



Chiến lược quản lý đánh bắt thủy sản tối ưu tại Việt Nam trong điều kiện nóng lên toàn cầu

NGUYỄN HỮU DŨNG ^{*a}, ĐỖ PHƯƠNG YẾN LINH ^a, NGÔ THỊ PHƯƠNG TRANG ^a,
NGUYỄN HUYỀN MỸ ^a, NGÔ THỊ KIM CHI ^a, ĐỒNG TỔ HÀ PHƯƠNG ^a

^a Trường Đại học Kinh tế Quốc dân

THÔNG TIN	TÓM TẮT
Ngày nhận: 12/04/2023 Ngày nhận lại: 22/07/2023 Duyệt đăng: 24/07/2023 Mã phân loại JEL: Q22; Q54; Q57. Từ khóa: Khai thác thủy sản; Kinh tế biển; Hạn ngạch khai thác; Quản lý thủy sản bền vững. Keywords: Fishery economics; Fishing quota; Harvest strategies; Sustainable fishery management.	Nghiên cứu này so sánh ba kịch bản về chiến lược quản lý khai thác thủy sản tại Việt Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu, gồm: (1) Chiến lược 1, tiếp tục nỗ lực đánh bắt thủy sản như hiện tại; (2) Chiến lược 2, tạm dừng đánh bắt; và (3) Chiến lược 3, sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế (MEY). Mô hình kinh tế sinh học được sử dụng với giả định sản lượng thủy sản phụ thuộc nhiệt độ bề mặt nước biển tăng mỗi năm 0,01°C (tính từ năm cơ sở 2013 có nhiệt độ là 26,35°C). Số liệu giai đoạn 2013–2020 thu thập từ Tổng cục Thống kê và Cơ sở dữ liệu từ Ngân hàng Thế giới (World Bank). Kết quả nghiên cứu cho thấy chiến lược 1 sẽ làm sụp đổ ngành đánh bắt thủy sản, chiến lược 2 duy trì trữ lượng nhưng không có lợi nhuận, chiến lược 3 là khả thi nhưng chỉ duy trì được trữ lượng bền vững và lợi nhuận ở mức thấp. Để cải thiện chiến lược 3, cần kết hợp chiến lược MEY với hoạt động giảm thiểu biến đổi khí hậu. Hiện tại, có thể xem xét chiến lược thay thế là “đóng cửa” biển một phần để bảo tồn, đồng thời khai thác phần còn lại theo chiến lược MEY kết hợp với hệ thống hạn ngạch đánh bắt có thể chuyển nhượng, và tổ chức quản lý thích ứng với biến đổi khí hậu. Abstract This paper investigates the optimal fishery management in Vietnam under climate change by comparing three scenarios. Scenario 1 maintains the current harvesting effort. Scenario 2 closes the sea for

* Tác giả liên hệ.

Email: nguyen.huudung@neu.edu.vn (Nguyễn Hữu Dũng), dpyl.career@gmail.com (Đỗ Phương Yến Linh), npt.cbg@gmail.com (Ngô Thị Phương Trang), nguyenhuyenmyst2003@gmail.com (Nguyễn Huyền Mỹ), ngokimchee@gmail.com (Ngô Thị Kim Chi), haphuong.dongto@aiesec.net (Đồng Tổ Hà Phương).

Trích dẫn bài viết: Nguyễn Hữu Dũng, Đỗ Phương Yến Linh, Ngô Thị Phương Trang, Nguyễn Huyền Mỹ, Ngô Thị Kim Chi, & Đồng Tổ Hà Phương. (2023). Chiến lược quản lý đánh bắt thủy sản tối ưu tại Việt Nam trong điều kiện nóng lên toàn cầu. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 34(8), 04–23.

fishery biomass conservation. Scenario 3 pursues the maximum economic yield (MEY). The bioeconomic model is utilized, with the fishery yield function depending on the sea surface temperature affected by global warming rising at an annual rate of 0.01°C , starting from 26.35°C in the base year 2013. The secondary data for the period 2013–2020 was collected from the General Statistics Office and the World Bank Database for the model regression. The results show that if Vietnam continues the current harvesting effort (Scenario 1), the fishing intensity combined with global warming may lead to the collapse of the fishery in the long run. In contrast, if Vietnam bans fishing (Scenario 2), the stock may recover, but the industry makes no profit. The most feasible strategy is MEY (Scenario 3), where both the stock and profit are positive even under the impact of global warming. However, the unexpected consequence of MEY is the reduction of fish production and profit; thus, the implementation of such a policy requires integrating climate change mitigation policies. At present, an intermediate strategy such as establishing various conservation zones for fish recovery, jointly with ongoing harvesting in the other areas under the transferable quota system and climate change adaptation institution, can be a feasible solution to rebuild the fishery ecosystem and maintain economic value.

1. Giới thiệu

Kinh tế biển và hệ sinh thái biển là ngành rất quan trọng tại Việt Nam. Tính đến năm 2020, Việt Nam có trên 130.000 tàu cá, trong đó tàu đánh bắt hải sản xa bờ (công suất $> 90\text{CV}$) khoảng 26.000 chiếc, với sản lượng đánh bắt thủy sản lên tới 2,3 triệu tấn (Nguyễn Chu Hồi, 2020), tăng gấp 2,2 lần so với năm 2005. Tuy nhiên, đáng lưu ý là trong khi sản lượng đánh bắt tăng lên thì năng suất khai thác lại giảm nhanh, từ 0,92 tấn/CV/năm (1990) xuống 0,32 tấn/CV/năm (2010) (Nguyễn Chu Hồi, 2020). Hiện nay, trữ lượng thủy sản của Việt Nam ước tính khoảng 5.075.143 triệu tấn và khả năng khai thác tối đa cho phép là 2.147.444 tấn (Tổng cục Thủy sản, 2020), nhưng hàng năm Việt Nam đang khai thác lên tới 2,3 triệu tấn là quá mức, dẫn tới nguồn lợi thủy sản đang bị suy giảm nghiêm trọng tại hầu hết các tỉnh ven biển của Việt Nam.

Vấn đề suy giảm nguồn lợi thủy sản còn bị làm trầm trọng thêm bởi hiện tượng biến đổi khí hậu (BĐKH) gần đây, làm tăng tính không chắc chắn và dễ bị tổn thương của hệ sinh thái biển. Theo Tanaka và Van Houtan (2022), nhiệt độ bề mặt đại dương toàn cầu phần lớn đã liên tục vượt quá mức cao kỷ lục kể từ năm 2014. Trong năm 2019, khoảng 57% nước bề mặt đại dương của Trái đất đã trải qua nhiệt độ cao bất thường. Ngược lại, các hồ sơ lịch sử chỉ ra rằng trong cuộc cách mạng công nghiệp thứ hai, chỉ có 2% bề mặt biển có nhiệt độ tương tự. Các tác động bất lợi của BĐKH tạo ra mối đe dọa đáng kể đối với các hệ sinh thái biển và làm tổn hại khả năng cung cấp nguồn thủy sản cho các cộng đồng ven biển (Tanaka & Van Houtan, 2022), đặc biệt là trữ lượng thủy sản và mức sản lượng đánh bắt thường được chỉ ra là hai yếu tố bị ảnh hưởng mạnh nhất bởi BĐKH (Sumaila và cộng sự, 2011). Tác động tới thủy sản được dự báo sẽ còn trầm trọng hơn do Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) dự báo nhiệt độ mặt nước biển vẫn tiếp

tục tăng nhanh chóng trong thời gian tới, nên việc tính toán tác động của hiện tượng này để điều chỉnh chiến lược quản lý thủy sản thích ứng với BĐKH là rất cấp thiết (Sumaila và cộng sự, 2011).

Trong bối cảnh đó, Việt Nam đang gấp rút tích hợp mục tiêu thích ứng với BĐKH vào chính sách liên quan đến quy hoạch không gian biển và quản lý tổng hợp tài nguyên biển. Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam (Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 của Ban Chấp hành Trung ương Đảng) tái khẳng định nghĩa vụ đánh bắt thủy sản gắn liền với cam kết quốc tế về quản lý bền vững nguồn lợi (Ban Chấp hành Trung ương Đảng, 2018). Chiến lược này cũng đưa ra cách tiếp cận mang tính khu vực hơn để tối ưu hóa hoạt động sinh thái và kinh tế xã hội có liên quan tới nguồn lợi này. Mục tiêu cần đạt được của chiến lược đánh bắt thủy sản cụ thể là sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế (Maximum Sustainable Yield – MSY), lợi ích kinh tế và xã hội dương, và thích ứng với BĐKH. Bên cạnh đó, quản lý hoạt động bảo tồn và sử dụng bền vững đa dạng sinh học biển yêu cầu phải đạt được đa dạng sinh học (tăng quần thể thủy sản, đảm bảo sinh khối được đánh giá, tăng chỉ số về kích thước loài...) (Thủ tướng Chính phủ, 2022). Đây là một thách thức đối với thủy sản ngoài khơi của Việt Nam, nơi cho đến nay việc thực thi hoạt động bảo tồn vẫn còn rất hạn chế.

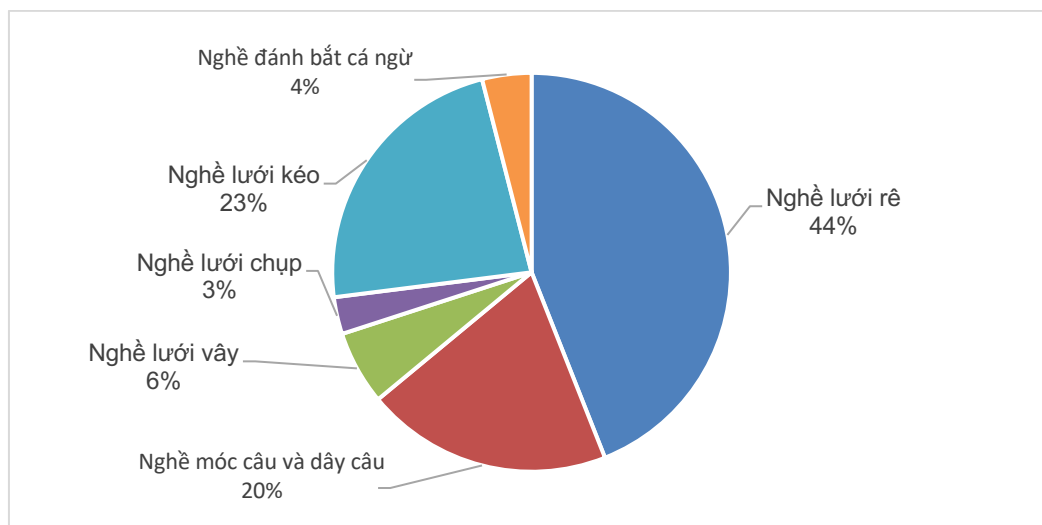
Để đạt được cùng lúc nhiều mục tiêu nêu trên, việc thiết kế công cụ định lượng để hướng dẫn chính sách thủy sản và đảm bảo hiệu quả lâu dài bền vững về mặt kinh tế của nguồn lợi và khả năng phục hồi trữ lượng thủy sản trong bối cảnh có sự tác động ngày càng mạnh mẽ của hiện tượng nóng lên toàn cầu là một thách thức lớn (Boonstra & Hanh, 2015; Ngọc và cộng sự, 2022). Đáp lại vấn đề trên, một số nhà khoa học và chuyên gia kinh tế biển ủng hộ việc sử dụng quản lý nghề đánh bắt thủy sản dựa vào hệ sinh thái (Ecosystem-Based Fishery Management – EBFM) trong một kịch bản có tính đến sự phức tạp về kinh tế và sinh thái liên quan, bao gồm môi trường sống và tác nhân khí hậu (Pikitch và cộng sự, 2004). Tuy nhiên, việc vận hành phương pháp tiếp cận EBFM vẫn còn khó khăn, đặc biệt là từ quan điểm kinh tế sinh học (Doyen và cộng sự, 2017). Vấn đề thường hay vấp phải là làm thế nào để điều chỉnh chiến lược quản lý hiện tại thường theo mục tiêu MSY (sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế) cho từng loài nhưng nay chuyển sang cách tiếp cận dựa trên cả hệ sinh thái. Nhiều trữ lượng thủy sản hiện đang được quản lý để đạt được MSY, thông qua hạn chế về hạn ngạch hoặc nỗ lực đánh bắt (Hà Thị Thanh Thủy & Đỗ Diệu Linh, 2021). Tại MSY, sản lượng đánh bắt được tối ưu hóa ở mức mà trữ lượng thủy sản có thể tái sinh. Tuy nhiên, tính bền vững của chiến lược này đang gây tranh cãi. Thay vì MSY, nhiều nhà kinh tế tài nguyên ủng hộ việc sử dụng sản lượng kinh tế lớn nhất (Maximum Economic Yield – MEY) làm mục tiêu, tại đó lợi nhuận được tối ưu hóa trong điều kiện ràng buộc về trữ lượng (Dichmont và cộng sự, 2010; Diop và cộng sự, 2018). Mặc dù phụ thuộc vào tỷ lệ chiết khấu, độ nhạy cảm của chi phí và doanh thu cho sinh khối thu hoạch, kèm theo tăng trưởng cận biên của sinh khối, thu hoạch tại MEY có thể hỗ trợ mức sinh khối cao hơn so với MSY, ví dụ trong trường hợp chiết khấu thấp (Anderson & Seijo, 2010). MEY đã được chọn là một điểm tham chiếu cho chính sách đánh bắt thủy sản ở Úc (Grafton và cộng sự, 2010). Tuy nhiên, mức độ mà phương pháp quản lý MEY có thể áp dụng trong điều kiện BĐKH và trên hệ sinh thái biển Việt Nam vẫn là một dấu hỏi.

Mục đích của bài viết này là tìm ra chiến lược quản lý đánh bắt thủy sản tối ưu trong điều kiện nóng lên toàn cầu để làm tham chiếu cho chính sách đánh bắt thủy sản tại Việt Nam. Để làm được như vậy, nhóm tác giả phân tích trường hợp của đánh bắt thủy sản tại tất cả 28 tỉnh ven biển Việt Nam – nơi nỗ lực đánh bắt đang tăng lên nhưng năng suất thu hoạch đang giảm đáng kể trong hai thập kỷ (Bích Hồng, 2022) – điều này cho thấy có yếu tố đáng chú ý có thể có ảnh hưởng mạnh đến nghề đánh bắt thủy sản đang diễn ra.

2. Ngành đánh bắt thủy sản Việt nam

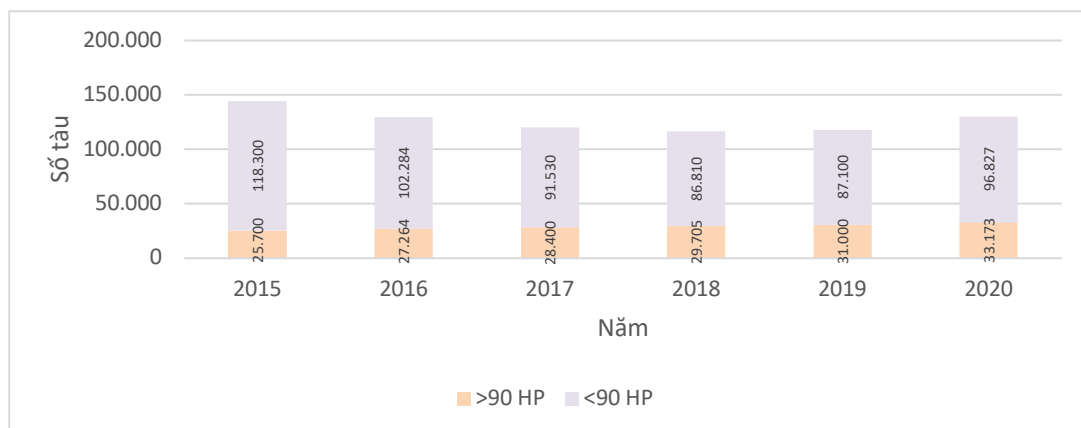
Việt Nam có bờ biển dài hơn 3.200 km và điều kiện tự nhiên thuận lợi để phát triển ngư nghiệp. Trong chiến lược biển đến năm 2030, tầm nhìn 2045, nuôi trồng và khai thác thủy sản là một trong những ưu tiên phát triển của Việt Nam (Ban Chấp hành Trung ương Đảng, 2018). Trong nhiều năm qua, ngành thủy sản đã đẩy mạnh hội nhập quốc tế, tăng cường ứng dụng khoa học công nghệ vào sản xuất, liên kết sản xuất và chế biến nguyên liệu, xúc tiến thương mại, mở rộng thị trường xuất khẩu. Kết quả là giá trị thủy sản tăng đều trong 26 năm qua và đã trở thành ngành kinh tế mũi nhọn của Việt Nam, đóng góp 23,75% vào tổng sản phẩm nông nghiệp và 3,43% tổng sản phẩm quốc nội (Tổng cục thủy sản, 2020).

Kinh tế thủy sản cũng đem lại nguồn thu nhập cho người dân, góp phần xóa đói, giảm nghèo. Có hơn 4 triệu lao động trong lĩnh vực thủy sản, chiếm 17% tổng số lao động nông nghiệp và 5,6% lực lượng lao động cả nước (Tổng cục thủy sản, 2020). Có 40 loại nghề khai thác cá biển ở Việt Nam, được nhóm thành 6 loại, gồm: Lưới rê, lưới kéo, lưới vây, móc câu và dây câu, lưới chụp, và nghề đánh bắt cá ngừ (Hình 1). Ngư dân thường đánh bắt 128 loài cá có giá trị kinh tế cao.



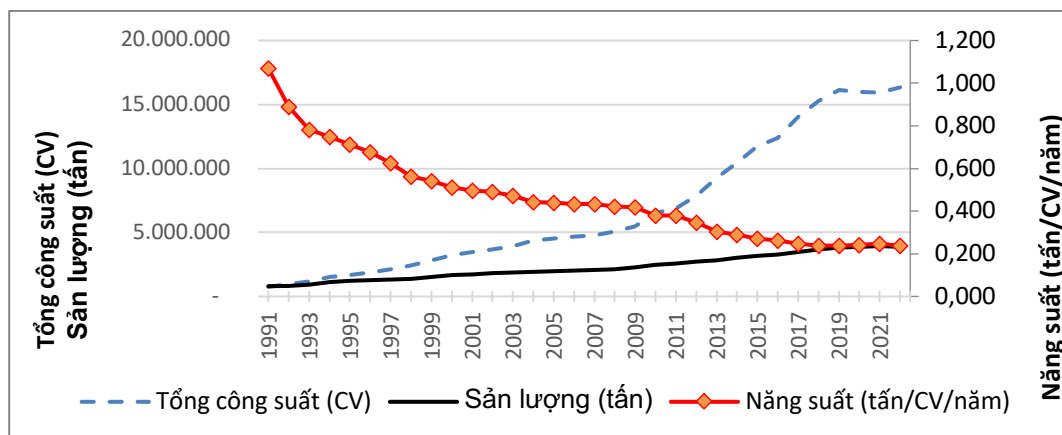
Hình 1. Cơ cấu nghề đánh bắt thủy sản

Tàu cá của Việt Nam chủ yếu là tàu cá nhỏ đóng bằng gỗ, còn tàu vỏ thép và chất liệu tổng hợp chiếm số lượng ít. Số lượng tàu cá đến năm 2020 là 130.000 tàu, trong đó có 20% tàu công suất trên 90 mã lực (Hình 2). Điều này có nghĩa là xu hướng tàu thuyền nhỏ khai thác ven bờ chiếm ưu thế, trong khi số lượng tàu công suất lớn khai thác xa bờ rất ít. Thông thường, khai thác ven bờ đồng nghĩa với việc khai thác cá có kích thước nhỏ, cá chưa trưởng thành, vùng bãi cá đẻ... dễ gây xâm hại nguồn lợi hải sản, kém hiệu quả, trong khi khai thác xa bờ ở các tuyến lộng và tuyến khơi sẽ cho năng suất cao hơn.



Hình 2. Số lượng tàu cá theo công suất máy

Những năm gần đây, tác động của BĐKH ảnh hưởng đến nhiều khía cạnh khác nhau của hệ sinh thái biển và đời sống người dân. BĐKH là nguyên nhân gây ra đảo lộn quá trình sinh trưởng, sinh sản, di cư và phân bố của các loài thủy sản vì những thay đổi về vật lý, học học và sinh học trong nước (Sumby và cộng sự, 2021). BĐKH còn tác động gián tiếp đến lượng thức ăn, sinh vật cạnh tranh, và mầm bệnh (Williamson & Guinder, 2021). Từ đó, sản lượng đánh bắt thủy sản ở nhiều khu vực giảm xuống, đặc biệt là ở các vùng biển có mức nhiệt độ nước cao, khiến tỷ suất lợi nhuận giảm. Cheung và cộng sự (2009) dự báo tiềm năng đánh bắt giảm tới 40% do BĐKH trong giai đoạn 2005–2055 ở vùng biển nhiệt đới, bao gồm cả Việt Nam. Hiện tượng này còn bị làm khuếch đại bởi tình trạng nghề đánh bắt cá phát triển tự phát, công tác quản lý tàu cá còn yếu kém, số lượng tàu cá trên mỗi vùng biển chưa phù hợp với quy mô đàn cá, đặc biệt tại vùng biển gần bờ (Chu Tiến Vĩnh và cộng sự, 2006).



Hình 3. Biến động tổng công suất tàu, năng suất khai thác thủy sản, và sản lượng

Việt Nam đã ban hành một số chính sách hỗ trợ và khuyến khích khai thác thủy sản xa bờ như Nghị định 67/2014/NĐ-CP của Chính phủ ban hành ngày 07/7/2014 về một số chính sách phát triển thủy sản, trong đó bao gồm các quy định về hỗ trợ vay vốn cho đóng mới tàu cá khai thác xa bờ, hỗ trợ chi phí nhiên liệu, hỗ trợ bảo hiểm, hỗ trợ giảm tổn thất sau thu hoạch, khắc phục rủi ro, hỗ trợ thiết bị thông tin giám sát hoạt động của tàu cá trên biển, từ đó giúp phát triển đội tàu cá đánh bắt xa bờ và tăng sản lượng (Chính phủ, 2014). Việt Nam kỳ vọng sẽ nâng cấp tàu với công suất lớn, để từ

đó thúc đẩy hoạt động đánh bắt xa bờ, đồng thời giảm số lượng các tàu nhỏ với công suất thấp đánh bắt gần bờ nhằm tránh nguy cơ cạn kiệt trữ lượng thủy sản ven bờ. Điều này giúp cho xu hướng giảm năng suất đã chậm lại (Hình 3).

Tuy nhiên, đáng chú ý là số lượng các tàu ven bờ không giảm đi mà hoạt động khai thác ven bờ còn cạnh tranh gay gắt hơn. Ngư dân có xu hướng thay đổi các yếu tố kỹ thuật để tránh kiểm soát của các lực lượng chức năng như thay đổi công suất của động cơ, thay đổi lưới đánh bắt, tắt thiết bị theo dõi định vị... Mặt khác, do tính đa dạng sinh học trong lĩnh vực thủy sản ở Việt Nam, các cơ quan quản lý gặp nhiều khó khăn trong việc đánh giá nguồn lợi và kiểm soát sản lượng đánh bắt theo từng loại cá hoặc từng ngành nghề khác nhau trong lĩnh vực khai thác thủy sản. Bên cạnh đó, mục tiêu kế hoạch đánh bắt của các tỉnh được xác định trong các kế hoạch hoạt động hàng năm, kế hoạch 5 năm hoặc 10 năm (như trong các Quy hoạch tổng ngành thủy sản) đều là những số liệu được tổng hợp theo vùng nước và theo địa giới hành chính, chứ không phải dựa trên sản lượng của từng loại thủy sản theo vùng sinh thái. Từ đó, không có cơ sở rõ ràng để cấp giấy phép khai thác cho các chủ tàu và tổ chức đánh bắt theo hạn ngạch từng loài. Mặc dù theo quy định được nêu ra trong Luật Thủy sản năm 2017 (Quốc hội, 2017), việc khai thác sẽ được kiểm soát và quản lý với mức hạn ngạch của từng loài khác nhau, nhưng tới nay, chương trình cấp hạn ngạch đó vẫn chưa diễn ra. Trong bối cảnh đó, các nhà hoạch định chính sách của Việt Nam hiện đã và đang nỗ lực tìm kiếm những cơ chế, chính sách quản lý tốt hơn nhằm đạt được cả mục tiêu kinh tế và sinh thái.

3. Mô hình kinh tế sinh học

Để tìm ra chiến lược quản lý sản lượng đánh bắt thủy sản tối ưu, bài viết này tính toán và so sánh ba chiến lược quản lý có thể xảy ra gồm: (1) Giữ nguyên hiện trạng nỗ lực đánh bắt, (2) Dừng đánh bắt để hải sản phục hồi (đóng cửa biển), và (3) sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế (MEY). Phương pháp tính toán có thể tìm thấy trong Diop và cộng sự (2018). Tương tự như Diop và cộng sự (2018), MEY trong nghiên cứu này được hiểu là sản lượng quy đổi lý thuyết cao nhất mà có thể tiếp tục đánh bắt được (tính trung bình) trong những điều kiện nhiệt độ (trung bình) mà không ảnh hưởng đáng kể đến quá trình tái phục hồi của đàn cá. Theo Grafton và cộng sự (2008), MEY luôn thấp hơn so với mức sản lượng đánh bắt bền vững tối ưu MSY, do đó, có thể đồng thời thoả mãn được tính tối ưu về kinh tế và tính bền vững sinh thái.

Tổng sản lượng đánh bắt phụ thuộc vào nỗ lực đánh bắt (E_t), trữ lượng thủy sản, và nhiệt độ nước mặt biển (K_t). Theo đó, bước đầu tiên là tính toán hàm trữ lượng tự nhiên của thủy sản và hàm sản lượng đánh bắt thủy sản. Sau đó, mô hình kinh tế sinh học được tính toán dựa trên ba kịch bản chiến lược quản lý được tóm tắt trong Bảng 1. Các chiến lược quản lý này được tính toán dưới tác động của BĐKH ảnh hưởng tới trữ lượng thủy sản thông qua biến đổi nhiệt độ mặt nước biển.

Bảng 1.

Các kịch bản chiến lược quản lý thủy sản và tốc độ nóng lên của mặt nước biển

Chiến lược quản lý thủy sản	Tốc độ nóng lên của mặt nước biển mỗi năm là 0,01°C (thấp nhất)
Giữ nguyên hiện trạng nỗ lực đánh bắt	Chiến lược quản lý 1
Dừng đánh bắt để hải sản phục hồi (đóng cửa biển)	Chiến lược quản lý 2
Sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế (MEY)	Chiến lược quản lý 3

3.1. Kịch bản khí hậu

Ba chiến lược quản lý trên được tính toán trong điều kiện BĐKH do IPCC đề xuất: Tốc độ nóng lên của mặt nước biển (Sea Surface Temperature – SST) mỗi năm ít nhất là 0,01°C (Solomon và cộng sự, 2007), tính từ năm cơ sở 2013 là 26,35°C (Trần Văn Chung & Bùi Hồng Long, 2016). Đây là kịch bản nóng ẩm toàn cầu tối thiểu, với khả năng xảy ra cao nhất (Sumaila và cộng sự, 2011). Việc nóng lên của mặt nước biển sẽ làm ảnh hưởng tới chức năng tăng trưởng của thủy sản như đề xuất trong Kumari và cộng sự (2021).

Dưới dạng hàm số, sự thay đổi nhiệt độ mặt nước biển hàng năm được ký hiệu là:

$$K_{t+1} = K_t(1 + \Delta_{min})$$

Trong đó,

$$t = 2020, \dots, 2050;$$

$$\Delta_{min} = 0,01^\circ\text{C};$$

$$K_t = 26,35^\circ\text{C} \text{ (nhiệt độ SST trung bình quan sát được trong giai đoạn nghiên cứu).}$$

3.2. Hàm trữ lượng thủy sản

Mặc dù hàm logistics được sử dụng rộng rãi trong nhiều tài liệu kinh tế thủy sản, nhưng hàm khác cũng có thể được xem xét (Anderson & Seijo, 2010). Do đó, bốn hàm trữ lượng của quần thể có tích hợp tác động của SST (nhiệt độ tầng nước mặt) được sử dụng để tính toán và so sánh với nhau, bao gồm: Logistic, Ricker, Cushing và Cobb-Douglas, để tìm ra hàm mô tả trữ lượng sát thực nhất. Các hàm được tóm tắt trong Bảng 2.

Bảng 2.

Hàm trữ lượng của thủy sản Việt Nam

Hàm	Công thức	Nguồn
Cobb-Douglas	$S_{t+1} = mS_t^{a_1}K_t^{a_2} - Q_t + v_t$ (1)	(Clark, 1990)
Logistic	$S_{t+1} = mS_t + a_1S_t^2 + a_2K_t - Q_t + v_t$ (2)	(Schaefer, 1954)
Ricker	$S_{t+1} = mS_te^{a_1S_t + a_2K_t} - Q_t + v_t$ (3)	(Ricker, 1954)
Cushing	$S_{t+1} = mS_t^{a_1 + a_2K_t} - Q_t + v_t$ (4)	(Cushing, 2013)

Trong đó,

S_t : Trữ lượng thủy sản tại năm t ;

Q_t : Sản lượng đánh bắt tại thời điểm t ;

K_t : Nhiệt độ mặt nước (See Surface Temperature – SST) tại năm t ;

v_t : Sai số, được giả định tuân theo phân phối chuẩn Gaussian: $N(0, \sigma_s)$;

Tham số m , a_1 và a_2 biểu trưng cho độ nhạy sinh học và độ nhạy với môi trường khác nhau.

Sử dụng phần mềm SPSS với số liệu theo chuỗi thời gian giai đoạn 1990–2020 để xác định hệ số của các hàm trữ lượng trong Bảng 3, ta được kết quả tóm tắt trong Bảng 3.

Bảng 3.

Tham số ước lượng của hàm trữ lượng thủy sản

Tham số	Cobb-Douglas	Logistic	Ricker	Cushing
m	0,555 (0,034)	3,892 (0,527)	2,214 (0,007)	0,270 (0,648)
a_1	1,100 (0,007)	-3,244 (0,726)	-2,338 (0,631)	2,820 (0,030)
a_2	0,468 (0,031)	-192,981 (0,372)	-0,340 (0,579)	-0,195 (0,103)
R^2	0,736	0,828	0,523	0,390
R^2 -điều chỉnh	0,983	0,804	0,826	0,651

Ghi chú: Giá trị p-value ghi trong ngoặc đơn ().

Bảng 4 cho thấy các hệ số của hàm Cobb-Douglas có ý nghĩa ở mức 5% ($p\text{-value} < 0,05$), trong khi các hàm khác đều không thỏa mãn hệ số có ý nghĩa thống kê ($p\text{-value} > 0,05$). Do đó, hàm Cobb-Douglas được sử dụng để mô tả sản lượng thủy sản. Đáng chú ý là độ co giãn đối với nhiệt độ nước bề mặt nước biển (SST) $a_2 = 0,468$ là khá cao cho thấy tác động của nhiệt độ mặt nước biển là rất đáng chú ý.

3.3. Hàm sản lượng đánh bắt

Trong nghiên cứu này, hàm sản lượng đánh bắt được sử dụng là dạng hàm Cobb-Douglas, như trong (Rahim và cộng sự, 2019):

$$Q_t = nS_t^{b_1}E_t^{b_2} + u_t \quad (5)$$

Trong đó,

E_t : Nỗ lực đánh bắt tại thời điểm t ;

u_t : Sai số giữa sản lượng đánh bắt ước tính, được giả định tuân theo phân phối chuẩn Gaussian;

Tham số n : Kỹ năng đánh bắt thủy sản;

Hệ số b_1 và b_2 : Lần lượt là độ co giãn của khả năng bắt được Q_t tấn thủy sản trong điều kiện có sinh khối là S_t và trong điều kiện nỗ lực đánh bắt là E_t ;

Biến ngẫu nhiên u_t tuân theo phân phối chuẩn Gaussian;

Mức nỗ lực được giả định tương ứng với tổng số thuyền theo năm.

Bảng 4 hiển thị kết quả tính toán tham số của phương trình (5) sau khi chạy SPSS với số liệu giai đoạn 1990–2020. Các hệ số đều có ý nghĩa thống kê ($p\text{-value} > 0,05$) và R^2 khá cao, cho thấy có thể sử dụng hàm để mô tả sản lượng đánh bắt. Đáng chú ý là độ co giãn đối với nỗ lực đánh bắt (b_2) cao hơn đối với độ co giãn với trữ lượng (b_1).

Bảng 4.

Kết quả ước lượng hàm sản lượng đánh bắt thủy sản

	$Q_t = nS_t^{b_1}E_t^{b_2}$
n	1,209 (0,024)
b_1	0,485 (0,010)
b_2	0,622 (0,008)
R^2	0,890
R^2 -điều chỉnh	0,921

Ghi chú: Giá trị p -value ghi trong ngoặc đơn ().

3.4. Kịch bản quản lý đánh bắt

Ba kịch bản về chiến lược đánh bắt được tính toán để tìm ra chiến lược quản lý tối ưu về thủy sản tại Việt Nam.

3.4.1. Chiến lược quản lý 1: Giữ nguyên hiện trạng nỗ lực đánh bắt

Chiến lược đầu tiên là duy trì nỗ lực đánh bắt thủy sản ở mức hiện tại. Mức nỗ lực được giả định tương ứng với tổng số tàu theo năm.

$E_t = 91.716$ tàu, với $t = 2020, \dots, 2050$ (số lượng tàu không đổi).

Kết quả của kịch bản này sẽ trả lời câu hỏi “Điều gì có nhiều khả năng xảy ra nhất?”.

3.4.2. Chiến lược quản lý 2: Dừng đánh bắt để hải sản phục hồi (đóng cửa biển)

Chiến lược “đóng cửa biển” này tương tự như áp dụng lệnh cấm đối với đánh bắt thủy sản. Ta có:

$E_t = 0$ với $t = 2020, \dots, 2050$ (các năm có sản lượng đánh bắt đều bằng 0).

Kịch bản giả định này xem xét một tương lai “Cực đoan”, nhằm trả lời câu hỏi “Điều gì có thể xảy ra nếu chúng ta ngừng đánh bắt thủy sản?”.

3.4.3. Chiến lược quản lý 3: Sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế

Ở đây, chúng ta xem xét một chiến lược quản lý chuẩn mực hơn, đó là tối ưu hóa lợi nhuận thu được từ việc đánh bắt thủy sản, hay còn gọi là chiến lược MEY như nghiên cứu của (Clark, 1974). Chiến lược này thường xảy ra trong thực tế khi ngư trường được quản lý bởi Nhà nước, hoặc một nhóm ngư dân hợp tác, hoặc một tổ chức chuyên đánh bắt. Về mặt toán học, hàm mục tiêu của họ là

tối ưu hóa lợi nhuận từ đánh bắt nhưng có ràng buộc về sản lượng bền vững tối ưu, nhiệt độ bề mặt nước biển do BĐKH, và nỗ lực đánh bắt:

$$\pi = pQ_t - cE_t \quad (6)$$

Trong đó,

p : Giá bán 1 tấn thủy sản;

c : Chi phí bỏ ra cho nỗ lực đánh bắt.

Biến động ngắn hạn của trữ lượng, sản lượng đánh bắt, giá cả không được xem xét do tác giả chú trọng vào xem xét chiến lược tối ưu hóa lợi nhuận trong dài hạn. Vì vậy, hàm mục tiêu có thể được biểu diễn là:

$$\max_{E_t} \sum_{t=2020}^{\infty} \frac{\pi_t}{(1+r)^{(t-2020)}} \quad (7)$$

với điều kiện ràng buộc:

$$S_{t+1} = mS_t^{a_1} K_t^{a_2} - nS_t^{b_1} E_t^{b_2} \quad (8)$$

Trong đó, K : Nhiệt độ mặt nước biển.

Để giải bài toán mục tiêu trên, nhóm tác giả sử dụng lý thuyết tối ưu (Optimal Control Theory) (xem Hoy và cộng sự (2022) để biết thêm chi tiết), bằng cách đạo hàm bậc một hàm lợi nhuận rồi cho nó bằng không và biến đổi phương trình cho ra hàm điều kiện sau:

$$\left[p - AS_*^{\frac{-b_1}{b_2}} (mS_*^{a_1} K^{a_2} - S_*)^{\frac{(1-b_2)}{b_2}} \right] \times (mnS_*^{a_1-1} K^{a_2} - 1) / \left[p - AS_*^{\frac{-b_1}{b_2}} (mS_*^{a_1} K^{a_2})^{\frac{1-b_2}{b_2}} \right] + b_1 AS_*^{\frac{-(b_1+b_2)}{b_2}} (mS_*^{a_1} K^{a_2} - S_*)^{\frac{1}{b_2}} / \left[p - AS_*^{\frac{-b_1}{b_2}} (mS_*^{a_1} K^{a_2})^{\frac{(1-b_2)}{b_2}} \right] = r \quad (9)$$

Với $r = (\delta^{-1} - 1)$: Tỷ lệ chiết khấu; δ : Hệ số chiết khấu ($0 < \delta \leq 1$); Tham số $A = c \left(\frac{1}{b^{b_2} b_2} \right)^{-1}$; và *: ký hiệu biến số tại điều kiện tối ưu.

Hàm điều kiện phía trên đạt được khi tính toán tại tình trạng ổn định (Steady State), tức là khi kinh tế thủy sản được cấu trúc để có được sự cân bằng giữa tăng trưởng với toàn vẹn môi trường. Hàm này là điều kiện để thỏa mãn MEY, có thể được hiểu như một quy tắc: Chúng ta chỉ nên đánh bắt thủy sản cho tới khi sản lượng mà tại đó lợi ích kinh tế của việc đầu tư thêm vào nỗ lực đánh bắt (lợi ích cận biên) bằng với tỷ suất mà xã hội dùng để chiết khấu lợi ích xã hội tiềm năng (chi phí cận biên) (De Lara & Doyen, 2008). Trong công thức trên, trữ lượng tối ưu (S_*) phụ thuộc vào nhiệt độ bề mặt nước biển (K) và do đó, sau đây nhóm tác giả sẽ biểu thị mức trữ lượng tối ưu này là $S_*(K)$. Theo quy tắc đánh bắt tối ưu (Optimal Control Theory), và ở trạng thái ổn định (Steady State), từ phương trình (1) ta suy ra:

$$Q_*(K) = mS_*(K)^{a_1} K_t^{a_2} - S_*(K) \quad (10)$$

Từ (10) và (5) suy ra mức nỗ lực đánh bắt tối ưu là:

$$E_*(K) = \left[\frac{Q_*(K)}{nS_*(K)^{b_1}} \right]^{\frac{1}{b_2}} \quad (11)$$

Để tính toán với trường hợp thủy sản Việt Nam, nghiên cứu này sử dụng số liệu về nỗ lực đánh bắt E_t tương ứng với số lượng tàu thực trong giai đoạn 2013–2020, đơn giá khai thác trung bình

$p = 25.000$ đồng/kg (giá đầu ra trung bình của hải sản chính yếu là cá trong giai đoạn nghiên cứu); chi phí cho mỗi đơn vị nỗ lực đánh bắt là $c = 10.000.000$ đồng/thuyền/chuyến đi biển (20 ngày); Tỷ lệ chiết khấu được giả định $i = 7\%$ (Chính phủ, 2014). Giá trị các tham số được tóm tắt trong Bảng 5.

Bảng 5.

Giá trị của tham số hàm trữ lượng, hàm sản lượng, biến nhiệt độ và kinh tế

	Biến	Giá trị
Hàm trữ lượng thủy sản	m	0,555
	a_1	1,100
	a_2	0,468
Hàm sản lượng đánh bắt	n	1,209
	b_1	0,485
	b_2	0,622
Giá bán trung bình (đồng/kg)	p	25.000
Chi phí trung bình một ngày (đồng/ngày)	c	10.000.000
Tỷ lệ chiết khấu (%)	i	0,070
Tỷ lệ tăng nhiệt độ ít nhất ($^{\circ}\text{C}/\text{năm}$)	$\Delta_{(\min)}$	0,010

4. Kết quả

Sử dụng phần mềm SPSS với dữ liệu đầu vào là các tham số trong Bảng 5 để ước lượng hàm tăng trưởng tự nhiên của thủy sản về trữ lượng [hàm (1)], hàm sản lượng đánh bắt [hàm (5)], và hàm lợi nhuận [hàm (7)] của mỗi chiến lược quản lý trong điều kiện khí hậu sẽ tăng $0,01^{\circ}\text{C}$ mỗi năm, với t trong giai đoạn 2020–2050. Kết quả được mô tả trong Bảng 6.

Bảng 6.

Kết quả về trữ lượng, sản lượng, và giá trị của các kịch bản quản lý dưới tác động biến đổi khí hậu

Năm	Chiến lược quản lý 1: Giữ nguyên hiện trạng nỗ lực đánh bắt			Chiến lược quản lý 2: Dừng đánh bắt để hải sản phục hồi (đóng cửa biển)			Chiến lược quản lý 3: Sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế (MEY)		
	Trữ lượng (tấn)	Sản lượng (tấn)	Giá trị (đồng)	Trữ lượng (tấn)	Sản lượng (tấn)	Giá trị (đồng)	Trữ lượng (tấn)	Sản lượng (tấn)	Giá trị (đồng)
2020	5.075.143	3.249.711	9.645.187.352.607	5.143.951	0	0	5.024.042	3.370.472	12.883.945.148.434
2021	4.823.059	3.359.528	11.255.278.386.146	5.194.346	0	0	4.937.845	3.486.583	16.287.532.637.178
2022	4.698.914	3.473.673	12.695.968.612.233	5.369.746	0	0	4.968.390	3.650.501	19.350.613.948.203
2023	4.598.999	3.623.588	14.537.574.303.818	5.543.973	0	0	4.837.252	3.831.165	21.407.374.767.370
2024	4.479.125	3.793.462	16.416.373.514.167	5.775.050	0	0	4.823.483	3.996.033	23.649.854.642.750
2025	4.361.949	3.950.638	17.789.437.989.188	5.910.178	0	0	4.735.787	4.255.231	26.168.830.845.541
2026	4.344.693	4.157.894	19.641.264.954.943	6.034.113	0	0	4.716.978	4.477.135	27.743.432.249.007
2027	4.208.240	4.314.347	20.483.824.033.510	6.295.202	0	0	4.534.520	4.710.252	29.110.195.839.663
2028	4.066.408	4.446.179	20.819.178.375.999	6.704.563	0	0	4.480.713	4.892.701	29.545.888.868.781
2029	4.018.205	4.540.531	20.577.828.622.424	7.101.168	0	0	4.486.670	5.104.374	30.173.788.109.335
2030	3.900.707	4.621.880	20.134.611.980.735	7.514.871	0	0	4.541.723	5.282.493	30.384.849.624.042
2031	3.843.389	4.709.198	19.723.240.240.306	7.947.007	0	0	4.551.176	5.426.623	29.899.670.952.554
2032	3.771.136	4.751.451	18.842.590.759.480	8.098.666	0	0	4.565.088	5.481.432	28.488.000.116.869
2033	3.655.880	4.776.707	17.838.752.240.386	8.296.842	0	0	4.588.520	5.575.908	27.502.276.549.770
2034	3.507.378	4.693.209	15.964.640.220.083	8.289.108	0	0	4.599.289	5.500.336	25.199.186.172.166

Năm	Chiến lược quản lý 1: Giữ nguyên hiện trạng nỗ lực đánh bắt			Chiến lược quản lý 2: Dừng đánh bắt để hải sản phục hồi (đóng cửa biển)			Chiến lược quản lý 3: Sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế (MEY)		
	Trữ lượng (tấn)	Sản lượng (tấn)	Giá trị (đồng)	Trữ lượng (tấn)	Sản lượng (tấn)	Giá trị (đồng)	Trữ lượng (tấn)	Sản lượng (tấn)	Giá trị (đồng)
2035	3.405.706	4.606.881	14.236.991.291.763	8.291.859	0	0	4.602.711	5.403.325	23.064.073.120.320
2036	3.282.654	4.539.933	12.810.410.260.931	8.234.139	0	0	4.739.042	5.280.787	20.785.447.880.053
2037	3.106.629	4.425.958	11.184.469.200.586	8.136.404	0	0	4.797.332	5.080.894	18.119.996.163.150
2038	3.047.705	4.230.482	9.189.906.612.326	8.002.046	0	0	4.821.899	4.912.856	15.999.404.863.705
2039	2.919.963	4.146.512	8.081.703.989.949	7.909.982	0	0	4.957.577	4.766.293	14.186.471.212.792
2040	2.874.231	4.002.625	6.741.066.828.153	7.801.289	0	0	5.200.616	4.593.155	12.391.216.250.851
2041	2.771.831	3.808.406	5.275.815.168.090	7.689.473	0	0	5.360.200	4.402.468	10.585.088.666.200
2042	2.653.077	3.602.299	3.914.835.131.013	7.632.669	0	0	5.527.150	4.263.386	9.224.152.246.495
2043	2.500.631	3.407.807	2.762.849.364.493	7.586.632	0	0	5.823.559	4.110.072	7.784.562.726.738
2044	2.484.187	3.223.139	1.787.125.811.006	7.501.264	0	0	5.970.635	4.035.002	5.709.838.246.262
2045	2.305.200	2.993.413	745.964.661.765	7.490.204	0	0	6.057.562	3.913.964	4.623.212.606.652
2046	2.270.975	2.860.047	195.698.359.309	7.481.775	0	0	6.089.358	3.812.369	3.850.958.988.955
2047	2.222.685	2.690.370	−413.359.170.745	7.408.271	0	0	6.103.144	3.711.030	3.112.360.168.958
2048	2.119.028	2.612.396	−642.398.016.264	7.400.973	0	0	6.109.666	3.665.253	2.744.433.283.811
2049	2.083.107	2.507.278	−923.013.611.741	7.354.096	0	0	6.158.547	3.555.178	2.227.035.972.116
2050	2.064.875	2.479.532	−942.220.455.672	7.301.260	0	0	6.163.063	3.550.178	2.066.999.705.439

Bảng 6 cho thấy chiến lược *Giữ nguyên hiện trạng* đánh bắt sẽ làm sụt giảm cả về trữ lượng, sản lượng đánh bắt được và lợi nhuận. Nếu giữ nguyên hiện trạng đánh bắt thì tình hình thủy sản rất đáng báo động: Vào cuối năm 2047, cả trữ lượng và sản lượng đánh bắt đều giảm, và lợi nhuận giảm về âm.

Nếu thay đổi sang chiến lược *Đóng cửa biển* (cấm đánh bắt), sẽ có viễn cảnh khả quan hơn về khả năng tồn tại của trữ lượng thủy sản vì kết quả cho thấy xuất hiện giai đoạn phục hồi đầu tiên, sau đó là giai đoạn ổn định vào năm 2045.

Đáng chú ý, chiến lược *Sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế* (MEY) là khả thi về kinh tế sinh thái. Mặc dù có sự suy giảm trữ lượng tương tự như chiến lược *Giữ nguyên hiện trạng* nhưng ít rõ rệt hơn. Lợi nhuận của chiến lược MEY vẫn hoàn toàn dương trong khi trữ lượng hoàn toàn lớn hơn 0, cho thấy Việt Nam nên xem xét áp dụng chiến lược này để đảm bảo đạt được đồng thời cả mục tiêu sinh thái và kinh tế biển. Kết quả này cũng đồng nhất quan điểm với R. Q. Grafton và cộng sự (2010) về khuyến nghị chính sách quản lý nghề cá tại Úc, và Diop và cộng sự (2018) về khuyến nghị quản lý nghề đánh bắt tôm French Guiana trên toàn cầu nên áp dụng MEY.

Kết quả cũng cho thấy hiện tượng nóng ẩm toàn cầu dù là ở mức ít nhất (tăng lên $0,01^{\circ}\text{C}$ mỗi năm theo IPCC) cũng là rất đáng báo động, ít nhất là vào cuối những năm 1940, do sinh khối, sản lượng đánh bắt và lợi nhuận đều giảm mạnh với bất kể chiến lược quản lý nào được thông qua. Chiến lược *Giữ nguyên hiện trạng* (duy trì cường độ đánh bắt được quan sát trong năm 2020) dẫn đến tác động tồi tệ nhất đối với thủy sản vì nó không bao giờ cho phép trữ lượng phục hồi và dẫn đến giảm sản lượng đánh bắt và lợi nhuận âm từ năm 2047. Chiến lược *Đóng cửa biển* cho phép xây dựng lại nguồn dự trữ thủy sản cho đến năm 2035 nhưng sự suy thoái của nó do nóng ẩm toàn cầu lại trở nên đáng kể vào giai đoạn sau đó, dù trữ lượng có xu hướng dần ổn định vào cuối năm 2050. Ngược lại với chiến lược *Giữ nguyên hiện trạng*, chiến lược *Sản lượng kinh tế lớn nhất* MEY cho phép lợi nhuận dương trong toàn bộ thời kỳ dự báo, ngay cả khi lợi nhuận đạt mức thấp nhưng sẽ ổn định vào những năm 2050.

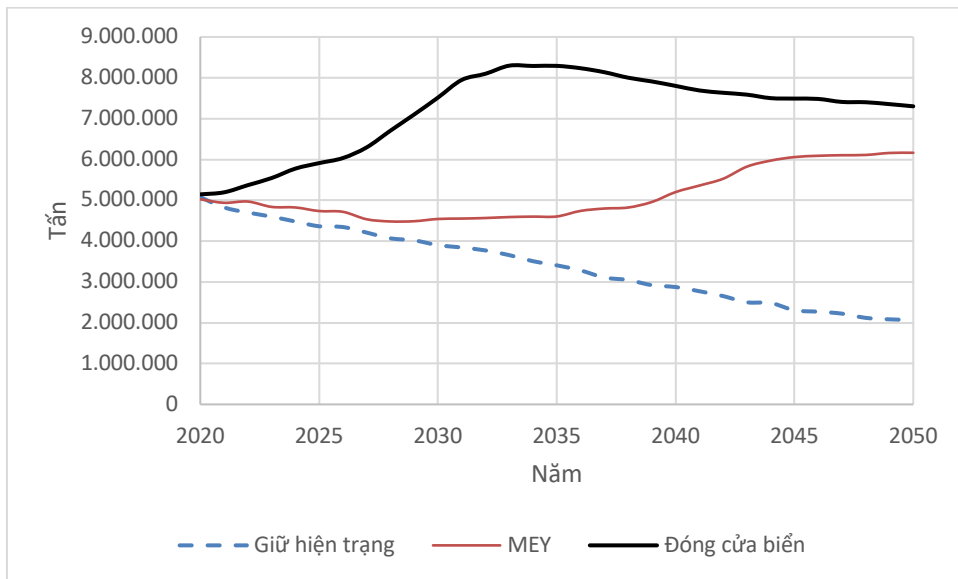
5. Thảo luận

Kết quả cho thấy chiến lược đánh bắt hiện nay sẽ dẫn đến sự sụp đổ của nguồn lợi thủy sản trong dài hạn (Hình 4 và Hình 6). Đây là hệ quả của quá trình suy giảm năng suất của nghề cá đã bắt đầu được ghi nhận trong nhiều năm qua (Chu Tiến Vĩnh và cộng sự, 2006). Hai cơ chế tạo nên cuộc khủng hoảng này bao gồm:

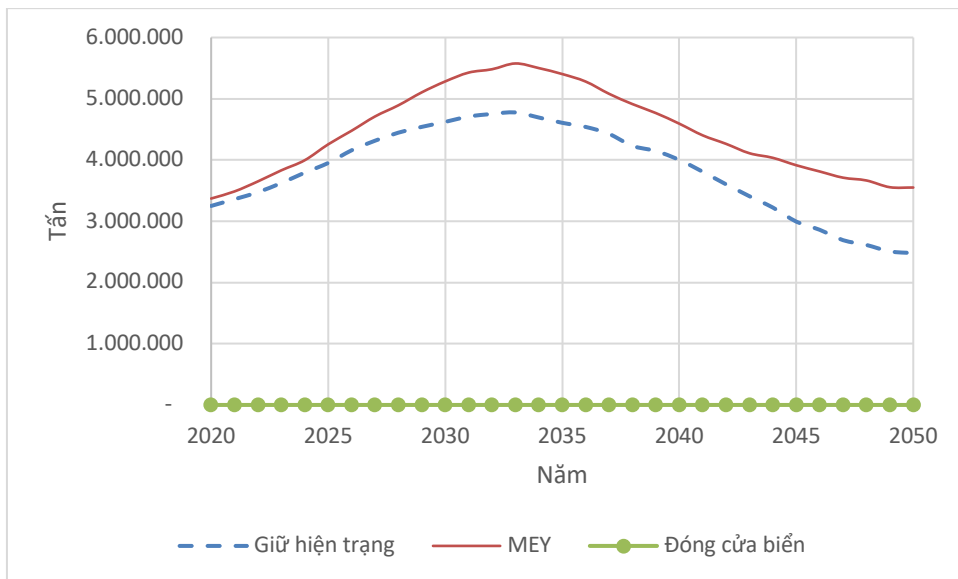
- *Thứ nhất*, theo hàm trữ lượng khai thác (phương trình 5), sự sụt giảm sản lượng đánh bắt chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của việc giảm nguồn trữ lượng, vì độ co giãn của sản lượng đánh bắt đối với trữ lượng ($b_1 = 0,485$) không chênh lệch nhiều so với độ co giãn của sản lượng đánh bắt đối với nỗ lực ($b_2 = 0,622$) trong khi nỗ lực đánh bắt trong những năm qua tăng đáng kể (Hình 3).

- *Thứ hai*, tác động tiêu cực đến sự phát triển sinh khối của việc nóng ẩm toàn cầu thông qua việc tăng nhiệt độ bề mặt nước biển là rất mạnh vì hệ số co giãn của nguồn cung trữ lượng đối với nhiệt độ là khá cao ($a_2 = 0,468$). Nói cách khác, sự gia tăng nhiệt độ làm thay đổi mạnh mẽ việc tái sản sinh trữ lượng.

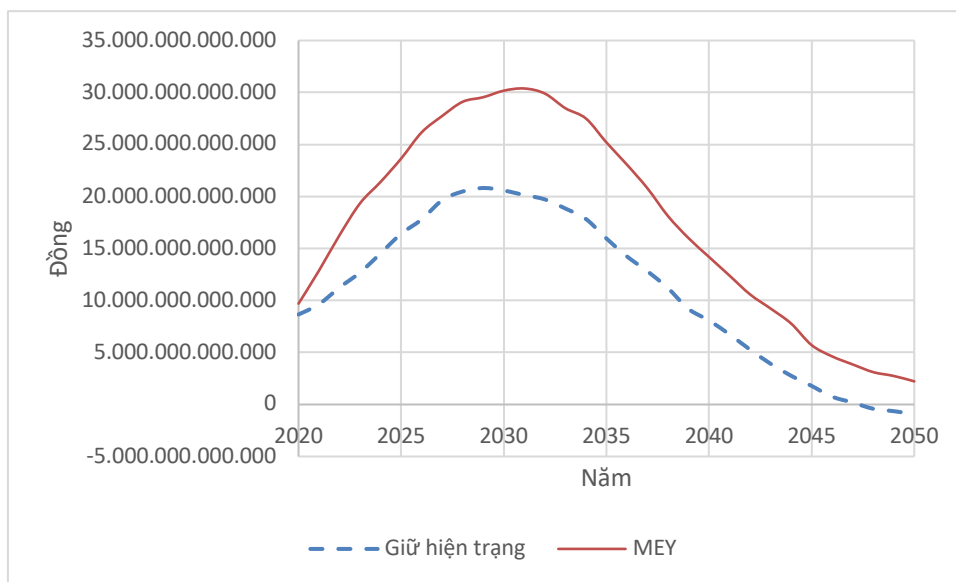
Sự kết hợp và tác động lẫn nhau của hai cơ chế tiêu cực giải thích phần lớn sự suy giảm lớn về sản lượng đánh bắt và trữ lượng thủy sản cũng như sự sụp đổ về nguồn lợi thủy sản trong dài hạn, trong tình huống nỗ lực đánh bắt được duy trì ở mức hiện tại.



Hình 4. Trữ lượng thủy sản dự báo dưới tác động của biến đổi khí hậu



Hình 5. Sản lượng thủy sản dự báo dưới tác động của biến đổi khí hậu



Hình 6. Lợi nhuận theo các kịch bản quản lý sản lượng đánh bắt trong điều kiện biến đổi khí hậu

Một vấn đề khác trong chiến lược 2 (cấm đánh bắt cá) có thể quan sát được là: Sau một thời gian phục hồi ban đầu đối với sinh khối, trữ lượng lại giảm từ năm 2036 (Hình 2). Điều đặc biệt là sự xói mòn như vậy xảy ra ngay trong kịch bản khí hậu nóng lên ở mức ít nhất mà IPCC dự báo (chỉ tăng lên $0,01^{\circ}\text{C}$ mỗi năm). Thực tế, IPCC dự báo kịch bản khí hậu cực đoan có thể nóng lên $0,04^{\circ}\text{C}$ mỗi năm (Solomon và cộng sự, 2007), có nghĩa là suy giảm về sinh khối thủy sản có thể còn trầm trọng hơn nhiều. Đáng chú ý, các công trình gần đây nghiên cứu về đặc điểm môi trường sống của một số loài thủy sản cho giá trị kinh tế cao như tôm đã cho thấy năng suất tôm bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường như nhiệt độ bề mặt nước biển (Lopes và cộng sự, 2018). Điều này cho thấy các chức năng sinh học, bao gồm tăng trưởng, trưởng thành và sống sót đã bị suy giảm vào thời điểm hiện tại và xu hướng này có thể gia tăng trong tương lai. Nếu giữ nguyên hiện trạng nỗ lực đánh bắt thì giá trị khai thác được so với chi phí đã bỏ ra sẽ bị âm vĩnh viễn vào năm 2047, do đó, việc thay đổi chiến lược đánh bắt như hiện trạng có thể là cần thiết để đảo ngược xu hướng.

Hình 4 và Hình 6 cũng chỉ ra rằng chiến lược quản lý MEY có thể góp phần giảm thiểu tác động tiêu cực của BĐKH đối với ngành ngư nghiệp. Chiến lược MEY dù dưới tác động của BĐKH vẫn làm cho trữ lượng và mức lợi nhuận trở nên khả thi, mặc dù có khả năng bị giảm mức trữ lượng, sản lượng, và lợi nhuận. Kết quả của chiến lược MEY đạt được nhờ nỗ lực đánh bắt cá thay đổi theo thời gian tùy theo giá trị của nhiệt độ và trữ lượng tương ứng, theo đó, tạo thành sự thích ứng thành công đối với BĐKH. Theo lý thuyết, mức sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế MEY thấp hơn so với mức sản lượng đánh bắt bền vững tối ưu MSY (Q. Grafton và cộng sự, 2008), do đó, có thể đồng thời thoả mãn được tính tối ưu về kinh tế và tính bền vững sinh thái.

Chiến lược MEY có thể mang lại những lợi thế nhất định về tính bền vững (khả năng tồn tại về sinh thái và kinh tế). Tuy nhiên, việc thực hiện một chiến lược như vậy có một số trở ngại. Đầu tiên, MEY là một mục tiêu di động vì nó thay đổi theo những dự đoán liên quan đến chi phí, giá cả và nhiệt độ như được nhấn mạnh bởi Kompas và cộng sự (2010). Đồng thời, giá cả hải sản luôn biến động trên thị trường, đặc biệt trong bối cảnh lạm phát và giá nhiên liệu tăng mạnh trong những năm gần đây

(chiếm tới 25% tổng chi phí đi biển) sẽ làm cho công tác xác định MEY trở nên khó khăn. Tuy nhiên, trong cả ba chiến lược được xem xét trong bài viết này thì chỉ có chiến lược đơn giản là đóng cửa biển mới cho phép trữ lượng được bảo tồn, trong khi hai chiến lược khác (giữ nguyên hiện trạng đánh bắt, hoặc sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế MEY) đều dẫn đến kết quả không như ý muốn (lợi nhuận rất thấp hoặc âm). Vì vậy, để tránh việc đóng cửa nghề đánh bắt thủy sản, một chiến lược trung gian thay thế có thể bao gồm việc đóng cửa bán phần như là tạo ra một số khu bảo tồn biển (để cá có thời gian phục hồi), đồng thời, tiếp tục khai thác phần còn lại (để duy trì nghề cá không sụp đổ) với sự trợ giúp của chiến lược MEY như đã đề cập. Thêm nữa, sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế MEY thấp hơn so với mức sản lượng đánh bắt bền vững tối ưu MSY nên có thể đồng thời thoả mãn được tính tối ưu về kinh tế và tính bền vững sinh thái, nhưng sự tự do tiếp cận để đánh bắt cá biển có thể dẫn đến mức sản lượng đánh bắt tăng cho đến khi lợi nhuận còn bằng 0, lúc đó, sản lượng đánh bắt vượt quá MSY, nên tối ưu hoá kinh tế và bền vững sinh thái đều không đạt được. Vì vậy, một hệ thống hạn ngạch đánh bắt có thể chuyển nhượng nên được áp dụng cùng lúc (giới hạn sản lượng đánh bắt tối đa trong một khung thời gian nhất định và cho mỗi loài được kiểm soát bởi các kế hoạch quản lý) như được nhấn mạnh bởi Doyen và cộng sự (2017) có thể giúp trữ lượng thủy sản phục hồi, đồng thời duy trì được nghề đánh bắt cá bền vững và hiệu quả trong dài hạn.

6. Kết luận

Nghiên cứu này xem xét ba chiến lược đánh bắt thủy sản dưới kịch bản BĐKH tối thiểu (tăng 0,01°C mỗi năm): Chiến lược 1, tiếp tục nỗ lực đánh bắt thủy sản như hiện tại; chiến lược 2, tạm dừng các hoạt động đánh bắt để bảo tồn; chiến lược 3, khai thác tại sản lượng đánh bắt tối ưu hiệu quả kinh tế (MEY). Kết quả cho thấy, nếu duy trì cường độ đánh bắt ở mức hiện tại (chiến lược 1) thì nghề đánh bắt thủy sản sẽ sụp đổ trong dài hạn. Ngược lại, chiến lược 2 sẽ giúp duy trì được sản lượng nhưng không có lợi nhuận. Chỉ riêng chiến lược 3 là khả thi vì cả sản lượng và lợi nhuận ổn định mặc dù ở mức thấp trong bối cảnh nóng ẩm toàn cầu. Tuy nhiên, thực hiện chiến lược 3 sẽ có nhiều khó khăn. Để cải thiện chiến lược 3 thì nên kết hợp với hoạt động giảm thiểu BĐKH để nâng cao hiệu suất đánh bắt. Trước mắt, Việt Nam có thể xem xét thực hiện một chiến lược trung gian thay thế bao gồm việc đóng cửa một phần (tạo ra các khu bảo tồn biển), đồng thời, tiếp tục khai thác phần còn lại với sự trợ giúp của chiến lược MEY và xây dựng một hệ thống hạn ngạch đánh bắt có thể chuyển nhượng để áp dụng cùng lúc nhằm đạt được cả mục tiêu về sinh thái và kinh tế, trước khi hướng tới thực hiện MEY toàn diện.

Tài liệu tham khảo

- Anderson, L. G., & Seijo, J. C. (2010). *Bioeconomics of Fisheries Management*. John Wiley & Sons.
- Ban Chấp hành Trung ương Đảng. (2018). *Nghị quyết số 36-NQ/TW, Hội nghị lần thứ tám Ban Chấp hành Trung ương Đảng (khóa XII) về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045*, ban hành ngày 22/10/2018. Truy cập từ <https://tulieuvankien.dangcongsan.vn/he-thong-van-ban/van-ban-cua-dang/ngphi-quyet-so-36-nqtw-ngay-22102018-hoi-nghi-lan-thu-tam-ban-chap-hanh-trung-uong-dang-khoa-xii-ve-chien-luoc-phat-trien-ben-4810>

- Boonstra, W. J., & Hanh, T. T. H. (2015). Adaptation to climate change as social–ecological trap: A case study of fishing and aquaculture in the Tam Giang Lagoon, Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 17, 1527–1544.
- Cheung, W. W., Lam, V. W., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., & Pauly, D. (2009). Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries*, 10(3), 235–251.
- Chính phủ. (2014). *Nghị định 67/2014/NĐ-CP về một số chính sách phát triển thủy sản, ban hành ngày 07 tháng 07 năm 2014*. Truy cập từ <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Bo-may-hanh-chinh/Nghi-dinh-67-2014-ND-CP-chinh-sach-phat-trien-thuy-san-238831.aspx>
- Chính phủ. (2018). *Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018, Hội nghị lần thứ tám Ban Chấp hành Trung ương Đảng (khóa XII) về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, ban hành ngày 05/03/2020*. Truy cập từ <https://chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=199353>
- Chu Tiến Vinh, Nguyễn Thị Diệu Thúy, Đặng Văn Thi, & Nguyễn Bá Thông. (2006). *Những thách thức về tính bền vững của nguồn lợi hải sản Việt Nam*. Kỷ yếu Hội thảo quốc gia "Phát triển bền vững ngành thủy sản Việt Nam: Các vấn đề và cách tiếp cận". Hải Phòng: Viện Kinh tế và Quy hoạch Thủy sản.
- Clark. (1990). *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources* (2nd ed.). New York: Wiley.
- Clark, C. W. (1974). *Mathematical bioeconomics*. In P.van den Driessche (Ed.), *Mathematical Problems in Biology*. Springer.
- Cushing, J. M. (2013). *Integrodifferential Equations and Delay Models in Population Dynamics* (Vol. 20). Springer Science & Business Media.
- De Lara, M., & Doyen, L. (2008). *Sustainable Management of Natural Resources: Mathematical Models and Methods*. Springer Science & Business Media.
- Dichmont, C. M., Pascoe, S., Kompas, T., Punt, A. E., & Deng, R. (2010). On implementing maximum economic yield in commercial fisheries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(1), 16–21.
- Diop, B., Sanz, N., Duplan, Y. J. J., Guene, E. H. M., Blanchard, F., Pereau, J.-C., & Doyen, L. (2018). Maximum economic yield fishery management in the face of global warming. *Ecological Economics*, 154, 52–61.
- Doyen, L., Béné, C., Bertignac, M., Blanchard, F., Cissé, A. A., Dichmont, C., . . . Thébaud, O. (2017). Ecoviability for ecosystem-based fisheries management. *Fish and Fisheries*, 18(6), 1056–1072.
- Grafton, Q., Adamowicz, W., Dupont, D., Nelson, H., Hill, R. J., & Renzetti, S. (2008). *The Economics of the Environment and Natural Resources*. Wiley.
- Grafton, R. Q., Kompas, T., Chu, L., & Che, N. (2010). Maximum economic yield. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(3), 273–280.

- Hà Thị Thanh Thủy, & Đỗ Diệu Linh. (2021). *Hệ thống kiểm soát đầu vào trong quản lý đánh bắt thủy sản: Kinh nghiệm của Trung Quốc và bài học cho Việt Nam*. Báo cáo trình bày tại Hội thảo Giải pháp kết nối và chia sẻ hệ thống cơ sở dữ liệu phục vụ công tác đào tạo, quản lý lĩnh vực tài nguyên, môi trường, Trường Đại học TN&MT Hà Nội.
- Hoy, M., Livernois, J., McKenna, C., Rees, R., & Stengos, T. (2022). *Mathematics for Economics*. MIT.
- Kompas, T., Dichmont, C. M., Punt, A. E., Deng, A., Che, T. N., Bishop, J., . . . Zhou, S. (2010). Maximizing profits and conserving stocks in the Australian Northern Prawn Fishery. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(3), 281–299.
- Kompas, T., Dichmont, C. M., Punt, A. E., Deng, A., Che, T. N., Bishop, J., . . . Zhou, S. (2010). Maximizing profits and conserving stocks in the Australian Northern Prawn Fishery. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(3), 281–299.
- Kumari, P. V., Thomas, S., Mohanty, P. C., Jayappa, K. S., Mahendra, R. S., & Gupta, A. (2021). Effect of sea surface temperature variation on productivity and fisheries off Karnataka, West Coast of India. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 49(12), 3027–3041.
- Lopes, P. F., Pennino, M. G., & Freire, F. (2018). Climate change can reduce shrimp catches in equatorial Brazil. *Regional Environmental Change*, 18, 223–234.
- Ngoc, N. T., Binh, N. X., & Ha, N. T. T. (2022). Impacts of climate change on fishing villages in the North Vietnam. *Environment and Urbanization ASIA*, 13(1), 179–189.
- Bích Hồng. (2022). *Xuất khẩu thủy sản đạt năm 2022 đạt mức kỷ lục khoảng 11 tỷ USD*. Truy cập từ https://mof.gov.vn/webcenter/portal/vclvcstc/pages_r/l/chi-tiet-tin?dDocName=MOFUCM261231
- Nguyễn Chu Hồi. (2020). Chính sách tam ngư: hướng tầm nhìn ra biển. *Thủy sản Việt Nam*. Truy cập từ <https://thuysanvietnam.com.vn/chinh-sach-tam-ngu-huong-tam-nhin-ra-bien/>
- Pikitch, E. K., Santora, C., Babcock, E. A., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D. O., . . . Heneman, B. (2004). Ecosystem-based fishery management. *Science*, 305(5682), 346–347.
- Quốc hội. (2017). *Luật Thủy sản, Luật số 18/2017/QH14*, ban hành ngày 21/11/2017. Truy cập từ <https://luatvietnam.vn/nong-nghiep/luat-thuy-san-2017-118855-d1.html>
- Rahim, A., Hastuti, D. R. D., Firmansyah, F., Sabar, W., & Syam, A. (2019). The applied of cobb-douglas production function with determinants estimation of small-scale fishermen's catches productions. *International Journal of Oceans and Oceanography*, 13(1), 81–85.
- Ricker, W. E. (1954). Stock and recruitment. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 11, 559–623.
- Schaefer, M. B. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, 1, 26–56.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Averyt, K., & Marquis, M. (2007). *Climate Change 2007-the Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC* (Vol. 4). Cambridge.

- Sumaila, U. R., Cheung, W. W., Lam, V. W., Pauly, D., & Herrick, S. (2011). Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries. *Nature Climate Change*, 1(9), 449–456.
- Sumby, J., Haward, M., Fulton, E. A., & Pecl, G. T. (2021). Hot fish: The response to climate change by regional fisheries bodies. *Marine Policy*, 123, 104284.
- Tanaka, K. R., & Van Houtan, K. (2022). The recent normalization of historical marine heat extremes. *PLOS Climate*, 1(2), e0000007. doi: 10.1371/journal.pclm.0000007
- Thủ tướng Chính phủ. (2022). *Quyết định số 149/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ: Phê duyệt chiến lược quốc gia về đa dạng sinh học đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*, ban hành ngày 28/01/2022. Truy cập từ <https://vanban.chinhphu.vn/?pageid=27160&docid=205263>
- Tổng cục Thủy sản. (2020). *Quy hoạch tổng thể phát triển thủy sản đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030*. Truy cập từ <https://tongcucthuysan.gov.vn/Portals/0/bao-cao-tom-tat.pdf>
- Trần Văn Chung, & Bùi Hồng Long. (2016). Ảnh hưởng của trường nhiệt độ và biến đổi bất thường của mực nước trong Biển Đông liên quan đến biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khoa học và công nghệ biển*, 16(3), 255–266.
- Williamson, P., & Guinder, V. A. (2021). Effect of climate change on marine ecosystems. In *The Impacts of Climate Change* (pp. 115-176). doi: 10.1016/B978-0-12-822373-4.00024-0