

HOW MANY FISH SPECIES IN ESTUARIES OF VIETNAM?

Dang Thi Thanh Huong¹, Pham Van Long², Nguyen Tran Ngoc Mai¹, Dinh Gia Linh¹, Tran Duc Hau^{1*}

¹Ha Noi National University of Education, ²University of Science - Vietnam National University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 21/8/2023	To contribute conservation of fish species under the context of climate change and human impacts, this study has collected and updated scientific names and taxonomy of fish in estuaries of Vietnam, resulting in 1,008 species belonging to 484 genera, 148 families, 38 orders of fish determined. Central region is the most diverse area in term of species (562 species), different from that of the North, which is less diverse of species as the estuarine areas in this region have a high similarity in species composition. Also, the present study recorded 7 species found in more than 20 estuaries. Of which, <i>Sillago sihama</i> is the widest distribution range species (in 26/28 estuaries). Gobiiformes and Gobiidae are the most diverse in the number of genera and species. There are 293 genera of monotypic species, and <i>Cynoglossus</i> has the most species (23 species). Besides, there are 75 precious and rare species in the Vietnamese estuaries. Of which, 6 species are recorded in all three lists (Viet Nam Red Data Book, Decree No.26/2019/NĐ-CP and The IUCN Red List). Thus, the present data is the scientific basis for conservation and sustainable exploitation of aquatic resources in this particular ecosystem.
Revised: 28/9/2023	
Published: 28/9/2023	
KEYWORDS	
Conservation	
Estuary	
Precious and rare species	
Study orientation	
Species composition	

CÓ BAO NHIÊU LOÀI CÁ Ở HỆ SINH THÁI CỬA SÔNG VIỆT NAM?

Đặng Thị Thanh Hương¹, Phạm Văn Long², Nguyễn Trần Ngọc Mai¹, Đinh Gia Linh¹, Trần Đức Hậu^{1*}

¹Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, ²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQG Hà Nội

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 21/8/2023	Để góp phần bảo tồn cá trong bối cảnh biến đổi khí hậu và tác động của con người, nghiên cứu đã tiến hành thu thập, cập nhật tên khoa học và hệ thống phân loại cá ở các cửa sông Việt Nam. Qua đó, nghiên cứu này đã thống kê được 1.008 loài thuộc 484 giống, 148 họ, 38 bộ cá. Miền Trung là nơi có sự đa dạng loài nhất (562 loài), ngược lại miền Bắc kém đa dạng hơn do sự tương đồng cao về thành phần loài giữa các khu vực cửa sông. Nghiên cứu cũng ghi nhận được 7 loài có mặt trên 20 cửa sông, trong đó <i>Sillago sihama</i> là loài có phạm vi phân bố rộng nhất (26/28 cửa sông). Gobiiformes và Gobiidae là bộ và họ có số lượng giống và loài lớn nhất. Có 293 giống đơn loài và <i>Cynoglossus</i> là giống ghi nhận được nhiều loài nhất (23 loài). Bên cạnh đó, có 75 loài cá quý, hiếm được ghi nhận ở cửa sông Việt Nam, trong đó, 6 loài ở trong cả ba danh lục (Sách Đỏ Việt Nam, Nghị định số 26/2019/NĐ-CP và Danh lục Đỏ IUCN). Do vậy, dẫn liệu của nghiên cứu này là cơ sở khoa học trong công tác bảo tồn, khai thác bền vững nguồn lợi thủy sản ở hệ sinh thái đặc trưng này.
Ngày hoàn thiện: 28/9/2023	
Ngày đăng: 28/9/2023	
TỪ KHÓA	
Bảo tồn	
Cửa sông	
Định hướng nghiên cứu	
Loài quý hiếm	
Thành phần loài	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.8604>

* Corresponding author. Email: hautd@hnue.edu.vn

1. Giới thiệu

Cửa sông đóng vai trò quan trọng đối với các hệ sinh thái ven bờ cũng như các thủy vực nước ngọt, là vùng chuyển tiếp giữa sông và biển nên hội tụ các dòng vật chất dẫn đến nguồn thức ăn phong phú và dồi dào cho các loài thủy sinh vật [1], [2]. Hệ sinh thái này là nơi sinh sống, bãi đẻ, vườn ươm của nhiều loài thủy sinh vật, và là cửa ngõ của các loài di cư từ biển vào sông và ngược lại [3], [4]. Nhiều nghiên cứu xác định vai trò của cửa sông đối với các loài cá ở trên thế giới [5]–[7] và ở Việt Nam [8]–[11] đã được thực hiện.

Với chiều dài bờ biển 3.260 km, Việt Nam có nhiều hệ thống sông ngòi dày đặc, trải dài từ Bắc tới Nam và phần lớn đổ ra Biển Đông, nơi có chế độ thủy triều đặc trưng của bờ Tây Thái Bình Dương tạo nên mạng lưới cửa sông với đa dạng các sinh cảnh cho các loài thủy sinh vật [12]. Ví dụ như các cửa sông châu thổ, hình phễu, lưỡng tính (giữa hình phễu và delta) hay các dải đầm phá ven biển [3], [12]. Năm 2009, khu hệ cá cửa sông ở Việt Nam đã ghi nhận 615 loài thuộc 110 họ trong 25 bộ [3]. Trước đó vào năm 2005, Nguyễn Văn Hảo đã thống kê khu hệ cá nội địa Việt Nam với 1.027 loài, gồm các loài ở hệ sinh thái cửa sông [13]–[15]. Tuy nhiên, từ năm 2010 trở lại đây, số lượng các nghiên cứu về thành phần loài và phân bố cá ở các hệ sinh thái tăng nhanh, với nhiều công trình đã công bố đã được thực hiện [16], [17].

Gần đây, dưới tác động của biến đổi khí hậu và tác động của con người như khai thác nguồn lợi quá mức, các sinh cảnh bị xâm lấn, ô nhiễm nguồn nước đã ảnh hưởng tiêu cực tới hệ sinh thái cửa sông và gây suy giảm đa dạng các loài cá [18], [19]. Hơn nữa, tên loài và hệ thống phân loại cần được cập nhật để có danh lục cá ở cửa sông Việt Nam hoàn thiện, là cơ sở cho các nghiên cứu khác. Vì vậy, bài báo này sử dụng số liệu các nghiên cứu cá ở cửa sông Việt Nam để xây dựng thành phần loài, xác định loài có giá trị bảo tồn, từ đó góp phần cung cấp dẫn liệu cho công tác bảo vệ, khai thác và phát triển nguồn lợi cá ở Việt Nam trước những tác động tiêu cực ở trên.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này dựa trên tổng hợp các công bố về các loài cá ở hệ sinh thái cửa sông Việt Nam để tổng quan các nội dung về thành phần loài, phân bố, danh sách các loài cá quý, hiếm. Ở khu vực miền Bắc có các công trình thực hiện ở cửa sông Tiên Yên, Ba Chẽ [19], cửa sông Bạch Đằng [20], cửa sông Văn Úc [21], cửa Ba Lạt [22], [23], Vườn quốc gia (VQG) Xuân Thủy [24]; ở khu vực miền Trung có cửa Hới [25], cửa sông Mai Giang [26], cửa Hội [27], cửa Sốt [28], cửa sông Gianh [29], cửa sông Nhật Lệ [30], cửa Đại [31], [32], sông Bù Lu [33], hạ lưu Sông Cái [34]; miền Nam có cửa sông Soài Rạp [35], cửa Tiểu [36], cửa sông Cổ Chiên [37], sông Cái Lớn [38], cửa sông, ven biển thuộc huyện Duyên Hải [39], cửa sông Định An [40], Cù Lao Dung [41], hạ lưu sông Hậu [42], cửa Trần Đề [43], cửa sông, ven biển tỉnh Cà Mau [44]. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng thu thập số liệu về giai đoạn sớm (GĐS) của cá như ở cửa sông Tiên Yên, Ka Long và sông Sò [45]–[47] (Phụ lục 1).

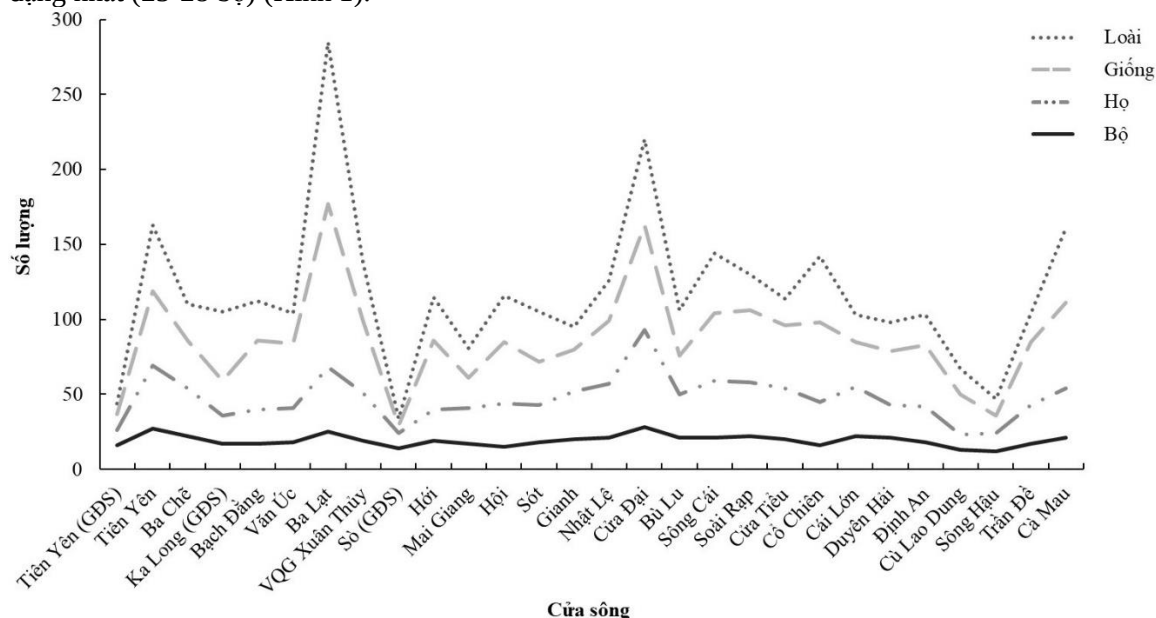
Tổng số 1.067 loài cá được tập hợp từ các bài báo nghiên cứu về thành phần loài ở cửa sông Việt Nam. Sau khi loại trừ những loài không thuộc hệ sinh thái cửa sông và đối chiếu, cập nhật theo hệ thống phân loại của Fricke và cộng sự [48], nghiên cứu này đã tổng hợp được 1.008 loài cá phân bố ở hệ sinh thái này của Việt Nam. Đồng thời, nghiên cứu cũng xác định các loài cá có tên trong Sách Đỏ Việt Nam (SDVN) [49], Nghị định số 26/2019/NĐ-CP [50] và Danh lục Đỏ IUCN [51]. Bên cạnh đó, nghiên cứu phân tích sự tương đồng về cấu trúc thành phần loài của các khu hệ cá bằng phần mềm Primer 6.1.6. Từ đó, bài báo này đánh giá vai trò của vùng cửa sông đối với các loài cá và góp phần định hướng nghiên cứu ở Việt Nam trong thời gian tới.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Đa dạng loài

Nghiên cứu đã tập hợp và lập được danh sách với 1.008 loài, thuộc 484 giống, 148 họ, 38 bộ từ các tài liệu xuất bản trong khoảng thời gian từ năm 2004 tới 2022 ở cửa sông Việt Nam

(Phụ lục 1, Bảng 1). Đối với GDS của cá vùng cửa sông, số loài nhiều nhất ghi nhận được ở sông Ka Long (với 105 loài), tiếp theo là cửa sông Tiên Yên (44 loài) và sông Sò với 34 loài. Ở giai đoạn cá trưởng thành, số loài nhiều nhất ở Ba Lạt với 285 loài và ít nhất ở cửa sông Hậu với 47 loài. Ba Lạt cũng là nơi có số lượng giống nhiều nhất (177 giống). Số họ nhiều nhất được ghi nhận ở Cửa Đại, tiếp theo là cửa sông Tiên Yên và Ba Lạt. Đây cũng là ba cửa sông có số bộ đa dạng nhất (25-28 bộ) (Hình 1).



Hình 1. Số lượng loài, giống, họ, bộ cá ở cửa sông Việt Nam

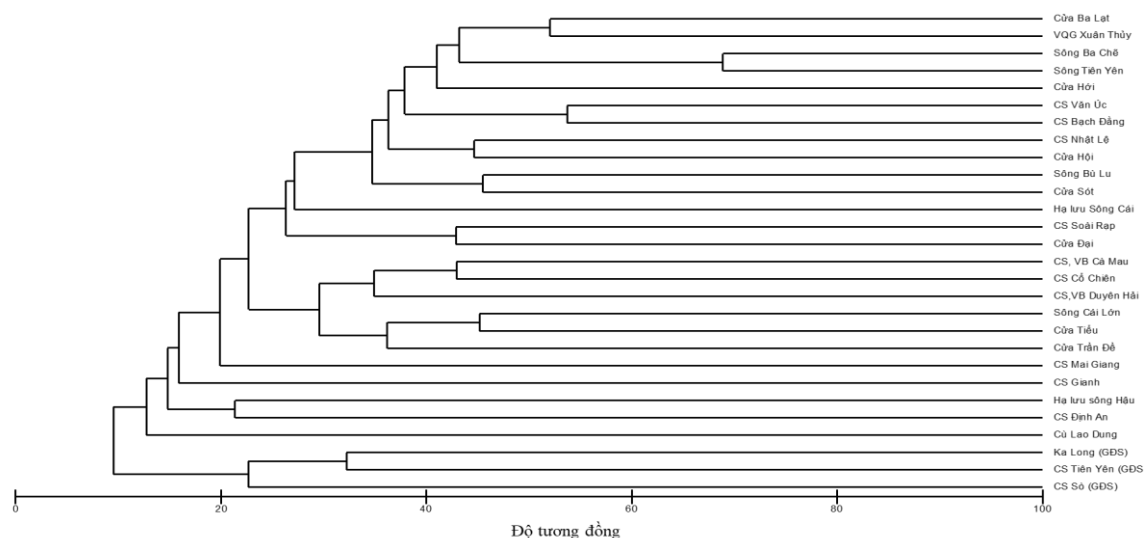
3.2. Đa dạng các loài cá theo vùng

Miền Trung là khu vực có số loài cá ghi nhận đa dạng và phong phú nhất (với 562 loài), tiếp theo là khu vực miền Nam với 541 loài. Với 491 loài được ghi nhận, khu vực miền Bắc có số lượng loài cá ghi nhận ít đa dạng hơn so với hai khu vực còn lại. Điều này có thể được giải thích do độ tương đồng cao về thành phần loài giữa các khu vực cửa sông, ven biển ở miền Bắc. Cụ thể, vùng cửa sông thuộc sông Tiên Yên và Ba Chẽ có mức tương đồng thành phần loài cao nhất (68,86%), tiếp đến là Bạch Đằng và Văn Úc với 53,7% và VQG Xuân Thủy và cửa Ba Lạt có độ tương đồng thành phần loài lên tới 52,01% (Hình 2).

Trong 1.008 loài ghi nhận được ở các khu vực cửa sông, *Sillago sihama* là loài có phạm vi phân bố rộng nhất, xuất hiện ở 26/28 cửa sông, tiếp theo là sự xuất hiện của loài *Scatophagus argus* tại 25 cửa sông, loài *Butis butis* và *Terapon jarbua* đều ghi nhận được ở 23 cửa sông. Một số loài khác cũng có ghi nhận được trên 20 cửa sông ở các khu vực nghiên cứu như *Platycephalus indicus* với 21 cửa sông, *Gerres filamentosus* và *Glossogobius giurus* đều ghi nhận được ở 20 cửa sông.

Về độ đa dạng theo bậc bộ, Gobiiformes mặc dù không có số họ nhiều nhất, nhưng có số giống và loài lớn nhất (66 giống, 145 loài), thứ hai là Acanthuriformes với 59 giống, 138 loài và là bộ có số lượng họ lớn nhất (18 họ). Tiếp theo là Carangiformes với 56 giống và 132 loài và có số lượng họ lớn thứ 2 (15 họ) (Bảng 1).

Về đa dạng theo bậc họ, với 148 họ ghi nhận được, Gobiidae là họ có số lượng giống và loài lớn nhất (60 giống, 129 loài), tiếp theo là Carangidae với 19 giống, 41 loài. Cyprinidae và Sciaenidae mặc dù có cùng số lượng giống lớn đứng thứ ba (15 giống), nhưng Sciaenidae có nhiều loài hơn Cyprinidae (33 loài so với 23 loài, tương ứng) (Bảng 2).



Hình 2. Chỉ số tương đồng về thành phần loài cá giữa các khu vực nghiên cứu

Trong tổng số 484 giống ghi nhận được, *Cynoglossus* là giống có nhiều loài nhất (với 23 loài), tiếp theo là *Epinephelus* với 20 loài. Có 293 giống đơn loài, 90 giống ghi nhận được 2 loài, 37 giống ghi nhận được 3 loài và 23 giống ghi nhận được 4 loài (Phụ lục 1). Điều này phù hợp với các nghiên cứu trước về đặc điểm khu hệ cá vùng biển Việt Nam [3], [52] và cho thấy cửa sông là nơi sinh sống, kiếm ăn của nhiều loài cá biển [53].

3.3. Các loài có giá trị bảo tồn

Trong tổng số 1.008 loài thu được, có 26 loài được ghi trong Nghị định số 26/2019/NĐ-CP [50], 23 loài trong SĐVN [49] và 50 loài trong Danh lục Đỏ IUCN [51]. Trong 75 loài cá quý hiếm ghi nhận được ở cửa sông Việt Nam, có 6 loài được ghi nhận trong cả SĐVN, Nghị định số 26/2019/NĐ-CP và Danh lục Đỏ IUCN (Bảng 3). Bên cạnh đó, nghiên cứu còn ghi nhận được 23 loài trong tổng số 53 loài cá nước mặn đang ở mức độ cần được bảo vệ theo SĐVN [49]. Qua đó cho thấy tiềm năng đa dạng sinh học cũng như tầm quan trọng của cửa sông Việt Nam trong bảo tồn các loài cá quý hiếm ở hệ sinh thái này.

3.4. Một vài nhận xét

Qua bảng 5 có thể thấy, hầu hết các cửa sông lớn đều đã có những công trình thực hiện riêng về thành phần loài và vấn đề bảo tồn. Các nghiên cứu này cơ bản tiến hành sau năm 2010 nên khá cập nhật. Nghiên cứu mối quan hệ giữa phân bố các loài cá với các yếu tố môi trường nước chỉ được đề cập ở một số ít công trình như Trần Đức Hậu và cộng sự [54], Tạ Thị Thủy và cộng sự [19]. Các tác giả đã nhận định độ mặn ở vùng cửa sông quyết định sự xâm nhập các loài cá biển hoặc nhiệt độ ảnh hưởng tới sự xuất hiện theo mùa của các loài trong giống *Pseudogobius*. Tương tự như vậy, có ít các nghiên cứu thực hiện tần suất thu mẫu theo tháng mặc dù đây là phương pháp để thu được những thông tin đầy đủ về thành phần loài, cung cấp số liệu đáng tin cậy cho công tác khai thác và bảo tồn.

Hầu hết các nghiên cứu đều không cung cấp thông tin về mẫu vật, hình ảnh cho các nghiên cứu sau tham khảo, đối sánh. Bên cạnh đó, có nhiều nghiên cứu không trình bày sơ đồ thu mẫu, đặc biệt là các nghiên cứu thực hiện ở vùng hạ lưu. Điều này gây khó khăn cho quá trình tập hợp, xác định loài cá cửa sông trong nghiên cứu này. Hơn nữa, nhiều tác giả sử dụng hệ thống Eschmeyer để lập danh lục nhưng chưa cập nhật [26], [29], [32], [35], [37], [40]. Một số tác giả sử dụng hệ thống phân loại khác như Rass and Lindberg (1971) và FAO (1998) [20], [33] hay Nelson (2006) [32], [47] dẫn đến sự khác nhau về thứ tự các loài, cũng như cấu trúc thành phần loài trong từng họ, bộ. Do đó, nghiên cứu này cập nhật và sắp xếp danh sách thành phần loài cá ở cửa sông Việt Nam như nguồn tài liệu đáng tin cậy cho các nghiên cứu sau này.

Bảng 1. Tỷ lệ các loài, giống, họ trong các bộ cá ở hệ sinh thái cửa sông Việt Nam

STT	Bộ	Họ	Tỷ lệ %	Giống	Tỷ lệ %	Loài	Tỷ lệ %	STT	Bộ	Họ	Tỷ lệ %	Giống	Tỷ lệ %	Loài	Tỷ lệ %
1	Orectolobiformes	1	0,68	1	0,21	1	0,10	20	Scombriformes	6	4,05	11	2,27	15	1,49
2	Carcharhiniformes	2	1,35	4	0,83	4	0,40	21	Syngnathiformes	5	3,38	14	2,89	38	3,77
3	Torpediniformes	2	1,35	2	0,41	3	0,30	22	Kurtiformes	1	0,68	7	1,45	21	2,08
4	Rajiformes	1	0,68	2	0,41	2	0,20	23	Gobiiformes	2	1,35	66	13,64	145	14,38
5	Myliobatiformes	3	2,03	8	1,65	12	1,19	24	Synbranchiformes	2	1,35	5	1,03	9	0,89
6	Elopiformes	2	1,35	2	0,41	5	0,50	25	Anabantiformes	5	3,38	7	1,45	8	0,79
7	Albuliformes	1	0,68	1	0,21	1	0,10	26	Carangiformes	15	10,14	56	11,57	132	13,10
8	Anguilliformes	9	6,08	26	5,37	47	4,66	27	Cichliformes	4	2,70	12	2,48	28	2,78
9	Osteoglossiformes	1	0,68	1	0,21	1	0,10	28	Atheriniformes	2	1,35	5	1,03	9	0,89
10	Clupeiformes	7	4,73	24	4,96	71	7,04	29	Cyprinodontiformes	2	1,35	3	0,62	3	0,30
11	Gonorynchiformes	1	0,68	1	0,21	1	0,10	30	Beloniformes	5	3,38	11	2,27	31	3,08
12	Cypriniformes	8	5,41	35	7,23	52	5,16	31	Mugiliformes	1	0,68	8	1,65	25	2,48
13	Characiformes	1	0,68	1	0,21	1	0,10	32	Blenniiformes	1	0,68	4	0,83	6	0,60
14	Siluriformes	9	6,08	27	5,58	53	5,26	33	Perciformes	10	6,76	38	7,85	75	7,44
15	Osmeriformes	2	1,35	4	0,83	8	0,79	34	Centrarchiformes	2	1,35	6	1,24	10	0,99
16	Aulopiformes	1	0,68	3	0,62	6	0,60	35	Acropomatiformes	4	2,70	4	0,83	5	0,50
17	Gadiformes	1	0,68	1	0,21	2	0,20	36	Acanthuriformes	18	12,16	59	12,19	138	13,69
18	Ophidiiformes	1	0,68	1	0,21	1	0,10	37	Lophiiformes	3	2,03	3	0,62	3	0,30
19	Batrachoidiformes	1	0,68	4	0,83	4	0,40	38	Tetraodontiformes	6	4,05	17	3,51	32	3,17
Tổng										148	100	484	100	1008	100

Bảng 2. Tỷ lệ các loài, giống trong các họ cá ở hệ sinh thái cửa sông Việt Nam

STT	Họ	Giống	Loài	STT	Họ	Giống	Loài	STT	Họ	Giống	Loài
1	Hemiscylliidae	1	1	51	Synodontidae	3	6	101	Zenarchopteridae	2	7
2	Carcharhinidae	3	3	52	Bregmacerotidae	1	2	102	Exocoetidae	2	2
3	Sphyrnidae	1	1	53	Ophidiidae	1	1	103	Adrianichthyidae	1	4
4	Narkidae	1	1	54	Batrachoididae	4	4	104	Mugilidae	8	25
5	Narcinidae	1	2	55	Centrolophidae	1	1	105	Blenniidae	4	6
6	Rajidae	2	2	56	Nomeidae	1	1	106	Epinephelidae	4	24
7	Dasyatidae	6	9	57	Ariommatidae	1	1	107	Liopropomatidae	1	1
8	Gymnuridae	1	2	58	Stromateidae	1	2	108	Percidae	1	1
9	Rhinopteridae	1	1	59	Scombridae	3	6	109	Labridae	5	8
10	Elopidae	1	3	60	Trichiuridae	4	4	110	Uranoscopidae	2	3

STT	Họ	Giống	Loài	STT	Họ	Giống	Loài	STT	Họ	Giống	Loài
11	Megalopidae	1	1	61	Dactylopteridae	1	2	111	Pinguipedidae	1	4
12	Albulidae	1	1	62	Mullidae	2	7	112	Platycephalidae	7	13
13	Synphobranchidae	2	2	63	Callionymidae	3	15	113	Triglidae	2	3
14	Muraenidae	3	12	64	Fistulariidae	1	1	114	Synanceiidae	10	12
15	Colocongridae	1	1	65	Syngnathidae	7	13	115	Scorpaenidae	5	6
16	Ophichthidae	9	16	66	Apogonidae	7	21	116	Terapontidae	5	9
17	Muraenesocidae	2	4	67	Eleotridae	6	16	117	Siniperidae	1	1
18	Nettastomatidae	1	1	68	Gobiidae	60	129	118	Acropomatidae	1	1
19	Congridae	6	7	69	Mastacembelidae	2	6	119	Lateolabracidae	1	2
20	Moringuidae	1	2	70	Synbranchidae	3	3	120	Malakichthyidae	1	1
21	Anguillidae	1	2	71	Anabantidae	1	1	121	Champsodontidae	1	1
22	Notopteridae	1	1	72	Osphronemidae	3	4	122	Priacanthidae	1	4
23	Engraulidae	6	31	73	Channidae	1	1	123	Sillaginidae	1	6
24	Clupeidae	1	1	74	Nandidae	1	1	124	Lutjanidae	5	16
25	Chirocentridae	1	1	75	Pristolepididae	1	1	125	Latilidae	1	1
26	Dussumieriidae	1	3	76	Latidae	2	2	126	Gerreidae	1	11
27	Pristigasteridae	2	4	77	Lactariidae	1	1	127	Haemulidae	4	6
28	Ehiravidae	3	4	78	Sphyraenidae	1	9	128	Sparidae	6	11
29	Dorosomatidae	10	27	79	Polynemidae	5	8	129	Nemipteridae	2	6
30	Chanidae	1	1	80	Citharidae	1	1	130	Sciaenidae	15	33
31	Gyrinocheilidae	1	1	81	Bothidae	6	7	131	Monodactylidae	1	1
32	Botiidae	1	2	82	Paralichthyidae	2	8	132	Cepolidae	1	3
33	Cobitidae	3	3	83	Pleuronectidae	1	1	133	Lobotidae	2	2
34	Cyprinidae	15	23	84	Samaridae	1	1	134	Drepaneidae	1	2
35	Danionidae	3	8	85	Soleidae	12	23	135	Chaetodontidae	3	3
36	Xenocypridae	10	13	86	Cynoglossidae	2	27	136	Ephippidae	3	3
37	Acheilognathidae	1	1	87	Toxotidae	1	1	137	Leiognathidae	10	24
38	Gobionidae	1	1	88	Menidae	1	1	138	Scatophagidae	1	1
39	Serrasalminae	1	1	89	Carangidae	19	41	139	Siganidae	1	5
40	Loricariidae	1	1	90	Echeneidae	1	1	140	Lophiidae	1	1
41	Plotosidae	2	3	91	Ambassidae	2	13	141	Ogcocephalidae	1	1
42	Bagridae	6	14	92	Opistognathidae	1	1	142	Antennariidae	1	1
43	Sisoridae	1	1	93	Cichlidae	3	6	143	Triacanthidae	1	1
44	Pangasiidae	3	9	94	Pomacentridae	6	8	144	Diodontidae	1	2

STT	Họ	Giống	Loài	STT	Họ	Giống	Loài	STT	Họ	Giống	Loài
45	Siluridae	3	4	95	Atherinidae	2	5	145	Tetraodontidae	8	20
46	Clariidae	1	4	96	Phallostethidae	3	4	146	Ostraciidae	1	1
47	Ariidae	9	15	97	Aplocheilidae	1	1	147	Monacanthidae	5	7
48	Cranoglanididae	1	2	98	Poeciliidae	2	2	148	Balistidae	1	1
49	Plecoglossidae	1	1	99	Belonidae	3	9	Tổng	148	484	1007
50	Salangidae	3	7	100	Hemiramphidae	3	9				

Bảng 3. Danh sách các loài cá quý, hiếm ở cửa sông Việt Nam

STT	Tên khoa học	Nghị định số 26/2019/NĐ-CP	SDVN	IUCN	STT	Tên khoa học	Nghị định số 26/2019/NĐ-CP	SDVN	IUCN
1	<i>Chiloscyllium punctatum</i>	I		NT	39	<i>Probarbus jullieni</i>	II	VU	CR
2	<i>Carcharhinus sorrah</i>			NT	40	<i>Boraras urophthalmoides</i>			NT
3	<i>Rhizoprionodon acutus</i>			VU	41	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>			NT
4	<i>Scoliodon laticaudus</i>			NT	42	<i>Megalobrama terminalis</i>	II		
5	<i>Sphyrna mokarran</i>			CR	43	<i>Pseudohemiculter dispar</i>			VU
6	<i>Narke dipterygia</i>			VU	44	<i>Bagarius bagarius</i>			VU
7	<i>Narcine brevilibiata</i>			VU	45	<i>Pangasius krempfi</i>			VU
8	<i>Dipturus tenuis</i>			NT	46	<i>Wallago attu</i>			VU
9	<i>Okamejei hollandi</i>			VU	47	<i>Clarias batrachus</i>	I		
10	<i>Brevitrygon imbricata</i>			VU	48	<i>C. meladerma</i>	I		
11	<i>B. walga</i>	II		NT	49	<i>Cranoglanis boudierius</i>			VU
12	<i>Fluvitrygon signifer</i>			EN	50	<i>Plecoglossus altivelis</i>	I		
13	<i>Hemitrygon akajei</i>			NT	51	<i>Harpodon nehereus</i>			NT
14	<i>H. sinensis</i>			EN	52	<i>Scomberomorus commerson</i>			NT
15	<i>Pateobatis jenkinsii</i>			VU	53	<i>Hippocampus histrix</i>	II	VU	VU
16	<i>Telatrygon zugei</i>			VU	54	<i>H. kelloggi</i>	II		VU
17	<i>Gymnura japonica</i>			VU	55	<i>H. trimaculatus</i>	II	EN	VU
18	<i>G. poecilura</i>			VU	56	<i>Syngnathus acus</i>		VU	
19	<i>Rhinoptera javanica</i>			EN	57	<i>Trachyrhamphus serratus</i>		VU	
20	<i>Elops saurus</i>		VU		58	<i>Bostrychus sinensis</i>		CR	
21	<i>Megalops cyprinoides</i>	II	VU		59	<i>Toxotes chatareus</i>		VU	
22	<i>Albula vulpes</i>	I	VU	NT	60	<i>Trachurus japonicus</i>			NT
23	<i>Anguilla bicolor</i>	I	VU	NT	61	<i>Oreochromis mossambicus</i>			VU

STT	Tên khoa học	Nghị định số 26/2019/NĐ-CP	SĐVN	IUCN	STT	Tên khoa học	Nghị định số 26/2019/NĐ-CP	SĐVN	IUCN
24	<i>A. marmorata</i>	II	VU		62	<i>Epinephelus akaara</i>			EN
25	<i>Coilia nasus</i>			EN	63	<i>E. bruneus</i>			VU
26	<i>C. mystus</i>			EN	64	<i>E. fuscoguttatus</i>			VU
27	<i>Ilisha elongata</i>	I			65	<i>Evynnis cardinalis</i>			EN
28	<i>Anodontostoma chacunda</i>		VU		66	<i>Nemipterus virgatus</i>			VU
29	<i>Clupanodon thrissa</i>	II	EN		67	<i>Argyrosomus japonicus</i>			EN
30	<i>Konosirus punctatus</i>	II	VU		68	<i>Boesemania microlepis</i>	II		
31	<i>Nematalosa nasus</i>	II	VU		69	<i>Collichthys lucidus</i>	II		
32	<i>Sardinella lemuru</i>			NT	70	<i>Larimichthys crocea</i>			CR
33	<i>Tenualosa reevesii</i>	I	EN		71	<i>Otolithoides biauritus</i>	I	VU	
34	<i>T. toli</i>		VU	VU	72	<i>Datnioides polota</i>	II		
35	<i>Chanos chanos</i>	II	VU		73	<i>Parachaetodon ocellatus</i>		VU	
36	<i>Gyrinocheilus aymonieri</i>	I			74	<i>Antennarius striatus</i>		VU	
37	<i>Cirrhinus microlepis</i>	II	VU	VU	75	<i>Takifugu ocellatus</i>			NT
38	<i>Cyprinus carpio</i>			VU	Tổng số		26	23	50

*Ghi chú: I: Nhóm I, II: Nhóm II, thuộc Phụ lục II - Danh mục loài thủy sản nguy cấp, quý, hiếm theo Nghị định số 26/2019/NĐ-CP [50]; CR: Cực kỳ nguy cấp, có nguy cơ tuyệt chủng, EN: Nguy cấp cao, VU: Bị đe dọa, sắp nguy cấp, NT: Sắp bị đe dọa hoặc nguy cơ thấp theo SĐVN [49], Danh lục Đỏ IUCN [51].

Bảng 4. Vị trí nghiên cứu của một số công trình về thành phần loài cá ở cửa sông được thực hiện ở Việt Nam

TT	Cửa sông	Vĩ độ	TT	Cửa sông	Vĩ độ	TT	Cửa sông	Vĩ độ
Miền Bắc			Miền Trung			Miền Nam		
1	Ka Long (GĐS)	21°27'23.69"N	10	Hới	19°46'55.48"N	19	Soài Rạp	10°26'4.70"N
2	Tiên Yên	21°18'20.00"N	11	Mai Giang	19°5'51.01"N	20	Cửa Tiểu	10°14'46.55"N
3	Tiên Yên (GĐS)	21°15'57.78"N	12	Hội	18°45'52.52"N	21	Cái Lớn	9°55'0.18"N
4	Ba Chẽ	21°15'0.00"N	13	Sốt	18°27'4.36"N	22	Cổ Chiên	9°51'17.64"N
5	Bạch Đằng	20°51'13.57"N	14	Gianh	17°42'15.68"N	23	Định An	9°35'21.19"N
6	Văn Úc	20°40'16.07"N	15	Nhật Lệ	17°28'58.18"N	24	Duyên Hải	9°34'17.34"N
7	Ba Lạt	20°14'59.02"N	16	Cửa Đại	15°52'21.89"N	25	Cù Lao Dung	9°34'14.80"N
8	VQG Xuân Thủy	20°13'18.63"N	17	Bù Lu	16°19'2.16"N	26	Sông Hậu	9°32'18.27"N
9	Sò (GĐS)	20°10'50.81"N	18	Sông Cái	12°15'31.07"N	27	Trần Đề	9°29'7.47"N
						28	Cà Mau	8°42'30.97"N

Bảng 5. Thông tin về một số công trình về thành phần loài cá ở cửa sông được thực hiện ở Việt Nam

STT	Tác giả	Cửa sông	Số loài	Nội dung nghiên cứu			
				Thành phần loài	Nghiên cứu về phân bố	Giá trị	Bảo tồn
1	Trần Trung Thành (2018) [45]	Cửa sông Tiên Yên, GDS	44	x	Theo tháng		
2	Trần Đức Hậu và Tạ Thị Thủy (2014) [63]	Sông Tiên Yên	163	x	Theo không gian, thời gian	x	x
	Tạ Thị Thủy và cộng sự (2020) [19]	Sông Ba Chẽ	110				
3	Nguyễn Hà My (2022) [46]	Cửa sông Kalong, GDS	105	x	Theo không gian và thời gian		
4	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2004) [20]	Cửa Bạch Đằng	112	x		x	x
5	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2012) [21]	Cửa Vần Úc	104	x		x	x
6	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2013) [22]	Cửa Ba Lạt	285	x	Theo hệ thống sông, cột nước	x	x
	Nguyễn Hữu Dực và cộng sự (2019) [23]						
7	Nguyễn Đình Tạo và Hoàng Thị Thanh Nhân (2013) [24]	VQG Xuân Thủy	138	x			
8	Trần Trung Thành và cộng sự (2017) [47]	Cửa sông Sò, GDS	34	x	Theo mùa, vùng khí hậu, môi trường và ngày	x	x
9	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2014) [25]	Cửa Hới	115	x		x	x
10	Hoàng Ngọc Thảo và cộng sự (2015) [26]	Cửa sông vùng Mai Giang, Quỳnh Lưu, Nghệ An	81	x			x
11	Nguyễn Thành Nam và cộng sự (2014) [27]	Cửa Hội	116	x	Theo cột nước	x	x
12	Biện Văn Quyền, Võ Văn Phú (2019) [28]	Cửa Sốt, Hà Tĩnh	105	x		x	x
13	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2017) [29]	Cửa sông Gianh	95	x	Theo độ mặn của cá và theo cột nước	x	x
14	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2015) [30]	Cửa sông Nhật Lệ	126	x		x	x
15	Nguyễn Thành Nam và cộng sự (2012) [31]	Cửa Đại, Quảng Nam	220	x	Theo vùng khí hậu, sinh thái	x	x
	Nguyễn Thị Tường Vi và cộng sự (2015) [32]						
16	Võ Văn Phú và Trần Thụy Cẩm Hà (2008) [33]	Sông Bù Lu	106	x	Theo nồng độ muối	x	x
17	Trần Công Thịnh và cộng sự (2020) [34]	Hạ lưu sông Cái, Nha Trang	144	x	Theo sinh thái	x	x
18	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2015) [35]	Cửa sông Soài Rạp, TP Hồ Chí Minh	130	x	Theo cột nước, sinh thái	x	x
19	Nguyễn Xuân Đông và cộng sự (2022) [36]	Cửa Tiểu	114	x	Theo mùa	x	x
20	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2017) [37]	Cửa sông Cỏ Chiên, Bến Tre	142	x	Theo cột nước, sinh thái	x	x
21	Cao Hoài Đức và cộng sự (2014) [38]	Sông Cái Lớn, Kiên Giang	103	x	Theo mùa, thủy vực, độ mặn của cá	x	x
22	Nguyễn Xuân Đông và Nguyễn Văn Tú (2021) [39]	Cửa sông ven biển duyên hải tỉnh Trà Vinh	98	x		x	x
23	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2016) [40]	Cửa sông Định An	103	x	Theo cột nước		x
24	Trần Đắc Định và cộng sự (2021) [41]	Cù Lao Dung, Sóc Trăng	67	x	Theo mùa, môi trường sống		
25	Trần Đắc Định và Hồng Thị Hải Yến (2019) [42]	Hạ lưu sông Hậu, Sóc Trăng	47	x	Theo sinh thái	x	x
26	Vũ Ngọc Út và cộng sự (2020) [43]	Cửa Trần Đề, Sóc Trăng	104	x	Theo mùa		
27	Nguyễn Xuân Huân và cộng sự (2020) [44]	Cửa sông, ven biển tỉnh Cà Mau	161	x	Theo mùa	x	x

Với chiều dài lãnh thổ nằm trải dài trên 15 vĩ độ cùng với địa hình và khí hậu của Việt Nam có sự đa dạng, khác biệt rõ rệt từ Bắc vào Nam tạo nên sự đa dạng các loài cá ở cửa sông. Bên cạnh đó, với vị trí các cửa sông ở ba miền được thể hiện ở **bảng 4** có thể thấy, ở miền Bắc, các cửa sông ở gần nhau hơn, điều này dẫn tới các điều kiện sinh cảnh và môi trường ở các cửa sông khá tương đồng [12], nên thành phần loài cá có độ trùng lặp cao giữa các khu vực hơn so với miền Trung và miền Nam (**Hình 2**). Trong khi đó, tại miền Trung, chín cửa sông trải dài từ miền Bắc Trung Bộ cho đến Nam Trung Bộ nên điều kiện khí hậu và sinh cảnh của các cửa sông có sự khác biệt lớn, vì vậy thành phần loài nơi đây có độ trùng lặp thấp. Ngoài ra, vùng biển miền Trung là nơi giao thoa của các dòng hải lưu ở Biển Đông, thay đổi theo gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Điều này tạo nên sự đa dạng các loài cá biển – nhóm cá chiếm ưu thế ở hệ sinh thái cửa sông. Do vậy, ở miền Trung, số lượng loài đa dạng hơn so với hai miền còn lại. Đối với miền Nam, khoảng cách giữa các cửa sông xa hơn so với miền Bắc (ngoại trừ các khu vực thuộc hạ lưu sông Hậu), nhưng gần hơn so với miền Trung và số cửa sông/khu vực được thống kê nhiều hơn miền Bắc (10 so với 8) (**Bảng 4**). Hơn nữa, hệ thống cửa sông của lưu vực sông Mê Kông là môi trường thuận lợi cho nhiều loài cá cũng như sự thay đổi rõ rệt mùa mưa và mùa khô tạo nên sự đa dạng các loài cá hơn so với miền Bắc. Bên cạnh đó, tần suất thu mẫu và phạm vi cũng như nỗ lực nghiên cứu ở các cửa sông có sự khác biệt, có thể ảnh hưởng tới đa dạng thành phần loài giữa các khu vực.

Như vậy, có thể thấy cửa sông Việt Nam là nơi có độ đa dạng các loài cá cao, cho thấy vai trò quan trọng của hệ sinh thái này đối với nguồn lợi thủy sản ven bờ, với các loài cá ở giai đoạn trưởng thành [10], [54], [55] và GDS [56]–[58]. Nhiều loài cá có giá trị bảo tồn, giá trị kinh tế được ghi nhận ở khu vực. Tuy nhiên, cũng tương tự như các khu vực khác trên thế giới, hệ sinh thái cửa sông Việt Nam đang đối mặt với nhiều tác động, từ biến đổi khí hậu tới các hoạt động của con người như quá trình đô thị hóa [59]–[61], ô nhiễm môi trường, sử dụng các phương tiện đánh bắt hủy diệt, tần suất đánh bắt cao [17], [62], xây dựng các công trình thủy điện đầu nguồn ảnh hưởng tới tính toàn vẹn của dòng sông dẫn tới sự xâm nhập mặn, giảm phù sa bổ sung cho các cửa sông [4], [59], [63]. Do vậy, dẫn liệu của nghiên cứu này là cơ sở khoa học cho xác định các khu vực, các loài trong công tác bảo tồn, khai thác bền vững nguồn lợi thủy sản ở hệ sinh thái đặc trưng này.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã tập hợp và lập được danh sách của 1.008 loài cá, thuộc 484 giống, 148 họ, 38 bộ ở các khu vực cửa sông Việt Nam. Trong đó, miền Trung là khu vực có số loài được ghi nhận là đa dạng nhất (với 562 loài), ngược lại miền Bắc có số loài kém đa dạng hơn là do sự tương đồng cao về thành phần loài giữa các khu vực cửa sông, trong đó cửa sông Tiên Yên và Ba Chẽ có mức tương đồng thành phần loài cao nhất (68,86%). Nghiên cứu cũng ghi nhận được 7 loài có mặt trên 20 cửa sông, trong đó loài có phạm vi phân bố rộng nhất là *Sillago sihama* (xuất hiện ở 26/28 cửa sông). Bộ và họ có số lượng giống và loài lớn nhất là Gobiiformes và Gobiidae, Acanthuriformes là bộ có số lượng giống và loài lớn thứ 2 (với 59 giống, 138 loài) và là bộ có số lượng họ lớn nhất (18 họ). Bên cạnh đó, có 293 giống đơn loài và *Cynoglossus* là giống được ghi nhận nhiều loài nhất (với 23 loài). Trong 1.008 loài, có 75 loài nguy cấp, quý, hiếm được ghi nhận ở cửa sông Việt Nam, trong đó có 6 loài được ghi nhận cả trong Sách Đỏ Việt Nam, Nghị định số 26/2019/NĐ-CP và Danh lục Đỏ IUCN. Qua đó nghiên cứu cho thấy tiềm năng đa dạng sinh học cũng như tầm quan trọng của cửa sông Việt Nam trong bảo tồn các loài cá quý hiếm ở hệ sinh thái này. Kết quả của nghiên cứu này góp phần cung cấp dẫn liệu cho công tác bảo vệ, khai thác và phát triển nguồn lợi cá ở Việt Nam trước tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu và tác động của con người.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

[1] D. W. Pritchard, “‘What is an estuary: physical viewpoint’. In Lauf, G. H. (ed.). Estuaries.,” *Am. Assoc.*

- Adv. Sci.*, vol. 83, pp. 2-5, 1967.
- [2] D. S. McLusky and M. Elliott, *The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management*. New York: Oxford University Press, 2004.
 - [3] T. T. Vu, *Estuarine ecosystems of Vietnam (Exploitation, maintenance and management resources for sustainable development)*. Vietnam Education Publishing House, 2009.
 - [4] T. T. N. Pham, D. H. Tran, and V. Q. Nguyen, "An initial overview of ecosystem services from mangrove forests in Viet Nam," *HNUE J. Sci. Nat. Sci.*, vol. 66, no. 4F, pp. 31-40, 2021, doi: 10.18173/2354-1059.2021-006.
 - [5] V. Ferreira, F. Le Loc'h, F. Ménard, T. Frédou, and F. L. Frédou, "Composition of the fish fauna in a tropical estuary: the ecological guild approach," *Sci. Mar.*, vol. 83, no. 2, pp. 1-10, Jun. 2019, doi: 10.3989/scimar.04855.25A.
 - [6] Z. Chen, Q. Ren, C. Liu, and W. Xian, "Seasonal and spatial variations in fish assemblage in the Yangtze estuary and adjacent waters and their relationship with environmental factors," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 10, no. 11, p. 1679, Nov. 2022, doi: 10.3390/jmse10111679.
 - [7] T. D. Harrison and A. K. Whitfield, "Global biogeography of estuary-associated fishes," *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom*, vol. 102, no. 1-2, pp. 113-131, Mar. 2022, doi: 10.1017/S0025315422000285.
 - [8] D. H. Tran *et al.*, "The potential biodiversity of Ayu, as evidenced by differences in its early development and growth between Vietnam and Japan," *Environ. Biol. Fish.*, vol. 97, no. 12, pp. 1387-1396, Oct. 2014, doi: 10.1007/S10641-014-0229-8.
 - [9] D. H. Tran and T. T. Ta, "Dependence of Hainan medaka, *Oryzias latipes* (Nichols & Pope, 1927), on salinity in the Tien Yen estuary of northern Vietnam," *Anim. Biol.*, vol. 66, no. 1, pp. 49-64, 2016, doi: 10.1163/15707563-00002486.
 - [10] D. H. Tran, M. Kuroki, and M. H. Pham, "Migration patterns of two gizzard shads, *Clupanodon thrissa* (L., 1758) and *Nematalosa nasus* (Bloch, 1795) (Clupeiformes: Clupeidae), from Vietnam as revealed by otolith microchemistry analyses," *ACTA Zool. Bulg.*, vol. 73, no. 3, pp. 409-416, 2021.
 - [11] T. N. Nguyen *et al.*, "Variation in the allometry of morphometric characteristics, growth, and condition factors of wild *Bostrychus sinensis* (Butidae) in Northern Vietnam," *Pak. J. Zool.*, vol. 55, no. 2, 2022, doi: 10.17582/journal.pjz/20200917140936.
 - [12] D. A. Le, D. K. Uong, D. T. Tran, and T. Vo, "Position resources of estuarine system in Vietnam," in *Anthology of Marine Environment and Resources*, Publishing House for Science and Technology, 2011, pp. 20-28.
 - [13] V. H. Nguyen and S. V. Ngo, *Freshwater fishes of Viet Nam*, vol. I. Hanoi: Agricultural Publishing House, 2001.
 - [14] V. H. Nguyen, *Freshwater Fish of Vietnam*, vol. II. Hanoi: Agricultural Publishing House, 2005.
 - [15] V. H. Nguyen, *Freshwater fishes of Viet Nam*, vol. III. Hanoi: Agricultural Publishing House, 2005.
 - [16] D. H. Tran, L. H. T. Nguyen, and T. N. Nguyen, "First data of goby fish in Tien Hai Wetland Nature Reserve, Thai Binh Province," *J. Sci. Nat. Sci.*, vol. 65, no. 10, pp. 143-153, Oct. 2020, doi: 10.18173/2354-1059.2020-0058.
 - [17] V. L. Pham, H. N. Chu, T. T. H. Dang, H. H. Nguyen, and D. H. Tran, "Additional data on species diversity of gobies (Actinopteri: Gobiiformes) in Xuan Thuy National Park, Nam Dinh province," *Hue Univ. J. Sci. Nat. Sci.*, vol. 132, no. 1B, Jun. 2023, doi: 10.26459/hueunijns.v132i1B.7050.
 - [18] H. T. Pham, T. T. H. Nguyen, T. T. Lai, and S. T. Mai, "Vulnerability to climate change of coastal mangroves in northern Vietnam," *Proceedings of the 6th national scientific conference on Ecology and Biology Resources*. Publishing House for Science and Technology, 2015, pp. 1723-1728.
 - [19] T. T. Ta, D. H. Tran, X. H. Nguyen, and V. L. Pham, "Fish distribution in the Ba Che and Tien Yen rivers," *Acad. J. Biol.*, vol. 42, no. 2, pp. 41-53, Jun. 2020, doi: 10.15625/2615-9023/v42n2.14782.
 - [20] X. H. Nguyen, H. M. Doan, and T. H. L. Hoang, "Fish composition in Bach Dang estuary, Quang Ninh province," in *Basic research problems in life sciences*, Ha Noi: Science and Technics Publishing House, 2004, pp. 121-122.
 - [21] X. H. Nguyen, T. N. Nguyen, and H. T. A. Le, "Fish composition in Van Uc estuarine area, Hai Phong," *Science and Technology Journal of Agriculture & Rural Development*, vol. 191, no. 2, pp. 78-84, 2012.
 - [22] X. H. Nguyen, T. N. Nguyen, and T. M. D. Nguyen, "Species composition of fishes in Ba Lat estuary," *Proceedings of the 5th National Scientific Conference on Ecology and Biology Resources*. Agriculture Publishing House, 2013, pp. 678-681.
 - [23] H. D. Nguyen, T. M. H. Ngo, and D. H. Tran, "List of fish in the Hong River, Viet Nam,"

- Proceedings of the First National Conference on Ichthyology in Vietnam*. Publishing House for Science and Technology, Ha Noi, 2019, pp. 22-39.
- [24] T. H. Ho and T. T. N. Hoang, *Status of biological diversity in Xuan Thuy National Park, Nam Dinh Province*. Hanoi: Hong Duc Publishing House (In Vietnamese), 2015.
- [25] X. H. Nguyen, T. N. Nguyen, D. G. Le, and T. T. Vu, "Diversity of fish composition in the area of Hoi estuary, Thanh Hoa province," *Proceedings of the 2nd national conference on Marine biology and Sustainable development*. Publishing House for Science and Technology, Hanoi, 2014, pp. 79-85. doi: 10.15625/MBSD2.2014-0008.
- [26] N. T. Hoang, T. Y. Nguyen, A. T. Ho, and K. T. Nguyen, "Species composition of fish in estuary area of Mai Giang river in Quynh Luu and Hoang Mai districts, Nghe An province," *Proceedings of the 7th National Scientific Conference on Ecology and Biology Resources*, Publishing House for Science and Technology, 2015, pp. 382-387, doi: 10.13140/RG.2.2.22751.97445.
- [27] T. N. Nguyen, T. N. P. Le, and X. H. Nguyen, "Fish species composition in the Hoi estuarine area, Nghe An Province," *VNU J. Sci. Sci. Technol.*, vol. 30, no. 6S, pp. 177-183, 2014.
- [28] V. Q. Bien and V. P. Vo, "Species composition of fish in lower Cua Sot river, Ha Tinh province," *Hue Univ. J. Sci. Nat. Sci.*, vol. 128, no. 1C, pp. 43-53, Jul. 2019, doi: 10.26459/hueuni-jns.v128i1C.5300.
- [29] X. H. Nguyen, T. N. Nguyen, and P. D. Ta, "Diversity of fish species in the coastal area of Gianh estuary, Quang Binh province," *Proceedings of the 7th national Scientific conference on Ecology and Biological resource*. Publishing House for Science and Technology, 2017, pp. 206-213.
- [30] X. H. Nguyen, T. H. Nguyen, and T. N. Nguyen, "Diversity of fish species in the area of Nhat Le estuary, Quang Binh province," *Proceedings of the 6th national Scientific conference on Ecology and Biological resource*. Publishing House for Science and Technology, 2015, pp. 573-581.
- [31] T. N. Nguyen, T. H. Nguyen, and X. H. Nguyen, "Composition of fish species at Cua Dai estuary, Vu Gia-Thu Bon river system, Quang Nam province," *VNU J. Sci. Nat. Sci. Technol.*, vol. 28, no. 2S, pp. 25-33, 2012.
- [32] T. T. V. Nguyen, T. T. T. Le, T. N. N. Bui, and V. Q. Vo, "Initial study of fish fauna in the Thu Bon estuary of Quang Nam province," *J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 15, no. 1, pp. 55-66, Apr. 2015, doi: 10.15625/1859-3097/15/1/4501.
- [33] V. P. Vo and T. C. H. Tran, "Biodiversity on species composition of fish fauna in Bu Lu river, Thua Thien Hue province," *Hue Univ. J. Sci.*, vol. 49, pp. 111-121, 2008.
- [34] C. T. Tran, V. P. Vo, P. U. V. Nguyen, and D. L. Bui, "Diversity of fish species composition in downstream basin of Cai River, Nha Trang city," *NTU J. Fish. Sci. Technol.*, vol. 2, pp. 97-111, 2020.
- [35] X. H. Nguyen and N. T. Nguyen, "Fish species composition in the area of Soai Rap estuary, Ho Chi Minh city," *J. Biol.*, vol. 37, no. 2, pp. 141-150, Sep. 2015, doi: 10.15625/0866-7160/v37n2.6520.
- [36] X. D. Nguyen, K. V. Bijeesh, X. Q. Ngo, and M. T. Nguyen, "Fish species composition, diversity, and migration in the Mekong Delta: a study in the Cua Tieu River, Vietnam," *Environ. Monit. Assess.*, vol. 194, no. S2, p. 769, Sep. 2022, doi: 10.1007/s10661-022-10174-w.
- [37] X. H. Nguyen, T. N. Nguyen, and D. H. Nguyen, "Diversity of fish species composition in the area of Co Chien estuary, Ben Tre province," *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, vol. 33, no. 1S, pp. 246-256, 2017.
- [38] H. D. Cao, X. T. Tong, and D. K. T. Huynh, "Research species composition and characteristics distribution of fish in Cai Lon river, Kien Giang province," *HCMUE J. Sci.*, vol. 61, pp. 132-145, 2014.
- [39] X. D. Nguyen and V. T. Nguyen, "Species diversity of the fish fauna of the coastal area in Duy Hai district, Tra Vinh province, Vietna," *TNU J. Sci. Technol.*, vol. 226, no. 10, pp. 245-254, Jul. 2021, doi: 10.34238/tnu-jst.4454.
- [40] X. H. Nguyen, T. D. Nguyen, and T. N. Nguyen, "Fish species composition in the Dinh An estuary, Tra Vinh province," *VNU J. Sci. Nat. Sci. Technol.*, vol. 32, no. 1S, pp. 69-76, 2016.
- [41] D. D. Tran, P. C. B. Le, M. Q. Dinh, V. N. Duong, and T. T. Nguyen, "Fish species composition variability in Cu Lao Dung, Soc Trang, Vietnam," *AACL Bioflux*, vol. 14, no. 4, pp. 1865-1876, 2021.
- [42] D. D. Tran and T. H. Y. Hong, "Study on fish species composition and abundance in the lower areas of Bassac River," *J. Sci. Can Tho Univ.*, vol. 55, no. 4B, pp. 140-147, 2019, doi: 10.22144/ctu.jvn.2019.118.
- [43] N. U. Vu, V. H. Au, and P. V. Huynh, "Status of fish biodiversity and fishing on Hau River, Mekong Delta, Vietnam," *Ann. Limnol. - Int. J. Limnol.*, vol. 56, no. 14, pp. 1-11, Jun. 2020, doi: 10.1051/limn/2020012.

- [44] X. H. Nguyen, T. N. Nguyen, H. P. Do, T. N. A. Tran, and M. D. Nguyen, "Fish diversity in coastal and estuarine areas of Ca Mau province," *Proceeding of the 4th National Scientific Conference on Biological Research and Teaching in Vietnam*. Publishing House for Science and Technology, Ha Noi, 2020, pp. 84–93, doi: 10.15625/vap.2020.00010.
- [45] T. T. Tran, "Comparison of early life histories of euryhaline fishes in estuaries between Vietnam and Japan," PhD Thesis, Kochi University, 2018.
- [46] H. M. Nguyen, "Study on species composition and distribution of larvae and juveniles in the Ka Long estuary, Quang Ninh province," PhD Thesis, Vietnam National University of Science, Ha Noi (In Vietnamese), 2022.
- [47] T. T. Tran, T. N. Ha, and D. H. Tran, "Occurrence of fish larvae and juveniles in the bank waters at the mouth of the So estuary, nam Dinh Province," *J. Biol.*, vol. 39, no. 2, pp. 152-160, 2017, doi: 10.15625/0866-7160/v39n2.8397.
- [48] Fricke, R., Eschmeyer, W. N. and R. van der Laan (eds), "Eschmeyer's Catalog of Fishes California Academy of Sciences," *Fricke, R. Eschmeyer, W. N. R. van der Laan*, 2023. [Online]. Available: <https://www.calacademy.org/scientists/projects/eschmeyers-catalog-of-fishes>. [Accessed Mar. 17, 2023].
- [49] Ministry of science and technology, *Vietnam Red Data Book, Part I: Animals*. Hanoi: Publishing House for Science and Technology (In Vietnamese), 2007.
- [50] The Vietnamese Government, "Decree No 26/2019/ND-CP regulating a number of articles and measures to implement the Fisheries Law," 2023. [Online]. Available: <https://vanban.chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=196438>. [Accessed Mar. 17, 2023].
- [51] IUCN, "The IUCN Red List of Threatened species," *Version 2022-2*, 2022. [Online]. Available: <https://www.iucnredlist.org/>. [Accessed Mar. 17, 2023].
- [52] Ministry of Fisheries, *Vietnam fisheries resources*. Agricultural Publishing House (In Vietnamese), 1996.
- [53] M. H. Nguyen *et al.*, "Results of biodiversity research on wetland ecosystem at the northeast coast region of Vietnam," *Vietnam J. Hydro - Meteorol.*, vol. 734, pp. 13-27, 2022.
- [54] D. H. Tran, T. A. Nguyen, H. N. Chu, T. H. Mai, H. M. Nguyen, and T. T. Tran, "Species composition and distribution patterns of *Pseudogobius* (Gobiiformes: Oxudercidae) in Northern Vietnam," *HNUE J. Sci.*, vol. 64, no. 10A, pp. 38-47, 2019, doi: 10.18173/2354-1059.2019-0050.
- [55] D. H. Tran, H. H. Nguyen, and M. L. Ha, "Length-weight relationship and condition factor of the mudskipper (*Periophthalmus modestus*) in the Red River delta," *Reg. Stud. Mar. Sci.*, vol. 46, 2021, doi: 10.1016/j.rsma.2021.101903.
- [56] T. N. A. Do and D. H. Tran, "Potential application of artificial neural networks for analyzing the occurrences of fish larvae and juveniles in an estuary in northern Vietnam," *Aquat. Ecol.*, 2022, doi: 10.1007/s10452-022-09959-5.
- [57] M. L. Ha, H. H. Nguyen, T. T. Ta, X. H. Nguyen, and D. H. Tran, "Spatio-temporal occurrence of different early life stages of *Periophthalmus modestus* in a tropical estuary," *Anim. Biol.*, vol. 72, no. 2, 2022, doi: 10.1163/15707563-bja10074.
- [58] T. T. Ta, D. H. Tran, G. L. Dinh, H. M. Nguyen, T. T. Tran, and M. L. Ha, "Planktonic larvae of *Luciogobius* sp. (Gobiidae) in a tropical estuary," *Reg. Stud. Mar. Sci.*, vol. 48, 2021, doi: 10.1016/j.rsma.2021.102068. 2352-4855.
- [59] M. Barletta and A. R. A. Lima, "Systematic review of fish ecology and anthropogenic impacts in South American estuaries: Setting priorities for ecosystem conservation," *Front. Mar. Sci.*, vol. 6, May 2019, doi: 10.3389/fmars.2019.00237.
- [60] L. A. Freeman, D. R. Corbett, A. M. Fitzgerald, D. A. Lemley, A. Quigg, and C. N. Steppe, "Impacts of urbanization and development on estuarine ecosystems and water quality," *Estuaries and Coasts*, vol. 42, no. 7, pp. 1821-1838, Nov. 2019, doi: 10.1007/s12237-019-00597-z.
- [61] T. N. A. Do, D. H. Tran, and M. Ashley, "Employing a novel hybrid of GA-ANFIS model to predict distribution of whiting fish larvae and juveniles from tropical estuaries in the context of climate change," *Ecol. Inform.*, vol. 71, p. 101780, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.ecoinf.2022.101780.
- [62] V. L. Pham, T. T. H. Dang, T. T. D. Nguyen, X. H. Nguyen, and D. H. Tran, "Values and conservation of goby (Actinopteri: Gobiiformes) in Xuan Thuy National Park," *TNU J. Sci. Technol.*, vol. 228, no. 05, pp. 363-371, Apr. 2023, doi: 10.34238/tnu-jst.7412.
- [63] D. H. Tran and T. T. Ta, "Fish diversity and fishery status in the Ba Che and Tien Yen rivers, northern Vietnam, with consideration on factors causing recent decline of fishery products," *Kuroshio Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 113-122, 2014.