thiết bị cơ giới hóa hoạt động khai thác của đội tàu lưới rê hỗn hợp”.

2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Nghề lưới rê hỗn hợp hoạt động khai thác hải sản ở vùng khơi tại Ninh Bình, Quảng Bình và Thành phố Hồ Chí Minh.

- Phạm vi nghiên cứu:

+ Địa điểm nghiên cứu: Các cảng cá, bến cá và cộng đồng nghề cá có tàu lưới rê hỗn hợp tại Ninh Bình, Quảng Bình và Thành phố Hồ Chí Minh.

+ Thời gian nghiên cứu: tháng 3 đến tháng 6/2025.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp thu thập số liệu

Nghiên cứu được thực hiện theo thiết kế cắt ngang. Ninh Bình, Quảng Bình và Thành phố Hồ Chí Minh được lựa chọn có chủ đích trên cơ sở mức độ tập trung của đội tàu lưới rê hỗn hợp vùng khơi và khả năng tiếp cận đối tượng khảo sát. Khung chọn mẫu tại từng địa phương gồm các tàu có chiều dài từ 15 m trở lên, hoạt động bằng nghề lưới rê hỗn hợp ở vùng khơi.

Thông tin về đội tàu được tổng hợp từ kết quả rà soát hiện trạng nghề và đối chiếu với cơ quan quản lý nghề cá địa phương. Trong khung này, các tàu đáp ứng tiêu chí nghiên cứu được tiếp cận tại cảng cá, bến cá và cộng đồng nghề cá, việc lựa chọn tàu thực hiện theo phương pháp thuận tiện tại các điểm khảo sát.

- Cỡ mẫu điều tra được xác định theo công thức của Yamane [16]:

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

Trong đó, n là số mẫu cần điều tra; N là quy mô tổng thể mẫu; e là mức sai số cho phép. Với quy mô đội tàu ước tính $N = 550$ chiếc và $e = 0,1$ cỡ mẫu được xác định là 85 tàu, gồm 32 tàu tại Ninh Bình, 21 tàu tại Quảng Bình và 32 tàu tại Thành phố Hồ Chí Minh.

Số liệu được thu thập bằng phỏng vấn trực tiếp chủ tàu am hiểu hoạt động của tàu, mỗi tàu là một đơn vị quan sát.

- Phiếu điều tra thu thập gồm các thông tin: đặc điểm tàu và ngư cụ, hoạt động khai thác và kết quả kinh tế, trang thiết bị cơ giới hóa, tổ chức lao động, mức thiếu hụt lao động, khả năng tiếp cận tín dụng, nhận thức về lợi ích và nhu cầu cơ giới hóa.

- Thông tin đánh giá về mức độ cơ giới hóa theo tỷ lệ tàu được trang bị thiết bị tại từng hệ thống hoặc công đoạn, gồm hệ thống lái, tời thủy lực thu lưới và hệ thống nâng hạ lưới tại hầm.

+ Thông tin đánh giá về đặc tính vận hành của tời thủy lực, hệ thống lái và xử lý lưới tại hầm: Theo mức độ, điểm số tăng dần từ 1 đến 5 (từ “rất thấp” đến “rất cao”);

+ Nhu cầu đối với lái tự động, cải tiến tời, hệ thống nâng hạ lưới và nhu cầu cơ giới hóa chung được đánh giá theo thang điểm từ 1 đến 5, tăng dần từ “không cần thiết” đến “rất cần thiết”. Nhu cầu đối với từng hệ thống được hỏi riêng. Biến “nhu cầu cơ giới hóa chung” được

xác định bằng một mục hỏi độc lập về mức độ cần thiết tăng cường cơ giới hóa đối với hoạt động khai thác của tàu; giá trị của biến là điểm trả lời trực tiếp và không được tính từ trung bình hoặc tổng điểm nhu cầu của các hệ thống thành phần.

+ Mức độ thiếu hụt lao động được đánh giá theo thang điểm từ 1 đến 5, tăng dần từ “không thiếu” đến “thiếu rất nghiêm trọng”;

+ Khả năng tiếp cận tín dụng được đánh giá theo thang điểm từ 1 đến 5, tăng dần từ “không thể tiếp cận” đến “rất thuận lợi”.

3.2. Phương pháp xử lý, phân tích dữ liệu

a) Xử lý số liệu

Số liệu được kiểm tra, mã hóa và tổng hợp trước khi phân tích. Các biến định lượng được mô tả bằng giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và khoảng tin cậy 95%; các biến phân loại và thứ bậc được trình bày bằng tần suất và tỷ lệ phần trăm. Phân bố của biến phụ thuộc “nhu cầu cơ giới hóa chung” được tổng hợp riêng theo từng mức từ 1 đến 5.

Toàn bộ quá trình xử lý và phân tích dữ liệu được thực hiện bằng phần mềm thống kê mã nguồn mở R phiên bản 4.5.0 [17].

b) Phân tích số liệu

- Các chỉ tiêu kinh tế được xác định cho từng tàu trên cơ sở doanh thu và chi phí hoạt động trong năm. Tổng chi phí, lợi nhuận, tỷ suất lợi nhuận trên tổng chi phí và lợi nhuận trên ngày hoạt động được xác định theo các công thức:

$$TCP_i = CPBD_i + CPCD_i$$

$$LN_i = DT_i - TCP_i$$

$$R_i = \frac{LN_i}{TCP_i} \times 100$$

Trong đó, TCP_i là tổng chi phí của tàu i (triệu đồng); $CPBD_i$ là chi phí biến đổi của tàu i (triệu đồng); $CPCD_i$ là chi phí cố định của tàu

i (triệu đồng); DT_i là tổng doanh thu của tàu i (triệu đồng); LN_i là tổng lợi nhuận của tàu i (triệu đồng); R_i là tỷ suất lợi nhuận trên tổng chi phí của tàu i (%).

Các chỉ tiêu được tính cho từng tàu, sau đó tổng hợp bằng giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và khoảng tin cậy 95% cho toàn bộ mẫu khảo sát.

- Nhận thức về lợi ích của cơ giới hóa được đánh giá thông qua năm khía cạnh gồm giảm lao động, giảm mức độ nặng nhọc, rút ngắn thời gian thao tác, nâng cao an toàn và tăng hiệu quả kinh tế. Mỗi khía cạnh được đo bằng thang Likert 5 mức, từ 1 (“hoàn toàn không đồng ý”) đến 5 (“hoàn toàn đồng ý”). Chỉ số nhận thức về lợi ích cơ giới hóa (Benefit) được xác định bằng trung bình cộng của năm biến thành phần:

$$Benefit = \frac{B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5}{5}$$

Độ tin cậy của thang đo được kiểm tra bằng hệ số Cronbach's alpha. Giá trị $\alpha = 0,853$ cho thấy năm biến thành phần có mức độ nhất quán nội tại tốt; hệ số tương quan biến-tổng hiệu chỉnh của các biến thành phần dao động từ 0,618 đến 0,762. Trên cơ sở đó, giá trị trung bình của năm biến được sử dụng làm chỉ số nhận thức về lợi ích cơ giới hóa (Benefit).

c) Xây dựng mô hình lô-git thứ bậc và lựa chọn biến

Biến phụ thuộc là “nhu cầu cơ giới hóa chung”, được đo trực tiếp bằng một câu hỏi riêng về mức độ cần thiết tăng cường cơ giới hóa trong hoạt động khai thác của tàu, theo thang 5 mức từ 1 (“không cần thiết”) đến 5 (“rất cần thiết”). Do biến phản hồi có thứ tự và khoảng cách giữa các mức không nhất thiết bằng nhau, mô hình hồi quy lô-git thứ bậc được sử dụng để phân tích các yếu tố liên quan đến khả năng thuộc mức nhu cầu cao hơn [18].

Các biến giải thích được xem xét trong

phân tích được lựa chọn trên cơ sở đặc điểm kỹ thuật và hoạt động của tàu, điều kiện lao động, kinh tế - tài chính, nhận thức và hiện trạng thiết bị, gồm số lao động trên tàu, chiều dài tàu, công suất máy chính, chiều dài vàng lưới, số ngày hoạt động, sản lượng năm, lợi nhuận năm, nhận thức về lợi ích cơ giới hóa, khả năng tiếp cận tín dụng, mức độ thiếu hụt lao động, mức hạn chế của tời thủy lực, sức kéo tời, tốc độ thu lưới, thời gian thu lưới, mức hạn chế của hệ thống lái, mức hạn chế trong xử lý lưới tại hầm, số lao động cần thiết và số lao động còn thiếu. Từng biến được phân tích bằng mô hình lô-git thứ bậc đơn biến. Các biến có $p < 0,20$ theo kiểm định likelihood-ratio được lựa chọn đưa vào mô hình đa biến ban đầu nhằm hạn chế việc loại bỏ sớm các biến có khả năng đóng góp khi xem xét đồng thời với các yếu tố khác. Việc sàng lọc biến ở bước phân tích đơn biến được tham khảo theo Bursac et al. (2008) [19], với ngưỡng $p < 0,25$ được đề xuất để xem xét các biến đưa vào mô hình đa biến. Trong nghiên cứu này, ngưỡng $p < 0,20$ được lựa chọn như tiêu chí sàng lọc chặt hơn nhằm giới hạn số biến ứng viên đưa vào mô hình đa biến ban đầu.

Các biến trong mô hình đa biến được lựa chọn bằng phương pháp loại biến từng bước, sử dụng tiêu chí thông tin Akaike hiệu chỉnh cho cỡ mẫu nhỏ (AICc) làm tiêu chí chính [20]. AICc được xác định theo công thức:

$$AICc = AIC + \frac{2k \times (k + 1)}{n - k - 1}$$

Trong đó, AIC là tiêu chí thông tin Akaike; k là số tham số ước lượng của mô hình và n là số quan sát.

Trong số 18 biến giải thích được xem xét ở bước phân tích đơn biến, 11 biến có $p < 0,20$ và được đưa vào mô hình đa biến ban đầu, gồm: số lao động trên tàu, chiều dài tàu, công suất máy chính, chiều dài vàng lưới, số ngày hoạt động, nhận thức về lợi ích cơ giới hóa,

khả năng tiếp cận tín dụng, mức độ thiếu hụt lao động, thời gian thu lưới, mức hạn chế của hệ thống lái và số lao động cần thiết. Mô hình đa biến ban đầu có $AICc = 217,17$. Quá trình loại biến từng bước theo AICc được thực hiện cho đến khi việc loại thêm biến không còn cải thiện mô hình. Mô hình cuối cùng gồm năm biến: công suất máy chính, chiều dài vàng lưới, mức độ thiếu hụt lao động, khả năng tiếp cận tín dụng và nhận thức về lợi ích cơ giới hóa, với $AICc = 203,381$. VIF của các biến trong mô hình cuối cùng dao động từ 1,07 đến 1,41, cho thấy không có dấu hiệu đa cộng tuyến đáng kể.

Trong điều kiện cỡ mẫu 85 tàu và số lượng biến được xem xét trong quá trình xây dựng mô hình tương đối lớn, độ ổn định nội bộ của các hệ số ước lượng trong mô hình cuối cùng được đánh giá bằng phương pháp bootstrap phi tham số với 500 mẫu lặp. Ở mỗi lần lặp, 85 quan sát được lấy mẫu lại có hoàn lại từ bộ số liệu ban đầu và mô hình được ước lượng với cùng năm biến giải thích. Độ ổn định của kết quả được đánh giá thông qua phân bố bootstrap của các hệ số ước lượng và tỷ lệ số lần hệ số giữ cùng dấu với ước lượng từ mẫu ban đầu. Phân tích bootstrap được sử dụng để đánh giá tính ổn định nội bộ của các hệ số trong mẫu nghiên cứu và không thay thế cho việc kiểm định mô hình trên một mẫu độc lập.

Đối với mức độ thiếu hụt lao động và khả năng tiếp cận tín dụng, các mức điểm từ 1 đến 5 được đưa vào mô hình như biến định lượng. Cách mã hóa này giả định khoảng cách giữa các mức liên tiếp là tương đương và mỗi mức tăng của điểm số tương ứng với một mức thay đổi không đổi của lôgarit tỷ số chênh về nhu cầu cơ giới hóa. Tính phù hợp của giả định này được kiểm tra bằng cách so sánh với mô hình trong đó hai biến được mã hóa dưới dạng biến phân loại. Mô hình sử dụng điểm số từ 1 đến 5 có AICc thấp hơn và sử dụng ít tham số

hơn nên được lựa chọn cho phân tích chính. Theo cách mã hóa này, tỷ số chênh (OR) biểu thị mức thay đổi của tỷ số chênh để thuộc một mức nhu cầu cơ giới hóa cao hơn khi điểm của biến giải thích tăng thêm một mức, trong điều kiện các biến khác trong mô hình được giữ không đổi.

Dạng mô hình được tiếp tục đánh giá thông qua so sánh mô hình lô-git thứ bậc, mô hình probit thứ bậc và mô hình lô-git đa thức. Mô hình probit thứ bậc có AICc = 201,80; mô hình lô-git thứ bậc có AICc = 203,38 ($\Delta AICc$

$$\ln \left[\frac{P(Y_i > j)}{P(Y_i \leq j)} \right] = \beta_1 Power_i + \beta_2 NetLength_i + \beta_3 LaborShortage_i + \beta_4 Credit_i + \beta_5 Benefit_i - k_j$$

Trong đó, Y_i là mức nhu cầu cơ giới hóa của tàu i ; $j = 1, 2, 3, 4$ là các ngưỡng phân loại; “Power” là công suất máy chính (CV); “NetLength” là chiều dài vàng lưới (km); “LaborShortage” là mức độ thiếu hụt lao động; “Credit” là khả năng tiếp cận tín dụng; “Benefit” là chỉ số nhận thức về lợi ích của cơ giới hóa; β là hệ số hồi quy và k_j là các ngưỡng của mô hình.

Giá định tỷ lệ chênh không đổi được kiểm tra bằng kiểm định Brant [21]. Kết quả kiểm định Brant đối với toàn bộ mô hình cho $\chi^2 = 26,61$; $df = 15$; $p = 0,032$, cho thấy giả định tỷ lệ chênh không đổi bị bác bỏ ở mức ý nghĩa 5%, trong khi kiểm định riêng đối với từng biến không có ý nghĩa thống kê ($p = 0,188-0,992$). Vì vậy, mô hình tỷ lệ chênh từng phần (PPO) được sử dụng để kiểm tra độ nhạy [22]. Trong số các biến giải thích, biến thiếu hụt lao động có thống kê Brant lớn nhất nên được lựa chọn để cho phép hệ số thay đổi giữa các ngưỡng trong mô hình PPO. Mô hình PPO không cải thiện có ý nghĩa thống kê so với mô hình lô-git thứ bậc ($LR \chi^2 = 7,14$; $df = 3$; $p = 0,067$) và có AICc = 204,17. Do mô hình PPO không cho thấy sự cải thiện có ý nghĩa thống kê và có AICc tương đương, mô hình lô-git thứ bậc được sử dụng để trình bày kết quả chính.

= 1,58); và mô hình lô-git đa thức có AICc = 237,25. Chênh lệch AICc giữa mô hình probit thứ bậc và mô hình lô-git thứ bậc nhỏ hơn 2, cho thấy mức hỗ trợ từ dữ liệu tương đương. Mô hình lô-git thứ bậc được sử dụng để trình bày kết quả chính do cho phép diễn giải trực tiếp hệ số dưới dạng tỷ số chênh (OR); mô hình probit thứ bậc được sử dụng trong phân tích độ nhạy.

Mô hình lô-git thứ bậc cuối cùng được biểu diễn như sau:

Mô hình lô-git thứ bậc có ý nghĩa thống kê tổng thể ($LR \chi^2 = 70,993$; $p < 0,001$), log-likelihood = -91,491, pseudo- R^2 McFadden = 0,280 và AICc = 203,381. Kết quả mô hình được trình bày bằng hệ số hồi quy (β), sai số chuẩn (SE), tỷ số chênh ($OR = \exp(\beta)$), khoảng tin cậy 95% và giá trị p ; mức ý nghĩa thống kê được xác định tại $p < 0,05$. Do nghiên cứu sử dụng thiết kế cắt ngang, các hệ số hồi quy được diễn giải theo mối liên hệ thống kê giữa các yếu tố giải thích và mức nhu cầu cơ giới hóa, không sử dụng để suy luận quan hệ nguyên nhân - kết quả.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Đặc trưng sản xuất của đội tàu lưới rê hỗn hợp

Kết quả khảo sát cho thấy, chiều dài tàu trung bình đạt $20,7 \pm 1,9$ m và công suất máy chính đạt $527,9 \pm 167,2$ CV; quy mô ngư cụ đạt trung bình $334,6 \pm 42,1$ cheo lưới/tàu, tương ứng chiều dài vàng lưới $16,2 \pm 2,9$ km (Bảng 1). Với chiều dài vàng lưới lớn, các công đoạn thu, sắp xếp và xử lý lưới đòi hỏi sự phối hợp về thao tác và bố trí lao động trong quá trình khai thác.

Bảng 1: Một số đặc điểm hoạt động khai thác của đội tàu lưới rê hỗn hợp

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn (SD)	Khoảng tin cậy 95%
Chiều dài tàu	m	20,7	1,9	20,3–21,1
Chiều rộng tàu	m	5,7	0,5	5,6–5,9
Chiều cao tàu	m	2,9	0,4	2,8–2,9
Công suất máy chính	CV	527,9	167,2	491,9–564,1
Số cheo lưới	cheo	334,6	42,1	325,5–343,7
Chiều dài vàng lưới	km	16,2	2,9	15,6–16,8
Số ngày hoạt động	ngày/năm	239,5	39,7	230,9–248,1
Sản lượng khai thác	tấn/tàu/năm	88,3	72,5	72,6–103,9
Lao động trên tàu	người/tàu	8	2	7–8

Hoạt động khai thác được duy trì trung bình $239,5 \pm 39,7$ ngày/năm, với sản lượng đạt $88,3 \pm 72,5$ tấn/tàu/năm. Bình quân mỗi tàu sử dụng 8 ± 2 lao động. Với chiều dài vàng lưới trung bình 16,2 km và thời gian hoạt động khoảng 240 ngày/năm, nhiều công đoạn vận hành và xử lý ngư cụ vẫn cần sự tham gia trực tiếp của lao động trên tàu.

Về hiệu quả kinh tế, doanh thu trung bình đạt 4.459,1 triệu đồng/tàu/năm và lợi nhuận đạt 1.568,2 triệu đồng/tàu/năm, tương ứng tỷ suất lợi nhuận trên tổng chi phí 55,7%. Tổng chi phí trung bình đạt 2.890,9 triệu đồng/tàu/năm, trong đó chi phí cố định chiếm khoảng 63,9% và chi phí biến đổi chiếm khoảng 36,1% (Bảng 2).

Bảng 2: Hiệu quả kinh tế của đội tàu

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn (SD)	Khoảng tin cậy 95%
Doanh thu	Triệu đồng/tàu/năm	4.459,1	1.506,7	4.134,1–4.784,1
Chi phí biến đổi	Triệu đồng/tàu/năm	1.043,2	540,7	926,5–1.159,8
Chi phí cố định	Triệu đồng/tàu/năm	1.847,8	319,4	1.778,9–1.916,6
Tổng chi phí	Triệu đồng/tàu/năm	2.890,9	744,1	2.730,4–3.051,4
Lợi nhuận	Triệu đồng/tàu/năm	1.568,2	1.113,5	1.328,0–1.808,4
Tỷ suất lợi nhuận/tổng chi phí	%	55,7	36,1	47,9–63,5
Lợi nhuận/ngày hoạt động	Triệu đồng/ngày	6,4	3,9	5,6–7,3

2. Mức độ trang bị và hạn chế của cơ giới hóa hoạt động khai thác

Mức độ trang bị cơ giới hóa khác nhau rõ rệt giữa các hệ thống và công đoạn khai thác. Hệ thống lái thủy lực được trang bị trên 92,9% số tàu khảo sát, trong khi lái cơ khí chiếm 4,7% và lái tự động chỉ đạt 2,4% (Bảng 3). 100% các

tàu đều được trang bị máy tời thủy lực thu lưới, nhưng chưa có tàu nào được trang bị hệ thống nâng hạ lưới tại hầm. Cơ cấu trang bị này phản ánh mức cơ giới hóa cao ở khâu điều khiển tàu và thu lưới, nhưng chưa hình thành chuỗi thiết bị đồng bộ cho các công đoạn vận hành và xử lý ngư cụ.

Bảng 3: Mức độ trang bị các hệ thống cơ giới hóa hoạt động khai thác trên tàu

Hệ thống/thiết bị	Số tàu khảo sát (tàu)	Số tàu trang bị (tàu)	Tỷ lệ (%)
Lái cơ khí	85	4	4,7
Lái thủy lực	85	79	92,9
Lái tự động	85	2	2,4
Tời thủy lực thu lưới	85	85	100,0
Hệ thống nâng hạ lưới tại hầm	85	0	0

Mặc dù tời thủy lực đã được trang bị trên toàn bộ đội tàu khảo sát, song đặc tính vận hành còn khác nhau giữa các tàu. Sức kéo tời trung bình đạt $1,8 \pm 0,9$ tấn và tốc độ thu lưới đạt $45,9 \pm 14,5$ m/phút (**Bảng 4**). Thời gian thu một

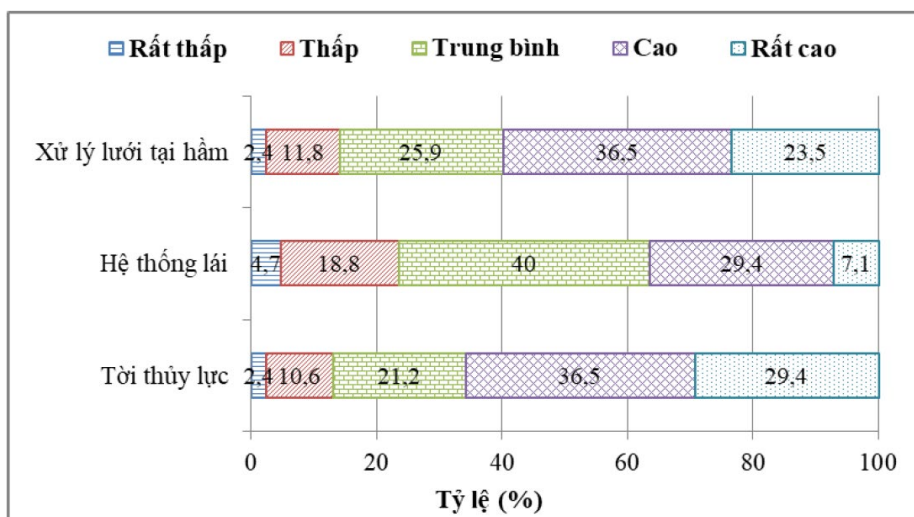
vàng lưới trung bình là $439,9 \pm 61,5$ phút, tương đương khoảng $7,3 \pm 1,0$ giờ. Với chiều dài vàng lưới trung bình 16,2 km, kết quả này cho thấy công đoạn thu lưới vẫn kéo dài nhiều giờ trong mỗi chu kỳ khai thác dù đã được cơ giới hóa.

Bảng 4: Đặc tính vận hành của tời thủy lực thu lưới trên tàu lưới rê hỗn hợp

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn (SD)	Khoảng tin cậy 95%
Sức kéo tời	tấn	1,8	0,9	1,6–1,9
Tốc độ thu lưới	m/phút	45,9	14,5	42,8–49,1
Thời gian thu lưới	phút/vàng lưới	439,9	61,5	426,6–453,2

Kết quả đánh giá về những hạn chế của các hệ thống và công đoạn cơ giới hóa được trình bày tại **Hình 1**. Đối với tời thủy lực thu lưới, 65,9% người trả lời đánh giá mức hạn chế ở mức cao hoặc rất cao; tỷ lệ tương ứng đối với công đoạn nâng hạ và xử lý lưới tại hầm là 60,0%, trong khi hệ thống lái thấp hơn, ở mức 36,5%. Điểm đánh giá trung bình lần lượt đạt 3,8 điểm

đối với tời thu lưới, 3,7 điểm đối với xử lý lưới tại hầm và 3,2 điểm đối với hệ thống lái trên thang 5 mức. Sự kết hợp giữa mức trang bị và đánh giá hạn chế cho thấy điểm nghẽn của cơ giới hóa không chỉ nằm ở sự hiện diện của thiết bị mà còn ở khả năng đáp ứng của thiết bị hiện có và mức độ đồng bộ giữa các công đoạn.

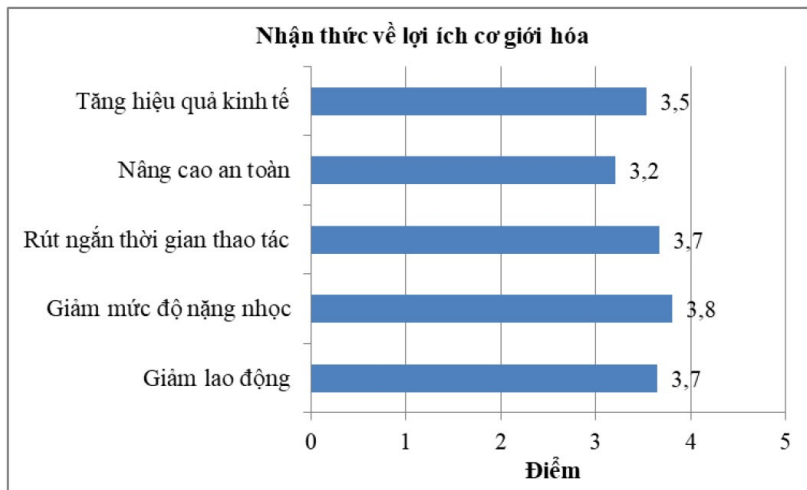


Hình 1: Đánh giá của chủ tàu về mức độ hạn chế của các hệ thống và công đoạn cơ giới hóa hoạt động khai thác

3. Nhận thức về lợi ích và nhu cầu cơ giới hóa hoạt động khai thác

Kết quả đánh giá cho thấy, chủ tàu nhìn nhận tương đối tích cực về lợi ích của cơ giới hóa, nhưng mức độ đánh giá khác nhau giữa các khía cạnh (Hình 2). Lợi ích được đánh giá

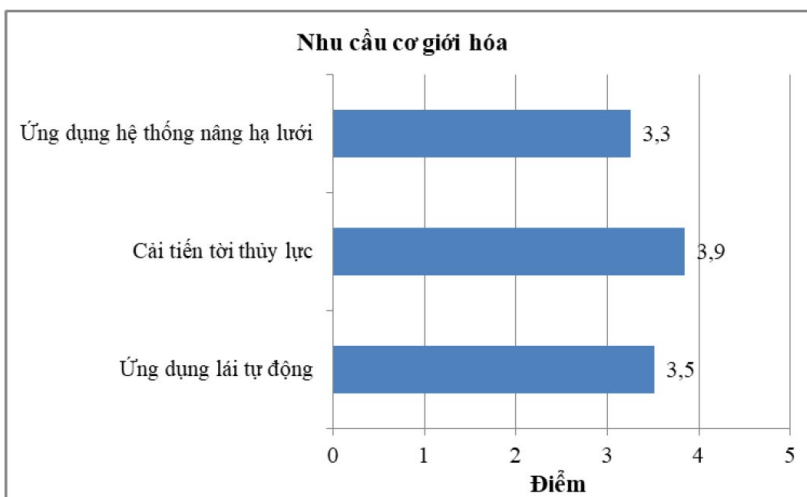
cao nhất là giảm mức độ nặng nhọc của lao động, với 69,4% chủ tàu lựa chọn mức đồng ý hoặc hoàn toàn đồng ý; tiếp theo là rút ngắn thời gian thao tác (63,5%) và giảm nhu cầu lao động (62,4%). Tỷ lệ đánh giá tích cực đối với tăng hiệu quả kinh tế đạt 56,5%, trong khi nâng cao an toàn thấp hơn, ở mức 43,5%.



Hình 2: Điểm trung bình nhận thức về lợi ích cơ giới hóa hoạt động khai thác

Điểm đánh giá trung bình phản ánh cùng xu hướng: giảm mức độ nặng nhọc của lao động đạt 3,8 điểm; rút ngắn thời gian thao tác và giảm nhu cầu lao động cùng đạt 3,7 điểm; tăng hiệu quả kinh tế đạt 3,5 điểm và nâng cao

an toàn đạt 3,2 điểm. Như vậy, các lợi ích gần trực tiếp với giảm gánh nặng và thời gian lao động được chủ tàu nhận diện rõ hơn so với lợi ích về an toàn.



Hình 3: Điểm trung bình nhu cầu cơ giới hóa hoạt động khai thác

Nhu cầu cơ giới hóa có sự khác biệt giữa các hệ thống và công đoạn khai thác (**Hình 3**). Nhu cầu đối với công đoạn thu lưới bằng tời cao nhất, với 68,2% chủ tàu đánh giá ở mức cao hoặc rất cao; tỷ lệ này đạt 55,3% đối với hệ thống lái tự động và 47,1% đối với hệ thống nâng hạ lưới tại hầm. Đáng chú ý, nhu cầu đối với công đoạn thu lưới vẫn ở mức cao mặc dù tời thủy lực đã được trang bị trên toàn bộ số tàu khảo sát, phản ánh nhu cầu cải thiện năng lực của thiết bị hiện có chứ không chỉ bổ sung thiết bị mới. Đối với nhu cầu cơ giới hóa chung, 57,6% chủ tàu lựa chọn mức cao hoặc rất cao và 80,0% đánh giá từ mức trung bình trở lên. Phân bố này cho thấy nhu cầu cơ giới hóa hiện diện ở phần lớn các trường hợp khảo sát nhưng khác nhau về mức độ.

4. Các yếu tố liên quan đến nhu cầu cơ giới hóa hoạt động khai thác

Mô hình lô-git thứ bậc xác định năm yếu tố có mối liên hệ cùng chiều và có ý nghĩa thống kê với mức nhu cầu cơ giới hóa, gồm công suất máy chính, chiều dài vàng lưới, mức độ thiếu hụt lao động, khả năng tiếp cận tín dụng

và nhận thức về lợi ích của cơ giới hóa (**Bảng 5**). Mô hình có ý nghĩa thống kê tổng thể ($LR \chi^2 = 70,993$; $p < 0,001$), với log-likelihood = -91,491, AICc = 203,381 và pseudo- R^2 McFadden = 0,280. Trong mô hình, $OR > 1$ biểu thị mối liên hệ cùng chiều; giá trị OR phản ánh mức thay đổi của tỷ số chênh để tàu thuộc mức nhu cầu cơ giới hóa cao hơn khi biến giải thích tăng thêm một đơn vị, trong điều kiện các biến khác được giữ không đổi.

Đối với các đặc trưng kỹ thuật, công suất máy chính có $OR = 1,004$ ($p = 0,027$), tương ứng với mức tăng 0,4% khi công suất tăng thêm 1 CV. Chiều dài vàng lưới có $OR = 1,316$ ($p = 0,001$), tương ứng với mức tăng 31,6% khi chiều dài vàng lưới tăng thêm 1 km.

Đối với các biến được đo theo thang điểm, mỗi mức tăng của điểm thiếu hụt lao động trên thang từ 1 đến 5 tương ứng với $OR = 3,109$ ($p < 0,001$). Tương tự, mỗi mức tăng của điểm khả năng tiếp cận tín dụng tương ứng với $OR = 2,656$ ($p < 0,001$), trong khi mỗi mức tăng của chỉ số nhận thức về lợi ích của cơ giới hóa tương ứng với $OR = 2,539$ ($p = 0,002$).

Bảng 5: Các yếu tố liên quan đến nhu cầu cơ giới hóa trong hoạt động khai thác của nghề lưới rê hỗn hợp

Yếu tố	Tỷ số chênh (OR)	Hệ số β	Sai số chuẩn của β	z	p	Khoảng tin cậy 95% của OR
Công suất máy chính	1,004	0,004	0,002	2,218	0,027	1,000–1,007
Chiều dài vàng lưới	1,316	0,274	0,085	3,215	0,001	1,113–1,555
Mức độ thiếu hụt lao động	3,109	1,134	0,262	4,326	<0,001	1,860–5,198
Khả năng tiếp cận tín dụng	2,656	0,977	0,281	3,470	<0,001	1,530–4,611
Nhận thức về lợi ích cơ giới hóa	2,539	0,932	0,300	3,105	0,002	1,410–4,571
Thông kê mô hình						
Số quan sát (n)	85					
Log-likelihood	-91,491					
AICc	203,381					
Pseudo - R^2 McFadden	0,280					
$LR \chi^2$	70,993					
Giá trị p của kiểm định LR	<0,001					

5. Kiểm tra độ nhạy và độ ổn định của mô hình

Kiểm định Brant đối với toàn bộ mô hình cho $\chi^2 = 26,61$; $df = 15$; $p = 0,032$, cho thấy giả định tỷ lệ chênh không đổi không được thỏa mãn ở mức ý nghĩa 5%. Vì vậy, mô hình tỷ lệ chênh từng phần (PPO) được sử dụng để kiểm tra độ nhạy, trong đó hệ số của biến thiếu hụt lao động được cho phép thay đổi giữa bốn ngưỡng của biến phụ thuộc.

Mô hình PPO có log-likelihood = -87,919 và AICc = 204,17. So với mô hình lô-git thứ bậc, kiểm định tỷ số khả năng cho LR $\chi^2 =$

7,14; $df = 3$; $p = 0,067$. Bốn biến giữ hệ số không đổi giữa các ngưỡng có OR gần với mô hình lô-git thứ bậc và duy trì cùng chiều: công suất máy chính OR = 1,004 ($p = 0,025$), chiều dài vàng lưới OR = 1,334 ($p < 0,001$), khả năng tiếp cận tín dụng OR = 2,790 ($p < 0,001$) và nhận thức về lợi ích OR = 2,471 ($p = 0,002$). Đối với mức độ thiếu hụt lao động, OR tại bốn ngưỡng tích lũy lần lượt là 6,424; 2,229; 3,567 và 3,240; kiểm định chung cho bốn hệ số có $p < 0,001$. Như vậy, chiều của mối liên hệ được duy trì ở cả bốn ngưỡng, trong khi độ lớn của OR thay đổi theo ngưỡng.

Bảng 6: So sánh mô hình lô-git thứ bậc và mô hình tỷ lệ chênh từng phần

Biến/chỉ tiêu	Mô hình lô-git thứ bậc	Mô hình tỷ lệ chênh từng phần (PPO)	So sánh
Công suất máy chính	1,004; $p = 0,027$	1,004; $p = 0,025$	Cùng chiều; độ lớn gần tương đương
Chiều dài vàng lưới	1,316; $p = 0,001$	1,334; $p < 0,001$	Cùng chiều; có ý nghĩa thống kê
Mức độ thiếu hụt lao động	3,109; $p < 0,001$	Y > 1: 6,424; Y > 2: 2,229; Y > 3: 3,567; Y > 4: 3,240; p chung < 0,001	Cùng chiều ở cả bốn ngưỡng; độ lớn thay đổi
Khả năng tiếp cận tín dụng	2,656; $p < 0,001$	2,790; $p < 0,001$	Cùng chiều; có ý nghĩa thống kê
Nhận thức về lợi ích cơ giới hóa	2,539; $p = 0,002$	2,471; $p = 0,002$	Cùng chiều; có ý nghĩa thống kê
Độ phù hợp mô hình	Log-likelihood = -91,491; AICc = 203,38	Log-likelihood = -87,919; AICc = 204,17	LR $\chi^2 = 7,14$; $df = 3$; $p = 0,067$

Phân tích độ nhạy bằng mô hình probit thứ bậc cho thấy cả năm biến giải thích duy trì hệ số dương và có ý nghĩa thống kê ở mức 5% (**Bảng 7**). Công suất máy chính có $\beta = 0,0021$ ($p = 0,019$); chiều dài vàng lưới $\beta = 0,1625$ ($p < 0,001$); mức độ thiếu hụt lao động $\beta = 0,6655$ ($p < 0,001$); khả năng tiếp

cận tín dụng $\beta = 0,5822$ ($p < 0,001$); và nhận thức về lợi ích cơ giới hóa $\beta = 0,5375$ ($p = 0,001$). Mô hình có log-likelihood = -90,701 và AICc = 201,80. Kết quả này nhất quán với mô hình lô-git thứ bậc về chiều của mối liên hệ và ý nghĩa thống kê của năm biến.

Bảng 7: Kết quả mô hình probit thứ bậc dùng để kiểm tra độ nhạy

Yếu tố	Hệ số β	Sai số chuẩn (SE)	z	p	Khoảng tin cậy 95% của β
Công suất máy chính	0,002	0,001	2,341	0,019	0,001–0,004
Chiều dài vàng lưới	0,162	0,047	3,437	<0,001	0,070–0,255
Mức độ thiếu hụt lao động	0,665	0,146	4,546	<0,001	0,379–0,952
Khả năng tiếp cận tín dụng	0,582	0,157	3,710	<0,001	0,275–0,890
Nhận thức về lợi ích cơ giới hóa	0,538	0,169	3,185	0,001	0,207–0,868
Thông kê mô hình	Số quan sát (n) = 85; log-likelihood = -90,701; AICc = 201,803				
Đối chiếu	Δ AICc so với mô hình lô-git thứ bậc = 1,58; cả năm hệ số cùng dấu dương và có ý nghĩa thống kê.				

Kết quả so sánh dạng mô hình và cách mã hóa biến được trình bày tại **Bảng 8**. Mô hình probit thứ bậc có AICc = 201,80, thấp hơn mô hình lô-git thứ bậc (AICc = 203,38) 1,58 đơn vị; mức chênh lệch này nhỏ hơn 2, cho thấy hai mô hình có mức hỗ trợ từ dữ liệu tương đương. Mô hình lô-git đa thức có AICc

= 237,25, trong khi mô hình lô-git thứ bậc với mức độ thiếu hụt lao động và khả năng tiếp cận tín dụng được mã hóa dưới dạng biến phân loại có AICc = 213,41. Mô hình lô-git thứ bậc với cách mã hóa điểm 1–5 được giữ để trình bày kết quả chính và diễn giải trực tiếp bằng OR.

Bảng 8: Kết quả so sánh mô hình và phân tích độ nhạy

Mô hình/phân tích	AICc	Kết quả đối chiếu
Mô hình probit thứ bậc	201,80	Các hệ số cùng dấu dương và có ý nghĩa thống kê
Mô hình lô-git thứ bậc	203,38	Mô hình chính; Δ AICc so với probit = 1,58
Mô hình tỷ lệ chênh từng phần (PPO)	204,17	LR so với lô-git thứ bậc: $\chi^2 = 7,14$; df = 3; p = 0,067
Lô-git thứ bậc, hai biến thang điểm mã hóa phân loại	213,41	AICc cao hơn mô hình mã hóa điểm 1–5
Mô hình lô-git đa thức	237,25	AICc cao nhất trong các mô hình so sánh

Trong phân tích bootstrap phi tham số 500 mẫu lặp, 497 lần ước lượng thành công. Tỷ lệ hệ số giữ cùng dấu dương với mô hình từ mẫu ban đầu đạt 99,2% đối với công suất máy chính, 99,6% đối với chiều dài vàng lưới, 100,0% đối với mức độ thiếu hụt lao động, 100,0% đối với khả năng tiếp cận tín dụng và 99,0% đối với nhận thức về lợi ích cơ giới hóa. Khoảng phân vị bootstrap 95% của OR lần lượt là 1,001–1,009; 1,099–1,649; 1,964–6,277; 1,691–6,230 và 1,207–5,367. Các khoảng này đều nằm phía trên 1, cho thấy

chiều của năm mối liên hệ trong mô hình cuối cùng tương đối ổn định trong các mẫu lặp nội bộ.

6. Thảo luận

Một kết quả nổi bật của nghiên cứu là mức trang bị cao ở một số công đoạn chưa đồng nghĩa với nhu cầu cơ giới hóa đã được đáp ứng. Tời thủy lực thu lưới có trên toàn bộ số tàu khảo sát, nhưng 65,9% chủ tàu vẫn đánh giá hạn chế của hệ thống này ở mức cao hoặc rất cao và 68,2% có nhu cầu đối với công đoạn thu lưới ở mức cao hoặc rất cao. Ngược lại, hệ

thống nâng hạ lưới tại hầm chưa được trang bị trên bất kỳ tàu nào, trong khi 60,0% chủ tàu đánh giá công đoạn này còn hạn chế ở mức cao hoặc rất cao. Sự tương phản này phản ánh cơ giới hóa hiện nay còn mang tính phân đoạn: nhu cầu không chỉ là bổ sung thiết bị cho các công đoạn chưa được cơ giới hóa mà còn bao gồm nâng cao năng lực của thiết bị hiện có và tăng tính liên hoàn giữa thu, chuyển, nâng hạ, sắp xếp và xử lý lưới. Nghiên cứu đối với nghề lưới rê trôi cá dù vàng ở Hàn Quốc cũng ghi nhận tời thu lưới hiệu suất cao giúp giảm lao động nhưng vẫn phát sinh các vấn đề về hư hỏng lưới và sự cố thiết bị, qua đó nhấn mạnh yêu cầu về tính phù hợp và độ tin cậy của thiết bị trong điều kiện khai thác thực tế [10].

Kết quả mô hình cho thấy quy mô phương tiện và ngư cụ có mối liên hệ với nhu cầu cơ giới hóa. Công suất máy chính có $OR = 1,004$ cho mỗi 1 CV tăng thêm, trong khi chiều dài vàng lưới có $OR = 1,316$ cho mỗi 1 km tăng thêm, trong điều kiện các biến khác được giữ không đổi. Vàng lưới dài hơn đồng nghĩa với khối lượng ngư cụ cần thu và xử lý lớn hơn trong mỗi chu kỳ khai thác, làm tăng yêu cầu đối với năng lực của tời và các thiết bị hỗ trợ trên boong. Xu hướng này phù hợp với kết quả của Eigaard [11] trên đội tàu lưới rê và lưới kéo của Đan Mạch, trong đó mức độ trang bị công nghệ có xu hướng cao hơn ở các tàu có quy mô lớn. Mặc dù chỉ tiêu phản ánh quy mô giữa hai nghiên cứu khác nhau, cả hai đều gợi ý mối liên hệ giữa quy mô hoạt động của phương tiện khai thác và nhu cầu hoặc mức độ ứng dụng công nghệ.

Thiếu hụt lao động là yếu tố có mối liên hệ rõ với nhu cầu cơ giới hóa. Khi điểm đánh giá mức độ thiếu hụt lao động tăng thêm một mức trên thang từ 1 đến 5, OR để tàu thuộc mức nhu cầu cơ giới hóa cao hơn đạt 3,109, trong điều kiện các biến khác không đổi. Mối liên hệ này phù hợp với đặc điểm hoạt động

của nghề lưới rê hỗn hợp, trong đó mỗi tàu sử dụng trung bình 8 lao động và vận hành vàng lưới dài trung bình 16,2 km, trong khi nhiều thao tác thu, chuyển và xử lý lưới vẫn cần sự tham gia trực tiếp của thuyền viên. Kết quả có thể phản ánh nhu cầu sử dụng thiết bị hỗ trợ tại các công đoạn có khối lượng thao tác lớn khi nguồn lao động trở nên hạn chế. Nghiên cứu đối với nghề lưới rê trôi ở Hàn Quốc cũng xác định đây là loại hình khai thác sử dụng nhiều lao động và việc áp dụng tời thu lưới hiệu suất cao làm giảm số thuyền viên sau khi thiết bị được đưa vào sử dụng [10]. Đối với nghề lưới rê hỗn hợp vùng khơi Việt Nam, kết quả này cho thấy các công đoạn thu, chuyển, nâng hạ và sắp xếp lưới là những công đoạn cần được xem xét trong quá trình nghiên cứu giải pháp cơ giới hóa nhằm giảm sự phụ thuộc vào lao động trực tiếp.

Khả năng tiếp cận tín dụng cũng có mối liên hệ cùng chiều với nhu cầu cơ giới hóa. Khi điểm đánh giá khả năng tiếp cận tín dụng tăng thêm một mức, OR để tàu thuộc mức nhu cầu cao hơn đạt 2,656. Kết quả cho thấy khả năng tiếp cận nguồn lực tài chính có mối liên hệ với mức nhu cầu cơ giới hóa, nhưng không đồng nghĩa với việc tăng khả năng tiếp cận tín dụng sẽ trực tiếp làm tăng hiệu quả sản xuất hoặc dẫn đến đầu tư thiết bị. Nghiên cứu về hiện đại hóa tàu cá tại Oman cho thấy chi phí mua tàu, nhiên liệu và bảo dưỡng là các rào cản đáng kể đối với mức sẵn lòng đầu tư, trong khi các hình thức đồng đầu tư, vốn vay và hỗ trợ tài chính nằm trong nhóm yếu tố liên quan đến quyết định đầu tư [14]. Nghiên cứu tại Ghana cũng ghi nhận hạn chế tín dụng có mối liên hệ với hiệu quả kỹ thuật thấp hơn của ngư dân khai thác quy mô nhỏ, qua đó cho thấy khả năng tiếp cận vốn là một điều kiện cần được xem xét trong quá trình đầu tư và tổ chức sản xuất [23].

Nhận thức tích cực hơn về lợi ích của cơ

giới hóa gắn với khả năng thuộc mức nhu cầu cao hơn ($OR = 2,539$; $p = 0,002$). Trong nghiên cứu này, chủ tàu đánh giá tích cực nhất các lợi ích liên quan đến giảm nặng nhọc, rút ngắn thời gian thao tác và giảm nhu cầu lao động; đây cũng là những khía cạnh gắn trực tiếp với đặc điểm vận hành văng lưới dài và thời gian khai thác kéo dài. Kết quả tương đồng với nghiên cứu của Silva và cộng sự trên ngư dân quy mô nhỏ tại Indonesia và Mexico [24], trong đó đặc điểm và nhận thức của ngư dân có liên hệ chặt với mức sẵn lòng chi trả cho hệ thống theo dõi tàu, và tính năng an toàn làm tăng mức độ ưa thích đối với công nghệ. Nghiên cứu tại Oman cũng cho thấy nhận thức về lợi ích của phương tiện hiện đại và các điều kiện hỗ trợ tài chính có liên hệ với mức sẵn lòng đầu tư [14]. Tuy nhiên, biến nhận thức về lợi ích và biến nhu cầu cơ giới hóa trong nghiên cứu này được thu thập từ cùng người trả lời, tại cùng thời điểm và bằng cùng phiếu khảo sát. Cấu trúc thu thập như vậy có thể tạo sai lệch phương pháp chung, làm tăng hoặc làm thay đổi mức tương quan quan sát giữa các biến tự báo cáo [25]. Vì vậy, mối liên hệ giữa nhận thức về lợi ích và nhu cầu cơ giới hóa cần được xem là bằng chứng về sự liên quan thống kê và nên được kiểm chứng thêm bằng các chỉ báo hành vi như quyết định đầu tư hoặc mức độ sử dụng thiết bị thực tế.

Kết quả kiểm tra độ nhạy cho thấy việc lựa chọn mô hình cần được xem xét cùng với giả định tỷ lệ chênh không đổi. Kiểm định Brant đối với toàn bộ mô hình có $p = 0,032$, cho thấy giả định này chưa được thỏa mãn hoàn toàn; tuy nhiên, mô hình tỷ lệ chênh từng phần không cải thiện có ý nghĩa thống kê so với mô hình lô-git thứ bậc ($LR \chi^2 = 7,14$; $df = 3$; $p = 0,067$) và có AICc tương đương (204,17 so với 203,381). Bên cạnh đó, mô hình probit thứ bậc có AICc = 201,80, chênh lệch dưới 2 so với mô hình lô-git thứ bậc, cho thấy hai dạng hàm liên kết có mức độ phù hợp tương đương

theo AICc. Kết quả mô hình tỷ lệ chênh từng phần và phân tích bootstrap cho thấy chiều của các mối liên hệ chính tương đối ổn định, nhưng việc giả định tỷ lệ chênh không đổi bị bác bỏ ở kiểm định tổng thể vẫn cần được lưu ý khi diễn giải độ lớn của OR.

Cỡ mẫu 85 tàu trong khi 18 biến được xem xét ở bước phân tích đơn biến và 11 biến được đưa vào mô hình đa biến ban đầu làm tăng nguy cơ mô hình phụ thuộc vào những đặc điểm riêng của mẫu. Đây là vấn đề thường gặp khi số tham số được xem xét lớn so với lượng thông tin của bộ dữ liệu và có thể làm các hệ số kém ổn định khi áp dụng sang mẫu khác [26]. Trong nghiên cứu này, AICc được sử dụng trong quá trình lựa chọn mô hình và bootstrap phi tham số được thực hiện để đánh giá độ ổn định nội bộ của các hệ số trong mô hình cuối cùng. Các kiểm tra nội bộ giúp đánh giá mức độ ổn định trên bộ số liệu hiện có nhưng không thay thế cho việc kiểm định mô hình trên một mẫu độc lập.

Từ các kết quả trên, các công đoạn thu, chuyển, nâng hạ, sắp xếp và xử lý lưới có thể được xem xét khi xác định hướng nghiên cứu và phát triển thiết bị cơ giới hóa cho nghề lưới rê hỗn hợp, đặc biệt đối với các tàu có quy mô ngư cụ lớn hoặc có mức thiếu hụt lao động cao. Mối liên hệ giữa khả năng tiếp cận tín dụng và nhu cầu cơ giới hóa cũng cho thấy yếu tố tài chính cần được xem xét trong quá trình xây dựng các phương án hỗ trợ, nhưng nghiên cứu hiện tại chưa trực tiếp đánh giá hiệu quả của chính sách tín dụng hoặc của một loại thiết bị cụ thể. Trước khi nhân rộng, cần đánh giá hiệu quả kỹ thuật - kinh tế của thiết bị, bao gồm chi phí đầu tư, chi phí vận hành, mức giảm lao động và thời gian hoàn vốn. Việc nâng cao năng lực thiết bị cũng cần được đặt trong khuôn khổ quản lý khai thác bền vững; định hướng cơ giới hóa có thể tập trung vào giảm lao động, giảm cường độ thao tác và

cải thiện điều kiện làm việc, đồng thời hạn chế nguy cơ làm gia tăng cường lực khai thác. Vấn đề này cũng được nhấn mạnh trong các nghiên cứu về phát triển công nghệ và quản lý nghề cá [11, 27].

Tuy nhiên, nghiên cứu còn một số hạn chế. Thứ nhất, ba địa phương được lựa chọn có chủ đích và các tàu được tiếp cận tại các điểm khảo sát theo phương pháp phi xác suất. Mặc dù ba địa phương tập trung khoảng 63,6% số tàu lưới rê hỗn hợp vùng khơi ước tính của cả nước, mẫu 85 tàu không phải là mẫu xác suất của toàn bộ tổng thể 550 tàu và nghiên cứu không sử dụng trọng số mẫu. Vì vậy, các tỷ lệ mô tả và các hệ số ước lượng phản ánh trực tiếp mẫu khảo sát; việc áp dụng cho các địa phương ngoài phạm vi nghiên cứu cần xem xét sự khác biệt về tàu, ngư cụ, ngư trường và tổ chức sản xuất. Thứ hai, một số biến như mức thiếu hụt lao động, khả năng tiếp cận tín dụng, nhận thức về lợi ích và nhu cầu cơ giới hóa được thu thập từ đánh giá của chủ tàu nên có thể chịu ảnh hưởng của sai lệch chủ quan. Biến nhu cầu cơ giới hóa chung được đo bằng một câu hỏi đơn mục, cách đo này phù hợp với mục tiêu ghi nhận đánh giá tổng thể của người trả lời nhưng không cho phép đánh giá độ nhất quán nội tại như đối với thang đo nhiều mục. Thứ ba, nghiên cứu sử dụng thiết kế cắt ngang, trong đó các yếu tố giải thích và nhu cầu cơ giới hóa được ghi nhận tại cùng thời điểm; do đó, các hệ số hồi quy chỉ phản ánh mối liên hệ thống kê và không cung cấp bằng chứng về trình tự thời gian hoặc quan hệ nguyên nhân - kết quả. Các nghiên cứu tiếp theo cần mở rộng phạm vi khảo sát theo không gian và thời gian, áp dụng thiết kế lấy mẫu xác suất khi điều kiện cho phép, đồng thời kết hợp số liệu vận hành thiết bị, mức sử dụng lao động theo từng công đoạn, hành vi đầu tư và chi phí để kiểm định mô hình trên mẫu độc lập và đánh giá đầy đủ hơn hiệu quả kỹ thuật - kinh tế của các phương án cơ giới hóa.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Cơ giới hóa hoạt động khai thác của đội tàu lưới rê hỗn hợp hiện chưa đồng bộ giữa các công đoạn. 100% các tàu đều đã được trang bị hệ thống tời thủy lực thu lưới; 92,9% được trang bị hệ thống lái thủy lực, nhưng lái tự động mới chiếm 2,4% và chưa có tàu nào được trang bị hệ thống nâng hạ lưới tại hầm. Mặc dù tời thủy lực đã được trang bị phổ biến, nhưng vẫn có 65,9% người trả lời đánh giá hạn chế của tời ở mức cao hoặc rất cao và 68,2% có nhu cầu cải tiến hệ thống tời.

Mô hình lô-git thứ bậc xác định năm yếu tố có mối liên hệ cùng chiều và có ý nghĩa thống kê với nhu cầu cơ giới hóa, gồm công suất máy chính, chiều dài vàng lưới, mức độ thiếu hụt lao động, khả năng tiếp cận tín dụng và nhận thức về lợi ích của cơ giới hóa. Kết quả cho thấy nhu cầu cơ giới hóa có mối liên hệ đồng thời với đặc điểm kỹ thuật của tàu và ngư cụ, áp lực lao động, khả năng tiếp cận nguồn lực tài chính và nhận thức về lợi ích của công nghệ.

2. Kiến nghị

Trên cơ sở hiện trạng trang thiết bị và nhu cầu cơ giới hóa của nghề lưới rê hỗn hợp, có thể xem xét ưu tiên nghiên cứu, thử nghiệm và hoàn thiện tời thu lưới, đồng thời phát triển các thiết bị hỗ trợ nâng hạ, chuyên, sắp xếp và xử lý lưới theo hướng liên hoàn, phù hợp với quy mô tàu và ngư cụ. Trước khi áp dụng rộng rãi, các phương án thiết bị cần được đánh giá đầy đủ về hiệu quả kỹ thuật - kinh tế, chi phí đầu tư và vận hành, khả năng giảm lao động và thời gian hoàn vốn.

Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng tiếp cận tín dụng có mối liên hệ với mức nhu cầu cơ giới hóa, nhưng chưa cung cấp bằng chứng về hiệu quả của các chính sách hoặc cơ chế hỗ trợ tài chính. Vì vậy, các giải pháp về tín dụng, hỗ trợ đầu tư, trình diễn và hướng dẫn

sử dụng thiết bị cần tiếp tục được nghiên cứu và đánh giá trước khi đề xuất áp dụng ở quy mô rộng. Quá trình cơ giới hóa cần hướng tới giảm lao động trực tiếp, giảm mức độ nặng nhọc và cải thiện điều kiện vận hành trên tàu, đồng thời bảo đảm phù hợp với định hướng quản lý cường lực khai thác và phát triển nghề cá bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cục Thủy sản và Kiểm ngư, “Thông kê tàu cá cả nước đến tháng 12 năm 2025”, 2025.
- [2]. Nguyễn Trọng Thảo, Vũ Kế Nghiệp, and Nguyễn Trọng Lương, *Nghề lưới rê hỗn hợp*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2021.
- [3]. Lê Văn Bôn, “Hiện trạng trang thiết bị cơ giới hóa trên tàu lưới rê hỗn hợp khai thác hải sản ở vùng khơi Việt Nam”, Báo cáo chuyên đề, Viện Nghiên cứu Hải sản, 2025.
- [4]. Phạm Văn Tuyền và Nguyễn Phi Toàn, “Kết quả thử nghiệm lưới rê hỗn hợp cải tiến ở vùng biển Vịnh Bắc Bộ”, *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, no. 45, pp. 128-135, 2016. doi: 10.22144/ctu.jvn.2016.534.
- [5]. Nguyễn Trọng Thảo and Vũ Kế Nghiệp, “Nghiên cứu hoàn thiện mẫu lưới rê hỗn hợp khai thác vùng biển khơi tỉnh Khánh Hòa”, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản*, no. 2, pp. 96–103, 2017.
- [6]. Nguyễn Thanh Long, “Nghiên cứu hoạt động khai thác của nghề lưới rê hỗn hợp ở tỉnh Trà Vinh”, *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, no. 49, pp. 109-115, 2017. doi: 10.22144/ctu.jvn.2017.028
- [7]. N. N. Duy, O. Flaaten, N. T. K. Anh, and Q. T. K. Ngoc, “Open-access fishing rent and efficiency-The case of gillnet vessels in Nha Trang, Vietnam”, *Fisheries Research*, vols. 127-128, pp. 98–108, 2012, doi: 10.1016/j.fishres.2012.04.008.
- [8]. T. D. T. Pham, H.-W. Huang, and C.-T. Chuang, “Finding a balance between economic performance and capacity efficiency for sustainable fisheries: Case of the Da Nang gillnet fishery, Vietnam”, *Marine Policy*, vol. 44, pp. 287–294, 2014, doi: 10.1016/j.marpol.2013.09.021.
- [9]. Nguyễn Phan Phước Long, Nguyễn Trọng Lương, and Lê Văn Sáng, “Thực trạng nghề lưới rê trôi khai thác cá ngừ ở tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu”, *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy Sản, Trường Đại học Nha Trang*, no. 3, pp. 22–31, 2024, doi: 10.53818/jfst.03.2024.474.
- [10]. K.-H. Kim and S.-J. Kim, “A Study on the Usage of high-efficiency net haulers in coastal small yellow croaker drift gill net fisheries”, *The journal of Fisheries and Marine sciences education*, vol. 36, no. 4, pp. 704–714, 2024, doi: 10.13000/JFMSE.2024.8.36.4.704.
- [11]. Ole Ritzau Eigaard, “A bottom-up approach to technological development and its management implications in a commercial fishery”, *ICES Journal of Marine Science*, vol. 66, no. 5, pp. 916–927, 2009, doi: 10.1093/icesjms/fsp084.
- [12]. R. Mazuki and M. Norsida, “Acceptance of Technology among Malaysian Fishermen”, *Asian Social Science*, vol. 10, no. 16, pp. 1–5, 2014, doi: 10.5539/ass.v10n16p1.
- [13]. C. Abasilim and I. Onyewuchi, “Effects of socioeconomic variables on the adoption of fishing boat motorisation by artisanal fisherfolks on Epe Lagoon, Lagos State, Nigeria”, *Int'l Journal of Agric. and Rural Dev*, vol. 23, no. 2, pp. 5126–5136, 2020.
- [14]. I. Al Abri, H. Al-Masroori, J. B. Yousuf, M. Al Rawahi, H. Al Daghari, and O. Gulseven, “Modernization or tradition? Determinants of modern boats adoption in Omani artisanal fisheries”, *Marine Policy*, vol.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trung tâm Nghiên cứu hải sản phía Bắc, Viện Khoa học Thủy sản Việt Nam đã tài trợ cho nghiên cứu này thông qua đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ “Nghiên cứu ứng dụng, cải tiến hệ thống trang thiết bị cơ giới hóa hoạt động khai thác của đội tàu lưới rê hỗn hợp”.

- 191, Art. no. 107155, 2026, doi: 10.1016/j.marpol.2026.107155.
- [15]. Thủ tướng Chính phủ, *Quyết định số 339/QĐ-TTg ngày 11/3/2021 của Thủ tướng Chính phủ Phê duyệt chiến lược phát triển thủy sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045*, 2021.
- [16]. Yamane Taro, *Statistics: An Introductory Analysis, 2nd Edition*: New York: Harper and Row, 1967.
- [17]. R Development Core Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. [Online]. Available: <https://www.R-project.org/>, 2025.
- [18]. P. McCullagh, “Regression Models for Ordinal Data”, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, vol. 42, no. 2, pp. 109–127, 1980, doi: 10.1111/j.2517-6161.1980.tb01109.x.
- [19]. Z. Bursac, C. H. Gauss, D. K. Williams, and D. W. Hosmer, “Purposeful selection of variables in logistic regression”, *Source Code for Biology and Medicine*, vol. 3, Art. no. 17, 2008, doi: 10.1186/1751-0473-3-17.
- [20]. S. Portet, “A primer on model selection using the Akaike Information Criterion”, *Infectious Disease Modelling*, vol. 5, pp. 111–128, 2020, doi: 10.1016/j.idm.2019.12.010.
- [21]. R. Brant, “Assessing Proportionality in the Proportional Odds Model for Ordinal Logistic Regression”, *Biometrics*, vol. 46, no. 4, pp. 1171–1178, 1990, doi: 10.2307/2532457.
- [22]. R. Williams, “Generalized Ordered Logit/Partial Proportional Odds Models for Ordinal Dependent Variables”, *The Stata Journal: Promoting communications on statistics and Stata*, vol. 6, no. 1, pp. 58–82, 2006, doi: 10.1177/1536867X0600600104.
- [23]. M. Ankrah Twumasi, Y. Jiang, P. Fosu, B. Addai, and C. H. K. Essel, “The impact of credit constraint on artisanal fishers’ technical efficiency: Stochastic frontier and instrumental variable approach”, *Regional Studies in Marine Science*, vol. 50, Art. no. 102149, 2022, doi: 10.1016/j.rsma.2021.102149.
- [24]. J. A. Silva, M. I. Rivera-Hechem, C. Hong, G. Clawson, B. R. Hoover, T. Butera, R. Oyanedel, G. McDonald, R. Jakub, U. Muawanah, A. Zulham, A. Baihaki, and C. Costello, “Assessing the drivers of vessel tracking systems adoption for improved small-scale fisheries management”, *Ocean & Coastal Management*, vol. 226, Art. no. 106265, 2022, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2022.106265.
- [25]. P. Podsakoff, S. MacKenzie, J.-Y. Lee, and N. Podsakoff, “Common Method Biases in Behavioral Research: A Critical Review of the Literature and Recommended Remedies”, *Journal of Applied Psychology*, vol. 88, no. 5, pp. 879–903, 2003, doi: 10.1037/0021-9010.88.5.879.
- [26]. M. Babyak, “What You See May Not Be What You Get: A Brief, Nontechnical Introduction to Overfitting in Regression-Type Models”, *Psychosomatic Medicine*, vol. 66, no. 3, pp. 411–421, 2004, doi: 10.1097/01.PSY.0000127692.23278.A9.
- [27]. P. Marchal, H. Gislason, and A. Rijnsdorp, “Technological Development and Fisheries Management”, *Reviews in Fisheries Science*, vol. 22, no. 2, pp. 156–174, 2014, doi: 10.1080/23308249.2014.899557.