

ĐẶC ĐIỂM MÔI TRƯỜNG VÀ PHÂN CỤM SINH THÁI PHÂN BỐ CỦA CÁ CHÌNH HOA (*Anguilla marmorata*) Ở THÀNH PHỐ HUẾ

Kiều Thị Huyền^{1*}, Trần Nguyên Ngọc¹, Trương Văn Đàn¹, Nguyễn Quang Linh²

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông lâm, Đại học Huế

² Khoa Chăn nuôi thú y, Trường Đại học Nông lâm, Đại học Huế

*Email: kieuthihuyen@hueuni.edu.vn

TÓM TẮT

Cá Chình hoa (*Anguilla marmorata*) là một trong hai loài cá Chình được phát hiện tại thành phố Huế. Cá Chình hoa phân bố rộng trên các hệ sinh thái sông, suối, đầm phá ở thành phố Huế. Quá trình thích nghi ở các giai đoạn khác nhau của vòng đời, các yếu tố môi trường, sinh cảnh đã ảnh hưởng tới cấu trúc quần thể cá Chình tại thành phố Huế. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm phân tích ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái lên sự lựa chọn môi trường sống của cá Chình hoa ở các thủy vực khác nhau tại thành phố Huế. Các đặc điểm môi trường ở các thủy vực trên địa bàn thành phố Huế đã được khảo sát. Phân tích thành phần chính (PCA) và phân tích cụm thứ bậc (HCA) cho thấy, có sự đa dạng trong quá trình thích nghi của cá Chình hoa ở các kích cỡ khác nhau với các điều kiện sinh thái khác biệt tại các vùng nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu đã thể hiện được sự đa dạng về đặc điểm môi trường và phân bố của cá Chình hoa ở thành phố Huế. Nghiên cứu đã phân tích mối quan hệ giữa các yếu tố môi trường sống và tập tính sinh học của cá Chình hoa ở các giai đoạn sinh trưởng thông qua đặc điểm của các cụm sinh thái phân bố của loài. Các kết quả từ nghiên cứu này góp phần cung cấp các cơ sở dữ liệu khoa học liên quan đến đặc điểm sinh học của cá Chình hoa tại thành phố Huế.

Từ khóa: Phân bố, PCA, HCA, cá Chình hoa, thành phố Huế.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong số các loài cá Chình *Anguilla* đã được xác định ở Việt Nam, cá Chình hoa (*Anguilla marmorata* Quoy & Gaimard, 1824) phân bố chủ yếu ở các vùng ven biển, cửa sông, các đầm, hồ, sông, suối nước ngọt từ tỉnh Hà Tĩnh đến Vũng Tàu, Tây Nguyên và thành phố Phú Quốc, nhiều nhất là các địa phương từ thành phố Huế đến tỉnh Khánh Hòa [1]. Nhiều đặc điểm sinh học khác biệt của cá Chình hoa đã được hình thành trong quá trình thích nghi vòng đời dài và sự di cư giữa môi trường nước ngọt, nước lợ và nước mặn [2]. Những thay đổi môi trường mạnh mẽ về độ mặn, nhiệt độ, độ cao, lưu vực sông và khả năng cạnh tranh sinh thái đã định hình các đặc tính sinh học, sự đa dạng, phân bố và thích nghi của loài [3, 4]. Tại thành phố Huế, cá Chình hoa phân bố phổ biến ở các thủy vực có dòng chảy hướng về phía Đông [5, 6]. Cá Chình hoa xuất hiện quanh năm tại các thủy vực ở vùng trung và thượng lưu. Trong

khi đó, ở vùng hạ lưu có sự xuất hiện của cá Chình hoa chủ yếu ở các giai đoạn di cư theo mùa, mùa khô từ tháng 1 đến tháng 7 là mùa cá con từ biển di cư vào vùng nội địa và mùa mưa từ tháng 8 đến tháng 12 là mùa di cư sinh sản của cá trưởng thành [6]. Quần thể cá Chình hoa ở thành phố Huế có mối quan hệ di truyền gần gũi với quần thể cá Chình hoa trong khu vực Ấn Độ - Thái Bình Dương [7]. Những áp lực của việc thay đổi môi trường trong quá trình di cư, khai thác quá mức và các nhân tố ảnh hưởng tới môi trường sống tự nhiên như: Ô nhiễm môi trường, xây dựng các hồ, đập, thủy điện đã làm thu hẹp phạm vi môi trường sống và phân bố của loài [5, 6]. Cá Chình hoa đã và đang bị khai thác quá mức để phục vụ cho thị trường bao gồm: Cung cấp nguồn thực phẩm cho con người và con giống trong các trại nuôi [8, 9]. Việc khai thác quá mức đã làm cho nguy cơ suy giảm nguồn lợi trong tự nhiên ngày càng gia tăng. Năm 2007, cá Chình hoa đã được liệt kê trong

Sách Đỏ Việt Nam ở cấp độ VU [10]. Do đó, việc xem xét sự thay đổi và nhận diện các đặc trưng phân bố của loài cá Chình hoa liên quan đến các yếu tố địa lý, điều kiện khí hậu là cần thiết để xây dựng các chiến lược phục hồi và phát triển nguồn lợi. Trong nghiên cứu này, dựa trên các dữ liệu điều tra thực địa liên quan đến sự phân bố của cá Chình hoa trên các thủy vực tự nhiên, sử dụng bộ công cụ phân tích thành phần chính (PCA) và phân tích cụm thứ bậc (HCA) để xem xét mối quan hệ giữa các yếu tố môi trường lên sự phân bố của cá Chình hoa ở các giai đoạn phát triển khác nhau. Đây là thông tin quan trọng trong việc cung cấp cơ sở cho các giải pháp kỹ thuật và chiến lược bảo tồn cá Chình hoa tại thành phố Huế và khu vực liên quan trong thời gian tới.

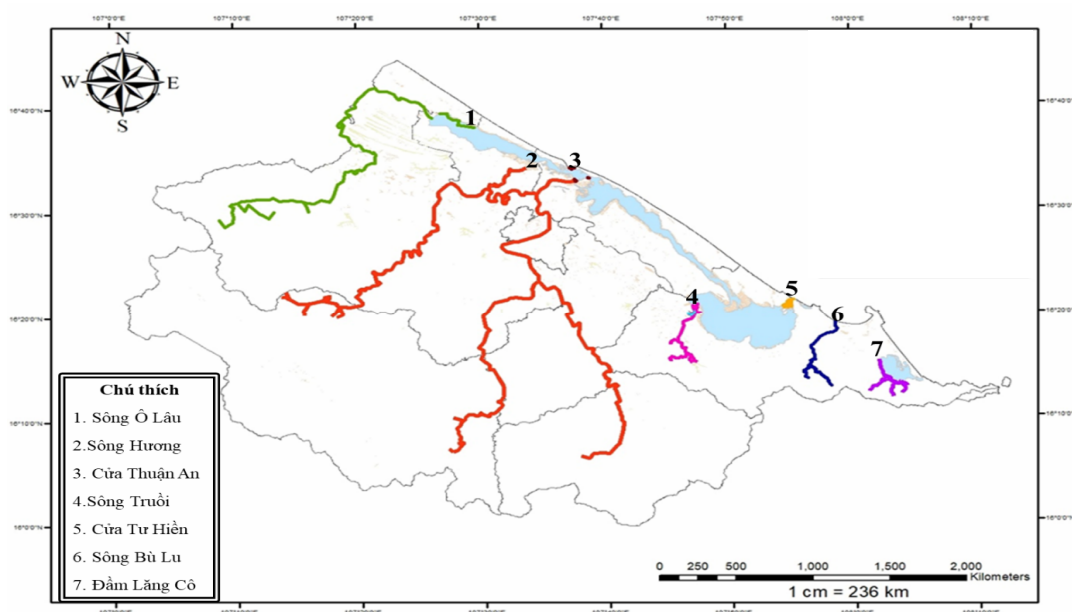
2. THỜI GIAN, ĐỊA ĐIỂM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian, địa điểm nghiên cứu

Trong thời gian từ tháng 8/2020 đến tháng 8/2023, thu thập được 450 mẫu cá Chình hoa tại 7 tuyến nghiên cứu thuộc lưu vực của 5 hệ thống sông chính, hai cửa biển và đầm Lăng Cô ở thành phố Huế (Hình 1).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các mẫu cá Chình hoa được thu trực tiếp trên các tuyến nghiên cứu bằng các công cụ được người dân địa phương sử dụng. Tại vùng thượng lưu, cá Chình hoa được thu bằng các loại: Câu (câu đơn, câu giàn), lưới, vọt ... Tại vùng trung và hạ lưu, cá Chình hoa được thu bằng câu, lừ, lưới giàn... Vùng cửa biển, đầm phá, cá Chình hoa được thu từ hệ thống chắn sáo, dâng, lừ, lưới giàn, lưới rê, bẫy ống... Các thông tin về môi trường phân bố được thu thập trực tiếp tại các điểm thu mẫu. Tọa độ điểm nghiên cứu được xác định bằng Máy định vị GPS Garmin78S. Các yếu tố môi trường như: Nhiệt độ được xác định bằng nhiệt kế, độ mặn được đo bằng khúc xạ kế ATAGO Master S/MillM, pH được xác định bằng máy Hanna HI98017, DO được xác định bằng máy Extech DO600, độ sâu được đo bằng sào sau đó xác định bằng thước dây có độ dài 50 m (sai số 1,0 mm), giá trị của các thông số môi trường được thể hiện bằng số liệu được hiển thị trên thiết bị. Các đặc điểm về màu nước, nền đáy, chế độ thủy triều, chu kỳ trăng, trạng thái mưa, thời gian được quan sát trực tiếp và dữ liệu khí tượng thủy văn. Giá trị của các thông số này được xác định bằng tần số (%) quan sát được trên tổng số mẫu thu được của các đặc tính đã được code hóa (Bảng 1).



Hình 1. Sơ đồ các tuyến điều tra và thu thập mẫu vật ở các vùng nghiên cứu

Bảng 1. Mô tả các đặc điểm sinh thái, thời gian phân bố tại các điểm nghiên cứu

STT	Thông số	Đặc điểm
1	Màu nước	“0” là màu nước trong ở trạng thái tự nhiên của thủy vực “1” là màu nước đục đặc trưng bởi sự xuất hiện của phù sa sau khi có mưa lớn hoặc nhiều dòng chảy
2	Nền đáy	“1” nền đáy có rêu trơn, bằng phẳng “2” nền đáy cát, bùn “3” nền đáy đá, cát, bùn “4” nền đáy có nhiều đá lớn, nhỏ tạo thành các hang hốc
3	Chế độ thủy triều	“0” thể hiện vùng nước không chịu sự ảnh hưởng của chế độ triều “1” thể hiện thu mẫu thuộc vùng nước có ảnh hưởng của chế độ triều
4	Chu kì trăng	“1” mẫu được thu vào thời điểm có trăng “0” mẫu được thu vào thời điểm không có trăng
5	Trạng thái mưa	“1” mẫu được thu vào thời điểm có mưa “0” mẫu được thu vào thời điểm không có mưa
6	Thời gian	Được xác định theo tháng, từ tháng 1 đến tháng 12

Thông tin định vị các điểm nghiên cứu từ GPS được kết hợp với phần mềm ArcGIS version 10.3 để biên tập các bản đồ phân bố. Các tập dữ liệu 11 đặc điểm phân bố (nhiệt độ, độ mặn, pH, DO, độ sâu, nền đáy, màu nước, chế độ thủy triều, chu kì trăng, thời tiết, thời gian) của cá Chình hoa được xử lý theo phương pháp thống kê sinh học trên phần mềm Excel 2016. Sử dụng phần mềm SPSS 22.0 để phân tích thành phần chính (Principal Component Analysis - PCA) và phân tích cụm thứ bậc (Hierarchical Cluster Analysis - HCA) của cấu trúc quần thể cá Chình hoa phân bố ở thành phố Huế dựa trên các đặc điểm phân bố.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm môi trường phân bố của cá Chình hoa

Kết quả nghiên cứu về đặc điểm môi trường phân bố của cá Chình hoa ở thành phố Huế được thể hiện qua bảng 2. Trong đó, điều kiện nhiệt độ nước tại các điểm có phân bố của cá Chình hoa nằm trong khoảng 21 - 32°C. Các hệ sinh thái sông, suối ở vùng núi cao thường có nhiệt độ biến động ít hơn, duy trì trong khoảng 24 - 30,5°C, trong khi đó tại vùng hạ lưu, nhiệt độ môi trường nước có sự biến động lớn hơn qua các mùa, từ 21 - 32°C. Nhiệt độ nước thường giảm xuống vào mùa mưa lũ, cuối mùa đông và đầu mùa xuân khi có tác động của gió mùa Đông Bắc.

Độ mặn đo được tại các địa điểm nghiên cứu ở thành phố Huế dao động từ 0 - 15‰. Cá Chình hoa

chủ yếu phân bố ở các thủy vực nước ngọt với độ mặn 0‰. Cá Chình hoa xuất hiện ở môi trường nước lợ, mặn chủ yếu ở vùng hạ nguồn các con sông như: Ô Lâu, Hương, Bù Lu và khu vực đầm phá.

Giá trị pH đo được dao động trong khoảng từ 6,5 - 8,8 và có xu hướng tăng dần từ thượng lưu đến trung lưu và hạ lưu các con sông và đầm phá. Vùng thượng lưu cá Chình hoa phân bố có pH biến động từ 6,5 - 7,7, vùng hạ lưu có pH biến động từ 6,5 - 8,8. Càng xuống gần vùng cửa sông, đầm phá thì pH càng tăng do chịu ảnh hưởng của nước biển. Giá trị DO đo được tại các vùng nghiên cứu khá cao, dao động từ 6,5 - 9,1 mg/L. Về đặc điểm nền đáy, cá Chình hoa thường xuất hiện ở những vùng có nền đáy là đá, cát, bùn (26,3%), có nhiều đá lớn, nhỏ tạo thành nhiều hang hốc (72,0%) giúp chúng dễ ẩn nấp (Bảng 2). Cá Chình hoa phân bố trong các thủy vực có độ sâu từ 0,3 - 11 m, nhiều nhất ở độ sâu khoảng 3,4 m. Ở vùng trung và hạ lưu các con sông như: Hương, Truồi, Lăng Cô, cá Chình hoa thường tập trung nhiều ở các khu vực bãi đá có độ sâu lớn khoảng 3 - 6 m. Tại các vùng thượng lưu sông có độ sâu từ 0,2 - 5 m, cá Chình hoa xuất hiện chủ yếu tại các điểm có mức nước sâu, ít ánh sáng và có nhiều hang, hốc.

Sự phân bố của cá Chình hoa có liên quan mật thiết đến dòng chảy của các con sông vào mùa mưa lũ và chế độ thủy triều ở khu vực hạ lưu và

đầm phá. Cá Chình hoa xuất hiện quanh năm trên các lưu vực sông, suối ở thành phố Huế, trong đó tập trung nhiều vào mùa đông và đầu mùa xuân. Sự xuất hiện của cá Chình hoa còn gắn liền với các dấu hiệu về sinh thái như: Sự xáo trộn dòng chảy, thay đổi màu sắc của nước, thay đổi của chế độ thủy triều (đối với vùng cửa biển, đầm phá), mưa lũ (72,9%)... Cá Chình hoa thường xuất hiện nhiều

hơn vào những ngày tối trời (89,7%) vào khoảng 22 giờ đêm đến 2 giờ sáng hôm sau. Tại các thủy vực thuộc vùng nội địa của thành phố Huế, sự phân bố của cá Chình hoa chịu sự chi phối bởi chế độ dòng chảy và lũ trên các sông, suối lớn nhỏ, chúng phân bố chủ yếu trên các con sông, suối có dòng chảy liên tục quanh năm.

Bảng 2. Đặc điểm môi trường phân bố của cá Chình hoa tại các vùng nghiên cứu

Tên thủy vực	Vị trí	Số mẫu	Độ sâu (m)	Thủy triều	Nhiệt độ (°C)	Độ mặn (‰)	pH	DO (mg/L)	Nền đáy	Dòng chảy
Sông Ô Lâu (OL)	Hạ nguồn sông Ô Lâu tại phường Phong Dinh và Phong Phú	11	2,5 - 4,5	Có	25,5 - 27,5	0 - 13	6,7 - 8,8	7,7 - 8,8	Đá, cát, bùn	Dòng chảy mạnh, từ tây sang đông
	Thượng nguồn sông Ô Lâu tại phường Phong Điền	33	0,4 - 6,5	Không	24 - 28,5	0	6,6 - 7,5	7,6 - 9,1	Nhiều đá lớn, nhỏ tạo thành các hang hốc	Dòng chảy nhẹ, liên tục từ tây sang đông
Hệ thống sông Hương (SHU)	Trung và hạ lưu sông Hương tại xã Bình Điền và phường Kim Long	41	2,5 - 11,0	Không	24,5 - 28	0	6,7 - 7,6	7,8 - 9,1	Đá, cát, bùn	Dòng chảy mạnh, từ tây sang đông
	Sông Bồ tại xã Quảng Điền, phường Hương Trà	27	0,5 - 7,0	Không	26 - 32	0 - 10	6,8 - 8,6	8,0 - 9,1	Đá, cát, bùn	Dòng chảy mạnh, từ tây sang đông
	Thượng nguồn sông Hương, sông Bồ tại A Lưới 1, A Lưới 4, A Lưới 5	67	0,3 - 5,2	Không	24 - 30,5	0	6,5 - 7,7	6,5 - 8,8	Nhiều đá lớn, nhỏ tạo thành các hang hốc	Dòng chảy nhẹ, liên tục, từ tây sang đông

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

Sông Truôi (STr)	Thượng nguồn sông Hương, sông Truôi tại xã Long Quảng	37	0,4 - 6,5	Không	24,0 - 30,0	0	6,7 - 7,6	8,0 - 9,1	Nhiều đá lớn, nhỏ tạo thành các hang hốc	Dòng chảy nhẹ, liên tục, từ tây sang đông
	Hạ nguồn sông Truôi tại đập Truôi tại xã Lộc An và xã Vinh Lộc	27	0,4 - 11,0	Không	25 - 29,5	0 - 5	6,5 - 7,4	7,6 - 8,3	Đá, cát, bùn	Dòng chảy mạnh, từ tây sang đông
Sông Bù Lu (SBL)	Xã Chân Mây - Lăng Cô	42	0,4 - 6,5	Không	24 - 26	0 - 11	6,7 - 7,5	7,5 - 8,8	Nhiều đá lớn, nhỏ tạo thành các hang, hốc	Dòng chảy nhẹ, liên tục, từ tây sang đông
	Xã Lộc An	31	0,4 - 2,5	Không	24 - 28,5	0	6,7 - 7,6	7,4 - 8,5	Nhiều đá lớn, nhỏ tạo thành các hang, hốc	Dòng chảy nhẹ, liên tục, từ tây sang đông
Suối đổ về đầm Lập An, cửa Lăng Cô	Xã Chân Mây - Lăng Cô	58	0,4 - 7,0	Có/ Không	23,5 - 29,0	0 - 10	6,7 - 8,6	6,5 - 8,5	Đá, cát, bùn	Dòng chảy mạnh, từ tây sang đông
Cửa biển Thuận An	Phường Thuận An	38	4,1 - 7,0	Có	22 - 29,5	3 - 12	6,8 - 8,6	7,5 - 9,1	Đá, cát, bùn	Dòng chảy mạnh, từ tây sang đông
Cửa biển Tư Hiền	Xã Vinh Lộc	38	4,0 - 7,0	Có	21 - 29,0	3 - 15	6,9 - 8,6	7,5 - 8,9	Đá, cát, bùn	Dòng chảy mạnh, từ tây sang đông

Cá Chình hoa là loài cá có khả năng thích nghi với độ muối rộng và có thể sống được cả nước ngọt, nước lợ, nước mặn theo từng giai đoạn [2]. Trong giai đoạn cá con và sinh trưởng, cá Chình hoa có xu hướng thích sống trong môi trường nước ngọt và tránh môi trường nước mặn [11]. Sự thích nghi về độ mặn đặc trưng cho cá Chình hoa khi chúng thực hiện quá trình di cư sinh sản vào mùa lũ của cá trưởng thành và xâm nhập nội địa vào cuối mùa đông và đầu mùa xuân của cá con [6]. Yếu tố độ mặn đã kích thích, định hướng cho quá trình di cư sinh sản của cá bố mẹ và xâm nhập vào nội địa của cá con. “Sức hút” của yếu tố độ mặn và “mùi vị nước ngọt” đã ảnh hưởng đến sự di chuyển và quá trình thích nghi của cá Chình hoa, vì vậy tại thành phố Huế, cá Chình hoa chỉ phân bố trên các thủy vực có dòng chảy hướng ra biển (hướng Đông) [6]. Do tập tính ưa thích sống trong điều kiện nước ngọt sau khi di nhập vào các thủy vực nội địa, nên cá Chình hoa ở giai đoạn sinh trưởng (TL = 120 - 1.137 mm) thích nghi và phân bố nhiều hơn ở những vùng có với giá trị độ mặn, DO, pH trung bình (Bảng 2). Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các kết quả nghiên cứu của Usui (1991) [12], Ngô Trọng Lư (1997) [13], Aquino và cs (2021) [14], Chu Thị Tuyết Ngân (2014) [15] về ngưỡng chịu đựng của cá Chình hoa đối với các yếu tố độ mặn, DO, pH.

Trong các nghiên cứu trước đây về điều kiện môi trường phân bố của cá Chình thì cá Chình phân bố ở khu vực Bắc Trường Sơn trở vào (hệ thống sông Lam, sông Cả) và Nam Trung bộ (Bình Định, Quảng Ngãi, Phú Yên, Khánh Hòa) đã cho thấy, cá Chình hoa có tập tính phân bố trong các thủy vực có nền đáy cát sạn, có nhiều đá tạo thành các hang hốc lớn nhỏ [16] phù hợp với tập tính ẩn nấp của cá Chình hoa [17]. Kết quả nghiên cứu của Chu Thị Tuyết Ngân (2014) [15], Ngô Trọng Lư (1997) [13], Nguyễn Quang Linh và cs (2010) [9], Arai và cs (2020) [16] đã chỉ ra, cá Chình hoa có tập tính sợ ánh sáng nên ban ngày ẩn nấp trong các hang hốc, dưới nền đáy sâu, ban

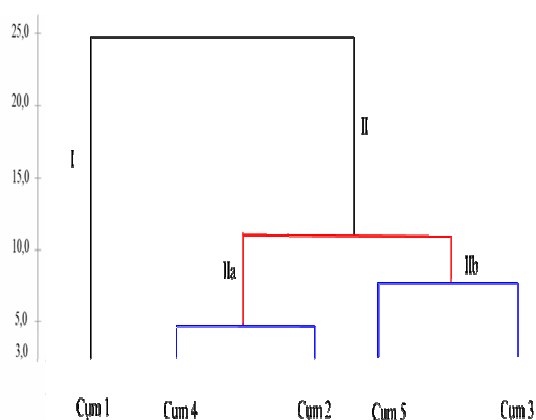
đêm chúng rời khỏi hang đi kiếm mồi, do đó thời gian xuất hiện của chúng thường gặp trong khoảng 22 giờ đến 2 giờ sáng tại các vùng trung và thượng lưu (Bảng 2). Sự phân bố của cá Chình hoa theo độ sâu có liên quan mật thiết tới cấu trúc nền đáy, điều kiện ánh sáng và quần xã sinh vật làm thức ăn cho loài ở các giai đoạn khác nhau. Những thủy vực có độ sâu quá lớn (> 11 m) hoặc quá nhỏ (< 0,3 m) sẽ làm ảnh hưởng đến khả năng ẩn nấp của cá Chình hoa trong quá trình sinh sống và bắt mồi. Sự biến động về các điều kiện môi trường ở những thủy vực quá nông làm ảnh hưởng đến khả năng thích nghi và sinh trưởng của cá Chình hoa. Điều kiện ánh sáng và các yếu tố môi trường trong thủy vực quá sâu hoặc quá cạn cũng ảnh hưởng đến sự phát triển của các loại sinh vật phù du, động vật đáy, cá, giáp xác làm thức ăn cho cá Chình hoa [18, 19, 20].

3.2. Phân tích thành phần chính và phân cụm sinh thái

Ba thành phần chính có giá trị riêng (Eigenvalue) ≥ 1 được lựa chọn từ phân tích PCA dựa trên các thông số sinh thái, môi trường bao gồm: Thành phần chính 1 với sự đóng góp của 7 yếu tố: Tháng, trạng thái mưa, nhiệt độ, màu nước, độ sâu, nền đáy và chu kì trăng, có giá trị phương sai là 28,3%. Thành phần chính 2 gồm sự tác động của 3 yếu tố là: Độ mặn, pH và chế độ thủy triều với giá trị phương sai là 22,1%. Thành phần chính 3 là sự ảnh hưởng của yếu tố DO với giá trị phương sai là 9,5%. Các thành phần chính 1, 2 và 3 chiếm tỉ lệ tích lũy là 59,9% đóng góp vào sự sai khác của quần thể, thể hiện mối liên quan chặt chẽ giữa sự xáo trộn của các yếu tố trạng thái mưa, khí hậu và môi trường sống với sự phân bố của cá Chình hoa tại thành phố Huế (Bảng 3). Kết quả này phù hợp với nhận định của Arai và Abdul Kadir (2017) [21], theo đó, việc sử dụng môi trường sống ở cá Chình có thể bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường, như: Độ mặn, nhiệt độ, độ cao, lưu vực sông, khả năng chịu đựng và cạnh tranh sinh thái.

Bảng 3. Phân tích thành phần chính các yếu tố môi trường phân bố của cá Chình hoa

Chỉ số	Thành phần chính		
	1	2	3
Tháng	0,514	-0,468	0,394
Thời tiết (mưa)	-0,701	0,416	0,218
Nhiệt độ	-0,565	0,197	0,241
Độ mặn	0,462	0,788	-0,014
DO	0,368	-0,075	0,650
pH	0,432	0,684	0,206
Màu nước	0,594	-0,492	-0,066
Độ sâu	0,608	0,045	0,277
Nền đáy	-0,541	-0,219	0,061
Chu kì trăng	-0,609	0,174	0,439
Chế độ thủy triều	0,345	0,766	-0,188
Eigenvalue (giá trị riêng)	3,115	2,435	1,039
Variability (phương sai) (%)	28,321	22,133	9,447
Cumulative (tích lũy) (%)	28,321	50,454	59,901



Hình 2. Sơ đồ phân cụm các yếu tố môi trường phân bố của cá Chình hoa

Phương pháp phân tích cụm thứ bậc đã được sử dụng để xác định sự khác biệt và mối quan hệ giữa 450 điểm nghiên cứu ở thành phố Huế (Hình 2). Kết quả cho thấy, khoảng cách Eculid của các điểm phân bố trong ma trận dao động từ 0,1 - 25,0. Tại vị trí khoảng cách bằng 25,0, cây phát sinh di truyền được chia thành hai nhánh chính: Nhánh I (cụm 1) và nhánh II (cụm 2, cụm 3, cụm 4 và cụm 5). Trong đó, tại vị trí khoảng cách di truyền bằng

11,0, nhánh II được phân thành hai nhánh phụ là IIa và IIb. Trong đó, nhánh phụ IIa được phân thành hai cụm (cụm 4 và cụm 2) với khoảng cách bằng 5,0. Nhánh phụ IIb được phân thành 2 cụm (cụm 5 và cụm 3) tại vị trí khoảng cách bằng 8,0. Kết quả này cho thấy, sự đa dạng sinh thái hay khả năng thích nghi rộng với điều kiện môi trường của cá Chình hoa tại thành phố Huế.

Trên cây phát sinh di truyền của quần thể cá Chình hoa dựa trên các chỉ số môi trường phân bố (Hình 2), cụm 1 nằm độc lập trên nhánh I có khoảng cách với các nhóm còn lại là 25,0 đơn vị, bao gồm 220 điểm (chiếm 48,6%). Các đặc điểm môi trường đặc trưng cho sự xuất hiện của cá Chình hoa như: Nhiệt độ (21,0 - 28,5°C), độ mặn (0 - 13‰), DO (6,5 - 9,5 mg/L), pH (6,5 - 8,4), độ sâu (0,3 - 11,0 m) khi thời tiết có mưa (100%), màu nước đục (100%) vào các tháng 1 đến tháng 12, tập trung vào giai đoạn: Tháng 8 (18,1%), tháng 9 (10,5 %), tháng 10 (24,0%), tháng 11 (12,3%) tương ứng với mùa mưa lũ hàng năm. Cụm 1 thể hiện điều kiện sinh thái phù hợp với sự thích nghi của cá Chình hoa ở tất cả các giai đoạn phát triển (Bảng 3, 4, 5).

Trên nhánh II, bốn cụm còn lại tự thành hai nhánh phụ tại vị trí 12 đơn vị. Trong đó, cụm 2 và cụm 4 có mối quan hệ gần gũi với nhau ở vị trí khoảng cách bằng 5,0 (Hình 2). Cụm 2 có điều kiện nhiệt độ 24,8 - 30,5°C, độ mặn 0 - 10‰, DO: 6,5 - 8,5 mg/L, pH: 6,7 - 8,4, độ sâu: 0,4 - 6,0 m. Cụm 4 có điều kiện nhiệt độ: 23,5 - 32,0, độ mặn: 0‰, DO: 6,7 - 8,5 mg/L, pH: 6,7 - 7,8, độ sâu: 0,4 - 3,7 m. Sự phân bố của cá Chình hoa liên quan đến

điều kiện thời tiết không mưa (98%), nước trong (88%) và không chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều (100%) diễn ra tập trung ở tháng 2 (18,0%) đến tháng 3 (46%), tương ứng với sự thích nghi của cá Chình hoa có kích thước TL = 100 - 600 mm (86%) (Cụm 2) và tháng 3 (58,3%) đến tháng 4 (25%) đặc trưng cho sự phân bố của cá Chình hoa có kích thước nhỏ TL < 300 mm (80,6 %) (cụm 4) (Bảng 3, 4, 5).

Bảng 4. Đặc điểm môi trường các cụm sinh thái phân bố của cá Chình hoa

Yếu tố môi trường	Cụm 1 (n = 220)	Cụm 2 (n = 65)	Cụm 3 (n = 87)	Cụm 4 (n = 46)	Cụm 5 (n = 32)
Nhiệt độ (°C)	21,0 - 28,5	24,8 - 30,5	24,0 - 28,5	23,5 - 32,0	22,0 - 29,0
Độ mặn (‰)	0,0 - 13,0	0,0 - 10,0	0,0 - 10,0	0,0	5,0 - 15,0
DO (mg/L)	6,5 - 9,5	6,5 - 8,5	6,7 - 8,5	6,7 - 8,5	7,5 - 9,5
pH	6,5 - 8,4	6,7 - 8,4	6,6 - 8,6	6,7 - 7,8	6,9 - 8,6
Độ sâu (m)	0,3 - 31,0	0,4 - 6,0	0,4 - 7,0	0,4 - 3,7	4,1 - 7,0
Có mưa (%)	100	2,0	100	0	56,5
Màu nước (%)	100	12,0	0	0	0
Nền đáy	Rêu trơn, bằng phẳng (0,6%); cát, bùn (1,8%); đá, cát, bùn (28,0%); đá lớn, nhỏ tạo thành nhiều hang hốc (59,6%)	Rêu trơn, bằng phẳng (4,0%); đá, cát, bùn (6,0%); đá lớn, nhỏ tạo thành nhiều hang hốc (90,0%)	Đá lớn, nhỏ tạo thành nhiều hang hốc (100%)	Đá lớn, nhỏ tạo thành nhiều hang hốc (100%)	Đá, cát, bùn (95,7%); đá lớn, nhỏ tạo thành nhiều hang hốc (4,3%)
Chu kì trăng	0	0	0	0	0
Chế độ thủy triều	6,4%	0	0	0	100%

Bảng 5. Phân bố kích thước của cá Chình hoa trong các cụm sinh thái

Kích thước (mm)	Cụm 1 (%)	Cụm 2 (%)	Cụm 3 (%)	Cụm 4 (%)	Cụm 5 (%)
< 200	5,3	20,0	8,8	36,1	24
200 - 299	15,2	16,0	8,8	27,8	28
300 - 399	17,5	16,0	26,5	16,7	0
400 - 499	19,3	16,0	26,5	5,5	16

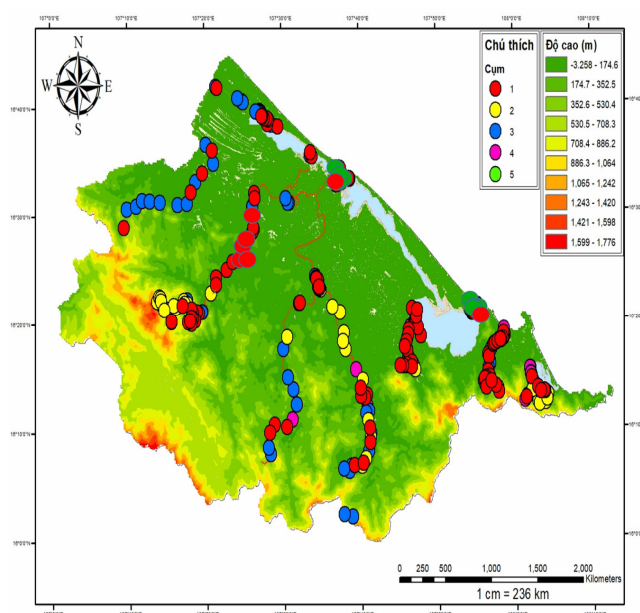
500 - 599	13,5	12,0	14,7	5,5	4
600 - 699	9,4	6,0	5,9	0	8
700 - 799	7,6	4,0	2,9	2,8	8
800 - 899	4,1	6,0	2,9	2,8	8
900 - 999	3,5	2,0	1,5	2,8	4
> 999	4,6	2,0	1,5	0	0
Tổng	100	100	100	100	100

Cụm 3 và 5 cùng nằm ở nhánh IIb với khoảng cách bằng 8,0 (Hình 2). Trong đó, cụm 3 đại diện cho các điểm thu mẫu ở khu vực trung và thượng nguồn của các con sông và các điểm rải rác ở vùng trung và hạ lưu vào 2 thời kì: Từ tháng 1 - 4 và tháng 8 - 12, tập trung vào tháng 3 (47,1%) và tháng 12 (30,9%). Với điều kiện nhiệt độ: 24,0 - 28,5°C ($26,1 \pm 1,33^\circ\text{C}$), độ mặn 0 - 10‰ ($0,7 \pm 2,63\text{‰}$), DO: 6,7 - 8,5 mg/L ($8,1 \pm 0,30 \text{ mg/L}$), pH: 6,6 - 8,6, độ sâu: 0,4 - 7,0 m ($2,2 \pm 1,83 \text{ m}$), nền đá, đáy hang, hốc (100%) khi trời mưa (100%), nước trong (100%) và không chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều

(100%), cá Chình hoa có kích thước TL = 300 - 499 mm có phân bố phổ biến chiếm tỷ lệ 53%. Cụm 5 đặc trưng cho hệ sinh thái tại vùng cửa biển, đầm phá trong khoảng thời gian từ tháng 1 - 4 hàng năm. Cá Chình hoa có kích thước TL = 100 - 499 mm (chiếm 68 %) xuất hiện phổ biến tại các điểm nghiên cứu trong điều kiện: Nhiệt độ: 22,0 - 29,0°C, độ mặn 5,0 - 10‰, DO: 7,5 - 9,5 mg/L, pH: 6,9 - 8,6, độ sâu: 4,1 - 7,0 m, nền đá, cát bùn (95,7%), thời tiết có mưa (56,5%) hoặc không mưa (43,5%), nước trong (100%) và chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều (100%).

Bảng 6. Phân bố theo thời gian của cá Chình hoa trong cụm sinh thái

Tháng	Cụm 1 (%)	Cụm 2 (%)	Cụm 3 (%)	Cụm 4 (%)	Cụm 5 (%)
1	1,2	4	2,9		8,7
2	4,1	18	0	0	30,4
3	12,9	48	47,1	58,3	43,5
4	6,4	4	2,9	25	8,7
5	0	0	0	0	0
6	0,6	0	0	0	0
7	0	4	0	0	0
8	18,1	4	10,3	11,1	0
9	10,5	0	2,9	5,6	0
10	24	6	0	0	0
11	12,3	4	2,9	0	0
12	9,9	8	31	0	8,7
Tổng	100	100	100	100	100



Hình 3. Phân bố không gian theo cụm sinh thái của cá Chình hoa ở thành phố Huế

Sự phân bố của cá Chình hoa dựa trên các cụm sinh thái được thể hiện ở hình 3 cho thấy, cụm 1 là nhóm sinh thái có sự phân bố rộng nhất trên toàn địa phận thành phố Huế, tập trung nhiều nhất ở vùng hạ lưu của các hệ thống sông, đầm phá. Sự xuất hiện của cá Chình hoa trong cụm 1 cho thấy, có nhiều tính chất đặc trưng về môi trường và các dấu hiệu sinh thái trong quá trình di cư. Điều này bao gồm cả quá trình di cư sinh sản của cá Chình trưởng thành (TL > 600 mm) và di cư ngược dòng của cá Chình kích thước nhỏ (cá Chình con, cá Chình giống, cá Chình tiền trưởng thành). Bốn cụm sinh thái còn lại thể hiện sự thích nghi của cá Chình hoa ở các giai đoạn khác nhau trong các điều kiện sinh cảnh liên quan đến sự lựa chọn môi trường sống của chúng tại các thủy vực ở vùng nội địa.

Trong đó, cụm 2 và 4 thể hiện đặc điểm đặc trưng của môi trường nước ngọt tại vùng trung và thượng lưu của hệ thống sông Hương, hệ thống sông Truôi, các suối ở thị trấn Lăng Cô, huyện Phú Lộc. Sự xuất hiện của cá Chình hoa có kích thước nhỏ < 600 mm (cụm 2) và TL < 300 mm (cụm 4) cho thấy thích nghi của nhóm cá Chình hoa lựa chọn môi trường sống trong nước ngọt sau khi di

nhập vào bờ biển của thành phố Huế. Ngược lại, cụm 3 cho thấy, sự phân bố rải rác của cá Chình hoa trên hai hệ thống sông Ô Lâu và sông Hương và cụm 5 đặc trưng cho vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai và đầm Lập An, thị trấn Lăng Cô. Các đặc điểm môi trường và sự phân bố của cá Chình hoa có kích thước khác nhau ở cụm 3 và cụm 5 cho thấy, khả năng thích nghi linh hoạt của nhóm cá Chình hoa có lựa chọn trong môi trường nước lợ và nước ngọt tại khu vực hạ lưu của các hệ thống sông. Một số cá thể có kích thước lớn được thu thập tại các vùng sinh thái này có thể là những cá thể bị chặn lại trong quá trình di cư sinh sản do sự ảnh hưởng của chế độ đóng, mở các cửa đập và các điều kiện khác (Hình 3).

Trong các nghiên cứu trước đây, cá Chình hoa là loài có khả năng di cư linh hoạt giữa môi trường nước ngọt, nước lợ và nước biển [1, 3]. Tuy nhiên, trong quá trình phát triển và di cư vào các giai đoạn khác nhau của vòng đời, các yếu tố môi trường và điều kiện sinh thái đã có ảnh hưởng mạnh mẽ tới sự lựa chọn môi trường sống của cá Chình hoa sau khi xâm nhập vào nội địa [1, 22, 23, 24, 25, 26]. Với các thông tin về môi trường và lựa chọn sinh thái của cá Chình hoa trong nghiên cứu

này cùng với các đặc tính sinh học của loài và các dữ liệu khí tượng thủy văn tại địa phương, nghiên cứu đã đề xuất các chương trình xây dựng vùng đệm sinh thái tương ứng với giai đoạn di cư của cá Chình hoa vào mùa mưa và mùa xuân (Hình 3, bảng 5). Đồng thời, quá trình bảo tồn và phát triển loài cần phải được thực hiện trên phạm vi rộng lớn thuộc toàn bộ hệ thống thủy vực có sự phân bố của loài bởi khả năng thích nghi rộng, vòng đời dài và di cư linh hoạt của chúng. Từ các kết quả của nghiên cứu này đã cung cấp cơ sở khoa học cho việc định hướng các nghiên cứu liên quan đến việc bảo tồn và phát triển các quần thể cá Chình hoa ở thành phố Huế.

4. KẾT LUẬN

Sự xuất hiện của cá Chình hoa có liên quan mật thiết đến sự thay đổi của các yếu tố sinh thái môi trường: Nhiệt độ: 21 - 32°C; pH: 6,5 - 8,6; DO: 6,5 - 9,5 mg/L; độ mặn 0 - 15‰; độ sâu từ 0,3 - 31 m, nền đáy có nhiều hang, hốc (72,0%) và sự xáo trộn dòng chảy, thay đổi màu nước, chế độ thủy triều, lượng mưa, lũ (72,9%). Các yếu tố môi trường có tính quyết định 59,9% sự đa dạng sinh thái trong cấu trúc của quần thể phân bố tại thành phố Huế với 3 thành phần chính và được phân thành 5 cụm thuộc 2 nhóm chính. Các cụm sinh thái phân bố có liên quan mật thiết với đặc điểm sinh học của các giai đoạn phát triển khác nhau của cá Chình hoa. Bên cạnh các vùng phân bố đặc trưng theo thời kỳ phát triển liên quan đến quá trình di cư, sự lựa chọn đa dạng của môi trường sống cũng góp phần nâng cao khả năng thích nghi và tồn tại của loài với sự thay đổi của các điều kiện sống. Đây là cơ sở khoa học quan trọng trong việc thực hiện các nghiên cứu về quần thể cá Chình hoa ở thành phố Huế và Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kieu T. H., Vo D. N., Tran N. N., Truong V. D., Vo V. P., Tran Q. D. and Nguyen Q. L. (2020). Using DNA barcodes based on mitochondrial COI and 16S rRNA genes to identify *Anguilla* eels in Thua Thien Hue province, Vietnam, *Genet. Genetics and Molecular Research* 19(4), 18722.
2. Arai T., Chino N. and Le Q. D. (2013). Migration and habitat use of the tropical eels *Anguilla marmorata* and *A. bicolor pacifica* in Vietnam. *Aquatic Ecology*, 47(1), 57 - 65. <https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1007/s10452-012-9424-x>.
3. Arai T. and Chino N. (2018). Opportunistic migration and habitat use of the Giant mottled eel *Anguilla marmorata* (Teleostei: Elopomorpha). *Scientific Reports*, 8(5666), 1 - 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24011-z>.
4. Kieu T. H., Truong V. D., Ha N. T., Nguyen Q. L. (2022). Distribution of marbled eel (*Anguilla marmorata* Quoy & Gaimard, 1824) in Thua Thien Hue, Vietnam. *HUAF Journal of Agricultural Science and Technology*, 3(6), 3142 - 52. <https://tapchi.huaf.edu.vn/index.php/id20194/article/view/922>.
5. Kiều Thị Huyền và Võ Văn Phú (2014). Tình hình khai thác nguồn lợi cá Chình (*Anguilla marmorata*) trên hệ thống sông Hương, Thừa Thiên Huế và các giải pháp bảo vệ và phát triển nguồn lợi. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, (4), 67 - 76.
6. Kiều Thị Huyền, Trương Văn Đàn, Hà Nam Thắng, Nguyễn Quang Linh (2022). Hiện trạng phân bố của cá Chình hoa (*Anguilla marmorata* Quoy & Gaimard, 1824) tại Thừa Thiên Huế, Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp*, 6(3): 3142 - 3152.
7. Kieu Thi Huyen, Dang Thanh Long and Nguyen Quang Linh (2023). General diversity of marbled eel (*Anguilla marmorata*) population in central of Vietnam, based on 16S rRNA sequences by barcode DNA. *Res. J. Biotech*, 18(4), 41 - 48. doi: <https://doi.org/10.25303/1804rjbt041048>;
8. Kiều Thị Huyền, Võ Đức Nghĩa, Hồ Việt Lâm, Trần Quang Khánh Vân và Nguyễn Quang Linh (2010). Bước đầu nghiên cứu ương nuôi cá Chình lá liễu trong điều kiện nhân tạo phục vụ phát triển nuôi trồng thủy sản. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, (12), 123 - 130.

9. Nguyễn Quang Linh, Võ Đức Nghĩa, Trần Đình Minh, Nguyễn Đức Thành, Hồ Viết Lâm, Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, Hà Thị Huệ (2010). Nghiên cứu mùa, thời gian xuất hiện cá Chình giống ở các cửa sông tỉnh Quảng Bình. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, (12), 195 - 200.
10. Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường (2007). *Sách Đỏ Việt Nam. Phần 1. Động vật*. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
11. Shiao J. C., Iizuka Y., Chang C. W. and Tzeng W. N. (2003). Disparities in habitat use and migratory behaviour between tropical eel *Anguilla marmorata* and temperate eel *A. japonica* in four Taiwanese rivers. *Marine Ecology Progress Series*, 261, 233 - 242. www.int-res.com/articles/meps2003/261/m261p233.pdf
12. Usui A. (1991). *Eel culture*. Published by Wiley-Blackwell, 148 pp.
13. Ngô Trọng Lư (1997). *Kỹ thuật nuôi cá Lóc, cá Chình, cá Bớp*. Nxb Hà Nội, 27 - 66.
14. Aquino G. A. G., Cabaitan P. C. and Secor D. H. (2021). Locomotor activity and growth response of glass eel *Anguilla marmorata* exposed to different salinity levels. *Fish Sci*, 87, 253 - 262. <https://doi.org/10.1007/s12562-021-01493-x>
<https://doi.org/10.1007/s42965-020-00096-4>
15. Chu Thị Tuyết Ngân (2014). *Tài liệu hướng dẫn kỹ thuật nuôi thương phẩm cá Chình trong ao đất*. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Thanh Hóa.
16. Arai T., Taha H., Mohd-Riduan M. N. and Mokti S. S. A. (2020). Molecular and morphological evidence for the identity of the giant mottled eel, *Anguilla marmorata* in Southeast Asia. *Trop Ecol*, 61(3), 429 - 436.
17. Steendam C., Verhelst P., Wassenbergh S. V. and Meyer J. D. (2020). Burrowing behaviour of the European eel (*Anguilla anguilla*): Effects of life stage. *J Fish Biol*, 1 - 11. Doi: 10.1111/jfb.14481
18. Lee S. K., Jung S. W., Son S. J., Hwang H. S., Kim C. H., Oh J. W., Hyun B. R., Kim D. H., Min H. K., Cho S. H., Kang J. H., Byun S. H. and Han J. H. (2020). A Study of a conservation and management plan for natural monument No. 27 Jeju *Anguilla marmorata* via landscape analysis and food source analysis. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture*, 18, 28 - 41.
19. Munk P., Nielsen T. G., Jaspers C., Daniel J., AyalaKam W., Lombard T. F. and Riemann L. (2018). Vertical structure of plankton communities in areas of European eel larvae distribution in the Sargasso sea. Vertical structure of plankton communities in areas of European eel larvae distribution in the Sargasso sea. *Journal of Plankton Research*, 40(4), 362 - 375.
20. Yokouchi K., Aoyama J., Miller M. J., McCarthy T. K. and Tsukamoto K. (2009). Depth distribution and biological characteristics of the European eel *Anguilla anguilla* in Lough Ennell, Ireland. *Journal of Fish Biology*, 74(4), 857 - 871.
21. Arai T. and Abdul Kadir S. R. (2017). Diversity, distribution and different habitat use among the tropical freshwater eels of genus *Anguilla*. *Scientific Reports*, 7, 7593. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07837-x>.
22. Han, Y. S., Yambot, A. V., Zhang, H. & Hung, C. L. (2012). Sympatric spawning but allopatric distribution of *Anguilla japonica* and *Anguilla marmorata*: Temperature and oceanic current dependent sieving. *PLoS One*, 7(6), 374 - 384. DOI: 10.1371/journal.pone.0037484
23. Itakura, H., Wakiya, R., Gollock, M. & Kaifu, K. (2020). Anguillid eels as a surrogate species for conservation of freshwater biodiversity in Japan. *Scientific Reports*, 10, 8790. DOI: 10.1038/s41598-020-65883-4
24. Shiao, J. C., Iizuka, Y., Chang, C. W. & Tzeng, W. N. (2003). Disparities in habitat use and migratory behaviour between tropical eel *Anguilla marmorata* and temperate eel *A. japonica* in four Taiwanese rivers. *Marine Ecology Progress Series*, 261, 233 - 242.
25. Hsu, H. Y., Lin, Y. T., Huang, Y. C. & Han, Y. S. (2020). Skin coloration and habitat preference of the freshwater *Anguilla* eels. *International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences*, 6(3), 096 - 101. DOI: 10.17352/2455-8400.000063

26. Lee, S. K., Jung, S. W., Son, S. J., Hwang, H. S., Kim, C. H., Oh, J. W., Hyun, B. R., Kim, D. H., Min, H. K., Cho, S. H., Kang, J. H., Byun, S. H. & Han, J. H. (2020). A study of a conservation and management plan for natural monument No. 27 Jeju *Anguilla marmorata* via landscape analysis and food source analysis. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture*, 18, 28 - 41.

ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS AND THE DISTRIBUTION ECOLOGICAL CLUSTERING OF THE GIANT MOTTLED EEL (*Anguilla marmorata*) IN HUE CITY, THUA THIEN HUE PROVINCE

Kieu Thi Huyen¹, Tran Nguyen Ngoc¹, Truong Van Dan¹, Nguyen Quang Linh²

¹ *Faculty of Fisheries, University of Agriculture and Forestry, Hue University,*

² *Faculty of Animal Sciences and Veterinary Medicine,*

Abstract

The giant mottled eel (*Anguilla marmorata*) is one of two eel species found in Hue city. It has a wide distribution across river, stream, and lagoon ecosystems in the region. Throughout different stages of its life cycle, environmental factors and habitats influence the population structure of *Anguilla marmorata* in Hue city. This study was conducted to analyze the effects of ecological factors on the habitat selection of the giant mottled eel in various aquatic environments in Hue city. The environmental characteristics of water bodies in the province were surveyed. Principal Component Analysis (PCA) and Hierarchical Cluster Analysis (HCA) revealed a diversity of adaptation processes among eels of different sizes in response to distinct ecological conditions across study areas. The research results have shown the diversity of environmental characteristics and distribution of giant mottled eel in Hue city. The study has analyzed the relationship between living environment factors and biological behavior of giant mottled eel at different growth stages through the ecological clusters characteristics. The results from this study have contributed to providing scientific databases related to the biological characteristics of *Anguilla marmorata* in Hue city, Vietnam.

Keywords: *Distribution, PCA, HCA, giant mottled eel, Hue city.*

Ngày nhận bài: 5/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 22/5/2025

Ngày thông qua phản biện: 6/6/2025

Ngày duyệt đăng: 14/6/2025